

ΑΝΘΡΩΠΙΝΕΣ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ



(Αεροπορική Ιατρική)
AVIATION MEDICINE CHAPTERS



Επιμέλεια Εντύπου
Εκπαιδευτικό Κέντρο Υ.Π.Α.Μ. - ΑΕΡΟΛΕΣΧΗΣ ΑΓΡΙΝΙΟΥ
<http://alag.gr>

Αγρίνιο - Ιούνιος 2008

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Η ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ ΤΗΣ ΓΗΣ

Ορισμός	1-1
Δομή της ατμόσφαιρας	1-2
Νόμοι των αερίων	1-5
Συνθήκες μέτρησης	1-8

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΑΝΑΠΝΟΗ ΚΑΙ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ

Ανατομία του αναπνευστικού συστήματος	2-2
Φυσιολογία του αναπνευστικού συστήματος	2-3
Ανατομία του κυκλοφορικού συστήματος	2-4
Φυσιολογία του κυκλοφορικού συστήματος	2-5
Ανταλλαγή O_2 και CO_2 μεταξύ ατμόσφαιρας και ιστών	2-7

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΥΠΟΞΙΑ

Ορισμός	3-1
Κατάταξη	3-1
Αιτιολογία	3-1
Συμπτώματα υποξίας	3-2
Χρόνος ωφέλιμης συνείδησης	3-3
Θεραπεία της υποξίας	3-5
Πρόληψη της υποξίας	3-5

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΥΠΕΡΑΕΡΙΣΜΟΣ

Ορισμός	4-1
Αιτιολογία	4-1
Παθοφυσιολογικές διαταραχές του υπεραερισμού	4-1

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΔΙΑΣΤΟΛΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΙΕΣΗ ΑΕΡΙΩΝ

Μέσο ούς	5-1
Παραρρίνιοι κόλποι	5-3
Πνεύμονες	5-3
Γαστρεντερικός σωλήνας	5-4
Δόντια	5-4

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΝΟΣΟΣ ΑΠΟΣΥΜΠΙΕΣΗΣ (ΔΥΣΒΑΡΙΣΜΟΣ)

Γενικά	6-1
Αιτιολογία και παθογένεια	6-1
Κλινική εικόνα	6-2
Αντιμετώπιση της νόσου αποσυμπιέσεως	6-4

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΟΞΥΓΟΝΟΥ

Είδη συστημάτων	7-1
Γενικά χαρακτηριστικά των συστημάτων παροχής O_2	7-1
Παραγωγή O_2 στο αεροσκάφος εν πτήση	7-4
Μάσκες Οξυγόνου	7-10

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: ΚΑΜΠΙΝΑ ΣΥΜΠΙΕΣΗΣ

Γενικά	8-1
--------	-----

Φυσιολογικές ανάγκες, με βάση τις οποίες αποφασίζονται τα χαρακτηριστικά της καμπίνας συμπίεσης.	8-1
Προγράμματα συμπίεσης	8-3
Αιτίες αποσυμπίεσης της καμπίνας	8-6
Βιολογικά αποτελέσματα της ταχείας αποσυμπίεσης	8-8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9: ΘΕΡΜΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ	
Γενικά	9-1
Αρχές θερμορύθμισης του σώματος	9-1
Εγκλιματισμός	9-2
Πηγές θερμότητας στην αεροπορία	9-3
Δείκτες δυσφορίας	9-4
Επιπτώσεις της θερμικής καταπόνησης	9-7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10: ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΕΙΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΤΗΣΗ	
Εισαγωγή	10-1
Ορολογία Επιταχύνσεων	10-1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11: ΠΑΡΑΤΕΤΑΜΕΝΕΣ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΕΙΣ	
Παθοφυσιολογία παρατεταμένων επιταχύνσεων	11-1
Απώλεια αισθήσεων από επιταχύνσεις (G-Induced Loss Of Consciousness/G-LOC)	11-6
Σύνδρομο μερικής απώλειας συνειδήσεως (ALMOST LOSS OF CONSCIOUSNESS / A – LOC)	11-10
Αντοχή στις επιταχύνσεις	11-11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12: ΑΜΥΝΑ ΣΤΑ +Gz	
Προστασία από τις επιταχύνσεις	12-1
PUSH-PULL EFFECT	12-9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 13: ΣΤΙΓΜΙΑΙΕΣ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΕΙΣ	
Αντοχή στις επιταχύνσεις προσκρούσεως	13-1
Προστασία από της επιταχύνσεις πρόσκρουσης	13-2
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 14: ΔΙΑΦΥΓΗ ΑΠΟ ΤΟ ΑΕΡΟΣΚΑΦΟΣ ΕΝ ΠΤΗΣΗ	
Εισαγωγή	14-1
Μέσα εγκατάλειψης	14-1
Λειτουργία συστήματος εγκατάλειψης	14-2
Διαδικασία Εγκατάλειψης	14-5
Κακώσεις από τη εγκατάλειψη	14-9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 15: ΟΡΑΣΗ ΚΑΙ ΠΤΗΣΗ	
Γενικά	15-1
Στοιχεία ανατομίας	15-1
Διαθλαστικές ανωμαλίες	15-4
Τύποι όρασης	15-5
Προσαρμογή στο Σκοτάδι	15-5
Συσκευές Νυκτερινής Όρασης (NVDs)	15-9
Μυωπία του διαστήματος (empty field myopia)	15-12
Διαταραχές της όρασης από τις επιταχύνσεις	15-13
Στερεοσκοπική όραση	15-13
Ηλιακή ακτινοβολία και όραση	15-13
Προστατευτικά γυαλιά κάσκα (Visor)	15-14

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 16: ΑΚΟΗ

Ανατομία και φυσιολογία του ωτός και του λαβυρίνθου	16-1
Ήλιγγος	16-2
Επιπτώσεις του θορύβου	16-3

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 17: ΔΟΝΗΣΕΙΣ

Γενικά	17-1
Βιολογικά αποτελέσματα των δονήσεων	17-1
Προστασία από τις δονήσεις	17-2

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 18: ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΠΩΛΕΙΑ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ

Ορισμός	18-1
Μηχανισμός προσανατολισμού στο έδαφος και στην πτήση	18-2
Λαβυρινθικές παραισθήσεις	18-2
Οπτικές παραισθήσεις	18-9

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 19: ΑΕΡΟΝΑΥΤΙΑ (MOTION SICKNESS)

Αιτιολογία	19-1
Προφύλαξη-Θεραπεία	19-3

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 20: ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΚΑΙ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΑΠΟΔΟΣΗ

Εισαγωγή – Ανθρώπινες δυνατότητες	20-1
Ανθρώπινες δεξιότητες (skills)	20-2
Επεξεργασία πληροφοριών (INFORMATION PROCESSING)	20-4
Πνευματικός φόρτος εργασίας (MENTAL WORKLOAD)	20-8

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 21: ΔΙΑΣΤΗΜΙΚΗ ΙΑΤΡΙΚΗ

Γενικά	21-1
Επιδράσεις της διαστημικής πτήσης στον οργανισμό	21-1

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 22: ΤΟΞΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ ΣΤΗΝ ΑΕΡΟΠΟΡΙΑ

Γενικά	22-1
Όρια έκθεσης	22-1
Πηγές τοξικών κατά την πτήση	22-1
Ενέργειες σε περίπτωση μόλυνσης καμπίνας	22-5

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 23: ΥΓΙΕΙΝΗ

Γενικά	23-1
Διατροφή	23-1
Φυσική κατάσταση	23-7
Κιρκάδιοι ρυθμοί	23-9
Φάρμακα και πτήση	23-12
Ο ρόλος του ιπτάμενου ιατρού	23-14

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 24: ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΚΑΤΑΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΑΛΚΟΟΛ ΚΑΙ ΤΟΥ ΚΑΠΝΙΣΜΑΤΟΣ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΠΤΗΤΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ

Οινόπνευμα	24-1
Κάπνισμα	24-2

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 25: ΡΟΥΧΙΣΜΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΤΗΣΗ

Γενικά	25-1
Κράνος	25-1
Μάσκα οξυγόνου	25-2
Anti-G φόρμα	25-2
Μπότες-γάντια	25-3
Ρουχισμός για το κρύο	25-3
Μπουφάν	25-4

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 26: ΕΠΙΒΙΩΣΗ

Προστασία	26-1
Τροφή και νερό	26-2
Πρώτες βοήθειες	26-4

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 27: ΙΑΤΡΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΠΤΗΤΙΚΗΣ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑΣ

Γενικά	27-1
Περιοδικές υγειονομικές εξετάσεις	27-2
Σχέση ιπταμένου και ιατρού μονάδος	27-3

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 28: ΑΕΡΟΠΟΡΙΚΗ ΨΥΧΟΛΟΓΙΑ, ΨΥΧΟΠΑΘΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΠΤΗΣΗΣ

Ισοζύγιο πτήσης	28-1
-----------------	------

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 29: Ο ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ ΣΤΗΝ ΠΡΟΚΛΗΣΗ ΑΕΡΟΠΟΡΙΚΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ

Ο ορισμός του Ανθρώπινου Παράγοντα	29-1
Η απεικόνιση SHELL	29-3
Ανθρώπινος Παράγοντας και Ασφάλεια Πτήσεων	29-7

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 30: ΕΠΙΛΟΓΗ ΙΠΤΑΜΕΝΩΝ, ΜΕΘΟΔΟΙ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ

Αεροπορική ψυχολογία	30-1
Επιλογή ιπτάμενου προσωπικού	30-1

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Ο άνθρωπος κατά τη μακρά πορεία της εξέλιξης του έζησε στο έδαφος, στο νερό, ακόμη σε παλαιότερα χρόνια και επάνω σε δένδρα, συνθήκες για τις οποίες ανέπτυξε τις απαραίτητες ικανότητες. Ποτέ όμως δεν έζησε και δεν απέκτησε ικανότητες να ζει στον αέρα. Γι αυτό οι αρχικές προσπάθειες του στο πρόσφατο παρελθόν να απομακρυνθεί από την επιφάνεια της γης συνοδεύτηκαν από πρωτόγνωρες και συχνά οδυνηρές γι' αυτόν εμπειρίες. Ο μύθος του Ικάρου υποδηλώνει ακριβώς τις συνέπειες που υφίσταται ο άνθρωπος όταν η νεανική ορμή και ο ενθουσιασμός του δεν συνοδεύονται από την γνώση και τη φρονιμάδα. Τον 18ο αιώνα η άνοδος με αερόστατο σε μεγάλο ύψος προκαλούσε δυσκολία στην αναπνοή, μεταβολή της συμπεριφοράς, κυάνωση και μερικές φορές απώλεια της συνείδησης. Οι ακραίες θερμοκρασίες που συναντούσε ο άνθρωπος εκεί και οι τραυματισμοί από πτώσεις αποτέλεσαν σοβαρά προβλήματα.

Η πτήση με αεροπλάνο, που μπήκε στην πορεία της ανθρωπότητας στις αρχές του 20^{ου} αιώνα και εξελίχθηκε ταχύτατα, έφερε μαζί της πρόσθετα προβλήματα, όπως οι παραισθήσεις και η απώλεια προσανατολισμού, η ανεξήγητη απώλεια της συνείδησης στη διάρκεια ορισμένων ελιγμών και διάφορα περίεργα συμπτώματα μετά από παρατεταμένη παραμονή σε μεγάλο ύψος όπως οι πόνοι στις αρθρώσεις, μουδιάσματα και κνησμός στο δέρμα που οι πρώτοι αεροπόροι με φιλοπαίγμονα διάθεση έδωσαν γλαφυρά αλλά αστεία ονόματα (bends, creeps, choke, κλπ.). Καμιά φορά τα συμπτώματα ήταν πιο σοβαρά και οδηγούσαν σε νευρολογικές διαταραχές, καταπληξία και θάνατο.

Ευτυχώς τα προβλήματα αυτά δεν απογοήτευσαν τους τολμηρούς πρωτοπόρους του αέρα ούτε ανέκοψαν τη θεαματική εξέλιξη του αεροπλάνου και της αεροπορίας. Αντίθετα άρχισε εντατική έρευνα σε όλα τα επίπεδα, που ωθήθηκε σε μεγάλο βαθμό από την έκρηξη του Α' παγκοσμίου πολέμου. Η δομή και η σύσταση της ατμόσφαιρας ήταν τα πρώτα που μελετήθηκαν. Γρήγορα όμως έγινε αντιληπτό ότι η συμβολή της ιατρικής και κυρίως των βασικών γνώσεων της φυσιολογίας ήταν απαραίτητη για την κατανόηση των φαινομένων που παρατηρούνταν στην πτήση και για την επινόηση μεθόδων για την αντιμετώπισή τους. Άρχισαν να δημιουργούνται τα πρώτα εργαστήρια στα οποία συσκευές προσπαθούσαν να μιμηθούν και να αναπαραστήσουν τις συνθήκες της πτήσης. Κατασκευάστηκαν θάλαμοι χαμηλής πίεσης και συσκευές που δημιουργούσαν επιταχύνσεις (ανθρωποφυγόκεντρος). Έτσι γεννήθηκε η αεροπορική ιατρική.

Οι καρποί ήταν άμεσοι. Επινοήθηκαν τρόποι προστασίας του ανθρώπου στο αφιλόξενο περιβάλλον της πτήσης που μείωσαν τα ατυχήματα και επέκτειναν τα όρια της ανθρώπινης παρουσίας και δραστηριότητας μέχρι το διάστημα. Παράλληλα από πολύ νωρίς θεσπίστηκαν κριτήρια επιλογής του προσωπικού και κρίσης της πτητικής καταλληλότητας. Στην αρχή του Α' παγκοσμίου πολέμου η επιλογή των πιλότων γινόταν χωρίς ιατρικά κριτήρια. Στον πρώτο όμως χρόνο του πολέμου διαπιστώθηκε ότι τα 9/10 των απωλειών οφείλονταν σε ατυχήματα και μόνο το 1/10 στα εχθρικά πυρά. Μετά την εισαγωγή των ιατρικών κριτηρίων τα ιατρικά ατυχήματα μειώθηκαν στο μισό σε ένα χρόνο και περί το τέλος του πολέμου κατείχαν μικρό μόνο μέρος των απωλειών. Η έρευνα της φυσιολογίας της πτήσης συνεχίζεται εντατικά ανά τον κόσμο και δίνει τη δυνατότητα στον άνθρωπο να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις του αεροπλάνου που αδιάκοπα εξελίσσεται και κάθε μέρα ξεπερνά αυτό που χθες εθεωρείτο ακατόρθωτο.

Για να ωφεληθεί όμως ο χειριστής από την πρόοδο αυτή της επιστήμης και να αυξήσει τις δυνατότητές του πρέπει να κατέχει τα βασικά τουλάχιστον της

φυσιολογίας της πτήσης ώστε να έχει επίγνωση τόσο του περιβάλλοντος στο οποίο κάθε φορά εκτίθεται όσο και των ορίων και των δυνατοτήτων του οργανισμού του.

Έτσι θα μπορεί να εκτιμά και να ερμηνεύει τις πληροφορίες που του δίνουν οι αισθήσεις του και θα αποφεύγει του κινδύνους από τις αντίξοες συνθήκες. Θα χρησιμοποιεί σωστά τις συσκευές και τα μέσα που αποσκοπούν στη προστασία του και θα εκμεταλλεύεται πλήρως τις δυνατότητες που η τεχνολογία του παρέχει.

Σκοπός του εγχειριδίου αυτού είναι να δώσει στο χειριστή όλες εκείνες τις γνώσεις της φυσιολογίας που θα τον κάνουν ικανό να αντεπεξέρχεται με επιτυχία στο συνεχώς μεταβαλλόμενο περιβάλλον της πτήσης.

Το πρώτο μάθημα δανείζεται γνώσεις της φυσικής που είναι απαραίτητες για την κατανόηση της συμπεριφοράς του ανθρώπινου οργανισμού κατά την έκθεσή του στο ύψος.

Ακολουθούν στοιχειώδεις γνώσεις ανατομίας και φυσιολογίας του κυκλοφορικού και του αναπνευστικού συστήματος που είναι απαραίτητα για την κατανόηση των φαινομένων της υποξίας και των φαινομένων που προκαλούνται από τις παρατεταμένες επιταχύνσεις. Η υποξία είναι μια επικίνδυνη κατάσταση που είναι δυνατόν να συμβεί ύπουλα και να προκαλέσει ατύχημα. Ο υπεραερισμός συχνά συγχέεται με την υποξία και πρέπει να αναγνωρίζεται από τον χειριστή αν αυτή συμβεί στον ίδιο ή σε μέλος του πληρώματός του. Η μείωση της ατμοσφαιρικής πίεσης που παρατηρείται κατά την άνοδο σε ύψος προκαλεί μικρότερα ή μεγαλύτερα προβλήματα στον ανθρώπινο οργανισμό όπως ο μετεωρισμός, οι παραρρινοκολπίδες, οι αερωτίτιδες και η ακόμη σοβαρότερη νόσος της αποσυμπίεσης. Για την αποφυγή της υποξίας χρησιμοποιείται το οξυγόνο και θα γίνει περιγραφή των συστημάτων αποθήκευσης και χορήγησης αυτού στην πτήση. Για την πρόληψη της νόσου αποσυμπίεσης χρησιμοποιείται η καμπίνα συμπίεσης και ειδικές στολές. Οι ακραίες θερμοκρασίες που συναντώνται στις διάφορες αεροπορικές αποστολές χρειάζονται ειδική αντιμετώπιση και θα περιγραφούν μέθοδοι προφύλαξης από την θερμοπληξία και τα κρουσπαγήματα.

Οι επιταχύνσεις αποτελούν μεγάλο κεφάλαιο στη φυσιολογία της πτήσης γιατί τόσο οι στιγμιαίες επιταχύνσεις (που αναπτύσσονται στις προσκρούσεις του αεροσκάφους και στην εγκατάλειψη) όσο και οι παρατεταμένες (που δημιουργούνται κατά τους ελιγμούς των αεροσκαφών) έχουν σοβαρές βιολογικές επιπτώσεις στον ανθρώπινο οργανισμό και απειλούν την ομαλή λειτουργία και την ακεραιότητά του. Θα παρουσιαστούν τρόποι αύξησης της αντοχής στις επιταχύνσεις αυτές (τα G).

Ιδιαίτερη προσοχή, θα δοθεί στις ειδικές αισθήσεις: όραση, ακοή και αίσθηση της ισορροπίας επειδή αυτές είναι απαραίτητες για τη σωστή πληροφόρηση του χειριστή ως προς την σχέση του με τον εξωτερικό κόσμο και διαταράσσονται σοβαρά από τις συνθήκες της πτήσης. Οι πιο συχνές παραισθήσεις και οι τρόποι αποφυγής απώλειας προσανατολισμού θα αναλυθούν. Προφύλαξη από τις δονήσεις, τους θορύβους και την αεροναυτία θα περιγραφούν.

Θα γίνει μνεία των νοητικών και γνωστικών λειτουργιών του ανθρώπου και του τρόπου που ο άνθρωπος αντιμετωπίζει τις καταστάσεις σύμφωνα με τον ψυχισμό του. Θα αναφερθούν λίγα στοιχεία για τις διαστημικές πτήσεις, ως συναφές πεδίο με την αεροπορική ιατρική και θα αφιερωθούν λίγα μαθήματα για τον υγιινό τρόπο ζωής, τους κινδύνους από τοξικές ουσίες, την επιβίωση και τις πρώτες βοήθειες. Το εγχειρίδιο τελειώνει με τα ιατρικά κριτήρια πτητικής καταλληλότητας, τις περιοδικές υγειονομικές εξετάσεις του προσωπικού και τις σχέσεις του ιπταμένου με τον ιατρό μονάδας.

Ελπίζουμε ότι το εγχειρίδιο αυτό θα είναι ένα χρήσιμο βοήθημα για την επαγγελματική κατάρτιση των χειριστών μας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Η ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ ΤΗΣ ΓΗΣ

ΤΑΞΟΣ (ΥΙ) ΗΛΙΑΣ ΧΕΙΜΩΝΑΣ

Ορισμός: Ατμόσφαιρα είναι η μάζα του αέρα που περιβάλλει τη γη. Η σημασία της ατμόσφαιρας είναι πρωταρχική για την ύπαρξη ζωής στον πλανήτη μας γιατί παρέχει το O_2 για την αναπνοή, απορροφά την βλαπτική κοσμική ακτινοβολία και εξασφαλίζει στην επιφάνεια της γης τη θερμοκρασία που είναι συμβατή με τη ζωή.

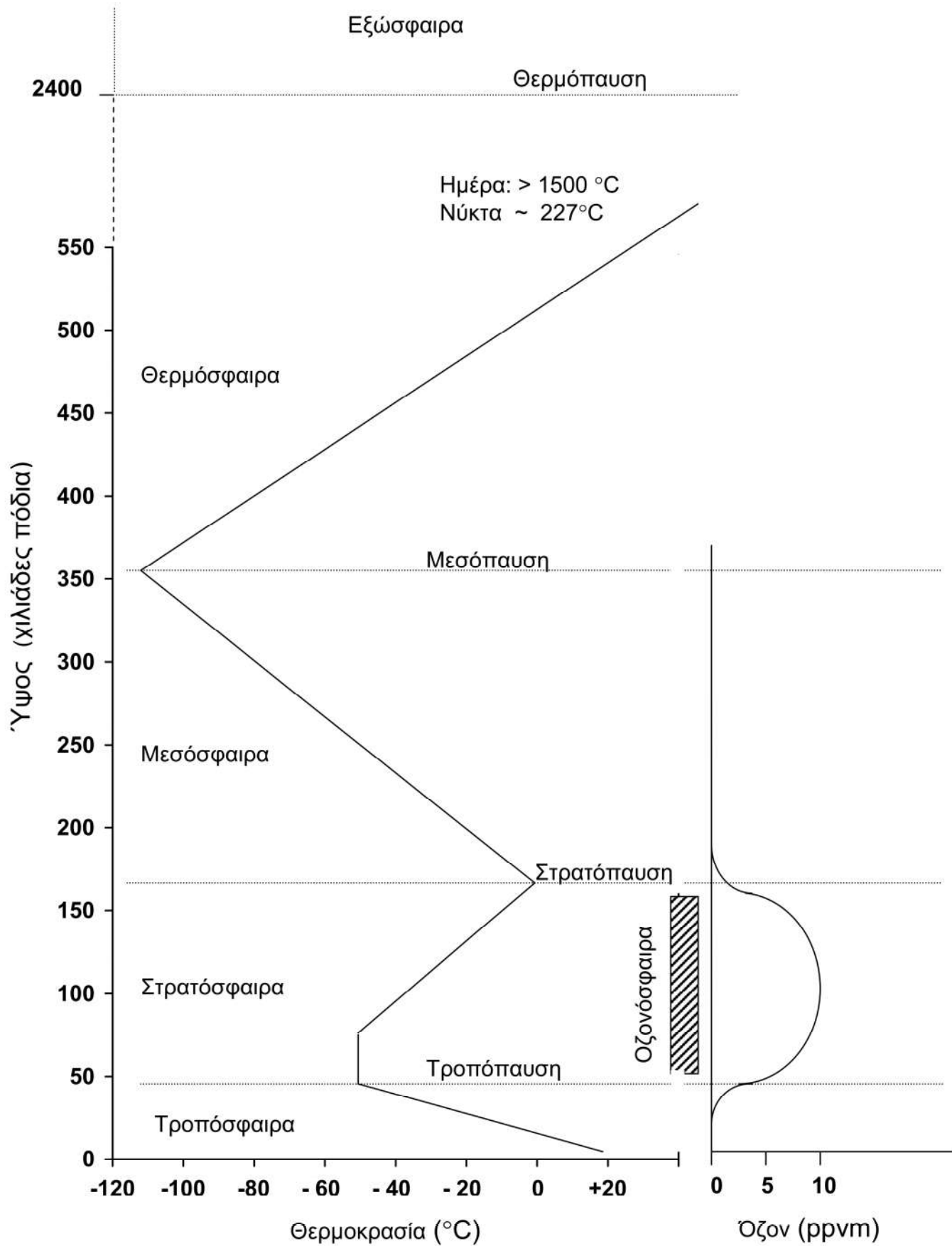
Φυσική: Η απόσταση που εκτείνεται η ατμόσφαιρα από την επιφάνεια της γης (δηλ. το ύψος της) προσδιορίζεται από δύο αντιτιθέμενους παράγοντες: τη βαρύτητα της γης που συγκρατεί τα μόρια του αέρα γύρω από αυτήν και τη θερμική ακτινοβολία του ήλιου που τείνει να απομακρύνει το ένα μόριο από το άλλο και έτσι να διαστέλλει τον αέρα προς το διαστημικό κενό. Λόγω της δράσης της βαρύτητας η πυκνότητα της ατμόσφαιρας και η ατμοσφαιρική πίεση είναι μεγαλύτερες στην επιφάνεια της θάλασσας και μειώνονται περίπου εκθετικά με το ύψος. Μικρές αποκλίσεις από την απόλυτα εκθετική μείωση οφείλονται σε μεταβολές της θερμοκρασίας στα διάφορα ύψη.

Ατμοσφαιρική πίεση είναι η πίεση που ασκεί η ατμόσφαιρα στην επιφάνεια της γης και σε όλα τα αντικείμενα που περιβάλλει και οφείλεται στο βάρος του αέρα. Στην επιφάνεια της θάλασσας είναι ίση με 760 mmHg ή 14,7 lb/in² (psi) ή 101,3kPa. Σε ύψος 18.000 ποδών μειώνεται στο μισό (380 mmHg) και στα 33.700 πόδια υποτετραπλασιάζεται (190 mmHg). Στα 100.000 πόδια είναι ίση με το 1 εκατοστό της πιέσεως στην επιφάνεια της θάλασσας (7,6 mmHg). Σε ύψος 262.000 πόδια (80 χιλιόμετρα) η ατμόσφαιρα είναι πολύ αραιή, τόσο που δεν μπορούν να αναπυχθούν αεροδυναμικές δυνάμεις. Από εκεί και επάνω μόνο ρουκέτες μπορούν να πετάξουν. Το ύψος αυτό είναι γνωστό ως γραμμή Von Karman. Σε ακόμη μεγαλύτερο ύψος η ατμόσφαιρα αραιώνει ακόμη πιο πολύ και τα μόρια του αέρα ταξιδεύουν μεγάλο διάστημα πριν συγκρουσθούν με άλλα μόρια. Μερικά μόρια με μεγαλύτερη ταχύτητα μπορεί να ξεφεύγουν από την δύναμη της γήινης βαρύτητας και να διαφεύγουν στο διάστημα. Το ύψος στο οποίο συμβαίνει αυτό το φαινόμενο μπορεί να θεωρηθεί ως το άνω όριο της ατμόσφαιρας και βρίσκεται 700 χιλιόμετρα από την επιφάνεια της γης. Η μεταβατική ζώνη πέρα από αυτό το σημείο (το **επίπεδο διαφυγής**) μέχρι το απόλυτο κενό του διαστήματος λέγεται **εξώσφαιρα**. Η έλξη της γης βέβαια είναι σημαντική και πέρα από αυτό το σημείο και μόνο σε ύψος 2.735 χιλιομέτρων υποδιπλασιάζεται.

Θερμοκρασία: Οι μεταβολές της θερμοκρασίας στα διάφορα στρώματα της ατμόσφαιρας φαίνονται σχηματικά στην εικόνα 1-1. Η θερμοκρασία του αέρα οφείλεται στην ηλιακή ενέργεια. Μολονότι μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας αντανακλάται στο διάστημα από το εξωτερικό στρώμα της ατμόσφαιρας, το πλείστο της υπέρυθρης ακτινοβολίας διαπερνά όλο το πάχος του αέρα και φθάνει στην επιφάνεια της γης, όπου θερμαίνει το έδαφος και τη θάλασσα. Το θερμό έδαφος στη συνέχεια θερμαίνει τον αέρα που είναι σε επαφή με αυτό εν μέρει δι'αγωγής αλλά κυρίως δι'ακτινοβολίας επίσης στο φάσμα του υπέρυθρου, αν και σε διαφορετικό μήκος κύματος. Η θερμική αυτή ακτινοβολία του εδάφους απορροφάται από το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) και από τους υδρατμούς στα κατώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας. Στη συνέχεια τα κατώτερα αυτά στρώματα επανα-ακτινοβολούν μέρος της θερμότητας που έχουν αποθηκεύσει. Ένα μέρος αυτής επιστρέφει στην επιφάνεια της γης και ένα μέρος περνάει και απορροφάται στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας. Όλη αυτή η διαδικασία οδηγεί στο να έχει η επιφάνεια της γης μεγαλύτερη θερμοκρασία από αυτήν που θα είχε αν θερμαινόταν μόνο από τον ήλιο και η γη δεν είχε το ατμοσφαιρικό στρώμα αέρα. Το φαινόμενο αυτό καλείται

«φαινόμενο του θερμοκηπίου». Η με αυτό το τρόπο θέρμανση της επιφάνειας της γης δημιουργεί τα ανοδικά ρεύματα του αέρα στα κατώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας και διαδραματίζει ρόλο κλειδί στη δημιουργία των καιρικών φαινομένων και του κλίματος. Η θέρμανση των κατωτέρων στρωμάτων του αέρα που γίνεται από την υπέρυθρη ακτινοβολία του εδάφους έχει ως αποτέλεσμα να μειώνεται η θερμοκρασία του αέρα προοδευτικά με το ύψος, αν και **θερμοκρασιακή αναστροφή**, δηλαδή εγκλωβισμός ψυχρών μαζών αέρα στα κατώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας, συμβαίνει συχνά και έχει ως αποτέλεσμα την κατακράτηση της ομίχλης χαμηλά και τη δημιουργία νεφών ρύπανσης στις πόλεις. Η πτώση της θερμοκρασίας με το ύψος είναι περίπου κατά 2°C ανά 1.000 πόδια, αυτό όμως ποικίλει ανάλογα με τη γεωγραφική περιοχή, την εποχή του έτους και τις κλιματολογικές συνθήκες. Η πτώση συνεχίζει μέχρι το ύψος των 60.000 ποδών στον ισημερινό και των 42.000 ποδών στους πόλους και φθάνει το -40° έως -60°C . Από εκεί και πέρα η πτώση σταματάει, η θερμοκρασία παραμένει σταθερή για μερικές δεκάδες χιλιάδες πόδια (ισοθερμικό στρώμα της ατμόσφαιρας). Από τα 90.000 πόδια περίπου αρχίζει πάλι να μεταβάλλεται και αυτή τη φορά αυξάνει προοδευτικά. Η αύξηση οφείλεται στην απελευθέρωση θερμότητας από τη διάσπαση του όζοντος. Στα 160 000 πόδια (50 χιλιόμετρα) φθάνει τους -3°C . Από το ύψος αυτό αρχίζει πάλι μείωση μέχρι τα 290 000 πόδια όπου η θερμοκρασία πέφτει στα -113°C . Πάνω από αυτό το ύψος η θερμοκρασία αρχίζει πάλι να αυξάνει αλλά αυτό δεν έχει θερμικό αποτέλεσμα στον αέρα αφού οι συγκρούσεις των μορίων του αέρα είναι πολύ αραιές λόγω της χαμηλής πυκνότητας της ατμόσφαιρας. Όμως κάθε αντικείμενο στο ύψος αυτό μπορεί να θερμανθεί από τον ήλιο μέχρι 1500°C τις ημέρες της μεγίστης ηλιακής δραστηριότητας και μέχρι τους 227°C τις νύχτες της ηλιακής ησυχίας. Οι μεταβολές της θερμοκρασίας στα διάφορα στρώματα της ατμόσφαιρας φαίνονται σχηματικά στην εικόνα 1-1.

Δομή της ατμόσφαιρας: Με βάση τις θερμοκρασίες που επικρατούν στα διάφορα ύψη, η ατμόσφαιρα μπορεί να θεωρηθεί ότι αποτελείται από έναν αριθμό συγκεντρικών κελυφών ή στρωμάτων. Το εσωτερικό στρώμα προς το έδαφος λέγεται τροπόσφαιρα, το αμέσως υψηλότερα στρατόσφαιρα και ακολουθούν η μεσόσφαιρα και η θερμόσφαιρα. Πέραν αυτής εκτείνεται η εξώσφαιρα από την οποία πρακτικά αρχίζει το κενό του διαστήματος. Το εξωτερικό στρώμα κάθε «.....σφαιρας» λέγεται «.....παύση». Έτσι το έξω όριο της τροπόσφαιρας λέγεται «τροπόπαυση», της στρατόσφαιρας «στρατόπαυση», κ.ο.κ. Η **τροπόσφαιρα** εκτείνεται μέχρι το ύψος στο οποίο σταματάει πλέον η πτώση της θερμοκρασίας και αρχίζει η ισοθερμική ζώνη. Το ύψος αυτό, όπως προελέχθη, ποικίλει με το γεωγραφικό πλάτος. Στον ισημερινό η ηλιακή θερμική ενέργεια που φθάνει στο έδαφος είναι μεγαλύτερη και θερμός αέρας ανεβαίνει ψηλότερα. Εκεί το ύψος της τροπόσφαιρας φθάνει στα 58.000 πόδια ενώ στους πόλους περιορίζεται στα 26.000 πόδια. Στην τροπόσφαιρα υπάρχουν ρεύματα αέρα, υδρατμοί και συμβαίνουν τα καιρικά φαινόμενα. Η **στρατόσφαιρα** χαρακτηρίζεται από απουσία υδρατμών. Παλαιότερα εθεωρείτο ως ισοθερμική ζώνη αλλά σήμερα είναι γνωστό ότι η θερμοκρασία παραμένει σταθερή μόνο στο κατώτερο στρώμα της, κοντά στην τροπόπαυση. Από τα 70.000-90.000 πόδια και μετά η θερμοκρασία προοδευτικά αυξάνεται λόγω της ιονίζουσας ακτινοβολίας και φθάνει τους -3°C στα 160.000 πόδια περίπου όπου υπάρχει η στρατόπαυση. Η **μεσόσφαιρα** αρχίζει από το ύψος αυτό και φθάνει μέχρι τα 290.000 πόδια. Στη ζώνη αυτή παρατηρείται πάλι προοδευτική πτώση της θερμοκρασίας που στη μεσόπαυση φθάνει τους -113°C . Η **θερμόσφαιρα** είναι το τελευταίο στρώμα της ατμόσφαιρας που φθάνει σε ύψος τα 700 χιλιόμετρα περίπου. Επειδή σχεδόν όλα τα μόρια του αέρα στη ζώνη αυτή είναι ιονισμένα η θερμόσφαιρα λέγεται και ιονόσφαιρα. Η ιονόσφαιρα αντανάκλα την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία μακρού κύματος και στην ιδιότητα αυτή στηρίζονται οι ραδιοεπικοινωνίες μεταξύ απομακρυσμένων σημείων της γης.



Εικόνα 1-1 Δομή και θερμοκρασίες της ατμόσφαιρας

Η **εξώσφαιρα** χαρακτηρίζεται από μεγάλη αραιώση του αέρα, τόσο που πρακτικά αρχίζει το κενό. Τα στρώματα της ατμόσφαιρας φαίνονται σχηματικά στην εικόνα 1-1.

Ιονίζουσα ακτινοβολία: Η γη βομβαρδίζεται συνεχώς από το διάστημα με υποατομικά σωματίδια φορτισμένα με μεγάλη ενέργεια. Τα σωματίδια αυτά είναι πρωτόνια (κατά 79% περίπου), πυρήνες ηλίου (α-σωματίδια, 20% περίπου) και σε μικρό ποσοστό πυρήνες βαρύτερων ατόμων (1%). Η προέλευση των σωματίων είναι είτε ο ήλιος (ηλιακή κοσμική ακτινοβολία) είτε άλλα αστέρια (γαλαξιακή κοσμική ακτινοβολία). Τα σωματίδια εισέρχονται στην ατμόσφαιρα με μεγάλη ταχύτητα που μερικές φορές φθάνει την ταχύτητα του φωτός. Σε ύψος 60.000 έως 120.000 ποδών συγκρούονται με τα μόρια του αέρα και παράγουν δευτερογενή ακτινοβολία πρωτονίων, ηλεκτρονίων, νετρονίων, μεσονίων και γ-ακτίνων. Η δευτερογενής ακτινοβολία έχει πολύ λιγότερη ενέργεια αλλά προκαλεί έντονο ιονισμό της ατμόσφαιρας. Εισέρχεται στα κατώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας αλλά απορροφάται και εξασθενεί γρήγορα μέχρι το ύψος των 50.000 ποδών, ώστε ελάχιστο μόνο ποσοστό φθάνει στο έδαφος.

Οζονόσφαιρα: Η υπεριώδης ακτινοβολία του ηλίου (μήκος κύματος 200nm) απορροφάται στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας και διασπά τα μόρια του οξυγόνου σε ελεύθερα άτομα. Τα άτομα αυτά είτε επανασυνδέονται με άλλα όμοια άτομα για να σχηματίσουν εκ νέου μόρια είτε συνδέονται με μόρια O_2 και σχηματίζουν τριατομικά σωματίδια, τα μόρια του όζοντος (O_3). Το όζον είναι κυανό ασταθές αέριο πολύ χρήσιμο στην ατμόσφαιρα γιατί απορροφά την υπεριώδη ακτινοβολία του ηλίου. Πάνω από τα 350.000 πόδια η υπεριώδης ακτινοβολία είναι τόσο έντονη ώστε όλο το οξυγόνο που υπάρχει εκεί βρίσκεται σε μορφή ατόμων (ιόντων). Σε χαμηλότερο ύψος τα άτομα αυτά συνενώνονται και σχηματίζουν τα μόρια του όζοντος. Το ποσό του όζοντος είναι μικρό στα μεγάλα ύψη που η πυκνότητα του O_2 είναι μικρή. Από τα 140.000 πόδια η πυκνότητα του O_2 είναι αρκετή και σχηματίζεται σημαντική ποσότητα όζοντος. Η μέγιστη συγκέντρωση, περίπου 10 μέρη ανά εκατομμύριο όγκου (parts per million by volume - ppmv), είναι στα 100.000 πόδια. Κάτω από το ύψος αυτό η υπεριώδης ακτινοβολία εξασθενεί και η πυκνότητα του όζοντος μειώνεται. Στα 40.000 πόδια η πυκνότητα είναι 1.0 ppmv και στην επιφάνεια της θάλασσας 0,03 ppmv (εικόνα 1-1). Ο σχηματισμός και η διάσπαση του όζοντος στην ατμόσφαιρα έχει μεγάλη φυσική και βιολογική σημασία. Η απορρόφηση της βλαπτικής υπεριώδους ακτινοβολίας στην ανώτερη ατμόσφαιρα μειώνει την ποσότητα που φθάνει στην επιφάνεια της γης και προστατεύει τους έμβιους οργανισμούς. Η διάσπαση των μορίων του όζοντος αποδίδει θερμοκρασία που είναι κατά κύριο λόγο υπεύθυνη για την αύξηση της θερμοκρασίας στη στρατόσφαιρα (από τα 70.000 έως τα 160.000 πόδια). Το όζον είναι τοξικό αέριο και προκαλεί ερεθισμό στο αναπνευστικό δένδρο. Έκθεση του ανθρώπου σε πυκνότητα όζοντος 0,6-0,8 ppmv επί 2 ώρες προκαλεί μείωση της ζωτικής χωρητικότητας, της μέγιστης εκπνευστικής ικανότητας και της ικανότητας διάχυσης των πνευμόνων, προφανώς λόγω κυψελιδικού οιδήματος. Έκθεση σε 1 ppmv προκαλεί πνευμονικό ερεθισμό και 10 ppmv προκαλούν θανατηφόρο οξύ πνευμονικό οίδημα. Επίσης το όζον βλάπτει τη νυκτερινή όραση και σε ιστοκαλλιέργειες ανθρωπίνων κυττάρων προκαλεί χρωματοσωμικές διαταραχές, όμοιες με αυτές που προκαλούν οι ακτίνες X.

Σύνθεση της ατμόσφαιρας: Η σύνθεση του ατμοσφαιρικού αέρα είναι σταθερή σε αξιοσημείωτο βαθμό μέχρι το ύψος των 300.000 ποδών. Ο ξηρός αέρας είναι μίγμα αζώτου (N), οξυγόνου (O) και αργού (Ar) σε ποσοστό 78,09%, 20,95% και 0,93% αντίστοιχα. Περιέχει επίσης μονοξείδιο του άνθρακα (CO) σε ποσοστό 0,03% και ίχνη άλλων αερίων όπως ήλιο, κρυπτό, νέο, υδρογόνο και ξένο. Κοντά στην επιφάνεια της γης ο αέρας σε μερικές περιοχές αλλοιώνεται είτε από την ανθρώπινη

δραστηριότητα (εργοστάσια, μηχανές εσωτερικής καύσης, καπνός κ.λ.π.) είτε από φυσικά αίτια (ηφαίστεια και θερμές πηγές) και περιέχει αυξημένες συγκεντρώσεις διοξειδίου του άνθρακα (CO_2), μονοξειδίου του άνθρακα, μεθανίου και άλλων τοξικών αερίων. Τα κατώτερα στρώματα μέχρι ένα ύψος περίπου 30.000 ποδών περιέχουν άλλοτε άλλη ποσότητα υδρατμών, ανάλογα με την τοποθεσία, την εποχή και τη θερμοκρασία. Για πρακτικούς σκοπούς ο αέρας θεωρείται ότι είναι μίγμα αζώτου σε ποσοστό 79% και O_2 σε ποσοστό 21%.

Πρότυπη ατμόσφαιρα: Από την εποχή που τα πρώτα αερόστατα ανυψώθηκαν στην ατμόσφαιρα άρχισε να υπολογίζεται το ύψος με το βαρόμετρο. Ο υπολογισμός αυτός στηρίζεται στη σταθερή σχέση ατμοσφαιρικής πίεσης και ύψους. Για την ακριβή ρύθμιση των οργάνων αλλά και τη σύγκριση των επιδόσεων των διαφόρων αεροσκαφών και συστημάτων προέκυψε ανάγκη προτυποποίησης της ατμόσφαιρας. Η πρώτη διεθνώς αποδεικτική πρότυπη ατμόσφαιρα εκπονήθηκε το 1924 από τη Διεθνή Επιτροπή για την Αεροπλοΐα (International Committee on Air Navigation - ICAN). Σήμερα χρησιμοποιείται ευρέως η ICAO (International Civil Aviation Organization) πρότυπη ατμόσφαιρα του 1964. Αυτό το πρότυπο εκφράζει περίπου τα χαρακτηριστικά της πραγματικής ατμόσφαιρας σε γεωγραφικό πλάτος 45° Βόρεια και στηρίζεται στις εξής ιδεώδεις παραδοχές.

Ο αέρας είναι ξηρός, δεν περιέχει σκόνη και έχει τη σύσταση που περιγράψαμε παραπάνω.

Η ατμοσφαιρική πίεση στην επιφάνεια της θάλασσας είναι 760 mmHg.

Η πυκνότητα του αέρα στο ύψος της θάλασσας είναι $1,225 \text{ kg/m}^3$.

Η σχετική μοριακή μάζα του αέρα στην επιφάνεια της θάλασσας είναι 28,9644.

Η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι $9,80665 \text{ m/sec}^2$ και είναι σταθερή.

Η θερμοκρασία ανάλογα με το ύψος μεταβάλλεται είναι ως εξής:

α) Στο επίπεδο της θάλασσας είναι $+15^\circ\text{C}$.

β) Μειώνεται με το ύψος κατά $1,98^\circ\text{C}$ ανά 1.000 πόδια, από την επιφάνεια της θάλασσας, μέχρι τα 36.089 πόδια που θεωρείται το ύψος της τροπόπαυσης.

γ) Στην ισοθερμική ζώνη της στρατόσφαιρας (από τα 36.089 μέχρι τα 65.616 πόδια) είναι $-56,5^\circ\text{C}$.

ε) Αυξάνει προοδευτικά από τα 65.616 πόδια και φθάνει στους -46°C στα 100.000 πόδια.

Στον πίνακα 1-1 φαίνεται η πρότυπη ατμόσφαιρα του ICAO 1964. Υπάρχουν σημαντικές αποκλίσεις της θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας ανάλογα με την εποχή, τις καιρικές συνθήκες και την περιοχή της γης, οι οποίες έχουν σημασία τόσο για τους φυσιολόγους όσο και τους αεροναυπηγούς. Πρέπει να τονισθεί ότι η σχέση ύψους και ατμοσφαιρικής πίεσης ισχύει για δεδομένη σχέση ύψους και θερμοκρασίας. Οι αποκλίσεις αυτές από την πρότυπη ατμόσφαιρα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη ώστε να διορθώνεται το βαρομετρικό ύψος με τη θερμοκρασία για να ανταποκρίνεται στο πραγματικό ή αληθές ύψος.

Νόμοι των αερίων Οι φυσικοί νόμοι που διέπουν τη συμπεριφορά των αερίων, είτε στα αέρια μίγματα είτε όταν αυτά βρίσκονται σε διάλυση εντός υγρών, έχουν μεγάλη σημασία για την κατανόηση των μηχανισμών με τους οποίους η μεταβολή του ύψους επηρεάζει τη φυσιολογία του ανθρώπου. Οι νόμοι που έχουν ιδιαίτερη σχέση με τη φυσιολογία είναι αυτοί που περιγράφουν τη σχέση όγκου-πίεσης (νόμος του Boyle), τη σχέση όγκου-θερμοκρασίας (νόμος Charles και πρώτος νόμος του Gay-Lussac), τη συμπεριφορά των επί μέρους αερίων ενός μίγματος (νόμος του Dalton) και τη συμπεριφορά των αερίων εν διαλύσει σε υγρό (νόμος του Henry και νόμος της διάχυσης).

Πίνακας 1-1. Πρότυπη ατμόσφαιρα ICAO (1964)

<i>Ύψος</i>		<i>Πίεση</i>		<i>Θερμοκρασία</i>
<i>Ft</i>	<i>m</i>	<i>mmHg</i>	<i>Lb/in²</i>	<i>°C</i>
0	0	760	14.70	+ 15.0
1 000	305	733	14.17	+ 13.0
2 000	610	706	13.67	+ 11.0
3 000	914	681	13.17	+ 9.1
4 000	1 219	656	12.69	+ 7.1
5 000	1 525	632	12.23	+ 5.1
6 000	1 829	609	11.78	+ 3.1
7 000	2 134	586	11.34	+ 1.1
8 000	2 438	565	10.92	- 0.9
9 000	2 743	543	10.50	- 2.8
10 000	3 048	523	10.11	- 4.8
11 000	3 353	503	9.72	- 6.8
12 000	3 658	483	9.35	- 8.8
13 000	3 962	465	8.98	- 10.8
14 000	4 267	447	8.63	- 12.7
15 000	4 572	429	8.29	- 14.7
16 000	4 879	412	7.97	- 16.7
17 000	5 182	395	7.64	- 18.7
18 000	5 484	380	7.34	- 20.7
19 000	5 791	364	7.04	- 22.6
20 000	6 096	349	6.75	- 24.6
21 000	6 401	335	6.48	- 26.6
22 000	6 706	321	6.21	- 28.6
23 000	7 010	307	5.95	- 30.6
24 000	7 315	294	5.70	- 32.6
25 000	7 620	282	5.45	- 34.5
26 000	7 925	270	5.22	- 36.5
27 000	8 230	258	4.99	- 38.5
28 000	8 534	247	4.78	- 40.5
29 000	8 839	236	4.57	- 42.5
30 000	9 144	226	4.36	- 44.4
31 000	9 449	215	4.17	- 46.4
32 000	9 754	206	3.98	- 48.4
33 000	10 058	196	3.80	- 50.6
34 000	10 363	187	3.63	- 52.4
35 000	10 668	179	3.46	- 54.2
36 000	10 973	170	3.30	- 56.3
37 000	11 278	162	3.14	- 56.5
38 000	11 582	155	3.00	- 56.5
39 000	11 887	147	2.95	- 56.5
40 000	12 192	141	2.72	- 56.5
41 000	12 497	134	2.59	- 56.5
42 000	12 802	128	2.47	- 56.5
43 000	13 107	122	2.36	- 56.5
44 000	13 411	116	2.24	- 56.5
45 000	13 716	111	2.14	- 56.5
46 000	14 021	106	2.04	- 56.5
47 000	14 326	101	1.95	- 56.5
48 000	14 630	96.0	1.85	- 56.5
49 000	14 935	91.5	1.77	- 56.5
50 000	15 240	87.3	1.68	- 56.5
51 000	15 545	83.2	1.61	- 56.5
52 000	15 850	79.3	1.53	- 56.5
53 000	16 155	75.6	1.46	- 56.5
54 000	16 459	72.1	1.39	- 56.5
55 000	16 764	68.8	1.32	- 56.5
56 000	17 069	65.5	1.27	- 56.5
57 000	17 374	62.4	1.21	- 56.5
58 000	17 679	59.5	1.15	- 56.5
59 000	17 983	56.8	1.10	- 56.5
60 000	18 288	54.1	1.04	- 56.5
65 000	19 812	42.3	0.828	- 56.5
70 000	21 336	33.3	0.644	- 55.2
75 000	22 860	26.2	0.507	- 53.6
80 000	24 384	20.7	0.401	- 52.1
85 000	25 908	16.4	0.317	- 50.6
90 000	27 432	13.0	0.251	- 49.1
95 000	28 956	10.3	0.199	- 47.5
100 000	30 480	8.2	0.158	- 46.0

Νόμος του Boyle: Υπό σταθερή θερμοκρασία ο όγκος δεδομένης μάζας ενός αερίου είναι αντιστρόφως ανάλογος της πίεσης στην οποία υπόκειται. Μαθηματικά εκφράζεται με τον τύπο $P_1/P_2 = V_2/V_1$ όπου P_1 : αρχική πίεση, P_2 : τελική πίεση, V_1 : αρχικός όγκος και V_2 : τελικός όγκος. Σημειώνεται ότι η πίεση εκφράζεται σε απόλυτη τιμή και όχι σε διαφορά της από την ατμοσφαιρική. Στις κοιλότητες του σώματος ο αέρας που περιέχεται είναι πάντοτε κορεσμένος με υδρατμούς. Για την περίπτωση αυτή ο νόμος του Boyle τροποποιείται ως εξής: $(P_1 - P_{H_2O})/(P_2 - P_{H_2O}) = V_2/V_1$ όπου P_{H_2O} είναι η μερική πίεση των υδρατμών σε θερμοκρασία του σώματος. Σε θερμοκρασία του σώματος 37°C η P_{H_2O} είναι ίση με 47 mmHg ανεξάρτητα από την ατμοσφαιρική πίεση.

Νόμος του Charles: Ο όγκος δεδομένης μάζας αέρα υπό σταθερή πίεση είναι ευθέως ανάλογος με την απόλυτη θερμοκρασία. Η απόλυτη θερμοκρασία μετριέται σε βαθμούς Κελβίν (° K) και υπολογίζεται με την προσθήκη 273 στους βαθμούς Κελσίου (° C), δεδομένου ότι το απόλυτο μηδέν (στο οποίο οι κινήσεις των μορίων παύουν και τα αέρια θεωρητικά έχουν μηδενικό όγκο) είναι -273°C . Μαθηματικά ο νόμος αυτός εκφράζεται $V_1/V_2 = T_1/T_2 = (t_1 + 273)/(t_2 + 273)$ όπου V_1 : αρχικός όγκος V_2 : τελικός όγκος T_1 : αρχική απόλυτη θερμοκρασία, T_2 : τελική απόλυτη θερμοκρασία t_1 : αρχική θερμοκρασία σε ° C και t_2 : τελική θερμοκρασία σε ° C.

Νόμος του Gay – Lussac: Ο πρώτος νόμος, της θερμικής διαστολής των ιδανικών αερίων είναι όμοιος με τον νόμο του Charles και πρεσβεύει ότι υπό σταθερή πίεση όλα τα αέρια διαστέλλονται στον ίδιο βαθμό για την ίδια αύξηση της θερμοκρασίας. Μαθηματικά εκφράζεται με τον τύπο $V/T = \text{σταθερά}$ Ο δεύτερος νόμος των αερίων όγκων πρεσβεύει ότι ο όγκος των χημικώς αντιδρώντων αερίων είναι σε απλή αναλογία με τον όγκο των παραγομένων αερίων αν μετρηθούν στην ίδια θερμοκρασία και πίεση. Πχ όταν H_2 αντιδρά με O_2 και σχηματίζεται νερό (H_2O) η σχέση όγκων υδρογόνου, οξυγόνου και υδρατμών είναι 2: 1: 1. Αυτό στηρίζεται στο νόμο του Avogadro, σύμφωνα με τον οποίο σε ορισμένο όγκο ο αριθμός των μορίων είναι ο ίδιος για όλα τα αέρια.

Νόμος του Dalton ή νόμος των μερικών πιέσεων: Η πίεση που ασκεί ένα μίγμα αερίων ισούται με το άθροισμα των επί μέρους πιέσεων που κάθε αέριο θα ασκούσε αν καταλάμβανε μόνο του όλο τον όγκο που καταλαμβάνει το μίγμα. Η πίεση που θα είχε κάθε αέριο αν καταλάμβανε μόνο του όλο τον όγκο λέγεται μερική πίεση του αερίου. Μαθηματικά ο τύπος εκφράζεται $P_t = P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n$ όπου P_t ολική πίεση (total) και $P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$ οι μερικές πιέσεις των αερίων 1,2,3,...n. Η μερική πίεση κάθε αερίου υπολογίζεται με τον τύπο $P_x = F_x \times P_t$ όπου P_x η μερική πίεση του αερίου x, F_x η εκατοστιαία αναλογία του αερίου x στο μίγμα και P_t η ολική πίεση του μίγματος. Έτσι η μερική πίεση του O_2 στον ξηρό αέρα στην επιφάνεια τη θάλασσας είναι $P_{O_2} = 20,95/100 \times 760 = 159,2 \text{ mmHg}$

Νόμος του Henry: Η μάζα ενός αερίου που είναι διαλυμένο εντός υγρού σε φυσική μορφή (χωρίς να αντιδρά χημικά) είναι ευθέως ανάλογη με την μερική πίεση του αερίου στην επιφάνεια του υγρού στη δεδομένη θερμοκρασία. Σε κατάσταση ισορροπίας η μερική πίεση του αερίου μέσα στο υγρό είναι ίση με την μερική πίεση στην επιφάνεια του υγρού. Έτσι η ποσότητα του αερίου που διαλύεται στο υγρό εξαρτάται από την διαλυτότητα του αερίου στο δεδομένο υγρό και από την μερική πίεση μέσα σε αυτό. Όταν η μερική πίεση του αερίου στο υγρό μειώνεται τότε και η ποσότητα που μπορεί να κρατηθεί διαλυμένο μέσα σε αυτό μειώνεται ανάλογα. Αυτός ο νόμος αποτελεί τη βάση για το σχηματισμό φυσαλίδων στο αίμα και τα υγρά του σώματος κατά τη νόσο της αποσυμπίεσης.

Νόμος της διάχυσης των αερίων: Διάχυση είναι η διαδικασία κατά την οποία μόρια υγρών σε διαφορετικά διαλύματα μετακινούνται από περιοχές μεγαλύτερης συγκέντρωσης σε περιοχές αραιότερες ή μόρια ενός αερίου αναμιγνύονται με τα μόρια άλλου αερίου, όταν τα αέρια έρχονται σε επαφή. Ο ρυθμός διάχυσης είναι ανάλογος της διαφοράς των πιέσεων του αερίου μεταξύ των δύο σημείων, είναι αντιστρόφως ανάλογος της τετραγωνικής ρίζας του μοριακού βάρους του αερίου και σε ένα υγρό είναι ανάλογος της διαλυτότητας του αερίου στο υγρό. Η διάχυση αερίου

διαμέσου ιστικού υποστρώματος όπως η κυψελιδική μεμβράνη και από τα τριχοειδή στα κύτταρα της περιφέρειας διέπεται από το νόμο του Fick που λέει ότι ο ρυθμός μεταφοράς του αερίου είναι ανάλογος της επιφάνειας του ιστού, ανάλογος της διαφοράς των μερικών πιέσεων εκατέρωθεν της μεμβράνης και αντιστρόφως ανάλογος του πάχους της μεμβράνης. Επίσης είναι ανάλογος της διαλυτότητας του αερίου στο πλάσμα και αντιστρόφως ανάλογος της τετραγωνικής ρίζα του μοριακού βάρους του αερίου. Μαθηματικά η διάχυση εκφράζεται με τον τύπο $V_{\text{gas}} = A/T \times \text{Sol}/\sqrt{MW} \times (P_1 - P_2)$ όπου V_{gas} είναι ο ρυθμός με τον οποίο το αέριο μεταφέρεται, A η επιφάνεια μέσω της οποίας γίνεται η μεταφορά, T το πάχος του ιστού, $P_1 - P_2$ η διαφορά της μερικής πίεσεως από το ένα μέρος του ιστού στο άλλο, Sol η διαλυτότητα και MW το μοριακό βάρος.

Συνθήκες μέτρησης

Μέτρηση της πίεσης: Πίεση είναι η δύναμη ανά μονάδα επιφάνειας που ασκείται κάθετα σε αυτή. Μια στήλη υγρού ή αερίου ασκεί πίεση ανάλογη του ύψους της, της πυκνότητας της ύλης που περιέχεται σε αυτήν και της επιτάχυνσης της βαρύτητας. Η ατμοσφαιρική πίεση είναι η δύναμη που ασκεί μια στήλη αέρα στη μονάδα επιφάνειας. Στην επιφάνεια της θάλασσας ισούται με 1 κιλό ανά τετραγωνικό εκατοστό ή 14,7 psi ή 760mmHg ή 1 ατμόσφαιρα, ή 1 bar, 101kPa. Η πίεση που αναφέρουμε στην αερομηχανική ή τη βιολογία μπορεί να είναι είτε απόλυτη (abs: absolute) είτε μετρική (g: gauge). Είναι απαραίτητο να γίνει κατανοητή η διαφορά. Η απόλυτη πίεση συμπεριλαμβάνει και την ατμοσφαιρική πίεση ενώ η μετρική αποτελεί τη διαφορά της απόλυτης πίεσης από την ατμοσφαιρική. Έτσι η **μετρική** πίεση μπορεί να είναι αρνητική, όταν είναι μικρότερη της ατμοσφαιρικής, όπως π.χ. η πίεση του θαλάμου χαμηλής πίεσεως, μπορεί να ισούται με 0 όταν είναι ίση με την ατμοσφαιρική η πίεση, όπως π.χ. σε ανοικτές κοιλότητες ή να είναι θετική αν είναι μεγαλύτερη από την ατμοσφαιρική, όπως στα λάστιχα του αυτοκινήτου μας. Είναι η πίεση που μας δείχνουν τα διάφορα πιεσόμετρα. Η **απόλυτη** πίεση είναι το άθροισμα της ατμοσφαιρικής με την μετρική. Δεν μπορεί να έχει αρνητική τιμή και το 0 αντιστοιχεί στο απόλυτο κενό, όπως στο βαθύ διάστημα. Οι έννοιες αυτές έχουν ιδιαίτερη σημασία στην αεροπορική φυσιολογία. Η απόλυτη πίεση μέσα στην καμπίνα ενός αεροσκάφους είναι ίση με τα άθροισμα της ατμοσφαιρικής στην εξωτερική επιφάνεια του α/φ και της διαφορικής πίεσης της καμπίνας. Έτσι όταν ένα α/φ βρίσκεται σε ύψος 25.000 πόδια, όπου η ατμοσφαιρική πίεση είναι 282mmHg, και έχει διαφορική πίεση καμπίνας 4,55psi (236mmHg) το άθροισμα μέσα την καμπίνα θα είναι 518mmHg (απόλυτη πίεση) που αντιστοιχεί σε ύψος καμπίνας 10.000 πόδια.

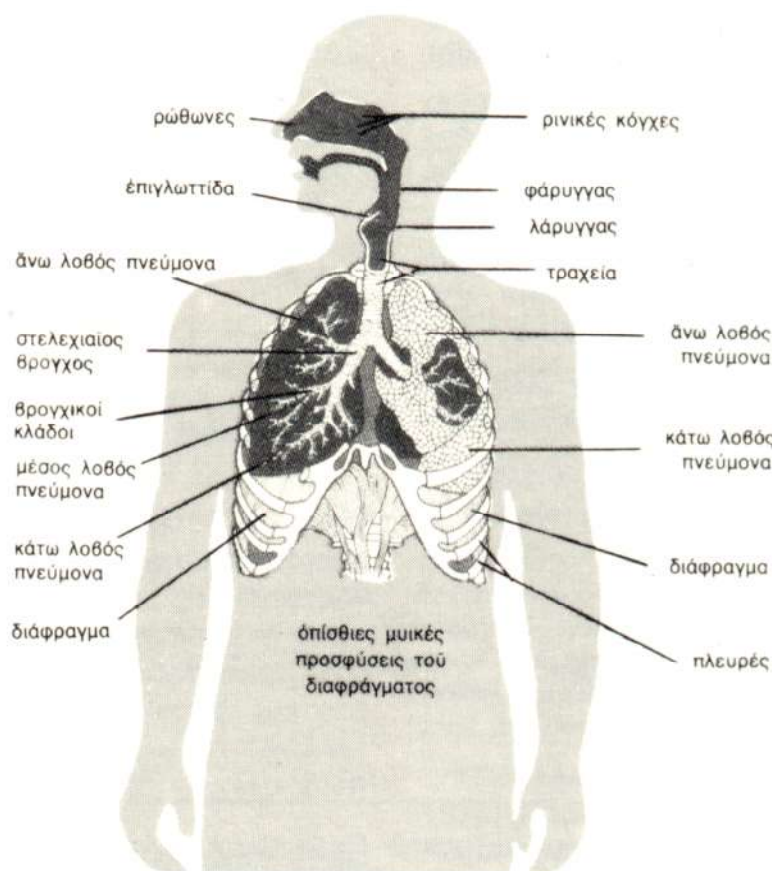
Μέτρηση των όγκων: Δεδομένου ότι ο όγκος ενός αερίου εξαρτάται από την πίεση και την θερμοκρασία, για να είναι συγκρίσιμες οι μετρήσεις θα πρέπει να καθορίζεται υπό ποιες συνθήκες έγιναν. Τα αέρια που υπάρχουν στις κοιλότητες του σώματος, όπως ο αέρας των παραρρινίων κοιλοτήτων και των αναπνευστικών οδών βρίσκονται σε θερμοκρασία 37° C και είναι κορεσμένα με υδρατμούς. Η μέτρηση που γίνεται με τις συνθήκες αυτές (όπως συνήθως γίνονται οι αναπνευστικές μετρήσεις) αναφέρεται ότι είναι υπό (πρότυπες) συνθήκες σώματος, θερμοκρασίας, πίεσης και κορεσμού (Body Temperature and Pressure Saturated, BTPS). Σε πολλές περιπτώσεις ο αέρας του περιβάλλοντος έχει χαμηλότερη θερμοκρασία και περιέχει μικρότερη ποσότητα υδρατμών. Σε χαμηλότερη θερμοκρασία η μερική πίεση των υδρατμών είναι επίσης χαμηλότερη. Μέτρηση υπό αυτές τις συνθήκες λέγεται ότι έγινε υπό Ambient Temperature and Pressure (ATP). Αν υπάρχουν συνθήκες κορεσμού λέγεται ATPS. Όταν ο ατμοσφαιρικός αέρας περνάει από τις ανώτερες αναπνευστικές οδούς θερμαίνεται, συνεπώς διαστέλλεται, και κορένυται με υδρατμούς. Η φυσιολογική σημασία του γεγονότος είναι ότι ο αέρας που μπαίνει στα πνευμόνια και συμμετέχει στην ανταλλαγή των αερίων έχει διαφορετικό όγκο από

αυτόν που μετριέται με το σπιρόμετρο, αν και έχει την ίδια μάζα. Γι' αυτό γίνεται διόρθωση με τον τύπο: $V_{BTPS} = V_{ATPS} \times (273+37)/(273+t_a) \times (P_B - P_{H_2O})/(P_B - 47)$ όπου 273 είναι το σημείο τήξεως του πάγου σε βαθμούς Kelvin, 37 η θερμοκρασία σώματος σε βαθμούς C, t_a η θερμοκρασία περιβάλλοντος, P_B η βαρομετρική πίεση σε mmHg και P_{H_2O} η μερική πίεση των υδρατμών σε συνθήκες κορεσμού στη θερμοκρασία t_a . Το πρώτο μέρος της εξίσωσης είναι ο νόμος του Charles και το δεύτερο εκφράζει τη μεταβολή του όγκου από τη προσθήκη υδρατμών. Όταν μας ενδιαφέρει η μάζα των αερίων (ο αριθμός των μορίων) και όχι ο όγκος, οι μετρήσεις πρέπει να γίνονται υπό σταθερές πρότυπες συνθήκες (Standard Temperature and Pressure Dry-STPD). Πρότυπες συνθήκες είναι: Θερμοκρασία 273 K (0 °C) και πίεση 760 mmHg. Υπό τις συνθήκες αυτές ένα γραμμομόριο αερίου έχει όγκο, σύμφωνα με το νόμο του Avogadro, 22.4 λίτρα (STPD). Μετρήσεις που γίνονται υπό ATPS μπορούν να μετατραπούν σε STPD με τον τύπο $V_{STPD} = V_{ATPS} \times 273/(273+t_a) \times (P_B - P_{H_2O})/760$ Τέλος συχνά γίνεται χρήση μετρήσεων υπό συνθήκες Normal Temperature and Pressure (NTP). Ως κανονικές (Normal) συνθήκες θεωρούνται η θερμοκρασία +15 °C και πίεση 760 mmHg. Η ανάγκη κατανόησης των εννοιών αυτών μέτρησης προκύπτει από το γεγονός ότι τα αέρια μετρώνται ως όγκος ο οποίος ως προαναφέρθηκε μεταβάλλεται με τις μεταβολές της θερμοκρασίας και της πίεσης ενώ βιολογικά έχει σημασία η μάζα των αερίων (π.χ. μάζα καταναλισκόμενου O_2 ή παραγόμενου CO_2). Μια μάζα αερίων που σε συνθήκες NTP καταλαμβάνει όγκο 4 λίτρα σε 1800 πόδια καταλαμβάνει όγκο 8 λίτρα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΑΝΑΠΝΟΗ ΚΑΙ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ

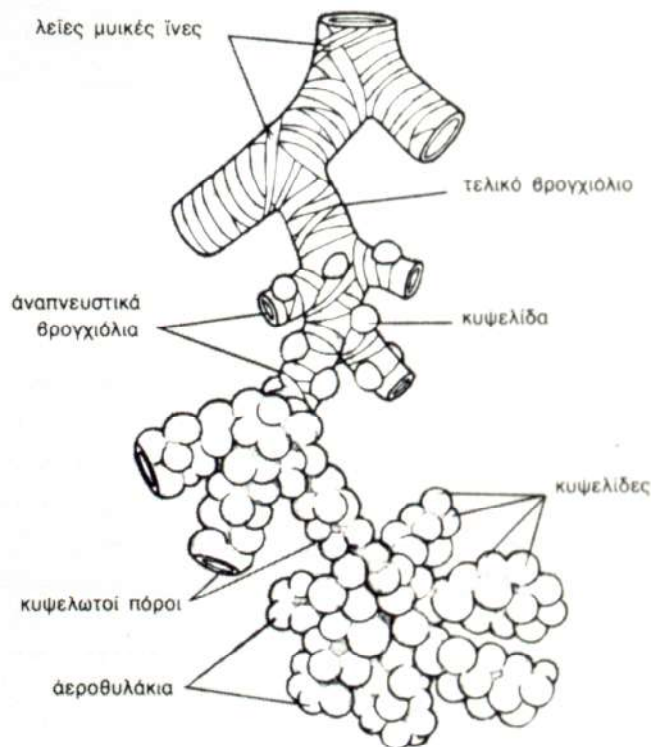
ΤΑΞΟΣ (ΥΙ) ΗΛΙΑΣ ΧΕΙΜΩΝΑΣ

Γενικά: Κάθε ζωντανός οργανισμός ως σύνολο και κάθε κύτταρο χωριστά βρίσκεται σε συνεχή ανταλλαγή ύλης και ενέργειας με το περιβάλλον. Με τον τρόπο αυτό ο οργανισμός και τα κύτταρα αυξάνονται σε μέγεθος, διατηρούν την ταυτότητά τους και αναπαράγονται. Το σύνολο των χημικών διεργασιών που οδηγεί στην ανταλλαγή ύλης και ενέργειας λέγεται μεταβολισμός. Ο ανθρώπινος οργανισμός προσλαμβάνει από το περιβάλλον θρεπτικές ουσίες, βιταμίνες, ιχνοστοιχεία και νερό μέσω του πεπτικού συστήματος καθώς και O_2 μέσω του αναπνευστικού συστήματος. Το O_2 είναι απαραίτητο για την καύση των τροφών και την παραγωγή ενέργειας. Παράλληλα τα άχρηστα μεταβολικά προϊόντα πρέπει να απομακρύνονται από τους ιστούς και να μεταφέρονται στα όργανα αποβολής (ήπαρ, νεφροί, πνεύμονες). Η μεταφορά των θρεπτικών συστατικών και των διαφόρων ορμονών καθώς και των άχρηστων και τοξικών μεταβολικών προϊόντων γίνεται με το αίμα. Παράλληλα, με το αίμα μεταφέρεται το O_2 και το CO_2 . Η κυκλοφορία του αίματος γίνεται με το καρδιαγγειακό ή κυκλοφορικό σύστημα. Η πρόσληψη O_2 από τον ατμοσφαιρικό αέρα και η αποβολή σε αυτόν του CO_2 γίνεται με το αναπνευστικό σύστημα. Τόσο η αναπνοή όσο και η κυκλοφορία του αίματος επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από της συνθήκες της πτήσεως, γι' αυτό είναι απαραίτητο να αναφερθούν τα βασικά σημεία της ανατομικής και της φυσιολογίας των συστημάτων αυτών.



Εικόνα 2-1
Το αναπνευστικό σύστημα και η τοπογραφία του.

Ανατομία του αναπνευστικού συστήματος: Το αναπνευστικό σύστημα αποτελείται από τις αναπνευστικές οδούς (στοματική και ρινική κοιλότητα, φάρυγγα, λάρυγγα, τραχεία και βρόγχους) και από τους πνεύμονες (**εικόνα 2-1**). Οι πνεύμονες (δεξιός και αριστερός) βρίσκονται μέσα στη θωρακική κοιλότητα και καλύπτονται από μια λεπτή ορογόνο μεμβράνη, τον υπεζωκότα. Ο δεξιός πνεύμονας αποτελείται από τρεις λοβούς (άνω, μέσο και κάτω) και ο αριστερός από δύο (άνω και κάτω). Κάθε λοβός διαιρείται σε τμήματα. Η τραχεία και οι βρόγχοι είναι ημιαστικοί σωλήνες, που περιέχουν στα τοιχώματά τους χόνδρους ώστε να μη συμπίπτονται. Η τραχεία διχάζεται σε δύο κυρίου βρόγχους, τον δεξιό και τον αριστερό, οι οποίοι εισέρχονται στους αντίστοιχους πνεύμονες από τις πύλες των πνευμόνων. Από τους στελεχειαίους βρόγχους εκφύονται οι λοβιαίοι κι από αυτούς οι τμηματικοί, οι οποίοι διακλαδίζονται διαδοχικά σε όλο και μικρότερους βρόγχους μέχρι τα αναπνευστικά βρογχιόλια. Και αυτά διακλαδίζονται και σχηματίζουν τους αναπνευστικούς πόρους, στα τοιχώματά των οποίων υπάρχουν τα αεροθυλάκια και οι κυψελίδες. Κάθε πνεύμονας έχει περίπου 300 εκατομμύρια κυψελίδες (**εικόνα 2-2**).



Εικόνα 2-2

Τελικές διακλαδώσεις του αναπνευστικού δέντρου, από τα τελικά βρογχιόλια μέχρι τις κυψελίδες.

Η συνολική επιφάνεια της κυψελιδικής μεμβράνης φτάνει τα 50-100m² και μέσω αυτής το αίμα (στα τριχοειδή) έρχεται σε στενή επαφή με τον αέρα (στις κυψελίδες) ώστε να επιτυγχάνεται η ανταλλαγή O₂ και CO₂ μεταξύ αίματος και περιβάλλοντος αέρα

Λειτουργικά το αναπνευστικό δένδρο διαιρείται στην αγωγό αεροφόρο οδό, η οποία εκτείνεται από το στόμα μέχρι τα αναπνευστικά βρογχιόλια και η οποία έχει χωρητικότητα 150ml αέρα και από την αναπνευστική ζώνη η οποία περιλαμβάνει τα τελικά βρογχιόλια και τις κυψελίδες. Η αγωγός αεροφόρος οδός, στην οποία δε γίνεται ανταλλαγή αερίων, λέγεται ανατομικός νεκρός χώρος. Η αναπνευστική ζώνη

έχει έναν όγκο περίπου 2500ml και είναι η περιοχή στην οποία γίνεται η ανταλλαγή των αερίων.

Το αναπνευστικό σύστημα είναι ευάλωτο σε αιωρούμενα στην ατμόσφαιρα σωματίδια που εισέρχονται σε αυτό με τον αναπνεύσιμο αέρα. Τα μεγαλύτερα από αυτά κατακρατούνται στο ρινικό βλεννογόνο, τα μεσαίου μεγέθους εναποτίθενται στο βλεννογόνο των αγωγών αναπνευστικών οδών και τα πολύ λεπτά φθάνουν στις κυψελίδες. Από το βλεννογόνο των αναπνευστικών οδών απομακρύνονται με τις συνεχείς κινήσεις των κροσσών που έχει το αναπνευστικό επιθήλιο και φτάνουν μέχρι την επιγλωττίδα (το άνω μέρος της τραχείας) από όπου αποβάλλονται με το βήχα ή καταπίνονται. Στους καπνιστές οι κινήσεις των κροσσών του επιθηλίου μειώνονται ή παύουν παντελώς για αρκετή ώρα μετά το κάπνισμα κάθε τσιγάρου, γι' αυτό και οι καπνιστές είναι ευάλωτοι σε μικροοργανισμούς και σε σκόνη που τους προκαλούν βρογχίτιδα και άλλες αναπνευστικές λοιμώξεις.

Φυσιολογία του αναπνευστικού συστήματος: *Πνευμονικός αερισμός.* Ο αερισμός των πνευμόνων είναι μια κυκλική ακολουθία στην οποία φρέσκος αέρας εισέρχεται στο αναπνευστικό δένδρο στη φάση της εισπνοής και ο χρησιμοποιημένος πνευμονικός αέρας αποβάλλεται στη φάση της εκπνοής. Το ποσό του αέρα που εκπνέεται σε ένα πρώτο λεπτό λέγεται πνευμονικός αερισμός και είναι ίσος με τον αναπνεύσιμο όγκο επί τον αριθμό των αναπνοών ανά λεπτό. Σε ηρεμία, σε νεαρό ενήλικα μέσου αναστήματος είναι περίπου 6-8l, δύναται όμως να αυξηθεί είτε βουλητικά είτε αυτόματα στην άσκηση μέχρι 100 ή και 150l (BTPS).

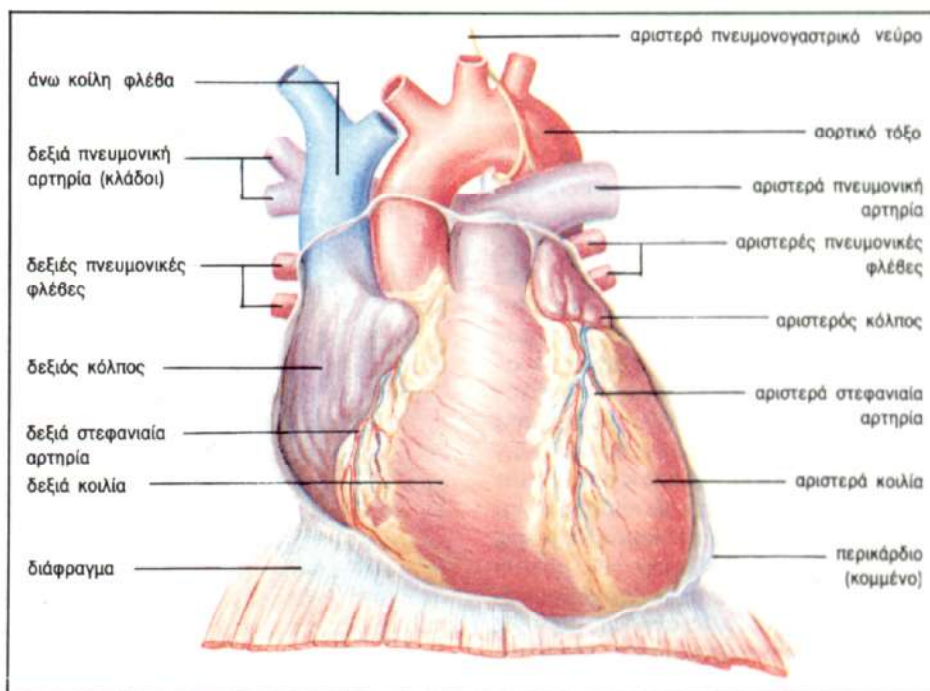
Σύνθεση του κυψελιδικού αέρα Ο κυψελιδικός αέρας, όταν το άτομο αναπνέει ατμοσφαιρικό αέρα, αποτελείται από O₂, N₂, CO₂ και υδρατμούς. Οι υδρατμοί σχηματίζονται από την εξάτμιση του ύδατος στους βλεννογόνους της ρινός και της τραχείας και η συγκέντρωσή τους (και συνεπώς η μερική πίεσή τους) εξαρτάται μόνο από τη θερμοκρασία και όχι από το ύψος, το ρυθμό αναπνοής ή το μεταβολισμό του ατόμου. Στη θερμοκρασία σώματος η μερική πίεση των υδρατμών (P_{H₂O}) είναι γύρω στα 47mmHg. Η μερική πίεση του CO₂ (P_{CO₂}) εξαρτάται από τον αερισμό των πνευμόνων ή το ρυθμό της αναπνοής. Υπό φυσιολογικές συνθήκες η αναπνοή ρυθμίζεται από τη συγκέντρωση του CO₂ στο αίμα και κατ' επέκταση στον κυψελιδικό αέρα έτσι που η P_{CO₂} να διατηρείται σταθερά στα 40mmHg. Δεν εξαρτάται από την ατμοσφαιρική πίεση και συνεπώς δεν επηρεάζεται αμέσως από το ύψος, μειώνεται όμως εμμέσως λόγω αύξησης του αερισμού που προκαλείται από την υποξία. Η συγκέντρωση των δύο άλλων αερίων, του O₂ και του N₂, εξαρτάται απόλυτα από την ατμοσφαιρική πίεση και μειώνεται με το ύψος. Η μερική πίεση του O₂ (P_{O₂}) στον ατμοσφαιρικό αέρα στο επίπεδο της θάλασσας είναι ίση με 760mmHg x 21/100 = 159mmHg και του αζώτου 760 x 79/100 = 600mmHg. Στον αναπνεύσιμο αέρα, λόγω εφύγρανσης και κορεσμού του με H₂O, η μερική πίεση και των δύο αερίων μειώνεται αναλογικά. Έτσι η P_{O₂} στον αέρα της τραχείας είναι (760-40) x 21/100 = 151mmHg και η μερική πίεση του αζώτου P_{N₂} ίση με (760-40) x 79/100 = 569mmHg. Στον κυψελιδικό αέρα η P_{O₂} είναι μικρότερη λόγω της πρόσληψης του O₂ από το αίμα των τριχοειδών και ισούται περίπου με 103mmHg. Η P_{N₂} κανονικά έπρεπε να παραμείνει σταθερή αφού το άζωτο είναι αδρανές αέριο και δεν καταναλώνεται από τον οργανισμό επειδή όμως η ποσότητα του αποδιδόμενου στον κυψελιδικό αέρα CO₂ είναι μικρότερη από την ποσότητα του προσλαμβανόμενου O₂ η διαφορά καταλαμβάνεται εν μέρει από το άζωτο.

Ρύθμιση του αερισμού. Η εισπνοή γίνεται με τη σύσπαση των μεσοπλευρίων μυών, οι οποίοι ανυψώνουν τις πλευρές και διευρύνουν το θώρακα. Παράλληλα το διάφραγμα επιπεδώνεται και κατεβαίνει προς την κοιλιά. Ο όγκος της θωρακικής κοιλότητας έτσι μεγαλώνει και τα πνευμόνια εκπνύσσονται με τη δράση των ελαστικών ινών που περιέχουν. Η πίεση στην υπεζωκοτική κοιλότητα γίνεται επίσης μικρότερη από την ατμοσφαιρική με αποτέλεσμα και η πίεση του αέρα μέσα στις

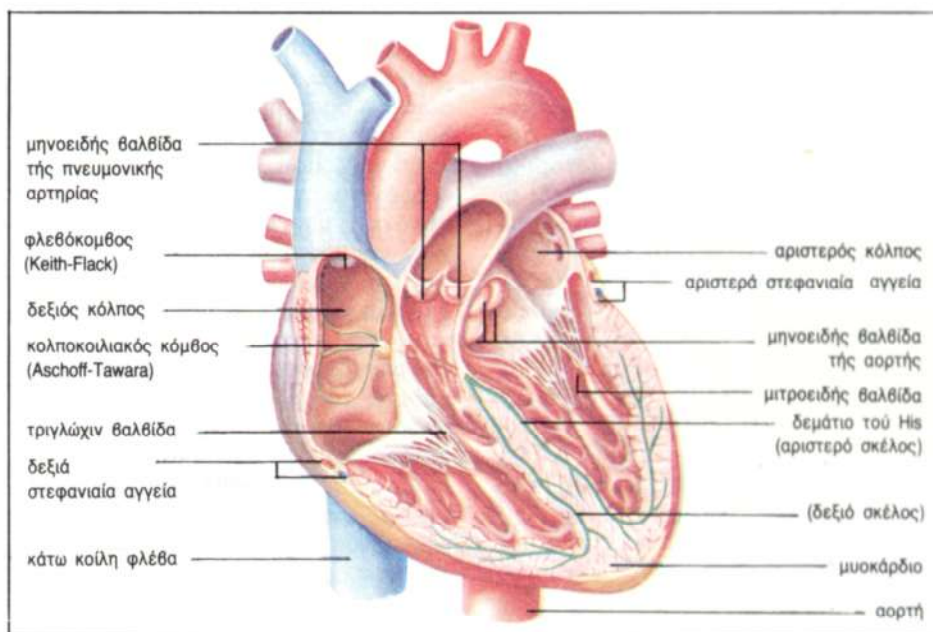
κυψελιδικές κοιλότητες και τις αεροφόρους οδούς να γίνεται μικρότερη από την ατμοσφαιρική. Έτσι αέρας ρέει ελεύθερα από την ατμόσφαιρα στις κυψελίδες. Στη φάση της εκπνοής οι μεσοπλευριοί μύες και το διάφραγμα χαλαρώνουν, η θωρακική κοιλότητα μικραίνει και οι πνεύμονες συμπύσσονται. Η πίεση του κυψελιδικού αέρα γίνεται μεγαλύτερη από την ατμοσφαιρική και ο αέρας εξωθείται από τις κυψελίδες, μέσω των ανώτερων αναπνευστικών οδών, στο περιβάλλον. Η εκπνοή λοιπόν στην ήρεμη αναπνοή είναι παθητικό φαινόμενο και μόνο σε ειδικές περιπτώσεις, όπως π.χ. στην εισπνοή υπό θετική πίεση ή στην απόφραξη των αεροφόρων οδών, γίνεται ενεργητική. Κατά την έντονη αναπνοή στην εισπνοή συμμετέχουν και εφεδρικοί μύες όπως οι τραπεζοειδείς και οι σκαληνοί.

Οι φάσεις της αναπνοής ρυθμίζονται από το αναπνευστικό κέντρο που βρίσκεται στο στέλεχος του εγκεφάλου. Η ρύθμιση γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε ο αερισμός να είναι ανάλογος με τις μεταβολικές ανάγκες, με άλλα λόγια η μερική πίεση του O_2 και του CO_2 στο αρτηριακό αίμα να διατηρείται σε φυσιολογικά όρια. Το κύριο αναπνευστικό κέντρο έχει μία ενδογενή ρυθμικότητα, ακόμα κι αν δεν δέχεται κανένα περιφερικό ερέθισμα, η λειτουργία του όμως επηρεάζεται από ερεθίσματα που δέχεται από χημειούποδοχείς, τασεούποδοχείς και μηχανούποδοχείς. Οι χημειούποδοχείς ανιχνεύουν τη μερική πίεση του CO_2 και το pH στο αρτηριακό αίμα. Αύξηση του CO_2 στο αίμα διεγείρει το αναπνευστικό κέντρο και αυξάνει τον πνευμονικό αερισμό και αντίθετα πτώση του CO_2 καταστέλλει το αναπνευστικό κέντρο. Σε συνθήκες υποξίας η ευαισθησία του αναπνευστικού κέντρου στο PCO_2 αυξάνεται. Το αναπνευστικό κέντρο επηρεάζεται και από εντολές του φλοιού του εγκεφάλου (έτσι μπορεί βουλητικά να αυξηθεί πρόσκαιρα ο πνευμονικός αερισμός) και από ερεθίσματα από τους εργαζόμενους μύες και τις αρθρώσεις κατά την άσκηση (μηχανούποδοχείς).

Ανατομία του κυκλοφορικού συστήματος Το κυκλοφορικό σύστημα αποτελείται από την καρδιά και τα αγγεία (αρτηρίες, φλέβες και τριχοειδή). Περιέχει το αίμα, το οποίο χάρις στις παλμικές κινήσεις της καρδιάς (συστολή και διαστολή) βρίσκεται σε διαρκή κίνηση (κυκλοφορία) μέσα στα αγγεία και μεταφέρει το O_2 από τους πνεύμονες στους ιστούς, το CO_2 από τους ιστούς στους πνεύμονες, τις θρεπτικές ουσίες από τα σημεία απορρόφησης στα σημεία κατανάλωσης ή αποθήκευσης, τα άχρηστα μεταβολικά προϊόντα από τα σημεία παραγωγής στα όργανα αποβολής και τις διάφορες ορμόνες και τους λοιπούς διαβιβαστές από τα σημεία παραγωγής στα σημεία δράσης. Η καρδιά (**εικόνες 2-3 και 2-4**) έχει 4 κοιλότητες, τη δεξιά και την αριστερή κοιλία και το δεξιό και τον αριστερό κόλπο. Οι κόλποι επικοινωνούν με τις αντίστοιχες κοιλίες αλλά δεν υπάρχει επικοινωνία μεταξύ των δύο κόλπων και των δύο κοιλιών. Μεταξύ τους οι κόλποι χωρίζονται με το μεσοκοιλιακό διάφραγμα και οι κοιλίες με το μεσοκοιλιακό. Οι κόλποι δέχονται αίμα από τις φλέβες (ο δεξιός κόλπος από δύο μεγάλες φλέβες την άνω και την κάτω κοίλη και ο αριστερός κόλπος από τέσσερις τις δύο άνω και τις δύο κάτω πνευμονικές φλέβες). Οι κοιλίες εξωθούν αίμα στις αρτηρίες (η αριστερή κοιλία στην αορτή και η δεξιά στην πνευμονική αρτηρία). Η αριστερή κοιλία είναι παχύτερη από τη δεξιά.



Εικόνα 2-3
Εξωτερική άποψη της καρδιάς.

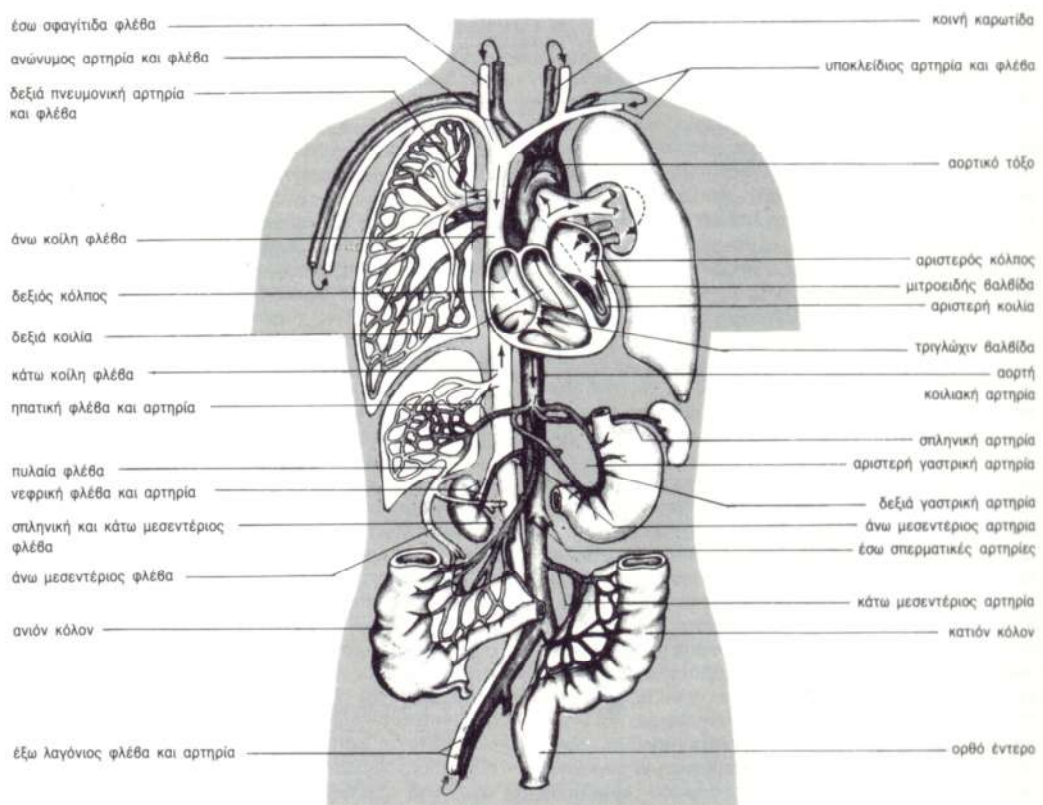


Εικόνα 2-4
Επιμήκης διατομή της καρδιάς.

Οι αρτηρίες έχουν παχύτερο τοίχωμα και απάγουν το αίμα από την καρδιά. Οι φλέβες έχουν λεπτότερο τοίχωμα, ο αυλός τους διακόπτεται από βαλβίδες και επιστρέφουν το αίμα στην καρδιά. Μεταξύ των αρτηριών και των φλεβών παρεμβάλλονται τα τριχοειδή αγγεία (**εικόνα 2-5**).

Φυσιολογία του κυκλοφορικού συστήματος Τα αγγεία από ανατομικής και φυσιολογικής πλευράς διακρίνονται σε αυτά της μεγάλης ή συστηματικής ή αριστερής κυκλοφορίας και σε αυτά της μικρής ή πνευμονικής ή δεξιάς κυκλοφορίας (**εικόνα 2-**

6). Οι δύο κυκλοφορίες είναι εν σειρά και το αίμα περνά διαδοχικά από τη μία στην άλλη. Η πνευμονική κυκλοφορία αρχίζει από το δεξιό κόλπο. Το φλεβικό αίμα που εισρέει σε αυτόν από τις δύο κοίλες φλέβες περνάει μέσω της τριγλώχινας βαλβίδας στη δεξιά κοιλία και από εκεί στην πνευμονική αρτηρία. Με τα πνευμονικά τριχοειδή έρχεται πολύ κοντά στον ατμοσφαιρικό αέρα από τον οποίο παίρνει O_2 και στον οποίο αποδίδει CO_2 . Το οξυγονωμένο αίμα επιστρέφει με τις πνευμονικές φλέβες στον αριστερό κόλπο, όπου τελειώνει η πνευμονική κυκλοφορία και αρχίζει η συστηματική. Από τον αριστερό κόλπο το αίμα περνάει μέσω της μιτροειδούς βαλβίδας στην αριστερή κοιλία και από εκεί στην αορτή. Με τις αρτηρίες διανέμεται στα τριχοειδή, μέσω των οποίων το αίμα έρχεται σε στενή επαφή με τα εργαζόμενα κύτταρα. Εκεί αποδίδει O_2 (ανάγεται) και θρεπτικά συστατικά και παραλαμβάνει CO_2 και μεταβολικά προϊόντα.

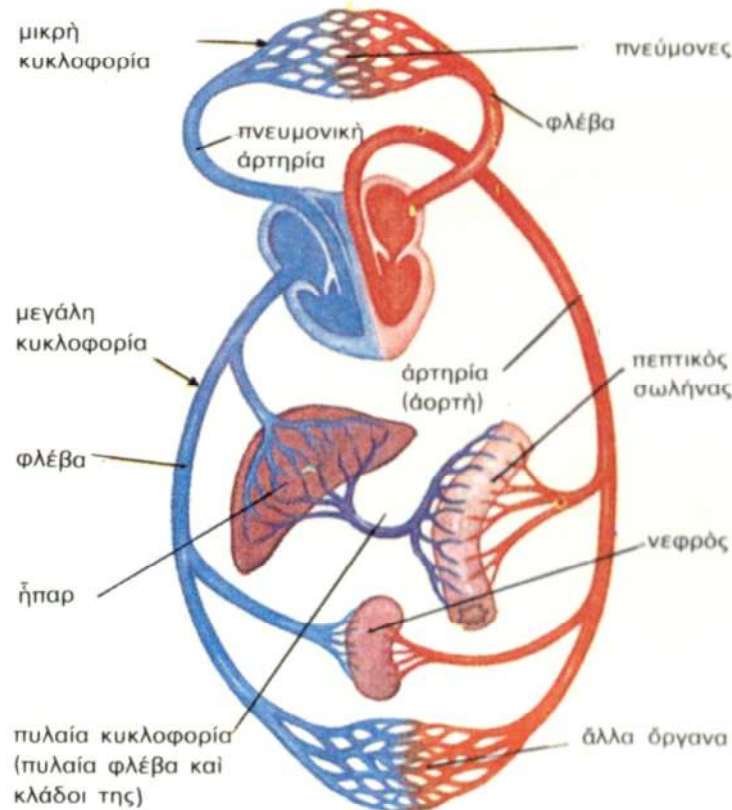


Εικόνα 2-5
Αγγειακό δίκτυο.

Το τριχοειδικό δίκτυο του στομάχου και των εντέρων σχηματίζει την πυλαία φλέβα, η οποία μπαίνει στο ήπαρ, όπου αναλύεται και πάλι σε τριχοειδή. Τα τριχοειδή του ήπατος σχηματίζουν τις ηπατικές φλέβες που εκβάλλουν στην κάτω κοίλη. Η πυλαία κυκλοφορία έχει μεγάλη μεταβολική σημασία. Τα τριχοειδή των περιφερικών ιστών συρρέουν σε φλέβες, οι οποίες συνενώνονται και σχηματίζουν τις δύο κοίλες φλέβες. Οι κοίλες φλέβες εκβάλλουν στο δεξιό κόλπο ολοκληρώνοντας έτσι τη μεγάλη κυκλοφορία.

Πίεση του αίματος. Για να υπάρξει ροή του αίματος μέσα στα αγγεία πρέπει να υπάρχει διαφορά πίεσεως μεταξύ του αρχικού σημείου (που για τη συστηματική κυκλοφορία είναι η ρίζα της αορτής και για την πνευμονική κυκλοφορία η ρίζα της πνευμονικής αρτηρίας) και του τελικού σημείου (που είναι οι κόλποι της καρδιάς). Η πίεση αυτή είναι απαραίτητη για να υπερνικούνται οι αντιστάσεις των αγγείων και η υδροστατική στήλη του αίματος. Για να προωθείται το αίμα σε κατεύθυνση αντίθετη

προς τη βαρύτητα όπως από το επίπεδο της καρδιάς προς την κεφαλή, όταν το άτομο είναι όρθιο, η πίεση πρέπει να υπερβαίνει ένα ελάχιστο μέγεθος. Επιτυγχάνεται με τις συστολές της καρδιάς η οποία λειτουργεί ως αντλία. Οι δύο κοιλίες συστέλλονται ταυτόχρονα και εξωθούν το αίμα στις αρτηρίες. Επειδή η εξώθηση είναι ασυνεχής η πίεση είναι φασική, μεγαλύτερη στη φάση της συστολής και μικρότερη στη φάση της διαστολής (συστολική και διαστολική πίεση).



Εικόνα 2-6
Μεγάλη και μικρή κυκλοφορία του αίματος.

Στη συστηματική κυκλοφορία η πίεση λέγεται αρτηριακή πίεση (ΑΠ) και είναι υψηλότερη ενώ στη μικρή κυκλοφορία είναι πολύ χαμηλότερη. Υπάρχουν διαφορές στο ύψος της ΑΠ από άτομο σε άτομο και διακυμάνσεις στο ίδιο άτομο ανάλογα με τη δραστηριότητα του. Επίσης υπάρχει ημερήσια (κίρκαδιανή) διακύμανση. Επιθυμητή ΑΠ είναι η συστολική 100-140mmHg και διαστολική 70-90mmHg. Υψηλότερες τιμές σημαίνουν αρτηριακή υπέρταση που προδιαθέτει για αρκετά καρδιαγγειακά νοσήματα. Χαμηλότερες τιμές προκαλούν ζάλη, ιδίως στην όρθια θέση.

Ανταλλαγή O_2 και CO_2 μεταξύ ατμόσφαιρας και ιστών Για διδακτικούς λόγους η ανταλλαγή των αερίων μεταξύ ατμόσφαιρας και ιστών μπορεί να διακριθεί σε 4 διαδοχικά στάδια:

Κατανάλωση O_2 και παραγωγή CO_2 από του ιστούς (κυτταρικός μεταβολισμός).

Ανταλλαγή αερίων μεταξύ του αίματος και των ιστών.

Μεταφορά των αερίων μεταξύ των ιστών και των πνευμόνων.

Ανταλλαγή αερίων μεταξύ του αίματος και του κυψελιδικού αέρα και από εκεί με την ατμόσφαιρα.

Τα στάδια 1, 2 και 3 αποτελούν την εσωτερική αναπνοή. Το στάδιο 4 αποτελεί την εξωτερική αναπνοή.

Η διακοπή της παροχής O_2 στους ιστούς δημιουργεί σοβαρή δυσλειτουργία των ιστών, την υποξία

Απαιτήσεις των ιστών σε O_2 . Ο ρυθμός κατανάλωσης O_2 ποικίλει στα διάφορα όργανα. Ο εγκέφαλος καταναλώνει το περισσότερο O_2 αναλογικά με το βάρος του: το ένα πέμπτο της συνολικής κατανάλωσης, ενώ αποτελεί το 2% του βάρους του σώματος, Η καρδιά καταναλώνει το 11% ενώ οι μύες στην ηρεμία το 30%. Οι συνολικές ανά λεπτό ανάγκες του οργανισμού σε O_2 κατά την ηρεμία (σε κατάκλιση και με κλειστά μάτια) λέγεται βασικός μεταβολισμός και είναι ανάλογος με την επιφάνεια σώματος, το φύλο και την ηλικία. Ένας άνδρας 30 ετών, ύψους 1,80m και βάρους 70kg έχει βασικό μεταβολισμό 253ml. Όταν οι ιστοί εργάζονται ιστοί καταναλώνουν πολύ περισσότερο O_2 . Ο μυϊκός ιστός, ο οποίος στην ηρεμία καταναλώνει 0,2ml/min/100gr, μπορεί να φτάσει τα 11ml/min/100gr στην έντονη εργασία. Η συνολική κατανάλωση O_2 στο περπάτημα είναι 850ml/min και στο τρέξιμο με ταχύτητα 10χλμ/ώρα είναι 2800ml. Ένας χειριστής αεροσκάφους σε ευθεία οριζοντία πτήση καταναλώνει 340ml/min ενώ στους ελιγμούς μάχης 1000ml/min.

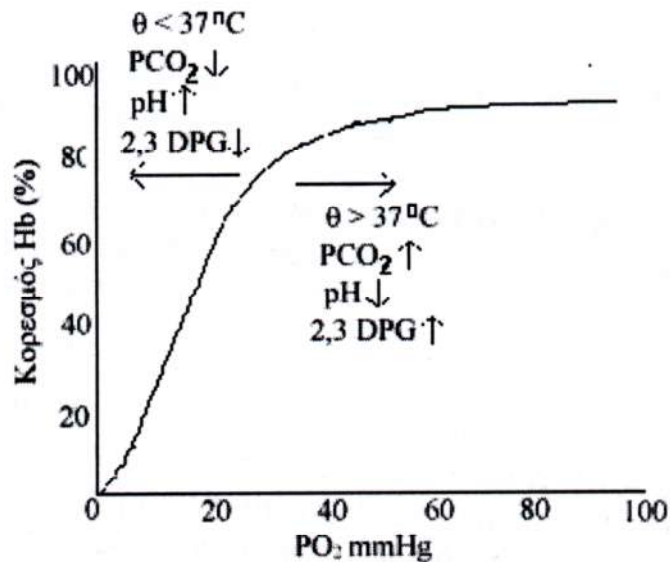
Ανταλλαγή αερίων ιστών-αίματος. Το O_2 μεταφέρεται στους ιστούς με το αίμα που ρέει στα τριχοειδή. Το ίδιο αίμα αποκομίζει το CO_2 από τους ιστούς. Η ανταλλαγή των αερίων γίνεται με το μηχανισμό της διάχυσης. Τα μόρια του O_2 και του CO_2 ρέουν από την περιοχή της μεγαλύτερης συγκέντρωσης (μερικής πίεσης) στην περιοχή της μικρότερης, σύμφωνα με το νόμο της διάχυσης αερίων που έχουμε περιγράψει. Ο ρυθμός διάχυσης είναι ανάλογος της διαφοράς των μερικών πιέσεων, της διαλυτότητας των αερίων στα υγρά των ιστών και αντιστρόφως ανάλογος της απόστασης του κυττάρου από το τριχοειδές.

Το CO_2 έχει διαλυτότητα περίπου 20 φορές μεγαλύτερη από το O_2 και έτσι η μεταφορά του CO_2 σχεδόν ποτέ δεν παρουσιάζει πρόβλημα. Αντίθετα η διάχυση του O_2 σε μερικές απομακρυσμένες από τα τριχοειδή περιοχές μπορεί να είναι προβληματική. Σε αυτές, όταν η μερική πίεση του O_2 πέσει κάτω από 1-3mmHg, ο μεταβολισμός γίνεται αναερόβιος και παράγεται γαλακτικό οξύ. Αυτές οι περιοχές λέγονται θανατηφόρες περιοχές ή γωνίες (lethal corners). Αυτές αυξάνονται όταν οι απαιτήσεις σε O_2 αυξάνουν (π.χ. στη μυϊκή άσκηση) και αντιμετωπίζονται με τη διάνοιξη νέων τριχοειδών. Ο αριθμός των ανοικτών τριχοειδών στους μύες αυξάνει στη μέγιστη άσκηση κατά 100-200 φορές και η ροή του αίματος εικοσαπλασιάζεται. Αυτή η προσαρμογή όμως χρειάζεται λίγο χρόνο για να επιτευχθεί, γιαυτό στην αρχή της άσκησης ο μεταβολισμός σε ορισμένες περιοχές είναι αναερόβιος και παράγεται γαλακτικό οξύ. Έτσι δημιουργείται χρέος O_2 που εξοφλείται στο τέλος της άσκησης, όταν καίγεται το γαλακτικό οξύ.

Μεταφορά των αερίων από το αίμα Μεταφορά Οξυγόνου: (οι όγκοι O_2 που αναφέρονται στο κεφάλαιο αυτό αναφέρονται σε συνθήκες STPD). Το O_2 μεταφέρεται στο αίμα κυρίως σε χημική ένωση με την αιμοσφαιρίνη (Hb). Μικρό μόνο ποσό μεταφέρεται σε φυσική διάλυση στο πλάσμα.

Ο κορεσμός της Hb με O_2 εξαρτάται από την PO_2 , η σχέση όμως μεταξύ τους δεν είναι ευθεία αλλά σιγμοειδής (**εικόνα 2-7**). Η σχέση αυτή περιγράφεται σχηματικά με μια καμπύλη, την καμπύλη κορεσμού ή διασπάσεως της οξυαιμοσφαιρίνης. Σε μερικές πιέσεις O_2 από 80-100mmHg η πορεία της καμπύλης είναι σχεδόν οριζόντια ενώ σε πιέσεις 20-40mmHg είναι περισσότερο ανηφορική. Σε PO_2 100mmHg ο κορεσμός της Hb είναι σχεδόν πλήρης, περίπου 97,5%. Μείωση της PO_2 από 100mmHg σε 90mmHg προκαλεί μείωση του κορεσμού μόνο κατά 1%, ενώ μείωση της PO_2 κατά το ίδιο ποσό, από 45 σε 35mmHg προκαλεί μείωση του κορεσμού κατά 14%. Η Hb είναι κορεσμένη στο 50% σε PO_2 26mmHg. Η μορφή αυτή της καμπύλης έχει μεγάλη φυσιολογική σημασία. Μικρές διακυμάνσεις του PO_2 στον κυψελδικό αέρα και κατ' επέκταση στο αρτηριακό αίμα γύρω από τα 100 mmHg, βρίσκονται στο

οριζόντιο μέρος της καμπύλης και έχουν ελάχιστη επίπτωση στην οξυγόνωση του αίματος. Η PO_2 όμως στα τριχοειδή του πνεύμονος βρίσκεται στο κάθετο μέρος της καμπύλης και αυτό εξασφαλίζει ότι δε θα αυξηθεί η PO_2 πριν συνδεθεί μεγάλη ποσότητα O_2 με την Hb. Επίσης στους ιστούς αποδίδεται μεγάλη ποσότητα O_2 χωρίς να μειωθεί υπερβολικά η PO_2 στα τριχοειδή, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται επαρκής κλίση πίεσεως O_2 για τη διάχυσή του στους ιστούς και την είσοδό του στα μιτοχόνδρια των κυττάρων.



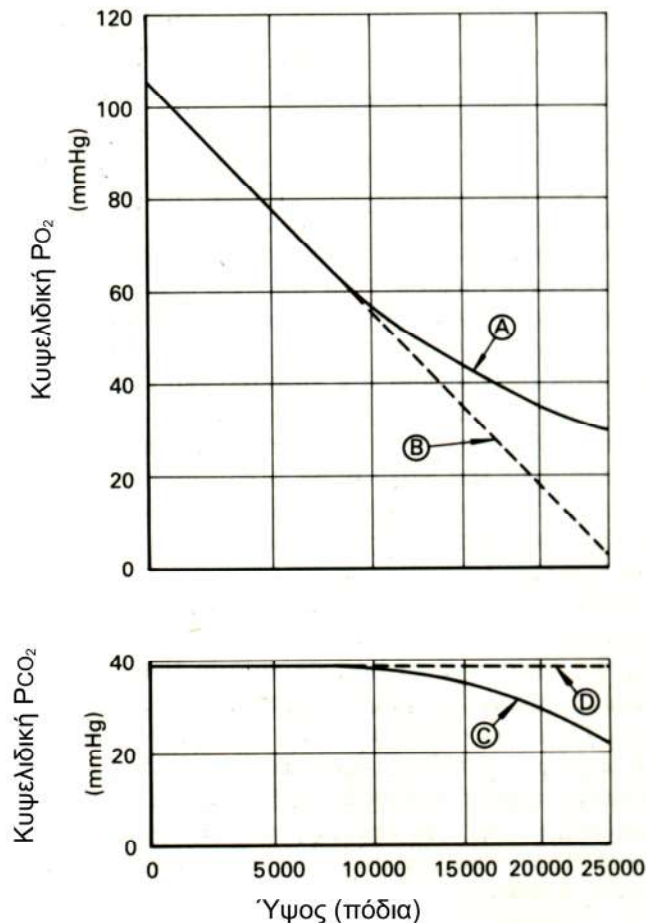
Εικόνα 2-7
Καμπύλη κορεσμού της αιμοσφαιρίνης (ή διασπάσεως της οξυαιμοσφαιρίνης) και παράγοντες που μετατοπίζουν την καμπύλη αριστερά ή δεξιά.

Η καμπύλη δεν επηρεάζεται από τη συγκέντρωση της Hb (π.χ. την αναιμία) αλλά επηρεάζεται από το pH, το CO_2 , τη θερμοκρασία και τη συγκέντρωση του 2,3 DPG στα ερυθρά. Αύξηση του CO_2 , πτώση του pH και αύξηση της θερμοκρασίας μετατοπίζουν την καμπύλη προς τα δεξιά (λιγότερο O_2 είναι δεσμευμένο με την ίδια PO_2) ενώ τα αντίθετα μετατοπίζουν την καμπύλη αριστερά. Αυτό λέγεται φαινόμενο Bohr και έχει φυσιολογική σημασία, γιατί διευκολύνει την απόδοση O_2 στους ιστούς. Η περιεκτικότητα του αρτηριακού και φλεβικού αίματος σε O_2 με Hb 15gr/100ml φαίνεται στον **πίνακα 2-1**.

Μεταφορά CO_2 . Το CO_2 μεταφέρεται με τρεις τρόπους στο αίμα: φυσικώς διαλυμένο στο πλάσμα, συνδεδεμένο με πρωτεΐνες και με τη μορφή διτανθρακικής ρίζας (HCO_3^-).

Αλλαγές στη σύνθεση του κυψελιδικού αέρα με το ύψος. Η πτώση της μερικής πίεσης του O_2 στον αναπνεόμενο αέρα κατά την άνοδο σε ύψος προκαλεί προοδευτική μείωση της PO_2 στον κυψελιδικό αέρα (PAO_2). Για όσο διάστημα δεν αλλάζει ο όγκος του πνευμονικού αερισμού και συνεπώς η $PACO_2$ παραμένει σταθερή, η μείωση της PAO_2 είναι ανάλογη του ύψους. Αυτό συμβαίνει μέχρι το ύψος 8.000-10.000 ποδών. Από το ύψος αυτό κι επάνω αρχίζει να αυξάνει ο αριθμός και το βάθος των αναπνοών, με αποτέλεσμα να μειώνεται η $PACO_2$ και συνεπώς η πτώση της PO_2 είναι βραδύτερη σύμφωνα με την εξίσωση του κυψελιδικού αέρα. Στην **εικόνα 2-8** φαίνονται οι μεταβολές των PAO_2 και $PACO_2$ ανάλογα με το ύψος.

Αριθμητικά οι ίδιες μεταβολές φαίνονται στον **πίνακα 2-2**. Βέβαια το μέγεθος της αύξησης του αερισμού (και της πτώσης του $PACO_2$) διαφέρει σε μεγάλο βαθμό από άτομο σε άτομο. Στα 18.000 πόδια η αύξηση κυμαίνεται από 20% έως 50% και στα 22.000 πόδια από 40% έως 60%. Η μεγάλη SD δείχνει τις ατομικές διαφορές. Κατά την ελαφρά ή μέτρια άσκηση σε ύψος ο υπεραερισμός είναι μεγαλύτερος και αρχίζει από τα 3.000 πόδια. Στο ίδιο ύψος η άσκηση έχει ως αποτέλεσμα να αυξάνει η PAO_2 κατά 3-5mmHg.



Εικόνα 2-8

Το αποτέλεσμα έκθεσης σε διάφορα ύψη με αναπνοή αέρα στην κυψελιδική μερική πίεση του O_2 (καμπύλη A) και CO_2 (καμπύλη C). Η διακεκομμένη γραμμή δείχνει τις τιμές της PAO_2 (καμπύλη B) και την $PACO_2$ (καμπύλη D) αν δεν συνέβαινε αύξηση του πνευμονικού αερισμού.

Όταν λαμβάνεται 100% O_2 επί αρκετές ώρες πριν την άνοδο στο ύψος, το N_2 αποβάλλεται από τον οργανισμό και η PAO_2 είναι ίση με την πίεση του περιβάλλοντος μείον την P_{H_2O} και μείον την $PACO_2$. Επειδή συνήθως η αναπνοή 100% O_2 γίνεται μόνο επί 5 έως 120 λεπτά και ο κυψελιδικός αέρας περιέχει ένα ποσό αζώτου, η PAO_2 είναι κατά 3-5mmHg μικρότερη από την προβλεπόμενη. Εφόσον η παραγωγή και η αποβολή του CO_2 είναι σταθερή, η μεταβολή της PAO_2 με το ύψος είναι ανάλογη της περιβαλλοντικής πίεσης. Σε ύψος περίπου 33.000 πόδια η PAO_2 είναι 103mmHg, όση κατά την αναπνοή ατμοσφαιρικού αέρα στο επίπεδο της θάλασσας. Σε ύψος 39.000 πόδια είναι 60-65mmHg, όση κατά την αναπνοή ατμοσφαιρικού αέρα στα 10.000 πόδια. Από το ύψος αυτό και μετά η υποξία διεγείρει το αναπνευστικό κέντρο και ο πνευμονικός αερισμός αυξάνει με αποτέλεσμα να

μειώνεται η $PACO_2$. Για κάθε 1mmHg μείωση της $PACO_2$ προκαλείται ίση αύξηση της PAO_2 . Έτσι στα 43.000 πόδια η $PACO_2$ μειώνεται στα 30mmHg και η PAO_2 είναι περίπου 43-45mmHg αντί 35mmHg που θα ήταν αν η $PACO_2$ παρέμενε στα 40mmHg. Ο όρος «φυσιολογικά ισοδύναμο ύψος» επί αναπνοής 100% O_2 είναι το ύψος στο οποίο το άτομο θα είχε την ίδια PAO_2 αν ανέπνεε αέρα. Η έννοια αυτή έχει ιδιαίτερη αξία κατά το σχεδιασμό προστατευτικών κατά της υποξίας συσκευών.

Πίνακας 2-2: Μέση τιμή της πίεσεως των κυψελιδικών αερίων σε 30 καθήμενα άτομα μετά 10-20 λεπτά έκθεσης σε ύψος υπό αναπνοή ατμοσφαιρικού αέρα (\pm SD)

Ύψος (πόδια)	PO_2 αναπνεόμενου αέρα (mmHg)	PO_2 κυψελιδικού αέρα (mmHg)	PCO_2 κυψελιδικού αέρα (mmHg)
0	151	103 (\pm 5,5)	39 (\pm 2,5)
8.000	108	64 (\pm 5)	38,5 (\pm 2,6)
15.000	80	44,7 (\pm 5)	30,5 (\pm 2,7)
18.000	69	39,5 (\pm 4,2)	28 (\pm 2,5)
20.000	63	36,5 (\pm 4)	26,5 (\pm 2,5)
22.000	57	33,2 (\pm 3)	25 (\pm 2,6)
25.000 *	49	30	22

*Μετά 3'-5' έκθεσης στο ύψος

Όταν σε ένα δεδομένο ύψος η σύνθεση του εισπνεόμενου αέρα αλλάξει και από υψηλής περιεκτικότητας σε O_2 γίνει ατμοσφαιρικός, η PAO_2 πέφτει προοδευτικά καθώς η συγκέντρωση του N_2 στον κυψελιδικό αέρα αυξάνει προοδευτικά στο 79-80%. Στην αρχική φάση αυτής της διαδικασίας η PO_2 στον εισπνεόμενο αέρα είναι συχνά μικρότερη από την PO_2 στο αίμα που επιστρέφει στους πνεύμονες. Έτσι O_2 διαφεύγει από το σώμα και αποβάλλεται στο περιβάλλον με την εκπνοή. Ο ρυθμός με τον οποίον μειώνεται η PAO_2 είναι ανάλογος του πνευμονικού αερισμού αλλά συνήθως νέα ισορροπία επιτυγχάνεται σε 2-3 λεπτά από την ελάττωση του O_2 στον αναπνεόμενο αέρα. Κατά την ταχεία αποσυμπίεση της καμπίνας σε όσα α/φ διαθέτουν καμπίνα συμπίεσης, η αιφνίδια πτώση της περιβαλλοντικής πίεσης προκαλεί εξίσου ταχεία πτώση της πίεσης στον κυψελιδικό αέρα. Η μερική πίεση του O_2 και του CO_2 μειώνονται σε σημαντικό βαθμό. Ο βαθμός της μείωσης εξαρτάται από το είδος του αέρα που ανέπνεε το άτομο πριν την εκτόνωση και από τον λόγο της περιβαλλοντικής πίεσης πριν και μετά την εκτόνωση. Π.χ μια ταχεία μείωση της πίεσης καμπίνας από 8.000 πόδια στα 40.000 πόδια εντός 1,6 sec θα οδηγήσει σε πτώση της PAO_2 από 65mmHg σε περίπου 15mmHg. Οξυγόνο θα διαφύγει από το αίμα στο περιβάλλον και για όσο διάστημα το άτομο θα αναπνέει αέρα η PAO_2 θα παραμένει κάτω των 18mmHg. Επίσης η $PACO_2$ θα μειωθεί ταχύτατα μέχρι 10mmHg. Επειδή όμως ο οργανισμός έχει αποθέματα διπανθρακικού, CO_2 θα αποβληθεί από τους ιστούς στον κυψελιδικό αέρα και η $PACO_2$ θα ανέβει στα 25-30mmHg εντός 30 sec. Αν δοθεί αμέσως 100% O_2 η PAO_2 θα ανέβει στην αρχή γρήγορα και στη συνέχεια βραδύτερα για να φτάσει τα 60mmHg σε περίπου 30-40 sec. Βέβαια όσο μεγαλύτερο το τελικό ύψος και όσο περισσότερο καθυστερήσει η χορήγηση 100% O_2 τόσο μεγαλύτερη θα είναι η υποξία. Εάν πριν την αποσυμπίεση γινόταν αναπνοή 100% O_2 η πτώση θα ήταν μικρότερη. Έτσι στο παράδειγμά μας η PAO_2 δε θα πέσει κάτω των 60mmHg σε καμία στιγμή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΥΠΟΞΙΑ

ΤΑΞΟΣ (ΥΙ) ΗΛΙΑΣ ΧΕΙΜΩΝΑΣ

Ορισμός. Η ανεπαρκής παροχή O_2 στους ιστούς για τις μεταβολικές τους ανάγκες λέγεται υποξία. Ο άνθρωπος είναι ευαίσθητος στην υποξία. Η έλλειψη O_2 προκαλεί διαταραχές σε όλες σχεδόν τις λειτουργίες του οργανισμού και τελικά προκαλεί το θάνατο.

Κατάταξη. Ανάλογα με το μηχανισμό πρόκλησης διακρίνονται 4 τύποι υποξίας :

Υποξική υποξία Είναι αποτέλεσμα μείωσης της μερικής πίεσης του O_2 στο αρτηριακό αίμα και συνεπώς και στο τριχοειδικό. Η αιτιολογία περιλαμβάνει τη μείωση της PO_2 στον αναπνεόμενο αέρα, όπως κατά την άνοδο σε ύψος (υποβαρική υποξία) και τη δηλητηρίαση με CO_2 , τον υποαερισμό λόγω παράλυσης των αναπνευστικών μυών, απόφραξης των αεροφόρων οδών ή ατελεκτασίας (συμπεριλαμβανομένης της οφειλόμενης στα G), τον κυψελιδοτριχοειδικό αποκλεισμό λόγω πνευμονικού οιδήματος ή πνευμονικής ίνωσης και την ανομοιομερή κατανομή αιμάτωσης και αερισμού λόγω χρόνιας βρογχίτιδας, εμφυσήματος κ.λ.π.

Αναιμική υποξία Είναι αποτέλεσμα μείωσης της μεταφορικής ικανότητας του αίματος για O_2 όπως συμβαίνει σε αναιμίες, αιμοσφαιρινοπάθειες και σε δέσμευση της υπάρχουσας αιμοσφαιρίνης όπως στη δηλητηρίαση με CO. Η μερική PO_2 είναι φυσιολογική αλλά η ποσότητα του O_2 που μεταφέρεται από το αίμα είναι ανεπαρκής.

Ισχαιμική ή κυκλοφορική ή εκ στάσεως υποξία Είναι αποτέλεσμα ανεπαρκούς ροής του αίματος στους ιστούς, ενώ η PO_2 στον κυψελιδικό αέρα και η περιεκτικότητα του O_2 στο αρτηριακό αίμα είναι φυσιολογική. Οφείλεται σε απόφραξη των αγγείων (όπως σε αρτηριοπάθειες), σε σπασμό (όπως στην έκθεση των άκρων σε ψύχος), σε καρδιακή και σε κυκλοφορική ανεπάρκεια (όπως σε αγγειοκινητική συγκοπή).

Ιστοτοξική υποξία Είναι αποτέλεσμα αδυναμίας χρησιμοποίησης του O_2 από τους ιστούς λόγω διαταραχής των ενζύμων της αναπνευστικής λειτουργίας. Παράδειγμα είναι η δηλητηρίαση με υδροκυάνιο, το οποίο δεσμεύει την κυτοχρωμοξειδάση των μιτοχονδρίων. Η οξυγόνωση του αίματος και η αιμάτωση των ιστών είναι φυσιολογικές και γι' αυτό το χρώμα του δέρματος και των βλεννογόνων είναι ζωηρά ερυθρό (δεν παρατηρείται ποτέ κυάνωση σε αυτόν τον τύπο της υποξίας)

Στην πτήση τη μεγαλύτερη σημασία έχει η **υποβαρική υποξία** ή **υποξία του ύψους**. Οφείλεται στη μείωση της PO_2 στον αναπνεόμενο και τον κυψελιδικό αέρα όπως περιγράφεται στα προηγούμενα κεφάλαια. Στο παρελθόν η έλλειψη O_2 στις πτήσεις κόστισε πολλές ζωές και αεροσκάφη τόσο στις πολεμικές αεροπορίες όσο και στην πολιτική αεροπορία. Σήμερα η πρόοδος που έχει επιτευχθεί στα συστήματα παροχής O_2 και στην τεχνολογία της καμπίνας συμπίεσης έχει μειώσει τα μέγιστα τις περιπτώσεις υποξίας. Παρόλα αυτά περιστατικά υποξίας συμβαίνουν ακόμη και συνεχής εγρήγορση και επαγρύπνηση είναι απαραίτητες.

Αιτιολογία Οι κύριες αιτίες της υποξίας στην πτήση είναι :

Άνοδος στο ύψος χωρίς χρήση O_2 .

Βλάβη του συστήματος παροχής O_2 σε οποιοδήποτε σημείο και αδυναμία του να παρέχει O_2 με την απαιτούμενη πίεση ή περιεκτικότητα.

Αποσυμπίεση της καμπίνας σε μεγάλο ύψος.

Σε μια μελέτη των αιτιών της υποξίας σε μια πολεμική αεροπορία επί 8 έτη προέκυψε ότι σχεδόν τα μισά περιστατικά συνέβησαν σε εκπαιδευόμενους χειριστές. Το 10% αυτών ξέχασε να ανοίξει τη ροή O_2 . Στο 6% των περιπτώσεων η υποξία οφειλόταν σε βλάβες του ρυθμιστή, στο 22% σε βλάβη του συστήματος ενώ ο ρυθμιστής να έδινε τη σωστή συγκέντρωση O_2 , στο 11% σε κακή σύνδεση του σωλήνα μεταξύ ρυθμιστή και μάσκας, στο 22% σε κακή εφαρμογή της μάσκας, στο

7% σε κακή λειτουργία των βαλβίδων, στο 20% σε απώλεια συμπίεσης της καρπίννας και στο 2% σε άλλες αιτίες.

Η μείωση της PO₂ στον κυψελιδικό αέρα οδηγεί στη μείωση της PO₂ στο αρτηριακό αίμα, στη μείωση του κορεσμού της αιμοσφαιρίνης και στη μείωση της ποσότητας του O₂ που μεταφέρεται στους ιστούς. Η PO₂ του αρτηριακού αίματος στην ηρεμία είναι περίπου 8mmHg χαμηλότερη από την κυψελιδική PO₂. Οι τυπικές τιμές των αερίων στο αρτηριακό αίμα σε διάφορα ύψη, με αναπνοή ατμοσφαιρικού αέρα μέχρι τα 20.000 πόδια και 100% O₂ μέχρι τα 43.000 πόδια, φαίνονται στον πίνακα 3-1.

Πίνακας 3-1. Τιμές αερίων και κορεσμός της Hb σε οξυγόνο σε άτομα εκτεθειμένα σε ύψος. Μέχρι 20.000 πόδια με αναπνοή αέρα και από 33.000 πόδια με αναπνοή 100% O₂

Ύψος	Αρτηριακό PO ₂ (mmHg)	Αρτηριακό PCO ₂ (mmHg)	Ποσό O ₂ (ml) ανά 100ml αίματος (STPD)	Κορεσμός O ₂ (%)
0	95	40	20,5	97
8.000	56	38	18,8	93
12.000	43	35	16,9	84
15.000	37	30	15,7	78
18.000	32	28	14,5	72
20.000	29	26	13,2	66
Αναπνοή 100% O ₂				
33.000	95	40	20,5	97
40.000	45	38	16,9	84
43.000	36	30	15,4	70

Παρατηρούμε ότι ο κορεσμός μέχρι τα 8.000 πόδια μειώνεται μόνο κατά 4% αν και η PO₂ στο αρτηριακό αίμα μειώνεται κατά 39 mmHg. Αυτό οφείλεται στη σιγμοειδή μορφή της καμπύλης διαχωρισμού της αιμοσφαιρίνης.

Στην κόπωση η ταχύτητα του αίματος αυξάνει και ο χρόνος που παραμένει το αίμα στα τριχοειδή του αίματος βραχύνεται, με αποτέλεσμα η διαφορά PO₂ μεταξύ κυψελιδικού αέρα και αρτηριακού αίματος να μεγαλώνει και να φτάνει τα 16-20mmHg. Για το λόγο αυτό η υποξία είναι μεγαλύτερη στην άσκηση πέραν του ότι οι ανάγκες των ιστών σε O₂ αυξάνονται.

Συμπτώματα υποξίας. Τα συμπτώματα της υποξίας προέρχονται από το κυκλοφορικό, το αναπνευστικό και το κεντρικό νευρικό σύστημα. Η καρδιακή συχνότητα (ΚΣ) αρχίζει να αυξάνει από τα 6.000-8.000 πόδια. Στα 15.000 πόδια η αύξηση είναι περίπου 10-15% και στα 20.000 πόδια 20-25%. Στα 25.000 πόδια διπλασιάζεται. Ο κατά λεπτό όγκος αίματος (ΚΛΟΑ) αυξάνει, ενώ ο όγκος παλμού (το ποσό του αίματος που εξωθείται από την καρδιά σε κάθε συστολή) παραμένει σταθερός. Κατά την άσκηση σε μεγάλο υψόμετρο η αύξηση της ΚΣ και του ΚΛΟΑ είναι μεγαλύτερη για κάθε ύψος. Η μέγιστη κατανάλωση O₂ και η ικανότητα παραγωγής έργου μειώνονται στο ύψος. Στα 15.000 πόδια η κατανάλωση O₂ πέφτει στο 70% του επιπέδου της θάλασσας. Η συχνότητα και το βάθος των αναπνευστικών κινήσεων αυξάνονται με αποτέλεσμα αύξηση του πνευμονικού αερισμού. Ο υπεραερισμός προκαλεί υποκαπνία (μείωση της PCO₂ στον κυψελιδικό αέρα και στο αρτηριακό αίμα).

Τα σοβαρότερα συμπτώματα όμως προέρχονται από το Κ.Ν.Σ. και έχουν μικτή αιτιοπαθογένεια : μερικά προέρχονται από τη μειωμένη παροχή O₂ στα νευρικά κύτταρα και άλλα οφείλονται στην υποκαπνία. Μερικά είναι πρήξιμο και συγκεκαλυμμένα έτσι που ο πάσχων από την υποξία δεν τα αντιλαμβάνεται, άλλα

είναι περισσότερο εμφανή και εμφανίζονται αργότερα σε βαρύτερη υποξία. Τα αρχικά συμπτώματα περιλαμβάνουν διαταραχές της όρασης (ελάττωση της φωτεινότητας των αντικειμένων, μείωση της οπτικής οξύτητας σε χαμηλό φωτισμό, ελάττωση της νυκτερινής – σκοτοπικής όρασης και μείωση της περιφερικής όρασης), διαταραχές των ψυχοκινητικών λειτουργιών (αύξηση του χρόνου αντίδρασης και της συνεργασίας οφθαλμών-χειρός) και διαταραχές των γνωστικών λειτουργιών (ελάττωση της μνήμης). Σε βαρύτερη υποξία τα συμπτώματα είναι εμφανή και περιλαμβάνουν διαταραχές της προσωπικότητας (το άτομο μπορεί να νοιώθει ευφορία ή αγαλλίαση ή αντίθετα ανησυχία και φόβο), διαταραχές της κρίσης και σωστής εκτίμησης, απώλεια της αυτοκριτικής, απώλεια της μνήμης, αδυναμία μαθηματικών υπολογισμών και ασυνεργία κινήσεων. Ακολουθούν αισθητικές διαταραχές και διαταραχές της συνειδήσεως. Σε βαρύτερες καταστάσεις ακολουθεί απώλεια της συνείδησης και θάνατος.

Η κυάνωση των βλεννογόνων και των ονύχων παρατηρείται όταν το ποσό της αναγμένης αιμοσφαιρίνης (Hb που δεν είναι συνδεδεμένη με O₂) υπερβαίνει τα 5gr. Σε ποσοστό 20% των ατόμων που εμφανίζουν υποξία συμβαίνει αγγειοκινητική συγκοπή δηλαδή πτώση της αρτηριακής πίεσης (λόγω αγγειοδιαστολής) και βραδυκαρδία που οδηγούν σε ανοξαιμία του εγκεφάλου και απώλεια συνείδησης.

Τα συμπτώματα της υποκαπνίας περιλαμβάνουν ζάλη, αιμωδίες και παραισθησίες (κυρίως στο πρόσωπο, περιστοματικά και στα άκρα), αίσθημα ανησυχίας, νευρομυϊκή διέγερση και σπασμό του καρπού και του πέλματος. Τα συμπτώματα διαφέρουν από άτομο σε άτομο όπως διαφέρει και το ύψος στο οποίο κάθε άτομο εμφανίζει τα συμπτώματα. Φαίνεται όμως ότι η κλινική εικόνα και τα συμπτώματα είναι σταθερά κάθε φορά στο ίδιο άτομο. Αυτό έχει χρησιμότητα γιατί μπορούν να εκπαιδευτούν οι χειριστές να αναγνωρίζουν τα συμπτώματά τους και να αντιλαμβάνονται τυχόν υποξία πριν εμφανιστεί διαταραχή συνείδησεως.

Η ταχύτητα και η σειρά με την οποία εμφανίζονται τα συμπτώματα εξαρτώνται από το ρυθμό ανόδου στο ύψος και το τελικό ύψος (ρυθμό και επίπεδο πτώσης της PO₂). Πέραν αυτών διάφοροι εξωτερικοί παράγοντες επηρεάζουν την βαρύτητα αλλά και την κλινική εικόνα της υποξίας. Τέτοιοι παράγοντες είναι:

Φυσική δραστηριότητα: η άσκηση επιδεινώνει τα συμπτώματα και τα σημεία της υποξίας.

Θερμοκρασία του περιβάλλοντος: Το κρύο μειώνει την αντοχή στην υποξία, λόγω του αυξημένου μεταβολισμού που είναι απαραίτητος για να διατηρηθεί σταθερή η θερμοκρασία σώματος.

Συνοπάρχουσα νόσηση: Ομοίως αυξάνει τις μεταβολικές ανάγκες και την ευαισθησία στην υποξία.

Λήψη φαρμάκων, συμπεριλαμβανομένου του οινόπνεύματος. Τέτοιες ουσίες έχουν δράση στο κεντρικό νευρικό σύστημα παρόμοιες με την υποξία και έτσι επιδεινώνουν την κλινική εικόνα.

Κάπνισμα: Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO) δεσμεύει ένα ποσοστό 3-5% της Hb σε μη αναστρέψιμη χημική μορφή, την ανθρακυλαιμοσφαιρίνη. Η ανθρακυλαιμοσφαιρίνη αφ' ενός δεν έχει καμία δυνατότητα μεταφοράς οξυγόνου και αφ' ετέρου μετατοπίζει την σιγμοειδή καμπύλη διαχωρισμού της Hb προς τα αριστερά με δυσμενή για την απόδοση O₂ στους ιστούς αποτέλεσμα. Το CO έχει 250 φορές μεγαλύτερη χημική συγγένεια με την Hb από ότι το O₂.

Χρόνος ωφέλιμης συνείδησης Ο μεγαλύτερος κίνδυνος της υποξίας είναι η διαταραχή της συνείδησεως με αποτέλεσμα την αδυναμία διακυβέρνησης του αεροσκάφους και την πρόκληση αεροπορικού ατυχήματος. Ο χρόνος που μεσολαβεί από τη στιγμή της μείωσης της PO₂ στον αναπνεόμενο αέρα μέχρι τη στιγμή που ο χειριστής χάνει την ικανότητα να ενεργήσει και να διορθώσει την δυσχερή κατάσταση στην οποία βρίσκεται, λέγεται **χρόνος ωφέλιμης συνείδησης**. Είναι απαραίτητο να γνωρίζει ο χειριστής τη διάρκεια του χρόνου ωφέλιμης συνείδησης ώστε εγκαίρως να αντιδρά πριν καταστεί ανίκανος. Ο χρόνος είναι τόσο βραχύτερος όσο μεγαλύτερο το ύψος, υπάρχουν όμως μεγάλες διαφορές από άτομο σε άτομο. Στον **πίνακα 3-2**

φαίνονται οι μέσες τιμές και οι σταθερές αποκλίσεις του χρόνου ωφέλιμης συνείδησης, σε διάφορα ύψη, 50 ατόμων καθημένων σε θάλαμο χαμηλής πίεσεως από τη στιγμή της αλλαγής του εισπνεόμενου αερίου από O₂ σε ατμοσφαιρικό αέρα.

Πίνακας 3-2. Χρόνος ωφέλιμης συνείδησης σε δευτερόλεπτα

Ύψος	Μέση Τιμή	SD
25.000	270	96
26.000	220	87
27.000	201	49
28.000	181	47
30.000	145	45
32.000	106	23
34.000	84	17
36.000	71	16

Οι μεγάλες τιμές της σταθερής απόκλισης στα χαμηλότερα ύψη, υποδηλώνουν τις μεγάλες ατομικές διαφορές. Οι διαφορές οφείλονται σε πολλούς παράγοντες, όπως η γενική φυσική κατάσταση του ατόμου, η ηλικία, ο βαθμός εκπαίδευσης, προηγούμενη εμπειρία υποξίας και η αναπνευστική ανταπόκριση στην υποξία. Όταν η υποξία οφείλεται σε ταχεία αποσυμπίεση ο χρόνος ωφέλιμης συνείδησης είναι βραχύτερος από αυτόν που οφείλεται σε προοδευτική άνοδο σε ύψος. Επίσης το κρύο και η σωματική δραστηριότητα βραχύνουν τον χρόνο.

Κλινική εικόνα της υποξίας: Για περιγραφικούς και εκπαιδευτικούς λόγους μπορούμε να διακρίνουμε 4 στάδια υποξίας, ανάλογα με το ύψος στο οποίο εκτίθεται ο χειριστής κατά την βραδεία άνοδο.

Αδιάφορο στάδιο: Μέχρι τα 10.000 πόδια με αναπνοή ατμοσφαιρικού αέρα και μέχρι περίπου 39.000 πόδια με αναπνοή O₂. Το άτομο δεν έχει συμπτώματα όταν είναι σε ηρεμία. Όμως η νυκτερινή όραση (προσαρμογή στο σκοτάδι) μειώνεται και η εκτέλεση καθηκόντων στα οποία ο χειριστής δεν έχει εκπαιδευτεί στο παρελθόν παρουσιάζει δυσκολίες.

Αντιρροπιστικό στάδιο: από 10.000 μέχρι 15.000 πόδια με αναπνοή αέρα και από 39.000 σε 42.500 πόδια με αναπνοή O₂. Το άτομο, όταν είναι σε ηρεμία, εξακολουθεί να μην παρουσιάζει σημεία υποξίας και ουσιαστικά δεν νοιώθει συμπτώματα. Παρουσιάζει όμως ταχυκαρδία και υπέρπνοια σε μία προσπάθεια να αντιρροπίσει την υποξία. Η ικανότητα για εκτέλεση σύνθετων καθηκόντων που χρειάζονται εμπειρία μειώνεται, αν και ο χειριστής δεν αντιλαμβάνεται αυτή την αδυναμία του (πράγμα που καθιστά την κατάσταση επικίνδυνη). Μακρά παραμονή στα 15.000 πόδια με ατμοσφαιρικό αέρα προκαλεί συχνά έντονη κεφαλαλγία. Η υποξία επιδεινώνεται από τη φυσική δραστηριότητα και τις ακραίες θερμοκρασίες.

Στάδιο διαταραχών: από 15.000 μέχρι 20.000 πόδια με αναπνοή ατμοσφαιρικού αέρα και από 42.500 μέχρι 45.000 πόδια με αναπνοή O₂. Στο στάδιο αυτό οι αντιρροπιστικοί μηχανισμοί δεν επαρκούν και το άτομο παρουσιάζει συμπτώματα και σημεία ακόμη και στην ηρεμία. Είναι δυνατό να εμφανίσει κυάνωση και πάντοτε έχει υπέρπνοια και ταχυκαρδία. Τα σοβαρότερα όμως συμπτώματα είναι από το κεντρικό νευρικό σύστημα. Οι ανώτερες πνευματικές λειτουργίες και ο νευρομυϊκός έλεγχος επηρεάζονται σοβαρά και κυρίως επέρχεται απώλεια του κριτικού ελέγχου και της δύναμης της θέλησης. Λόγω της απώλειας της αυτοκριτικής το άτομο δεν συνειδητοποιεί την επιδείνωση στην εκτέλεση των καθηκόντων του και μπορεί να μην αντιληφθεί καν ότι έχει πάθει υποξία. Η σκέψη επιβραδύνεται οι μαθηματικοί υπολογισμοί είναι αναξιόπιστοι και η ψυχοκινητική λειτουργία εμφανίζει αδρές διαταραχές. Η γραφή γίνεται δυσανάγνωστη και η εκτέλεση λεπτών κινήσεων

αδύνατη. Η αίσθηση της αφής και της όρασης διαταράσσεται. Η περιφερική όραση περιορίζεται και η αντίληψη της φωτεινότητας μειώνεται. Το φαινόμενο αυτό το συνειδητοποιεί συνήθως το άτομο όταν αποδράμει η υποξία, ως αύξηση της έντασης του φωτός. Η ακοή διατηρείται μέχρι αργά στην πρόοδο της υποξίας. Η ψυχική κατάσταση αλλάζει σοβαρά. Μπορεί να υπάρξει άρση των αναστολών και το άτομο νοιώθει ευφορία και αγαλλίαση ή αντίθετα μπορεί να γίνει εριστικό και δύσθυμο. Μερικές φορές μπορεί να γίνει επιθετικό. Γενικά η κατάσταση μοιάζει με τη μέθη από οινόπνευμα. Το άτομο νοιώθει κεφαλαλγία, ζάλη, υπνηλία και κόπωση. Παράλληλα εμφανίζονται τα συμπτώματα της υποκαπνίας από τον υπεραερισμό που πάντα συνοδεύει την υποξία εξ ύψους. Μερικές φορές τα συμπτώματα αυτά προέχουν και είναι “βαρύ κεφάλι”, οπτικές διαταραχές, παραισθησίες του προσώπου και των άκρων, περιστοματική αιμωδία και, σε σοβαρές περιπτώσεις, τετανία. Η φυσική άσκηση επιδεινώνει την βαρύτητα των εκδηλώσεων της υποξίας.

Κρίσιμο στάδιο: Πάνω από 20.000 πόδια με αναπνοή αέρα και πάνω από 45.000 πόδια με αναπνοή O_2 . Το άτομο παρουσιάζει επιδείνωση των συμπτωμάτων που περιγράφηκαν ανωτέρω. Οι πνευματικές λειτουργίες χειροτερεύουν γρήγορα και εμφανίζεται απώλεια της συνείδησης με ελάχιστη ή και με καθόλου προειδοποίηση. Μυοκλονίες μπορεί να προηγούνται της απώλειας συνείδησης και γενικευμένοι σπασμοί μπορεί να ακολουθούν. Οι σπασμοί είναι χαρακτηριστικοί και προκαλούν οπισθότονο. Ο θάνατος ακολουθεί αν δεν διορθωθεί αμέσως η υποξία.

Θεραπεία της υποξίας και το παράδοξο του οξυγόνου Η θεραπεία της υποξίας γίνεται με χορήγηση οξυγόνου 100%, εφ’ όσον είναι δυνατόν υπό πίεση, και με διατήρηση του ρυθμού των αναπνοών σε 12-16 ανά λεπτό, για να αντιμετωπισθεί παράλληλα και ο υπεραερισμός. Εάν η αναπνοή έχει σταματήσει χρειάζεται καρδιοαναπνευστική ανάνηψη. Ο χειριστής που θα αντιληφθεί συμπτώματα υποξίας πρέπει να ελέγξει αμέσως όλο το σύστημα παροχής O_2 , να αυξήσει την περιεκτικότητα του αναπνεόμενου αέρα σε O_2 και να κατέβει σε ασφαλές ύψος, κάτω των 10.000 ποδών εφ’ όσον είναι δυνατόν. Η ανάνηψη από την υποξία μετά τη χορήγηση O_2 είναι συνήθως ταχεία και πλήρης. Επίσης το ίδιο συμβαίνει αν αυξηθεί η περιβαλλοντική πίεση, οπότε αποκαθίσταται η PO_2 του κυψελιδικού αέρα στα φυσιολογικά επίπεδα. Μία κεφαλαλγία όμως μπορεί να επιμένει για μερικό διάστημα, όταν η υποξία ήταν παρατεταμένη.

Σε μερικά άτομα η αιφνίδια αποκατάσταση της κυψελιδικής PO_2 στα φυσιολογικά επίπεδα μπορεί να επιδεινώσει παροδικά τα συμπτώματα της υποξίας για 15-16 δευτερόλεπτα. Συνήθως πρόκειται για ήπια συμπτώματα όπως έξαψη στο πρόσωπο και στα χέρια και ίσως επιδείνωση της εκτέλεσης σύνθετων καθηκόντων. Σπάνια όμως μπορούν να εμφανισθούν σπασμοί και απώλεια συνειδήσεως. Η αιτιολογία του φαινομένου αυτού που λέγεται “**παράδοξο του οξυγόνου**” είναι άγνωστη. Συμβαίνει κυρίως σε άτομα που είχαν υποκαπνία μαζί με την υποξία και ακολουθείται από μία περίοδο χαμηλής αρτηριακής πίεσης. Έτσι η υπόταση σε συνδυασμό με την υποκαπνία που ως γνωστό προκαλεί σπασμό των αγγείων του εγκεφάλου, πιθανώς να επιδεινώσει την εγκεφαλική υποξία για βραχύ διάστημα. Πάντως η χορήγηση του οξυγόνου πρέπει να συνεχίζεται παρά την παροδική επιδείνωση της κλινικής εικόνας.

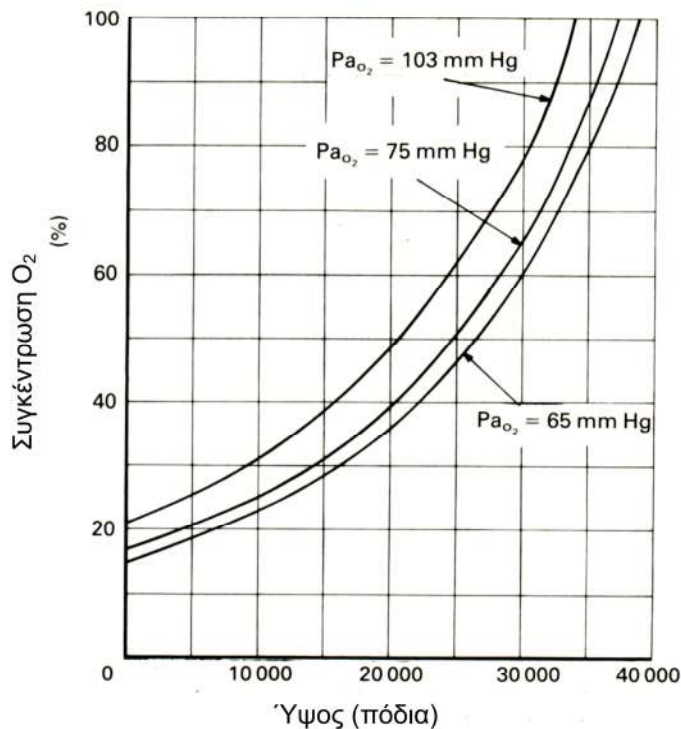
Πρόληψη της υποξίας Η πρόληψη της υποξίας μπορεί να γίνει με δύο τρόπους:

Με τη δημιουργία τεχνητής πίεσης στην καμπίνα του αεροσκάφους ώστε ο χειριστής να μην εκτίθεται σε χαμηλή ατμοσφαιρική πίεση και

Με την αύξηση της συγκέντρωσης και συνεπώς της μερικής πίεσης του O_2 στον αναπνεόμενο αέρα.

Η καμπίνα συμπίεσης θα αναλυθεί σε επόμενο κεφάλαιο. Εδώ θα αναφερθεί η χρήση οξυγόνου στις πτήσεις. Ο εφοδιασμός του αεροσκάφους με O_2 χρησιμεύει εκτός από την πρόληψη της υποξίας και για την αντιμετώπιση τυχόν μόλυνσης του αέρα της καμπίνας του αεροσκάφους με τοξικά αέρια.

Μέχρι ύψος 33.000 ποδών είναι δυνατόν να διατηρείται η μερική πίεση O_2 στον κυψελιδικό αέρα ίση με αυτήν στο επίπεδο της θάλασσας, με την αύξηση της περιεκτικότητας του αναπνεόμενου αέρα σε O_2 . Στα 33.000 πόδια η ατμοσφαιρική πίεση είναι 196mmHg. Δεδομένου ότι οι υδρατμοί έχουν πάντα μερική πίεση 47mmHg και το CO_2 40mmHg και επειδή πάντοτε υπάρχει λίγο N_2 στον οργανισμό που αποβάλλεται στον κυψελιδικό αέρα (εκτός εάν το άτομο αναπνέει 100% επί αρκετές ώρες, πράγμα ασύνηθες) και το οποίο έχει μία μερική πίεση 3-5 mmHg μένουν 103mmHg για το O_2 , όσο στην επιφάνεια της θάλασσας. Πάνω από αυτό το ύψος η PO_2 μειώνεται ακόμη και με 100% O_2 . Πάνω από 40.000 πόδια για να προληφθεί σοβαρή υποξία το οξυγόνο πρέπει να χορηγείται με πίεση υψηλότερη της περιβαλλοντικής, με **θετική** δηλαδή πίεση. Η ποσοστιαία συγκέντρωση του O_2 στον αναπνεόμενο αέρα για να διατηρήσει την επιθυμητή PO_2 στον κυψελιδικό αέρα σε κάθε υψόμετρο μπορεί να υπολογισθεί και φαίνεται στην **εικόνα 3-1**. Εάν είναι επιθυμητό να διατηρείται η PO_2 στα 103mmHg (όση είναι στο έδαφος) η συγκέντρωση πρέπει να είναι μεγαλύτερη. Αν χαμηλότερη κυψελιδική PO_2 είναι επιθυμητή (δεδομένης της σιγμοειδούς μορφής της καμπύλης διαχωρισμού της οξυαιμοσφαιρίνης και της μικρής μόνο μείωσης του κορεσμού της Hb σε O_2) τότε η συγκέντρωση μπορεί να είναι χαμηλότερη. Έτσι στα 25.000 πόδια το αναπνεόμενο μίγμα αέρα πρέπει να έχει 63% O_2 για να διατηρήσει PO_2 στα 103mmHg και 41% O_2 για να διατηρήσει PO_2 στα 60mmHg. Κατ' αρχήν φαίνεται δελεαστικό να διατηρείται χαμηλότερη PO_2 για να γίνεται οικονομία στο O_2 . Όμως υπάρχουν δύο σοβαροί λόγοι για τους οποίους η διατήρηση υψηλού κυψελιδικού PO_2 είναι προτιμότερη. Πρώτον ακόμη και μικρού βαθμού υποξίας προκαλεί ένα βαθμό μείωσης της απόδοσης του χειριστού.



Εικόνα 3-1

Συγκέντρωση O_2 που χρειάζεται στον ξηρό αναπνεόμενο αέρα σε κάθε ύψος για διατήρηση κυψελιδικής πίεσης O_2 [Pa_{O_2} 103 mmHg (ισοδύναμο με αναπνοή αέρα στο επίπεδο της θάλασσας), 75 mmHg (ισοδύναμο με αναπνοή αέρα στα 5.000 πόδια) κα 65 mmHg (ισοδύναμο με αναπνοή αέρα στα 8.000 πόδια)].

Κυψελιδικό PO₂ 75mmHg μειώνει την ικανότητα ανάκλησης στη μνήμη πρόσφατα αποκτηθέντων γνώσεων και PO₂ 60mmHg επιφέρει σημαντική διαταραχή της απόδοσης που επιδεινώνεται με την άσκηση. Δεύτερον το όριο ασφαλείας είναι στενό για την περίπτωση δυσλειτουργίας κάποιου μέρους του συστήματος παροχής του O₂. Έτσι οι ελάχιστες συγκεντρώσεις O₂ που πρέπει ένα σύστημα παροχής να εξασφαλίζει σε κάθε ύψος είναι αυτές που φαίνονται στον **πίνακα 3-2**. Βέβαια τα συστήματα έχουν κάποιες ανοχές και πρέπει να προβλέπεται ένα ανώτατο όριο συγκέντρωσης O₂ για κάθε ύψος, όπως φαίνεται στον ίδιο πίνακα.

Πίνακας 3-2. Ελάχιστες και μέγιστες απαιτούμενες συγκεντρώσεις O₂ στο αναπνεόμενο μίγμα σε κάθε ύψος.

Ύψος (σε πόδια)	Συγκέντρωση O ₂ % σε ξηρό αέρα	
	Ελάχιστη	Μέγιστη
0	21	60
5.000	25	60
10.000	31	60
15.000	38	60
20.000	49	67
25.000	63	80
30.000	81	100
33.000	95	100
35.000	100	100
40.000	100	100

Η χορήγηση 100% O₂ από το έδαφος θα διευκόλυνε τους κατασκευαστές, αφού οι συσκευές που δίνουν πάντα 100% οξυγόνο είναι απλές, φθηνές και έχουν μικρότερη πιθανότητα να παρουσιάσουν βλάβη. Όμως η χορήγηση 100% O₂ έχει σοβαρά μειονεκτήματα:

Είναι αντιοικονομική γιατί κάνει σπατάλη O₂, αφού 100% οξυγόνο για πρόληψη υποξίας χρειάζεται μόνο πάνω από τα 33.000 πόδια (πίεση καμπίνας).

Μετά 12-16 ώρες συνεχούς αναπνοής προκαλεί οπισθοστερνική δυσφορία και βήχα, λόγω ερεθισμού των αναπνευστικών βλεννογόνων.

Αποβάλλει το N₂ από τον οργανισμό. Αποβολή του αζώτου από τον αέρα των κλειστών κοιλοτήτων, όπως του μέσου ωτός, και αντικατάσταση του με O₂ οδηγεί σε πτώση της πίεσης μέσα στις κοιλότητες αυτές σε επίπεδα χαμηλότερα από την περιβαλλοντική. Αποτέλεσμα είναι να εμφανίζεται αερωτίτιδα (πόνος στο αυτί και κώφωση) ή αεροκολπίτιδα μερικές ώρες μετά την προσγείωση. Αυτό οφείλεται στο ότι το O₂ απορροφάται από το αίμα που ρέει στα τριχοειδή των τοιχωμάτων.

Δημιουργεί ατελεκτασία εξ' επιταχύνσεων. Το φαινόμενο αυτό θα συζητηθεί στο κεφάλαιο των επιταχύνσεων.

Πρόληψή των ανωτέρω φαινομένων επιτυγχάνεται αν στο αναπνεόμενο μίγμα υπάρχει N₂ σε περιεκτικότητα τουλάχιστον 40%.

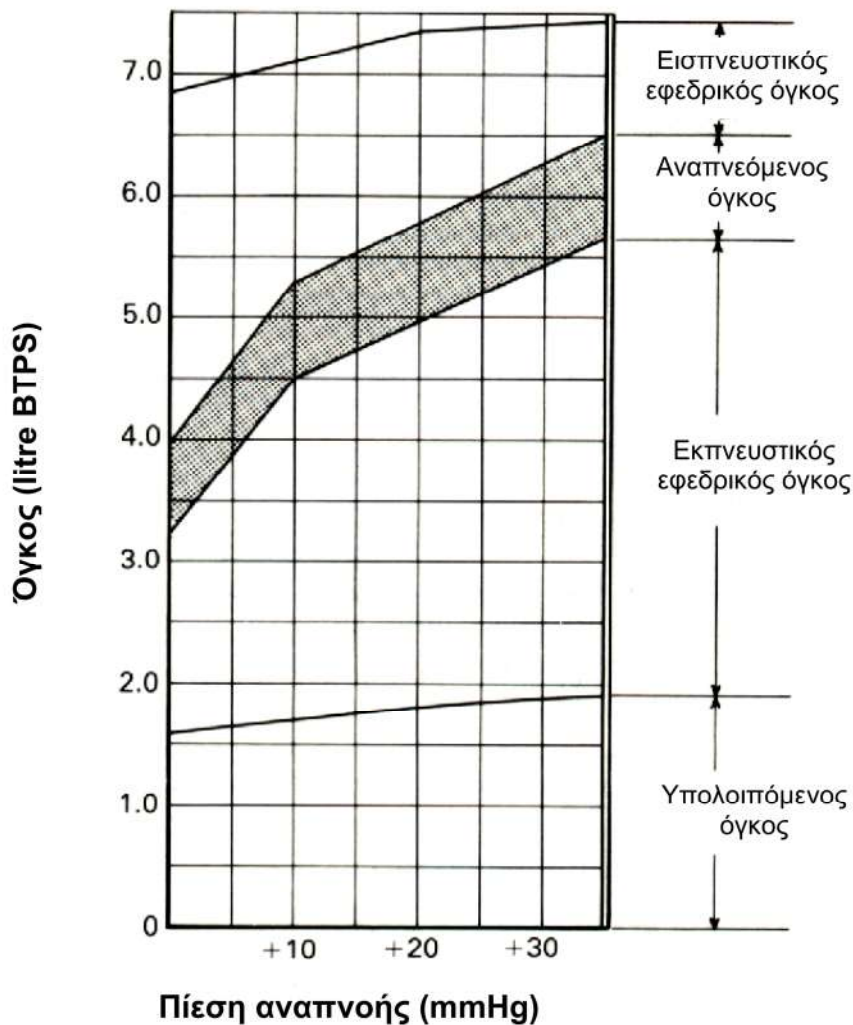
Πάνω από τα 40.000 πόδια, όπως προελέχθη, το O₂ πρέπει να χορηγείται υπό πίεση μεγαλύτερη από την περιβαλλοντική. Η απόλυτη πίεση που πρέπει να επιτυγχάνεται στους πνεύμονες εξαρτάται από το βαθμό της υποξίας που μπορεί να γίνει αποδεκτός. Οι περισσότερες συσκευές διατηρούν μία απόλυτη πίεση στο αναπνευστικό δένδρο μεταξύ 120 και 150mmHg. Με αυτή την πίεση επιτυγχάνεται κυψελιδική PO₂ μεταξύ 50-75 mmHg. Αλλά η θετική αναπνευστική πίεση έχει σοβαρά ανεπιθύμητα επακόλουθα και δεν μπορεί να αυξάνεται απεριόριστα. Τα ανεπιθύμητα αποτελέσματα μπορούν να διακριθούν για διδακτικούς λόγους σε αυτά που αφορούν την κεφαλή και το λαιμό, αυτά που αφορούν το αναπνευστικό δένδρο και αυτά που αφορούν το κυκλοφορικό σύστημα.

Όταν το οξυγόνο χορηγείται υπό πίεση με στοματορινική μάσκα μόνο μικρό μέρος του προσώπου υποστηρίζεται. Έτσι όταν η πίεση υπερβαίνει τα 10mmHg ο πυθμένας του στόματος, ο φάρυγγας και το τραχηλικό μέρος του οισοφάγου διατείνονται. Όταν η πίεση είναι μεγαλύτερη από 70mmHg προκαλείται σοβαρή δυσφορία που δεν γίνεται ανεκτή. Η ενδαγγειακή πίεση στα αγγεία των επιπεφυκώτων αυξάνεται με αποτέλεσμα ρήξη και δημιουργία αιματωμάτων. Αντίθετα τα αγγεία του αμφιβληστροειδούς μπορεί να συσπώνται, λόγω της υποκαπνίας. Ο ρινοδακρυϊκός πόρος ανοίγει και αέρας περνάει κατ' ευθείαν στους σάκους των επιπεφυκώτων, με αποτέλεσμα φλεβαρόσπασμο και παρεμπόδιση της όρασης. Η ευσταχιανή σάλπιγγα κανονικά παραμένει κλειστή και έτσι η πίεση στο μέσο ους παραμένει στο ύψος της περιβαλλοντικής. Αν όμως γίνει καταποτική κίνηση τότε η σάλπιγγα ανοίγει και ο αέρας υπό πίεση που εισέρχονται προκαλεί δυσφορία πόνο και κώφωση. Μερικές μάσκες χάνουν την στεγανότητά τους όταν η πίεση εντός αυτών υπερβαίνει κατά 25-30mmHg την περιβαλλοντική. Υπάρχουν όμως άλλες μάσκες με κυρτωμένο προς τα έξω χείλος και ειδική στήριξη που αντέχουν μέχρι και 100mmHg. Όμως ο άνθρωπος μπορεί να αντέξει 70-75mmHg μόνο για 1-2 λεπτά. Πίεση 30mmHg μπορεί να γίνει δεκτή με μάσκα για περίπου μισή ώρα. Για αποφυγή ή αντιμετώπιση των προβλημάτων αυτών χρησιμοποιούνται κράνη μέσα στα οποία δίδεται ίση πίεση με αυτήν της αναπνοής και έτσι υποστηρίζεται το στόμα, ο λαιμός και τα μάτια. Μερικά κράνη όμως δεν υποστηρίζουν τα αυτιά και έτσι δεν αυξάνουν την πίεση στους έξω ακουστικούς πόρους. Στις περιπτώσεις αυτές, αν χορηγηθούν πιέσεις 110-140mmHg προκαλείται ρήξη των αγγείων της τυμπανικής μεμβράνης και δημιουργείται αιμάτωμα.

Οι πνεύμονες και ο θώρακας διατείνονται με την θετική πίεση. Εάν οι πνεύμονες δεν υποστηρίζονταν από τον θωρακικό κλωβό θα πάθαιναν ρήξη όταν η ενδοπνευμονική πίεση υπερέβαινε τα 40-50mmHg. Με την υποστήριξη που παρέχει το θωρακικό τοίχωμα ενδοπνευμονική πίεση μέχρι 80mmHg γίνεται ανεκτή χωρίς πρόβλημα. Σε πίεση 80-100mmHg είναι δυνατόν το πνευμονικό παρέγχυμα να υποστεί ρήξη όταν οι εκπνευστικοί μύες είναι σε χάλαση. Τότε δημιουργείται πνευμοθώρακας και χειρουργικό εμφύσημα. Οι αναπνευστικοί μύες έχουν αρκετή δύναμη, ώστε στιγμιαία, όπως στο βήχα και το φτάρνισμα, μπορούν να δημιουργήσουν ενδοπνευμονικές πιέσεις μέχρι 300mmHg. Για περισσότερη όμως ώρα η δύναμή τους μειώνεται. Για 3 δευτερόλεπτα μπορούν να κρατήσουν πίεση 120mmHg. Πάντως η αναπνοή υπό θετική πίεση απαιτεί έντονη εκπνευστική προσπάθεια και προκαλεί σημαντική κόπωση. Εκπαιδευμένα άτομα μπορούν να αναπνέουν με πίεση 50mmHg για λίγη ώρα ενώ ασυνήθιστα άτομα δεν μπορούν να αντέξουν ούτε 30mmHg. Η θετική πίεση αυξάνει τον εκπνευστικό εφεδρικό όγκο και λιγότερο τον αναπνεύσιμο όγκο, με θυσία του εισπνευστικού εφεδρικού όγκου **(εικόνα 3-2)**. Επίσης αυξάνει τον πνευμονικό αερισμό και, αφού η παραγωγή CO₂ στον οργανισμό δεν υπάρχει λόγος να αυξηθεί, δημιουργείται πάντοτε υποκαπνία. Σε μερικά άτομα ο πνευμονικός αερισμός (αναπνεύσιμος όγκος Χ αναπνοές ανά λεπτό) διπλασιάζεται στην αναπνοή υπό θετική πίεση 30mmHg. Έτσι το PCO₂ μπορεί να μειωθεί μέχρι 25-30mmHg. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με την συνυπάρχουσα υποξία δημιουργεί σοβαρό πρόβλημα στην απόδοση του χειριστή. Η εφαρμογή αντισταθμιστικής πίεσης στο θωρακικό τοίχωμα είτε με στολή είτε με γιλέκο στο οποίο εφαρμόζεται πίεση αμβλύνει τα προβλήματα.

Οι κυκλοφορικές διαταραχές ποικίλουν, ανάλογα με το ύψος της θετικής πίεσεως και τη διάρκεια που εφαρμόζεται. Η ενδοθωρακική πίεση ασκείται στην καρδιά και τα μεγάλα αγγεία και αυξάνει τη διαστολική πίεση εντός αυτών σε ποσό ίσο με το ύψος της. Έτσι η πίεση στις ενδοθωρακικές φλέβες και το δεξιό κόλπο είναι μεγαλύτερη από την πίεση των εξωθωρακικών φλεβών, με αποτέλεσμα η φλεβική επιστροφή από τα μέλη αρχικώς να διακόπτεται και να αποκαθίσταται αργότερα, όταν η πίεση στα τριχοειδή αυξηθεί σημαντικά από τη συσσώρευση αίματος σε αυτά. Ακολουθεί εξαγγείωση υγρών στα άκρα με αποτέλεσμα ο αποτελεσματικός όγκος του αίματος να μειώνεται κατά 30% σε αναπνοή υπό θετική πίεση 30mmHg χωρίς

αντισταθμιστική πίεση στα κάτω άκρα. Η αρτηριακή πίεση αυξάνεται ως αποτέλεσμα εφαρμογής της ενδοθωρακικής πίεσης στην αριστερή κοιλία και την αορτή. Τέλος είναι δυνατόν να συμβεί συγκοπή και απώλεια συνείδησης με μηχανισμό όμοιο με αυτό της αφαιμάξης. Η πιθανότητα συγκοπής αυξάνει από την υποξία, την υποκαπνία, το άγχος, τη δυσφορία και τον πόνο, τυχόν συνυπάρχουσα λοίμωξη και από προηγούμενη κατανάλωση οινόπνευματος.



Εικόνα 3-2

Το αποτέλεσμα της αναπνοής υπό θετική πίεση στην ολική χωρητικότητα και στους πνευμονικούς όγκους.

Συμπερασματικά είναι δυνατόν ένας εκπαιδευμένος χειριστής να ανέβει για λίγη ώρα στα 50.000 πόδια με στοματορρινική μάσκα και οξυγόνο 100% υπό πίεση 50mmHg. Για να ανέβει στα 60.000 πόδια χρειάζεται αντισταθμιστική πίεση στην κεφαλή, το θώρακα και τα κάτω άκρα, κράνος, γιλέκο και αεροθαλάμους στα κάτω άκρα, όπως αυτοί της αντί-G στολής, για να αντέξει την απαραίτητη θετική πίεση αναπνοής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΥΠΕΡΑΕΡΙΣΜΟΣ

ΤΑΞΟΣ (ΥΙ) ΗΛΙΑΣ ΧΕΙΜΩΝΑΣ

Ορισμός. Όπως αναφέρθηκε στο κεφάλαιο της φυσιολογίας του αναπνευστικού, ο ρυθμός και το βάθος των αναπνοών (με άλλα λόγια ο πνευμονικός αερισμός) ρυθμίζονται από το CO₂, έτσι που η μερική πίεση του αερίου αυτού στον κυψελιδικό αέρα, στο αίμα και στους ιστούς να διατηρείται σταθερή. Έτσι όταν αυξάνεται ο μεταβολισμός των ιστών, όπως στην άσκηση ή στις λοιμώξεις και παράγεται μεγαλύτερη ποσότητα CO₂ αυξάνεται σε ανάλογο βαθμό και ο πνευμονικός αερισμός. Υπάρχουν όμως ορισμένες άλλες περιπτώσεις που ο πνευμονικός αερισμός αυξάνεται για άλλους λόγους, χωρίς να δικαιολογείται από την υπάρχουσα παραγωγή CO₂. Οι περιπτώσεις αυτές λέγονται **υπεραερισμός** και έχουν μεγάλη σημασία στην φυσιολογία και την ασφάλεια των πτήσεων, επειδή επηρεάζουν δυσμενώς την λειτουργική απόδοση του χειριστή. Ο υπεραιρισμός οδηγεί σε υπερβολική αποβολή CO₂ από τον κυψελιδικό αέρα και πτώση της κυψελιδικής PCO₂. Η πτώση της PCO₂ λέγεται **υποκαπνία**.

Αιτιολογία: Ο υπεραιρισμός είναι ένα φυσιολογικό φαινόμενο στην υποξία, όταν η PO₂ μειώνεται κάτω των 55-60 mmHg. Επίσης συνοδεύει την αναπνοή υπό θετική πίεση. Μπορεί να προκληθεί βουλητικά, όταν το άτομο αυξήσει ηθελήμενα το βάθος και τη συχνότητα των αναπνοών του. Η συνηθέστερη αιτία όμως του υπεραιρισμού είναι το συγκινησιακό στρες, όπως η ανησυχία, ο φόβος και το άγχος. Λέγεται ότι το 20%-40% των εκπαιδευομένων χειριστών εμφανίζει υπεραιρισμό σε κάποιο στάδιο της εκπαίδευσης. Αλλά και πεπειραμένοι χειριστές έχουν εμφανίσει υπεραιρισμό σε περιπτώσεις επειγουσών καταστάσεων στην πτήση ή όταν εκπαιδεύονται σε νέο τύπο αεροσκάφους. Οι επιβάτες που φοβούνται την πτήση συχνά κάνουν υπεραιρισμό. Ο πόνος μερικές φορές και η αεροναυτία είναι αιτίες υπεραιρισμού όπως και η υψηλή θερμοκρασία περιβάλλοντος και οι δονήσεις με συχνότητα 4-8 Hz (όπως οι αναταράξεις σε χαμηλό ύψος).

Παθοφυσιολογικές διαταραχές του υπεραιρισμού: Η υποκαπνία και η αλκάλωση του υπεραιρισμού δεν επηρεάζουν την καρδιακή παροχή ούτε την αρτηριακή πίεση, προκαλούν όμως ανακατανομή του αίματος. Έτσι η αιματική ροή στον εγκέφαλο μειώνεται λόγω σπασμού των εγκεφαλικών αρτηριολίων. Επίσης μειώνεται η ροή αίματος στο δέρμα ενώ αυξάνεται στους σκελετικούς μύες. Φαίνεται λοιπόν ότι πολλά από τα φαινόμενα του υπεραιρισμού, όπως η μείωση της αποδοτικότητας του χειριστού, οφείλονται στην υποξία του εγκεφάλου. Αυτό αποδεικνύεται και από τις ηλεκτροεγκεφαλογραφικές διαταραχές. Μείωση της PCO₂ κάτω των 25mmHg προκαλεί σοβαρή διαταραχή στην εκτέλεση ψυχοκινητικών καθηκόντων, όπως η παρακολούθηση στόχου και σύνθετες δοκιμασίες συνεργασίας. Ο χρόνος αντίδρασης σε τεστ δύο επιλογών αυξάνεται κατά 10% και αν η PCO₂ μειωθεί στο 15mmHg η αύξηση είναι 15%. Η εκτέλεση αριθμητικών πράξεων είναι δύσκολη ακόμη και όταν η PCO₂ μειώνεται στο 25-30mmHg και η σταθερότητα των χειρών διαταράσσεται. Μείωση της PCO₂ κάτω των 10-15mmHg προκαλεί θόλωση και στη συνέχεια απώλεια της συνειδήσεως. Η αύξηση του PH προκαλεί αύξηση της ευαισθησίας των περιφερικών νευρικών ινών και ελάττωση του ουδού διεγέρσεως των. Έτσι προκαλούνται τονικοί μυϊκοί σπασμοί (τετανία) και δυσκαμψία του σώματος. Ο σπασμός των μυών του προσώπου προκαλεί το «**σαρδόνιο χαμόγελο**» και ο σπασμός των μυών του χεριού προκαλεί την «**χείρα μαιευτήρα**». Σε αυτήν το χέρι κάμπτεται στον καρπό, ο αντίχειρας προς την παλάμη και τα δάχτυλα παρουσιάζουν κάμψη στις μετακαρποφαλαγγικές αρθρώσεις και υπερέκταση στις άλλες μεσοφαλαγγικές αρθρώσεις. Το πόδι εμφανίζει πελματιαία κάμψη. Τα τενόντια

αντανακλαστικά αυξάνονται. Έτσι ελαφρά πλήξη του προσωπικού νεύρου με το δάκτυλο ακριβώς μπροστά από τον τράγο του ωτός προκαλεί σύσπαση του προσώπου (σημείο Chvostek). Τα συμπτώματα οφείλονται στην υπερευαισθησία των αισθητικών μυών και συνίστανται σε αιμωδίες κυρίως του προσώπου και μάλιστα περιστοματικά και αιμωδίες των άκρων. Τα πρώιμα συμπτώματα είναι σκοτοδίνη, ζάλη, άγχος και ανησυχία. Επειδή το άγχος προκαλεί υπεραερισμό δημιουργείται φαύλος κύκλος. Εάν ο υπεραερισμός οφείλεται σε άγχος και συνεχισθεί μέχρι του σημείου να προκληθεί απώλεια της συνειδήσεως, η διακοπή της αναπνοής οδηγεί στη συγκέντρωση CO₂, αποκατάσταση της διαταραχής και σε αυτόματη ανάνηψη. Αυτό όμως δεν συμβαίνει αν η αιτία του υπεραερισμού είναι η υποξία. Στην περίπτωση αυτή η υποξία επιδεινώνεται και το αποτέλεσμα είναι καταστροφικό. Έτσι αν τα συμπτώματα εμφανίζονται σε υψόμετρο πάνω από 12.000 πόδια, όπου η υποξία είναι πιθανή, θα πρέπει πάντοτε να χορηγείται O₂ για θεραπεία. Επειδή τα συμπτώματα του υπεραερισμού μοιάζουν με της υποξίας η διαφορική διάγνωση είναι δύσκολη. Επειδή συχνά συνυπάρχουν, επί αμφιβολίας τα μέτρα που λαμβάνονται πρέπει να στοχεύουν σε διόρθωση της υποξίας. Η ελάττωση της συχνότητας της αναπνοής σε 12-16 ανά λεπτό και του βάθους των αναπνευστικών κινήσεων αποκαθιστά και την υποκαπνία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΔΙΑΣΤΟΛΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΙΕΣΗ ΑΕΡΙΩΝ

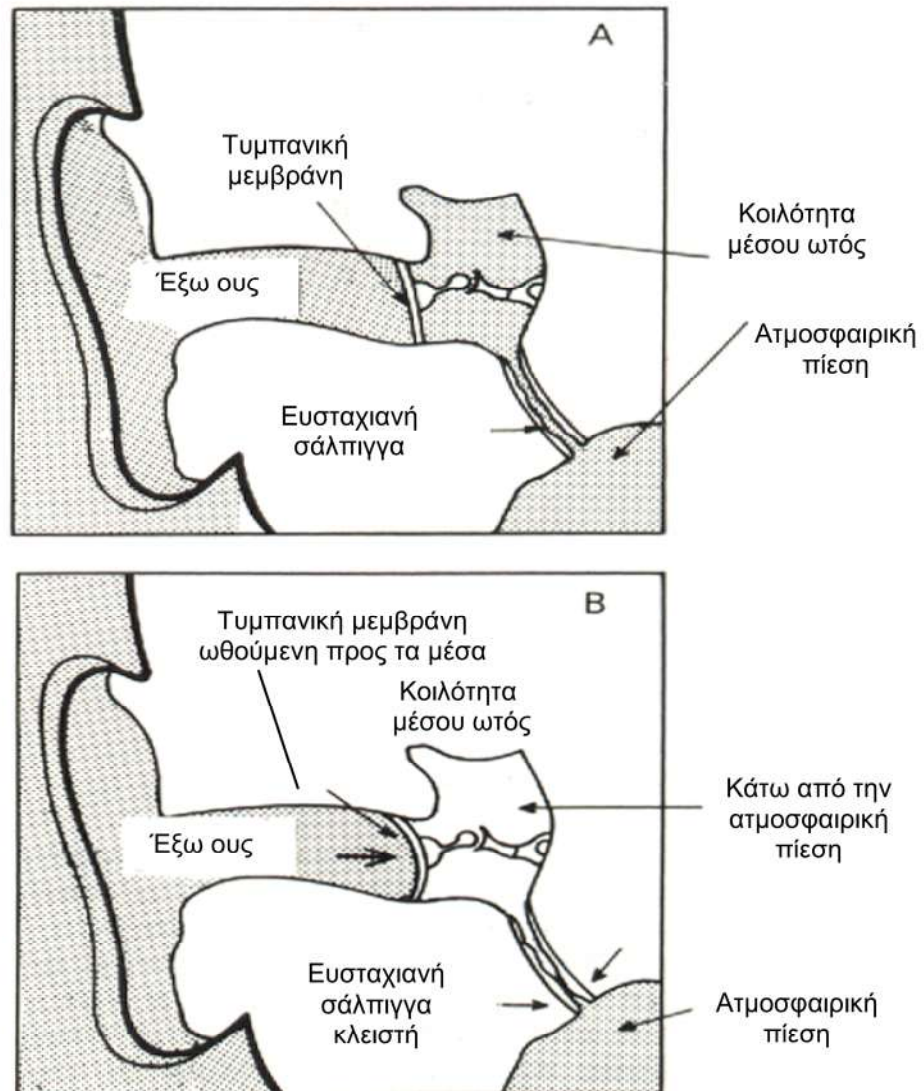
ΤΑΞΟΣ (ΥΙ) ΗΛΙΑΣ ΧΕΙΜΩΝΑΣ

Το ανθρώπινο σώμα έχει έναν αριθμό αεροπληθών κοιλοτήτων, από τις οποίες άλλες επικοινωνούν με τον ατμοσφαιρικό αέρα με ποικίλλοντες βαθμούς ευκολίας και άλλες δεν επικοινωνούν καθόλου. Όπως είναι γνωστό από το νόμο του Boyle ο όγκος των αερίων είναι αντιστρόφως ανάλογος με την πίεση στην οποία υπόκεινται. Έτσι όταν η πίεση μειώνεται με την άνοδο σε ύψος ή με την απώλεια συμπίεσης της καμπίνας τα αέρια στις κοιλότητες τείνουν να διασταλούν. Αν οι κοιλότητες επικοινωνούν ελεύθερα με το εξωτερικό περιβάλλον, ο περισσεύων όγκος που προκύπτει από τη διαστολή του αέρα βγαίνει και δεν δημιουργείται πρόβλημα στον οργανισμό. Αν όμως η επικοινωνία είναι δυσχερής ο διαστελόμενος αέρας πιέζει τα τοιχώματα να τα διατείνει σε μία προσπάθεια να δημιουργήσει χώρο. Η διάταση των ιστών είναι αυτή που δημιουργεί πρόβλημα. Αντίστροφα κατά την κάθοδο η πίεση αυξάνει και ο όγκος των αερίων μικραίνει. Εάν ατμοσφαιρικός αέρας μπει ευχερώς στην κοιλότητα αποκαθίσταται ισορροπία πιέσεων και δεν υπάρχει πρόβλημα. Αν όμως η είσοδος αέρα εμποδίζεται τότε οι ιστοί πιέζονται από έξω προς τα μέσα, παραμορφώνονται και προκύπτουν βλάβες. Σύμφωνα με το Νόμο του Boyle η σχετική μεταβολή του όγκου του αέρα εκφράζεται με τον τύπο: *σχετική διαστολή = αρχική πίεση / τελική πίεση*.

Επειδή οι κοιλότητες του σώματος καλύπτονται από βλεννογόνους και είναι υγρές ο αέρας εντός αυτών είναι πάντοτε κορεσμένος με υδρατμούς. Η μερική πίεση των υδρατμών εξαρτάται μόνο από την θερμοκρασία του σώματος και όχι από το ύψος ή την εξωτερική (ατμοσφαιρική) πίεση. Αυτό συμβαίνει γιατί να μεν με το ύψος ο όγκος των υδρατμών διαστέλλεται και η πίεση σύμφωνα με το νόμο του Boyle μειώνεται, αλλά για λίγες στιγμές μόνο, αφού άλλο νερό εξατμίζεται αμέσως από τους βλεννογόνους και αποκαθιστά την μερική πίεση στο αρχικό της ύψος. Στη θερμοκρασία του σώματος η PH_2O είναι 47mmHg. Έτσι ο νόμος του Boyle εκφράζεται ως εξής: *Σχετική διαστολή του αέρα = $P_c - 47 / P_f - 47$* , όπου P_c : αρχική πίεση στην κοιλότητα σε mmHg και P_f : τελική πίεση στην κοιλότητα σε mmHg. Έτσι για δεδομένη ποσότητα αέρα όσο μεγαλύτερο το ύψος τόσο μεγαλύτερη η διαστολή, μέχρι το ύψος των 63.000 ποδιών (19 χιλιόμετρα), όπου η ατμοσφαιρική πίεση είναι 47mmHg και ο παρονομαστής του κλάσματος γίνεται μηδέν Έτσι θεωρητικά ο όγκος του αέρα μέσα στην κοιλότητα γίνεται άπειρος. Στην πράξη όμως αυτό δεν μπορεί να γίνει γιατί τα τοιχώματα των κοιλοτήτων δεν διατείνονται σε άπειρο βαθμό αλλά προβάλλουν αντίσταση. Έτσι η πίεση μέσα σε αυτές διατηρείται υψηλότερη και η διαδικασία τερματίζεται, ακόμη και αν η εξωτερική πίεση μειωθεί κάτω των 47mmHg. Οι κοιλότητες του σώματος που περιέχουν αέρα είναι το μέσο ους, οι παραρρινίες κοιλότητες (ιγμόρεια και μετωπιαίοι κόλποι), τα πνευμόνια, ο γαστρεντερικός σωλήνας και πιθανώς σφραγισμένες κοιλότητες των δοντιών.

Μέσο ους: Το μέσο ους αποτελείται από μία μικρή κοιλότητα που περιέχει τα *ωτικά οστάρια*. Χωρίζεται από τον έξω ακουστικό πόρο με την τυμπανική μεμβράνη επικοινωνεί όμως με τον ρινοφάρυγγα και μέσω αυτού με την ατμόσφαιρα με ένα λεπτό σωλήνα που λέγεται *ευσταχιανή σάλπιγγα (εικόνα 5-1)*. Έτσι η πίεση στο μέσο ους υπό κανονικές συνθήκες είναι ίση με την ατμοσφαιρική. Η ευσταχιανή σάλπιγγα κατά το ένα τρίτο έχει οστέινα αλλά κατά τα άλλα δύο τρίτα έχει μαλακά τοιχώματα και συμπεριφέρεται ως βαλβίδα μίας κατεύθυνσης. Έτσι το μέσο ους συμπεριφέρεται ως ημίκλειστη κοιλότητα. Στην άνοδο που ο αέρας διαστέλλεται, πιέζει τον αυλό της ευσταχιανής σάλπιγγας, τον ανοίγει κάθε 500-1000 πόδια περίπου και βγαίνει στην ατμόσφαιρα. Έτσι η πίεση εξισώνεται και αυτό γίνεται αισθητό από τον άνθρωπο με ένα μικρό «πόπ» και ξεβούλωμα του αυτιού. Επίσης σε ταχεία αποσυμπίεση είναι απίθανο να συμβεί πρόβλημα γιατί η αυξημένη πίεση στο έσω ους βρίσκει πάντα έξοδο από την ευσταχιανή σάλπιγγα.

Στην κάθοδο όμως τα πράγματα είναι δυσκολότερα. Σε πολλά άτομα ο μηχανισμός της βαλβίδας μιας κατεύθυνσης που προαναφέραμε εμποδίζει την είσοδο ατμοσφαιρικού αέρα στο έσω ους, έτσι η πίεση μέσα σε αυτό παραμένει χαμηλότερη από την ατμοσφαιρική. Η τυμπανική μεμβράνη πιέζεται προς τα μέσα και παραμορφώνεται (**εικόνα 5-1β**). Αυτό προκαλεί δυσφορία, πόνο σε μεγαλύτερη παραμόρφωση και πτώση της ακουστικής οξύτητας. Σε μερικά ευαίσθητα άτομα μπορεί να επηρεασθεί το αιθουσαίο όργανο του έσω ωτός και να προκληθεί ίλιγγος. Αν η κάθοδος συνεχισθεί χωρίς να αερισθεί το μέσο ους μπορεί να προκληθεί ρήξη του τυμπάνου, η οποία βέβαια ανακουφίζει αμέσως από τον πόνο. Η βλάβη που προκαλείται από την μεταβολή της πίεσης στο μέσο ους λέγεται **αερωτίτις** ή **ακουστικό βαροtraύμα**.



Εικόνα 5-1
Σχεδιάγραμμα έξω και μέσου ωτός σε (α) σταθερό ύψος με ανοιχτή την
ευσταχιανή σάλπιγγα και (β) στην κάθοδο με κλειστή την ευσταχιανή
σάλπιγγα.

Η κατάσταση συνήθως συμβαίνει σε άτομα με φλεγμονή και συμφόρηση των ανώτερων αναπνευστικών οδών (συνάχι, κρυολόγημα ή αλλεργική ρινίτιδα) που προκαλεί οίδημα στο στόμιο της ευσταχιανής σάλπιγγας και απόφραξη. Το ίδιο

μπορεί να προκληθεί αν δεν επιτευχθεί έγκαιρα αερισμός του μέσου ωτός κατά την κάθοδο και κλείσει η ευσταχιανή σάλπιγγα από την εξωτερική πίεση. Αυτό συνήθως συμβαίνει όταν η διαφορά πίεσης του έσω ωτός με το περιβάλλον φθάσει τα 90-120mmHg. Για το λόγο αυτό ο χειριστής κατά την κάθοδο πρέπει να υποβοηθεί τον αερισμό του μέσου ωτός με καταποτικές κινήσεις, χασμουρητό ή μασητικές κινήσεις της κάτω γνάθου που βοηθούν την ευσταχιανή σάλπιγγα να ανοίξει. Σε μερικά άτομα όμως αυτοί οι χειρισμοί δεν αρκούν και τα άτομα αυτά πρέπει να αυξήσουν την πίεση στον ρινοφάρυγγα ώστε να μπορέσει ο αέρας να ανοίξει την ευσταχιανή σάλπιγγα. Αυτό γίνεται με τον **χειρισμό Valsalva** ή τον **χειρισμό Frenzel**.

Ο χειρισμός Valsalva γίνεται με εκπνευστική προσπάθεια ενώ τα χείλη και η μύτη είναι κλειστά. Αυτός ο χειρισμός όμως ανεβάζει και την ενδοθωρακική πίεση, πράγμα που μπορεί να μη είναι επιθυμητό μερικές φορές. Ο χειρισμός Frenzel ανεβάζει την πίεση τοπικά στον ρινοφάρυγγα. Γίνεται με τη σύσπαση των μυών της βάσης του στόματος και του φάρυγγος τη στιγμή που η γλωττίδα είναι κλειστή και τα χείλη και οι ρώθωνες κρατούνται κλειστά. Αυτός ο χειρισμός είναι δύσκολος και πρέπει να εκπαιδευτεί κανείς για να τον κάνει, έχει όμως το πλεονέκτημα ότι ανοίγει την ευσταχιανή σάλπιγγα σε χαμηλότερη πίεση και γίνεται σε οποιαδήποτε φάση της αναπνοής.

Η **δοκιμασία Toynbee** συνίσταται σε καταποτική κίνηση και ταυτόχρονα κρατημένη κλειστή τη μύτη. Αυτός ο χειρισμός ανοίγει τις ευσταχιανές σάλπιγγες αλλά ταυτόχρονα προκαλεί αρνητική πίεση στο ρινοφάρυγγα. Έτσι αφαιρεί αέρα από το έσω ους και δεν συνιστάται κατά την κάθοδο. Η συχνότητα με την οποία ο χειριστής πρέπει να αερίζει το μέσο ους κατά την κάθοδο ποικίλει από 1.000 έως 4.000 πόδια, πρέπει όμως να το κάνει πριν οι ευσταχιανές σάλπιγγες «κλειδώσουν» από την υψηλή διαφορική πίεση.

Αν δεν επιτευχθεί «ξεβούλωμα του αυτιού» με τους χειρισμούς αυτούς στην κάθοδο θα πρέπει να αυξηθεί το ύψος πάλι και να ξαναγίνει χειρισμός Valsalva σε μεγαλύτερο ύψος.

Παραρρίνιοι κόλποι. Οι παραρρίνιοι κόλποι είναι αεροφόροι κοιλότητες στα οστά του προσώπου και του κρανίου, καλυμμένα με βλεννογόνο. Υπάρχει ένας μετωπιαίος κόλπος και ένα ιγμόρειο άντρο σε κάθε πλευρά. Κάθε μετωπιαίος κόλπος επικοινωνεί με την οροφή της αντίστοιχης ρινικής κοιλότητας με ένα σχετικά μακρύ σωλήνα ενώ τα ιγμόρεια άντρα επικοινωνούν στο πλάγιο της ρινικής κοιλότητας με μια ευρύτερη οπή στο τοίχωμά τους. Κατά τη διάρκεια της ανόδου και της καθόδου οι μεταβολές του όγκου του αέρα αντιμετωπίζονται με μετακίνηση του αέρα μέσω των στομιών αυτών. Όταν όμως υπάρχει φλεγμονή και οίδημα των βλεννογόνων στα στόμια των κόλπων η επικοινωνία είναι δυσχερής και η πίεση στα τοιχώματα προκαλεί πόνο στα μάγουλα ή στο μέτωπο ή εν τω βάθει κεφαλαλγία. Συχνά προκαλεί και δακρύρροια. Ο αερισμός των κοιλοτήτων στην περίπτωση αυτή δεν γίνεται με οποιοδήποτε χειρισμό και μόνο αποσυμφορητικά της ρινός (σε τοπικά spray) μπορούν να βοηθήσουν. Σε βαριές περιπτώσεις μπορεί να γίνει διάβρωση του βλεννογόνου και αιμορραγία στις κοιλότητες.

Η νόσος λέγεται **αεροκολπίτιδα**, συχνά υποτροπιάζει και χρειάζεται πολλές φορές χειρουργική αντιμετώπιση. Σε περίπτωση που συμβεί στην πτήση η κάθοδος πρέπει να είναι βραδεία.

Πνεύμονες: Ως γνωστόν οι πνεύμονες είναι γεμάτοι με αέρα που μετακινείται στη διάρκεια της αναπνοής. Κατά την βραδεία άνοδο ή κάθοδο σε ύψος δεν δημιουργείται πρόβλημα με τους πνεύμονες, επειδή υπάρχει χρόνος για εξίσωση των πιέσεων. Πρόβλημα είναι δυνατό να υπάρξει κατά την αιφνίδια πτώση της περιβαλλοντικής πίεσης που συμβαίνει στην ταχεία αποσυμπίεση. Το πρόβλημα προκύπτει επειδή οι κυψελίδες επικοινωνούν με το περιβάλλον μέσω των σχετικά στενών βρογχιολίων και επειδή ο πνευμονικός ιστός είναι μαλακός και ευπαθής σε ρήξη όταν υπερδιατείνεται.

Σε ανθρώπους δεν έχουν περιγραφεί μέχρι τώρα σοβαρές πνευμονικές βλάβες σε ταχεία αποσυμπίεση, από πειράματα όμως σε ζώα έχει δειχθεί ότι προκαλούνται αιμορραγικές, εμφυσηματικές και ατελεκτατικές βλάβες, μεσοθωράκιο και υποδόριο εμφύσημα και εμβολές αέρα στη συστηματική κυκλοφορία. Εάν τη στιγμή της αποσυμπίεσης (εκρηκτικής εκτόνωσης) η γλωττίδα είναι ανοικτή ένα μέρος του αέρα των πνευμόνων διαφεύγει στο περιβάλλον και μετά κλάσματα του δευτερολέπτου οι πιέσεις εξισώνονται. Οπωσδήποτε όμως δημιουργείται στιγμιαία διαφορά πιέσεως. Αν η διάταση των πνευμόνων που αυτή προκαλεί εμπίπτει μέσα στα όρια αντοχής των, δεν θα προκληθεί βλάβη. Η πίεση αυτή βρίσκεται στο όριο 80-100 mmHg. Η χειρότερη περίπτωση που μπορεί να συμβεί είναι αν η γλωττίδα είναι κλειστή, όπως συμβαίνει στο κράτημα της αναπνοής ή στην ομιλία. Επίσης η βαλβίδα εκπνοής της μάσκας μπορεί να είναι κλειστή, όπως κάλλιστα μπορεί να συμβεί στην αντισταθμιζόμενη βαλβίδα της κατ' επίκληση μάσκας θετικής πιέσεως. Στην περίπτωση αυτή ο αέρας θα παραμείνει στους πνεύμονες και θα διαταθεί.

Λαμβάνοντας υπόψη ότι η διαφορική πίεση ασφαλείας είναι 50mmHg είναι δυνατό να υπολογισθεί το ασφαλές τελικό ύψος καμπίνας από διάφορα αρχικά ύψη, ανάλογα με τον αέρα που υπάρχει στους πνεύμονες τη στιγμή της εκτόνωσης. Έτσι από τα 8.000 πόδια αρχικό ύψος και σε ήρεμη τελοεκπνευστική φάση το ασφαλές τελικό ύψος είναι 29.700 πόδια και σε ήρεμη τελοεισπνευστική τα 20.000 πόδια. Από τα 25.000 πόδια αρχικό ύψος τα αντίστοιχα ασφαλή τελικά ύψη είναι 46.500 και 37.500 πόδια. Με βάση αυτούς τους υπολογισμούς γίνονται οι σχεδιασμοί της καμπίνας, για να αποφεύγονται οι πνευμονικές βλάβες ακόμη και στη χειρότερη των περιπτώσεων.

Στα πολιτικά αεροσκάφη η απώλεια συμπίεσης είναι απίθανο να είναι ολική και αιφνίδια, γι' αυτό ακολουθείται η μεγάλης διαφορικής πίεσης καμπίνα. Αντίθετα στα μαχητικά αεροσκάφη που λόγω όγκου και κατασκευής η απώλεια καμπίνας είναι πιθανό να συμβεί αιφνίδια και ολικά (αυτόματα από τυχαία αποκόλληση ή από απόρριψη της καλύπτρας σε περίπτωση εγκατάλειψης ή και από εχθρική ενέργεια) η καμπίνα διατηρεί χαμηλή διαφορική πίεση.

Γαστρεντερικός σωλήνας: Ο γαστρεντερικός σωλήνας (στομάχι και έντερα) μπορεί να περιέχει αέρα από 0 έως 400 ml, συνήθως γύρω στα 100ml. Ο αέρας προέρχεται από την κατάποση του σάλιου και των τροφών και από τις ζυμώσεις των τροφών από τα βακτηρίδια στο έντερο. Ο γαστρεντερικός σωλήνας συμπεριφέρεται ως κλειστή κοιλότητα αν και επικοινωνεί με τον ατμοσφαιρικό αέρα στα δύο άκρα του, το στόμα και τον πρωκτό. Κατά την άνοδο σε ύψος ο αέρας στο στομάχι και τα έντερα διατείνεται και μπορεί να προκαλέσει κάποια δυσφορία. Συνήθως ο αέρας κατά την βραδεία άνοδο αποβάλλεται από το στομάχι μέσω του στόματος με ερυγές και από το έντερο μέσω του ορθού ως φύσες. Μερικά άτομα βέβαια, λόγω συστολής αποφεύγουν να αποβάλλουν τον αέρα και σε ταχύ ρυθμό ανόδου ή και σε περίπτωση ταχείας αποσυμπίεσης νοιώθουν εντονότερη δυσφορία και σπανιότερα έντονο κοιλιακό πόνο. Ευαίσθητα άτομα μπορεί να εμφανίσουν αγγειοκινητική συγκοπή. Πάντως ποτέ δεν έχει προκληθεί βλάβη του γαστρεντερικού σωλήνα από διάταση των αερίων, ακόμα και σε ταχεία αποσυμπίεση.

Ορισμένες τροφές όπως όσπρια λαχανικά και αεριούχα ποτά, προκαλούν συγκέντρωση μεγαλύτερης ποσότητας αέρα που ενδεχομένως μπορούν να προκαλέσουν μεγαλύτερο πρόβλημα γι' αυτό καλό είναι να αποφεύγονται τις ημέρες των πτήσεων. Πάντως η εμφάνιση κοιλιακής δυσφορίας είναι σπάνια και μηδαμινή όταν το μέγιστο ύψος δεν υπερβαίνει τα 25.000 πόδια. Ακόμη και σε τελικό ύψος ταχείας αποσυμπίεσης τα 40.000 πόδια το κοιλιακό άλγος είναι βραχείας διάρκειας και συμβαίνει στο 2-3% των περιπτώσεων.

Δόντια: Η διάταση τυχόν υπάρχουσας συλλογής αέρα στα δόντια κατά την άνοδο προκαλεί σοβαρό πόνο (αεροδονταλγία) επειδή ο αέρας αυτός δεν μπορεί να διαφύγει. Η συλλογή του αέρα μπορεί να οφείλεται σε σφράγισμα τερηδόνας, πράγμα σπάνιο σήμερα με τα σύγχρονα υλικά έμφραξης είτε συνηθέστερα σε περιριζίτιδα και

περιοδοντικά αποστήματα σε άτομα με κακή στοματική υγιεινή. Γι' αυτό η φροντίδα των ιπταμένων για τα δόντια τους πρέπει να είναι μεγάλη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΝΟΣΟΣ ΑΠΟΣΥΜΠΙΕΣΗΣ (ΔΥΣΒΑΡΙΣΜΟΣ)

ΤΑΞΟΣ (ΥΙ) ΗΛΙΑΣ ΧΕΙΜΩΝΑΣ

Γενικά. Υπάρχουν δύο μορφές νόσου αποσυμπίεσης: η **υπερβαρική**, αυτή δηλ. που οφείλεται στην επαναφορά σε κανονική ατμοσφαιρική πίεση μετά την έκθεση για ορισμένο χρονικό διάστημα σε πίεση μεγαλύτερη της ατμοσφαιρικής (όπως μετά καταδύσεις και μετά έκθεση σε υπερβαρικό θάλαμο) και η **υποβαρική**, αυτή που οφείλεται στην έκθεση σε πίεση χαμηλότερη της ατμοσφαιρικής (πτήση σε μεγάλο ύψος ή παραμονή σε θάλαμο χαμηλής πίεσης). Μολονότι χρησιμοποιείται η ίδια ονοματολογία για την περιγραφή των κλινικών εκδηλώσεων των δύο μορφών της νόσου, υπάρχουν σαφείς διαφορές μεταξύ τους. Στους δύτες το κλινικό σύνδρομο ήταν γνωστό από το 1850, στην αεροπορία όμως το ανάλογο σύνδρομο έγινε αντιληπτό την δεκαετία του 1930. Συχνά χρησιμοποιούνται και άλλοι όροι για την περιγραφή της νόσου, όπως δυσβαρισμός, αεροπάθεια, αεροεμβολή ή bends (από το κοινότερο σύμπτωμα που είναι πόνοι στις αρθρώσεις). Ο ορισμός της νόσου αποσυμπίεσης που οφείλεται στην υποατμοσφαιρική πίεση είναι εξ αποκλεισμού. **Η νόσος περιλαμβάνει όλα τα βιολογικά αποτελέσματα τη έκθεσης στο ύψος, εκτός από αυτά που οφείλονται στην υποξία και στη διάταση των αερίων στις κοιλότητες του σώματος.**

Αιτιολογία και παθογένεια: Ο βασικός μηχανισμός του συνδρόμου είναι ο υπερκορεσμός των ιστών με άζωτο που επέρχεται κατά την μείωση της βαρομετρικής πίεσης στο σώμα του ανθρώπου. Δεν παρατηρείται αν το N₂ που φυσιολογικά είναι διαλυμένο στα υγρά του σώματος αποβληθεί πριν την έκθεση στο ύψος. Αυτό επιτυγχάνεται με την εισπνοή 100% για αρκετή ώρα πριν την πτήση. Υπό κανονικές συνθήκες στο έδαφος η μερική πίεση του αζώτου στους ιστούς είναι ίση με αυτήν στον κυβελιδικό αέρα και η ποσότητα του αερίου αυτού που περιέχεται στο σύνολο του οργανισμού είναι 1 λίτρο (NTP). Καθώς η μερική πίεση του N₂ μειώνεται με την άνοδο στο ύψος, το άζωτο μεταφέρεται από τους ιστούς με το αίμα στους πνεύμονες και αποβάλλεται στην ατμόσφαιρα. Όμως η πτώση της μερικής πίεσης του N₂ σε μερικούς ιστούς που περιέχουν μεγάλη ποσότητα αερίου είναι βραδύτερη από την πτώση της ατμοσφαιρικής πίεσης, επειδή η διαλυτότητα του αζώτου στο αίμα είναι σχετικά μικρή. Αποτέλεσμα είναι να εμφανίζεται υπερκορεσμός των ιστών σε N₂ και σχηματισμός φυσαλίδων, όπως συμβαίνει σε κάθε υπερκορεσμένο διάλυμα.

Οι φυσαλίδες μπορεί να σχηματίζονται επί τόπου στο σημείο που προκαλείται το δεδομένο σύμπτωμα, μπορεί όμως να μεταφέρονται και από άλλο σημείο του σώματος. Έχει δειχθεί με Doppler ο σχηματισμός φυσαλίδων στα μεγάλα αγγεία του σώματος. Όσο μεγαλύτερη η διαφορά της μερικής πίεσης του N₂ και της ολικής βαρομετρικής πίεσης τόσο μεγαλύτερη είναι η τάση για σχηματισμό φυσαλίδων. Γι αυτό οι φυσαλίδες αρχίζουν να σχηματίζονται πρώτα στη δεξιά κυκλοφορία όπου η πίεση του αίματος είναι μικρότερη. Επίσης όσο μεγαλύτερη είναι η ποσότητα του N₂ στους ιστούς και όσο μικρότερη η αιμάτωση της περιοχής τόσο μεγαλύτερη θα είναι η διαφορά των πιέσεων. Παχύσαρκα άτομα έχουν μεγαλύτερη τάση για σχηματισμό φυσαλίδων.

Οι φυσαλίδες σχηματίζονται γύρω από μικρούς “πυρήνες” που προϋπάρχουν στον οργανισμό. Για την φύση και τη σημασία αυτών των “πυρήνων” γίνεται ακόμη μεγάλη συζήτηση στη βιβλιογραφία και υπάρχει αρκετή ασυμφωνία, οι περισσότεροι όμως ερευνητές συμφωνούν ότι είναι μικροσκοπικές μάζες αερίων που βρίσκονται προσκολλημένες στα τοιχώματα κοιλοτήτων, όπως είναι τα αιμοφόρα και λεμφοφόρα αγγεία ή και αιωρούνται μέσα στα υγρά. Η ύπαρξη και κατανομή αυτών των “πυρήνων” καθορίζουν την εμφάνιση και συμπτωματολογία της νόσου αποσυμπίεσης. Όταν σχηματισθούν οι μικροφυσαλίδες αρχίζουν να συρρέουν και

όταν φθάσουν σε κάποιο μέγεθος προκαλούν απόφραξη των μικρών αγγείων και διαταραχές στη λειτουργία των ιστών. Με την υπόθεση αυτή συμφωνεί η κλινική παρατήρηση ότι τα συμπτώματα της νόσου δεν εμφανίζονται αμέσως με την έκθεση στο ύψος αλλά αρχίζουν λίγα λεπτά αργότερα και φθάνουν στην μεγαλύτερη συχνότητα μετά από 20-60 λεπτά.

Συχνότητα: Η νόσος της αποσυμπίεσης δεν εμφανίζεται σε ύψος κάτω των 18.000 ποδών, εκτός εάν έχει προηγηθεί έκθεση σε αυξημένη πίεση (π.χ. καταδύσεις) τις αμέσως προηγούμενες ώρες. Πολύ σπάνια συμβαίνει στα 20.000 πόδια και σπάνια στα 25.000 πόδια, εφ' όσον ο χρόνος παραμονής στο ύψος είναι μεγάλος. Γενικά όσο μεγαλύτερο είναι το ύψος και όσο περισσότερος ο χρόνος παραμονής τόσο μεγαλύτερη η συχνότητα. Παραμονή επί δύο ώρες στα 28.000 πόδια προκαλεί συμπτώματα στο 3% των ατόμων ενώ παραμονή για το ίδιο διάστημα στις 35.000 πόδια εμφανίζει συμπτώματα το 40% των ατόμων. Ο ρυθμός ανόδου στο ύψος δεν έχει σημασία, η άσκηση όμως αυξάνει την επιρρέπεια στην νόσο. Τα συμπτώματα εμφανίζονται σε μικρότερο ύψος και η επίδραση της έντονης άσκησης ισοδυναμεί χονδρικά με έκθεση σε 5.000 πόδια μεγαλύτερο ύψος. Η χαμηλή θερμοκρασία και η υποξία είναι επιβαρυντικοί παράγοντες. Η προηγούμενη (εντός 24 ωρών) έκθεση σε μεγαλύτερη ή χαμηλότερη πίεση προδιαθέτει για τη νόσο. Έτσι έκθεση σε πίεση πάνω από 2 ατμόσφαιρες τις προηγούμενες 12 ώρες μπορεί να προκαλέσει νόσο αποσυμπίεσης, ακόμη και από τα 5.000 πόδια. Επίσης επανέκθεση σε ύψος αμέσως μετά την πρώτη έκθεση αυξάνει την ευαισθησία. Το μεσοδιάστημα μεταξύ δύο εκθέσεων πρέπει να είναι μεγαλύτερο από 48 ώρες για να αποφευχθεί αύξηση της ευαισθησίας. Εκτός από τους γενικούς επιβαρυντικούς παράγοντες υπάρχουν και ατομικοί προδιαθετικοί παράγοντες όπως η ιδιοσυστασία, η ηλικία (υπάρχει ενεαπλάσια αύξηση της συχνότητας συμπτωμάτων μετά δίωρο έκθεση στα 28.000 πόδια μεταξύ της ηλικίας 17-20 και 27-29 ετών), η σωματική κατασκευή (τα παχύσαρκα άτομα είναι περισσότερο ευάλωτα), προηγούμενος τραυματισμός και η γενική κατάσταση υγείας. Παρουσία λοιμώξεων και λήψη οινόπνεύματος τις προηγούμενες ημέρες αυξάνουν την ευαισθησία.

Κλινική εικόνα: Η σχετική συχνότητα των κλινικών εκδηλώσεων της νόσου εξαρτάται από το ύψος της έκθεσης (**Πίνακας 6-1**).

Πίνακας 6-1. Συχνότητα των κλινικών εκδηλώσεων της νόσου αποσυμπίεσης μετά έκθεση σε ύψος 28.000 και 37.000 ποδών επί δύο ώρες

Συμπτώματα	Συχνότητα %	
	28.000 πόδια επί 2 ώρες	37.000 πόδια επί 2 ώρες
Πόνοι μελών και αρθρώσεων	73,9	56,5
Αναπνευστικές διαταραχές	4,5	6,5
Δερματολογικές διαταραχές	7	1,6
Διαταραχές όρασης	2	4,8
Νευρολογικές διαταραχές	1	0
Καταπληξία	9	25,8
Διάφορα	2,5	4,8

Αρθρικοί πόνοι και πόνοι μελών: Είναι το συχνότερο σύμπτωμα. Αναφέρεται ως "bends" που σε ελεύθερη μετάφραση στην καθομιλουμένη σημαίνει υποκλίσεις, καμπούριασμα. Προσβάλλει με σειρά συχνότητας το γόνατο, τον ώμο, τον αγκώνα, τον καρπό ή το χέρι, τα σφυρά ή το πόδι και σπάνια το γοφό. Πρόκειται για βαθύ

πόνος, απροσδιόριστης εντόπισης που αρχίζει ελαφρά και προοδευτικά επιδεινώνεται αν δεν μειωθεί το ύψος. Μπορεί να εξελιχθεί σε αφόρητο πόνο. Ο πόνος προκαλεί την επιθυμία της κάμψης ή της μάλαξης του μέλους, αυτό όμως τον επιδεινώνει. Αντίθετα εφαρμογή ήπιας τοπικής πίεσης με ελαστική περιέδεση και ακινησία του μέλους ανακουφίζει. Τα συμπτώματα υποχωρούν και στην πράξη εξαφανίζονται με την επιστροφή στο έδαφος, μολονότι μια δυσκαμψία και ελαφρός πόνος, μπορεί να επιμένουν για λίγη ώρα ακόμη. Ακτινολογικά μπορεί να φανούν φυσαλίδες αέρα στην κοιλότητα της άρθρωσης στα τενόντια έλυτρα ή τις περιτονίες αλλά τα ακτινολογικά ευρήματα δεν συμβαδίζουν με τη βαρύτητα του πόνου. Είναι πιθανό ότι το bends προκαλείται από τον τοπικό σχηματισμό φυσαλίδων, εξωαγγειακά.

Δερματολογικές διαταραχές: Συνίστανται σε κνησμό, «μυρμηγκιάσματα» (creeps) και αιμωδίες. Παρατηρούνται συχνά και είναι συνήθως παροδικά συμπτώματα. Έχουν μικρή σημασία και σπάνια προχωρούν σε σοβαρότερες εκδηλώσεις. Σπάνια ο κνησμός είναι έντονος και συνοδεύεται από υπεραισθησία. Περιστασιακά εμφανίζεται εξάνθημα, κνίδωση ή στίγματα του δέρματος που σχετίζονται με άλλα συμπτώματα και σημεία, όπως αίσθημα πνιγμονής. Οι σοβαρές δερματολογικές εκδηλώσεις πιθανώς οφείλονται σε εμβολές του δέρματος από φυσαλίδες που μεταφέρονται με το αίμα από άλλα σημεία του σώματος.

Αναπνευστικές διαταραχές: Το αίσθημα πνιγμονής (chokes) είναι μία σοβαρή εκδήλωση της νόσου αποσυμπιέσεως που εμφανίζεται σχετικά σπάνια. Το πρώτο σύμπτωμα είναι σχεδόν πάντοτε ένα αίσθημα συσφίξεως στο κάτω μέρος του στήθους και βάρος στο επιγάστριο. Προσπάθεια βαθιάς αναπνοής προκαλεί κομμάτιασμα της εισπνοής και πόνο κάτω από το στέρνο. Συχνά υπάρχει αίσθημα κακουχίας και όσο η κατάσταση προχωράει κάθε προσπάθεια βαθιάς αναπνοής φέρνει βήχα, συχνά παροξυσμικό. Εάν η έκθεση στο ύψος συνεχίζεται σχεδόν πάντοτε οδηγεί σε καταπληξία. Το αίσθημα πνιγμονής επιμένει αρκετές ώρες μετά την επάνοδο στο έδαφος και μπορεί να επιδεινωθεί με το κάπνισμα ή τη βαθιά αναπνοή. Οφείλεται σε απόφραξη των πνευμονικών αρτηριδίων και τριχοειδών από φυσαλίδες που μεταφέρονται στα πνευμόνια από τους περιφερικούς ιστούς με το αίμα. Αυτή η άποψη ενισχύεται από το γεγονός ότι η ενδοφλέβιος ένεση αέρα στον άνθρωπο προκαλεί κλινική εικόνα όμοια με chokes.

Νευρολογικές διαταραχές: Είναι σπάνιες και εμφανίζονται με τη μορφή αστάθειας (staggers, τρέκλισμα). Παραλύσεις, παραισθησίες, αναισθησία και σπασμοί μπορεί να παρουσιάσουν ποικιλία κλινικών εικόνων. Μόνο μία περίπτωση μόνιμης παράλυσης έχει περιγραφεί. Οι εστιακές διαταραχές από το νευρικό πιθανώς οφείλονται σε εμβολή φυσαλίδων αέρα στο κεντρικό νευρικό σύστημα.

Οπτικές διαταραχές: Θόλωση της όρασης, σκοτώματα (μαύρα μπαλώματα) και ημιανοψία (απώλεια του μισού οπτικού πεδίου) είναι τα συνηθέστερα συμπτώματα. Συχνά συνοδεύονται από κεφαλαλγία και μοιάζουν με τις οπτικές διαταραχές της ημικρανίας. Είναι γενικά σπάνιες διαταραχές. Δεν είναι βέβαιο αν τα συμπτώματα αυτά είναι αγγειακής ή νευρολογικής αιτιολογίας, πιθανώς όμως και αυτά να οφείλονται σε εμβολή αέρα.

Καταπληξία: Είναι το σοβαρότερο και πιο επικίνδυνο σύμπτωμα. Μπορεί να εμφανισθεί επί απουσίας οποιασδήποτε άλλης εκδήλωσης (πρωτοπαθής καταπληξία) ή να ακολουθήσει τα άλλα συμπτώματα από τις αρθρώσεις, το αναπνευστικό ή το κεντρικό νευρικό σύστημα. Εμφανίζεται με κακουχία, άγχος και θόλωση της συνείδησης. Το άτομο είναι ανήσυχο, ωχροό με πρόσωπο και άκρα ιδρωμένα με κρύο και κολλώδη ιδρώτα. Ο σφυγμός είναι αφηλάφητος και αραιός και το άτομο αισθάνεται εναλλάξ ζέστη και κρύο. Τελικά το άτομο χάνει τις αισθήσεις του και μπορεί να εμφανίσει σπασμούς. Κάθοδος στο έδαφος συνήθως ακολουθείται από ταχεία ανάνηψη. Εμετός μπορεί να εμφανισθεί και συχνά εγκαθίσταται μετωπιαία κεφαλαλγία. Σε μερικές περιπτώσεις η καταπληξία εμφανίζεται μετά την κάθοδο στο έδαφος. Αυτό συμβαίνει πολύ σπάνια (1 φορά σε κάθε 2500 εκθέσεις σε ύψος πάνω από 30.000 πόδια) και πάντα ακολουθεί άλλα συμπτώματα της νόσου αποσυμπιέσεως. Ποτέ δεν εμφανίσθηκε χωρίς να έχουν προηγηθεί άλλα σοβαρά

συμπτώματα όταν το άτομο είναι στο ύψος. Ήπιος πόνος σε μία άρθρωση ή ήπιες δερματικές εκδηλώσεις δεν ακολουθήθηκαν ποτέ από καταπληξία. Τα συμπτώματα που προηγούνται μπορεί να βαίνουν επιδεινούμενα σταθερά ή να παρουσιάσουν πρόσκαιρη βελτίωση με την κάθοδο στο έδαφος και στη συνέχεια να υποτροπιάσουν και να επιβαρυνθούν μέχρι να ακολουθήσει η καταπληξία.

Η κλινική εικόνα ποικίλει. Μπορεί να μεσολαβήσουν αρκετές ώρες μεταξύ της καθόδου και της εμφάνισης των συμπτωμάτων. Τυπικά το άτομο γίνεται ανήσυχο, εμφανίζει πονοκέφαλο και αισθάνεται άρρωστο. Είναι ωχροό και έχει ψυχρά και ιδρωμένα άκρα. Σχεδόν πάντα υπάρχει περιφερική κυάνωση. Εστιακές και γενικές νευρολογικές διαταραχές μπορεί να εμφανισθούν όπως αδυναμία των άκρων, σκοτώματα, ημικρανία, απραξία και σπασμοί. Η αρτηριακή πίεση στην αρχή διατηρείται καλή αλλά ο σφυγμός είναι αψηλάφητος και υπάρχει βραδυκαρδία. Τελικά η πίεση πέφτει και στις βαρύτερες περιπτώσεις ακολουθεί κώμα. Ανάνηψη είναι δυνατό να συμβεί σε οποιοδήποτε στάδιο αλλά είναι σπάνια αν εγκατασταθεί κώμα. Θάνατος έχει περιγραφεί σε 20 περίπου περιπτώσεις ανά τον κόσμο μέχρι σήμερα. Σταθερό εύρημα είναι η αιμοσυμπύκνωση (αιματοκρίτης 55-65%).

Τα κύρια παθολογοανατομικά ευρήματα στις θανατηφόρες περιπτώσεις ήταν σημαντικές συλλογές υγρού στις ορώδεις κοιλότητες (πλευρίτιδα, ασκίτις), συμφόρηση των πνευμόνων και πνευμονικό οίδημα. Αυτό σε συνδυασμό με την αιμοσυμπύκνωση δείχνει μαζική απώλεια υγρών στον εξωαγγειακό χώρο. Φαίνεται ότι φυσαλίδες αέρα που σχηματίζονται στο λιπώδη ιστό μαζί με σταγονίδια λίπους προκαλούν εμβολές στα αρτηρίδια και τα τριχοειδή της πνευμονικής και της συστηματικής κυκλοφορίας. Η καθυστέρηση στην εμφάνιση της κυκλοφορικής καταπληξίας πιθανώς οφείλεται στη σμίκρυνση των φυσαλίδων μετά την επάνοδο στο έδαφος και την απόκτηση έτσι της δυνατότητας να περάσουν στη συστηματική κυκλοφορία και να κάνουν εμβολές.

Διαφορική διάγνωση: Είναι δυνατό να χρειασθεί να γίνει αναδρομικά διαφορική διάγνωση με βάση τα συμπτώματα και αφού ο χειριστής επιστρέψει στο έδαφος. Η διαφορική διάγνωση περιλαμβάνει οργανική νόσο όπως ισχαιμία του μυοκαρδίου, πνευμοθώρακα και μυοσκελετικό άλγος λόγω αρθρίτιδος, κράμπας ή τραυματισμού, επιπλοκή της πτήσης όπως ίλιγγος, αεροναυτία, υποξία, ατελεκτασία της επιταχύνσεως ή ψυχολογικές διαταραχές όπως άγχος, κλειστοφοβία, υπεραερισμός λόγω άγχους. Με την προσεκτική λήψη ιστορικού μπορούν να αποκλεισθούν τα περισσότερα από τα ανωτέρω νοσήματα. Σημαντική βοήθεια προσφέρει η γενική εξέταση αίματος και ειδικά η τυχόν αύξηση του αιματοκρίτη.

Αντιμετώπιση της νόσου αποσυμπύκνωσης: Στα περισσότερα περιστατικά τα συμπτώματα υποχωρούν με την επιστροφή σε ύψος κάτω των 10.000 ποδών. Εάν τα συμπτώματα είναι σοβαρά το προσβεβλημένο άτομο πρέπει να ξαπλώσει και να του χορηγηθεί O_2 100%. Εάν τα συμπτώματα υποχωρήσουν το άτομο πρέπει να παρακολουθηθεί για τουλάχιστον 4 ώρες. Αν τα συμπτώματα δεν βελτιώνονται σε μία ώρα μετά την κάθοδο θα πρέπει να αρχίσει ενεργός θεραπεία σε υπερβαρικό θάλαμο. Αν τέτοιος θάλαμος δεν είναι διαθέσιμος ή μέχρι την μεταφορά σε αυτόν πρέπει να αρχίζει υποστηρικτική αγωγή με χορήγηση υγρών ενδοφλεβίως και οξυγόνου 100%. Η μεταφορά στον υπερβαρικό θάλαμο πρέπει να γίνεται οδικώς. Άτομο που θα εμφανίσει νόσο αποσυμπύκνωσης θα πρέπει να μη εκτεθεί ποτέ στο μέλλον σε ύψος πάνω από 18.000 πόδια. Μακροπρόθεσμα αποτελέσματα δεν παραμένουν από τη νόσο αποσυμπύκνωσης εξ ύψους αν και από τη νόσο των δυτών έχουν αναφερθεί άσηπτες νεκρώσεις της κεφαλής του μηριαίου οστού και της κνήμης.

Η πρόληψη της νόσου αποσυμπύκνωσης γίνεται με την αποφυγή παρατεταμένης παραμονής σε μεγάλο ύψος. Όταν οι επιχειρησιακές ανάγκες δεν το επιτρέπουν και αν η πτήση γίνεται σε ύψος καμπίνας άνω των 25.000 ποδών πρέπει να γίνεται απαζώτωση με την αναπνοή 100% O_2 επί μισή ή μία ώρα ανάλογα με το ύψος. Μισή ώρα απαζώτωσης εξασφαλίζει ότι το άτομο δεν θα πάθει δυσβαρισμό αν ανέβει στα 48.000 πόδια για βραχύ διάστημα ή πάνω από 25.000 πόδια για 10 λεπτά. Αν το

άτομο πρόκειται να παραμείνει στα 40.000 πόδια για 3 ώρες η απαζώτωση πρέπει να διαρκέσει επίσης 3 ώρες. Για την εκπαίδευση στο θάλαμο χαμηλής πίεσης αν οι εκπαιδευόμενοι πρόκειται να εκτεθούν σε ύψος πάνω από 25.000 πόδια χρειάζεται απαζώτωση 30-60 λεπτά. Στα αεροσκάφη που διατηρούν καμπίνα συμπίεσης μέχρι 22.000 πόδια δεν υπάρχει κίνδυνος νόσου αποσυμπίεσης, εφ' όσον βέβαια δεν έχει προηγηθεί μέσα στο προηγούμενο 24ωρο έκθεση σε πίεση μεγαλύτερη της 1 ατμόσφαιρας. Αποφυγή λήψης οιοπνεύματος την προηγούμενη ημέρα καθώς και αποφυγή πτήσης σε περίπτωση μη καλής γενικής κατάστασης συμβάλλουν στην πρόληψη της νόσου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΟΞΥΓΟΝΟΥ

ΤΑΞΟΣ (ΥΙ) ΗΛΙΑΣ ΧΕΙΜΩΝΑΣ

Είδη συστημάτων: Τα συστήματα παροχής O_2 διακρίνονται καταρχήν σε δύο ομάδες: *κλειστού κυκλώματος* και *ανοικτού κυκλώματος*.

Στα **συστήματα κλειστού κυκλώματος** ο εκπνεόμενος αέρας ανακυκλώνεται και επανα-εισπνέεται εν όλω ή εν μέρει. Στηρίζονται στο γεγονός ότι σε κάθε αναπνοή δεν προσλαμβάνεται όλο το O_2 από τον οργανισμό αλλά το μεγαλύτερο μέρος του αποβάλλεται με την εκπνοή. Στην επιφάνεια της θάλασσας, όπου ως γνωστό ο αναπνεόμενος ατμοσφαιρικός αέρας έχει περιεκτικότητα O_2 21%, ο εκπνεόμενος αέρας έχει 16% O_2 . Παρά το ότι με το ύψος το εναπομένον O_2 μειώνεται, γίνεται σημαντική οικονομία με την επαναχρησιμοποίηση του εκπνεόμενου αέρα, αφού βέβαια αυτός καθαρισθεί από το CO_2 . Όμως υπάρχουν τρία δυνητικά σοβαρά μειονεκτήματα των συστημάτων κλειστού κυκλώματος. Πρώτον ο εκπνεόμενος και συχνά και ο εισπνεόμενος αέρας είναι κορεσμένος με υδρατμούς. Έτσι σε χαμηλές θερμοκρασίες δημιουργείται πάγος που αποφράσσει τους σωλήνες και τις βαλβίδες. Δεύτερον, σε περίπτωση προς τα μέσα διαρροής και εισπνοής περιβαλλοντικού αέρα όπως μπορεί π.χ. να συμβεί σε κακή εφαρμογή της μάσκας, συσσωρεύεται άζωτο στο αναπνεόμενο αέριο και προκαλείται υποξία. Τρίτον, τα χημικά απορροφητικά του CO_2 όπως τα υδροξειδία του βαρίου και του λιθίου είναι βαριά και πρέπει συχνά να ανανεώνονται. Βέβαια με την πρόοδο της τεχνολογίας και τα τρία προβλήματα αντιμετωπίζονται (ηλεκτρική θέρμανση των κρίσιμων για παγοποίηση σημείων, μικρού βαθμού υπερπίεση στο σύστημα αναπνοής - *πίεση ασφαλείας* - και διαπερατές στο CO_2 μεμβράνες) παραμένει όμως η πολυπλοκότητα των συστημάτων και γι' αυτό δεν χρησιμοποιούνται στην αεροπορία. Χρησιμοποιούνται όμως με επιτυχία στα υποβρύχια και τις διαστημικές πτήσεις.

Τα **συστήματα ανοικτού κυκλώματος** είναι αυτά που χρησιμοποιούνται στην αεροπορία. Σε αυτά ο εκπνεόμενος αέρας αποβάλλεται στο περιβάλλον. Μολονότι ξοδεύουν πολύ O_2 έχουν το πλεονέκτημα της απλότητας και γι' αυτό είναι ελαφρότερα και παρουσιάζουν σπανιότερα δυσλειτουργίες.

Υπάρχουν δύο τύποι των συστημάτων ανοικτού κυκλώματος, συστήματα **συνεχούς ροής οξυγόνου** στα οποία το O_2 χορηγείται συνεχώς, σε όλη τη διάρκεια του αναπνευστικού κύκλου και συστήματα **κατ' επίκληση ροής οξυγόνου** στα οποία το O_2 χορηγείται μόνο στη φάση της εισπνοής. Και τα δύο συστήματα περιλαμβάνουν μια κρίσιμη συσκευή, **τον ρυθμιστή οξυγόνου**, μέσα από τον οποίο περνάει το O_2 πριν καταλήξει στον χρήστη. Ο ρυθμιστής, όπως και το όνομα υποδηλώνει, ρυθμίζει την ποσότητα του O_2 και το ρυθμό με τον οποίο αυτό φθάνει στον χρήστη. Εκτός όμως από το ρυθμιστή κάθε σύστημα οξυγόνου αποτελείται από επί μέρους τμήματα ή συσκευές, από το είδος και την λειτουργία των οποίων εξαρτάται ο τύπος και οι δυνατότητες του συστήματος. Ένα τυπικό σύστημα αποτελείται από την **δεξαμενή O_2 ή τη συσκευή παραγωγής O_2** (σε περίπτωση που αυτό παράγεται από το αεροσκάφος εν πτήσει), **το σύστημα σωλήνων αγωγής** υψηλής ή μέσης πίεσεως, στο οποίο βρίσκονται συνδεδεμένοι οι **μετρητές** ποσότητας και πίεσεως, **τα φίλτρα** και οι βαλβίδες ελάττωσης της πίεσεως, **τον ρυθμιστή O_2** , τους **σωλήνες χαμηλής πίεσεως** και την **μάσκα O_2** . Όλα τα αεροσκάφη, εκτός από το κύριο σύστημα έχουν και ένα δεύτερο εφεδρικό ή εκτάκτου ανάγκης, του οποίου το μέγεθος, η δομή και η αποστολή είναι ανάλογα με τον τύπο του αεροσκάφους.

Γενικά χαρακτηριστικά των συστημάτων παροχής O_2 Κάθε σύστημα πρέπει να ικανοποιεί ένα ελάχιστο όριο φυσιολογικών απαιτήσεων και να διαθέτει μερικά χαρακτηριστικά ασφαλείας.

A. Φυσιολογικές απαιτήσεις:

Επάρκεια οξυγόνου για πρόληψη υποξίας. Η κυψελιδική PO_2 πρέπει να διατηρείται γύρω στα 103mmHg. Αυτή η πίεση μπορεί να διατηρηθεί μέχρι το ύψος των 33.000 ποδών με προοδευτική αύξηση του ποσοστού O_2 στον αναπνεόμενο αέρα. Πάνω από αυτό το ύψος ακόμη και 100% O_2 δεν αρκεί και η κυψελιδική PO_2 προοδευτικά μειώνεται. Μέχρι τα 40.000 πόδια και με 100% O_2 η PO_2 διατηρείται πάνω από 55mmHg που ισοδυναμεί με ύψος 10.000 πόδια υπό αναπνοή ατμοσφαιρικού αέρα. Αυτός ο βαθμός υποξίας μπορεί να θεωρηθεί ανεκτός και συνεπώς μέχρι αυτό το ύψος η πίεση με την οποία που χορηγείται το O_2 είναι ίση με την περιβαλλοντική. Πάνω από τα 40.000 πόδια το O_2 πρέπει να χορηγείται υπό πίεση μεγαλύτερη του περιβάλλοντος. Σε μερικές περιπτώσεις όπως σε ταχεία αποσυμπίεση, μπορούν να γίνουν αποδεκτές μικρότερες τιμές PO_2 για βραχεία όμως χρονική περίοδο.

Επάρκεια αζώτου: υπό τον όρο ότι δεν προκαλείται υποξία, η περιεκτικότητα του αναπνεόμενου μίγματος σε άζωτο δεν πρέπει να είναι κάτω των 40% για να αποφεύγεται η ατελεκτασία από τα +G και η όψιμη αερωτίτιδα.

Επαρκής αερισμός και απαραίτητη ροή χωρίς να προστίθεται σημαντική εξωτερική αντίσταση. Η μέγιστη στιγμιαία ροή θα πρέπει να μην είναι κάτω από 200 l/sec και ο μέγιστος ρυθμός μεταβολής να είναι 20 l/sec². Ο ελάχιστος αερισμός να είναι 60 l/sec και η αντίσταση στη ροή όχι μεγαλύτερη από 30,5 cm στήλης H_2O .

Αποβολή CO_2 . Για να αποφεύγεται σημαντικού βαθμού επανεισπνοή CO_2 ο επιπρόσθετος νεκρός χώρος να μη υπερβαίνει τα 150ml.

Κατάλληλη θερμοκρασία. Η θερμοκρασία του αναπνεόμενου αέρα να μη αποκλίνει του 5 °C από την θερμοκρασία της καμπίνας. Στην πράξη κανένα ενεργητικό μέτρο δεν λαμβάνεται για τη θέρμανση του αέρα αλλά στηρίζεται στην εξισορρόπηση της θερμοκρασίας των σωληνώσεων αγωγής.

B. Γενικά χαρακτηριστικά ασφαλείας:

Πίεση ασφαλείας. Για να αποφευχθεί εισπνοή περιβαλλοντικού αέρα σε περίπτωση μη καλής εφαρμογής της μάσκας, το σύστημα πρέπει να διατηρεί μέσα στο κύκλωμά του πίεση ελαφρώς μεγαλύτερη από αυτή του περιβάλλοντος. Έτσι επιτυγχάνεται καλύτερη εφαρμογή της μάσκας, αλλά και αν συμβεί διαρροή αυτή είναι προς τα έξω.

Προστασία από τοξικά αέρια και από νόσο αποσυμπίεσης: Ο χρήστης να μπορεί να επιλέγει χειροκίνητα 100% O_2 , όποτε το νομίζει απαραίτητο (π.χ. τοξικά αέρια στην καμπίνα ή νόσος αποσυμπίεσης).

Άνεση: Η λειτουργία του συστήματος να είναι όσο το δυνατό εύκολη για τον χρήστη και αυτοματοποιημένη. Ο χρήστης το μόνο που να έχει να κάνει είναι να τραβήξει τη μάσκα και να την συνδέσει με το λοιπό σύστημα. Οι χειρισμοί σε περίπτωση δυσλειτουργίας να είναι απλοί.

Έλεγχος καλής λειτουργίας. Το σύστημα να είναι σχεδιασμένο ώστε να προειδοποιεί το χειριστή σε περίπτωση παράληψης σημαντικών χειρισμών, π.χ. ο χειριστής να αισθάνεται μεγάλη αντίσταση στην αναπνοή αν οι συνδέσεις δεν έχουν γίνει καλά ή αν η παροχή O_2 δεν έχει τεθεί σε θέση **ON**. Ο χρήστης να μπορεί να ελέγχει άμεσα, με τη πίεση ενός κουμπιού, την καλή εφαρμογή της μάσκας (**δοκιμασία press-to-test**).

Ενδείξεις ποσότητας και ροής O_2 .

Προειδοποίηση βλάβης: ενδεικτικό φωτάκι σε περίπτωση πτώσης της πίεσης ή αύξησης της αντίστασης στην αναπνοή σε περίπτωση τυχαίας αποσύνδεσης του σωλήνα παροχής.

Εφεδρικό σύστημα. Τα αεροσκάφη με καμπίνα χαμηλής διαφορικής πίεσης, στα οποία το ατομικό σύστημα παροχής O_2 αποτελεί τον κύριο τρόπο προστασίας από την υποξία, ένας βαθμός πλεονασμού είναι απαραίτητος για λόγους ασφαλείας. Έτσι σε πολλά αεροσκάφη υπάρχει δεύτερο, εφεδρικό σύστημα που τίθεται σε λειτουργία αν το πρώτο παρουσιάζει βλάβη. Κάθε αεροσκάφος πάντως έχει ένα σύστημα χορήγησης O_2 έκτακτης ανάγκης (Emergency Oxygen), το οποίο έχει

ανεξάρτητη δεξαμενή O₂ και ανεξάρτητο ρυθμιστή. Αυτό το σύστημα χρησιμεύει ως εφεδρικό, αν για οποιαδήποτε αιτία το κύριο σύστημα παρουσιάσει βλάβη ή αν η κύρια δεξαμενή τελειώσει ή σε περίπτωση εγκατάλειψης του αεροσκάφους. Τα αεροσκάφη με καμπίνα μεγάλης διαφορικής πίεσης, στα οποία ο κύριος τρόπος προστασίας από την υποξία είναι η καμπίνα, υπάρχουν μόνο ένα σύστημα παροχής O₂.

Προστασία κατά τη διάρκεια εγκατάλειψης σε μεγάλο ύψος. Το σύστημα αυτό είναι φορητό και τοποθετείται στη στολή του χειριστή ή στο αλεξίπτωτο ή στο κάθισμα σε όσα αεροσκάφη έχουν εκτινασσόμενο κάθισμα. Σε πολλά αεροσκάφη το σύστημα αυτό χρησιμοποιείται ως εφεδρικό, όπως περιγράφηκε ανωτέρω.

Ανεξαρτησία από το περιβάλλον. Το σύστημα πρέπει να λειτουργεί σε όλες τις ακραίες συνθήκες που μπορούν να παρουσιασθούν στην πτήση. Απαραίτητα να λειτουργεί στις μεταβολές της ατμοσφαιρικής πίεσεως. Να αντέχει σε χαμηλές θερμοκρασίες (-26 °C στο έδαφος και -55 °C εν πτήση, σε περίπτωση απώλειας της καμπίνας). Η μάσκα και το κράνος να μη μετακινούνται από τη θέση τους από θετική πίεση, από ψηλά G και από το φράγμα του αέρα που δημιουργείται σε περίπτωση εγκατάλειψης. Επίσης και οι βαλβίδες πρέπει να εξακολουθούν να λειτουργούν υπό τέτοιες συνθήκες.

Αναπνοή υπό την επιφάνεια του νερού. Σε περίπτωση εμβύθισης στο νερό το σύστημα να εξακολουθεί να παρέχει O₂ μέχρι και βάθος 30μ.

Οικονομία βάρους, όγκου και κόστους: Το σύστημα πρέπει να μη κάνει σπατάλες. Αντίθετα να ικανοποιεί τις φυσιολογικές απαιτήσεις με το μικρότερο δυνατό κόστος σε βάρος, όγκο και χρήματα.

Δεξαμενές O₂ οξυγόνου. Σε όσα αεροσκάφη ο εφοδιασμός με O₂ γίνεται στο έδαφος από εξωτερική πηγή παραγωγής, η αποθήκευση γίνεται είτε σε αέριο κατάσταση υπό υψηλή πίεση, είτε σε υγρά μορφή. Το οξυγόνο πρέπει να είναι υψηλής καθαρότητας, με τουλάχιστον 99,5% οξυγόνο, άσμο και ελεύθερο τοξικών προσμίξεων. Η περιεκτικότητα του σε CO να είναι κάτω του 0,002% και σε υδρογονάνθρακες κάτω από τα προβλεπόμενα όρια για τον τρόπο αποθήκευσης. Επίσης να μη περιέχει υδατμούς για να μην εμφανίζεται παγοποίηση στις χαμηλές θερμοκρασίας (περιεκτικότητα σε H₂O κάτω των 0,005mg/l στους 0°C και 760mmHg).

Η αποθήκευση σε *αέριο μορφή* γίνεται σε χαλύβδινες φιάλες με πίεση 1.800 psi (περίπου 122 ατμόσφαιρες) αν και σε ορισμένα αεροσκάφη χρησιμοποιούνται χαμηλότερες πιέσεις (450 psi) και σε άλλα υψηλότερες (5000 psi) για μικρότερο όγκο. Η μορφή αυτή έχει το πλεονέκτημα ότι το O₂ είναι έτοιμο για χρήση αμέσως μετά τη φόρτωση, είναι εύκολο να βρεθεί σε όλο τον κόσμο και δεν έχει απώλειες όταν το σύστημα δεν είναι σε χρήση. Έχει όμως το μειονέκτημα του μεγάλου βάρους και όγκου. Χρησιμοποιείται στα μεγάλα μεταφορικά και πολιτικά αεροσκάφη και στο σύστημα O₂ εκτάκτου ανάγκης στα μαχητικά αεροσκάφη.

Η αποθήκευση σε *υγρή μορφή (Liquid Oxygen, LOX)* γίνεται σε χαμηλή θερμοκρασία (κάτω των -183 °C) και σε πίεση 70-115 psi (περίπου 5-7 ατμόσφαιρες). Ένα λίτρο υγρού O₂ αποδίδει 840 λίτρα αερίου (NTP). Η δεξαμενή αποθήκευσης αποτελείται από ένα μονωμένο δοχείο με διπλά τοιχώματα, μεταξύ των οποίων υπάρχει κενό, από βαλβίδες και από σωληνώσεις. Μπορεί να είναι μόνιμα τοποθετημένη στο αεροσκάφος και να γεμίζει εξωτερικά στο έδαφος ή να είναι φορητή και να αντικαθίσταται όταν αδειάζει. Η χωρητικότητα ποικίλει από 3,5 έως 25 λίτρα. Πλεονεκτεί γιατί έχει μικρό βάρος και μικρό όγκο σε σύγκριση με τις δεξαμενές της αερίου μορφής. Επειδή η μόνωση ποτέ δεν είναι απόλυτη, η θερμοκρασία και συνεπώς η πίεση του O₂ σταδιακά ανεβαίνει, γι' αυτό υπάρχει βαλβίδα διαφυγής που ανοίγει όταν η πίεση ξεπερνάει τις 20-30 psi πάνω από την κανονική πίεση λειτουργίας. Αυτό συμβαίνει κάθε 10-12 ώρες και έτσι το 10% του O₂ χάνεται σε 24 ώρες.

Ένα σοβαρό μειονέκτημα του υγρού οξυγόνου είναι ότι αν συμβεί οποιαδήποτε ανατάραξη του δοχείου μέσα στις πρώτες 6-8 ώρες από την πλήρωση δημιουργείται ένα φαινόμενο που λέγεται *θερμοκρασιακή στρωματοποίηση* λόγω του οποίου η πίεση του παρεχομένου σε αέριο μορφή O₂ πέφτει. Το μειονέκτημα αυτό αντιμετωπίζεται με την παροχή θερμότητας στο περιεχόμενο του δοχείου αμέσως μετά την πλήρωση, μια διαδικασία που λέγεται *σταθεροποίηση (Stabilizing)*. Δύο άλλα μειονεκτήματα είναι το κόστος και ο κίνδυνος προσμίξεων. Το μεγάλο κόστος προέρχεται από τις διαρροές σε όλα τα στάδια της διαδικασίας, από την παραγωγή, τη μεταφορά και την αποθήκευση μέχρι τη χρήση. Λιγότερο από το 1/8 του O₂ που παράγεται από το εργοστάσιο φθάνει στη δεξαμενή του αεροσκάφους και στην δεξαμενή υπάρχει η αναπόφευκτη διαρροή που προαναφέραμε. Για την αποφυγή προσμίξεων χρειάζεται εξαιρετική προσοχή και μέτρηση με υπέρυθρα φασματοσκόπια κατά τον ανεφοδιασμό στο έδαφος. Όμως, παρά τα μειονεκτήματα αυτά τα πλεονεκτήματα του όγκου και βάρους την κάνουν μέθοδο επιλογής στα μαχητικά αεροσκάφη. Πρόσθετο πλεονέκτημα αποτελεί το ότι η δεξαμενή είναι απίθανο να εκραγεί ακόμη και αν διατρηθεί από εχθρική ενέργεια.

Η αποθήκευση σε *στερεά χημικά αντιδραστήρια* γίνεται με μορφή κυλινδρικών σχηματισμών, **των κηρίων**, που αποτελούνται από μίγμα χλωρικού νατρίου (NaClO₃) και σκόνης σιδήρου συμπιεσμένα με μια ανόργανο ύλη όπως το φάιμπεργκλας. Όταν το κηρίο αυτό πυροδοτηθεί με ένα καψύλιο ή κροτίδα ή ηλεκτρική αντίσταση που δημιουργεί θερμοκρασία 250 °C, αρχίζει εξωθερμική αντίδραση που παράγει O₂. Η χημική αντίδραση είναι:

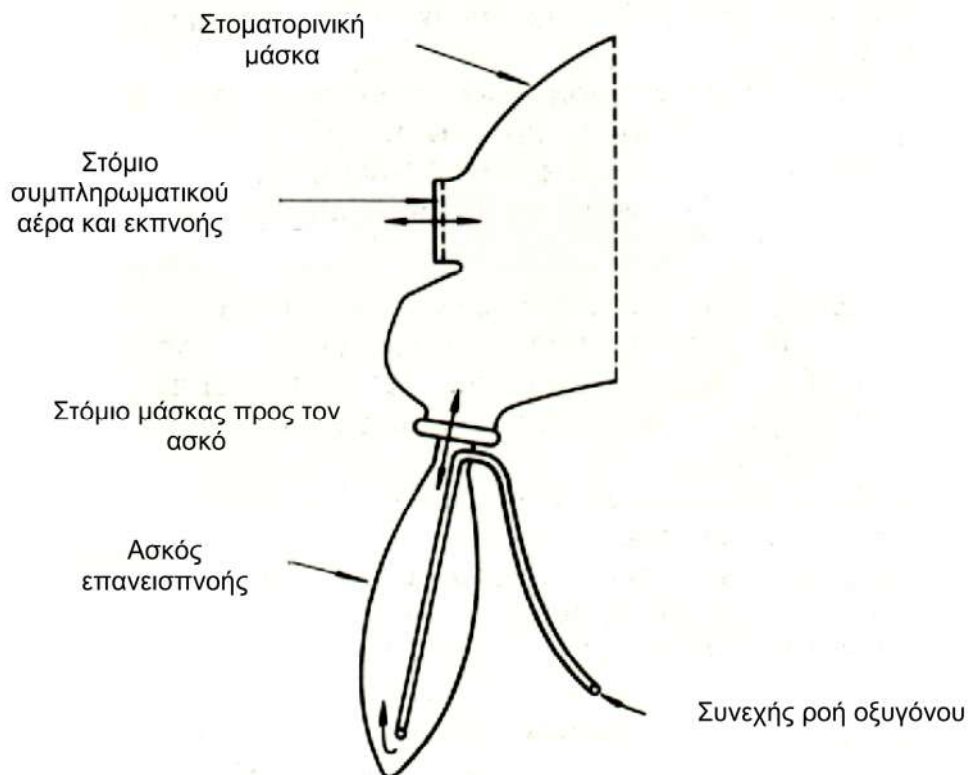


Για εξουδετέρωση των προσμίξεων ελεύθερου χλωρίου, CO και CO₂ που παράγονται στο κηρίο προστίθεται μικρή ποσότητα υπεροξεικού βαρίου. Όταν αρχίζει η καύση του κηρίου, η αντίδραση δεν σταματάει και η ροή του O₂ είναι συνεχής μέχρι το τέλος. Ένα κηρίο μήκους 22cm και διαμέτρου 15cm και βάρους 5,5 κιλών αποδίδει 1300 λίτρα (NTP) καθαρού O₂. Χρησιμοποιείται ως οξυγόνο ανάγκης σε μεταφορικά αεροσκάφη.

Παραγωγή O₂ στο αεροσκάφος εν πτήση. Παλαιότερες μέθοδοι παραγωγής O₂ όπως η *ηλεκτρόλυση του νερού* και το *ανάστροφο ηλεκτρικό στοιχείο (reversed fuel cell)* δεν απέδωσαν γιατί χρειάζονται μεγάλα ποσά ηλεκτρικής ενέργειας. Η μέθοδος *απορρόφησης και απόδοσης O₂* από συμπιεσμένο αέρα με απορροφητικές ουσίες όπως το οξειδίο του Βαρίου και η φλουομίνη (μια συνθετική χημική ένωση του κοβαλτίου) έχει χρησιμοποιηθεί στο παρελθόν στα βομβαρδιστικά B1 των Η.Π.Α. Όμως η μεγάλη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και το μεγάλο βάρος της συσκευής (50 κιλά) αποτελούν μειονεκτήματα. Η μέθοδος εγκαταλείφθηκε ως απαρχαιωμένη με την ανάπτυξη της μεθόδου του **μοριακού διαχωρισμού οξυγόνου (Molecular sieve oxygen concentration system, MSOCS)**. Οι συσκευές μοριακού διαχωρισμού στηρίζονται στην ιδιότητα ορισμένων πυριτικών και αργυλικών οξειδίων συνδεδεμένων με κατιόντα Na ή Ca να προσροφούν το N₂ του ατμοσφαιρικού αέρα όταν τίθενται υπό πίεση και να αφήνουν γύρω τους μίγμα O₂ και Αργού (94% O₂ και 6% Αργό), το οποίο συλλέγεται για χρήση. Το προσροφημένο N₂ μπορεί σε δεύτερη φάση να απομακρυνθεί ώστε ο διαχωριστής να χρησιμοποιηθεί πάλι. Με κατάλληλη εναλλαγή της πίεσεως γίνεται πλήρης διαχωρισμός του αέρα, κατά φάσεις. Για να είναι η ροή συνεχής υπάρχουν δύο ή περισσότερες κλίνες διαχωρισμού συντονισμένες ώστε όταν η μία είναι υπό πίεση η άλλη να καθαρίζεται από το N₂. Η μέθοδος είναι οικονομική, καταναλώνει ελάχιστη ενέργεια και η συσκευή είναι μικρή. Έχει το τεράστιο πλεονέκτημα ότι απλοποιεί την αλυσίδα του ανεφοδιασμού σε O₂ και πετυχαίνει οικονομία σε προσωπικό εδάφους και ελευθερία κίνησης του αεροσκάφους. Το κυριότερο μειονέκτημα της μεθόδου είναι ότι η παραγωγή O₂ παύει αν σβήσει η μηχανή του αεροπλάνου και ότι σε περίπτωση ταχείας αποσυμπίεσης σε ύψος πάνω από 30.000 πόδια η ταχύτητα ανταπόκρισης δεν είναι αρκετή. Γι' αυτό πρέπει να υπάρχει μια εφεδρική δεξαμενή αερίου O₂ για άμεση παροχή 100% O₂ αν

χρειασθεί. Η μέθοδος έχει και ένα πρόσθετο χαρακτηριστικό: με την κατάλληλη ρύθμιση του χρόνου συμπίεσης και αποσυμπίεσης μπορεί να παραχθεί η επιθυμητή συγκέντρωση O_2 , δεδομένου ότι η συγκέντρωση 94% O_2 είναι μεγάλη για τις περισσότερες πτήσεις.

Σύστημα συνεχούς ροής O_2 . Στα συστήματα αυτά η ροή του O_2 προς τον χρήστη είναι συνεχής, τόσο στη φάση της εισπνοής όσο και στη φάση της εκπνοής. Το απλούστερο από αυτά τα συστήματα είναι το αμέσου ροής, το οποίο αποτελείται από μία δεξαμενή οξυγόνου, μία συσκευή ρύθμισης (ρυθμιστής) που αφήνει μια σταθερή ποσότητα O_2 να παρέχεται ανά λεπτό, έναν εύκαμπτο σωλήνα παροχής και μία ρινοστοματική μάσκα. Η μάσκα έχει ένα στόμιο από το οποίο εισέρχεται αέρας όταν οι απαιτήσεις του ατόμου είναι μεγαλύτερες από την παροχή του σωλήνα και από το οποίο ο εκπνεόμενος αέρας αποβάλλεται στο περιβάλλον. Από το O_2 που καταναλώνεται προσλαμβάνεται μόνο αυτό που παρέχεται στη διάρκεια της εισπνοής, ενώ αυτό που παρέχεται στη διάρκεια της εκπνοής (η οποία καταλαμβάνει το 50-60% του κύκλου της αναπνοής) αποβάλλεται στο περιβάλλον. Ακόμη και στη διάρκεια της εισπνοής το O_2 που ρέει στη μάσκα θα εισέλθει όλο στους πνεύμονες μόνο στη φάση που η εισπνευστική ροή είναι ίση ή μεγαλύτερη από τη ροή του O_2 . Για να εξασφαλισθεί λοιπόν ότι δεν θα γίνει εισπνοή αέρα από το περιβάλλον (όταν αυτό είναι απαραίτητο να αποφευχθεί για την πρόληψη υποξίας σε μεγάλο ύψος) η ροή του O_2 πρέπει να είναι μεγαλύτερη από τη μέγιστη εισπνευστική ροή, που συνήθως είναι 2-3 φορές μεγαλύτερη από τον αναπνεόμενο όγκο ανά λεπτό. Συνεπώς το σύστημα αυτό κάνει μεγάλη σπατάλη O_2 . Παρ' όλα αυτά, επειδή είναι πολύ απλό, χρησιμοποιείται ως εφεδρικό οξυγόνο εκτάκτου ανάγκης και κατά την εγκατάλειψη στα μαχητικά αεροσκάφη.

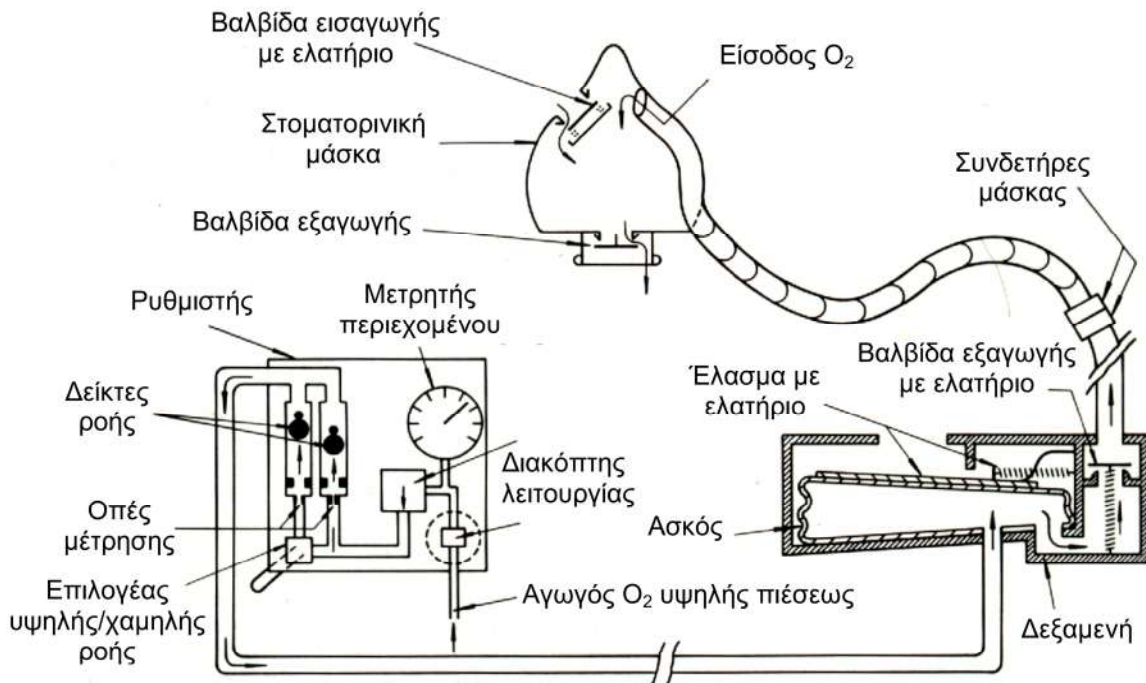


Εικόνα 7-1

Μάσκα με ασκό. Το O_2 εισέρχεται με συνεχή ροή στο περιφερικό άκρο του ασκού και αποθηκεύεται στη διάρκεια της εκπνοής για να αποδοθεί στην εισπνευστική φάση. Από το στόμιο συμπληρωματικού αέρα εξέρχεται ο αέρας στην εκπνοή και ατμοσφαιρικός αέρας αν η εισπνευστική ροή είναι μεγαλύτερη από τη ροή O_2 από τον ασκό.

Ένα τυπικό τέτοιο σύστημα αποτελείται από ένα μικρό κύλινδρο που περιέχει 50 λίτρα O_2 (NTP) με πίεση 1800 psi, ένα μετρητή ποσότητας, μία βαλβίδα-διακόπτη και ένα ελαστικό σωλήνα που συνδέεται με τον σωλήνα εισαγωγής της μάσκας. Ο διακόπτης ανοίγει χειροκίνητα εάν το κύριο σύστημα οξυγόνου παρουσιάσει βλάβη ή αυτόματα στην εγκατάλειψη. Για τις ανάγκες του συστήματος, αυτού η μάσκα έχει τις κατάλληλες τροποποιήσεις (βαλβίδες διαφυγής και βαλβίδα εισπνοής εξωτερικού αέρα, όταν η ροή της εισπνοής υπερβαίνει τη ροή του O_2). Με την προσθήκη ενός ασκού στο σύστημα συνεχούς ροής, ο οποίος δρά ως αποθήκη (ρεζερβουάρ) του O_2 στη διάρκεια της εκπνοής επιτυγχάνεται οικονομία κατά 50-70%. Όταν ο ασκός επικοινωνεί με τη μάσκα, χωρίς βαλβίδα (εικόνα 7-1) μέρος του εκπνεόμενου αέρα μπαίνει μέσα στον ασκό και ξανά εισπνέεται στην επόμενη αναπνοή.

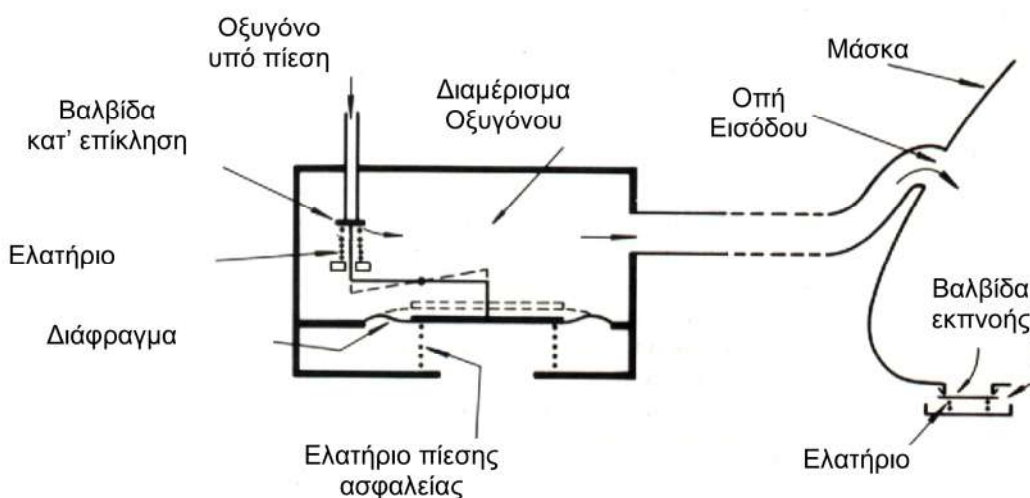
Βέβαια επειδή ο επανεισπνεόμενος αέρας είναι αυτός που βγήκε στην αρχή της εκπνοής και προέρχεται από τον νεκρό αναπνευστικό χώρο δεν περιέχει πολύ διοξείδιο του άνθρακα. Αυτό επιτυγχάνεται γιατί το στόμιο της μάσκας προς τον ασκό είναι μεγαλύτερο από το στόμιο προς το περιβάλλον, έτσι έχει μικρότερη αντίσταση και εκπνεόμενος αέρας γεμίζει πρώτα τον ασκό και μετά αποβάλλεται στο περιβάλλον. Το σύστημα αυτό χρησιμοποιείται κυρίως για παροχή O_2 σε ασθενείς κατά την πτήση και για πρόληψη της υποξίας σε απώλεια συμπίεσης της καμπίνας στα μεταφορικά αεροσκάφη. Έχει το μειονέκτημα ότι δεν προσαρμόζει τη ροή στις ανάγκες της αναπνοής, δεν παρέχει O_2 υπό πίεση και ότι ο εκπνεόμενος αέρας είναι κορεσμένος με υδατμούς, με αποτέλεσμα να γίνεται πάγος σε χαμηλές θερμοκρασίες (κάτω των $-5\text{ }^\circ\text{C}$). Αναμένεται όμως ότι σε απώλεια καμπίνας η θερμοκρασία δεν θα πέσει κάτω των $0\text{ }^\circ\text{C}$. Άλλα συστήματα έχουν μία βαλβίδα μη επιστροφής μεταξύ του ασκού και της μάσκας (σύστημα μη επανεισπνοής). Σε αυτά ο ασκός συνήθως είναι τοποθετημένος μακριά από τη μάσκα λόγω του μεγέθους του (εικόνα 7-2



Εικόνα 7-2
Σύστημα παροχής O_2 μη επανεισπνοής.

Το σύστημα αυτό μπορεί να εξασφαλίσει πίεση ασφαλείας στην μάσκα αλλά δεν μπορεί να παρέχει O_2 υπό πίεση που είναι απαραίτητη για αναπνοή πάνω από τα 40.000 πόδια. Γι' αυτό μολονότι χρησιμοποιήθηκε ευρέως στη δεκαετία του '40 σήμερα δεν χρησιμοποιείται. Έχει όμως ιστορική αξία ως ένα σημαντικό βήμα στην εξέλιξη των συστημάτων χορήγησης O_2 .

Συστήματα κατ' επίκληση (demand) χορήγησης O_2 : Τα συστήματα της κατ' επίκληση χορήγησης O_2 έχουν αντιμετωπίσει πολλά από τα μειονεκτήματα της συνεχούς ροής. Σε αυτά O_2 ρέει μόνο στη φάση της εισπνοής και μάλιστα με ρυθμό ανάλογο της ζήτησης. Έτσι επιτυγχάνεται οικονομία O_2 και ταυτόχρονα αποφεύγεται εισπνοή εξωτερικού αέρα, γιατί ο ρυθμός της εισπνοής ποτέ δεν υπερβαίνει τον ρυθμό της παροχής του συστήματος. Επί πλέον τα συστήματα αυτά ρυθμίζουν τόσο αυτόματα όσο και χειροκίνητα την περιεκτικότητα του παρεχόμενου αερίου σε O_2 , την πίεση ασφαλείας και την θετική πίεση αναπνοής. Το όργανο-κλειδί στο σύστημα αυτό είναι ο ρυθμιστής, μολονότι και ο σωλήνας αγωγής από το ρυθμιστή μέχρι τη μάσκα καθώς και η μάσκα είναι κρίσιμα τμήματα του συστήματος. Ο ρυθμιστής μπορεί να είναι προσαρμοσμένος στον πίνακα διακυβέρνησης του αεροσκάφους (**panel mounted**) ή στο κάθισμα (**seat mounted**) ή να φέρεται πάνω στον χειριστή (**man mounted**). Όπως και να είναι ο ρυθμιστής οι αρχές σχεδίασης και λειτουργίας είναι οι ίδιες. Με την εξέλιξη της αερομηχανικής έγινε δυνατό να περιορισθεί ο όγκος των ρυθμιστών και να γίνουν μινιατούρες, χωρίς να χάσουν κανένα από τα πλεονεκτήματά τους. Η λειτουργία του ρυθμιστή κατ' επίκληση στηρίζεται σε μια βαλβίδα που ανοίγει σε έκταση και χρόνο ανάλογο με την πίεση στην κοιλότητα της μάσκας και συνεπώς την πίεση στο αναπνευστικό δένδρο (demand βαλβίδα). Όταν η πίεση αυτή είναι χαμηλότερη από την πίεση του περιβάλλοντος η βαλβίδα ανοίγει. Όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά πίεσεως τόσο μεγαλύτερο το άνοιγμα. Αυτό επιτυγχάνεται με μια διάταξη που φαίνεται στην **εικόνα 7-3**.



Εικόνα 7-3
Ρυθμιστής κατ' επίκληση

Ο ρυθμιστής στην ουσία είναι ένα κουτί που χωρίζεται σε δύο διαμερίσματα με ένα εύκαμπτο διάφραγμα. Το ένα διαμέρισμα επικοινωνεί με το περιβάλλον και δέχεται την πίεση του αέρα της καμπίνας και το άλλο περιέχει οξυγόνο που χορηγείται στο σωλήνα με τη μάσκα του χειριστή. Η είσοδος του O_2 στο διαμέρισμα αυτό από το σωλήνα υψηλής πίεσης ελέγχεται από την κατ' επίκληση βαλβίδα. Η βαλβίδα συνδέεται με το εύκαμπτο διάφραγμα μέσω ενός μοχλού. Όταν κατά την εισπνοή η πίεση στη μάσκα και κατ' επέκταση στο διαμέρισμα του O_2 μειώνεται, το

ελαστικό διάφραγμα μετατοπίζεται προς την πλευρά αυτού του διαμερίσματος. Η κίνηση αυτή μεταδίδεται στη βαλβίδα μέσω του μοχλού και η βαλβίδα ανοίγει. Όταν η εισπνοή τελειώνει και η πίεση στη μάσκα αυξάνει στο επίπεδο του περιβάλλοντος το διάφραγμα επανέρχεται στη θέση του και η βαλβίδα κλίνει.

Η βαλβίδα πρέπει να είναι τόσο ευαίσθητη ώστε οι στιγμιαίες μεταβολές της ροής μέσω αυτής να είναι ίσες με τη ροή της αναπνοής. Οι παλαιότεροι ρυθμιστές, για να πετυχαίνουν τον απαραίτητο βαθμό ευαισθησίας, είχαν διάφραγμα με διάμετρο 8-10 εκατοστά. Οι σύγχρονοι όμως ρυθμιστές είναι σερβο-ρυθμιζόμενοι (servo-controlled) και χρειάζονται διάφραγμα μόνο 2-3 εκατοστά έτσι είναι μικρού μεγέθους.

Η **ανάμειξη του O₂** με ατμοσφαιρικό αέρα είναι απαραίτητη γιατί η αναπνοή 100% οξυγόνου επί πολλές ώρες είναι βλαπτική, όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο. Η ανάμειξη γίνεται αυτόματα και η συγκέντρωση του O₂ αυξάνεται προοδευτικά με το ύψος. Υπάρχουν δύο μέθοδοι δημιουργίας του μίγματος, η μέθοδος της *αναρρόφησης* (suction dilution) και της *έγχυσης* (injector dilution). Και οι δύο μέθοδοι στηρίζονται στην ύπαρξη ενός κλειστού ελαστικού ασκού (aneroïd capsule) που διατείνεται ανάλογα με το ύψος και ανοίγει ανάλογα μία βαλβίδα εισαγωγής αέρα (**εικόνα 7-4**). Το σύστημα αναρρόφησης δεν μπορεί να δουλέψει όταν εφαρμόζεται πίεση ασφαλείας και γι' αυτό το σύστημα έγχυσης είναι ευρύτερα διαδεδομένο. Έχει όμως το μειονέκτημα ότι παρέχει σχετικά υψηλές συγκεντρώσεις O₂ σε χαμηλά ύψη, π.χ. ένας τυπικός τέτοιος ρυθμιστής παρέχει 40-50% O₂ ακόμη και στο επίπεδο της θάλασσας. Και στους δύο τύπους η βαλβίδα του αέρα μπορεί να κλείσει χειροκίνητα και να δοθεί O₂ 100% σε περίπτωση τοξικών αερίων στην καμπίνα ή σε αποσυμπύεση. Αυτή η λειτουργία της ανάμειξης του O₂ με ατμοσφαιρικό αέρα δεν είναι απαραίτητη στα αεροσκάφη που έχουν μοριακό διαχωριστή.

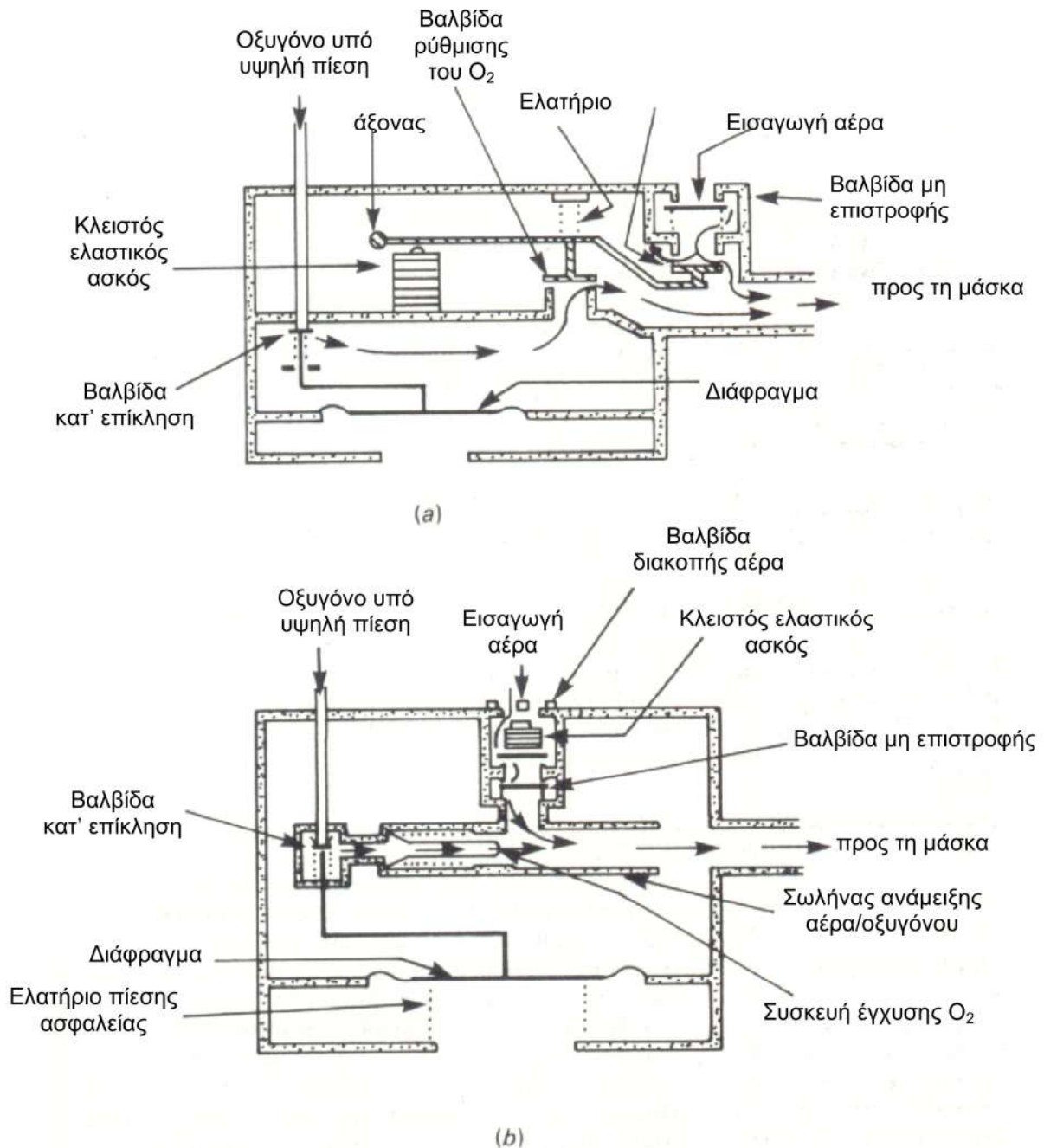
Άλλες λειτουργίες του ρυθμιστή κατ' επίκληση είναι η δημιουργία πίεσης ασφαλείας και η θετική πίεση αναπνοής. Η πίεση ασφαλείας είναι περίπου 15-25mm στήλης H₂O πάνω από την περιβαλλοντική, επιτυγχάνεται με την εφαρμογή κατάλληλου ελατηρίου στο εύκαμπτο διάφραγμα (**εικόνες 7-3 και 7-4**, ελατήριο πίεσης ασφαλείας) και χρησιμεύει για την καλή εφαρμογή της μάσκας και την αποφυγή διαρροής από έξω προς τα μέσα και την αλλοίωση του αναπνεόμενου μίγματος. Όπως προελέχθη πίεση ασφαλείας δεν δημιουργούν όλοι οι ρυθμιστές αλλά μόνο οι ρυθμιστές με έγχυση. Η πίεση αυτή δεν είναι απαραίτητη από το έδαφος και γι' αυτό πολλοί ρυθμιστές αρχίζουν να την δημιουργούν από ύψος 10.000 έως 15.000 ποδών.

Η πίεση αναπνοής είναι απαραίτητη για την πρόληψη υποξίας πάνω από τα 40.000 πόδια ύψος καμπίνας. Οξυγόνο υπό πίεση χορηγείται τόσο στη μάσκα αναπνοής όσο και στη στολή μερικής πίεσεως. Η αύξηση της πίεσης με την οποία χορηγείται το O₂ γίνεται όπως και με την πίεση ασφαλείας, με την εφαρμογή ανάλογης αντίστασης στο εύκαμπτο διάφραγμα. Η αντίσταση αυξάνεται με το ύψος μέσω ενός ελαστικού κλειστού ασκού (aneroïd, **εικόνα 7-4**) και ελατηρίων. Για σκοπούς ελέγχου η πίεση δοκιμάζεται από το έδαφος χειροκίνητα σε δύο επίπεδα συνήθως: στα 20mmHg για χρήση της μάσκας μόνο και στα 40-60mmHg για χρήση της στολής μερικής πίεσεως. Ενσωματωμένο όργανο στους ρυθμιστές είναι ο δείκτης ροής. Συνήθως η ροή σημειώνεται με μια άσπρη ταινία που εξαφανίζεται όταν η ροή διακόπτεται.

Τα συστήματα αέριο ή υγρού οξυγόνου έχουν μετρητές πίεσεως ή περιεχομένου των δεξαμενών. Πολλά αεροπλάνα έχουν και τα δύο είδη μετρητών.

Σωλήνες οξυγόνου και προσωπικοί συνδετήρες συσκευών. Τα αεροσκάφη με εκτινασσόμενο κάθισμα έχουν μια επιπρόσθετη συσκευή στο σύστημα παροχής οξυγόνου τον **προσωπικό συνδετήρα συσκευών** (Personal equipment connector, **PEC**). Η συσκευή αυτή έχει τρία μέρη που κουμπώνουν το ένα μέσα στο άλλο (το τμήμα του αεροσκάφους, το τμήμα του καθίσματος και το τμήμα του χειριστού) και οποία επιτρέπουν την γρήγορη σύζευξη και αποσύζευξη λειτουργιών κατά την είσοδο

και έξοδο του χειριστή και κατά την εγκατάλειψη (εκτίναξη του καθίσματος). Λειτουργίες που συνδέονται με τον PEC είναι η κύρια παροχή οξυγόνου, το οξυγόνο έκτακτης ανάγκης, ο αέρας για την αντί -G στολή και τον αερισμό της στολής και οι ηλεκτρικές συνδέσεις για την επικοινωνία.



Εικόνα 7-4

Σχηματική παράσταση των δύο μεθόδων ανάδειξης του O_2 με τον αέρα της καμπίνας (a) απορρόφηση (b) έγχυση. Και οι δύο μέθοδοι στηρίζονται στην ύπαρξη κλειστού ελαστικού ασκού (air dilution aneroid) που, ανάλογα με το ύψος, ρυθμίζει το άνοιγμα της βαλβίδας εισαγωγής αέρα.

Ο σωλήνας οξυγόνου που συνδέει τον ρυθμιστή με την μάσκα είναι ευρύς ελαστικός, ενισχυμένος με γαλβανισμένο σπειροειδές σύρμα για να μην τσακίζει.

Μάσκες Οξυγόνου. Η μάσκα πρέπει να ικανοποιεί αρκετές αλληλοσχετιζόμενες ανάγκες. Να είναι σταθερή και άνετη, ώστε να μπορεί να φοριέται για μακρές περιόδους, να προσαρμόζεται σε διάφορα μεγέθη και σχήματα προσώπου, να είναι μικρή ώστε να μη περιορίζει το οπτικό πεδίο και τις κινήσεις της κεφαλής και να εφαρμόζει καλά στο δέρμα του προσώπου. Το μέρος που εφαρμόζει στο πρόσωπο πρέπει να είναι εύκαμπτο και η ευκαμψία πρέπει να διατηρείται σε ευρύ φάσμα θερμοκρασίας. Η ύλη με την οποία είναι κατασκευασμένη (συνήθως φυσικό ή σιλικονούχο ελαστικό) να μην ευαισθητοποιεί και να μην ερεθίζει το δέρμα και να μην αλλοιώνεται από τις εκκρίσεις του σώματος. Το εύκαμπτο τμήμα υποστηρίζεται από ένα σκληρό σκελετό στον οποίο εφαρμόζονται η ανάρτηση και οι βαλβίδες. Η εσωτερική κοιλότητα της μάσκας είναι μικρή, συνήθως 120-150ml για να αποφεύγεται αύξηση του νεκρού αναπνευστικού χώρου. Το πρόβλημα του μεγέθους αμβλύνεται όταν η μάσκα εφαρμόζει στην αύλακα κάτω από το κάτω χείλος και δεν περιλαμβάνει το σαγόι. Στην περίπτωση αυτή μόνο δύο μεγέθη μάσκας είναι απαραίτητα ενώ σε άλλη περίπτωση χρειάζονται τέσσερα.

Ο καλύτερος τρόπος για να επιτυγχάνεται καλή εφαρμογή είναι να αναδιπλώνει προς τα μέσα το χείλος της μάσκας που εφάπτεται στο πρόσωπο ώστε μία λεπτή λωρίδα ελαστικού να εφαρμόζει στο δέρμα μέσα στην κοιλότητα της μάσκας (**εικόνα 7-5**). Οποιαδήποτε αύξηση της πίεσης στην κοιλότητα της μάσκας, όπως η πίεση ασφαλείας προκαλεί καλύτερη πρόσφυση της μάσκας στο πρόσωπο. Η ευκαμψία της μάσκας πρέπει να είναι τόση ώστε να εξασφαλίζει την άνεση αλλά ταυτόχρονα να μη επιτρέπει παραμόρφωση από τα G που τείνουν να μετατοπίσουν τη μάσκα, τις δονήσεις και τις Q δυνάμεις του αέρα κατά την εκτίναξη του καθίσματος στην εγκατάλειψη.



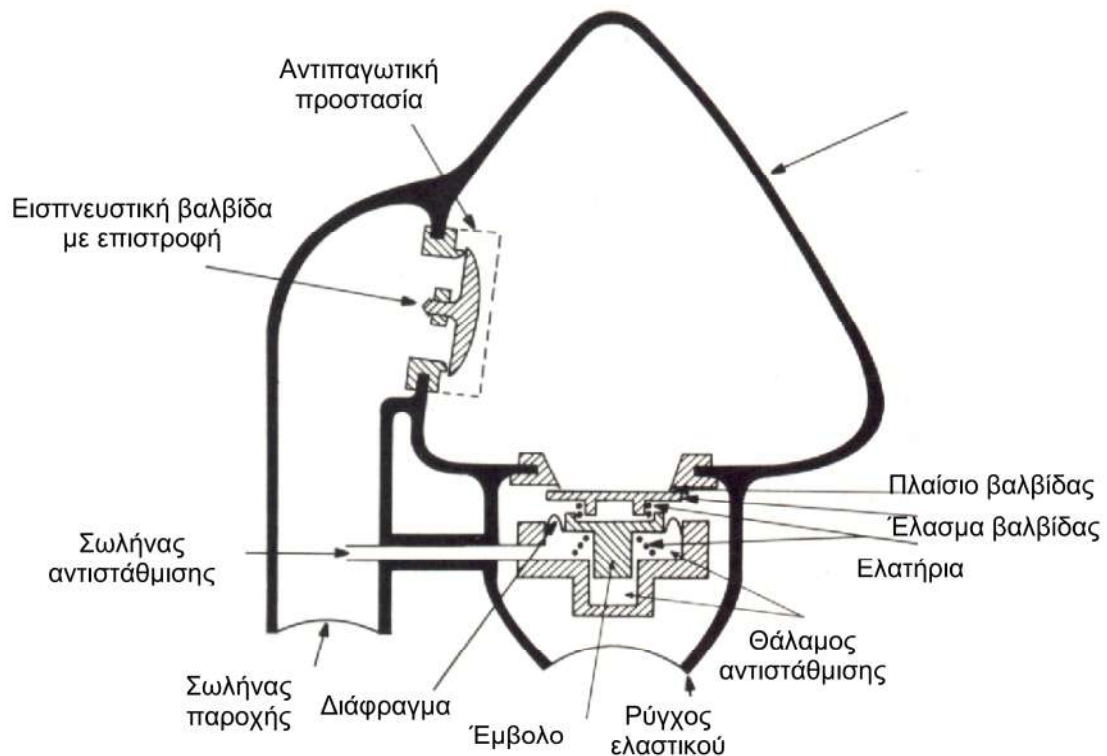
Εικόνα 7-5
Τυπική μάσκα σε διατομή

Μολονότι οι βαλβίδες στα διάφορα είδη μάσκας διαφέρουν, έχουν μερικά κοινά χαρακτηριστικά. Η είσοδος του αναπνεόμενου μίγματος γίνεται από μία οπή εσωτερικής διαμέτρου 15-20mm, στην οποία συνδέεται ο σωλήνας παροχής και η οποία φέρει βαλβίδα μη επιστροφής. Συνήθως τοποθετείται ψηλά στη μάσκα ώστε να μη αποφράσσεται από εκκρίσεις του σώματος (σάλια, ιδρώτα) και να μη βρίσκεται στην κατεύθυνση των εκπνεομένων υδρατμών που μπορούν να παγοποιηθούν και

να εμποδίζουν την είσοδο του αέρα. Η βαλβίδα εκπνοής τοποθετείται στο χαμηλότερο σημείο για να παροχετεύονται οι εκκρίσεις. Η εξωτερική πλευρά της βαλβίδας αυτής προστατεύεται από την ψύξη με ένα ρύγχος από ελαστικό που κρατάει 10-15 ml ζεστό αέρα εκπνοής. Το ελαστικό του ρύγχους είναι ευλύγιστο ώστε ο χειριστής να μπορεί να σπάξει τους κρυστάλλους πάγου που τυχόν σχηματίζονται εκεί (εικόνα 7-6).

Στη μάσκα τοποθετείται επίσης το μικρόφωνο. Τέλος η μάσκα προστατεύει το πρόσωπο σε περίπτωση θραύσης της καλύπτρας από πουλιά καθώς και από το μέτωπο του αέρα σε περίπτωση εγκατάλειψης.

Όταν στη μάσκα εφαρμόζεται πίεση ασφαλείας ή θετική πίεση αναπνοής η βαλβίδα εκπνοής πρέπει να είναι φορτωμένη με αντίσταση (ελατήριο) για να μη παραμένει ανοιχτή από την πίεση αυτή. Για να μη εμποδίζει όμως την εκπνοή πρέπει να ανοίγει με τη μικρή πρόσθετη πίεση της εκπνοής, γι' αυτό η αντίσταση πρέπει να έχει κατάλληλο μέγεθος. Όμως όταν δεν εφαρμόζεται πίεση ασφαλείας ούτε θετική πίεση, η εκπνοή είναι εξαιρετικά δύσκολη στις μάσκες αυτές, γιατί για να ανοίξει η βαλβίδα πρέπει όλη η πίεση να ασκείται από τον χειριστή. Γι' αυτό πολλές μάσκες έχουν ένα διακόπτη με τον οποίο ρυθμίζεται η πίεση χειροκίνητα. Αυτή η τεχνική δεν εφαρμόζεται συχνά όμως γιατί υπάρχει τρόπος αυτόματης ρύθμισης της αντίστασης, με τη διοχέτευση αέρα με ένα σωληνάκι που ξεκινάει από τον σωλήνα αγωγής του O₂ και δίνει τον αέρα πίσω από τη βαλβίδα εκπνοής που έχει τοποθετηθεί ένα κατάλληλο έμβολο με ελατήρια. Η βαλβίδα αυτή λέγεται **αντισταθμισμένη**. Έτσι η πίεση εκατέρωθεν της βαλβίδας στη διάρκεια της ηρεμίας είναι ίδια. Στην εκπνοή η πίεση αυξάνεται και ανοίγει τη βαλβίδα. Βέβαια, για να μη μεταβιβάζεται η πίεση της εκπνοής στο σωλήνα αντιστάθμισης και από εκεί στο πίσω μέρος της βαλβίδας, είναι απαραίτητη η ύπαρξη βαλβίδας μη επιστροφής στο στόμιο του αγωγού σωλήνα (βαλβίδα εισπνοής).



Εικόνα 7-6
Σχεδιάγραμμα τυπικής μάσκας κατ' επίκληση.

Οι μάσκες των μαχητικών αεροσκαφών που είναι εφοδιασμένες με προσωπικό συνδετήρα συσκευών (PEC) φέρουν και τρίτη βαλβίδα, αντιασφυξιγόνο. Αυτή είναι απαραίτητη γιατί, όταν αποσυνδέεται ο PEC από το τμήμα του καθίσματος, κλείνει ο αγωγός O_2 αυτόματα με μια βαλβίδα για να εμποδίσει την είσοδο ύδατος και τον πνιγμό αν ο χειριστής πέσει στη θάλασσα. Η αντιασφυξιγόνο βαλβίδα ανοίγει όταν η πίεση στην κοιλότητα της μάσκας είναι 9-13 mmHg χαμηλότερη από την περιβαλλοντική και χρησιμεύει και στην περίπτωση που αποσυνδεθεί κατά λάθος ο PEC.

Οι μάσκες για τους επιβάτες είναι απλούστερες γιατί πρέπει ένα μέγεθος να εφαρμόζει σε όλα τα μεγέθη των προσώπων και είναι στρογγυλές ώστε να τοποθετούνται εύκολα από μη εκπαιδευμένα και πανικοβλημένα άτομα. Είναι συνεχούς ροής και μπορεί να έχουν ή όχι ασκο-ρεζερβουάρ. Αναρτώνται με ένα απλό ελαστικό ιμάντα. Τυπικό Σύστημα O_2 . Ανάλογα με τον τύπο και την αποστολή του αεροσκάφους οι επιμέρους συσκευές που περιγράφηκαν συνδυάζονται για να σχηματίσουν ένα ολοκληρωμένο σύστημα παροχής οξυγόνου. Τα μαχητικά αεροσκάφη έχουν καμπίνα χαμηλής διαφορικής πίεσης και γι' αυτό στηρίζονται στην χορήγηση O_2 για προστασία από την υποξία σε ύψος καμπίνας πάνω από τα 10.000 πόδια. Τα επιβατικά αεροσκάφη αντίθετα έχουν καμπίνα μεγάλης διαφορικής πίεσης. Η καμπίνα σε αυτά τηρείται σε ύψος 5.000-8.000 πόδια και γι αυτό δεν χρειάζεται O_2 ούτε για το πλήρωμα ούτε για τους επιβάτες. Για έκτακτες περιπτώσεις όπως η απώλεια καμπίνας ή η μόλυνση του αέρα με τοξικά αέρια ή με καπνό και για ασθενείς επιβάτες υπάρχει σύστημα παροχής O_2 , ως εφεδρικό.

Ένα τυπικό σύστημα παροχής O_2 στα σημερινά πολεμικά αεροσκάφη αποτελείται από μία δεξαμενή O_2 , ένα ρυθμιστή κατ' επίκληση (demand) για κάθε άτομο και μια μάσκα θετικής πίεσης κατ' επίκληση. Επειδή το σύστημα αυτό υπάρχει πιθανότητα να παρουσιάσει βλάβη, πάντοτε υπάρχει και ένα δεύτερο εφεδρικό σύστημα, το *οξυγόνο εκτάκτου ανάγκης* (emergency oxygen).

Η δεξαμενή του κυρίου συστήματος είναι συνήθως υγρού O_2 και βρίσκεται έξω από την καμπίνα. Μπορεί εύκολα να αντικατασταθεί όταν έχει μερικώς χρησιμοποιηθεί. Το O_2 μεταφέρεται σε αέριο μορφή με ένα σύστημα σωληνώσεων υψηλής πίεσης στον ρυθμιστή. Η χωρητικότητα της δεξαμενής υγρού O_2 είναι συνήθως 5 λίτρα για μονοθέσια αεροσκάφη και 10 λίτρα για διθέσια. Το οξυγόνο εκτάκτου ανάγκης φέρεται υπό πίεση σε φιάλες αερίου χωρητικότητας 50-200 λίτρων, τοποθετημένες στο κάθισμα του αεροπλάνου. Χρησιμεύουν για πρόληψη της υποξίας και κατά την εγκατάλειψη σε μεγάλο ύψος. Μπορεί να έχουν δικό τους ρυθμιστή ή να περνούν από το τμήμα του καθίσματος του PEC και να χρησιμοποιούν τον ρυθμιστή του κυρίου συστήματος. Ο ρυθμιστής του κυρίου συστήματος μπορεί να είναι τοποθετημένος είτε στον πίνακα διακυβέρνησης (ταμπλό) είτε στο κάθισμα ή να είναι αναρτημένος στη στολή του χειριστή (στο στήθος ή στην κεφαλή).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: ΚΑΜΠΙΝΑ ΣΥΜΠΙΕΣΗΣ

ΤΑΞΧΟΣ (ΥΙ) ΗΛΙΑΣ ΧΕΙΜΩΝΑΣ

Γενικά. Ο πιο αποτελεσματικός τρόπος για την αντιμετώπιση των προβλημάτων της χαμηλής ατμοσφαιρικής πίεσης και της υποξίας στην πτήση είναι η διατήρηση της πίεσης στην καμπίνα του αεροσκάφους ίση με αυτήν στο επίπεδο του εδάφους, με τεχνητά μέσα. Έτσι σήμερα όλα τα σύγχρονα αεροσκάφη, μαχητικά και μεταφορικά διαθέτουν καμπίνα που είναι ικανή να διατηρεί στο εσωτερικό της πίεση μεγαλύτερη από την πίεση του περιβάλλοντος στο οποίο πετά το αεροσκάφος. Εκ πρώτης όψεως φαίνεται ότι είναι πλεονεκτικό να διατηρείται η πίεση της καμπίνας στο ύψος μίας ατμόσφαιρας (760 mmHg), αυτό όμως συνεπάγεται σημαντικό κόστος. Η συγκέντρωση και η συμπίεση του αέρα απαιτούν κατανάλωση σημαντικής ποσότητας ενέργειας και η ειδική κατασκευή της καμπίνας αυξάνει το βάρος της, με αποτέλεσμα τη μείωση της απόδοσης του αεροσκάφους. Επίσης όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά πίεσης μέσα και έξω από το αεροπλάνο τόσο μεγαλύτερη θα είναι η ζημιά που θα υποστεί το ίδιο το αεροπλάνο αλλά και οι επιβαίνοντες σε αυτό στην περίπτωση βλάβης ή δυσλειτουργίας.

Στην πράξη αναζητείται η χρυσή τομή μεταξύ της πλήρους κάλυψης των φυσιολογικών αναγκών των επιβαινόντων από τη μία μεριά και από την άλλη της απόδοσης του αεροσκάφους αλλά και της μείωσης του κινδύνου εκρηκτικής εκτόνωσης της καμπίνας. Όπου η άνεση των επιβαινόντων προέχει και η πιθανότητα δομικής καταστροφής του αεροσκάφους είναι απόμακρη (όπως στα επιβατικά αεροσκάφη) η καμπίνα διατηρεί υψηλή πίεση, κοντά στη φυσιολογική για τον άνθρωπο. Όπου η ελάττωση του βάρους και η αύξηση της απόδοσης του αεροσκάφους έχουν μεγαλύτερη προτεραιότητα και όπου η πιθανότητα καταστροφής της καμπίνας είναι μεγαλύτερη (όπως στα μαχητικά αεροσκάφη) η πίεση της καμπίνας διατηρείται χαμηλότερη και οι χειριστές, για την πρόληψη της υποξίας αναπνέουν οξυγόνο ή μίγμα αέρα και οξυγόνου.

Υπάρχουν δύο τρόποι διατήρησης της πίεσης καμπίνας σε επίπεδο υψηλότερο από το περιβάλλον. Ο πρώτος και κλασσικός τρόπος που ακολουθούν όλα τα συμβατικά αεροσκάφη είναι να παίρνουν αέρα από το περιβάλλον, να τον συμπιέζουν και να τον βάζουν στην καμπίνα. Η ρύθμιση της πίεσης στο επιθυμητό επίπεδο γίνεται με τη βαλβίδα εξαγωγής του αέρα από την καμπίνα στο περιβάλλον. Ο δεύτερος τρόπος είναι αναγκαίος στα πολύ μεγάλα ύψη, πάνω από 80.000 πόδια καθώς και στο διάστημα όπου ο εξωτερικός αέρας είναι λίγος ή καθόλου. Εκεί έτσι η καμπίνα είναι κλειστή, σφραγισμένη από το περιβάλλον και ο αέρας ανακυκλώνεται.

Η διαφορά της απόλυτης πίεσης μέσα στην καμπίνα από την πίεση του περιβάλλοντος οποιαδήποτε στιγμή λέγεται διαφορική πίεση. Είναι η πίεση που μετρούν τα όργανα του αεροσκάφους. Συνήθως η διαφορική πίεση είναι μεγαλύτερη από την περιβαλλοντική και συνεπώς είναι θετική. Σπάνια σε ταχεία κάθοδο του αεροσκάφους μπορεί η ατμοσφαιρική πίεση πρόσκαιρα να γίνει μεγαλύτερη από την υπάρχουσα στην καμπίνα. Η απόλυτη πίεση στην καμπίνα σχεδόν πάντα εκφράζεται σε πόδια πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας (σύμφωνα με την πρότυπη ατμόσφαιρα του ICAO). Η απόλυτη πίεση είναι ίση με το άθροισμα της ατμοσφαιρικής πίεσης και της διαφορικής πίεσης της καμπίνας. Έτσι η πίεση καμπίνας ενός αεροσκάφους που πετάει στα 25.000 πόδια, (όπου η ατμοσφαιρική πίεση είναι 5,5 psi) και το οποίο διατηρεί διαφορική πίεση 4,5 psi ισούται με 10 psi που ισοδυναμεί με ύψος 10.200 πόδια.

Φυσιολογικές ανάγκες, με βάση τις οποίες αποφασίζονται τα χαρακτηριστικά της καμπίνας συμπίεσης. Τρεις ομάδες φυσιολογικών παραγόντων λαμβάνονται υπ' όψιν για τον καθορισμό των χαρακτηριστικών της καμπίνας: η πρώτη ομάδα αφορά

το μέγιστο αποδεκτό ύψος και περιλαμβάνει την ανάγκη πρόληψης της υποξίας, της νόσου αποσυμπίεσης και της διάτασης των αερίων στο γαστρεντερικό σωλήνα. Η δεύτερη ομάδα αφορά το μέγιστο ρυθμό ανόδου και καθόδου και καθορίζεται από την ανάγκη να γίνεται αερισμός του μέσου ωτός και των παραρρινίων κόλπων. Η τρίτη ομάδα σχετίζεται με το μέγεθος των αποτελεσμάτων ενδεχόμενης ταχείας αποσυμπίεσης.

Η *πρόληψη της υποξίας* απαιτεί το ύψος της καμπίνας να μην υπερβαίνει τα 8.000 πόδια αν πρόκειται οι επιβαίνοντες να αναπνέουν αέρα. Όμως μερικοί επιβάτες και κυρίως αυτοί που πάσχουν από καρδιοαναπνευστικά νοσήματα ενδέχεται να παρουσιάσουν πρόβλημα στο ύψος αυτό, στο οποίο ως γνωστό η κυψελιδική PO_2 πέφτει στα 64 mmHg. Για το λόγο αυτό στα αεροσκάφη των αερογραμμών, που εκ των πραγμάτων δεν μπορεί να γίνεται επιλογή επιβατών, το ύψος καμπίνας σήμερα διατηρείται στα 5.000-6.000 πόδια. Έκθεση του συνηθισμένου πληθυσμού επιβατών στα 8.000 πόδια για αρκετές ώρες προκαλεί εμφανή κόπωση και σποραδικές περιπτώσεις καρδιακής ανεπάρκειας, που πιθανώς προέρχεται από τον συνδυασμό της ήπιας υποξίας στο ύψος αυτό, της διάτασης των αερίων της κοιλίας, της ακινησίας και της στενόχωρης θέσης του σώματος.

Στα πολεμικά αεροσκάφη, όπου προβλέπεται αναπνοή μίγματος οξυγόνου, τα πράγματα είναι διαφορετικά. Με την χορήγηση 100% O_2 είναι δυνατόν να διατηρηθεί η κυψελιδική PO_2 ίση με του επιπέδου της θάλασσας μέχρι το ύψος των 33.000 ποδών. Αν γίνει αποδεκτός βαθμός υποξίας ίσος με αυτόν που προκαλείται από την αναπνοή αέρα στα 8.000 πόδια μπορεί να υποστηριχθεί ότι με αναπνοή 100% οξυγόνου μπορεί το ύψος της καμπίνας να φθάνει μέχρι τα 40.000 πόδια. Αλλά πάντα υπάρχει ο κίνδυνος να παρουσιαστεί βλάβη στο σύστημα παροχής O_2 . Έτσι αν διακοπεί η παροχή O_2 σε ύψος 20.000 ποδών ο χειριστής έχει χρόνο ωφέλιμης συνείδησης 10-12 λεπτά, αρκετό να αντιληφθεί τη βλάβη και να λάβει διορθωτικά μέτρα. Στο ύψος των 25.000 ποδών ο χρόνος αυτός περιορίζεται στα 3-5 λεπτά και στα 33.000 πόδια είναι μόνο 1-1,5 λεπτό. Επί πλέον η μείωση της PO_2 στον εισπνεόμενο αέρα που μπορεί να συμβεί σε τυχούσα διαρροή από κακή εφαρμογή της μάσκας γίνεται μεγαλύτερη όσο αυξάνει το ύψος. Στην πράξη ο κίνδυνος της υποξίας αυξάνει σημαντικά πάνω από ύψος καμπίνας 22.000 πόδια. Έτσι στα σημερινά μαχητικά αεροπλάνα το όριο της καμπίνας είναι το ύψος των 20.000 έως 22.000 ποδών. Οποσδήποτε όμως μερικοί τύποι αεροσκαφών με 25.000 πόδια καμπίνα παραμένουν σε χρήση σε πολλές αεροπορίες.

Νόσος αποσυμπίεσης μπορεί να συμβεί πάνω από ύψος 18.000 ποδών, αν και σπάνια μέχρι τα 22.000 πόδια. Μεταξύ 22.000 και 25.000 πόδια έχουν παρατηρηθεί αρκετά περιστατικά, γι' αυτό, αν είναι απαραίτητο να γίνονται επιχειρήσεις σε ύψος καμπίνας 25.000 ποδών, πρέπει πάντοτε να προηγείται της πτήσης απαζώτωση.

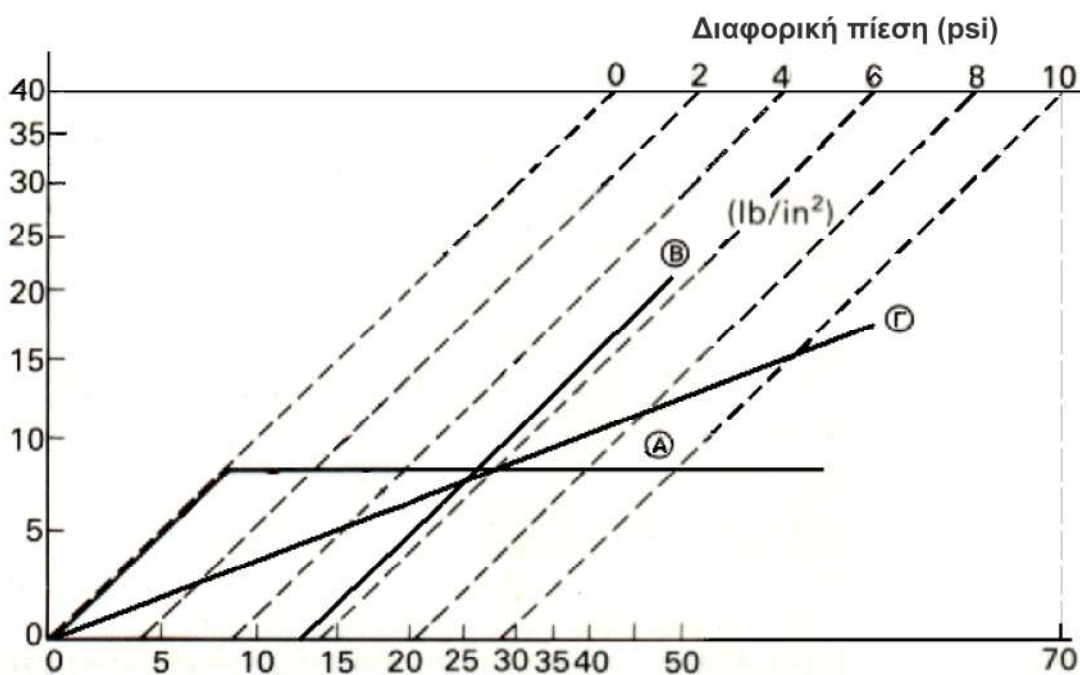
Η *διάταση των αερίων* του γαστρεντερικού σωλήνα σπάνια προκαλεί προβλήματα στους υγιείς επιβάτες και το πλήρωμα τουλάχιστον μέχρι ύψος καμπίνας 25.000-28.000 πόδια. Όμως σε άτομα με καρδιοαναπνευστικά προβλήματα η άνοδος του διαφράγματος μπορεί να προκαλέσει δύσπνοια και ρήξη της αντιρρόπισης, αν το ύψος καμπίνας ξεπερνάει τα 8.000 πόδια. Έτσι στα επιβατικά αεροσκάφη και στα αεροσκάφη που κάνουν αεροδιακομιδές η καμπίνα δεν επιτρέπεται να είναι πάνω από 8.000 πόδια.

Ο *ρυθμός μεταβολής του ύψους*, όπως προαναφέρθηκε, έχει να κάνει με την αποφυγή ωτικού ή παραρρινίου βαροτραύματος (αερωτίτιδας ή αεροκολπίτιδας). Γρήγορος ρυθμός ανόδου, 5.000-20.000 πόδια ανά λεπτό γίνεται καλά ανεκτός. Η κάθοδος όμως δημιουργεί πρόβλημα λόγω της δυσκολίας στην είσοδο αέρα και στην επίτευξη ισορροπίας της πίεσεως στο μέσο ους και στις παραρρινίες κοιλότητες. Μεταβολή της πίεσης κατά 2 psi (περίπου 5.000 πόδια το λεπτό) είναι το μέγιστο επιτρεπτό όριο για κάθοδο στα στρατιωτικά αεροσκάφη. Μη εκπαιδευμένοι επιβάτες θα εμφανίσουν δυσφορία στα αυτιά αν η ταχύτητα μεταβολής της ατμοσφαιρικής πίεσης από τα 6.000-8.000 πόδια υπερβαίνει τα 0,25 psi ανά λεπτό, ισοδύναμο με

κάθοδο 500 πόδια ανά λεπτό. Για τα πολιτικά αεροσκάφη η προβλεπόμενη κάθοδος είναι 300 πόδια το λεπτό.

Ο κίνδυνος από την ταχεία αποσυμπίεση για τους επιβαίνοντες σε περίπτωση αιφνίδιας βλάβης της ακεραιότητας της καμπίνας αυξάνει όσο μεγαλύτερος είναι ο λόγος του ανοίγματος του τοιχώματος προς τον όγκο της καμπίνας και όσο μεγαλύτερος είναι ο λόγος της πίεσης πριν προς την πίεση που διαμορφώνεται μετά την αποσυμπίεση. Τα μεταφορικά αεροσκάφη έχουν μεγάλο όγκο καμπίνας και έτσι απώλεια ενός παραθύρου δεν θα προκαλέσει τόσο μεγάλη καταστροφή, ακόμη και αν η διαφορική πίεση είναι της τάξης των 10-12 psi. Αντίθετα στα μαχητικά αεροσκάφη η καμπίνα είναι μικρή και τυχόν απώλεια της καλύπτρας από ατύχημα, απόρριψη για εγκατάλειψη ή από εχθρική ενέργεια προκαλεί ταχύτατη αποσυμπίεση. Για να αποφευχθεί καταστροφή η διαφορική πίεση δεν πρέπει να ξεπερνάει τα 4-5 psi. Σε μερικά αεροσκάφη υπάρχει δυνατότητα δύο τιμών διαφορικής πίεσης. Σε μακρινά ταξίδια ή σε περιπολίες επιλέγεται μεγάλη διαφορική πίεση για να μη χρειάζεται χρήση O_2 και να μπορεί το πλήρωμα να κινείται πιο ελεύθερα. Σε περιοχές όμως υψηλού κινδύνου εφαρμόζεται και σε αυτά χαμηλή διαφορική πίεση και χρήση O_2 .

Προγράμματα συμπίεσης. Η πορεία της σχέσης μεταξύ του ύψους της καμπίνας και του ύψους του αεροσκάφους λέγεται πρόγραμμα συμπίεσης της καμπίνας. Γραφικά το πρόγραμμα αυτό μπορεί να παρασταθεί όπως το **σχήμα 8-1**.



Εικόνα 8-1

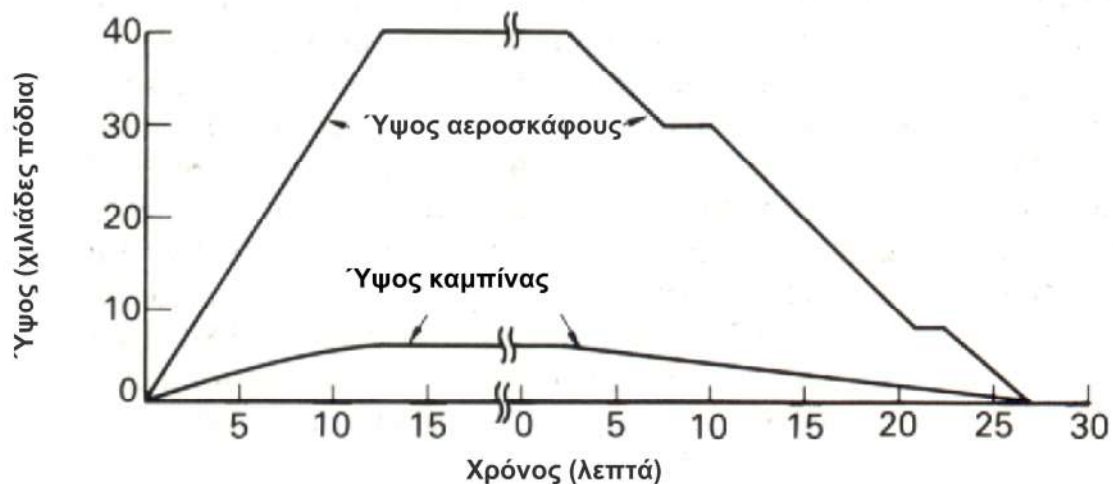
Προγράμματα συμπίεσης της καμπίνας. Γραμμή A: ισοβαρική, γραμμή B: διαφορική, γραμμή Γ: μικτή

Στην οριζόντια γραμμή παρίσταται το ύψος του αεροσκάφους και στην κάθετο το ύψος καμπίνας σε χιλιάδες πόδια. Μια ευθεία γραμμή από το σημείο εκκίνησης των γραμμών (το 0 ύψος) με κλίση 45° παριστά τη σχέση των δύο πιέσεων όταν δεν υπάρχει συμπίεση στην καμπίνα (συμπίεση ίση με 0). Μία σειρά γραμμών παράλληλων προς τη συμπίεση 0 παριστά τις διάφορες σταθερές διαφορικές πιέσεις (2,4,6,8 και 10 psi). Η πίεση της καμπίνας μπορεί να ρυθμιστεί σε σταθερό ύψος, ανεξάρτητο από το ύψος του αεροσκάφους. Αυτή η ρύθμιση λέγεται ισοβαρική (καμπύλη A). Στην ισοβαρική ρύθμιση η διαφορική πίεση αυξάνεται ανάλογα με το ύψος. Μπορεί να ρυθμιστεί σε σταθερή διαφορική πίεση. Αυτή η ρύθμιση λέγεται

διαφορική ρύθμιση (καμπύλη Β). Σε αυτήν η πίεση καμπίνας μεταβάλλεται με το ύψος. Υπάρχει και ο ενδιάμεσος τρόπος μεταξύ ισοβαρικής και διαφορικής ρύθμισης, στον οποίο η διαφορική πίεση αλλάζει αλλά όχι στο βαθμό που να διατηρείται σταθερό το ύψος της καμπίνας, (καμπύλη Γ). Στην πράξη και οι τρεις τύποι ρύθμισης μπορεί να εφαρμόζονται διαδοχικά στο ίδιο αεροσκάφος.

Ο βαθμός με τον οποίο παρεμβαίνει το πλήρωμα στη ρύθμιση της καμπίνας ποικίλει επίσης. Στα μαχητικά συνήθως η ρύθμιση γίνεται αυτόματα και ο χειριστής ανοίγει μόνο ή κλείνει το διακόπτη. Στα επιβατηγά μεταφορικά αεροσκάφη το πλήρωμα μπορεί να παρεμβαίνει, μέσα σε όρια βέβαια. Συνήθως καθορίζει το ύψος έναρξης της συμπίεσης, το τελικό ύψος της καμπίνας και το ρυθμό μεταβολής ενώ τα υπόλοιπα ρυθμίζονται από τον υπολογιστή του αεροσκάφους.

Τα επιβατηγά αεροσκάφη των αερογραμμών έχουν τόσο συμπίεση ώστε οι επιβάτες να αναπνέουν αέρα και να κινούνται ελεύθερα στο αεροσκάφος χωρίς να νοιώθουν κόπωση, ακόμη και αυτοί με καρδιοαναπνευστικά προβλήματα. Το μέγιστο ύψος καμπίνας είναι 6.000 πόδια (ήταν 8.000 πόδια πριν μερικά χρόνια). Η διαφορική πίεση εξαρτάται από το ύψος που πετάει το αεροσκάφος. Τα υπερηχητικά αεριωθούμενα έχουν διαφορική πίεση 10,5-11,2 psi και με πίεση καμπίνας 6.000 πόδια μπορούν να επιχειρούν στα 56.000 έως 83.000 πόδια. Τα υποηχητικά αεριωθούμενα έχουν διαφορική πίεση 8,6-9 psi και με καμπίνα 6.000 ποδών μπορούν να πετάνε μέχρι 37.000 έως 39.000 πόδια. Η κατασκευή των αεροσκαφών αυτών είναι τόσο γερή ώστε ο κίνδυνος σοβαρής βλάβης της καμπίνας δεν είναι μεγαλύτερος από τον κίνδυνο βλάβης οποιουδήποτε άλλου τμήματος του αεροσκάφους. Ο ρυθμός μεταβολής της πίεσης καμπίνας κρατιέται χαμηλός, στα 0,15-0,25 psi ή 300-500 πόδια το λεπτό) Με έναρξη της συμπίεσης από το έδαφος στη απογείωση και επιβράδυνση της αποσυμπίεσης στην κάθοδο, όσο είναι πρακτικά δυνατό, αυξάνεται η άνεση των επιβατών. Γραφικά ένα πρόγραμμα τέτοιου αεροσκάφους φαίνεται στην **εικόνα 8-2**.

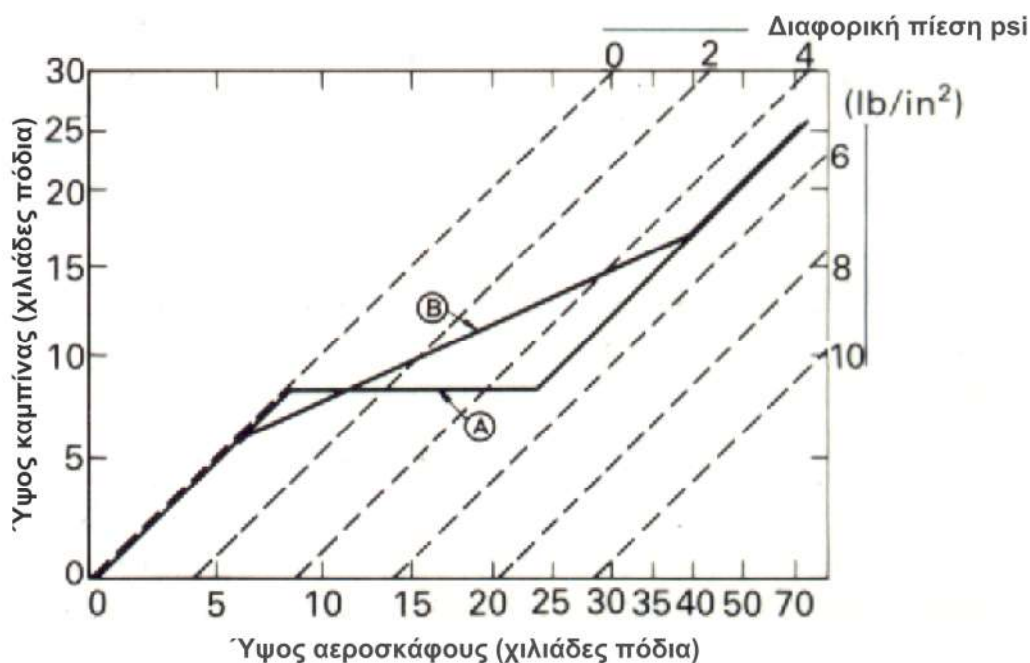


Εικόνα 8-2
Τυπικά προγράμματα συμπίεσης καμπίνας
επιβατηγού αεροσκάφους

Στα μαχητικά αεροσκάφη μεγάλης διαφορικής πίεσης η καμπίνα ρυθμίζεται ισοβαρικά μέχρι το καθορισμένο όριο διαφορικής πίεσης και μετά διαφορικά. Το πλήρωμα των αεροσκαφών αυτών είναι εκπαιδευμένο στον αερισμό του μέσου ωτός και μπορεί να αντέχει αλλαγές της πίεσεως μέχρι και 2 psi ανά λεπτό (5.000 ανά λεπτό). Συνήθως τα μαχητικά αεροσκάφη έχουν χαμηλή διαφορική πίεση καμπίνας, η οποία δεν πρέπει να περνάει τα 5 psi για να μειώνεται ο κίνδυνος ταχείας

αποσυμπίεσης. Το μέγιστο ύψος καμπίνας από την άλλη μεριά δεν πρέπει να είναι άνω των 22.000 ποδών για να μειώνονται οι επιπτώσεις της υποξίας σε περίπτωση δυσλειτουργίας του συστήματος παροχής O_2 . Η διαφορική πίεση που εφαρμόζεται στην πράξη είναι μεταξύ 3,5 και 5 psi. Αυτή η διαφορά επιτρέπει την τήρηση ύψους καμπίνας κάτω των 22.000 ποδών όταν το αεροπλάνο πετάει σε ύψος 40.000 και 57.000 πόδια αντίστοιχα.

Το ύψος στο οποίο αρχίζει η συμπίεση είναι συνήθως 5.000 έως 8.000 πόδια. Στην συνέχεια μπορεί να ακολουθηθεί ισοβαρική ρύθμιση μέχρι την επίτευξη της μέγιστης διαφορικής και μετά αρχίζει πάλι το ύψος της καμπίνας να αυξάνει, (καμπύλη Α στο **σχήμα 8-3**).



Εικόνα 8-3
Τυπικά προγράμματα συμπίεσης καμπίνας
πολεμικών αεροσκαφών

Μία άλλη επιλογή είναι να αυξάνει η διαφορική πίεση προοδευτικά, ώστε να φθάνει τα 5 psi στο ύψος αεροσκάφους 40.000 πόδια και από εκεί και πάνω διατηρείται σταθερή η διαφορική (καμπύλη Β, στο **σχήμα 8-3**). Αυτό το πρόγραμμα έχει το πλεονέκτημα ότι ο ρυθμός μεταβολής της πίεσης της καμπίνας είναι μικρότερος, ιδίως όταν γρήγορες αυξομειώσεις του ύψους είναι απαραίτητες.

Ο αέρας που ωθείται στην καμπίνα του αεροσκάφους και συμπιέζεται προέρχεται από την ατμόσφαιρα. Στα ελικοφόρα αεροσκάφη υπάρχει προς τούτο χωριστός συμπιεστής που κινείται από τη μηχανή. Στα αεριωθούμενα συμπιεσμένος αέρας της μηχανής παραλαμβάνεται από προηγούμενη βαθμίδα του συμπιεστή και διοχετεύεται στην καμπίνα. Με τον ίδιο αέρα ρυθμίζεται και ο κλιματισμός της καμπίνας. Η ποσότητα του αέρα ρυθμίζεται με βάση τις ανάγκες του κλιματισμού και του αερισμού του αεροσκάφους (αποβολή CO_2 της αναπνοής και οσμών και αντικατάσταση του καταναλισκόμενου O_2) δεδομένου ότι το ποσό του αέρα που χρειάζεται για τη συμπίεση είναι μικρότερο. Για ένα διθέσιο μαχητικό αεροσκάφος είναι αναγκαία 11.000-15.000 λίτρα ανά λεπτό (NTP) ενώ για τα επιβατηγά χρειάζονται 440 λίτρα ανά επιβάτη. Ο αέρας μετά τον ρυθμιστή περνάει από την κλιματιστική συσκευή για να αποκτήσει την επιθυμητή θερμοκρασία και μετά από μία βαλβίδα που λειτουργεί ως μη επιστροφής και ως διακόπτης. Χρησιμεύει για να

εμποδίζει την επιστροφή αέρα σε περίπτωση σβησίματος της μηχανής ή σε ρωγμή των σωληνώσεων και να διακόψει τη ροή σε περίπτωση μόλυνσης του αέρα.

Το ύψος της διαφορικής πίεσης της καμπίνας δεν ρυθμίζεται από τον ρυθμό εισαγωγής του αέρα αλλά από τον ρυθμό αποβολής του. Ο ρυθμός αποβολής ρυθμίζεται από μία ή περισσότερες βαλβίδες εξαγωγής, ο βαθμός ανοίγματος των οποίων ρυθμίζεται ηλεκτρικά ή αερομηχανικά. Αν η βαλβίδα αυτή κολλήσει σε ανοιχτή θέση η πίεση της καμπίνας θα απωλεσθεί, γι' αυτό στα επιβατηγά αεροσκάφη οι βαλβίδες είναι διπλές. Στα μαχητικά που οι χειριστές έχουν συστήματα O_2 δεν υπάρχουν δύο βαλβίδες. Πέραν των βαλβίδων αυτών το σύστημα ρύθμισης της καμπίνας συμπίεσης περιλαμβάνει μία βαλβίδα ασφαλείας και μία βαλβίδα εισροής (inward-relief). Η βαλβίδα ασφαλείας εμποδίζει την άνοδο της διαφορικής πίεσης πέραν ενός μέγιστου ορίου σε περίπτωση που η βαλβίδα εξόδου κολλήσει σε κλειστή θέση και η βαλβίδα εισροής ανοίγει και επιτρέπει είσοδο αέρα εάν η πίεση της καμπίνας γίνει αρνητική, όπως σε ταχεία κάθοδο του αεροσκάφους.

Αιτίες αποσυμπίεσης της καμπίνας. Η απώλεια της συμπίεσης της καμπίνας όταν το αεροσκάφος πετάει σε μεγάλο ύψος δημιουργεί προβλήματα στον ανθρώπινο οργανισμό. Η αποσυμπίεση μπορεί να οφείλεται σε ελάττωση της εισροής αέρα, σε βλάβη του συστήματος ρύθμισης της εξαγωγής του αέρα ή σε βλάβη του σώματος της καμπίνας. Σημαντική ελάττωση της εισροής αέρα μπορεί να συμβεί σε μονοκινητήρια αεροπλάνα, αν σβήσει η μηχανή. Βέβαια στην περίπτωση αυτή το αεροσκάφος θα αρχίζει να καταβαίνει γρήγορα, είναι δυνατόν όμως σε ορισμένους «βαλλιστικούς» ελιγμούς σε μεγάλα ύψη η πίεση της καμπίνας να πέσει σημαντικά πριν αρχίσει το αεροσκάφος να χάνει ύψος. Τα πολυκινητήρια αεροπλάνα προμηθεύουν αέρα στην καμπίνα από κάθε μηχανή και είναι απίθανο να εμφανίσουν απώλεια συμπίεσης από αυτό το λόγο. Είναι όμως δυνατό να παρουσιασθεί βλάβη στο σύστημα κλιματισμού ή μία βαλβίδα να κολλήσει σε κλειστή θέση. Τέλος μπορεί η διακοπή της εισροής να είναι ηθελημένη, λόγω μόλυνσης του αέρα με καπνούς ή αναθυμιάσεις λαδιού. Στις περιπτώσεις διακοπής της εισροής η πτώση της συμπίεσης επιβραδύνεται για όσο διάστημα οι βαλβίδες εξαγωγής παραμένουν κλειστές από το ρυθμιστικό σύστημα και η αποσυμπίεση δεν είναι ταχεία, εκτός από τις περιπτώσεις μόλυνσης του αέρα οπότε είναι ανάγκη να αποβάλλεται ο μολυσμένος αέρας γρήγορα.

Βλάβη στο σύστημα ρύθμισης της πίεσης συμβαίνει πάλι πιο συχνά σε μονοκινητήρια αεροσκάφη. Τα πολυκινητήρια έχουν διπλό σύστημα βαλβίδων εξαγωγής και χωριστό σύστημα κλεισίματος των βαλβίδων, ενώ τα μονοκινητήρια όχι. Αν όλες οι βαλβίδες εξαγωγής κολλήσουν σε ανοιχτή θέση η πίεση της καμπίνας θα πέσει πολύ γρήγορα. Οι πιο σοβαρές αιτίες απώλειας της συμπίεσης συμβαίνουν από βλάβες στο σώμα της καμπίνας. Αυτές μπορεί να είναι από μικρές διαρροές λόγω μη καλής εφαρμογής μιας πόρτας ή κακής αεροστεγανότητας της καλύπτρας ή της εξόδου κινδύνου μέχρι το θρυμματισμό ενός τζαμιού ή την απώλεια παραθύρου ή πόρτας, την απώλεια όλης της καλύπτρας ή και τη μαζική βλάβη του τοιχώματος της καμπίνας. Βλάβη των μετάλλων και των διαφανών μερών της καλύπτρας μπορεί να γίνει από εχθρική ενέργεια, από δολιοφθορά ή και από κόπωση του υλικού. Βέβαια υπάρχουν κανονισμοί και έλεγχοι για την κόπωση των υλικών, είναι δυνατό όμως να γίνουν διαβρώσεις που μειώνουν την αντοχή. Στα μαχητικά αεροσκάφη υπάρχει ο πρόσθετος κίνδυνος της κατά λάθος ενεργοποίησης του μηχανισμού απόρριψης της καλύπτρας.

Η συχνότητα της αποσυμπίεσης είναι εξαιρετικά μικρή. Τα περιστατικά που αναφέρονται στα πολιτικά αεροσκάφη ανά τον κόσμο είναι 30-40 το χρόνο περίπου. Στα πολεμικά αεροσκάφη η συχνότητα είναι μεγαλύτερη και υπολογίζεται σε 2-3 μη σχεδιασμένες αποσυμπίεσεις ανά 100.000 ώρες πτήσης. Οι κύριες αιτίες είναι το σβήσιμο της μηχανής σε μονοκινητήρια, βλάβη στον ρυθμιστή της πίεσεως, καταστροφή διαφανών μερών ή απώλεια καλύπτρας. Σε πολεμικές περιόδους η συχνότητα είναι μεγαλύτερη, λόγω των εχθρικών πυρών. Με ελάχιστες εξαιρέσεις το πλήρωμα και οι επιβάτες επιβιώνουν σε απώλεια συμπίεσης τόσο στα πολιτικά όσο

και στα πολεμικά αεροσκάφη. Οι περισσότερες απώλειες συμβαίνουν αν γίνει μαζική καταστροφή του σώματος της καμπίνας.

Φυσική της ταχείας αποσυμπίεσης: Όταν αέρας διαφεύγει από την καμπίνα η πτώση της πίεσης στην αρχή είναι ταχύτερη και μετά, όταν οι πιέσεις τείνουν να εξισωθούν, επιβραδύνεται. Οι κυριότεροι παράγοντες που προσδιορίζουν την ταχύτητα και τον ρυθμό της αποσυμπίεσης είναι:

1. ο όγκος της καμπίνας.
2. το μέγεθος του ανοίγματος στην καμπίνα,
3. η πίεση της καμπίνας στην αρχή της αποσυμπίεσης,
4. η πίεση έξω από την καμπίνα (το ύψος του αεροσκάφους).

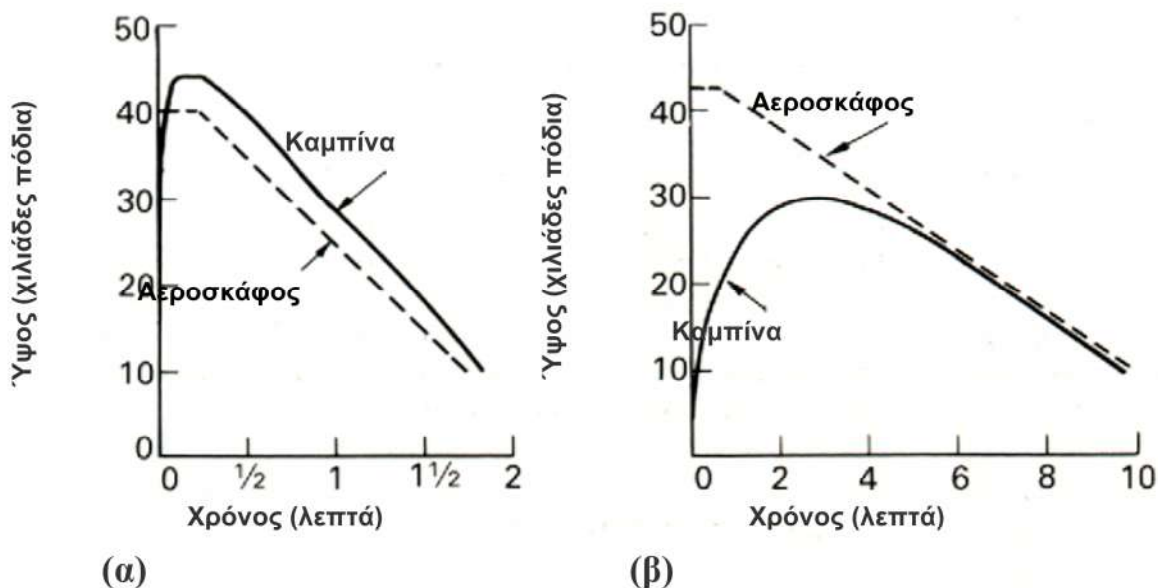
Όσο μεγαλύτερος ο όγκος της καμπίνας τόσο βραδύτερη η αποσυμπίεση. Όσο μεγαλύτερο το άνοιγμα του τοιχώματος τόσο ταχύτερη η αποσυμπίεση. Έτσι ο χρόνος αποσυμπίεσης είναι ανάλογος του λόγου όγκος καμπίνας προς επιφάνεια της οπής του τοιχώματος. Ο άλλος προσδιοριστικός παράγοντας του χρόνου αποσυμπίεσης είναι ο λόγος πίεσης καμπίνας προς περιβαλλοντική πίεση. Όσο μεγαλύτερος αυτός ο λόγος τόσο μεγαλύτερος ο χρόνος. Η διαφορική πίεση δεν επηρεάζει αμέσως τον χρόνο αλλά την βαρύτητα της αποσυμπίεσης: Όσο μεγαλύτερη η διαφορική πίεση τόσο σοβαρότερη είναι η αποσυμπίεση. Η απόλυτος τιμή της ατμοσφαιρικής πίεσης είναι ασφαλώς ο σπουδαιότερος παράγοντας που καθορίζει τα επακόλουθα της αποσυμπίεσης στον οργανισμό. Συχνά τα αποτελέσματα της απόλυτης αυτής τιμής είναι σημαντικότερα από τα αποτελέσματα της πτώσης της πίεσης καθ' εαυτής

Σε περίπτωση που η αιτία της αποσυμπίεσης είναι βλάβη στις βαλβίδες εξόδου ή στο τοίχωμα της καμπίνας, η εισροή του αέρα στην καμπίνα από τις μηχανές τροποποιεί τον ρυθμό και το μέγεθος της αποσυμπίεσης, αν βέβαια το άνοιγμα είναι σχετικά μικρό. Έτσι ένα μεγάλο αεροσκάφος που θα χάσει ένα παράθυρο στα 35.000 πόδια μπορεί να κρατήσει το ύψος της καμπίνας 5.000 με 10.000 πόδια χαμηλότερα αν η εισροή αέρα συνεχίζεται. Από την άλλη πλευρά όμως είναι δυνατό να δημιουργηθεί το φαινόμενο Venturi από την ταχεία κίνηση του αέρα μπροστά στο στόμιο του ανοίγματος και να γίνει αεροδυναμική απορρόφηση του αέρα της καμπίνας. Στην περίπτωση αυτή το τελικό ύψος της καμπίνας μπορεί να φθάσει τα 8.000-10.000 πόδια υψηλότερα από το πραγματικό ύψος του αεροσκάφους. Αυτό συμβαίνει συχνότερα στα μεγάλων επιδόσεων μαχητικά αεροσκάφη που υφίστανται βλάβη της καλύπτρας. Τελικά η πορεία της μεταβολής της πίεσης της καμπίνας εξαρτάται και από την πορεία του αεροσκάφους. Συνήθως ο χειριστής αρχίζει ταχεία κάθοδο μόλις αντιληφθεί την αποσυμπίεση και έτσι το τελικό ύψος της καμπίνας μειώνεται. Αν ο ρυθμός της αποσυμπίεσης είναι ιδιαίτερα ταχύς το ύψος της καμπίνας φθάνει αμέσως στο ύψος του αεροσκάφους ή και λίγο υψηλότερα λόγω της αεροδυναμικής απορρόφησης και μετά αρχίζει να μειώνεται παράλληλα με την κάθοδο του αεροσκάφους. Στα μεγάλα επιβατηγά αεροσκάφη η αποσυμπίεση είναι λιγότερο ταχεία και ολοκληρώνεται αφού το αεροσκάφος έχει κατέβει αρκετά, έτσι το μέγιστο ύψος καμπίνας παραμένει σημαντικά χαμηλότερα από το αρχικό ύψος του αεροσκάφους **(εικόνα 8-4)**.

Το κύμα του αέρα που δημιουργείται όταν αρχίζει η αποσυμπίεση παρασύρει αντικείμενα και σκόνη που μειώνουν την ορατότητα. Σε αυτό συμβάλει και ο υδρατμός που σχηματίζεται από τον υπερκορεσμό του αέρα σε υδρατμούς, λόγω της πτώσης της πίεσεως. Η ταχύτητα του αέρα μέσα στην καμπίνα αυξάνεται όσο πλησιάζει στο άνοιγμα και τα άτομα που είναι κοντά σε αυτό κινδυνεύουν από τραυματισμούς από κινούμενα αντικείμενα. Καμιά φορά και οι ίδιοι άνθρωποι παρασύρονται από τον αέρα και πέφτουν έξω από το αεροπλάνο, μέσα από το άνοιγμα.

Βιολογικά αποτελέσματα της ταχείας αποσυμπίεσης Οι κίνδυνοι από την ταχεία αποσυμπίεση προέρχονται από την *διαστολή των αερίων στις αεροφόρους κοιλότητες του σώματος*, από την *υποξία* και από το *δυσβαρισμό (νόσο*

αποσυμπίεσης). Αν το άνοιγμα του τοιχώματος είναι μεγάλο υπάρχει κίνδυνος και από το ψύχος.



Εικόνα 8-4

Το αποτέλεσμα της ταχείς καθόδου του αεροσκάφους και της αεροδυναμικής απορρόφησης στο ύψος της καμπίνας (α) μαχητικό αεροσκάφος. Το ύψος καμπίνας γίνεται μεγαλύτερο από το ύψος του περιβάλλοντος λόγω του φαινομένου venturi (β) Επιβατηγό αεροσκάφος. Το τελικό ύψος της καμπίνας δεν φθάνει το ύψος πτήσεως του αεροσκάφους όταν αρχίζει ταχεία κάθοδος.

Τα αποτελέσματα της διάτασης των αερίων εξαρτώνται από την ταχύτητα της αποσυμπίεσης και από το μέγεθος της μεταβολής της πίεσης. Το μέσο ους και οι παραρρινίοι κόλποι είναι μάλλον απίθανο να εμφανίσουν πρόβλημα από την αποσυμπίεση, οπωσδήποτε όμως θα εμφανισθεί ωτικός πόνος από την ταχεία κάθοδο που ακολουθεί την αποσυμπίεση. Από το γαστρεντερικό συνήθως δεν υπάρχουν διαταραχές εάν το μέγιστο ύψος της καμπίνας δεν περάσει τα 25.000 πόδια. Από εκεί και επάνω μπορεί να εμφανισθεί κοιλιακή δυσφορία και πόνος σε μερικούς ανθρώπους. Ο πραγματικός κίνδυνος από την διάταση των αερίων στην ταχεία αποσυμπίεση εντοπίζεται στους πνεύμονες. Βέβαια στην πράξη ρήξη των πνευμόνων είναι εξαιρετικά σπάνια ακόμη και στην πολύ ταχεία αποσυμπίεση, εφ' όσον ο αέρας των πνευμόνων μπορεί εύκολα να διαφύγει. Ο κίνδυνος αυξάνει αν η διαφυγή του αέρα εμποδίζεται από κλειστή γλωττίδα (κράτημα αναπνοής ή ομιλία) ή από τη μάσκα οξυγόνου.

Η υποξία είναι ο μεγαλύτερος κίνδυνος. Το μέγεθος της υποξίας εξαρτάται από το αρχικό και το τελικό ύψος της καμπίνας, από την ταχύτητα της αποσυμπίεσης και από το είδος του αερίου που λαμβάνεται πριν και κατά τη διάρκεια της αποσυμπίεσης. Όσο μικρότερη είναι η συγκέντρωση του O_2 στον αναπνεόμενο αέρα, μεγαλύτερη η έκταση της αποσυμπίεσης, χαμηλότερη η τελική πίεση της καμπίνας και ταχύτερη η αποσυμπίεση τόσο χαμηλότερη θα είναι η κυψελιδική PO_2 στο τέλος της αποσυμπίεσης. Έτσι μία ταχεία αποσυμπίεση από τα 8.000 στα 40.000 πόδια όταν ο άνθρωπος αναπνέει ατμοσφαιρικό αέρα θα κατεβάσει την PO_2 στα 15-18 mmHg. Αυτή η PO_2 είναι χαμηλότερη από την PO_2 του φλεβικού αίματος που επιστρέφει στους πνεύμονες. Οποτεδήποτε η τελική πίεση της καμπίνας φθάνει πάνω από 30.000 πόδια η κυψελιδική PO_2 πέφτει κάτω από την φλεβική PO_2 . Στην περίπτωση αυτή το οξυγόνο διαφεύγει από τον οργανισμό προς το περιβάλλον και η πτώση του οξυγόνου στο αρτηριακό αίμα είναι ταχύτερη. Μέσα σε 5-6 δευτερόλεπτα

από την έναρξη της ταχείας αποσυμπίεσης το αίμα που φθάνει στον εγκέφαλο έχει χαμηλή πίεση O_2 . Επειδή το O_2 που είναι αποθηκευμένο στους ιστούς και κυρίως στον εγκέφαλο είναι ελάχιστο η μερική πίεση του O_2 σε αυτούς μειώνεται επίσης ταχύτατα. Έτσι ταχεία αποσυμπίεση (1-2 δευτερόλεπτα) στα 40.000 πόδια οδηγεί σε διαταραχή της εγκεφαλικής λειτουργίας εντός 12-15 δευτερολέπτων και απώλεια συνειδήσεως σε 20 δευτερόλεπτα. Εάν ο χειριστής αναπνέει καθαρό οξυγόνο μερική ώρα πριν την αποσυμπίεση η πνευμονική PO_2 δεν πέφτει κάτω από την φλεβική αν το τελικό ύψος παραμένει κάτω των 48.000 ποδών. Όμως ταχεία αποσυμπίεση σε ύψος 52.000 ποδών και άνω οδηγεί σε απώλεια της ωφέλιμης συνείδησης, σε 10-15 δευτερόλεπτα, ανεξάρτητα αν ο χειριστής αναπνέει O_2 ή αέρα. Ο χρόνος αυτός δεν βραχύνεται σε ύψος μεγαλύτερο των 52.000 ποδών (και μέχρι 63.000) γιατί εξαρτάται από τον χρόνο κυκλοφορίας από τους πνεύμονες στον εγκέφαλο και το απόθεμα οξυγόνου στους ιστούς που δεν αλλάζουν με το ύψος.

Μολονότι υπάρχει πάντα το διάστημα των 12-15 δευτερολέπτων μεταξύ της έναρξης της ταχείας αποσυμπίεσης και της έναρξης της διανοητικής έκπτωσης, βλάβη των νοητικών λειτουργιών συμβαίνει οπωσδήποτε αν η διάρκεια έκθεσης στη χαμηλή πίεση είναι πάνω από 6 δευτερόλεπτα. Έτσι τα μέτρα για την αποκατάσταση της PO_2 στον κυψελιδικό αέρα πρέπει να ληφθούν μέσα σε 5-6 δευτερόλεπτα αν θέλουμε να διατηρηθεί ικανοποιητικό επίπεδο λειτουργικής ικανότητας. Ο χρόνος βέβαια της χρήσιμης συνείδησης είναι μεγαλύτερος όσο το τελικό ύψος της καμπίνας είναι μικρότερο. Στα 30.000 πόδια είναι 60 δευτερόλεπτα και στο 25.000 πόδια είναι 2 με 2,5 λεπτά. Στα επιβατηγά αεροσκάφη η αποσυμπίεση είναι λιγότερο ταχεία και σε συνδυασμό με την ταχεία κάθοδο του αεροσκάφους που αρχίζουν οι χειριστές όταν αντιληφθούν την αποσυμπίεση έχει ως αποτέλεσμα το τελικό ύψος της καμπίνας να μένει κάτω των 25.000 ποδών (εικόνα 25). Αν ο χρόνος παραμονής στο ύψος αυτό είναι κάτω του ενός λεπτού και αν ο συνολικός χρόνος σε ύψος άνω των 8.000 ποδών δεν περάσει τα 6 λεπτά είναι ελάχιστα πιθανό οι καθιστοί επιβάτες ακόμη και αν αναπνέουν αέρα να χάσουν τις αισθήσεις τους. Σε ύψος 25.000 με 40.000 πόδια θα χάσουν τις αισθήσεις τους αν αναπνέουν αέρα αλλά δεν θα επισυμβούν θάνατοι ή μόνιμη εγκεφαλική βλάβη αν ο συνολικός χρόνος πάνω από τα 8.000 πόδια δεν ξεπεράσει τα 8 λεπτά. Έκθεση σε μεγαλύτερο ύψος θα προκαλέσει είτε αμέσως τον θάνατο είτε σοβαρή μόνιμη εγκεφαλική βλάβη.

Η νόσος αποσυμπίεσης αρχίζει να γίνεται συχνή σε τελικό ύψος καμπίνας πάνω από 30.000 πόδια που διατηρείται σε αυτό το ύψος για περισσότερο από 5-10 λεπτά. Στην πράξη λοιπόν νόσος αποσυμπίεσης θα συμβεί μόνο αν το αεροσκάφος παραμείνει σε ύψος 28.000-30.000 ποδών για κάποια ώρα.

Το κρύο γίνεται πρόβλημα αν το άνοιγμα της καμπίνας είναι μεγάλο. Σε τέτοιες περιπτώσεις τα ακάλυπτα μέρη του σώματος θα πάθουν κρυοπαγήματα αμέσως και πιθανώς να συμβεί υποθερμία. Η όραση θαμπώνει από τον κρύο αέρα και οι βαλβίδες και άλλα μέρη των αναπνευστικών συσκευών μπορεί να παγώσουν. Η κάθοδος πρέπει να είναι γρήγορη για να αυξηθεί η θερμοκρασία του αέρα.

Έκθεση σε ύψος πάνω από 63.000 πόδια: Στο ύψος αυτό η ατμοσφαιρική πίεση είναι 47mmHg και σε αυτή την πίεση το σημείο βρασμού του ύδατος είναι στους 37 βαθμούς C, δηλ στη θερμοκρασία του σώματος. Γι αυτό στο ύψος αυτό αρχίζει ο βρασμός του ύδατος που περιέχεται στο σώμα και οι βιολογικές διαταραχές είναι διαφορετικές από αυτές που παρατηρούνται σε χαμηλότερο ύψος. Η εξαέρωση του αίματος αρχίζει στα πνευμόνια και στις περιοχές χαμηλής πίεσης της κυκλοφορίας όπως στις μεγάλες φλέβες. Το φαινόμενο λέγεται ebullism και επιτείνεται σε μεγαλύτερο ύψος, όπου υδρατμοί και άλλα αέρια, όπως οξυγόνο και διοξείδιο του άνθρακα διαφεύγουν από τα υγρά του σώματος. Οι φυσαλίδες που σχηματίζονται στο αίμα γρήγορα αποφράσσουν την κυκλοφορία, η οποία σταματάει περίπου σε 10 δευτερόλεπτα από την έναρξη της έκθεσης, μολονότι η ηλεκτρική δραστηριότητα της καρδιάς συνεχίζει λίγο ακόμη Πειραματόζωα που τέθηκαν σε συνθήκες σχεδόν κενού (1-2 mmHg) ανέπτυξαν μαζικό οίδημα μαλακών μορίων μέσα σε 5 δευτερόλεπτα, έχασαν τις αισθήσεις τους σε 12 δευτερόλεπτα και

ταχύτερα εμφάνισαν γενική μυϊκή σπαστικότητα, παροδικούς σπασμούς και άπνοια. Αν η πίεση αυξηθεί πάλι τα αέρια επαναδιαλύονται αμέσως. Αν η διάρκεια παραμονής στο κενό είναι κάτω από 2 λεπτά η κυκλοφορία και η αναπνοή επαναρχίζουν αυτόματα. Πειράματα σε χιμπατζίδες έδειξαν ότι έκθεση στο κενό επί 1,5-2 λεπτά συνήθως δεν είναι θανατηφόρος ούτε αφήνει νευρολογικά κατάλοιπα.

Πρόληψη της υποξίας Σε περίπτωση ταχείας αποσυμπίεσης το πρώτο μέλημα του χειριστή, το ταχύτερο δυνατό (και πάντα μέσα στο χρόνο ωφέλιμης συνείδησης), είναι η πρόληψη υποξίας και αμέσως μετά η ταχεία κάθοδος σε ασφαλές ύψος. Προτεραιότητα στην πρόληψη της υποξίας έχουν οι χειριστές και στη συνέχεια οι επιβάτες, στους οποίους κάποιος βαθμός υποξίας είναι αποδεκτός. Οι ενέργειες είναι ανάλογες του τύπου της καμπίνας. Στις χαμηλής διαφορικής πίεσης καμπίνες οι χειριστές οπωσδήποτε φορούν ήδη τη μάσκα O₂ τη στιγμή της αποσυμπίεσης. Εάν το σύστημα είναι ικανό να χορηγεί αυτόματα 100% O₂ στα 33.000 πόδια και 100% O₂ υπό θετική πίεση πάνω από τα 40.000 πόδια και ενεργοποιείται πλήρως σε 3 δευτερόλεπτα δεν θα συμβεί υποξία στο ύψος των τακτικών πτήσεων που επιχειρούν τα πολεμικά αεροπλάνα. Σε ύψη στρατηγικών πτήσεων, πάνω από 50.000 πόδια ο χειριστής πρέπει να φέρει στολή θετικής πίεσεως.

Στα αεροσκάφη υψηλής διαφορικής πίεσης μία ταχεία αποσυμπίεση (σε χρόνο κάτω των 20 δευτερολέπτων) σε ύψος πάνω από 30.000 πόδια θα προκαλέσει σημαντικό βαθμό υποξία και λειτουργική βλάβη όσο γρήγορα και αν αρχίσει ο χειριστής να αναπνέει 100% O₂ μετά την αποσυμπίεση. Για να αποφευχθεί τέτοιος κίνδυνος πρέπει το πλήρωμα να αναπνέει 30-40% οξυγόνο πριν την έναρξη της αποσυμπίεσης. Γι' αυτό σε αεροσκάφη που έχουν τέτοια πιθανότητα και όταν μπορεί να προβλεφθεί κίνδυνος ταχείας αποσυμπίεσης ο ένας τουλάχιστον χειριστής πρέπει να φοράει μάσκα και να αναπνέει 30-40% O₂ για όσο διάστημα το αεροσκάφος πετάει πάνω από τα 30.000 πόδια. Στα πολιτικά επιβατηγά αεροσκάφη η αποσυμπίεση πάρα πολύ σπάνια είναι ταχεία, (σε χρόνο μικρότερο των 30 δευτερολέπτων). Γι' αυτό δεν επιβάλλεται να αναπνέουν οι χειριστές O₂ στη διάρκεια της διαδρομής, θα πρέπει όμως, αν το ύψος της καμπίνας σε περίπτωση αποσυμπίεσης πρόκειται να ξεπεράσει τα 10.000 πόδια, η μάσκα να είναι τόσο κοντά τους και άμεσα χρησιμοποιήσιμη ώστε με ένα τράβηγμα και εφαρμογή στο πρόσωπό τους να χορηγεί O₂ σε 3-5 δευτερόλεπτα από την έναρξη της αποσυμπίεσης.

Για τους επιβάτες αμέσως με την έναρξη της αποσυμπίεσης μία μάσκα πέφτει αυτόματα μπροστά από το κεφάλι τους. Αυτό που πρέπει να κάνουν αυτοί είναι να την τραβήξουν και να την εφαρμόσουν στο πρόσωπό τους. Η μάσκα θα φέρει 100% O₂. Από τον κανονισμό τα αεροπλάνα πρέπει να έχουν αρκετό O₂ για όλους τους επιβάτες για όσο διάστημα η καμπίνα είναι πάνω από 15.000 πόδια και για το 10% των επιβατών για όσο διάστημα είναι πάνω από 10.000 πόδια (τα όρια αυτά είναι υπό τροποποίηση από τα JAA). Πάντως το ποσοστό των επιβατών που συνήθως χρησιμοποιεί σωστά τις μάσκες είναι κάτω του 50%. Το πλήρωμα καμπίνας μπορεί να έχει φορητές φιάλες O₂ για να μπορεί να προσφέρει βοήθεια στους επιβάτες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9: ΘΕΡΜΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ

ΥΠΣΓΟΣ (ΥΙ) ΙΩΑΝΝΗΣ ΜΑΡΚΟΥ

Γενικά Η πτήση εμπειρείχε από πολύ παλιά το στοιχείο της θερμικής καταπόνησης σε κάποια μορφή. Οι πρώτοι "πιλότοι" με αερόστατα αντιμετώπισαν το κρύο καθώς ανέβαιναν σε ύψος, ενώ τα πρώτα αεροσκάφη, εξαιτίας της ανοιχτής καλύπτρας, πρόσθεσαν ένα ακόμη πρόβλημα, αυτό του ανέμου. Στον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο τα πληρώματα φορούσαν ρούχα από δέρμα προβάτου για να καταπολεμήσουν το κρύο.

Η ζέστη ως πρόβλημα άρχισε να εμφανίζεται όταν η αεροπορία εξαπλώθηκε σε περιοχές με ζεστά κλίματα, όπου οι κλειστές καλύπτρες δημιουργούσαν το φαινόμενο "του θερμοκηπίου" στο έδαφος ή σε χαμηλού ύψους πτήσεις. Οι απώλειες λόγω της ζέστης ήταν σοβαρές τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο στην Βόρεια Αφρική. Ακόμη και όταν αναπτύχθηκαν τα συστήματα κλιματισμού στα αεροσκάφη, η καταπόνηση λόγω ζέστης ήταν υπαρκτή λόγω της περιορισμένης δυνατότητας ψύξης.

Στη σημερινή εποχή όπου οι αεροπορικές επιχειρήσεις διεξάγονται σε πολλά μέρη της γης, ο ιπτάμενος αντιμετωπίζει μια μεγάλη ποικιλία περιβαλλοντολογικών συνθηκών. Είναι συνεπώς αναγκαία η γνώση κάποιων βασικών αρχών σχετικά με τις διάφορες μορφές θερμικής καταπόνησης ώστε να είναι αποτελεσματικότερη η πρόληψη αλλά και η αντιμετώπιση όπου χρειαστεί ανάλογων προβλημάτων.

Αρχές θερμορύθμισης του σώματος Στον άνθρωπο η θερμοκρασία του σώματος ή εσωτερική θερμοκρασία (T_{co}) πρέπει να διατηρείται σε σταθερό επίπεδο ανεξάρτητα από την θερμοκρασία του περιβάλλοντος, ώστε να υποστηρίξει την φυσιολογική λειτουργία του εγκεφάλου και άλλων ζωτικών οργάνων.

Η φυσιολογική T_{co} του ανθρώπου είναι περίπου $37^{\circ} C$, αν και οι τιμές μπορεί να μεταβληθούν ανάλογα με την ώρα της ημέρας και το επίπεδο δραστηριότητας. Η διατήρηση μιας σταθερής T_{co} απαιτεί την συνεχή αποβολή της περίσσειας θερμότητας που παράγεται λόγω μεταβολισμού, καθώς και την αναπλήρωση κάθε υπερβολικής απώλειας στο περιβάλλον. Το κέντρο ελέγχου αυτών των διαδικασιών είναι στον εγκέφαλο και συγκεκριμένα στον υποθάλαμο (θερμορυθμιστικό κέντρο).

Το κέντρο αυτό δέχεται ερεθίσματα που έχουν σχέση με τη θερμοκρασία από κεντρικούς και περιφερικούς αισθητήρες και προσαρμόζει τους μηχανισμούς μεταφοράς θερμότητας έτσι ώστε να διατηρήσει την T_{co} στα επιθυμητά επίπεδα. Οι κεντρικοί αισθητήρες εδράζουν στον υποθάλαμο και άλλα μέρη του κεντρικού νευρικού συστήματος και ασχολούνται με τον διαρκή έλεγχο του επιπέδου της θερμοκρασίας του σώματος ενημερώνοντας το άμεσα προσαρμόσιμο θερμορυθμιστικό κέντρο. Η περιφερική ομάδα των αισθητήρων, που εδράζεται κυρίως το δέρμα, εξετάζει την θερμοκρασία στην επιφάνεια και αντανακλά με μεγαλύτερη ακρίβεια την επίδραση του περιβάλλοντος στον οργανισμό μεταφέροντας στο κέντρο ελέγχου δεδομένα σχετικά με τις μεταβολές και τους ρυθμούς αλλαγής της θερμοκρασίας. Και οι δύο πηγές των δεδομένων είναι απαραίτητες για την σωστή λειτουργία του συστήματος.

Εάν η εσωτερική θερμοκρασία του σώματος αυξάνεται, αυτό γίνεται αντιληπτό σε κεντρικό επίπεδο και μηχανισμοί, όπως διαστολή των αγγείων και εφίδρωση, κινητοποιούνται ώστε να αυξηθεί ο ρυθμός αποβολής θερμότητας. Εάν η κεντρική θερμοκρασία πέφτει τότε κινητοποιούνται μηχανισμοί με σκοπό τη διατήρηση της θερμότητας και παραγωγή επιπλέον θερμότητας ώστε να ζεσταθεί το σώμα.

Οι τρόποι που υπάρχουν για την διατήρηση της θερμότητας περιλαμβάνουν συστολή των αγγείων του δέρματος και αύξηση της μεταβολικής παραγωγής θερμότητας μέσω της άσκησης, του ρίγους και του μεταβολισμού των τροφών. Οι

μέθοδοι, αντίθετα, που υπάρχουν για την αποβολή θερμότητας είναι η αγγειοδιαστολή και η εφίδρωση

Αρχές ανταλλαγής θερμότητας Η θερμότητα μεταδίδεται μεταξύ του σώματος και του περιβάλλοντος του μέσω τεσσάρων τρόπων: **αγωγιμότητα, μεταφορά, εξάτμιση και ακτινοβολία**

Αγωγιμότητα Είναι η απευθείας μεταφορά θερμότητας από ένα τμήμα του σώματος προς ένα ψυχρότερο αντικείμενο. Μεταβίβαση συμβαίνει όταν ένα θερμό χέρι αγγίξει ένα κομμάτι πάγου. Απώλεια θερμότητας με μεταβίβαση συμβαίνει όταν το σώμα ή ένα τμήμα του βυθιστεί σε νερό με θερμοκρασία $<37^{\circ}\text{C}$. Το ποσό της θερμότητας που αποβάλλεται από το σώμα με μεταβίβαση είναι σχετικά ασήμαντο, εκτός από την περίπτωση εμβύθισης σε κρύο νερό

Μεταφορά Συμβαίνει όταν θερμότητα μεταφέρεται με τον αέρα που κινείται κατά μήκος της επιφάνειας του σώματος, προς μια ψυχρότερη περιοχή (ρεύματα αέρα). Ένα άτομο ντυμένο με ελαφρά ρούχα, το οποίο βρίσκεται σε εξωτερικό χώρο, θα χάσει θερμότητα με μεταγωγή όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος πέφτει.

Εξάτμιση Η μετατροπή κάθε υγρού σε αέριο ονομάζεται εξάτμιση. Αυτή η μετατροπή απαιτεί ενέργεια (θερμότητα). Όταν ιδρώτας ή νερό εξατμίζεται από την επιφάνεια του σώματος, η απαιτούμενη θερμότητα για τη διεργασία αυτή προσφέρεται από τον ανθρώπινο οργανισμό. Οι κολυμβητές όταν βγαίνουν από το νερό έχουν την αίσθηση του ψύχους λόγω απώλειας θερμότητας από το σώμα, καθώς το νερό εξατμίζεται από το δέρμα τους.

Σε περιβάλλον όπου η θερμοκρασία του αέρα είναι η ίδια ή μεγαλύτερη από αυτή του σώματος, η εφίδρωση είναι ο μόνος τρόπος για αποβολή της παραγόμενης θερμότητας. Σε τέτοιες περιπτώσεις, ό,τι περιορίζει την εξάτμιση, όπως υψηλή υγρασία, οδηγεί σε συσσώρευση θερμότητας και αύξηση της θερμοκρασίας του σώματος.

Ακτινοβολία Η θερμότητα πάντα μεταφέρεται από ένα θερμό αντικείμενο σε ένα ψυχρότερο, ακόμα και όταν τα αντικείμενα δεν είναι σε επαφή μεταξύ τους. Θερμότερα αντικείμενα ακτινοβολούν θερμότητα στο ψυχρότερο περιβάλλον. Ένα άτομο που στέκεται σε ένα κρύο περιβάλλον θα χάσει θερμότητα με ακτινοβολία. Η ανταλλαγή θερμότητας μέσω ακτινοβολίας μεταξύ δύο επιφανειών εξαρτάται από τη διαφορά των απόλυτων θερμοκρασιών των επιφανειών και όχι από την ύπαρξη αέρα ή την απόσταση ανάμεσα τους (η ακτινοβολία γίνεται και στο κενό).

Εάν η θερμοκρασία του σώματος παραμένει σταθερή, τότε το αποτέλεσμα όλων των παραπάνω διαδικασιών είναι η αποβολή προς το περιβάλλον ποσού θερμότητας ίσου με την ενδογενώς παραγόμενη θερμότητα. Εάν δεν διατηρείται αυτή η ισορροπία, τότε το παραπάνω ποσό θερμότητας που αποβάλλεται ή συσσωρεύεται οδηγεί σε αλλαγή της θερμοκρασίας του σώματος.

Εγκλιματισμός Εάν ένα άτομο μετακινηθεί από μια εύκρατη περιοχή σε μία πιο ζεστή, τις πρώτες ημέρες θα αισθανθεί μεγάλη δυσφορία. Το άτομο νιώθει να είναι πολύ ζεστό, ο ρυθμός της καρδιάς είναι αυξημένος, ακόμη και σε κατάσταση ηρεμίας, η αντοχή του σε φυσική δραστηριότητα είναι μειωμένη και υπάρχει έντονος λήθαργος. Μετά από λίγες ημέρες η ανοχή του ζεστού περιβάλλοντος αυξάνει, ο ρυθμός της καρδιάς σε ηρεμία ελαττώνεται και η ικανότητα για άσκηση αυξάνει. Το άτομο δεν είναι ληθαργικό και νιώθει πιο άνετα.

Πολύ ενδιαφέρον παρουσιάζει η μεταβολή της απάντησης της καρδιάς στην άσκηση. Μετά από μια περίοδο περίπου μίας εβδομάδας ο καρδιακός ρυθμός κατά τη διάρκεια της άσκησης μειώνεται. Το ποσό στο οποίο αυξάνεται η κεντρική θερμοκρασία κατά την άσκηση επίσης μειώνεται. Αυτό επιτυγχάνεται με την τεράστια αύξηση του ρυθμού εφίδρωσης, φαινόμενο που αποτελεί το κλειδί στο εγκλιματισμό. Η ικανότητα των ιδρωτοποιών αδένων να παράγουν ιδρώτα αυξάνεται και η εφίδρωση ξεκινά σε μικρότερη κεντρική θερμοκρασία από ότι σε μη εγκλιματισμένα άτομα.

Ταυτόχρονα, υπάρχει αύξηση και στην έκκριση της αλδοστερόνης. Η ορμόνη αυτή βοηθά στη διατήρηση του νατρίου στον οργανισμό αφού μειώνει την απώλεια νατρίου μέσω της εφίδρωσης.

Ο εγκλιματισμός μπορεί να επιτευχθεί με τη μετακίνηση και εργασία σε μια ζεστή περιοχή. Παρόμοιος εγκλιματισμός μπορεί να παρατηρηθεί και σε εργαστήριο αυξάνοντας τη κεντρική θερμοκρασία πάνω από 38°C καθημερινά για 1 ώρα για περίοδο μίας εβδομάδας. Αυτό γίνεται είτε με μέτρια άσκηση φορώντας κάποια στολή που εμποδίζει την απώλεια θερμότητας μέσω εξάτμισης, είτε με την εμβύθιση σε ζεστό μπάνιο θερμοκρασίας 41°C καθημερινά για 1 ώρα για περίοδο μίας εβδομάδας.

Σε ότι αφορά τον εγκλιματισμό σε ψυχρό περιβάλλον, δεν υπάρχουν ενδείξεις ότι μπορεί να επιτευχθεί κάτι τέτοιο. Πολύ πληθυσμοί που ζουν σε ψυχρά κλίματα εγκλιματίζονται ουσιαστικά στη ζέστη παρά στο κρύο καθώς φορούν ζεστό ρουχισμό και ζουν σε πολύ ζεστά σπίτια.

Πηγές θερμότητας στην αεροπορία Η θερμική καταπόνηση οφείλεται στην ανισορροπία που προκύπτει από την ενδογενή παραγωγή μεταβολικής θερμότητας από τον πιλότο και το αποτέλεσμα της ανταλλαγής της θερμότητας αυτής με το περιβάλλον. Υπάρχει ένας αριθμός παραγόντων που επηρεάζουν την τελευταία, οι οποίοι μπορούν να χωριστούν σε 3 κατηγορίες: παράγοντες του θερμού περιβάλλοντος, παράγοντες του αεροσκάφους και παράγοντες του πληρώματος.

Θερμικό περιβάλλον Όλες οι βασικές παράμετροι του θερμικού περιβάλλοντος (θερμοκρασία αέρα, υγρασία, ακτινοβολούμενη θερμότητα και κίνηση αέρα) μπορούν να επηρεάζουν σημαντικά την ανταλλαγή της θερμότητας του ατόμου. Τα αεροσκάφη επιχειρούν σε μια μεγάλη ποικιλία κλιματολογικών συνθηκών, από πολύ κρύο μέχρι τροπικές θερμοκρασίες, με αποτέλεσμα τόσο τα πληρώματα όσο και το προσωπικό εδάφους να εκτίθενται άμεσα σε αυτές τις συνθήκες. Το φυσικό περιβάλλον παίζει σημαντικό ρόλο, επίσης, στην επιβίωση μετά από εγκατάλειψη. Κατά τη διάρκεια της πτήσης το κλίμα που επικρατεί δεν επιδρά άμεσα στο πλήρωμα λόγω της κατασκευής του Α/Φ και των συστημάτων κλιματισμού που υπάρχουν.

Θερμοκρασία αέρα Η μέτρηση της θερμοκρασίας του αέρα, ή αλλιώς θερμοκρασίας υπό σκιά, ή θερμοκρασίας ξηρού θερμομέτρου, αποτελεί το θεμέλιο λίθο για την εκτίμηση του θερμικού περιβάλλοντος. Είναι σημαντικό να λαμβάνεται υπόψη ότι οι τεχνικές μέτρησης της θερμοκρασίας του αέρα πρέπει να αποκλείουν την επίδραση της ακτινοβολούμενης θερμότητας ή ψύξης στον αισθητήρα μέτρησης. Ένα συχνό παράδειγμα τέτοιου λάθους αποτελεί το φαινόμενο να τοποθετείται το θερμομέτρο σε περιβάλλον με πλήρη ηλιοφάνεια, οπότε οι ενδείξεις να είναι εσφαλμένα υψηλές.

Ο συνήθης τρόπος μέτρησης της θερμοκρασίας αέρα είναι η χρήση υδραργυρικών θερμομέτρων, προστατευμένων από την ακτινοβολία με μία κάποια είδους προστατευτικό κάλυμμα. Επίσης, η θερμοκρασία αέρα μετράται σε συνδυασμό με τη θερμοκρασία υγρού θερμομέτρου χρησιμοποιώντας όργανα που λέγονται ψυχρόμετρα, τα οποία θα περιγραφούν παρακάτω.

Ακτινοβολούμενη θερμότητα Το μήκος κύματος της εκπομπής της ακτινοβολούμενης θερμότητας εξαρτάται από τη θερμοκρασία της πηγής της ακτινοβολούμενης θερμότητας. Όταν η θερμοκρασία της πηγής δεν είναι ιδιαίτερα υψηλή, η ακτινοβολούμενη θερμότητα είναι στην υπέρυθη περιοχή του φάσματος. Αντίθετα, η ηλιακή ακτινοβολία προέρχεται από μία πηγή με πολύ υψηλή θερμότητα και περιέχει ένα σημαντικό ποσό στοιχείων μικρού κύματος στην ορατή περιοχή του φάσματος. Σε πολλές περιπτώσεις οι διαφορές αυτές έχουν μεγάλη σημασία. Για παράδειγμα, σε περιοχές εργασίας που περιβάλλονται από γυαλί, όπως η καμπίνα του αεροσκάφους, και τα θερμοκήπια, το στοιχείο του ηλιακού φωτός με το μικρό μήκος κύματος περνά ελεύθερα από το γυαλί και ζεσταίνει τις κατασκευές στις οποίες πέφτει. Οι θερμαινόμενες κατασκευές ακτινοβολούν με τη σειρά τους, αλλά η ακτινοβολία είναι στην υπέρυθη περιοχή του φάσματος και δεν διαπερνά το γυαλί.

Με τον τρόπο αυτό η θερμότητα "παγιδεύεται" και δημιουργεί το φαινόμενο του "θερμοκηπίου". Η μέτρηση της ακτινοβολούμενης θερμοκρασίας γίνεται με τη χρήση θερμομέτρου μαύρου κλωβού. Η συσκευή αυτή αποτελείται από μία σφαίρα από χαλκό διαμέτρου 150 χιλιοστών βαμμένη μαύρη

Υγρασία Υγρασία είναι η συγκέντρωση υδρατμών στον αέρα. Υπάρχει ένα όριο στο ποσό των υδρατμών που μπορούν να συγκεντρωθούν στον αέρα για κάθε θερμοκρασία. Στο όριο αυτό ο αέρας ονομάζεται κορεσμένος. Ο κορεσμένος αέρας σε υψηλές θερμοκρασίες περιέχει περισσότερους υδρατμούς από ότι σε χαμηλές. Εάν ο ακόρεστος αέρας ψυχραθεί γίνεται κορεσμένος. Η θερμοκρασία κατά την οποία επέρχεται κορεσμός ονομάζεται θερμοκρασία δρόσου.

Σχετική υγρασία (relative humidity, RH) είναι η σχέση του απόλυτου ποσού υδρατμών στον αέρα προς το ποσό που θα υπήρχε εάν ο αέρας ήταν κορεσμένος στην ίδια θερμοκρασία, εκφρασμένη σε %. Η υγρασία καθορίζεται μετρώντας τη θερμοκρασία υγρού θερμομέτρου. Για το λόγο αυτό ο βολβός ενός θερμομέτρου καλύπτεται με ύφασμα και διατηρείται υγρός με απιονισμένο νερό, το οποίο τοποθετείται σε ρεύμα αέρα. Για να γίνουν οι μετρήσεις χρησιμοποιούνται τα ψυχρόμετρα τα οποία περιέχουν αισθητήρες υγρού και ξηρού θερμομέτρου. Οι ενδείξεις των ψυχρομέτρων τοποθετούνται πάνω στον ψυχρομετρικό πίνακα, από όπου λαμβάνονται οι τιμές της απόλυτης ή σχετικής υγρασίας.

Κίνηση αέρα (ρεύμα) Η κίνηση του αέρα έχει πολύ μεγάλη σημασία στην ανταλλαγή θερμότητας του ανθρώπου, τόσο σε υψηλές θερμοκρασίες όπου επηρεάζει την μεταβίβαση και την εξάτμιση του ιδρώτα, όσο και στις χαμηλές θερμοκρασίες όπου παράγει το φαινόμενο του ψυχρού αέρα. Σε εξωτερικό περιβάλλον όπου η κίνηση του αέρα είναι προς όλες τις διευθύνσεις, για τη μέτρησή της χρησιμοποιείται ανεμόμετρο. Σε κλειστούς χώρους εργασίας, όπου η κίνηση του αέρα είναι προς μία κατεύθυνση, χρησιμοποιείται ανεμόμετρο με ζεστό καλώδιο, το οποίο μετρά το πόσο θα ψυχραθεί το ζεστό καλώδιο όταν πέσει επάνω ο αέρας.

Δείκτες δυσφορίας Γίνεται αντιληπτό από όσα αναφέρθηκαν ότι οι παράγοντες που καθορίζουν τη θερμική καταπόνηση είναι πολλοί. Για να εκτιμηθεί αντικειμενικά το επίπεδο της θερμικής καταπόνησης έχουν δημιουργηθεί δείκτες οι οποίοι λαμβάνουν υπόψη τους παράγοντες που συμβάλλουν στη θερμική καταπόνησης. Ανάλογα με τις τιμές των δεικτών στις οποίες εμφανίζονται προβλήματα στον ανθρώπινο οργανισμό, από ελάχισονα μέχρι μείζονα, καθορίζονται ενέργειες με σκοπό την πρόληψη εμφάνισης επικίνδυνων καταστάσεων.

Οι πιο διαδεδομένοι δείκτες είναι:

Effective Temperature (ET)

Ο δείκτης αυτός υπολογίζει την επίδραση της θερμοκρασίας του αέρα, της θερμοκρασίας του υγρού θερμομέτρου και της κίνησης του αέρα. Δεν λαμβάνει υπόψη την ακτινοβολούμενη θερμότητα. αποτέλεσμα αυτού είναι να υπερεκτιμά την επίδραση της υψηλής υγρασίας σε άνετο περιβάλλον και να υποεκτιμά την δυσμενή επίδραση της χαμηλής ταχύτητας του ανέμου και της υψηλής υγρασίας σε ζεστό περιβάλλον.

Wet Bulb Globe Temperature (WBGT)

Ο WBGT υπολογίζεται από τον τύπο $WBGT = 0.7 T_{wb} + 0.2 T_g + 0.1 T_{db}$ όπου T_{wb} είναι η τιμή του υγρού θερμομέτρου, T_{db} η τιμή του ξηρού θερμομέτρου και T_g η τιμή της globe temperature. Η T_{db} μετράται με ξηρό θερμομέτρο, η T_{wb} μετράται με υγρό θερμομέτρο, ενώ η T_g μετράται με ξηρό θερμομέτρο τοποθετημένο μέσα σε μαύρο κουτί (για την εκτίμηση της επίδρασης της ηλιοφάνειας και της ακτινοβολούμενης θερμότητας).

Οι τιμές του WBGT μπορούν και υπολογίζονται αυτόματα από ειδικές φορητές ηλεκτρονικές συσκευές, οι οποίες μετράνε τις απαραίτητες παραμέτρους για την εξαγωγή του δείκτη.

Η κατάταξη των τιμών WBGT καθορίζεται ανάλογα με το είδος της εργασίας, τα δε μέτρα που λαμβάνονται κατά περίπτωση αφορούν τη σχέση εργασίας - διαλείμματος ανά ώρα εργασίας.

Fighter Index of Thermal Stress (FITS)

Ο Fighter Index of Thermal Stress (FITS) έχει προκύψει με τροποποίηση του WBGT και υπολογίζεται από τον τύπο: $FITS = 0.83 T_{wb} + 0.35 T_{db} + 5.08$.

Η κατάταξη των τιμών του FITS προβλέπει 3 ζώνες λήψης μέτρων: α) Ζώνη επιφυλακής (τιμές FITS 32-38): Ματαίωση των πτήσεων όταν η παραμονή του πιλότου σε εξωτερικό περιβάλλον υπερβαίνει το χρονικό όριο των 90'. β) Ζώνη κινδύνου (τιμές FITS 38-46): Ματαίωση των πτήσεων σε χαμηλό ύψος μέχρι 3000 ft και γ) Τελικό στάδιο (τιμές FITS άνω των 46): Ματαίωση όλων των μη επιχειρησιακά απαραίτητων πτήσεων. Ο διαχωρισμός των πτήσεων σε χαμηλά και μεγάλα ύψους είναι σημαντικός, καθώς είναι γνωστό ότι στο κατώτερο στρώμα της επιφάνειας της γης (έως 3000 ft) οι μετεωρολογικές συνθήκες που επικρατούν παραμένουν σχεδόν ομοιογενείς (Οριακό Στρώμα Τριβής).

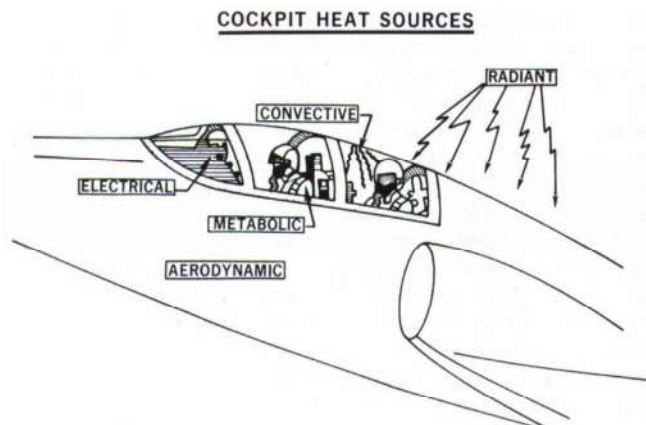
Windchill index

Ο δείκτης αυτός είναι χρήσιμος στο να προβλέπει την πιθανότητα εμφάνισης κρουσπαγήματος σε εκτεθειμένο στεγνό δέρμα, αλλά δεν είναι τόσο αξιόπιστος στο να αποτελέσει τη βάση για την επιλογή του ρουχισμού για το προσωπικό που εργάζεται σε εξωτερικό ψυχρό περιβάλλον. Για το λόγο αυτό δημιουργήθηκε ο δείκτης Equivalent Chill Temperature ο οποίος μετρά τη θερμοκρασία του ακίνητου ανέμου που παράγει την ίδια ψυχρότητα με τη θερμοκρασία και την ταχύτητα του ανέμου που μετρώνται.

Παράγοντες αεροσκάφους (εικ.9-1)

Κινητική θερμότητα

Κατά τη διάρκεια της πτήσης, η επιφάνεια του Α/Φ θερμαίνεται από την τριβή



Εικόνα 9-1: Παράγοντες θερμότητας από το αεροσκάφος

που έχει με τον αέρα και από την αύξηση της θερμοκρασίας που προκαλείται από την συμπίεση του αέρα στο πρόσθιο τμήμα του Α/Φ. Χαρακτηριστικά, κατά τη διάρκεια πτήσεων σε χαμηλό ύψος και με μεγάλη ταχύτητα η θερμοκρασία μπορεί να φτάσει στο σημείο ανακοπής του αέρα τους 120° C. Η κατασκευή του Α/Φ ακτινοβολεί θερμότητα στον πιλότο και ζεσταίνει τον αέρα της καμπίνας κατά τη διέλευσή του από το δίκτυο αγωγών διανομής και από τους εισαγωγείς αέρος της καμπίνας.

Οι επιπτώσεις της κινητικής θερμότητας μπορούν να μειωθούν με μόνωση των τοιχωμάτων της καμπίνας και του συστήματος αγωγών

Ακτινοβολούμενη θερμότητα

Η ηλιακή ακτινοβολία συμβάλλει σε μεγάλο βαθμό στην θερμότητα που αναπτύσσεται εντός της καμπίνας διαπερνώντας την καλύπτρα. Λόγω των διαφορετικών χαρακτηριστικών μετάδοσης για ακτινοβολίες διαφορετικών μηκών κύματος, η θερμική ενέργεια "παγιδεύεται" εντός της καμπίνας και δημιουργεί το

φαινόμενο του "θερμοκηπίου". Οι απαιτήσεις για όσον το δυνατόν μεγαλύτερη ορατότητα εκτός του Α/Φ περιορίζουν τη δυνατότητα για μείωση του μεταδιδόμενου ηλιακού φορτίου

Ηλεκτρική θερμότητα

Τα σύγχρονα αεροσκάφη χαρακτηρίζονται από πλήθος ηλεκτρονικών συσκευών (avionics). Όλα αυτά συμβάλλουν στην αύξηση της θερμότητας εντός της καμπίνας.

Ένα παράδειγμα των πηγών θερμότητας που υπάρχουν εντός της καμπίνας είναι ο παρακάτω πίνακας. Αφορά αεροσκάφος τύπου Tornado που πετά με ταχύτητα Mach 0.9 στο επίπεδο θαλάσσης και εξωτερική θερμοκρασία 40° C

Πηγή	Θερμότητα (KW)
Παραγωγή θερμότητας από τον πιλότο	0,06
Κινητική θερμότητα	9,0
Ηλεκτρονικές συσκευές (avionics)	1,2
Ηλιακή ακτινοβολία	2,5
Σύνολο	12,76

Παράγοντες πληρώματος

Ενδογενής παραγωγή θερμότητας

Η εσωτερική παραγωγή θερμότητας του ατόμου λόγω μεταβολικών διαδικασιών ποικίλει από 60 W σε φάση ξεκούρασης, μέχρι και δύο έως τρεις φορές μεγαλύτερη κατά τη διάρκεια έντονης άσκησης. Σε απάντηση στους παράγοντες που τείνουν να αυξήσουν τη θερμοκρασία ο οργανισμός αντιδρά αρχικά με διαστολή των αγγείων στο δέρμα και μετά με εφίδρωση.

Ρουχισμός πτήσης

Ο ρουχισμός που φέρει ο ιπτάμενος κατά την πτήση συμβάλλει στην θερμική καταπόνηση, διότι εμπλέκεται στις φυσιολογικές διόδους ανταλλαγής θερμότητας με το περιβάλλον κυρίως λόγω της υψηλής μόνωσης που έχουν οι στολές.

Θερμικό φορτίο του ρουχισμού Οι περιγραφές του τρόπου ανταλλαγής της ανθρώπινης θερμότητας που περιγράφηκαν αφορούν άτομα χωρίς ρουχισμό, κάτι που σπάνια συμβαίνει. Τα πληρώματα αέρος συνήθως χρησιμοποιούν ένα προστατευτικό ρουχισμό πολλαπλών στρωμάτων. Ο ρουχισμός μειώνει την απώλεια της θερμότητας προς το περιβάλλον. Ενώ αυτό αποτελεί πλεονέκτημα σε χαμηλές θερμοκρασίες, μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα σε υψηλές. Η μείωση της απώλειας θερμότητας αφορά και τους τέσσερις τρόπους ανταλλαγής μεταβίβαση, μεταφορά, εξάτμιση και ακτινοβολία. Η μείωση μέσω της μεταβίβασης είναι πολύ σημαντική για την αεροπορία γιατί αποτελεί τη βάση για προστασία από τραύματα κατά την επαφή με πολύ ζεστές ή κρύες επιφάνειες. Γενικά όμως, σε ότι αφορά τη θερμική ισορροπία, η μεταβίβαση δεν έχει μεγάλη σημασία. Η επίδραση του ρουχισμού στην αποβολή θερμότητας μέσω μεταφοράς και ακτινοβολίας είναι η μείωση της αγωγιμότητας μεταξύ της επιφάνειας και του περιβάλλοντος αέρα.

Η επίδραση της φυσικής άσκησης στην μόνωση του ρουχισμού εμφανίζεται με δύο μηχανισμούς. Πρώτον, η άσκηση, όπως το περπάτημα, μπορεί να προκαλέσει διείσδυση αέρα στα στρώματα του ρουχισμού. Επίσης, η άσκηση προωθεί την ανταλλαγή του αέρα κάτωθεν του ρουχισμού με τον εξωτερικό αέρα, είτε άμεσα μέσω του ρουχισμού, είτε μέσω κενών της στολής στον καρπό, αστράγαλο ή το λαιμό. Με την αυξανόμενη χρήση στολών εμβύθισης ή στολών επιβίωσης για την προστασία του προσωπικού, η σημασία της μόνωσης του ρουχισμού ως προστατευτικό μέσο στην περίπτωση εμβύθισης σε κρύο νερό έχει αναγνωριστεί ευρέως τα τελευταία χρόνια. Η πρωταρχική λειτουργία των στολών εμβύθισης ή επιβίωσης είναι να διατηρούν την μόνωση κρατώντας αυτές στεγνές. Η μόνωση του ρουχισμού καθορίζεται κυρίως από το πάχος του παγιδευμένου στρώματος αέρα εντός των

ίδιων των υφασμάτων ή μεταξύ των στρωμάτων τους. Πολύ μικρή σημασία έχουν τα χαρακτηριστικά των ινών του ρουχισμού.

Η επίδραση του ρουχισμού στην ανταλλαγή θερμότητας μέσω ακτινοβολίας εξαρτάται σημαντικά από το μήκος κύματος της ακτινοβολίας. Στην μακρού μήκους κύματος υπέρυθρη ακτινοβολία, ο ρουχισμός οποιοδήποτε χρώματος δρα λίγο ως πολύ σαν μαύρο σώμα και την απορροφά. Παρόλα αυτά ακόμη και σε περίπτωση σοβαρής υπέρυθρης ακτινοβολίας, ο ρουχισμός παρέχει αρκετή προστασία για την αποφυγή εγκαυμάτων. Η υπεριώδης ακτινοβολία αντανάκλαται συνήθως από το λευκό ρουχισμό. Στην πολεμική αεροπορία η χρήση λευκών κασκών παρουσιάζει μικρά θερμικά πλεονεκτήματα για τον πιλότο σε σχέση με κάσκες σκούρου χρωματισμού.

Ο ρουχισμός γενικά εμποδίζει την μεταφορά θερμότητας μέσω εξάτμισης. Το μέγεθος του περιορισμού αυτού ποικίλει από ολικό (σε ρούχα από μη πορώδη υφάσματα) μέχρι ασήμαντο (σε βαμβακερά υφάσματα). Στην περίπτωση μη πορώδων υφασμάτων ο ιδρώτας που εξατμίζεται από το δέρμα θα προκαλέσει γρήγορα κορεσμό του μικροπεριβάλλοντος μεταξύ του δέρματος και της στολής και θα σταματήσει η εξάτμιση. Στην πραγματικότητα αυτή η διαδικασία δεν ολοκληρώνεται, γιατί τα κενά της στολής στους καρπούς, τον τράχηλο και τους αστράγαλους επιτρέπουν την αποβολή στο περιβάλλον του κορεσμένου αέρα που βρίσκεται κάτωθεν της στολής και έτσι συνεχίζεται η εξάτμιση.

Επιπτώσεις της θερμικής καταπόνησης

Απόδοση και θερμική καταπόνηση Τα πτητικά καθήκοντα συνήθως εμπεριέχουν περιορισμένη φυσική δραστηριότητα. Για το λόγο αυτό η πιθανότητα ανικανότητας λόγω αυξημένης θερμότητας είναι μικρή. Από την άλλη πλευρά σχετικά μικρή θερμική καταπόνηση μπορεί να αποβεί σημαντική στο περιβάλλον πτήσης, το οποίο απαιτεί υψηλή πνευματική απόδοση. Μέτρια υπερθερμία και αφυδάτωση μπορεί να συσχετισθεί με αλλαγές στην απόδοση, αύξηση του χρόνου αντίδρασης, διάσπαση της προσοχής, αυξημένη πιθανότητα λάθους, μειωμένη ικανότητα μάθησης, επιδείνωση της κόπωσης και αυξημένη ευαισθησία σε παράγοντες της πτήσης (επιταχύνσεις, μειωμένη ατμοσφαιρική πίεση)

Νόσηση λόγω αυξημένης θερμότητας Η νόσηση από έκθεση σε θερμότητα έχει τρεις μορφές: θερμικές κράμπες, θερμική εξάντληση και θερμοπληξία. Επιπλέον η υπερβολική εφίδρωση μπορεί να οδηγήσει σε αφυδάτωση

Το δέρμα περιέχει περίπου 3-4 εκατομμύρια ιδρωτοποιούς αδένες με συνολική μάζα 100 γραμμαρίων. Η εφίδρωση αρχίζει όταν υπάρχει αύξηση της κεντρικής θερμοκρασίας αλλά και όταν θερμαίνεται το δέρμα. Επίσης συμβαίνει και ως απάντηση σε συναισθηματικά ερεθίσματα όπως πόνος και άγχος. Εφίδρωση μπορεί να υπάρχει σε διάφορα επίπεδα θερμοκρασίας του δέρματος, αλλά πάνω από 35° C η εξάτμιση του ιδρώτα είναι ο μόνος διαθέσιμος μηχανισμός αποβολής θερμότητας από το σώμα. Η εφίδρωση μπορεί να προκαλέσει αφυδάτωση. Ο μηχανισμός δίψας του σώματος είναι σχετικά "αναίσθητος" και απώλεια 1-2% του σωματικού βάρους μπορεί να συμβεί χωρίς την ύπαρξη συμπτωμάτων. Εάν το συνολικό περιεχόμενο σε νερό του σώματος μειωθεί κατά 4-5%, υπάρχει έντονη δίψα, μείωση των ούρων και του όγκου του αίματος κάτι που προκαλεί ταχυκαρδία. Εάν η απώλεια ύδατος φτάσει το 7-10%, υπάρχει σημαντική μείωση της φυσικής και πνευματικής ικανότητας και στην συνέχεια κυκλοφορική ανεπάρκεια, κώμα και θάνατος. Η θεραπεία για σοβαρή μείωση των υγρών του σώματος συνίσταται σε απομάκρυνση του ατόμου από το ζεστό περιβάλλον, διακοπή της δραστηριότητας και έντονη ενυδάτωση. Μπορεί να απαιτηθεί ακόμη και πρόσληψη 6-8 λίτρων νερού τις πρώτες 24 ώρες. Πολύ έντονη εφίδρωση μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα απώλεια ηλεκτρολυτών και συνεπώς για την θεραπεία του ατόμου θα χρειαστεί και η προσθήκη άλατος στα παρεχόμενα υγρά.

Οι θερμικές κράμπες είναι επώδυνες μυϊκές συσπάσεις, συνήθως των μυών των κάτω άκρων. Η ακριβής αιτία τους δεν είναι γνωστή. Ο ιδρώτας ο οποίος

παράγεται κατά τη διάρκεια φυσικής δραστηριότητας ιδιαίτερα σε θερμό περιβάλλον έχει ως αποτέλεσμα την απώλεια ηλεκτρολυτών. Εντούτοις δεν έχει αποδειχθεί μέχρι σήμερα ότι οι μύες που εμφανίζουν σπασμούς έχουν χάσει πράγματι ηλεκτρολύτες. Η αφυδάτωση μπορεί να παίξει ρόλο στη δημιουργία μυϊκών σπασμών λόγω της απώλειας μεγάλης ποσότητας νερού από τον οργανισμό. Η αντιμετώπιση των θερμικών κραμπών συνίσταται στα παρακάτω:

Ανάπαυση των μυών που παρουσιάζουν την κράμπα, έχοντας τον ασθενή ξαπλωμένο ή καθιστό

Χορήγηση νερού από το στόμα

Απομάκρυνση από το θερμό περιβάλλον (εικ. 9-2)



Εικόνα 9-2

Η θερμική εξάντληση είναι η πιο συχνή πάθηση που οφείλεται στη θερμότητα. Προβλήματα συνήθως εμφανίζονται σε άτομα που δεν έχουν εγκλιματιστεί και εργάζονται κάτω από υψηλές θερμοκρασίες ή σε άτομα που είναι ταλαιπωρημένα για άλλους λόγους, π.χ. έλλειψη ύπνου, γαστρεντερίτιδα, πυρετό, κ.α. και εκτίθενται σε θερμό περιβάλλον. Η θερμική εξάντληση συμβαίνει όταν ο οργανισμός χάνει πολλά υγρά και ηλεκτρολύτες, οπότε προκαλείται ελάττωση του όγκου των υγρών του σώματος. Το δέρμα είναι κρύο και γλοιώδες. Μπορεί επίσης να υπάρχει αίσθημα ζάλης ή αδυναμίας, ναυτία, πονοκέφαλος και λιποθυμία. Ο ασθενής παρουσιάζει επώδυνες κράμπες. Η αντιμετώπιση συνίσταται σε μετακίνηση του ατόμου από τη ζέστη και χορήγηση υγρών από το στόμα ή ενδοφλεβίως. Η σωστή θεραπεία έχει ως αποτέλεσμα την γρήγορη ανάνηψη και την επιστροφή στα καθήκοντα του σε λίγες ώρες.

Η θερμοπληξία είναι η λιγότερη συχνή αλλά η πιο σοβαρή πάθηση που προκαλείται από την έκθεση στη θερμότητα. Χωρίς θεραπεία η θερμοπληξία καταλήγει στο θάνατο. Θερμοπληξία συμβαίνει όταν ο οργανισμός είναι εκτεθειμένος σε μεγαλύτερη θερμοκρασία από αυτή που μπορεί να αντισταθεί. Οι φυσιολογικοί μηχανισμοί αποβολής της θερμότητας δεν επαρκούν. Η θερμοκρασία του σώματος ανεβαίνει ταχύτατα και οι ιστοί καταστρέφονται. Ένας ασθενής με θερμοπληξία έχει ζεστό, ξηρό και εξέρυθρο δέρμα. Επίσης δεν ιδρώνει γιατί ο ανάλογος μηχανισμός δεν επαρκεί. Παρουσιάζει σύγχυση ή απώλεια συνείδησης και υπερπυρεξία (συνήθως $T_{co} > 42^{\circ} C$). Σε αυτή την περίπτωση είναι βασικό να μειωθεί η θερμοκρασία του ασθενή γρήγορα, κάτω από $39^{\circ} C$ εντός της πρώτης ώρας. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι για να επιτευχθεί αυτό, όπως κρύα επιθέματα, εμβύθιση σε κρύο νερό. Γενικά ασθενείς με θερμοπληξία απαιτούν εισαγωγή στο νοσοκομείο για παρακολούθηση και ενυδάτωση. Άτομα που έχουν ανανήψει από θερμοπληξία είναι πιο ευαίσθητα στη ζέστη και για το λόγο αυτό πρέπει να εξετάζεται η αντοχή του σε υψηλές θερμοκρασίες προτού εκτεθούν σε αυτές.

Έκθεση στο ψύχος Όταν υπάρχει συνεχής απώλεια θερμότητας παρά τη αγγειοσύσπαση τότε ο μόνος φυσιολογικός μηχανισμός άμυνας είναι η αύξηση της παραγωγής θερμότητας από το σώμα.

Η αγγειοσύσπαση όμως έχει ως αποτέλεσμα την ψύξη των άκρων. Η επιδεξιότητα των χεριών πέφτει όταν η θερμοκρασία του είναι $< 15^{\circ} \text{C}$, ενώ εμφανίζονται και αιμωδίες κάτω από τους 8°C , ακόμη και αν το υπόλοιπο σώμα παραμένει ζεστό. Όλα αυτά επιδρούν αρνητικά στην απόδοση τόσο του ιπτάμενου προσωπικού που πετάει σε κρύες καμπίνες αεροσκαφών, όσο και του τεχνικού προσωπικού που εργάζεται σε εξωτερικό κρύο περιβάλλον.

Το νερό αποτελεί μια μεγάλη δεξαμενή θερμότητας. Η υψηλή του ειδική θερμότητα και θερμική χωρητικότητα του προσδίδουν πολύ μεγαλύτερη ισχύ ψύξης από ότι έχει ο αέρας στην ίδια θερμοκρασία. Όταν ένα μη προστατευμένο άτομο εισέλθει σε κρύο νερό, η θερμοκρασία του δέρματος πέφτει γρήγορα ώστε να γίνει ίδια με αυτή του νερού. Ακόμη και το σχετικά ζεστό νερό μπορεί να "κλέψει" μετά από κάποιο χρονικό διάστημα θερμότητα από το σώμα. Άτομα ξαπλωμένα στο μπάνιο αρχίζουν να τρέμουν εντός δύο ωρών εκτός και εάν η θερμοκρασία του νερού είναι ίση ή μεγαλύτερη των 35°C .

Οι βλάβες του σώματος που οφείλονται στο κρύο διακρίνονται σε δύο κύριες κατηγορίες: τις τοπικές και τις συστηματικές.

Τοπικές βλάβες

Χείματλο (χιονίστρα) και βυθισμένο πόδι Χείματλο παρουσιάζεται μετά από παρατεταμένη έκθεση στο κρύο χωρίς όμως να έχει παγώσει το δέρμα. Επειδή αυτή η κατάσταση συνήθως δεν είναι επώδυνη, δεν γίνεται αντιληπτή από τον ασθενή. Το δέρμα γίνεται ωχρό, συνήθως επηρεάζονται τα εκτεθειμένα μέρη του σώματος και ιδιαίτερα τα αυτιά και η μύτη

Το "βυθισμένο πόδι", που ονομάζεται και "πόδι των χαρακωμάτων", συμβαίνει μετά από παρατεταμένη έκθεση σε κρύο νερό. Το δέρμα του ποδιού ρυτιδώνεται, λευκαίνει και είναι κρύο στην αφή.

Η θεραπεία αυτών των βλαβών περιλαμβάνει απομάκρυνση του ασθενούς από το ψύχος και επαναθέρμανση του προσβεβλημένου μέλους. Ειδικά για το "βυθισμένο πόδι" πρέπει να αφαιρούνται υγρά παπούτσια, μπότες και κάλτσες και το πόδι να αρχίσει να επαναθερμαίνεται προοδευτικά

Κρουοπάγημα Το κρουοπάγημα είναι η πιο σοβαρή τοπική βλάβη από ψύχος. Οι ιστοί είναι παγωμένοι.



Εικόνα 9-3

Το κρουοπάγημα μπορεί να είναι επιπολής ή εν τω βάθει. Στο επιπολής κρουοπάγημα μόνο το δέρμα είναι παγωμένο, ενώ στο εν τω βάθει παγωμένοι είναι και οι ιστοί που βρίσκονται βαθύτερα. Το δέρμα είναι λευκό ή λευκοκίτρινο, και στην αφή σκληρό και ψυχρό (**ΕΙΚ. 9-3**).

Η θεραπεία του κρουοπαγήματος περιλαμβάνει τα ακόλουθα βήματα

Απομάκρυνση του ασθενούς από το ψυχρό περιβάλλον

Προφύλαξη του τμήματος που έχει προσβληθεί από περαιτέρω βλάβη. Απαγορεύεται το τρίψιμο ενός ιστού με κρουοπάγημα γιατί προκαλείται λόγω των

οξύαιχμων κρυστάλλων πάγου μεγαλύτερη βλάβη. Επίσης, δεν επιτρέπεται σε ασθενή με κρυστάλλωμα στα πόδια να στέκεται όρθιος ή να βαδίζει

Αφαίρεση κάθε υγρού ή σφικτού ενδύματος

Άμεση μεταφορά στο νοσοκομείο

Συστηματικές βλάβες Οι συστηματικές βλάβες του σώματος αποτελούν το φαινόμενο της υποθερμίας. Γενικά προοδευτική ψύξη του σώματος καταλήγει σε υποθερμία. Μπορεί να επέλθει γρήγορα, όπως όταν κάποιος βυθίζεται σε κρύο νερό ή βαθμιαία, όπως όταν μένει εκτεθειμένος σε κρύο περιβάλλον. Ο οργανισμός μπορεί να ανεχθεί μικρή μόνο πτώση της T_{co} . Έτσι όταν αυτή πέσει κάτω από $35^{\circ} C$ θα εμφανιστούν τα συμπτώματα της υποθερμίας. Η υποθερμία εξελίσσεται σε πέντε στάδια. Το πρώτο στάδιο εμφανίζεται με ρίγος. Η θερμοκρασία του σώματος σε αυτό το στάδιο είναι $32-35^{\circ} C$. Το δεύτερο στάδιο χαρακτηρίζεται από ελάττωση της μυϊκής λειτουργίας. Αυτό εμφανίζεται όταν η T_{co} είναι περίπου $32^{\circ} C$. Πρώτα σταματούν οι μικρές και λεπτές κινήσεις, για παράδειγμα οι συντονισμένες κινήσεις των δακτύλων. Τελικά, καθώς η θερμοκρασία συνεχίζει να πέφτει σταματά κάθε μυϊκή δραστηριότητα. Στο τρίτο στάδιο όπου η T_{co} είναι περίπου $29^{\circ} C$, ο ασθενής πέφτει σε λήθαργο. Στο τέταρτο στάδιο, περίπου στους $27^{\circ} C$, είναι φανερή η εξασθένηση των ζωτικών σημείων. Ο σφυγμός γίνεται βραδύτερος και ασθενέστερος. Το πέμπτο στάδιο είναι αυτό του "φαινομενικού" θανάτου όπου σταματά η καρδιοαναπνευστική λειτουργία. Η λέξη "φαινομενικός" χρησιμοποιείται γιατί πολλοί ασθενείς που θεωρήθηκαν νεκροί, τελικά ανένηψαν.

Η αντιμετώπιση της υποθερμίας συνίσταται σε άμεση απομάκρυνση από το ψυχρό περιβάλλον. Ο ασθενής θα πρέπει να σκεπάζεται με στεγνές, ζεστές κουβέρτες, αφού αφαιρεθεί κάθε υγρό ρούχο. Η άμεση μεταφορά του στο νοσοκομείο είναι απαραίτητη ώστε να υπάρξει η κατάλληλη υποστήριξη και παρακολούθηση.

Η προστασία από την έκθεση στο κρύο περιλαμβάνει την ύπαρξη κατάλληλου ρουχισμού και την εκπαίδευση του προσωπικού στην αντιμετώπιση εκτάκτων καταστάσεων.

Ο ρουχισμός για το κρύο πρέπει να φοριέται με τη μορφή στρωμάτων γιατί οι ανάγκες για μόνωση ποικίλουν ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες και τη φυσική δραστηριότητα του ατόμου. Η μεγαλύτερη προστασία είναι αναγκαία κατά τη φάση της ξεκούρασης ή του ύπνου. Αντίθετα, σε φάση εργασίας στρώματα ρουχισμού θα πρέπει να απομακρύνονται για λόγους άνεσης. Η υπερβολική θέρμανση πρέπει να αποφεύγεται, γιατί η μόνωση λόγω της εφίδρωσης χάνει την αποτελεσματικότητά της, κάτι που μπορεί να αποδειχτεί επικίνδυνο όταν επέλθει η φάση της ξεκούρασης.

Τα πόδια είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα στο κρύο και μπορούν να προστατευτούν με μεγάλες μπότες με χοντρή επένδυση.

Η προστασία των χεριών είναι πιο δύσκολη εξαιτίας του γεγονότος ότι ο λόγος επιφάνειας όγκου είναι τόσο μεγάλος που τα γάντια δεν παρέχουν μεγάλη μόνωση, η δε χρήση γαντιών που σκεπάζουν τα τέσσερα δάκτυλα μαζί και χωριστά τον αντίχειρα μειώνει την επιδεξιότητα των χεριών. Στις περιπτώσεις αυτές μπορεί να χρησιμοποιηθεί η τεχνική των στρωμάτων. Ο εργαζόμενος μπορεί να φορέσει λεπτά γάντια για μικρά χρονικά διαστήματα χειρωνακτικής εργασίας και μετά να προσθέσει χοντρά γάντια για μακροπρόθεσμη προστασία.

Παρόλο που το πρόσωπο και τα αυτιά εμφανίζουν αγγειοσυστολή σε κρύο περιβάλλον, το κρανίο παρουσιάζει μεγάλη απώλεια θερμότητας. Ένας άνθρωπος που εκτίθεται στο κρύο με ακάλυπτο το κεφάλι του χάνει πάνω από 40% της θερμότητας που παράγεται σε κατάσταση ηρεμίας μέσω της επιφάνειας του κεφαλιού. Παρόλο που η απώλεια θερμότητας από το κεφάλι δεν είναι σημαντική κατά τη διάρκεια φυσικής δραστηριότητας, ένας ζεστός σκούφος μπορεί να βελτιώσει σημαντικά τη διατήρησης της θερμότητας σε άτομα που εκτίθενται σε κρύο περιβάλλον κατά τη φάση της ξεκούρασης ή του ύπνου.

Η μόνωση του ρουχισμού μειώνεται από διείσδυση αέρα ή νερού. Για το λόγο αυτό είναι απαραίτητη η ύπαρξη ενός εξωτερικού αεροστεγούς στρώματος για προστασία από το κρύο σε συνθήκες ανέμου. Γενικά αυτό το εξωτερικό στρώμα

προστατεύει και από τη βροχή. Τα τελευταία χρόνια αυξάνεται η χρήση των "αναπνεόντων" υφασμάτων τα οποία επιτρέπουν την μεταφορά υδρατμών αλλά είναι αδιάβροχα σε ότι αφορά τις σταγόνες νερού. Ένας συγκεκριμένος κίνδυνος που αντιμετωπίζει το πλήρωμα είναι η εμβύθιση σε νερό μετά από εγκατάλειψη πάνω από θάλασσα. Η διείσδυση νερού μπορεί να έχει καταστροφικές συνέπειες στη μόνωση του ρουχισμού και ο θάνατος από υποθερμία αποτελεί μια υπαρκτή πιθανότητα ακόμη και εάν η διάσωση γίνει σε γρήγορο χρόνο. Η μόνη αποτελεσματική σε αυτή την περίπτωση προστασία είναι μία αδιάβροχη στολή εμβύθισης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10: ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΕΙΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΤΗΣΗ

ΥΠΣΓΟΣ (ΥΙ) ΧΡΗΣΤΟΣ ΤΣΙΡΩΝΗΣ

Εισαγωγή: Το ιατρικό ενδιαφέρον σχετικά με τις επιδράσεις των επιταχύνσεων έχει μακρά ιστορία. Το ανθρώπινο σώμα βρίσκεται συνεχώς κάτω από την επίδραση της βαρυτικής έλξης της Γης και είναι καλά προσαρμοσμένο στο περιβάλλον αυτής της δύναμης. Όμως από την εποχή της εφεύρεσης του αεροπλάνου αρχίζει μια αντιπαράθεση μεταξύ χειριστού και αεροσκάφους. Στα πρώτα χρόνια ο χειριστής βρισκόταν σε υπερισχύουσα θέση σε σχέση με το αεροσκάφος και τα περισσότερα ατυχήματα ήταν αποτέλεσμα της παραβίασης των ορίων αντοχής του “πτητικού μέσου”. Μεταγενέστερά όμως, με την εξέλιξη των αεροσκαφών, η δυνατότητα των χειριστών να ακολουθήσουν τις ικανότητες του αεροσκάφους έμεινε πίσω.

Στον Α΄ Παγκόσμιο Πόλεμο αναφέρθηκαν για πρώτη φορά περιστατικά απώλειας της οράσεως και απώλειας της συνειδήσεως κατά τη διάρκεια απαγκίστρωσης (pullout) μετά από βύθιση του αεροσκάφους σε αερομαχίες. Το ενδιαφέρον για τις επιδράσεις των επιταχύνσεων συνεχίζεται μέχρι σήμερα και έχει γίνει ο κυριότερος παράγοντας περιορισμού της επιχειρησιακής εκμετάλλευσης της καινούργια γενιάς αεροσκαφών (F – 15, F – 16, F – 18). Τα σύγχρονα μαχητικά αεροσκάφη έγιναν πολύ πιο ευέλικτα και ικανά να πετάνε με πολύ μεγάλες ταχύτητες. Διαθέτουν μεγάλη ώθηση σε σχέση με το βάρος τους και ισχυρές δομικές δυνατότητες σκελετού ώστε να είναι ικανά να αναπτύσσουν συχνά 7 με 9 Gz για μεγάλες χρονικές περιόδους. Τα μελλοντικά μαχητικά αεροσκάφη (Advanced Tactical Fighter – ATF) θα μπορούν να αναπτύσσουν 10 με 12 + Gz, πράγμα που καθιστά τον άνθρωπο περιοριστικό παράγοντα για περαιτέρω εξέλιξη και βελτίωση, εξαιτίας των πεπερασμένων βιολογικών δυνατοτήτων του.

Στην Αεροδιαστημική Ιατρική, οι επιταχύνσεις ταξινομούνται ανάλογα με τη διάρκεια και την κατεύθυνση που δρούν στο ανθρώπινο σώμα. Διακρίνονται σε:

Βραχείας Διάρκειας (Επιταχύνσεις Πρόσκρουσης – Impact): Είναι δυνάμεις που αναπτύσσονται κατά την πρόσκρουση του αεροσκάφους και επιδρούν στο σώμα για περιόδους μικρότερες του ενός δευτερολέπτου. Τα αποτελέσματά τους εξαρτώνται κυρίως από τη μηχανική αντοχή της περιοχής του σώματος που εφαρμόζονται.

Ενδιάμεσης Διάρκειας: Είναι δυνάμεις που αναπτύσσονται κατά την εγκατάλειψη του αεροσκάφους με εκτινασόμενο κάθισμα επιδρούν για περιόδους 0,5 με 2 δευτερόλεπτα. Τα αποτελέσματά τους εξαρτώνται όχι μόνο από το χρόνο που δρούν αλλά και από τη μέγιστη τιμή καθώς και από το ρυθμό ανάπτυξής τους.

Μεγάλης Διάρκειας (Παρατεταμένες Επιταχύνσεις – Sustained): Είναι δυνάμεις που επιδρούν για περιόδους μεγαλύτερες από 2 δευτερόλεπτα και μπορούν να διαρκέσουν έως αρκετά λεπτά. Αναπτύσσονται κυρίως στους διάφορους ελιγμούς των μαχητικών αεροσκαφών καθώς και κατά την εκτόξευση και επανείσοδο των διαστημοπλοίων. Τα αποτελέσματά τους οφείλονται στη διαταραχή της ροής και της κατανομής του αίματος και των ανθρωπίνων υγρών καθώς και στην παραμόρφωση των διαφόρων ανθρωπίνων ιστών.

Περιοδικής Διάρκειας (Επιταχύνσεις Ταλαντώσεως – Oscillating): Οι δονήσεις αν και συνήθως δεν θεωρούνται ως είδος επιταχύνσεων, έχουν μεγάλο ιατρικό ενδιαφέρον και γι’ αυτό θα αναφερθούν εκτενέστερα σε άλλο κεφάλαιο.

Ορολογία Επιταχύνσεων: Η γνώση βασικής μηχανικής και η κατανόηση της σημασίας συγκεκριμένων ορισμών Φυσικής είναι καθοριστικά για την μελέτη της φυσιολογίας των επιταχύνσεων.

Ορισμοί: Ταχύτητα (v) είναι το μέγεθος που περιγράφει το ρυθμό κίνησης ενός σώματος και ισούται με την απόσταση που διανύει το σώμα στη μονάδα του χρόνου. Εκφράζεται με τον τύπο $v=s/t$, όπου v = ταχύτητα s = απόσταση t = χρόνος.

Ως *Επιτάχυνση* (γ) ορίζεται το μέγεθος εκείνο που περιγράφει τη μεταβολή της ταχύτητας ενός σώματος στη μονάδα του χρόνου όταν η επιτάχυνση είναι σταθερή. Εκφράζεται με τον τύπο $\gamma = v / t = s / t^2$. Σύμφωνα με τον 1^ο νόμο του Νεύτωνα, ένα σώμα στο οποίο δεν ασκείται κάποια δύναμη θα παραμένει ακίνητο ή θα κινείται ευθύγραμμα με σταθερή ταχύτητα. Σύμφωνα, δε, με το 2^ο νόμο του Νεύτωνα, όταν σε αυτό εφαρμοστεί μια δύναμη (F), το σώμα θα επιταχυνθεί ανάλογα με το μέγεθος της δύναμης και αντιστρόφως ανάλογα με την μάζα (m) του, όπως περιγράφεται από τον παρακάτω τύπο:

$$F = m \cdot \gamma \quad \text{ή} \quad \gamma = F / m$$

όπου F = δύναμη, m = μάζα, γ = επιτάχυνση

Η δύναμη που το βαρυτικό πεδίο της Γης εξασκεί σε ένα σώμα λέγεται *βάρος* (B). Σύμφωνα με τα παραπάνω $B = m \cdot g$, όπου g είναι η επιτάχυνση της βαρύτητας, ίση με $9,81 \text{ m / sec}^2$.

Εφόσον η μάζα m (το ποσό της ύλης που περιέχει το σώμα αυτό) είναι σταθερή, όταν αυτό βρεθεί σε περιβάλλον αυξημένης βαρύτητας, θα αυξηθεί ανάλογα και το βάρος του.

Η μονάδα μέτρησης των επιταχύνσεων στην Αεροπορική Ιατρική είναι η μεγαλομονάδα $G = 9.81 \text{ m / sec}^2$ και είναι ίση με την επιτάχυνση της βαρύτητας. Με αυτό τον τρόπο, όλες οι επιταχύνσεις εκφράζονται σε πολλαπλάσια της επιτάχυνσης της βαρύτητας. Ανάλογα με τον τρόπο που μια δύναμη επενεργεί σε ένα αεροσκάφος διακρίνουμε τριών ειδών επιταχύνσεις:

α. Γραμμικές (linear): όταν το κινούμενο αεροσκάφος μεταβάλλει την ταχύτητα του χωρίς αλλαγή της διεύθυνσης της κίνησης. Αυτή περιγράφεται σύμφωνα με τους Νόμους της Φυσικής ως $\gamma = v / t$ ή $\gamma = v^2 / 2s$ ή $\gamma = s / t^2$ (όπου γ = επιτάχυνση, v = αλλαγή στην ταχύτητα, s = η καλυπτόμενη απόσταση και t = ο χρόνος κίνησης),

β. Ακτινικές (radial): όταν μεταβάλλει τη διεύθυνση της κίνησης (συνήθως κυκλικά) χωρίς μεταβολή της ταχύτητας και υπολογίζεται ως $\gamma = v^2 / r$ (όπου r =η ακτίνα κινήσεως)

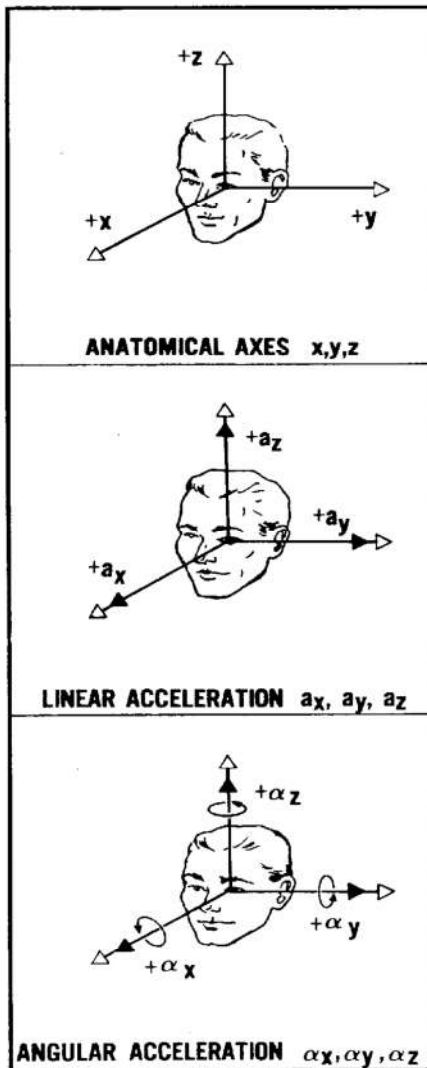
γ. Γωνιακές (angular): όταν κάνει περιστροφή περί τον άξονα του και

δ. Συνδυασμένες: όταν ταυτόχρονα μεταβάλλει την ταχύτητα και τη διεύθυνση της κίνησης του.

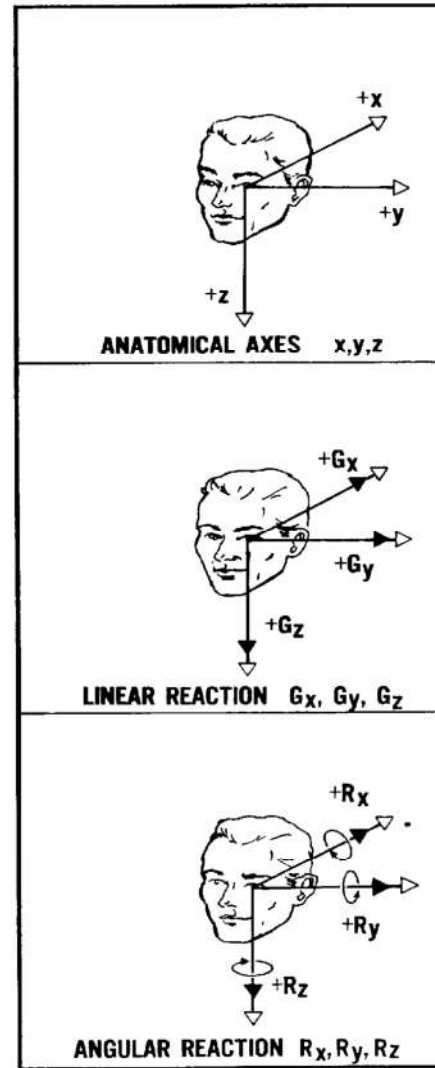
Σύμφωνα με τον 3^ο νόμο του Νεύτωνα σε κάθε δύναμη που δρά, υπάρχει και μια ίση και αντίθετη, η αντίδραση που οφείλεται στην αδράνεια. Έτσι, όταν ένα αεροσκάφος εκτελεί ένα ελιγμό στροφής χάρη στην ύπαρξη της κεντρομόλου επιτάχυνσης ($F = m v^2 / r$), μια ίση και αντίθετη δύναμη, λόγω αδράνειας δρά πάνω στο σώμα του χειριστή. Η δύναμη αυτή, όπως προαναφέρθηκε ισούται με την επιτάχυνση της φυγόκεντρου επί τη μάζα του χειριστή ($G \cdot m$) και εκφράζεται σε Newtons. Ακολουθώντας το σύστημα ονοματολογίας των 3 συντεταγμένων στο χώρο (x, y, z), ο Gell (1961) προτείνει ένα σύστημα ονοματολογίας των επιταχύνσεων, το οποίο έχει πλέον καθιερωθεί (**εικόνα 10-1**) . Έτσι, οι επιταχύνσεις ανάλογα με τον άξονα επενέργειας τους, έχουν χαρακτηριστεί ως εξής:

- | | |
|----------|--|
| + / - Gx | για τον άξονα X (άξονας των Roll) όταν έχουν άξονα τον διαμήκη άξονα του αεροσκάφους. (Προσθιοπίσθιος άξονας στον καθήμενο χειριστή). |
| + / - Gy | για τον άξονα Y (άξονας των Pitch) όταν έχουν άξονα τον εγκάρσιο του αεροσκάφους. (Μετωπιαίος άξονας στο χειριστή ή από αριστερά προς τα δεξιά). |
| + / - Gz | για τον άξονα Z (άξονα των Yaw) όταν έχουν άξονα τον κάθετο άξονα του αεροσκάφους δηλαδή τον κορμό του χειριστή. (Κεφαλουραίος άξονας στον χειριστή) |

**PHYSIOLOGICAL ACCELERATION
NOMENCLATURE**



**PHYSIOLOGICAL REACTION
NOMENCLATURE**



ΕΙΚΟΝΑ 10-1 – Άξονες επίδρασης των επιταχύνσεων

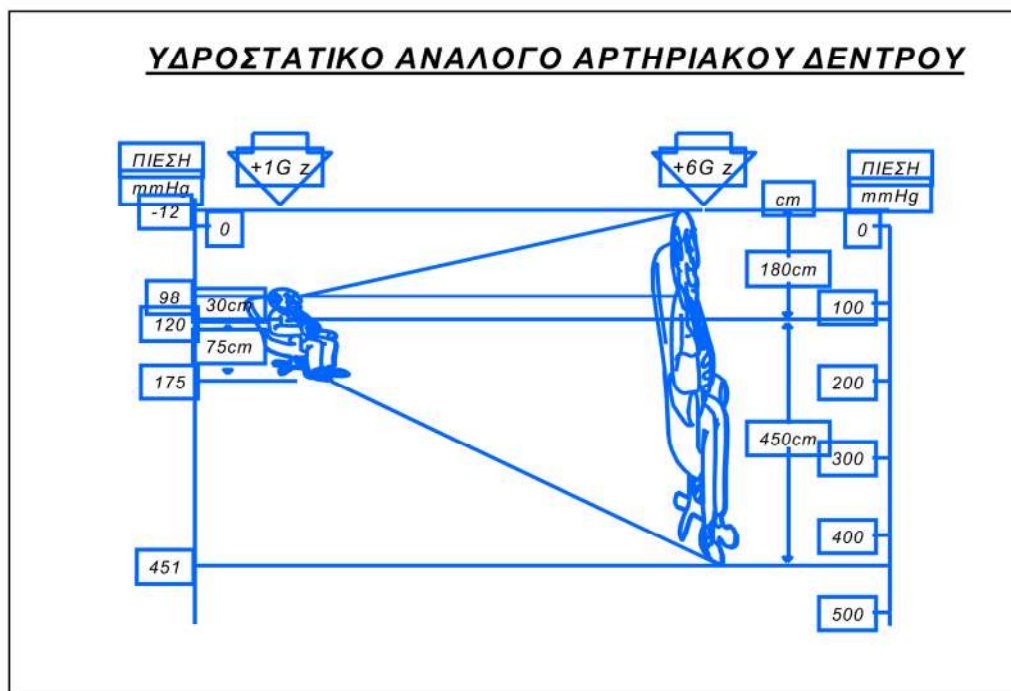
Από όλες τις δυνατές επιταχύνσεις αυτές που έχουν μεγαλύτερη σημασία στην Αεροπορική Ιατρική είναι οι επιταχύνσεις στον άξονα Z και κυρίως οι θετικές, δηλαδή αυτές που έχουν φορά από την κεφαλή προς τα πόδια.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11: ΠΑΡΑΤΕΤΑΜΕΝΕΣ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΕΙΣ

ΥΠΣΓΟΣ (ΥΙ) ΧΡΗΣΤΟΣ ΤΣΙΡΩΝΗΣ

Παθοφυσιολογία παρατεταμένων επιταχύνσεων: Σύμφωνα με του Νόμους της Υδροστατικής, μια ελεύθερη στήλη υγρού ασκεί μια πίεση στη βάση της, η οποία είναι ίση με το γινόμενο του ύψους της, επί το ειδικό βάρος του υγρού ($p = h * \epsilon$ όπου p = πίεση, h = ύψος της στήλης, ϵ = ειδικό βάρος του υγρού). Ειδικότερα στο ανθρώπινο σώμα και εντός των αγγείων του κυκλοφορικού συστήματος, η πίεση σε κάθε σημείο είναι ίση με το αλγεβρικό άθροισμα της πίεσης του αίματος στη ρίζα της αρτηίας συν το βάρος της υδροστατικής στήλης του αίματος. Σε επίπεδο υψηλότερο της καρδιάς το βάρος της υδροστατικής στήλης αφαιρείται από την πίεση στη ρίζα της αρτηίας ενώ σε επίπεδο χαμηλότερο της καρδιάς προστίθεται. Έτσι, για το αίμα που το ειδικό βάρος του ισούται με $\epsilon=1,05$, η πίεση αυτή είναι ίση με 0,73 mm Hg (97 Pa) για κάθε εκατοστόμετρο ύψους ή κατά μέσο όρο 22 mm Hg (2,9 kPa) μικρότερη για την κάθετη απόσταση μεταξύ καρδιάς και οφθαλμών (περίπου 30cm) σε ένα φυσιολογικό άτομο στην καθιστή θέση.

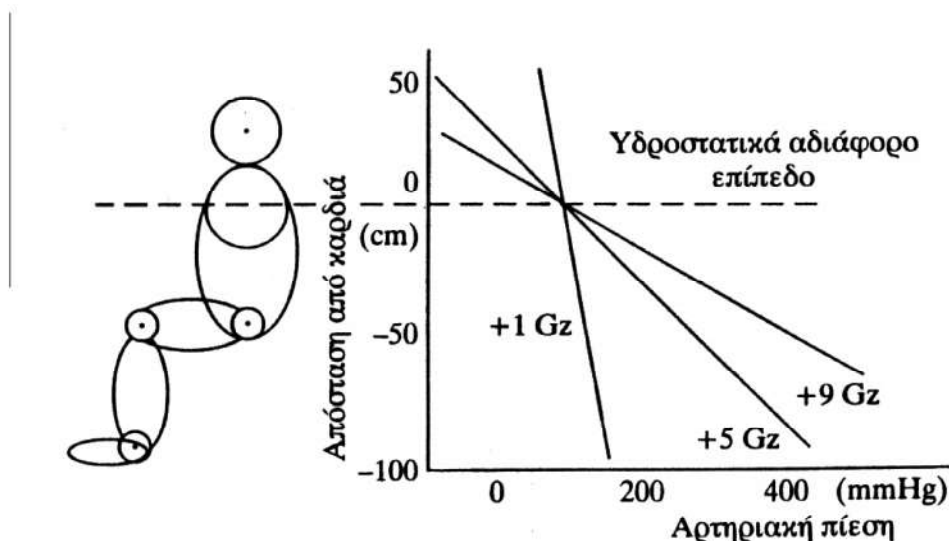
Όπως προκύπτει από τα παραπάνω, σε περιβάλλον γήινης βαρύτητας (1G), η μέση αρτηριακή πίεση θα μηδενιστεί σε ύψος 1 μέτρου πάνω από το κεφάλι (**εικόνα 11-1**).



ΕΙΚΟΝΑ 11-1 – Κλιμάκωση πιέσεων κατά μήκος του αρτηριακού δέντρου από το +1G_z στα +6G_z σε καθισμένο άτομο.

Σε έκθεση του ανθρώπινου σώματος σε περιβάλλον μεγαλύτερο του 1G, το βάρος του αίματος αυξάνει ανάλογα. Η αύξηση αυτή έχει σαν αποτέλεσμα την αδυναμία του καρδιακού μυός να υπερνικήσει την αυξημένη υδροστατική πίεση και να το προωθήσει το αίμα προς το κεφάλι με άμεση συνέπεια την κακή αιμάτωση (ισχαιμία) των οφθαλμών και του εγκεφάλου. Αντίθετα στα κάτω άκρα η αύξηση του βάρους του αίματος προκαλεί και αύξηση της υδροστατικής πίεσεως στα σημεία αυτά. Στο ύψος της καρδιάς η πίεση παραμένει σταθερή (περίπου 100mmHg) παρά

τις επιβαλλόμενες επιταχύνσεις. Το σημείο αυτό ονομάζεται «υδροστατικά αδιάφορο» (εικόνα 11-2).



ΕΙΚΟΝΑ 11-2 – Στο ύψος της καρδιάς η πίεση παραμένει αμετάβλητη σε οποιαδήποτε τιμή επιταχύνσεων

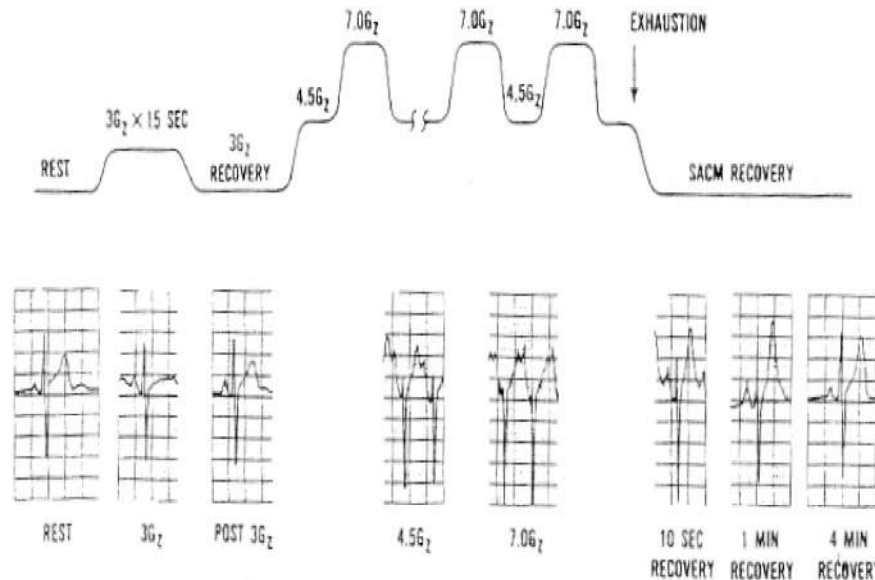
Επιδράσεις στο καρδιαγγειακό σύστημα: Εκτός από τα καθαρά υδροστατικά φαινόμενα στο ανθρώπινο σώμα κατά τη διάρκεια των επιταχύνσεων δρουν και αντιρροπιστικοί μηχανισμοί, οι οποίοι ενεργοποιούνται από την πτώση της αρτηριακής πίεσης στο ύψος των καρωτιδικών τασεοϋποδοχέων. Οι μεταβολές που παρατηρούνται ακολουθούν μια χρονολογική αλληλουχία:

α) *Άμεσα αποτελέσματα:* Μια άμεση πτώση της αρτηριακής πίεσης παρατηρείται στο επίπεδο των οφθαλμών, του εγκεφάλου και των καρωτιδικών τασεοϋποδοχέων. Αντίθετα η υδροστατική πίεση του αίματος αυξάνεται κάτω από το υδροστατικά αδιάφορο επίπεδο (3^ο μεσοπλευριο διάστημα). Στο φλεβικό σκέλος του κυκλοφοριακού συστήματος παρατηρείται πλήρωση των φλεβών με αίμα στο μέγιστο της χωρητικότητάς τους, κυρίως στα κάτω άκρα και καθυστέρηση έως και αναστολή της φλεβικής επιστροφής στην καρδιά, πράγμα που εξαρτάται από την ευενδοτότητα των αγγείων.

β) *Πρώτα 5 δευτερόλεπτα:* Η παθητική διάταση των αγγείων κάτω από το επίπεδο της καρδιάς έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του όγκου των μεγάλων αγγείων (κυρίως των φλεβικών στελεχών), τη λίμναση αίματος σε αυτά και συνεπώς την πτώση της φλεβικής επιστροφής σε επίπεδα χαμηλότερα από αυτά της καρδιακής παροχής. Τα παραπάνω προκαλούν μείωση του προφορτίου, πτώση της καρδιακής παροχής και τελικά μείωση της αρτηριακής πίεσης στη ρίζα της αορτής (υδροστατικά αδιάφορο επίπεδο).

γ) *5 – 10 δευτερόλεπτα:* Μετά τα πρώτα 5 sec, οι αντιρροπιστικοί μηχανισμοί του κυκλοφοριακού αναλαμβάνουν να αντιμετωπίσουν την πτώση της αρτηριακής πίεσης. Οι τασεοϋποδοχείς του διχασμού της κοινής καρωτίδας προκαλούν αναστολή του τόνου του παρασυμπαθητικού και διέγερση του συμπαθητικού νευρικού συστήματος με αποτέλεσμα την αύξηση της δύναμης της συστολής (θετική ινοτρόπος δράση) της καρδιακής συχνότητας (θετική χρονοτρόπος δράση) και ταυτόχρονα αύξηση των περιφερικών αντιστάσεων λόγω μιας γενικευμένης αγγειοσυστολής. Η μέγιστη καρδιακή συχνότητα επιτυγχάνεται περίπου μετά από 15 sec από την επίδραση των επιταχύνσεων λόγω της καθυστέρησης δράσεως των παραπάνω αντιρροπιστικών μηχανισμών. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα ότι σε ένα ταχύ ρυθμό εφαρμογής επιταχύνσεως (πχ 6 +Gz / sec), να υπάρχει μια σημαντική πτώση

της αρτηριακής πίεσης για τα πρώτα 7 – 8 sec, ενώ σε βραδείς ρυθμούς εφαρμογής των επιταχύνσεων (πχ 0,1 +Gz / sec), η ενεργοποίηση των αντιρροπιστικών μηχανισμών προσφέρει ένα όφελος στην προστασία της τάξης του 1 +Gz, αυξάνοντας έτσι το μέσο όριο αντοχής από τα +4,5 Gz σε +5,5 Gz (εικόνα 11-3).



ΕΙΚΟΝΑ 11-3 – Ηλεκτροκαρδιογραφικές μεταβολές πριν, κατά τη διάρκεια και μετά το πέρας έκθεσης σε διάφορες τιμές επιταχύνσεων

Οι τασειοϋποδοχείς του αορτικού τόξου ενισχύουν ομοίως την παραπάνω αντίδραση, αλλά ενεργοποιούνται μόνο μετά από την μείωση της καρδιακής παροχής και την πτώση του προφορτίου (διαφορά από το υποβολαιμικό shock) επειδή βρίσκονται στο ύψος του υδροστατικά αδιάφορου επιπέδου. Έτσι προκαλείται ανακατανομή του κυκλοφορούντος όγκου αίματος (ΚΛΟΑ), ώστε να διατηρείται η αιμάτωση σε κρίσιμα όργανα (καρδιά, εγκέφαλος κλπ) και να αναστέλλεται σε άλλα μη κρίσιμα όργανα (έντερο, δέρμα, μύες κτλ).

δ) *Μετά τα 10 δευτερόλεπτα:* Οι αιμοδυναμικές μεταβολές που προαναφέρθηκαν οδηγούν σε αύξηση της καρδιακής παροχής καθώς και σε αύξηση των περιφερικών αντιστάσεων. Διακοπή των επιταχύνσεων οδηγεί σε ταχεία αποκατάσταση της κυκλοφορίας συνέχισή όμως της έκθεσης σε υψηλές επιταχύνσεις μπορεί να οδηγήσει τελικά σε λίμναση του αίματος στα μεγάλα αγγεία, αύξηση των ενδαγγειακών πιέσεων, εξαγγείωση ορού στον ενδιάμεσο χώρο (κυρίως στα κάτω άκρα), αιμοσυμπύκνωση, πτώση του ΚΛΟΑ μείωση του όγκου του αίματος και περαιτέρω πτώση της αρτηριακής πίεσης.

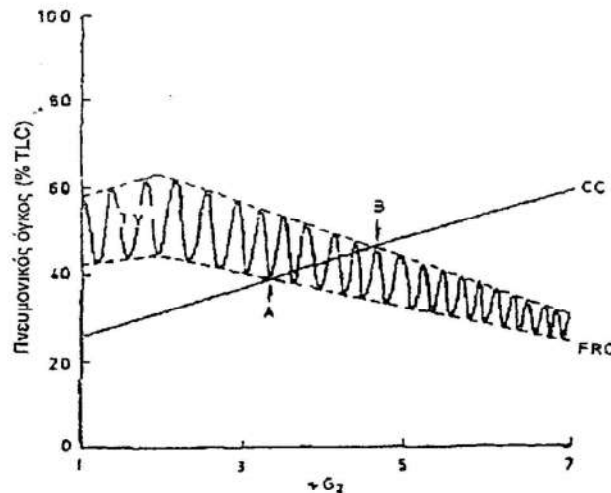
Το αποτέλεσμα των παραπάνω είναι ότι κάποια στιγμή οι αντιρροπιστικοί μηχανισμοί καταρρέουν απότομα (παρασυμπαθητικοτονική κατάρρευση – vasovagal syncope) με μια δραματική βραδυκαρδία, γενικευμένη αγγειοδιαστολή και τελικά καρδιακή ανακοπή.

Η απελευθέρωση διάφορων αγγειοκινητικών ουσιών (κατεχολαμινών, αντιδιουρητικής ορμόνης, κορτιζόλης) που συμβαίνει δεν έχει επίδραση στην οξεία έκθεση σε υψηλές επιταχύνσεις παρά μόνο σε περιπτώσεις παρατεταμένων και επανειλημμένων εκθέσεων επιταχύνσεων όπου αυξάνει την αντοχή του χειριστή (φαινόμενο G – Warm up σε μια αερομαχία).

Καρδιακές Αρρυθμίες: Συχνά περιγράφονται καλοήθεις αρρυθμίες κατά τη διάρκεια ή αμέσως μετά από έκθεση σε υψηλές παρατεταμένες επιταχύνσεις. Οι πιο συχνές από αυτές είναι οι πρώιμες κοιλιακές και κοιλιακές εκτακτοσυστολές, με ή χωρίς κολποκοιλιακό αποκλεισμό.

Επιδράσεις στους οφθαλμούς και στην όραση: Το αίμα που αιματώνει το αμφιβληστροειδή θα πρέπει να υπερνικήσει την ενδοφθάλμια πίεση που είναι της τάξης των 18 – 20 mmHg. Όταν λοιπόν η αρτηριακή πίεση στο επίπεδο των οφθαλμών ελαττωθεί κάτω από την τιμή των 50mmHg λόγω των αιμοδυναμικών επιδράσεων των επιταχύνσεων, τότε η περιφερική αιμάτωση του αμφιβληστροειδή μειώνεται σταδιακά και αυτό έχει ως συνέπεια την ανεπαρκή οξυγόνωση των κωνίων (υπεύθυνα για την έγχρωμη όραση), καθώς και τον περιορισμό του περιφερικού οπτικού πεδίου που χάνει σταδιακά το εύρος του (**Grey Out**) μέχρι την απώλεια της περιφερικής και έγχρωμης όρασης, ενώ παραμένει μόνο η κεντρική όραση που εξυπηρετείται από την ωχρή κηλίδα (**Tunnel Vision**). Περαιτέρω πτώση της πίεσης κάτω των 20 mmHg θα οδηγήσει σε πλήρη απώλεια της όρασης (**Black Out**). Αυτό συνήθως συμβαίνει μετά παρέλευση 5 sec περίπου από την πλήρη διακοπή της αρτηριακής ροής στον αμφιβληστροειδή λόγω των αποθεμάτων οξυγόνου των ιστών και του παγιδευμένου αίματος.

Επιδράσεις στους πνεύμονες και την πνευμονική λειτουργία: Η έκθεση σε θετικές επιταχύνσεις επιτείνει τον ανομοιομερή αερισμό των πνευμόνων που προκαλείται από την γήινη βαρύτητα του μόλις ενός G. Μέχρι τα +3Gz η ολική και η ζωτική χωρητικότητα των πνευμόνων δεν μεταβάλλεται, ενώ στα +5Gz μειώνεται κατά 15%. Η λειτουργική υπολειπόμενη χωρητικότητα αυξάνει κατά 500ml στα +3Gz λόγω της καθόδου του διαφράγματος, Μεγάλες επιταχύνσεις προκαλούν την αύξηση του βάρους του πνευμονικού παρεγχύματος, υπερδιάταση των κορυφαίων κυψελίδων, με συνέπεια την ελάχιστη συμμετοχή τους στον πνευμονικό αερισμό, ενώ στις βάσεις των πνευμόνων πολλές κυψελίδες παραμένουν κλειστές καθώς δεν επιτρέπεται η καλή έκπτυξη τους εφ' όσον η πίεση του υπερκείμενου πνευμονικού ιστού υπερέχει της αρνητικής ενδοθωρακικής πίεσης που αναπτύσσεται στην εισπνοή (**εικόνα 11-4**).



ΕΙΚΟΝΑ 11-4 – Η επίδραση των επιταχύνσεων +G_z στη ζωτική χωρητικότητα (TV) και στον υπολειπόμενο όγκο αέρα (FRC), έχει ως αποτέλεσμα την εξίσωση της χωρητικότητας σύμπτωσης των βρογχιολίων (CC) με τον αντίστοιχο υπολειπόμενο όγκο αέρα στο σημείο A, ενώ από το σημείο B οι αεραγωγοί της βάσης των πνευμόνων θα παραμείνουν κλειστοί σε όλο τον αναπνευστικό κύκλο

Ανάλογες αλλά εντονότερες μεταβολές, παρατηρούνται και στην κατανομή του αίματος κατά μήκος της πνευμονικής κυκλοφορίας, γεγονός που οδηγεί σε υπεραιμάτωση της βάσης των πνευμόνων και υποαιμάτωση των κορυφαίων κυψελίδων. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα ότι ενώ οι κορυφές αερίζονται περισσότερο

από όσο αιματώνονται οι βάσεις που δεν αερίζονται αρκετά δέχονται τη μεγαλύτερη ποσότητα του αίματος. Γι' αυτό, προκαλείται ελάττωση του κορεσμού της αιμοσφαιρίνης και μείωση της οξυγόνωσης του αίματος. Το παραπάνω δυσάρεστο φαινόμενο αμβλύνεται από τον αερισμό των μέσων πνευμονικών πεδίων που αερίζονται καλά και το αναπνευστικό πηλίκιο μεταβάλλεται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να διατηρείται η αναπνευστική λειτουργία.

Διακοπή του αερισμού των κυψελίδων των βάσεων έχει ως αποτέλεσμα να απορροφηθεί γρήγορα (μέσα σε 15 sec) το οξυγόνο μέσα σε αυτές, από το διερχόμενο αίμα. Η ύπαρξη του αδρανούς αζώτου εμποδίζει την πλήρη σύμπτωση των κυψελίδων με αποτέλεσμα, μετά τη διακοπή της επιδράσεως των επιταχύνσεων, τα βρογχόλια να ξαναοίγουν και να αποκαθίσταται ο κανονικός αερισμός. Αν όμως το εισπνεόμενο αέριο είναι 100% οξυγόνο τότε προκαλείται πλήρης σύμπτωση των κυψελιδικών τοιχωμάτων και τοπική ατελεκτασία του πνεύμονα (**Acceleration Atelectasis**). Η ατελεκτασία εκδηλώνεται με οπισθοστερνική δυσφορία, δυσχέρεια στη βαθιά εισπνοή και επίμονο κουραστικό βήχα που εμμένει συνήθως για αρκετές ώρες. Για την πρόληψη του παραπάνω φαινομένου χρησιμοποιείται μείγμα οξυγόνου – αζώτου ως το αναπνεύσιμο αέριο εφ' όσον το ύψος το επιτρέπει και η αναπνοή 100% O₂ περιορίζεται στον ελάχιστο απαραίτητα χρόνο.

Επιπτώσεις στη νεφρική λειτουργία: Αν και δεν υπάρχει μεγάλη βιβλιογραφία και εκτενής έρευνα για τις επιδράσεις των επιταχύνσεων στη νεφρική λειτουργία, έχει παρατηρηθεί μια ήπια ολιγουρία και αυξημένα επίπεδα ρενίνης στο πλάσμα σε παρατεταμένη έκθεση στα +2 με +2,5Gz. Περαιτέρω έρευνα θα φανεί χρήσιμη αφού η ισορροπία του νερού και της οξεοβασικής ισορροπίας έχει σχετιστεί άμεσα με την αντοχή στις επιταχύνσεις.

Επιδράσεις στον ενδοκρινικό άξονα: Όπως προαναφέρθηκε το παθοφυσιολογικό stress του οργανισμού κάτω από την επίδραση των επιταχύνσεων έχει ως αποτέλεσμα την απελευθέρωση αδρεναλίνης που προκαλεί ταχυκαρδία. Επίσης τα επίπεδα της κορτιζόλης και των κατεχολαμινών στον οργανισμό αυξάνονται. Η απάντηση της κορτιζόλης είναι πολύ βραδεία για να έχει άμεση επίδραση στην αντοχή των επιταχύνσεων, αντίθετα όμως, η άμεση απελευθέρωση κατεχολαμινών και αντιδιουρητικής ορμόνης (ADH) φαίνεται να παίζει κάποιο ρόλο στην αντοχή στα Gs με την αύξηση των περιφερικών αγγειακών αντιστάσεων, του καρδιακού ρυθμού και της μυοκαρδιακής συσταλτικότητας.

Επιδράσεις στο αισθητηριακό σύστημα: Πέραν των οφθαλμών οι επιταχύνσεις και ιδιαίτερα οι αλλαγές μεγέθους και διεύθυνσης αυτών επιδρούν και σε άλλα αισθητήρια όργανα και κυρίως στο λαβύρινθο με αποτέλεσμα την απώλεια του προσανατολισμού του χειριστή. Τα κυριότερα φαινόμενα που αναπτύσσονται κάτω από την επίδραση των επιταχύνσεων είναι τα παρακάτω:

Ψευδή αντίληψη της θέσεως του σώματος σε σχέση με το κατακόρυφο επίπεδο (The Leans).

Ψευδής αντίληψη γωνιακής ταχύτητας.

Σωματοπεριστροφική παραίσθηση (The somatogyral illusion – graveyard spin / spiral).

Οφθαλμοπεριστροφική παραίσθηση (The occulogyral illusion)

Η παραίσθηση Coriolis (The Coriolis illusion).

Ψευδής αντίληψη ευθύγραμμου κίνησης

Η παραίσθηση G – Excess (The G – excess illusion)

Σωματοβαρυτική παραίσθηση (Somatogravic illusions – «take – off» & «pitch – up»)

Οφθαλμοβαρυτική παραίσθηση (Oculogravic illusion)

Αεραναυτία (Motion Sickness)

Όμως, η παθοφυσιολογία, η πρόληψη και η προφύλαξη των επιδράσεων αυτών είναι αντικείμενο άλλου κεφαλαίου στο οποίο θα αναφερθούν εκτενέστερα.

Επιπτώσεις στο μυοσκελετικό σύστημα και στο δέρμα: Οι θετικές επιταχύνσεις προκαλούν περιορισμό στις κινήσεις του σώματος λόγω αύξησης του βάρους του

σώματος. Στα +3 Gz η έγερση από την καθιστική θέση είναι αδύνατη, ενώ στα +6-8 Gz η έγερση του χεριού είναι δύσκολη και πάνω από τα +10 Gz είναι δυνατές ίσως μόνο μικρές κινήσεις των δακτύλων.

Η αύξηση του βάρους της κεφαλής οδηγεί σε αυξημένα φορτία του αυχένα που μπορεί να οδηγήσουν σε ρήξη ενός μεσοσπονδύλιου δίσκου, σε θλάσεις των αυχενικών μυών, ακόμα και σε κατάγματα. Τέλος η έκθεση ενός απροστάτευτου χειριστή σε τιμές μεταξύ των 3,5 με 4 +Gz, μπορεί να επιφέρει αιμορραγικές πετέχειες από ρήξη αγγείων του δέρματος στις χαμηλότερες περιοχές του σώματος (κυρίως στα πόδια και τα αντιβράχια).

Επιδράσεις στην εγκεφαλική κυκλοφορία: Αν και οι αντιδράσεις του οργανισμού που εκτίθεται σε παρατεταμένα G είναι παρόμοιες με αυτές του ολιγαιμικού shock, επηρεασμός της συνείδησης δεν συμβαίνει παρά μόνο όταν η αρτηριακή πίεση στον εγκέφαλο πέσει στα 20 mmHg (ενώ στο ολιγαιμικό shock, αυτή επηρεάζεται ήδη από τα 50 mmHg). Έτσι, ένας χειριστής μπορεί ενώ έχει απώλεια όρασης (Black out) και δεν βλέπει τίποτα, να είναι σε θέση να σκέφτεται, να ακούει και να κινεί τα άκρα του. Ο λόγος για τη διαφορά αυτή έγκειται στη συμπεριφορά της φλεβικής παροχέτευσης του εγκεφάλου. Συγκεκριμένα, αν και οι επιπολής τραχηλικές φλέβες συμπίπτουν κάτω από την επίδραση θετικών επιταχύνσεων, οι έσω σφαγίτιδες διατηρούν το εύρος του αυλού τους και σε συνδυασμό με το φλεβικό σκέλος των αγγείων του κρανίου αναπτύσσουν πολύ χαμηλές τιμές πιέσεων και δημιουργούν το «**φαινόμενο σιφωνίου**» (siphon action). Έτσι, αν και η αρτηριακή πίεση πέφτει συχνά σε τιμές χαμηλότερες των 5 mmHg, οι μεγάλες αρνητικές πιέσεις του φλεβικού σκέλους που φτάνουν σε τιμές έως και -60 mmHg, διατηρούν ικανοποιητική αρτηριοφλεβική διαφορά πιέσεως, η οποία και επιτρέπει την αρτηριακή ροή στον εγκέφαλο. Ο μηχανισμός αυτός του σιφωνίου παρ' όλα αυτά δεν είναι σε θέση να διατηρήσει τη ροή, όταν η αρτηριακή πίεση στο επίπεδο του εγκεφάλου μηδενιστεί. Τα ιστικά αποθέματα οξυγόνου, όπως συμβαίνει και στον οφθαλμό, προσφέρουν 5 – 6 δευτερόλεπτα συνείδησης μετά από τη διακοπή της αρτηριακής παροχής στον εγκέφαλο. Ένας άλλος μηχανισμός που πιθανολογείται ότι συνεισφέρει στη διατήρηση της αιματικής ροής στον εγκέφαλο κατά την επίδραση των επιταχύνσεων είναι η μετακίνηση του εγκεφαλονωτιαίου υγρού προς την σπονδυλική στήλη. Αυτή έχει σαν αποτέλεσμα την πτώση της ενδοκρανίου πιέσεως και τη μείωση της ιστικής ενδοεγκεφαλικής πίεσης ώστε να διευκολύνει την τριχοειδική κυκλοφορία.

Απώλεια αισθήσεων από επιταχύνσεις (G-Induced Loss Of Consciousness/G-LOC): Η απώλεια συνείδησης που οφείλεται σε δυνάμεις επιτάχυνσης ορίζεται σαν μια κατάσταση τροποποιημένης αντίληψης, της οποίας το κύριο χαρακτηριστικό είναι η άγνοια της πραγματικότητας και η οποία είναι το αποτέλεσμα της διακοπής της αιμάτωσης του εγκεφάλου λόγω της δράσης των επιταχύνσεων, διότι η υδροστατική πίεση της στήλης του αίματος υπερβαίνει τη δυνατότητα της καρδιάς ως αντλίας, να αιματώσει τα εγκεφαλικά κύτταρα.

Η απώλεια αισθήσεων από επιταχύνσεις (**G – LOC**) έχει αναφερθεί ότι συμβαίνει σε ένα ποσοστό τουλάχιστον 12 – 19% των χειριστών που πετούν μαχητικά αεροσκάφη υψηλών επιδόσεων. Πιστεύεται όμως, ότι η συχνότητα του παραπάνω φαινομένου είναι ακόμα μεγαλύτερη επειδή σε ένα ποσοστό περίπου 50% το επεισόδιο απώλειας της συνείδησης συνοδεύεται από αμνησία (**Πίνακας 11-1**).

Τα αποτελέσματα των επιταχύνσεων είναι ανάλογα του μεγέθους και του ρυθμού ανάπτυξης των επειδή οι αντιροποιστικοί μηχανισμοί του οργανισμού έχουν συγκεκριμένους χρονικούς περιορισμούς δράσης. Έτσι λοιπόν η αντοχή του οργανισμού στις επιταχύνσεις εξαρτάται από τον απόλυτο αριθμό (μέγεθος) των εφαρμοζόμενων δυνάμεων, από το ρυθμό ανάπτυξης τους καθώς και από τη διάρκεια εφαρμογής αυτών.

C L A S S " A "
G - I n d u c e d L o s s o f C o n s c i o u s n e s s (G L O C)
M I S H A P S (F Y)

1982	1 F-5	1995	1 F-16
1983	2 F-16 s, 1 F-106	1996	None
1984	2 F-16 s, 2 A-10 s, 1 F-5	1997	1 F-16
1985	1 F-16	1998	1 F-16
1986	1 O A -37B	1999	1 F-16
1987	None		
1988	2 F-16 s, 1 A-7		
1989	1 F-15		
1990	1 F-15		
1991	1 F-16		
1992	1 F-15		
1993	1 F-16		
1994	1 F-15, 1 F-16		

C L A S S " C "
G L O C M I S H A P S (F Y)

1985 - 36	1993 - 9
1986 - 49	1994 - 17
1987 - 40	1995 - 22
1988 - 31	1996 - 14
1989 - 38	1997 - 23
1990 - 21	1998 - 31
1991 - 15	(4 F-16 C, 1 F-16 D, 26 T-37)
1992 - 20	

ΠΙΝΑΚΑΣ 11-1 – Στατιστικά αεροπορικών ατυχημάτων της Πολεμικής Αεροπορίας των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής που οφειλόntonταν σε G-LOC.

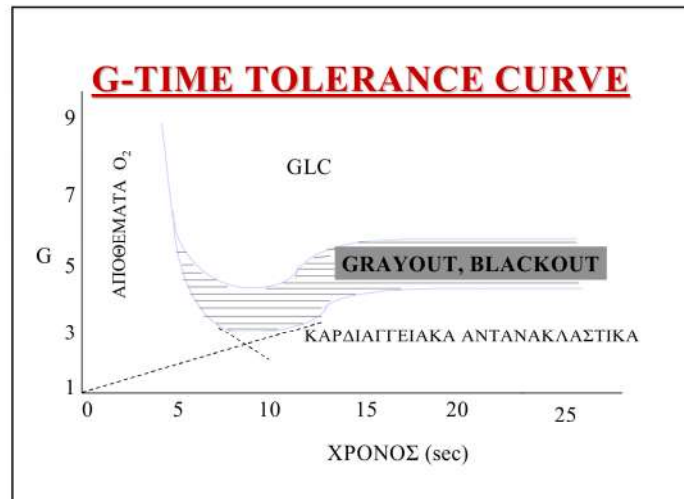
Τα πιο συχνά αίτια που θεωρούνται υπεύθυνα για το G – LOC είναι ο υψηλός ρυθμός εφαρμογής των επιταχύνσεων, η αδυναμία εκτέλεσης αποτελεσματικού χειρισμού AGSM, η έλλειψη προστατευτικών μέτρων (αντι – G φόρμας), η κακή φυσική κατάσταση και η κόυραση του χειριστή, η αφυδάτωση, καθώς και η αιφνίδια έλευση τους (αππροετοίμαστος συγκυβερνήτης) (Πίνακας 11-2) .

ΤΥΠΟΣ ΑΕΡΟΣΚΑΦΟΥΣ

<i>ΕΛΙΓΜΟΣ</i>	<i>A-10</i>	<i>A-7</i>	<i>AT-38</i>	<i>F-15</i>	<i>F-16</i>	<i>F-4</i>
<i>HARD TURN</i>	5	1	3	21	7	17
<i>BREAK TURN</i>	2		7	10	19	14
<i>SLICE BACK</i>				13	6	4
<i>PITCH BACK</i>			1	6	2	6
<i>DIVE BOMBS</i>	4				1	7
<i>STRAFE</i>	2					
<i>ΑΛΛΟ</i>	1		1	2	2	9
<i>TOTAL</i>	14	1	12	52	37	57
<i>AVG MAX-G</i>	5.5	6.0	7.0	6.2	8.5	6.6

ΠΙΝΑΚΑΣ 11-2 - Στατιστική ανάλυση εμφάνισης του G-LOC ανάλογα με τον τύπο του α/φους και τον ελιγμό που επιχειρεί.

Παθολογικοί μηχανισμοί του G – LOC: Όπως προαναφέρθηκε το G – LOC συμβαίνει μετά από μία κρίσιμη μείωση της παροχής αίματος στον εγκέφαλο λόγω της δράσης των επιταχύνσεων. Χωρίς επαρκή αιματική ροή, η παροχή οξυγόνου στον εγκέφαλο μειώνεται και έτσι τα εγκεφαλικά κύτταρα καταφεύγουν στα μικρά αποθέματα οξυγόνου που υπάρχει διαλυμένο στους ιστούς. Αυτή η περίοδος που παρά τη διακοπή της αρτηριακής παροχής διατηρείται η συνείδηση ονομάζεται *Λανθάνουσα Περίοδος στο G – LOC* και διαρκεί περίπου 5 sec. Μετά από αυτή τη λανθάνουσα περίοδο, αν συνεχιστεί η διακοπή της αιματικής ροής, επέρχεται το G – LOC που ο ακριβής παθολογικός μηχανισμός έλευσης του παραμένει άγνωστος (**εικόνα 11-5**).



ΕΙΚΟΝΑ 11-5 – Καμπύλη αντοχής στις επιταχύνσεις

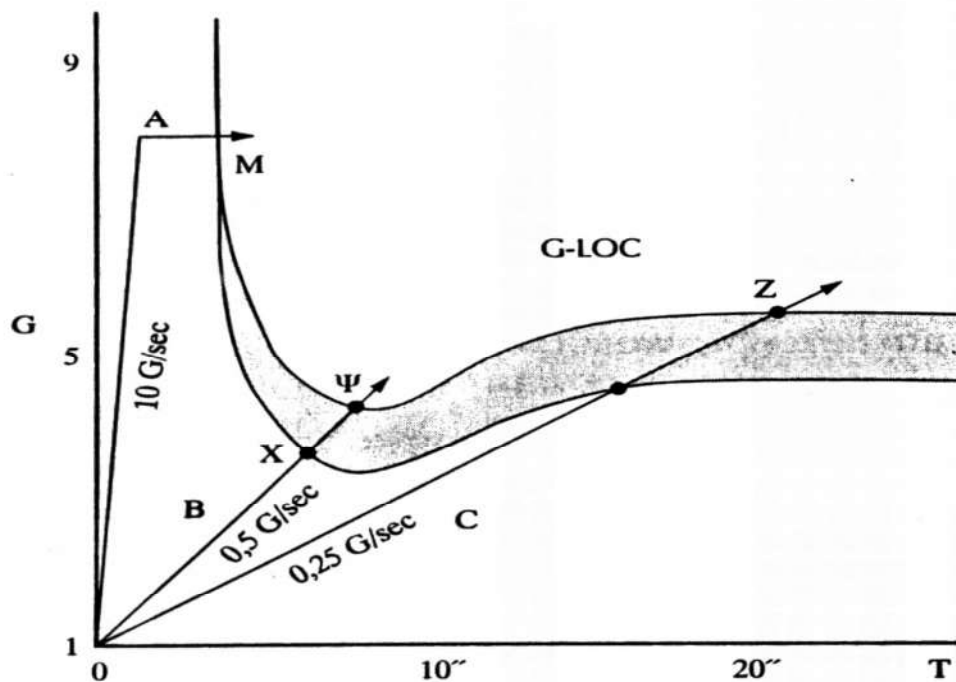
Στη διάρκεια ενός επεισοδίου G – LOC, το κυκλοφορικό δεν δείχνει να επηρεάζεται διαφορετικά απ' ό τι επηρεάζεται από μικρότερες τιμές επιταχύνσεων. Η μέγιστη καρδιακή συχνότητα (134 σφύξεις / min) που παρατηρείται μετά από έκθεση σε +7 Gz συμβαίνει περίπου 3 sec μετά την είσοδο σε G – LOC. Έχει διαπιστωθεί ότι πτώση της αιματικής ροής στο 25% της φυσιολογικής τιμής προκαλεί την είσοδο σε G – LOC, ενώ η αιματική ροή μηδενίζεται περίπου 2 sec μετά την είσοδο σε G – LOC. Η συνολική διάρκεια του επεισοδίου G – LOC μέχρι της πλήρους ανάνηψης χωρίζεται σε δύο περιόδους:

α) Στην περίοδο της **απόλυτης ανικανότητας** που διαρκεί 15 – 17 δευτερόλεπτα και στην οποία ο χειριστής βρίσκεται αναίσθητος, με πλήρη μυϊκή χάλαση και

β) Στην περίοδο **σχετικής ανικανότητας** που διαρκεί 15 δευτερόλεπτα και στην οποία ο χειριστής βρίσκεται σε σύγχυση, είναι αποπροσανατολισμένος και εκτελεί άσκοπες κινήσεις.

Αν σε αυτή τη περίοδο ο χειριστής εμφανίσει τονικοκλονικούς σπασμούς τότε το επεισόδιο ονομάζεται Τύπου II και θεωρείται ότι οφείλεται στη μεγαλύτερη ευαισθησία ή και συμμετοχή του κεντρικού νευρικού συστήματος στο φαινόμενο. Το G – LOC Τύπου II αναφέρεται ότι εμφανίζεται σε ένα ποσοστό περίπου 31 – 52% και σχετίζεται με παρατεταμένους χρόνους αποκατάστασης έως και τα 22 sec σε σχέση με τα 12 sec που απαιτούνται για την ανάνηψη ενός χειριστού που δεν εμφανίζει σπασμούς (Τύπου I).

Η αλληλουχία των φαινομένων του G – LOC εξαρτάται κυρίως από το ρυθμό αύξησης των Gs (**εικόνα 11-6**).



ΕΙΚΟΝΑ 11-6 - Ένα βραχύ επεισόδιο ταχείας έκθεσης σε θετικές επιταχύνσεις (10G/sec) μπορεί να είναι ανεκτό μέχρι και +12 G_z χωρίς απώλεια οράσεως και διαταραχές συνειδήσεως, γιατί αν και διακόπτεται η ροή του αίματος προς τον εγκέφαλο, τα αποθέματα των κυττάρων σε οξυγόνο επαρκούν για 4-5 δευτερόλεπτα (γραμμή A). Αν όμως η έκθεση παραταθεί πέραν αυτού του χρονικού διαστήματος, θα επέλθει απώλεια της συνειδήσεως απροειδοποίητα και χωρίς να προκληθούν οι πρόδρομες οπτικές διαταραχές (σημείο M). Μέτριος ρυθμός ανάπτυξης των επιταχύνσεων (0,5G/sec), προλαβαίνει τα καρδιαγγειακά αντανακλαστικά και οι διαταραχές εμφανίζονται σε χαμηλές τιμές επιταχύνσεων και σε συντομότερο χρονικό διάστημα (γραμμή B). Τέλος, σε βραδείς ρυθμούς ανάπτυξης (0,25G/sec) λειτουργούν τα καρδιαγγειακά αντανακλαστικά και προλαβαίνουν να ενεργοποιηθούν οι αντιρροπιστικοί μηχανισμοί χάρη στους οποίους η έκθεση στις επιταχύνσεις γίνεται καλά ανεκτή, μέχρις ότου χρονικά αυτοί χάσουν την ισχύ τους από την κόπωση και επέλθει είσοδος σε G-LOC (γραμμή C).

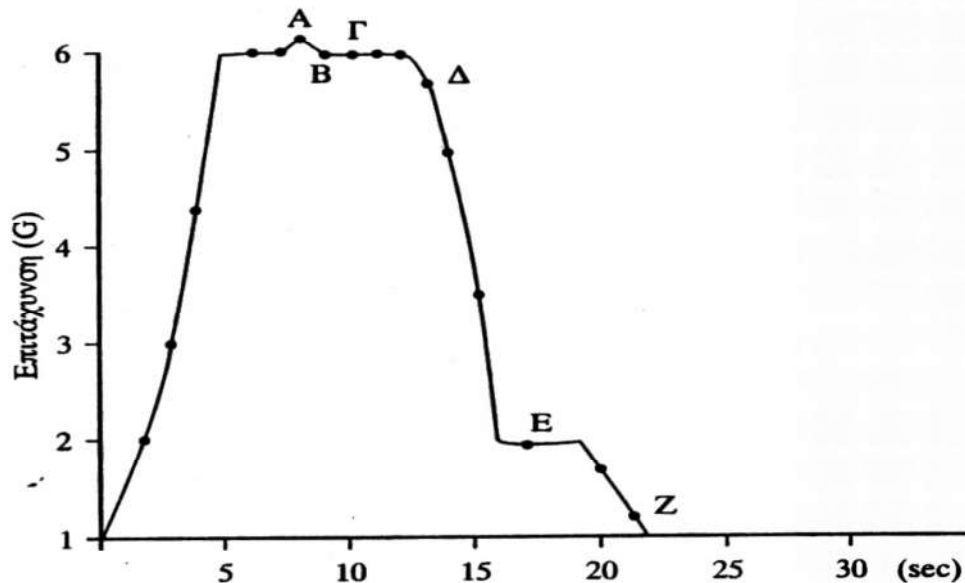
Κλινική εικόνα του G – LOC: Τα συμπτώματα και τα σημεία του G – LOC έχουν περιγραφεί λεπτομερώς και χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, τα φυσιολογικά και τα ψυχολογικά συμπτώματα.

Στα φυσιολογικά συμπτώματα ανήκουν οι επιληπτοειδείς κινήσεις (σπασμοί), ο τρόμος των χεριών και του προσώπου, οι αιμωδίες στα άκρα και στο πρόσωπο (επηρεασμός νευρομυϊκής συνεργασίας), η άγνοια του γεγονότος (αμνησία – 50%) και το αίσθημα ότι ο χειριστής ζει ένα όνειρο ή ότι κοιμάται.

Στα ψυχολογικά συμπτώματα ανήκουν η σύγχυση, η αποδιοργάνωση και ο αποπροσανατολισμός, η άρνηση του γεγονότος του G – LOC, η έλλειψη αυτοπεποίθησης και κρίσης, η αμηχανία (αφαίρεση), η ψευδής αίσθηση ευτυχίας (ευφορία), το άγχος, η απώλεια αυτοελέγχου (επιθετικότητα, ανταγωνισμός) και η συμπεριφορά εγκατάλειψης.

Η είσοδος σε G – LOC συνεπάγεται μια περίοδο ανικανότητας του χειριστή, που η συνολική πτώση της απόδοσης του θα διαρκέσει τουλάχιστον για 2 λεπτά (**εικόνα 11-7**), όπως παρατηρήθηκε σε εθελοντές που υπέστησαν G – LOC στην Ανθρωποφυγόκεντρο και είναι η κύρια αιτία της θανάσιμης έκβασης του, καθώς λόγω

της απώλειας των αισθήσεων και της πτώσης της απόδοσης του χειριστή για μεγάλο χρονικό διάστημα το αεροσκάφος μπορεί να συντριβεί ακυβέρνητο.



ΕΙΚΟΝΑ 11-7 – Χαρακτηρισμός φάσεων του G-LOC: Σημείο απώλειας της οράσεως: (A), αρχή απώλειας στάσης: (B), απώλεια θέσεως: (Γ), πλήρης αναισθησία: (Δ), έναρξη ανάνηψης: (E), πλήρης ανάνηψη θέσεως: (Z).

Σύνδρομο μερικής απώλειας συνειδήσεως (ALMOST LOSS OF CONSCIOUSNESS / A – LOC) : Ένας καινούργιος όρος που πρόσφατα απασχόλησε την αεροπορική ιατρική είναι το **A – LOC**. Πρόκειται για ένα παροδικό και αναστρέψιμο σύνδρομο ψυχοφυσιολογικών σημείων και συμπτωμάτων λόγω της έκθεσης του χειριστή σε παρατεταμένες επιταχύνσεις, το οποίο προκαλεί μείωση των ψυχοσωματικών επιδόσεων ή και ανικανότητα για εκτέλεση του πτητικού έργου. Η χρονική περίοδος ανικανότητας δεν είναι συγκεκριμένη και πολλά από τα συμπτώματα που εμφανίζονται δεν ανήκουν στην τυπική εικόνα του G – LOC. Συνήθως εμφανίζονται διάφορες κινητικές και αισθητικές διαταραχές, ευφορία ή νωθρότητα, σύγχυση, έλλειψη της πρόσφατης μνήμης, απώλεια της ικανότητας για εγρήγορση, αδυναμία αντίδρασης σε εξωτερικά ερεθίσματα και ο χειριστής έχει την εντύπωση ότι ζει μέσα σε ένα όνειρο. Αν και η πειραματική επιβεβαίωση του συνδρόμου ακόμα δεν έχει επιτευχθεί πιστεύεται ότι αυτό οφείλεται σε διακοπή της ομαλής αιματικής παροχής σε έναν αριθμό εγκεφαλικών νευρώνων. Οι νευρώνες μπορεί να είναι διαφορετικοί κάθε φορά και γι' αυτό το λόγο, η ποικιλία των συμπτωμάτων εξαρτάται από την περιοχή που προσβάλλεται, από το μέγεθος της ισχαιμίας και από το ρυθμό της ισχαιμικής μεταβολής. Συνήθως εμφανίζεται σε προκεχωρημένα στάδια εκπαίδευσης του χειριστή, ενώ ο συνολικός αριθμός ωρών πτήσης δεν φαίνεται να παίζει κάποιο ρόλο. Στατιστικά, είναι συχνότερη η εμφάνιση αυτού του συνδρόμου αργά το μεσημέρι ή το απόγευμα και όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι αρκετά υψηλή. Πρέπει, τέλος να τονιστεί ότι δεν είναι απαραίτητη η έκθεση σε υψηλά και παρατεταμένα +Gz για την εμφάνιση του συνδρόμου που συνήθως εμφανίζεται κατά τη διάρκεια ελιγμών σε μια αερομαχία (χειρισμοί air – to – air / rush – pull effect). Για την αποφυγή του συνδρόμου, μεγάλη σημασία έχει η εκπαίδευση στην ανθρωποφυγόκεντρο (κάνει ευχερέστερη την αναγνώριση του), η άριστη φυσική κατάσταση και η σωστή εκτέλεση του αντί – G – χειρισμού (AGSM)

που θα πρέπει να ξεκινάει πριν από την «είσοδο» σε ελιγμό ακόμα και σε χαμηλές επιταχύνσεις.

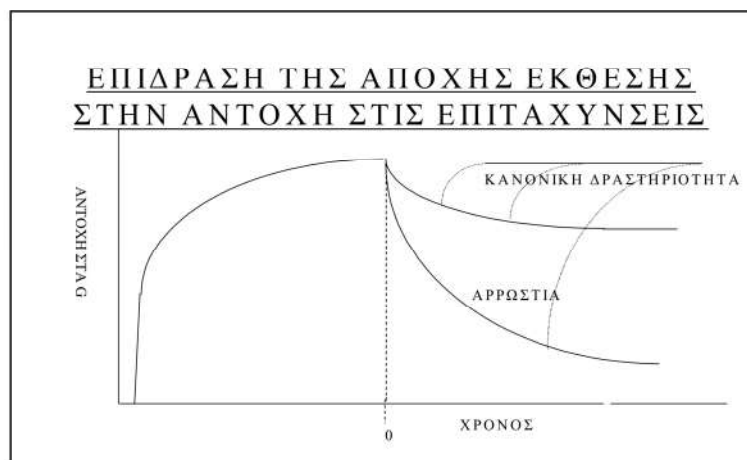
Αντοχή στις επιταχύνσεις: Ο αριθμός των +G_z που προκαλεί τις διαταραχές οράσεως και συνειδήσεως σε απροσπάτευτο χειριστή βρέθηκαν ότι είναι οι ακόλουθες.

GREY OUT: 4,1 +/- 0,7G

BLACK OUT: 4,8 +/- 0,8G

G – LOC: 5,4 +/- 0,9G

Διάφοροι ιδιοσυστασιακοί, βιολογικοί και περιβαλλοντολογικοί παράγοντες, όμως, αυξάνουν ή μειώνουν την αντοχή του χειριστή στις επιταχύνσεις. Στους παράγοντες που **αυξάνουν** την αντοχή αυτή σημαντικότερο ρόλο παίζει η καλή σωματική κατάσταση όπως αυτή αντικατοπτρίζεται από την αυξημένη αερόβια και αναερόβια ικανότητα, η καλή καρδιακή λειτουργία, η καλύτερη ανταπόκριση του συμπαθητικού συστήματος (αύξηση καρδιακού ρυθμού κατά τη δοκιμασία κόπωσης), το ιδανικό σωματικό βάρος και η μικρή ηλικία. Η υπερκαπνία αυξάνει σημαντικά την αντοχή στις επιταχύνσεις (0,5 – 0,7 G) γιατί αυξάνει τόσο την αρτηριακή πίεση όσο και την εγκεφαλική κυκλοφορία. Η υπεροξία ενώ προκαλεί αρχικά μια μικρή αύξηση της αντοχής στις επιταχύνσεις κατά 0,5 G ακολουθείται από μείωση της εγκεφαλικής κυκλοφορίας κατά 13% και συνεπώς δεν φαίνεται να προσφέρει σημαντικό όφελος ενώ αυξάνει και τον κίνδυνο να προκληθούν ατελεκτασίες από επιταχύνσεις. Επίσης, η καλή ψυχική κατάσταση, η γαστρική πληρότητα (κατά 0,6 – 1,3 G) αλλά και η συχνές πτήσεις σε περιβάλλον αυξημένων επιταχύνσεων φαίνεται να ευνοούν την αντοχή στις επιταχύνσεις (**Εικόνα 11-8**) , ενώ το φύλλο δεν φαίνεται να την επηρεάζει.



ΕΙΚΟΝΑ 11-8 – Η αποχή από το περιβάλλον των πτήσεων φαίνεται να επηρεάζει σημαντικά την αντοχή σε αυξημένες επιταχύνσεις

Αντίθετα, στους παράγοντες που φαίνεται να **μειώνουν** την αντοχή στις επιταχύνσεις συγκαταλέγονται το μεγάλο σωματικό βάρος και το αυξημένο ποσοστό λίπους στο σώμα, η κακή υγεία (λοιμώξεις), η υπογλυκαιμία, η πρόσληψη αλκοόλ (τουλάχιστον κατά 0,46 G για μέση κατανάλωση), η υποξία – υπεραερισμός (μείωση κατά 0,5 G σε αναπνοή αέρα με 10% O₂ ή σε αναπνοή στα 18.000 ft), η υπερθερμία (λόγω της αγγειοδιαστολής που προκαλείται σε αύξηση της εσωτερικής θερμοκρασίας του σώματος πάνω από 1,5 °C της φυσιολογικής θερμοκρασίας), η αφυδάτωση (απώλεια της αντοχής περίπου 0,5 – 1 G μετά από μείωση του όγκου κατά 16%) και η κόπωση.

Παρατεταμένες αρνητικές επιταχύνσεις στον κεφαλουραίο άξονα του χειριστή (-G_z): Συνθήκες πτήσεως που δημιουργούν συνήθως τέτοιου είδους αρνητικές επιταχύνσεις είναι τα «outside loops», τα «sprins», η αναστροφή πτήσης, καθώς και η επαναφορά από τέτοιους ελιγμούς. Η αντοχή του χειριστή σε αυτές τις επιταχύνσεις είναι κατά πολύ χαμηλότερη από την αντοχή του σε αντίστοιχες θετικές (+G_z) και τα συμπτώματα που παράγονται ακόμα και στα -2 Gz είναι δυσάρεστα και ανησυχητικά γι' αυτόν. Επιπρόσθετα, χαμηλά επίπεδα αρνητικών επιταχύνσεων -Gz προκαλούν μείωση των ψυχοσωματικών ικανοτήτων του χειριστή. Γι' αυτούς του λόγους, αλλά και επειδή τα περισσότερα αεροσκάφη δεν μπορούν να επιχειρούν σε αρνητικές επιταχύνσεις μεγάλου μεγέθους (> -3Gz), ελιγμοί που αφορούν αρνητικές επιταχύνσεις μεγαλύτερες του 1 – 2,5 Gz είναι μεμονωμένες εμπειρίες κατά την πτήση.

Οι φυσιολογικές μεταβολές, λόγω της επίδρασης αυτού του είδους των επιταχύνσεων, αφορούν κυρίως το καρδιαγγειακό σύστημα. Οι αγγειακές πιέσεις αυξάνονται στο άνω επίπεδο του θώρακα, στο λαιμό και στο κεφάλι, ενώ αντίστοιχα ελαττώνονται στην κοιλία και στα κάτω άκρα λόγω της μετακίνησης του αίματος προς το κεφάλι. Έκθεση σε 1 -Gz προκαλείται αίσθημα βάρους και πίεσης στο κεφάλι που γίνεται πολύ δυσάρεστο στα 2 -Gz, όπου αναπτύσσεται σφύζουσα κεφαλαλγία (τύπου ημικρανίας), λόγω της αναπτυσσόμενης υπεραϊμίας, που μπορεί να παραμείνει ακόμα αρκετές ώρες μετά την έκθεση στις αρνητικές επιταχύνσεις. Η αρτηριακή πίεση στο επίπεδο της κεφαλής αυξάνεται άμεσα. Η μέση αρτηριακή πίεση στο επίπεδο των οφθαλμών αυξάνεται άμεσα, περίπου 20 – 25 mmHg για κάθε αρνητικό G, έτσι ώστε να γίνεται περίπου 170 mmHg σε έκθεση στα 3 -Gz. Η πίεση στις φλέβες στο επίπεδο της κεφαλής, καθυστερεί να αυξηθεί για μερικά δευτερόλεπτα, έτσι ώστε στα 3 -Gz η φλεβική πίεση στο επίπεδο των οφθαλμών να φτάσει λίγο πάνω από τα 100 mmHg.

Λόγω της υπεραϊμίας που προκαλείται στο επίπεδο της κεφαλής, έκθεση ακόμα και για λίγα δευτερόλεπτα στα 2,5 -Gz ή περισσότερο προκαλεί συμφόρηση και οίδημα των βλεφάρων και πετεχειώδεις αιμορραγίες στο δέρμα του προσώπου και του λαιμού. Η αιμάτωση του εγκεφάλου δεν αυξάνεται παρά την αύξηση της αρτηριακής πίεσης γιατί ταυτόχρονα αυξάνεται και η φλεβική πίεση και έτσι η αρτηριοφλεβική διαφορά πιέσεως μένει σταθερή. Τα ενδοκρανιακά αγγεία δεν διευρύνονται ούτε κινδυνεύουν από ρήξη, επειδή αυξάνεται η πίεση του εγκεφαλονωτιαίου υγρού. Παρατηρείται όμως έντονη κεφαλαλγία λόγω συμφόρησης των μετωπιαίων κόλπων και των οφθαλμών

Η αίσθηση στους οφθαλμούς γρήγορα γίνεται πολύ δυσάρεστη και σε αρνητικές επιταχύνσεις της τάξεως του 2,5 με 3 -Gz κυριαρχεί το αίσθημα ότι τα μάτια θα «τιναχθούν» και θα «σκάσουν» έξω από το κεφάλι. Προκαλείται έντονη δακρύρροια και υπεραϊμία του επιπεφυκότα με αποτέλεσμα θόλωση της όρασης και αίσθηση ότι τα αντικείμενα εμφανίζονται ερυθρά (**κόκκινη όραση - Red out**). Αν συνεχιστεί η έκθεση στις αρνητικές επιταχύνσεις για μεγάλο χρονικό διάστημα προκαλούνται ακόμα και αιμορραγίες κάτω από τον επιπεφυκότα (υφαίματα).

Η γρήγορη και μεγάλη αύξηση της αρτηριακής πιέσεως στο λαιμό, ενεργοποιεί τους τασεοϋποδοχείς του καρωτιδικού βολβού και προκαλεί ανταντακλαστική βραδυκαρδία και γενικευμένη αγγειοδιαστολή. Καρδιακές αρρυθμίες συνήθως εμφανίζονται σε αρνητικές επιταχύνσεις μεγαλύτερες του 1,5 -Gz, ενώ περίοδοι ασυστολίας που διαρκούν 5 – 7 δευτερόλεπτα δεν είναι ασυνήθεις σε αρνητικές επιταχύνσεις μεγαλύτερες των 2,5 -Gz.

Λόγω της επίδρασης των αρνητικών επιταχύνσεων προκαλείται άνοδος του διαφράγματος με συνέπεια τη μείωση της ζωτικής και της λειτουργικής υπολειπόμενης χωρητικότητας των πνευμόνων καθώς και μείωση του αερισμού. Καθώς η λειτουργική χωρητικότητα των πνευμόνων ελαττώνεται κάτω από την επίδραση των αρνητικών επιταχύνσεων, ατελεκτασίες (**Acceleration Atelectasis**) εμφανίζονται πιο γρήγορα από ότι εμφανίζονται από τις αντίστοιχες θετικές

επιταχύνσεις και χωρίς να απαιτείται η μεσολάβηση της φουσκωμένης αντί - G φόρμας.

Τέλος, έκθεση σε αρνητικές επιταχύνσεις μεγαλύτερες από 4 με 5 -Gz για χρονικό διάστημα μεγαλύτερο των 6 δευτερολέπτων προκαλεί διανοητική σύγχυση και απώλεια συνείδησης. Ο κυριότερος όμως λόγος της απώλειας συνείδησης από τις αρνητικές επιταχύνσεις είναι γενικά μια παρατεταμένη καρδιακή ασυστολία ή ένας αργός έκτοπος καρδιακός ρυθμός μεγάλης διάρκειας.

Όπως φαίνεται από τα παραπάνω, η αρνητική επιτάχυνση δεν είναι καλά ανεκτή. Το όριο αντοχής της από το χειριστή, τίθεται από τη δυσαρέσκεια που προκαλεί στο κεφάλι (κεφαλαλγία), το οίδημα στους μαλακούς ιστούς του προσώπου, τις πετέχειες, τις αιμορραγίες στον αμφιβληστροειδή (red out) και την απώλεια συνείδησης. Το μέγιστο της αντοχής είναι 5 -Gz για 5 δευτερόλεπτα ή 3 -Gz για 10 με 15 δευτερόλεπτα, ενώ επιταχύνσεις μεγέθους του 2 -Gz είναι καλά ανεκτές για χρονικό διάστημα τουλάχιστον 2 λεπτών. Τέλος, ένας βαθμός εθισμού και αντοχής στις αρνητικές επιταχύνσεις αυτού του άξονα μπορεί να αναπτυχθεί μετά από επανειλημμένες εκθέσεις και ακροβατικούς ελιγμούς, ώστε οι έμπειροι χειριστές να μπορούν να ανεχτούν αρκετού μεγέθους αρνητικές επιταχύνσεις, χωρίς δυσάρεστα επακόλουθα.

PUSH-PULL EFFECT: Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι στο σύγχρονο περιβάλλον της πολεμικής αεροπορίας υπάρχει η επιχειρησιακή απαίτηση για εναλλαγή θετικών και αρνητικών επιταχύνσεων στον κατακόρυφο άξονα (+ / - Gz) κατά τους ελιγμούς αερομαχίας. Τα τελευταία χρόνια ο όρος «push – pull effect» εισήχθη στην αεροπορική ιατρική για να περιγράψει την μείωση της αντοχής στις θετικές επιταχύνσεις στον κατακόρυφο άξονα (+Gz) ως αποτέλεσμα προηγούμενης έκθεσης σε αντίστοιχες μικρότερες του 1 ή και αρνητικές επιταχύνσεις (-Gz). Έχει αποδειχθεί πειραματικά ότι η απώλεια της οράσεως (black out) συμβαίνει μόλις στα +2,25 Gz, όταν προηγουμένως ο χειριστής έχει εκτεθεί σε αρνητικές επιταχύνσεις μεγέθους -1 με -2 Gz ακόμα και για χρονικό διάστημα 2 δευτερολέπτων. Οι παθοφυσιολογικοί μηχανισμοί εμφάνισης αυτού του φαινομένου είναι πολύπλοκοι και αφορούν κυρίως την μετακίνηση του αίματος καταρχήν προς το κεφάλι και στη συνέχεια προς τα πόδια και την καθυστέρηση ενεργοποίησης των αντιρροπιστικών μηχανισμών του οργανισμού ή ακόμη και αγγειοδιαστολή από την αρχική αύξηση της αρτηριακής πίεσεως στις καρωτίδες και την ενεργοποίηση του αντανακλαστικού των τασεοϋποδοχέων.

Μεγάλη σημασία για την πρόληψη του φαινομένου έχει η σωστή εκτέλεση του αντι-G χειρισμού (AGSM), οποίος θα πρέπει να ξεκινά αμέσως με την «είσοδο» του χειριστή στην έκθεση των θετικών επιταχύνσεων. Η σωστή εκπαίδευση των χειριστών, η έμφαση στην επισήμανση του κινδύνου μείωσης της αντοχής στις θετικές επιταχύνσεις μετά από έκθεση σε αντίστοιχες αρνητικές, ακόμα και για ελάχιστο χρονικό διάστημα και ο σωστός επιχειρησιακός σχεδιασμός είναι ζωτικής σημασίας για την Ασφάλεια Πτήσεων.

Στο μέλλον θα πρέπει να γίνει περισσότερη έρευνα από τους αεροπορικούς ιατρούς στις επιπτώσεις για το χειριστή αυτού του φαινομένου και να λαμβάνεται σοβαρά υπ' όψιν το φαινόμενο αυτό από τους σχεδιαστές και τεχνικούς συστημάτων προστασίας από τις επιταχύνσεις.

Παρατεταμένες θετικές επιταχύνσεις στον προσθοπίσθιο άξονα του χειριστή (+G_x): Είναι ασύνθητες για το σώμα να εκτίθεται για μεγάλο χρονικό διάστημα σε μεγάλο μεγέθους επιταχύνσεις κατά τον προσθοπίσθιο άξονα στην καθημερινή δραστηριότητα. Όμως στο σύγχρονο αεροδιαστημικό περιβάλλον τέτοιου είδους επιταχύνσεις δεν είναι σπάνιες και παρατηρούνται σε διάφορες περιπτώσεις όπως στην απογείωση αεροσκαφών με τη βοήθεια «καταπέλτη» από αεροπλανοφόρα ή κατά την εκτόξευση διαστημικών οχημάτων.

Λόγω του άξονα που ασκούνται οι εν λόγω επιταχύνσεις, επιδράσεις στη συστηματική κυκλοφορία δεν εμφανίζονται. Οι κυριότερες παθοφυσιολογικές

διαταραχές αφορούν κυρίως το αναπνευστικό σύστημα. Αύξηση του βάρους των άκρων και αίσθημα πίεσης στην κοιλία εμφανίζεται στα 2 +Gx. Δυσκολία στην αναπνοή συνήθως σημειώνεται στα 3 +Gx, όμως η αναπνευστική δυσφορία που συνήθως εμφανίζεται κατά την επίδραση της προς τα εμπρός επιταχύνσεως, ελαττώνεται λόγω της κλίσεως του καθίσματος του χειριστή κατά 15 – 25°. Η αύξηση του βάρους των κοιλιακών οργάνων μετακινεί το διάφραγμα μέσα στο θώρακα και προοδευτικά περιορίζει την εισπνευστική ικανότητα και ελαττώνει τον εκπνευστικό υπολειπόμενο χώρο. Στα 5 +Gx η ζωτική χωρητικότητα των πνευμόνων ελαττώνεται κατά 75%, ενώ στα 12 +Gx είναι ίση με αυτή του αναπνεόμενου όγκου. Έκθεση στα 6 +Gx, μειώνει τον κορεσμό της οξυαιμοσφαιρίνης κατά 80 – 75%, ενώ έκθεση στα 8 +Gx, επιφέρει μείωση του κορεσμού στο 72 – 82%. Σύμπτωση (ατελεκτασία από επιτάχυνση – **Acceleration Atelectasis**) εμφανίζεται στο πίσω τμήμα των πνευμόνων όταν εισπνέεται 100% οξυγόνο πριν και κατά τη διάρκεια της έκθεσης στην προς τα εμπρός επιτάχυνση. Έτσι, εισπνέοντας 100% οξυγόνο πριν και κατά τη διάρκεια της έκθεσης στα 6 +Gx, για χρονικό διάστημα 2 – 3 λεπτών, προκαλείται μείωση κατά 40% της ζωτικής χωρητικότητας, που σχετίζεται με την αρτηριοφλεβική διαφυγή (right – to – left shunt) διαμέσου των πνευμόνων που έχουν συμπυκωθεί (**lung collapse**) και μείωση του κορεσμού της οξυαιμοσφαιρίνης του αρτηριακού αίματος κατά περίπου 75%.

Επίσης πάνω από τα 5 με 6 +Gx, μόνιμος και έντονος πόνος εμφανίζεται στο κάτω τριτημόριο του στέρνου και στο επιγάστριο που μπορεί συνήθως να ακτινοβολεί στις γύρω περιοχές. Ο πόνος χειροτερεύει με την αναπνοή, που προοδευτικά γίνεται με περισσότερη δυσκολία. Σε έκθεση στα 9 με 12 +Gx η αναπνοή γίνεται με εξαιρετική δυσκολία και εμφανίζεται ρηχή και επιπόλαιη, ενώ σε επιταχύνσεις μεγαλύτερες από τα 15 +Gx η εισπνοή είναι σχεδόν αδύνατη και ο πόνος στο στήθος είναι δύσκολα ανεκτός. Πετεχειώδεις αιμορραγίες μπορεί να εμφανιστούν σε περιοχές που δεν προστατεύονται, στην ακάλυπτη επιφάνεια του σώματος.

Σε έκθεση 5 +Gx, εμφανίζεται αύξηση της πίεσης στο δεξιό κόλπο κατά 20 mmHg που οφείλεται στην μετακίνηση του αίματος από την περιφέρεια – κοιλιά και κάτω άκρα όταν αυτά είναι ανυψωμένα – προς το θώρακα, λόγω της θέσης του χειριστή. Αυτή η αύξηση προκαλεί μια αύξηση κατά περίπου 20% στον όγκο παλμού, στα 5 +Gx, ενώ η μέση πίεση της αορτής σ' αυτό το μέγεθος της προς τα εμπρός επιτάχυνσης, αυξάνεται κατά 20 – 30 mmHg παραπάνω απ' ό,τι στο 1 +Gx. Όταν το σώμα του χειριστή βρίσκεται σε πλήρως ύπτια θέση, η επίδραση της προς τα εμπρός επιτάχυνσης έχει ως αποτέλεσμα την μείωση του καρδιακού ρυθμού, ενώ στα 6 με 8 +Gx, μπορεί να προκαλέσει ακόμα και καρδιακές αρρυθμίες.

Οπτικές διαταραχές δεν παρατηρούνται κατά την έκθεση σε αυτού του είδους τις επιταχύνσεις, όταν το σώμα βρίσκεται κάθετο στον άξονα δράσης τους. Όταν όμως υπάρχει κλίση του καθίσματος κατά 25° από τον οριζόντιο άξονα, απώλεια της όρασης (**black out**) μπορεί να εμφανιστεί σε επιταχύνσεις μεγαλύτερες των 10 +Gx και απώλεια συνειδήσεως (**G-LOC**) σε επιταχύνσεις μεγέθους 14 με 16 +Gx . Αντίστοιχα σε κάθισμα κλίσης 10° η απώλεια όρασης εμφανίζεται μόνο πάνω από τα 16 +Gx και η απώλεια συνειδήσεως σε επιταχύνσεις μεγαλύτερες από τα 20 +Gx. Τέλος, τονίζεται ότι χειριστές που δεν έχουν εμπειρία σ' αυτού του είδους τις επιταχύνσεις, μπορεί να εμφανίσουν ζάλη και ναυτία ακόμα και μετά την έκθεση σε μεσαίου μεγέθους παρατεταμένες επιταχύνσεις στον προσθοπίσθιο άξονα τους.

Η μέγιστη αντοχή στην προς τα εμπρός επιτάχυνση για χρονικό διάστημα μεταξύ 5 – 150 δευτερολέπτων είναι της τάξεως των 14 με 15 +Gx, αν και για επιταχύνσεις πάνω από τα 12 +Gx, η αντοχή εξαρτάται κυρίως από το κίνητρο, τη θέληση και την εκπαίδευση του χειριστή. Ο πόνος στο στήθος και η δυσκολία στην αναπνοή μπορεί να μειωθούν με την κλίση του καθίσματος προς τα πίσω, αλλά τότε η αντοχή μειώνεται, λόγω της εμφάνισης των οπτικών διαταραχών. Τέλος, αναπνέοντας υπό θετική πίεση μεγέθους 0,7 kPa ανά G, εξισορροπούνται οι παραπάνω διαταραχές και επανέρχεται η ζωτική χωρητικότητα στα φυσιολογικά όρια. Κάτω από αυτές τις συνθήκες, επιταχύνσεις μεγέθους των 10 +Gx, μπορούν να

γίνουν καλά ανεκτές για 30 δευτερόλεπτα με μικρή μείωση της όρασης και της ψυχοσωματικής απόδοσης. Τονίζεται, τέλος, ότι ακόμα και χωρίς την εισπνοή υπό θετική πίεση, η προς τα εμπρός επιτάχυνση μεγέθους των 8 +Gx μπορεί να γίνει ανεκτή για τουλάχιστον 6 λεπτά, αρκεί το κάθισμα του χειριστή να έχει κλίση 10°.

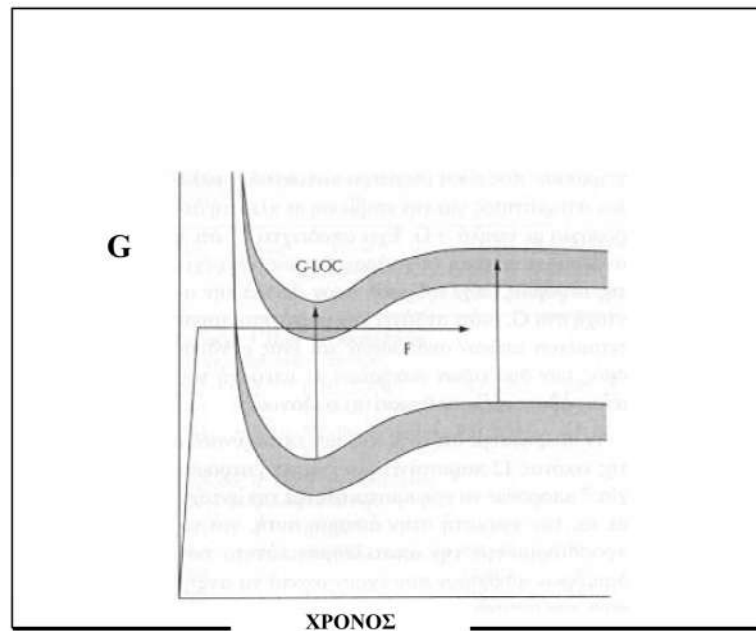
Παρατεταμένες αρνητικές επιταχύνσεις στον προσθοπίσθιο άξονα του χειριστή (-G_x): Η αντοχή του χειριστή σε αυτού του είδους της επιταχύνσεις εξαρτάται κυρίως από τον τρόπο που υποστηρίζεται η μπροστινή επιφάνεια του σώματος του. Έκθεση στην προς τα πίσω επιτάχυνση στον καθημένο χειριστή που φορά τις ζώνες ασφαλείας, έχει ως αποτέλεσμα το τίναγμα της κεφαλής του προς τα εμπρός και πάνω στο στήθος του και την έκταση των άνω και κάτω άκρων του προς τα εμπρός και έξω, ενώ σε μεγάλου μεγέθους επιταχύνσεις τέτοιου είδους, μπορούν να εμφανιστούν πετέχειες στις ακάλυπτες περιοχές του χειριστή καθώς και σπανιότερα μείωση της ζωτικής χωρητικότητας των πνευμόνων. Η αντοχή σε παρατεταμένες αρνητικές επιταχύνσεις στον προσθοπίσθιο άξονα, όταν ο χειριστής είναι σωστά προσδεμένος στο κάθισμα του, είναι 5 -Gx για 10 δευτερόλεπτα ή 3 -Gx για 300 δευτερόλεπτα, ενώ αν επιπρόσθετα είναι προσδεμένα το κεφάλι και τα άκρα του, η αντοχή αυξάνεται στα 8 -Gx για 30 δευτερόλεπτα.

Παρατεταμένες επιταχύνσεις στον μετωπιαίο άξονα του χειριστή(+/-G_y): Τα σύγχρονα αεροσκάφη δεν αναπτύσσουν επιταχύνσεις στον επιμήκη άξονα τους – πλάγιες επιταχύνσεις - μεγαλύτερες των 2 +/-G_y, πράγμα που ίσως επιτευχθεί σε μελλοντικά αεροσκάφη. Τέτοια επίπεδα επιταχύνσεων έχουν πολύ μικρή επίδραση στους χειριστές και αφορούν κυρίως τη δυσκολία στην κίνηση της κεφαλής. Όμως, πειραματικά έχει αποδειχθεί ότι μεγαλύτερου μεγέθους επιταχύνσεις (+/- 3 με 4 Gy) θα έχουν επιπτώσεις κυρίως στους πνεύμονες με αρτηριοφλεβικές διαταραχές (right – to – left shunting) και κίνδυνο ατελεκτασίας (**Acceleration Atelectasis**) .

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12: ΑΜΥΝΑ ΣΤΑ +Gz

ΥΠΣΓΟΣ (ΥΙ) ΧΡΗΣΤΟΣ ΤΣΙΡΩΝΗΣ

Προστασία από τις επιταχύνσεις: Διάφορες προστατευτικές στρατηγικές για την αύξηση της αντοχής στις επιταχύνσεις και για την πρόληψη του φαινομένου G – LOC είναι σε επιχειρησιακή χρήση, ενώ άλλες βρίσκονται σε εξέλιξη. Όλα, όμως, τα μέτρα προστασίας έναντι των υψηλών και παρατεταμένων επιταχύνσεων αποβλέπουν στην αύξηση της αντοχής του χειριστή, που παριστάνεται από την μετατόπιση προς τα πάνω της προηγούμενης καμπύλης αντοχής στα G (εικόνα 12-1).

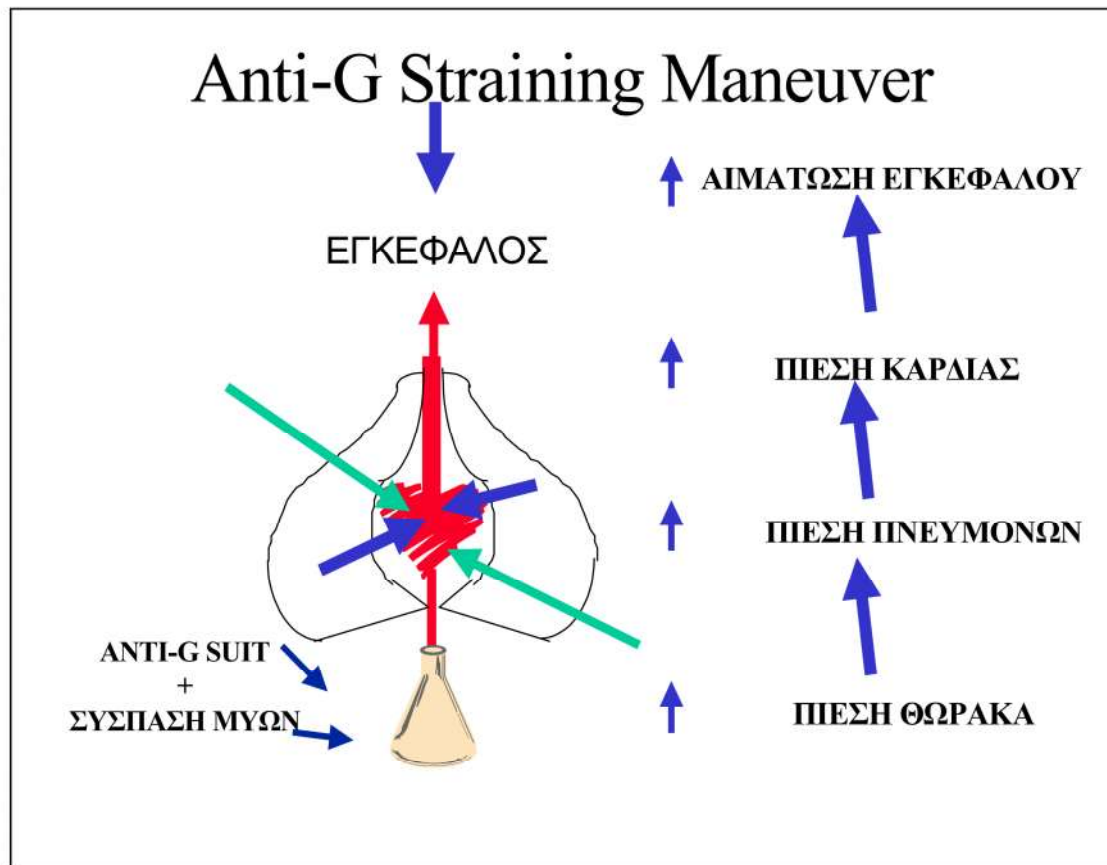


ΕΙΚΟΝΑ 12-1 – Τελικός σκοπός των μέτρων προστασίας από τις επιταχύνσεις είναι η μετατόπιση προς τα άνω της καμπύλης αντοχής των G, έτσι ώστε σε αιφνίδια έκθεση σε παρατεταμένα και υψηλά G ο χειριστής να μην εισέρχεται σε G-LOC όταν οι εφεδρείες του εγκεφαλικού ιστού σε οξυγόνο εξαντληθούν μετά από 4-5 δευτερόλεπτα (γραμμή F).

Οι κυριότερες από αυτές τις στρατηγικές είναι οι παρακάτω:

α) Η αντί – G στολή (anti – G suit): Η πρώτη επιχειρησιακή αντί – G στολή χρησιμοποιήθηκε από τους Γάλλους στον Καναδά κατά την διάρκεια του Β΄ παγκοσμίου πολέμου. Από τότε έως σήμερα η αντί – G στολή εξελίσσεται συνεχώς. Σήμερα, οι συνήθως χρησιμοποιούμενες αντί – G στολές αποτελούνται από ένα σύστημα αεροφόρων ελαστικών διαμερισμάτων που έχουν σκοπό, με την αυτόματη πλήρωση τους, να περιορίζουν τη λίμναση του αίματος στα κάτω άκρα και στην κοιλιά. Σημαντικό στοιχείο για τη λειτουργία της είναι η ευαίσθητη αντι – G βαλβίδα (AVG) που «αισθάνεται» τις επιταχύνσεις με κατώφλι πλήρωσης τα 2,1 περίπου +Gz. Η αντι – G στολή πρέπει να εφαρμόζει απόλυτα στο χειριστή για να λειτουργεί σωστά και προσφέρει μια αύξηση της αντοχής στις επιταχύνσεις της τάξεως του 1 – 1,5 +Gz. Στο μέλλον, οι καινούργιες αντι – G στολές θα εξελιχθούν σε στολές πλήρους κάλυψης του σώματος προσφέροντας ακόμα μεγαλύτερη προστασία στις επιταχύνσεις.

β) Ο αντι – G χειρισμός (anti – G straining maneuver – AGSM): Αποτελεί μια από τις σημαντικότερες μεθόδους για την αύξηση της αντοχής στις επιταχύνσεις. Συνίσταται σε έντονη εκπνευστική προσπάθεια με κλειστή τη γλωττίδα (χειρισμός Valsalva) και ταυτόχρονη μυϊκή σύσπαση των κάτω άκρων και των μυών της κοιλιάς. Σε γενικές γραμμές, βοηθάει με την αύξηση της ενδοθωρακικής και της ενδοκοιλιακής πίεσεως που επιδρούν άμεσα στην καρδιά και στα μεγάλα αγγεία με αποτέλεσμα την αύξηση της συστηματικής αρτηριακής πίεσεως (**εικόνα 12-2**).

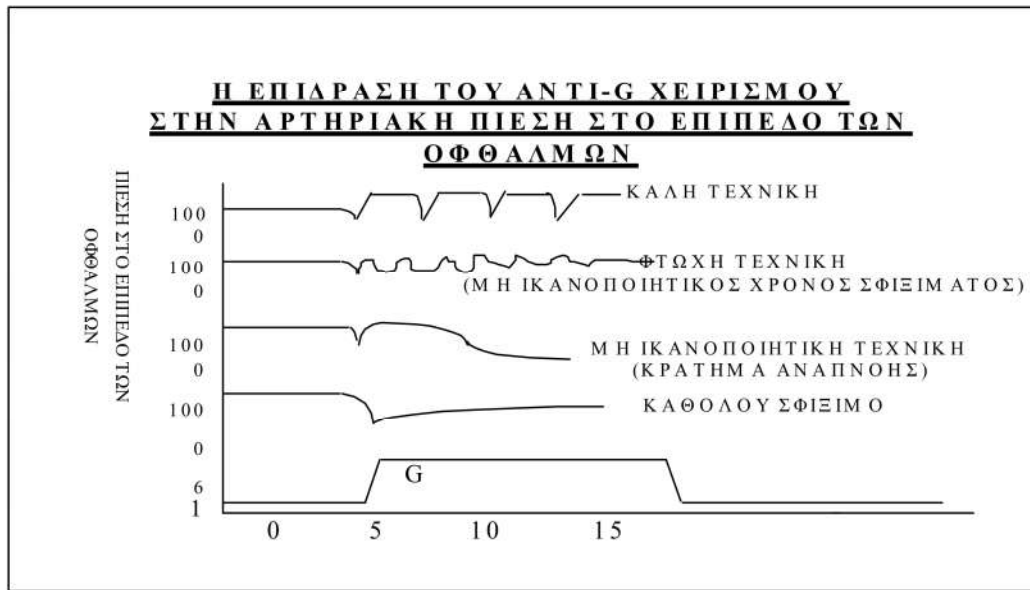


ΕΙΚΟΝΑ 12-2 – Παθοφυσιολογικός μηχανισμός προστασίας από την εγκεφαλική ισχαιμία με τη βοήθεια του αντι-G χειρισμού και της αντι-G φόρμας.

Όμως η αυξημένη ενδοθωρακική πίεση, ταυτόχρονα, εμποδίζει τη φλεβική επιστροφή και γρήγορα η καρδιακή παροχή μειώνεται με αποτέλεσμα την πτώση της αρτηριακής πίεσεως. Έτσι το αποτέλεσμα του χειρισμού Valsalva διαρκεί ελάχιστα και μόνο για λίγους καρδιακούς κύκλους. Γι αυτό το λόγο, η εκπνευστική προσπάθεια με κλειστή γλωττίδα δεν πρέπει να διαρκεί περισσότερο από 2-4 δευτερόλεπτα, μετά τα οποία γίνεται ταχύτατη εκπνοή και ταχύτατη εισπνοή αέρα και εν συνεχεία επαναλαμβάνεται η παραπάνω διαδικασία. Τονίζεται ότι η εκπνοή και η εισπνοή θα πρέπει αν μην διαρκούν περισσότερο από ένα δευτερόλεπτο γιατί στο διάστημα αυτό η αρτηριακή πίεση πέφτει κατακόρυφα λόγω της φλεβικής επιστροφής του αίματος, η οποία διευκολύνεται από την αρνητική ενδοθωρακική πίεση που δημιουργείται κατά τη διάρκεια της εισπνοής (**εικόνα 12-3**).

Σε αντίθεση με την εκπνευστική προσπάθεια που είναι διαλείπουσα και ρυθμικώς επαναλαμβανόμενη κάθε 3-4 δευτερόλεπτα, η σύσπαση των μυών των κάτω άκρων και των μυών της κοιλιάς θα πρέπει να είναι συνεχής, ούτως ώστε να μην μειώνονται καθόλου οι περιφερικές αντιστάσεις, να εμποδίζεται η λίμναση του αίματος στο κάτω μέρος του σώματος και να εμποδίζεται η κάθοδος του

διαφράγματος από την έκθεση στις θετικές επιταχύνσεις και η εξ αυτού αύξηση της αποστάσεως μεταξύ της καρδιάς και του εγκεφάλου.



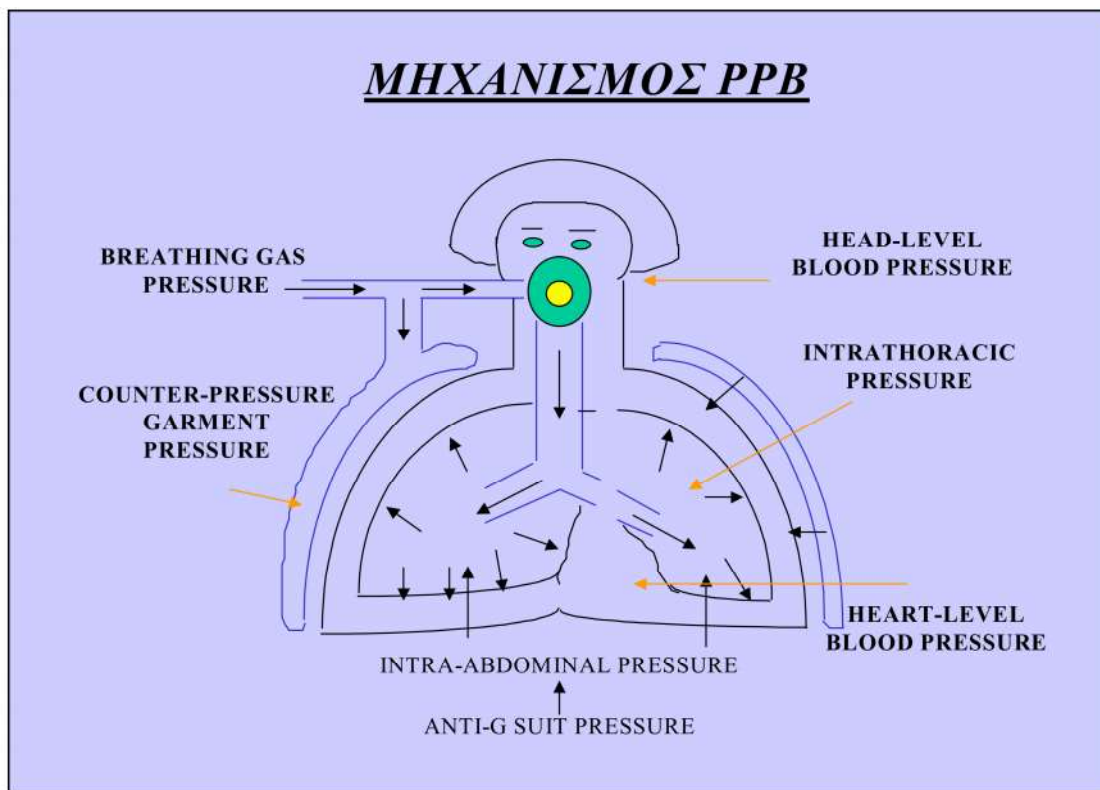
ΕΙΚΟΝΑ 12-3 – Η σωστή εκτέλεση του αντι-G χειρισμού έχει μεγάλη σημασία για να διατηρηθεί η αιματική ροή στον εγκέφαλο.

Υπάρχουν δύο τρόποι εκτέλεσης του αντι-G χειρισμού, ο L-1 κατά τον οποίο η γλωττίδα είναι εντελώς κλειστή καθ όλη τη διάρκεια της εκπνευστικής προσπάθειας και ο M-1 κατά τον οποίο η γλωττίδα είναι μερικώς κλειστή και επιτρέπεται έξοδος αέρα στη διάρκεια της εκπνοής. Οι περισσότεροι πιλότοι προτιμούν τον χειρισμό με τελείως κλειστή τη γλωττίδα (L-1 χειρισμό) γιατί βρίσκουν τον χειρισμό M-1 ερεθιστικό για το λαιμό τους, που καταπονεί τις φωνητικές τους χορδές και συχνά προκαλεί βράχνιασμα.

Ο αντι-G χειρισμός όταν εκτελείται σωστά μπορεί να αυξήσει την αντοχή κατά 4 +G_z και ίσως περισσότερο, δυστυχώς όμως η έντονη μυϊκή προσπάθεια προκαλεί γρήγορα κόπωση του χειριστή. Για τη σωστή εκτέλεση του απαιτείται αφ ενός καλή φυσική κατάσταση, κυρίως μεγάλη μυϊκή ισχύς και αναερόβιος ικανότητα και αφ ετέρου καλή εκπαίδευση για επίτευξη καλού συντονισμού της σύσπασης των διαφόρων μυϊκών ομάδων που προαναφέρθηκαν και άριστου συγχρονισμού των αναπνευστικών κινήσεων. Ο όλος χειρισμός θα πρέπει να εκτελείται από το χειριστή κατά το δυνατόν μηχανικά, αυτόματα και υποσυνείδητα ούτως ώστε να μην αποσπάται η προσοχή του από τα υπόλοιπα καθήκοντα κατά τη διάρκεια της πτήσης.

γ) Αναπνοή υπό θετική πίεση (Positive Pressure Breathing/PPB): Επειδή ο χειριστής γρήγορα κοπούται από την έντονη μυϊκή προσπάθεια του αντι-G χειρισμού, γεννήθηκε η σκέψη ότι αν αυξάνεται η ενδοθωρακική πίεση παθητικά την κατάλληλη χρονική στιγμή, θα αποφεύγεται η κόπωση αυτή. Έτσι στα σύγχρονα μαχητικά αεροσκάφη (F-16 D) σταδιακά εγκαθίσταται σύστημα οξυγόνου που επιτρέπει την αύξηση της πίεσης του αναπνεόμενου αερίου σύγχρονα με την ανάπτυξη της επιταχύνσης. Υψηλές πιέσεις, μέχρι 110 mmHg, μπορούν να γίνουν ανεκτές για μερικά δευτερόλεπτα και μεταδίδονται στα μεγάλα αγγεία μέσω των πνευμόνων στιγμιαία με βάση 1:1. Η αύξηση της πίεσης ευοδώνεται και από την αντίδραση των τασεοϋποδοχέων του αορτικού τόξου, που μεταφράζουν την αύξηση της διατοίχωματικής πίεσης από έξω προς τα μέσα, ως ελάττωση της ειδαγγειακής πίεσης. Παρατεινόμενη όμως η υψηλή πίεση μειώνει τη φλεβική επαναφορά με

αποτέλεσμα μεταφορά σημαντικότερου μέρους από τον κυκλοφορούντα όγκο αίματος στη φλεβική περιφέρεια και στους ιστούς και τελικά κατάρρευση του κυκλοφοριακού. Επίσης η θετική πίεση διατεινεί τη βάση του στόματος, τον τράχηλο και το θώρακα και δυσχεραίνει την εκπνοή. Στην καθημερινή πράξη αναπνοή υπό 50 - 70 mmHg πίεση βρίσκει εφαρμογή, αλλά εξαιτίας των παραπάνω φυσιολογικών παραμέτρων, η αρτηριακή πίεση αυξάνεται περίπου κατά 50% του μεγέθους της εφαρμοζόμενης πίεσης. Στην υποβοηθούμενη αναπνοή υπό θετική πίεση (πάνω από 35mmHg) χρησιμοποιείται ένα γιλέκο από ελαστικά διαμερίσματα που φουσκώνει στην ίδια πίεση και πιέζει το θώρακα ανεβάζοντας την απόδοση στο 100% (ΕΙΚΟΝΑ 12-4) .



ΕΙΚΟΝΑ 12-4 – Μηχανισμός υποβοηθούμενης αναπνοής υπό θετική πίεση

Η θετική πίεση πρέπει πάντοτε να συνοδεύεται από την αντι-G στολή. Σε συνεργασία με την αντι - G στολή μπορεί να αποδώσει αύξηση της εφαρμοζόμενης πίεσης στους πνεύμονες έως και 125%.

Τελικός στόχος όλων αυτών, είναι η μετατόπιση προς τα άνω της καμπύλης αντοχής στις επιταχύνσεις, ώστε σε αιφνίδια έκθεση σε υψηλά και παρατεταμένα +Gz, ο χειριστής να μην εισέρχεται σε G - LOC όταν οι εφεδρείες του εγκεφαλικού ιστού σε οξυγόνο εξαντληθούν (4 - 5 sec). Τέλος θα πρέπει να τονιστεί στους χειριστές ότι τελικά θα πρέπει να γίνει συμβιβασμός ανάμεσα στην αντι-G προστασία που παρέχεται από αυτά τα συστήματα και στο βαθμό δυσφορίας που τα συστήματα τους προκαλούν.

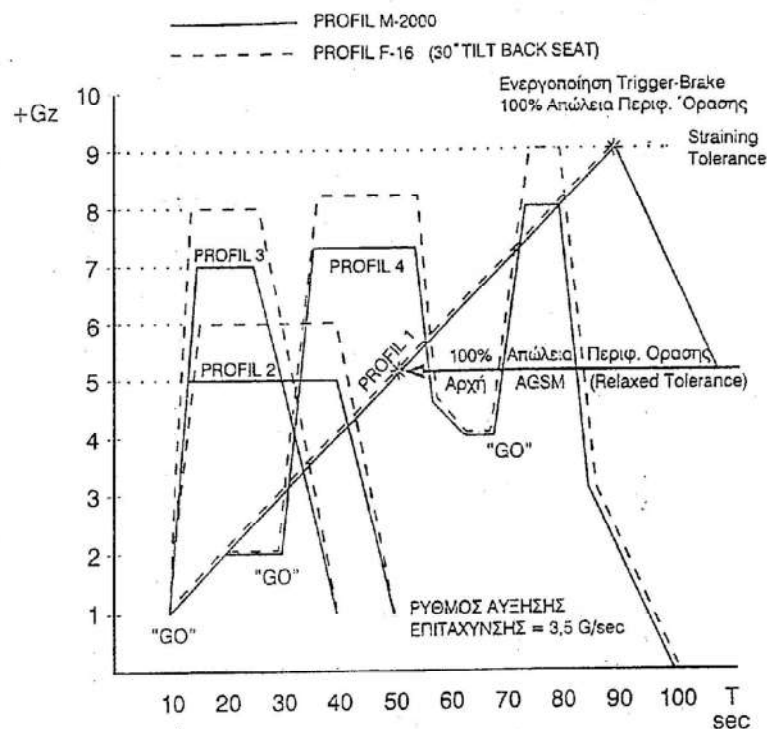
δ) Κλίση του καθίσματος του χειριστή (Reclined Seat). Η αύξηση της κλίσης του καθίσματος ελαττώνει την απόσταση καρδιάς - εγκεφάλου και συνεπώς αυξάνει την αντοχή στις επιταχύνσεις. Αν η κλίση του καθίσματος αυξηθεί στις 75° τότε η απόσταση καρδιάς - εγκεφάλου θα μειωθεί στο μισό και η αντοχή στις επιταχύνσεις θα διπλασιαστεί. Μια τέτοια όμως κλίση είναι επιχειρησιακά αδύνατο να

χρησιμοποιηθεί λόγω τις δυσκολίας στο χειρισμό του αεροσκάφους από μια τέτοια θέση και γι' αυτό χρησιμοποιούνται καθίσματα μικρότερης κλίσης (30° στα F – 16).

ε) Η εκπαίδευση και εξοικείωση του χειριστή με τα υψηλά G στην ανθρωποφυγόκεντρο (centrifuge training). Η ανθρωποφυγόκεντρος (Human centrifuge) είναι η ασφαλέστερη μέθοδος έκθεσης σε υψηλές επιταχύνσεις και εκπαίδευσης για την αύξηση τις αντοχής σ' αυτές. Οι σύγχρονες ανθρωποφυγόκεντροι επιτυγχάνουν τελικές επιταχύνσεις της τάξεως των 15 – 25 +Gz με ρυθμό εισόδου (αύξησης) περίπου 6 – 9 +Gz / sec. Χρησιμοποιούνται διάφορα πρωτόκολλα για να μετρήσουν την αντοχή «ηρεμίας» του χειριστή, η οποία θεωρείται η βασική αντοχή στις επιταχύνσεις και η οποία μετρά την καρδιαγγειακή ανταπόκριση .

Τα κυριότερα από αυτά είναι το πρωτόκολλο αντοχής «ηρεμίας» ταχέως ρυθμού αύξησης των επιταχύνσεων (Rapid Onset Rate: **ROR**) στο οποίο η μέση τιμή αντοχής «ηρεμίας» ενός ανθρώπου είναι της τάξεως των +4,5 Gz και το πρωτόκολλο αντοχής «ηρεμίας» προοδευτικού ρυθμού εφαρμογής των επιταχύνσεων (Gradual Onset Rate: **GOR**) του οποίου η μέση τιμή αντοχής «ηρεμίας» αυξάνεται σε 5,5 Gz.

Η παραπάνω διαφορά του ενός G οφείλεται στα καρδιαγγειακά αντανakλαστικά που προλαβαίνουν να ενεργοποιήσουν τους διάφορους αντιρροπιστικούς μηχανισμούς που προαναφέρθηκαν. Επίσης, οι χειριστές εκπαιδεύονται και σε διάφορα πρωτόκολλα που προσομοιώνουν συνθήκες αερομαχιών (εικόνα 12-5), έτσι ώστε ο χειριστής να αναπτύξει μεγαλύτερη αντοχή στις επιταχύνσεις, κυρίως με την εκμάθηση του αντι-G χειρισμού (AGSM), να εξοικειωθεί με το GREY OUT , το BLACK OUT και το G-LOC και τέλος να αναπτύξει αυτοπεποίθηση για τις δυνατότητες του και την αντοχή του στις επιταχύνσεις.



ΕΙΚΟΝΑ 12-5. Διάγραμμα των πιο συχνά χρησιμοποιούμενων πρωτοκόλλων για την εκπαίδευση Ιπτάμενων στην ανθρωποφυγόκεντρο

Η ανθρωποφυγόκεντρος αποτελεί μια σημαντική εμπειρία στην εκπαίδευση του ιπτάμενου και θα πρέπει να γίνεται τουλάχιστον μια φορά για κάθε χειριστή μαχητικού αεροσκάφους. Τα οφέλη, τόσο στην επιχειρησιακή εκμετάλλευση του αεροσκάφους όσο και στην ασφάλεια των πτήσεων είναι σημαντικά.

στ) Ανύψωση των ποδιών: Μπορεί να προσφέρει περίπου +0,4 Gz στην αύξηση της αντοχής του χειριστή εξαιτίας της μείωσης της διάτασης του αρτηριακού δέντρου και της μείωσης της απόστασης των κατωτέρου φλεβικού δικτύου.

ζ) Βελτιστοποίηση της φυσικής κατάστασης: Η καλύτερη δυνατή φυσική κατάσταση είναι απαραίτητη για τη σωστή εκτέλεση του αντι-G χειρισμού, που είναι ιδιαίτερα κουραστικός αλλά και απαραίτητος για την επιβίωση του χειριστή σε περιβάλλον υψηλών επιταχύνσεων (κλειστή αερομαχία). Είναι λοιπόν σημαντικό οι χειριστές να εκτελούν ένα τακτικό πρόγραμμα βελτίωσης της φυσικής τους κατάστασης ώστε να διατηρούν ένα υψηλό επίπεδο ενεργειακών αποθεμάτων για την αντοχή σε υψηλές παρατεταμένες επιταχύνσεις. Μετά από επισταμένες έρευνες έχει αναφερθεί ότι η αναερόβια άσκηση (π.χ. άρση βαρών) είναι το καταλληλότερο πρόγραμμα φυσικής κατάστασης για αντοχή στα +Gz. Το πρόγραμμα αυξάνει την ικανότητα παρατεταμένων ισχυρών μυϊκών συσπάσεων (χειρισμός AGSM) και απαιτεί 3 – 4 φορές εβδομαδιαία άθληση και για 3 ώρες τουλάχιστον αποχή από την πτήση μετά την άθληση. Η εκτέλεση αυτού του προγράμματος πετυχαίνει βελτίωση της μυϊκής ισχύος σε ένα ποσοστό 10 – 20% μετά από διάστημα 12 εβδομάδων. Τα αερόβια προγράμματα άθλησης (π.χ. τρέξιμο) δεν φαίνεται να βελτιώνουν την αντοχή στις παρατεταμένες επιταχύνσεις και είναι πιθανόν να αυξάνουν τον κίνδυνο καρδιακών αρρυθμιών και φαινομένου G –LOC καθώς και το χρόνο ανάνηψης μετά από απώλεια συνείδησης. Είναι όμως χρήσιμα γιατί βελτιώνουν τη γενική κατάσταση της υγείας, τονώνουν τη σωματική και ψυχική ευεξία, συνεισφέρουν στη διατήρηση του κανονικού σωματικού βάρους και στην καταπολέμηση των παραγόντων κινδύνου για καρδιαγγειακά νοσήματα και σίγουρα, αυξάνουν την αντοχή στην κόπωση (εικόνα 12-6) .



ΕΙΚΟΝΑ 12-6. Πειραματική απόδειξη βελτίωσης της αντοχής στις επιταχύνσεις με προγράμματα άσκησης με έντονο αναερόβιο χαρακτήρα.

Έτσι, σήμερα στους χειριστές συνιστάται μια μέτρια συμμετοχή σε αερόβια αθλήματα (π.χ. ποδήλατο, τρέξιμο, κολύμβηση κτλ).

η) Πειραματικές (υπό εξέλιξη) προστατευτικές τεχνικές: Πολλές μέθοδοι είναι υπό μελέτη και επισταμένη έρευνα διενεργείται για την επινόηση νέων τεχνικών ή τη βελτίωση των παλαιότερων για αύξηση της αντοχής στις επιταχύνσεις. Μερικές είναι οι παρακάτω:

Αναπνοή υπό θετική πίεση με θωρακικό ανταγωνιστή πιέσεως–υποστηρικτικό γιλέκο (PPB with chest counterpressure garment).

Anti – G στολές συγχρονισμένες με ηλεκτροκαρδιογράφημα.

Διάφορα πρωτόκολλα εκγύμνασης της φυσικής κατάστασης και αντοχής.

Διάφορα φάρμακα που αυξάνουν την πίεση του αίματος στο κεφάλι για μερικές χρονικές περιόδους (αμφεταμίνες, αδρεναλίνη, εισπνοή CO₂, α-Νικεταμίδα, αδρενοκορτικοειδή κ.α.)

Βύθιση σε νερό. Αν και δεν είναι πρακτική για την επιχειρησιακή εκμετάλλευση των αεροσκαφών έχει αποδειχθεί πειραματικά στην φυγόκεντρο αντοχή στα +35 Gz για 5 δευτερόλεπτα χωρίς οπτικά συμπτώματα (GRAY or BLACK OUT).

Στολές γεμάτες νερό ή άλλα υγρά αντί για αέρα (LIBELLE ANTI-G SYSTEM)

Συστήματα ανάκτησης του ελέγχου πτήσης από αυτόματο πιλότο σε περίπτωση φαινομένου G – LOC στο χειριστή του (auto – recovery system).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 13: ΣΤΙΓΜΙΑΙΕΣ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΕΙΣ

ΥΠΣΓΟΣ (ΥΙ) ΧΡΗΣΤΟΣ ΤΣΙΡΩΝΗΣ

Κατά την πρόσκρουση δημιουργείται αρνητική επιτάχυνση (επιβράδυνση), που η χρονική διάρκεια επενέργειας της είναι 1 δευτερόλεπτο ή και λιγότερο. Έχει μεγάλο ενδιαφέρον στην Αεροπορική Ιατρική και παρ' όλη την έρευνα που έχει γίνει πάνω σε συγκρούσεις αυτοκινήτων αλλά και αεροπλάνων, πολλά ερωτήματα παραμένουν ακόμα αναπάντητα. Ακόμα δεν υπάρχουν διεθνώς καθιερωμένα και κοινώς αποδεκτά όρια αντοχής του ανθρώπου στην πρόσκρουση και μόνο υποθέσεις μπορούν να γίνουν γι' αυτά, λαμβάνοντας υπ' όψιν ένα ποικίλο αριθμό παραγόντων.

Η ανθρώπινη αντοχή στην επιτάχυνση πρόσκρουσης, είναι το λειτουργικό αποτέλεσμα της ενέργειας που μεταφέρεται στο σώμα από την πρόσκρουση ή αλλιώς το μέγεθος του έργου προσκρούσεως και μεταφράζεται στην ακόλουθη εξίσωση:

$$E = 1/2 MV^2 \quad \text{ή} \quad W = F * d = M * G * d$$

Όπου E = ενέργεια, M = μάζα, V = ταχύτητα

F = δύναμη = M * G και d = η απόσταση που δρα η δύναμη.

Η μέγιστη τιμή της επιδρώσας επιτάχυνσης, από μόνη της, δεν μπορεί να μετρήσει τον υποθετικό τραυματισμό από μια πρόσκρουση, αν και συχνά χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη αυτού. Μαζί η μέγιστη τιμή αλλά και η χρονική διάρκεια της επίδρασης της επιτάχυνσης προσκρούσεως πάνω στο σώμα είναι σημαντικοί παράγοντες για τον τραυματισμό που θα προκληθεί. Επίσης, σημαντικός είναι και ο ρυθμός επίδρασης της επιτάχυνσης, γιατί τα διάφορα σημεία του σώματος έχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά ιδιοσυχνότητας, ανάλογα με τη σύσταση και τη δομή των οργάνων. Τα παρακάτω είναι απαραίτητα για την κατάλληλη περιγραφή ενός τραυματισμού που θα προκληθεί από δυνάμεις προσκρούσεως:

Το είδος της επιτάχυνσης

Η διεύθυνση της επιτάχυνσης

Η χρονική διάρκεια δράσης της επιτάχυνσης, από την οποία μπορεί να υπολογιστεί η μεταβολή της ταχύτητας

Το μέγεθος της δύναμης προσκρούσεως

Το είδος του καθίσματος και του συστήματος πρόσδεσης

Τα φυσικά και σωματομετρικά χαρακτηριστικά του χειριστή

Η δευτερογενής πρόσκρουση των διαφόρων σημείων του σώματος με την καλύπτρα ή με άλλα αντικείμενα του αεροσκάφους και

Η κατανομή πάνω στο σώμα της δύναμης που επιδρά.

Αντοχή στις επιταχύνσεις προσκρούσεως: Από την παραπάνω γνώση και χρησιμοποιώντας διάφορα μαθηματικά μοντέλα, που κατά καιρούς έχουν προταθεί, μπορούμε ίσως να προβλέψουμε το μέγεθος του τραυματισμού που θα προκληθεί από μια πρόσκρουση. Τα πιο γνωστά από τα παραπάνω μαθηματικά μοντέλα είναι το **Dynamic Response Index (DRI)** που προσπαθεί να προβλέψει τον κίνδυνο τραυματισμού της σπονδυλικής στήλης κατά την εγκατάλειψη του αεροσκάφους και το **Head Injury Criteria (HIC)** που προσπαθεί να προβλέψει τον κίνδυνο τραυματισμού του κεφαλιού από μια επιτάχυνση πρόσκρουσης. Κανένα, όμως από αυτά τα μοντέλα δεν έχει κερδίσει την παγκόσμια αναγνώριση και αυτό γιατί, οι διαφορετικές απόψεις προσέγγισης του θέματος της ανθρώπινης αντοχής σε δυνάμεις πρόσκρουσης επηρεάζονται από ποικίλους παράγοντες και είναι δύσκολο να επιβεβαιωθούν πειραματικά (ηθική δεοντολογία, μη ακριβώς εξομοιούμενες συνθήκες πρόσκρουσης κ.α.).

Στη βιβλιογραφία αναφέρονται άτομα που επέζησαν σε 45 -Gx, με ρυθμούς 493 G/sec και πτώση ταχύτητας της τάξεως των 56 m/sec με μικροτραυματισμούς (Stupp, 1951). Σε άλλες περιπτώσεις, καλά προσδεμένα άτομα επέζησαν μετά από πρόσκρουση με 40,4 +Gx, με ρυθμό ανόδου 2139 G/sec (Beeding & Mosley, 1960). Στους άξονες + ή - Z και + ή - Y, εθελοντές επέζησαν μετά από δυνάμεις προσκρούσεως της τάξεως των 15 - 20 G, με αλλαγές ταχύτητας μεταξύ 8 - 12 m/sec.

Τονίζεται και πάλι, ότι το μέγεθος της επιτάχυνσης (G) από μόνο του δεν μπορεί να περιγράψει την ενέργεια προσκρούσεως, εκτός αν συμπεριλαμβάνεται ο χρόνος και ο ρυθμός επίδρασης της. Επίσης, όταν αναφερόμαστε στην ανθρώπινη αντοχή στις δυνάμεις πρόσκρουσης θα πρέπει να ορίσουμε αν αναφερόμαστε σε απουσία τραυματισμού, σε παρουσία μικρής σημασίας τραυμάτων ή απλά στην επιβίωση του χειριστή. Αδρά παρακάτω, αναφέρονται τα όρια αντοχής στα οποία συμφωνούν οι περισσότεροι συγγραφείς.

$$+Gz = 25 \text{ G για } 0,1 \text{ sec}$$

$$-Gz = 15 \text{ G για } 0,1 \text{ sec}$$

$$-Gx = 45 \text{ G για } 0,2 \text{ sec ή } 25 \text{ G για } 0,4 \text{ sec}$$

$$+Gx = 25 \text{ G για } 0,2 \text{ sec ή } 83 \text{ G για } 0,04 \text{ sec}$$

$$+/- Gy = 20 \text{ G για } 0,1 \text{ sec}$$

Παθοφυσιολογικές επιδράσεις των επιταχύνσεων πρόσκρουσης: Οι τραυματισμοί στο κεφάλι, είναι οι πιο συχνές αιτίες θανάτων στα αεροπορικά ατυχήματα. Οι προσκρούσεις στο πρόσωπο είναι κλινικά περισσότερο σοβαρές από τις κροταφικές και τις ινιακές, λόγω των καταγμάτων που προκαλούνται στη βάση του κρανίου και επιπροσθέτως λόγω της ευαισθησίας δομών των περιοχών αυτών.

Τραυματισμοί της σπονδυλικής στήλης που σχετίζονται με την εγκατάλειψη του αεροσκάφους, είναι συχνοί στις περιοχές του Θ_{12} και O_1 σπονδύλων όπου συνηθέστερα προκαλούνται συμπιεστικά κατάγματα, αλλά και άλλες κακώσεις που αναλύονται εκτενέστερα σε άλλο κεφάλαιο.

Ανάλογα με την διεύθυνση που επιδρούν οι επιταχύνσεις πρόσκρουσης στο ανθρώπινο σώμα, προκαλούνται και τα ανάλογα συμπτώματα. Έτσι, επιταχύνσεις $-Gz$ συνήθως μπορεί να προκαλέσουν ενδοκρανιακές αιμορραγίες, ενώ επιταχύνσεις $+Gx$ προκαλούν διάφορου βαθμού shock, βραδυκαρδία που οφείλεται σε παρασυμπαθητικοτονία καθώς και κάποιου βαθμού βλάβη του πνευμονικού παρεγχύματος (von Gierke & Brinkley, 1975). Αντίθετα με την γενική πεποίθηση για τις προσκρούσεις, επιταχύνσεις $-Gx$ μπορεί να οδηγήσουν σε αύξηση της υδροστατικής πίεσεως στην κεντρική αρτηρία του αμφιβληστροειδή και να προκαλέσουν επιπεφυκίτιδα και άλλα συμπτώματα, όπως σκοτώματα στην όραση (Lewis, 1974). Επίσης μπορούν να προκαλέσουν ρήξη της ουροδόχου κύστης, λόγω της αντίστασης που προβάλλει στο σημείο αυτό η ζώνη με την οποία είναι προσδεμένος ο χειριστής στο κάθισμα. Τέλος παρ' όλο που επιταχύνσεις $+Gy$ δεν είναι καλά μελετημένες, έχει βρεθεί ότι μπορεί να προκαλέσουν καρδιαγγειακό shock.

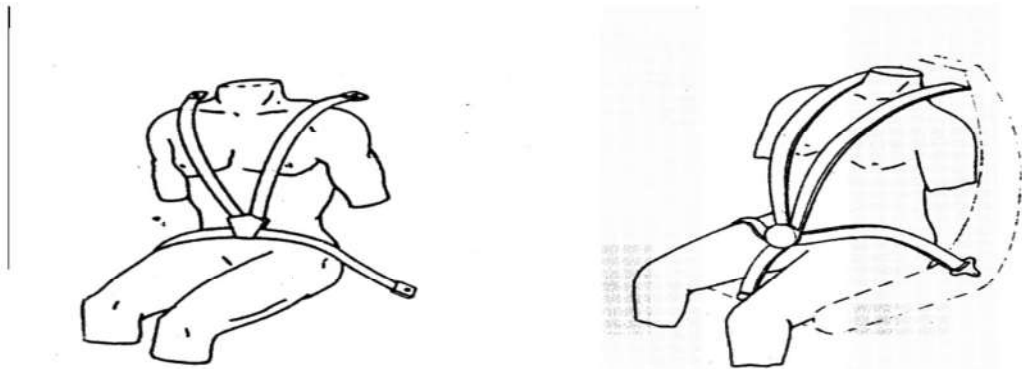
Προστασία από τις επιταχύνσεις πρόσκρουσης: Γενικά, η κατανομή της επιδρώσας ενέργειας σε μεγαλύτερη χρονική διάρκεια και πάνω σε μεγαλύτερη επιφάνεια σώματος, πιθανώς θα ελαττώσει τη σοβαρότητα των ενδεχόμενων τραυματισμών. Όπως είναι προφανές, επιβράδυνση από τους 60 knots μέχρι την πλήρη στάση σε 1 δευτερόλεπτο, θα προκαλέσει μεγαλύτερη ζημιά από μια επιβράδυνση που θα χρειαστεί 10 sec. Επιπροσθέτως, η δομική αντοχή της καμπίνας, αλλά και τα χαρακτηριστικά της πρόσκρουσης είναι σημαντικά για την μείωση των τραυματισμών.

Ο τραυματισμός από πρόσκρουση ενός χειριστή, μπορεί να προκληθεί από πολλούς παράγοντες. Παραδείγματος χάριν, αν ο χειριστής δεν είναι σφιχτά προσδεμένος, τότε ένα μέρος του σώματος όπως το κεφάλι, θα συνεχίσει την κίνηση του μέχρι να προσκρούσει σε ένα σημείο της καμπίνας. Επίσης σ' αυτήν την περίπτωση το κεφάλι θα απορροφήσει σε μικρότερο χρονικό διάστημα την ενέργεια επιβράδυνσης απ' ό,τι αν ήταν καλά προσδεμένος ο χειριστής. Σε άλλο παράδειγμα, αν ο χειριστής κάθεται σε ένα μαλακό κάθισμα, κατά την εγκατάλειψη του αεροσκάφους, το σώμα του, κατ' αρχήν θα μείνει ακίνητο, ενώ το κάθισμα θα επιταχύνει προς τα επάνω και μετά θα λάβει απότομα την ενέργεια επιτάχυνσης προκαλώντας συμπιεστικά κατάγματα στην σπονδυλική στήλη.

Ένας μεγάλος αριθμός προστατευτικών μέτρων έχουν σχεδιαστεί για την προστασία από τις δυνάμεις πρόσκρουσης και πολλά από αυτά εξελίσσονται συνεχώς. Τα δομικά υλικά των σύγχρονων αεροσκαφών και ιδιαίτερα της καμπίνας, έχουν ενισχυθεί ώστε να προσφέρουν μεγαλύτερη αντοχή κατά την πρόσκρουση και να μην επιτρέπουν σε εξωτερικά αντικείμενα του περιβάλλοντος να εισέλθουν στο εσωτερικό της καμπίνας και να

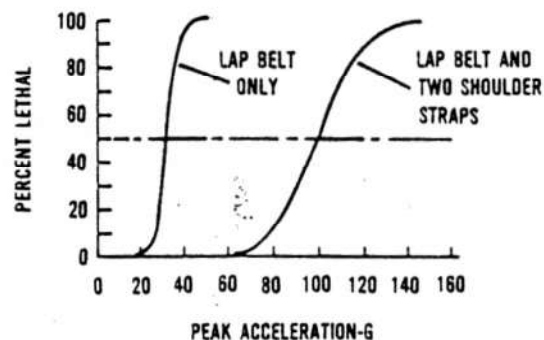
τραυματίσουν τους χειριστές του αεροσκάφους. Οι θέσεις είναι σταθερά τοποθετημένες στο σκελετό του αεροσκάφους, ώστε να μην σπάνε κατά την πρόσκρουση, αλλά και η ανατομία και τα υλικά τους είναι τέτοια ώστε το σύστημα κάθισμα – χειριστής να συμπεριφέρεται ως <<σύνολο>> κατά την εκτίναξη, μετά από εγκατάλειψη του αεροσκάφους. Τα διάφορα όργανα και αντικείμενα της καμπίνας είναι σταθερά τοποθετημένα ώστε να αντέχουν δυνάμεις της τάξεως των 40-60 G και να αποτρέπουν την αποκόλληση τους και τον τραυματισμό του χειριστή μετά από μια πρόσκρουση. Τα σύγχρονα κράνη (flight helmet) έχουν σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο και κατασκευαστεί από τέτοια υλικά ώστε να αυξάνουν το χρόνο επίδρασης των δυνάμεων επιβράδυνσης και να κατανέμουν την ενέργεια της πρόσκρουσης σε μεγαλύτερη επιφάνεια, έτσι ώστε να υπερκαλύπτονται τα μειονεκτήματα αντοχής, λόγω αύξησης του βάρους του συστήματος <<κεφάλι + λαιμός + κράνος>>. Το σημαντικότερο, όμως ρόλο στην προστασία του χειριστή από της επιταχύνσεις πρόσκρουσης, έχει το σύστημα ζωνών πρόσδεσης με το κάθισμα (ζώνες ασφαλείας).

Υπάρχουν διάφοροι τύποι ζωνών ασφαλείας, όπως ζώνες διαγώνιες, τριών, τεσσάρων και πέντε σημείων πρόσδεσης (**εικόνα 13-1**).



ΕΙΚΟΝΑ 13-1 – Ζώνες τεσσάρων και πέντε σημείων πρόσδεσης

Είναι έτσι κατασκευασμένες ώστε να έχουν χαμηλό βάρος, να προσφέρουν άνεση και να μη περιορίζουν τις κινήσεις του χειριστή μέσα στην καμπίνα, να είναι εύκολες και απλές στη χρήση ακόμα και σε καταστάσεις κινδύνου και φυσικά να προσδένουν σταθερά και αποτελεσματικά το χειριστή στο κάθισμα, ώστε κάθισμα-χειριστής να συμπεριφέρονται ως μονάδα.



ΕΙΚΟΝΑ 13-2. Είναι εμφανές ότι οι ζώνες πολλαπλών σημείων πρόσδεσης προσφέρουν καλύτερη υποστήριξη και αντοχή σε μεγάλες επιβραδύνσεις, αφού το σύστημα «κάθισμα-χειριστής» συμπεριφέρεται ως μονάδα

Σήμερα οι συνήθως χρησιμοποιούμενες ζώνες, είναι αυτές των πέντε σημείων που εφαρμόζουν καλά, προσφέρουν αντοχή σε επιβραδύνσεις της τάξεως των 30 – 50 G ή και

ακόμα μεγαλύτερη. Αυτές έχουν αρκετά πλεονεκτήματα και προσφέρουν προστασία κατά τη διάρκεια των ακροβατικών ελιγμών σε μια αερομαχία, κατά τη διάρκεια δονήσεων, κυρίως στα ελικόπτερα και φυσικά σε δυνάμεις πρόσκρουσης κατά τη διάρκεια αεροπορικών ατυχημάτων (**εικόνα 13-2**). Τέλος, σήμερα βρίσκονται υπό έρευνα και εξελίσσονται διάφορα συστήματα όπως ενεργητικά συμπεριφερόμενα καθίσματα και προστατευτικοί αερόσακκοι (airbag) που στο μέλλον θα βοηθήσουν επιπρόσθετα στην προστασία από τις επιβραδύνσεις προσκρούσεως.

Επίλογος: Σήμερα οι απαιτήσεις της εποχής μας στον τομέα αεροσκάφος – χειριστής είναι πλέον μεγάλες. Μπορεί μεν οι ίδιοι οι χειριστές μας να έχουν το μεράκι, το ταλέντο και την καρδιά γι' αυτό που κάνουν, αλλά πρέπει και να εκπαιδεύονται συνεχώς, περισσότερο από κάθε άλλη φορά στα τελευταία χρόνια. Γι' αυτό η τύχη των ιπτάμενων περνά από τα χέρια των αεροπορικών γιατρών, που σε συνεργασία με ειδικούς τεχνικούς, μπορούν να προσφέρουν στην εξέλιξη και στη βελτίωση των περιορισμών που θέτει ο ανθρώπινος οργανισμός και να αντιμετωπίσουν μαζί με τους χειριστές τις προκλήσεις του μέλλοντος στο απαιτητικό περιβάλλον του σύγχρονου μαχητικού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 14: ΔΙΑΦΥΓΗ ΑΠΟ ΤΟ ΑΕΡΟΣΚΑΦΟΣ ΕΝ ΠΤΗΣΗ

ΥΠΣΓΟΣ (ΥΙ) ΧΡΗΣΤΟΣ ΤΣΙΡΩΝΗΣ

Εισαγωγή: Η ανάγκη για εγκατάλειψη του αεροσκάφους μπορεί να εμφανιστεί οποιαδήποτε στιγμή κατά τη διάρκεια της πτήσης. Στα παλαιότερα αεροσκάφη ο μόνος τρόπος εγκατάλειψης ήταν η έξοδος του χειριστή με τις δικές του δυνάμεις από το θάλαμο διακυβέρνησης, το άλμα μακριά από το αεροσκάφος και τέλος η κάθοδος με αλεξίπτωτο που ο ίδιος ενεργοποιούσε. Η εξέλιξη όμως των αεροσκαφών οδήγησε στην ανάγκη δημιουργίας ενός συστήματος υποβοηθούμενης εγκατάλειψης που θα επιτρέπει στο χειριστή να αποχωρίζεται από το αεροσκάφος, όταν δεν είναι δυνατή η συνέχιση της πτήσης και να επιστρέφει με ασφάλεια στο έδαφος.

Οι πρώτες προσπάθειες μηχανικής υποβοήθησης της διαδικασίας αυτής σημειώθηκαν στα τέλη της δεκαετίας του 1930 με διάφορα πειράματα από Σουηδούς και Γερμανούς. Το 1939 ο Γερμανός Heinkel διεξήγαγε πειράματα με κούκλες πάνω σε επικλινή ράμπα και το 1942 οι Σουηδοί πραγματοποίησαν την πρώτη εκτόξευση κούκλας από αεροσκάφος εν πτήση. Στην δεκαετία του '40 όλες οι μεγάλες αεροπορίες της εποχής είχαν αναπτύξει συστήματα υποβοηθούμενης εγκατάλειψης και είχαν εμπειρίες από την επιχειρησιακή τους χρήση, ενώ στην διάρκεια του '50 η έρευνα στράφηκε στη δυνατότητα εγκατάλειψης από μηδενικό ύψος και στα 1960 έγινε πραγματικότητα η αντίληψη για zero feet – zero speed (εγκατάλειψη σε μηδενικό ύψος με μηδενική ταχύτητα).

Μέχρι σήμερα τα εκτινασσόμενα καθίσματα έχουν σώσει περισσότερες από 10.000 ζωές.

Μέσα εγκατάλειψης: Η έξοδος από ένα αεροσκάφος, με σκοπό την εγκατάλειψη του, μπορεί να γίνει με δύο τρόπους: με την **μη υποβοηθούμενη** και την **υποβοηθούμενη εγκατάλειψη** με τα μηχανικά μέσα του αεροσκάφους (εκτινασσόμενη καλύπτρα, εκτινασσόμενο κάθισμα, αυτόματο αλεξίπτωτο).

α) *Μη υποβοηθούμενη εγκατάλειψη.* Αυτή εφαρμόζεται σε αεροσκάφη μικρών δυνατοτήτων. Είναι εξαιρετικά δύσκολο να πραγματοποιηθεί σε ταχύτητες μεγαλύτερες των 200 knots και ιδιαίτερα σε μη ελεγχόμενο ελιγμό (spin – spiral dive). Γίνεται σε τρεις κύριες φάσεις:

1. Η έξοδος από το αεροσκάφος. Ο χειριστής πρέπει να κάνει άλμα προς τα έξω και να αποφύγει την πρόσκρουση με αυτό. Απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή του χειριστή σ' αυτή τη φάση εγκατάλειψης.

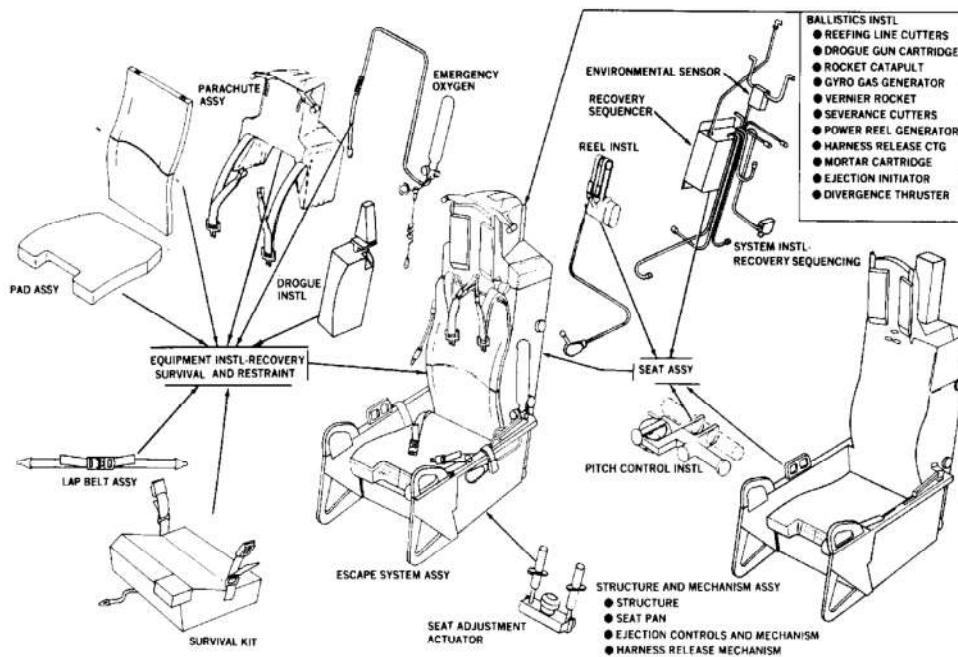
2. Η κάθοδος με το αλεξίπτωτο. Ο χειριστής εξερχόμενος από το α/φος εκτελεί βύθιση προς τα κάτω παρόμοια με "βουτιά σε πισίνα" και έχει δύο επιλογές. Να ανοίξει το αλεξίπτωτο αμέσως, αν βρίσκεται σε χαμηλό ύψος ή να εκτελέσει ελεύθερη πτώση, αν βρίσκεται σε μεγάλο ύψος. Σε ύψος 200 ποδιών η επιτυχία έκβασης είναι οριακή, ενώ σε ύψος χαμηλότερα των 100 ποδιών η έκβαση είναι μοιραία επειδή δεν υπάρχει αρκετός χρόνος για την πλήρη έκπτυξη του θόλου του αλεξίπτωτου. Σε ύψη 2.000 – 15.000 πόδια ο χειριστής περιμένει 3 – 5 min πριν ενεργοποιήσει το αλεξίπτωτο του. Για τα πρώτα 1.000 πόδια ελεύθερης πτώσης απαιτείται χρόνος 10 sec, ενώ για κάθε επιπλέον 1.000 πόδια απαιτείται ο μισός χρόνος, δηλαδή 5 sec. Τέλος, σε ύψη μεγαλύτερα των 15.000 ποδιών απαιτείται ελεύθερη πτώση του χειριστή για να αποφύγει την επί πολύ ώρα έκθεση του στη χαμηλή θερμοκρασία, την υποξία και τις ισχυρές δυνάμεις που ασκεί το άνοιγμα του αλεξίπτωτου.

3. Η προσγείωση και η διάσωση. Περιλαμβάνει την προετοιμασία για προσεδάφιση καθώς και διάφορες τεχνικές προσγείωσης ανάλογα με την επιφάνεια (δέντρα, ηλεκτροφόρα καλώδια, νερό, ομαλό έδαφος) και τους πνέοντες ανέμους της περιοχής στην οποία ο χειριστής θα προσεδαφιστεί. Οι διάφορες διαδικασίες

εγκατάλειψης και προσεδάφισης περιγράφονται αναλυτικά στα εγχειρίδια «Τεχνικής Εκπαίδευσης Αλεξιπτωτιστών» και δεν αποτελούν μέρος του παρόντος κεφαλαίου.

β) *Υποβοηθούμενη εγκατάλειψη:* Αυτή αφορά όλα τα πολεμικά αεριωθούμενα αεροσκάφη που λόγω της ταχύτητας και του ύψους στο οποίο επιχειρούν, καθιστούν την εγκατάλειψη εφικτή μόνο με τη χρήση συστημάτων που ωθούν τον χειριστή μακριά από τη άτρακτο. Παρότι έχουν αναπτυχθεί διάφοροι τύποι κλειστών συστημάτων διαφυγής (όπως κάψουλα ή εκτινασσόμενη καμπίνα), η πιο κοινή και αξιόπιστη μέθοδος είναι αυτή του εκτινασσόμενου καθίσματος. Υπάρχουν διάφοροι τύποι εκτινασσόμενων καθισμάτων όπως η Martin – Baker seat (F – 4) και η πρόσφατες με «zero – zero» δυνατότητα ACES II (Advanced Concept Ejection Seat) (F – 16) **(εικόνα 14-1)** που βασίζονται στα παρακάτω κοινά χαρακτηριστικά: (i.) Επαρκή αρχική προώθηση ικανή να φέρει το χειριστή μακριά από την άτρακτο του αεροσκάφους, σε οποιαδήποτε ταχύτητα, (ii.) Ικανή δύναμη προωθήσεως, ώστε να θέσει σε ασφαλή τροχιά το χειριστή μετά την εγκατάλειψη και να προκαλέσει την πλήρη έκπτυξη του αλεξίπτωτου στη σωστή θέση, (iii.) Επαρκή πρόσδεση του χειριστή στο κάθισμα, ώστε να μειώνονται οι πιθανοί νεκροί – κενοί χώροι και το σύστημα «χειριστή-κάθισμα» να συμπεριφέρεται σαν μία μονάδα και (iv.) Πλήρως αυτοματοποιημένη λειτουργία των σωστικών μέσων.

Λειτουργία συστήματος εγκατάλειψης: Τα διάφορα συστήματα εγκατάλειψης ποικίλουν αναλόγως του τύπου του αεροσκάφους. Το κάθισμα αποτελείται από έναν ισχυρό και σταθερό σκελετό και είναι τοποθετημένο σε μία ή περισσότερες ράγες σταθερά προσαρμοσμένες στο κυρίως σώμα του αεροσκάφους. Αυτές καθορίζουν τον άξονα εκτόξευσης και βρίσκονται υπό γωνία σε σχέση με τον επιμήκη άξονα της σπονδυλικής στήλης, που στα εν χρήση καθίσματα είναι της τάξεως των 11 – 18 μοιρών. Το κάθισμα είναι εγκατεστημένο στο άνω άκρο «πυροβόλου» που στα νεώτερης αντίληψης καθίσματα, είναι τηλεσκοπικό και παρέχει μεγαλύτερη επιτάχυνση κατά την εκτόξευση. Τέλος στο κάθισμα είναι τοποθετημένο το κυρίως αλεξίπτωτο (main parachute) και το σταθεροποιητικό αλεξίπτωτο (drogue), ζώνες ασφαλείας, αυτόνομη φιάλη οξυγόνου και το κυτίο επιβίωσης (survival kit).



Εικόνα 14-1 –ACESII

Στα πρώτα εκτινασσόμενα καθίσματα, ο χειριστής έπρεπε να τραβήξει ένα μοχλό πυροδότησης που βρισκόταν στο κάθισμα ακριβώς πάνω από το κεφάλι του. Τα πλεονεκτήματα αυτού του συστήματος ήταν ότι παρείχε μία επιπλέον προστασία ενάντια στο ρεύμα αέρος κατά την εκτίναξη, το κεφάλι σταθεροποιούνταν ανάμεσα στους ώμους και η σπονδυλική στήλη συγκρατούνταν στην σωστή θέση στο κάθισμα. Το σύστημα όμως αυτό δυσκόλευε τους ψηλούς χειριστές και ο χειρισμός του ήταν δύσκολος κάτω από υψηλές θετικές επιταχύνσεις (+ Gs).

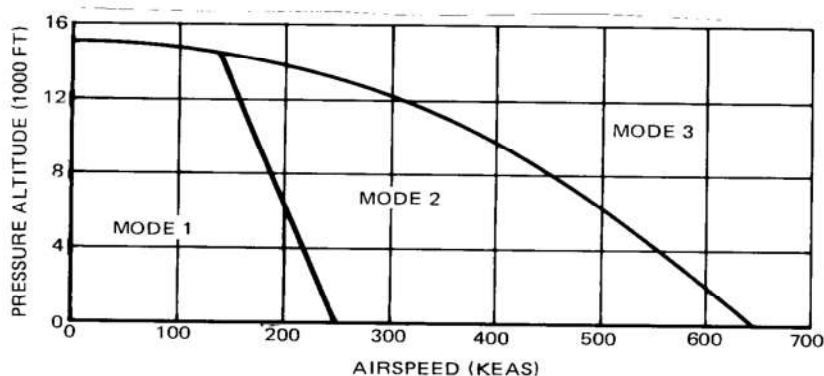
Έτσι στα νεωτέρου τύπου αεροσκάφη τοποθετήθηκε ένας δεύτερος μοχλός ανάμεσα στα πόδια του χειριστή. Το τράβηγμα του μοχλού εγκατάλειψης πυροδοτεί ένα «καφούλι» που παράγει αέρια μέσω σωλήνων και προκαλεί τα ακόλουθα:

α) Σφίξιμο των ιμάντων που συγκρατούν τους ώμους με ταυτόχρονη έλξη τους προς το κάθισμα.

β) Απόρριψη της καλύπτρας (canopy jettison) ή θραύση της, ανάλογα με τον τύπο του αεροσκάφους.

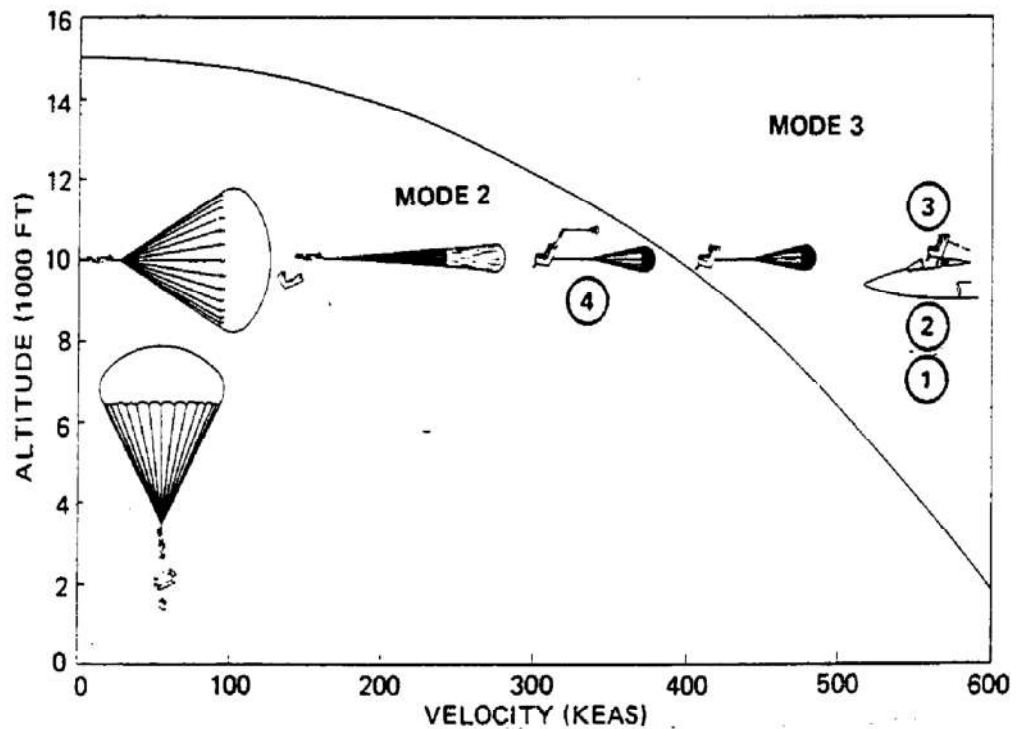
Στην συνέχεια πυροδοτούνται τα δευτερεύοντα εκρηκτικά που αυξάνουν την επιτάχυνση του καθίσματος (συνήθως 0,1 sec έως 0,3 sec μετά από την εκτόξευση της καλύπτρας). Τη στιγμή του διαχωρισμού του όπλου εγκατάλειψης, το κάθισμα έχει αποκτήσει ταχύτητα 24 – 27 m / sec για τα απλά καθίσματα και περίπου 19,5 m / sec για τα υποβοηθούμενα από πυραύλους. Στα τελευταία καθίσματα, η πυροδότηση των πυραύλων γίνεται αμέσως πριν από τον αποχωρισμό του «πυροβόλου» έτσι ώστε το κάθισμα να συνεχίσει να επιταχύνεται όσο απομακρύνεται από το αεροσκάφος.

Η συμπεριφορά του καθίσματος αφού αποχωριστεί από τις ράγες εξαρτάται από την ταχύτητα και το ύψος του αεροσκάφους τη στιγμή της εγκατάλειψής και από την ταχύτητα του ανέμου (**εικόνα 14-2**). Σε ταχύτητες ανέμου μέχρι και 250 κόμβους I.A.S., η προς τα εμπρός κίνηση του καθίσματος υπερσχύει αυτής που εξασκεί ο άνεμος προς τα πίσω, ενώ σε ταχύτητες μεγαλύτερες από 450 κόμβους I.A.S. υπερσχύει η φορά του ανέμου και το κάθισμα στρέφεται προς τα πίσω αναφορικά με το αεροσκάφος. Σε ενδιάμεσες ταχύτητες ανέμου (250 – 450 κόμβος I.A.S.) το κάθισμα είναι δυνατόν να πέσει σε ασύμμετρες δυνάμεις και περιστροφικές κινήσεις γιατί είναι ένα αντικείμενο χωρίς αεροδυναμικά χαρακτηριστικά. Σε ιδανικές συνθήκες, το κάθισμα πρέπει να βρίσκεται σταθεροποιημένο με σταθερή ταχύτητα και σε ικανοποιητική θέση πριν από την ανάπτυξη του κυρίως αλεξίπτωτου. Γι' αυτούς τους λόγους, ανοίγει ένα μικρό αλεξίπτωτο σταθεροποίησης του καθίσματος (drogue), όταν το κάθισμα απομακρυνθεί από το αεροσκάφος. Στη συνέχεια αναπτύσσεται το κυρίως αλεξίπτωτο και ο χειριστής αποχωρίζεται από το κάθισμα.



Εικόνα 14-2 – Φάσεις εγκατάλειψης α/φους αναλόγως του υψόμετρου και της ταχύτητας του ανέμου.

Στα πιο μοντέρνα συστήματα εγκατάλειψης (ACES II), το αλεξίπτωτο σταθεροποίησης συμπεριφέρεται ανάλογα με το ύψος και την ταχύτητα του αεροσκάφους. Τα συστήματα αυτά διαθέτουν αυτόνομο γυροσκοπικό μηχανισμό καθώς και αυτόνομα συστήματα μέτρησης της ταχύτητας και του ύψους του καθίσματος. Έτσι το σύστημα επιλέγει την καλύτερη «διαδικασία επαναφοράς» κατά τη διάρκεια της εγκατάλειψης. Σε μικρά ύψη και μικρές ταχύτητες το αλεξίπτωτο σταθεροποίησης αποχωρίζεται αμέσως και το κύριο αλεξίπτωτο ανοίγει με τη βοήθεια πυραύλου (Mode 1), ενώ σε μεγάλα ύψη και μεγάλες ταχύτητες το αλεξίπτωτο σταθεροποίησης χρησιμοποιείται μέχρι τα 18.000 πόδια, όπου αποχωρίζεται και ανοίγει το κύριο αλεξίπτωτο (Mode 2 και Mode 3) (εικόνα 14-3) .

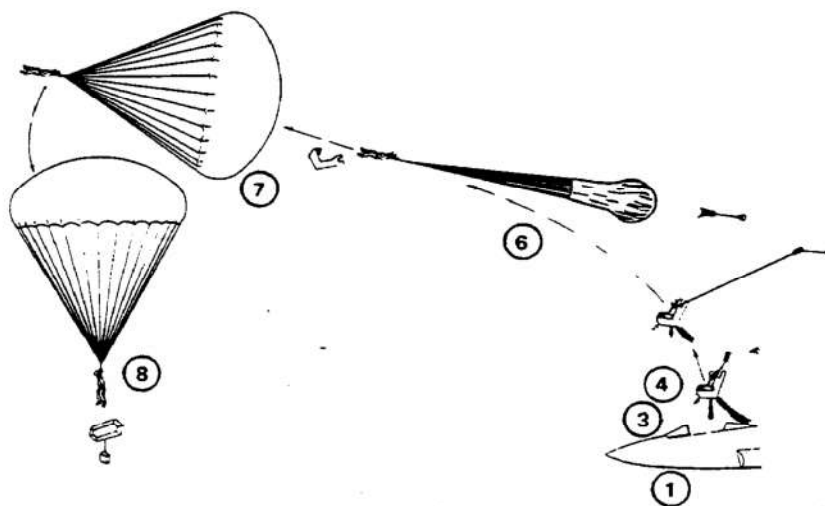


Εικόνα 14-3 – Διαδικασία επαναφοράς αλεξιπτώτου ανάλογα με το υψόμετρο.

Διαδικασία Εγκατάλειψης. Κατά την εγκατάλειψη του α/φους, ο χειριστής εισέρχεται σε διάφορες χρονικές περιόδους (εικόνα 14-4).

α) *Pre-ejection.* Ο χρόνος μεταξύ της απόφασης για εγκατάλειψη του α/φους (πχ βλάβη, απώλεια ελέγχου στην πτήση), έως την εγκατάλειψη λέγεται pre – ejection. Κατά τη διάρκεια διάφορων κρίσιμων φάσεων της πτήσης, όπως η απογείωση και η προσγείωση του α/φους, αυτός ο χρόνος είναι πολύ μικρός και δεν επιτρέπει καμία προετοιμασία πριν την εγκατάλειψη. Όμως, σε άλλες περιπτώσεις όπως σε επείγοντα περιστατικά κατά τη διάρκεια της πτήσης (in – flight emergencies), αυτός ο χρόνος μπορεί να είναι σημαντικός για να αυξηθούν οι πιθανότητες για επιτυχή εγκατάλειψη. Η ταχύτητα του α/φους μπορεί να μειωθεί για να περιοριστούν οι επιδράσεις του πνέοντος ανέμου, οι ιμάντες του καθίσματος μπορούν να σφιχτούν και το σώμα να τοποθετηθεί σε κατάλληλη θέση για να ελαττωθούν οι τραυματισμοί από τις επιπρόσθετες δυνάμεις που ασκούνται κατά τη διάρκεια της εγκατάλειψης. Η καθυστέρηση στην απόφαση για εγκατάλειψη, τονίζεται

στα διάφορα προγράμματα ασφαλείας πτήσεων και σχετίζεται στον ανθρώπινο παράγοντα. Η βιβλιογραφία δείχνει ότι πάνω από το ένα τρίτο των θανατηφόρων τραυματισμών κατά τη διάρκεια της εγκατάλειψης έγιναν σε ύψη κατάλληλα για επιτυχή εκτίναξη.

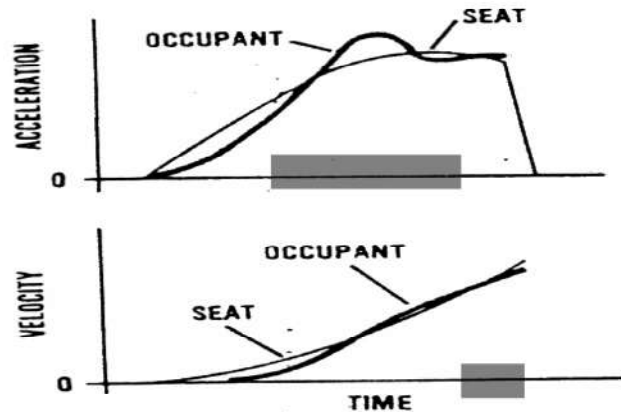


Εικόνα 14-4. Φάσεις εγκατάλειψης α/φους

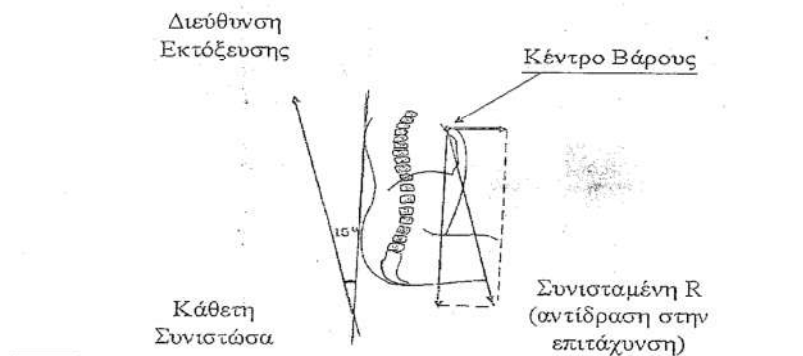
β) *Αρχική επιτάχυνση:* Η πυροδότηση του μηχανισμού εκτόξευσης του καθίσματος επιφέρει σ' αυτό επιταχύνσεις που είναι κυρίως στον άξονα Gz. Η διάρκεια εφαρμογής της ώσης περιορίζεται στο χρόνο που το κάθισμα έρχεται σε επαφή με το όπλο κατά την πυροδότηση του και είναι συνήθως 0,12 – 0,15 sec, ώστε να επιτευχθεί η μέγιστη δυνατή ταχύτητα σε σύντομο χρονικό διάστημα. Το όριο της ανθρώπινης αντοχής σε βραχείες δυνάμεις αυτού του τύπου καθορίζεται από την κατασκευή του σώματος και κυρίως της σπονδυλικής στήλης. Ο Stapp (1955) και μεταγενέστερα ο Kaplan (1974) έχουν δείξει πειραματικά ότι η επίπτωση του τραύματος στη σπονδυλική στήλη αυξάνεται σημαντικά όταν η μέγιστη επιτάχυνση ξεπερνά τα 20 – 25 G με ρυθμό αύξησης μεγαλύτερο από 300 G / sec. Τα κριτήρια αυτά είναι ευρέως αποδεκτά στη σχεδίαση των καθισμάτων και ως ανώτατο όριο αντοχής έχουν σήμερα τα 18 Gz. Στο πραγματικό όμως περιβάλλον και άλλες παράμετροι όπως η θέση, η πορεία και η ταχύτητα του αεροσκάφους, η ελαστικότητα της ανάρτησης καθώς και η θέση και η αποτελεσματικότητα του συστήματος των ζωνών ασφαλείας παίζουν σημαντικό ρόλο. Οι δυνάμεις που ξεπερνούν τα όρια αντοχής δεν μπορούν να εξαλειφθούν εντελώς, μπορούν όμως να μειωθούν με σωστό σχεδιασμό. Ιδανικά, ο χειριστής θα πρέπει να βρίσκεται σφιχτά προσδεμένος στο κάθισμα, πάνω σε λεπτά μαξιλάρια από ειδικό πλαστικό αφρό που συμπιέζεται εντελώς κάτω από τα συνήθη βάρη και με μια σωστά προσαρμοσμένη και ρυθμισμένη εξάρτηση έτσι ώστε να επαυξάνεται το «δέσιμο» χειριστή – καθίσματος και να κινούνται ως μονάδα (**εικόνα 14-5**).

Όπως προαναφέρθηκε, η αρχική κίνηση του καθίσματος καθοδηγείται από τις ράγες που καθορίζουν τον άξονα εκτόξευσης. Ο άξονας αυτός βρίσκεται υπό γωνία σε σχέση με τον επιμήκη άξονα της σπονδυλικής στήλης του χειριστή, που για τα εν χρήσει καθίσματα είναι της τάξεως του 11 – 18 μοιρών (**εικόνα 14-6**). Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα η δύναμη που ασκείται στο χειριστή να αναλύεται σε μία συνιστώσα παράλληλη προς τον άξονα της σπονδυλικής στήλης και μία κάθετη που είναι και η αιτία της τάσης προς πρόσθια κάμψη και στροφή του κορμού, αλλά κυρίως της κεφαλής. Έτσι αν η περιεχόμενη γωνία είναι 18 μοίρες και η μέγιστη αρχική

επιτάχυνση είναι 25 G, τότε η κάθετη συνιστάμενη θα ανέρχεται στα 8 G. Η χρήση ιμάντων για τους ώμους είναι σημαντική, αλλά ακόμη και έτσι, η προς τα εμπρός κίνηση της κεφαλής είναι αναπόφευκτη.



Εικόνα 14-5 – Με την σωστή προσαρμογή των εξαρτήσεων το σύστημα «χειριστής-κάθισμα» συμπεριφέρεται ως μονάδα



Η συσχέτιση του άξονος ώσης ενός καθίσματος εγκατάλειψης προς την Σ.Σ. και το κέντρο βάρους του ανώτερου τμήματος του κορμού (τμήμα του σώματος άνωθεν του Θ12) με τα χέρια στην λαβή του καθίσματος.

Εικόνα 14-6 – Διεύθυνση εκτόξευσης εκτινασόμενου καθίσματος σε σχέση με την σπονδυλική στήλη.

Στα καθίσματα με πυραυλική υποβοήθηση, η διάρκεια της προς τα άνω ώθησης παρατείνεται και διαρκεί 0,2 – 0,5 sec. Η τελική ταχύτητα (άρα και το ύψος που κερδίζεται) είναι πολύ μεγαλύτερα απ' ό,τι με τη χρήση πυροβόλου. Στα σημερινά καθίσματα γίνεται προσπάθεια ώστε ο ρυθμός εφαρμογής της επιτάχυνσης να μην ξεπερνά τα 250 G / sec, με την μέγιστη τιμή της επιτάχυνσης να ελαττώνεται στα 15 G ή και λιγότερο, οπότε και μειώνεται ο κίνδυνος τραυματισμού της σπονδυλικής στήλης.

γ) Το μέτωπο του ανέμου. Μια άλλη δύναμη στην οποία εκτίθεται ο χειριστής μόλις εξέλθει από την άτρακτο είναι αυτή του μετώπου του αέρα, καθώς κινείται προς τα εμπρός με την ταχύτητα του αεροσκάφους. Η ταχύτητα αυτή ελαττώνεται απότομα και το μέγεθος της επιβράδυνσης εξαρτάται από την αρχική ταχύτητα του συστήματος «κάθισμα – χειριστή», τη μάζα του συστήματος και την επιφάνεια πέδησης που εκτίθεται στο ρεύμα αέρα. Αν το κάθισμα παραμένει σταθερό, η επιβράδυνση ασκείται στον προσθοπίσθιο άξονα (G_x) και ο χειριστής συγκρατείται από αυτό. Αν το κάθισμα περιστρέφεται γύρω από τον κατακόρυφο άξονα, τότε το

σώμα συγκρατείται από τους ιμάντες. Στις συνήθεις ταχύτητες εγκατάλειψης, αυτή η δύναμη επιβράδυνσης είναι μέσα στα όρια αντοχής του ανθρώπινου οργανισμού, τα οποία είναι περίπου 50 G με ρυθμό εφαρμογής 500 G / sec και μέγιστη διάρκεια 0,2 sec. Σε μεγάλες όμως ταχύτητες είναι δυνατό η κεφαλή να παρασυρθεί βίαια με στροφή και κάμψη και να δημιουργηθούν προϋποθέσεις για κακώσεις στο επίπεδο της αυχενικής μοίρας της σπονδυλικής στήλης.

Η δύναμη που ασκεί το μέτωπο του ανέμου στο σώμα του χειριστή λέγεται δύναμη «q». Το μέγεθος αυτής της δύναμης διαφέρει ανάλογα με την πυκνότητα του αέρα, γι αυτό είναι μικρότερο σε μεγαλύτερα ύψη. Το άμεσο αποτέλεσμα που προκύπτει από την ξαφνική εφαρμογή αυτής της δύναμης κυρίως στο θώρακα και την κοιλία προσομοιάζει με την πτώση από ψηλά με την κοιλιά στο νερό. Αν η δύναμη είναι μεγάλη μπορεί ο όγκος παλμού που δημιουργείται από την απότομη υψηλή πίεση που ασκείται στα μεγάλα αγγεία του θώρακα και της κοιλιάς, να μεταφερθεί στην περιφέρεια και να προκαλέσει αιμορραγίες κάτω από τον επιπεφυκότα (υφαίματα).

Η «ουδός» (κατώφλι) τραυματισμού, λόγω της δύναμης «q», βρίσκεται στα 31 kPa (3262,5 Kg/m²) ενώ αν αυτή αυξηθεί στα 55 – 62 kPa μπορεί να προκληθεί ρήξη εσωτερικών οργάνων και θάνατος. Τα μέλη του σώματος που είναι ευάλωτα στις περιπτώσεις αυτές είναι η κεφαλή και τα άκρα. Στις συνήθεις εγκαταλείψεις η δύναμη «q» δεν προκαλεί σοβαρή κρανιοεγκεφαλική κάκωση. Αντίθετα, στη βιβλιογραφία αναφέρονται περιστατικά καταγμάτων – εξάρθρωμάτων για τα κάτω άκρα, ιδιαίτερα πριν την εφαρμογή συστημάτων ασφαλείας και σε ταχύτητες μεγαλύτερες των 500 κόμβων.

Στα σύγχρονα εκτινασσόμενα καθίσματα (ACES II), λόγω του γυροσκοπικού μηχανισμού και των βοηθητικών πυραύλων που σταθεροποιούν το κάθισμα, έχει μειωθεί ο κίνδυνος τραυματισμού από τη δύναμη «q» του μετώπου του αέρα.

δ) *Έκθεση στη θερμοκρασία του περιβάλλοντος:* Η προηγούμενη εμπειρία μας έχει δείξει ότι η έκθεση στη χαμηλή εξωτερική θερμοκρασία του περιβάλλοντος μετά από μία εγκατάλειψη έχει μικρή επίδραση στο χειριστή, κυρίως αν αυτός φορά σωστά τη φόρμα πτήσης και τα διάφορα προστατευτικά είδη (γάντια, κράνος) και αυτά δεν έχουν καταστραφεί κατά την διάρκεια της εγκατάλειψης. Οι ψηλές θερμοκρασίες που θεωρητικά μπορεί να προκληθούν από τον «εμβολισμό» του αέρα σε υπερηχητικές ταχύτητες δεν έχουν ακόμα παρατηρηθεί. Η αεροδυναμική υπερθέρμανση είναι βέβαια σημαντικός παράγοντας κατά τη διάρκεια της επανεισόδου στην ατμόσφαιρα των διαστημοπλοίων.

Πειραματικά έχει βρεθεί ότι σε πολύ υψηλές ταχύτητες (υψηλά Mach), η αύξηση της θερμοκρασίας μπορεί να είναι πολύ σοβαρή, περίπου 75 φορές στο τετράγωνο του αριθμού των Mach (για την κλίμακα Fahrenheit). Αυτό συμβαδίζει και με την μικρή ανταλλαγή θερμότητας με το περιβάλλον σε μεγάλα υψόμετρα λόγω της αραίωσης του αέρα.

Στο μέλλον εξετάζεται η χρησιμοποίηση άλλων συστημάτων εγκατάλειψης (κάψουλα, προστατευτική ασπίδα) για τα υπερηχητικά οχήματα ώστε να μειωθούν οι κίνδυνοι από τη θερμότητα και της «q» δύναμης του περιβάλλοντος.

ε) *Δυνάμεις από το αλεξίπτωτο σταθεροποίησης και το κύριο αλεξίπτωτο.* Όπως έχει ήδη αναφερθεί, το αλεξίπτωτο σταθεροποίησης ευθυγραμμίζει και σταθεροποιεί το κάθισμα. Παρά το μικρό του μέγεθος, σε υψηλές ταχύτητες, οι δυνάμεις επιβράδυνσης που ασκεί μπορεί να είναι πολύ ισχυρές. Οι γωνιακές επιταχύνσεις που παράγονται από την περιστροφή, μπορεί επίσης να είναι υψηλές και παρά τη βραχεία διάρκεια τους, είναι ανεκτές μόνο αν ο χειριστής υποστηρίζεται σωστά από το κάθισμα.

Κατά την ανάπτυξη του κυρίου αλεξίπτωτου, ασκείται μια δύναμη στο σώμα του χειριστή μέσω της εξάρτησης του, που εξαρτάται από τη διαφορά της ταχύτητας που έχει το αλεξίπτωτο πριν ανοίξει μ' αυτή που αποκτά μετά την έκπτυξη του. Ακόμα εξαρτάται και από άλλους επιμέρους παράγοντες όπως το βάρος του «χειριστή – καθίσματος», η πυκνότητα του αέρα, η διάμετρος και το σχήμα αλεξίπτωτου αλλά και

τα χαρακτηριστικά του υφάσματος. Αυτή μπορεί να υπολογιστεί σύμφωνα με τον τύπο:

$$\text{Τελική επιτάχυνση} = \frac{2 X \text{ολικό βάρος χειριστή και υλικών}}{\text{Ποκνότητα του αέρα } X \text{ επιφάνεια αλεξίπτωτου } X \text{ συντελεστή βύθισης αλεξίπτωτου}}$$

Μια τυπική έκπυξη του θόλου διαρκεί περίπου 3 sec, οπότε η μέση επιβράδυνση είναι της τάξεως του 1 G (μπορεί όμως στιγμιαία – για 0,3 sec – αυτή να φτάσει και μέχρι τα 15 – 20 G). Δυνάμεις αυτού του μεγέθους είναι καλά ανεκτές, ιδίως όταν το σώμα είναι ευθυγραμμισμένο με αυτές και οι τυχόν τραυματισμοί περιορίζονται μόνο σε μώλωπες κάτω από τους ιμάντες εξάρτησης. Σε μεγάλα ύψη το σύστημα «κάθισμα – χειριστής» εκτελεί ελεύθερη πτώση μέχρι τα 15.000 – 18.000 πόδια και μετά αρχίζει την προηγούμενη διαδικασία. Αυτό γίνεται για να προστατευθεί ο χειριστής από τη χαμηλή θερμοκρασία, την υποξία και τις ισχυρές δυνάμεις που ασκεί το άνοιγμα του αλεξίπτωτου. Σ' αυτή την περίπτωση, το σύστημα έχει μεγαλύτερη ταχύτητα και έτσι οι δυνάμεις που αναπτύσσονται κατά το άνοιγμα του κυρίου αλεξίπτωτου είναι μεγαλύτερες. Λόγω της μάζας της κεφαλής και του ρυθμού εφαρμογής αυτής της επιβράδυνσης, η κεφαλή μπορεί να έρθει σε βίαιη κάμψη με αποτέλεσμα κακώσεις στην ατλαντοϊνιακή άρθρωση και κατάγματα – εξάρθραματα στο ύψος A₅ – A₆. Παρ' όλα αυτά, έως σήμερα, δεν έχουν αναφερθεί τόσο σοβαροί τραυματισμοί κατά τη φάση αυτή της εγκατάλειψης.

στ) Προσεδάφιση. Η προετοιμασία του χειριστή για προσεδάφιση πρέπει να αρχίζει από το ύψος των 35μέτρων (100 ft). Τα αλεξίπτωτα που συνήθως χρησιμοποιούνται για διάσωση έχουν ένα θόλο μεγέθους περίπου 20 ft (8,6μέτρων). Αν ο χειριστής με την εξάρτηση του και το κυτίο επιβίωσης ζυγίζει 90 Kg, τότε η ταχύτητα με την οποία κατεβαίνει μετά την πλήρη έκπυξη του αλεξίπτωτου είναι περίπου 6 m / sec, που ισοδυναμεί με άλμα από ύψος 2,5 μέτρων.

Το 90% περίπου των μη θανατηφόρων τραυματισμών στην εγκατάλειψη σχετίζονται με την προσεδάφιση, επειδή ο χειριστής δεν μπορεί να επιλέξει το έδαφος (πτώση σε δέντρα, ηλεκτροφόρα καλώδια, νερό), λόγω ανεπαρκούς εκπαίδευσης στις τεχνικές προσεδάφισης, και εξαιτίας πιθανών αντίξωων καιρικών συνθηκών (δυνατός αέρας). Η ώρα της ημέρας συμβάλει επίσης, αφού αρκετές αποστολές γίνονται κατά τη διάρκεια της νύχτας.

Παρ' όλο που οι τεχνικές προσεδάφισης είναι εύκολα κατανοητές και εξομοιώνονται ακριβώς με άλματα από τους εκπαιδευτικούς πύργους, το ποσοστό τραυματισμού είναι περίπου 50 στους χίλιους που εγκαταλείπουν. Οι κακώσεις συνήθως αφορούν τα κάτω άκρα (κατάγματα άκρου ποδός, αστραγάλου, κνήμης, ρήξεις συνδέσμων γόνατος και αστραγαλοκνημικής άρθρωσης) αλλά και του κορμού (κατάγματα πλευρών, κλείδας, διάφοροι μώλωπες και εκδορές) και γίνονται από την πτώση στο έδαφος.

Η διάρκεια κάθε φάσεως στην αλληλουχία της εγκατάλειψης ανάλογα με τον τρόπο ανοίγματος του αλεξίπτωτου φαίνεται στον πίνακα **14-1**

Κακώσεις από τη εγκατάλειψη. Το σημείο του σώματος που δέχεται την μεγαλύτερη επιβάρυνση και άρα έχει και τον μεγαλύτερο κίνδυνο κακώσεων κατά την εγκατάλειψη είναι η σπονδυλική στήλη. Μεμονωμένα οι σπόνδυλοι αλλά και τα μικρά τμήματα της σπονδυλικής στήλης είναι ικανά να αντέξουν πολύ μεγάλα φορτία που εφαρμόζονται κάθετα (90°) στο επίπεδο των μεσοσπονδύλιων δίσκων, όμως η αντοχή τους μειώνεται δραματικά όταν αλλάζει η φορά της δυνάμεως. Επίσης, στατιστικά, είναι ευκολότερο να προκληθεί κάκωση από μια δυναμική φόρτιση παρά από μια σταθερή πίεση πάνω στους σπονδύλους.

Κατά τη διάρκεια υποβοηθούμενης διαφυγής από το αεροσκάφος, η αρχική ώθηση είναι ένα δυναμικό φορτίο, το οποίο ακόμα και υπό ιδανικές συνθήκες, εφαρμόζεται υπό γωνία 13 – 15 μοιρών ως προς τον επιμήκη άξονα της σπονδυλικής στήλης. Επιπρόσθετα, το φυσικό σχήμα της σπονδυλικής στήλης

προδιαθέτει σε αξονική παρεκτόπιση από την εφαρμοζόμενη δύναμη σε περιοχές με το μεγαλύτερο κύρτωμα (τέλος θωρακικής – αρχή οσφυϊκής μοίρας).

<i>ΧΡΟΝΙΚΗ ΑΛΛΗΛΟΥΧΙΑ ΓΕΓΟΝΟΤΩΝ ΣΕ SEC</i>	<i>MODE 1</i>	<i>MODE 2 (A-10)</i>	<i>MODE 2 (F-16)</i>	<i>MODE 3</i>
1. ΕΝΑΡΞΗ ΠΥΡΟΔΟΤΗΣΗΣ	0.00	0.00	0.00	0.00
2. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΒΟΗΘΗΤΙΚΟΥ ΑΛΕΞΗΠΤΩΤΟΥ	NA	0.17	0.17	0.17
3. ΠΥΡΟΔΟΤΗΣΗ STARAC	0.18	0.18	0.18	0.18
4. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΥΡΙΟΥ ΑΛΕΞΗΠΤΩΤΟΥ	0.20	0.97	1.17	*
5. ΑΠΕΛΕΥΘΕΡΩΣΗ ΒΟΗΘΗΤΙΚΟΥ ΑΛΕΞΗΠΤΩΤΟΥ ΑΠΟ ΤΟ ΚΑΘΙΣΜΑ	NA	1.12	1.32	*
6. ΑΠΟΧΩΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΧΕΙΡΙΣΤΗ ΑΠΟ ΤΟ ΚΑΘΙΣΜΑ	0.45	1.22	1.42	*
7. ΠΛΗΡΗΣ ΑΝΕΩΣΗ ΤΟΥ ΘΟΛΟΥ ΤΟΥ ΚΥΡΙΟΥ ΑΛΕΞΗΠΤΩΤΟΥ	1.80	2.60	2.80	*
8. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ ΔΙΑΣΩΣΗΣ	5.50	6.10		*

Πίνακας 14-1. Χρονική διάρκεια κάθε σταδίου εγκατάλειψης

Οι κακώσεις του αυχένα συμβαίνουν σε ποσοστό 1 – 2% του συνόλου των εγκαταλείψεων (AGARD). Ο συχνότερος τύπος είναι το πρόσθιο συμπιεστικό κάταγμα του 5^{ου} αυχενικού σπονδύλου. Αυτού του είδους τα κατάγματα είναι σταθερά και δεν επηρεάζουν το νωτιαίο μυελό. Παρόμοια κατάγματα μπορεί να προκληθούν και στον A₆ και A₇ και σπανιότερα στον A₄. Λιγότερο συχνό είναι το «κάταγμα σα σταγόνα», που δημιουργείται όταν η υπέρκαμψη στην ΑΜΣΣ ακολουθείται από βίαιη υπερέκταση. Περιλαμβάνει πρόσθια συμπίεση του σώματος, απόσπαση τεμαχιδίου από το οπίσθιο κάτω χείλος του σώματος κατά τον εγκάρσιο άξονα και διεύρυνση των οπισθίων αρθρώσεων των σπονδύλων. Είναι ασταθές και μπορεί να προκαλέσει προσθιοπλάγιο μυελικό σύνδρομο (χαλαρή παράλυση αντίστοιχα με το ύψος, σπαστική παράλυση και απώλεια της επιπολής αισθητικότητας κάτω από το επίπεδο της βλάβης). Πιο σπάνια έχουν αναφερθεί και πιο ακραίες μορφές κακώσεων όπως εκρηκτικά κατάγματα των σωμάτων των σπονδύλων ή κάταγμα του Άτλαντα (π.χ. κάταγμα Jefferson) που συχνά συνδυάζονται με παρεκτόπιση των σπονδυλικών σωμάτων, κίνδυνο τραυματισμού του νωτιαίου μυελού και συχνά είναι θανατηφόρες.

Παρ' ότι αυτού του είδους οι κακώσεις είναι εξαιρετικά σπάνιες, θα πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψιν και να ελέγχεται ακτινολογικά η παρουσία τους. Πρόσφατα, διαπιστώθηκε ότι ένας αριθμός αυχενικών καταγμάτων συμβαίνει κατά την απότομη εφαρμογή των δυνάμεων G, ιδιαίτερα στον δεύτερο χειριστή (backseater), όταν αυτός είναι απροετοίμαστος, σε στιγμή που το κεφάλι του είναι γυρισμένο στο πλάι κατά την εγκατάλειψη.

Η περιοχή της σπονδυλικής στήλης που βρίσκεται σε μεγαλύτερο κίνδυνο κακώσεων είναι μεταξύ του Θ₁₀ και του Ο₂ σπονδύλου και επικεντρώνεται στον Θ₁₂

που δέχεται το μεγαλύτερο φορτίο ανά μονάδα επιφάνειας, λόγω του ότι εκεί συναντιούνται το κινητό και το ακίνητο τμήμα της σπονδυλικής στήλης.

Οι κακώσεις μπορούν να ταξινομηθούν σε έξι διαφορετικές κατηγορίες (King, 1984):

1. *Πρόσθια σφηνοειδή κατάγματα*
2. *Εκρηκτικά κατάγματα (burst fractures)*
3. *Εξαρθρώματα και κατάγματα – εξαρθρώματα*
4. *Κατάγματα τύπου Chance*
5. *Κακώσεις και κατάγματα από στροφικές κινήσεις*
6. *Κατάγματα από κακώσεις υπερεκτάσεως*

Από τα παραπάνω, οι πιο συχνές κακώσεις είναι τα πρόσθια σφηνοειδή κατάγματα, που συμβαίνουν λόγω της αξονικής συμπιεστικής δύναμης και της κάμψης της σπονδυλικής στήλης, εξαιτίας της γωνίας μεταξύ αυτής και του άξονα ώθησης κατά την εγκατάλειψη, που προκαλεί τη δημιουργία συνιστώσας δύναμης προς τα εμπρός. Τυπικά, κακώσεις συμβαίνουν στην περιοχή της θωρακοσφυϊκής μετάπτωσης ($\Theta_{12} - \Theta_1$) αν και ένα σημαντικό ποσοστό κακώσεων συμβαίνουν και στο μέσο θωρακικό επίπεδο. Οι περισσότεροι τραυματισμοί είναι αποτέλεσμα λανθασμένης θέσης του σώματος κατά τη στιγμή της εκτόξευσης. Μερική κάμψη της σπονδυλικής στήλης αυξάνει κατά πολύ την πιθανότητα συμπιεστικού κατάγματος της σπονδυλικής στήλης. Τα πρόσθια σφηνοειδή κατάγματα, που συμβαίνουν μετά από εγκατάλειψη, είναι συνήθως σταθερά χωρίς βλάβη των επιμήκων συνδέσμων ή συμμετοχή του νωπιαίου μυελού. Όμως, σε λιγότερο ελεγχόμενες καταστάσεις του περιβάλλοντος ενός αεροσκάφους που προσκρούει στο έδαφος ή προσθαλασσώνεται, λόγω της μεγαλύτερης ενεργειακής επιβάρυνσης των σπονδύλων είναι δυνατόν να προκληθούν εκρηκτικά κατάγματα. Τα κατάγματα αυτά, είναι ασταθή και η νευρολογική συμμετοχή τους είναι πολύ πιθανή. Με εξαίρεση τις κακώσεις από υπερέκταση, όλες οι άλλες κατηγορίες καταγμάτων που αναφέρθηκαν σχετίζονται με ποικίλους βαθμούς ακραίων θέσεων κάμψης ή / και στροφής της σπονδυλικής στήλης και συναντώνται πολύ σπάνια.

Τέλος, δεν θα πρέπει να ξεχνάμε και τις κακώσεις που προκαλούνται από το μέτωπο του ανέμου (αιμορραγίες επιπεφυκώτων), από το υψόμετρο (κακώσεις, κρουοπαγήματα), από το άνοιγμα του αλεξίπτωτου (κακώσεις της κεφαλής) και από την προσεδάφιση (κατάγματα ποδιών).

Οι διάφορες κακώσεις φαίνονται συνοπτικά στον πίνακα **14-2**.

Διάγνωση. Η αντιμετώπιση του χειριστή μετά από εγκατάλειψη είναι ένα πολύ λεπτό και δύσκολο ιατρικό εγχείρημα. Ο χειριστής μπορεί να φέρει σε οποιοδήποτε σημείο του σώματος κακώσεις, γι' αυτό και απαιτείται πλήρης και ενδεδειγμένος έλεγχος όλων των ανατομικών μορίων. Κάθε χειριστής μετά από μια επιτυχή εγκατάλειψη πρέπει να θεωρείται ότι έχει υποστεί κακώσεις στην σπονδυλική στήλη, έστω και αν δεν φέρει εξωτερικά τραύματα. Μετά από τον πρώτο έλεγχο από υγειονομικό αξιωματικό θα πρέπει να διακομίζεται στο 251 Γ.Ν.Α. Εκεί γίνεται πλήρης ακτινολογική μελέτη της σπονδυλικής στήλης και σπινθηρογράφημα των οστών με ενδοφλέβια χορήγηση Tc 99m. Δεν έχουν παρατηρηθεί παρενέργειες και η δόση ακτινοβολίας στην σπονδυλική στήλη είναι μικρότερη από 1 rad, που θεωρείται το όριο ασφαλείας για κλινικές ακτινοδιαγνωστικές δοκιμασίες. Η εξέταση στηρίζεται στο γεγονός ότι το τεχνητό προσλαμβάνεται από το ενεργά μεταβολίζον τμήμα του οστού με αποτέλεσμα να αναδεικνύονται πρόσφατα κατάγματα και οστικές νεκρώσεις. Η μελέτη με γ – camera όλου του σκελετού δείχνει ένα πρόσφατο κάταγμα ως «θερμή κηλίδα» ακόμη και εάν δεν υπάρχουν ευρήματα στην απλή ακτινογραφία.

ΧΡΟΝΟΣ	ΑΙΤΙΑ	ΚΑΚΩΣΗ – ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΣ
ΕΚΤΙΝΑΞΗ (EJECTION)	Δυνάμεις G εκτινασσόμενου καθίσματος	*Συμπιεστικά κατάγματα σπονδυλικής στήλης
	Πλήξη από το κάθισμα ή από άλλο αντικείμενο της καμπίνας	*Εκρηκτικά κατάγματα *Κατάγματα άκρου ποδός
	Πρόσκρουση με την καλύπτρα	*Σοβαροί τραυματισμοί *Τάση αυχένα *Συμπιεστικά κατάγματα σπονδυλικής στήλης
	Δυνάμεις μετώπου του ανέμου (Windblast)	*Πετέχειες, αιμορραγίες αμφιβληστροειδή και συνδέσμων
	Κάμψη κεφαλής	*Τάση αυχένα
	Χαλάζι και βροχή	*Μώλωπες, αιμορραγίες
	Γραμμική επιτάχυνση καθίσματος (Flail) Δυνάμεις επιτάχυνσης – επιβράδυνσης	*Κατάγματα *Εξαρθρώσεις άκρων *Εσωτερικές αιμορραγίες διαφόρων οργάνων *Απώλεια συνείδησης από κρανιοεγκεφαλική κάκωση *Υποσκληρίδιο αιμάτωμα
ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΑΛΕΞΙΠΤΩΤΟΥ	Shock ανοίγματος του θόλου (Parachute – opening shock)	*Κατάγματα κεφαλής *Τάση μυών *Εξάρθρωση αυχενικών σπονδύλων
	Πλήξη με τους ιμάντες του αλεξίπτωτου. (Riser – slap) – Συστροφή οργάνων	*Κατάγματα προσώπου *Μώλωπες *Εκδορές
ΚΑΘΟΔΟΣ ΑΛΕΞΙΠΤΩΤΟΥ	Εκτίναξη σε υψηλό υψόμετρο	*Κρυοπαγήματα *Υποξία
	Περιστροφή σε υψηλές ταχύτητες, στροβίλισμα, ταλαντώσεις αλεξίπτωτου	*Εντονος πόνος, σοβαρές αιμορραγίες
	Πτώση πάνω σε δέντρα	*Εκδορές *Κατάγματα
	Πτώση πάνω σε ηλεκτροφόρα καλώδια	*Ηλεκτροπληξία
ΠΡΟΣΕΛΔΑΦΙΣΗ	Πρόσκρουση με το έδαφος	*Κατάγματα άκρων *Κατάγματα σπονδυλικής στήλης
	Σύρσιμο αλεξίπτωτου	*Σοβαρά εγκαύματα τριβής *Κατάγματα
	Κάθοδος κοντά ή μέσα σε πύρινο μέτωπο (φωτιά)	*Εγκαύματα
	Μπέρδεμα αλεξίπτωτου μέσα στο νερό	*Είσοδος νερού στους πνεύμονες και στο στομάχι *Πνιγμός

Πίνακας 14-2. Κακώσεις από την εγκατάλειψη

Θεραπεία. Σε δεύτερο χρόνο, αλλά εξίσου μεγάλης σημασίας, έρχεται η ανάγκη για επαναφορά του ιπταμένου στο έργο του. Είναι σημαντικό η υγεία του πιλότου να επανέλθει στην προηγούμενη κατάσταση, ώστε να μπορεί να ανταπεξέρχεται στο περιβάλλον των υψηλών και παρατεταμένων επιταχύνσεων που χαρακτηρίζουν τα νεότερα αεροσκάφη.

Οι ελαφρές κακώσεις (εκδορές, θλαστικά τραύματα) αντιμετωπίζονται κατά την άφιξη του χειριστή στα επείγοντα. Σοβαρότερες κακώσεις με κατάγματα σπονδύλων απαιτούν εισαγωγή στο νοσοκομείο και απόλυτο κλινοστατισμό για 3 τουλάχιστον εβδομάδες. Σκοπός είναι να αποφορτιστεί η περιοχή του κατάγματος έως ότου το φλοιώδες οστόν επανακτήσει μερικώς την ισχύ του. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου και όταν ο ασθενής σταματήσει να πονά (7 – 10 μέρες), αρχίζει φυσικοθεραπεία με ασκήσεις υπερέκτασης, πρώτα στην ύπτια και μετά στην πρηνή θέση. Ακολουθεί προοδευτική κινητοποίηση, αλλά για μια περίοδο 3 μηνών, απαγορεύεται κάθε πτητική δραστηριότητα. Αν παρατηρηθεί βραδύτητα στην αποκατάσταση της μυϊκής ισχύος θα πρέπει να εξεταστεί το ενδεχόμενο για πιο δυναμική αντιμετώπιση σε κέντρα αποκατάστασης.

Αν και σε γενικές γραμμές δεν υπάρχουν ασφαλή κριτήρια για πιθανές επιπλοκές και αναπηρίες που μπορεί να ακολουθήσουν μια κάκωση στην σπονδυλική στήλη, καθώς και στην ικανότητα του χειριστή να ανταπεξέλθει στις απαιτήσεις των σύγχρονων μαχητικών και του επιβαρυμένου περιβάλλοντος που τα χαρακτηρίζει, εντούτοις η πλειονότητα των χειριστών (90%) με απλά σταθερά κατάγματα επανέρχεται σε πλήρη δραστηριότητα στο τέλος της περιόδου των 3 μηνών μετά από ορθοπεδική επανεκτίμηση.

Συμπεράσματα Ο σκοπός και η φιλοσοφία των συστημάτων υποβοηθούμενης διαφυγής είναι η σωτηρία του ανθρώπου, η διατήρηση της ζωής και η αποφυγή βλάβης. Πέρα όμως από την όποια τεχνολογική πρόοδο στους μηχανισμούς και στα συστήματα εκτίναξης, το βασικότερο ρόλο στην εξασφάλιση της σωματικής ακεραιότητας του χειριστή παίζει και πάλι ο ανθρώπινος παράγων.

Η πιο συχνή αιτία σοβαρής κάκωσης κατά την εκτίναξη είναι η αδυναμία (παράλειψη) λήψης της σωστής θέσης κατά την εγκατάλειψη. Μερικοί από τους λόγους που οι χειριστές δεν λαμβάνουν τη σωστή θέση είναι όταν το αεροσκάφος βρίσκεται εκτός ελέγχου (spin, ανάποδη πτήση, εναλλαγές θετικών – αρνητικών επιταχύνσεων), όταν προσπαθούν να κάνουν μικρές διορθωτικές κινήσεις που αποχωρίζουν το χειριστή από το κάθισμα αμέσως πριν την εγκατάλειψη και η έλλειψη χρόνου για να λάβει ο χειριστής τη σωστή θέση κατά τη διάρκεια επειγουσών καταστάσεων (πρόσκρουση, πυρκαγιά) οπότε η εγκατάλειψη είναι άμεση. Γι' αυτό είναι πολύ σημαντική η καλύτερη και ρεαλιστικότερη εκπαίδευση των χειριστών στα συστήματα διάσωσης του αεροσκάφους αλλά και σε εξομοιωτές εγκατάλειψης, για να βελτιωθούν οι αντιδράσεις και οι χειρισμοί του ιπταμένου και να εξαλειφθούν τα λάθη, ώστε να περιορισθούν οι κακώσεις και οι τραυματισμοί κατά την πραγματική εκτίναξη.

Επίσης ένα υψηλό ποσοστό κακώσεων συμβαίνει και κατά την προσεδάφιση. Άρα και η εκπαίδευση στην πτώση με αλεξίπτωτο όπως και αυτή με εξάσκηση στα άλματα από τον πύργο εκπαίδευσης είναι σημαντική για την ελάττωση του κινδύνου σοβαρής κάκωσης.

Τα συστήματα μηχανικής υποβοήθησης διαφυγής της επόμενης γενιάς αεροσκαφών θα χρησιμοποιούν ελεγχόμενα προωθητικά συστήματα, ηλεκτρονικά ελεγχόμενους περιβαλλοντολογικούς αισθητήρες, βελτιωμένους σταθεροποιητές καθίσματος, διαφορετικά και πολυπλοκότερα πρωτόκολλα επιτάχυνσης, ώστε να παρέχουν ασφαλέστερη εκτίναξη. Η συνεχιζόμενη έρευνα που σήμερα επικεντρώνεται στα διάφορα προβλήματα που έχουν σχέση με την εγκατάλειψη σε μεγάλα ύψη και υπερηχητικές ταχύτητες θα επαυξήσει μόνο τις δυνατότητες των μελλοντικών εκτινασσόμενων καθισμάτων. Η σωστή εκπαίδευση αλλά και ο ανθρώπινος παράγων θα αποτελούν και στο μέλλον τους σημαντικότερους λόγους για τη επιτυχή έκβαση μιας εγκατάλειψης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 15: ΟΡΑΣΗ ΚΑΙ ΠΤΗΣΗ

ΕΠΓΟΣ (ΥΙ) ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΚΩΤΣΑΚΟΣ

Γενικά Η σπουδαιότητα της όρασης στην πτήση εκτιμάται από το γεγονός ότι περισσότερο από το 75% των πληροφοριών κατά την πτήση προσλαμβάνονται με τα μάτια.

Ο χειριστής των σύγχρονων αεροσκαφών πρέπει να έχει άριστη οπτική οξύτητα, χρωματική αντίληψη, στερεοσκοπική όραση και νυκτερινή όραση για να επιτύχει στην αποστολή του. Ο χειριστής ενός αεροσκάφους που πετάει με 750 knots θα πρέπει να αντιληφθεί ένα άλλο αεροσκάφος τουλάχιστον από απόσταση ενός ναυτικού μιλίου προκειμένου να αποφύγει την σύγκρουση. Αυτό συμβαίνει, γιατί περνάνε 5-6 sec από την στιγμή της εντόπισης τον αεροσκάφος στον περιφερικό αμφιβληστροειδή του χειριστή μέχρι να αλλάξει την πορεία πτήσης. Ο χρόνος αυτός απαιτείται προκειμένου ο στόχος να εντοπισθεί στην ωχρά, να εστιασθεί, να πάρει την απόφαση να ενεργήσει, να ενεργήσει και το αεροσκάφος να αντιδράσει στο χειρισμό.

Στις Η.Π.Α. κάθε χρόνο 800 ιπτάμενοι κρίνονται ακατάλληλοι για λόγους υγείας εκ των οποίων 20% είναι για προβλήματα όρασης όπως γλαύκωμα, θολρότητα φακών, κερατόκωνος, κεντρική ορώδης χοριοαμφιβληστροειδοπάθεια, ιστοπλάσμωση, οπτική νευρίτιδα, ημικρανία.

Στους υποψήφιους Ικάρους τα προβλήματα όρασης (κυρίως διαθλαστικές ανωμαλίες) αποτελούν βασικό παράγοντα ακαταλληλότητας στις υγειονομικές εξετάσεις.

Επίσης για την διατήρηση σωστού προσανατολισμού η όραση αποτελεί το μοναδικό αξιόπιστο αισθητήριο αφού οι ιδιοδεκτικοί υποδοχείς και οι ημικύκλιοι σωλήνες δεν δίδουν πάντοτε τις σωστές πληροφορίες για την θέση του σώματος στο περιβάλλον.

Στοιχεία ανατομίας (εικ.15-1): Κάθε οφθαλμός βρίσκεται προστατευμένος μέσα στον οφθαλμικό κόγχο. Κάθε κόγχος είναι μία τετράπλευρη οσείνη πυραμίδα αποτελούμενη από επτά οστά: κάτω γναθιαίο, υπερώιο, μετωπιαίο, σφηνοειδές, ζυγωματικό, ηθμοειδές και δακρυϊκό.

Τα έσω τοιχώματα των κόγχων είναι παράλληλα μεταξύ τους και τα έξω σχηματίζουν γωνία 90°.

Ο κόγχος περιέχει τον βολβό, λίπος και τους εξοφθάλμιους μύες που εκφύονται (εκτός του κάτω λοξού) από ινώδη δακτύλιο στην κορυφή του κόγχου κοντά στο οπτικό νεύρο. Γι' αυτό φλεγμονή του οπτικού νεύρου προκαλεί πόνο στις κινήσεις του βολβού. Στην κορυφή του κόγχου υπάρχουν δύο τρήματα, το οπτικό τρήμα και η υπερκόγχια σχισμή.

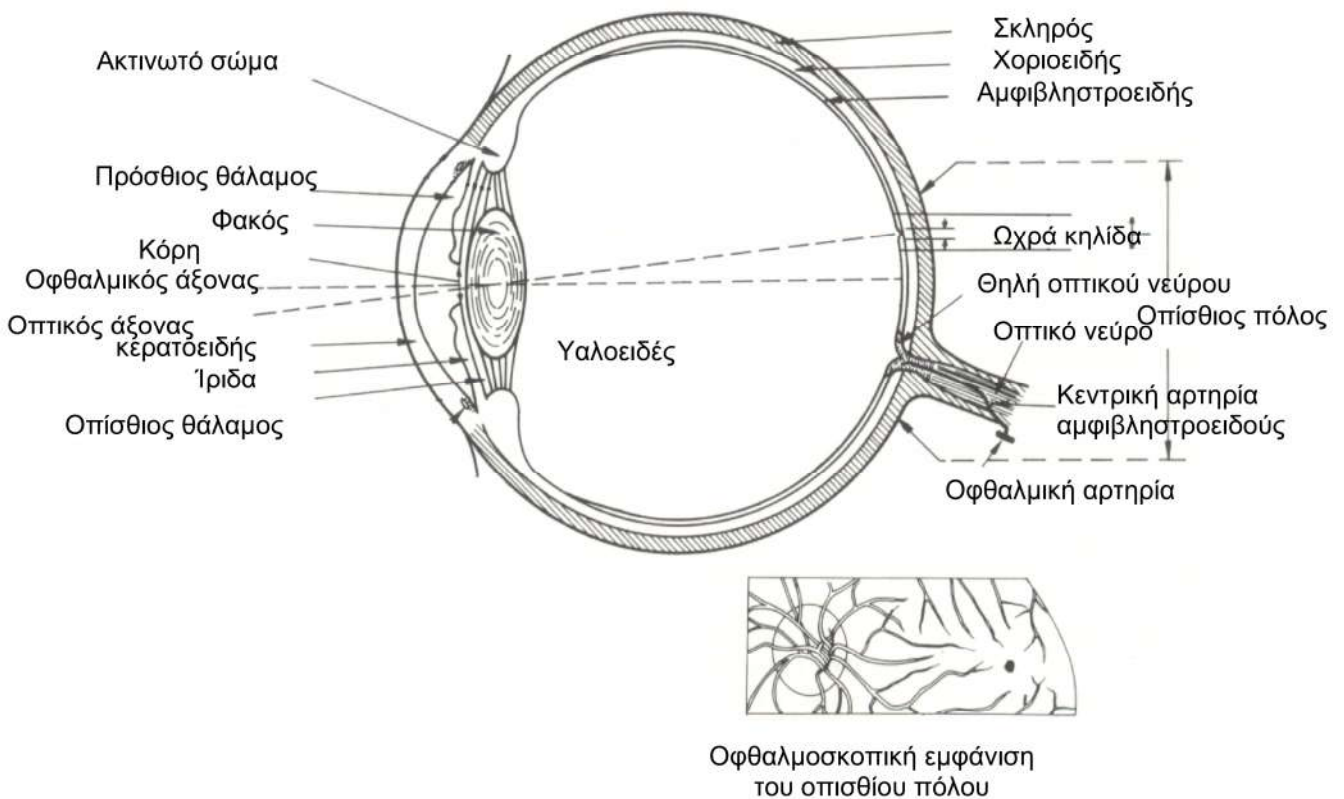
Ο βολβός είναι σχεδόν σφαιρικός διαμέτρου περίπου 2,5cm και αποτελείται από τρεις χιτώνες: τον σκληρό, τον ραγοειδή και τον αμφιβληστροειδή. Στο πρόσθιο μέρος τους οι χιτώνες είναι τροποποιημένοι για να υποδέχονται το φως.

Οι δύο εξωτερικοί χιτώνες έχουν ρόλο στηρικτικό, προστατευτικό και θρεπτικό. Ο εσωτερικός χιτώνας, ο αμφιβληστροειδής περιέχει τα φωτοευαίσθητα κωνία και ραβδία.

Το σφαιρικό σχήμα και η ακεραιότητα του οφθαλμού διατηρούνται από την εσωτερική πίεση που έχουν τα υγρά που περιέχονται σε αυτόν. Ο βολβός διαιρείται από την ίριδα και το φακό σε δύο κύρια διαμερίσματα: Ένα μεγάλο οπίσθιο που είναι γεμάτο με ένα διαυγές ζελατινοειδές υλικό που λέγεται υαλώδες σώμα και ένα μικρότερο πρόσθιο που περιέχει ένα καθαρό διαυγές υγρό, το υδατοειδές.

Ο σκληρός χιτώνας είναι ινώδης αποτελούμενος από δεσμίδες κολλαγόνου και σχεδόν δεν έχει αγγεία. Το πρόσθιο τμήμα του είναι διαφανές και καλείται κερατοειδής. Ο κερατοειδής είναι περισσότερο κυρτός από τον σκληρό χιτώνα, έτσι

το σημείο μετάπτωσης σχηματίζει μία κυκλότερη αύλακκα το σκληροκερατοειδές όριο (Limbus).



Εικόνα 15-1. Σχηματική παράσταση του οφθαλμού.

Έχει ακτίνα περίπου 7.5 mm, είναι λεπτότερος στο κέντρο (0.6 mm) παρά στην περιφέρεια (0.8 mm), είναι απόλυτα ανάγγειος και διατρέφεται από το υδατοειδές υγρό, τα δάκρυα και τα αγγεία του σκληροκερατοειδούς ορίου. Αποτελείται από 5 στοιβάδες.

Ο κερατοειδής προσφέρει στο μάτι διαθλαστική δύναμη 45 διοπτριών που μαζί με τις 15 διοπτρίες του φακού σχηματίζουν συνολικά το διαθλαστικό σύστημα του ματιού (60 διοπτρίες).

Ο μέσος χιτώνας λέγεται **ραγοειδής**. Αποτελεί τον πλούσιο σε αιμοφόρα αγγεία και χρωστική, χιτώνα του ματιού. Στο πρόσθιο μέρος σχηματίζει την ίριδα και το ακτινωτό σώμα. Το ακτινωτό σώμα αποτελείται από τον ακτινωτό μυ, ο οποίος επιτελεί την λειτουργία της προσαρμογής, χάριν της οποίας μπορούμε να βλέπουμε κοντά. Σύσπαση του ακτινωτού μύος χαλαρώνει τις ίνες του Zinn (οι οποίες συγκρατούν τον φακό από το ακτινοειδές σώμα) και έτσι ο φακός γίνεται κυρτότερος. Με τον τρόπο αυτό αυξάνει την διαθλαστική του δύναμη, πράγμα απαραίτητο για να βλέπουμε τα κοντινά αντικείμενα.

Από τις ακτινοειδείς προβολές του ακτινωτού σώματος παράγεται το υδατοειδές υγρό.

Η ίριδα είναι λεπτός κυκλικός δίσκος αποτελούμενος από δύο μύες, τον διαστολέα και το σφιγκτήρα που ελέγχουν το εισερχόμενο φως στο μάτι και ρυθμίζουν έτσι το βάθος του οπτικού πεδίου. Η ίριδα διαιρεί το πρόσθιο τμήμα του ματιού σε πρόσθιο και οπίσθιο θάλαμο.

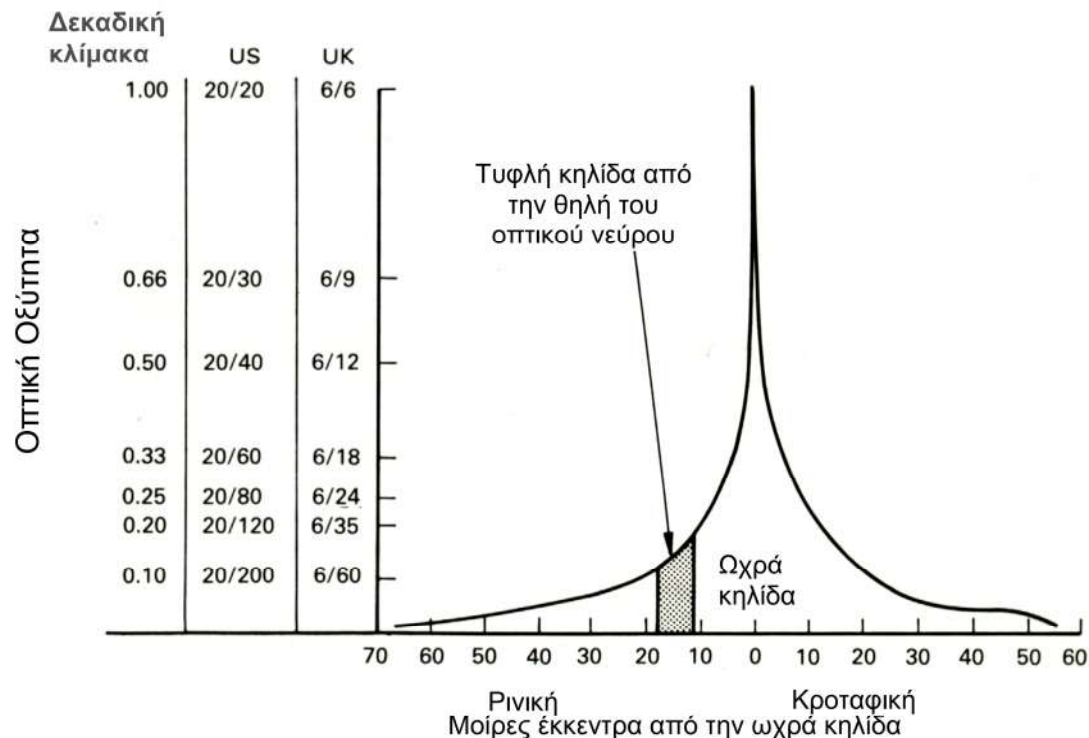
Ο **φακός** είναι ένας διαφανής ελλειψοειδής αμφίκυρτος σχηματισμός. Σε κατάσταση ηρεμίας έχει διάμετρο 9mm και πάχος 4mm και επιτελεί την λειτουργία της προσαρμογής, της οποίας η σταδιακή μείωση με την ηλικία λόγω σκλήρυνσης

του φακού συνιστά την πρεσβυωπία. Έτσι στην νεανική ηλικία η προσαρμογή έχει ισχύ 15 διοπτρίες, στην ηλικία των 40 ετών μειούται σε 6 και στην ηλικία των 60 σε 1 διοπτρία. Ο φωτισμός του πιλοτηρίου έχει μεγάλη σημασία για τους πρεσβύωπες γιατί το φως εισερχόμενο στο μάτι διαθλάται έτσι ώστε το κόκκινο χρώμα εστιάζεται πίσω από τον αμφιβληστροειδή, το μπλε μπροστά και μόνο το κίτρινο εστιάζεται πάνω σ' αυτόν. Συνεπώς ο κόκκινος φωτισμός των οργάνων πτήσης πρέπει να αποφεύγεται γιατί δυσκολεύει τους πρεσβύωπες.

Ο Αμφιβληστροειδής είναι ο εσώτατος φωτοευαίσθητος χιτώνας και αποτελείται από 10 στοιβάδες. Τα ραβδία χρησιμεύουν σε χαμηλό φωτισμό (σκοτοπική όραση) ενώ τα κωνία λειτουργούν σε μέσο και υψηλό φωτισμό (μεσοπτική και φωτοπική όραση). Το κέντρο του αμφιβληστροειδούς, η ωχρά κηλίδα, διαμέτρου 1.5 mm και ιδιαίτερα το κεντρικό βοθρίο διαμέτρου 0.3 mm είναι πλούσιο σε κωνία. Τα κωνία είναι ευαίσθητα στο έντονο φως και χρησιμεύουν για την ευκρινή όραση και την όραση των χρωμάτων. Η έγχρωμη όραση γίνεται με 3 διαφορετικές φωτοευαίσθητες χρωστικές που περιέχουν. Η μία απορροφά φως στο μπλε (440 nm), άλλη στο πράσινο (535 nm) και η άλλη στο κόκκινο (570 nm).

Τα ραβδία περιέχουν την ροδοψίνη που έχει την μεγαλύτερη φωτοευαισθησία στα 510 nm.

Στο κεντρικό βοθρίο η όραση είναι οξύτερη (20/20). Το οπτικό πεδίο της ωχράς κηλίδας αποτελεί μία μικρή κωνική περιοχή διαμέτρου 1° περίπου. Για να εκτιμήσει κανείς το μέγεθος αυτού του οπτικού πεδίου αρκεί να τοποθετήσει σε ένα τζάμι ένα κέρμα δέκα δραχμών και να σταθεί σε απόσταση 1,5 μέτρου. Η περιοχή που καλύπτεται από το νόμισμα αποτελεί το οπτικό πεδίο της ωχράς. Βέβαια μπορούμε να δούμε σε πολύ ευρύτερη έκταση, όμως η οπτική οξύτητα μειώνεται προοδευτικά. Σε οπτική γωνία 2,5° από την ωχρά η όραση είναι μόνο 20/50 (**Σχήμα 15-2**).



Εικόνα 15- 2. Διαφορά της οπτικής οξύτητας(έκφραση δεκαδική, βρετανική και U.S.A.). Η οπτική οξύτητα 5 μοίρες έκκεντρα της ωχράς είναι μόνο το ένα τέταρτο της οπτικής οξύτητας της ωχράς κηλίδας.

Αυτό σημαίνει στην πράξη ότι ένα αντικείμενο που γίνεται αντιληπτό στα 5.000 μέτρα με την ωχρά κηλίδα μπορεί να γίνει αντιληπτό μόνο στα 500 μέτρα με την

περιφερική όραση. Γι' αυτό πρέπει κανείς να γυρίζει τα μάτια του συνέχεια όταν επισκοπεί ένα πεδίο. Το συνολικό οπτικό πεδίο είναι 135° στον κάθετο άξονα (60° πάνω και 75° κάτω από τη βλεματική γραμμή) και το οριζόντιο περίπου 160° (100° κροταφικά και 60° ρινικά. Το τελευταίο εξαρτάται από την κατασκευή της ρινός).

Φυσιολογική τυφλή κηλίδα Οι νευρικές ίνες του αμφιβληστροειδούς φεύγοντας από τον βολβό σχηματίζουν το οπτικό νεύρο, του οποίου η κεφαλή (οπτική θηλή) επειδή δεν έχει ούτε κωνία ούτε ραβδία αποτελεί λειτουργικά το τυφλό σημείο (Blind spot). Στο σημείο αυτό είναι ουσιαστικά τυφλό τόσο την ημέρα όσο και την νύκτα. Σε φυσιολογικές συνθήκες διοφθάλμου όρασης δεν αποτελεί πρόβλημα γιατί είναι αδύνατο να σχηματισθεί το είδωλο ενός αντικείμενου στο τυφλό σημείο και των δύο οφθαλμών την ίδια στιγμή. Όταν όμως μέρος του οπτικού πεδίου του ενός οφθαλμού εμποδίζεται από ένα αντικείμενο (π.χ. το πλαίσιο της καλύπτρας) ένας οπτικός στόχος (π.χ. ένα άλλο αεροσκάφος) μπορεί να πέσει στο τυφλό σημείο του άλλου ματιού και να μη γίνει αντιληπτό.

Διαθλαστικές ανωμαλίες

Υπερμετρωπία

Στην υπερμετρωπία μία παράλληλη δέσμη ακτίνων εισερχόμενη στο μάτι δεν εστιάζεται στον αμφιβληστροειδή, αλλά τον συναντά πριν ακόμα σχηματίσει εστία. Έτσι κάθε σημείο ενός αντικείμενου απεικονίζεται στον αμφιβληστροειδή σαν κύκλος σύγχυσης και το αντικείμενο φαίνεται θολό.

Οφείλεται σε μικρό προσθοπίσθιο άξονα του ματιού, σε μικρή διαθλαστική δύναμη του κερατοειδούς και του φακού ή σε συνδυασμό των παραπάνω.

Η υπερμετρωπία στα πρώτα χρόνια της ζωής θεωρείται φυσιολογικό φαινόμενο. Διορθώνεται με θετικούς σφαιρικούς φακούς.

Μυωπία

Στη μυωπία μία παράλληλη δέσμη ακτινών εισερχόμενη στο μάτι δεν εστιάζεται στον αμφιβληστροειδή αλλά μπροστά από αυτόν. Έτσι οι ακτίνες αφού χιαστούν φτάνουν στον αμφιβληστροειδή αποκλίνουσες, κάθε σημείο ενός αντικείμενου απεικονίζεται στον αμφιβληστροειδή σαν κύκλος σύγχυσης και το αντικείμενο φαίνεται θολό.

Οφείλεται είτε σε μεγάλη διαθλαστική δύναμη του ματιού (Διαθλαστική μυωπία) είτε σε μεγάλο προσθοπίσθιο άξονα του ματιού (Αξονική μυωπία). Διορθώνεται με αρνητικούς σφαιρικούς φακούς.

Αστιγματισμός

Στον αστιγματισμό η διαθλαστική δύναμη του ματιού δεν είναι ίδια σε όλους τους μεσημβρινούς με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατή η συγκέντρωση των εισερχόμενων ακτίνων στο μάτι σε ένα σημείο, έτσι η όραση είναι θολή.

Οφείλεται συνήθως σε διαταραχές του σχήματος του κερατοειδούς αλλά και του φακού.

Ο αστιγματισμός δεν παρουσιάζεται σημαντικές μεταβολές κατά την διάρκεια της ζωής.

Όταν ο διαθλαστικότερος άξονας του ματιού είναι ο κάθετος, τότε ο αστιγματισμός ονομάζεται σύμφωνος με τον κανόνα, όταν είναι ο οριζόντιος ονομάζεται παρά τον κανόνα.

Στον σμαλό αστιγματισμό οι δύο μεσημβρινοί που εμφανίζουν τη μέγιστη διαφορά διαθλαστικής δύναμης είναι κάθετοι μεταξύ τους ενώ στο ανώμαλο δεν είναι κάθετοι. Ο αστιγματισμός διορθώνεται με κυλινδρικούς φακούς.

Διόρθωση διαθλαστικών ανωμαλιών Το ποσοστό των ατόμων που χρειάζονται διορθωτικά γυαλιά στην πτήση αυξάνεται συνεχώς. Στην RAF περίπου το 15% των πληρωμάτων χρειάζονται διορθωτικά γυαλιά στην πτήση.

Η χρήση μαλακών φακών επαφής στην πτήση προσκρούει κυρίως στην μειωμένη μερική πίεση οξυγόνου σε υψόμετρο. Η κύρια πηγή οξυγόνου του κερατοειδούς είναι ο αέρας. Σε υψόμετρο όμως η πτώση της μερικής πίεσης του οξυγόνου ελαττώνει την πρόσληψη οξυγόνου από τον κερατοειδή μέσω του φακού επαφής και η υποξαιμία του κερατοειδούς οδηγεί σε οίδημα με συνέπεια θολή όραση.

Ένας άλλος παράγων, η μειωμένη υγρασία καμπίνας οδηγεί σε αφυδάτωση του φακού.

Άλλο σοβαρό μειονέκτημα των φακών επαφής στην πτήση είναι ο σχηματισμός φυσαλίδων στην δακρυϊκή στοιβάδα (μεταξύ κερατοειδούς και φακού επαφής) σε ύψος 18.000 πόδια και άνω που έχει σαν αποτέλεσμα θολή όραση.

Μελέτες έδειξαν ότι επιταχύνσεις μέχρι +8G ελάχιστα επηρεάζουν την επικέντρωση του φακού επαφής που δεν έχει εφαρμοστεί σωστά.

Τύποι όρασης Ο οφθαλμός έχει την ικανότητα να λειτουργεί σε ένα μεγάλο εύρος επιπέδων φωτισμού. Ο ουδός ερεθίσματος για τον οφθαλμό κυμαίνεται από τα 10^{-5} lux μέχρι το μέγιστο όριο που είναι πάνω από τα 10^5 lux, όπου είναι εμφανής η δυσανεξία στο φως (λαμπρό ηλιακό φως σε ύψος). Στο εύρος αυτό, υπάρχουν δύο μηχανισμοί ή δύο τύποι λειτουργίας της όρασης, η σκοτοπική και φωτοπική όραση. Η φωτοπική όραση, λειτουργεί πάνω από το 1.0 lux και είναι ο επικρατέστερος μηχανισμός όρασης, γιατί με την αύξηση του φωτισμού που συμβαίνει έχουμε και την εμφάνιση των δύο πλεονεκτημάτων του τύπου της όρασης αυτής, δηλαδή, τη διάκριση των λεπτομερειών και την όραση των χρωμάτων. Γίνεται με τα κωνία. Το μεταβατικό στάδιο μεταξύ των 10^{-2} lux και 1.0 lux, είναι γνωστό ως μεσοπική όραση. Με αυτήν βλέπουμε τη χαραυγή, το σούρουπο και στο φεγγαρόφωτο όταν υπάρχει πανσέληνος. Σε αυτή λειτουργούν ταυτόχρονα η κεντρική όραση (κωνία) και η περιφερική (ραβδία).

Η σκοτοπική όραση είναι αυτή που έχουμε στο μερικό φεγγαρόφωτο και σε πολύ χαμηλό τεχνητό φως. Σε αυτό το φως δεν είναι ευαίσθητα τα κωνία, αλλά μόνο τα ραβδία. Γι' αυτό η ωχρά κηλίδα που δεν περιέχει κωνία είναι τυφλή. Αν λοιπόν κοιτάξει κανείς υπό τέτοιο φως ένα αντικείμενο για πάνω από λίγα δευτερόλεπτα αυτό εξαφανίζεται (νυκτερινή τυφλή κηλίδα).

Ένα άτομο δύναται να καθορίσει ποιο τύπο όρασης χρησιμοποιεί σημειώνοντας εάν αυτός έχει αίσθηση των χρωμάτων. Τα κωνία αντιλαμβάνονται όλα τα χρώματα. Τα ραβδία αντιλαμβάνονται τα χρώματα μόνο σαν αποχρώσεις του γκρι. Τα περισσότερα των κωνίων ευρίσκονται στην κεντρική περιοχή του αμφιβληστροειδούς, έτσι εάν αναγνωρίζονται χρώματα κατά την νύκτα, τότε υπάρχει κεντρική όραση, εάν όμως το κάθε τι εμφανίζεται στις αποχρώσεις του γκρι τότε έχουμε μόνο περιφερική ή των ραβδίων όραση.

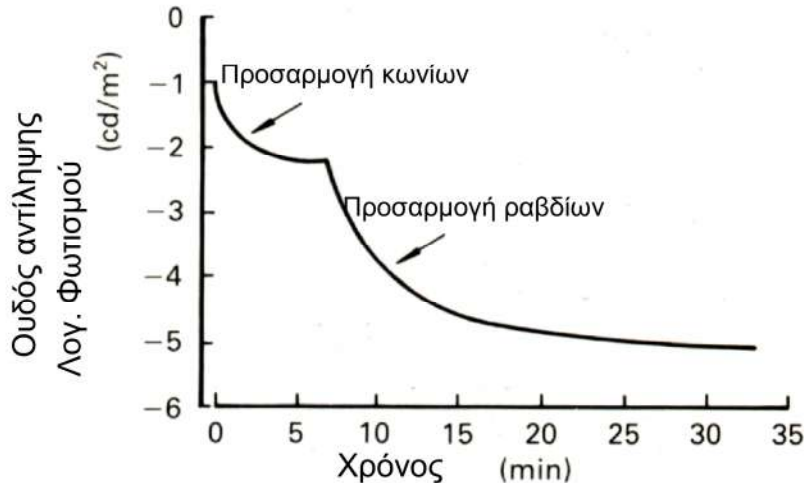
Παράγοντες που επηρεάζουν την όραση.

Προσαρμογή στο Σκοτάδι

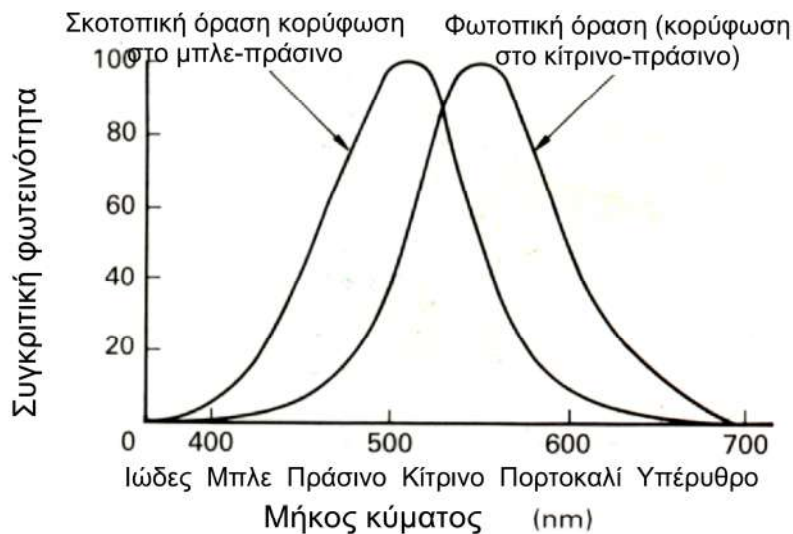
Η προσαρμογή στο σκοτάδι είναι η διαδικασία με την οποία ο οφθαλμός προσαρμόζεται για την μέγιστη ικανότητα του σε χαμηλό φωτισμό. Είναι πολύ γνωστή η εμπειρία σε όλους, όταν κάποιος εισέρχεται σε κινηματογραφική αίθουσα την ώρα της προβολής ή βγαίνει από έναν καλά φωτιζόμενο χώρο έξω στο σκοτάδι. Επειδή ο μηχανισμός της προσαρμογής είναι φωτοχημικός, ο οφθαλμός και ιδιαίτερα ο αμφιβληστροειδής, απαιτεί χρόνο για να προσαρμοσθεί σε διαφορετικές διαβαθμίσεις φωτισμού. Όταν ο αμφιβληστροειδής προσαρμόζεται από το σκοτάδι στο φως η ρύθμιση είναι ταχεία, ενώ κατά την προσαρμογή του από το φως στο σκοτάδι η ρύθμιση είναι βραδεία.

Όπως φαίνεται και από την καμπύλη της προσαρμογής στην αλλαγή του φωτισμού (**Εικ.15-3**), αφενός δεν υπάρχει μία σταθερή αύξηση της ευαισθησίας, αφετέρου η προσαρμογή λαμβάνει χώρα σε δύο φάσεις. Στην αρχική φάση, που η προσαρμογή διαρκεί 6 έως 8 λεπτά, συμβαίνει η προσαρμογή των κωνίων, δηλαδή της κεντρικής περιοχής του αμφιβληστροειδούς, αλλά αυτό το κομμάτι του αμφιβληστροειδούς είναι άχρηστο για την νυκτερινή όραση. Στη δεύτερη φάση που λαμβάνει χώρα η προσαρμογή των ραβδίων, δηλαδή η περιφερική περιοχή του αμφιβληστροειδούς η προσαρμογή στο σκοτάδι είναι βραδεία, διαρκεί περίπου 20' έως 30', αν και μία ελαχίστη προσαρμογή συνεχίζεται πάνω από μια περίοδο 2 ημερών. Συμβαίνει επίσης ότι αυτή η περιοχή δεν είναι ευαίσθητη στο σκούρο κόκκινο φως(630 nm ή μεγαλύτερο μήκος κύματος). Τέτοιος φωτισμός δεν γίνεται αντιληπτός ακόμη και σαν γκρι, έτσι προσαρμογή στο σκοτάδι συνεχίζει στη

περιφέρεια στο σκούρο κόκκινο φως, σαν να μην υπήρχε καθόλου φως. Αυτό το χαρακτηριστικό είναι επωφελές επειδή φορώντας κόκκινα γυαλιά πριν από την πτήση οι πιλότοι μπορούν να διαβάζουν ή να αναπαύονται σε ένα καλά φωτιζόμενο χώρο ενώ τα περιφερικά τμήματα του αμφιβληστροειδούς είναι προσαρμοσμένα στο σκοτάδι.



Εικόνα 15-3. Καμπύλες προσαρμογής της όρασης στο σκοτάδι. Μεταβολή της ευαισθησίας στο φως με το χρόνο παραμονής στο σκοτάδι.



Εικόνα 15-4 Ειδική ευαισθησία των οφθαλμών σε υψηλό και χαμηλό φωτισμό.

Το βράδυ για την ανάγνωση των οργάνων και την αναγνώριση των χαρακτηριστικών του εδάφους η αναγκαία όραση λειτουργεί είτε στις χαμηλότερες περιοχές της φωτοπικής ή στην περιοχή της μεσοπικής όρασης. Ένα επιπλέον χαρακτηριστικό της όρασης των κωνίων και των ραβδίων είναι η διαφορετική τους ευαισθησία στα χρώματα. Τα ραβδία είναι περισσότερο ευαίσθητα στο μπλε / πράσινο φως ενώ τα κωνία στο κίτρινο / πράσινο φως. Η διαφορετική αυτή χρωματική ευαισθησία, η οποία είναι γνωστή και ως φαινόμενο Purkinje (**Εικ.15-4**), συμβαίνει σε φωτισμούς λυκόφωτος, όταν το κόκκινο χρώμα φαίνεται ότι είναι σκούρο σκοτεινό, ενώ το μπλε, υποκειμενικά, διατηρεί την λαμπρότητά του.

Ένα αποτέλεσμα, αυτού του διπλού μηχανισμού για την αντίληψη του φωτός, ήταν και η υιοθέτηση των συστημάτων φωτισμού με κόκκινο φως για την διατήρηση της προσαρμογής στο σκοτάδι και της διατήρησης έτσι της νυκτερινής όρασης. Εσυνηθίζετο να φορούν κόκκινα προστατευτικά γυαλιά σε φωτιζόμενες αίθουσες πληρωμάτων αεροσκάφους και να χρησιμοποιείται κόκκινος φωτισμός στα cockpits, καθόσον τα ραβδία, σε αντίθεση με τα κωνία, είναι ανεπηρέαστα σε μεγαλύτερα του κόκκινου μήκη κύματος.

Η προσαρμογή στο σκοτάδι είναι μία ανεξάρτητη διαδικασία για κάθε οφθαλμό και η οποία όπως προαναφέρθηκε αναπτύσσεται βραδέως στο σκοτάδι και χάνεται ταχέως στο φως. Το ιπτάμενο προσωπικό πρέπει να είναι εξοικειωμένο με την θέση και τους ελέγχους των οργάνων και συσκευών, ώστε να μην χρειάζεται φώτα για να κάνει ρυθμίσεις κατά την διάρκεια νυκτερινών πτήσεων. Ο χειριστής θα πρέπει να αποφεύγει να στρέφει το βλέμμα του προς κάθε λαμπρή φωτεινή πηγή. Όταν χρησιμοποιείται φως κατά την νύκτα μέσα στο αεροσκάφος, όπως για την ανάγνωση οργάνων, χαρτών κ.ά., τότε αυτό θα πρέπει να είναι όσον το δυνατόν χαμηλότερης έντασης και για λιγότερο χρόνο. Το κόκκινο φως θα ήταν προτιμητέο για χρήση, πλην όμως δημιουργεί προβλήματα όπως κόπωση της προσαρμογής και μείωση της αντίληψης των χρωμάτων για το λόγο αυτό δεν είναι πλέον επιθυμητό για οπτικές δραστηριότητες μέσα στο cockpit. Εάν κάποιο άτομο που εκτίθεται σε ένα πολύ λαμπρό φως κλείσει τον ένα οφθαλμό του, τότε αυτός θα παραμείνει προσαρμοσμένος στο σκοτάδι. Η προσαρμογή στο σκοτάδι χάνεται αν το μάτι εκτεθεί στο φως για πάνω από 1 δευτερόλεπτο. Τα προειδοποιητικά φώτα των αεροσκαφών αναβοσβήνουν για διάστημα κάτω του 1 δευτερολέπτου και δεν είναι επικίνδυνα για την νυκτερινή όραση.

Η προσαρμογή στο σκοτάδι εξαρτάται επίσης και από μία κανονική, κατά την διατροφή, χορήγηση βιταμίνης Α στον οργανισμό. Έτσι μία επί μακρόν πτωχή σε βιταμίνη Α διατροφή ή κάποια νόσος που μειώνει την προμήθεια του οργανισμού με την προαναφερθείσα βιταμίνη θα επηρεάσουν δυσμενώς την νυκτερινή όραση η δε επάνοδος στο φυσιολογικό, ακόμη και με χορήγηση μεγάλων δόσεων θα πάρει μήνες. Τέλος δεν είναι ορθή και δεν συνιστάται η εξεσημασμένη και άνευ λόγου καθημερινή λήψη με βιταμίνη Α.

Νυκτερινή Όραση

Η νυκτερινή όραση είναι ένα μεγίστης σημασίας θέμα για την Αεροπορία. Είναι μία όραση τελείως διαφορετική από εκείνη της ημέρας. Ο χειριστής οφείλει να κατανοήσει τις αρχές της νυκτερινής όρασης και να κάνει πρακτική άσκηση της ιδιαίτερης χρησιμοποίησης των οφθαλμών κατά την νύκτα, προκειμένου να επιτύχει αποτελεσματική νυκτερινή όραση.

Εξαιτίας της νυκτερινής τυφλής κηλίδος, όταν ο φωτισμός είναι χαμηλός ο χειριστής δεν πρέπει να κοιτά απευθείας προς τα αντικείμενα όπως συνήθως, αλλά σχεδόν έκκεντρα του αντικειμένου. Αυτό φαίνεται μη φυσιολογικό και απαιτείται εξάσκηση για να ολοκληρώσει την τεχνική. Οι οφθαλμοί επίσης την νύκτα δεν θα πρέπει να διατηρούνται προσηλωμένοι σε κάποια θέση. Η χρήση της τεχνικής σάρωσης με περιοδικές στάσεις σε σημεία προσήλωσης είναι ότι το καλύτερο για νυκτερινή παρατήρηση. Αντικείμενα καθίστανται ορατά το βράδυ μόνο με την χρησιμοποίηση του contrast, δηλαδή συγκρίνοντας το ανοικτότερο ή το σκουρότερο αυτών, σε σχέση με το περιβάλλον. Συνήθως αεροσκάφη καθίστανται ευκολότερα ορατά εάν αυτά ευρίσκονται πάνω από τον ορίζοντα και διαγράφονται στον ουρανό. Το contrast μειώνεται από την ομίχλη, τα λερωμένα ή γρατζουνισμένα διαφανή μέσα της καλύπτρας και των προστατευτικών υάλων του χειριστή. Για τον λόγο αυτό οι διόπτρες, τα διορθωτικά γυαλιά και η καλύπτρα του σκάφους πρέπει να καθαρίζονται επιμελώς σε νυκτερινές επιχειρήσεις. Αντανάκλαση των φώτων από τα όργανα στις επιφάνειες των διαφανών μέσων που προαναφέρθηκαν μειώνουν επίσης την ικανότητα της όρασης τη νύκτα.

Ένας εμμέτρωπας ή μύωπας παρατηρητής, κάτω από συνθήκες χαμηλού φωτισμού, έχει μία τάση πρόσκαιρης εμφάνισης ή αύξησης μυωπίας αντίστοιχα. Αυτή

η μετακίνηση προς τη μυωπία θεωρείται ότι οφείλεται στην σφαιρική εκτροπή του οφθαλμού και στην ανυπαρξία ηθελημένης προσπάθειας προσαρμογής. Η μυωπία αυτή δεν διαφέρει από την γνωστή μυωπία του διαστήματος. Το μέγεθος της μυωπίας αυτής ποικίλει από άτομο σε άτομο, αλλά κατά μέσον όρον κυμαίνεται από 0.50 μέχρι 1.50 διοπτρίες, καθώς όμως αυξάνεται η μυωπία, ελαττώνεται η λειτουργική ικανότητα της όρασης.

Στέρηση οξυγόνου, κόπωση και κάπνισμα μειώνουν την ικανότητα να βλέπει κάποιος κατά την διάρκεια της νύκτας. Εφόσον είναι επιθυμητό το μέγιστο της οπτικής απόδοσης κατά την νύκτα, το οξυγόνο πρέπει να χορηγείται στον χειριστή από την στιγμή της απογείωσης. Χωρίς επιπλέον οξυγόνο η κατά μέσον όρο εκατοστιαία μείωση της ικανότητας για νυκτερινή όραση σε σχέση με το ύψος είναι:

Ύψος (πόδια)	Καπνιστές (% μείωση)	Μη καπνιστές (%μείωση)
4.000	20	0
6.000	25	5
10.000	40	20
14.000	55	35
16.000	60	40

Η κόπωση πρέπει να προλαμβάνεται κατά το μέτρο του δυνατού με ύπνο ή ανάπαυση πριν από την πτήση. Η υποξία που προκαλεί το μονοξειδίο τον άνθρακος, επηρεάζει την διάκριση της λαμπρότητας και την προσαρμογή στο σκοτάδι με τον ίδιο τρόπο της υποξίας από το ύψος. Παραδείγματος χάριν, 5% κορεσμός σε CO έχει το ίδιο αποτέλεσμα σαν να πετά κάποιος σε ύψος 3.000 μέτρα χωρίς οξυγόνο. Έτσι, το κάπνισμα τριών τσιγάρων πριν από την πτήση, μπορεί να προκαλέσει έναν κορεσμό σε CO της τάξεως τον 4%, με επίδραση στην οπτική ευαισθησία ίση με εκείνη που προκαλείται σε ύψος 2.800 μέτρα ή μία μείωση της ικανότητας νυκτερινής όρασης της τάξεως τον 15% - 18%.

Κατά την διάρκεια του 2^{ου} Παγκοσμίου Πολέμου, πάρα πολλές εργασίες και μελέτες είχαν γίνει σχετικά με τον φωτισμό του πιλοτηρίου με κόκκινο φως. Η χρήση του κόκκινου φωτός, που έχει μήκος κύματος μεγαλύτερο από τα 630 nm και που φώτιζε την καμπίνα του χειριστή ήταν επιθυμητή από άποψη της προσαρμογής στο σκοτάδι. Η επιδίωξη ήταν να διατηρηθεί η μέγιστη δυνατή ευαισθησία των κωνίων ενώ ταυτόχρονα θα επέτρεπε έναν αποτελεσματικό φωτισμό για την κεντρική όραση.

Οπωσδήποτε με την αυξημένη χρήση των ηλεκτρονικών συσκευών με διάφορα χρώματα (μεταξύ των οποίων και κόκκινο) τόσο για την ναυτιλία όσο και για την αποκάλυψη εχθρικών αεροσκαφών και στόχων, η σπουδαιότητα της οπτικής ικανότητας του χειριστού μέσα στο πιλοτήριο έχει αξιοσημείωτα αναπτυχθεί. Κατόπιν αυτού, συνιστάται ο λευκός φωτισμός χαμηλής εντάσεως, επειδή αυτός προσφέρει ένα περισσότερο φυσικό οπτικό περιβάλλον μέσα στο σκάφος χωρίς να υποβαθμίζει τα χρώματα των αντικειμένων που δεν είναι αυτόφωτα. Τα μειονεκτήματα του κατά το παρελθόν χρησιμοποιούμενου κόκκινου φωτός είναι ότι, τα σημεία των αεροπορικών χαρτών που σημειώνονται με χρώμα κόκκινο καθίστανται αόρατα όταν παρατηρούνται με κόκκινο φως. Επίσης το κόκκινο φως έχει την τάση να δημιουργεί ή να χειροτερεύει την δυσκολία της κοντινής όρασης ενός προπρεσβύωπα, πρεσβύωπα και υπερμέτρωπα πιλότου.

Ο υπεριώδης φωτισμός έχει χρησιμοποιηθεί για τον φωτισμό του πιλοτηρίου, πλην όμως έχει παρενέργεια που θορυβεί εάν αυτό αντανάκασθεί απευθείας στον οφθαλμό. Οι ακτινοβολίες αυτές προκαλούν έναν φθορισμό του κρυσταλλοειδούς φακού του οφθαλμού που δίδει στον χειριστή την αίσθηση ότι πετά μέσα σε ομίχλη. Το πρόβλημα αυτό του φθορισμού είναι δυνατόν να ξεπερασθεί κατά κάποιον τρόπο ρυθμίζοντας κατάλληλα τις υπεριώδεις λάμπες και μειώνοντας την ένταση. Στο

σημείο αυτό, θα πρέπει επίσης να προστεθεί ότι, η ακτινοβολία από αυτές τις λάμπες δεν είναι επικίνδυνη για τον οφθαλμό, ακόμη και σε υψηλές εντάσεις, επειδή η τελευταία είναι αρκετά χαμηλότερη από το όριο που επηρεάζει το επιθήλιο του κερατοειδούς.

Όπως προαναφέρθηκε, το όλο θέμα της νυκτερινής όρασης μελετήθηκε αρκετά διεξοδικά κατά την διάρκεια του 2^{ου} Παγκοσμίου πολέμου από πάρα πολλούς επιστήμονες, αλλά δεν αναπτύχθηκε κάποια απλή ικανοποιητική δοκιμασία ελέγχου της νυκτερινής όρασης. Η USAF ανέπτυξε τη Radium Plaque Night Vision Tester, η οποία είναι ένας αυτοφωτιζόμενος Landolt C στόχος, οπωσδήποτε όμως εξαιτίας του ότι περιέχει radium δεν χρησιμοποιείται σήμερα .

Σήμερα η καλύτερη δοκιμασία της νυκτερινής όρασης είναι το Dark Adaptometer των Goldman-Weekers. Η συσκευή αυτή είναι ικανή να καθορίζει την καμπύλη της προσαρμογής στο σκοτάδι με μεγάλη ακρίβεια και λεπτομέρεια. Με την συσκευή αυτή καθορίζετε ο ουδός της νυκτερινής όρασης ενός ατόμου. Η δοκιμασία αυτή δεν είναι κάτι το οποίο θα πρέπει να γίνεται στον καθένα, εξαιτίας του οι είναι αρκετά χρονοβόρα και η συσκευή είναι ακριβή γι' αυτό και την διαθέτουν μόνο Ινστιτούτα έρευνας και μεγάλες κλινικές.

Οι κανόνες που πρέπει να εφαρμόζει ο χειριστής, προκειμένου να επιτύχει την πλέον αποτελεσματική νυκτερινή όραση είναι οι παρακάτω:

- Να διατρέφεται με τροφή που θα περιέχει επαρκή βιταμίνη Α.
- Να προσαρμόζεται στο σκοτάδι πριν την απογείωση.
- Να αποφεύγει λαμπρά φώτα εντός ή εκτός του πιλοτηρίου.
- Να κοιτά τα αντικείμενα έκκεντρα, δηλαδή με γωνία 10° -15°
- Να εφαρμόζει την τεχνική της σάρωσης για την έρευνα στον ουρανό.
- Σε πολεμικές επιχειρήσεις να χρησιμοποιεί το contrast.
- Να διατηρεί καθαρά τα προστατευτικά και διορθωτικά γυαλιά καθώς και την καλύπτρα.
- Να χρησιμοποιεί οξυγόνο από το έδαφος κατά τις νυκτερινές πτήσεις.
- Να αποφεύγει την έκθεση επί μακρόν στο άπλετο ηλιακό φως κατά την διάρκεια της ημέρας, πριν από την πτήση.
- Να μη καπνίζει (αν είναι καπνιστής να διακόψει το κάπνισμα).
- Η σύγχρονη τεχνολογία μας έχει προσφέρει τις συσκευές νυκτερινής όρασης, NVDs, οι οποίες ενισχύουν την όραση στο σκοτάδι κατά πολύ πάνω από τις δυνατότητες του γυμνού οφθαλμού. Οι συσκευές αυτές της νυκτερινής όρασης, που είναι παθητικοί διόφθαλμοι ενισχυτές της εικόνας και είναι ευαίσθητοι στο φως περίπου από 400 έως 900 nm, αυξάνουν το φως του περιβάλλοντος περίπου 1.000 φορές. Για τις συσκευές αυτές θα γίνει λόγος παρακάτω.

Συσκευές Νυκτερινής Όρασης (NVDs)

Οι αρχικές συσκευές που παρείχαν «νυκτερινή όραση» ήταν οι υπέρυθρες διόπτρες σκόπευσης κατά την διάρκεια τον 2^{ου} Παγκοσμίου πολέμου. Οι συσκευές αυτές, παρ' όλους τους ποικίλους περιορισμούς και τα μειονεκτήματά τους, εξασφάλιζαν αρχικά, κατά το μάλλον ή ήττον, ικανότητα νυκτερινής απεικόνισης.

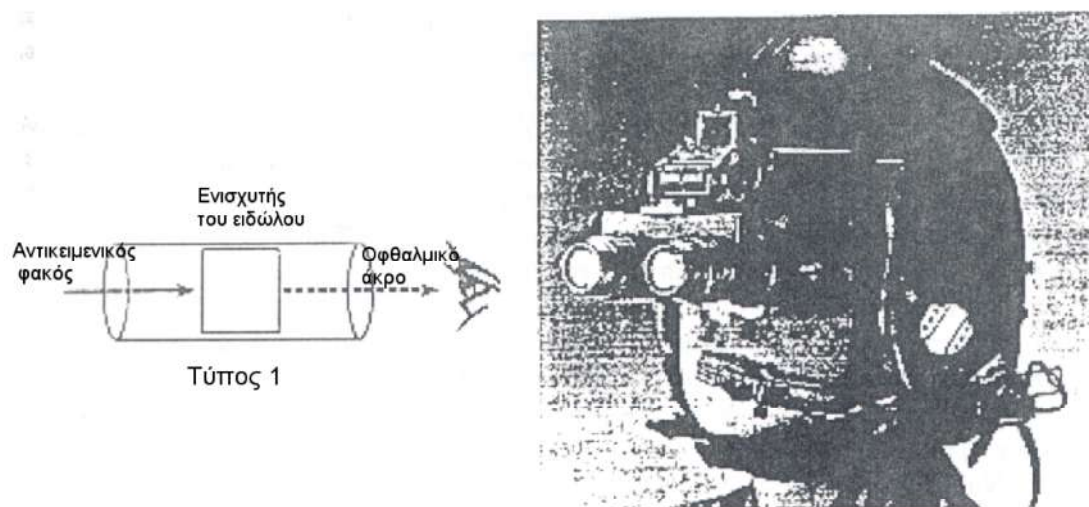
Οι Διόπτρες Νυκτερινής Όρασης, Night Vision Goggles (NVGs) πρώτης γενιάς (Gen I), συσκευές ενίσχυσης της εικόνας κατά την νύκτα, βρήκε περιορισμένη εφαρμογή αρχικά, κατά την διάρκεια τον πολέμου στο Βιετνάμ. Οι συσκευές αυτές είχαν την δυνατότητα της αύξηση της έντασης τον φωτισμού τον περιβάλλοντος και δεν υπάρχει η απαίτηση της ξεχωριστής πηγής υπέρυθρης ενέργειας. Οπωσδήποτε όμως χρειάζονται κάποιο φως για να λειτουργήσουν, όπως το φως των άστρων λόγω του μεγάλου μεγέθους και βάρους τους, δεν έχουν αποτελεσματική χρήση μέσα στο πιλοτήριο.

Στις αρχές της δεκαετίας τον 1970, διετεθήσαν οι Night Vision Goggles δεύτερης γενιάς (Gen II). Είχαν προορισμό τον στρατό ξηράς, ειδικά τους οδηγούς των φορητών και των tanks. Ήταν διόφθαλμοι, προσαρμόζοντο στο κεφάλι και ήσαν

μικρότεροι σε μέγεθος και βάρος εκείνων της Gen I. Η χρήση τους στο cockpit αναγνωρίστηκε μετά το 1975.

Η τρίτης γενιάς (Gen III) NVGs εμφανίστηκαν στις αρχές τον 1980. Για πρώτη φορά, οι διόπτρες ANVIS-6 σχεδιάστηκαν ειδικά για αεροπορική (ελικόπτερα) χρήση. Οι διόπτρες αυτές της νυκτερινής όρασης είχαν μία πλέον βελτιωμένη προσαρμογή στην κάσκα του χειριστή, παρείχαν καλύτερη ευκρίνεια και είχαν σημαντικά μεγαλύτερη ικανότητα σε χαμηλά επίπεδα φωτός από εκείνης των NVGs Gen II. Τώρα διατίθενται σε μία ποικιλία διαφόρων σχεδιασμών για διαφορετικές εφαρμογές και τύπους αεροσκαφών, αν και αρχικά οι NVGs Gen II εχρησιμοποιούντο κυρίως στα ελικόπτερα, τώρα βρίσκουν εφαρμογή σε όλους τους τύπους των πολεμικών αεροσκαφών. Οι διόπτρες αυτές αποτελούν το κύριο στήριγμα για μία σύγχρονη πολεμική αεροπορία.

Οι NVGs διακρίνονται σε δύο τύπους, Τύπος 1 και Τύπος 2. Ο Τύπος 1 (Εικ. 15-5) αντιπροσωπεύεται από την ANVIS και έχει οπτικό σχεδιασμό για απευθείας όραση.



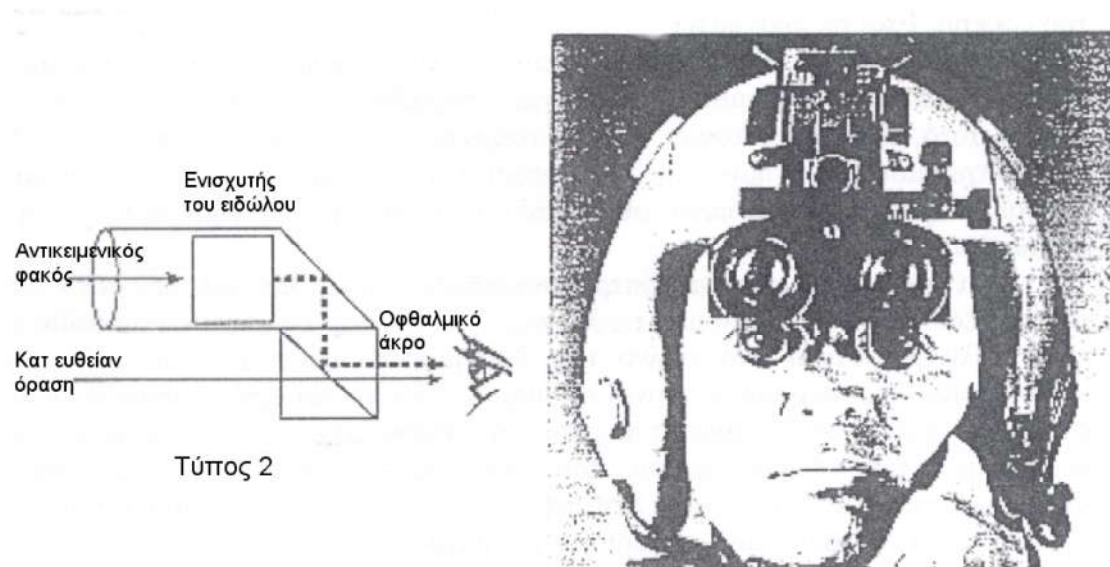
Εικόνα 15-5. Διόπτρες νυκτερινής όρασης τύπου 1

Ο σχεδιασμός του Τύπου 2 περιλαμβάνει ένα κεκαμμένο οπτικό μονοπάτι και χρησιμοποιεί για τον σκοπό αυτόν έναν σύνθετο συνδυασμό για να δίδει την εικόνα στον οφθαλμό. Αναπτύχθηκε για πολεμικά αεροσκάφη ώστε να επιτρέπει στον χειριστή να βλέπει τα όργανα του αεροσκάφους του κατ' ευθείαν, κάτω από τις διόπτρες. (Εικ. 15-6). Ο βρετανικός τύπος Cats Eyes είναι ο περισσότερο ευρέως χρησιμοποιούμενος από τα NVGs τύπο 2.

Ένα άλλο σημαντικό πλεονέκτημα του σχεδιασμού του Τύπου 2 είναι το γεγονός ότι ο σύνθετος συνδυασμός του δεν είναι μόνο σχετικά διαφανής αλλά και σημαντικά μικρότερος από τον σωλήνα της συσκευής με αποτέλεσμα να υπάρχει μικρότερη απώλεια του οπτικού πεδίου του χειριστού. Αυτό ειδικά παρέχει την δυνατότητα στο πιλότο να βλέπει με άνεση μέσα στο πιλοτήριο, στην οθόνη και στα όργανα πτήσης, γεγονός που αποτελεί απαίτηση των high speed και high performance αεροσκαφών.

Η άλλη αρχική ομάδα των συσκευών νυκτερινής απεικόνισης, Forward Looking Infrared (FLIR), εμφανίστηκε κατά την διάρκεια τον πολέμου στο Βιετνάμ και χρησιμοποιεί μια τελείως διαφορετικού τύπου τεχνολογία. Οι NVGs απεικονίζουν το ορατό φως και την εγγύς υπέρυθρη ενέργεια που ακτινοβολείται από την επιφάνεια των αντικειμένων (reflective contrast), ενώ η τεχνολογία του FLIR βασίζεται στο γεγονός ότι όλα τα αντικείμενα, θερμότερα του απόλυτου μηδενός, εκπέμπουν θερμότητα υπό την μορφή υπέρυθρης ενέργειας. Η σχέση της εκπομπής ή της ακτινοβολίας αυτής της θερμικής ενέργειας διαφέρει εξαρτώμενη από την σύσταση

του αντικειμένου. Η εικόνα του FLIR είναι απλώς μία ηλεκτρονικά αναπαραγόμενη εικόνα βασισμένη στις διαφορές της σχέσης εκπομπής της υπέρυθρης ενέργειας στο περιβάλλον από τα αντικείμενα (thermal contrast).



Εικόνα 15-6. Τύπος 2 διοπτρών νυκτερινής όρασης

Εξαιτίας του ότι NVGs και FLIR είναι ευαίσθητες σε ενέργεια, διαφορετικού μήκους κύματος (ορατό φως και εγγύς υπέρυθρο των 0,6 - 0,9 microns για τις NVGs σε αντίδιαστολή με το άπω υπέρυθρο των 8 -12 microns στη περίπτωση των FLIR) και του ότι η ατμοσφαιρική μεταβίβαση της ενέργειας ποικίλει λόγω του διαφορετικού μήκους κύματός τους, τα δύο συστήματα είναι συμπληρωματικά. Παραδείγματος χάριν οι NVGs είναι περισσότερο αποτελεσματικές στη υγρασία ενώ το FLIR είναι περισσότερο αποτελεσματικό σε καταστάσεις καπνού, άχλης ή καταχνιάς.

Αμφότερες οι συσκευές νυκτερινής όρασης, NVGs και FLIR, παρέχουν μονοχρωματικές εικόνες και σαφείς περιορισμούς στην οπτική ανάλυση και στο οπτικό πεδίο αυτών. Όλα τα παραπάνω αποτελούν σημαντικές αδυναμίες όταν συγκρίνονται με την φυσιολογική όραση κατά την διάρκεια της ημέρας. Παραδείγματος χάριν η μονοχρωματική απεικόνιση καθιστά μη δυνατή τη χρήση του χρωματικού contrast, ενός σπουδαίου στοιχείου στην αποκάλυψη και αναγνώριση του αντικειμένου. Η πλέον καλή όραση που επιτυγχάνεται με τις διόπτρες νυκτερινής όρασης είναι συνήθως γύρω στα 20/40 και αυτή σε ένα περιβάλλον φωτισμού εργαστηρίου, γεγονός που δεν επιτυγχάνεται στο περιβάλλον του πιλοτηρίου. Έτσι σε πραγματικές συνθήκες όπου οι πηγές φωτισμού του πιλοτηρίου δεν είναι οι πρέπουσες και υπάρχει η απώλεια από τα διαφανή μέρη του τελευταίου, η όραση σε επίπεδα φωτισμού αστροφεγγιάς, συνήθως περιορίζεται στα 20/80. Στο σημείο αυτό, είναι άξιοι λόγου να γίνει υπόμνηση ότι η οπτική οξύτητα των 20/40 αντιστοιχεί μόνο με το ήμισυ της καλής φυσιολογικής όρασης κατά την διάρκεια της ημέρας, πλην όμως, είναι πέντε φορές καλύτερη από την χωρίς βοήθεια όραση την νύκτα (20/200 έως 20/400).

Οι διαθέσιμες σήμερα διόπτρες νυκτερινής όρασης προσφέρουν ένα κυκλικό οπτικό πεδίο που κυμαίνεται από τις 30 έως τις 40 μοίρες. Το οπτικό αυτό πεδίο είναι κατά πολύ μικρότερο από εκείνο των 200 μοιρών οριζοντίως και 120 μοιρών καθέτως που προσφέρουν οι γυμνοί οφθαλμοί. Επίσης, εφόσον ο προσανατολισμός στο χώρο είναι μια λειτουργία κυρίως της περιφερικής όρασης, τότε ο σαφής περιορισμός του οπτικού πεδίου, που είναι αποτέλεσμα των NVGs, επηρεάζει σημαντικά την ικανότητα αυτή. Στην περίπτωση αυτή, ο πιλότος που χρησιμοποιεί NVGs, για να ξεπεράσει τον περιορισμό του οπτικού του πεδίου και κατ' επέκταση να ενισχύσει την situational awareness και τον προσανατολισμό του στον χώρο, πρέπει να κάνει

συνεχώς ένα σώμα. Η διαδικασία όμως αυτή έχει φυσιολογικό κόστος στον χειριστή γιατί του προσθέτει αυξημένο φόρτο εργασίας και σωματική κόπωση.

Το αποτέλεσμα του περιορισμού του οπτικού πεδίου στα ακίνητα FLIR συστήματα είναι ειδικά ενοχλητικό. Το σχετικά μικρό μέγεθος της εικόνας (30 X 40 μοίρες ή λιγότερο) και η ακινησία του συστήματος καταλήγουν σε ένα αποτέλεσμα, παρόμοιο με εκείνο που μπορεί να έχει κάποιος κατά την πτήση, ενώ κοιτάζει μέσα από κλειδαρότρυπα. Κατόπιν αυτού στα συστήματα FLIR η situational awareness μπορεί να επηρεασθεί αρκετά και η δυνατότητα εμφάνισης επικινδύνου απώλειας προσανατολισμού είναι αρκετά αυξημένη σε σύγκριση με μία κανονική ημέρα ή με όραση μέσω NVGs. Οπωσδήποτε όμως η προσφερόμενη situational awareness από ένα σταθερό FLIR είναι πολύ καλύτερη από εκείνη που παρέχεται από τη όραση την νύκτα, χωρίς τη βοήθεια κάποιος συσκευής νυκτερινής όρασης.

Επιχειρησιακές δυνατότητες.

Ενισχυμένη ευελιξία : Επιτρέπει την αντίδραση σε αποκρυμμένα εδάφη, καθώς και την αποφυγή εδάφους και απειλής, που δεν είναι δυνατά χωρίς τα βοηθήματα νυκτερινής όρασης. Δίνει την δυνατότητα της διενέργειας επιχειρήσεων κατά την νύκτα σχεδόν σαν εκείνη της ημέρας. Οι συσκευές νυκτερινής όρασης υπερέρχουν από την απλή και μόνο παρατήρηση τον radar.

Ενισχυμένη ναυτιλία : Ικανότητα να βλέπει το έδαφος και οπτική αναγνώριση των ορόσημων.

Αποκάλυψη στόχου και άφεση όπλων : Διαθέτει την ικανότητα να έχει οπτική επαφή με την περιοχή του στόχου και να εφαρμόζει τακτικές που άλλως δεν είναι δυνατές κατά την νύκτα.

Εντόπιση απειλής : Ικανότητα να βλέπει το περιβάλλον και να αποκαλύπτει πυροβόλα ή εκτοξευτήρες πυραύλων.

Προστασία της νυκτερινής όρασης: Οι συσκευές προστατεύουν τα μάτια από το φως των λάμπων και η εκ νέου προσαρμογή στο σκοτάδι είναι πολύ γρηγορότερη ενώ αλλιώς θα χρειαζόταν 30 λεπτά. Όμως όταν αφαιρούνται τα NVG's και ο χειριστής επιστρέφει στη νυκτερινή όραση με γυμνό οφθαλμό μπορεί να χρειασθεί 10 λεπτά για να προσαρμοσθεί στις νέες συνθήκες.

Επιχειρήσεις πολλαπλού ρόλου : Δυνατότητα να χρησιμοποιεί πολλαπλά και ανόμοια αεροσκάφη, είναι αρκούτσως αυξημένη, ενώ καθιστά δυνατές τις αποστολές συνοδείας.

Νυκτερινές air-to-air επιχειρήσεις : Ικανότητες για νυκτερινές επιχειρήσεις είναι αξιοσημείωτα εκτεταμένες και σε κάποιο βαθμό επιτρέπουν την αμοιβαία υποστήριξη.

Κεκαλυμμένες επιχειρήσεις : Οι συσκευές δεν εκπέμπουν. Επιχειρησιακοί περιορισμοί.

Μετεωρολογικές συνθήκες : Οι συσκευές νυκτερινής όρασης δεν είναι παντός καιρού.

Φωτισμός περιβάλλοντος : Η δυνατότητα των NVGs είναι περιορισμένη σε καταστάσεις χαμηλού φωτισμού. Φώτα από καλλιέργειες, πυρκαγιές, εκρήξεις και η θέση της σελήνης επηρεάζουν την χρήση ή την τακτική των NVGs.

Περιορισμός FOV και οπτικής ανάλυσης : Η αποτελεσματικότητα στην αποκάλυψη και αναγνώριση στόχων καθώς και στην άφεση των όπλων, σαφώς επηρεάζεται δυσμενώς.

Περιορισμός απογείωσης και προσγείωσης : Πιθανός κίνδυνος για τους χειριστές που φέρουν συσκευές νυκτερινής όρασης και χρησιμοποιούν το εκτινασόμενο κάθισμα.

Ανθρώπινα όρια : Με την χρήση των συσκευών νυκτερινής όρασης αυξήθηκαν οι απαιτήσεις για νυκτερινές αποστολές, αυτό είχε σαν αποτέλεσμα ότι, παρόλο που οι συσκευές αυτές ενισχύουν τις ανθρώπινες ικανότητες, οι νυκτερινές επιχειρήσεις έχουν γίνει ταυτόχρονα αρκετά απαιτητικές και σύνθετες. Πράγματι ο φόρτος εργασίας του πιλότου συχνά είναι αυξημένος παρά μειωμένος σε αποστολές με συσκευές νυκτερινής όρασης. Κατόπιν αυτού, προκειμένου να μειωθεί ο φόρτος

εργασίας μέσα στην καμπίνα του πιλότου και να βελτιωθούν οι δυνατότητές του, απαιτείται αναβάθμιση του σχεδιασμού του αισθητήρα των συσκευών και των ανθρωπίνων παραγόντων.

Μυωπία του διαστήματος (empty field myopia) Σε πτήση σε μεγάλα ύψη ή σε ομίχλη ή όταν ο ορίζοντας δεν φαίνεται και ο χειριστής δεν έχει στην διάθεση του ένα οιοδήποτε αντικείμενο έξω από το αεροσκάφος για να προσηλώσει το βλέμμα του, ο εστιασμός χαλαρώνει σε διάστημα 60 έως 80 δευτερολέπτων. Έτσι γίνεται μύωπα της τάξης των 0.50-2 διόπτρων και βλέπει στα 3 έως 10 μέτρα. Έτσι δεν πρόκειται να αντιληφθεί εάν άλλο αεροσκάφος εισέλθει στο οπτικό του πεδίο. Προς αποφυγή του φαινομένου αυτού θα πρέπει ο χειριστής να εστιάζει το βλέμμα του περιστασιακά στο πιο μακρινό σημείο που μπορεί (π.χ. άκρα πτερύγων) ώστε να πετυχαίνει προσαρμογή πριν αρχίσει να επισκοπεί τον ουρανό μπροστά του. Αυτό χρειάζεται εξάσκηση και πρέπει να γίνεται συχνά.

Διαταραχές της όρασης από τις επιταχύνσεις Στις θετικές επιταχύνσεις προκαλείται πτώση της πίεσης του αίματος στις καρωτίδες και κατά συνέπεια ελαττώνεται η αρτηριακή πίεση των αγγείων τον αμφιβληστροειδούς. Όταν αυτή η αρτηριακή πίεση γίνει μικρότερη της ενδοφθάλμιας πίεσης διαταράσσεται η όραση. Στην αρχή θαμπώνει (grey out), στην συνέχεια στενεύει το οπτικό πεδίο (tunnel vision), και τελικά χάνεται εντελώς η όραση (black out). Παρά τις διαφορές από άτομο σε άτομο μπορούμε να πούμε ότι σε επιταχύνσεις 4G προκαλείται θάμπωμα στην όραση (Grey out), σε 5G αμαύρωση (Black out) και στα 6G απώλεια συνειδήσεως, εάν φυσικά δεν υπάρχει αντί G προστασία.

Αντιθέτως στις αρνητικές επιταχύνσεις λιμνάζει το αίμα στο κεφάλι και προκαλείται το φαινόμενο της κόκκινης όρασης (Red out) λόγω συμφόρησης του αίματος στα αμφιβληστροειδικά αγγεία ή λόγω ανόδου του κάτω βλεφάρου.

Οι επιδράσεις των θετικών επιταχύνσεων στην αιμοδυναμική του αμφιβληστροειδούς εξηγούνται από το γεγονός ότι τα αγγεία του είναι τελικά με μειούμενη διάμετρο από το κέντρο προς την περιφέρεια, έτσι ισχαιμεί πρώτα η περιφέρεια (Σωληνωτή όραση).

Στερεοσκοπική όραση Στερεοσκοπική όραση ονομάζεται η ικανότητα της σχετικής κατατάξεως των αντικειμένων που βλέπουμε στον τρισδιάστατο χώρο, είναι δηλαδή η ικανότητα εκτίμησης τον βάθους.

Ένα αντικείμενο που βρίσκεται στη μέση γραμμή εμπρός από τα μάτια σχηματίζει ελαφρά ανόμοιες εικόνες στους δύο αμφιβληστροειδείς λόγω του οριζόντιου διαχωρισμού των δύο ματιών (διακορική απόσταση) οπότε το κάθε μάτι βλέπει το αντικείμενο από διαφορετική θέση. Η ταύτιση των δύο ανόμοιων εικόνων οδηγεί στην αντίληψη της τρίτης διάστασης, δηλαδή της στερεοσκοπικής όρασης.

Η στερεοσκοπική όραση είναι δυνατή μέχρι 125-200 μέτρα και υπάρχει μόνον στην διόφθαλμη όραση.

Υπάρχουν όμως μονόφθαλμα κριτήρια για την εκτίμηση του βάθους που αποκτώνται μετά από εξάσκηση από άτομα που έχουν χάσει το ένα τους μάτι (π.χ. παραλλακτική κίνηση, φωτοσκίαση).

Ηλιακή ακτινοβολία και όραση

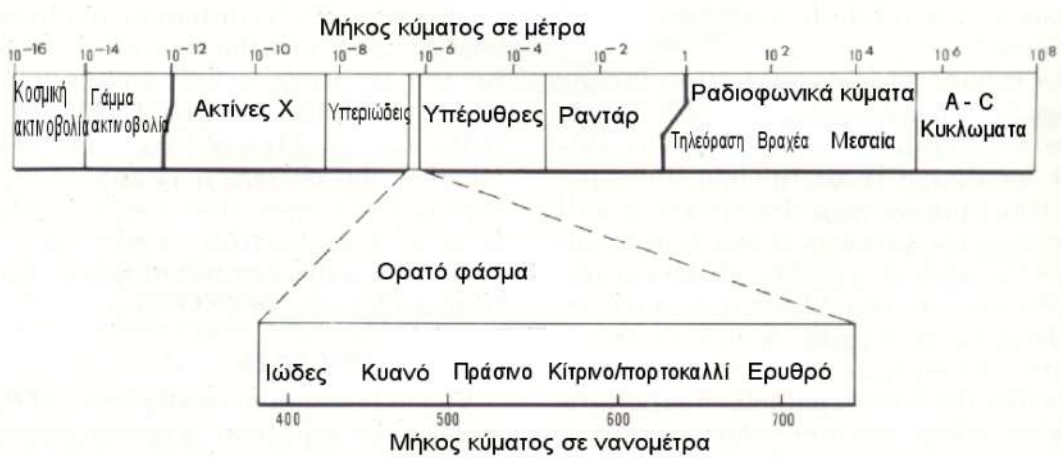
Η ηλιακή ακτινοβολία, περιλαμβάνει ένα μικρό ποσοστό του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος (**σχήμα 15-7**) από το υπεριώδες μέχρι το υπέρυθρο που διαιρείται ανάλογα με τις βιολογικές επιδράσεις ως εξής:

Υπεριώδης ακτινοβολία C που απορροφάται ευτυχώς πλήρως στην ανώτερη ατμόσφαιρα από το όζον.

Υπεριώδης ακτινοβολία B που απορροφάται μερικώς από το όζον και προκαλεί έγκαυμα στο δέρμα. Στο μάτι προκαλεί επώδυνη κερατοεπιπεφυκίτιδα και μπορεί να προκαλέσει καταρράκτη.

Υπεριώδης ακτινοβολία A που δεν απορροφάται σημαντικά από το όζον και είναι υπεύθυνη για το μαύρισμα του δέρματος. Στο μάτι είναι δυνατό να προκαλέσει καταρράκτη μετά από διάστημα πάνω από 10 χρόνια.

Ορατό φως του οποίου τα μικρότερα μήκη κύματος στο άκρο του μπλε (400-500nm) είναι πιο επικίνδυνα στον αμφιβληστροειδή, δυνάμενα να προκαλέσουν έγκαυμα στην ωχρά και ωχροπάθεια (Blue light hazard).



Εικόνα 15-7. Το φάσμα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και το ορατό φως

Υπέρυθρος ακτινοβολία που απορροφάται από το φακό και τον κερατοειδή και ένα μικρό μέρος της φθάνει στον αμφιβληστροειδή ώστε πρακτικά ο κίνδυνος βλάβης στο μάτι να είναι μικρός.

Υπέρυθρος ακτινοβολία B και C που προκαλούν το αίσθημα θερμού και απορροφώνται κυρίως από τον κερατοειδή και το δέρμα.

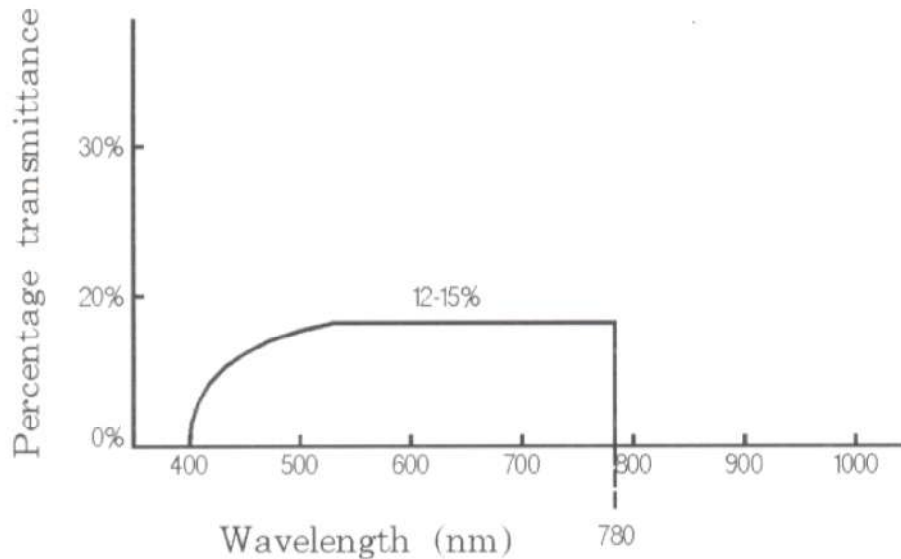
Προστατευτικά γυαλιά κάσκας (Visor) (εικ. 15-8)

Αυτά προστατεύουν όχι μόνο από το θάμπωμα που προκαλεί το δυνατό φως (π.χ. των αντανάκλασεων) αλλά και γενικά προφυλάσσει τα μάτια και το πρόσωπο από τραύματα (θραύσματα καλύπτρας, πουλιά, έκρηξη).



Εικόνα 15-8. Προστατευτικά γυαλιά κάσκας (Visor).

Συνίσταται από ουδέτερο φίλτρο, ανθεκτικό, που δεν επηρεάζει την οπτική οξύτητα ούτε την χρωματική αντίληψη. Η φωτεινή τους διαπερατότητα κυμαίνεται μεταξύ 10-15% και η διαπερατότητα της υπεριώδους Α (315-400nm) δεν υπερβαίνει το 1%. Η διαπερατότητα στο ορατό φάσμα (500-780nm) είναι επίπεδη ώστε να μην παραβλάπτεται η χρωματική αντίληψη (**Σχήμα 15-9**).



Σχήμα 15-9. Σχεδιάγραμμα φάσματος ενός "ιδανικού" φίλτρου της ηλιακής ακτινοβολίας.

Προστασία από Σύγκρουση με Πουλιά

Ο κίνδυνος από σύγκρουση με πουλιά είναι πάντα πιθανός κατά την διάρκεια της πτήσης ημέρα και νύκτα, συνήθως σε χαμηλά ύψη (500 ft). Ουσιώδη προστασία παρέχουν τα προστατευτικά γυαλιά κάσκας.

Προστασία από την Πίεση του Αέρα κατά την διάρκεια Εγκατάλειψης

Κατά την διάρκεια εγκατάλειψης με μεγάλη ταχύτητα το κεφάλι εκτίθεται σε πολύ υψηλές αεροδυναμικές δυνάμεις. Επίσης η πίεση του αέρα μπορεί να προκαλέσει βλάβες στο πρόσωπο και στους οφθαλμούς. Είναι σημαντική η προφύλαξη από όλους αυτούς τους κινδύνους με την εξασφάλιση ότι το κράνος, τα προστατευτικά γυαλιά κάσκας και η μάσκα είναι στέρεα συνδεδεμένα και στη θέση τους.

Συσκευές Θρυμματισμού Καλύπτρας

Οι συσκευές θρυμματισμού καλύπτρας κατά την διάρκεια της εγκατάλειψης ενέχουν τον κίνδυνο να προκαλέσουν βλάβες με τα θραύσματα στο πρόσωπο και τους οφθαλμούς και σε αυτή την περίπτωση τα προστατευτικά γυαλιά κάσκας παρέχουν μεγάλη προστασία.

Προστασία από Laser

Τα Laser είναι συσκευές που παράγουν ακτίνες με μονοχρωματικό φως σε ένα ή περισσότερα μήκη κύματος, υψηλή κατευθυντικότητα και ομοαξονικότητα. Στην αεροπορία χρησιμοποιούνται συγκεκριμένα μήκη κύματος για την ανεύρεση απόστασης και ένδειξη στόχου. Ο κίνδυνος προκύπτει όταν η ακτίνα προσβάλει υπό ορισμένες συνθήκες τον ανθρώπινο οφθαλμό ή αισθητήρα του αεροσκάφους. Η μέχρι σήμερα καλύτερη προστασία είναι η μεγάλη απόσταση. Διάφοροι μέθοδοι και μέτρα προστασίας μέχρι σήμερα δεν έχουν αποδώσει κάποιο ασφαλές αποτέλεσμα.

Προστασία από Λάμψη Πυρηνικής Έκρηξης

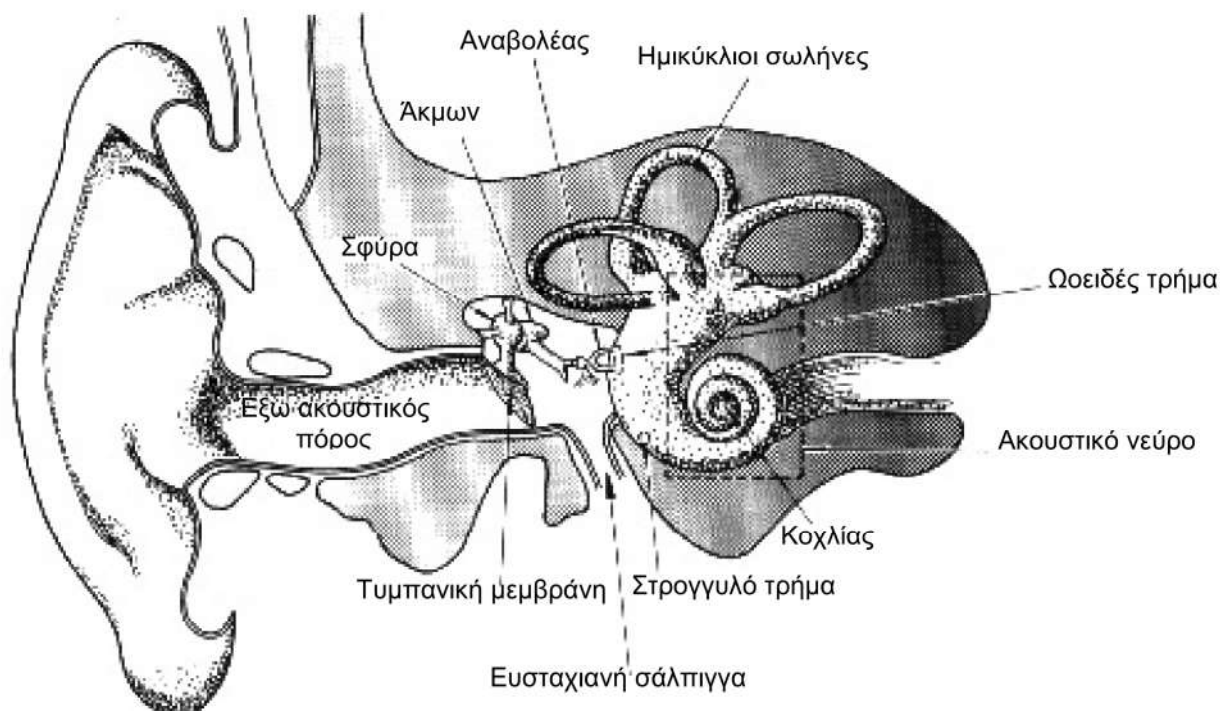
Το φωτεινό μανιτάρι μιας πυρηνικής έκρηξης είναι ικανό να προκαλέσει τύφλωση άμεση ή έμμεση καθώς και έγκαυμα αμφιβληστροειδούς. Κατά την διάρκεια

την ημέρας όπου η κόρη του οφθαλμού είναι μικρότερη τα εγκαύματα είναι λιγότερα απ' ότι την νύκτα. Η καλύτερη μέχρι σήμερα λύση είναι η αποφυγή του βλέμματος προς το μέρος της πυρηνικής έκρηξης ή η χρήση αδιαφανών Visors για το συγκεκριμένο χρονικό διάστημα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 16: ΑΚΟΗ

ΣΜΧΟΣ (ΥΙ) ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΣ ΚΕΧΑΓΙΑΔΑΚΗΣ

Ανατομία και φυσιολογία του ωτός και του λαβυρίνθου (εικ.16-1) Το αυτί αποτελείται από 3 μέρη: το έξω, το μέσο και το έσω. Από αυτά το έσω είναι το πλέον σύνθετο και το κυρίως όργανο της ακοής και της ισορροπίας, τα δε άλλα δύο είναι εξαρτήματα της κύριας ακουστικής μοίρας του ωτός.



Εικόνα 16-1
Διάγραμμα του Ωτός

Το έξω ους (αυτί) αποτελείται από το πτερύγιο, τον έξω ακουστικό πόρο και τον τυμπανικό υμένα. Ο έξω ακουστικός πόρος είναι ένας σωλήνας μήκους 2,5 χιλιοστών περίπου, του οποίου το έξω στόμιο ευρίσκεται στην κοιλότητα της κόγχης του πτερυγίου, το δε έσω στόμιο αποφράσσεται από την τυμπανική μεμβράνη.

Η τυμπανική μεμβράνη ευρίσκεται στο όριο μεταξύ έξω και μέσου ωτός. Η τυμπανική μεμβράνη συνέχεται με τη σφύρα που είναι το πρώτο από τα τρία οστά της ακουστικής αλυσού. Αυτή η ακουστική αλυσος των οσταρίων αποτελείται από τα οστά σφύρα, άκμων, αναβολέας και καταλήγει με τον αναβολέα στην ωοειδή θυρίδα του κοχλίας όπου είναι κι η αρχή του έσω ωτός. Τα τρία οστά μαζί με την τυμπανική μεμβράνη αποτελούν ένα μοχλό ενίσχυσης της εντάσεως του ήχου, τον οποίο ήχο μεταφέρουν ως κινητική ενέργεια μέχρι την ωοειδή θυρίδα του κοχλίας. Το μέσον ους (μέσο αυτί) είναι μια κλειστή κοιλότητα με συγκεκριμένη ποσότητα αέρα μέσα της, η οποία επικοινωνεί με τον έξω χώρο μέσω ενός σωλήνα ο οποίος λέγεται ευσταχιανή σάλπιγγα. Η ευσταχιανή σάλπιγγα μήκους 2,5 εκ. καταλήγει στον φάρυγγα. Με αυτόν τον σωλήνα γίνεται κατορθωτή η εξισορρόπηση των πιέσεων του αέρα της κοιλότητας του μέσου ωτός με τον αέρα του περιβάλλοντος. Οποιαδήποτε δυσλειτουργία της ευσταχιανής σάλπιγγας καταλήγει να γίνεται δυσλειτουργία του

μέσου ωτός με συνέπεια την δημιουργία διαφόρων παθολογικών καταστάσεων τόσο κατά την πτήση όσο κι εκτός πτήσης (αερωτίτις, εκκριτική ωτίτις κ.λ.π.)

Το έσω ους (έσω αυτί) αποτελείται από το νευρικό τμήμα του αυτιού που είναι ο λαβύρινθος. Ο λαβύρινθος χωρίζεται σε δύο τμήματα που είναι ο πρόσθιος λαβύρινθος ή κοχλίας (λόγω του σχήματός του) κι ο οπίσθιος λαβύρινθος ή ιδίως λαβύρινθος. Ο κοχλίας που έχει 2,5 ελικώσεις έχει ως λειτουργία την σύλληψη των ηχητικών κυμάτων και την μετατροπή της ληφθείσας ηχητικής ενέργειας σε ηλεκτρική. Ο οπίσθιος λαβύρινθος σχετίζεται με την αντίληψη της αίσθησης της ισορροπίας αλλά και της αίσθησης της επιταχύνσεως. Ο λαβύρινθος, πρόσθιος κι οπίσθιος, έχει μέσα του ένα υγρό που καλείται λέμφος. Η λέμφος όταν κινούμαστε κάνει κινήσεις από αντιτυπία λόγω αδράνειας. Αυτές οι κινήσεις της λέμφου εντός του οπισθίου λαβυρίνθου δίνουν την αίσθηση της επιτάχυνσης και κυρίως της γωνιακής επιτάχυνσης.

Άλλα σημαντικά ανατομικά στοιχεία του λαβυρίνθου είναι ότι αυτός είναι οστέινος αλλά εντός αυτού υπάρχει κι υμενώδες εκμαγείο του λαβυρίνθου, το οποίο «κολυμπά» κι επιπλέει εσωτερικά του οστέινου λαβυρίνθου. Επίσης ο οπίσθιος λαβύρινθος έχει τρεις ημικύκλιους σωλήνες (πρόσθιο κάθετο, οπίσθιο κάθετο κι οριζόντιο). Αυτοί οι τρεις ημικύκλιοι σωλήνες ορίζουν τρία επίπεδα που είναι κάθετα μεταξύ τους και προσομοιάζουν με τα τρία επίπεδα του χώρου. Έτσι με την κίνηση εξ αντιτυπίας της λέμφου μέσα στους τρεις ημικύκλιους σωλήνες δίνεται καλύτερα η αντίληψη του χώρου, της κίνησης και της επιταχύνσεως. Ο δεξιός πρόσθιος κι οπίσθιος λαβύρινθος κι ο αριστερός πρόσθιος κι οπίσθιος λαβύρινθος ως προς την κατασκευή ο ένας είναι αντίστροφος του άλλου κι έχουν μεταξύ τους τη σχέση ειδώλου καθρέφτη προς αντικείμενο. Επειδή οι κινήσεις στο χώρο δε γίνονται προς ένα συγκεκριμένο άξονα, συνήθως, αλλά είναι σύνθετες, είναι φανερό ότι και τα ερεθίσματα που λαμβάνονται από τον οπίσθιο λαβύρινθο είναι σύνθετα κι έχουν σχέση με τη συντεταγμένη των δυνάμεων που εξασκείται επί των διαφόρων ημικυκλίων σωλήνων. Δηλαδή κατά την οριζόντια κίνηση ερεθίζονται περισσότερο οι οριζόντιοι ημικύκλιοι σωλήνες κι αναλόγως στις διάφορες κινήσεις οι πρόσθιοι κάθετοι ή οι οπίσθιοι κάθετοι ημικύκλιοι σωλήνες. Λέμφος φυσικά υπάρχει κι εντός του κοχλίας. Αυτή η λέμφος τίθεται σε κίνηση με το σύστημα των τριών οσταρίων (σφύρα-άκμων-αναβολέας). Αυτή η κίνηση δημιουργεί ερέθισμα στις διάφορες περιοχές του κοχλίας εσωτερικά με συνέπεια τη σύλληψη των ηχητικών ερεθισμάτων ως ηλεκτρική ενέργεια.

Άλλο σημαντικό στοιχείο στην ανατομία του λαβυρίνθου και μάλιστα του οπισθίου λαβυρίνθου είναι η ύπαρξη δύο κυστιδίων σ' αυτόν, του σφαιρικού και του ελλειπτικού κυστιδίου. Αυτά τα κυστίδια μέσα τους έχουν πλην της λέμφου και κόκκους ανθρακικού ασβεστίου που καλείται ωτοκονία. Η ωτοκονία λόγω του βάρους της επικάθεται του κάτω τοιχώματος των κυστιδίων. Με αυτόν τον τρόπο επιτελείται η λειτουργία της αίσθησης της στάσης της κεφαλής. Οποιαδήποτε, δηλαδή, μετακίνηση της στάσης της κεφαλής συμβαίνει, αυτή γίνεται αντιληπτή με τη μεταβολή της θέσης της ωτοκονίας στα κυστίδια σφαιρικό κι ελλειπτικό.

Ίλιγγος Οι δύο οπίσθιοι λαβύρινθοι δεξιός κι αριστερός πρέπει να έχουν την ίδια ευαισθησία στη λήψη των ερεθισμάτων κίνησης του σώματος. Δηλαδή, σε οποιαδήποτε κίνηση του σώματος, πρέπει να ερεθίζονται παρόμοια κι οι δύο. Σε άλλη περίπτωση και μια απλή κίνηση της κεφαλής μπορεί να έχει ως συνέπεια τη δημιουργία αίσθησης περιστροφής διότι τα ερεθίσματα από τη δεξιά πλευρά θα είναι διάφορα των ερεθισμάτων της αριστερής πλευράς. Η ψευδής αίσθηση περιστροφής ή αλλιώς ίλιγγος είναι πολύ δυσάρεστο αίσθημα και συνοδεύεται από πολλά φυτικά ενοχλήματα, δηλαδή αντανάκλαστικά εκ του φυτικού νευρικού συστήματος. Αυτά τα ενοχλήματα είναι ναυτία, εφίδρωση, χωρότητα δέρματος, ταχυκαρδία με νηματοειδή σφυγμό και σε βαρύτερες καταστάσεις απώλεια ούρων και κοπράνων κι απώλεια συνείδησης.

Ο ίλιγγος όμως είναι ένα ιδιαίτερα πολύπλοκο αίσθημα, για το οποίο μπορεί να ευθύνονται κι άλλες αιτίες εκτός από τη δυσλειτουργία του λαβυρίνθου. Τέτοιες αιτίες είναι οι σύνθετες και μη αναμενόμενες απότομες κινήσεις στο χώρο και η σύγκρουση των παρεχομένων οπτικών ή άλλων πληροφοριών για την κίνηση, με τις πληροφορίες που δεχόμαστε από το λαβύρινθο π.χ.εάν τα μάτια μας πληροφορούν ότι κινούμαστε (π.χ. προσομοίωση κίνησης περιβάλλοντος) ενώ ο λαβύρινθος δεν συμφωνεί μας δημιουργείται αίσθημα ίλιγγου. Εάν η κίνηση που μας συμβαίνει είναι διαφορετική από αυτή που περιμένουμε, μας δημιουργείται αίσθημα ίλιγγου. Έτσι εξηγείται και το ότι ο συνοδηγός του αυτοκινήτου ζαλίζεται περισσότερο από τον οδηγό διότι δε γνωρίζει πως θα κινηθεί το όχημα. Το ίδιο συμβαίνει και με το συγκυβερνήτη του α/φους σε σχέση με τον κυβερνήτη.

Όταν γίνει φανερή και ξεκάθαρη η κίνηση στο χώρο και δεν περιέχονται αλληλοσυγκρουόμενες πληροφορίες, τότε ελαττώνεται και το αίσθημα ίλιγγου. Χαρακτηριστικό τέτοιο παράδειγμα είναι η κινήτωση (ναυτία) των ναυτικών ταξιδιών. Σ' αυτή την περίπτωση το αίσθημα ναυτίας ελαττώνεται όταν ο ταξιδιώτης του πλοίου είναι στο κατάστρωμα και βλέπει τη θάλασσα κι αυξάνεται όταν ο ταξιδιώτης είναι στο αμπάρι του πλοίου και δεν τη βλέπει. (οι λαβυρινθικές παραισθήσεις έπονται σε άλλο κεφάλαιο).

Επιπτώσεις του θορύβου Θόρυβος καλείται ο ανεπιθύμητος ήχος. Η μακροχρόνια έκθεση του ανθρώπου αλλά και των περισσότερων εκπροσώπων του ζωικού βασιλείου στον θόρυβο συνοδεύεται από τη δημιουργία παθολογικών καταστάσεων, που είναι ανάλογα με το επίπεδο του θορύβου, το χρόνο έκθεσης σ' αυτόν αλλά και το είδος και τη ψυχοβιολογική ιδιοσυγκρασία του οργανισμού (ανθρώπου ή ζώου).

Τα βλαπτικά αποτελέσματα της έκθεσης σε έντονο και παρατεταμένο θόρυβο καλύπτουν μεγάλο φάσμα παθολογικών συμπτωμάτων που έχουν σχέση με διάφορα συστήματα του οργανισμού, όπως το πεπτικό, κυκλοφορικό, αναπνευστικό, διότι όλα αυτά επηρεάζονται από το νευρικό σύστημα στο οποίο άμεσα επιδρά ο θόρυβος. Μερικά από αυτά τα συμπτώματα είναι η αύξηση της αρτηριακής πίεσης, η δυσπεψία, η δύσπνοια, η ανησυχία, η αδυναμία συγκέντρωσης κι οπωσδήποτε η πτώση της ακοής στην οποία και θα αναφερθούμε ιδιαίτερα. Ας σημειωθεί ότι σε πειραματικό επίπεδο έχει παρατηρηθεί ότι εκτός από τις παραπάνω αναφερόμενες εκδηλώσεις του φυτικού νευρικού συστήματος (υπέρταση, δυσπεψία, εφίδρωση κ.λ.π.) πειραματόζωα παρουσίασαν μετά από έκθεση σε έντονο και παρατεταμένο θόρυβο και τάσεις αυτοκτονίας ως αποτέλεσμα έντονων νευροψυχιατρικών αντιδράσεων.

Η επίδραση του θορύβου επί της ακοής εξαρτάται από την ένταση και την διάρκεια αυτού, αλλά κι από την ηλικία του ατόμου, από τη συνυπάρχουσα ή όχι νόσο των ωτών, το περιβάλλον, την απόσταση από την πηγή του θορύβου και τη θέση των ωτών σε σχέση μ' αυτήν.

Η επανειλημμένη επίδραση θορύβου υψηλής έντασης και μικρής διάρκειας, προκαλεί μικρότερη απώλεια της ακοής από την παρατεταμένη επίδραση του ίδιου θορύβου. Εάν π.χ. ο θόρυβος γίνεται ακουστός επί ένα λεπτό και παύσει να ακούγεται επί ένα λεπτό κι αυτό επαναλαμβάνεται, η απώλεια της ακοής είναι ακριβώς η μισή εκείνης την οποία θα προκαλούσε ο ίδιος θόρυβος εάν ακουγόταν συνεχώς. Από αυτό συμπεραίνεται ότι αν επιτρέπονται στους εργαζόμενους περιοδικά διαλείμματα ησυχίας κατά τη διάρκεια μιας εργάσιμης ημέρας, οι βλάβες της ακοής θα είναι λιγότερες.

Όσον αφορά στο κατά πόσο διάφορες βλάβες των ωτών συντελούν στην ταχύτερη εγκατάσταση βαρηκοΐας από θόρυβο πρέπει να επισημανθούν τα εξής : Υπάρχουν βλάβες που συντελούν στην ταχύτερη, πράγματι, εγκατάσταση της βαρηκοΐας από θόρυβο. Αυτές οι βλάβες έχουν σχέση με προϋπάρχουσα νευροαισθητήρια βαρηκοΐα, δηλαδή βαρηκοΐα που έχει σχέση με την αντίληψη του ηχητικού ερεθίσματος στο νευρικό τμήμα του ωτός στο λαβύρινθο όπου γίνεται η

σύλληψη των ηχητικών ερεθισμάτων. Αντίθετα βλάβες των ωτών που έχουν σχέση με το σύστημα που μεταφέρει τους ήχους στο λαβύρινθο, δηλαδή με το σύστημα αγωγής του ήχου, δεν επιταχύνουν τη βαρηκοΐα από θόρυβο. Αντίθετα μάλιστα επειδή το σύστημα αγωγής του ήχου δε μπορεί να μεταφέρει εύκολα τους ήχους προς το λαβύρινθο και το ακουστικό νεύρο, προστατεύουν ως κάποιο βαθμό από τη βαρηκοΐα εκ θορύβου. Παθήσεις που σχετίζονται με το σύστημα αγωγής του ήχου είναι η διάτρηση της τυμπανικής μεμβράνης, η για διάφορους λόγους καταστροφή της αλύσου των τριών οσταρίων (σφύρα-άκμων-αναβολέας), η ωτοσκληρύωση (κατά την οποία υφίστανται αγκύλωση τα τρία οστάρια από εναπόθεση αλάτων ασβεστίου) κ.λ.π.

Άτομα που εκτίθενται σε εκρήξεις ή πυροβολισμούς ή εργάζονται σε βιομηχανίες όπου απαιτείται ειδικός προσανατολισμός της κεφαλής για την εκτέλεση ορισμένων έργων, υφίστανται μεγαλύτερη επίδραση του θορύβου στο ένα ουσ, με αποτέλεσμα μεγαλύτερη απώλεια της ακοής σ' αυτό. Η επίδραση του θορύβου μειώνεται κατά το τετράγωνο της αποστάσεως από την πηγή του. Ιδιαίτερο ρόλο για την ενίσχυση ή απόσβεση του θορύβου παίζει εάν οι επιφάνειες του περιβάλλοντος είναι λείες ή τραχείς με προεξοχές (οι λείες επιφάνειες αντανακλούν και πολλαπλασιάζουν το θόρυβο) ή είναι μαλακές με ανώμαλη επιφάνεια (σπογγώδη) οπότε ελαχιστοποιούνται οι αντανακλάσεις. Άλλος παράγων για την επίδραση του θορύβου στην ακοή είναι η γωνία την οποία σχηματίζουν τα ηχητικά κύματα με την τυμπανική μεμβράνη. Αν τα ηχητικά κύματα πέφτουν κάθετα στο τύμπανο (ορθή γωνία) τότε έχουμε τη μέγιστη επίδραση του ήχου.

Οι αλλοιώσεις του οργάνου του Corti, που υπάρχει στον κοχλία, δηλαδή στον πρόσθιο λαβύρινθο, από την έκθεση σε δυνατό θόρυβο δυνατόν να είναι προσωρινές αλλά δυνατόν να είναι και μόνιμες. Αυτό εξαρτάται, πάλι, από τη διάρκεια επίδρασης του θορύβου, την έντασή του, τη συχνότητα των ήχων που περιλαμβάνει αλλά κι από την ιδιοσυγκρασία του οργανισμού. Όσον αφορά στην προσωρινή και στη μόνιμη απώλεια ακοής διάφοροι ερευνητές κατέληξαν στα ακόλουθα συμπεράσματα :

Κατόπιν έκθεσης επί μία εργάσιμη ημέρα σε στάθμη θορύβου 100 decibel η επακολουθούσα προσωρινή μετακίνηση του ουδού (κατωφλιού) ακοής ποικίλλει από 0-40db.

Η έκθεση του ωτός σε τυπικό βιομηχανικό θόρυβο προκαλεί τη μέγιστη προσωρινή βαρηκοΐα ή αλλιώς αύξηση του ουδού ακοής στις συχνότητες 4.000 έως 6.000 Hertz.

Το μέγιστο της προσωρινής μετακίνησης του ουδού ακοής παρατηρείται κατά τη διάρκεια των δύο πρώτων ωρών της έκθεσης στο θόρυβο.

Αποκατάσταση του ουδού παρατηρείται κυρίως εντός των πρώτων δύο ωρών από του τέλους της έκθεσης στο θόρυβο.

Το πρώιμο στάδιο μιας βαρηκοΐας εκ θορύβου χαρακτηρίζεται από ένα βύθισμα στην ακοομετρική καμπύλη στις συχνότητες 3.000 έως 6.000 Hertz. Το σύμπτωμα το οποίο αναφέρει ο παθών είναι απώλεια της ακοής κι έντονες εμβοές. Αυτές οι εμβοές αντιστοιχούν ακριβώς στις συχνότητες ήχου 3.000-6.000 Hertz κι είναι ανάλογες της πτώσης της ακοής. Δυνατόν το σύμπτωμα να είναι μόνο εμβοές κι όχι αίσθηση απώλειας ακοής όταν το πρόβλημα εμφανίζεται μόνο στο ένα αυτί (ετερόπλευρα).

Προς αποφυγή της βαρηκοΐας από θόρυβο πρέπει να λαμβάνονται τα εξής μέτρα :

Να αναλύεται η έκθεση στο θόρυβο, να καθορίζεται το επίπεδο έντασης, το είδος κι ο χρόνος επίδρασης του θορύβου.

Να ελέγχεται η έκθεση στο θόρυβο. Αυτό μπορεί να γίνει είτε με έλεγχο του θορύβου του περιβάλλοντος και περιορισμού του, είτε δια της προσωπικής προστασίας του κάθε ατόμου. Ο έλεγχος του θορύβου στην πηγή του αποτελεί τον στόχο που επιδιώκουν όλοι οι κατασκευαστές μηχανών. Όσον αφορά την προσωπική προστασία αυτή μπορεί να γίνει:

α. Με ωτασπίδες. Αυτές είναι κατασκευασμένες από σιλικόνη ή από πλαστικό ή άλλο υλικό. Προφυλάσσουν κυρίως από ήχους υψηλής συχνότητας και μειώνουν το επίπεδο θορύβου που επιδρά στ' αυτιά κατά 10-20 db.

β. Με καλύπτρες ώτων (ηχομονωτικές κάψες). Προφυλάσσουν κυρίως από ήχους χαμηλών συχνοτήτων. Ελαττώνουν στο αυτί την ένταση του θορύβου μέχρι 20db και είναι κατάλληλες και για προστασία εκρήξεων, όπου συνυπάρχει ωτικό κύμα και ήχοι χαμηλής συχνότητας.

γ. Ηχομονωτικό κράνος το οποίο αποτελεί συνδυασμό κράνους και ηχομονωτικών καψών. Επιτυγχάνει την μεγαλύτερη παθητική προστασία σε ποικιλία συχνοτήτων ήχου από τον θόρυβο και χρησιμοποιείται κυρίως από τους χειριστές κατευθυνομένων βλημάτων, πυραύλων τους πυροβολητές καθώς και από τους χειριστές-πιλότους της Π.Α.

Ας σημειωθεί ότι είναι δυνατό να γίνει συνδυασμός προστασίας στην χρήση των καλυπτρών και των ωτασπίδων, καθώς και των ωτασπίδων με τα κράνη για καλύτερα αποτελέσματα.

δ. Ενεργητική μείωση του θορύβου (active noise reduction). Γίνεται με παραγωγή ηχητικών κυμάτων ίσων και αντιθέτων με διαφορά φάσεως (180°) με αυτά του προς ελάττωση ήχου. Απαιτεί υψηλή τεχνολογία και ακόμη δεν έχει ευρεία εφαρμογή, όμως είναι μία υποσχόμενη μέθοδος.

ε. Με διαλείμματα κατά την αναγκαστική παρουσία μας σε θόρυβο, εφ' όσον αυτό είναι δυνατόν. Τα διαλείμματα αυτά είναι δυνατόν να είναι διάρκειας 1-5 λεπτών για έκθεση σε υψηλό θόρυβο περίπου 5-20 λεπτά ή και περισσότερο, αναλόγως τις περιπτώσεις. Δυνατόν και ένα λεπτό διαλείμματος ησυχίας ανά 30 λεπτών θορύβου να προστατεύει από μόνιμη μεγάλη βαρηκοΐα.

ζ. Αποφυγή του καπνίσματος το οποίο συντελεί και αυτό στην αύξηση της νευροαισθητήριας βαρηκοΐας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 17: ΔΟΝΗΣΕΙΣ

ΣΜΧΟΣ (ΥΙ) ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΣ ΚΕΧΑΓΙΑΔΑΚΗΣ

Γενικά Αφού περιγράψαμε σε προηγούμενο κεφάλαιο τα αποτελέσματα από την έκθεση σε υψηλούς σε ένταση και παρατεταμένους σε διάρκεια ήχους, θ' αναφερθούμε τώρα στα αποτελέσματα της έκθεσης σε δονήσεις, αλλά και τις πηγές από τις οποίες αυτές προέρχονται.

Δόνηση είναι κάθε μορφή κίνησης που μεταβάλλει συνεχώς διεύθυνση.

Κάθε μηχανή σε λειτουργία παράγει δονήσεις, μέρος των οποίων μεταδίδονται μέσω του αέρα και γίνονται αντιληπτές ως ήχος. Οι δονήσεις μεταφέρονται στο ανθρώπινο σώμα μετά από άμεση επαφή ή μέσω ενός ή πολλών μεταβιβαστών αυτών, στερεών, υγρών ή αερίων. Μέρος της ενέργειας των δονήσεων απορροφάται από τον συνδετικό ιστό του σώματος. Στη συνέχεια με την σύσπαση των μυϊκών ιστών και την τροποποίηση της στάσης του σώματος, επιτυγχάνεται η όσο το δυνατόν λιγότερη μεταφορά δονήσεων στο κεφάλι, όπου οι δονήσεις είναι περισσότερο επώδυνες και επηρεάζουν την οπτική οξύτητα.

Όπως προαναφέρθηκε κάθε μηχανή είναι πηγή δονήσεων. Το περιβάλλον της πτήσης ιδιαίτερα είναι γεμάτο από δονήσεις. Σ' αυτό συντελούν πρώτον οι δυνατοί κινητήρες των πτητικών μηχανών, δεύτερο ο περιορισμένος και κλειστός (κλωβός) χώρος αυτών και τρίτο το ότι βρίσκονται στον αέρα που δρα μονωτικά ως προς την εκτόνωση της ενέργειας των δονήσεων. Σημαντικές πηγές δονήσεων κατά την πτήση είναι οι αναταράξεις του αεροσκάφους, τα ελικόπτερα και τα αεροσκάφη σε χαμηλές πτήσεις. Στην επιβάρυνση, επίσης, με δονήσεις της πτήσης συντελούν το μεγάλο φορτίο των πτερύγων, το μεγάλο μήκος της ατράκτου και η κακή αεροδυναμική ενός σκάφους.

Για την μέτρηση των δονήσεων υπάρχει ειδικό όργανο τα επιταχυνσιόμετρο (Accelerometer). Το όργανο αυτό μπορεί να κρατηθεί (δαγκωμένο) στα δόντια και να μετρήσει τις δονήσεις της κεφαλής.

Δονήσεις στα Ελικόπτερα Το ελικόπτερο η πτητική μηχανή που το φαινόμενο των δονήσεων είναι ιδιαίτερα έντονο. Σ' αυτό οι δονήσεις γίνονται σ' όλους τους άξονες αλλά κυρίως στον κατακόρυφο. Στην ένταση των δονήσεων παίζουν ρόλο η ένταση περιστροφής του στροφείου και οι συνθήκες πτήσης.

Βιολογικά αποτελέσματα των δονήσεων.

Καρδιοαναπνευστικό σύστημα. Δονήσεις είναι δυνατόν να προκαλέσουν ταχύτερο σφυγμό (ταχυσφυγμία). Έντονες δονήσεις μπορούν επίσης να προκαλέσουν παροδικές καρδιακές αρρυθμίες. Στο αναπνευστικό οι δονήσεις μπορούν να προκαλέσουν υπεραερισμό. Αυτό είναι μία κατάσταση επακόλουθος της υπέρπνοιας της αύξησης του όγκου του αναπνεόμενου αέρα ανά λεπτό. Αποτέλεσμα αυτών είναι η αναπνευστική αλκάλωση (ελάτπωση του PCO₂ του αίματος) η οποία προκαλεί ζάλη, ναυτία και λιποθυμική τάση. Μετά από διάλειμμα 20 λεπτών σε προηγούμενη έκθεση σε δονήσεις ελικοπτέρου CHINOOK δύο ωρών, το PCO₂ επανέρχεται σε φυσιολογικά επίπεδα.

Οπτική οξύτητα. Λόγω των δονήσεων δυσκολεύεται ο σαφής εστιασμός και η διατήρηση της εικόνας ενός αντικειμένου επί του αμφιβληστροειδούς χιτώνος του οφθαλμού (περιοχή όπου σχηματίζεται η εικόνα). Για την παρακολούθηση του αντικειμένου συμμετέχουν δύο αντανακλαστικά, το οφθαλμοαίθουσαίο και το αντανακλαστικό παρακολούθησης.

Το πρώτο αντανακλαστικό συνδέει τους ημικύκλιους σωλήνες με τους οφθαλμικούς μυς και μεταβάλλει τις κινήσεις των οφθαλμών ανάλογα με τις κινήσεις της κεφαλής.

Το αντανακλαστικό της παρακολούθησης προκαλεί οφθαλμικές κινήσεις ώστε το είδωλο του αντικειμένου που κινείται να παραμείνει σταθερό στον αμφιβληστροειδή. Όταν οι δονήσεις είναι έντονες τα δύο αυτά αντανακλαστικά ανεπαρκούν και η οπτική οξύτητα μειώνεται.

Μυοσκελετικό σύστημα. Οι δονήσεις προκαλούν διαταραχές στους ιδιοδεκτικούς υποδοχείς με αποτέλεσμα σφάλματα προσανατολισμού στον χώρο. Οι ιδιοδεκτικοί υποδοχείς είναι στοιχεία του νευρικού ιστού όπως αλλού έχουμε αναφέρει, τα οποία σχετίζονται με την εν τω βάθει αισθητικότητα των μυών και των αρθρικών επιφανειών του σώματος και βοηθούν πολύ στην αίσθηση του χώρου, της στάσης και της κίνησης του σώματος.

Παραδείγματα σφαλμάτων προσανατολισμού στον χώρο συνέπεια των δονήσεων αναφέραμε δύο: Πρώτο παράδειγμα η δόνηση του αχιλλείου τένοντα σε όρθιο άτομο δημιουργεί αίσθηση επιμήκυνσης του μυός της γαστροκνημίας και πρόσθια κάμψη του σώματος. Αποτέλεσμα αυτού είναι το άτομο να κινείται προς τα πίσω προσπαθώντας να διατηρήσει την όρθια θέση του.

Δεύτερο παράδειγμα δόνησης στον αυχένα προκαλούν παραίσθηση πρόσθιας κάμψης της κεφαλής. Μόλις σταματά η δόνηση δημιουργείται αντίθετη παραίσθηση.

Στην σπονδυλική στήλη δονήσεις γύρω στα 4Hz προκαλούν προσθοπίστια και περιστροφική κίνηση των οσφυϊκών σπονδύλων, ώστε η οσφυαλγία να είναι συχνό ενόχλημα στους χειριστές ελικοπτέρων.

Πρόκληση αεροναυτίας. Αν και η αεροναυτία αναφέρεται σε άλλο κεφάλαιο του εγχειριδίου, κρίνεται απαραίτητο να αναφερθεί ότι και οι δονήσεις όλου του σώματος ιδιαίτερα χαμηλής συχνότητας (περί τα 0,2 Hz), μπορεί να προκαλέσει αυτό το σύμπτωμα. Αυτό δεν έχει σχέση με τον άμεσο μηχανικό ερέθισμα του στομάχου, αλλά γίνεται λόγω εσωτερικής σωματικής αντήχησης.

Προστασία από τις δονήσεις. Οι επιδράσεις των δονήσεων στο ανθρώπινο σώμα μπορούν να μειωθούν με τρεις τρόπους:

α. Με μείωση των δονήσεων από την πηγή τους, που είναι και ο πλέον αποτελεσματικός τρόπος και στον οποίο στοχεύει η σύγχρονη τεχνολογία.

β. Με τροποποίηση της οδού μετάδοσης της δόνησης.

Αυτή επιτυγχάνεται με μονώσεις διαφόρων ειδών και χρήση διαφορετικών ειδών υλικών σε διάφορα σημεία. Έτσι παρεμποδίζεται το όλο σύστημα να έχει την ίδια ιδιοσυχνότητα ταλάντωσης που είναι η σημαντικότερη αιτία των δονήσεων.

Άλλος τρόπος μετατροπής των δονήσεων είναι η μόνωση των καθισμάτων. Επίσης ο πλέον τεχνολογικά εξελιγμένος τρόπος περιορισμού των δονήσεων, αλλά όχι και ο πλέον αποτελεσματικός είναι της χρήσης δυναμικών αποσβεστήρων που τοποθετούνται στο πάτωμα του πιλοτηρίου. Οι δυναμικοί αποσβεστήρες παράγουν και οι ίδιοι δονήσεις εφ' όσον δονηθούν, δονήσεις διαφορετικές και από τις προσλαμβανόμενες με σκοπό να τις εξουδετερώσουν. Το μειονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι δρα σε μικρό εύρος συχνοτήτων.

γ. Με μεταβολή των δυναμικών ιδιοτήτων του ανθρώπινου σώματος. Εφ' όσον το ανθρώπινο σώμα είναι γυμνασμένο και καλυμμένο με δυναμικούς ιστούς (μυς) που έχουν την δυνατότητα σύσπασης προστατεύεται καλύτερα από τις δονήσεις και κυρίως προστατεύεται το κεφάλι.

Σημασία των δονήσεων στις αεροδιακομιδές. Στις αεροδιακομιδές τραυματιών πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψη η βλαβερή επίδραση των δονήσεων. Ο πόνος π.χ. των καταγμάτων αλλά και άλλων περιπτώσεων επιδεινώνεται με τις δονήσεις (κυρίως των ελικοπτέρων) και γι' αυτό πρέπει να καλύπτεται με καλή αναλγητική θεραπεία. Επίσης οι κραδασμοί που δέχονται οι τραυματίες στο πάτωμα του αεροσκάφους, ιδίως στο κεφάλι, είναι πολύ περισσότερες από έναν καθισμένο. Προστατευτικά πρέπει να τοποθετούνται αναρτήρες στα φορεία καθώς επίσης και στρώματα αέρος για να σβήνουν τις δονήσεις.

Επίλογος για τις δονήσεις. Οι δονήσεις είναι ένα κεφάλαιο στα προβλήματα των καταπονήσεων του προσωπικού στην Αεροπορία και στην βιομηχανία που ερευνάται τα τελευταία χρόνια χωρίς να έχει ολοκληρωθεί ακόμη αυτή η έρευνα. Ένα όμως είναι σίγουρο: οι βλαπτικές επιδράσεις επεκτείνονται σε όλα τα συστήματα του οργανισμού και το μέγεθός τους έχει σχέση με την ένταση και την διάρκεια των δονήσεων αλλά και την σωματική κατάσταση και ενημέρωση του προσωπικού. Οι δυσμενείς επιπτώσεις τους μπορούν να ελαχιστοποιηθούν εφ' όσον τις λάβουμε υπ' όψη μας και ενεργήσουμε καταλλήλως.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 18: ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΠΩΛΕΙΑ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ

ΤΑΞΧΟΣ (ΥΙ) ΗΛΙΑΣ ΧΕΙΜΩΝΑΣ, ΣΜΧΟΣ (ΥΙ) ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΣ ΚΕΧΑΓΙΑΔΑΚΗΣ,
ΕΠΓΟΣ (ΥΙ) ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΚΩΤΣΑΚΟΣ, ΥΠΣΓΟΣ (ΥΙ) ΙΩΑΝΝΗΝΗΣ ΜΑΡΚΟΥ.

Ορισμός : Με τον όρο «απώλεια προσανατολισμού» περιγράφονται μια ποικιλία περιστατικών που συμβαίνουν στην πτήση και στα οποία ο χειριστής δεν έχει τη σωστή αίσθηση της θέσης, της κίνησης και της φοράς του αεροσκάφους του ή του σώματος του μέσα στις συντεταγμένες της επιφάνειας της γης και της κατακόρυφου της βαρύτητας. Μολονότι στον ορισμό αυτό περιλαμβάνονται και περιπτώσεις λάθους στις γεωγραφικές συντεταγμένες του αεροσκάφους η «γεωγραφική απώλεια προσανατολισμού» δεν θα περιγραφεί στο κεφάλαιο αυτό αφού είναι θέμα αεροναυτιλίας και όχι θέμα λάθους ερμηνείας των ειδικών αισθήσεων.

Ο προσανατολισμός στο χώρο και ο γεωγραφικός προσανατολισμός είναι στοιχεία της ευρύτερης, συνολικής αντίληψης, κατανόησης και εκτίμησης της τακτικής κατάστασης της πτήσης που περιγράφεται με τον όρο «επίγνωση της τακτικής κατάστασης - situational awareness». Η απώλεια προσανατολισμού συνεπώς δεν ταυτίζεται με τη μη επίγνωση της κατάστασης μολονότι και τα δύο μπορούν να οδηγήσουν σε αεροπορικό ατύχημα και γι'αυτό έχει δημιουργηθεί μια σύγχυση ανάμεσα στις δύο έννοιες. Μη επίγνωση της κατάστασης μπορεί να συμβαίνει για πολλούς και διάφορους λόγους χωρίς ο χειριστής να έχει απώλεια προσανατολισμού.

Σε μερικά βιβλία χρησιμοποιείται ο όρος «vertigo» ως συνώνυμο της απώλειας προσανατολισμού. Αυτό όμως δεν είναι σωστό γιατί vertigo σημαίνει ίλιγγος και ο ίλιγγος είναι ψευδής αίσθηση περιστροφής του ατόμου ή του περιβάλλοντος. Ένας χειριστής με ίλιγγο μπορεί να έχει απώλεια προσανατολισμού δεν έχει πάντα ίλιγγο.

Συχνότητα : Σχεδόν όλα τα πληρώματα αεροσκαφών έχουν εμπειρία κάποιας εσφαλμένης αίσθησης της φοράς και της κίνησης του αεροσκάφους ή μη αντίληψη της μεταβολής της πορείας και της θέσης του αεροσκάφους τους που τους συνέβη στη διάρκεια της καριέρας τους. Αυτό είναι φυσιολογικό φαινόμενο επειδή οφείλεται στους περιορισμούς των αισθητηρίων οργάνων του ανθρώπου. Τα όργανα αυτά (οφθαλμοί, ώτα και μηχανοϋποδοχείς) είναι προσαρμοσμένα στη γήινη ζωή με σταθερή βαρύτητα 1 g και αντιλαμβάνονται τέλεια τις κινήσεις μικρής ταχύτητας και επιτάχυνσης μικρής διάρκειας, αυτές που είναι ικανό το ανθρώπινο σώμα να πετυχαίνει με τις δυνάμεις του. Έτσι ο άνθρωπος αντιλαμβάνεται τη θέση και τη στάση του σώματος του όταν στέκεται, κάθεται ή βαδίζει στο έδαφος ακόμη και με κλειστά μάτια ακόμη και στο σκοτάδι. Στον αέρα όμως κατά την πτήση ο χειριστής υπόκειται σε κινητικά ερεθίσματα τέτοιας φοράς έντασης, διάρκειας και συχνότητας που ξεπερνούν τα όρια των αισθητηρίων οργάνων του.

Οι πληροφορίες για τη συχνότητα απώλειας προσανατολισμού προέρχονται από ανώνυμα ερωτηματολόγια που συμπλήρωσαν οι χειριστές αεροποριών διάφορων χωρών. Μολονότι η συχνότητα διαφέρει, ανάλογα με την αντίληψη που έχουν οι ιπτάμενοι για την απώλεια προσανατολισμού και τις συνθήκες της πτήσεως που εκτελούν, περίπου το 60%-90% των ερωτηθέντων απάντησαν ότι είχαν μία ή περισσότερες φορές κάποια λανθασμένη αίσθηση της θέσης τους στη διάρκεια της σταδιοδρομίας τους.

Επιχειρησιακή σημασία: Το σπουδαιότερο επακόλουθο της απώλειας προσανατολισμού είναι το αεροπορικό ατύχημα. Εάν η διακυβέρνηση του αεροσκάφους στηριχθεί στην λανθασμένη αντίληψη του χειριστή για τη θέση του είναι

εύλογο ότι το αεροσκάφος θα προσκρούσει στο έδαφος. Ευτυχώς μικρό μόνο ποσοστό από τις περιπτώσεις απώλειας προσανατολισμού οδηγεί σε ατύχημα, αν και κάθε χρόνο συμβαίνουν, κάποια αεροσκάφη συγκρούονται στο έδαφος από απώλεια προσανατολισμού. Τα περισσότερα ατυχήματα από αυτή την αιτία γίνονται σε συνθήκες κακής ορατότητας (Instrument Meteorological Conditions, IMC) αν και έχουν συμβεί και ατυχήματα υπό καλές συνθήκες ορατότητας (Visual Meteorological Conditions, VMC).

Η απώλεια προσανατολισμού μπορεί να διακριθεί σε δύο τύπους : τον τύπο I στον οποίο ο χειριστής δεν γνωρίζει ότι βρίσκεται σε απώλεια προσανατολισμού και τον τύπο II στον οποίο ο χειριστής αντιλαμβάνεται ότι έχει πρόβλημα στον προσανατολισμό του, αδυνατεί όμως να κατανοήσει τη σωστή θέση που βρίσκεται. Στις περιπτώσεις αυτές υπάρχει δυσαρμονία σε αυτό που ο χειριστής αισθάνεται και σε αυτό που τα όργανα του αεροσκάφους δείχνουν. Αυτονόητο είναι ότι ο τύπος I είναι ο περισσότερο επικίνδυνος για ατυχήματα. Αντίθετα ο τύπος II σπάνια οδηγεί σε ατύχημα γιατί ο χειριστής ακολουθεί την ένδειξη των οργάνων και γρήγορα η δυσαρμονία λύνεται. Σπάνια ο τύπος αυτός μπορεί να οδηγήσει σε αγχώδη κατάσταση τον χειριστή και είτε μόνος του είτε σε συνδυασμό με άλλους δυσχερείς παράγοντες της πτήσης μπορεί να οδηγήσει σε ατύχημα.

Μηχανισμός προσανατολισμού στο έδαφος και στην πτήση : Η ικανότητα του ανθρώπου να αντιλαμβάνεται τον προσανατολισμό του στο τρισδιάστατο περιβάλλον στηρίζεται στην επίκτητη ικανότητα να ερμηνεύει τις συνεχώς εισερχόμενες πληροφορίες από τα αρμόδια αισθητήρια όργανα του σώματος του. Τα όργανα αυτά είναι οι οφθαλμοί, τα έσω ώτα και οι μηχανοϋποδοχείς.

Οι οφθαλμοί, αν και είναι όργανα μιας αίσθησης, έχουν δύο τύπους όρασης: την εστιακή και την περιβαλλοντική. Η εστιακή είναι εκείνη με την οποία αναγνωρίζουμε τα αντικείμενα και χαρακτηρίζεται από λεπτομέρειες. Με αυτήν προσανατολίζεται ο χειριστής όταν πετάει με όργανα. Η περιβαλλοντική είναι αυτή με την οποία προσανατολιζόμαστε στην καθημερινή μας ζωή, συνήθως χωρίς να συνειδητοποιούμε τα αντικείμενα που βλέπουμε. Δεν περιλαμβάνει λεπτομέρειες και δεν επηρεάζεται από τη φωτεινότητα ή την οπτική ποιότητα των αντικειμένων. Με αυτήν προσανατολίζεται ο χειριστής στην πτήση με οπτική επαφή με το έδαφος (VFR).

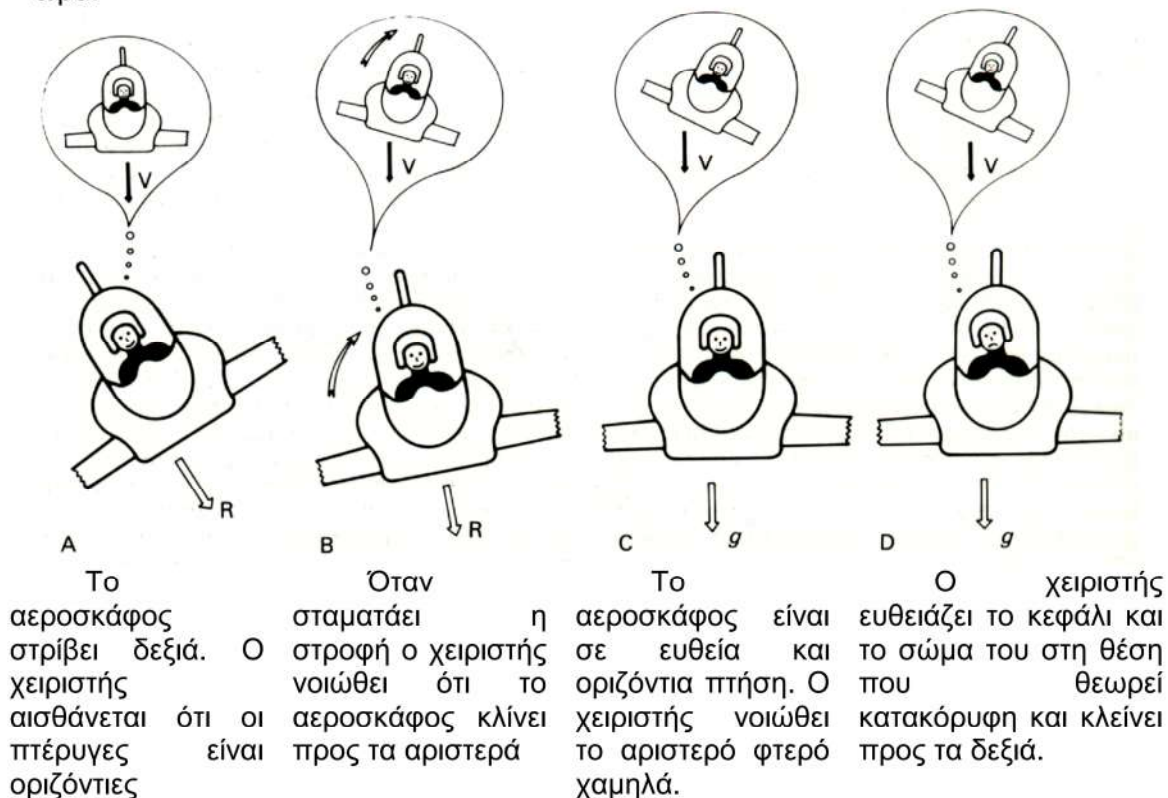
Τα έσω ώτα αναλαμβάνουν την ευθύνη του προσανατολισμού όταν δεν υπάρχουν οπτικές πληροφορίες. Είναι λεπτά και πολύπλοκα όργανα και δεν λέγονται χωρίς λόγο λαβύρινθος. Περιλαμβάνουν την αίθουσα και τους ημικύκλιους σωλήνες που μας δίνουν πληροφορίες για τη θέση του σώματος σε σχέση με τον κατακόρυφο άξονα (τη φορά της βαρύτητας) και τις κινήσεις της κεφαλής σε σχέση πάλι με τον κατακόρυφο άξονα. Η αίθουσα αποτελείται από το στρογγυλό και το ελλειπτικό κυστίδιο, μέσα στα οποία υπάρχει από ένα μόρφωμα (η ακουστική κηλίδα) στην οποία καταλήγουν ίνες του αιθουσαίου νεύρου. Οι ίνες αυτές είναι σε επαφή με ορισμένα ειδικά τριχοφόρα νευροεπιθηλιακά κύτταρα. Οι τρίχες των κυττάρων αυτών διεισδύουν σε ένα στρώμα από κρυστάλλους ανθρακικού ασβεστίου την ωτοκοκία ερεθίζονται όταν αλλάζει θέση η κεφαλή σχετικά με την κατεύθυνση της βαρύτητας. Οι ημικύκλιοι σωλήνες είναι τρεις σε κάθε λαβύρινθο, κάθετοι μεταξύ τους, ένας σε κάθε επίπεδο των τριδιάστατων συντεταγμένων. Περιέχουν ένα υγρό, την λέμφο, η κίνηση της οποίας μέσα στους σωλήνες, λόγω αδράνειας κατά τις κινήσεις της κεφαλής, ερεθίζει τα ειδικά τριχωτά κύτταρα των ακουστικών ακρολοφιών (μιας σε κάθε σωλήνα) και δίνει πληροφορίες για την κίνηση της κεφαλής.

Οι μηχανοϋποδοχείς είναι κατεσπαρμένοι στους τένοντες, τις αρθρώσεις, τους μύες και το δέρμα και είναι διαφόρων ειδών. Δίνουν πληροφορίες για τη σχέση των

μελών του σώματος μεταξύ τους και με τα αντικείμενα με τα οποία το σώμα είναι σε επαφή

Λαβυρινθικές παραισθήσεις Η λειτουργία του οπισθίου λαβυρίνθου που έχει σχέση με την ισορροπία και την αίσθηση στάσης και επιτάχυνσης είναι προσαρμοσμένη στο περιβάλλον της γης (1G). Αντίθετα το περιβάλλον της πτήσης περιλαμβάνει μεταβαλλόμενο και άτυπο περιβάλλον κινήσεων και δυνάμεων με αποτέλεσμα οι περισσότερες παραισθήσεις να εκφράζουν τους περιορισμούς της λειτουργίας αυτής.

Κλίσεις (The Leans) (εικ.18-1) Είναι μία εσφαλμένη αντίληψη της θέσης του σώματος και του αεροσκάφους σε σχέση με τον κατακόρυφο άξονα. Ο χειριστής έχει την αίσθηση ότι το σώμα του βρίσκεται σε κλίση ενώ είναι στη σωστή θέση και κλίνει το σώμα του στο πλάι ή ότι το αεροσκάφος του είναι λοξά σε σχέση με το έδαφος και ότι η μία πτέρυγα είναι χαμηλότερα από την άλλη, ενώ το αεροσκάφος είναι σε οριζόντια θέση. Όμως ο χειριστής νοιώθει την ανάγκη να το “επαναφέρει” στην σωστή κατά την αίσθησή του θέση, με αποτέλεσμα να το τοποθετεί σε κλίση. Η παραίσθηση είναι ιδιαίτερα συχνή. Προέρχεται από το γεγονός ότι ο λαβύρινθος δεν αντιλαμβάνεται τη γωνιακή επιτάχυνση αν είναι πολύ μικρή, κάτω των $0,2^\circ/\text{sec}^2$ (υποουδική). Έτσι αν μια στροφή μεγάλης ακτίνας δεν γίνεται αντιληπτή, αν η επαναφορά γίνει σε υπερουδικό επίπεδο, αυτή γίνεται αντιληπτή ως κλίση. Μόνο με την παρακολούθηση των οργάνων ο χειριστής μπορεί να καταλάβει ότι είναι στη σωστή θέση η αίσθηση όμως της κλίσης μπορεί να παραμείνει έντονη επί αρκετή ώρα.



Εικόνα 18-1. Σχηματική αναπαράσταση μιας από τις αιτίες της παραισθήσεις «κλίσεις» (Leans).

Παρόμοια προς αυτήν είναι η παραίσθηση που παρατηρείται εάν ο χειριστής διέρχεται δι' αναταράξεων και ο ένας λαβύρινθός του έχει διαφορετικό κατώφλι ερεθισμού από τον άλλον. Ας σημειωθεί εδώ ότι διαφορά ευαισθησίας μέχρι 15% του

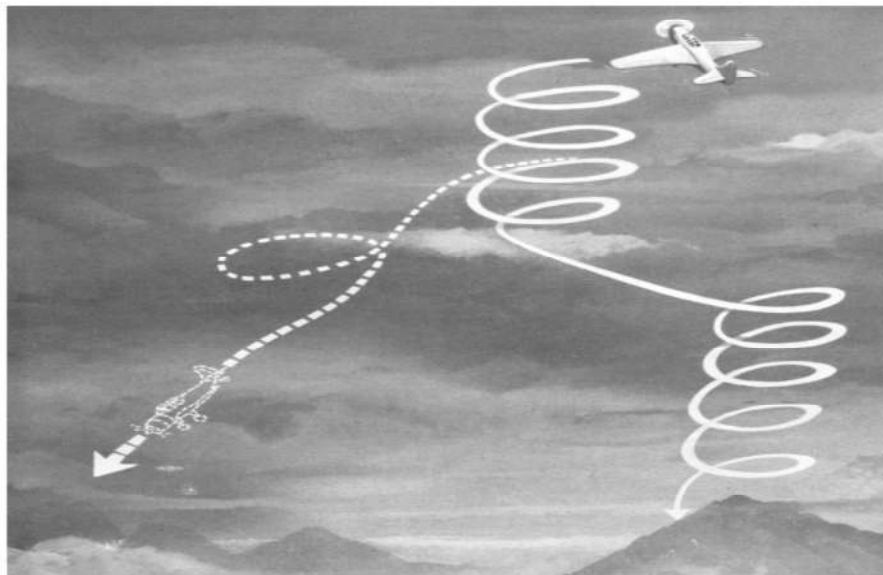
ενός προς τον έτερο λαβύρινθο θεωρείται φυσιολογικός. Η μικρή αυτή και φυσιολογική διαφορά ευαισθησίας όμως σε περίπτωση έντονων αναταράξεων, δυνατόν να δημιουργήσει την αίσθηση περιστροφής-κλίσης, στον χειριστή. Ο περισσότερο ευαίσθητος λαβύρινθος σηματοδοτεί την περιφέρεια της περιστροφής ενώ ο λιγότερο ευαίσθητος το κέντρο της. Όσο δε περνάει ο χρόνος σχηματίζεται η ψευδής αντίληψη κλίσης προς την πιο ευαίσθητη πλευρά.

Σωματοπεριστροφή και οφθαλμοπεριστροφική παραίσθηση Προκειμένου για πολύ μικρής διάρκειας επιταχύνσεις, οι ημικύκλιοι σωλήνες δρουν ως γωνιακά ταχύμετρα, ενώ για παρατεταμένες άνω των 5'' επιταχύνσεις ως γωνιακά επιταχυντόμετρα.

Μετά από είσοδο σε μία παρατεταμένη στροφή (spin) με σταθερή γωνιακή ταχύτητα το αρχικό αίσθημα περιστροφής θα υποχωρήσει μετά από 10-20 δευτερόλεπτα, διότι το υγρό της λέμφου των ημικυκλίων σωλήνων θα χάσει την αρχική του αδράνεια και θα κινείται μαζί με τους ημικύκλιους σωλήνες. Την στιγμή όμως που η περιστροφή επιβραδύνεται ή παύει, η λέμφος κινείται προς αντίθετη κατεύθυνση της περιστροφής, λόγω αδράνειας, με αποτέλεσμα την λαβυρινθική δημιουργία αίσθησης περιστροφής προς την αντίθετη κατεύθυνση. Αυτή η παραίσθηση είναι γνωστή ως σωματοπεριστροφική (Somatogyral).

Λόγω των συνδέσεων της λαβυρινθικής και οπτικής οδού, θα εμφανισθεί νυσταγμός, που είναι αντανακλαστική κίνηση των οφθαλμών προς την πλευρά της περιστροφής. Αυτή η αντανακλαστική κίνηση των οφθαλμών δημιουργεί ψευδαίσθηση περιστροφής-μετακίνησης του οπτικού πεδίου (οφθαλμοπεριστροφική-Oculogyral).

Κατά την πτήση υπό συνθήκες μειωμένης ορατότητας οι σωματοπεριστροφικές παραισθήσεις μπορεί να αποβούν μοιραίες. Μια τέτοια παραίσθηση είναι η Graveyard spin (spin του νεκροταφείου) (**εικ.18-2**), που φαίνεται πως δεν πήρε άδικα το όνομα της. Ο χειριστής, σκόπιμα ή μη, αρχίζει μια περιστροφή, ας πούμε αριστερά. Στην αρχή αισθάνεται σωστά την περιστροφή, επειδή κινείται η λέμφος στους ημικύκλιους σωλήνες και κάμπτονται οι ακουστικές ακρολοφίες. Όσο όμως η περιστροφή συνεχίζεται, ο χειριστής σταματάει να την αντιλαμβάνεται, επειδή η λέμφος ηρεμεί και οι ακουστικές ακρολοφίες επιστρέφουν στην θέση ηρεμίας τους.

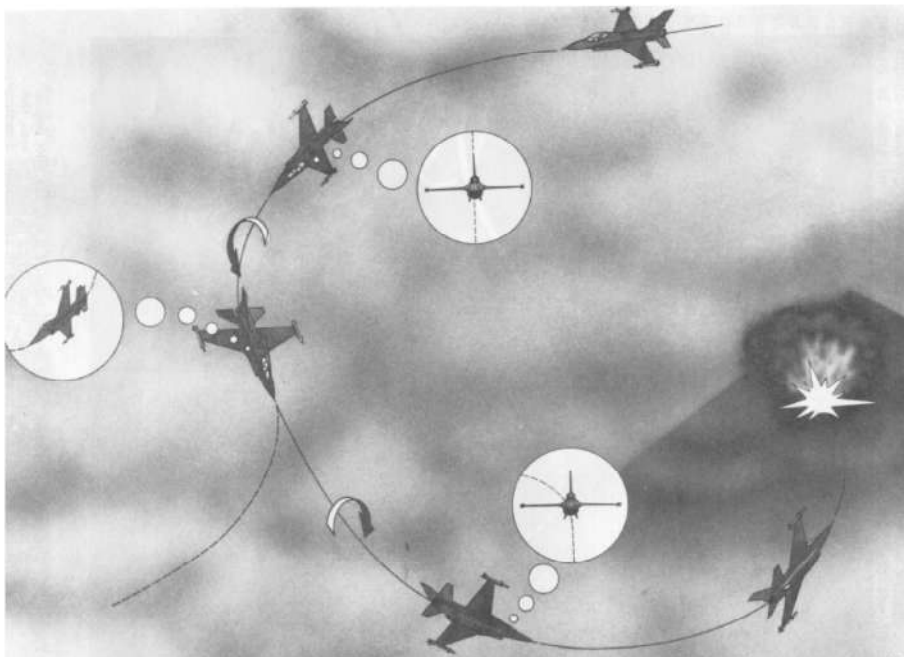


Εικόνα 18-2. Παραίσθηση graveyard spin.

Όταν ο χειριστής προσπαθήσει να σταματήσει την περιστροφή θα κινηθεί η λέμφος προς την αντίθετη φορά, θα καμφθούν οι ακουστικές ακρολοφίες και θα

γεννηθεί η ψευδής αίσθηση περιστροφής προς τα δεξιά. Ένας χειριστής που δεν έχει επίγνωση της παραίσθησης αυτής θα στρίψει το αεροσκάφος περισσότερο αριστερά, νομίζοντας ότι διορθώνει την ευθεία, συνεχίζοντας έτσι την περιστροφή εν αγνοία του. Ο μόνος τρόπος να βγει από την επικίνδυνη κατάσταση είναι να συμβουλευθεί τα όργανα και να υπερνικήσει την αίσθηση του λαβυρίνθου του. Δυστυχώς όμως μερικές φορές η περιστροφή και η προσπάθεια διόρθωσης ενεργοποιούν το αιθουσαιοφθαλμικό αντανακλαστικό και εκλύουν νυσταγμό, με αποτέλεσμα τη δυσχερή ανάγνωση των οργάνων.

Μια παρόμοια συχνή παραίσθηση είναι το Graveyard spiral (εικ.18-3). Κατά την κατάσταση αυτή ο πιλότος εισέρχεται σε παρατεταμένη στροφή με μετρίου βαθμού κλίση. Μετά από λίγα δευτερόλεπτα ο πιλότος χάνει την αίσθηση της στροφής, επειδή η λέμφος στους ημικύκλιους σωλήνες σταματάει να κινείται και η ακουστική ακρολοφία επανέρχεται σε θέση ηρεμίας, παρά την συνεχιζόμενη κυκλική κίνηση αλλά και η κλίση δεν γίνεται αντιληπτή γιατί η συνισταμένη της φυγοκέντρου δυνάμεως και της βαρύτητας είναι κάθετη προς το δάπεδο του αεροσκάφους. Όταν επιχειρήσει να επαναφέρει το αεροσκάφος σε οριζόντια θέση, πιστεύει ότι κάνει στροφή και κλίση σε αντίθετη κατεύθυνση. Αποτέλεσμα αυτού είναι να ξαναβάζει το αεροπλάνο στην προηγούμενη θέση και έτσι έχει την αίσθηση ότι πετάει ευθεία. Όμως τα όργανα του αεροπλάνου του δείχνουν ότι χάνει ύψος (επειδή η στροφή με κλίση μειώνει την άνωση) και ο χειριστής τραβάει πίσω το χειριστήριο και να αυξήσει την ισχύ του κινητήρα για να κερδίσει ύψος. Αυτό θα ήταν αποτελεσματικό αν το αεροσκάφος ήταν σε οριζόντια θέση, τώρα όμως με την κλίση κάνει τη στροφή περισσότερο κλειστή και την κάθοδο μεγαλύτερη και έτσι συνεχίζει σε μια θανατηφόρο ελικοειδή πορεία μέχρι το έδαφος, εκτός εάν αντιληφθεί το λάθος του και πάρει τη σωστή θέση και πορεία.



Εικόνα 18-3. Παραίσθηση Graveyard spiral

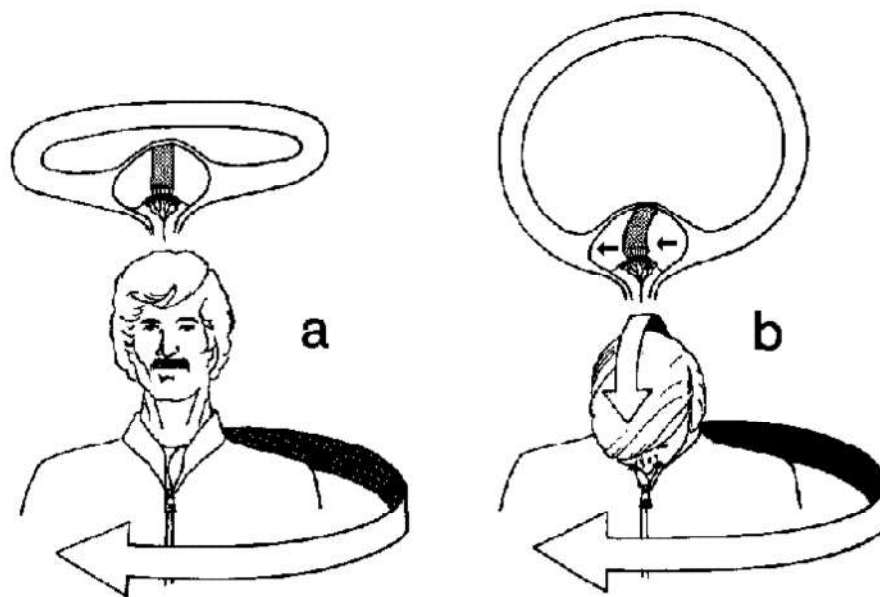
Παραίσθηση Goriolis Όταν ο χειριστής βρίσκεται σε παρατεταμένη περιστροφή, ο οριζόντιος ημικύκλιος σωλήνας του λαβυρίνθου έχει προσαρμοσθεί στην περιστροφή και δεν την σηματοδοτεί πλέον. Αν τώρα εκτελέσει μία κίνηση της κεφαλής σε άλλο άξονα π.χ. κλίση στον αριστερό ώμο, θα αντιληφθεί μια ψευδή πτώση (ή και τούμπα του σώματος προς τα εμπρός ή πίσω) εξαρτώμενη από την

φορά της αρχικής περιστροφής. Αυτή είναι γνωστή ως παραίσθηση Coriolis. Η παραίσθηση Coriolis συμβαίνει όταν σε παρατεταμένη περιστροφή στο επίπεδο ενός ημικύκλιου σωλήνος, συμβεί μια κίνηση στο επίπεδο ενός άλλου. Το αποτέλεσμα πρακτικά θα είναι ψευδαίσθηση κίνησης στο επίπεδο του 3^{ου} ημικύκλιου σωλήνα.

Αυτό συμβαίνει διότι κάθε περιστροφή έχει ένα επίπεδο και αναλύεται στο τρισσορθογώνιο σύστημα που ορίζουν οι 3 σωλήνες, δίδοντας σήματα στον καθένα ανάλογα με την γωνία που το επίπεδό του σχηματίζει με το επίπεδο περιστροφής.

Όταν έχει προηγηθεί περιστροφή στο επίπεδο του ενός σωλήνος, η κίνηση στο επίπεδο του 2^{ου} θα έχει το εξής αποτέλεσμα:

Η κίνηση στο επίπεδο του 2^{ου} θα σηματοδοτηθεί ορθά, αλλά ο 1^{ος} ημικύκλιος σωλήνας θα εξέλθει της περιστροφής και ο 3^{ος} ημικύκλιος σωλήνας θα εισέλθει στην περιστροφή με αποτέλεσμα την ισχυρή σηματοδότηση περιστροφής στο επίπεδο αυτό (εικ.18-4).



Εικόνα 18-4. Κλίση της κεφαλής ενώ βρίσκεται σε περιστροφή, δίνει την αίσθηση ότι έγινε περιστροφή στο τρίτο επίπεδο των συντεταγμένων

Ίλιγγος από μεταβολές πιέσεων (Alternobaric Vertigo) Είναι γνωστό ότι το περιβάλλον της πτήσης είναι περιβάλλον μεταβαλλομένων ατμοσφαιρικών πιέσεων. Η ατμοσφαιρική πίεση είναι, επίσης, γνωστό ότι μειώνεται κατά παραβολικό τρόπο σε σχέση με το ύψος με αποτέλεσμα για το ίδιο μέγεθος μεταβολών ύψους οι μεταβολές της να είναι δυσανάλογα μεγαλύτερες όσο προσεγγίζουμε την επιφάνεια της θάλασσας, οπότε είναι και πιθανότερο να συμβούν προβλήματα από τις αλλαγές της.

Ο ίλιγγος που είναι ψευδές αίσθημα περιστροφής, εάν εκδηλωθεί σαν συνέπεια ισχυρής μεταβολής της πίεσης στο μέσο ούς, καλείται ίλιγγος από μεταβολή της πίεσης (Alternobaric Vertigo).

Τέτοιου είδους ίλιγγος είναι δυνατόν να εμφανισθεί μετά από φτέρνισμα, μετά από χειρισμό Valsalva ή αποσυμπίεση. Για την εμφάνιση αυτού του είδους ίλιγγου υπάρχουν διάφορες θεωρίες όπως η πιθανή ύπαρξη υπερευκίνητου αναβολέα, παροδική ισχαιμία (ελάττωση της παροχής αίματος) στο έσω ούς ως συνέπεια αύξηση της πίεσεως σ' αυτό, δεδομένου ότι αυξήσεις της πίεσης στο έσω ούς άνω των 40mmHg αναστέλλει την αιμάτωσή του.

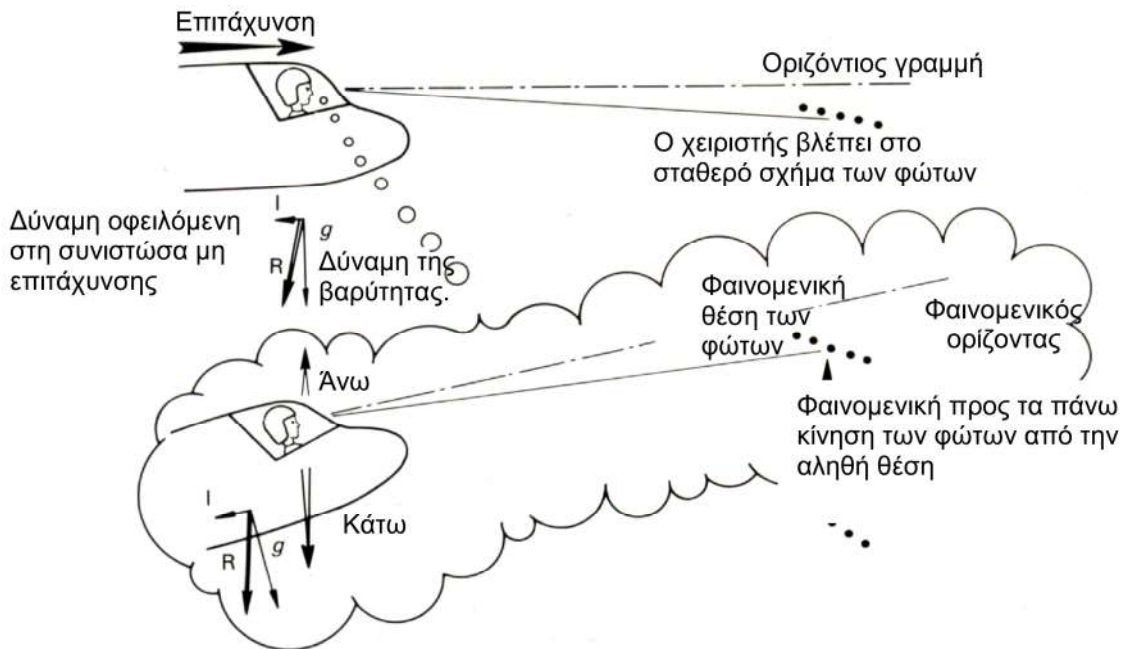
Ο χειριστής πρέπει να γνωρίζει την κατάσταση του Alternobaric Vertigo καθώς επίσης και αν έχει αυτή την ευαισθησία του ίλιγγου κατά τον χειρισμό Valsalva, ώστε

να τον αντιμετωπίζει τον ίλιγγο με ψυχραιμία. Επίσης πρέπει να αποφεύγει την πτήση με ρινίτιδα ή γενικά με λοιμώξεις του ανωτέρου αναπνευστικού συστήματος που οδηγούν συχνότερα σε δημιουργία ίλιγγου από μεταβολή των πιέσεων.

Ίλιγγος θέσεως και οινόπνευμα. Ενώ δύο μονάδες (δύο ποτήρια) οينوπνευματώδους ποτού μετά την κατανάλωση πρακτικώς αποδομούνται, σε διάστημα 8-12 ωρών από το αίμα είναι δυνατόν το οινόπνευμα στο υγρό της λέμφου να παραμείνει μέχρι 48 ώρες. Αποτέλεσμα αυτού εμφάνιση του ίλιγγου σε τυχόν έκθεση σε υψηλά G ή σε αναταράξεις.

Επιπρόσθετα, ψηλά επίπεδα οينوπνεύματος στο αίμα μειώνουν την δυνατότητα καταστολής του λαβυρινθικού νυσταγμού και συνεπώς προδιαθέτουν στην οφθαλμοπεριστροφική παραίσθηση.

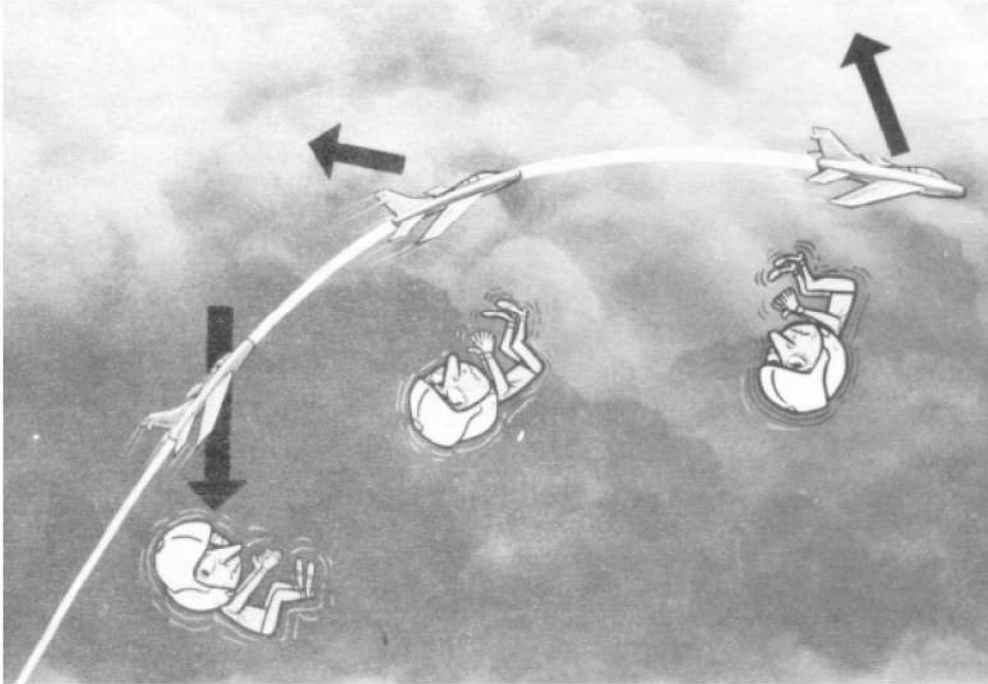
Σωματοβαρυντική και οφθαλμοβαρυντική παραίσθηση (εικ.18-5) Όπως αναφέραμε σε προηγούμενο κεφάλαιο, ο λαβύρινθος είναι κατασκευασμένος για να μας δίνει σωστές πληροφορίες στην επιφάνεια της γης και σε επιταχύνσεις μέχρι 1G. Συνέπεια αυτού είναι όταν κατά την πτήση υπάρξει μία αιφνίδια επιτάχυνση, η εσφαλμένη αντίληψη της συνισταμένης επιτάχυνσης και βαρύτητας στην θέση της κατακόρυφου της βαρύτητας.



Εικόνα 18-5. Η οφθαλμοβαρυντική παραίσθηση. Αυτή είναι το οπτικό στοιχείο της σωματοβαρυντικής παραίσθησης, στην οποία μία μεταβολή στο περιβάλλον των δυνάμεων προκαλεί φαινομενική κίνηση και λανθασμένη τοποθέτηση των παρατηρούμενων αντικειμένων.

Η έσω και μικρή αυτή μετατόπιση της κατακόρυφου προς τα εμπρός, συνεπάγεται την παραίσθηση της στροφής του αεροσκάφους προς τα πάνω δηλαδή ανόδου (Pitch-up) και αντίθετα σε επιβράδυνση, στροφής προς τα κάτω (Pitch-down attitude). Η παραίσθηση αυτή καλείται σωματοβαρυντική (Somatogravic) και σχεδόν πάντα συνοδεύεται από το οπτικό της στοιχείο την μετακίνηση δηλαδή σύστοιχα προς την κατεύθυνση της παραίσθησης του οπτικού πεδίου, λόγω του προκαλούμενου νυσταγμού και καλείται οφθαλμοβαρυντική (Oculogravic) παραίσθηση. Υπενθυμίζεται ότι ο νυσταγμός είναι αυτόματη και αντανακλαστική κίνηση των οφθαλμών, που συνοδεύει ερεθισμό του λαβυρίνθου και σκοπό έχει να κατευθύνει το βλέμμα προς την κατεύθυνση πιθανής πτώσης του σώματος.

Μία μορφή σωματοβαρυντικής παραίσθησης είναι και η παραίσθηση αναστροφής (εικ.18-6). Όταν το αεροσκάφος πετάει ευθεία και οριζόντια η συνιστώσα επιτάχυνση είναι κάθετη, με αποτέλεσμα να δημιουργεί την αίσθηση της ευθείας πτήσης. Παρόλα αυτά όταν ο χειριστής οριζοντιώνει το αεροσκάφος μετά από άνοδο, δύο φαινόμενα συμβαίνουν ταυτόχρονα: μικρή μείωση της κάθετης συνιστώσας της επιτάχυνσης και εμφάνιση επιτάχυνσης με διεύθυνση προς τα εμπρός. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η συνιστώσα της επιτάχυνσης να μετατοπίζεται προς τα εμπρός, δίνοντας την αίσθηση της ανόδου (pitch up). Εάν ο πιλότος αντιδράσει σπρώχνοντας προς τα εμπρός το χειριστήριο, υπάρχει περαιτέρω μετατόπιση προς τα εμπρός της συνιστώσας επιτάχυνσης και μεγαλύτερη αίσθηση ανόδου.



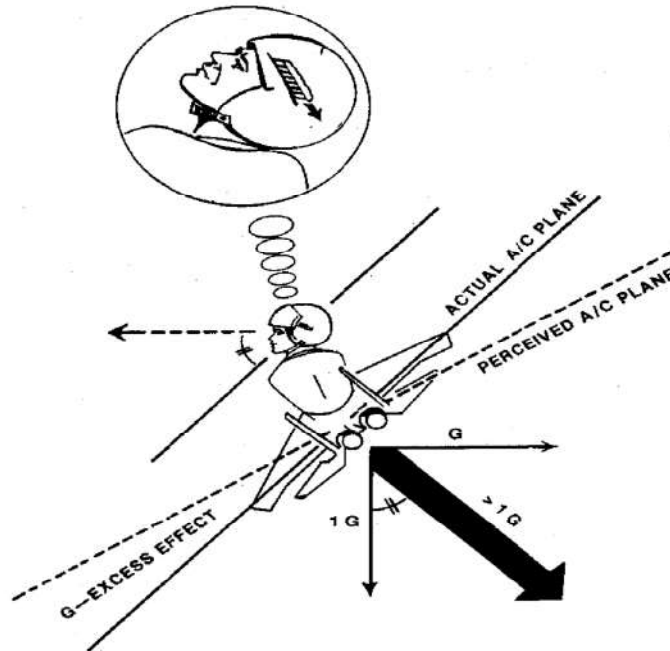
Εικόνα 18-6. Παραίσθηση αναστροφής.

Παραίσθηση G-Excess (εικ.18-7). Η παραίσθηση G-Excess προκαλείται από τον άτυπο ερεθισμό των κυστιδίων του λαβυρίνθου που εμφανίζεται σε συνδυασμό ερεθισμού επιτάχυνσης-κίνησης προς τα εμπρός (άνω του 1G) και παράλληλα κινήσεων της κεφαλής προς τα δεξιά ή αριστερά. Σ' αυτή την περίπτωση ο χειριστής αισθάνεται ότι το αεροσκάφος στρέφει προς την κατεύθυνση στροφής της κεφαλής του, δηλαδή αισθάνεται ότι το αεροσκάφος στρέφει προς τα δεξιά όταν στρέφει δεξιά την κεφαλή του και προς τα αριστερά στην αντίθετη περίπτωση. Εάν οι επιταχύνσεις είναι μεγαλύτερες σε μέγεθος και συνδυάζονται με παρατεταμένη υποουδική στροφή, η παραίσθηση μπορεί να λάβει την μορφή πτώσης, ιλίγγου ή και τούμπας (Tumbling Sensation).

Οπτικές παραισθήσεις

Γενικά Οπτική παραισθήση είναι η αντίληψη σε κάτι που υπάρχει πραγματικά, αλλά αντίληψη κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να παρερμηνεύεται η πραγματική του φύση. Από μελέτες και αναφορές φαίνεται ότι οι οπτικοί περιορισμοί, οι παραισθήσεις και η απώλεια προσανατολισμού στο χώρο θεωρούνται σημαντικοί παράγοντες στη πρόκληση αεροπορικού ατυχήματος. Οι οπτικές παραισθήσεις μπορούν καμιά φορά να παρασύρουν την κρίση σε τέτοια σφάλματα που δυστυχώς, παρά τις διορθωτικές ενέργειες ή τους χειρισμούς, τα αποτελέσματά τους είναι δυσάρεστα. Παραδείγματος χάριν, τα μη σωστά οδηγία σημεία, από τη μειωμένη όραση, που λαμβάνει ο

χειριστής τη νύκτα και σε "δύσκολο" καιρό, επηρεάζουν την εκτίμηση των αποστάσεων κατά τις προσγειώσεις. Το πλάτος του διαδρόμου, η κλίση και τα χαρακτηριστικά του επιπέδου αυτού παίζουν όλα σπουδαίο ρόλο στην αντίληψη βάθους και στις εκτιμήσεις που γίνονται από τον χειριστή. Αρκετά κρίσιμη στιγμή για τον τελευταίο είναι όταν αυτός παύει να χρησιμοποιεί τα όργανα του αεροσκάφους και συνεχίζει με την όραση του.



Εικόνα 18-7. Παραίσθηση G-excess.

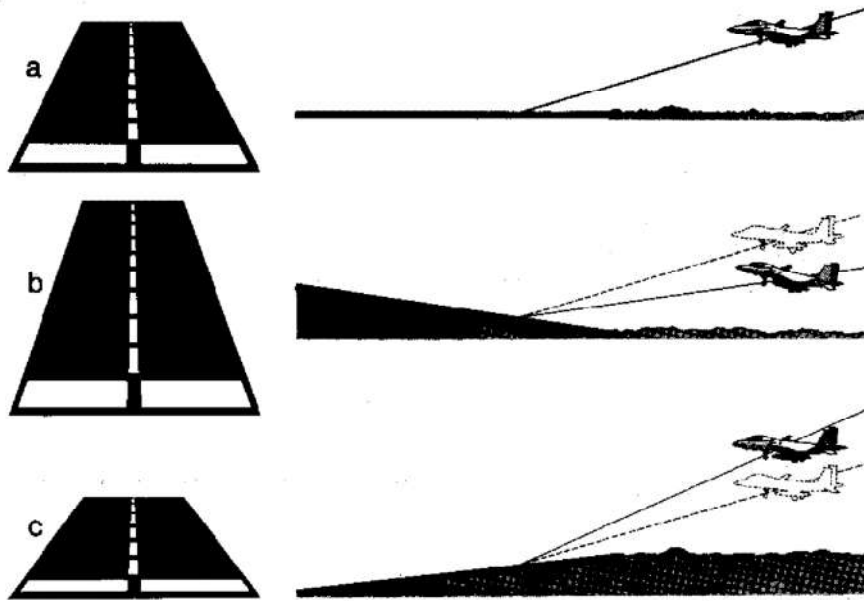
Είναι γνωστό, ότι οι παραισθήσεις μπορούν να συμβούν σε κάθε μας αίσθηση και ότι οι αισθήσεις μπορούν να αλληλοεπηρεάζονται. Μικρά αντικείμενα τα αισθανόμαστε βαρύτερα από άλλα μεγαλύτερου όγκου, παρόλο που είναι του ίδιου βάρους. Προφανώς αντιλαμβανόμαστε το βάρος όχι μόνο από το κιναισθητικό σύστημα, αλλά και από εκείνο που αναμένουμε να ζυγίζει, και το τελευταίο υπολογίζεται από την οπτική αίσθηση.

Παραισθήσεις κατά την Προσέγγιση για Προσγείωση

Η προσέγγιση και η προσγειώση είναι οι φάσεις εκείνες της πτήσης όπου οι οπτικές παραισθήσεις παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο. Είναι ακριβώς εδώ η πιο κρίσιμη φάση της πτήσης όπου ο πιλότος αποσπάται από τα όργανα και χρησιμοποιώντας την όρασή του έρχεται σε επαφή με το περιβάλλον του αεροσκάφους, επομένως η μειωμένη ορατότητα ή τα απατηλά οπτικά βοηθήματα επιπλέκουν π.χ. την εκτίμησή του για την απόσταση. Τώρα όμως είναι πολύ κοντά στο έδαφος και έχει πολύ λίγο χρόνο για να αναθεωρήσει ή να επανεκτιμήσει τα οπτικά του ερεθίσματα. Η κρίση επομένως πρέπει να είναι αναγκαστικά ορθή, γιατί υπάρχει το ενδεχόμενο μία μη σωστή απόφαση να καταλήξει σε ατύχημα.

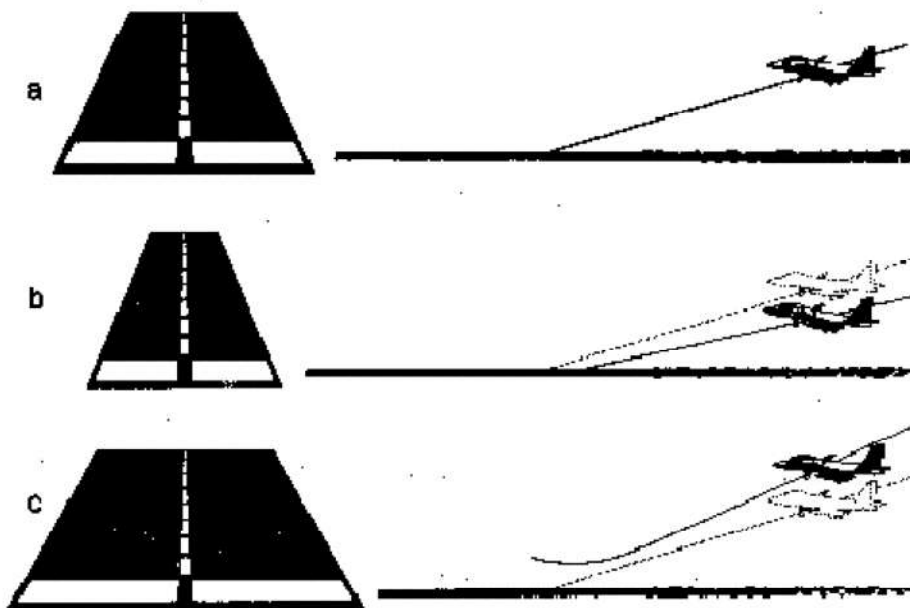
Η εικόνα του διαδρόμου προσγείωσης που έχει ο πιλότος κατά την προσέγγιση αντιπροσωπεύει την γραμμική προοπτική και την προοπτική βάθους του διαδρόμου, έτσι κατά την προσέγγιση για προσγείωση (**εικ. 18-8**) με μία κλίση καθόδου 3° όταν ο διάδρομος δεν είναι οριζόντιος αλλά ανηφορίζει κατά 1° η προοπτική βάθους του διαδρόμου που αντιλαμβάνεται ο χειριστής είναι σημαντικά μικρότερη από εκείνη που έχει κατά νουν ο τελευταίος εάν ο διάδρομος ήταν οριζόντιος και που ίσως ο χειριστής είναι εξοικειωμένος να προσεγγίζει. Αυτό μπορεί να δώσει στον πιλότο την

εσφαλμένη αντίληψη, δηλαδή την παραίσθηση, ότι είναι πολύ ψηλά στην προσέγγιση. Η φυσιολογική αντίδραση του κάθε πιλότου σε μια τέτοια παραίσθηση είναι να επανασχηματίσει την εικόνα του ως προς τον διάδρομο προσγείωσης, επιδιώκοντας μία χαμηλότερη κλίση προσέγγισης. Μία τέτοια βεβαίως αντίδραση είναι επικίνδυνη γιατί μπορεί να έχει δυσάρεστα αποτελέσματα. Η αντίθετη κατάσταση δημιουργείται όταν ο διάδρομος κατηφορίζει, εδώ ο χειριστής για να έχει την εικόνα, κάτω από αυτές τις συνθήκες, του σχήματος του συνηθισμένου γι' αυτόν διαδρόμου θα πρέπει να εκτελέσει μία απότομη και πιο κάθετη κλίση προσέγγισης από τη συνηθισμένη.



Εικόνα 18-8. Η αντίληψη του μήκους του διαδρόμου μπορεί να είναι λανθασμένη όταν το επίπεδο δεν είναι οριζόντιο

Ένας διάδρομος προσγείωσης που είναι στενότερος (εικ.18-9) από εκείνον που ο χειριστής είναι εξοικειωμένος, μπορεί επίσης να δημιουργήσει επικίνδυνη παραίσθηση κατά την προσέγγιση για προσγείωση. Η αντίληψη της σταθερότητας του μεγέθους γίνεται αιτία στον χειριστή να αντιλαμβάνεται αφενός ότι το αεροσκάφος είναι ψηλότερα και αφετέρου τον στενό διάδρομο ότι είναι μακρύτερος και μακρύτερα από την πραγματική κατάσταση με αποτέλεσμα να διεγερθεί την προσέγγιση για προσγείωση. Η αντίληψη της σταθερότητας του μεγέθους γίνεται αιτία στον χειριστή να αντιλαμβάνεται αφενός ότι το αεροσκάφος είναι ψηλότερα και αφετέρου τον στενό διάδρομο ότι είναι μακρύτερος και μακρύτερα από την πραγματική κατάσταση με αποτέλεσμα να διεγερθεί αιφνίδια ότι καθυστέρησε και να «πιάσει» διάδρομο νωρίτερα απ' ό τι αναμένετο. Κατά τον ίδιο τρόπο ένας διάδρομος που είναι φαρδύτερος από αιφνίδια ότι καθυστέρησε και να «πιάσει» διάδρομο νωρίτερα απ' ό τι αναμένετο. Κατά τον ίδιο τρόπο ένας διάδρομος που είναι φαρδύτερος από εκείνον που χρησιμοποιεί ο χειριστής, μπορεί να τον οδηγήσει να πιστέψει ότι αυτός και το αεροσκάφος του είναι πλησιέστερα στον διάδρομο απ' ό τι πράγματι είναι με αποτέλεσμα να πάρει ύψος ξεπερνώντας ενίοτε τον διάδρομο. Οι παραισθήσεις αυτές που προκαλούνται από τη διαφορά του εύρους των διαδρόμων, είναι συχνές και ιδιαίτερα προβληματικές το βράδυ, όπου οι περιφερικές οπτικές ενδείξεις προσανατολισμού είναι ως επί το πλείστον απύσες. Η συνήθης τάση των χειριστών να κάνουν μακρινές προσγειώσεις κατά την νύκτα, είναι αποτέλεσμα, μερικώς τουλάχιστον, του γεγονότος ότι τα φώτα που ευρίσκονται τοποθετημένα πλάγια και πέραν από τα όρια του διαδρόμου, δημιουργούν την εντύπωση ενός φαρδύτερου διαδρόμου και ότι ευρίσκονται πλησιέστερα προς τον διάδρομο απ' ό τι στην πραγματικότητα.



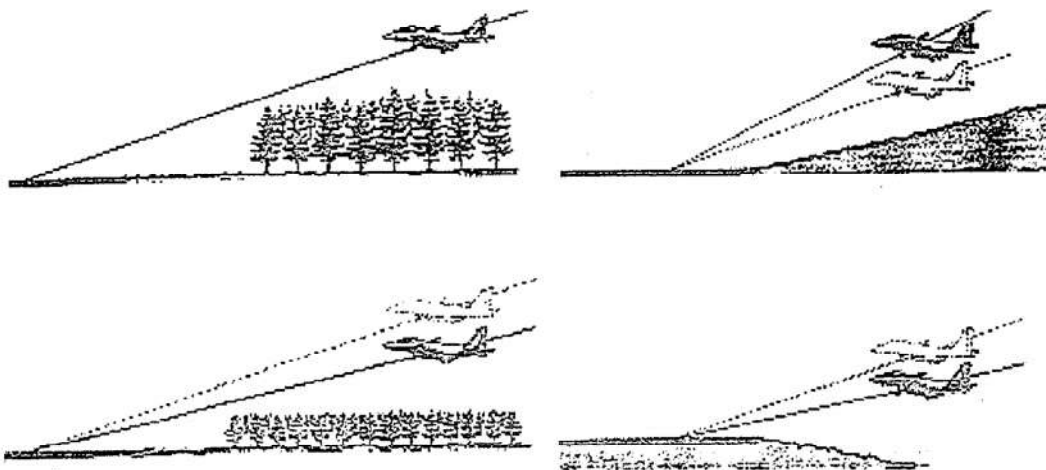
Εικόνα 18-9. Σφάλματα προσδοκίας, λόγω διαφορετικού εύρους του διαδρόμου από αυτό που ο χειριστής έχει στο νου του.

Η κλίση και η σύσταση του εδάφους, κάτω από την πορεία της προσέγγισης (εικ.18-10), μπορεί επίσης να επηρεάσει την κρίση τον χειριστή για το ύψος του πάνω από το σημείο επαφής για προσγείωση. Εάν το έδαφος κατηφορίζει προς την

προσέγγιση, στο άκρον του διαδρόμου, ο πιλότος έχει την τάση να πετά με μία πλέον απότομη προσέγγιση από εκείνη εάν το έδαφος ήταν επίπεδο. Αντίθετα, εάν το έδαφος της προσέγγισης ανηφορίζει προς τον διάδρομο, ο χειριστής τείνει να πετά με μία λιγότερο απότομη προσέγγιση που θα είχε διαφορετικά.

Ένα πολύ γνωστό ζευγάρι καταστάσεων που δημιουργεί παραισθήσεις κατά την φάση της προσέγγισης για προσγείωση, επειδή δεν υπάρχουν επαρκείς εστιακές οπτικές ενδείξεις προσανατολισμού, είναι οι προσεγγίσεις πάνω από λεία επιφάνεια νερού και πάνω από ευρεία περιοχή καλυμμένη με χιόνια. Η αντίληψη του ύψους ενός πιλότου υδροπλάνου είναι σημαντικά υποβαθμισμένη όταν το νερό είναι ακίνητο. Έδαφος που καλύπτεται από φρέσκο χιόνι, στερεί επίσης τον πιλότο υπό τις οπτικές ενδείξεις με τις οποίες θα εκτιμήσει στο ύψος του και μάλιστα η προσέγγιση του γίνεται περισσότερο δύσκολη, εάν και ο διάδρομος είναι καλυμμένος με χιόνι.

Η από αέρος θέα, μπορεί επίσης να παίξει ένα ρόλο εξαπάτησης του πιλότου. Κατά την διάρκεια της ημέρας η ομίχλη και η άχλυ, επειδή συντελούν στην απώλεια της καλής οπτικής διάκρισης, μπορούν να κάνουν να φαίνεται ένας διάδρομος μακρύτερα. Κατά την νύκτα, τα φώτα του διαδρόμου και της προσέγγισης, με ομίχλη ή βροχή, φαίνονται λιγότερο λαμπερά απ' ό,τι αυτά με έναν καθαρό καιρό και μπορούν να δημιουργήσουν έτσι τη παραίσθηση ότι αυτά είναι πιο μακριά. Έχει ακόμη αναφερθεί ότι, πιλότος μπορεί να έχει την παραίσθηση της κλίσης π.χ. προς τα αριστερά, εάν τα φώτα της αριστερής πλευράς του διαδρόμου είναι λιγότερο λαμπερά από εκείνα της δεξιάς. Μία άλλη επικίνδυνη παραίσθηση αυτού του τύπου μπορεί να συμβεί κατά την προσέγγιση για προσγείωση, ιδιαίτερα την νύκτα, με μία αβαθή ομίχλη ή άχλυ. Στις καταστάσεις αυτές, η κάθετη ορατότητα είναι πολύ καλύτερη από την οριζόντια, με αποτέλεσμα η κάθοδος μέσα σε ομίχλη να προκαλεί την μείωση της έντασης των πλέον απομακρυσμένων φώτων της προσέγγισης ή του διαδρόμου την ίδια στιγμή που οι περιφερικές οπτικές ενδείξεις καλύπτονται από την ομίχλη. Το αποτέλεσμα είναι μία παραίσθηση ότι, το αεροσκάφος βρίσκεται σε άνοδο και που συνοδεύεται με τον κίνδυνο της διορθωτικής από τον πιλότο ενέργειας να βάλει «μούρη» προς τα κάτω.



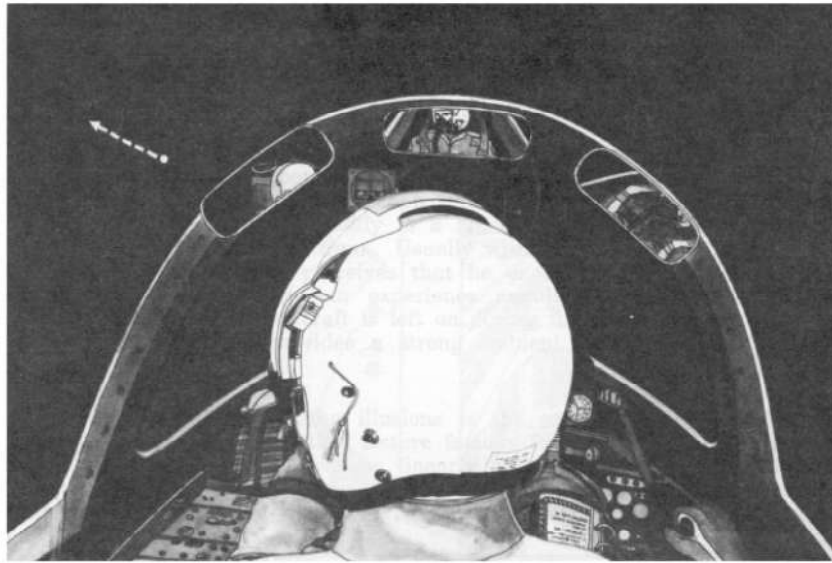
Εικόνα 18-10. Σφάλμα εκτίμησης λόγω κλίσης του εδάφους πριν τον διάδρομο.

Δυο καταστάσεις, που δημιουργούν σημαντική δυσκολία στο πιλότο στην προσέγγιση του διαδρόμου, είναι οι black hole και whiteout παραισθήσεις-προσεγγίσεις. Η black hole συμβαίνει σε σκοτεινή νύκτα πάνω από νερό ή πάνω από έδαφος χωρίς φώτα, προς έναν διάδρομο πέραν του οποίου δεν διακρίνεται ο ορίζοντας, ή και ακόμα χειρότερα στην περίπτωση κατά την οποία είναι ορατά μόνο τα φώτα τον διαδρόμου. Χωρίς περιφερικές λοιπόν οπτικές ενδείξεις, για να τον βοηθήσουν να προσανατολίσει τον εαυτόν του σε σχέση με την γη, ο πιλότος έχει την

πεποίθηση ότι είναι σταθερός και τοποθετημένος κατάλληλα αλλά, ο διάδρομος μετακινείται, «πάει κι έρχεται», ή ότι είναι σε άσχημη θέση (π.χ. σε κλίση προς τα κάτω), Τέτοιες παραισθήσεις κάνουν την black hole προσέγγιση δύσκολη και επικίνδυνη και συχνά καταλήγει σε προσγείωση νωρίτερα του διαδρόμου. Ένας ιδιαίτερα επικίνδυνος τύπος της black hole προσέγγισης είναι εκείνος που δημιουργείται κάτω από καταστάσεις όπου το έδαφος είναι τελείως σκοτεινό εκτός από τα φώτα τον διαδρόμου και τα φώτα μιας πόλης που βρίσκεται σε ανηφορικό έδαφος πέραν του διαδρόμου. Κάτω από αυτές τις συνθήκες, ο πιλότος είναι δυνατόν να προσπαθήσει να διατηρήσει μία σταθερή κάθετη οπτική γωνία με τα μακρινά φώτα της πόλης, με αποτέλεσμα να διαγράψει το αεροσκάφος μία καμπύλη πορεία, αρκετά χαμηλότερα από τη προσχεδιασμένη κλίση προσέγγισης, που πιθανώς θα οδηγήσει και σε πρόσκρουση. Μία άλλη εξήγηση είναι ότι ο πιλότος μέσω της περιβαλλοντικής του όρασης, αντιλαμβάνεται εσφαλμένα, ότι το ανηφορικό στο βάθος του διαδρόμου, έδαφος είναι επίπεδο και κατεβάζει ανάλογα την κλίση προσέγγισης.

Μία προσέγγιση που γίνεται κάτω από συνθήκες «παντού λευκό» (white out) είναι δυνατόν να είναι εξίσου δύσκολη όπως μία black hole προσέγγιση και με την ίδια αιτιολογία, δηλαδή την έλλειψη επαρκών περιβαλλοντικών ενδείξεων. Υπάρχουν δύο τύποι του whiteout, ή απόλυτου λευκού, το ατμοσφαιρικό whiteout και το από φύσημα χιονιού whiteout. Στο ατμοσφαιρικό απόλυτο λευκό, το καλυμμένο με χιόνι έδαφος ενώνεται με μία λευκή συννεφιά δημιουργώντας μια κατάσταση κατά την οποία εξαφανίζονται, οι ενδείξεις μορφολογίας του εδάφους και ο ορίζοντας δεν είναι ορατός. Αν και η ορατότητα μπορεί να μην είναι τόσο περιορισμένη στον τύπο αυτόν του whiteout, ουσιαστικά όμως δεν βλέπει κανείς τίποτε εκτός από τον διάδρομο ή τα σημάδια του διαδρόμου. Η προσέγγιση που γίνεται στη κατάσταση αυτή πρέπει οπωσδήποτε να υλοποιείται με τα μάτια συνεχώς κολλημένα στα όργανα για να αποφεύγεται έτσι η δημιουργία της απώλειας προσανατολισμού και η ακούσια επαφή με το έδαφος. Κατά την από φύσημα χιονιού whiteout προσέγγιση η ορατότητα είναι πάρα πολύ περιορισμένη εξαιτίας των νιφάδων του χιονιού, και που πολλές φορές οι νιφάδες αυτές περιστρέφονται από τις έλικες. Οι προσγειώσεις με ελικόπτερο σε έδαφος καλυμμένο με χιόνι είναι ιδιαίτερα κατάλληλες να δημιουργήσουν το από φύσημα αέρα whiteout. Συνήθως ο χειριστής του ελικόπτερου προσπαθώντας να διατηρήσει οπτική επαφή με το έδαφος κατά την διάρκεια του αιφνιδίου whiteout που προκαλείται από την περιστροφή των ελίκων εισέρχεται σε μια μη αντιληπτή κίνηση από την μία πλευρά και γρήγορα κατόπιν αυτού ακουμπά στο έδαφος με μία ικανή μονόπλευρη κίνηση που προκαλεί περιστροφή του αεροσκάφους. Οι χειριστές που πετούν εκεί όπου μπορεί να συμβεί το απόλυτο λευκό πρέπει να επαγρυπνούν για τους κινδύνους των προσεγγίσεων αυτών, καθόσον η προκαλούμενη απώλεια προσανατολισμού συμβαίνει συνήθως χωρίς να το περιμένουν κάτω από οπτικές παρά από εξακριβωμένες με όργανα μετεωρολογικές συνθήκες.

Φαινόμενο Αυτοκινησίας (εικ.18-11) Είναι συνήθης οπτική παραίσθηση. Όταν μία φωτεινή πηγή παρατηρείται επίμονα για αρκετό χρόνο μέσα στο σκοτάδι δημιουργείτε η εντύπωση ότι η φωτεινή πηγή αρχίζει να κινείται, έτσι ώστε μπορεί να παρασύρει τον χειριστή να κάνει λανθασμένους χειρισμούς. Συνήθως παρατηρείται σε πτήσεις σε σχηματισμό όπου δημιουργεί την εντύπωση ψευδούς κίνησης του οδηγού αεροσκάφους. Ένα μικρό, αμυδρό φως που φαίνεται μπροστά από ένα σκοτεινό βάθος πεδίου, αποτελεί ιδανικό ερέθισμα για να προκληθεί αυτοκινησία. Μετά την πάροδο 6-12 sec οπτικής προσήλωσης στη φωτεινή πηγή, ο πιλότος μπορεί να παρατηρήσει ότι αυτό μετακινείται προς κάθε κατεύθυνση μεταξύ των 0.2° και 20°/sec. Γενικά, όσον μεγαλύτερο και λαμπρότερο το αντικείμενο τόσο μικρότερο το αυτοκινητικό αποτέλεσμα. Το σχήμα τον αντικειμένου φαίνεται ότι έχει μικρή συνέπεια στην παραίσθηση. Επίσης ούτε με την ύπαρξη ενός μεγαλύτερου αριθμού αντικειμένων, αναγκαστικά αυτό θα μειώσει το αποτέλεσμα της παραίσθησης, επειδή, πολλαπλά αντικείμενα μπορεί να φανεί ότι κινούνται είτε ως ένα σύνολο είτε ανεξάρτητα.



Εικόνα 18-11. Ο χειριστής βλέπει το φως να κινείται.

Με σκοπό να αποφύγει ή να ελαττώσει την παραίσθηση αυτοκινησίας ο πιλότος πρέπει να προσπαθήσει να διατηρήσει ένα καλώς δομημένο οπτικό περιβάλλον στο οποίο ο προσανατολισμός στον χώρο είναι ακριβής. Επειδή όμως αυτό στις νυκτερινές πτήσεις είναι σπανίως δυνατό, για τον λόγο αυτόν συνιστώνται

(α) Οι βολβοί των οφθαλμών του χειριστού πρέπει να μετακινούνται συχνά προκειμένου να αποφεύγεται η παρατεταμένη προσήλωση σε ένα φωτεινό στόχο.

(β) Ο φωτεινός στόχος πρέπει να παρατηρείται δίπλα ή δια μέσου και σε αναφορά με μία σχετικά σταθερή κατασκευή, όπως ένα τόξο της καλύπτρας.

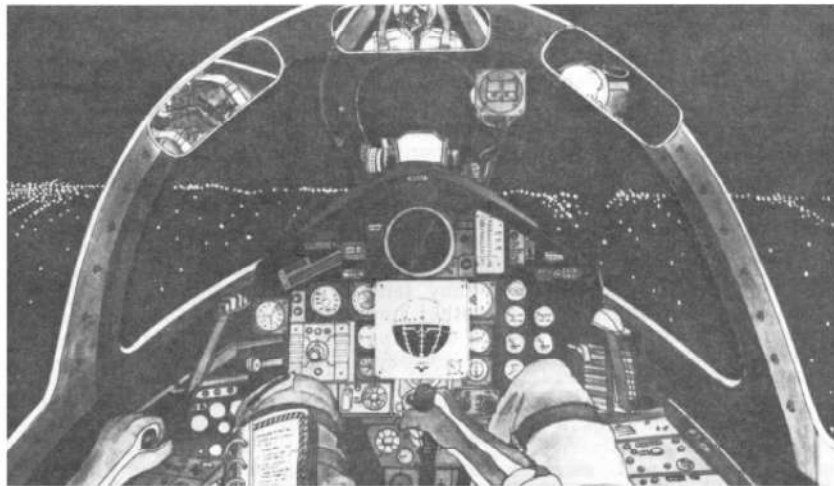
(γ) Ο πιλότος πρέπει να κάνει κινήσεις των οφθαλμών, της κεφαλής και τον σώματος προκειμένου να ξεπεράσει την παραίσθηση.

(δ) Ο πιλότος πρέπει να είναι προσηλωμένος στα όργανα πτήσης, με σκοπό να προφυλαχθεί από, ή να διαλύσει, κάθε συγκρουόμενες αντιλήψεις.

Παραισθήσεις από Εσφαλμένες Οπτικές Ενδείξεις Ένα αποτέλεσμα εσφαλμένης οπτικής ένδειξης προσανατολισμού από το περιβάλλον είναι η leap-on-the-sun παραίσθηση. Στο έδαφος έχουμε συνηθίσει να βλέπουμε λαμπρότερο το επάνω μέρος αυτού που μας περιβάλλει και σκοτεινότερο το από κάτω, ανεξάρτητα από την θέση του ήλιου. Η διεύθυνση έτσι αυτής της διαφοράς στην ένταση του φωτός μας βοηθά να προσανατολιζόμαστε ως προς την επιφάνεια της γης. Στα σύννεφα όμως τέτοια διαφορά δεν υπάρχει και όποτε υπάρχει η φωτεινότερη διεύθυνση είναι προς τον ήλιο και η σκοτεινότερη στην αντίθετη κατεύθυνση. Αλλά ο ήλιος δεν είναι ποτέ σχεδόν κατακόρυφα, σαν επακόλουθο, ο πιλότος που πετά πάνω από μία λεπτή στοιβάδα σύννεφου έχει την τάση να αντιλαμβάνεται εσφαλμένα την κατεύθυνση του ήλιου ως απευθείας κατακόρυφη. Η εσφαλμένη αυτή αντίληψη γίνεται η αιτία σ'αυτόν να κλίνει στη κατεύθυνση του ήλιου, εξ'ού και το όνομα της παραίσθησης. Μία άλλη μορφή του φαινομένου αυτού απαιτεί έναν κάπως διαφορετικό μηχανισμό: Περιστασιακά ο χειριστής θυμάται την σχετική θέση τον ήλιου όταν για πρώτη φορά διατρύπησε τον καιρό, τότε αυτός ασυνείδητα προσπαθεί να κρατά τον ήλιο στην ίδια σχετική θέση οποτεδήποτε ο ήλιος ξετρυπώνει μέσα από τα σύννεφα. Σε μία πτήση που διαρκεί με εναλλασσόμενο καιρό, η αλλαγή της θέσης τον ήλιου στον ουρανό είναι δυνατόν να προκαλέσει μέτρια σύγχυση στον πιλότο και να πετά το αεροσκάφος του με λιγότερη ακρίβεια απ' ό,τι θα πετούσε σε μία συνεχώς VFR ή συνεχώς IFR πτήση.

Πολλές φορές ο ορίζοντας, που γίνεται αντιληπτός από την περιφερική όραση, στην πραγματικότητα δεν είναι οριζόντιος. Είναι επομένως εντελώς φυσιολογικό αυτή, η λανθασμένη αντίληψη του οριζοντίου να δημιουργεί κινδύνους στην πτήση. Μία κεκλιμένη, παραδείγματος χάριν, επιφάνεια σύννεφου που εκτείνεται σε μία μεγάλη έκταση στην περιφερική όραση του πιλότου, είναι πολύ δύσκολο να μην εκληφθεί ως οριζόντια. Ομοιόμορφα κεκλιμένο έδαφος, ιδιαίτερα ανηφορίζον, είναι δυνατόν να δημιουργήσει μία παραίσθηση οριζοντιότητας με καταστροφικές συνέπειες για τον χειριστή που παραπλανάται. Η εικόνα μιας μακρινής καταιγίδας είναι δυνατόν να αποκρύψει τον πραγματικό ορίζοντα και να δημιουργήσει την εντύπωση ότι η βάση της καταιγίδας είναι και η γραμμή του ορίζοντα. Εάν η καταιγίδα φαίνεται ακριβώς πέραν του διαδρόμου, κατά την διάρκεια μιας προσέγγισης για προσγείωση, τότε το κάθετο ή όχι της καταιγίδας είναι δυνατόν να επιφέρει σύγχυση με αποτέλεσμα ο πιλότος να εκτιμήσει λάθος την φορά του αεροσκάφους του ως προς τον κάθετο άξονα αυτού και να εκτελέσει λάθος διορθώσεις στη προσέγγιση.

Οι χειριστές, όταν πετούν το βράδυ, είναι ιδιαίτερα επιρρεπείς στην εσφαλμένη αντίληψη ως προς την οριζοντιότητα. Απομονωμένα φώτα εδάφους μπορούν να εμφανισθούν στον πιλότο ως άστρα (εικ.18-12) και να του δημιουργήσουν την εντύπωση της «μούρης προς τα πάνω» ή του «φτερού προς τα κάτω». Πτήση κάτω από τέτοιες λανθασμένες εντυπώσεις μπορεί να καταλήξει καταστροφική.

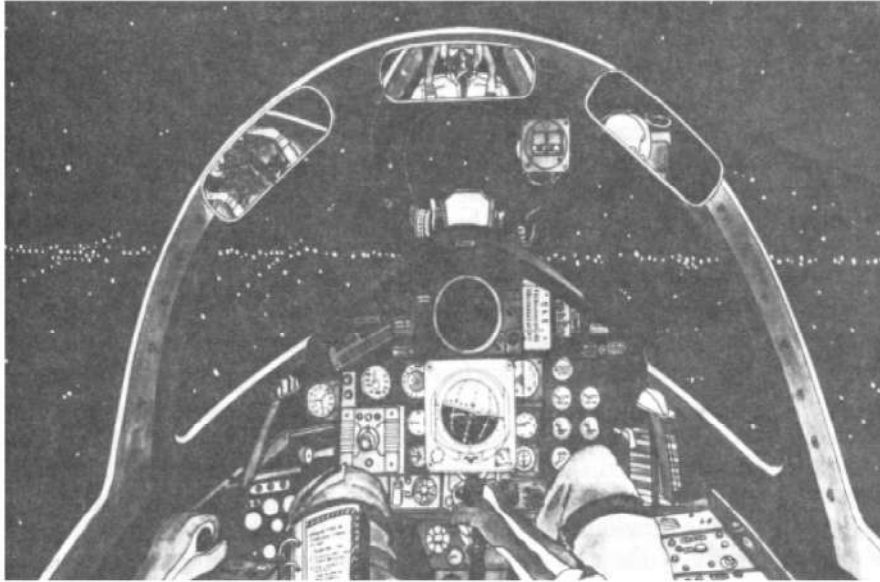


Εικόνα 18-12. Τα φώτα του εδάφους μπορούν να εκληφθούν ως άστρα.

Συχνά, όταν υπάρχει συννεφιά τα άστρα δεν είναι ορατά, μη φωτιζόμενες τότε περιοχές εδάφους (εικ.18-13) μπορούν να αναμειχθούν με την συννεφιά και να δημιουργήσουν την παραίσθηση ότι το μη φωτιζόμενο έδαφος είναι μέρος του ουρανού. Μία άκρως επικίνδυνη κατάσταση είναι εκείνη κατά την οποία λαμβάνει χώρα απογείωση κατά τη νύκτα, πάνω από ωκεανό ή πάνω από μία μεγάλη έκταση από νερό, το οποίο δεν μπορεί να ξεχωριστεί οπτικά από τον ουρανό. Πολλοί χειριστές στην κατάσταση αυτή έχουν αντιληφθεί τη γραμμή της ακτής να υποχωρεί κάτω απ' αυτούς και να εκλαμβάνεται ως ορίζοντας, τότε κάποιοι από αυτούς αντιδρούν, στην εσφαλμένη αυτή αντίληψη, με καταστροφικές συνέπειες.

Χειριστές που πετούν σε μεγάλα ύψη μπορεί καμιά φορά να αντιμετωπίσουν δυσκολίες με τον έλεγχο της θέσης του αεροσκάφους, επειδή σε μεγάλα ύψη ο ορίζοντας είναι χαμηλότερα σε σχέση με το επίπεδο πτήσης απ' ότι είναι σε χαμηλότερα ύψη στα οποία είναι και συνηθισμένο να πετούν. Αδρά εκτιμάται ότι η γωνία καθόδου του ορίζοντα σε μοίρες είναι ίση με την τετραγωνική ρίζα του ύψους σε χιλιόμετρα. Έτσι ένας πιλότος που πετά σε ύψος 15 χιλιομέτρων, βλέπει τον ορίζοντα περίπου 4° πιο κάτω της προέκτασης του δικού του οριζοντίου επιπέδου. Εάν ο χειριστής προσανατολίζεται οπτικά με θέα από το αριστερό παράθυρο του

cockpit, είναι δυνατόν να πετά με κλίση με το αριστερό φτερό 4° κάτω προκειμένου να επιτύχει το ίδιο επίπεδο με τον ορίζοντα. Έχοντας όμως εκτελέσει αυτό εάν κοιτάξει έξω από το δεξιό του παράθυρο, θα δει το δεξιό φτερό 8° πάνω από τον ορίζοντα. Είναι επίσης δυνατόν να έχει και την εμπειρία των προβλημάτων από τη συμπεριφορά του pitch, επειδή η αίσθηση ότι ο ορίζοντας είναι χαμηλότερα μπορεί να δημιουργήσει σ' αυτόν την εσφαλμένη αντίληψη μίας «μούρης προς τα πάνω» του αεροσκάφους του, της τάξεως των 4° .



Εικόνα 18-13. Σύγκυση φωτών του εδάφους με άστρα και λανθασμένη αντίληψη του ορίζοντα

Τέλος θα πρέπει να αναφερθούν οι επιπτώσεις στο προσανατολισμό από το βόρειο σέλλας και τα πυροτεχνήματα που είναι δυνατόν να προκαλέσουν αρκετή δυσκολία και λανθασμένες ενδείξεις στο κάθετο προσανατολισμό τον πιλότου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 19: ΑΕΡΟΝΑΥΤΙΑ (MOTION SICKNESS)

ΣΜΧΟΣ (ΥΙ) ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΣ ΚΕΧΑΓΙΑΔΑΚΗΣ

Η αεροναυτία είναι μία κατηγορία της ναυτίας των ταξιδιών, όπως είναι η ναυτία στο τρένο, στο αυτοκίνητο, στο λούνα-παρκ, στην ιππασία (κυρίως καμήλας) και κυρίως στην θάλασσα, από την οποία προήλθε και το όνομα της (ναυς: πλοίο).

Όταν αναφερόμαστε στην αεροναυτία πρέπει να διευκρινισθεί ότι πρόκειται για κατάσταση, που οφείλεται σε ένα σύνολο συμπτωμάτων και όχι σε συγκεκριμένη νόσο. Μπορεί να χαρακτηριστεί σαν το “σύνδρομο” κακής προσαρμογής στην κίνηση (κινήτωση). Διευκρινίζεται ότι στην ιατρική σύνδρομο αποκαλούμε ένα σύνολο συμπτωμάτων που δεν μπορούμε να τα αποδώσουμε σε συγκεκριμένη νόσο.

Αεροναυτία λοιπόν είναι η κατάσταση που παρουσιάζεται κατά την έκθεση ενός οργανισμού σε παράγοντες που έχουν σχέση με την κίνηση της πτήσης (σε αντίθεση με την ναυτία ταξιδιών ή μάλλον κινήτωση όπως λέγεται που παρουσιάζεται στην κίνηση στην ξηρά και στην θάλασσα). Το ίδιο φαινόμενο μπορεί να παρουσιασθεί και με εξομοιωτές πτήσης και ίσως και στον κινηματογράφο (φαινομενική κίνηση).

Τα συμπτώματα της αεροναυτίας, όπως και της απλής ναυτίας ταξιδιών ή άλλης κινήτωσης είναι κατά σειρά εμφάνισης τα εξής:

- α. επιγαστρική δυσφορία (βάρος στο πάνω μέρος του στομάχου)
- β. ναυτία
- γ. ωχρότητα προσώπου
- δ. κρύοι ιδρώτες
- ε. εμετός
- ζ. αύξηση της θερμοκρασίας του σώματος
- η. πονοκέφαλος-ζάλη
- θ. κατάθλιψη-απάθεια.

Η εμφάνιση μερικών ή όλων των συμπτωμάτων, όπως επίσης η ένταση και η διάρκειά τους ποικίλλει από οργανισμό σε οργανισμό και έχει άμεση εξάρτηση από την αντοχή του οργανισμού στην επίδραση των ερεθισμάτων την συχνότητα έκθεσης στα ερεθίσματα, την διάρκεια έκθεσης στα ερεθίσματα και την ένταση των ερεθισμάτων.

Ο έμετος είναι σημαντικό σύμπτωμα στην αεροναυτία. Πολλές φορές, όμως, το μόνο σύμπτωμα είναι η υπνηλία ιδίως σε κινητικά ερεθίσματα με σκοπό την προσαρμογή.

Η σημασία της αεροναυτίας αναγνωρίστηκε κυρίως στον Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο. Από τους εκπαιδευόμενους πιλότους ένα ποσοστό άνω του 10% παρουσιάζει αεροναυτία στις δέκα πρώτες πτήσεις. Τελικά όμως ένα ποσοστό περί το 2% αποκλείονται από την εκπαίδευση. Στο άλλο ιπτάμενο προσωπικό το ποσοστό αεροναυτίας φθάνει μέχρι 50% ενώ σε αερομεταφερόμενα στρατεύματα το ποσοστό έχει φθάσει και το 70%. Ας σημειωθεί ότι κάποιο επεισόδιο αεροναυτίας έχει παρουσιάσει το 40% του ιπτάμενου προσωπικού χωρίς όμως ιδιαίτερη σοβαρότητα. Η αεροναυτία επίσης αποτελεί το σοβαρότερο πρόβλημα των διαστημικών ταξιδιών (περίπου 80%) στο οποίο συντελεί το μονότονο περιβάλλον της διαστημικής πτήσης και κυρίως η έλλειψη βαρύτητας.

Αιτιολογία Όλα σχεδόν τα άτομα είναι ευαίσθητα όταν η κίνηση του αεροσκάφους έχει απότομες αλλαγές της διεύθυνσής του και μάλιστα όταν αυτό γίνεται επί πολύ χρόνο.

Ειδικότερα:

α. Ο ανώμαλος ερεθισμός του λαβυρίνθου, παίζει σημαντικό ρόλο ιδιαίτερα όταν ο λαβύρινθος ερεθίζεται από σύνθετες κινήσεις σε διάφορους συγχρόνως,

άξονες στον χώρο. Αυτό εξ άλλου αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο των λαβυρινθικών παραισθήσεων.

β. Η όραση γενικά παίζει σημαντικό ρόλο. Η έλλειψη εξωτερικών σημείων προσήλωσης αυξάνει την ευαισθησία. Επίσης η όραση παίζει ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στην φαινομενική κίνηση π.χ. στους εξομοιωτές πτήσεως. Ας σημειώσουμε εδώ ότι έχει προκληθεί ναυτία από ερεθισμό διαφόρων αισθήσεων π.χ. όσφρησης, ακοής, αίσθησης κιναισθητικών υποδοχέων κ.λ.π. Διευκρινίζουμε εδώ ότι κιναισθητικοί υποδοχείς είναι νευρικές απολήξεις στις μυϊκές μάζες και στις αρθρικές επιφάνειες των οστών και μας πληροφορούν για την θέση και την κίνηση των μελών του σώματος.

γ. Ψυχολογικοί και ψυχιατρικοί λόγοι παίζουν ρόλο στην εμφάνιση της αεροναυτίας. Ο φόβος, η ανασφάλεια, η συγκινησιακή αστάθεια, αλλά και ο άκαμπτος χαρακτήρας αποτελούν σημαντικούς παράγοντες.

Για την εξήγηση της αεροναυτίας υπάρχουν δύο σχετιζόμενες μεταξύ τους θεωρίες-υποθέσεις:

Η υπόθεση της νευρικής δυσαρμονίας που υποστηρίζει πως η επίδραση των ερεθισμάτων στον οργανισμό προκαλεί σύγκρουση αφ' ενός μεταξύ των οπτικών και λαβυρινθικών πληροφοριών και των πληροφοριών των κινητικοῦ υποδοχέων, αλλά επί πλέον ότι αυτές οι πληροφορίες είναι διαφορετικές απ' αυτές που ο φλοιός του εγκεφάλου (τελικό όργανο ελέγχου) θα περίμενε να δεχθεί.

Η φύση του ερεθίσματος που υποστηρίζει την διαφορά μεταξύ εισερχομένου και αναμενόμενου συστήματος πληροφοριών. Αυτή η θεωρία δέχεται δύο τύπους δυσαρμονίας κινητικών ερεθισμάτων:

- α. Οπτικό-αιθουσαία (ή οπτικολαβυρινθική) σύγκρουση
- β. Ημικύκλιο-ωτολιθική σύγκρουση.

α. Οπτικο-αιθουσαία σύγκρουση.

Τύπος 1

Κατ' αυτόν τα μάτια και ο λαβύρινθος αντιλαμβάνονται την κίνηση αλλά με μη σύμφωνο τρόπο. Οι πληροφορίες τους δεν συμφωνούν με τις αναφερόμενες από την εμπειρία (π.χ. ναυτία κατά την παρακολούθηση στόχων εδάφους με κιάλια μέσα από το αεροσκάφος).

Τύπος 2 Κατ' αυτόν υπάρχουν δύο είδη συγκρούσεων:

(I) Όταν υπάρχουν οπτικές πληροφορίες χωρίς τις αναφερόμενες λαβυρινθικές όπως στους εξομοιωτές πτήσεως (simulator sickness).

(II) Όταν οι λαβυρινθικές πληροφορίες δεν συνοδεύονται από τις αναμενόμενες οπτικές, όπως όταν υπάρχουν κινητικά ερεθίσματα, αλλά το άτομο δεν έχει οπτική επαφή προς τα έξω (π.χ. συγκυβερνήτες, ραδιοναυτίλοι, επιβάτες αεροσκάφους).

α. Ημικύκλιο-ωτολιθική δυσαρμονία.

Τύπος 1

Ο τύπος αυτός περιγράφει την περίπτωση που οι ημικύκλιοι σωλήνες και τα ωτολιθικά όργανα (σφαιρικό και ελλειπτικό κυστίδιο του λαβυρίνου), όλα τα όργανα του λαβυρίνου, στέλνουν αντιφατικές πληροφορίες. Αυτό συμβαίνει όταν το κεφάλι κινείται ενεργητικά ή παθητικά, ενώ υπάρχει συγχρόνως και κάποια άλλη κίνηση π.χ. κίνηση σε οριζόντιο άξονα και συγχρόνως και κίνηση σε κάθετο άξονα όπως στην παραίσθηση Coriolis.

Τύπος 2

(I) Εμφάνιση αεροναυτίας από ερεθισμό μόνο των ημικυκλίων σωλήνων, ενώ απουσιάζουν ερεθίσματα από τα ωτολιθικά όργανα και τους άλλους σωματοῦ υποδοχείς της βαρύτητας π.χ. στις διαστημικές πτήσεις.

(II) Εμφάνιση αεροναυτίας όταν το ερέθισμα από τα ωτολιθικά όργανα δεν συνοδεύεται από ανάλογο των ημικυκλίων σωλήνων π.χ. παρατεταμένα Roll σε επίπεδη πτήση. Υπενθυμίζουμε ότι ο λαβύρινθος ως όργανο αποτελείται από την

αίθουσα, τους ημικύκλιους σωλήνες που σχετίζονται με την αίσθηση της κίνησης και επιτάχυνσης (και έχουν εσωτερικά την έσω λέμφο, το υγρό που κινείται ανάλογα με τις κινήσεις της κεφαλής) και το σφαιρικό και ελλειπτικό κυστίδιο που έχουν την ωτοκοκία μέσα τους που είναι κόκκοι ανθρακικού ασβεστίου και δίδουν την αίσθηση της στάσης και θέσης της κεφαλής.

Αναφέραμε ότι η εμφάνιση της αεροναυτίας είναι φυσιολογική απάντηση σε άτυπο περιβάλλον κίνησης. Υπάρχουν διαφορές στην ευαισθησία των ατόμων όσον αφορά την εμφάνιση της αεροναυτίας. Αυτά είναι:

α. Δεκτικότητα που σχετίζεται με τον τρόπο επεξεργασίας του ερεθίσματος στο νευρικό σύστημα του ατόμου.

β. Προσαρμοστικότητα που σχετίζεται με τον ρυθμό ανάπτυξης προσαρμογής του ατόμου.

γ. Διατήρηση της ήδη αποκτημένης προσαρμογής όταν υπάρχει αποχή από την έκθεση στα ερεθίσματα που προκαλούσαν αεροναυτία.

δ. Απασχόληση και αφοσίωση σε κάποιο επιτελούμενο έργο, πράγματα που μειώνουν την πιθανότητα εμφάνισης αεροναυτίας

Προφύλαξη-Θεραπεία Μόλις διαγνωσθεί η αεροναυτία πρέπει να διακοπεί το ερέθισμα της κίνησης. Ο παθών πρέπει να λάβει ύπτια (ανάσκελα) θέση με σταθερή προσήλωση του βλέμματος. Ψυχρό ρεύμα αέρα είναι ανακουφιστικό.

Δυνατόν να δοθούν και από τον ιατρό αντιισταμινικά φάρμακα ή και αμφεταμίνη ή εφεδρίνη. Αυτά δίνονται και προληπτικά, αλλά σε άτομα όμως που δεν εμπλέκονται στον χειρισμό του αεροσκάφους, διότι όλα αυτά προκαλούν έντονη υπνηλία.

Πρόληψη-Επιλογή Αν και υπάρχουν διάφορα ιατρικά και ψυχολογικά τεστ για την ανίχνευση των ατόμων που έχουν προδιάθεση σε αεροναυτία, δεν θα πρέπει να αποκλείονται αυτά τα άτομα από το πτητικό έργο μόνο με βάση αυτά τα τεστ και αυτά τα προγράμματα. Πρέπει δηλαδή να υπάρχουν προγράμματα προσαρμογής και εκεί να τίθεται η τελική κρίση καταλληλότητας.

Η καλύτερη μέθοδος επιλογής, επομένως, είναι η προσαρμογή και ιδιαίτερα στους χειριστές α/φών που δεν μπορούν αν πετούν με λήψη φαρμάκων, τα οποία πολύ πιθανόν δημιουργούν προβλήματα καταστολής των αντανεκλαστικών.

Έτσι πρέπει να εκτίθενται σε άτυπες κινήσεις στην πτητική τους εκπαίδευση. Μετά πρέπει να εκτίθενται, επίσης, σε κινητικά ερεθίσματα σε τακτικές πτήσεις ώστε να συντηρείται η προσαρμογή τους.

Ειδικά στους νέους εκπαιδευόμενους που παρουσιάζουν αεροναυτία το πρόγραμμα πρόληψης και επαναφοράς της πτήσης μετά από αεροναυτία περιλαμβάνει:

Ψυχολογική υποστήριξη, συμβουλές και έκφραση εμπιστοσύνης στο άτομο.

Προγράμματα προσαρμογής διάρκειας μερικών εβδομάδων με καθημερινή επανειλημμένη έκθεση σε ερέθισμα Coriolis βαθμιαία αυξανόμενο και εναλλασσόμενο με οπτικολαβυρινθικά ερεθίσματα ή και ταλαντώσεις.

Στη συνέχεια μετά τις πτήσεις με εκπαίδευση ακολουθούν και πτήσεις στις οποίες εισάγονται ερεθίσματα. Σε συνδυασμό με κατάλληλη ψυχοθεραπευτική υποστήριξη η επιτυχία φθάνει στο 80-85%.

Εκπαίδευση ατομική στην επίτευξη χαλάρωσης με συνδρομή και της μεθόδου της βιοανάδρασης. Έτσι επιτυγχάνεται εκμάθηση ελέγχου των αυτόνομων αντιδράσεων και κατευνασμού του άγχους που προκαλεί το κινητικό ερέθισμα και μείωση της ευαισθησίας που οδηγεί στην αεροναυτία.

Επίλογος για την αεροναυτία Η αεροναυτία είναι μία κατάσταση όπου με την επίδραση διαφόρων κινητικών ερεθισμάτων πραγματικών ή εικονικών προκαλούνται συμπτώματα όπως ζάλη, ίλιγγος κ.λ.π. Η ένταση και η εμφάνιση των συμπτωμάτων ποικίλλει από άτομο σε άτομο και οφείλεται κυρίως σε διαταραχές προσαρμογής του οργανισμού σε διάφορα νευρο-αισθητηριακά ερεθίσματα που έχουν σχέση με την κίνηση.

Η καλύτερη θεραπεία είναι πάντα η προφύλαξη γι' αυτό έχουν θεσπισθεί διάφορα τεστ για το ιπτάμενο προσωπικό καθώς και προγράμματα προσαρμογής για την αποφυγή αυτής της κατάστασης.

Ας μη ξεχνάμε όμως ότι η κύρια αιτία της αεροναυτίας είναι η δυσαρμονία των ερεθισμάτων που λαμβάνονται από τον άνθρωπο σε σχέση με αυτά που περιμένει ότι θα λάβει. Αυτός είναι και ο λόγος που η κινήτωση όπως και η αεροναυτία συμβαίνουν κυρίως στον συνοδηγό αυτοκινήτου (και όχι στον οδηγό), κυρίως στον συγκυβερνήτη (και όχι στον κυβερνήτη) και κυρίως στον επιβάτη του πλοίου που δεν βλέπει την θάλασσα (και όχι σ' αυτόν που την βλέπει). Όσο δηλαδή, προετοιμασμένοι είμαστε για την κίνηση που θα μας συμβεί τόσο περισσότερο απομακρύνουμε τον κίνδυνο της αεροναυτίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 20: ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΚΑΙ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΑΠΟΔΟΣΗ

Ναούμ Καραμηνάς (Ειδ. Επιστήμων – Ψυχολόγος)

Εισαγωγή – Ανθρώπινες δυνατότητες Το φυσικό περιβάλλον κάθε άλλο παρά φιλικό μπορεί να θεωρηθεί για κάποιον που δεν κατέχει τις βασικές δεξιότητες επιβίωσης μέσα σ' αυτό. Η απόκτηση αυτών των δεξιοτήτων αποτέλεσε μία από τις πρωταρχικές ανάγκες του πρωτόγονου ανθρώπου. Οι μακρινοί μας πρόγονοι έμαθαν πώς να κατασκευάζουν εργαλεία, όπλα, καταφύγιο, ρουχισμό, έργα τέχνης, κλπ. Ανέπτυξαν επίσης και τεχνικές χρησιμοποίησης των παραπάνω κατασκευασμάτων.

Ο σημερινός άνθρωπος συνεχίζει να υφίσταται την πίεση του περιβάλλοντός του αλλά, ολοένα και περισσότερο, βρίσκεται αντιμέτωπος με μια τεχνολογικής υφής κοινωνία η οποία απαιτεί την ανάπτυξη δεξιοτήτων υψηλότερης βαθμίδας και πολυπλοκότητας από αυτές των προγόνων του. Έτσι, πέρα από την εξειδίκευση που απαιτείται για να κάνει κανείς σωστά τη δουλειά του, πρέπει να αναπτύξει και πολύπλευρες πολιτισμικές (κατανόηση της τέχνης και της λογοτεχνίας) καθώς και σύνθετες κοινωνικές δεξιότητες (επικοινωνία, κλπ).

Σε γενικές γραμμές, το ανθρώπινο είδος δείχνει μια αξιοθαύμαστη έφεση στην ανάπτυξη των απαραίτητων για την επιβίωσή του δεξιοτήτων. Ένας μεγάλος αριθμός γλωσσών βοηθούν στην παγκόσμια επικοινωνία και μια τεράστια γκάμα από τεχνικές έχουν αναπτυχθεί για την παραγωγή και χρήση όλο και πιο πολύπλοκων εργαλείων. Οι άνθρωποι, χωρίς πραγματικά να το καταλαβαίνουν, αποκτούν αμέτρητες βασικές δεξιότητες που κυμαίνονται από το να μπορούν να στέκονται όρθιοι, να περπατούν, να τρέχουν, κλπ, έως αυτές που χρειάζονται για την αντίληψη και κατανόηση του περιβάλλοντός τους. Όμως, οι δυνατότητες του ανθρώπου, αν και μεγάλες, έχουν κάποια όρια. Σε επίπεδο είδους, αυτά τα όρια τίθενται από την κατασκευή του ανθρώπινου σώματος, το νευρικό σύστημα, τα αισθητήρια όργανα, κλπ, ενώ σε ατομικό επίπεδο από τις ικανότητες, τα ιδιαίτερα σωματικά χαρακτηριστικά, την προσωπικότητα, την οξύτητα των αισθήσεων, κλπ.

Παρατηρούμε, λοιπόν, ότι οι άνθρωποι διαφέρουν μεταξύ τους και ότι, αν και οι περισσότεροι από μας θα μπορούσαν να αποδώσουν αρκετά καλά στην εκτέλεση ενός μεγάλου φάσματος εργασιών, υπάρχουν πάντα κάποιες εργασίες στις οποίες κάποιοι αποδίδουν πολύ καλύτερα από ό,τι ο μέσος όρος του πληθυσμού. Στο πώς και γιατί συμβαίνει αυτό έρχεται να απαντήσει ο κλάδος της πειραματικής ψυχολογίας που μελετά την ανθρώπινη απόδοση, αναλύοντας τις διαδικασίες που είναι απαραίτητες για την εκτέλεση εξειδικευμένου έργου, μελετώντας την ανάπτυξη επί μέρους δεξιοτήτων και προσπαθώντας να ανιχνεύσει τους παράγοντες που οριοθετούν τους διάφορους τομείς της απόδοσης.

Παρά το γεγονός ότι υπάρχει μια τεράστια ποικιλία εργασιών, που πολλές φορές διαφέρουν ριζικά μεταξύ τους, η μεθοδολογία που ακολουθείται για τη διερεύνησή τους είναι κοινή για όλες και βασίζεται κυρίως στην ανάλυση κάθε πολύπλοκης διαδικασίας σε όλο και απλούστερα επί μέρους έργα (**Απλούστευση – Αναγωγή σε Πρωτογενείς Παράγοντες**) και, ταυτόχρονα, στον προσδιορισμό ποσοτικών (κατά προσέγγιση πάντα) μεγεθών για τη μέτρηση των ανθρωπίνων ικανοτήτων για κάθε μια από τις βασικές ανθρώπινες λειτουργίες (**Παραμετροποίηση – Ποσοτικοποίηση**).

Σκοπός όλων των παραπάνω είναι, φυσικά, η πρόβλεψη της δυνατότητας ενός συγκεκριμένου ανθρώπου για την εκτέλεση ενός συγκεκριμένου πολύπλοκου και εξειδικευμένου έργου. Βάσει της πρόβλεψης αυτής, μπορεί, είτε να επιλεγεί το άτομο που θα αποδώσει περισσότερο στο έργο αυτό (**Επιλογή προσωπικού - Ψυχομετρία - Ανθρωπομετρία**), είτε να προσαρμοσθεί το έργο στους ανθρώπους

που είναι διαθέσιμοι για την εκτέλεσή του (**Εργονομία**). Επιπλέον, η βαθύτερη γνώση και κατανόηση του έργου βοηθάει στην ανάπτυξη μεθόδων εξοικείωσης με αυτό (**Εκπαίδευση**) και στην καθιέρωση διαδικασιών αποφυγής λαθών και ατυχημάτων (**Ασφάλεια**). Τέλος, εφ' όσον επιτευχθούν τα παραπάνω, καταλήγουμε στην επιθυμητή από όλους μέγιστη **Απόδοση** που, πέρα από όλα τα άλλα, εξοικονομεί ανθρώπινους και υλικούς πόρους (**Οικονομία**).

Ανθρώπινες δεξιότητες (skills)

Ορισμός και χαρακτηριστικά δεξιοτήτων

Δεξιότητα είναι μια *οργανωμένη σειρά δράσεων*, που εμπεριέχουν παράγοντες *χώρου και χρόνου*, έχουν *σαφή σκοπό* και προσαρμόζονται στις ανάγκες της στιγμής μέσα από διαδικασίες *ανάδρασης*.

Ας εντοπίσουμε τα παραπάνω χαρακτηριστικά, αναλύοντας, βάσει του ορισμού, μία δεξιότητα που θεωρείται όχι μόνο βασική αλλά και αυτονόητη για έναν ιπτάμενο χειριστή: το πέταγμα του α/φους σε ευθεία πορεία και οριζόντια θέση. Αν κατά τύχη αισθάνεστε ότι αυτό δεν αποτελεί πραγματική δεξιότητα, απλά θυμηθείτε την προσπάθεια που έπρεπε να καταβάλετε για να κρατήσετε το αεροπλάνο σ' αυτή τη θέση όταν το «πήρατε» για πρώτη φορά ή, αν δεν το έχετε δοκιμάσει, ρωτήστε κάποιον που είχε αυτή την εμπειρία.

Οργανωμένη σειρά δράσεων: Ο χειριστής πρέπει να απλώσει το χέρι του, να πιάσει το πηδάλιο και κρατώντας το να κάνει τις απαραίτητες κινήσεις προς όλες τις κατευθύνσεις. Παρ' όλο που οι διορθώσεις του πηδαλίου δίνουν την εντύπωση μιας συνεχούς κίνησης, στην πραγματικότητα αποτελούν μια σειρά από ανεξάρτητες αποφάσεις (πχ. απόφαση για κλίση αριστερά), κάθε μία από τις οποίες ακολουθεί τη δική της σειρά παρατηρήσεων (πχ. διάβασμα οργάνων) και ακολουθείται από κάποια αντίδραση (πχ. πηδάλιο αριστερά). Οι ανεξάρτητες αυτές κινήσεις συνδυάζονται σε μια οργανωμένη ακολουθία που καταλήγει να δίνει την τελική εντύπωση μιας συνεχούς κίνησης (τουλάχιστον όταν εκτελείται από σχετικά έμπειρο χειριστή).

Παράγοντες χώρου και χρόνου: Το πιάσιμο αυτό καθ' αυτό του πηδαλίου αποτελεί μία πολύπλοκη δεξιότητα που απαιτεί μεγάλη ακρίβεια στη θέση του χεριού στο *χώρο*, ενώ τα δάχτυλα πρέπει να *συγχρονιστούν* και να κλείσουν ακριβώς την κατάλληλη *στιγμή*. Το ίδιο, φυσικά, ισχύει και για τις περαιτέρω κινήσεις για τη διόρθωση της θέσης του α/φους. Προσέξτε ότι σ' αυτή την περίπτωση τείνουμε να υποτιμήσουμε την πολυπλοκότητα των βασικών αυτών κινήσεων, ξεχνώντας την δυσκολία με την οποία τις μάθαμε όταν ήμασταν μικροί. Όσοι συνεχίζετε να δυσπιστείτε παρακολουθείστε ένα μωρό 5 μηνών που προσπαθεί να πιάσει την πιπίλα του και θα καταλάβετε.

Σαφής σκοπιμότητα: Η εκτέλεση του πτητικού έργου δεν είναι απλά οργανωμένη, αλλά έχει και κάποιον σκοπό. Στην προκειμένη περίπτωση, το α/φος πρέπει να ακολουθήσει μια συγκεκριμένη πορεία, κρατώντας μια συγκεκριμένη θέση. Κάθε, λοιπόν, επί μέρους κίνηση έχει έναν επί μέρους σκοπό που συμβάλλει στη συνολική σκοπιμότητα της όλης διαδικασίας. Πολλές φορές βέβαια, όταν παρακολουθούμε κάποιον αρχάριο χειριστή, είναι δύσκολο να καταλάβουμε τι ακριβώς προσπαθεί να κάνει, να είστε όμως σίγουροι ότι υπάρχει κάποιος σκοπός που, αυτός τουλάχιστον, γνωρίζει.

Ανάδραση (feedback): Καθ' όλη τη διάρκεια της πτήσης, υπάρχει συνεχής ροή δεδομένων από το περιβάλλον προς τον χειριστή, μέσω των αισθητηρίων οργάνων του και αντίστοιχα μεταβολές που προκαλεί ο χειριστής στο περιβάλλον μέσω των αντιδράσεών του. Επιπλέον, πολλά από τα δεδομένα, που αλλάζουν λόγω των αντιδράσεων, προκαλούν νέες αντιδράσεις, που προκαλούν μεταβολές, που ... και πάει λέγοντας. Οι μόνες δράσεις που μπορούν να είναι ανεξάρτητες από κάποιου τύπου ανάδραση είναι αυτές που διαρκούν *μέχρι και ένα δευτερόλεπτο*. Η ανάδραση είναι άλλο ένα χαρακτηριστικό που τείνουμε να υποτιμούμε, παρ' όλο που χωρίς αυτήν κάθε δράση θα ήταν σχεδόν αδύνατη. Η απόδειξη είναι εύκολη και

οδυνηρή συγχρόνως. Αρκεί να προσπαθήσετε να περπατήσετε με κλειστά τα μάτια ή απλά να πιάσετε κάτι με μουδιασμένο χέρι – και στις δύο περιπτώσεις, τα κανάλια ανάδρασης (όραση, αφή) είναι μπλοκαρισμένα.

Είδη δεξιοτήτων Όπως αντιλαμβάνεστε, ο αριθμός των δεξιοτήτων που χρειάζεται να αναπτύξει κανείς στη ζωή του είναι τεράστιος. Για να γίνει δυνατή η μελέτη τους λοιπόν, είναι αναγκαία η κατηγοριοποίησή τους και η ανάπτυξη ενός σχετικά απλού, αλλά πλήρους μοντέλου ανάλυσής τους. Αρχικά, μπορεί κανείς να αναφερθεί σε δύο "είδη" δεξιοτήτων, τις *έμφυτες* και τις *επίκτητες*.

Έμφυτες (εγγενείς) δεξιότητες

Υπάρχει ένας αριθμός ανθρώπινων λειτουργιών, λίγων αλλά βασικών, που είναι εμφανώς έμφυτες μια και αποτελούν μέρος του αναπτυσσόμενου νευρικού συστήματος. Τέτοιες είναι η αναπνοή, η πέψη, ο βήχας και άλλες αυτόματες (ανακλαστικές) λειτουργίες, απαραίτητες για την επιβίωσή μας. Παρ' όλο που είναι αυτόματες, οι παραπάνω λειτουργίες έχουν όλα τα χαρακτηριστικά των δεξιοτήτων που συζητήθηκαν νωρίτερα, επηρεάζονται σαφώς από την εμπειρία και τη μάθηση και είναι κοινές σε όλους τους ανθρώπους.

Επίκτητες δεξιότητες

Πρόκειται για την πλειονότητα των δεξιοτήτων που αποκτά κανείς από τη στιγμή που αρχίζει να αντιλαμβάνεται τον κόσμο γύρω του. Πρακτικά, μπορούν να χωριστούν σε *αντιληπτικές – κινητικές* και σε *λεκτικές δεξιότητες*. Ας εξετάσουμε τις δύο αυτές κατηγορίες χωριστά:

Αντιληπτικές – κινητικές δεξιότητες: Πρόκειται για δεξιότητες που είναι σημαντικές στην προσπάθειά μας για επαφή με το περιβάλλον και για τον έλεγχο του. Χωρίζονται κι αυτές σε 3 περαιτέρω κατηγορίες, όπως οι *Αδρές σωματικές δεξιότητες* χαρακτηριστικό παράδειγμα των οποίων αποτελούν όλες οι διαδικασίες που μας δίνουν τη δυνατότητα να στεκόμαστε όρθιοι και να κινούμαστε στο χώρο. Οι περισσότεροι από εμάς τις εκλαμβάνουμε ως δεδομένες και δεν αντιλαμβανόμαστε ότι στην πραγματικότητα αποτελούν τη βάση πάνω στην οποία «χτίζονται» οι *Δεξιότητες ακριβείας*, εξειδικευμένες δηλαδή και πολύπλοκες σωματικές δεξιότητες, όπως αυτές των ακροβατών, αθλητών, χορευτών, κλπ. Υπάρχουν τέλος οι *Αντιληπτικές δεξιότητες* παραδείγματα των οποίων αποτελούν η αντίληψη του χώρου, η εκτίμηση ταχύτητας και απόστασης, η αναγνώριση σχημάτων και δομών στο χώρο, καθώς και η αναγνώριση οργανωμένων ηχητικών δομών. Αυτή η υποκατηγορία αποτελεί και τη «γέφυρα» με την επόμενη κατηγορία δεξιοτήτων, μια και η αντίληψη αποτελεί αναπόσπαστο μέρος και της γλωσσικής επικοινωνίας.

Λεκτικές δεξιότητες: Σ' αυτή την κατηγορία εντάσσονται οι διαδικασίες χρήσης μαθηματικών, μεταφορικών και άλλων ειδών εννοιών που οι άνθρωποι χρησιμοποιούν για να σκέπτονται και να επιλύουν προβλήματα, καθώς και για την καθημερινή τους προφορική ή γραπτή επικοινωνία. Πρόκειται για δεξιότητες που είναι σημαντικές για τη συσσώρευση και διατήρηση των γνώσεων των προηγούμενων γενεών, συμβάλλοντας έτσι στην συνεχή πολιτιστική και τεχνολογική ανάπτυξη του ανθρώπινου είδους. Το πρώτο είδος επικοινωνίας που αναπτύσσουμε αποτελεί η «βουβή» γλώσσα του σώματος και του προσώπου, που εκτοπίζεται, καθώς μεγαλώνουμε, από τη χρήση λέξεων, συνεχίζοντας όμως να εξελίσσεται παράλληλα με αυτήν. Αργότερα, κάνουν την εμφάνισή τους οι πιο ακριβείς γλώσσες των μαθηματικών, της επιστήμης και της λογικής. Οι διαδικασίες κατανόησης και χειρισμού των συμβόλων των διαφορετικών αυτών γλωσσών αποτελούν το μεγαλύτερο κομμάτι των ανθρώπινων λεκτικών δεξιοτήτων.

Ανασυνθέτοντας τα παραπάνω είδη δεξιοτήτων, ανακαλύπτουμε ότι εκτός των διαφορών μεταξύ τους υπάρχουν και κοινά σημεία. Το βασικότερο από αυτά αποτελεί η ανάγκη για αμφίδρομη ανταλλαγή δεδομένων με το περιβάλλον, παράλληλα με μηχανισμούς ανάλυσης, σύγκρισης, κατηγοριοποίησης, αποθήκευσης και ανασύνθεσής τους, ή απλούστερα, η *επεξεργασία πληροφοριών*.

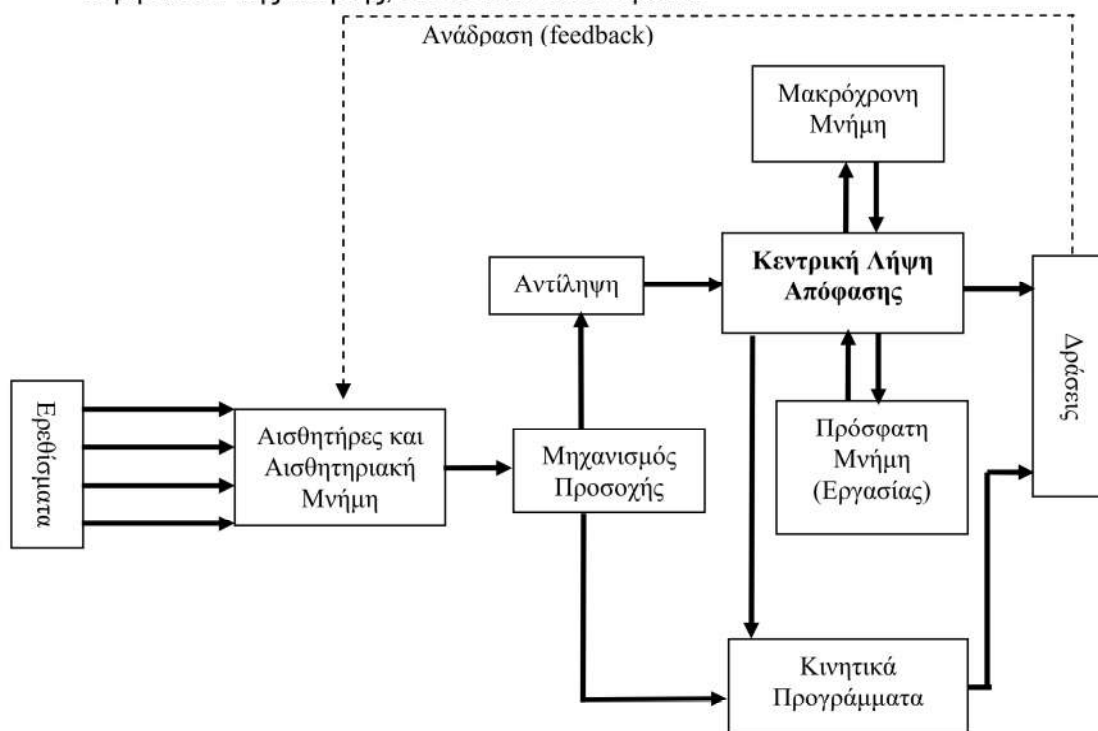
Επεξεργασία πληροφοριών (INFORMATION PROCESSING)

Το συστηματικό μοντέλο

Η επεξεργασία πληροφοριών, όπως όλες οι περίπλοκες διαδικασίες, είναι αδύνατον να κατανοηθεί επακριβώς στο σύνολό της. Κάτι τέτοιο θα απαιτούσε, κατ' αρχήν, πλήρη γνώση της λειτουργίας του εγκεφάλου, από πλευράς φυσιολογίας αλλά και δυναμικής οργάνωσης, δεδομένα που οι επιστήμονες δεν έχουν ακόμη στα χέρια τους. Άντ' αυτών, λοιπόν, η επιστημονική μέθοδος επιτάσσει τη χρήση θεωρητικών μοντέλων που, σε συνδυασμό με πειραματικά και εμπειρικά ευρήματα, μας δίνουν μια καλύτερη εικόνα της υπό διερεύνηση διαδικασίας και βελτιώνουν τις πιθανότητες επιτυχούς ανάλυσής της και πρόβλεψης των αποτελεσμάτων της.

Ένα από τα πιο επιτυχημένα μοντέλα ανάλυσης του τρόπου λειτουργίας του ανθρώπινου εγκεφάλου προέρχεται, παραδόξως, από έναν τομέα που αφορά σε κάτι τελείως τεχνητό – τον ηλεκτρονικό υπολογιστή. Η επιστήμη της πληροφορικής στην προσπάθειά της για την κατασκευή ενός εργαλείου που θα υποκαθιστούσε τον άνθρωπο, σε ορισμένες τουλάχιστον περιπτώσεις, κατέληξε σε μια δομή που, πέραν του ότι ήταν τεχνικά εφαρμόσιμη, ήταν και άμεσα κατανοητή στον τρόπο προγραμματισμού και χρήσης της. Η δομή αυτή βασίστηκε στην πανάρχαια ιδέα της ύπαρξης ξεχωριστών συστημάτων που, αλληλεπιδρώντας το ένα με το άλλο, υποστηρίζουν τη λειτουργία κάθε πολύπλοκου υπερσυστήματος. Τα συστήματα αυτά διαφέρουν μεταξύ τους ως προς το επίπεδο, που κυμαίνεται από χαμηλό, για τα απλά συστήματα, έως υψηλό, για τα σύνθετα, χωρίς ωστόσο να διαφέρουν στον βασικό τρόπο λειτουργίας τους. Κάθε σύστημα δέχεται εισροή (input) δεδομένων, τα επεξεργάζεται (throughput) και εξάγει (output) το αποτέλεσμα στο περιβάλλον. Το περιβάλλον κάθε συστήματος δεν είναι τίποτε άλλο παρά κάποιιο υπερσύστημα, μέσα στο οποίο αλληλεπιδρούν συστήματα χαμηλότερου επιπέδου, που με τη σειρά τους περιέχουν τα δικά τους υποσυστήματα κ.ο.κ.

Η εξέταση κάθε επί μέρους συστήματος μπορεί να γίνει είτε λαμβάνοντας υπ' όψη το περιβάλλον του (ανοιχτό σύστημα), είτε απομονώνοντάς το στιγμιαία απ' αυτό (κλειστό σύστημα). Η κάθε μέθοδος έχει τα δικά της θετικά και αρνητικά σημεία, τα οποία όμως δεν θα αναλύσουμε εδώ. Κατά τη μελέτη των ανθρώπινων αντιδράσεων, συνηθίζεται η χρήση του «ανοιχτού» μοντέλου. Αυτό το μοντέλο θα χρησιμοποιήσουμε κι εμείς (Σχήμα 20-1), σε συνδυασμό με παραδείγματα από το περιβάλλον της πτήσης, όπου αυτό είναι εφικτό.



Σχήμα 20-1: Συστημικό μοντέλο λειτουργίας της ανθρώπινης επεξεργασίας πληροφορίας.

ΕΡΕΘΙΣΜΑΤΑ

Για να επιδράσει ένα οποιοδήποτε ερέθισμα στην διαδικασία εκτέλεσης μιας δεξιότητας θα πρέπει, κατ' αρχήν, να γίνει αισθητό. Αν η φωτεινή ένδειξη ενός οργάνου είναι πολύ αχνή, τότε αυτό απλά δεν φαίνεται. Αν η συχνότητα (τόνος) ενός ήχου του κινητήρα είναι πολύ υψηλή, τότε δεν τον ακούμε. Αν η ανάγλυφη ένδειξη ενός διακόπτη είναι πολύ ρηχή για να πιέσει τα δάχτυλά μας κάτω από το γάντι, τότε δεν την αισθανόμαστε. Ένας επιπλέον παράγων είναι και ο «θόρυβος» του περιβάλλοντος. Πράγματι, όσο φωτεινότερο το περιβάλλον, τόσο πιο έντονο πρέπει να είναι ένα φωτάκι πριν το δούμε.

Αισθήσεις και αισθητηριακή μνήμη

Όπως είδαμε, η ένταση ενός ερεθίσματος πρέπει να ξεπερνάει τον ουδό (κατώφλι – threshold) του αντίστοιχου αισθητηρίου οργάνου για να γίνει το ερέθισμα αισθητό. Εδώ βλέπουμε πόσο ρόλο παίζει η οξύτητα των αισθήσεων στην πτήση, όπως επίσης και η ευαισθησία στη διάκριση μεταξύ ερεθισμάτων του ίδιου τύπου που αναφέρθηκε προηγουμένως.

Από τη στιγμή που ένα ερέθισμα γίνεται αισθητό, λαμβάνουμε σαν δεδομένο ότι η πληροφορία έχει φυσική μορφή σ' αυτή τη φάση (ήχοι, σχήματα, κλπ), ότι υπάρχουν ξεχωριστές μνήμες για κάθε τύπο ερεθίσματος (εικόνας – iconic, ήχου – echoic, κλπ) και ότι το ερέθισμα εξασθενεί πολύ γρήγορα (0,5-1 sec για εικόνα, 2-8 sec για ήχο). Στην αισθητηριακή μνήμη του ήχου, για παράδειγμα, οφείλεται το ότι μπορούμε να θυμηθούμε την αρχή ενός μηνύματος που λαμβάνουμε σε γενική συχνότητα στον ασύρματο, αφού έχει ήδη παρέλθει κάποιος χρόνος μέχρι να καταλάβουμε ότι το μήνυμα απευθύνεται σε μας.

Προσοχή

Η δυνατότητα του ανθρώπου να εστιάζει την προσοχή του και να παίρνει πληροφορίες από περισσότερες από μία πηγές ταυτόχρονα είναι περιορισμένη. Αυτό σημαίνει ότι χρειαζόμαστε έναν μηχανισμό μέσω του οποίου να επιλέγουμε σε ποια ερεθίσματα θα επιτρέψουμε να «περάσουν» στο χώρο της αντίληψής μας. Τέτοιο μηχανισμό αποτελεί η *επιλεκτική προσοχή*. Ο όρος επιλεκτική προσοχή αναφέρεται στη διαδικασία κατά την οποία τα εξωτερικά ερεθίσματα υφίστανται δειγματοληπτική έρευνα για να διαπιστωθεί η σχέση και η σημαντικότητά τους ως προς το κεντρικό έργο με το οποίο είναι απασχολημένο το σύστημα. Φυσικά, θα ήταν καταστροφικό αν ένας τέτοιος μηχανισμός μας απέκοπτε τελείως από τον έξω κόσμο. Ευτυχώς, υπάρχουν ενδείξεις ότι η ανάλυση που προηγείται της απαγόρευσης είναι λεπτομερής. Σ' αυτό οφείλουμε το ότι μπορούμε να ακούσουμε το όνομά μας ή τον αριθμό κλήσης μας, ακόμα και όταν είμαστε τελείως απορροφημένοι από κάτι άλλο. Ένας άλλος παρεμφερής μηχανισμός είναι αυτός της *διασπασμένης προσοχής* που μας επιτρέπει να μοιράζουμε την προσοχή μας σε περισσότερες της μιας δραστηριότητες.

Η εγρήγορση αποτελεί έναν παράγοντα που επηρεάζει άμεσα την προσοχή, αυξάνοντας τη συχνότητα σάρωσης του περιβάλλοντος και μεγαλώνοντας την πιθανότητα ανίχνευσης σημαντικών μεταβολών. Το stress αυξάνει τον βαθμό εγρήγορσης αλλά, όταν ξεπεράσει τα όρια του μέτριου, τείνει να μειώνει το εύρος των ερεθισμάτων που γίνονται αισθητά. Έτσι, κατά τη διάρκεια μιας ήσυχης πτήσης (χαμηλό stress), η συχνότητα που διαβάζει ο χειριστής τα όργανα είναι πολύ μικρότερη της αντίστοιχης όταν προσγειώνεται το α/φος (μέτριο stress). Αντίθετα, αν υπάρχει πρόβλημα με τον κινητήρα κατά την προσγείωση (υψηλό stress), η συχνότητα ελέγχου των οργάνων αυξάνεται μεν αλλά με έμφαση στο στροφόμετρο και τη θερμοκρασία και τάση αγνόησης άλλων παραμέτρων.

Αντίληψη

Αντίληψη είναι η διαδικασία μετατροπής της πληροφορίας, που λαμβάνεται μέσω των αισθητηρίων οργάνων, σε κατανοητές δομές. Έτσι, για παράδειγμα, μια σειρά από ήχους μετατρέπεται σε προφορικό μήνυμα με νόημα. Λόγω του ότι η φυσική πληροφορία κωδικοποιείται με τη χρήση εννοιών που προϋπάρχουν στη μνήμη μας, *μπορούμε να αντιληφθούμε μόνον ό,τι μπορούμε να διανοηθούμε*.

Ο μηχανισμός της αντίληψης επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες. Όπως είδαμε παραπάνω, η δυνατότητά μας για πρόσληψη και μετάδοση πληροφορίας είναι περιορισμένη. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να μην αντιλαμβανόμαστε όλα όσα βλέπουμε ή ακούμε. Η εμπειρία είναι επίσης σημαντική για τον βαθμό αντίληψης. Πράγματι, ένας έμπειρος χειριστής, συνηθισμένος στα παράσιτα του ασυρμάτου και με αρκετά ακριβείς προσδοκίες ως προς το περιεχόμενο της επικοινωνίας, κατανοεί αμέσως ένα μήνυμα που θα αποτελούσε «μυστήριο» για έναν αρχάριο. Το ίδιο ισχύει και για τα οπτικά ερεθίσματα. Έτσι, η προηγούμενη εμπειρία μας και η επίγνωση του τι βλέπουμε καθορίζουν την ευκολία με την οποία κρίνουμε αποστάσεις, γωνίες, μεγέθη και σχετικές θέσεις αντικειμένων στις τρεις διαστάσεις.

Λήψη απόφασης

Από τη στιγμή που η πληροφορία γίνεται αντιληπτή, το σύστημα πρέπει να αποφασίσει τι θα κάνει μ' αυτήν. Ένας τρόπος αξιοποίησης θα ήταν η άμεση λήψη απόφασης και η αντίστοιχη έναρξη αντίδρασης, με βάση την παραπάνω πληροφορία (πχ. Ειδοποίηση για προσέγγιση χωρίς σύστημα προσγείωσης συνεπάγεται άμεσες κινήσεις για «κατέβασμα» των τροχών). Άλλος τρόπος αξιοποίησης θα ήταν η κατακράτηση της πληροφορίας στη μνήμη έως ότου εντοπισθεί το πραγματικό πρόβλημα. Σ' αυτή την περίπτωση, η πληροφορία αποθηκεύεται στη μνήμη εργασίας και χρησιμοποιείται, όταν χρειάζεται, σε συνδυασμό με άλλες πληροφορίες, για την λήψη απόφασης. Τέλος, η πληροφορία θα μπορούσε να αποθηκευτεί στην μακρόχρονη μνήμη, όπως γίνεται, για παράδειγμα, κατά τη διάρκεια εκπαίδευσης.

Μνήμη εργασίας – Πρόσφατη μνήμη (SHORT TERM MEMORY)

Το κομμάτι αυτό της μνήμης επιτρέπει την αποθήκευση πληροφορίας για περιορισμένο χρονικό διάστημα. Κλασσικό παράδειγμα χρήσης της είναι η παροδική απομνημόνευση ενός αριθμού τηλεφώνου έως ότου σχηματίσουμε τον αριθμό στο καντράν. Η μορφή στην οποία αποθηκεύονται οι πληροφορίες διαφέρει ανάλογα με το είδος τους. Ειδικότερα, τα προφορικά ή γραπτά δεδομένα μετατρέπονται σε ακουστικό κώδικα και αποθηκεύονται στον αποκαλούμενο αρθρωτικό βρόχο (articulatory loop), ενώ τα δεδομένα χώρου μετατρέπονται σε εικονικό κώδικα και αποθηκεύονται σε αντίστοιχο, ανεξάρτητο χώρο, με παρεμφερή χαρακτηριστικά. Το πιο σημαντικό στοιχείο της πρόσφατης μνήμης είναι το κεντρικό εκτελεστικό στέλεχος (central executive), το οποίο όμως αποτελεί και την πιο «σκοτεινή», από άποψη πειραματικών δεδομένων, περιοχή. Πρόκειται για την περιοχή όπου γίνεται η σύνθεση των πληροφοριών και όπου λαμβάνονται οι αποφάσεις ως προς τη χρήση των διαθέσιμων μνημονικών πόρων (memory resources).

Ο χρόνος συγκράτησης της πληροφορίας στην πρόσφατη μνήμη δεν ξεπερνά τα 10 – 20 δευτερόλεπτα, οπότε, για να συνεχίσει να υφίσταται η πληροφορία θα πρέπει να επαναλαμβάνεται συνεχώς (λέμε πχ. τον αριθμό «από μέσα» μας). Ένα από τα θετικά χαρακτηριστικά των ακουστικών ή γραπτών δεδομένων αποτελεί η ευκολία επανάληψής τους, σε σχέση με τα εικονικά δεδομένα όπου η «επανάληψη» χρησιμοποιεί, κατά πάσα πιθανότητα, μηχανισμό βασισμένο στο σύστημα ελέγχου της κίνησης των ματιών.

Έστω και με επανάληψη, η μνήμη εργασίας δεν μπορεί να συγκρατήσει παρά έναν περιορισμένο αριθμό δεδομένων. Για την ακρίβεια, ο αριθμός των ανεξάρτητων μεταξύ τους πληροφοριών δεν ξεπερνά τις επτά, κι αυτό μόνον όταν όλη μας η προσοχή είναι επικεντρωμένη στην επανάληψή τους. Ο περιορισμός αυτός μπορεί να ξεπεραστεί μερικώς με την ομαδοποίηση μερών της πληροφορίας σε μεγαλύτερα

κομμάτια (chunks). Αυτό μπορεί συνήθως να γίνει όταν υπάρχει κάποια λογική ή εμπειρική σύνδεση μεταξύ των δεδομένων (πχ. Ο τηλεφωνικός κωδικός 031 καταλαμβάνει μία θέση αντί για τρεις, εφόσον ο χρήστης τον χρησιμοποιεί συχνά και του είναι γνωστός, η σειρά αριθμών 747 καταλαμβάνει μία θέση εφ' όσον ο χρήστης είναι χειριστής και χρησιμοποιεί τον συνειρμό με το γνωστό α/φος της Boeing, κλπ).

Προβλήματα που μπορεί να παρουσιαστούν κατά την πτήση, σε σχέση με την μνήμη εργασίας, είναι η *ακουστική σύγχυση (acoustic confusion)* και η *παρεμβολή (interference)*. Παράδειγμα της πρώτης είναι το μπέρδεμα της λέξης «τρία» με τη λέξη «κρύα». Παράδειγμα της δεύτερης είναι η αντικατάσταση μιας πληροφορίας με την προηγούμενη ή την επόμενη της μέσα στην πρόσφατη μνήμη, λόγω παρόδου σχετικά μεγάλου χρονικού διαστήματος (πχ. 20") χωρίς επανάληψή της.

Μακρόχρονη μνήμη (LONG TERM MEMORY)

Σε αντίθεση με την πρόσφατη μνήμη, η περιοχή αυτή επιτρέπει την αποθήκευση τεράστιων όγκων πληροφορίας για απεριόριστο χρονικό διάστημα. Το πρόβλημα είναι ότι έχουμε επίγνωση και δυνατότητα χρήσης αυτών των πληροφοριών μόνον όταν τις ανακαλέσουμε στη μνήμη εργασίας, με όλους τους γνωστούς περιορισμούς. Ενδιαφέρον, σε σχέση με τη μακρόχρονη μνήμη, έχουν οι δύο κατηγορίες πληροφορίας που αποθηκεύονται σ' αυτήν.

Έχουμε, κατ' αρχήν, τις εννοιολογικές (semantic) πληροφορίες που αφορούν σε πράγματα που γνωρίζουμε και μπορούμε να πράξουμε (πχ. σημασίες λέξεων, θεωρητικές γνώσεις, λίστες, κλπ). Οι πληροφορίες αυτές δεν χάνονται ποτέ. Το ότι δεν θυμόμαστε κάτι δεν οφείλεται λοιπόν σε απώλεια της πληροφορίας, αλλά σε αδυναμία εύρεσης του σημείου αποθήκευσής της.

Παράλληλα με την παραπάνω κατηγορία, υπάρχει και ο τύπος πληροφορίας που συνδέεται άμεσα με συγκεκριμένα επεισόδια και εμπειρίες του ατόμου (episodic memory). Στον τύπο αυτό ανήκουν οι αναμνήσεις μας και αυτές τις μνήμες χρησιμοποιούμε όταν καλούμαστε να περιγράψουμε κάποιο συμβάν ή ατύχημα του οποίου ήμασταν μάρτυρες. Δυστυχώς, οι πληροφορίες αυτού του τύπου δεν παραμένουν αποθηκευμένες στην αρχική, γνήσια μορφή τους, αλλά αλλοιώνονται συνεχώς από τις προσδοκίες μας ως προς το τι έπρεπε ή όφειλε να έχει συμβεί, με αποτέλεσμα οι διερευνητές ατυχημάτων να αντιμετωπίζουν σωρεία προβλημάτων κατά τη λήψη καταθέσεων. Τα προβλήματα πολλαπλασιάζονται λόγω του ότι ένας χειριστής είναι φυσικό να έχει πολύ πιο συγκεκριμένες προσδοκίες για κάτι που αφορά στην πτήση, από έναν άσχετο μάρτυρα, γεγονός που καθιστά τη μαρτυρία του χειριστή πιο λεπτομερή αλλά το ίδιο αναξιόπιστη με οπουδήποτε άλλου ατόμου.

Σα να μην έφταναν τα παραπάνω, υπάρχει και το γεγονός ότι ο τρόπος αποθήκευσης των εννοιολογικών πληροφοριών είναι πολύ πιο «οικονομικός» από των επεισοδικών, με αποτέλεσμα την συνεχή μεταβολή των μαρτυριών (καθώς αυτές επαναλαμβάνονται) από λεπτομερείς και κάπως ασαφείς, σε ελλιπέστερες αλλά και πιο συνεκτικές και λογικές. Αυτό συμβαίνει επειδή ο μάρτυρας, κατά τη διάρκεια μιας κατάθεσης, μετατρέπει τον ένα τύπο πληροφορίας (επεισοδική) στον άλλο (εννοιολογική) και έχει έτσι έτοιμες πολύ πιο προσβάσιμες (οικονομικότερες) μνήμες κατά την επόμενη κατάθεσή του, τις οποίες φυσικά και ακολουθεί πεπεισμένος για την ακρίβεια των γεγονότων που περιγράφει.

Κινητικά προγράμματα-Κινητική μνήμη (MOTOR MEMORY)

Ένας άλλος τρόπος κατηγοριοποίησης των γνώσεων (στοιχείων της μακρόχρονης μνήμης) ενός ατόμου, είναι ο διαχωρισμός τους σε εμφαντικές – ερμηνευτικές γνώσεις (declarative knowledge) και σε διαδικαστικές (procedural). Οι πρώτες καλύπτουν τον επεισοδικό και τον εννοιολογικό τύπο μνήμης και αφορούν σε πληροφορίες των οποίων έχουμε πλήρη επίγνωση και τις οποίες μπορούμε να περιγράψουμε και να αιτιολογήσουμε στον βαθμό που τις κατέχουμε. Οι διαδικαστικές γνώσεις, αντιθέτως, αφορούν σε δεξιότητες (skills) τις οποίες, ενώ κατέχουμε σε μεγάλο βαθμό, δεν μπορούμε να εξηγήσουμε ή να περιγράψουμε με

ευκολία. Κλασσικό παράδειγμα τέτοιας γνώσης αποτελεί η οδήγηση ενός ποδηλάτου. Οι περισσότεροι από μας «ξέρουν ποδήλατο», αλλά ελάχιστοι μπορούν να ανατρέξουν σε βαθύτερες γνώσεις που να δικαιολογούν τη διαφορά του πριν και μετά την απόκτηση αυτής της δεξιότητας. Έχουμε, έτσι, μια πολυσύνθετη συμπεριφορά, η οποία όχι μόνο δεν ξεχνιέται, αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί αυτόματα κάθε φορά που χρειάζεται, χωρίς να επιβαρύνει ιδιαίτερα το άτομο. Τέτοιου είδους αυτοματοποιημένες συμπεριφορές αποτελούν τα λεγόμενα «κινητικά προγράμματα» και παρέχουν την ευχέρεια εκτέλεσης πολλαπλών, ταυτόχρονων εργασιών σ' αυτόν που τα κατέχει, όπως το οδήγημα του αυτοκινήτου ή το πέταγμα του αεροπλάνου.

Η καλή εκπαίδευση και η συνεχής εξάσκηση συμβάλλουν στην απόκτηση κινητικών προγραμμάτων, τείνοντας να μειώσουν τον βαθμό συμμετοχής του κεντρικού συστήματος στην επεξεργασία και λήψη απόφασης, κατά τη διαδικασία της εκτέλεσης κάποιου συγκεκριμένου έργου. Η δημιουργία μιας αυτοματοποιημένης δεξιότητας περνάει συνήθως από τρεις φάσεις. Κατά την πρώτη «γνωστική» (cognitive) φάση, ο εκπαιδευόμενος σκέπτεται και εκτελεί συνειδητά κάθε κίνηση. Κατά τη δεύτερη «σχεσιακή» (associative) φάση, ενοποιούνται οι ξεχωριστές κινήσεις της πρώτης φάσης. Τέλος, κατά την τρίτη «αυτόματη» (automatic) φάση, οι ενοποιημένες κινήσεις γίνονται απρόσκοπτα, σαν μία κίνηση, χωρίς συνειδητή σκέψη.

Παρ' όλο που η χρήση κινητικών προγραμμάτων δεν απαιτεί συνειδητό έλεγχο (control), χρειάζεται συνεχή συνειδητή παρακολούθηση (monitoring). Έτσι, αν, για παράδειγμα, πετάμε σε κανονικές συνθήκες, μπορούμε ταυτόχρονα να μιλάμε με κάποιον, όταν όμως δυσκολέψουν οι συνθήκες πτήσης, τότε σταματάμε να μιλάμε και αφοσιωνόμαστε στον χειρισμό του αεροσκάφους. Αυτό σημαίνει ότι, βασικά, μπορούμε να κάνουμε μόνον ένα πράγμα κάθε φορά, όταν για την εκτέλεσή του απαιτείται χρήση κεντρικής επεξεργασίας. Έτσι εξηγούνται και πολλά λάθη που συμβαίνουν κατά τη χρήση αυτοματοποιημένων συμπεριφορών. Αν, για παράδειγμα, επιλεγεί λάθος αντίδραση σε κάποιο ερέθισμα, θα περάσει αρκετή ώρα πριν αντιληφθούμε ότι κάνουμε λάθος χειρισμούς. Το ίδιο θα συμβεί αν, λόγω φόρτου εργασίας, παραληφθεί κάποιο σημαντικό βήμα κατά την εκτέλεση ενός χειρισμού ή λανθασμένα αντικατασταθεί αυτό από κάποιο άλλο ή απλά εκτελεσθεί αντίστροφα (σηκώνουμε έναν μοχλό αντί να τον κατεβάσουμε).

Δράσεις, αντιδράσεις και ανάδραση

Σ' αυτό το σημείο, μία απόφαση μετατρέπεται σε μία σειρά από κινητικές αντιδράσεις (δράσεις ή φράσεις ή και τα δύο). Οι αντιδράσεις αυτές γίνονται συνειδητά, εκτός αν είναι το αποτέλεσμα κάποιου κινητικού προγράμματος. Όλα πηγαίνουν καλά όταν έχουμε αρκετό χρόνο στη διάθεσή μας. Τι γίνεται όμως όταν υπάρχει πίεση για άμεση αντίδραση, όπως πολύ συχνά συμβαίνει κατά την πτήση;

Ο βασικός κανόνας, σε τέτοιες περιπτώσεις, είναι ότι όσο μεγαλώνει η ταχύτητα αντίδρασης, τόσο μειώνεται η ακρίβεια και η ορθότητά της. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο ότι όταν αντιδρούμε γρήγορα, δεν έχουμε χρόνο να ελέγξουμε όλες τις συνθήκες, ή στο ότι το ανεβασμένο επίπεδο εγρήγορσης της στιγμής μας οδηγεί σε πιο «χοντροκομμένες» αντιδράσεις, ή στο ότι, κάτω από πίεση, αντιδρούμε περισσότερο σε ακουστικά παρά οπτικά ερεθίσματα, ή στο ότι αντιδρούμε σ' αυτό που περιμέναμε ότι θα συμβεί και όχι σ' αυτό που πραγματικά συμβαίνει, κλπ.

Γενικά, ο χρόνος αντίδρασης αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την πτήση, λαμβάνοντας όμως πάντα υπ' όψη ότι καλύτερο είναι να λαμβάνεται μια σωστή παρά μια γρήγορη απόφαση. Ενδιαφέρον είναι επίσης το ότι η ταχύτητα αντίδρασης, όπως και η πρόσφατη μνήμη, τείνουν να μειώνονται με την ηλικία, με σημαντική κάμψη γύρω στα 40 χρόνια, αντικαθιστώμενες όμως από μεγαλύτερη ακρίβεια αντιδράσεων και ορθότητα αποφάσεων λόγω εμπειρίας.

Πνευματικός φόρτος εργασίας (MENTAL WORKLOAD)

Δεδομένων των περιορισμένων δυνατοτήτων μας στην επεξεργασία πληροφορίας, είναι προφανείς και οι περιορισμοί στο επίπεδο απόδοσής μας. Έτσι, ο ορισμός του όρου «φόρτος εργασίας» πάντα περικλείει τη σχέση μεταξύ των απαιτήσεων ενός έργου και των διαθέσιμων πνευματικών πόρων εκείνη τη στιγμή.

Η αίσθηση μεγέθους του υφιστάμενου φόρτου εργασίας είναι, σε μεγάλο βαθμό, υποκειμενική και εξαρτάται από τις απαιτήσεις του έργου, τις επικρατούσες συνθήκες (ειδικότερα τις χρονικές πιέσεις), τις δεξιότητες του χειριστή και τον τρόπο που αυτός αντιλαμβάνεται την κατάσταση (ειδικά αν βρίσκεται κάτω από stress).

Σημαντικό είναι το ότι η σχέση μεταξύ φόρτου εργασίας και απόδοσης έχει το σχήμα ενός ανάποδου «U». Αυτό σημαίνει ότι αν δεν έχουμε αρκετά πράγματα να κάνουμε (χαμηλός φόρτος) γρήγορα βαριόμαστε και χάνουμε το ενδιαφέρον μας (χαμηλή απόδοση) οδηγούμενοι σε λάθη (ξεχνάμε να διαβάσουμε τα όργανα του α/φ όσο συχνά θα έπρεπε). Όσο μεγαλώνει ο φόρτος, τόσο αυξάνεται και η απόδοσή μας, μέχρι ένα βέλτιστο σημείο (την κορυφή του ανάποδου «U»), πέρα από το οποίο η απόδοση αρχίζει να μειώνεται. Έτσι, κάτω από μεγάλα μεγέθη φόρτου εργασίας, πληθαίνει η συχνότητα λαθών που οφείλονται στην εστίαση της προσοχής του χειριστή σε έναν παράγοντα της πτήσης μόνο.

Γενικά, η μέτρηση του φόρτου εργασίας βοηθάει στην αξιολόγηση νέων συστημάτων, νέων α/φ, νέων οργάνων, καθώς και νέων χειριστών. Αυτή τη στιγμή, αποτελεί τον σημαντικότερο παράγοντα στην ανάλυση της απόδοσης των χειριστών στα αεροσκάφη νέας γενιάς, όπου οι απαιτήσεις είναι υψηλές, αλλάζοντας στην κυριολεξία το «προφίλ» του «ιδανικού αεροπόρου».

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 21: ΔΙΑΣΤΗΜΙΚΗ ΙΑΤΡΙΚΗ

ΥΠΣΓΟΣ (ΥΙ) ΙΩΑΝΝΗΣ ΜΑΡΚΟΥ

Γενικά Τις τελευταίες δύο δεκαετίες έχει γίνει μεγάλη πρόοδος στη μελέτη των επιπτώσεων που έχει η έλλειψη της βαρύτητας στον ανθρώπινο οργανισμό. Μέχρι το 1971 οπότε και εκτοξεύθηκε ο πρώτος επανδρωμένος διαστημικός σταθμός από την Σοβιετική Ένωση (Salyut 1), οι ευκαιρίες για έρευνα κατά τη διάρκεια μιας διαστημικής πτήσης ήταν λίγες λόγω του περιορισμένου χώρου. Με την ανάπτυξη του Skylab και αργότερα του Mir (**εικ.21-1**) όπου η παραμονή στο διάστημα διαρκούσε μεγάλο χρονικό διάστημα, η μελέτη του ανθρώπινου οργανισμού σε συνθήκες έλλειψης βαρύτητας πήρε μεγάλη ώθηση. Όλα τα στοιχεία που έχουν συλλεχθεί μέχρι τώρα δείχνουν ότι ο άνθρωπος μπορεί να ζήσει και να εργαστεί αποτελεσματικά στο περιβάλλον του διαστήματος για ημέρες, εβδομάδες και μήνες, αρκεί να έχει την κατάλληλη ιατρική υποστήριξη. Φυσικά μένουν πολλά ακόμη να διερευνηθούν σε ότι αφορά την ακριβή φύση των αλλαγών που συμβαίνουν στο σώμα έτσι ώστε να βελτιωθεί ακόμη περισσότερο ιατρική υποστήριξη.



Εικόνα 21-1: Διαστημικός σταθμός Mir

Επιδράσεις της διαστημικής πτήσης στον οργανισμό Εκτός από ορισμένες περιπτώσεις, τα προβλήματα που σχετίζονται με το διαστημικό ταξίδι και αφορούν τον ανθρώπινο οργανισμό, είναι απλά προεκτάσεις των προβλημάτων που συναντά κανείς στην αεροπορική ιατρική. Η επιτυχία των επανδρωμένων Αμερικάνικων και Ρώσικων αποστολών δείχνει ότι τα προβλήματα αυτά δεν είναι άλυτα και ότι ο άνθρωπος μπορεί να σταλεί στο διάστημα και να επιστρέψει στη Γη με ασφάλεια.

Τα άμεσα προβλήματα που αντιμετωπίζει ο "διαστημικός ταξιδιώτης" συνιστώνται:

α. Στην μειωμένη ατμοσφαιρική πίεση η οποία προδιαθέτει για την εμφάνιση υποξίας, νόσου αποσυμπίεσης, βαροτραύματος

β. Στις υψηλές επιταχύνσεις της απογείωσης, της επανείσοδου του οχήματος στην ατμόσφαιρα και της προσγείωσης

γ. Στην ακτινοβολία

δ. Στην ύπαρξη μικρομετεωριτών

ε. Στην διατροφή, διαχείριση των αποβλήτων και προσωπική υγιεινή

Τα μακροπρόθεσμα προβλήματα που προκύπτουν κατά τη διάρκεια μιας μακροχρόνιας πτήσης σχετίζονται

α. Με την μειωμένη βαρύτητα (μικροβαρύτητα) που επηρεάζει συστήματα του οργανισμού όπως το νευροαιθουσαίο, καρδιαγγειακό και μυοσκελετικό

β. Με τις αλλαγές συμπεριφοράς που εμφανίζονται κατά τη διάρκεια μεγάλης παραμονής στο διάστημα

Άμεσα προβλήματα

Μειωμένη ατμοσφαιρική πίεση

Οι επιδράσεις που μπορεί να έχει η άνοδος ενός απροστάτευτου ατόμου σε κάποιο ύψος έχουν περιγραφεί σε άλλα κεφάλαια (υποξία, νόσος αποσυμπίεσης, βαρότραυμα, θερμικά τραύματα). Εδώ αρκεί να αναφερθεί ότι εκτός ελαχίστων περιπτώσεων, η μειωμένη ατμοσφαιρική πίεση δεν δημιουργήσει κάποιο μείζον πρόβλημα σε καμία από τις επανδρωμένες διαστημικές αποστολές μέχρι τώρα. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τα διαστημόπλοια είναι εφοδιασμένα με συστήματα που ελέγχουν το περιβάλλον του σκάφους παρέχοντας επαρκές οξυγόνο σε επαρκή πίεση, σε κατάλληλες συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας. Το σύστημα αυτό είναι επίσης ικανό να απομακρύνει το διοξείδιο του άνθρακα και άλλες ουσίες επικίνδυνες από την ατμόσφαιρα του σκάφους.

Υψηλές επιταχύνσεις

Για να μπορέσει να ξεφύγει από την επίδραση της βαρύτητας της Γης το διαστημόπλοιο θα πρέπει να αναπτύξει ταχύτητα ίση με 41760 χλμ/ώρα. Για να επιτευχθεί αυτή η ταχύτητα μπορούν να εφαρμοσθούν διάφοροι συνδυασμοί επιταχύνσεων. Παραδείγματος χάρη η εκτόξευση του Mercury-Atlas αποτελούνταν από δύο στάδια επιτάχυνσης, ένα των 6 G για 35 sec και ένα των 6,4 G για 54 sec με peak των 8 G.

Οι επιταχύνσεις του σκάφους κατά την επανείσοδο του στην ατμόσφαιρα είναι γενικώς πιο υψηλές με τιμές που μπορεί να φτάσουν ακόμη και τα 10 G. Όπως αναφέρεται στο κεφάλαιο των επιταχύνσεων, τέτοιες τιμές μπορεί να επηρεάσουν σημαντικά το καρδιαγγειακό σύστημα και δεν γίνονται ανεκτές από τον οργανισμό, εκτός και εάν η επιτάχυνση εφαρμόζεται στο άξονα +Gx. Για το λόγο αυτό κατά την εκτόξευση και την επανείσοδο, το πλήρωμα κάθεται με τέτοιο τρόπο, ώστε να δεχτεί τις επιταχύνσεις σε αυτό τον άξονα.

Τέλος, κατά την προσγείωση το πλήρωμα βιώνει πάλι υψηλές επιταχύνσεις. Η επιβράδυνση της κάψουλας γίνεται με αλεξίπτωτα που ανοίγουν περίπου στα 30.000 ft.

Ακτινοβολία

Η περισσότερη ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που προέρχεται από το διάστημα, είτε απορροφάται από την ατμόσφαιρα της Γης ή αντανακλάται από το μαγνητικό της πεδίο. Τα διαστημόπλοια και τα πληρώματα εκτίθενται στην πλήρη ισχύ του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος και ειδικά της ιονίζουσας ακτινοβολίας.

Η ηλιακή ακτινοβολία, μορφή ιονίζουσας ακτινοβολίας, αποτελεί μια σοβαρή απειλή για τους αστροναύτες. Επιπλέον στο διάστημα υπάρχουν δύο επιπλέον τύποι ιονίζουσας ακτινοβολίας σε σχέση με τη Γη. Η πρώτη είναι παγιδευμένη ακτινοβολία η οποία βρίσκεται μεταξύ των ζωνών του Van Allen. Η εσωτερική ζώνη βρίσκεται σε ύψος 150-600 μίλια και η εξωτερική αρχίζει από ύψος 4950 μίλια και φτάνει μέχρι τα 27250 μίλια. Καθώς οι πιο πολλές, προς το παρόν, επανδρωμένες αποστολές λαμβάνουν ώρα σε ύψη κατώτερα από αυτά της εσωτερικής ζώνης, δεν δημιουργούνται μείζονα προβλήματα. Παρόλα αυτά λόγω της ασυνέχειας του μαγνητικού πεδίου της Γης, πάνω από το Β. ατλαντικό η εσωτερική ζώνη του Van

Allen μπορεί να υπάρχει και σε υψόμετρο 80 μιλίων. Για το λόγο αυτό αποφεύγονται περάσματα των διαστημοπλοίων πάνω από αυτές τις περιοχές.

Ο δεύτερος επιπλέον τύπος της ιονίζουσας ακτινοβολίας είναι τα αποκαλούμενα ενεργητικά νετρόνια. τέτοια νετρόνια σχηματίζονται εντός του διαστημοπλοίου ως αποτέλεσμα επίδρασης πρωτογενούς ακτινοβολίας όπως αυτή των ζωνών Van Allen. Τα ενεργητικά νετρόνια είναι επικίνδυνα γιατί προκαλούν διάσπαση των βιολογικών ιστών όταν συγκρουστούν με πυρήνες υδρογόνου

Οι βιολογικές επιδράσεις της ιονίζουσας ακτινοβολίας έχουν μελετηθεί και έχει αποδειχτεί ότι η ακτινοβολία προκαλεί διάσπαση όλων των ιστών σε κυτταρικό επίπεδο. Για το λόγο αυτό έχουν θεσπιστεί όρια αθροιστικής έκθεσης των αστροναυτών σε αυτού του είδους την ακτινοβολία. Τα καθοριζόμενα όρια αντιστοιχούν σε παραμονή αστροναυτών σε διαστημικό σταθμό διάρκειας 90-120 ημερών.

Μικρομετεωρίτες

Οι μικρομετεωρίτες είναι μικρά στερεά σωμάτια, αποτελούμενα από πέτρα ή σίδηρο και αποτελούν τη διαστημική σκόνη. Υπάρχουν σε τεράστιες ποσότητες στο διάστημα. Αν και μικρά σε μέγεθος, έχουν αρκετή ενέργεια να προκαλέσουν κρατήρες, όχι όμως να τρυπήσουν, σε φύλλα μετάλλου. Το φαινόμενο αυτό βρίσκει εφαρμογή στην κατασκευή των διαστημικών στολών.

Διατροφή, διαχείριση αποβλήτων και προσωπική υγιεινή

Τροφή

Παρόλο που ο τρόπος παροχής της τροφής βρίσκεται σε συνεχή μελέτη, ο καθορισμός των μεταβολικών και ενεργειακών αναγκών, ο οποίος έγινε αρχικά με μελέτες στη Γη με βάση το ενεργειακό κόστος των διαφόρων δραστηριοτήτων, προσαρμόστηκε ως αποτέλεσμα ερευνών που έγιναν κατά τη διάρκεια των διαστημικών πτήσεων. Για παράδειγμα, ενώ στις αρχικές πτήσεις οι προσφερόμενες θερμίδες ήταν 2500-2800 Kcal, μετέπειτα έφτασαν στις 3000-3150 Kcal.

Αρχικά το φαγητό προσφερόταν με τη μορφή πουρέ και χυμών μέσα σε μεταλλικά σωληνάρια, όπως οι οδοντόπαστες. Η τεχνολογία των τροφίμων έχει αναπτυχθεί από τότε και τώρα τα πληρώματα έχουν την δυνατότητα επιλογής μεγάλης ποικιλίας γευμάτων.

Τέλος, οι φόβοι που υπήρχαν για διαταραχές της πέψης λόγω της μικροβαρύτητας, δεν επαληθεύτηκαν και η ικανότητα βρώσης φάνηκε με τον καλύτερο τρόπο από τον Gagarin κατά την πρώτη επανδρωμένη διαστημική πτήση

Νερό

Το νερό σε όλες τις αποστολές μεταφέρεται από τη Γη. Η καθημερινή συνιστώμενη κατανάλωση είναι 2,5-3 λίτρα.

Διαχείριση αποβλήτων

Ένα βασικό στοιχείο της λειτουργικότητας των διαστημικών οχημάτων είναι και η σωστή διαχείριση των ανθρώπινων αποβλήτων. Ενώ το διοξείδιο του άνθρακα και οι υδρατμοί αποβάλλονται μέσω των συστημάτων ελέγχου του περιβάλλοντος του σκάφους, η αποβολή υγρών και στερεών αποβλήτων (ούρα, κόπρανα) προκάλεσε σοβαρά προβλήματα. Στα διαστημόπλοια χρησιμοποιούν αντλίες που αποβάλουν ταυτόχρονα ούρα και κόπρανα, ακόμη και εάν φορά κάποιος τη διαστημική στολή.

Προσωπική υγιεινή

Η διατήρηση της προσωπικής υγιεινής των αστροναυτών είναι σημαντική τόσο για λόγους υγείας όσο και για ψυχολογικούς λόγους. Δεν αποτελεί, συνεπώς, έκπληξη, η αναγκαιότητα ύπαρξης ευκολιών για στοματική υγιεινή και για αποβολή αποβλήτων όπως νύχια, μαλλιά.

Μακροπρόθεσμα προβλήματα

Μικροβαρύτητα

Εάν εξαιρέσουμε τις πολύ σύντομες περιόδους κάποιων βίαιων και αφύσικων χειρισμών κατά την πτήση, η μικροβαρύτητα είναι ένα φαινόμενο που επιδρά στον άνθρωπο στο διάστημα. Οι επανδρωμένες διαστημικές πτήσεις απέδειξαν ότι ο

άνθρωπος μπορεί να λειτουργήσει αποτελεσματικά στο διάστημα, παρά τις συνθήκες μικροβαρύτητας, για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Παρόλα αυτά η μικροβαρύτητα προκαλεί σημαντικές αλλαγές σε όλα σχεδόν τα συστήματα του ανθρώπου, αλλαγές που αποκτούν μεγάλη σημασία σε μεγάλης διάρκειας αποστολές. Οι σημαντικότερες αλλαγές αφορούν το νευροαιθουσαίο σύστημα, το καρδιαγγειακό και το μυοσκελετικό

Νευροαιθουσαίο σύστημα

Μία από τις βασικές λειτουργίες του λαβύρινθου είναι να παρέχει πληροφορίες σχετικά με την βαρύτητα. Παλαιότερες διαστημικές αποστολές απέδειξαν ότι η δύναμη της βαρύτητας αδρανοποιείται, συμβαίνουν αλλαγές στο σύστημα του λαβυρίνθου ενώ επηρεάζονται και οι αλληλεπιδράσεις του λαβυρίνθου με άλλα αισθητήρια όργανα.

Κλινικά το πιο συχνό φαινόμενο είναι η διαστημική αεροναυτία. Αμέσως μετά την είσοδο του ατόμου σε ένα περιβάλλον χωρίς βαρύτητα, αναπτύσσεται η αίσθηση της αναστροφής του σώματος. Αυτή η παραίσθηση γρήγορα εξαφανίζεται αλλά μπορεί να εμφανιστεί ξανά εφόσον το άτομο κινηθεί γρήγορα ή μετακινηθεί από μια μικρή περιοχή του διαστημικού οχήματος σε μια αρκετά μεγαλύτερη. Τα πιο ευαίσθητα άτομα αναπτύσσουν τα συμπτώματα της διαστημικής αεροναυτίας. Το φαινόμενο αυτό παρουσιάζεται στο 40% των αστροναυτών, συμβαίνει στην αρχή της αποστολής (εντός των πρώτων 3 ημερών) και διαρκεί 2-4 ημέρες. Τα συμπτώματα μπορεί αρχίζουν με αίσθημα δυσφορίας, ναυτία, εμετούς και μπορεί να φτάσουν μέχρι ωχρότητα και εφίδρωση. Οι κινήσεις της κεφαλής και του σώματος επιδεινώνουν την κατάσταση. Όταν τα συμπτώματα είναι σοβαρά μπορεί να επηρεαστεί σε κάποιο βαθμό η εξέλιξη της αποστολής. Για παράδειγμα κατά τη διάρκεια της αποστολής του Apollo IX μερικές εργασίες καθυστέρησαν 24 ώρες λόγω της διαστημικής αεροναυτίας.

Αποτελέσματα από λίγες έρευνες έδειξαν ότι υπάρχει αυξημένη ευαισθησία των αστροναυτών μετά το τέλος της πτήσης για ανάπτυξη αεροναυτίας.

Μία σκέψη για να μειωθεί η ευαισθησία των αστροναυτών στην διαστημική αεροναυτία ήταν η εφαρμογή προοδευτικών ερεθισμάτων στον λαβύρινθο λίγο πριν την εκτόξευση του διαστημικού οχήματος έτσι ώστε να υπάρχει μια είδους προσαρμογή του λαβυρίνθου στο νέο περιβάλλον. Η προσέγγιση αυτή αν και αποτελεσματική σε κάποιο βαθμό δεν αποδείχτηκε πρακτική λόγω του περιορισμένου χρόνου που υπάρχει πριν την εκτόξευση.

Συνήθης μέθοδος για την πρόληψη ή θεραπεία των συμπτωμάτων της διαστημικής αεροναυτίας είναι η χρήση φαρμάκων τα οποία όμως έχουν παρενέργειες στο νευρικό σύστημα. Η σκοπολαμίνη και τα αντιισταμινικά είναι οι συνηθέστερες κατηγορίες φαρμάκων. Για να μειωθούν τα κατασταλτικά στο ΚΝΣ αποτελέσματα συνδυάζονται με εφεδρίνη. Αν εκδηλωθεί εμετός το φάρμακο δίνεται σε ενέσιμη μορφή.

Καρδιαγγειακό σύστημα

Η μικροβαρύτητα εξουδετερώνει τη κλίση της υδροστατικής πίεσης στην κυκλοφορία και προκαλεί ροή των υγρών προς το κεφάλι κάτι που ολοκληρώνεται σε 24-48 ώρες. Η ροή αυτή μπορεί να φτάσει και τα 2 λίτρα σε όγκο και εκδηλώνεται με την δημιουργία αίσθησης πίεσης του κρανίου. Οι φλέβες της κεφαλής διογκώνονται και παραμένουν ορατές σε όλη τη διάρκεια της πτήσης.

Η πιο σημαντική επίδραση της ανακατανομής των υγρών του σώματος είναι η ανάπτυξη ορθοστατικής υπότασης κατά την επιστροφή στη Γη. Υπάρχουν συμπτώματα όπως εφίδρωση, αίσθημα ζάλης, ωχρότητα και μειωμένη ανοχή στην άσκηση τα οποία διαρκούν αρκετές ώρες μετά την πτήση.

Η επιστροφή της λειτουργίας του καρδιαγγειακού συστήματος στην προ πτήση κατάσταση εξαρτάται από τη χρονική διάρκεια του διαστημικού ταξιδιού και το είδος της δραστηριότητας που εκτέλεσε ο αστροναύτης στη διάρκεια αυτής και μπορεί να φτάσει το 1 μήνα.

Μυοσκελετικό σύστημα

Η μικροβαρύτητα μειώνει την αναγκαία μυϊκή προσπάθεια για την εκτέλεση κάποιας εργασίας και τη διατήρηση της ισορροπίας. Ως αποτέλεσμα αυτού παρουσιάζεται ατροφία των μυών των κάτω άκρων και του κορμού. Τα άνω άκρα ατροφούν λιγότερο καθώς χρησιμοποιούνται καθημερινά για την ολοκλήρωση εργασιών κατά την πτήση. Η συνεχής και έντονη άσκηση αποτελεί το "αντίδοτο" στην ατροφία και για το λόγο αυτό καταλαμβάνει ένα σημαντικό μέρος του ημερήσιου προγράμματος δραστηριοτήτων των αστροναυτών κατά την πτήση. Η ατροφία των σκελετικών μυών οδηγεί και σε μείωση της ικανότητας των αστροναυτών για φυσική δραστηριότητα μετά την επιστροφή στη Γη.

Λόγω της μικροβαρύτητας παρατηρείται επίσης απώλεια της οστικής μάζας, όμοια με αυτή που εμφανίζεται στην οστεοπόρωση. Η απώλεια αυτή παρουσιάζεται ως αρνητικό ισοζύγιο ασβεστίου. Η άσκηση παραμένει και εδώ η καλύτερη μέθοδος πρόληψης.

Το σωματικό βάρος κατά τη διάρκεια της πτήσης μειώνεται 3-4% σε μικρής διάρκειας πτήσεις. Σε μακροχρόνιες πτήσεις η απώλεια βάρους φαίνεται ότι είναι μεγάλη τις πρώτες 3-5 ημέρες και μετά παρουσιάζει μια πιο σταδιακή πορεία. Αυτό το εύρημα δηλώνει ότι το μεγαλύτερο ποσοστό της αρχικής απώλειας οφείλεται στην απώλεια υγρών, είτε μέσω διούρησης είτε λόγω του μειωμένου αισθήματος δίψας και της μικρής πρόσληψης υγρών, και λιγότερο σε διαταραχές του μεταβολισμού και τη μυϊκή ατροφία. Σε διαστημικές αποστολές μεγάλης διάρκειας όπου υπάρχει προγραμματισμός λήψης θερμίδων και φυσικής άσκησης έχουν αναφερθεί περιπτώσεις αύξησης του σωματικού βάρους. Σε κάθε περίπτωση το απολεσθέν κατά τη πτήση βάρος επανακτάται στη μετά τη πτήση περίοδο.

Μεταβολές του αίματος και των ηλεκτρολυτών

Οι πιο σημαντικές αιματολογικές αλλαγές που παρουσιάζονται είναι μείωση του όγκου του πλάσματος του αίματος, μείωση της μάζας των ερυθρών αιμοσφαιρίων και αλλαγές στο σχήμα τους. Σε ότι αφορά τους ηλεκτρολύτες εμφανίζονται διαταραχές στην ποσότητα του νατρίου, καλίου, ασβεστίου και μαγνησίου.

Προβλήματα συμπεριφοράς

Τα πληρώματα των πρώτων αποστολών επιλέχθηκαν και εκπαιδεύτηκαν με μόνο σκοπό την εκπλήρωση της διαστημικής αποστολής. Η ανάπτυξη των διαστημικών ταξιδιών, όμως, έχει ως αποτέλεσμα την επιλογή πληρωμάτων με διαφορετικά κίνητρα, προερχόμενα και από τα δύο φύλα και διαφορετικά έθνη. Η ποικιλία στην νοοτροπία και το πολιτιστικό υπόστρωμα των μελών του πληρώματος ενός διαστημοπλοίου απαιτεί την ύπαρξη μεγαλύτερης προσοχής σε ότι αφορά τις ψυχοκοινωνικές διαστάσεις μιας πτήσης, ειδικά εάν αυτή είναι παρατεταμένη σε χρονική διάρκεια. Η σωστή συνεργασία του πληρώματος αποτελεί το θεμέλιο λίθο για την επιτυχή έκβαση κάθε αποστολής.

Η διαστημική ιατρική είναι ακόμη στη φάση της εξέλιξης. Καθώς ο αριθμός των διαστημικών αποστολών καθώς και η χρονική διάρκεια παραμονής στο διάστημα αυξάνονται, ολοένα και μεγαλύτερος αριθμός ατόμων εκτίθεται σε περιβάλλον μηδενικής βαρύτητας με ότι προβλήματα αυτό συνεπάγεται. Τα διαστημικά σκάφη και σταθμοί έχουν εξοπλιστεί με πλήθος οργάνων τα οποία παρέχουν μια πλήρη εικόνα της μεταβολής των λειτουργιών του οργανισμού. Τι πιο χαρακτηριστικό παράδειγμα από τον John Glenn, ο οποίος αν και μεγάλος σε ηλικία κατάφερε να ανταπεξέλθει χωρίς κανένα πρόβλημα στις απαιτήσεις της αποστολής στην οποία συμμετείχε.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 22: ΤΟΞΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ ΣΤΗΝ ΑΕΡΟΠΟΡΙΑ

ΥΠΣΓΟΣ (ΥΙ) ΙΩΑΝΝΗΣ ΜΑΡΚΟΥ

Γενικά. Πολλές από τις ουσίες που χρησιμοποιούνται στην αεροπορία είναι τοξικές για τον άνθρωπο. Ο αριθμός των δυνητικά τοξικών συστατικών συνεχίζει να αυξάνεται, καθώς νέα υλικά χρησιμοποιούνται στην κατασκευή, λειτουργία και συντήρηση του αεροσκάφους. Η θερμική αποσύνθεση, κατά τη διάρκεια υπερθέρμανσης ή φωτιάς, συχνά μετατρέπει ένα σχετικά αδρανές, μη τοξικό υλικό, σε τοξικά αέρια και ατμούς. Η πιθανότητα τέτοια υλικά να είναι παρόντα και να παίζουν κάποιο αιτιολογικό λόγο στην δημιουργία κάποιου αεροπορικού συμβάντος ή ατυχήματος δεν πρέπει να παραβλέπεται. Μία συγκέντρωση τοξικού αερίου στον αέρα της καμπίνας που στο έδαφος δεν έχει σημασία, στη πτήση μπορεί να αποβεί επικίνδυνη, μόνο και μόνο επειδή μειώνει την απόδοση του ιπταμένου.

Τέτοιες τοξικές ουσίες απορροφώνται από το σώμα κυρίως μέσω της αναπνευστικής οδού. Η απορρόφηση μέσω του δέρματος ή του γαστρεντερικού συστήματος σπάνια συμβαίνουν στη πτήση, αν και μπορεί να υπάρξει ερεθισμός των επιπεφυκότων. Το τοξικό υλικό μπορεί να είναι παρών στον αέρα της καμπίνας ή στα αποθέματα οξυγόνου στο σύστημα αναπνοής.

Όρια έκθεσης. Το όριο έκθεσης (Threshold Limit Value, TLV), είναι η μέγιστη συγκέντρωση αερίου ή ατμών στην οποία εκτίθεται ένα άτομο στο έδαφος χωρίς άμεσες ή μακροπρόθεσμες παρενέργειες. Η παροδική έκθεση σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες του TLV είναι δυνατόν να επιτρέπεται, είναι όμως χρήσιμο να υπάρχει και μια οροφή που ποτέ δεν πρέπει να ξεπερνιέται.

Υπάρχουν δυσκολίες στο να οριστεί ο TLV διαφόρων ουσιών στη βιομηχανία. Ουσίες που σε κάποια συγκέντρωση δεν προκαλούν πρόβλημα σε κάποιο εργαζόμενο σε εργοστάσιο, είναι επικίνδυνες για τον ιπτάμενο. Η έκθεση μπορεί να συνυπάρχει με άλλους στρεσογόνους παράγοντες στην πτήση, όπως υποξία, υψηλές θερμοκρασίες, επιταχύνσεις. Τα στοιχεία αυτά μπορούν να μεταβάλλουν την ένταση και τη φύση των επιδράσεων μιας τοξικής ουσίας. Εάν υπάρχουν παραπάνω από ένα τοξικοί παράγοντες, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη και η πιθανότητα συνδυασμένης τοξικότητας.

Πηγές τοξικών κατά την πτήση. Οι κύριες πηγές τοξικών αερίων και ατμών κατά την πτήση χωρίζονται στις παρακάτω κατηγορίες:

Προϊόντα καύσης: καυσαέρια κινητήρων, παράγωγα υπερθέρμανσης και φωτιάς

Αεροπορικά καύσιμα, λιπαντικά και υδραυλικά υγρά

Αντιπαγωτικά, αντιεκρηκτικά

Υγρά πυρόσβεσης

Ψυκτικά

Όζον

Εντομοκτόνα και φυτοφάρμακα

Παράγωγα καύσης. Τα παράγωγα της καύσης ή της θέρμανσης είναι τα πιο συχνά τοξικά υλικά στην αεροπορία, είτε είναι αποτέλεσμα της ελεγχόμενης καύσης από την κανονική λειτουργία του αεροσκάφους (καυσαέρια), είτε της υπερθέρμανσης ή ανεξέλεγκτης φωτιάς στο αεροσκάφος.

Αποβαλλόμενα από τον κινητήρα αέρια. Η σύνθεση των καυσαερίων από κινητήρα παλινδρομικής κίνησης είναι πολύ διαφορετική από τα καυσαέρια στροβιλοκινητήρα. Η πρώτη περιέχει μεταξύ 3 και 9% μονοξειδίου του άνθρακα και η άλλη κάτω από 0,005%

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι με τους οποίους τα καυσαέρια μπορούν να εισέλθουν στην καμπίνα ενός αεροσκάφους. Σε πολλά αεροσκάφη με κινητήρες με έμβολα, τα καυσαέρια χρησιμεύουν να παρέχουν ζεστή μέσω καλοριφέρ. Το

καλοριφέρ μπορεί να πάθει βλάβη και καυσαέρια μπορούν να περάσουν απευθείας στην καμπίνα. Επίσης, κάτω από ορισμένες συνθήκες πτήσης, μερικές βλάβες των σωλήνων αποβολής μπορεί να επιτρέψουν σε αέρια να περάσουν απευθείας στην καμπίνα. Ένα έλλειμμα στο τοίχωμα της καμπίνας μπορεί επίσης να επιτρέψει την είσοδο αερίων.

Παράγωγα υπερθέρμανσης ή φωτιάς. Όταν ένα υλικό εκτίθεται σε υπερβολική θερμότητα τέτοια που η θερμοκρασία του ανεβαίνει αλλά όχι σε τέτοιο σημείο που να προκαλείται ταχεία οξείδωση, μπορεί να αποσυντεθεί και να παράγει τοξικούς ατμούς. Ηλεκτρονικές συσκευές είναι ευαίσθητες σε τέτοια θερμική αποσύνθεση.

Μερικά από τα πιο συχνά προϊόντα καύσης είναι το μονοξειδίο και το διοξειδίο του άνθρακα, οξείδια του αζώτου, κυανίδιο του υδρογόνου, αμμωνία, οξέα αλλογόνου. Πολλά από αυτά προκαλούν ερεθισμό των οφθαλμών και των βλεννογόνων σε συγκεντρώσεις μικρότερες από αυτές που προκαλούν ελάττωση της πνευματικής απόδοσης. Από την άλλη πλευρά το μονοξειδίο του άνθρακα έχει πολύ ύπουλες και τοξικές ιδιότητες

Μονοξειδίο του άνθρακα. Το μονοξειδίο του άνθρακα είναι ένα από τα κυριότερα προϊόντα καύσης και παράγεται από φωτιά σε αεροσκάφος. Υπάρχει επίσης, σε υψηλές συγκεντρώσεις σε καυσαέρια κινητήρων παλινδρομικής κίνησης. Είναι το συχνότερο τοξικό αέριο στην αεροπορία

Το μονοξειδίο του άνθρακα είναι άχρωμο, άοσμο αέριο που προκαλεί υποξία στους ιστούς συνδεδεμένο με την αιμοσφαιρίνη. Με αυτό τον τρόπο μειώνει την μεταφορική ικανότητα του αίματος για οξυγόνο. Απορροφάται αποκλειστικά από τους πνεύμονες. Η ικανότητα του σύνδεσης με την αιμοσφαιρίνη και την παραγωγή ανθρακυλοαιμοσφαιρίνης είναι 210 φορές μεγαλύτερη από αυτή του οξυγόνου.

Η συγκέντρωση ανθρακυλοαιμοσφαιρίνης στο αίμα αυξάνει γρήγορα στην αρχή της έκθεσης και μετά πιο σιγά μέχρι ενός ορίου. Το όριο αυτό καθορίζεται από τη μερική πίεση του μονοξειδίου του άνθρακα στις κυψελίδες, η οποία με τη σειρά της εξαρτάται από τη συγκέντρωση μονοξειδίου του άνθρακα στον εισπνεόμενο αέρα.

Τα συμπτώματα της δηλητηρίασης από μονοξειδίο του άνθρακα ποικίλουν ανάλογα με το ποσοστό της συγκέντρωσης στο αίμα. Όταν το ποσοστό είναι 10-20% υπάρχουν ελαφρός πονοκέφαλος και μικρή δύσπνοια κατά τη διάρκεια κοπιώδους άσκησης. Γενικά μειώνεται η ανοχή του οργανισμού στην υποξία. Για συγκέντρωση 20-30% ο πονοκέφαλος γίνεται πιο έντονος, και εμφανίζεται δύσπνοια ακόμη και σε μέτρια φυσική δραστηριότητα. Σε τιμές 30-40% υπάρχει αυξημένη κόπωση, μειωμένη κρίση, ελάττωση της όρασης και έντονη δύσπνοια. Σε ποσοστό 40-50% υπάρχει σύγχυση, αδυναμία και κατάρρευση ακόμη και σε κατάσταση ηρεμίας. Όταν οι τιμές ξεπεράσουν το 60% επέρχεται απώλεια των αισθήσεων.

Παρόλο που σε συγκεντρώσεις κάτω του 10% ή ακόμη και σε τιμές 15-20% κορεσμού αιμοσφαιρίνης δεν υπάρχουν συμπτώματα σε κατάσταση ηρεμίας, έχει αναφερθεί πτώση των γνωσιακών και ψυχοκινητικών λειτουργιών σε τιμές ακόμη και 5%.

Εδώ πρέπει να τονιστεί ότι και η ατελής καύση του τσιγάρου παράγει μονοξειδίο του άνθρακα. Ανάλογα με τον αριθμό των τσιγάρων που καπνίζονται κάθε μέρα, το ποσό της ανθρακυλοαιμοσφαιρίνης ανέρχεται στο 3-10%.

Αλδεύδες Οι αλδεύδες βρίσκονται στα καυσαέρια των κινητήρων παλινδρομικής κίνησης και στα προϊόντα φωτιάς σε αεροσκάφος. Η ακρολεΐνη, που είναι μία από τις κύριες αλδεύδες που παράγονται κάτω από αυτές τις συνθήκες, είναι εξαιρετικά ερεθιστική για τα μάτια και το ανώτερο αναπνευστικό σύστημα. Το TLV είναι 0,1 ppm. Η ακεταλδεύδη, άλλο σύνηθες παράγωγο καύσης, προκαλεί ερεθισμό των οφθαλμών, μύτης και στο λαιμό

Οξείδια αζώτου Τα οξείδια αζώτου παράγονται όταν μερικές ουσίες (π.χ. πολυουρεθάνη) καίγονται. Υπάρχουν επίσης, σε μεγάλες συγκεντρώσεις στα καυσαέρια πυραύλων όπου το νιτρικό οξύ χρησιμοποιείται ως οξειδωτικός παράγοντας. Το διοξειδίο του αζώτου, το πιο σημαντικό προϊόν, προκαλεί μέτριο ερεθισμό των ματιών και του ανώτερου αναπνευστικού συστήματος σε

συγκεντρώσεις 10-20 ppm. Ακόμη και βραχεία έκθεση σε συγκέντρωση 50 ppm προκαλεί πνευμονικό οίδημα ενώ σε 100ppm θάνατο.

Αεροπορικά καύσιμα, λιπαντικά και υδραυλικά υγρά. Αεροπορικά καύσιμα

Οι τεχνικοί που εφοδιάζουν με καύσιμα τα αεροσκάφη είναι δυνατόν να εκτεθούν σε αυτά με τη μορφή υγρού ή ατμών. Η πιθανότητα να συμβεί αυτό σε ιπταμένους ή επιβάτες είναι μικρή. Οι σωλήνες καυσίμων στο αεροσκάφος απομονώνονται με στεγανά από την καμπίνα και το σύστημα εξαερισμού αυτής, και άρα μία διαρροή είναι απίθανο να επηρεάσει την καμπίνα. Στο έδαφος, παρόλα αυτά, μία διαρροή κατά τον εφοδιασμό με καύσιμο, σε συνθήκες άπνοιας, μπορεί να μολύνει την καμπίνα διακυβέρνησης και την καμπίνα των επιβατών.

Τα καύσιμα χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, αυτά για κινητήρες με έμβολα και αυτά για στροβιλοκινητήρες. Και οι δύο κατηγορίες μπορούν να ερεθίσουν το δέρμα, αλλά ο κύριος κίνδυνος προέρχεται από την εισπνοή των ατμών. Η νάρκωση που προκαλείται από την εισπνοή οφείλεται στους αλειφατικούς και αρωματικούς υδρογονάνθρακες που είναι το κύριο συστατικό των καυσίμων. Η βενζίνη για τα αεροσκάφη περιέχει μόλυβδο, στοιχείο τοξικό αλλά λιγότερο σημαντικό από τους υδρογονάνθρακες.

Η ένταση των συμπτωμάτων από την εισπνοή ατμών καυσίμου εξαρτάται από την συγκέντρωση των ατμών και τη διάρκεια έκθεσης. Η ελάχιστη συγκέντρωση που μπορεί να προκαλέσει συμπτώματα είναι 0,05%. Μικρή δόση ατμών, όπως αυτή που προκύπτει από την έκθεση σε συγκέντρωση 0,2% για μισή ώρα, προκαλεί ζάλη, ναυτία και πονοκέφαλο. Μεγαλύτερες δόσεις, π.χ. 0,25% για μία ώρα προκαλούν ερεθισμό στα μάτια, ανησυχία, αποπροσανατολισμό και διαταραχές λόγου, όρασης και ακοής. Μεγάλες δόσεις έχουν ως αποτέλεσμα απώλεια αισθήσεων, σπασμούς και θάνατο.

Εδώ θα πρέπει να γίνει ιδιαίτερη μνεία στην υδραζίνη η οποία χρησιμοποιείται στα F-16. Η υδραζίνη είναι λευκό ή άχρωμο υγρό με μυρωδιά σαν της αμμωνίας. Είναι εύφλεκτη και μπορεί να εκραγεί όταν εκτεθεί σε θερμότητα, φλόγες ή αν αντιδράσει χημικά με αλκαλικά μέταλλα. Οι οδοί απορρόφησης είναι με εισπνοή και με επαφή με το δέρμα. Η εισπνοή μπορεί να οδηγήσει σε πνευμονικό οίδημα. Η επαφή με το δέρμα προκαλεί εγκαύματα

Υδραυλικά υγρά. Τα υδραυλικά υγρά μεταφέρονται σε σωλήνες με πιέσεις 3000-5000lb/in²(psi). Η ύπαρξη διαρροής, λόγω ελαττωματικής κατασκευής ή ρωγμής κάποιου σωλήνα, μπορεί να προκαλέσει ροή υδραυλικών υγρών στο cockpit. Το πλήρωμα μπορεί να το εισπνεύσει ή να έρθει σε επαφή το δέρμα του.

Τα υδραυλικά υγρά χωρίζονται σε 4 κατηγορίες ανάλογα με την ουσία που αποτελεί τη βάση τους.

Υδραυλικά υγρά με βάση το πετρέλαιο. Έχουν χαμηλή πίεση ατμών και είναι σχετικά μη τοξικά, εκτός και αν κάποιος τα καταπιεί ή καούν

Υδραυλικά υγρά με βάση το καστορέλαιο. Είναι πτητικά και πολύ εύφλεκτα

Υδραυλικά υγρά με βάση τη σιλικόνη τα οποία είναι χημικώς αδρανή

Υδραυλικά υγρά με βάση φωσφορικούς εστέρες. Έχουν χαμηλή πίεση ατμών και είναι σχετικά μη τοξικά, εκτός και αν κάποιος τα καταπιεί ή θερμανθούν

Το μόνο συστατικό των υδραυλικών υγρών που είναι τοξικό είναι το butyl cellosolve που περιέχεται στην κατηγορία 2. Εισπνοή ατμών που περιέχουν αυτό το στοιχείο, το οποίο είναι πολύ πτητικό, προκαλεί ζάλη, πονοκέφαλο, μειωμένη όραση και σύγχυση. Θερμική αποσύνθεση των υγρών των ομάδων 1 και 2 έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή μίγματος αλδεϋδών και μονοξειδίου του άνθρακα που έχει τοξικές ιδιότητες.

Λιπαντικά έλαια. Παρόλο που τα λιπαντικά έλαια εισέρχονται στην καμπίνα του αεροσκάφους σπάνια, μπορεί να προκαλέσουν προβλήματα όταν υπάρχει μηχανική βλάβη σε στροβιλοκινητήρα. Ένας σπασμένος δακτύλιος ή μία διαρροή του σωλήνα παροχής λιπαντικού, μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την ανάμιξη του ελαίου με τον αέρα στο στάδιο της συμπύκνωσης, εκεί που ο αέρας αντλείται για να υποστηρίξει τον εξαερισμό της καμπίνας. Το έλαιο μπορεί να εισέλθει στην καμπίνα ως ατμός. Σε

κινητήρες παλινδρομικής κίνησης, το έλαιο βρίσκεται συχνά σε επαφή με ζεστά σημεία και ο καπνός που σχηματίζεται μπορεί να εισέλθει στην καμπίνα μέσω μίας βλάβης του συστήματος εξαερισμού.

Τα λιπαντικά έλαια αποτελούνται κατά 80-95% από λάδι που προέρχεται από πετρέλαιο ή από συνθετικούς εστέρες. Και οι δύο τύποι των λαδιών έχουν χαμηλή πίεση ατμών και είναι σχετικά μη τοξικά. Έκθεση σε ατμούς ελαίων μπορεί να προκαλέσει ερεθισμό των ματιών και του ανώτερου αναπνευστικού συστήματος..

Αντιπαγωτικά, αντiekρηκτικά. Τα υγρά αυτά μελετούνται μαζί γιατί περιέχουν παρόμοια χημικά στοιχεία.

Τα αντιπαγωτικά υγρά χρησιμοποιούνται για να διατηρούν την καλύπτρα, τις πτέρυγες και τις προπέλες ελεύθερα από πάγο κατά την πτήση. Αποτελούνται από διάφορους συνδυασμούς ισοπροπανόλης, αιθανόλης, μεθανόλης, προπυλενίου και νερού.

Τα αντiekρηκτικά υγρά (ADI) χρησιμοποιούνται σε κινητήρες παλινδρομικής κίνησης για να βελτιώνουν την απόδοσή τους για μικρό χρονικό διάστημα. Είναι μείγματα μεθανόλης, αιθανόλης και νερού.

Έκθεση σε αντιπαγωτικά ή ADI κατά την πτήση, συμβαίνει λόγω διαρροής του σωλήνα που μεταφέρει το υγρό, οπότε το υγρό με τη μορφή spray εισέρχεται στην καμπίνα. Εισπνοή των ατμών που περιέχουν κάποια από τις χρησιμοποιούμενες αλκοόλες, μεθανόλη, αιθανόλη ή ισοπροπανόλη, παράγει τα ίδια συμπτώματα. Υπάρχει ερεθισμός των βλεννογόνων και του ανώτερου αναπνευστικού συστήματος, πονοκέφαλος, ζάλη, ναυτία, έμετοι και απώλεια αισθήσεων. Η μεθανόλη έχει μεγαλύτερη τοξικότητα από την αιθανόλη.

Υγρά πυρόσβεσης Ένας υγρό πυρόσβεσης πρέπει να σβήνει γρήγορα τη φωτιά ανεξάρτητα από το καιγόμενο υλικό, ενώ τόσο το ίδιο όσο και τα παράγωγα της θερμικής αποσύνθεσης του θα πρέπει να έχουν χαμηλή τοξικότητα. Το ποσό του υγρού που χρειάζεται για να σβήσει τη φωτιά σε ένα αεροσκάφος πρέπει να είναι όσο το δυνατόν μικρότερο. Είναι δύσκολο κάποιος να συναντήσει όλα αυτά τα κριτήρια και για το λόγο αυτό μερικά από τα υγρά πυρόσβεσης που χρησιμοποιούνται είναι μάλλον τοξικά. Λόγω της φύσης τους προκαλούν υποξία, καθώς η αποτελεσματικότητά τους βασίζεται στη μείωση του οξυγόνου στη περιοχή της φωτιάς. Τα χημικά που συνήθως χρησιμοποιούνται σε φωτιά αεροσκάφους αποτελούνται από μείγματα νερού και γλυκόλης, διοξειδίου του άνθρακα και αλλογονωμένους υδρογονάνθρακες. Ένα μείγμα νερού-γλυκόλης έχει το πλεονέκτημα ότι είναι μη τοξικό και χρησιμοποιείται ευρέως σε πυροσβεστήρες χειρός. Το μειονέκτημα του είναι ότι δεν μπορεί να αντιμετωπίσει φωτιές από υγρά.

Το διοξείδιο του άνθρακα, αν και χρησιμοποιείται ευρέως, δεν αντιμετωπίζει αποτελεσματικά φωτιές από χαρτί και ύφασμα.

Μεγάλη ποικιλία αλογονομένων υδρογονανθράκων περιέχονται σε υγρά πυρόσβεσης αεροσκαφών. Η αποτελεσματικότητά και η τοξικότητά τους διαφέρει από ουσία σε ουσία. Μερικά, όπως για παράδειγμα το βρωμίδιο του μεθυλίου, το οποίο είναι πολύ τοξικό, χρησιμοποιείται σε περιοχές όπως κοιλώματα κινητήρων, που είναι χωριστά από την καμπίνα πληρώματος και επιβατών. Άλλα, όπως το βρωμοχλωροδιφθορομεθάνιο (BCF), το οποίο έχει μικρή τοξικότητα, χρησιμοποιείται στους πυροσβεστήρες χειρός.

Διοξείδιο του άνθρακα. Το διοξείδιο του άνθρακα χρησιμοποιείται στα αεροσκάφη, όχι μόνο ως υγρό πυρόσβεσης, αλλά και ως ψυκτικό. Είναι άχρωμο, βαρύ αέριο που δρα ως ναρκωτικό σε συγκεντρώσεις άνω του 5%. Το TLV είναι 0,5%. Ανάλογα με την διάρκεια έκθεσης, αύξηση της αναπνοής και αίσθηση έλλειψης αέρα μπορούν να εμφανισθούν σε συγκεντρώσεις 1-2,5%. Συγκεντρώσεις 3-7% προκαλούν μεγάλη αύξηση του αριθμού των αναπνοών, μείωση της όρασης και της ακοής. Έκθεση σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες του 7% έχουν ως αποτέλεσμα την εμφάνιση σπασμών, απώλεια των αισθήσεων και θάνατο.

Βρωμίδιο του μεθυλίου. Είναι άχρωμο και άοσμο υγρό. Είναι το πιο αποτελεσματικό υγρό πυρόσβεσης. Είναι όμως πολύ τοξικό και χρησιμοποιείται σε

περιοχές όπου δεν έχουν πρόσβαση το πλήρωμα και οι επιβάτες. Το TLV είναι 10 ppm. Πάνω από αυτή τη συγκέντρωση προκαλεί υπνηλία, πονοκεφάλους, ναυτία, εμετούς, παράλυση και σπασμούς. Έκθεση σε υψηλές συγκεντρώσεις προκαλεί ταχεία νάρκωση και πνευμονικό οίδημα.

Βρωμοχλωροδιφθορομεθάνιο (BCF). Είναι ένα νέο σχετικά υγρό πυρόσβεσης με χαμηλή τοξικότητα. Σε πολύ υψηλές συγκεντρώσεις (4-5%) προκαλεί νάρκωση.

Ψυκτικά. Μία μεγάλη ποικιλία σταθερών και πολύπλοκων αλογονομένων υδρογονανθράκων που περιέχουν συνδυασμούς χλωρίου, φθορίου, υδρογόνου και άνθρακα χρησιμοποιούνται στα αεροσκάφη ως ψυκτικά. Μια γνωστή εμπορική τους ονομασία είναι φρέον. Εάν θερμανθούν αποσυντίθενται σε υδροχλωρικά και υδροφθορικά οξέα τα οποία είναι πολύ τοξικά για τους βλεννογόνους και το αναπνευστικό σύστημα.

Όζον. Το όζον είναι τριατομική μορφή του οξυγόνου και υπάρχει φυσικά στην ατμόσφαιρα. Η συγκέντρωση στην ατμόσφαιρα μεγαλώνει με το υψόμετρο κυρίως πάνω από τα 40.000 ft, φτάνοντας στη μέγιστη 10ppm στα 100.000 ft. Εάν το όζον του αέρα που περνά στο σύστημα εξαερισμού δεν αλλάζει, η συγκέντρωση του στην καμπίνα αεροσκάφους που πετά στα 60.000 ft θα ήταν περίπου 4 ppm. Επειδή όμως αποσυντίθεται σε υψηλές θερμοκρασίες, η συγκέντρωση όζοντος σε καμπίνα αεροσκάφους που πετά στα 60.000 ft έχει βρεθεί 0,1-0,2 ppm.

Το όζον ερεθίζει το αναπνευστικό σύστημα και τους βλεννογόνους. Έκθεση σε υψηλές συγκεντρώσεις οδηγεί σε πνευμονικό οίδημα.

Εντομοκτόνα, φυτοφάρμακα. Από τα χημικά που χρησιμοποιούνται το πιο επικίνδυνο είναι η χοληνεστεράση εξαιτίας της οξείας τοξικότητας της.

Γενικά ο κίνδυνος δηλητηρίασης από φυτοφάρμακα εξαρτάται από τους παρακάτω παράγοντες:

Την οξεία και αθροιστική τοξικότητα της χημικής ουσίας που χρησιμοποιείται

Την συγκέντρωση μετά τη διάλυση για ψεκασμό

Τον ρυθμό απορρόφησης από το δέρμα ή άλλες οδούς του σώματος

Την έκταση μόλυνσης του δέρματος ή του ρουχισμού

Το χρονικό διάστημα μεταξύ μόλυνσης και πλυσίματος του δέρματος ή του ρουχισμού.

Τη διάρκεια ψεκασμών με την ίδια ή με συγγενικές χημικές ουσίες

Ο ιπτάμενος δεν πρέπει να φορτώνει ο ίδιος το αεροσκάφος του με φυτοφάρμακα, ενώ μεγάλος κίνδυνος υπάρχει και σε περίπτωση συντριβής.

Οι τέσσερις μεγάλες κατηγορίες ουσιών που είναι υπεύθυνες για τις περισσότερες περιπτώσεις δηλητηριάσεων ιπταμένων που εκτελούσαν ψεκασμούς είναι:

Νιτροφαινόλες. Είναι ισχυρά φυτοφάρμακα. Απορροφώνται από το αναπνευστικό σύστημα και το δέρμα. Είναι πολύ τοξικά σε χαμηλές συγκεντρώσεις και έχουν αθροιστική δράση. Πρώιμα σημεία δηλητηρίασης είναι εφίδρωση, δίψα, ευφορία και κόπωση. Μία μόνο δόση 2 mg προκαλεί κοιλιακό πόνο, ναυτία, αναπνευστική δυσφορία, κυάνωση και θάνατο. Χρόνια δηλητηρίαση μπορεί να προκληθεί από επαναλαμβανόμενη έκθεση σε μικρές δόσεις και ως συμπτώματα έχει κόπωση, απώλεια βάρους και γενική αδιαθεσία.

Καρβαμάτες. Είναι εντομοκτόνα. Η τοξική τους δράση μοιάζει με αυτή των οργανοφωσφωρικών που θα αναπτυχθεί παρακάτω.

Χλωριούχοι, κυκλικοί υδρογονάνθρακες. Το πιο γνωστό παράδειγμα είναι το DDT. Είναι τοξικό μόνο όταν καταπίνεται. Συμπτώματα δηλητηρίασης είναι ναυτία, ζάλη, πονοκέφαλος, τρόμος, δύσπνοια, σπασμοί και κώμα.

Οργανοφωσφορικά. Απορροφώνται μέσω του δέρματος ή με κατάποση. Τα συμπτώματα από δηλητηρίαση είναι ναυτία, εμετοί, διαταραχές της όρασης, βραδυκαρδία, υπόταση, σπασμοί, κώμα, θάνατος.

Ενέργειες σε περίπτωση μόλυνσης καμπίνας Εάν συμβεί μόλυνση της καμπίνας του αεροσκάφους, οι ενέργειες που πρέπει να γίνουν, για να αποφευχθεί η επαφή της ουσίας με το σώμα (επαφή με δέρμα, εισπνοή ατμών), εξαρτώνται από το

εάν το πλήρωμα χρησιμοποιεί τη συσκευή οξυγόνου και τι τύπου είναι το σύστημα παροχής οξυγόνου. Ο σκοπός είναι να αναπνεύσει το πλήρωμα 100% οξυγόνο και να κάνει τις απαραίτητες ενέργειες για να προλάβει εσωτερική διαρροή του μολυσμένου αέρα. Οι επόμενες ενέργειες είναι να κλείσει χειροκίνητα τη βαλβίδα εισόδου του αέρα. Εάν το πλήρωμα δεν χρησιμοποιεί το οξυγόνο πρέπει να χρησιμοποιήσει οποιαδήποτε άλλη διαθέσιμη αναπνευστική συσκευή και να φορέσει γυαλιά ή visor.

Το δέρμα πρέπει να καλυφθεί γρήγορα. Εάν η καμπίνα μολυνθεί από αέρα που παρέχεται από τον συμπιεστή του κινητήρα, η ροή πρέπει να διακοπεί και να επιλεγεί ο εξαερισμός με συμπιεσμένο αέρα, με την προϋπόθεση ότι θα αποφευχθεί η υποξία που θα ακολουθήσει λόγω της μειωμένης διαφορικής πίεσης της καμπίνας. Εάν δεν υπάρχει διαθέσιμο οξυγόνο ο πιλότος θα πρέπει να ελαττώσει ύψος.

Μέταλλα και τα οξειδιά τους Κράματα κατασκευής του αεροσκάφους

Τα παλιά υλικά που χρησιμοποιούνταν για την κατασκευή των αεροσκαφών ήταν κράματα αλουμινίου με μικρές ποσότητες ψευδαργύρου, μαγνησίου και χαλκού. Την τελευταία δεκαετία παρατηρείται διαδεδομένη χρήση κραμάτων τιτανίου. Επίσης προβλέπεται να γίνει και χρήση κραμάτων αλουμινίου-λίθιου. Το λίθιο χρησιμοποιείται και σε μπαταρίες μερικών τύπων αεροσκαφών.

Βηρύλλιο Το βηρύλλιο χρησιμοποιείται κυρίως στα γυροσκόπια, σε συστήματα ναυτιλίας. Κράματα του βηρυλλίου χρησιμοποιούνται στην κατασκευή ηλεκτρονικών, ηλεκτρικών και υδραυλικών συστημάτων των αεροσκαφών. Η επεξεργασία του βηρυλλίου δεν ενέχει κινδύνους εφόσον αυτό δεν παρουσιάζει ρωγμές και είναι καθαρό από κάθε σκόνη ή διάβρωση. Το οξείδιο του βηρυλλίου σε μορφή σκόνης είναι πάρα πολύ τοξικό, σχεδόν 20 φορές περισσότερο δηλητηριώδες από το αρσενικό. Μικρά τραύματα στο δέρμα μπορεί να αποτελέσουν πηγές εισόδου του βηρυλλίου στο σώμα και αιτία πρόκλησης δερματίτιδας και ελκών στο δέρμα. Όταν τα συστατικά του βηρυλλίου θερμανθούν σε θερμοκρασία άνω των 1000° C, παράγονται τοξικοί καπνοί και οξειδία.

Συνθετικά ανθρακονήματα Τα συνθετικά ανθρακονήματα (Carbon Fibre Composites-CFC) χρησιμοποιούνται τα τελευταία χρόνια στην κατασκευή τμημάτων των αεροσκαφών (F-16, Mirage 2000). Σε περιβάλλον όπου υπάρχει αρκετό οξυγόνο και θερμοκρασία πάνω από 500°C, δεν υπάρχει στερεό υπόλειμμα CFC. Η εποξική ρητίνη καταναλώνεται στους 350° C και τα ανθρακονήματα μετατρέπονται σε διοξείδιο του άνθρακα. Κάτω από αυτές τις θερμοκρασίες ή όταν δεν υπάρχει αρκετό οξυγόνο να υποστηρίξει την τέλεια καύση, υπάρχουν ελεύθερα ανθρακονήματα διαφορετικών μεγεθών, ικανά να εισέλθουν στο σώμα διαμέσου του δέρματος σαν βελόνες. Όσα περάσουν στους πνεύμονες προκαλούν δυσφορία, βήχα. Πολλά από αυτά λόγω μεγέθους θα αποβληθούν με τις βλεννώδεις εκκρίσεις των πνευμόνων, άλλα όμως θα παραμείνουν στις μικρές πνευμονικές κοιλότητες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 23: ΥΓΙΕΙΝΗ

ΥΠΣΓΟΣ (ΥΙ) ΙΩΑΝΝΗΣ ΜΑΡΚΟΥ

Γενικά Υγεία είναι η πλήρης σωματική και κοινωνική ευεξία του ατόμου. Νούς υγιής εν σώματι υγιές. Ο ιπτάμενος έχει πολύ περισσότερους λόγους να είναι υγιής

Διατροφή Ο ανθρώπινος οργανισμός για να λειτουργήσει αποτελεσματικά χρειάζεται δύο βασικά "καύσιμα": οξυγόνο και γλυκόζη.

Το οξυγόνο είναι διαθέσιμο μέσω της αναπνοής ενώ η γλυκόζη μέσω της διατροφής, είτε άμεσα απορροφούμενη, είτε ως αποτέλεσμα μεταβολισμού πολύπλοκων ενώσεων όπως υδατανθράκων, πρωτεϊνών ή λιπαρών οξέων. Για το λόγο αυτό η διατροφή παίζει σημαντικό ρόλο στην απόδοση ενός οργανισμού.

Θρεπτικά συστατικά Υπάρχουν 3 κατηγορίες θρεπτικών συστατικών: υδατάνθρακες, λιπαρά οξέα (λιπίδια), πρωτεΐνες

Υδατάνθρακες

Οι υδατάνθρακες βρίσκονται με τη μορφή είτε βραχέων αλύσων, 6-8 ατόμων άνθρακα (σάκχαρα), είτε μακρών αλύσων (άμυλο). Τα σάκχαρα διασπώνται σε 6 μόρια άνθρακα και χρησιμοποιούνται για την άμεση παραγωγή ενέργειας ή μετατρέπονται σε λιπαρά οξέα για αποθήκευση.

Σάκχαρα

Τα σάκχαρα απορροφώνται πολύ γρήγορα και είναι άμεσα διαθέσιμα για μεταβολισμό και παραγωγή ενέργειας, η οποία θα χρησιμοποιηθεί από τα κύτταρα. Ο έλεγχος του σακχάρου του αίματος γίνεται από το πάγκρεας με την παραγωγή ινσουλίνης. Εφόσον τα σάκχαρα προκαλούν μια γρήγορη αύξηση στη γλυκόζη του αίματος, μια υπερ-αντίδραση του παγκρέατος είναι συνήθης με συνέπεια την έκκριση εφάπαξ ινσουλίνης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα αντιδραστική πτώση της γλυκόζης του αίματος σε επίπεδα μικρότερα από το κανονικό (αντιδραστική υπογλυκαιμία) το οποίο συμβαίνει συνήθως 2 ώρες μετά το γεύμα. Ο οργανισμός αντιδρά δημιουργώντας το αίσθημα πείνας και τη φυσική ανάγκη για κατανάλωση και άλλων σακχάρων ώστε να αυξηθεί η τιμή της γλυκόζης του αίματος, κάτι που οδηγεί φυσικά σε νέα αντίδραση από το πάγκρεας και ο φαύλος κύκλος συνεχίζεται. Πρέπει να τονιστεί ότι αυτό το φαινόμενο αφήνει το οργανισμό σε χαμηλή στάθμη από πλευράς ενέργειας κάθε λίγες ώρες. Αυτό φυσικά σχετίζεται άμεσα και με την Ασφάλεια των Πτήσεων. Σε μελέτες που έγιναν σχετικά με ατυχήματα ελικοπτέρων που εργαζόταν για εταιρείες πετρελαιοειδών, βρέθηκε ότι τα πιο πολλά συνέβαιναν το απόγευμα και συνήθως οφείλονταν σε λάθη κρίσεως από πλευρά του ιπταμένου. Αυτό εξηγήθηκε από το γεγονός ότι πολλοί ιπτάμενοι προτιμούσαν να κάνουν μια τελευταία απογευματινή πτήση ώστε να γευματίσουν στις καντίνες των διυλιστηρίων όπου το φαγητό ήταν καλύτερο και φτηνότερο. Η Καναδική ΠΑ ανησύχησε για τον αυξημένο αριθμό ατυχημάτων που συνέβαιναν το πρωί κυρίως από Ικάρους και θέσπισε το υποχρεωτικό πρωινό στις αεροπορικές βάσεις όπου αυτοί εκπαιδευόντουσαν. Μερικά σάκχαρα, όπως η φρουκτόζη (βρίσκεται στα φρούτα) και η γαλακτόζη (βρίσκεται στο γάλα) προκαλούν σε μικρότερη ένταση αυτό το φαινόμενο αντίδρασης και για το λόγο αυτό είναι πιο κατάλληλα για κατανάλωση στις διάφορες καντίνες σε σχέση με διάφορα γλυκά. Πολλοί διαιτολόγοι προτείνουν πολλά και μικρά γεύματα (με κατάλληλες τροφές) ώστε να διατηρείται ένα σταθερό επίπεδο γλυκόζης στο αίμα.

Άμυλο

Οι υδατάνθρακες μεγάλης αλύσου όπως το άμυλο, διασπώνται επίσης σε γλυκόζη αλλά με ένα βραδύτερο και πιο σταθερό ρυθμό από ότι τα σάκχαρα. Συγκεκριμένα οι θερμίδες που παράγονται από τη διάσπαση των αμύλων είναι 2 το λεπτό. Για το λόγο αυτό υπάρχει μικρότερη τάση για εμφάνιση αντιδραστικού φαινομένου λόγω της βραδείας αύξησης του σακχάρου του αίματος και της σταθερής παραγωγής θερμίδων. Ένα ακόμη πλεονέκτημα των αμυλούχων τροφών είναι ότι

συχνά συνδυάζονται με ίνες οι οποίες έχει αποδειχτεί ότι επηρεάζουν την γλυκόζη του αίματος, ενώ μειώνουν και τον κίνδυνο για καρκίνο του εντέρου.

Λιπαρά οξέα

Γενικά τα λίπη διασπώνται στο έντερο σε λιπαρά οξέα και τριγλυκερίδια τα οποία ενσωματώνονται στα χυλομικρά και μεταφέρονται από το αίμα υπό αυτή τη μορφή. Συγκεκριμένα εάν κάποιος συγκρίνει το ορό του αίματος ενός ατόμου πριν και μετά την κατανάλωση λιπαρών οξέων, ο ορός μετά από λιπαρό γεύμα φαίνεται "γαλακτώδης" σε αντίθεση με το καθαρό ορό ενός νηστικού ατόμου.

Το θέμα της επιλογής κορεσμένων ή ακόρεστων λιπαρών οξέων σχετίζεται με τον κίνδυνο ανάπτυξης καρδιαγγειακής νόσου και όχι με τις βραχυπρόθεσμες παρενέργειες. Ο όρος "κορεσμένα" αναφέρεται στο ποσό των ατόμων υδρογόνου που είναι συνδεδεμένα με τα άτομα άνθρακα στα μόρια των λιπαρών οξέων. Στα ακόρεστα λιπαρά οξέα υπάρχει θέση για άλλα μόρια υδρογόνου. Έχει βρεθεί ότι τα κορεσμένα λιπαρά οξέα αυξάνουν την χοληστερίνη του ορού και έτσι προδιαθέτουν για δημιουργία αθηρωματικών πλάκων και εκδήλωσης καρδιαγγειακών νοσημάτων. Για το λόγο αυτό συνιστάται, όπου υπάρχουν στη διατροφή λιπαρά οξέα αυτά να είναι ακόρεστα.

Χοληστερόλη

Η χοληστερόλη είναι μια μορφή λίπους η οποία έχει αποδειχτεί ότι συνδέεται με την αυξημένο κίνδυνο ανάπτυξης αρτηριοσκλήρωσης. Πολλές και μεγάλες σε πληθυσμό έρευνες έδειξαν ότι μέτρα μείωσης της ολικής χοληστερόλης έχουν σαν αποτέλεσμα την μείωση του κινδύνου για παθήσεις του καρδιαγγειακού. Συγκεκριμένα εάν η ολική χοληστερόλη του ορού μειώνεται κατά 1%, ο κίνδυνος για τέτοιες παθήσεις μειώνεται 2%. Μερικές έρευνες έδειξαν ότι μπορεί να υπάρξει και υποχώρηση των βλαβών των αρτηριών εφόσον υπάρξει αυστηρή δίαιτα.

Η χοληστερόλη είναι αδιάλυτη στο νερό και συνεπώς στο αίμα. Για να μπορεί να κυκλοφορήσει σε αυτό βρίσκεται συνδεδεμένη με πρωτεΐνες και σχηματίζει σύμπλοκα μόρια λιποπρωτεϊνών. Υπάρχουν αρκετές κατηγορίες λιποπρωτεϊνών, οι σπουδαιότερες όμως είναι δύο. Η HDL (High Density Lipoprotein) και η LDL (Low Density Lipoprotein). Είναι γνωστό ότι η LDL είναι βλαβερή για τον οργανισμό, αντίθετα η HDL είναι "η καλή χοληστερίνη". Η HDL απομακρύνει τη χοληστερόλη από τους ιστούς. Ο στόχος είναι σε υγιή άτομα η μείωση της συνολικής χοληστερόλης κάτω από 200 mg/dl, ενώ η ιδανική αναλογία HDL/LDL να είναι μεγαλύτερη από 0.2. Πολλά άτομα πετυχαίνουν να μειώσουν την χοληστερόλη μόνο με την διατροφή τους. Όταν όμως αυτό αποτυγχάνει τότε χρησιμοποιούνται φάρμακα. Μελέτες έδειξαν ότι δεν έχει σημασία ο τρόπος μείωσης αλλά η καθαυτό μείωση.

Πρωτεΐνες

Τα μόρια της πρωτεΐνης αποτελούνται από αλύσους αμινοξέων που διασπώνται στον γαστρεντερικό σωλήνα και απορροφώνται με την μορφή απλών αμινοξέων. Πολλά προϊόντα αποδόμησης των πρωτεϊνών εξουδετερώνονται ως προς την τοξικότητά τους από το ήπαρ. Εάν το ήπαρ δεν λειτουργεί κανονικά λόγω ασθένειας και η διατροφή είναι πολύ πλούσια σε πρωτεΐνες είναι δυνατόν να αναπτυχθεί δηλητηρίαση από πρωτεΐνες. Αυτή η κατάσταση χαρακτηρίζεται συνήθως από μεταβολή του συναισθήματος και άμβλυση της αντίληψης. Η δηλητηρίαση από πρωτεΐνες είναι επίσης ένα γνωστό και συχνό σύμπτωμα των ατόμων με κίρρωση του ήπατος.

Σε συνθήκες που συνυπάρχει ασθένεια του ήπατος και υποξία είναι δυνατόν να επέλθει ανικανότητα. Το 1974 υπήρξε ένα μείζον αεροπορικό ατύχημα στον Βόρειο Καναδά όπου ο πιλότος που είχε σοβαρή ηπατική νόσο, κατανάλωσε ένα γεύμα πολύ πλούσιο σε πρωτεΐνες λίγο πριν την προσγείωση. Μετά από λίγο άρχισε να συμπεριφέρεται περίεργα, και σε κάποια φάση έσπρωξε προς τα εμπρός το χειριστήριο ενώ βρισκόταν σε χαμηλό ύψος για την προσέγγιση. Αμέσως μετά κάθισε να βλέπει από το παράθυρο του το έδαφος που πλησίαζε χωρίς να κάνει τίποτα. Μια άποψη που εκφράσθηκε και έγινε αποδεκτή από πολλούς ήταν ότι ο πιλότος κατέστη ανίκανος λόγω δηλητηρίαση από πρωτεΐνες.

Είδαμε συνεπώς πως η διατροφή μπορεί να επηρεάσει την απόδοση. Και οι τρεις κατηγορίες θρεπτικών ουσιών, υδατάνθρακες, λιπαρά οξέα και πρωτεΐνες μπορούν να επιδράσουν στην απόδοση του ατόμου εάν δεν χρησιμοποιηθούν σωστά, ενώ έχουν και μακροπρόθεσμες συνέπειες αυξάνοντας τον κίνδυνο για εμφάνιση ασθενειών όπως αρτηριοσκλήρωση και καρκίνο.

Για το λόγο αυτό η διατροφή πρέπει να είναι ισορροπημένη και να περιέχει τα απαραίτητα ιχνοστοιχεία, βιταμίνες και φυτικές ίνες. Το 15% του συνόλου των προσλαμβανόμενων σε ημερήσια βάση θερμίδων πρέπει να προέρχεται από λεύκωμα, το 30% από λίπη και το υπόλοιπο 55% από υδατάνθρακες, κατά προτίμηση σύμπλοκους.

Ρύθμιση σακχάρου αίματος

Δεδομένου ότι η γλυκόζη αποτελεί μια βασική πηγή ενέργειας για τα κύτταρα στον οργανισμό, μια αναφορά στην ρύθμιση του σακχάρου του αίματος είναι σημαντική για την κατανόηση της σχέσης της με την ασφάλεια πτήσεων. Καταρχήν πρέπει να σημειωθεί ότι δεν προέρχεται όλη η γλυκόζη από διαιτητική πρόσληψη της. Οι υδατάνθρακες με μεγάλες αλύσους διασπώνται σε γλυκόζη και άλλα συστατικά. Στην πραγματικότητα αμυλούχες τροφές έχουν σταθερή απόδοση ενέργειας όπως αναφέρθηκε. Επίσης η γλυκόζη παράγεται στο ήπαρ κατά τη νεογλυκογένεση από άλλα θρεπτικά στοιχεία. Η ρύθμιση των επιπέδων του σακχάρου του αίματος ελέγχεται με την έκκριση ινσουλίνης από το πάγκρεας. Όταν αυξάνεται το σάκχαρο του αίματος, η ινσουλίνη αυξάνεται. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα το σάκχαρο να μεταβολίζεται σε λιπαρά οξέα και να αναστέλλεται η κατανάλωση λιπαρών οξέων από τα κύτταρα. Μια απότομη αύξηση του σακχάρου του αίματος καταλήγει σε αύξηση της ινσουλίνης και υπογλυκαιμία. Κάποιοι ερευνητές βρήκαν ότι όλοι οι πιλότοι σε κάποια φάση έχουν κάποιο επεισόδιο αντιδραστικής υπογλυκαιμίας εάν μετρήσουμε το σάκχαρο του αίματος συνέχεια.

Υποξία και αλλαγές ζωνών χρόνου

Σχεδόν η μισή ποσότητα της ινσουλίνης που εκκρίνεται κατακρατείται κατά τη διέλευσή της από το ήπαρ όπου και αδρανοποιείται και για το λόγο αυτό δεν συμμετέχει στο έλεγχο του σακχάρου του αίματος. Η υποξία μειώνει την αδρανοποίηση και συνεπώς συμβάλλει στην υπογλυκαιμία ως αποτέλεσμα της αυξημένης κυκλοφορούσης ινσουλίνης. Ο μεταβολισμός της ινσουλίνης επίσης επηρεάζεται από την ώρα της ημέρας. Για αυτό οι αλλαγές των ζωνών του χρόνου μπορούν να επηρεάσουν τον μεταβολισμό της ινσουλίνης, αθροιστικά με την επίδραση της υποξίας. Τα παραπάνω έχουν ειδική σημασία για τους διαβητικούς, ειδικά για τους διαβητικούς που δυσκολεύονται να ρυθμίσουν το σάκχαρο του αίματος και τα επίπεδα της ινσουλίνης από την αρχή. Πολλοί ειδικοί συμβουλεύουν τη χρήση ινσουλίνης βραχείας διάρκειας όταν γίνεται αλλαγή των ζωνών χρόνου ή υπάρχει εργασία με εναλλαγή νυχτερινών και ημερήσιων υπηρεσιών.

Δίαιτες απώλειας βάρους Το να πετάει κάποιος ένα αεροσκάφος θεωρείται καθιστική εργασία. Για το λόγο αυτό πολλοί πιλότοι, εάν δεν προσέξουν τη διατροφή τους, εμφανίζονται να είναι παχύσαρκοι μετά από κάποια χρόνια. Αυτό μπορεί να οφείλεται εν μέρει και στην αύξηση της κυκλοφορίας της ινσουλίνης λόγω της υπάρχουσας υποξίας. Πολλές δίαιτες δεν είναι συμβατές με την ασφάλεια των πτήσεων γιατί οδηγούν σε υπογλυκαιμία που μειώνει την απόδοση. Μια καλή προσέγγιση στο ζήτημα απώλειας βάρους είναι η μείωση της κατανάλωσης λιπών.

Νηστεία Η πλήρης νηστεία για οποιονδήποτε λόγο δεν συμβαδίζει με την ασφάλεια των πτήσεων. Το σώμα απαιτεί γλυκόζη για να λειτουργεί. Η αεροπορική εταιρεία Malaysian Airlines εξέδωσε ένα έγγραφο πριν το Ραμαζάνι όπου συμβουλεύει τους Μουσουλμάνους πιλότους ότι η νηστεία μπορεί να επηρεάσει την ασφάλεια των πτήσεων. Επίσης τους συμβούλευσε κατά την περίοδο του Ραμαζανιού είτε να παίρνουν άδεια, είτε να διαλέγουν νυχτερινές πτήσεις ή πολύ πρωινές πτήσεις, είτε να έχουν stand by καθήκοντα, είτε να κάνουν εκπαίδευση στο έδαφος.

Αρχές υγιεινής διατροφής Ένα καλό υπόδειγμα διατροφής αποτελεί η παραδοσιακή Μεσογειακή δίαιτα. Η δίαιτα αυτή είναι πλούσια σε φυτικής προέλευσης τροφές, όπως δημητριακά, όσπρια, φρούτα και λαχανικά, λιγότερο πλούσια σε ζωικά τρόφιμα (κυρίως πουλερικά, ψάρια και γαλακτοκομικά) και πλούσια σε μονοακόρεστα λιπαρά οξέα, δεδομένου ότι η κύρια μορφή λίπους είναι το ελαιόλαδο.(**εικ.23-1**).

Μια καλά ισορροπημένη διατροφή πρέπει να παρέχει 50 περίπου συστατικά τα οποία είναι απαραίτητα για τον οργανισμό όπως βασικά αμινοξέα, υδατάνθρακες, βασικά λιπαρά οξέα, βιταμίνες, ιχνοστοιχεία, διαιτητικές φυτικές ίνες και νερό. Η διατροφή πρέπει να είναι πτωχή σε λίπη, ενώ αντίθετα εμπλουτισμένη με άμυλο και φυτικές ίνες. Τροφές πλούσιες σε ίνες, είναι τα όσπρια τα προϊόντα δημητριακών ολικής αλέσεως, τα ζυμαρικά, τα λαχανικά και τα φρούτα. Η ζάχαρη ή υποκατάστατα αυτής (ασπαρτάμη ή ζαχαρίνη) πρέπει να είναι περιορισμένη, όπως και η χρήση του αλατος. Αύξηση της ποσότητας του αλατος μπορεί να υπάρξει σε περιπτώσεις αυξημένης εφίδρωσης (π.χ. κατά τους καλοκαιρινούς μήνες).

Καλό είναι να αποφεύγεται η κατανάλωση φρούτων κατά τη διάρκεια των γευμάτων, λόγω πιθανής πρόκλησης δυσκολιών κατά την πέψη. Για το λόγο αυτό, τα φρούτα πρέπει να καταναλώνονται είτε μισή έως μία ώρα πριν το γεύμα, είτε 3 ώρες μετά.

Η πρόσληψη νερού αποτελεί σημαντικό παράγοντα σε μια σωστή διατροφή. Σε ημέρες χωρίς έντονη εφίδρωση, η ελάχιστη κατανάλωση νερού θα πρέπει να είναι περίπου (8) ποτήρια ημερησίως. Η ποσότητα αυτή αυξάνει κατά τις ημέρες που οι συνθήκες (υψηλή θερμοκρασία) προκαλούν έντονη εφίδρωση. Συνιστάται επίσης να αποφεύγεται η υπερβολική κατανάλωση καφεΐνης και ανθρακούχων αναψυκτικών.

Ο ρόλος της διατροφής είναι σημαντικός στον κύκλο αφύπνισης - εγρήγορσης . Συγκεκριμένα, κατά την αφύπνιση συνιστάται η κατανάλωση καφεΐνης και πρωτεϊνών (γάλα και τυρί με χαμηλά λιπαρά).Αντίθετα πριν την κατάκλιση , το γεύμα (δείπνο) πρέπει να έχει ως βάση τους υδατάνθρακες (πατάτες, ρύζι, ζυμαρικά), ενώ η τελευταία κατανάλωση καφέ ή τσάι θα πρέπει να πραγματοποιείται περίπου 6 ώρες πριν την κατάκλιση.

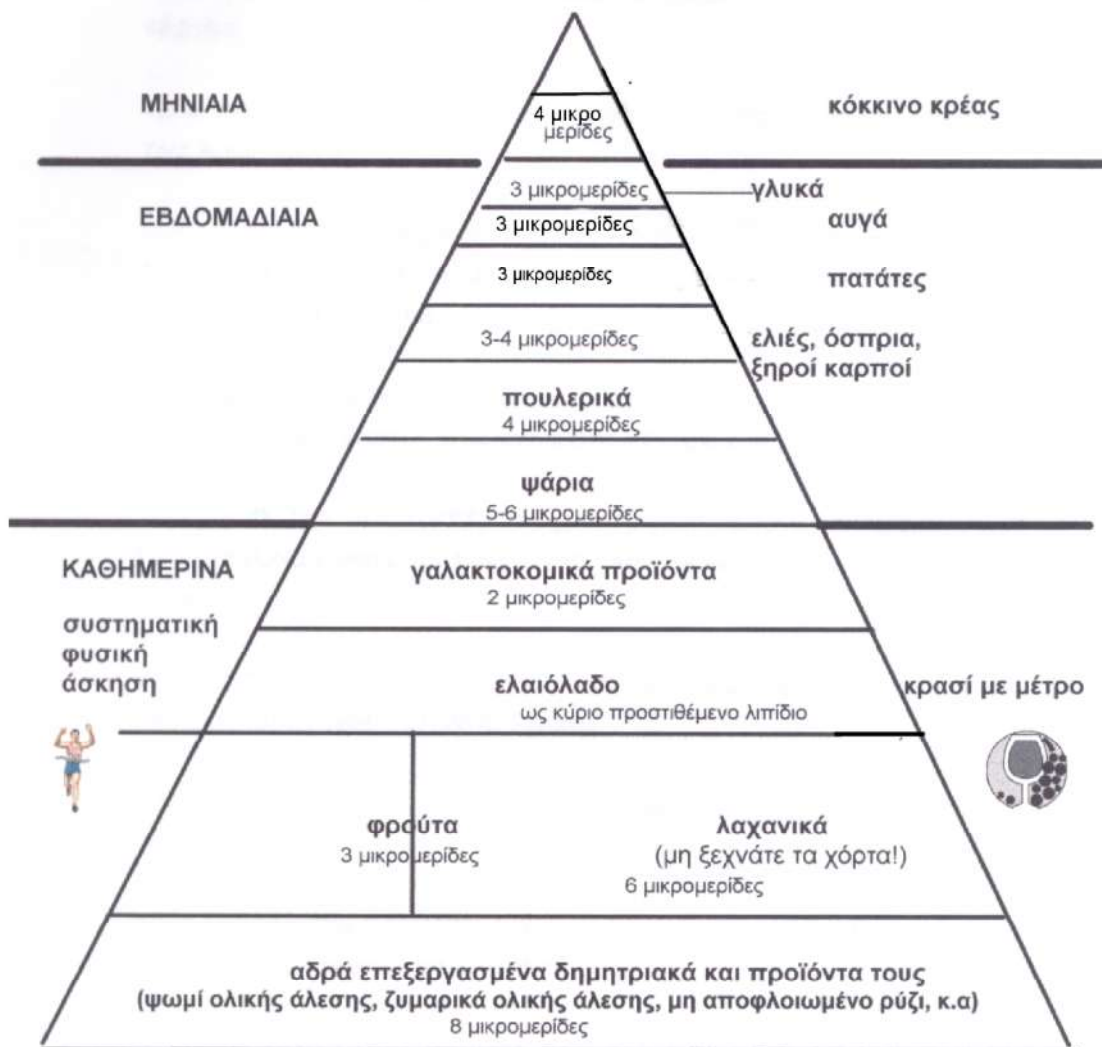
Απαραίτητη είναι η τήρηση των κανόνων της σωστής διατροφής και για τα ελαφρά γεύματα που καταναλώνονται κατά τη διάρκεια της ημέρας. Τα γεύματα αυτά θα πρέπει να είναι γευστικά , ελαφριά και θρεπτικά (γιαούρτι με χαμηλά λιπαρά και ντομάτα, φυσικοί χυμοί) , ενώ θα πρέπει να αποφεύγονται τροφές με πολλές θερμίδες αλλά ελάχιστη θρεπτική αξία (γλυκά, παγωτά),τα οποία προκαλούν απότομες αυξομειώσεις της γλυκόζης του αίματος με αποτέλεσμα πιθανό κίνδυνο υπογλυκαιμίας.

Ειδικότερα μια καλή διατροφή πρέπει να περιλαμβάνει ένα καλό και ελαφρύ πρωινό, το οποίο αποτελείται από ψωμί ή φρυγανιές, βούτυρο, μέλι, γάλα, καφέ, χυμό φρούτων, δημητριακά κ.α., ενώ τα γεύματα (γεύμα, δείπνο) σε εβδομαδιαία βάση θα πρέπει να περιλαμβάνουν 1-2 γεύματα κόκκινου κρέατος (μοσχάρι εγχώριας παραγωγής, χοιρινό), 1-2 γεύματα όσπρια, 2-3 γεύματα πουλερικά (κοτόπουλο, γαλοπούλα, πάπια), 2-3 γεύματα ψάρι , 1-2 γεύματα αυγά , 4-5 γεύματα ζυμαρικά , καθημερινά χρήση ελαιόλαδου και σαλάτας .

Τέλος σε έρευνες που έχουν γίνει έχει αποδειχτεί ότι η καθημερινή κατανάλωση 1-2 ποτηριών κόκκινου κρασιού δρα προστατευτικά σε ότι αφορά το καρδιαγγειακό σύστημα. Αυτό φυσικά δεν ισχύει τις ημέρες που ο χειριστής έχει πτήση, οπότε η κατανάλωση αλκοόλ απαγορεύεται.

Διατροφή και πτήση Το περιβάλλον της πτήσης λόγω των ιδιομορφιών του, έχει ως αποτέλεσμα την διαφοροποίηση κάποιων βασικών αρχών της υγιεινής διατροφής.

ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΟΦΗ



Μία μικρομερίδα αντιστοιχεί περίπου στο μισό της μερίδας που καθορίζουν οι αγορονομικές διατάξεις

Θυμηθείτε επίσης:

- πίνετε άφθονο νερό
- αποφεύγετε το αλάτι· χρησιμοποιείτε μυρωδικά (ρίγανη, βασιλικό, θυμάρι, κλπ) στη θέση του

Εικόνα 23-1: Η πυραμίδα της Μεσογειακής Διατροφής

Συγκεκριμένα, τα προ πτήσης γεύματα θα πρέπει να μην περιέχουν τροφές που είναι δύσκολη η πέψη τους ή παράγουν αέρια. Τέτοιες τροφές λογίζονται τα όσπρια (φασόλια, φακές, ρεβίθια), διάφορα λαχανικά (μπρόκολα, λάχανα, κουνουπίδι, αγγούρι, πράσινες πιπεριές, ραπανάκια, μελιτζάνες, μπάμιες, φασολάκια κ.α.), φρούτα (μήλα, πεπόνι), μοσχαρίσιο κρέας στο οποίο έχει προστεθεί σόγια, καλαμπόκι, ψωμί που δεν έχει ψηθεί καλά, βαριά τηγανισμένα, ατελώς μαγειρεμένα ή με πολλά καρυκεύματα φαγητά, ανθρακούχα ποτά. Η διατροφή του ιπταμένου προσωπικού πρέπει να ακολουθεί τις αρχές της Μεσογειακής διατροφής (εικόνα 24-1), η οποία αποτελεί την παραδοσιακή διατροφή των Ελλήνων από χιλιετίες, με τη

διαφορά ότι στα προ πτήσης γεύματα δεν θα υπάρχει η ομάδα των οσπρίων, η οποία θα αντικαθίστανται με ψάρι και ζυμαρικά.

Πολύ σημαντική είναι επίσης και η διατροφή κατά τη διάρκεια της πτήσης. Τα τελευταία χρόνια έχει αυξηθεί κατά πολύ η χρονική διάρκεια των πτήσεων (μεταφορικά αεροσκάφη, ιπτάμενα radar, μακράς ακτίνας βομβαρδιστικά). Αποτέλεσμα αυτού είναι η αναγκαιότητα ύπαρξης και διάθεσης γευμάτων στα πληρώματα αυτών των αεροσκαφών, στοιχείο απαραίτητο για τη διατήρηση της απόδοσης σε υψηλά επίπεδα. Τα γεύματα αυτά πρέπει να ακολουθούν τους κανόνες τις υγιεινής διατροφής και τις ιδιαιτερότητες του περιβάλλοντος της πτήσης όπως αυτές αναφέρθηκαν παραπάνω. Πρέπει να είναι απλά και εύγεστα. Είναι σημαντικό να ληφθεί υπόψη το γεγονός ότι κατά τη διάρκεια της πτήσης, λόγω του άγχους, του θορύβου και των υπολοίπων παραγόντων (υποξία, επιχειρησιακές απαιτήσεις), η λειτουργία της πέψης εμφανίζει προβλήματα εξαιτίας της μειωμένης κινητικότητας του στομάχου. Ιδιαίτερη μέριμνα πρέπει να δοθεί και στην επαρκή ενυδάτωση του πληρώματος με τη χορήγηση νερού και χυμών. Ως κανόνας για τη συχνότητα των γευμάτων ισχύει ότι κάθε 6 ώρες πρέπει να χορηγείται ένα πλήρες γεύμα.

Σωματικό βάρος Η παχυσαρκία αποτελεί στην εποχή μας ένα μείζον πρόβλημα υγείας. Πολλές ασθένειες έχουν συσχετιστεί με αυτή. Τα παχύσαρκα άτομα κινδυνεύουν περισσότερο από τους υπολοίπους να αναπτύξουν υπέρταση, στεφανιαία νόσο, σακχαρώδη διαβήτη και διάφορες μορφές καρκίνου.

Ειδικά το ιπτάμενο προσωπικό πρέπει διατηρεί το σωματικό βάρος του εντός των φυσιολογικών ορίων, τόσο για λόγους υγείας αλλά και γιατί η παχυσαρκία έχει αποδειχθεί ότι μειώνει την αντοχή στις επιταχύνσεις και στην υποξία και αποτελεί προδιαθεσικό παράγοντα δυσβαρισμού (νόσου αποσυμπίεσης).

Υπάρχουν πολλοί τρόποι για να υπολογίσει κάποιος εάν το σωματικό του βάρος είναι μεταξύ των φυσιολογικών ορίων. Ο πιο διαδεδομένος και αποδεκτός από την ιατρική κοινότητα αυτή τη στιγμή είναι ο Δείκτης Σωματικής μάζας (ΔΣΜ) ή Body Mass Index (BMI), ο οποίος υπολογίζεται από την εξίσωση $\Delta\Sigma M = \frac{\text{Σωματικό βάρος (σε κιλά)}}{\text{Υψος}^2 \text{ (σε μέτρα)}}$. Τα φυσιολογικά όρια του ΔΣΜ είναι 20-25. Για παράδειγμα εάν κάποιος είναι 90 κιλά και έχει ύψος 1,80 μέτρα ο ΔΣΜ είναι $90/1,8^2=27,8$, είναι δηλαδή υπέρβαρος.

Ο υπέρβαρος ιπτάμενος παρουσιάζει αυξημένη ευαισθησία στη νόσο αποσυμπίεσης, δυσκολίες στην εφαρμογή ρουχισμού-εξαρτημάτων πτήσης, δυσκολίες στη διατήρηση της φυσικής κατάστασης, αυξημένο ποσοστό ατυχημάτων.

Οι πιθανότητες εμφάνισης σακχαρώδη διαβήτη και υπέρτασης είναι αυξημένες στους υπέρβαρους. Η παχυσαρκία συνδέεται με αυξημένο κίνδυνο εμφάνισης στεφανιαίας νόσου και μορφών καρκίνου.

Σε περίπτωση αυξημένου σωματικού βάρους, καθίσταται αναγκαία η απώλεια κιλών. Πολλοί ιπτάμενοι προσφεύγουν σε διαιτολόγους για να επιτύχουν μεγάλη απώλεια κιλών σε μικρό χρονικό διάστημα. Πέρα από το γεγονός ότι υπάρχει μεγάλη πιθανότητα ανάκτησης του αρχικού βάρους, η έλλειψη γνώσεων αεροπορικής ιατρικής αυτών των διαιτολόγων έχει ως αποτέλεσμα να δίνονται προγράμματα διατροφής με πολύ λίγες θερμίδες, και να υπάρχει μεγάλη μείωση της απόδοσης του ιπταμένου και κίνδυνος ατυχήματος. Η συνεργασία με τον ιατρό της Μονάδος σε αυτό το θέμα είναι η μόνη αποτελεσματική και χωρίς κινδύνους λύση.

Φυσική κατάσταση

Γενικά

Ο όρος Φυσική Κατάσταση περιγράφει την ικανότητα του ανθρώπου να παράγει μυϊκό έργο και να εκτελεί παρατεταμένες και επίπονες σωματικές δραστηριότητες.

Η μυοσκελετική και η καρδιοπνευμονική λειτουργία είναι οι πρωτεύοντες στόχοι της γενικότερης άσκησης, τόσο για την απόκτηση καλής φυσικής κατάστασης όσο και καλής σωματικής απόδοσης .

α. Η καρδιοπνευμονική ικανότητα εκφράζει την προσαρμογή της καρδιάς, των πνευμόνων, και των αγγείων για απόδοση σε παρατεταμένες επίπονες σωματικές δραστηριότητες. Δείκτης της είναι η αερόβια ικανότητα.

β. Η σωματική σύσταση εκφράζει την αναλογία του λίπους σε σχέση με την άλιπο μάζα του σώματος. Υπολογίζεται με τους πίνακες σωματικού βάρους - ύψους και με μεγαλύτερη ακρίβεια με τις διάφορους μεθόδους λιπομέτρησης.

γ. Η μυϊκή δύναμη εκφράζει την ικανότητα των μυών να συστέλλονται υπό αντίσταση και να παράγουν έργο σε μία συγκεκριμένη χρονική διάρκεια. Μετριέται με διάφορα δυναμόμετρα (ισομετρικά, ισοκινητικά)

δ. Μυϊκή αντοχή: Εκφράζει το συνολικό έργο που παράγει ένας μυς ή μια μυϊκή ομάδα και εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Δείκτης είναι το έργο επί τον χρόνο (χρόνο μέχρι την κόπωση). Η κόπωση προέρχεται από τη συσσώρευση μεταβολικών προϊόντων.

ε. Ευλυγισία εκφράζει την ελαστικότητα των μυών και των αρθρώσεων του σώματος. Είναι απαραίτητη για την πρόληψη τραυματισμών κατά την σωματική καταπόνηση.

στ. Αερόβια Ικανότητα. Είναι η ικανότητα του ανθρώπινου οργανισμού να παράγει έργο μικρής ή μέτριας έντασης για παρατεταμένη χρονική διάρκεια με μεταβολικούς μηχανισμούς που βασίζονται στην κατανάλωση οξυγόνου.

ζ. Αναερόβια Ικανότητα. Είναι η ικανότητα του ανθρώπινου οργανισμού να παράγει έργο μεγάλης έντασης σε περιορισμένο χρόνο. Η ενέργεια αντλείται από αναερόβιους μεταβολικούς μηχανισμούς δηλαδή, χωρίς την παρουσία οξυγόνου.

Χρησιμότητα της καλής φυσικής κατάστασης στο ιπτάμενο προσωπικό

Η καλή φυσική κατάσταση είναι απαραίτητη για έναν Ιπτάμενο της Π.Α τόσο για τις απαιτήσεις της πτήσης με ένα αεροσκάφος όσο και για να ανταπεξέρχεται στις καθημερινές απαιτήσεις των προσωπικών και υπηρεσιακών του υποχρεώσεων.

Αναλυτικότερα ο Ιπτάμενος θα πρέπει να έχει τέτοια φυσική κατάσταση και απόδοση, ώστε τα των ενεργειακά υποστρώματα των μυών του, να του επιτρέπουν να εκτελεί τον αντί-G χειρισμό, και να αξιοποιεί πλήρως το αεροσκάφος επιχειρησιακά χωρίς να υποστεί ο ίδιος G-LOC η τραυματισμό του αυχένα και της οσφυϊκής μοίρας. Επίσης να μπορεί να εκπληρώνει το καθημερινό επιχειρησιακό έργο και να αντιμετωπίζει την ψυχοσωματική επιβάρυνση μίας κατάστασης έκτακτης ανάγκης.

Προγράμματα άθλησης ιπταμένων

Τα προγράμματα άθλησης των Ιπταμένων στοχεύουν περισσότερο στην βελτίωση της αναερόβιας ικανότητας, της ευλυγισίας και της νευρομυϊκής συνεργασίας και σε μικρότερο βαθμό στην αερόβια ικανότητα, η οποία όμως είναι η βάση πάνω στην οποία μπορεί να «χτισθεί» η αναερόβια ικανότητα.

Ένα σωστό πρόγραμμα βελτίωσης και συντήρησης της φυσικής κατάστασης των Ιπταμένων πρέπει να διέπεται από την φιλοσοφία να γυμνάζει και να αναζωογονεί και όχι να κουράζει και να εξαντλεί. Για αυτό είναι απαραίτητο να εκπονεύται έπειτα από την εξέταση των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών και απαιτήσεων του έργου που εκτελεί ο Ιπτάμενος καθημερινά, σε κάθε προσπάθεια –ανάγκη- υποχρέωση του, ώστε να εντοπιστεί το ποσοστό επί της εκατό(%) συμμετοχής της αερόβιας και αναερόβιας ενέργειας που καταναλώνει για το έργο αυτό.

Αναλυτικότερα αυτή περιλαμβάνει :

- α. Την Προθέρμανση
- β. Κύριο Πρόγραμμα (Αερόβια - Αναερόβια άσκηση)
- γ. Την Αποθεραπεία

Προθέρμανση

Σκοπός της προθέρμανσης είναι η προετοιμασία του οργανισμού για να ανταποκριθεί καλύτερα και χωρίς τραυματισμούς στις επιβαρύνσεις του προγράμματος άσκησης. Χρονική διάρκεια 10-15 λεπτά. Και πρέπει να περιλαμβάνει:

- α. Χαλαρό τρέξιμο
- β. Εκτατικές ασκήσεις μυών
- γ. Ελεύθερες ασκήσεις

Αερόβια άσκηση

Η βελτίωση της έχει σαν αποτέλεσμα τις ανάλογες προσαρμογές του κυκλοφοριακού συστήματος (μείωση καρδιακής συχνότητας στην ηρεμία, αύξηση όγκου παλμού, αύξηση καρδιακής συχνότητας στην μέγιστη προσπάθεια, αύξηση του αερισμού των πνευμόνων κ.τ.λ). Είναι η βάση για την θεμελίωση της καλής φυσικής κατάστασης και έχει συμμετοχή σε οποιουδήποτε προπονητικό πρόγραμμα των Ιπταμένων.

Για να επιτευχθεί βελτίωση της αερόβιας ικανότητας είναι απαραίτητο να εκτεθεί ο οργανισμός σε κάποια επιβάρυνση μεγαλύτερη από αυτή που συναντά στις καθημερινές του δραστηριότητες. Αυτό επιτυγχάνεται με τον κατάλληλο χειρισμό της έντασης, της συχνότητας και της διάρκειας της άσκησης. Η ένταση της άσκησης πρέπει να καθορίζεται σαν ποσοστό της μέγιστης κατανάλωσης οξυγόνου (%VO₂ max). Η VO₂ max μετράται ακριβέστερα με σπιρομέτρηση κατά τη διάρκεια δοκιμασίας μέγιστης κοπώσεως σε δαπεδοεργόμετρο. Επειδή όμως η διαδικασία αυτή είναι χρονοβόρος και πολύπλοκη και απαιτεί ειδικό εξοπλισμό και επειδή υπάρχει αναλογική γραμμική σχέση μεταξύ της VO₂ max και της μέγιστης καρδιακής συχνότητας (ΚΣmax), η επιθυμητή ένταση της άσκησης μπορεί να καθοριστεί σαν ποσοστό της. Η ΚΣmax υπολογίζεται από την εξίσωση (ΚΣmax)=220-ηλικία π.χ 220-30=190 για Ιπτάμενο ηλικίας 30 χρόνων.

Έχει αποδειχθεί ότι μία ένταση άσκησης περίπου στο 55% VO₂ max που αντιστοιχεί στο 70% ΚΣmax και διάρκειας 25-30 min για τρεις φορές την εβδομάδα μπορεί να βελτιώσει την καρδιαγγειακή ικανότητα του Ιπτάμενου.

Για παράδειγμα για έναν χειριστή ηλικίας 30 ετών ισχύει 70% ΚΣmax=190X0,70=133 σφυγμοί.

Ασκήσεις για αερόβια άσκηση είναι το τρέξιμο, το κολύμπι, η ποδηλασία και ισοτονικές ασκήσεις στο γυμναστήριο.

Αναερόβια άσκηση

Η αναερόβια άσκηση είναι σημαντική γιατί βελτιώνει την γαλακτική και αγαλακτική λειτουργία των μυών. Η άσκηση μπορεί να γίνει με πολλούς τρόπους, όπως :

- α. Με επαναλαμβανόμενες ασκήσεις δρόμου ταχύτητας μικρής χρονικής διάρκειας και μέγιστης - υπερμέγιστης εντάσεως με μικρά διαλείμματα ενδιάμεσως (π.χ : 50m-80 m-100 m -150 m).
- β. Με προπόνηση με βάρη (ασκήσεις μυϊκής δύναμης - ασκήσεις μυϊκής αντοχής).
- γ. Με πρόγραμμα κυκλικής προπόνησης αντοχής και δύναμης (με ασκήσεις στις οποίες χρησιμοποιείται μόνο το σωματικό βάρος ως αντίσταση).

Η αναερόβια άσκηση θα πρέπει να γίνεται αμέσως μετά την αερόβια άσκηση.

Αποθεραπεία

Η αποθεραπεία έχει σαν σκοπό την επαναφορά του σώματος σε κατάσταση ηρεμίας προοδευτικά, έτσι ώστε να καταναλωθεί το γαλακτικό οξύ που έχει

συσσωρευτεί και να αποφευχθούν οι μυαλγίες. Ιδιαίτερη σημασία έχουν οι διατάσεις που βελτιώνουν την φυσική λειτουργία και ελαστικότητα του μυϊκού συστήματος, έτσι ώστε να βελτιωθεί η απόδοση και να αποφευχθούν οι τραυματισμοί. Χρονική διάρκεια περίπου 15 λεπτά.

Ασκήσεις διατάσεων

Βασικός σκοπός των διατατικών ασκήσεων είναι να βελτιωθεί η φυσική λειτουργία και η ελαστικότητα του μυϊκού συστήματος έτσι ώστε να αυξηθεί η απόδοση και να αποφευχθούν οι τραυματισμοί. Οι διατάσεις θα πρέπει να γίνονται αφού έχει προηγηθεί ελαφρά προθέρμανση με τρέξιμο 5 – 10 λεπτών. Οι ασκήσεις αυτές δεν θα πρέπει να εκτελούνται απότομα αλλά να επιδιώκεται μια προοδευτική διάταση του συγκεκριμένου μυός.

Σύσταση σώματος

Το σώμα αποθηκεύει το πλεόνασμα των θερμίδων σε μορφή λίπους. Πλεόνασμα προκύπτει όταν η πρόσληψη είναι μεγαλύτερη από τις ανάγκες, συνήθως από μια πλούσια διατροφή σε άνθρωπο που δεν ασκείται. Το υπερβάλλον σωματικό βάρος είναι γνωστή αιτία πολλών παθήσεων και βράχυνσης του αναμενόμενου χρόνου επιβίωσης. Οι πίνακες σωματικού βάρους σε σχέση με το ύψος είναι ένας δείκτης για την παρακολούθηση του σημαντικού στοιχείου της σύστασης του σώματος. Μια σωστή και ισορροπημένη διατροφή είναι απαραίτητη για την ολοκλήρωση της προσπάθειας βελτίωσης της φυσικής κατάστασης.

Κιρκάδιοι ρυθμοί Πολλές φυσιολογικές διεργασίες του οργανισμού εμφανίζουν τακτικές ρυθμικές διακυμάνσεις που συμβαίνουν είτε το άτομο κοιμάται είτε είναι ξύπνιο. Αυτοί οι ρυθμοί ελέγχονται εσωτερικά (ενδογενείς ρυθμοί) και δεν αποτελούν απλές αντιδράσεις σε εξωτερικά ερεθίσματα. Οι πιο συχνοί ρυθμοί του ανθρώπου έχουν περιοδικότητα ίση ή σχεδόν ίση με 24 ώρες. Ονομάζονται κιρκάδιοι από τη λέξη *circus*=κύκλος και την κατάληξη -ιος.

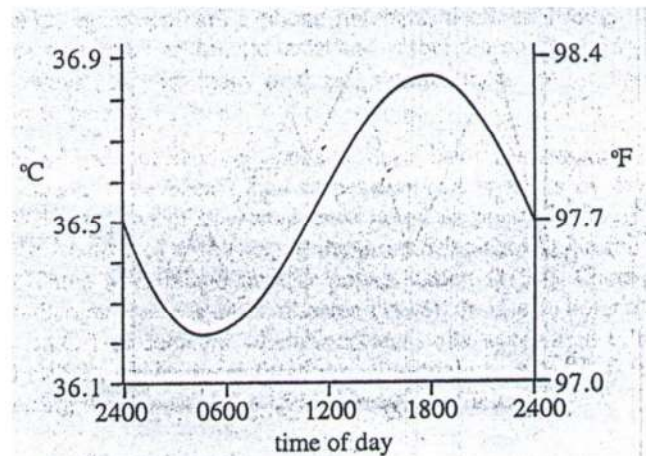
Για να μελετηθούν καλύτερα αυτοί οι εσωτερικοί ρυθμοί, εθελοντές απομονώθηκαν σε δωμάτια χωρίς κανένα εξωτερικό ερέθισμα. Τους παρέχονταν μικρά γεύματα κάθε 2-3 ώρες, ενώ δεν υπήρχαν ρολόγια. Με αυτές τις συνθήκες οι ρυθμοί ήταν "ελεύθεροι να τρέξουν". Οι "ελεύθεροι" ρυθμοί παρουσίασαν μια περιοδικότητα 25 ωρών και συνεπώς αποδείχτηκε ότι σε απομονωμένα από εξωτερικά ερεθίσματα δωμάτια ο "ελεύθερος" χρόνος "τρέχει" διαφορετικά από τον αληθινό χρόνο. Σε φυσιολογικές συνθήκες το βιολογικό μας ρολόι έχει "κλειδωθεί" στις 24 ώρες λόγω της εναλλαγής ημέρας νύχτας και των κοινωνικών δραστηριοτήτων (ώρες γευμάτων).

Οι πιο πολύ μελετηθέντες ρυθμοί είναι αυτοί της εγρήγορσης (ύπνος/αφύπνιση) και της θερμοκρασίας του σώματος. Παρόλο που η φυσιολογική θερμοκρασία του σώματος θεωρείται ότι είναι 37° C, οι τιμές της ποικίλουν φυσιολογικά από 36,9° C το απόγευμα μέχρι 36,2° C τις πρώτες πρωινές ώρες (**εικ. 23-2**). Η ρυθμικότητα της θερμοκρασίας είναι σχετικά σταθερή και για το λόγο αυτό αποτελεί σημείο αναφοράς για σύγκριση με άλλους ρυθμούς. Αντίθετα ο ρυθμός ύπνου/αφύπνισης ποικίλλει από 20 έως 28 ώρες. Σε φυσιολογικές συνθήκες ο κύκλος ύπνου/αφύπνισης ακολουθεί μια 24ωρη ρυθμικότητα με τον ύπνο να καταλαμβάνει περίπου το 1/3 του χρόνου αυτού.

Ο ρυθμός της θερμοκρασίας του σώματος και αυτός του ύπνου/αφύπνισης "τρέχουν" μαζί και συνεπώς τα χαμηλότερα σημεία τους συμπίπτουν (περίπου 05:00 το πρωί). Γενικά είναι η πιο δύσκολη ώρα της ημέρας για κάποιον να μείνει ξύπνιος. Πρέπει να σημειωθεί ότι η θερμοκρασία του σώματος ανεβαίνει και κατεβαίνει με σταθερό ρυθμό ανεξάρτητα αν το άτομο κοιμάται κατά τη διάρκεια της ημέρας.

Εάν απομονώσουμε τον κύκλο ύπνου/αφύπνισης από αυτόν της θερμοκρασίας, θα μπορούσαμε να τον παρομοιάσουμε με ένα πιστωτικό σύστημα στο οποίο το άτομο παίρνει δύο βαθμούς για κάθε ώρα ύπνου και χάνει έναν για

κάθε μία ώρα που μένει ξύπνιος. Ο κανόνας είναι ότι όσο και να κοιμηθεί κάποιος δεν ξεπερνά τους 16 βαθμούς, δηλαδή δεν μπορεί να αποθηκεύσει ύπνο. Όσο λιγότερους βαθμούς έχει το άτομο τόσο περισσότερο έτοιμο για ύπνο είναι. Φυσιολογικά κάποιος θα κοιμηθεί όταν έχει πολύ λίγους ή καθόλου βαθμούς και μετά από 8 ώρες ύπνου θα φτάσει τους 16 βαθμούς. Στη συνέχεια θα ακολουθήσει μια περίοδο εγρήγορσης διάρκειας περίπου 16 ωρών, και συνεπώς στο τέλος των 24 ωρών θα έχουμε από την αρχή την περίοδο του ύπνου. Με το παράδειγμα αυτό φαίνεται εύκολα πως αυτό το σύστημα επηρεάζεται από ακανόνιστα ωράρια εργασίας, όπου υπάρχουν εκτεταμένες περιόδους εγρήγορσης με ενδιάμεσες μειωμένες ή διασπασμένες περιόδους ύπνου. Αποτέλεσμα αυτού είναι να δημιουργείται ένα επίπεδο "πίστωσης" μικρότερο από το κανονικό. Η συσσώρευση αυτή απώλειας ύπνου ονομάζεται "συσσωρευμένο έλλειμμα ύπνου"



Εικόνα 23-2: Κιρκάδιος ρυθμός θερμοκρασίας σώματος

Πρέπει να σημειωθεί ότι υπάρχει μια ρυθμικότητα ακόμη και στην έλευση του ύπνου. Αυτό σημαίνει ότι το άτομο ακόμη και εάν του λείπει ύπνος δυσκολεύεται να κοιμηθεί ορισμένες στιγμές της ημέρας και μένει ξύπνιο. Είναι συνεπώς η ώρα που θα κοιμηθεί κάποιος και όχι το πόσο έχει μείνει άπνους ο παράγοντας που θα καθορίσει τη διάρκεια του ύπνου. Επειδή η διάρκεια του ύπνου σχετίζεται με τον κύκλο της θερμοκρασίας του σώματος, θα είναι μεγαλύτερη όταν κάποιος κοιμηθεί σε ώρες που η θερμοκρασία είναι χαμηλή από ότι σε ώρες που η θερμοκρασία ανεβαίνει. Αυτό εξηγεί γιατί ο ύπνος που ξεκινά στις 07:00 είναι λιγότερο αναζωογονητικός από αυτόν που ξεκινά στις 22:00.

Κιρκάδιοι ρυθμοί και απόδοση Αντίστοιχα με τις βασικές λειτουργίες του σώματος, κιρκάδια ρυθμικότητα έχουν και πολύπλοκες νοητικές λειτουργίες και συμπεριφορές. Η απόδοση σε διάφορες εργασίες επηρεάζεται με διαφορετικό τρόπο από την ώρα της ημέρας. Απλές εργασίες που απαιτούν χαμηλό επίπεδο ενεργού μνήμης (π.χ. χρόνος αντίδρασης, εγρήγορση, χειρωνακτική επιδεξιότητα) ακολουθούν ένα ρυθμό όμοιο με αυτόν της θερμοκρασίας του σώματος (βελτιώνονται το πρωί και νωρίς το απόγευμα, ενώ πέφτουν το βράδυ). Η απόδοση που αφορά εργασίες που έχουν σχέση με τη βραχεία μνήμη (απομνημόνευση τηλεφωνικών αριθμών) πέφτει με την πάροδο της ημέρας, ενώ η απόδοση σχετικά με πιο πολύπλοκες νοητικές εργασίες κορυφώνεται περίπου το μεσημέρι. Παρόλα αυτά διαφορές μπορεί να υπάρξουν και από άτομο σε άτομο.

Ύπνος

Στάδια ύπνου Ο ύπνος μπορεί να χωριστεί σε πέντε στάδια: Στάδιο 1-4 και REM. Ένα άτομο που θα πέσει για ύπνο θα περάσει από όλα τα στάδια του ύπνου, ξοδεύοντας 10' στο πρώτο, 15 στο στάδιο 2 και 15' στο στάδιο 3 προτού περάσει στο

στάδιο 4. Περίπου 90' μετά από την επέλευση του ύπνου εμφανίζεται ο REM ύπνος. Ο κύκλος αυτός επαναλαμβάνεται κατά τη διάρκεια της νύχτας και κάθε κύκλος περιλαμβάνει όλο και μεγαλύτερης διάρκειας ύπνο τύπου REM. Ένας ύπνος διάρκειας 8 ωρών περιέχει 4-5 κύκλους REM ύπνου.

Οι άνθρωποι απαιτούν διαφορετικές ποσότητες ύπνου. Σε μελέτη 1.000.000 ατόμων η μέση διάρκεια ύπνου που αναφέρθηκε ήταν 8-9 ώρες. Οι εργαζόμενοι με βάρδιες κοιμούνται λιγότερο από αυτούς που έχουν σταθερό ημερήσιο ωράριο. Με την ηλικία οι ανάγκες του ύπνου αλλάζουν. Τα μικρά παιδιά έχουν διαφορετικές περιόδους ύπνου μέσα στην ημέρα, ενώ οι έφηβο και οι ενήλικες έχουν μία συνεχόμενη περίοδο ύπνου. Όσο το άτομο μεγαλώνει κοιμάται λιγότερο αλλά υπάρχει μικρότερη ευελιξία στο πότε θα κοιμηθεί. Αυτό σημαίνει ότι η εργασία με βάρδιες γίνεται πιο δύσκολα ανεκτή με την ηλικία. Γενικά δεν υπάρχει απόλυτο πόσο ύπνου. Ο καθένας κοιμάται όσο χρειάζεται.

Διαταραχές ύπνου Οι κυριότερες διαταραχές του ύπνου είναι ναρκοληψία, σύνδρομο υπνικής άπνοιας, υπνοβασία, παραμιλητό και αϋπνία.

Τα άτομα που υποφέρουν από ναρκοληψία δεν μπορούν να κρατηθούν ξύπνιοι και κοιμούνται ανά πάσα στιγμή, ακόμη και αν οδηγούν ή πετάνε.

Άπνοια σημαίνει διακοπή της αναπνοής. Τα φυσιολογικά άτομα μπορεί να παρουσιάσουν άπνοιες διάρκειας 10" μερικές φορές κατά τη διάρκεια της νύχτας. Η υπνική άπνοια τείνει να αυξηθεί με την ηλικία και μπορεί να αποτελέσει πρόβλημα για μερικά άτομα (κυρίως παχύσαρκα με ιστορικό σοβαρού ροχαλητού), και να φθάσει σε διάρκεια μέχρι και 1'.

Η υπνοβασία και το παραμιλητό είναι πολύ συχνά στην παιδική ηλικία. Επίσης σχετικά συχνά συμβαίνουν και σε ενήλικες, κυρίως σε αυτούς που έχουν ακατάστατο ωράριο εργασίας.

Η αϋπνία μπορεί να οφείλεται σε λόγους ύπαρξης αυξημένου άγχους καθώς και στην ύπαρξη ακατάστατων ωραρίων εργασίας.

Υγιεινή ύπνου Εάν ο οργανισμός χρειάζεται ύπνο, τότε θα κοιμηθεί κάτω από οποιαδήποτε κατάσταση. Εάν όμως υπάρχει "υπόλοιπο πίστωσης" ύπνου ή το άτομο προσπαθεί να κοιμηθεί σε ώρα μη κατάλληλη καλό θα ήταν να ακολουθηθούν κάποιες οδηγίες όπως:

Αποφυγή αλκοόλ και ποτών που περιέχουν καφεΐνη λίγο πριν την ώρα του ύπνου

Αποφυγή υπερβολικής πνευματικής εργασίας, συναισθηματικών συγκινήσεων και έντονης φυσικής άσκησης πριν τον ύπνο

Το δωμάτιο και το κρεβάτι να είναι άνετα

Ένα ζεστό μπάνιο, ένα ποτήρι γάλα μπορούν να βοηθήσουν

Φάρμακα και ύπνος Τα τελευταία χρόνια οι αεροπορικές επιχειρήσεις διεξάγονται σε ώρες και μέρη που έχουν ως αποτέλεσμα την διαταραχή του κύκλου ύπνου/αφύπνισης. Για την αντιμετώπιση των ενδεχομένων προβλημάτων ύπνου και εγρήγορσης που παρουσιάζονται έχει αρχίσει η χρήση φαρμάκων που επηρεάζουν τη διαδικασία του ύπνου και της αφύπνισης. Τα πρώτα φάρμακα χρησιμοποιήθηκαν στον πόλεμο των Φώκλαντ από τους Άγγλους. Σε αυτό τον πόλεμο υπήρχε πρόβλημα σε ότι αφορά τον ύπνο των πληρωμάτων των αεροσκαφών της RAF, τα οποία ξεκίναγαν από την Αγγλία για να μεταβούν στην Αργεντινή. Αποτέλεσμα του μεγάλου ταξιδιού ήταν ο αποσυγχρονισμός των κερκάδιων ρυθμών και εμφάνιση διαταραχών του ύπνου. Για το λόγο αυτό οι Άγγλοι ιατροί χορηγούσαν ελαφρά υπνωτικά χάπια με σκοπό την επέλευση του ύπνου την ώρα που είχε προγραμματισθεί. Στον πόλεμο του Κόλπου οι Αμερικάνοι χρησιμοποίησαν ευρέως αυτού του είδους τα φάρμακα, κυρίως σε πληρώματα βομβαρδιστικών που απογειωνόντουσαν από την Αμερική για να επιχειρήσουν στον Κόλπο και να γυρίσουν πίσω. Το ίδιο συνέβη και στον πόλεμο της Σερβίας. Επίσης χορηγήθηκαν φάρμακα που σαν σκοπό είχαν την αύξηση της εγρήγορσης (αμφεταμίνες). Όλα τα φάρμακα αυτά έχουν αποδειχτεί ότι επηρεάζουν σε κάποιο βαθμό την απόδοση και

πρέπει να χορηγούνται από ειδικό και κάτω από απόλυτα ελεγχόμενες συνθήκες, αλλιώς οι κίνδυνοι που σχετίζονται με την ασφάλεια των πτήσεων είναι μεγάλοι.

Κόπωση Η κόπωση αποτελεί ένα από τα πιο πολυσυζητημένα θέματα της αεροπορικής ιατρικής.

Υπάρχουν τρεις βασικοί τύποι κόπωσης

Οξεία κόπωση. Αυτή συμβαίνει όταν υπάρχει οξεία έλλειψη ύπνου ή αϋπνία. Τα συμπτώματα περιλαμβάνουν αίσθημα κούρασης, μικρές περιόδους ύπνου και μειωμένη εγρήγορση

Χρόνια κόπωση. Αποτελεί μια αρκετά σοβαρή κατάσταση και αντιμετωπίζεται ως ιατρικό πρόβλημα. Μπορεί να προκληθεί από χρόνια έλλειψη ύπνου, ασθένεια, άγχος και υπερβολική εργασία. Υπάρχουν αλλαγές στο συναίσθημα και τη συμπεριφορά του ατόμου, μειωμένη φυσική άμυνα του οργανισμού και συνεπώς αυξημένη ευαισθησία σε ασθένειες, όπως κρουαλόγημα, διαβήτη κ.α.

Πνευματική κόπωση. Ένα καλό παράδειγμα για να κατανοήσει κάποιος την έννοια της πνευματικής κόπωσης είναι αυτό του μουσικού που εξασκείται σε ένα κομμάτι. Όταν αρχίζει η εξάσκηση η απόδοσή του ανεβαίνει, σταθεροποιείται, και μετά αρχίζει να πέφτει στην αρχή προοδευτικά και μετά γρήγορα. Τότε ο μουσικός θα πρέπει να σταματήσει την εξάσκηση για λίγο και να ξαναρχίσει μετά από κάποιο διάστημα ξεκούρασης. Το ίδιο φαινόμενο συμβαίνει και κατά τη πτήση κυρίως όταν αυτή περιλαμβάνει εργασίες που απαιτούν λεπτές ψυχοκινητικές ικανότητες. Τα κύρια αποτελέσματα της πνευματικής κόπωσης είναι η απώλεια του συντονισμού, η αύξηση των λαθών και ο μειωμένος αποτελεσματικότητας διασταυρωτικός έλεγχος. Η ανάνηψη γίνεται με πλήρη ξεκούραση και εντός 8 ωρών.

Οι στρατηγικές αντιμετώπισης της κόπωσης βασίζονται στην μείωση των απωλειών ύπνου, στην ύπαρξη μικρών περιόδων ύπνου διάρκειας 20'(naps) για "επαναφόρτιση" του οργανισμού και στην καλή υγιεινή ύπνου.

Φάρμακα και πτήση Αν και οι ιπτάμενοι αποτελούν ίσως το πιο υγιές τμήμα του γενικού πληθυσμού, είναι πιθανό ότι κάποιες φορές θα χρειαστεί να χρησιμοποιήσουν φάρμακα για την αντιμετώπιση παροδικών ασθενειών ή καταστάσεων.

Όλα τα φάρμακα έχουν την πιθανότητα να παρουσιάσουν παρενέργειες, ελαφρές ή σοβαρές. Οι παρενέργειες εξαρτώνται από σειρά παραγόντων όπως ο ασθενής, η ποσότητα του φαρμάκου, η συνύπαρξη και άλλης νόσου, η συγχωρήγηση και άλλων φαρμάκων, κ.λ.π .

Μερικές παρενέργειες είναι προβλέψιμες και δόσοεξαρτώμενες, δηλαδή εμφανίζονται σε ένα μέρος των ασθενών όταν πάρουν το συγκεκριμένο φάρμακο στη συνήθη δόση. Άλλες όπως πχ, αλλεργική αντίδραση δεν μπορούν να προβλεφθούν.

Σε ότι αφορά το ιπτάμενο προσωπικό, λόγω της ιδιαιτερότητας του περιβάλλοντος της πτήσης, ο ιατρός θα πρέπει να λάβει υπόψη του μερικές επιπλέον παραμέτρους. Πρώτον, εάν η ασθένεια για την οποία δίνεται το φάρμακο επηρεάζει την απόδοση του ιπταμένου. Δεύτερον, εάν το φάρμακο που δίνεται θα επηρεάσει τις φυσιολογικές λειτουργίες του σώματος, πχ. σφυγμό, θερμοκρασία, τις αισθήσεις, αναπνοή, οξυγόνωση, λειτουργίες του γαστρεντερικού συστήματος και το μυοσκελετικό σύστημα. Τρίτο, πως το φάρμακο θα επηρεάσει την αντίδραση του οργανισμού στο περιβάλλον της πτήσης, στα G's, στη θερμότητα, στην αφυδάτωση, στην υποξία, στις αλλαγές της ατμοσφαιρικής πίεσης. Τέταρτον, πόσο μεγάλος είναι ο κίνδυνος ξαφνικής ή προοδευτικής ανικανότητας. Ακόμη και εάν το φάρμακο δεν εμφανίζει παρενέργειες στο έδαφος, μπορεί να τις εμφανίσει στο ιδιάζον περιβάλλον της πτήσης.

Ευτυχώς ορισμένα φάρμακα έχουν δοκιμασθεί και μπορούν να ληφθούν χωρίς να υπάρξει αποχή από τις πτήσεις. Εννοείται φυσικά ότι η κατάσταση του ιπταμένου για την οποία παίρνει το φάρμακο δεν ενέχει κινδύνους για την ασφάλεια των πτήσεων. Θεωρείται συνεπώς απαραίτητο και αποτελεί κανόνα το γεγονός ότι

οποιοδήποτε φάρμακο θα δίνεται μόνο από τον αεροπορικό ιατρό ο οποίος και θα κρίνει την πτητική καταλληλότητα

Φάρμακα που είναι εγκεκριμένα και μπορεί να χορηγήσει ο αεροπορικός ιατρός χωρίς να διακόψει τις πτήσεις είναι

α. Αντισηπτικά του δέρματος, τοπικά αντιμυκητησιακά

β. Μία δόση ασπιρίνης, παρακεταμόλης σε περίπτωση ήπιων καταστάσεων.

Στην περίπτωση της ασπιρίνης χρειάζεται προσοχή για άτομα που έχουν κάποια ευαισθησία στο στομάχι τους, ακόμη και λόγω άγχους γιατί μπορεί να προκαλέσει ακόμη και γαστρορραγία

γ. Αντιόξινα για ήπια δυσφορία του στομάχου

δ. Αλοιφές για αιμορροΐδες

ε. Υποσαλικυλικό βισμούθιο σε περιπτώσεις ήπιων απύρετων διαρροιών

στ. Οξυμεταζολίνη ή φαινυλεφρίνη σε μορφή spray για τη μύτη σε περίπτωση που υπάρξει αερωτίτιδα κατά τη διάρκεια της πτήσης, ώστε να βοηθηθεί ο ιπτάμενος να προσγειωθεί.

Για άλλα φάρμακα χρειάζεται αποχή πτήσεων για ορισμένο χρονικό διάστημα

Σε περίπτωση τοπικής αναισθησίας (π.χ. για οδοντιατρικές επεμβάσεις), ο ιπτάμενος πρέπει να απέχει από τις πτήσεις για τουλάχιστον 8 ώρες

Σε περίπτωση γενικής ή επισκληρίδιας αναισθησίας η αποχή πτήσεων αφορά χρονικό διάστημα τουλάχιστον 48 ωρών.

Μερικά φάρμακα μπορούν να χορηγηθούν και να πετά ο ιπτάμενος αφού όμως την πρώτη φορά που θα γίνει λήψη τους θα υπάρξει περίοδος αποχής πτήσεως για διαπίστωση τυχόν παρενεργειών στο συγκεκριμένο άτομο. Τέτοια φάρμακα είναι:

α. Ισονιαζίδη. Χρησιμοποιείται προφυλακτικά για φυματίωση. Χρειάζεται δοκιμαστική περίοδος τουλάχιστον 7 ημερών προτού επιτραπούν οι πτήσεις

β. Αντισυλληπτικά χορηγούμενα από το στόμα, εμφυτευόμενα με χρονική απελευθέρωση προγεστίνης, οιστρογόνων, προγεστίνης και οιστρογόνων μαζί ως θεραπεία αντικατάστασης. Η δοκιμαστική περίοδος χορήγησης είναι τουλάχιστον 28 ημέρες. Αλλαγή στη δόση απαιτεί δοκιμαστική περίοδο επίσης 28 ημερών

γ. Χλωροκίνη, πριμακίνη ή δοξυκυκλίνη για προφύλαξη από την ελονοσία. Χρειάζεται η χορήγηση μιας δόσης στο έδαφος πριν επιτραπούν οι πτήσεις

δ. Φάρμακα κατά της αεροναυτίας μπορούν να χρησιμοποιηθούν αρχικά σε ικάρους σε εκπαιδευτικές πτήσεις με δεδομένο ότι ο χειριστής-εκπαιδευτής γνωρίζει ότι έγινε λήψη του φαρμάκου.

ε. Δοξυκυκλίνη σε περίπτωση ήπιων διαρροιών, ακόμη και σε περιπτώσεις προφύλαξης από διάρροια

στ. Τοπικά αντιβιοτικά σε περιπτώσεις ακμής

ζ. Τοπική τρετινοΐνη για θεραπεία ακμής

η. Τοπική ακυκλοβίρη για θεραπεία έρπητα

θ. Τελευταίο στάδιο θεραπείας με αντιβιοτικά όπως πενικιλίνη, αμπικιλίνη, ερυθρομυσίνη, αρκεί η νόσος για την οποία έχουν ληφθεί να μην παρουσιάζει συμπτώματα

ι. Κολπικές κρέμες ή υπόθετα για θεραπεία ασυμπτωματικής κολπίτιδας

ια. Εμβόλια

ιβ. Αυτοκόλλητα νικοτίνης. Χρειάζεται δοκιμαστική περίοδος τουλάχιστον 72 ωρών

ιγ. Χολεστυραμίνη για έλεγχο υπερλιπιδαιμίας

ιδ. Ορισμένα αντιυπερτασικά φάρμακα (β-αναστολείς, ήπια διουρητικά)

Φάρμακα χρόνιων παθήσεων και πτήση Υπάρχουν επίσης φάρμακα για χρόνιες παθήσεις που αφού δοκιμαστούν για κάποιο καιρό και δεν υπάρξουν ανεπιθύμητες ενέργειες μπορεί να επιτραπεί η πτήση. Αυτό γίνεται μόνο μετά από την απόφαση του ΚΑΙ. Μερικά από αυτά είναι:

α. Χλωροθειαζίδη ή υδροχλωροθειαζίδη και τριαμερένη για την υπέρταση

β. Προβενεκίδη και αλλοπουρινόλη για αυξημένο ουρικό οξύ (υπερουριχαιμία)

γ. Επινεφρίνη ή β-αποκλειστές για τοπική χρήση μόνο σε περίπτωση γλαυκώματος

δ. Τετρακυκλίνη, ερυθρομυκίνη, δοξυκυκλίνη για την θεραπεία της ακμής

ε. Σουκραλφάτη για προφύλαξη έλκους δωδεκαδάκτυλου

στ. Sprays για τη μύτη κορτιζόνης ή χρωμολύνης για αλλεργικές ρινίτιδες, μη αλλεργικές ή αγγειοκινητικές ρινίτιδες

Γίνεται αντιληπτό ότι η εξέλιξη της αεροπορικής ιατρικής μπορεί να βοηθήσει στη διατήρηση της επιχειρησιακής ικανότητας του ιπτάμενου, εφόσον το επιτρέπει η κατάσταση της υγείας του με τη χορήγηση φαρμάκων που επιτρέπουν στον ιπτάμενο να πετάξει. **Δεν υπάρχουν αθώα φάρμακα για να μπορεί κάποιος να τα λάβει χωρίς ιατρική συμβουλή.** Το αξίωμα αυτό ισχύει σε πολλαπλάσιο βαθμό στον χώρο της αεροπορίας με το ιδιάζον περιβάλλον της πτήσης στο οποίο η εμφάνιση παρενεργειών που υπό άλλες συνθήκες δεν θα είχαν μεγάλη σημασία, μπορούν να επηρεάσουν την απόδοση του χειριστή και να έχουν σοβαρά βλαπτικά αποτελέσματα στην ασφάλεια των πτήσεων. Η λήψη φαρμάκων χωρίς ιατρική εντολή, συνεπώς, απαγορεύεται ρητά όχι μόνο για λόγους υγείας αλλά και για λόγους που έχουν σχέση με την ασφάλεια των πτήσεων

Ο ρόλος του ιπτάμενου ιατρού Ο ιατρός αεροπορικής ιατρικής ή ο ιατρός Μοίρας, ιπτάμενος ή μη, έχει σπουδαίο και αναντικατάστατο ρόλο στην εκτέλεση της αποστολής της ΠΑ. Το ίδιο και η Υγειονομική Υπηρεσία γενικότερα.

Η αεροπορική ιατρική είναι ένας κλάδος της επαγγελματικής ιατρικής, εξειδικευμένος στις ιδιόμορφες και μοναδικές συνθήκες της πτήσης. Ο ιατρός αεροπορικής ιατρικής πρέπει να γνωρίζει καλά και να ασχολείται με τα εξής αντικείμενα:



Εικόνα 23-3: Το έμβλημα του Κέντρου Αεροπορικής Ιατρικής (ΚΑΙ)

Φυσιολογία της πτήσης (Μεταβολές της ατμοσφαιρικής πίεσης, υποξία, επιταχύνσεις, παραισθήσεις και απώλεια προσανατολισμού)

Κλινική αεροπορική ιατρική (οργανικά και ψυχιατρικά νοσήματα)

Μηχανισμός λήψης αποφάσεων και γνωστικές λειτουργίες

Διερεύνηση ατυχημάτων

Ατομική υγιεινή και προληπτική ιατρική

Ο κατάλογος θα μπορούσε να επεκταθεί ακόμη περισσότερο, αρκεί όμως για να δείξει το εύρος του πεδίου της ιατρικής που εξασκεί ο ιατρός αεροπορικής ιατρικής.

Οι πιο πολλοί ιατροί ασχολούνται με άτομα που παρουσιάζουν ήδη κάποιο πρόβλημα ασθένειας και προσπαθούν να το διαγνώσουν και να το θεραπεύσουν. Συνήθως δίνουν μικρή σημασία στο επάγγελμα του ασθενή. Μπορεί να ενδιαφέρονται για μερικά θέματα προληπτικής ιατρικής αλλά κυρίως δίνουν οδηγίες που αφορούν κάποια ασθένεια και την θεραπεία της. Ο ιπτάμενος ιατρός από την άλλη πλευρά επικεντρώνει το ενδιαφέρον του περισσότερο στο επάγγελμα του ασθενή και πως αυτός θα έχει την καλύτερη απόδοση.

Η αποστολή του ιπτάμενου ιατρού είναι με απλά λόγια η παροχή ιατρικής υποστήριξης με σκοπό τη διατήρηση μαχητικής ετοιμότητας και αποτελεσματικότητας σε όσο το δυνατό μεγαλύτερο βαθμό.

Ο ιπτάμενος ιατρός ασχολείται κυρίως με την ασφαλή πτήση και προσπαθεί να εξαλείψει, σε όσο βαθμό του αναλογεί την ασθένεια που λέγεται «αεροπορικά ατυχήματα». Για να επιτευχθεί το τελευταίο θα πρέπει να «ελεγχθεί» ο φορέας της «ασθένειας», ο παράγοντας που προκαλεί την «ασθένεια» και το περιβάλλον μέσα στο οποίο μεταδίδεται αυτή.

Το πλήρωμα του αεροσκάφους. Φυσικά, μεγαλύτερη σημασία δίνεται στον ιπτάμενο που έχει και τον έλεγχο του αεροσκάφους. Αλλά και το υπόλοιπο πλήρωμα παίζει σημαντικό ρόλο στην επιτυχία της αποστολής. Οι ραδιοναυτίλοι έχουν ένα πολύ σημαντικό ρόλο κυρίως σε μεγάλης διάρκειας πτήσεις. Επίσης, μπορεί να έχουν και άλλα καθήκοντα που αφορούν τα ηλεκτρονικά και οπτικά συστήματα του αεροσκάφους καθώς και τη λειτουργία του radar. Άλλες ειδικότητες που αποτελούν μέλη ενός πληρώματος και πρέπει να προσεχθούν είναι οι loadmaster, ακόμη και οι ιατροί και οι νοσηλεύτριες. Ο ιπτάμενος ιατρός είναι επίσης υπεύθυνος για μη ιπτάμενο προσωπικό, που είναι οι ελεγκτές εναέριου κυκλοφορίας και το τεχνικό προσωπικό εδάφους. Αν και δεν πετάνε, ο ρόλος τους είναι βασικός στην ασφάλεια των πτήσεων. Για όλους αυτούς τρία στοιχεία είναι που απασχολούν τον ιατρό: η επιλογή των υγιών υποψηφίων, η διατήρηση της υγείας τους και η παροχή ιατρικής βοήθειας όποτε αυτή απαιτηθεί.

Επιλογή

Υπάρχει μια ολοκληρωμένη αρχική φυσική εξέταση για τους υποψηφίους με αυστηρούς περιορισμούς έτσι ώστε να επιλεγούν αυτοί οι θα μπορούν να συνεχίζουν να πετάνε και μετά από πολλά χρόνια. Τα όρια που υπάρχουν δεν παραμένουν καθηλωμένα. Αλλάζουν και προσαρμόζονται με τις απαιτήσεις που συνεχώς παρουσιάζονται.

Το Ιούλιο του 1914, ζητήθηκε από τον Διευθυντή Υγειονομικού του Αμερικάνικου Στρατού να καθορίσει κριτήρια για την επιλογή ιπταμένων. Επειδή δεν υπήρχε ανά τον κόσμο κάτι παρόμοιο η προσπάθεια ξεκίνησε από το μηδέν και χρησιμοποιήθηκε ως βάση ένα βιβλίο φυσιολογίας και κάποια κριτήρια που υπήρχαν στο στρατό. Τα κριτήρια που δημιουργήθηκαν στάλθηκαν στους εξεταστές. Μετά από 6 εβδομάδες ο Αρχηγός του Αεροπορικού Τμήματος ανακοίνωσε ότι τα υπάρχοντα όρια ήταν τόσο αυστηρά που κανένα υποψήφιος δεν τα πληρούσε. Αποτέλεσμα αυτού ήταν η αλλαγή και αναπροσαρμογή των κριτηρίων επιλογής.

Από τότε τα κριτήρια έχουν βελτιωθεί και αξιολογηθεί, ώστε σήμερα να εξυπηρετούν την ασφάλεια των πτήσεων.

Διατήρηση της υγείας

Μεγάλο μέρος των συνολικών καθηκόντων του ιπτάμενου ιατρού σχετίζεται έστω και με κάποιο τρόπο με την διατήρηση της υγείας, κάτι που τον ξεχωρίζει από τους υπόλοιπους κλινικούς ιατρούς οι οποίοι ενδιαφέρονται κυρίως για την θεραπεία μιας ασθένειας. Ο ιπτάμενος ιατρός χρησιμοποιεί πολλούς τρόπους για να διατηρήσει την υγεία του ιπτάμενου. Η εκπαίδευση είναι ίσως ο πιο σημαντικός από αυτούς. Εκπαίδευση όχι μόνο σε ότι αφορά την ατομική υγεία, αλλά και τη φυσιολογία της πτήσης. Ομιλίες, σύντομες διαλέξεις στη διάρκεια των πρωινών ενημερώσεων, άρθρα σε αεροπορικές εκδόσεις, όλα αυτά μπορούν να χρησιμεύσουν ώστε να γίνουν γνωστές στον ιπτάμενο όλες οι απαραίτητες γνώσεις και πληροφορίες. Μερικές φορές μερικά θέματα αναφέρονται και συζητούνται πάρα πολύ, μέχρι θανάσιμης βαρεμάρας, αλλά αυτό είναι προτιμότερο από το κάποιος ιπτάμενος να πεθάνει λόγω λανθασμένης αντίδρασης σε κάποια επικίνδυνη κατάσταση. Για παράδειγμα, χρειάζεται εκπαίδευση ο ιπτάμενος για να μπορέσει να αναγνωρίσει τα συμπτώματα της υποξίας ή του υπεραερισμού και να λάβει τα κατάλληλα μέτρα.

Ένα από τα πιο σημαντικά εργαλεία του ιατρού για την διατήρηση της υγείας είναι η περιοδική ιατρική εξέταση. Κατά τη διάρκεια αυτής γίνεται μια πλήρη εξέταση

της κατάστασης του ιπταμένου, σωματικής και πνευματικής. Η εξέταση αυτή αποτελεί επίσης μια ευκαιρία και για τον ιπτάμενο να συζητήσει θέματα υγείας που τον απασχολούν.

Πρόβλημα υγείας

Σε περίπτωση προβλήματος υγείας ενός ιπταμένου, ακόμη και αν αυτό δεν φαίνεται σοβαρό, απαιτείται να επιληφθεί ο αεροπορικός ιατρός. Αυτό συμβαίνει, γιατί μια ασθένεια ή ένα φάρμακο που δεν έχουν σημαντική αξία για κάποιον μη ιπτάμενο για τον ιπτάμενο μπορεί να ενέχουν κινδύνους για την ασφάλειά του.

Ο αεροπορικός ιατρός ως ιπτάμενος

Το να πετάει ο ιατρός με τη μοίρα του έχει ένα πολύ μεγάλο πλεονέκτημα. Έχει άμεση και ακριβή γνώση των συνθηκών της πτήσεως και μπορεί εύκολα και με ακρίβεια να προβλέψει κάθε πρόβλημα σχετικό με τη φυσιολογία της πτήσης στη κάθε φάση της αποστολής. Πέραν αυτού, επιτυγχάνει να αποσπά την εμπιστοσύνη των χειριστών. Οι χειριστές συνήθως βλέπουν τον ιατρό ως τον άνθρωπο που μπορεί να τους θέσει σε αποχή πτήσεων και για το λόγο αυτό συχνά τείνουν, συνειδητά ή ασυνείδητα, να κρύβουν από αυτόν κάποια ασθένεια. Όταν όμως ο ιατρός συμμετέχει στις πτητικές δραστηριότητες, στις μετασταθμεύσεις, στις ασκήσεις, γίνεται μέλος της μοίρας και φίλος, και συνεπώς η ικανότητά του να ανιχνεύει και να θεραπεύει ασθένειες πριν αυτές γίνουν σοβαρές, αυξάνεται κατά πολύ. Η σχέση αυτή είναι πολύ καλύτερη από την απλή σχέση ασθενή-ιατρού. Ο ιατρός εμπιστεύεται τη ζωή του στον ιπτάμενο όταν πετάει και το ίδιο γίνεται αντίστροφα. Η φροντίδα της οικογένειας του ιπταμένου από τον ιατρό είναι επίσης πολύ σημαντικό, καθώς ο ιπτάμενος είναι βέβαιος ότι υπάρχει ανά πάσα στιγμή ιατρική φροντίδα για αυτούς, ακόμη και όταν ο ίδιος λείπει.

Πνευματική υγεία

Μέσω της κατανόησης του εργασιακού περιβάλλοντος των ιπταμένων, ο αεροπορικός ιατρός μπορεί κάλλιστα να βοηθήσει στην διατήρησης του ηθικού στη μοίρα. Σχεδόν όλοι οι αεροπορικοί ιατροί μετά από κάποια μεταστάθμευση με τη μοίρα τους, αναγνωρίζουν ότι αυτό το χρονικό διάστημα αποτέλεσε μια εξαιρετική ευκαιρία για να παρατηρήσουν καλύτερα το περιβάλλον εργασίας και να αποκτήσουν μια πιο στενή σχέση με τους ιπταμένους. Αυτό που ο Διοικητής της μοίρας ονομάζει ηθικό, ο ιατρός το θεωρεί ως πνευματική υγεία. Μπορεί να χρησιμεύσει ως ασφαλιστική δικλείδα για όσους ιπταμένους θέλουν να εκφράσουν τους προβληματισμούς τους. Έχει την ικανότητα να επιλύσει μερικά προβλήματά τους, είτε ιατρικά, είτε μερικές φορές και μη ιατρικά.

Φορέας Ο φορέας που μεταφέρει την ασθένεια που λέγεται αεροπορικά ατυχήματα είναι το ίδιο το αεροσκάφος. Είναι αυτονόητο ότι ο αεροπορικός ιατρός δεν λειτουργεί ως υπεύθυνος συντήρησης ή ως σχεδιαστής-μηχανικός αλλά υπάρχουν περιοχές της αλληλεπίδρασης μηχανής-ανθρώπου που τον ενδιαφέρουν

Σχεδίαση καμπίνας αεροσκάφους (cockpit)

Ο ιατρός εκτιμά τον σχεδιασμό της καμπίνας και προβάλλει ιδέες για όποιες αλλαγές θα καθιστούσαν αυτή πιο φιλόξενη και εργονομική για τον ιπτάμενο

Προσωπικός εξοπλισμός

Ιδιαίτερου ενδιαφέροντος για τον αεροπορικό ιατρό είναι ο σωστός σχεδιασμός και λειτουργία του εξοπλισμού ενός ιπταμένου που χρησιμοποιεί για την πτήση, για εγκατάλειψη και για επιβίωση.

Αποστολή

Εφόσον εξοπλίσουμε σωστά ένα πιλότο και του διαθέσουμε ένα αεροσκάφος, αυτός πρέπει να εκτελέσει την αποστολή του. Οι παράμετροι αυτής της αποστολής, πόσο μακριά, πόσο ψηλά, για πόσο χρόνο, καθορίζονται με βάση τα επιχειρησιακά δεδομένα. Το πόσο συχνά όμως, αποτελεί θέμα της αεροπορικής ιατρικής, ειδικά εάν υπάρχει πιθανότητα ύπαρξης χρόνιας κόπωσης. Πτήσεις σε πολεμικό περιβάλλον, επαναλαμβανόμενες σύντομες αποστολές και περιοδικές μεγάλες πτήσεις, καθεμία έχει το δικό της τύπο καταπόνησης που πρέπει ο ιατρός να έχει υπόψη του. Η χρόνια κόπωση αποτελεί ένα σημαντικό ζήτημα ενδιαφέροντος για τον ιατρό και ένα

διαγνωστικό πρόβλημα, καθώς λείπουν τα αντικειμενικά κλινικά ευρήματα. Η ικανότητα του ιατρού να εκτιμήσει το επίπεδο κόπωσης ενός πιλότου εξαρτάται από τη γνώση που έχει για αυτόν και για τις ιδιαιτερότητες των αποστολών που εκτελεί και ο καλύτερος τρόπος για να τα μάθει κάποιος είναι να πετάει ο ίδιος.

Περιβάλλον Ένα ακόμη συστατικό του πεδίου εργασίας του αεροπορικού ιατρού είναι το περιβάλλον πτήσης. Εκεί βρίσκονται όλοι οι ειδικοί παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν τον ιπτάμενο: επιταχύνσεις, ακραίες θερμοκρασίες, δονήσεις, απώλεια προσανατολισμού, θόρυβος, μειωμένη ατμοσφαιρική πίεση και άγχος.

Διερεύνηση ατυχημάτων Το πιο δυσάρεστο καθήκον ενός αεροπορικού ιατρού είναι να κληθεί να διερευνήσει τα αίτια ενός αεροπορικού ατυχήματος, ειδικά εάν αυτό είναι θανατηφόρο. Τα καθήκοντα του ως μέλους της επιτροπής διερεύνησης αρχίζουν με την αυτοψία του χώρου του ατυχήματος, τη νεκροψία των σωρών των θανόντων μελών του πληρώματος και την εξέταση όλων των παραγόντων που μπορεί να συνετέλεσαν στην πρόκληση του ατυχήματος και αφορούν τον Ανθρώπινο Παράγοντα.

Σχέση ιατρού Μονάδος και χειριστή Η σχέση ιατρού αεροπορικής ιατρικής και ιπταμένου πρέπει να στηρίζεται στην αμοιβαία εμπιστοσύνη, τον αλληλοσεβασμό και την αλληλοκατανόηση. Αποστολή του ιατρού είναι να βοηθήσει, να προστατεύσει, να σώσει καριέρες και όχι να τις σταματήσει πρόωρα. Γιαυτό ο ίδιος πρέπει να αποφεύγει κάθε επιδεικτική συμπεριφορά ή απρόσεκτες ενέργειες ή συζητήσεις που μπορεί να διαταράξουν το κλίμα εμπιστοσύνης και να δημιουργήσουν μηχανισμούς άμυνας στον ιπτάμενο. Ο ιπτάμενος από την άλλα πλευρά πρέπει να θυμάται πάντα ότι το βραχυπρόθεσμο και άμεσο συμφέρον (π.χ. συμπλήρωση πτητικού) με κανένα τρόπο δεν πρέπει να παίρνει μεγαλύτερη προτεραιότητα από το μακροπρόθεσμο και μεγαλύτερο συμφέρον, όπως είναι η ασφάλεια των πτήσεων και η επιτυχία της αποστολής. Έτσι με κανένα τρόπο δεν πρέπει να υποβαθμίζει, να παραγνωρίζει ή να αποκρύπτει συμπτώματα ή καταστάσεις, που μπορούν να θέσουν σε κίνδυνο τον ίδιο και την αποστολή, με σκοπό να μην «μπλέξει» με τους γιατρούς.

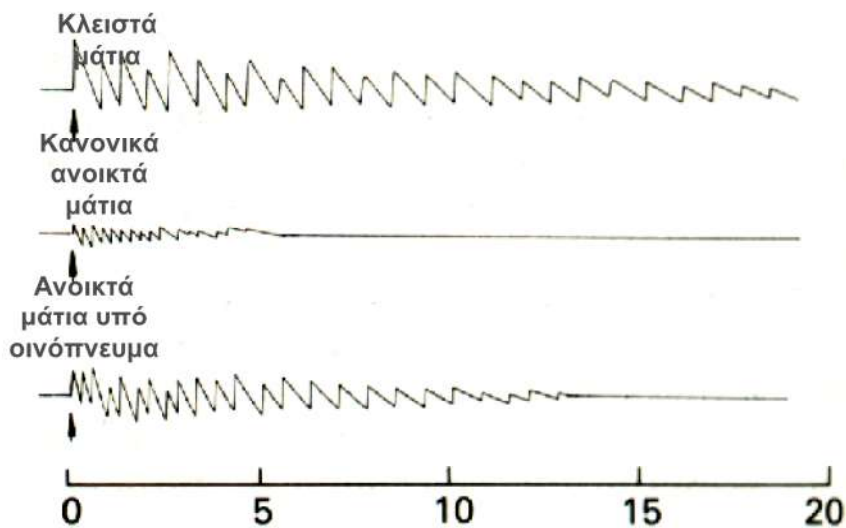
Τέλος, ο ιπτάμενος δεν πρέπει να παίρνει καμία πρωτοβουλία που να αφορά την υγεία του στηριζόμενος στη δική του γνώση και εμπειρία ή τις συμβουλές μη εξειδικευμένων στην αεροπορική ιατρική και μη εξουσιοδοτημένων ιατρών. Πρέπει πάντα σε αυτές τις περιπτώσεις να συμβουλευέται τον ιατρό της Μονάδας του.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 24: ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΚΑΤΑΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΑΛΚΟΟΛ ΚΑΙ ΤΟΥ ΚΑΠΝΙΣΜΑΤΟΣ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΠΤΗΤΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ.

ΤΑΞΟΣ (ΥΙ) ΗΛΙΑΣ ΧΕΙΜΩΝΑΣ

Οινόπνευμα. Η χρήση του οινοπνεύματος από τον άνθρωπο είναι γνωστή από τα παμπάλαια χρόνια. Οι αρχαίοι Έλληνες λάτρευαν το Δίονυσο, προστάτη της αμπέλου και του κρασιού. Το οινόπνευμα προσφέρει τέρψη και θερμίδες στον άνθρωπο κι η σωστή χρήση του είναι κοινωνικά αποδεκτή και νόμιμη. Ασφαλώς όμως δεν είναι αποδεκτή η μέθη κι ο χρόνιος αλκοολισμός. Όμως σε ορισμένες περιπτώσεις, όπως η οδήγηση, ο χειρισμός μηχανημάτων κι ασφαλώς η πτήση ακόμη κι η κοινωνικά αποδεκτή χρήση έχει καταστροφικά αποτελέσματα.

Η χρήση αλκοόλ μειώνει την αντοχή στις θετικές επιταχύνσεις. Σε μέτρια χρήση μειώνει τον ουδό για gray-out και black-out κατά 0,1-0,4 G και επιτείνει τα συμπτώματα σε κάθε επίπεδο G. Το οινόπνευμα έχει κατασταλτική δράση στον εγκέφαλο και μπορεί να προκαλέσει ή να επιδεινώσει την απώλεια προσανατολισμού με την ειδική δράση του στην αιθουσαία συσκευή. Προκαλεί νυσταγμό και ίλιγγο θέσεως. Ακόμη και σε μικρές ποσότητες βλάπτει την ασφάλεια πτήσεων κι αυξάνει την πιθανότητα για απώλεια προσανατολισμού στην hang-over περίοδο. Παραμένει στο ενδολεμφικό υγρό του λαβυρίνθου περισσότερο διάστημα από όσο στο το αίμα. Οι 12 ώρες αποχής πριν την πτήση, που παραδοσιακά θεωρούνταν αρκετές, φαίνεται ότι είναι λίγες. Ιδίως μετά βαριά οινοποσία χρειάζεται περισσότερος χρόνος. Πειραματικά έχει διαπιστωθεί ότι το οινόπνευμα μειώνει την ικανότητα του αντανакλαστικού της καθήλωσης του βλέμματος να καταστέλλει το νυσταγμό (παρατείνει τις κινήσεις νυσταγμού κατά την ανάρρωση από περιστροφή) ακόμη και συγκέντρωση 20mg/100ml αίματος, πράγμα που καταδεικνύει την βλαπτική επίδραση του οινοπνεύματος στους ημικύκλιους σωλήνες του ωτός και στην οπτική λειτουργία (**εικ. 24-1**).



Εικόνα 24-1 Χρόνος μετά τη διακοπή από περιστροφή με 100 μοίρες / δευτερόλεπτο (s)

Πρόκληση ατυχημάτων Στη Μ. Βρετανία επί 102 θανάτων σε 86 ατυχήματα μικρών αεροσκαφών διαπιστώθηκε ότι τα 34 άτομα είχαν κάνει χρήση οινοπνεύματος. Στα 12 ατυχήματα σίγουρα ήταν υπεύθυνο το αλκοόλ (11,6% όλων των θανατηφόρων ατυχημάτων). Σε μια άλλη μελέτη διαπιστώθηκε ότι συγκέντρωση

οινοπνεύματος στο αίμα 40mg/100ml οδήγησε σε σοβαρά λάθη τόσο πεπειραμένους όσο και άπειρους χειριστές (Billings κ συν 1973).

Το οινόπνευμα μεταβολίζεται με ρυθμό 15mg/100ml κάθε ώρα αλλά υπάρχουν μεγάλες διαφορές από άτομο σε άτομο (8-25 mg/ml). Το πόσο οινόπνευμα μπορεί να πιεί κανείς ασφαλώς δεν είναι εύκολο να υπολογισθεί. Εξαρτάται από την περιεκτικότητα του ποτού σε οινόπνευμα, τη σωματική σύσταση του ατόμου, το ύψος και το βάρος του, από το πόσο αφυδατωμένος είναι, το ποσό της τροφής στο στομάχι του και την ταχύτητα μεταβολισμού στο ήπαρ. Ένα μπουκάλι μπύρα ή ένα διπλό συνηθισμένο ποτό ανεβάζει το αλκοόλ στα 30m/100ml. Τα αποτελέσματα δεδομένου οινοπνεύματος στο αίμα δεν είναι προβλέψιμα αλλά το hang over (πονοκέφαλος και αδυναμία συγκέντρωσης την επομένη της οινοποσίας) είναι ακόμη πιο απρόβλεπτο. Το φαινόμενο οφείλεται στο γεγονός ότι η δηλητηρίαση με οινόπνευμα διαταράσσει τη λειτουργία του εγκεφάλου για περίοδο μεγαλύτερη από αυτή που μετρίεται οινόπνευμα στο αίμα. Μολονότι προσμίξεις στο ποτό και διαταραχές του ύπνου συμβάλλουν στο hang over ο ακριβής μηχανισμός δεν είναι γνωστός. Το οινόπνευμα μόνο του μπορεί να κάνει το σύνδρομο.

Συνοπτικά μπορεί να λεχθεί ότι:

Συγκέντρωση οινοπνεύματος 20mg/100ml προκαλεί ευκρινείς (μετρήσιμες) διαταραχές στην απόδοση του χειριστή και σχετίζεται με ένα μεγάλο ποσοστό θανατηφόρων αεροπορικών ατυχημάτων στη γενική αεροπορία.

Συγκέντρωση οινοπνεύματος 50mg/100ml μειώνει την ικανότητα του χειριστή να εστιάσει την όραση και να παρακολουθήσει κινούμενο στόχο όταν διεγείρεται το αισθησιακό όργανο (π.χ. σε κινήσεις της κεφαλής).

Οι διαταραχές αυτές επιτείνονται από τη χαμηλή PO₂ στον αναπνεόμενο αέρα (από την υποξία).

Το οινόπνευμα μπορεί να προκαλέσει υπογλυκαιμία με σοβαρές συνέπειες για την ασφάλεια της πτήσεως.

Κάπνισμα. Είναι γνωστό ότι “το κάπνισμα βλάπτει σοβαρά την υγεία” όπως το μήνυμα του Υπουργείου Υγείας προειδοποιεί. Λιγότερο γνωστό, αλλά εξίσου σημαντικό για την Πολεμική Αεροπορία και για την άμυνα της χώρας μας είναι ότι “το κάπνισμα βλάπτει σοβαρά την επιχειρησιακή ικανότητα της Π.Α.”. Η πτητική απόδοση κάθε χειριστού που καπνίζει μειώνεται με πολλούς μηχανισμούς:

α. *Αύξηση της νοσηρότητας* από καρδιαγγειακά νοσήματα, πνευμονοπάθειες, νεοπλάσματα.

β. *Μείωση των εφεδρειών* του οργανισμού και παρεμπόδιση της πλήρους ανάπτυξης των αντισταθμιστικών μηχανισμών που υπό φυσιολογικές συνθήκες επιτρέπουν την προσαρμογή του ανθρώπινου οργανισμού στο αντίξοο περιβάλλον και στις απαιτήσεις της πτήσεως (επιρρέπεια στην υποξυγονία, μείωση νυκτερινής όρασης, διαταραχή της βραχείας μνήμης, μείωση του μέγιστου παραγόμενου έργου).

γ. *Διαταραχή των πνευματικών λειτουργιών* και της απόδοσης λόγω του συνδρόμου στέρησης στα εθισμένα άτομα.

Αύξηση της νοσηρότητας. Πλήθος επιδημιολογικών, πειραματικών και κλινικών μελετών έχουν τελεσίδικα και χωρίς αμφισβήτηση αποδείξει ότι το κάπνισμα αποτελεί μείζονα παράγοντα κινδύνου για ανάπτυξη αθηροσκλήρωσης, για πρόκληση διαφόρων καρκίνων και για νοσήματα του αναπνευστικού συστήματος. Ο κατάλογος των νοσημάτων που σχετίζονται άμεσα ή έμμεσα με το κάπνισμα είναι μακρύς και φαίνεται στον **πίνακα 24-1**.

Έχει εκτιμηθεί από τις Αμερικανικές ασφαλιστικές εταιρείες ότι καπνιστές εργαζόμενοι απουσιάζουν από την εργασία τους κατά 3,4 ημέρες το χρόνο περισσότερο από τους μη καπνιστές συναδέλφους τους, επισκέπτονται τους γιατρούς 6 φορές περισσότερο και καταναλώνουν περισσότερα φάρμακα. Η θνησιμότητα στον πληθυσμό των καπνιστών είναι σημαντικά μεγαλύτερη από αυτή των
μη
καπνιστών.

Πίνακας 24-1. Νοσήματα που προκαλούνται από το κάπνισμα

Αθηροσκληρωτικής αιτιολογίας καρδιαγγειακά νοσήματα (στεφανιαία νόσος, αγγειακά εγκεφαλικά επεισόδια, παθήσεις των καρωτίδων, περιφερική αγγειοπάθεια, ανευρύσματα αορτής)

Νεοπλάσματα (καρκίνος πνεύμονος, χειλέων, ρινοφάρυγγος, λάρυγγος, παγκρέατος, ουροδόχου κύστεως, προστάτου)

Νοσήματα πεπτικού (γαστρίτιδα, έλκος δωδεκαδακτύλου)

Οξεία και χρόνια νοσήματα αναπνευστικού (βρογχίτιδα, χρόνιες ή υποτροπιάζουσες πνευμονοπάθειες, όπως εμφύσημα, αποφρακτική πνευμονοπάθεια, ασθματικές τραχειοβρογχίτιδες παραρινοκολπίτιδες, ωτίτιδες από απόφραξη των ευσταχιανών σαλπίγγων.

Στην Ελλάδα έχει εκτιμηθεί ότι 14.000 πρόωροι θάνατοι (πριν την ηλικία των 65 ετών) οφείλονται στο κάπνισμα, πράγμα που το καθιστά ως την σοβαρότερη επιδημία της εποχής μας. Καμία άλλη μονήρης αιτία δεν προκαλεί τόσους θανάτους.

Η σημασία πολλών από τα νοσήματα του πίνακα για την πτήση είναι εύκολα κατανοητή. Τα αθηροσκληρωτικής αιτιολογίας *καρδιαγγειακά νοσήματα* αναπτύσσονται βαθμιαία και παραμένουν ασυμπτωματικά μέχρι ένα αρκετά προχωρημένο στάδιο. Έτσι μπορεί να παραμείνουν αδιάγνωστα επί πολλά χρόνια, σε λανθάνουσα κατάσταση. Όμως η εκδήλωσή τους μπορεί να είναι αιφνίδια και καταστροφική, κατά εκρηκτικό τρόπο, δηλαδή ως αιφνίδιος θάνατος (το 23% των στεφανιαίων ασθενών εμφανίζει ως πρώτο και μοναδικό σύμπτωμα τον αιφνίδιο θάνατο), ως οξύ έμφραγμα του μυοκαρδίου, ως αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο, ως ρήξη αορτικού ανευρύσματος. Για το λόγο αυτό τα καρδιαγγειακά νοσήματα μπορούν να γίνουν αιτία αιφνίδιας ανικανότητας, κατά κανόνα μόνιμης και μπορούν να προκαλέσουν ατυχήματα.

Τα *νεοπλάσματα* αποτελούν αιτία μόνιμης ανικανότητας και στερούν οριστικά την υπηρεσία από το προσωπικό που προσβάλλεται από αυτά.

Τα *νοσήματα του πεπτικού* χρονίζουν και οι εξάρσεις τους είναι δυνατόν να προκαλέσουν παροδική ανικανότητα, ακόμη και ατυχήματα αν εκδηλωθούν εν πτήση.

Τα *νοσήματα του αναπνευστικού* δημιουργούν μεγαλύτερα ή μικρότερα προβλήματα (αεροκολπίτιδες, αερωτίτιδες, δύσπνοια, ασθματικές κρίσεις, υποξυγονία) και ενδέχεται να αποτελέσουν αιτία μόνιμης ανικανότητας (εμφύσημα, αποφρακτική πνευμονοπάθεια).

Πέραν των ανωτέρω, όταν μαζί με το κάπνισμα συνυπάρχουν και άλλοι παράγοντες κινδύνου (διαταραχές λιπιδίων, υπέρταση, θετικό κληρονομικό) ή ανάγκη φαρμακευτικής αγωγής (για την υπέρταση και για την υπερλιπιδαιμία) είναι μεγαλύτερη και αυτό δημιουργεί πρόβλημα γιατί είναι αιτία αποχής από την πτήση για αρκετό διάστημα.

Μείωση των εφεδρειών του οργανισμού. Η υποξία είναι το σοβαρότερο δυνητικό πρόβλημα στους καπνιστές. Ως γνωστόν το CO που παράγεται από την ατελή καύση του τσιγάρου έχει 250 φορές μεγαλύτερη χημική συγγένεια με την Hb από ότι το O₂ και δεσμευμένο με αυτήν δημιουργεί την ανθρακυλαμοσφαιρίνη (HbCO). Το ποσό της ανθρακυλαμοσφαιρίνης στο αίμα του καπνιστού, ανάλογα με τον αριθμό των τσιγάρων ανά ημέρα, ανέρχεται στο 3% - 10%. Η HbCO, πέραν του ότι δε μεταφέρει O₂ η ίδια, μετατοπίζει την σιγμοειδή καμπύλη διαχωρισμού της οξυαιμοσφαιρίνης (HbO₂) αριστερά και έτσι δυσχεραίνει την απόδοση του O₂ στους ιστούς. Οι καπνιστές χειριστές χρειάζονται O₂ από χαμηλότερο ύψος, σε κάθε υψομετρικό επίπεδο χρειάζονται μεγαλύτερη περιεκτικότητα O₂ και έχουν μικρότερη

οροφή στην οποία μπορούν να φθάσουν ακόμη και με 100% O₂ υπό πίεση σε σύγκριση με τους μη καπνιστές συναδέλφους τους.

Η *νυκτερινή όραση* μειώνεται δραστικά στους καπνιστές, επειδή τα ραβδία του αμφιβληστροειδούς είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα στην υποξία. Το πλέον ανησυχητικό είναι ότι ο χειριστής δεν το αντιλαμβάνεται και μόνο αν χρησιμοποιήσει O₂ μπορεί να καταλάβει την όρασή του να βελτιώνεται.

Η *βραχεία μνήμη* (η δυνατότητα ανάκλησης αριθμών ή ονομάτων λίγα λεπτά μετά την εκφώνησή τους) μειώνεται σοβαρά με το κάπνισμα και ενός τσιγάρου ακόμη.

Η νικοτίνη, με άμεσο φαρμακολογική δράση αλλά και εμμέσως με την έκκριση κατεχολαμινών, προκαλεί *λεπτό τρόπο των χειρών* και διαταράζει τις λεπτές κινήσεις και την δεξιότητα των χειρισμών, με ευνόητη επίπτωση στην πτήση. Επίσης προκαλεί *ταχυκαρδία* (περίπου 5 σφ/1' περισσότερους από την κατάσταση ηρεμίας) και οδηγεί σε ευκολότερη κόπωση και μείωση του μέγιστου παραγόμενου έργου, πράγμα που είναι δυνατόν να οδηγήσει σε ατύχημα σε δύσκολες καταστάσεις, όταν απαιτείται η κινητοποίηση όλων των εφεδρειών του χειριστού για την αντιμετώπισή τους. Το αίσθημα που έχει ο καπνιστής ότι ηρεμεί με το κάπνισμα, ότι καθαρίζει το μυαλό του και αποδίδει περισσότερο πνευματικά και σωματικά είναι ψευδές και οφείλεται στην καταπολέμηση των συμπτωμάτων του συνδρόμου στέρησης.

Σύνδρομο στέρησης. Το σύνδρομο στέρησης δεν έχει ακόμη τύχει της δέουσας προσοχής. Όμως πιθανώς να είναι το περισσότερο επικίνδυνο για την πτήση πρόβλημα του καπνίσματος. Όταν η στάθμη της νικοτίνης στο αίμα πέσει κάτω από το επίπεδο που έχουν εθισθεί τα νευρικά κύτταρα του καπνιστού (και αυτό συμβαίνει σε λίγες ώρες, ανάλογα με το αριθμό των τσιγάρων που καπνίζει την ημέρα) εμφανίζονται ορισμένα δυσάρεστα συμπτώματα που προοδευτικά γίνονται εντονότερα: νευρικότητα, τρόμος, αδυναμία συγκέντρωσης, εριστικότητα, επιθετική συμπεριφορά. Είναι ευνόητο πως τα συμπτώματα αυτά μπορούν να θέσουν σε κίνδυνο την πτήση. Είναι πιθανόν κάποια ατυχήματα στο παρελθόν που αποδόθηκαν σε λάθος χειριστού να οφείλονται στο σύνδρομο στέρησης. Υπάρχουν περιπτώσεις που οι χειριστές αδυνατούν να εξηγήσουν πώς ο πεπειραμένος συνάδελφός τους έκανε τέτοιο λάθος, θα μπορούσαν όμως να το εξηγήσουν αν λάμβαναν υπ' όψιν τους ότι ο συνάδελφός τους αυτός, καπνιστής ων, δεν πρόλαβε να καπνίσει και "είχε φλομώσει για τσιγάρο".

Τέλος θέλω να σχολιάσω το επιχείρημα πολλών καπνιστών ότι "πολλοί καπνιστές χειριστές είναι πολύ καλύτεροι από άλλους που δε δοκίμασαν ποτέ τους τσιγάρο". Αυτό προφανώς είναι αλήθεια. Όμως κάθε χειριστής που καπνίζει είναι κατώτερος από αυτό που θα ήταν αν δεν κάπνιζε. Και επειδή καπνίζουν πολλοί, και οι καλύτεροι και οι λιγότερο καλοί, η καμπύλη κατανομής της επιχειρησιακής ικανότητας των χειριστών μας μετατοπίζεται αριστερά. Επιπλέον η παροδική ή μόνιμη ανικανότητα λόγω νοσήσεων από το κάπνισμα αποστερεί την υπηρεσία από την προσφορά πολλών πεπειραμένων στελεχών της. Έτσι μειώνεται η επιχειρησιακή ικανότητα του συνόλου της Πολεμικής Αεροπορίας μας με ανάλογη επίπτωση την Εθνική Άμυνα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 25: ΡΟΥΧΙΣΜΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΤΗΣΗ

ΥΠΣΓΟΣ (ΥΙ) ΙΩΑΝΝΗΣ ΜΑΡΚΟΥ

Γενικά Η μεγάλη τεχνολογική ανάπτυξη των αεροσκαφών συνοδεύτηκε από αντίστοιχη και του ρουχισμού του ιπτάμενου. Οι ιδιαιτερότητες του περιβάλλοντος της πτήσης (επιταχύνσεις, υποξία, ακραίες θερμοκρασίες) έκαναν επιτακτική την ανάγκη χρησιμοποίησης ειδικού ρουχισμού με σκοπό την προστασία του ιπταμένου. Κράνος, μάσκα οξυγόνου, anti-G φόρμα, μπότες, γάντια. Όλα παίζουν το δικό τους σημαντικό ρόλο στην αποτελεσματικότητα της αποστολής.

Κράνος Ο βασικός σκοπός του κράνους είναι η προστασία του ιπταμένου από τις κακώσεις της κεφαλής σε περιπτώσεις εγκατάλειψης ή χτυπημάτων. Επίσης λόγω της προσαρμογής σε αυτό γυαλιών (visor) και της μάσκας οξυγόνου, παρέχει προστασία και από το ρεύμα του αέρα κατά τη διάρκεια της εκτίναξης. Μια άλλη λειτουργία του κράνους είναι να παρέχει τη δυνατότητα ενδοσυνεννόησης μέσα στο αεροσκάφος. Ο θόρυβος που υπάρχει μέσα στην καμπίνα είναι τόσο μεγάλος που, εάν δεν αποκλεισθεί, μπορεί να επιδράσει αρνητικά στην απόδοση του πληρώματος. Η ύπαρξη μικροφώνου και ακουστικών στο κράνος αποκλείουν σχεδόν τον εξωτερικό θόρυβο και κάνουν δυνατή την συνεννόηση μεταξύ των μελών του πληρώματος. Ένα μεγάλο πρόβλημα αποτελεί και η ηλιακή ακτινοβολία. Τα visors που υπάρχουν στα κράνη προστατεύουν τον ιπτάμενο από την λάμψη. Επίσης τα visors λόγω της σύστασής τους και του γεγονότος ότι καλύπτουν τα μάτια και ένα μεγάλο μέρος του προσώπου, προστατεύουν τον ιπτάμενο και σε περίπτωση πρόσκρουση πτηνού πάνω στην καλύπτρα και σπάσιμο αυτής. Σε αντίθετη περίπτωση, ο κίνδυνος σοβαρού τραυματισμού είναι πολύ μεγάλος. Το κράνος αποτελεί, τέλος, τη βάση για την τοποθέτηση της μάσκας οξυγόνου και γυαλιών νυχτερινής όρασης (night vision goggles) (εικ.25-1).



Εικόνα 25-1: Κράνος με visor και μάσκα οξυγόνου

Το κράνος πρέπει να πληροί κάποια χαρακτηριστικά ώστε να προστατεύει τον ιπτάμενο χωρίς να δημιουργεί προβλήματα στην αποστολή του. Πρέπει να είναι άνετο. Τα εξαρτήματα που τοποθετούνται επάνω σε αυτό, πρέπει να καταλαμβάνουν όσο το δυνατόν μεγαλύτερη επιφάνεια, έτσι ώστε να διαμοιράζεται το βάρος τους. Όταν ο ιπτάμενος φοράει το κράνος, πρέπει να μπορεί να μεταβάλλει τη διάταξη των εξαρτημάτων επάνω σε αυτό και την διάταξη του βάρους.

Για να είναι αποτελεσματικό ένα κράνος, πρέπει να ταιριάζει απόλυτα στο κεφάλι. Δεν πρέπει να μετακινείται όταν το κεφάλι κινείται είτε ηθελημένα είτε λόγω των δονήσεων και των επιταχύνσεων. Η καλή εφαρμογή εξαρτάται από την αρχική προσαρμογή του κράνους. Ο ιπτάμενος πρέπει να μπορεί να βάζει και να βγάζει το κράνος χωρίς καθόλου βοήθεια, και να μπορεί να μετακινεί τη μάσκα του οξυγόνου στο στενό χώρο της καμπίνας.

Το κράνος δεν πρέπει να περιορίζει την όραση, ούτε την κίνηση του τραχήλου

Η καλή κατάσταση του κράνους και η τακτική καθαριότητα και συντήρησή του είναι οι βασικότεροι παράγοντες που θα διατηρήσουν την αποτελεσματικότητά του.

Μάσκα οξυγόνου Η μάσκα οξυγόνου για τα πληρώματα πρέπει να πληροί ορισμένες προδιαγραφές. Πρέπει να είναι σταθερή και άνετη, έτσι ώστε να φοριέται για μεγάλες περιόδους χωρίς πρόβλημα. Πρέπει να ταιριάζει σε ποικιλία προσώπων σε ότι αφορά το σχήμα τους και το μέγεθος και να εφάπτεται στο δέρμα του προσώπου αποτελεσματικά.

Για να είναι άνετη η μάσκα, το τμήμα που εφαρμόζει στο πρόσωπο είναι κατασκευασμένο από εύκαμπτο υλικό, το οποίο διατηρεί αυτή την ιδιότητα κάτω από μεγάλο εύρος θερμοκρασιών. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιείται φυσικό καουτσούκ ή καουτσούκ από σιλικόνη. Τα ευαίσθητα μέρη των μιγμάτων του καουτσούκ πρέπει να είναι όσο το δυνατόν λιγότερα και να μην επηρεάζονται από τις εκκρίσεις του προσώπου (ιδρώτα κλπ). Τα ευαίσθητα τμήματα των μασκών υποστηρίζονται από έναν στερεό ή ημιστερεό εξωσκελετό στον οποίο στηρίζονται τα μέσα με τα οποία συνδέεται η μάσκα με το κράνος.

Η μάσκα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν μικρότερη για να μην περιορίζει την ορατότητα του ιπταμένου και την κίνηση της κεφαλής..

Η καλή και τακτική καθαριότητα της μάσκας είναι απαραίτητη για την καλή λειτουργία της και την πρόληψη διαφόρων λοιμώξεων.

Anti-G φόρμα (εικ.25-2) Η anti-G φόρμα είναι ένα ειδικό ένδυμα, η φιλοσοφία του οποίου είναι η υποστήριξη του κυκλοφορικού συστήματος κατά τη διάρκεια εφαρμογής θετικών κυρίως επιταχύνσεων. Αυτό επιτυγχάνεται με την εξωτερική πίεση που αυτή παρέχει στο κατώτερο μέρος του σώματος με τη χρήση μιας ειδικής βαλβίδας αέρα.

Η πρώτη ουσιαστικά anti-G φόρμα αναπτύχθηκε από τον Frank στον Καναδά στον Β' παγκόσμιο Πόλεμο. Αποτελείτο από ένα παντελόνι που περιείχε νερό και κάλυπτε τον κορμό και τα άκρα. Κατά τη διάρκεια της επιτάχυνσης το νερό αύξανε την πίεση που ασκούσε εξωτερικά κατά τον ίδιο τρόπο που αυξάνει η υδροστατική πίεση του αίματος. Αυτή ήταν η πρώτη anti-G φόρμα που χρησιμοποιήθηκε σε μάχη. Η προστασία που παρείχε ήταν σημαντική αλλά παρουσίαζε μερικά μειονεκτήματα. Το βάρος του νερού περιόριζε τις κινήσεις, ενώ καθώς το σώμα «κολύμπανε» μέσα στο νερό υπήρχαν διαταραχές στον προσανατολισμό του ιπταμένου

Δύο ήταν οι σημαντικότερες anti-G φόρμες που αναπτύχθηκαν μέχρι το 1987 και χρησιμοποιήθηκαν τα τελευταία χρόνια. Η αμερικάνικη USAF GSU-12/P και η αγγλική RAF-μίνι anti-G φόρμα. Η anti-G φόρμα USAF GSU-12/P διαθέτει 5 αεροθαλάμους που επικοινωνούν μεταξύ τους και φουσκώνουν με αέρα. Η RAF-μίνι anti-G φόρμα μοιάζει

με την αμερικάνικη αλλά είναι έτσι διαμορφωμένη ώστε να μην υπάρχουν οι δύο αεροθάλαμοι στις κνήμες. Αυτό συνέβη γιατί οι Βρετανοί ενδιαφέρονταν για την άνεση των χειριστών στα ζεστά κλίματα.

Και οι δύο φόρμες φουσκώνουν με anti-G βαλβίδες που συνδέονται στο αεροσκάφος. Η βαλβίδα ελέγχει τη ροή του αέρα που έρχεται από τον συμπυκνωτή της μηχανής στη στολή. Ανάλογα με την επιτάχυνση που εφαρμόζεται αυξάνει και η ροή του αέρα και φουσκώνει η φόρμα. Την φόρμα συμπληρώνει το γιλέκο (Chest Counter Garment, CCPG). Έχει έκκεντρο άνοιγμα με ένα φερμουάρ, οι δύο ώμοι είναι κλειστοί και η προσαρμογή γίνεται με κορδόνια, συμμετρικά δεξιά και αριστερά. Αποτελείται από δύο υφασμάτινα στρώματα πολυμερούς υλικού. Το γιλέκο αυτό κατασκευάστηκε έτσι ώστε να βρίσκεται μέσα από τα σωσίβια για γρήγορη ένδυση.



Εικόνα 25-2: Anti-G φόρμα

Επειδή οι απαιτήσεις των νέων αεροσκαφών, σε ότι αφορά τις επιταχύνσεις ολοένα και αυξάνονται, δημιουργήθηκε μια νέα anti-G φόρμα η Advanced Technology Anti-G Suit ή ATAGS. Η ATAGS καλύπτει όλο το κατώτερο τμήμα του σώματος με αεροθάλαμους, ακόμη και το άκρο πόδι. Μόνο οι περιοχές των γλουτών μένουν ακάλυπτες. Υπάρχει επίσης ξεχωριστός αεροθάλαμος για την περιοχή της κοιλιάς που επικοινωνεί εσωτερικά με τους άλλους αεροθάλαμους.

Η anti-G φόρμα χρειάζεται συνεχή έλεγχο για να διαπιστώνεται η ακεραιότητα της, ενώ ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δίνεται όταν συνδέεται στην παροχή αέρα του αεροσκάφους.

Μπότες-γάντια Οι μπότες και τα γάντια παρέχουν προστασία από το κρύο και τους τραυματισμούς

Ρουχισμός για το κρύο Ειδικός ρουχισμός υπάρχει και για την προστασία από το κρύο. Η βασική αρχή σχεδιασμού είναι η διατήρησης της μόνωσης του ρουχισμού. Άλλα βασικά στοιχεία είναι ο αποκλεισμός του αέρα και της βροχής καθώς και της εισόδου νερού σε περίπτωση εγκατάλειψης σε περιβάλλον με νερό. Ο ρουχισμός για το κρύο σχεδιάζεται με πολλαπλά στρώματα καθώς έτσι παγιδεύεται περισσότερο αέρας μεταξύ των στρωμάτων. Η τεχνική των πολλαπλών στρωμάτων διευκολύνει επίσης την προσθαφαίρεση στρωμάτων ανάλογα με τη φυσική δραστηριότητα και τις συνθήκες του περιβάλλοντος. Ένα επίσης πρακτικό στοιχείο στη σχεδίαση είναι η χρήση παχέος εσωτερικού στρώματος. Όταν τα εξωτερικά στρώματα εφαρμόζουν στο τράχηλο, τους καρπούς και τους αστραγάλους σημαντικές ποσότητες αέρα παγιδεύονται. Κατά τη διάρκεια φυσικής δραστηριότητας αυτές οι δικλείδες μπορούν να ανοίγουν ώστε να υπάρχει ελεύθερη κυκλοφορία αέρα μεταξύ των διαστημάτων.

Η μόνωση του ρουχισμού μειώνεται από διείσδυση αέρα ή νερού. Για το λόγο αυτό είναι απαραίτητη η ύπαρξη ενός εξωτερικού αεροστεγούς στρώματος για προστασία από το κρύο σε συνθήκες ανέμου. Γενικά αυτό το εξωτερικό στρώμα προστατεύει και από τη βροχή. Τα τελευταία χρόνια αυξάνεται η χρήση των "αναπνεόμενων" υφασμάτων τα οποία επιτρέπουν την μεταφορά υδρατμών αλλά είναι αδιάβροχα σε ότι αφορά σταγόνες νερού. Ένας συγκεκριμένος κίνδυνος που αντιμετωπίζει το πλήρωμα είναι η εμβύθιση σε νερό μετά από εγκατάλειψη πάνω από θάλασσα. Η διείσδυση νερού μπορεί να έχει καταστροφικές συνέπειες στη μόνωση του ρουχισμού και ο θάνατος από υποθερμία αποτελεί μια υπαρκτή πιθανότητα ακόμη και εάν η διάσωση γίνει σε γρήγορο χρόνο. Η μόνη αποτελεσματική σε αυτή την περίπτωση προστασία είναι μία αδιάβροχη στολή εμβύθισης (**εικ.25-3**). Η στολή αυτή κατασκευάζεται από "αεριζόμενο" ύφασμα. Τα υφάσματα αυτά επιτρέπουν την διείσδυση αέρα όταν είναι στεγνά, ώστε να διευκολύνεται η εφίδρωση, αλλά οι ίνες διογκώνονται όταν έρθουν σε επαφή με το νερό και σχηματίζουν ένα αδιάβροχο στρώμα.



Εικόνα 25-3: Στολή εμβύθισης

Μπουφάν (εικ.25-4) Το μπουφάν (jacket) χρησιμεύει για προστασία από το κρύο τόσο στο έδαφος, όσο και στην πτήση.

Η χρήση πολύ σφιχτών ή πολύ χαλαρών ενδυμάτων εμποδίζει την άνεση και την ευλυγισία του χειριστή



Εικόνα 25-4: Μπουφάν ιπταμένου

Η χρησιμοποίηση μη εγκεκριμένου ρουχισμού κατά την πτήση μπορεί να έχει καταστροφικά αποτελέσματα. Μπορεί να εμποδίζει την καλή εφαρμογή της anti-G φόρμας και των ζωνών ασφαλείας. Μπορεί να εμποδίζει την αποτελεσματική θερμоруθμιση με αποτέλεσμα την μειωμένη απόδοση, τη θερμοπληξία ή την υποθερμία. Υποδήματα που δεν εφαρμόζουν καλά μπορεί να προκαλέσουν κακώσεις και δυσκολία στις κινήσεις.

Τέλος, θα πρέπει να δίνεται η δέουσα σημασία και φροντίδα στη συντήρηση του προσωπικού ρουχισμού για την πτήση. Φθαρμένα και όχι καθαρά ρούχα προδιαθέτουν για δερματίτιδα, απώλεια της άνεσης και μη ευχάριστη διάθεση στη πτήση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 26: ΕΠΙΒΙΩΣΗ

ΥΠΣΓΟΣ (ΥΙ) ΙΩΑΝΝΗΣ ΜΑΡΚΟΥ

Αν και η αεροπορική τεχνολογία έχει παρουσιάσει αλματώδη αύξηση τα τελευταία χρόνια, υπάρχει πάντα η πιθανότητα το πλήρωμα ενός αεροσκάφους να χρειαστεί να το εγκαταλείψει για διάφορους λόγους και να βρεθεί σε περιβάλλον άγνωστο και κάτω από ακραίες συνθήκες.

Προστασία

Εγκατάλειψη του αεροσκάφους

Η επιβίωση ξεκινά μόλις το πλήρωμα αφήνει την άνεση της καμπίνας του αεροσκάφους. Εγκατάλειψη ενός αεροσκάφους στο έδαφος μπορεί να ενέχει κινδύνους από τη ύπαρξη φωτιάς και τοξικών καπνών. Εγκατάλειψη μπορεί να υπάρξει και σε θαλάσσιο περιβάλλον.

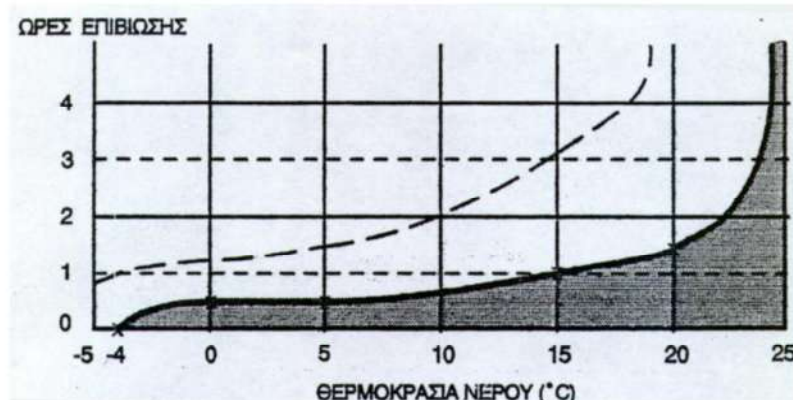
Προστασία από πνιγμό

Το μεγαλύτερο μέρος της ελληνικής επικράτειας αλλά και της Γης καλύπτεται από νερό. Υπάρχει συνεπώς μεγάλη πιθανότητα ο πιλότος να αναγκαστεί να εγκαταλείψει και να βρεθεί στο νερό. Η προστασία από πνιγμό συνίσταται στην ύπαρξη ατομικών σωσιβίων που φουσκώνουν αυτόματα κατά την επαφή τους με το νερό και βαρκών.

Προστασία από το κρύο στο νερό

Ένας απροστάτευτος άνθρωπος στο νερό θα χάσει πολύ γρήγορα θερμότητα και η θερμοκρασία του σώματός του θα πέσει σε τέτοιο επίπεδο που θα προκαλέσει μείωση της φυσικής και πνευματικής του ικανότητας, ακόμη και σε νερό θερμοκρασίας 24°C.

Η επιβίωση ενός ναυαγού εξαρτάται από τα ρούχα που φορά, από το χρόνο παραμονής στο νερό και από την ταχύτητα του ανέμου. Ο παρακάτω πίνακας δίνει το χρόνο επιβίωσης ενός ναυαγού. Πρέπει να σημειωθεί ότι αφορά λεπτά άτομα με φόρμα πτήσης. Ο χρόνος επιβίωσης βρίσκεται φέροντας την κάθετο από τη θερμοκρασία του νερού προς την καμπύλη. Αν υπάρχει αέρας, τότε αφαιρούνται 3° C για κάθε 10 knots αέρα. Η σκούρα περιοχή αφορά το χρόνο κατά τον οποίο ο ναυαγός έχει πλήρεις αισθήσεις. Η ανοιχτόχρωμη περιοχή αφορά το χρόνο επιβίωσης μετά την απώλεια αισθήσεων, ενώ η λευκή την περιοχή θανάτου



Προστασία από το κρύο στην ξηρά

Η προστασία στην ξηρά βασίζεται στην μείωση της αποβολής θερμότητας. Ένας άνεμος 10 κόμβων ισοδυναμεί με πτώση της θερμοκρασίας αέρα ίση με 3° C. Μια

σημαντική απειλή για τον επιζώντα είναι οι βλάβες που μπορεί να υποστεί το σώμα του από το κρύο, τα κρουσπαγήματα και τα χείμετλα. Τα εκτεθειμένα άκρα είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα σε τέτοια τραύματα, καθώς η εμφάνιση τους είναι ύπουλη. Αυτό συμβαίνει γιατί η αίσθηση του πόνου χάνεται αρχικά από το προσβεβλημένο άκρο και η βλάβη γίνεται αντιληπτή μόνο κατά την επαναθέρμανση. Τα τραύματα από το κρύο μπορούν να αποφευχθούν διατηρώντας ζεστά και στεγνά τα άκρα. Καλή υγιεινή των ποδιών, διατήρηση της καλής κυκλοφορίας του αίματος και στεγνές κάλτσες μειώνουν την πιθανότητα βλαβών.

Προστασία από τη ζέστη

Σε ζεστά περιβάλλοντα, για την αποφυγή ύπαρξης δυσάρεστων καταστάσεων, είναι απαραίτητη η ύπαρξη προστασίας από τον ήλιο. Τα ρούχα πρέπει να είναι ελαφρά και άνετα. Πρέπει να καλύπτουν όσο το δυνατόν μεγαλύτερη επιφάνεια του δέρματος ώστε να το προστατεύουν από τα εγκαύματα. Γυαλιά ηλίου μπορούν να προστατεύσουν τα μάτια ενώ εάν υπάρχει αντηλιακή κρέμα πρέπει να χρησιμοποιείται σε τακτά χρονικά διαστήματα.

Τροφή και νερό.

Το ανθρώπινο σώμα συνεχώς χάνει νερό το οποίο θα πρέπει να αναπληρωθεί. Σε 24 ώρες, όταν δεν υπάρχει εφίδρωση, 1500 ml χάνονται λόγω των βασικών λειτουργιών του οργανισμού (αναπνοή, λειτουργία νεφρών). Ο μεταβολισμός των υδατανθράκων παράγει 300-500 ml νερού και συνεπώς η καθημερινή πρόσληψη 1500 ml νερού διατηρεί ένα θετικό ισοζύγιο με την προϋπόθεση ότι δεν υπάρχει άλλη σημαντική απώλεια υγρών όπως εφίδρωση, διάρροια και εμετοί. Ζεστά κλίματα ή έντονη φυσική δραστηριότητα μπορούν να προκαλέσουν εφίδρωση και συνεπώς να αυξήσουν τις απαιτήσεις για νερό. Αποτυχία κάλυψης των αναγκών θα οδηγήσει σε αφυδάτωση

Διαχείριση νερού στη στεριά.

Σε περίπτωση επιβίωσης μπορεί να είναι αναγκαία η σωστή διαχείριση του υπάρχοντος νερού, έτσι ώστε η κατανάλωση να μειωθεί στο ελάχιστο αναγκαίο όριο με σκοπό τα αποθέματα νερού να διαρκέσουν όσο το δυνατόν περισσότερο. Σε ήπια κλίματα, και αν υποθέσουμε ότι ο χειριστής ενυδατώθηκε πλήρως πριν το ατύχημα, καλό είναι να μην καταναλωθεί νερό για τις πρώτες 24 ώρες. Θα υπάρξει βέβαια μια μέτρια αφυδάτωση χωρίς όμως σημαντική επίδραση στην απόδοση. Στη συνέχεια, η διαχείριση των αποθεμάτων εξαρτάται από την διαθέσιμη ποσότητα του νερού, αλλά η κατανάλωση θα πρέπει να είναι τέτοια ώστε να προλαμβάνει τα συμπτώματα σοβαρής αφυδάτωσης. Κάτι τέτοιο επιτυγχάνεται με 500 ml περίπου νερό την ημέρα. Η όποια δραστηριότητα θα πρέπει να οργανωθεί με τέτοιο τρόπο ώστε να αποφεύγεται εφίδρωση, ενώ και η διατροφή θα πρέπει να είναι τέτοια που μην απαιτεί νερό, όπως υδατάνθρακες

Διαχείριση νερού στη θάλασσα

Το θαλασσινό νερό περιέχει 3,5% αλάτι, 4 φορές παραπάνω από όσο έχει ο οργανισμός, και συνεπώς εάν καταναλωθεί θα δημιουργήσει μεγαλύτερη απαίτηση για νερό. Επιπλέον πόση θαλασσινού νερού μπορεί να προκαλέσει εμετούς και διάρροια και να αυξήσει την πιθανότητα αφυδάτωσης. Παρόλα αυτά, η σχεδόν ακινησία μαζί με τη χαμηλή θερμοκρασία του νερού μειώνουν τις βασικές ανάγκες του σώματος για νερό στο ελάχιστο και κάποιος μπορεί να μείνει χωρίς νερό για 15 ημέρες, ενώ κατανάλωση 1500 ml νερού αυξάνει αυτό το διάστημα μία ημέρα. Όπως και στην ξηρά, τις πρώτες 24 ώρες δεν πρέπει να καταναλωθεί νερό. Επιπλέον υγρά θα χρειαστούν εφόσον υπάρξει ναυτία και εμετοί.

Διαχείριση νερού σε ζεστά κλίματα

Σε ζεστά κλίματα ο κίνδυνος αφυδάτωσης είναι πιο άμεσος. Η φυσική δραστηριότητα πρέπει να διατηρείται στο ελάχιστο και να πραγματοποιείται κατά προτίμηση το βράδυ. Η διαχείριση του νερού σε αυτές τις περιπτώσεις είναι δύσκολη και υπάρχει ο κίνδυνος να πεθάνει κάποιος από αφυδάτωση και να υπάρχουν ακόμη διαθέσιμα αποθέματα νερού. Η δίψα από μόνη της είναι φτωχός δείκτης

αφυδάτωσης. Συνεπώς με την εμφάνιση μετρίων συμπτωμάτων αφυδάτωσης, η κατανάλωση του νερού θα πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε τα συμπτώματα αυτά να μην επιδεινώνονται.

Πηγές πόσιμου νερού.

Ο χρόνος επιβίωσης μπορεί να παραταθεί με την εξασφάλιση νερού με οποιοδήποτε τρόπο. Τα κυτία επιβίωσης περιέχουν μια μικρή ποσότητα πόσιμου νερού. Πόσιμο νερό μπορεί να προέλθει από το θαλασσινό νερό χρησιμοποιώντας το σύστημα αφαλάτωσης και τα δισκία καθαρισμού του νερού ώστε να μειωθεί ο κίνδυνος μόλυνσης. Διαθέσιμο νερό υπάρχει επίσης σε πολλά φυτά. Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δίνεται όταν το νερό προέρχεται από φυσικούς πόρους να απολυμαίνεται ακόμη και με βρασμό εάν είναι δυνατόν. Άλλοι μέθοδοι για αύξηση του διαθέσιμου πόσιμου νερού είναι η συλλογή νερού της βροχής.

Διατροφή

Παρόλο που ένα άτομο μπορεί να ζήσει αρκετές ημέρες χωρίς τροφή, μια μέτρια περίοδος αστίας έχει ως αποτέλεσμα μείωση της απόδοσης, τέτοια που θα μπορούσε να θέσει σε αμφισβήτηση τη επιτυχία της επιβίωσης. Η ενέργεια των τροφών απαιτείται για την κοπιώδη εργασία που μπορεί να χρειαστεί ώστε να δημιουργηθούν οι συνθήκες για ασφαλέστερη επιβίωση.

Σε ζεστό περιβάλλον είναι σημαντικό η πρόσληψη τροφής να μην αυξάνει τις απαιτήσεις του οργανισμού για νερό, ειδικά όταν αυτό υπάρχει σε μικρά αποθέματα. Ο μεταβολισμός των πρωτεϊνών και των λιπών παράγει προϊόντα που απαιτούν νερό για την αποβολή τους, ενώ ο μεταβολισμός της γλυκόζης αποδίδει στον οργανισμό 6 μόρια νερού και δεν παράγει κανένα προϊόν που να χρειάζεται να αποβληθεί μέσω των νεφρών. Επιπλέον, μια διατροφή πλούσια σε υδατάνθρακες περιορίζει και τον μεταβολισμό των πρωτεϊνών και άρα τις απαιτήσεις για νερό.

Όταν συνεπώς υπάρχει άφθονο νερό, μπορεί να γίνεται χρήση οποιασδήποτε τροφής, όταν το νερό όμως είναι περιορισμένο, πρέπει να λαμβάνονται μόνο υδατάνθρακες. Για το λόγο αυτό και στα κυτία επιβίωσης περιέχεται συμπυκνωμένη τροφή πλούσια σε υδατάνθρακες και φτωχή σε πρωτεΐνες (**εικ.26-1**).



Εικόνα 26-1: Συμπυκνωμένη τροφή από τη Συλλογή Επιβίωσης Ιπταμένων Mirage 2000

Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δοθεί στην επιλογή της τροφής που προέρχεται από το φυσικό περιβάλλον ώστε να αποφευχθούν προβλήματα από το γαστρεντερικό (διάρροιες, εμετοί). Εάν υπάρχουν αμφιβολίες για την ποιότητα της τροφής, μια μικρή ποσότητα πρέπει να καταναλώνεται αρχικά και να αφήνεται να

περάσει χρονικό διάστημα 8 ωρών. Μετά από αυτό το χρονικό διάστημα, και εφόσον δεν εμφανιστούν γαστρεντερικές διαταραχές, καταναλώνεται ακόμα μια μικρή ποσότητα τροφής και αφήνεται πάλι χρονικό διάστημα 8 ωρών. Εάν και μετά από αυτό το χρόνο δεν παρατηρηθούν κάποια συμπτώματα, τότε η τροφή θεωρείται ασφαλής.

Πρώτες βοήθειες Κατά την εγκατάλειψη ή ακόμα και στη διάρκεια του χρονικού διαστήματος της επιβίωσης υπάρχει η πιθανότητα να συμβούν καταστάσεις οι οποίες για να αντιμετωπιστούν απαιτούν βασικές γνώσεις παροχής πρώτων βοηθειών.

Καρδιοαναπνευστική αναζωογόνηση (ΚΑΑ)

Καρδιοαναπνευστική αναζωογόνηση θα πρέπει να γίνεται όταν υπάρχει

- α. Απόφραξη των αεροφόρων οδών
- β. Διακοπή της αναπνοής (άπνοια)
- γ. Διακοπή της καρδιακής λειτουργίας (καρδιακή ανακοπή)

Το κύριο πλεονέκτημα της ΚΑΑ είναι ότι μπορεί να γίνει χωρίς την ύπαρξη ειδικού εξοπλισμού.

Η ΚΑΑ ξεκινά με τη σωστή στάση του ασθενούς, ο οποίος πρέπει να είναι ξαπλωμένος οριζόντια και ύπτια επάνω σε σκληρή επιφάνεια. Η ΚΑΑ αποτελείται από 3 στάδια: Α, Β, C. (εικ.26-2)



Εικόνα 26-2: Η αλληλουχία των ενεργειών της ΚΑΑ (ABC)

A=Airways=Αεροφόροι Οδοί

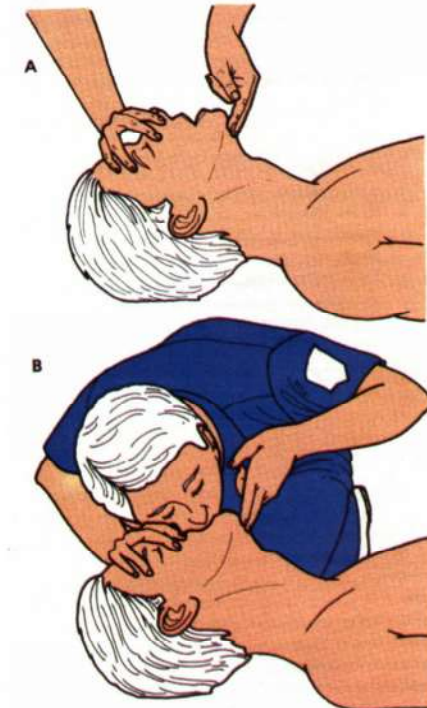
Η εξασφάλιση ελευθέρων αεροφόρων οδών είναι ένας από τους πλέον σοβαρούς παράγοντες για μια αποτελεσματική ΚΑΑ. Εάν είναι κλειστές οι αεροφόροι οδοί δεν μπορεί να γίνει σωστή τεχνητή αναπνοή. Ο συνήθης τρόπος για διάνοιξη των αεροφόρων οδών είναι η έκταση της κεφαλής του ασθενούς προς τα πίσω, με το ένα χέρι να πιέζει προς τα πίσω το μέτωπο του ασθενούς και το άλλο χέρι να πιάνει την κάτω γνάθο και την τραβά προς τα πάνω **(εικ.26-2)**

B=Breathe=Αναπνοή

Μόλις ανοίξουμε τις αεροφόρους οδούς, είναι πιθανό ο ασθενής να αρχίσει να αναπνέει μόνος του. Για να γίνει αντιληπτό αυτό θα πρέπει αυτός που κάνει την ΚΑΑ να σκύψει το κεφάλι του επάνω από το στόμα του αρρώστου, σε απόσταση 5 περίπου εκατοστών, και να ακούσει προσεκτικά για να αντιληφθεί κάποια κίνηση αέρα, ενώ ταυτόχρονα να προσέχει αν ανεβοκατεβαίνει το στήθος και κινείται η κοιλιά. **(εικ.26-3)**



Εικόνα 26-3: Εκτίμηση αναπνοής ασθενούς



Εικόνα 26-4: Τεχνητή αναπνοή στόμα με στόμα

Σε περίπτωση διακοπής της αναπνοής χρειάζεται να γίνει τεχνητή αναπνοή. Συνήθως η τεχνητή αναπνοή γίνεται στόμα με στόμα. Για να κάνει τεχνητή αναπνοή στόμα με στόμα κάποιος, ελευθερώνει τις αεροφόρους οδούς όπως περιγράφηκε παραπάνω, ενώ ταυτόχρονα κλείνει τα ρουθούνια του αρρώστου με τα δύο του δάκτυλα, δείκτη και αντίχειρα. Ο αντίχειρας του άλλου χεριού που ανασηκώνει τη κάτω γνάθο, τραβά προς τα κάτω το κάτω χείλος του ασθενούς ώστε να μένει το στόμα του ανοιχτό κατά τη τεχνητή αναπνοή. Στη συνέχεια κρατώντας το στόμα του ανοιχτό, παίρνει μια βαθιά εισπνοή, κολλά το στόμα του στο στόμα του αρρώστου και εκπνέει αργά μέσα σε αυτό. Κατόπιν τραβά το στόμα του και επιτρέπει στον άρρωστο να εκπνεύσει ελεύθερα. **(εικ. 26-4)**

Σε μερικές περιπτώσεις όπως όταν δεν μπορεί να ανοίξει το στόμα του αρρώστου, προτιμάται η αναπνοή στόμα με μύτη. Στην τεχνική αυτή το άτομο που παρέχει τις πρώτες βοήθειες, κρατά το κεφάλι του αρρώστου σε έκταση προς τα πίσω με το ένα χέρι, ενώ με το άλλο σηκώνει την κάτω γνάθο του. Αυτός ο χειρισμός σφραγίζει τα χείλη. Στη συνέχεια παίρνει μια βαθιά εισπνοή και εκπνέει αργά στη μύτη του ασθενούς. Μετά σηκώνει το κεφάλι του και επιτρέπει στον άρρωστο να εκπνεύσει παθητικά **(εικ.26-5)**.



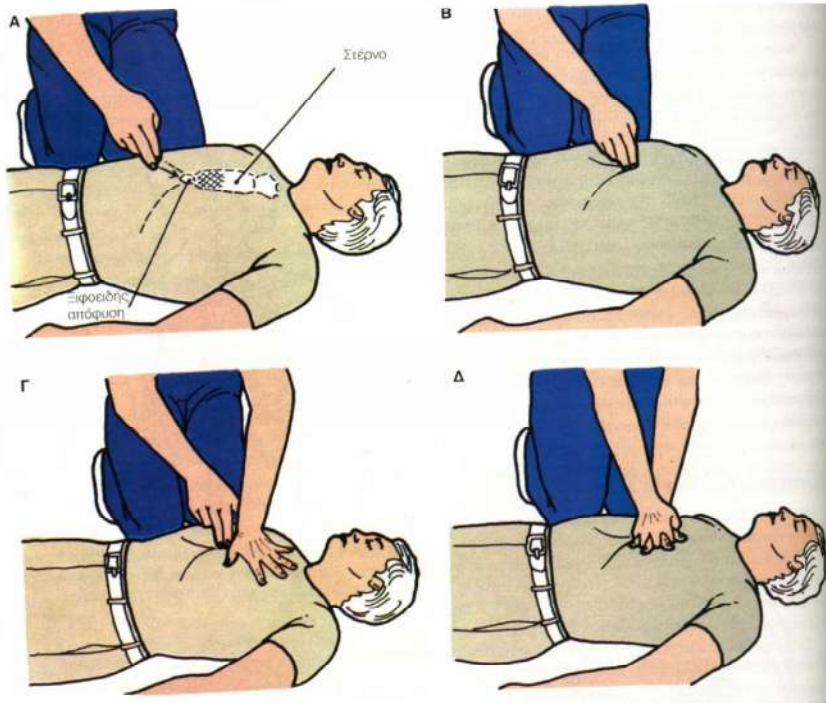
Εικόνα 26-5: Τεχνητή αναπνοή στόμα με μύτη

C=Circulation=Κυκλοφορία

Εάν ο άρρωστος δεν έχει σφυγμό τότε αρχίζουμε εξωτερικές καρδιακές μαλάξεις που δημιουργούν μια στοιχειώδη τεχνητή κυκλοφορία. Το άτομο που θα κάνει τις μαλάξεις γονατίζει δίπλα στον άρρωστο με το ένα γόνατο στο ύψος της κεφαλής και το άλλο στο ύψος της άνω περιοχής του θώρακα και με την παλάμη του ενός χεριού στο κάτω μέρος του θώρακα. Σωστή τοποθέτηση των χεριών επιτυγχάνεται ψηλαφώντας με το δείκτη και το μέσο δάκτυλο του ενός χεριού το κάτω όριο των πλευρών μέχρι τη ξιφοειδή απόφυση στο κέντρο του θώρακα. Ο μέσος δάκτυλος ωθείται προς τα επάνω μέσα στην εντομή, οπότε ο δείκτης που βρίσκεται σε επαφή με το μέσο δάκτυλο οδηγείται στο κάτω τμήμα του στέρνου. Στη συνέχεια η παλάμη του άλλου χεριού τοποθετείται στο κάτω ήμισυ του στέρνου έτσι ώστε να ακουμπάει το δείκτη του άλλου χεριού. Το πρώτο χέρι στη συνέχεια τοποθετείται παράλληλα και επάνω στο άλλο. Μόνο το κεντρικό τμήμα της παλάμης βρίσκεται με το κάτω μισό του στέρνου. Για να γίνει πιο άνετη και αποτελεσματικότερη η μάλαξη

τα δάκτυλα των δύο χεριών "πλέκονται" μεταξύ τους και ανυψώνονται ελαφρά από το θωρακικό τοίχωμα. **(εικ.26-6)**

Η πίεση ασκείται κάθετα προς τα κάτω, βάζοντας δύναμη και στα δύο χέρια. Η δύναμη δίνεται από τους ώμους, ενώ οι αγκώνες είναι τεντωμένοι. Οι κινήσεις πρέπει να είναι ρυθμικές, μαλακές και συνεχείς. **(εικ.26-7)**

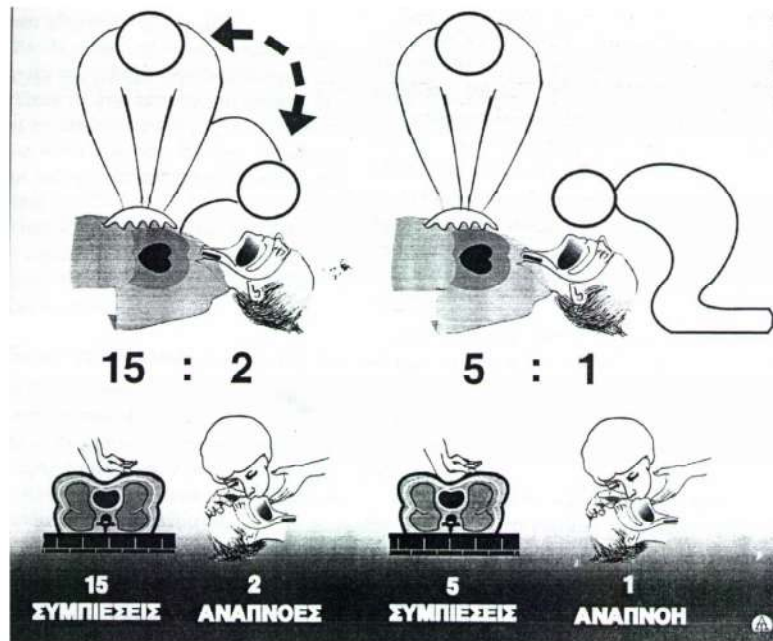


Εικόνα 26-6: Εξωτερικές καρδιακές μαλάξεις



Εικόνα 26-7: Τεχνική μάλαξης

Μετά από κάθε 15 μαλάξεις γίνονται και 2 τεχνητές αναπνοές, εφόσον την ΚΑΑ την κάνει ένα άτομο. Όταν υπάρχουν δύο άτομα η αναλογία μαλάξεων:αναπνοών είναι 5:1 **(εικ. 26-8)**



Εικόνα 26-8: Σχέση μαλάξεων-αναπνοών

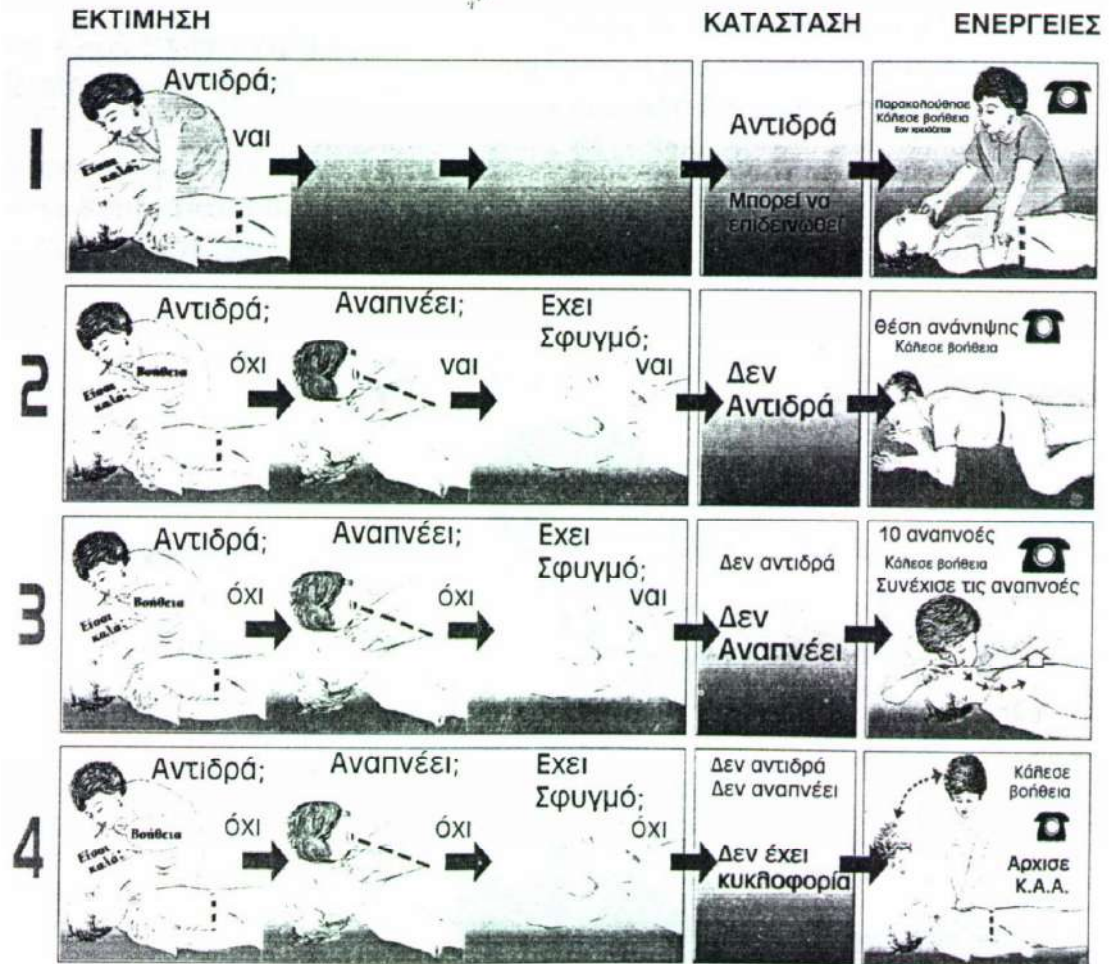
Η **εικ.26-9** δείχνει συνολικά τη διαδικασία της ΚΑΑ

Έλεγχος εξωτερικής αιμορραγίας

Ο έλεγχος της εξωτερικής αιμορραγίας είναι συχνά πολύ απλός. Σχεδόν όλα τα περιστατικά εξωτερικής αιμορραγίας μπορεί να τεθούν υπό έλεγχο με την απευθείας τοπική πίεση με το χέρι ή το δάκτυλο επάνω στο τραύμα ή σε σημείο μιας αρτηρίας κεντρικότερο από το τραύμα. Η χρήση της περιίδεσης του μέλους που αιμορραγεί έτσι ώστε να σταματήσει η κυκλοφορία του αίματος και άρα η αιμορραγία (ίσχαιμη περιίδεση) δεν συνιστάται γιατί μερικές φορές μπορεί να προκαλέσει μεγαλύτερη βλάβη από αυτή που ήδη υπάρχει (**εικ.26-10**).

ΚΑΡΔΙΟΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΑΝΑΖΩΟΓΟΝΗΣΗ

Βασική ΚΑΑ



Εικόνα 26-9: Βασική ΚΑΑ



Εικόνα 26-10: Τρόποι ελέγχου εξωτερικής αιμορραγίας

Αντιμετώπιση κακώσεων

Θλάσεις-Διαστρέμματα-Κατάγματα

Σε όλες αυτές τις περιπτώσεις η αρχική αντιμετώπιση με τα μέσα που υπάρχουν στο κουτί Α' βοηθειών του κυτίου επιβίωσης είναι η ίδια. Τοποθετούμε ψυχρά επιθέματα (π.χ. πάγο) πάνω στο τραυματισμένο άκρο, ακινητοποιούμε το άκρο εφαρμόζοντας επίδεση με κάποιο επίδεσμο και το ανυψώνουμε για να υποχωρήσει το οίδημα

Ενσφηνωμένο ξένο σώμα

Σε περίπτωση που κάποιο αιχμηρό αντικείμενο (κλαδί, μαχαίρι) ενσφηνωθεί στο σώμα, τότε δεν το μετακινούμε για να μην προκαλέσουμε μεγαλύτερες βλάβες στους παρακείμενους ιστούς. Μοναδική εξαίρεση αποτελεί η περίπτωση όπου το ξένο σώμα βρίσκεται κοντά στις αεροφόρους οδούς και υπάρχει κίνδυνος απόφραξης τους. Στη συνέχεια εφαρμόζουμε επίδεση γύρω από το ξένο σώμα με σκοπό να το σταθεροποιήσουμε (**εικ.26-11**).



Εικόνα 26-11: Αντιμετώπιση ενσφηνωμένου αντικειμένου

Κουτί Α' Βοηθειών

Στο κουτί Α' Βοηθειών της Συλλογής Επιβίωσης Ιπταμένων (ΣΕΙ) περιέχονται υλικά τα οποία μπορούν να χρησιμεύσουν στην αντιμετώπιση κάποιων εκτάκτων αναγκών. Υπάρχουν φάρμακα για την αντιμετώπιση διάρροιας, πόνου, πυρετού,

αλλεργικών καταστάσεων, κοιλιακών πόνων, ιλίγγων ,ναυτίας, εμετών, εγκαυμάτων, ερεθισμού των ματιών καθώς και για την αναπλήρωση των απωλειών των υγρών του σώματος. Επίσης υπάρχουν κρέμες για την προστασία από τον ήλιο και την προφύλαξη των χειλιών από ερεθισμό. Διαθέσιμοι είναι επίδεσμοι, παραμάνες και γάζες για την αντιμετώπιση τραυμάτων και κακώσεων. Η ακριβής σύσταση του υγειονομικού υλικού της ΣΕΙ καθώς και οι οδηγίες χρήσεως υπάρχουν σε κάθε κουτί Α΄ Βοηθειών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 27: ΙΑΤΡΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΠΤΗΤΙΚΗΣ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑΣ

ΤΑΞΟΣ (ΥΙ) ΗΛΙΑΣ ΧΕΙΜΩΝΑΣ

Γενικά Από την αρχή του Α' Παγκοσμίου Πολέμου έγινε αντιληπτό από όλους τους εμπόλεμους ότι οι περισσότερες απώλειες σε χειριστές και αεροπλάνα οφείλονταν σε ατυχήματα και όχι σε εχθρική ενέργεια. Η Μ. Βρετανία επί παραδείγματι τον πρώτο χρόνο των εχθροπραξιών έκανε έναν απολογισμό των απωλειών. Με έκπληξη διαπίστωσαν ότι από τους 100 θανάτους αεροπόρων μόνο οι 2 οφείλονταν στα εχθρικά πυρά. Οι 8 οφείλονταν σε μηχανική βλάβη του αεροπλάνου και οι υπόλοιποι προκαλούνταν από λάθη και ανεπάρκειες των χειριστών. Λεπτομερέστερη εξέταση αποκάλυψε ότι το 60% των αεροπορικών απωλειών οφείλονταν σε φυσικά ελαττώματα των χειριστών, δεδομένου ότι μέχρι τότε η επιλογή γινόταν με διάφορα κριτήρια αλλά η υγεία και η φυσική κατάσταση δεν εξεταζόταν. Έτσι αποφασίσθηκαν κάποια υγειονομικά κριτήρια και οι υγειονομικοί αξιωματικοί συμμετείχαν στην επιλογή.

Μολονότι τα κριτήρια ήταν πρωτόγονα και αυθαίρετα, αφού εμπειρία δεν υπήρχε και η φυσιολογία της πτήσεως ήταν άγνωστη ακόμη, τα αποτελέσματα δεν άργησαν να φανούν και ήταν θεαματικά. Με το τέλος του δεύτερου έτους του πολέμου οι θάνατοι που οφείλονταν σε νοσήματα και φυσικές ανεπάρκειες των χειριστών μειώθηκαν στο 20% και τον τρίτο χρόνο στο 12%. Έτσι έγινε η αρχή. Με τα χρόνια οι γνώσεις και εμπειρία που συγκεντρώθηκαν βοήθησαν να γίνουν τα κριτήρια πιο ορθολογιστικά και βασισμένα σε ενδείξεις. Σήμερα υπάρχουν ιατρικά κριτήρια για όλες τις κατηγορίες του ιπτάμενου προσωπικού, πολιτικού και προσωπικού, χειριστών, ιπταμένων μηχανικών, ραδιοναυτίλων, προσωπικού καμπίνας και ακόμη για τους ελεγκτές εναερίου κυκλοφορίας. Κάθε κατηγορία έχει ξεχωριστά κριτήρια ανάλογα με τα καθήκοντά της.

Τα ιατρικά κριτήρια αποσκοπούν να εξασφαλίσουν ότι το ιπτάμενο προσωπικό είναι σωματικά και ψυχικά ικανό να φέρει σε πέρας τα πτητικά του καθήκοντα με τον απαιτούμενο βαθμό ασφαλείας υπό οποιοσδήποτε συνθήκες που είναι δυνατόν να δημιουργηθούν στην πτήση (ομαλές ή δύσκολες). Περιλαμβάνουν όρια για τα σωματικά, τα ψυχικά και νοητικά χαρακτηριστικά, για την οπτική οξύτητα, την όραση χρωμάτων και την ακουστική οξύτητα.

Ορισμένα νοσήματα αποκλείουν την πτητική καταλληλότητα. Όμως καλή υγεία δεν σημαίνει πάντοτε και πτητική καταλληλότητα. Ούτε όμως όλα τα νοσήματα αποκλείουν την πτήση και έτσι υπάρχουν περιπτώσεις που υγιή άτομα είναι λιγότερο κατάλληλα από άλλα που έχουν κάποια νόσο. Οποιοσδήποτε όμως για να χορηγηθεί ιατρικό πιστοποιητικό πτητικής καταλληλότητας το άτομο θα πρέπει να μην έχει οποιαδήποτε νόσο ή κατάσταση, η οποία μπορεί να του προκαλέσει *αιφνίδια ανικανότητα* και να τον εμποδίσει έτσι να εκτελέσει τα πτητικά του καθήκοντα με απόλυτη ασφάλεια ή που μπορεί να επιδεινωθεί *βραδέως και λανθανόντως*, μέχρι σημείου που να μειώσει την απόδοση του χειριστού χωρίς να γίνει αντιληπτή (λανθάνουσα ανικανότητα). Παράδειγμα της πρώτης περίπτωσης είναι η ουρολιθίαση που μπορεί ξαφνικά και απροειδοποίητα να προκαλέσει κωλικό που είναι αφόρητος πόνος, τέτοιος που θέτει την αποστολή και την πτήση σε κίνδυνο. Η ημικρανία είναι ένα άλλο τέτοιο παράδειγμα, επιληπτικές κρίσεις, καρδιακές παθήσεις κ.λ.π. Παραδείγματα για τη δεύτερη περίπτωση είναι η πρώιμη άνοια, η ναρκοληψία και διάφορες ψυχοπάθειες. Ένα άτομο σε υπομανιακή κατάσταση μπορεί να φαίνεται φυσιολογικό στους συναδέλφους του, να είναι δραστήριο και ευχάριστο στην παρέα. Όμως μπορεί να παίρνει οριακές αποφάσεις που μπορεί μεμονωμένα να είναι αποδεκτές, αν όμως συμπέσουν με άλλες συνθήκες μπορεί να οδηγήσουν σε καταστροφή.

Άλλα νοσήματα μπορεί να μην αποτελούν πρόβλημα για κανονική ζωή ή για ασχολίες στο έδαφος, επιδεινώνονται όμως από τις συνθήκες της πτήσης. Παράδειγμα αποτελούν οι ήπιες πνευμονοπάθειες ή ορισμένες βαλβιδοπάθειες της καρδιάς. Γενικά κάθε άτομο για να κριθεί κατάλληλο για πτητικά καθήκοντα θα πρέπει

Να είναι ελεύθερο από :

- α. οποιαδήποτε ανωμαλία, συγγενή ή επίκτητο
- β. οποιαδήποτε ενεργό ή λανθάνουσα, οξεία ή χρόνια ανικανότητα
- γ. οποιοδήποτε τραύμα, κάκωση ή υπόλειμμα εγχείρησης
- δ. οποιοδήποτε αποτέλεσμα ή παρενέργεια από φάρμακο που χορηγήθηκε

με συνταγή ή λήφθηκε χωρίς συνταγή ή και οποιαδήποτε ουσία τέτοιας μορφής που μπορεί να προκαλέσει οποιοδήποτε βαθμού λειτουργική ανικανότητα, η οποία είναι πιθανό να επηρεάσει τον ασφαλή χειρισμό ενός αεροσκάφους ή την ασφαλή εκτέλεση των καθηκόντων.

Να πληροί τα οφθαλμολογικά κριτήρια που προβλέπονται για την κατηγορία του.

Να αντιλαμβάνεται τα χρώματα που είναι απαραίτητα για τα καθήκοντά του.

Να μην έχει οποιαδήποτε ακουστική ανωμαλία που μπορεί να τον εμποδίσει στα καθήκοντά του.

Να είναι ψυχικά υγιές και να μην κάνει χρήση ψυχοτρόπων φαρμάκων και εθιστικών ουσιών.

Για το πολιτικό ιπτάμενο προσωπικό εκτός από τα εθνικά κριτήρια που κάθε χώρα έχει υπάρχουν κριτήρια που προβλέπονται από διεθνείς κανονισμούς. Τέτοιοι κανονισμοί είναι του ICAO (International Civil Aviation Organization) που είναι υπηρεσία του Ο.Η.Ε. και των JAA που είναι κοινός κανονισμός των Ευρωπαϊκών χωρών. Και στους δύο οργανισμούς συμμετέχει η Ελλάδα και επί του παρόντος ακολουθεί τα κριτήρια του ICAO. Στο εγγύς μέλλον θα εφαρμόσει τα JAR που είναι κριτήρια των JAA κι είναι αυστηρότερα και περισσότερο λεπτομερή από του ICAO.

Το στρατιωτικό ιπτάμενο προσωπικό κρίνεται με βάση το ΠΔ 426/84. Ως προς τη σωματική ικανότητα εφαρμόζεται ο γενικός πίνακας παθήσεων και βλαβών για τους υποψήφιους και για τους μαθητές της Σχολής Ικάρων και ο ειδικός πίνακας για τους αξιωματικούς. Ως προς την πτητική καταλληλότητα ακολουθείται το παράρτημα «Β». Ο ιπτάμενος κρίνεται ακατάλληλος για το στράτευμα γενικώς αν έχει πάθηση ή βλάβη που αναφέρεται στο Γενικό ή τον Ειδικό πίνακα ανάλογα με την ιδιότητά του. Όσον αφορά την πτητική καταλληλότητα αυτή έχει τρεις κατηγορίες, την Α, Β και Γ που η κάθε μια έχει διαφορετικά κριτήρια. Η Α κατηγορία αφορά στους υποψήφιους και στους μαθητές του τμήματος ιπταμένων της Σχολής Ικάρων και έχει τα πλέον αυστηρά κριτήρια. Η κατηγορία Β τους αξιωματικούς ιπτάμενους, ανεξάρτητα από τον τύπο του αεροσκάφους καθώς και τους ραδιοαυτίλους. Η κατηγορία Γ το προσωπικό που περιστασιακά συμμετέχει σε αποστολές αέρα, όπως το υγειονομικό προσωπικό ή το τεχνικό κ.λ.π. Άτυπα και πέραν του ΠΔ η υπηρεσία έχει καθιερώσει πρόσθετες εξετάσεις και αυστηρότερα κριτήρια για όσους πρόκειται να επιλεγούν στα νέα μαχητικά αεροσκάφη, λόγω των μεγαλύτερων απαιτήσεων των αεροσκαφών αυτών. Τα κριτήρια αφορούν στο καρδιαγγειακό σύστημα, το Κ.Ν.Σ. και τη σπονδυλική στήλη.

Το Π.Δ. περί υγειονομικής εξέτασεως του προσωπικού των Ε.Δ. έχει εκπονηθεί από πάρα πολλά χρόνια, ίσως από τη δημιουργία τακτικού στρατού στο νεώτερο Ελληνικό Κράτος και αναθεωρείται κάθε δέκα χρόνια για να παρακολουθεί τις εξελίξεις της ιατρικής και τις μεταβολές της υγειονομικής κατάστασης του πληθυσμού. Αυτό που ισχύει σήμερα είναι του 1984 με αναθεώρηση ορισμένων άρθρων το 1987. Έπρεπε να είχε αναθεωρηθεί το 1994 και πράγματι είχαν αρχίσει διαδικασίες αναθεώρησης πριν την ημερομηνία αυτή. Για λόγους όμως γραφειοκρατικών δυσκολιών η έγκριση καθυστέρησε και ακόμα είναι προς υπογραφή. Αναμένεται σύντομα η υπογραφή του και η θέση του σε ισχύ.

Περιοδικές υγειονομικές εξετάσεις. Όλο το προσωπικό της Π.Α. έχει υποχρέωση για περιοδικές υγειονομικές εξετάσεις. Το ιπτάμενο προσωπικό

εξετάζεται κάθε χρόνο στο Κ.Α.Ι.. Το υπόλοιπο μόνιμο στρατιωτικό προσωπικό (Γ κατηγορίας και εδάφους) κάθε δύο χρόνια στο ΤΠΥΕ του 251 ΓΝΑ. Το πολιτικό προσωπικό κάθε χρόνο στο ιατρείο της Μονάδας. Στο ιατρείο της μονάδας κανονικά εξετάζεται κλινικά και όλο το στρατιωτικό προσωπικό κάθε εξάμηνο. Στην Α.Α.Υ.Ε. παραπέμπεται το προσωπικό όταν υπάρχει εισήγηση για μεταβολή της κατηγορίας σωματικής ικανότητας ή πτητικής καταλληλότητας. Επίσης παραπέμπεται το ιπτάμενο προσωπικό μετά αεροπορικό ατύχημα, μετά νοσηλείας στο νοσοκομείο ή μετά αναρρωτική άδεια και μετά από αποχή πτήσεων για λόγους υγείας πέραν των 10 ημερών.

ΣΧΕΣΗ ΙΠΤΑΜΕΝΟΥ ΚΑΙ ΙΑΤΡΟΥ ΜΟΝΑΔΑΣ

Η σχέση μεταξύ ιατρού και χειριστή πρέπει να χαρακτηρίζεται από αμοιβαία εμπιστοσύνη και αλληλοκατανόηση. Ο ιατρός πρέπει να έχει επίγνωση ότι για το χειριστή η πτήση είναι το πρωταρχικό και κύριο μέρος του επαγγέλματός του, η καρδιά της επαγγελματικής του υπόστασης. Όταν απειλείται η πτητική του καταλληλότητα, προσωρινά ή μόνιμα, κλονίζεται το επαγγελματικό του οικοδόμημα. Γι' αυτό θα πρέπει να χειρίζεται με εξαιρετική προσοχή, με σεβασμό και με υπευθυνότητα κάθε θέμα μικρό ή μεγάλο που αφορά στην κρίση της πτητικής καταλληλότητας των χειριστών. Με κανέναν τρόπο δεν πρέπει να εμπλέκει το θέμα της πτητικής καταλληλότητας με οτιδήποτε άλλο και να μην επηρεάζεται στο σημείο αυτό από συναισθηματισμούς, συμφέροντα, άλλες επιδιώξεις κ.λ.π. μολονότι ο ιατρός καλό είναι να συμμετέχει στην καθημερινή κοινωνική ζωή των χειριστών και να μοιράζεται τα συναισθήματά τους. Στα θέματα υγείας και ασφάλειας πτήσεων ο ιατρός πρέπει να χαρακτηρίζεται από λεπτότητα, συγκράτηση αλλά και υψηλό επαγγελματισμό.

Από την άλλη πλευρά ο χειριστής πρέπει να αντιλαμβάνεται ότι ο ιατρός είναι τοποθετημένος από την πολιτεία για να επαγρυπνεί και να εντοπίζει έγκαιρα κάθε πιθανή απειλή ή διαταραχή της υγείας που ενδέχεται να μειώσει την πτητική απόδοση και να βλάψει την ασφάλεια των πτήσεων. Ο ίδιος ο χειριστής δεν έχει τις απαραίτητες γνώσεις για να αξιολογήσει κάθε σύμπτωμα ή σημείο που του συμβαίνει ή άλλη κατάσταση που αφορά την υγεία του και γι' αυτό πρέπει να ζητάει τη συνδρομή του ιατρού. Αν το πρόβλημα είναι μηδαμινό και δεν επηρεάζει την ασφάλεια των πτήσεων, ο χειριστής να είναι βέβαιος ότι η επαγγελματική του υπόσταση δε θα διαταραχθεί καθόλου. Αν το πρόβλημα επηρεάζει μεν την πτητική καταλληλότητα αλλά πρόσκαιρα επειδή διορθώνεται, ο ιατρός με την υγειονομική υπηρεσία θα βοηθήσει να διορθωθεί το συντομότερο. Εάν τέλος το πρόβλημα δε διορθώνεται τότε ο χειριστής πρέπει να είναι βέβαιος ότι και το δικό του συμφέρον, περισσότερο από το συμφέρον οποιουδήποτε άλλου, είναι να αλλάξει καθήκοντα και να αναλάβει τέτοια που να είναι συμβατά με την υγεία του. **Το μείζον συμφέρον και το μόνιμο πάντα πρέπει να προτιμάται από το βραχυπρόθεσμο και το έλασσον.** Σε κάθε περίπτωση ο χειριστής πρέπει να είναι βέβαιος ότι ο ιατρός είναι σύμμαχος κι όχι αντίπαλος, είναι φύλακας άγγελος κι όχι κακοπροαίρετος δαίμονας, ότι προασπίζει και δεν αστυνομεύει την υγεία των χειριστών.

Ποτέ ο χειριστής να μην προσπαθήσει να δώσει λύση σε προβλήματα υγείας του, σωματικά ή ψυχικά, εν αγνοία του ιατρού της μονάδας. Να μην πάρει φάρμακα έστω κι αν τα θεωρεί αθώα, έστω κι αν τα έχει πάρει στο παρελθόν. Όλες οι περιπτώσεις δεν είναι οι ίδιες και οι συνδυασμοί των φαρμάκων και καταστάσεων μπορεί να είναι επιβλαβείς. Να μην καταφεύγει και να μη συμβουλευέται ιατρούς που δεν είναι αρμόδιοι και δεν έχουν γνώσεις αεροπορικής ιατρικής ή επίγνωση της αποστολής του χειριστή. Να μην αναβάλλει την επίσκεψη στον ιατρό της μονάδας. Μικρά προβλήματα σήμερα μπορεί να γίνουν μεγάλα αύριο. Γενικά ιατρός και χειριστής πρέπει να νοιώθουν ότι έχουν κοινή αποστολή : τις ασφαλείς πτήσεις και γι' αυτές πρέπει στενά να συνεργάζονται.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 28: ΑΕΡΟΠΟΡΙΚΗ ΨΥΧΟΛΟΓΙΑ, ΨΥΧΟΠΑΘΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΠΤΗΣΗΣ

ΕΠΓΟΣ (ΥΙ) ΑΝΔΡΕΑΣ ΔΕΤΖΩΡΤΖΗΣ

Από ψυχολογική άποψη ο ιπτάμενος είναι ένα δυναμικό πεδίο στο οποίο δρουν συνειδητοί και ασυνείδητοι παράγοντες, όπου άλλοι δημιουργούν το κίνητρο (αγάπη) για την πτήση και άλλοι αναζωπυρώνουν τον αρχαϊκό φόβο γι' αυτήν. Η δυναμική αλληλεπίδραση των παραγόντων αυτών αποτελεί το ισοζύγιο πτήσης. Θετικό ισοζύγιο πτήσης επιτυγχάνεται με την επικράτηση ισχυρών κινήτρων για την πτήση και με την χρησιμοποίηση αμυντικών μηχανισμών, όπως η άρνηση, η μόνωση, η ακύρωση, η εκλογίκευση και το χιούμορ. Στην περίπτωση που οι μηχανισμοί αυτοί αποτυγχάνουν, τότε εμφανίζεται αρνητικό ισοζύγιο πτήσης, το οποίο εκφράζεται με ποικιλία κλινικών εκδηλώσεων, όπως ψυχοσωματικά και μετατρεπτικά συμπτώματα, ψυχωτικά επεισόδια, έκφραση απaréσκειας ή έκδηλου φόβου πτήσεων.

Ο άνθρωπος είναι δημιουργημένος για να περπατά στη γη και προικοδοτημένος με ενστικτώδη φόβο για τα ύψη και την πτώση. Το αντανάκλαστικό του Moro (Η προσπάθεια του νεογέννητου βρέφους να πιαστεί όταν αυτός που το εξετάζει αφήνει το κεφάλι του να πέσει) αποδεικνύει ότι ο φόβος της πτώσης είναι στον άνθρωπο βιολογικά καθορισμένος. Έτσι η προσπάθεια του ανθρώπου να πετάξει υπερβαίνει τη βιολογική του φύση και αποτελεί μία δραστηριότητα πέρα από το συνηθισμένο.

Για την ψυχολογική κατανόηση της σχέσης του ανθρώπου με την πτήση, θεωρούμε τον ιπτάμενο σαν ένα δυναμικό πεδίο επάνω στο οποίο δρουν διάφοροι παράγοντες από τους οποίους άλλοι δημιουργούν την αγάπη για την πτήση (κίνητρο για τη πτήση), ενώ άλλοι ενεργοποιούν ή αναζωπυρώνουν τον υπάρχοντα σε όλους τους ανθρώπους (αρχαϊκό) φόβο γι' αυτήν.

Η αλληλεπίδραση των παραγόντων αυτών, καθορίζει το κατά πόσο κάποιος επιθυμεί να πετάξει ή να συνεχίσει να πετά με αεροσκάφος ή αντίθετα αισθάνεται φόβο και αποφεύγει τη πτήση. Το τελικό αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης των παραγόντων αυτών αποτελεί αυτό που αποκαλούμε **ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΠΤΗΣΕΩΣ**.

Ισοζύγιο πτήσης

Θετικοί παράγοντες

Θετικοί είναι οι παράγοντες που δημιουργούν την επιθυμία για πτήση. Οι παράγοντες αυτοί είναι είτε συνειδητοί (το άτομο έχει πλήρη επίγνωση τους), είτε ασύνειδοι (το άτομο δεν έχει επίγνωση). Οι ασύνειδοι παράγοντες σχετίζονται με την ψυχοσυναισθηματική ανάπτυξη του ατόμου και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της προσωπικότητάς του. Οι παράγοντες αυτοί είναι εξατομικευμένοι, συνεισφέροντας με διαφορετικό τρόπο στο κάθε άτομο για την ανάπτυξη της επιθυμίας για πτήση.

Ασύνειδοι παράγοντες:

α. Η επιθυμία του ατόμου για δύναμη και κυριαρχία. Η επιθυμία αυτή στη συγκεκριμένη περίπτωση εξασφαλίζεται με την απόλυτη εξουσία ενός γρήγορου και δυνατού αεροσκάφους, με υψηλές επιδόσεις, μεγάλη συναισθηματικότητα και ικανότητα για πτήση σε μεγάλο ύψος ("εκεί όπου ο ουρανός είναι μαύρος και η γη στρογγυλή" όπως χαρακτηριστικά ανέφερε ένας χειριστής F-104). Η επιθυμία αυτή αποτελεί έκφραση της προσπάθειας του ατόμου να αντιμετωπίσει το άγχος ευνουχισμού και τον φόβο θανάτου. Μέσα από την πτήση με το ευέλικτο και γρήγορο μαχητικό αεροσκάφος, ο χειριστής μπορεί και εκπαιδεύεται μία ξεχωριστή και έντονα "ανδρική" συμπεριφορά. Χειριστές δηλώνουν ότι επέλεξαν αυτό το επάγγελμα γιατί θα έκαναν κάτι που πολύ λίγοι μπορούν να κάνουν. Άλλοι το επέλεξαν γιατί είναι επάγγελμα ανδρικό.

Από ψυχοδυναμική άποψη, οι χειριστές αυτοί προσπαθούν σε ένα ασύνειδο επίπεδο να ξεπεράσουν τον πατέρα και να αντιμετωπίσουν του άγχος ευνουχισμού που εμφανίζεται κατά την φαλλική φάση της ψυχοσεξουαλικής ανάπτυξης του ατόμου (3ος έως 6ος χρόνος της ζωής).

β. Υπερανάπληρωση αισθήματος κατωτερότητας ή με την χρησιμοποίηση του μηχανισμού της αντίδρασης με το αντίθετο (reaction formation) η αντιμετώπιση αισθημάτων

φόβου και κατωτερότητας (το “νιώθω ανεπαρκής και φοβάμαι τη πτήση”, γίνεται “αγαπώ τη πτήση και πετώντας είμαι ικανός”). Στην τελευταία περίπτωση δίδεται από τον χειριστή μία νευρωτική λύση υποκειμένων συναισθημάτων φόβου, μέσα από μία αντι-φοβική συμπεριφορά. Χειριστές οι οποίοι κάνουν παραβάσεις των κανόνων πτήσεως ανήκουν συνήθως σ’ αυτή τη κατηγορία, επειδή πραγματοποιώντας τις παραβάσεις επιδιώκουν να αποδείξουν στον εαυτό τους ότι δεν φοβούνται.

γ. Ικανοποίηση ναρκισσιστικών τάσεων του ατόμου. Ο χειριστής αισθάνεται το εγώ του διωγκούμενο και επεκτεινόμενο στο αεροσκάφος το οποίο θεωρεί όχι σαν κάτι το ξεχωριστό, αλλά σαν ενιαία μονάδα με τον εαυτό του. Ο χειριστής ταυτίζεται με το αεροσκάφος και αισθάνεται ότι αποκτά όλη τη δύναμη του. Μέσα από τον μηχανισμό της ταύτισης, η ταχύτητα και η δύναμη του αεροσκάφους δεν είναι χαρακτηριστικά της μηχανής, αλλά των ίδιων των χειριστών. Εξαρτήματα όπως η αντι-G στολή, η συσκευή παροχής οξυγόνου κατά τη πτήση και οι ζώνες ασφαλείας, επιβεβαιώνουν την στενή σχέση που υπάρχει μεταξύ του χειριστή και του αεροσκάφους. Η ταύτιση με το αεροσκάφος δίνει στον χειριστή την αίσθηση παντοδυναμίας, η οποία εκφράζεται μέσα από σχόλια όπως: “βλέπεις από ψηλά τους ανθρώπους σαν μυρμήγκια”.

Οι χειριστές που επέλεξαν το επάγγελμα του ιπτάμενου σαν αποτέλεσμα υπερανάπληρωσης και ικανοποίησης ναρκισσιστικών αναγκών, σε περίπτωση απώλειας της πτητικής τους ικανότητας, βιώνουν αισθήματα έντονης προσωπικής καταστροφής, τα οποία προκαλούν βαθιά κατάθλιψη, που μπορεί να οδηγήσει σε αυτοκαταστροφική συμπεριφορά.

Οι παράγοντες αυτοί φαίνονται στο χαρακτηριστικό κείμενο ενός αεροπόρου:

“.....Νομίζω ότι κανένας άλλος άνθρωπος δεν αισθάνεται τόσο ανώτερα, όσο ο αεροπόρος. Ο αεροπόρος είναι ο μόνος κυβερνήτης του αεροπλάνου του, σκέπτεται, αποφασίζει και ενεργεί μόνος του. Δίνει ζωή στην ύλη και αισθάνεται παντοδύναμος, σχίζοντας τους αιθέρες. Αισθάνεσαι υπεράνθρωπος, καθώς βλέπεις από ψηλά τη γη και σκέφτεσαι ότι οι άνθρωποι έρπουν στο φλοιό της. Αισθάνεσαι ότι δεν είσαι μόνο σάρκα και οστά, αλλά κάτι Θείο.... Πολλές φορές καθώς κοιτάζεις από ψηλά και βλέπεις τα σπίτια σαν σπιρτόκουτα και τη γη τόσο μικρή, σκέφτεσαι πόσο μικρός είναι ο κόσμος και πόσο η ματαιότητα του μεγάλου. Καθώς ανεβαίνεις πιο ψηλά στα ουράνια, αισθάνεσαι πως φθάνεις πιο κοντά στον ΘΕΟ..... Πετάς και δεν χορταίνεις, δεν θέλεις να περάσει η ώρα. Είναι ωραίο να πετά κανείς. Το ίπτασθαι είναι Θείο. Αισθάνεσαι ότι είσαι κάτι άλλο, ημίθεος. Δεν θέλεις να τελειώσει η αλλιώτικη χαρά, δεν θέλεις να επιστρέψεις στην γη, να νιώσεις ότι δεν είσαι τίποτα. Πόσο χαίρομαι που έγινα αεροπόρος. Τίποτα δεν θα με γέμιζε τόσο πολύ. Τίποτε δεν είναι καλύτερο”.

2. Συνειδητοί παράγοντες όπως:

α. *Βιοποριστικοί και οικονομικοί λόγοι.* Η ένταξη ενός ατόμου στην ομάδα των χειριστών της Πολεμικής Αεροπορίας του εξασφαλίζει ένα επάγγελμα, ταχύτερη εξέλιξη στη στρατιωτική ιεραρχία, ηγετικές Θέσεις και διάφορα άλλα προνόμια.

β. *Ταυτοποίηση με μια ηρωική και ξεχωριστή ομάδα.* Ο χειριστής αισθάνεται υπερήφανος γιατί φορώντας το διακριτικό του ιπταμένου, αποτελεί μέλος μιας εκλεκτής ομάδας και ταυτοποιείται με σπουδαίους χειριστές τους οποίους επιθυμεί να μοιάσει. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο η στολή πτήσης είναι γεμάτη από διακριτικά (της πολεμικής Μοίρας που ανήκει, του αεροσκάφους που πετά, σχολών που έχει αποφοιτήσει, κ.α.)

γ. *Περιπέτεια και ταχεία εναλλαγή παραστάσεων.* Η ζωή του ιπταμένου χαρακτηρίζεται από περιπέτεια, ποικιλία και συνεχείς εναλλαγές παραστάσεων λόγω των πτήσεων.

δ. *Διαφυγή και απομόνωση από τα προβλήματα που απασχολούν το χειριστή στη καθημερινή του ζωή στη γη* (“παίρνεις το αεροπλάνο και ξεθυμάνεις, σαν να πηγαίνεις βόλτα με το αυτοκίνητο” ή “όταν είμαι εκεί επάνω δε σκέπτομαι τίποτα άλλο παρά μόνο την πτήση” ή “όταν πετώ αφήνω όλα τα βάρη κάτω”)

Αρνητικοί παράγοντες

Οι αρνητικοί παράγοντες είναι αυτοί οι οποίοι επιδρώντας στον χειριστή προκαλούν άγχος και αναζωπυρώνουν τον αρχαίο φόβο για την πτήση. Οι συνηθέστεροι αρνητικοί παράγοντες είναι οι παρακάτω.

Περιστασιακοί παράγοντες όπως

α.Πρόσφατο θανατηφόρο αεροπορικό ατύχημα στη μονάδα του χειριστή ή σε άλλη μονάδα,ιδιαίτερα στην περίπτωση εκείνη όπου ο νεκρός ήταν συνδεδεμένος μαζί του φιλικά ή συγγενικά.Ακόμη εάν οι μεταξύ τους οικογενειακές σχέσεις ήταν στενές ή είχαν κοινά χαρακτηριστικά, όπως παρόμοια ηλικία,ίδιο αριθμό παιδιών ή κοινή καταγωγή,τότε διευκολύνεται η ταυτοποίηση με τον Θανόντα χειριστή η οποία μπορεί να προκαλέσει άγχος θανάτου, που εκδηλώνεται σαν απαρέσκεια πτήσεων.

β.Επικίνδυνες ασκήσεις και εμπλοκές σε συνδυασμό με την εμφάνιση έκτακτων καταστάσεων, όπως(αναγκαστικές)χαμηλές πτήσεις λόγου καιρού που χαρακτηρίζονται από υψηλό κίνδυνο, χαμηλή ναυτηλία κατά τη διάρκεια της οποίας εμφανίστηκε επικίνδυνη κατάσταση(πρόσκρουση σε δένδρο,εισρόφηση πτηνού με κράτηση κινητήρα κ.α.),περιδίνηση με δύσκολη έξοδο απ' αυτή,κ.α.

γ.Αλλαγές στα πτητικά καθήκοντα.Περιλαμβάνει αλλαγή τύπου αεροσκάφους,όπου ο νέος τύπος έχει ιδιαίτερα(δύσκολα)πτητικά χαρακτηριστικά ή είναι παλιός ή συνοδεύεται από άσχημο όνομα, όπως παλαιότερα συνέβαινε με το F-104,το οποίο αποκαλούσαν "ιπτάμενο φέρετρο". Επίσης αλλαγή πτητικού ρόλου όπως μετάθεση του χειριστού από μοίρα βομβαρδισμού σε μοίρα αναχαίτησης, καθώς και αλλαγή της Θέσης μέσα στο αεροσκάφος(πίσω κάθισμα),είναι δυνατόν να προκαλέσουν άγχος για την πτήση.

δ.Απώλεια συνειδησης κατά τη διάρκεια της πτήσης, που μπορεί να συμβεί για οποιοδήποτε λόγο και διάρκεια αρκετά δευτερόλεπτα σε κρίσιμη φάση της πτήσης, είναι δυνατόν να προκαλέσει έντονους πόνους Θανάτου και αναζωπύρωση φόβου πτήσεως.

ε.Συχνά μηχανικά προβλήματα.

2.Έντονος ρυθμός εργασίας,όπως πολλές υπηρεσίες(readiness)και συχνές εμπλοκές,είναι δυνατόν να προκαλέσουν χρόνια κόπωσης και διαταραχής του ισοζυγίου πτήσης.Επίσης η υποβάθμιση του ρόλου της Μοίρας που ανοίκει ο χειριστής,λόγο παλαιότητας των αεροσκαφών της,είναι δυνατόν να δημιουργήσουν μείωση κινήτρου για τις πτήσεις και εμφάνιση διαταραχής του ισοζυγίου πτήσης.

3.Προβλήματα σχέσεων με τους προϊστάμενους ή τους άλλους χειριστές,όπως η μη αποδοχή από τους υπόλοιπους χειριστές της Μοίρας,λόγο μειωμένων χειριστικών ικανοτήτων,είναι δυνατόν να προκαλέσουν του ισοζυγίου πτήσης.

Κατάσταση ισοζυγίου πτήσης Οι θετικοί και αρνητικοί παράγοντες που αναφέρθηκαν προηγουμένως,δρουν ανα πάσα στιγμή στον χειριστή,δημιουργώντας οι μεν Θετικοί την επιθυμία για την πτήση,οι δε αρνητικοί αναζωπυρώνουν τον αρχαϊκό φόβο για το ύψος και την πτήση.Βέβαια η μεταξύ τους σχέση δεν είναι σχέση προσθαφαίρεσης συνήθως απαιτούνται περισσότερη από ένας αρνητικοί παράγοντες προκειμένου να εμφανισθεί διαταραχή του ισοζυγίου πτήσης.Σύμφωνα με τα ανωτέρω υπάρχουν οι παρακάτω δυνατές περιπτώσεις στο ισοζύγιο πτήσεων.

.Θετικό ισοζύγιο Όταν έχουμε θετικό ισοζύγιο,ο χειριστής πετά χωρίς προβλήματα.Στη περίπτωση αυτή διακρίνουμε τρεις υποκατηγορίες.

α. Πλήρης αντιρρόπηση του ισοζυγίου. Στην περίπτωση αυτή επικρατούν πλήρως οι θετικοί παράγοντες και ο χειριστής χρησιμοποιεί τον αμυντικό μηχανισμό της *άρνησης* για να αντιμετωπίσει τα συναισθήματα φόβου που σχετίζονται με τους κινδύνους της πτήσης.Πλήρης αντιρρόπηση παρατηρείται στους νέους χειριστες, οι οποίοι έχουν ένα αίσθημα παντοδυναμίας και ατρωτότητας.Σαν αποτέλεσμα ποτέ δεν σκέφτονται ότι ο θάνατος μπορεί να πλήξει τους ίδιους.

β. Μερική αντιρρόπηση του ισοζυγίου. Παρατηρείται μετά τα πρώτα 3-6 χρόνια της πτήσης.Ο χειριστής σαν πιο πεπειραμένος, γνωρίζει καλύτερα τις δικές του δυνατότητες,καθώς και τους περιορισμούς του αεροσκάφους και αρχίζει πλέον να υπολογίζει περισσότερο τον κίνδυνο.Στη φάση αυτή αρχίζει να χρησιμοποιεί *ψυχαναγκαστικούς μηχανισμούς* (μόνωση και ακύρωση) και να ακολουθεί πιστότερα τις διαδικασίες και τα εγχειρίδια του αεροσκάφους.

γ. Αρχόμενη κάμψη αντιρρόπησης. Συνήθως παρατηρείται μετά τα πρώτα 10 χρόνια της πτήσης,οπότε εμφανίζονται στη προσωπική ζωή του χειριστή διάφοροι άλλοι παράγοντες,όπως είναι η απόκτηση οικογένειας και παιδιών , που επιβάλουν την

ψυχραιμότερη εκτέλεση της πτήσης,την πλήρη γνώση των κινδύνων,καθώς και την αναγνώριση των περιορισμών λόγω ηλικίας.

Τόσο στη προηγούμενη όσο και σ'αυτή την φάση του ισοζυγίου, ο χειριστής χρησιμοποιεί εκτός από τους ψυχαναγκαστικούς και άλλους αμυντικούς μηχανισμούς, όπως είναι η *καταπίεση, το χιούμορ και η εκλογίκευση*(εκφράζουν ικανοποίηση για το επίπεδο της εκπέδευσης και για το πόσο καλό είναι το αεροσκάφος).

Αρνητικό ισοζύγιο. Στο αρνητικό ισοζύγιο οι πτήσεις Παύουν τελείως. Εκτός από το αρχικό στάδιο (εκπαίδευση), αρνητικό ισοζύγιο συνήθως εμφανίζεται στην ηλικία των 35-40 ετών. Στη φάση αυτή ο χειριστής προσπαθεί να πετά σε πτήσεις ρουτίνας, επιδιώκει μετάθεση σε μοίρα μεταφορικών αεροσκαφών ή ασχολείται περισσότερο σε διοικητικά θέματα. Σε περίπτωση που δεν καταφέρει κάτι από τα προηγούμενα, τότε το αρνητικό ισοζύγιο παίρνει κάποια κλινική μορφή.

Οι κλινικές μορφές με τις οποίες εμφανίζεται το αρνητικό ισοζύγιο πτήσης είναι οι κατωτέρω.

α. Ψυχοσωματικές παθήσεις. Οι συνηθέστερες είναι η αρτηριακή υπέρταση, έλκος βολβού δωδεκαδακτύλου, ελκώδης κολίτις, βρογχικό άσθμα και κεφαλαλγίες τάσεων.

β.Μετατρεπτικού τύπου διαταραχές.Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται η αεροναυτία, η πάρεση, η αμβλυωπία και η κώφωση.

Η αεροναυτία είναι ιδιαίτερα συχνή κατά την αρχική πτητική εκπαίδευση, όπου ένα ποσοστό έως 30% παρουσιάζει αεροναυτία.Όμως τελικά μόνο το 5% περίπου των εκπαιδευομένων αποκλείεται από τις πτήσεις λόγω της αεροναυτίας.

Διαφορική διάγνωση θα πρέπει να γίνει μεταξύ της αεροναυτίας που οφείλεται σε φόβο πτήσης και της αεροναυτίας που παρατηρείται σε άτομα (συνήθως εκπαιδευόμενους) με ψυχαναγκαστικά στοιχεία στην προσωπικότητά τους, τα οποία προσπαθώντας να εκτελέσουν σωστά την πτήση παρουσιάζουν άγχος (άγχος εκτέλεσης-performance anxiety),το οποίο σωματοποιείται.

Η πάρεση, η αμβλυωπία και η κώφωση, είναι εξαιρετικά σπάνιες κατά την ειρηνική περίοδο, εμφανίζονται όμως συχνά κατά τη διάρκεια πολεμικών αναμετρήσεων.

γ. Προσποίηση. Ο χειριστής προσποιείται ασθένειες ή συμπτώματα που είναι δύσκολο να αποδειχθούν κλινικά.

δ. Ψυχωτικό επεισόδιο. Είναι εξαιρετικά σπάνιο και εμφανίζεται κατ' εξοχήν σε περιόδους πολεμικών αναμετρήσεων. Εμφανίζεται αιφνίδια και περιλαμβάνει συνήθως διαταραχές αντίληψης (ψευδαισθήσεις) και διαταραχές από την σκέψη.

ε. Φόβος πτήσης. Στην περίπτωση αυτή ο χειριστής εκφράζει ανοικτά τον φόβο του για τις πτήσεις και ζητά την διακοπή των πτήσεων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 29: Ο ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ ΣΤΗΝ ΠΡΟΚΛΗΣΗ ΑΕΡΟΠΟΡΙΚΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ

ΥΠΣΓΟΣ (ΥΙ) ΙΩΑΝΝΗΣ ΜΑΡΚΟΥ

Ο 1^{ος} αιώνας του ανθρώπινου παράγοντα Ο άνθρωπος άρχισε να χρησιμοποιεί εργαλεία τουλάχιστον πριν από 5000 χρόνια. Το ότι προσαρμόσε σ' αυτά χειρολαβές με τις οποίες μπορούσε να τα χειρίζεται πιο άνετα ήταν η πρώτη εφαρμογή των βασικών αρχών της εργονομίας για να αυξήσει την αποτελεσματικότητα της εργασίας του. Η πραγματική εξέλιξη όμως της εργονομίας ή του Ανθρώπινου Παράγοντα (Α.Π.) ως μια νέας τεχνολογίας έχει συμβεί τα τελευταία εκατό χρόνια.

Η ανάγκη κατά τον Α' Παγκόσμιο Πόλεμο να βελτιωθεί η παραγωγή των εργοστασίων, το μεγαλύτερο μέρος της οποίας γινόταν από γυναίκες, νέες σ' αυτόν τον επαγγελματικό χώρο, έδωσε μια σημαντική ώθηση στην ανάπτυξη της εργονομίας και γέννησε την έννοια του Ανθρώπινου Παράγοντα. Αλλά και στις Η.Π.Α. από το 1917 ως το 1918 δύο εκατομμύρια νεοσύλλεκτοι στο στρατό πέρασαν από δοκιμασίες ευφυΐας με σκοπό να χρησιμοποιηθούν πιο αποτελεσματικά στα στρατιωτικά τους καθήκοντα. Ορόσημο στον πρώτο αιώνα του Ανθρώπινου Παράγοντα ήταν η έρευνα που έγινε στο Hawthorne των Η.Π.Α. από το 1924 ως το 1930. Εκεί διαπιστώθηκε ότι η αποδοτικότητα στην εργασία μπορεί να επηρεαστεί σημαντικά από ψυχολογικούς παράγοντες που δεν έχουν άμεση σχέση με την εργασία αυτή καθ' αυτή. Αυτό είναι ακόμα και σήμερα γνωστό με την ονομασία "το αποτέλεσμα Hawthorne".

Έτσι, δημιουργήθηκε μία νέα αντίληψη για τα κίνητρα στην εργασία ξεπερνώντας τις παλαιότερες αντιλήψεις που ήταν εστιασμένες μόνο στην προσαρμογή της μηχανής στις φυσιολογικές ανθρώπινες δυνατότητες.

Μια ακόμα ώθηση για την έρευνα του Ανθρώπινου Παράγοντα ήταν ο Β' Π.Π., όταν η τεράστια τεχνολογική εξέλιξη είχε ως αποτέλεσμα να κατασκευαστούν μηχανές με τόσο μεγάλες δυνατότητες που ο άνθρωπος να μην μπορεί να τις εκμεταλλευτεί πλήρως. Το ίδιο διάστημα άρχισε να γίνεται πιο μεθοδικά η επιλογή και η εκπαίδευση των προσωπικού.

Στο Cambridge, το εργαστήριο ψυχολογίας του πανεπιστημίου έθεσε το δεύτερο ορόσημο στην έρευνα για στον Ανθρώπινο Παράγοντα. Κατασκεύασε ένα εξομοιωτή πιλοτηρίου για έρευνα, ο οποίος από τότε είναι γνωστός ως "το πιλοτήριο του Cambridge". Από μελέτες που έκαναν σ' αυτόν τον εξομοιωτή κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η επιτυχία στο χειρισμό εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό από το σχεδιασμό, την ταξινόμηση και την παρουσίαση των οργάνων και των διακοπών. Με άλλα λόγια για την κάλλιστη αποτελεσματικότητα έπρεπε να προσαρμοστεί η μηχανή στα ανθρώπινα χαρακτηριστικά και όχι το αντίθετο, όπως επικρατούσε μέχρι τότε.

Τρίτο ορόσημο στα εκατό χρόνια του Ανθρώπινου Παράγοντα ήταν η ανάπτυξη της εργονομίας ως μιας ξεχωριστής και αυτόνομης τεχνολογίας. Το 1944 υπολογίστηκε ότι τρία στα τέσσερα αεροπορικά ατυχήματα συνέβαιναν από αυτό που ονόμαζαν ανθρώπινο σφάλμα με την μία ή την άλλη μορφή. Αυτό επιβεβαιώθηκε ξανά 35 χρόνια αργότερα από την IATA.

Τέταρτο ορόσημο πρέπει να θεωρηθεί η αναγνώριση της ανάγκης για εκπαίδευση στον Ανθρώπινο Παράγοντα. Η εκπαίδευση αυτή ξεκίνησε διστακτικά στις αρχές του 1971 από την Αγγλία και ήταν ένα σεμινάριο δυο εβδομάδων, κάτι που αργότερα υιοθετήθηκε από αρκετές αεροπορικές εταιρείες διαφόρων χωρών.

Ο ορισμός του Ανθρώπινου Παράγοντα Ο όρος Ανθρώπινος Παράγοντας (Α.Π.) πρέπει να οριστεί επακριβώς γιατί στην καθομιλουμένη σημαίνει γενικά οποιοδήποτε παράγοντα έχει σχέση με τον άνθρωπο με διαφορετική κάθε φορά έννοια, ανάλογα με το τι θέλουμε να εκφράσουμε. Ο Α.Π. αφορά τον άνθρωπο, τη σχέση του με τις μηχανές, με τις διαδικασίες, με το περιβάλλον που ζει και εργάζεται και τέλος με τους άλλους ανθρώπους. Ένας ορισμός του Ανθρώπινου Παράγοντα όπως εκφράσθηκε από τον καθηγητή Edwards

είναι " Ο Ανθρώπινος παράγοντας ασχολείται με την απεικόνιση των σχέσεων των ανθρώπων με τις δραστηριότητές τους μέσω της συστηματικής εφαρμογής των ανθρωπίνων επιστημών"

Ο άνθρωπος είναι το πιο ευέλικτο, πολύτιμο και προσαρμοζόμενο στοιχείο του αεροπορικού συστήματος, αλλά είναι ταυτόχρονα το πιο τρωτό στις επιδράσεις που μπορούν να επηρεάσουν τις δυνατότητες του. Με οποιαδήποτε ιδιότητά του (χειριστής, τεχνικός, σχεδιαστής, κ.λ.π.) είχε ανέκαθεν τη μεγαλύτερη ευθύνη για τα αεροπορικά ατυχήματα. Όμως μόλις τα τελευταία χρόνια έχουμε αρχίσει να επικεντρώνουμε την προσοχή μας στη βαθύτερη ανάλυση των δυνατοτήτων του ανθρώπου. Στην ιστορία της αεροπορίας πολλά ατυχήματα έχουν προκληθεί από ελαττωμένη ανθρωπίνη απόδοση και αυτό τις περισσότερες φορές έχει ονομαστεί "σφάλμα χειριστού"

Ο όρος "σφάλμα χειριστού" δεν προσφέρει τίποτε στην πρόληψη των ατυχημάτων. Στην πραγματικότητα τις περισσότερες φορές δεν είναι ακριβής γιατί αν και μπορεί να προσδιορίζει ΠΟΥ μέσα στο σύστημα συνέβη το ατύχημα δεν βοηθά καθόλου στον εντοπισμό του ΓΙΑΤΙ συνέβη. Η μελέτη του Α.Π. είναι ίσως η πιο δυναμική προσέγγιση στην ασφάλεια των πτήσεων που αλλάζει και βελτιώνεται συνεχώς βασιζόμενη σε νέες ιδέες, νέες έρευνες και βαθύτερη κατανόηση του ανθρώπου. Για παράδειγμα, η επιθεώρηση του αφους για ρωγμές και διάβρωση μπορεί να μην είναι τόσο καλή όσο θα θέλαμε. Φαίνεται να μην έχει σχέση και όμως είναι ένα πρόβλημα μέσα στο πεδίο του ενδιαφέροντος του Α.Π. Ο μηχανικός που στείλαμε με τη συσκευή υπερήχων για να επιθεωρήσει μια σειρά από 500 πριτσίνια αρχίζει να χάνει το ενδιαφέρον για την εργασία του μετά τα 50 πρώτα περίπου, αν δεν το έχει χάσει νωρίτερα. Ο καλύτερος μηχανικός μας δεν θα καταφέρει να επιθεωρήσει κατά 100% και τα 500 πριτσίνια μέσα στο χρόνο που του δώσαμε και αυτό δεν θα είναι δικό του λάθος. Είναι δικό μας. Το ανθρώπινο σφάλμα μέσα στο σύστημα μπορεί να έχει σχεδιαστεί, προκληθεί ή παρακινηθεί από ανεπαρκή εκπαίδευση, κακό σχεδιασμό διαδικασιών ή φτωχή σχεδίαση και προετοιμασία των εγχειριδίων.

Ο κλάδος του Ανθρώπινου Παράγοντα Από τα πρώτα ενδιαφέροντα της αεροπορίας ήταν τα αποτελέσματα του θορύβου, των δονήσεων, της ζέστης, του κρύου και των επιταχύνσεων πάνω στον άνθρωπο. Ο πλησιέστερος στη γνώση της φυσιολογίας ήταν ο γιατρός και γι' αυτό είχε δημιουργηθεί μια από τις πιο επίμονες και λανθασμένες αντιλήψεις για τον Α.Π., ότι είναι ένας κλάδος Ιατρικής. Η βελτίωση του ρόλου του ανθρώπου σ' αυτό το περίπλοκο περιβάλλον εργασίας συμπεριλαμβάνει όλες τις πλευρές των ανθρωπίνων δυνατοτήτων και συμπεριφοράς: τη λήψη αποφάσεων και τις συνειδητές λειτουργίες του, τη σχεδίαση των χειριστηρίων και των οργάνων του πιλοτηρίου, των χαρτών και των εγχειριδίων των αφών. Η γνώση γύρω από τον ΑΠ. χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο στην επιλογή του προσωπικού, στην εκπαίδευση και στη διερεύνηση των αεροπορικών ατυχημάτων.

Ο Α.Π., όπως και οι περισσότερες συναφείς δραστηριότητες, πειθαρχούν στις φυσικές ικανότητες του ανθρώπου. Για παράδειγμα, για να καταλάβουμε πως ο άνθρωπος επεξεργάζεται τις πληροφορίες και παίρνει αποφάσεις χρησιμοποιούμε την ψυχολογία. Η κατανόηση των διαδικασιών αίσθησης; όπως τα μέσα εντοπισμού και μετάδοσης πληροφοριών, προέρχεται από τη γνώση της ψυχολογίας και της φυσιολογίας. Οι διαστάσεις, οι αναλογίες και οι κινήσεις του σώματος, βασικά στοιχεία στη βελτίωση της σχεδίασης των οργάνων ελέγχου καθώς και άλλων εργασιών στο πιλοτήριο, βρίσκονται από την ανθρωπομετρία και τη βιομετρία. Η βιολογία και η συνεχώς εξελισσόμενη και σημαντική θυγατέρα της η χρονοβιολογία χρειάζονται για να κατανοηθεί η φύση των βιορρυθμών και του ύπνου και τα αποτελέσματά τους στη νυκτερινή πτήση και τις αλλαγές της ώρας. Τελικά, καμιά εκμετάλλευση των στοιχείων από έρευνες και μελέτες δεν μπορεί να γίνει χωρίς μια βασική κατανόηση της στατιστικής.

Ο Α.Π. αναφέρεται στους ανθρώπους, στο πως ζουν και εργάζονται, στις σχέσεις τους με τις μηχανές, με τις διαδικασίες και το περιβάλλον καθώς και στις σχέσεις που έχουν μεταξύ τους. Στην αεροπορία ο Α.Π. συμπεριλαμβάνει τις ιατρικές, προσωπικές και βιολογικές απόψεις για την καλύτερη δυνατή εκμετάλλευση και αξιοποίηση των αεροσκαφών και της εναέριας κυκλοφορίας.

Ο καθηγητής Edwards αναφέρει ότι χρησιμοποιώντας αυτές τις ακαδημαϊκές πηγές πληροφοριών ο Α.Π. ενδιαφέρεται να λύσει τα πρακτικά προβλήματα μέσα στην πραγματικότητα. Ο Α.Π. είναι πρακτικός στη φύση του και κατευθύνεται στο πρόβλημα παρά επικεντρώνεται στην πειθαρχία. Η σχέση μεταξύ του Α.Π. και των ανθρωπιστικών επιστημών μπορεί να συγκριθεί με αυτήν ανάμεσα στη μηχανική και της φυσική επιστήμη.

Ένας ορισμός για τον Α.Π όπως προτείνεται από τον καθηγητή Edwards αναφέρει ότι: "η επιστήμη του Α.Π. ενδιαφέρεται για τη βελτίωση της σχέσης μεταξύ των ανθρώπων και των δραστηριοτήτων τους, με τη συστηματική εφαρμογή των ανθρωπιστικών επιστημών, που εντάσσονται μέσα στο πλαίσιο των συστημάτων μηχανικής". Ο καθ. Edwards προχωρώντας στον προτεινόμενο ορισμό του συμπληρώνει ότι, ο όρος "άνθρωπος" αναφέρεται και στα δύο φύλα και ο όρος "δραστηριότητες" περιλαμβάνει και το ιδιαίτερο ενδιαφέρον τόσο για την επικοινωνία μεταξύ των ανθρώπων μεμονωμένα όσο και για τη σχέση και συμπεριφορά καθ' ενός χωριστά και των ομάδων ως σύνολο. Οι ανθρωπιστικές επιστήμες μελετούν τη δομή και τη φύση των ανθρώπων, τις ικανότητες και τους περιορισμούς τους καθώς και τη συμπεριφορά τους τόσο μεμονωμένα όσο και σε ομάδες. Αντικειμενικός σκοπός του Α.Π. μπορεί να θεωρηθεί η λειτουργικότητα του συστήματος, το οποίο περιλαμβάνει την ασφάλεια, αποτελεσματικότητα και ευημερία του ατόμου.

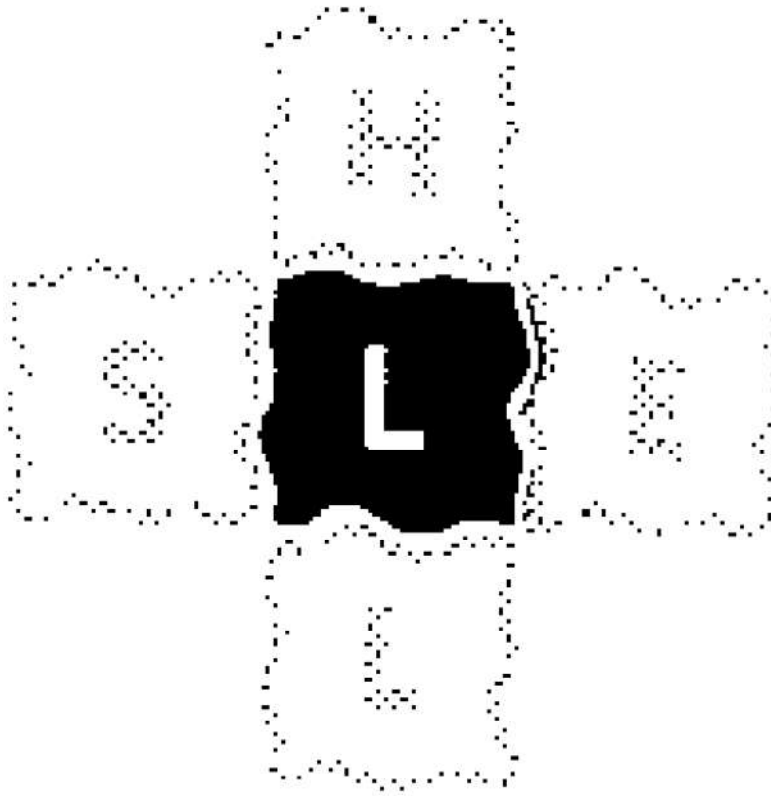
Η απεικόνιση SHELL Για να μπορέσουμε να καταλάβουμε τον Α.Π. θα μας βοηθήσει πολύ να χρησιμοποιήσουμε μια απεικόνιση. Αυτή θα είναι ένα διάγραμμα που χρησιμοποιεί ανεξάρτητα τμήματα κάθε ένα από τα οποία αντιπροσωπεύει ένα ξεχωριστό παράγοντα (συντελεστή, συστατικό μέρος) του Α.Π. Η νοητική αυτή απεικόνιση ονομάστηκε SHELL παίρνοντας τα αρχικά από τις λέξεις : S - Software, H - Hardware, E - Environment L - Liveware. Ορίστηκε από τον καθ. Edwards το 1972 και αναπτύχθηκε περισσότερο από τον Hawking το 1975. Για να προσαρμόσουμε το μοντέλο αυτό στον Α.Π. και την ιδέα Άνθρωπος - Μηχανή Περιβάλλον δίνουμε την παρακάτω επεξήγηση στα τμήματά του:

Software = Διαδικασίες και ερμηνεία συμβόλων (όλες δηλαδή οι πληροφορίες, οι κανονισμοί και οι περιορισμοί που χρησιμοποιούνται για να λειτουργήσει το σύστημα)

Hardware =Μηχανή (αφος, συσκευές εξυπηρέτησης πτήσεων, radar κ.λ.π.)

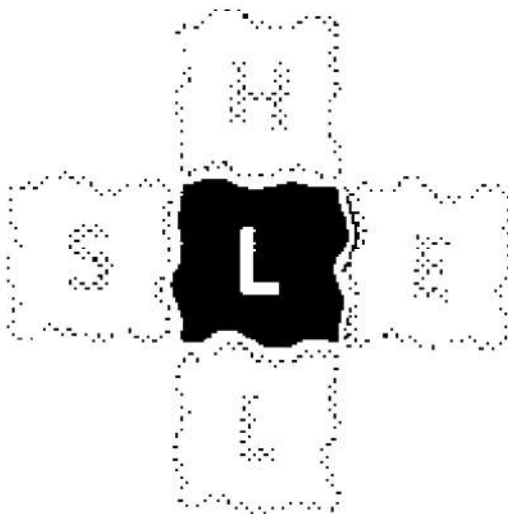
Liveware = Άνθρωπος

Environment =Περιβάλλον μέσα στο οποίο κινούνται τα S-H-L(αποστολή, καιρός, μορφολογία εδάφους-αεροδρομίων κ.λ.π.)



Στο διάγραμμα αυτό το ταίριασμα των τμημάτων είναι το ίδιο σημαντικό με αυτά καθ' αυτά τα τμήματα. Μια ανικανότητα σε δυο τμήματα να ταιριάξουν σωστά μπορεί να είναι ένα σημείο που θα ξεκινήσει το ανθρώπινο λάθος. Ο όρος Liveware (άνθρωπος) μπαίνει δύο φορές στο διάγραμμα γιατί έχει επίδραση τόσο στους άλλους παράγοντες όσο και στον ίδιο. Το νοητικό μοντέλο SHELL μπορούμε να το χρησιμοποιήσουμε τόσο αναφερόμενοι στη γενική μορφή (Αεροπορία - Στρατός) όσο και στην πολύ ειδική (Μοίρα - Αρχηγός Σχηματισμού ή Αρχηγός - Μέλη Σχηματισμού).

Άνθρωπος (Liveware)



Στο κέντρο τον μοντέλου βρίσκεται ο άνθρωπος, το πιο κρίσιμο όσο και το πιο ευέλικτο τμήμα του μοντέλου. Ο άνθρωπος υπόκειται σε πολλούς περιορισμούς και αλλαγές γι' αυτό και τα άκρα του τμήματος αυτού παρουσιάζουν πολύ μεγάλη ελαστικότητα και είναι πολύπλοκα. Οι επαφές του τμήματος αυτού με τα υπόλοιπα πρέπει να μελετηθούν σε βάθος και να υπολογιστούν με ακρίβεια ώστε να αποφευχθεί το stress από την αδυναμία να ταιριάξουν σωστά προκαλώντας έτσι την κατάρρευση του μοντέλου.

Για να πετύχουμε το καλύτερο δυνατό ταίριασμα αυτού του τμήματος πρέπει να καταλάβουμε τα χαρακτηριστικά του μερικά από τα οποία είναι :

α) Εξωτερική Εμφάνιση και Διαστάσεις: Βασικό στοιχείο στο σχεδιασμό οποιοδήποτε χώρου εργασίας έχουν οι

σωματικές διαστάσεις και δυνατότητες κινήσεων του ανθρώπου. Είναι λοιπόν ένα στοιχείο που πρέπει να υπολογιστεί σοβαρά από τα πρώτα στάδια του σχεδιασμού του χώρου εργασίας. Οι πληροφορίες γι' αυτό θα πρέπει να αντληθούν από την ανθρωπομετρία και τη βιομετρία.

β) Φυσικές Ανάγκες: Οι ανάγκες δηλαδή του ανθρώπου για τροφή, νερό, οξυγόνο. Η έλλειψη αυτών μπορεί να επηρεάσει την απόδοση του και την καλή του κατάσταση.

γ) Χαρακτηριστικά Απόδοσης: Περιλαμβάνει τα αισθητήρια όργανα του ανθρώπου με τα οποία δέχεται τις πληροφορίες του εξωτερικού του χώρου και τα οποία τον κάνουν ικανό να ανταποκρίνεται στις εξωτερικές καταστάσεις που αντιμετωπίζει φέρνοντας έτσι σε πέρας το έργο του. Η εκμετάλλευση των οργάνων αυτών από τον άνθρωπο υπόκειται σε πολλούς περιορισμούς, οι οποίοι προέρχονται από διάφορους λόγους. Η φυσιολογία και η βιολογία θα είναι οι κύριες πηγές πληροφοριών γι' αυτά.

δ) Επεξεργασία Πληροφοριών: Αυτό το ανθρώπινο χαρακτηριστικό έχει πολύ σοβαρούς περιορισμούς. Είναι ανώφελο να δώσουμε στο χειριστή για παράδειγμα πληροφορίες σε μία οθόνη, οι οποίες είναι μπερδεμένες και δεν μπορεί να τις αξιοποιήσει. Από την αδυναμία υπολογισμού αυτών των ανθρωπίνων περιορισμών προέρχεται η ελλιπής σχεδίαση των οργάνων και των συστημάτων προειδοποίησης. Στη σωστή επεξεργασία των πληροφοριών μεγάλο ρόλο παίζουν η μακροπρόθεσμη και βραχυπρόθεσμη μνήμη, όπως και το κίνητρο και το stress. Η πηγή πληροφοριών μας εδώ θα είναι η ψυχολογία.

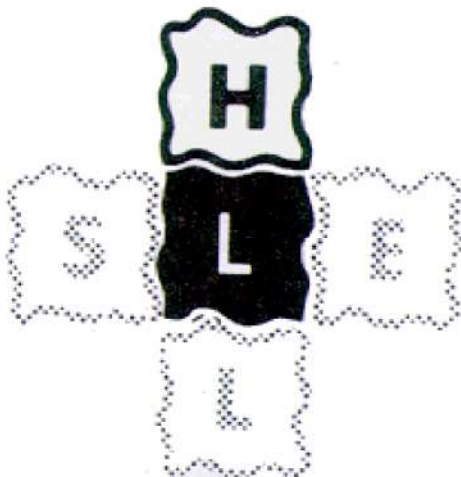
ε) Εξωτερικά Χαρακτηριστικά: Μετά τη συλλογή και την επεξεργασία των πληροφοριών οι εντολές μεταφέρονται στους μυς για να εκτελέσουν μια καθορισμένη κίνηση ή ακόμα και μια επικοινωνία. Θα πρέπει να ξέρουμε το μέγεθος των δυνάμεων που μπορούν να εφαρμοστούν στην επιθυμητή κατεύθυνση κίνησης των διακοπών ελέγχου. Τα χαρακτηριστικά της φωνής είναι από τα σημαντικότερα στοιχεία για την επίτευξη αποτελεσματικής επικοινωνίας. Εδώ θα αντλήσουμε πληροφορίες από τη βιομετρία και τη φυσιολογία.

στ) Ανοχές στο Περιβάλλον: Ο άνθρωπος όπως και η μηχανή είναι σχεδιασμένος να εργάζεται αποδοτικά μόνο μέσα σ' ένα πολύ στενό εύρος συνθηκών του περιβάλλοντος. Η θερμοκρασία, η υγρασία, η πίεση, το φως, ο θόρυβος κ.α. έχουν επίδραση πάνω στον άνθρωπο και στη φυσική του κατάσταση. Στους λιγότερο ανθεκτικούς η απόδοση μπορεί ακόμα να επηρεαστεί από το ύψος, τους κλειστούς χώρους, ακόμα και από την πτήση. Ένα βαρετό ή στρεσογόνο περιβάλλον εργασίας πρέπει να αναμένεται ότι θα επηρεάσει την απόδοση για εργασία. Η φυσιολογία, η βιολογία και η ψυχολογία δίνουν όλες σημαντικές πληροφορίες σ' αυτόν τον τομέα.

Έχοντας τον άνθρωπο, με όλα τα χαρακτηριστικά του, στο κέντρο του μοντέλου SHELL πρέπει να προσαρμόσουμε ανάλογα τα υπόλοιπα τμήματά του για να ταιριάξουν σ' αυτό το κεντρικό τμήμα. Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό αυτού του κεντρικού στοιχείου είναι ότι οι άνθρωποι διαφέρουν μεταξύ τους. Ενώ είναι δυνατό να σχεδιαστεί και να κατασκευαστεί μια μηχανή με συγκεκριμένες προδιαγραφές και να αναμένεται μια συγκεκριμένη απόδοση, αυτό δεν είναι δυνατό με το ανθρώπινο στοιχείο που είναι δεδομένο ότι θα υπάρχουν μεταβολές και αποκλίσεις από το αναμενόμενο. Μερικές από τις διαφορές, με την προϋπόθεση ότι θα γίνουν έγκαιρα αντιληπτές, μπορούν να ελεγχθούν με την κατάλληλη επιλογή, εκπαίδευση και εφαρμογή διαδικασιών. Άλλες μπορεί να μην επιδέχονται μεταβολές και το σύστημά μας να πρέπει να σχεδιαστεί εξ αρχής έτσι ώστε να αντεπεξέρχεται σ' αυτές με ασφάλεια. Ο όρος Liveware είναι το κέντρο στο μοντέλο SHELL. Τα υπόλοιπα στοιχεία θα πρέπει να προσαρμοστούν για να ταιριάξουν σ' αυτό.

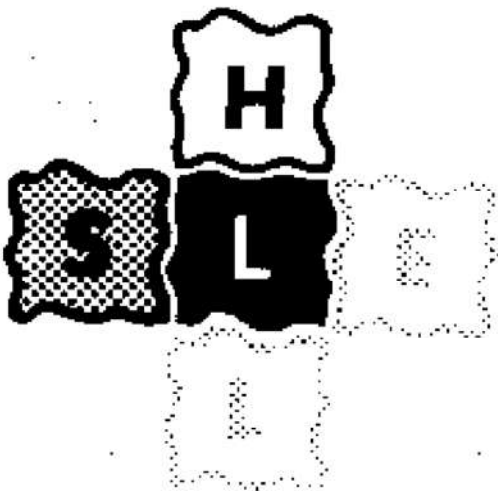
Άνθρωπος - Μηχανή (Liveware-Hardware)

Το πρώτο από τα στοιχεία της απεικόνισης που πρέπει να προσαρμοστεί στον άνθρωπο είναι η μηχανή. Η αλληλεπίδραση αυτή είναι η πιο σημαντική μέσα στο μοντέλο SHELL και αφορά τη σχεδίαση του καθίσματος, σύμφωνα με τα



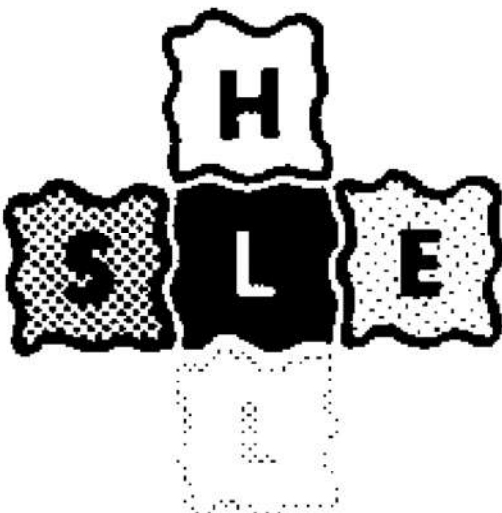
ανθρώπινα χαρακτηριστικά, την προσαρμογή της σχεδίασης των οργάνων έτσι ώστε οι ενδείξεις τους να γίνονται γρήγορα και εύκολα κατανοητές από τον άνθρωπο με τα αισθητήρια όργανά του και να τις επεξεργάζεται σωστά. Στη συνέχεια τη σωστή θέση και κίνηση των διακοπών κ.α. Ο χρήστης μπορεί ποτέ να μην αντιληφθεί μια μη αποτελεσματική συνύπαρξη των παραγόντων άνθρωπος-μηχανή μέσα στο σύστημα που κινείται, ακόμα και όταν καταλήξει σε ατύχημα.. Κανένας από αυτούς που έχουν σκοτωθεί επειδή διάβασαν λανθασμένα τις ενδείξεις ενός υψομέτρου με τρεις δείκτες, δεν θα ήταν σε θέση να αναγνωρίσει ότι αυτό έφταιγε για το ατύχημά τους. Σ' αυτό υπεύθυνη είναι η ανθρώπινη προσαρμοστικότητα η οποία καλύπτει τα σημεία εκείνα του συστήματος που δεν ταιριάζει η συνύπαρξη ανθρώπου-μηχανής χωρίς όμως αυτά να πάψουν να υφίστανται.

Άνθρωπος - Διαδικασίες (Liveware-Software)



Περιλαμβάνει την συνύπαρξη του ανθρώπου με τη άψυχη πλευρά του μοντέλου όπως είναι οι διαδικασίες, τα εγχειρίδια, οι κανονισμοί, η χρησιμοποιούμενη συμβολογία κ.α. Τα προβλήματα στη συνταίριαση αυτών των δυο τμημάτων του μοντέλου SHELL είναι λιγότερο εμφανή και γι' αυτό πολύ πιο δύσκολα στην επίλυση τους (π.χ. κακή ερμηνεία ενός σύμβολου ή μιας διαδικασίας). Για παράδειγμα, η χρησιμοποιούμενη συμβολογία στο HUD (Head Up Display) είναι ένα πεδίο στο οποίο έχει δοθεί πολύ μεγάλη βαρύτητα στην έρευνα για καλύτερευσή τους αλλά ακόμα και μετά ένα τέταρτο του αιώνα δεν έχει δοθεί μια γενικά αποδεκτή λύση.

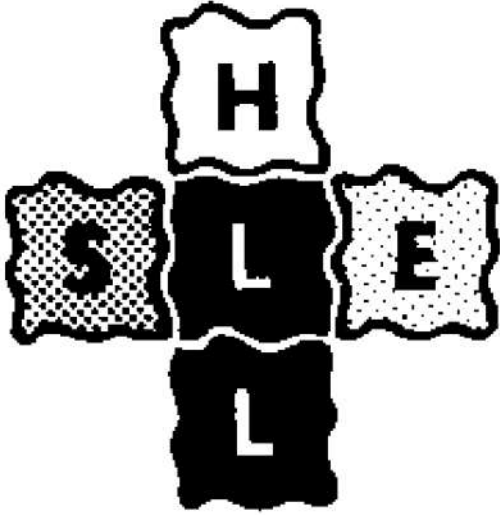
Άνθρωπος - Περιβάλλον (Liveware-Environment)



Είναι αυτή που πρώτη αναγνωρίστηκε για τη λήψη μέτρων που θα βοηθούσαν τον άνθρωπο να προσαρμοστεί στο περιβάλλον (κάσκα, μάσκα οξυγόνου, φόρμα αντί G). Αργότερα η τάση ήταν να γίνουν οι απαραίτητες δυνατές αλλαγές στο περιβάλλον έτσι ώστε να πληροί τις ανάγκες του ανθρώπου. Τοποθετήθηκαν συστήματα συμπίεσης στην καμπίνα των αεροσκαφών για να ελαττώσουν την ανάγκη χρησιμοποίησης οξυγόνου σε κανονικές συνθήκες πτήσης. Επίσης τοποθετήθηκαν συστήματα κλιματισμού για τη ρύθμιση της θερμοκρασίας. Τέλος η χρήση νέων υλικών με την αύξηση της τεχνολογίας χαμήλωσε αισθητά τα επίπεδα του θορύβου έτσι ώστε στα πολιτικά αεροσκάφη να μην απαιτείται η χρήση ακουστικών και να είναι δυνατή η συνομιλία μεταξύ

των επιβατών. Όμως νέα περιβαντολογικά προβλήματα έχουν αντικαταστήσει τα παλαιότερα. Οι συγκεντρώσεις όζοντος ακόμα και στα ύψη που συνήθως πετούν τα υποηχητικά αεροσκάφη μπορεί να είναι επικίνδυνες. Επίσης οι αλλαγές στους βιολογικούς ρυθμούς και τα αποτελέσματα από την έλλειψη ύπνου έχουν αυξηθεί δραματικά με την αύξηση των διηπειρωτικών πτήσεων και την ανάγκη για διατήρηση των κόστους σε χαμηλά επίπεδα.

Ανθρώπος - Άνθρωπος (Liveware-Liveware)



Αυτή είναι η σχέση μεταξύ των ανθρώπων. Η εκπαίδευση κι ο επαγγελματισμός είναι τα βασικά χαρακτηριστικά του ανθρώπου. Αρχικά το ενδιαφέρον ήταν στραμμένο στην απόδοση και το χαρακτήρα του κάθε χειριστή ξεχωριστά. Δεν αρκεί όμως σε μια ομάδα ανθρώπων να είναι όλοι επαγγελματίες. Το αποτέλεσμα δεν θα είναι τέλειο όπως πιθανόν φαίνεται λογικό αν δεν υπάρχει σωστή συνεργασία μεταξύ τους. Το μοντέλο SHELL ασχολείται με την αρχηγία στην ομάδα, τη συνεργασία των μελών της (CRM), και τις αλληλεπιδράσεις της προσωπικότητας του καθ' ενός. Μέσα στο πεδίο της έρευνας του Ανθρώπινου Παράγοντα είναι επίσης και η σχέση εκπαιδευτή και εκπαιδευόμενου και ως προέκταση αυτών η σχέση προϊσταμένου και υφισταμένου.

Ανθρώπινος Παράγοντας και Ασφάλεια Πτήσεων Ο καλύτερος τρόπος για να φανεί η επίδραση του Α.Π. στην ασφάλεια των πτήσεων είναι μέσω της περιγραφής κάποιων ατυχημάτων. Αυτά τα ατυχήματα προσέλκυσαν το ενδιαφέρον της αεροπορικής κοινότητας και βοήθησαν στην ανάπτυξη του Α.Π.

1972: Στη Florida Everglades ένα L1011 συντρίβεται. Ως ένα από τα κύρια αίτια ήταν η απόσπαση της προσοχής όλου του πληρώματος στην φωτεινή ένδειξη βλάβης του συστήματος προσγείωσης.

1974: Ένα B-707 συντρίβεται κατά τη προσέγγιση στη νήσο Samoa. Ένας αιτιολογικός παράγοντας ήταν η παραίσθηση black hole

1974: Ένα DC-10 συντρίβεται μετά την απογείωση εξαιτίας της αστοχίας μιας πόρτας. Ως παράγοντες του ατυχήματος αναφέρθηκαν η μειωμένη δύναμη με την οποία ασφαλίστηκε η πόρτα, η κακή σχεδίαση της πόρτας και η έλλειψη μνημονίου ενεργειών

1974: Ένα B-707 που προσεγγίζει το αεροδρόμιο Dulles της Washington συντρίβεται στο Mount Weather. Η κακή ορατότητα και η έλλειψη διαδικασιών και κανονισμών σε ότι αφορά την εναέρια κυκλοφορία επισημάνθηκαν μεταξύ των αιτιών.

1977: Δύο B-747 συγκρούονται στον διάδρομο στο αεροδρόμιο της Tenerife, με αποτέλεσμα τον θάνατο 583 ατόμων. Η κακή επικοινωνία μεταξύ του πύργου ελέγχου και των πληρωμάτων των 2 αεροσκαφών θεωρήθηκε ο κύριος παράγοντας

1984: Ένα DC-10 βγήκε εκτός διαδρόμου κατά τη προσγείωση στο αεροδρόμιο JFK της New York. Η υπερεμπιστοσύνη του πληρώματος στα αυτοματοποιημένα συστήματα του αεροσκάφους αναφέρθηκε ως ένα εκ των αιτιών.

Όλα τα παραπάνω ατυχήματα βοήθησαν στην λήψη μέτρων που αποσκοπούσαν στην καλύτερη ασφάλεια των πτήσεων. Μια σωστή και ολοκληρωμένη διερεύνηση ενός ατυχήματος, όσο και απλό ή άνευ σπουδαιότητας όσο και αν αυτό φαίνεται, θα οδηγήσει στην αποκάλυψη των πραγματικών αιτιών και θα αποτελέσει τη βάση για την πρόληψη παρομοίων καταστάσεων

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Ιδιαίτερες ευχαριστίες πρέπει να εκφραστούν στον Επγο (Ι) Στ. Κουτσαντώνη, Επόπτη του Σχολείου Αξιωματικών Ασφάλειας Πτήσεων για την ευγενική του καλοσύνη να προσφέρει κάποιες από τις σημειώσεις του σχετικά με τον Ανθρώπινο Παράγοντα και τα σχήματα του SHELL για την συγγραφή αυτού του κεφαλαίου

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 30: ΕΠΙΛΟΓΗ ΙΠΤΑΜΕΝΩΝ, ΜΕΘΟΔΟΙ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ

Ναούμ Καραμηνάς (Ειδ. Επιστήμων – Ψυχολόγος)

Αεροπορική ψυχολογία

Εάν θεωρήσουμε ότι η ψυχολογία έχει ως αντικείμενο τον άνθρωπο, τότε η αεροπορική ψυχολογία έχει ως αντικείμενο τον άνθρωπο που πετάει, είτε αυτός είναι χειριστής, ιπτάμενος μηχανικός, ραδιοναυτίλος, πλήρωμα αέρος ή ακόμα και επιβάτης αεροσκάφους (Ernsting, 1995).

Η αεροπορική ψυχολογία αποτελεί έναν εξειδικευμένο κλάδο της εφηρμοσμένης ψυχολογίας και σαν τέτοιος απασχολεί επαγγελματίες από όλο το φάσμα του γνωστικού της αντικειμένου (πχ βιομηχανική, κοινωνική, κλινική, εκπαιδευτική ψυχολογία κλπ). Τις ρίζες της βρίσκει κανείς στον 2^ο Παγκόσμιο Πόλεμο, όταν αναπτύχθηκε ραγδαία η αεροπορική τεχνολογία και συγχρόνως δημιουργήθηκε επιτακτική ανάγκη για τη γρήγορη και ορθή επιλογή και εκπαίδευση ιπτάμενου προσωπικού.

Έκτοτε, η ανάπτυξη του κλάδου συμβαδίζει με την ραγδαία εξέλιξη της αεροπορικής επιστήμης και η συμβολή του γίνεται ολοένα και πιο σημαντική, όσο αυξάνει η πολυπλοκότητα και το κόστος του τεχνικού εξοπλισμού και της εκπαίδευσης του ανθρώπινου δυναμικού. Τομείς όπως η εργονομία, η ανάλυση του εργασιακού περιβάλλοντος, η ανάλυση του φόρτου εργασίας, η επιλογή προσωπικού, η δημιουργία και χρήση μοντέρνων μεθόδων εκπαίδευσης, η διερεύνηση της ψυχολογικής πλευράς των ατυχημάτων και η διερεύνηση του ανθρώπινου παράγοντα (κλινικά και κοινωνικά προβλήματα, αντίληψη, προσοχή, μνήμη, προσωπικότητα, κλπ) αποτελούν το ευρύτατο πεδίο με το οποίο μπορεί να απασχοληθεί ο αεροπορικός ψυχολόγος του σήμερα.

Σκοπός των σύντομων αυτών σημειώσεων δεν είναι, φυσικά, η πλήρης εκπαίδευση στην αεροπορική ψυχολογία, αλλά μια επισκόπηση των τομέων που άπτονται της επιστήμης αυτής και ειδικότερα των περιοχών στις οποίες έχουν δραστηριοποιηθεί οι επιστήμονες της Π.Α. μέχρι σήμερα.

Επιλογή ιπτάμενου προσωπικού

Ορισμός της επιλογής

Στον χώρο της πτήσης γενικά, λαμβάνοντας υπ' όψη τις ιδιαιτερότητες των διαφόρων ειδικοτήτων του ιπτάμενου προσωπικού, θα ήταν περιεργό αν όλοι οι υποψήφιοι για τέτοιου είδους θέσεις ανταποκρίνονταν ακριβώς στις απαιτήσεις των θέσεων αυτών. Η πείρα, όπως και μακροχρόνιες μελέτες, έχουν δείξει ότι στις περισσότερες περιπτώσεις χρειάζεται να απαλειφθεί η ασυμβατότητα ανθρώπου-ειδικότητας προκειμένου το σύστημα να λειτουργήσει ικανοποιητικά. Η απάλειψη αυτή μπορεί να επιτευχθεί με τρεις τρόπους:

α. Εντατικοποίηση και αύξηση διάρκειας της εκπαίδευσης.

β. Μεταβολή της φύσης του έργου, έτσι ώστε να ταιριάζει στον άνθρωπο που κατέχει τη θέση.

γ. Επιλογή - Προσπάθεια δηλαδή εντοπισμού του ατόμου που ταιριάζει περισσότερο στη συγκεκριμένη ειδικότητα.

Είναι προφανές ότι ο τρίτος τρόπος υπερέχει κατά πολύ των υπολοίπων, τόσο ως προς την απαιτούμενη διάρκεια και το απαραίτητο κόστος (είναι προφανές το κόστος σε χρόνο και χρήμα που συνεπάγεται μια πιθανή εντατικοποίηση και επιμήκυνση της πτητικής εκπαίδευσης), όσο και προς την δυνατότητα εφαρμογής (θα μπορούσε κανείς να αλλάξει το έργο του ιπταμένου μόνο και μόνο για να μπορούν να το εκτελούν σχετικά ανίκανοι υποψήφιοι;).

Είναι αξιοσημείωτο ότι όσο πιο πολύπλοκη είναι μια εργασία, τόσο πιο δύσκολη αλλά και πιο απαραίτητη είναι η **ορθή επιλογή** αυτού που θα την εκτελέσει.

Η πτήση αποτελεί από τη φύση της ένα από τα δυσκολότερα έργα που μπορεί να κληθεί κάποιος να φέρει εις πέρας. Μπορεί λοιπόν, να συμπεράνει κανείς ότι η επιλογή ιπτάμενου προσωπικού είναι ένας ευαίσθητος αλλά και απαραίτητος τομέας, τα καλά ή κακά αποτελέσματα του οποίου μπορούν να έχουν μακροχρόνιες επιπτώσεις στην απόδοση ενός οργανωμένου συστήματος που χρησιμοποιεί πτητικά μέσα.

Είδη επιλογής

Ο όρος **επιλογή** μπορεί να αναφέρεται αποκλειστικά στην **αποδοχή ή απόρριψη** ενός υποψηφίου από ένα σύστημα, μπορεί όμως να αναφέρεται και στις έννοιες της **αξιολόγησης, προαγωγής και τοποθέτησης** προσωπικού.

Ειδικότερα για την Π.Α, ο στόχος της επιλογής ιπτάμενου προσωπικού είναι ο εντοπισμός των υποψηφίων που παρουσιάζουν την υψηλότερη πιθανότητα επιτυχίας σε μια συγκεκριμένη στρατιωτική και πτητική εκπαίδευση, καθώς και στην εκτέλεση του πτητικού και διοικητικού έργου που ακολουθεί.

Μπορεί κανείς να αναφερθεί σε τρία "είδη" επιλογής :

1. Αρνητική Επιλογή (αποκλεισμός των ακατάλληλων υποψηφίων)

Το προσωπικό που επιλέγεται για την εκτέλεση ενός οποιασδήποτε μορφής έργου πρέπει να έχει ορισμένα ελάχιστα προσόντα (διαφορετικά για κάθε επάγγελμα), η έλλειψη των οποίων συνεπάγεται την ακαταλληλότητα για τη συγκεκριμένη θέση. Αρνητική επιλογή θεωρείται η επιλογική διαδικασία κατά την οποία οι υποψήφιοι απορρίπτονται εφ' όσον κριθούν ότι δεν πληρούν ορισμένες ελάχιστες προϋποθέσεις. Κλασικό παράδειγμα αρνητικής επιλογής αποτελεί ο υγειονομικός έλεγχος (όραση, αρτιμέλεια κ.λ.π.).

2. Θετική επιλογή (αποδοχή των ικανότερων υποψηφίων)

Έτσι ονομάζεται η επιλογική διαδικασία κατά την οποία οι υποψήφιοι κατατάσσονται σύμφωνα με την επίδοσή τους σε μια ή περισσότερες δοκιμασίες. Παράδειγμα τέτοιας επιλογής είναι οι εισαγωγικές εξετάσεις για το Ελληνικό Πανεπιστήμιο.

3. Αξιολόγηση & τοποθέτηση προσωπικού στις κατάλληλες θέσεις.

Η τοποθέτηση του προσωπικού ανάλογα με τα προσόντα του αποτελεί έναν σημαντικό τομέα της επιλογής. Παρ' όλα αυτά, η ιδιαιτερότητα της στρατιωτικής οργάνωσης δεν επιτρέπει εύκολα τέτοιου είδους παρεμβάσεις στην Π.Α. Μια υπό σκέψη εφαρμογή, που ισχύει για πολλές ξένες πολεμικές αεροπορίες, είναι η τοποθέτηση των νέων χειριστών σε συγκεκριμένους τύπους αεροσκαφών με κριτήριο διάφορες παραμέτρους που καθορίζουν το βαθμό καταλληλότητας ενός χειριστού για κάθε τύπο χωριστά.

Φυσικά, η πλέον αποτελεσματική μέθοδος φαίνεται να είναι η ταυτόχρονη εφαρμογή της αρνητικής και θετικής επιλογής, σε συνδυασμό με αξιολόγηση και τοποθέτηση αμέσως μετά την εκπαίδευση.

Ψυχομετρικές μέθοδοι επιλογής

Στόχος της διαδικασίας της επιλογής είναι η πρόβλεψη της εκπαιδευτικής/επαγγελματικής συμπεριφοράς των υποψηφίων. Η πρόβλεψη αυτή μπορεί να γίνει βάσει στοιχείων που συλλέγει ο εργοδότης για κάθε υποψήφιο, με διάφορες μεθόδους. Ένα μέρος των πληροφοριών αυτών αφορά σε βιογραφικές πληροφορίες [καταγωγή, κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο, οικογενειακός αστερισμός (family cluster), μόρφωση, κλπ] που δεν σχετίζονται, παρά μόνον έμμεσα, με την ψυχολογία. Το μεγαλύτερο κομμάτι όμως συνδέεται άμεσα με αυτήν, αφ' ενός μεν διότι χρησιμοποιεί ψυχομετρικές δοκιμασίες (tests), αφ' ετέρου δε διότι συνδυάζει τα

παραπάνω με την συνέντευξη που στην ουσία αποτελεί τον σύνδεσμο μεταξύ της ψυχομετρικής και της κλινικής μεθόδου.

Ψυχομετρικές δοκιμασίες (Psychometric Tests)

Οι διάφορες μέθοδοι που βασίζονται στις ψυχομετρικές δοκιμασίες μπορούν να συμβάλλουν στη βελτίωση της επιλογικής διαδικασίας. Η χρησιμοποίηση τέτοιων μεθόδων μας παρέχει την δυνατότητα για μια **αντικειμενική αξιολόγηση** συγκεκριμένων χαρακτηριστικών-ιδιοτήτων του υποψηφίου.

Απαραίτητη φυσικά προϋπόθεση για τα παραπάνω, είναι η ύπαρξη συστοιχίας (battery) δοκιμασιών, κατάλληλων για τη μέτρηση των συγκεκριμένων χαρακτηριστικών-ιδιοτήτων. Η καταλληλότητα αυτών των δοκιμασιών μπορεί να διασφαλισθεί μόνο μέσα από μετρήσεις της **εγκυρότητας** και της **αξιοπιστίας** τους, καθώς και μέσα από τις διαδικασίες της **στάθμισης** και της **κανονικοποίησης** των αποτελεσμάτων τους.

Εγκυρότητα (Validity)

Η εγκυρότητα αποτελεί τον σημαντικότερο παράγοντα που πρέπει να λάβει κανείς υπ' όψιν του κατά την αξιολόγηση μιας δοκιμασίας. Ο όρος αναφέρεται στο τι πραγματικά μετράει η δοκιμασία. Είναι σημαντικό να καταλάβουμε ότι ο βαθμός εγκυρότητας είναι κάτι που αναφέρεται ειδικά σε ένα τεστ, και μόνον για τον πληθυσμό και την εφαρμογή για την οποία έχει πειραματικά υπολογιστεί. Δεν μπορούμε δηλαδή να αναφερθούμε απλά σε "υψηλή" ή "χαμηλή" εγκυρότητα, ενός τεστ γενικά. Υπάρχουν 4 είδη εγκυρότητας:

α. Εγκυρότητα περιεχομένου (Content Validity): Αναφέρεται στην πλήρη αντιπροσώπευση, σε σωστή αναλογία, όλων των παραμέτρων του χαρακτηριστικού που μετράει ένα τεστ.

β. Προβλεπτική εγκυρότητα (Predictive or Criterion-Related Validity): Αναφέρεται στην ικανότητα ενός τεστ να προβλέψει την μελλοντική απόδοση του εξεταζόμενου στο εξωτερικό κριτήριο (πχ. Επιτυχία στη βασική πτητική εκπαίδευση). Πρόκειται για το σπουδαιότερο, στην περίπτωσή μας, είδος εγκυρότητας, μια και η πρόβλεψη της απόδοσης ενός υποψηφίου στη μελλοντική επαγγελματική του ζωή αποτελεί το αντικείμενο της διαδικασίας της επιλογής.

γ. Φαινομενική εγκυρότητα (Face Validity): Αναφέρεται στο κατά πόσο ένα τεστ φαίνεται ότι μετράει κάτι συγκεκριμένο. Υψηλή φαινομενική εγκυρότητα δεν σημαίνει ότι το τεστ πράγματι μετράει αυτό που νομίζουμε. Μπορεί, για παράδειγμα, ένα τεστ να μετράει ανεπιτυχώς κάποια ικανότητα συνδεδεμένη με την πτήση, αλλά να δίνει την εντύπωση εγκυρότητας λόγω του ότι χρησιμοποιεί εικόνες και διαδικασίες πτήσης (αεροπλάνα, χειριστήρια cockpit, κλπ). Αντιθέτως, ένα τεστ, εγκυρότατο κατά τα άλλα, που χρησιμοποιεί γενικού τύπου σύμβολα και διαδικασίες (γεωμετρικά σχήματα, κοινό πληκτρολόγιο, κλπ) δίνει στον εξεταζόμενο την εντύπωση ότι είναι άσχετο με αυτό που προσπαθεί να μετρήσει. Σε γενικές γραμμές, η φαινομενική εγκυρότητα, ενώ δεν είναι απαραίτητη, αποδεικνύεται χρήσιμη ως μέσο πρόκλησης του ενδιαφέροντος του εξεταζόμενου και συνεπώς ως κίνητρο για καλύτερη επίδοση στο τεστ.

δ. Εγκυρότητα θεωρητικής - εννοιολογικής κατασκευής (Construct Validity): Αναφέρεται στο κατά πόσο ένα τεστ πραγματικά μετράει κάποια θεωρητική έννοια ή όχι. Παραδείγματα τέτοιων εννοιών είναι η νοημοσύνη, η μηχανική αντίληψη, το άγχος, κλπ. Πράγματι, αν το καλοσκεφτεί κανείς, έννοιες όπως οι παραπάνω, ενώ αρχικά δίνουν την εντύπωση ότι είναι ξεκάθαρες, τείνουν να μας δυσκολεύουν και γίνονται ομιχλώδεις όταν προσπαθήσουμε να τις ορίσουμε ακριβώς. Αυτός είναι και ο λόγος που κάθε τεστ πρέπει να κατατοπίζει τον χρήστη (όχι τον εξεταζόμενο) για τη θεωρία που χρησιμοποιήθηκε στην κατασκευή του.

Αξιοπιστία (Reliability)

Είναι αυτονόητο ότι, όταν χορηγούμε ένα τεστ, θα περιμέναμε ότι σε περίπτωση επαναχορήγησης του ίδιου τεστ στον ίδιο υποψήφιο θα παίρναμε τα ίδια αποτελέσματα. Σ' αυτό ακριβώς το χαρακτηριστικό αναφέρεται ο όρος "αξιοπιστία". Μόνον όταν η αξιοπιστία ενός τεστ είναι υψηλή, θεωρείται αυτό κατάλληλο για χρήση. Ο βαθμός αξιοπιστίας μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για να μετρηθεί η ευαισθησία μιας δοκιμασίας σε εξωτερικούς παράγοντες. Χορηγώντας δηλαδή ένα, αξιόπιστο κατά τα άλλα, τεστ δύο φορές κάτω από διαφορετικές συνθήκες, μπορούμε να αποδώσουμε τις διαφορές που θα προκύψουν μεταξύ των δύο χορηγήσεων στη διαφορά των συνθηκών χορήγησης.

Στάθμιση

Ένας από τους βασικούς κανόνες που διέπουν την αξιολόγηση των ψυχομετρικών δοκιμασιών είναι η αδυναμία ερμηνείας των αποτελεσμάτων, σε περίπτωση που δεν υπάρχουν πρόσθετα στοιχεία που να σταθμίζουν το τεστ σε σχέση με τον υπό εξέταση πληθυσμό. Τέτοια στοιχεία (νόρμες) αποκτούνται μόνο μετά από πειραματική διερεύνηση της συμπεριφοράς δείγματος του πληθυσμού πάνω στο τεστ. Τα αποτελέσματα αυτού του δείγματος περιγράφονται από μια κανονική κατανομή, η οποία, από αυτό το σημείο και μετά, θα αποτελεί το μέτρο σύγκρισης για την ερμηνεία των αποτελεσμάτων κάθε ατόμου που ανήκει στον ίδιο πληθυσμό. Είναι βέβαια απαραίτητο, σε περίπτωση μέτρησης πολλών ανεξάρτητων παραγόντων ή χορήγησης περισσότερων της μίας δοκιμασιών, να ανάγονται οι βαθμολογίες σε μια κοινή κλίμακα (κανονικοποίηση) πριν συγκριθούν μεταξύ τους. Κατ' αυτό τον τρόπο μπορεί ο εξεταστής αφ' ενός μεν να κρίνει την επίδοση του υποψηφίου σε σχέση με τον πληθυσμό, αφ' ετέρου δε να συγκρίνει την επίδοσή του ίδιου υποψηφίου μεταξύ παραμέτρων ή δοκιμασιών. Γενικά, η βασική στάθμιση μιας δοκιμασίας μας επιτρέπει να ερμηνεύουμε τη βαθμολογία ενός υποψηφίου και να εξαγάγουμε γενικά συμπεράσματα γι' αυτόν.

Ας πάρουμε, για παράδειγμα, την περίπτωση ενός τεστ προσωπικότητας. Ένα τέτοιο τεστ, όπως θα δούμε και παρακάτω, μετράει μια σειρά από παραμέτρους που σχετίζονται, άμεσα ή έμμεσα, με τη συμπεριφορά του εξεταζόμενου. Ας υποθέσουμε τώρα, ότι μία από αυτές τις παραμέτρους είναι η κοινωνική τόλμη (ευκολία με την οποία ο υποψήφιος έρχεται σε κοινωνική επαφή με άλλους ανθρώπους) και ότι η ανεπεξέργαστη βαθμολογία (raw score) της παραμέτρου μπορεί να κυμανθεί μεταξύ 0 και 30. Είναι προφανές ότι, λαμβάνοντας υπ' όψη αυτή τη βαθμολογία (πχ 15 σ' αυτή την περίπτωση), δεν μπορούμε να βγάλουμε κάποιο σίγουρο και σαφές συμπέρασμα για τον εξεταζόμενο. Πράγματι, αν σταθμίζοντας το τεστ (εξετάζοντας δηλαδή ικανό αριθμό ατόμων που ανήκουν στον ίδιο πληθυσμό με τον εξεταζόμενο), βρούμε ότι ο μέσος όρος βαθμολογίας είναι 23, τότε μπορούμε να συμπεράνουμε ότι ο εξεταζόμενος τείνει να είναι μάλλον ντροπαλός, αφού η βαθμολογία του (15) είναι αρκετά χαμηλότερη από αυτήν των περισσότερων εξετασθέντων. Αν ανθιθέτως, ο μέσος όρος του πληθυσμού είναι 10, τότε ο εξεταζόμενος εμφανίζεται να είναι αρκετά τολμηρός στις σχέσεις του με τους άλλους. Βλέπουμε, λοιπόν, ότι η ίδια ανεπεξέργαστη βαθμολογία (raw score) μπορεί να οδηγήσει σε δύο τελείως διαφορετικά συμπεράσματα, ανάλογα με τις νόρμες (συγκριτικό πίνακα) που θα χρησιμοποιήσει κανείς.

Ας υποθέσουμε, επίσης, ότι το τεστ μετράει και την παράμετρο της αποφασιστικότητας (τάση για γρήγορη λήψη αποφάσεων) και ότι ο υποψήφιος μας έχει πάρει βαθμό 15 σε κλίμακα που κυμαίνεται μεταξύ 0 και 40. Λαμβάνοντας υπ' όψη τις αντίστοιχες νόρμες, μπορούμε να κρίνουμε τον βαθμό αποφασιστικότητάς του, αλλά βλέπουμε ότι τα αποτελέσματα των δύο παραμέτρων, ενώ φαίνονται να είναι ίδια (15 και στις δύο περιπτώσεις), στην πραγματικότητα δεν είναι άμεσα συγκρίσιμα. Αυτή η δυσκολία εξαλείφεται με τη μέθοδο της κανονικοποίησης (normalization), της αναγωγής δηλαδή όλων των επι μέρους ανεπεξέργαστων βαθμολογιών (raw scores) σε κοινή κλίμακα μέτρησης, όπως για παράδειγμα στην

δεκάβαθμη (sten scale ή standard ten score scale). Σε μια τέτοια κλίμακα, ξέρουμε ότι η αναχθείσα βαθμολογία δίνει την ακριβή θέση του υποψηφίου μεταξύ των ατόμων του πληθυσμού στον οποίο ανήκει. Έτσι, αν το 15 στην κοινωνική τόλμη ανάγεται σε sten 8 και το 15 στην αποφασιστικότητα ανάγεται σε sten 4 (πάντα βάσει των νορμών), μπορούμε αμέσως να συμπεράνουμε ότι ο εξεταζόμενος είναι ένα άτομο κοινωνικά τολμηρό αλλά σχετικά αναποφάσιστο, σε σχέση πάντα με τους άλλους ανθρώπους της ίδιας κοινωνικοοικονομικής τάξης, κουλτούρας, φύλου, κλπ.

Εξωτερικά κριτήρια

Η βασική στάθμιση, στην οποία αναφερθήκαμε παραπάνω, είναι απαραίτητη και εξαιρετικά χρήσιμη στην ανάλυση των χαρακτηριστικών ενός ατόμου και στην πρόβλεψη και ερμηνεία της συμπεριφοράς του. Τι γίνεται όμως όταν καλούμε να αποφασίσουμε για την καταλληλότητά του για μια θέση, στα πλαίσια ενός συστήματος επιλογής; Σ' αυτή την περίπτωση, πρέπει να γίνει επιπλέον στάθμιση στον συγκεκριμένο επαγγελματικό πληθυσμό και απαραίτητα σε σχέση με κάποιο εξωτερικό κριτήριο. Στο αεροπορικό επιλογικό σύστημα, αυτό το εξωτερικό κριτήριο μπορεί να είναι η επιτυχία στην πτητική εκπαίδευση, η στρατιωτική καταλληλότητα κατά τη διάρκεια φοίτησης στην σχολή κλπ. Είναι φυσικά δυνατόν να χρησιμοποιηθούν περισσότερα του ενός κριτήρια. Έτσι θα μπορούμε π.χ. να προβλέψουμε την επιτυχία - αποτυχία ενός υποψηφίου σε κάθε στάδιο της εκπαίδευσης χωριστά.

Κατά την επιλογή και διαμόρφωση κριτηρίων πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψη τα εξής (Smither, 1988)

1. Η σχετικότητα του κριτηρίου (criterion relevance). Το κριτήριο πρέπει να αναφέρεται σε στοιχεία που έχουν άμεση σχέση με την επιτυχία στη συγκεκριμένη εργασία. Η μηχανική ικανότητα, για παράδειγμα, μπορεί να αποτελεί σημαντικό κριτήριο για την επιλογή ενός υποψηφίου της Σ.Μ.Α. αλλά όχι και για την επιλογή ενός αξιωματικού του Υγειονομικού.

2. Η αρτιότητα του κριτηρίου (criterion deficiency). Η διάσταση αυτή αναφέρεται στο βαθμό που το κριτήριο αποτελεί ελλιπή μέτρηση μιας συγκεκριμένης συμπεριφοράς. Η ηγετική ικανότητα για παράδειγμα, είναι σημαντικό στοιχείο του προφίλ ενός αξιωματικού. Οποιαδήποτε διαδικασία αξιολόγησης αξιωματικών δεν περιέχει μέτρηση αυτού του στοιχείου, αποτελεί ελλιπές κριτήριο.

3. Η μόλυνση του κριτηρίου (criterion contamination). Το κριτήριο είναι δυνατό να "μολύνεται", να διαστρεβλώνεται δηλαδή από εξωτερικούς παράγοντες. Ο αριθμός, για παράδειγμα, των συμβάντων στα οποία συμμετέχει ένας χειριστής ανά εκατό ώρες πτήσης, μπορεί να είναι μεγαλύτερος από αυτόν κάποιου άλλου χειριστή, με την ίδια εμπειρία, που όμως πετάει με άλλο αεροσκάφος. Η τάξη απόδοσης των δύο χειριστών μπορεί να διαφέρει για λόγους που δεν σχετίζονται με τις ικανότητές τους, αλλά με τις ιδιότητες, τις δυνατότητες και την παλαιότητα των συγκεκριμένων αεροσκαφών που χρησιμοποιούν. Η μόλυνση του κριτηρίου είναι και ο λόγος που πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στο απόρρητο των επιδόσεων των υποψηφίων στα διάφορα τεστ. Σε αντίθετη περίπτωση υπάρχει μεγάλη πιθανότητα να επηρεαστεί ο εκπαιδευτής, ο προϊστάμενος ή ακόμη και ο ίδιος ο μαθητής/χειριστής, πράγμα που συνεπάγεται αρνητικές επιπτώσεις στην αξιολόγηση του ίδιου καθώς και ολόκληρου του επιλογικού συστήματος.

Είδη ψυχομετρικών δοκιμασιών

Οι ψυχομετρικές δοκιμασίες χωρίζονται ανάλογα με το χαρακτηριστικό το οποίο μετράνε. Οι τρεις βασικότερες κατηγορίες, που αφορούν άμεσα στην επιλογική διαδικασία της Π.Α., είναι οι εξής:

1. Δοκιμασίες προσωπικότητας
2. Δοκιμασίες δεξιοτήτων

3. Δοκιμασίες ικανοτήτων

Δοκιμασίες προσωπικότητας (Personality tests)

Αν και ο όρος **προσωπικότητα** χρησιμοποιείται στην καθομιλουμένη με την ευρεία του έννοια, η χρήση του στην ψυχομετρική ορολογία και ειδικότερα στα τεστ προσωπικότητας αναφέρεται σε χαρακτηριστικά του συναισθήματος, του κινήτρου, των διαπροσωπικών σχέσεων και γενικότερα στον τρόπο που αντιλαμβάνεται και αντιδρά στο περιβάλλον ο εξεταζόμενος.

Γνωστά παγκοσμίως τεστ προσωπικότητας, τα οποία χρησιμοποιούνται και από την Ελληνική Πολεμική Αεροπορία είναι τα εξής:

MMPI®: Ερωτηματολόγιο προσωπικότητας που ανιχνεύει σοβαρές ψυχοπαθολογικές τάσεις και συμπτώματα.

Το MMPI® (Minnesota Multiphasic Personality Inventory) είναι ένα ψυχολογικό τεστ που έχει κατασκευαστεί βάσει της εμπειρικής μεθόδου (empirical approach). Έχει μεγάλη χρησιμότητα, τόσο ως πρακτικό ή ερευνητικό διαγνωστικό όργανο ψυχοπαθολογίας και ανάλυσης της προσωπικότητας, όσο και ως ερευνητικό μέσο διαπολιτισμικής σύγκρισης ψυχοπαθολογίας, φυσιολογικότητας και πολιτισμικών (cultural) στοιχείων μεταξύ των λαών.

Το MMPI® αποτελείται από 566 ερωτήσεις, που μπορούν να απαντηθούν με Α (αλήθεια) ή Λ (λάθος) και, μετά από ειδική βαθμολόγηση, μπορούν να αναλύσουν την προσωπικότητα σε 14 βασικές κλίμακες. Τέσσερις απ' αυτές τις κλίμακες χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της αξιοπιστίας των απαντήσεων (validity scales) και οι υπόλοιπες δέκα είναι κλινικές κλίμακες.

Οι κλίμακες ελέγχου της αξιοπιστίας είναι οι εξής: Δεν μπορώ ή δεν θέλω να απαντήσω (?), συνειδητή προσπάθεια δημιουργίας θετικής εντύπωσης (L), αξιοπιστία (F), διόρθωση (K). Οι κλινικές κλίμακες είναι οι: υποχονδρίαση (hypochondriasis), κατάθλιψη (depression), υστερία (hysteria), ψυχοπαθητικότητα (psychopathic deviance), ανδροπρέπεια-θηλυπρέπεια (masculinity-femininity), παράνοια (paranoia), ψυχασθένεια (psychasthenia), σχιζοφρένεια (schizophrenia), υπομανία (hypomania), κοινωνική ενδοστρέφεια (social introversion).

Η εμπειρική μέθοδος της δημιουργίας των κλιμάκων του MMPI® περιλαμβάνει μια βασική διάκριση: Ο εξεταζόμενος καθοδηγείται να περιγράψει τον εαυτό του, όσο πιο σωστά μπορεί, απαντώντας ΑΛΗΘΕΙΑ ή ΛΑΘΟΣ σε κάθε μία από τις ερωτήσεις (items), αλλά ο εξεταστής και ερμηνευτής δεν συμπεραίνει ότι ο εξεταζόμενος έδωσε αναγκαστικά την αληθινή εικόνα του εαυτού του. Αυτός ο διπλός προσανατολισμός οδήγησε στη δημιουργία ερωτήσεων, που από τη μια μεριά είναι εύκολα κατανοητές, αποδεκτές και ενδιαφέρουσες από την άλλη όμως είναι και αρκετά διαφορούμενες ή ασαφείς, έτσι ώστε να επιτρέπουν διαφορετική ερμηνεία από τον εκάστοτε εξεταζόμενο και να προσφέρουν κατ' αυτό τον τρόπο στον εξεταστή αξιόπιστες διαφορές της προσωπικότητας που εύκολα πλέον οδηγούν σε διαφορετική διάγνωση.

Οι κλίμακες δημιουργήθηκαν συγκρίνοντας τις απαντήσεις ομάδων με σαφή ψυχιατρική διάγνωση, με τις απαντήσεις φυσιολογικών ατόμων. Οι κλινικές εικόνες των ψυχιατρικών ομάδων, συνήθως με λιγότερα από 50 μέλη η κάθε μια, ήταν αρκετά ομοιογενείς. Συνολικά χρησιμοποιήθηκαν περισσότερες από 800 κλινικές περιπτώσεις από τις οποίες και επιλέχθηκαν οι ψυχιατρικές ομάδες. Η μέθοδος δημιουργίας των κλιμάκων ήταν όπως αναφέραμε η εμπειρική ή μέθοδος κριτηρίου (criterion keying), δηλαδή κάθε κλίμακα περιέλαβε εκείνες τις ερωτήσεις (items) που διαφοροποιούσαν την υπό μελέτη ψυχιατρική ομάδα από τον φυσιολογικό πληθυσμό. Ερωτήσεις που δεν διαφοροποιούσαν την ομάδα κριτηρίου από την ομάδα αναφοράς δεν περιλαμβάνονταν στην κλίμακα.

Οι βασικές κλίμακες που προέκυψαν ονομάστηκαν από τα ψυχιατρικά σύνδρομα που καθόριζαν, εκτός από την 5η, όπου χρησιμοποιήθηκε γενικός περιγραφικός όρος. Καθώς το MMPI® προοδευτικά χρησιμοποιήθηκε όλο και περισσότερο από τον γενικό πληθυσμό, η ψυχιατρική ονοματολογία έγινε

ακατάλληλη. Γιατί, ενώ οι κλίμακες καθορίζουν ορισμένες μεταβλητές, χαρακτηριστικές των περισσότερων ψυχιατρικών ασθενών που τους δίνεται η διάγνωση της υποχονδριάσης, κατάθλιψης κλπ., καθορίζουν επίσης στοιχεία της προσωπικότητας, που εμπίπτουν στο φυσιολογικό φάσμα. Γι αυτό το λόγο, καθώς και για λόγους συντομίας, καθιερώθηκε να αναφέρονται οι κλινικές κλίμακες με μια συντόμευση ή έναν αριθμό: Hs (1), Hy (3), κ.ο.κ.

16PF®: Γενικό ερωτηματολόγιο προσωπικότητας, που ανιχνεύει υγιή και παθολογικά στοιχεία της προσωπικότητας.

Το 16PF® (Sixteen Personality Factor Questionnaire) είναι ένα αντικειμενικά βαθμολογούμενο τεστ, σχεδιασμένο έτσι ώστε να παρέχει όσο το δυνατόν περισσότερες πληροφορίες για τη δομή της προσωπικότητας του ατόμου, σε όσο το δυνατόν μικρότερο χρονικό διάστημα. Η πλήρης κάλυψη των πτυχών της προσωπικότητας επιτυγχάνεται μέσω 16 λειτουργικά ανεξάρτητων και ψυχολογικά κατανοητών διαστάσεων, που απομονώθηκαν και μελετήθηκαν επαναληπτικά (replicated) μέσω παραγοντικής ανάλυσης (factor analytic approach), σε υγιή και κλινικό πληθυσμό, για μια περίοδο μεγαλύτερη των 40 ετών.

Οι παράγοντες της προσωπικότητας που μετρά το 16PF® δεν αφορούν αποκλειστικά και μόνο στο συγκεκριμένο τεστ, όπως συμβαίνει με πολλά τεστ προσωπικότητας, αλλά βασίζονται σε μια γενικότερη θεωρία της προσωπικότητας. Σχεδόν μια δεκαετία εμπειρικής έρευνας προηγήθηκε της πρώτης έκδοσης του τεστ στα 1949. Από τότε έχουν γίνει 5 μεγάλες αναθεωρήσεις του (η τελευταία το 1994 με το 16PF® Fifth Edition), και έχουν προστεθεί τρεις κλίμακες εγκυρότητας.

Οι 16 διαστάσεις ή κλίμακες είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους. Η κάθε ερώτηση στο τεστ σχετίζεται με έναν και μόνο παράγοντα, έτσι ώστε δεν υπήρξε καμία εξάρτηση κατά το σχεδιασμό των κλιμάκων. Επιπλέον, η έρευνα έδειξε ότι οι συσχετίσεις μεταξύ των 16 παραγόντων είναι πολύ μικρές, και επομένως κάθε μια από τις κλίμακες δίνει ένα καινούριο στοιχείο για το άτομο που εξετάζεται. Πέραν των 16 πρωτογενών παραγόντων, το τεστ μετρά τουλάχιστον άλλους πέντε δευτερογενείς παράγοντες, που αποτελούν γενικότερες πτυχές της προσωπικότητας και συντίθενται από τους πρωτογενείς παράγοντες, ενώ ενσωματωμένες στο τεστ υπάρχουν τρεις κλίμακες εγκυρότητας.

Οι 16 πρωτογενείς κλίμακες είναι οι : εγκαρδιότητα (warmth), συμπερασματική σκέψη/ικανότητα (intelligence), συναισθηματική σταθερότητα (emotional stability), κυριαρχία-επιβολή (dominance), αυθορμητισμός (enthusiasm), ευσυνειδησία (conscientiousness), τόλμη (boldness), συναισθηματική ευαισθησία (emotional sensitivity), καχυποψία (suspiciousness), φαντασία (imagination), κοινωνική επιδεξιότητα (astuteness), τάση για ενοχές (apprehensiveness), ριζοσπαστισμός (experimentiveness), αυτάρκεια (self-sufficiency), αυτοέλεγχος (self-control), υπερένταση (tension). Οι κυριότεροι δευτερογενείς παράγοντες είναι οι: εξωστρέφεια (extraversion), ανησυχία/άγχος (anxiety), ορθολογιστική σκέψη (tough poise), ανεξαρτησία (independence), προσαρμογή (adjustment), ηγετικά προσόντα (leadership potential), δημιουργικότητα (creativity). Οι τρεις κλίμακες εγκυρότητας είναι οι: τάση για παρουσίαση θετικής εικόνας εαυτού (faking good scale), τάση για παρουσίαση αρνητικής εικόνας εαυτού (faking bad scale), τυχαία επιλογή απαντήσεων (Random scale).

Η βαθμολογία σε όλες τις κλίμακες του 16PF® δίνεται με την μορφή stens (standard ten scores), δηλαδή υπάρχουν 10 δυνατές διαβαθμίσεις σε κάθε μεταβλητή. Οι παράγοντες εκφράζονται επομένως με κανονικοποιημένα (προσαρμοσμένα δηλαδή για να ταιριάζουν σε μια κανονική κατανομή) standard scores, με μέσο το 5.5 και τυπική απόκλιση 2. Στην κλίμακα των sten οι περισσότεροι άνθρωποι παίρνουν βαθμό μεταξύ του 4 και του 7 (διάστημα που θεωρείται και ως μέσος όρος). Η βαθμολογία έξω από τα όρια αυτά είναι αρκετά σπάνια στον γενικό πληθυσμό· κατά προσέγγιση το 18% του πληθυσμού βρίσκεται μεταξύ 1 και 3 και ένα άλλο 18% μεταξύ 8 και 10. Αυτές οι "ακραίες" βαθμολογίες

όμως είναι που μας δείχνουν τα εξέχοντα χαρακτηριστικά της προσωπικότητας του κάθε ανθρώπου.

Οι κλίμακες (παράγοντες) του 16PF® είναι διπολικές, δηλαδή έχουν δύο άκρα. Το δεξί άκρο, που είναι τα sten 8-10, η υψηλή δηλαδή βαθμολογία, συχνά χαρακτηρίζεται με το "+" και το αριστερό άκρο, sten 1-3, η χαμηλή δηλαδή βαθμολογία, χαρακτηρίζεται με το "-". Έτσι, για παράδειγμα, η κλίμακα της κοινωνικής επιδεξιότητας έχει στο δεξί μέρος (υψηλή βαθμολογία) την έννοια της πονηρίας και κοινωνικής επιδεξιότητας, ενώ στο αριστερό μέρος (χαμηλή βαθμολογία) την έννοια της ευθύτητας και της αφέλειας. Αυτό έρχεται σε αντίθεση με αρκετά διαδεδομένα και πολυχρησιμοποιημένα τεστ προσωπικότητας, τα οποία επιτρέπουν στο άτομο που εξετάζεται μόνο να βρίσκεται ψηλά σε ένα δεδομένο χαρακτηριστικό. Για παράδειγμα οι κλίμακες που μετρά το MMPI® επιτρέπουν στον εξεταζόμενο μόνο να είναι υποχονδριακός, καταθλιπτικός κλπ. Η έννοια της χαμηλής βαθμολογίας στις κλίμακες του MMPI® δεν είναι ξεκάθαρη. Θεωρούμε πολύ σημαντικό το γεγονός ότι στο 16PF® και τα δύο άκρα των κλιμάκων του επιδέχονται ερμηνεία. Υπάρχει πάντα κάτι που μπορεί να πει κανείς για κάθε έναν από τους παράγοντες.

Όπως είπαμε και παραπάνω, το 16PF® προέκυψε έπειτα από παραγοντική ανάλυση. Όταν κάνουμε ανάλυση παραγόντων, έχουμε να επιλέξουμε μεταξύ παραγόντων που συνδέονται μεταξύ τους και παραγόντων που δεν συνδέονται. Υπάρχει μια συνεχής διαμάχη μεταξύ των ειδικών που ασχολούνται με την μέθοδο αυτή για το κατά πόσο οι συνδεόμενοι ή οι μη συνδεόμενοι παράγοντες είναι οι καλύτεροι. Ο δημιουργός του 16PF® R.B.Cattell πιστεύει ότι οι παράγοντες που συνδέονται μεταξύ τους μας επιτρέπουν να ανιχνεύσουμε χαρακτηριστικά που είναι πιο κοντά στην πραγματικότητα. Είναι πολύ σπάνιο να βρεις στον κόσμο πράγματα που να είναι τελείως ανεξάρτητα το ένα από το άλλο. Για το λόγο αυτό, αν και η μανιοκαταθλιπτική ψύχωση και η σχιζοφρένεια συνήθως παρουσιάζονται ως δύο τελείως ανεξάρτητες διαταραχές, έχουν πολλά κοινά συμπτώματα. Υπάρχουν βέβαια επιχειρήματα υπέρ της χρήσης των μη συνδεόμενων (ορθογώνιων) παραγόντων σε συγκεκριμένες περιστάσεις, αλλά ο Cattell επέλεξε να χρησιμοποιήσει συνδεόμενους (οξυγώνιους) παράγοντες.

ΣΑΜ (ΣΧΕΔΙΟ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗΣ ΜΟΡΦΗΣ / D.P.T.): Δοκιμασία που, μέσα από το σκίτσο δύο ανθρώπινων μορφών αντίθετου φύλου, παρέχει στοιχεία ψυχοσεξουαλικής ταυτότητας και αμυντικών μηχανισμών. Το τεστ αυτό χρησιμοποιεί την προβολική μέθοδο. Με άλλα λόγια, ο εξεταζόμενος σχεδιάζοντας την κάθε μορφή, προβάλλει επάνω της την εικόνα του εαυτού του και κατ' επέκταση και τους μηχανισμούς άμυνας που τυχόν συνδέει μ' αυτήν την εικόνα. Η δοκιμασία αυτή χρησιμεύει για να δώσει μια αδρή εικόνα ψυχοπαθολογίας (αν υπάρχει) ή στοιχεία νεύρωσης, ανωριμότητας κλπ.

Θα μπορούσαν εδώ να δοθούν παραδείγματα σχεδίων και να εξηγηθεί η λειτουργία διαφόρων στοιχείων στη διάγνωση, όμως η ευρεία κυκλοφορία αυτών των στοιχείων θα καθιστούσε το τεστ αδύναμο για χρήση στην εφαρμοζόμενη ετησίως επιλογική διαδικασία. Αυτή είναι και μια από τις αδυναμίες των προβολικών τεστ, τα οποία κατά τα άλλα αποτελούν ισχυρά εργαλεία στα χέρια ειδικών.

ΑΥΤΟΠΕΡΙΓΡΑΦΗ: Μια σύντομη γραπτή δοκιμασία κατά την οποία ζητείται από τον υποψήφιο να περιγράψει τον εαυτό του όπως τον βλέπει αυτός και όπως τον βλέπουν οι άλλοι. Η δοκιμασία αυτή δίνει στον εξεταστή ένα δείγμα γραφής του εξεταζόμενου, του τρόπου που συγκροτεί τη σκέψη του, της ευχέρειας στον γραπτό λόγο, του λεξιλογίου του. Συγχρόνως βοηθά στην ανίχνευση στοιχείων που, αν υπάρχουν, δείχνουν την πιθανότητα ύπαρξης μαθησιακών προβλημάτων (δυσλεξία κλπ). Τέτοια στοιχεία αποτελούν οι συχνοί αναγραμματισμοί, οι ανορθογραφίες, η αντιστροφή των γραμμάτων κλπ.

Ο κύριος όμως λόγος της αυτοπεριγραφής είναι προβολικός. Ο υποψήφιος με άλλα λόγια, δίνοντας μέσα από το κείμενο την εικόνα που πιστεύει ότι έχουν οι άλλοι

γι' αυτόν δεν κάνει τίποτε άλλο από το να προβάλλει επάνω σ' αυτή την περιγραφή την εικόνα που ο ίδιος έχει για τον εαυτό του. Όταν υπάρχουν στοιχεία που του προκαλούν άγχος, ενοχές, ανησυχία, ή φόβο πάνω από το κανονικό, τα φέρνει στην επιφάνεια και τα τονίζει, μη μπορώντας να ελέγξει "λογικά" τα γραφόμενά του.

Μερικά χαρακτηριστικά παραδείγματα γνήσιων αυτοπεριγραφών από τις εισαγωγικές εξετάσεις της Σ.Ι. δίνονται παρακάτω (η ορθογραφία και οι αναγραμματισμοί ανήκουν στο πρωτότυπο κείμενο, ενώ οι παύλες δείχνουν τις λέξεις όπως τις έχει χωρίσει ο υποψήφιος):

1. "Πιστεύω, πως είμαι έντιμος, ειληκρινείς, είμαι επίμονος όποτε χρειάζεται, αλλά και υπομονή σε διάφορες καταστάσεις. προσαρμόζομαι εύκολα σε διάφορες συνθήκες και νομίζω πως έχω ηγετικές ικανότητες. Από την αντίθετη πλευρά νομίζω πως πολλές φορές δεν έχω πίστη στις ικανότητές μου, δεν είμαι αυτόνομος δηλαδή ζητώ την συμβουλή κάποιου άλλου αν μπωρει να θεωρηθεί ως αρνητικό στοιχείο. Ακομα πολλές φορές διστάζω να αποφασίσω για κάτι.

Κάποιος άλλος θα με έκρινε ως, αθλητικό τύπο, που δίνω αρκετή σημασία στην εμφάνισή μου, ότι είμαι αγωνιστικός τύπος. Αντίθετα αρνητικά στοιχεία τα οποία θα μπωρούσε να βρεί κάποιος πάνω μου είναι ότι είμι σχολαστικός με μερικά πράγματα ότι πολλές φορές φοβάμαι χωρίς λόγο, ότι αγχώνομαι αρκετες φορές για κάτι, έστω και αν είμαι πολύ καλλά προετημασμένος. "

2. "Είμαι ένα παιδί που κάνει εύκολα σχέσεις με το ίδιο φύλο αλλά και με το αντίθετο φύλο. Είμαι νέος μέτρια ψυλός, το ίδιο και τα κυλά μου. Είμαι καλλιεργημένος σωστά και σέβομαι τον μεγαλύτερό μου, ότι και να μου έχει κάνει. Είμαι περίφανος που δεν καπνίζω και μου αρέσει να αθλούμε, ακόμα μου αρέσει το δίκαιο και πιστεύω στην αλήθεια όσο και πικρή να είναι.

Εχώ πάρα πολλούς φύλλους, αγόρια και κορίτσια, και αυτό πιστεύω να βοηθάει. Μου δίνουον ενδιαφέρον πάρα πολλές φορές. Πιστεύουον ότι θα πετήχω στην ζωή μου με θεωρούον καλλιεργιμένο και σώστό άνθρωπο για την κοινωνία."

3. " Κατά την εξωτερική μου εμφάνιση πιστεύω ότι οι άλλοι με κρίνουον όχι αντικειμενικά και δεν εξετάζουον και πολύ την εσωτερική εμφάνιση και νοοτροπία. Γι' αυτό δεν μπορώ να πω ότι είμαι "δεμένος" με κάποιο άτομο εκτός της οικογένειάς μου. Ευτυχώς είναι αρτημελής και αυτό είναι μεγάλο πλεονέκτημα. Ο εσωτερικός μου κόσμος δεν εξωτερικεύεται εύκολα αν και μου αρέσει να συζητάω. Μερικές φορές γίνουμαι υπερευάσθητος είτε από συμφέρον είτε επειδή πραγματικά είμαι, όμως δεν εκμεταλλεύουμαι αρνητικά φιλίες ή καταστάσεις.

Οι άλλοι δεν με ξέρουον και τόσο καλά όμως έχω καλές σχέσεις με πολλούς και δεν μου αρέσει να τσακώνουμαι. Οι εχθροί μου το έχουον καταλάβει αυτό και πολλές φορές με εξωθούον στα άκρα. Όμως τα καταφέρνω και αντιστέκομαι. Είναι μερικά άτομα που ξέρω ότι με πλησιάζουον επειδή με έχουον ανάγκη ή επειδή τους βολεύει να κάνουον παρέα μαζί μου. Προσπαθώ και σιγά σιγά του αποφεύγω. Πάντως σε γαϊδούρια πρέπει να τους φέρεσαι κι εσύ με τη σειρά σου ανάλογα. Σίγουρα έχω και πραγματικά καλούς φίλους."

Δοκιμασίες δεξιοτήτων (Skill tests)

Πέρα από την σωματική ακεραιότητα και υγεία, καθώς και την καταλληλότητα των χαρακτηριστικών της προσωπικότητάς του, ο υποψήφιος πρέπει να είναι εκπαιδευμένος στην εκτέλεση του έργου για το οποίο επιλέγεται. Πρέπει, με άλλα λόγια, να κατέχει τις απαραίτητες **δεξιότητες**. Υπάρχουον εργασίες, όπως αυτή της δακτυλογράφου, όπου συνήθως οι υποψήφιοι/ες ήδη κατέχουον την δεξιότητα του έργου τους, την χρήση δηλαδή της γραφομηχανής. Έτσι, μπορουόν να επιλεγούον βάσει δείγματος της δουλειάς τους που θα τους ζητηθεί να εκτελέσουον εκείνη την ώρα. Αυτού του είδους ο έλεγχος αποτελεεί μια δοκιμασία δεξιοτήτων.

Μέχρι στιγμής, οι μόνες δεξιότητες που έχουον αποκτήσει οι υποψήφιοι των παραγωγικών σχολών της Π.Α. είναι ακαδημαϊκές (πχ μαθηματικά, Φυσική, κλπ). Αυτές ακριβώς τις δεξιότητες εξέταζε το παλιό σύστημα επιλογής, μέχρι τη σύνδεσή

του με το σύστημα των Πανελληνίων εξετάσεων και την ανάληψη της ευθύνης της μέτρησης των ακαδημαϊκών δεξιοτήτων από το υπουργείο Παιδείας.

Ο τρόπος αυτός επιλογής, επεκτεινόμενος στην εξέταση πτητικών δεξιοτήτων, θα απαιτούσε να έχουν υποστεί όλοι οι υποψήφιοι πλήρη πτητική εκπαίδευση κατά την προσέλευσή τους στο επιλογικό κέντρο, έτσι ώστε να εξετασθούν, ο καθένας χωριστά, πάνω στο αεροσκάφος ή σε κάποιον εξομοιωτή πτήσεων (simulator). Κάτι τέτοιο, ίσως είναι δυνατόν, όσον αφορά στις προσλήψεις πιλότων από την Πολιτική Αεροπορία, όπου οι υποψήφιοι έχουν ήδη εκπαιδευτεί σε ειδικές σχολές, είναι όμως αδύνατον όσον αφορά στην επιλογή των ιπταμένων για τα αεροσκάφη των ενόπλων δυνάμεων. Σ' αυτήν την περίπτωση, εκτός του ότι ο αριθμός των υποψηφίων είναι απαγορευτικός, υπάρχει και το γεγονός ότι ο προς επιλογήν πληθυσμός αποτελείται στη συντριπτική του πλειοψηφία από αποφοίτους του λυκείου, οι οποίοι ελπίζουν να εισαχθούν στις αντίστοιχες σχολές για να εκπαιδευθούν στην πτήση πριν χρησιμοποιηθούν ως ιπτάμενο προσωπικό. Μετατίθεται λοιπόν η εξέταση των δεξιοτήτων, από την φάση της αρχικής επιλογής στην φάση της αρχικής πτητικής εκπαίδευσης, αφού δηλαδή έχει εισαχθεί ο υποψήφιος στη Σ.Ι.

Δοκιμασίες ικανοτήτων (Ability & aptitude tests)

Δεδομένης της αδυναμίας χρήσης δοκιμασιών δεξιοτήτων, δεν μένει παρά να αντικατασταθούν αυτές από άλλες μετρήσεις μέσω των οποίων μπορεί κανείς να προβλέψει, ως ένα βαθμό, αφ' ενός μεν την εκπαιδευσιμότητα του υποψηφίου, αφ' ετέρου δε το επίπεδο τελειότητας των δεξιοτήτων που τελικά θα αποκτήσει. Θέλουμε με άλλα λόγια να προβλέψουμε πόσο γρήγορα και πόσο καλά πρόκειται να μάθει να εκτελεί το πτητικό έργο ο υποψήφιος. Για να γίνει αυτό πρέπει να αναλυθεί η δουλειά του ιπταμένου σε επί μέρους διαδικασίες (tasks) και να βρεθεί ποιες βασικές ικανότητες είναι απαραίτητες για την διεκπεραίωση της κάθε διαδικασίας. Χρειάζεται κατόπιν να βρεθεί τρόπος έγκυρης μέτρησης της κάθε ικανότητας, να φτιαχτεί με άλλα λόγια ένα νέο τεστ.

Τέτοια τεστ έχουν ήδη κατασκευασθεί και ονομάζονται δοκιμασίες γνωστικών ικανοτήτων, διότι αναφέρονται σε κάποια μορφή μέτρησης των νοητικών ικανοτήτων του ατόμου. Στην ίδια κατηγορία κατατάσσονται και τα τεστ ειδικών ικανοτήτων ή δυνατοτήτων (aptitude tests) καθώς και τα τεστ ψυχοκινητικών ή αισθησιοκινητικών ικανοτήτων (psychomotor tests). Παραδείγματα των πρώτων είναι τα τεστ γλωσσικής κατανόησης και έκφρασης, ταχύτητας αντίληψης, μηχανικής κατανόησης, βραχυπρόθεσμης και μακροπρόθεσμης μνήμης, αντίληψης χώρου κλπ., ενώ παραδείγματα ψυχοκινητικών τεστ είναι τα τεστ χρόνου αντίδρασης, συντονισμού χεριού-ματιού, τονικής ευαισθησίας, αντίληψης βάθους κλπ.

Γενικά, η ύπαρξη των παραπάνω ικανοτήτων και δυνατοτήτων βοηθούν στην ευκολότερη εκπαίδευση του υποψηφίου, στη μάθηση δηλαδή του επαγγελματικού του αντικειμένου. Όσο καλύτερη είναι η μάθηση, τόσο καλύτερη είναι η επίδοση του μελλοντικού εργαζομένου. Συνεπάγεται, λοιπόν, ότι οι μελλοντικές επιδόσεις του υποψηφίου συνδέονται με τις τρέχουσες γνωστικές του ικανότητες.

Στην παρούσα φάση, έχουν προστεθεί, δοκιμαστικά, στο υπάρχον επιλογικό σύστημα **έξι computerized tests**. Τα εν λόγω τεστ, που χρησιμοποιούνται για την ψυχομετρική εξέταση των υποψηφίων του Τμήματος Ιπταμένων της Σ.Ι., είναι τα εξής:

α. Απλός χρόνος αντίδρασης (Reaction time) σε οπτικό ερέθισμα. Ο υποψήφιος, αφού διαβάσει τις οδηγίες, καλείται να αντιδρά με το πάτημα ενός συγκεκριμένου πλήκτρου όταν εμφανίζεται ένα απλό σχήμα στην κενή οθόνη. Υπάρχει, φυσικά, η δυνατότητα μέτρησης της αντίδρασης και σε άλλου είδους ερεθίσματα (ηχητικά, αφής, κλπ).

β. Χρόνος αντίδρασης σε συνδυασμό με λήψη απόφασης (Choice Reaction Time). Το test είναι παρόμοιο με το προηγούμενο αλλά τώρα ο υποψήφιος πρέπει να αποφασίσει αν θα πατήσει το πλήκτρο ή όχι, ανάλογα με τον

τύπο του σχήματος που θα εμφανιστεί στην οθόνη. Πέρα από τους διαφορετικούς τύπους ερεθισμάτων, παρέχεται και η δυνατότητα προσθήκης σειράς αντιδράσεων από τις οποίες πρέπει να επιλέξει ο εξεταζόμενος.

γ. Ικανότητα αντίληψης στον χώρο (Spatial Orientation). Ο υποψήφιος πρέπει να προσδιορίσει την σωστή θέση ενός αντικειμένου κάτω από συνθήκες χρονικής πίεσης.

δ. Εγρήγορση και αντοχή στον αντιληπτό «θόρυβο» (Alertness). Ο υποψήφιος καλείται να αντιδράσει σε στιγμιαία οπτικά ερεθίσματα ενώ «βομβαρδίζεται» συνεχώς από πληθώρα άσχετων οπτικών ή/και ακουστικών ερεθισμάτων.

ε. Βραχεία μνήμη (Short Term Memory). Εξετάζεται η ικανότητα του υποψηφίου να απομνημονεύει και να χρησιμοποιεί δεδομένα, που μόλις του έχουν δοθεί, κάτω από πίεση χρόνου.

στ. Συντονισμός χεριού – ποδιού (Hand & Foot Coordination). Ο υποψήφιος καλείται να κινήσει δρομείς (cursors) επί της οθόνης έτσι ώστε να παρακολουθήσει κάποιον κινούμενο στόχο ή να εκτελέσει άλλες παρεμφερείς διαδικασίες. Οι δρομείς κινούνται μέσω χειριστηρίου (joystick) και ποδοστηρίων (rudder pedals) αντίστοιχα.

Επιλογή και αξιολόγηση μέσω Η/Υ

Από τις αρχές της δεκαετίας του '50 χρησιμοποιούνταν υπολογιστικές μηχανές για την αυτόματη βαθμολόγηση τεστ, όπως το MMPI® και το 16PF®. Ακόμα και σήμερα υπάρχουν πολλά αυτοματοποιημένα συστήματα για την απλή βαθμολόγηση ερωτηματολογίων, αλλά υπάρχουν και άλλα πιο ανεπτυγμένα "εμπειρικά" συστήματα που παράγουν ακόμα και ερμηνεία των αποτελεσμάτων (Hedlund & Vieweg, 1988, Moreland 1985, 1987). Το ενδιαφέρον των επιστημόνων στη χρήση Η/Υ για τη χορήγηση και ερμηνεία των τεστ ξεκινά από τα τέλη της δεκαετίας του 60, κατά την οποία σχεδιάστηκαν τα πρώτα συστήματα που χρησιμοποιούσαν είτε τερματικά που συνδέονταν με ένα κεντρικό υπολογιστή, είτε ειδικές συσκευές "αυτοματοποίησης", φτιαγμένες για το σκοπό αυτό. Τα συστήματα αυτά ήταν πολυέξοδα, χωρίς μεγάλες δυνατότητες και δυσπρόσιτα. Στις μέρες μας, που πολλοί επαγγελματίες του χώρου έχουν εύκολη πρόσβαση σε μεγάλα μηχανήματα που προσφέρουν άπειρες δυνατότητες με μικρό κόστος, η χρήση της αυτοματοποιημένης αξιολόγησης έχει αυξηθεί δραματικά και θα αυξάνεται με τον ίδιο ρυθμό για πολλά χρόνια ακόμα. Δυστυχώς, υπάρχει παρ' όλα αυτά μια αίσθηση ότι οι εξελίξεις στον τομέα αυτό επηρεάζονται περισσότερο από τις τεχνολογικές εξελίξεις και όχι από μια κοινή στρατηγική, που να λαμβάνει υπ' όψιν της την πιθανή επίδραση αυτών των εξελίξεων στην επαγγελματική πρακτική.

Για να μπορέσει ένα σύστημα αξιολόγησης να γίνεται αποκλειστικά με τη χρήση Η/Υ θα πρέπει να μπορεί να εκτελεί τις ακόλουθες δραστηριότητες, όπως επισημαίνουν οι Bartram & Bayliss (1984) :

- α) να επιλέγει το τεστ που θα χορηγηθεί
- β) να δίνει στον εξεταζόμενο τις κατάλληλες οδηγίες
- γ) να χορηγεί το τεστ
- δ) να καταγράφει τις πληροφορίες
- ε) να αναλύει τα αποτελέσματα
- στ) με βάση την ανάλυση αυτή να αποφασίζει αν χρειάζεται να χορηγηθεί άλλο

τεστ και ποιο

- ζ) να παράγει μια "έμπειρη" (expert) ερμηνεία των αποτελεσμάτων.

Πλεονεκτήματα & μειονεκτήματα (πίνακας 30-1)

Θεωρητικά, όλων των ειδών τα τεστ μπορούν να γίνουν αντικείμενο επεξεργασίας από Η/Υ. Στην πραγματικότητα όμως, δεδομένων των περιορισμών της σύγχρονης τεχνολογίας και του λογισμικού, συγκεκριμένοι τύποι τεστ είναι πολύ πιο εύκολο να χορηγηθούν και να αναλυθούν μέσω Η/Υ απ' ότι άλλοι. Για

παράδειγμα, πολλά τεστ νοημοσύνης, ικανοτήτων, προσωπικότητας ή ενδιαφερόντων έχουν να κάνουν με την παρουσίαση απλών ερωτήσεων στις οποίες ο εξεταζόμενος επιλέγει την απάντησή του από μια σειρά δεδομένων απαντήσεων (multiple choice). Τέτοιου είδους τεστ είναι σχετικά εύκολο να προσαρμοστούν, ώστε να χορηγούνται μέσω Η/Υ. Οι ερωτήσεις και οι απαντήσεις απλά παρουσιάζονται στην οθόνη του υπολογιστή και ο εξεταζόμενος απαντά πατώντας το κατάλληλο πλήκτρο σ' ένα κοινό ή ειδικά σχεδιασμένο πληκτρολόγιο. Ο υπολογιστής εγγυάται κανονικοποίηση των αποτελεσμάτων και ταχύτητα και ακρίβεια στην βαθμολόγηση.

Από την άλλη πλευρά, τα τεστ που περιέχουν ανοιχτές ερωτήσεις, όπως αυτά που ζητούν γραπτό κείμενο, δεν μπορούν να αυτοματοποιηθούν έως ότου η έρευνα στον τομέα της τεχνητής νοημοσύνης να προοδεύσει τόσο, ώστε να φτάσει στο σημείο να προσδώσει στους Η/Υ την δυνατότητα κατανόησης του γραπτού ή και του προφορικού λόγου. Το πιθανότερο είναι ότι θα περάσουν αρκετά χρόνια ακόμα, έως ότου κάτι τέτοιο να είναι εφικτό. Σε άλλους τομείς βέβαια, η χρήση υπολογιστών επιτρέπει την εξέταση ικανοτήτων και δεξιοτήτων που θα ήταν ιδιαίτερα δύσκολο να ελεγχθούν με οποιοδήποτε άλλο τρόπο. Καλό παράδειγμα αποτελούν τα τεστ ψυχοκινητικών ικανοτήτων (όπως το τεστ προσαρμοσμένης παρακολούθησης στόχων -adaptive pursuit test- και το τεστ της αντισταθμιστικής παρακολούθησης στόχου- compensatory tracking test), καθώς και τα τεστ που μετρούν την ικανότητα χειρισμού πληροφοριών, την ικανότητα ταυτόχρονης εκτέλεσης πολλών καθηκόντων, την ικανότητα προγραμματισμού, την βραχυπρόθεσμη μνήμη, κλπ. Παρ' ότι ορισμένες από τις παραπάνω γενικές ικανότητες ή συμπεριφορές αλληλοκαλύπτονται, είναι γενικά παραδεκτό ότι οι συγκεκριμένες ικανότητες και τα καθήκοντα που συνδέονται μ' αυτές, έχουν μεγάλη σχέση με την πτήση.

Η αυτοματοποιημένη εξέταση παρουσιάζει πολλά πλεονεκτήματα σε σύγκριση με τις παραδοσιακές μεθόδους αξιολόγησης, ένα από τα οποία είναι η σημαντική μείωση των εργασιών. Όταν σκεφθεί κανείς το χρόνο που σπαταλά για να εκπαιδεύσει τους χορηγητές-βαθμολογητές και τον ουσιαστικό χρόνο χορήγησης του τεστ, είναι φανερό ότι ένα πλήρως αυτοματοποιημένο σύστημα αξιολόγησης μπορεί να αρχίσει να συντηρεί τον εαυτό του και να προσφέρει κέρδος (χρονικό και χρηματικό) σε λίγους μόνο μήνες μετά την εγκατάστασή του.

Ακόμα και η φάση της παρουσίασης του τεστ και των οδηγιών του μπορεί να βελτιωθεί, αν ο υπολογιστής χρησιμοποιηθεί καταλλήλως. Παρ' όλο που τα ψυχομετρικά τεστ θα πρέπει πάντα να χορηγούνται με τον τρόπο που περιγράφεται στις οδηγίες χορήγησης του εγχειριδίου του κάθε τεστ, στην πραγματικότητα οι χορηγητές είναι πολύ πιθανό να διαφέρουν σημαντικά στην πιστότητα με την οποία ακολουθούν τις οδηγίες αυτές. Ακόμα και οι παραμικρές διαφορές στην εκφώνηση των οδηγιών, ή ακόμα και μη λεκτικές διαφορές έκφρασης κατά τη χορήγηση του τεστ, μπορούν να οδηγήσουν σε διαφορετική "επίδοση" από την πλευρά του εξεταζόμενου. Αντιθέτως, ο υπολογιστής θα χορηγήσει το τεστ μ' έναν πανομοιότυπο τρόπο, κάθε φορά, και αυτό ισχύει για κάθε φάση του τεστ, συμπεριλαμβανομένης και της χορήγησης των οδηγιών.

Επιπλέον, ο υπολογιστής μπορεί να αξιολογήσει το κατά πόσον ο εξεταζόμενος έχει κατανοήσει τις οδηγίες για τη συμπλήρωση του τεστ και μπορεί να προγραμματιστεί να δώσει επιπλέον οδηγίες, αν χρειάζεται. Ο υπολογιστής δεν θα «χάσει ποτέ την υπομονή του», αλλά μπορεί πολύ ευγενικά να σταματήσει τη διαδικασία εξέτασης, αν ανιχνεύσει ότι ο εξεταζόμενος είναι αδύνατον να κατανοήσει τις οδηγίες συμπλήρωσης του ερωτηματολογίου.

Οι Η/Υ μπορούν να βαθμολογήσουν τις απαντήσεις και να αναλύσουν τα αποτελέσματα με πολύ μεγαλύτερη ταχύτητα και ακρίβεια, απ' ό,τι ο άνθρωπος, ιδιαίτερα όταν το τεστ αποτελείται από πολλές ερωτήσεις ή η διαδικασία βαθμολόγησης του είναι πολύπλοκη (για παράδειγμα το MMPI® και το 16PF®). Είναι πολύ πιθανό ότι πολλά έγκυρα ψυχομετρικά τεστ δεν έχουν ακόμα γενικευμένη χρήση εξαιτίας της δυσκολίας που παρουσίαζαν, στην αρχική μορφή τους, κατά τη χορήγηση, βαθμολόγηση και ανάλυση των αποτελεσμάτων. Τέτοιου είδους τεστ

μπορούν να χρησιμοποιηθούν ευρέως, αν χορηγούνται μέσω Η/Υ. Οι Η/Υ μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή εκθέσεων ερμηνείας, για τεστ όπως το MMPI®, το 16PF®, το TTS, κλπ.

Αρχικά υπήρχε ο φόβος ότι η αυτοματοποίηση θα "απανθρωποποιούσε" τη διαδικασία και ότι οι εξεταζόμενοι θα ένιωθαν πολύ αρνητικά απέναντι σ' αυτού του είδους την εξέταση. Όμως, μια σειρά από μελέτες έχουν δείξει ότι γενικά οι εξεταζόμενοι δείχνουν εξίσου πρόθυμοι να απαντήσουν στις ερωτήσεις ενός αυτοματοποιημένου τεστ, τουλάχιστον όσο και σ' αυτές ενός τεστ που χορηγείται από κάποιον άνθρωπο. Βέβαια ορισμένες εξαιρέσεις σίγουρα υπάρχουν. Οι French & Beaumont (1987) έκαναν τη σύγκριση ανάμεσα στην αντίδραση ψυχιατρικών ασθενών στην παραδοσιακή και την αυτοματοποιημένη εξέταση μιας σειράς από τεστ. Γενικά, και στις δύο περιπτώσεις, οι άρρωστοι αντέδρασαν θετικά στην εξέταση και υπήρξαν ελάχιστες διαφορές. Όπου παρουσιάστηκε κάποια διαφορά, τα τεστ που δίνονταν μέσω Η/Υ θεωρήθηκαν πιο διασκεδαστικά, κυρίως στην περίπτωση απλών τεστ, αλλά παράλληλα θεωρήθηκαν λιγότερο ξεκάθαρα και κατανοητά, στην περίπτωση πιο περίπλοκων τεστ και ειδικότερα όταν ο εξεταζόμενος δεν είχε εμπειρία στη χρήση Η/Υ.

Πιθανά πλεονεκτήματα	Πιθανά μειονεκτήματα/ προβλήματα
Αυξημένη ταχύτητα και ακρίβεια	Δυσκολία στην ομαδική εξέταση (λόγω κόστους)
Αποδοτικότερη χορήγηση και βαθμολόγηση	Αναντιστοιχία μεταξύ των αυτοματοποιημένων & μη μορφών του τεστ
Καλύτερος έλεγχος και σταθεροποίηση των συνθηκών εξέτασης	Αναντιστοιχία μεταξύ των διαφορετικών αυτοματοποιημένων μορφών του τεστ
Μείωση ποσοστού λάθους (εξάλειψη λαθών μετεγγραφής)	Παρακολούθηση των εξελίξεων στην διαμόρφωση του τεστ και των αλλαγών στα επαγγελματικά στάνταρτ
Αυξημένη αξιοπιστία	Διατήρηση του εμπιστευτικού χαρακτήρα των αποτελεσμάτων
Αυξημένες δυνατότητες στάθμισης	Παραβίαση της προσωπικής ζωής
Ευελιξία στην επιλογή του τεστ και επιμέρους ερωτήσεων (Προσαρμόσιμη εξέταση)	Ανακριβής γενικευμένη ερμηνεία
Καλή σχέση κόστους-αποτελεσμάτων	Ερμηνεία που δεν ανταποκρίνεται στις ιδιαιτερότητες κάθε λαού
Επάρκεια του προσωπικού	Έλλειψη παρατηρήσεων σχετικά με τη συμπεριφορά του ατόμου που εξετάζεται
Ευκαιρίες για ερευνητικό έργο (Συμπληρωματικά δεδομένα, π.χ. χρόνοι αντίδρασης)	Ανεπαρκής πρόβλεψη για τον ανθρώπινο παράγοντα (όχι σωστός σχεδιασμός του συστήματος)
Άμεσες ενδείξεις αποτελεσμάτων (μεγαλύτερο κίνητρο για τον εξεταζόμενο)	Αντίδραση του προσωπικού στη χρήση Η/Υ
Εύκολη ενημέρωση των πινάκων στάθμισης (νόρμες) και των κανόνων ερμηνείας του τεστ	Ανεπαρκής αρχική εξέταση των ατόμων σε σχέση με την ικανότητά τους να χειρίζονται Η/Υ
Εγκυρότητα των ερμηνευτικών εκθέσεων	Απανθρωπισμός της διαδικασίας επιλογής
Δυνατότητες βοήθειας σε άτομα με προβλήματα όρασης, ακοής κλπ	Δυσκολία στην παράδοση των αποτελεσμάτων στον πελάτη
	Νομικά θέματα (αποδείξεις στο δικαστήριο· copyright του προγράμματος, διατύπωση κρίσεων για τον πελάτη)

ΠΙΝΑΚΑΣ 30-1

Πιθανά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της αυτοματοποιημένης εξέτασης.

(Προσαρμοσμένο από: Space, 1981; Sampson, 1983; Zachary & Pope, 1984; Bartram & Bayliss, 1984)

Μελλοντικές τάσεις

Όπως έχει ήδη ειπωθεί, η περισσότερη δουλειά μέχρι σήμερα έχει επικεντρωθεί στην προσαρμογή ήδη υπάρχοντων τεστ. Μια δυνατότητα που μας παρέχουν οι Η/Υ είναι αυτή της δημιουργίας προσαρμοσμένων εξετάσεων ή εξετάσεων ανά περίπτωση. Με απλά λόγια, η ιδέα είναι ότι σε αρκετά τεστ μπορούμε να προβλέψουμε πώς θα απαντήσει ο εξεταζόμενος σε ορισμένες ερωτήσεις με βάση το τι απάντησε στις προηγούμενες. Για παράδειγμα, πολλά τεστ IQ αρχίζουν με απλές ερωτήσεις, στις οποίες μπορεί να απαντήσει το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού και προχωρούν σταδιακά σε δυσκολότερες ερωτήσεις, που είναι εκτός των δυνατοτήτων των περισσότερων από τους εξεταζόμενους. Μπορούμε να είμαστε σχεδόν σίγουροι ότι, αν κάποιος απάντησε σωστά στα δυσκολότερα θέματα θα μπορεί να απαντήσει σωστά και στα πιο εύκολα, άσχετα με το αν θα τα χορηγήσουμε ή όχι. Οι Η/Υ μπορούν να προγραμματιστούν να παρουσιάζουν στον εξεταζόμενο μόνο τις ερωτήσεις εκείνες που είναι καταλληλότερες γι' αυτόν και να συμπεράνουν τις πιθανές απαντήσεις του, στις υπόλοιπες ερωτήσεις. Τέτοιου είδους προγράμματα μπορούν να βγάλουν εξίσου σωστά συμπεράσματα για την ικανότητα του ατόμου που εξετάστηκε, όσο και αν χορηγούσαν όλο το τεστ, μειώνοντας με αυτό τον τρόπο το χρόνο της εξέτασης στο μισό. Είναι πιθανό ότι αυτού του είδους η εξέταση θα επεκταθεί στο μέλλον.

Οι εξελίξεις στην τεχνολογία επίσης θα ενσωματωθούν στα μελλοντικά αυτοματοποιημένα συστήματα αξιολόγησης, παρ' όλο που ο κίνδυνος «χρησιμοποίησης της τεχνολογίας για την τεχνολογία» δεν μπορεί παρά να τονιστεί. Παρ' όλα αυτά η χρήση **interactive multimedia** και της τεχνολογίας **input/output του λόγου**, μας παρέχει ορισμένες ενδιαφέρουσες και συναρπαστικές δυνατότητες (French, 1985).

Η ανάπτυξη εντελώς καινούριων τεστ με την πλήρη αξιοποίηση των δυνατοτήτων των μικροϋπολογιστών είναι σίγουρα η μεγαλύτερη πρόκληση που αντιμετωπίζουν οι δημιουργοί συστημάτων αξιολόγησης στις μέρες μας. Το πρόβλημα, βέβαια, είναι ότι η σωστή στάθμιση είναι μια ακριβής και χρονοβόρα διαδικασία, κυρίως όσον αφορά στα αυτοματοποιημένα τεστ. Η συναξιολόγηση των προσεγγίσεων της πειραματικής γνωστικής ψυχολογίας και της ψυχομετρίας αποδεικνύεται εξαιρετικά γόνιμη. Έχουν δημιουργηθεί τεστ στα οποία οι νέες ερωτήσεις κατασκευάστηκαν με βάση προκαθορισμένους κανόνες και τα οποία δίνουν στον κάθε εξεταζόμενο μια διαφοροποιημένη σειρά ερωτήσεων. Τέτοιου είδους προσεγγίσεις παρουσιάζουν σαφή πλεονεκτήματα.

Με τον καιρό, γίνεται ευρέως αντιληπτό ότι η νέα γενιά των αυτοματοποιημένων συστημάτων αξιολόγησης πρέπει να είναι πιο "έξυπνη" από τα συστήματα που έχουν αναπτυχθεί ως τώρα. Τέτοιου είδους συστήματα αξιολόγησης πρέπει να εκμεταλλεύονται τις αρχές άλλων εμπειρικών συστημάτων πολύ περισσότερο απ' ό,τι ως τώρα. Ο απώτερος σκοπός είναι να χτίζουμε την εικόνα των ικανοτήτων, δεξιοτήτων, προτιμήσεων κλπ του εξεταζόμενου και πιθανόν να εξετάζουμε την καταλληλότητά του για συγκεκριμένες θέσεις εργασίας και να του προσφέρουμε επαγγελματικό προσανατολισμό ή ακόμα και εκπαίδευση.

Επαγγελματική συνέντευξη

Η συνέντευξη "που αποτελεί την πιο δημοφιλή μέθοδο επιλογής προσωπικού, αποτελεί μια κατ' εξοχήν κοινωνικο-ψυχολογική διαδικασία, στην οποία υπεισέρχονται βασικά θέματα της ψυχολογίας: η αντίληψη προσώπων, η μη λεκτική επικοινωνία, οι γνωστικές διαδικασίες λήψης αποφάσεων, τα στερεότυπα και οι προκαταλήψεις. Στην ουσία και η συνέντευξη αποτελεί ψυχομετρική μέθοδο, ή ακριβέστερα, κλινική μέθοδο." (Κάντας, 1993, σελ. 13)

Η μέθοδος της συνέντευξης στην επιλογή ήταν η πρώτη που χρησιμοποιήθηκε λόγω της αμεσότητάς της και της έλλειψης άλλων πιο έγκυρων τρόπων απόκτησης

πληροφορίας για την προσωπικότητα και τη συμπεριφορά ενός υποψηφίου. Ως επιστημονική μέθοδος απασχολεί την ψυχολογία εδώ και 80 χρόνια και ενώ παραμένει μια από τις πλέον δημοφιλείς μεθόδους η εγκυρότητά της έχει κατά καιρούς αμφισβητηθεί.

Σε γενικές γραμμές η συνέντευξη επιλογής μπορεί να διακριθεί σε δύο τύπους: δομημένη και μη δομημένη. Η συντριπτική πλειοψηφία των ερευνητών κλίνει υπέρ των δομημένων συνεντεύξεων (Mayfield, 1964). Πράγματι, κατά την μη δομημένη συνέντευξη υπάρχει συχνά η τάση να παρασύρονται τα δύο μέρη σε εκτός θέματος συζητήσεις. Αδυναμία επίσης αποτελεί και το γεγονός ότι η έλλειψη δομής καθιστά τα αποτελέσματα τέτοιων συνεντεύξεων μη συγκρίσιμα, έστω και αν προέρχονται από τον ίδιο συνεντευκτή. "Το μόνο που μπορούν να ισχυριστούν οι υπέρμαχοι των μη δομημένων συνεντεύξεων είναι ότι με τον τρόπο αυτό κάνουν αξιολόγηση της προσωπικότητας του υποψηφίου. Σήμερα όμως είναι πλέον αρκετά τεκμηριωμένο ότι η αξιολόγηση της προσωπικότητας είναι προτιμότερο να γίνεται με σταθμισμένα ψυχομετρικά μέσα. Όσες αδυναμίες και να έχουν, είναι πιο αξιόπιστα από την ανθρώπινη κρίση που υπόκειται σε ένα σωρό διαστρεβλώσεις και μεροληψίες" (Κάντας, 1993)

Υπάρχουν μερικά σημεία που πρέπει κανείς να τονίσει σε σχέση με την μέθοδο της συνέντευξης, τα οποία συνιστούν και τις σημαντικότερες αδυναμίες της (Schmitt, 1976).

1. **Ευνοϊκότητα των πληροφοριών.** Οι συνεντευκτές καταλήγουν σε κρίση και απόφαση πολύ νωρίς, συνήθως τα πρώτα τρία ή τέσσερα λεπτά της συνέντευξης και δίνουν μεγαλύτερη βαρύτητα στις αρνητικές παρά στις θετικές πληροφορίες.

2. **Χρονική σειρά των πληροφοριών.** Η σειρά εμφάνισης των πληροφοριών κατά τη συνέντευξη παίζει ρόλο για τη διαμόρφωση της κρίσης. Οι πρώτες εντυπώσεις που διαμορφώνουν οι συνεντευκτές παίζουν μεγαλύτερο ρόλο από ό,τι οι πραγματικές πληροφορίες. Αυτό συμβαίνει επειδή οι συνεντευκτές διαμορφώνουν κρίση νωρίς και μετά παύουν να ενδιαφέρονται για τις πληροφορίες που προστίθενται. Οι δομημένες συνεντεύξεις είναι πιο αξιόπιστες γιατί υποχρεώνουν τους συνεντευκτές να δίνουν μεγαλύτερη προσοχή.

3. **Στερεότυπα.** Οι συνεντευκτές λειτουργούν με βάση στερεότυπες απόψεις για τον "ιδανικό υποψήφιο" και κρίνουν τους υποψηφίους με βάση το στερεότυπο αυτό.

4. **Μη λεκτικά σήματα.** Οι μη λεκτικές πληροφορίες (στάση, έκφραση, βλέμμα, εκνευρισμός, κλπ) αποδεικνύονται πολλές φορές πιο σημαντικές από τις λεκτικές. Η διαφορετική αξιολόγηση των υποψηφίων από διαφορετικούς συνεντευκτές ίσως οφείλεται στο συνδυασμό λεκτικών και μη λεκτικών πληροφοριών.

5. **Ομοιότητα με συνεντευκτή.** Η ομοιότητα με το συνεντευκτή ως προς τις στάσεις ή την καταγωγή επηρεάζει τις αξιολογήσεις που κάνουν οι συνεντευκτές. Οι γυναίκες υποψήφιοι αξιολογούνται χαμηλότερα, όχι όμως όταν πρόκειται για θέσεις εργασίας που θεωρούνται "γυναικείες".

6. **Αντιθέσεις (contrast effects).** Τα ευρήματα ήταν αντιφατικά όσον αφορά στο κατά πόσο η γενική εικόνα του υποψηφίου που προηγήθηκε επηρεάζει θετικά ή αρνητικά την κρίση που διαμορφώνεται για τον υποψήφιο που έπεται.

7. **Η πείρα των συνεντευκτών.** Οι πεπειραμένοι συνεντευκτές δεν παρουσιάζουν μεγαλύτερη αξιοπιστία από τους μη πεπειραμένους, αλλά λαμβάνουν περισσότερο υπ' όψιν την ανάγκη για περιορισμό του αριθμού των υπό κρίση υποψηφίων και κατά συνέπεια είναι πιο αυστηροί στις κρίσεις τους.

Υπάρχουν πρόσφατες μελέτες (Cronshaw & Wiesner, 1989; Wright, Lichtenfel & Pursell, 1989; Marchese & Muchinsky, 1993) που δείχνουν ότι η χρήση της συνέντευξης για επιλογικούς σκοπούς δίνει πιο έγκυρα αποτελέσματα (αν και μέτρια) απ' ό,τι ήταν παραδεκτό μέχρι σήμερα. Αυτό φυσικά προϋποθέτει να είναι η

συνέντευξη όσο το δυνατόν πιο δομημένη, να διεξάγεται από περισσότερους από έναν εκπαιδευμένους συνεντευκτές (panel interview) και να μην αποτελεί άσκηση παγίδευσης ή στρεσαρίσματος του υποψηφίου.

Τέλος, έστω κι αν ισχύουν όλες οι παραπάνω προϋποθέσεις οι συνεντευκτές πρέπει να προσπαθούν με κάθε τρόπο να αποφύγουν τα παρακάτω σφάλματα (Breakwell 1990) :

1. Ο συνεντευκτής δεν κατάφερε να επικεντρωθεί στον άλλον. Ο συνεντευκτής ανησυχούσε πιο πολύ για την εικόνα που ο ίδιος έδινε στον υποψήφιο με αποτέλεσμα να μην πάρει όλες τις απαραίτητες πληροφορίες.

2. Ο συνεντευκτής δεν πρόσεξε τις δυσκολίες του άλλου. Πιθανά προβλήματα ακοής του υποψηφίου ή δυσκολία να καταλάβει τον τρόπο ομιλίας (γρήγορη, κακή άρθρωση, κλπ) του συνεντευκτή πρέπει να προσέχονται ιδιαίτερα.

3. Ο συνεντευκτής εισήγαγε άσχετα θέματα. Άρχισε να αναφέρεται σε προσωπικές του αναμνήσεις και σε προσωπικά του θέματα. Τα προσωπικά θέματα πρέπει να είναι πολύ περιορισμένα ο συνεντευκτής να κρατάει στάση φιλικής ουδετερότητας.

4. Ο συνεντευκτής έδειξε ανία ή ανυπομονησία. Ο συνεντευκτής άρχισε να φυλλομετράει τα χαρτιά του, να διακόπτει τον ομιλούντα, ή να μην απαντάει επαρκώς στις ερωτήσεις.

5. Ο συνεντευκτής δεν έδειξε συνέπεια στις ερωτήσεις του. Δεν έκανε σε όλους του υποψηφίους τις ίδιες ερωτήσεις, ώστε να μπορεί μετά να γίνει σύγκριση.

6. Ο συνεντευκτής μιλούσε πολύ. Στο σημείο αυτό αναφερόμαστε όχι μόνο στο ότι ο συνεντευκτής καμιά φορά καταναλώνει το μεγαλύτερο μέρος της συνέντευξης μιλώντας ο ίδιος, αλλά επίσης στο ότι πολλές φορές δεν αφήνει αρκετό χρόνο στον υποψήφιο να σκεφτεί μια απάντηση. Υποτίθεται ότι ο συνεντευκτής πρέπει να μετρήσει σιωπηλά μέχρι το είκοσι, πριν πιέσει τον υποψήφιο να απαντήσει σε μια ερώτηση ή πριν ξαναυποβάλλει την ερώτηση.

7. Ο συνεντευκτής έκανε άμεση σφαιρική αξιολόγηση του υποψηφίου. Είναι μια από τις πιο επικίνδυνες παγίδες για το συνεντευκτή να νομίζει με σιγουριά ότι αξιολόγησε τον υποψήφιο σε λίγα λεπτά.

8. Ο συνεντευκτής αγνόησε τα κριτήρια επιλογής. Ο συνεντευκτής στηρίχθηκε στο "ένστικτο" ή σε επιφανειακά και μεροληπτικά κριτήρια.

9. Ο συνεντευκτής χρησιμοποίησε καθοδηγητικές ερωτήσεις. Και φυσικά πήρε τις απαντήσεις που περίμενε. Στο θέμα των καθοδηγητικών ερωτήσεων εκείνο που θα πρέπει να τονιστεί είναι ότι πέρα από τη λεκτική διατύπωση, καθοδηγητικός μπορεί να είναι και ο τρόπος που διατυπώνεται μια ερώτηση, το ύφος και ο τόνος της φωνής.

10. Ο συνεντευκτής δεν διευθέτησε σωστά το χώρο. Δεν είχε γωνία 45 μοιρών από τον υποψήφιο, μεταξύ τους μεσολαβούσε γραφείο κλπ.

11. Ο συνεντευκτής έχασε τον έλεγχο της συνέντευξης. Αυτό συμβαίνει συχνά με υποψηφίους που μιλούν πολύ και πετάγονται από το ένα θέμα στο άλλο. Ο υποψήφιος μπορεί να κάνει κάτι τέτοιο από άγχος, ή για να αποφύγει μερικές ερωτήσεις που δε θέλει να του υποβληθούν. Ο συνεντευκτής πρέπει να επανέρχεται συστηματικά στο θέμα που θέλει να εξετάσει και να το διευκρινίσει.

Περίληψη

Η σωστή επιλογή του ιπταμένου προσωπικού είναι μια δύσκολη αλλά απαραίτητη διαδικασία για την ελαχιστοποίηση της ασυμβατότητας ανθρώπου-πτήσης και των αρνητικών επιπτώσεων μιας τέτοιας ασυμβατότητας. Η ταυτόχρονη εφαρμογή αρνητικής και θετικής επιλογής, ακολουθούμενη από αξιολόγηση και τοποθέτηση δείχνει να είναι η πιο αποτελεσματική λύση. Η σωστή επιλογική διαδικασία περιέχει έγκυρα και αξιόπιστα ψυχομετρικά τεστ, κατάλληλα σταθμισμένα στον υπό εξέταση πληθυσμό, σε παραβολή με σχετικό κριτήριο. Τα τεστ αυτά καλό είναι να περιλαμβάνουν δοκιμασίες προσωπικότητας και ικανοτήτων, παράλληλα με δομημένη συνέντευξη από ομάδα συνεντευκτών. Η Πολεμική Αεροπορία

χρησιμοποιεί πλέον (από το 2001) δομημένη συνέντευξη, σε συνδυασμό με γραπτή αυτοπεριγραφή και τα τεστ προσωπικότητας MMPI®, 16PF®, DPT, ΑΥΤΟΠΕΡΙΓΡΑΦΗ (και πιλοτικά τα TTS, SPV, SIV). Τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιούνται ειδικά φύλλα απαντήσεων και λογισμικό που επιτρέπουν την αυτοματοποίηση της εξαγωγής αποτελεσμάτων κατά τις επιλογικές διαδικασίες της Π.Α., ενώ γίνονται συνεχείς προσπάθειες για την πλήρη αυτοματοποίηση (χορήγηση, βαθμολόγηση, ερμηνεία μέσω Η/Υ) στο άμεσο μέλλον. Μέρος αυτών των προσπαθειών είναι και η προσθήκη στην επιλογική διαδικασία σειράς από έξι computerized tests ικανοτήτων για ιπταμένους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Advanced Concept Ejection Seat ACES II. Report MDC J4576 Revision D, March 1988.
2. Air Force Regulation 160-95: Nutrition Allowances Standards and Education 1985; 2.1-2.3, 4.1
3. Αμερικάνικη Ακαδημία Ορθοπαιδικών Χειρουργών: Επείγουσα Βοήθεια και Μεταφορά του Τραυματία και του Ασθενούς;. Τέταρτη Έκδοση
4. Anastasi, A. (1976). Psychological testing (4th Ed). Collier Macmillan Publishers: London.
5. Anton D.J. Escape from aircraft (200 – 215). In Aviation Medicine by John Erusting, Peter King: Butterworth and Heinemann.
6. Balldin U.I., Sporrang A. and Tech P.A., Rehydration and G – tolerance, psychomotor performance and muscle function. Aviat. Space Environ. Med. 58 : 105-108, 1987.
7. Banks RD, Grisset JD, Turnipseed GT, Saunders PL, Rupert AH. The “push – pull effect.” Aviat Space Environ Med 1994; 65:699 – 704.
8. Bartram, D. & Bayliss, R. (1984). Automated testing: Past, present and future. Journal of Occupational Psychology, 57, 221-237.
9. Bartram, D. (1987). The development of an automated testing system for pilot selection: The MICROPAT project. Applied Psychology: An International Review, 36, 279-298.
10. Beech, J.R. & Harding L. (1990) Testing People. A practical Guide to Psychometrics. NFER-Nelson: Berkshire.
11. Beeding E.L., Jr., & Mosley, J.D., Human tolerance to ultra high G forces. Holloman Air Force Base, NM: Air Force Development Center AFMDC – TN – 60 – 2, Aeromedical Field Laboratory, Air Force Missile Development Center, Holloman Air Force, 1960.
12. Βλαχοπαναγιώτης Σωτήριος: Διατροφή-Διαιτολόγιο Ιππαμένων 1989: 21-30
13. Breakwell, G.M. (1990). Interviewing. BPS: Leicester.
14. Briket Cattell H. (1989) The 16PF®: Personality in Depth. Institute for Personality and Ability Testing, Inc. : Champaign, Illinois.
15. Brinkley J.W., Raddin J.H., Vetebral fraitures resulting from ejection. Chapt 8 In fundamentals of Aerospace Medicine. Williams & Wilkin.
16. Burns J, Balldin U. Assisted Positive Pressure Breathing for Augmentation of Acceleration Tolerance Time. Aviat. Space Environ. Med. 1988 ; 59 : 225 – 233.
17. Burns JW. Prevention of loss of consciousness with positive pressure breathing and supinating seat. Aviat. Space Environ. Med. 1988 ; 59 : 20 – 22.
18. Burton, S.D. Levevett and E.D. Michaelson, Man at High Sustained +Gz Acceleration. A review. Aerospace Med., 45, 1115 – 1136, 1974.
19. Cattell B. (1989) The 16PF®: Personality in Depth. Institute for Personality and Ability Testing, Inc.: Champaign, Illinois.
20. Cattell B., Eber H.W., Tatsuoka, M.M. (1970) Handbook for the Sixteen Factor Personality Questionnaire (16PF®). Institute for Personality and Ability Testing, Inc.: Champaign, Illinois.
21. Christy, R.L. Effects of radial, angular, and transverse acceleration. In Randel, H.W. (Ed.), Aerospace Medicine (2nd ed.). Baltimore, MD: Williams and Wilkins, 1971, p. 187.
22. Cooper, Sloan, Williams (1988). The Stress Indicator. NFER-NELSON Publishing Company Ltd: Berkshire, England.
23. Cronshaw, S.F., & Wiesner, W.H. (1989). The validity of the employment interview: Model for research and practice. In R.W. Eder & G.R. Ferris (Eds.). The employment interview. Newbury Park, Cal.: Sage.
24. DeHart R L. Fundamentals of Aerospace Medicine, Second Edition

25. Department of the Navy, Naval Safety Center. United States Navy Emergency Escape Summary. NAS, Norfolk: Naval Safety Center, Aeromedical Division, 1984, 1985.
26. Διαμαντόπουλος Ιωάννης, 'Παθοφυσιολογία έκθεσης σε περιβάλλον υψηλών και παρατεταμένων επιταχύνσεων' – Ιατρική Επιθεώρηση Ενόπλων Δυνάμεων 33:129-141, 1999.
27. Diedrichs RW. Adverse effect of negative Gz on subsequent high positive Gz: A need for research and education. *Aeromed Training Dig* 1990; 4:36 – 8.
28. Duckworth, J. & Anderson, W. (1986). *MMPI – Interpretation Manual for Counselors and Clinicians (3^d Ed)*. Accelerated Development Inc.: Muncie, Indiana, USA.
29. Ernsting, J. & King, P. (Eds.) (1995). *Aviation Medicine (2nd Ed.)*. Butterworth-Heinemann Ltd., Oxford.
30. Ernsting, J., Nicholson, A., Rainford, D. (Eds.) (1999). *Aviation Medicine (3^d Ed.)*. Butterworth-Heinemann Ltd., Oxford.
31. Fitts, P. & Posner, M. (1967). *Human Performance*. Brooks/Cole Publishing Co.: Belmont, California, USA.
32. French, C.C. & Beaumont, J.G. (1987). The reaction of psychiatric patients to computerized assessment. *British Journal of Clinical Psychology*, 26, 267-278.
33. French, C.C. (1985) Automated testing: The need for caution. *Guidance and Assessment Review*, 2, 5-6.
34. Gander, P.H., Graeber, R.C., Foushee, H.C., Lauber, J.K., & Connell, L.J. *Crew Factors in Flight Operations II: Psychophysiological Responses to Short-Haul Air Transport Operations*. NASA Technical Memorandum 108856. Moffett Field, CA: NASA Ames Research Center. 1992.
35. ΓΕΑ : Σχέδιο Αναθεωρημένης Πάγιας Διαταγής 7-1/2001
36. Gell, Tables of equivalents for acceleration terminology. *Aerospace Med.* 32: 1109 – 1111, 1961.
37. Glaister DH. The effects of long duration acceleration. In: King – Erusting (eds) *Aviation Medicine (2nd ed)*. 1988: 139 – 165.
38. Glaister, D.H. (1965) The effects of acceleration of short duration. In *A Textbook of Aviation Physiology*, edited by J.A. Gillies. Oxford: Pergamon Press.
39. Glaister, D.H. (ED) (1975) *Biodynamic Response to Windblast*. Conference Proceedings CP 170. Neuilly sur Seine: AGARD / NATO.
40. Gordon, L. V. (1976). *Survey of Interpersonal Values: Examiner's Manual*. Science Research Associates, Inc.: Chicago, USA
41. Gordon, L. V. (1984). *Survey of Personal Values: Examiner's Manual*. Science Research Associates, Inc.: Chicago, USA
42. Gratus, J. (1988). *Successful Interviewing: How to Find and Keep the Best People*. Penguin Books: England.
43. Green, G R, Muir H, James M, Gradwell D, Green R L: *Human Factors for Aircrew* 1996
44. Hathaway, S.R. & McKinley, J.S. (1967) (Μετάφραση Α. ΚΟΚΚΕΒΗ) *Πολυδιάστατο Ερωτηματολόγιο Προσωπικότητας της Μιννεσότα – MMPI - Εγχειρίδιο*. Ψυχιατρική Κλινική Πανεπιστημίου Αθηνών: Αθήνα.
45. Hawkins F.H.: *Human Factors in Flight*; 16-26
46. Hedlund, J.L. & Vieweg, B.W. (1988) Automation in psychological testing. *Psychiatric Annals*, 18, 217-227.
47. Houghton, J. O., McBride, D. K., & Hannah, K. Performance and physiological effects of acceleration – induced (+Gz) loss of consciousness. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 1985, 56, 956 – 965.
48. ICAO: *Human Factors Training Manual*, First Edition 1998; 1.1.1-1.1.16
49. ISASI FORUM: *Stuart Culling: Aircraft Wreckage-A potential hazard to health*
50. Johanson DC, Pheeny HT. A new look at the loss of consciousness experience with the U.S. naval forces. *Aviat. Space Environ. Med.* 1988 ; 59 : 6 – 8.

51. Johanson, D. C., Flick, V. P., & Terry, D. M. An in – Depth look at the incidence of in – flight loss of consciousness with in the U.S. Naval Service: A final report (Naval Weapons Center Report NWC TT – 6737), China Lake, CA: Naval Weapons Center, June 1986, 44.
52. Jones, M. and Jones, G.M. (1965) Aerodynamic forces and their effects upon man. In A Textbook of Aviation Physiology, edited by J.A. Gillies. Oxford: Pergamon Press.
53. Καντάς, Α. (1993) Επιλογή - Αξιολόγηση προσωπικού. Οργανωτική-Βιομηχανική Ψυχολογία. Μέρος 2ο. Ελληνικά Γράμματα, Αθήνα.
54. Καρακώστας, Δ., Καραμηνάς, Ν., Παπαδάκης, Μ. (1988) Μελέτη νέου επιλογικού συστήματος υποψηφίων Ικάρων. Γενικό Επιτελείο Αεροπορίας, Κλάδος Β'.
55. Καραμηνάς, Ν., Λιάτσος, Π., Δασκαλόπουλος, Χ. (1989) Variation of Abilities with Age in Commercial Airline Pilots. In Minutes of 42nd International Air Safety Seminar, Athens, Greece. Flight Safety Foundation, Inc: USA.
56. Kaplan, B.H. Method of determining spinal alignment and level of probable fracture during static evaluation of ejection seats. Aerospace Medicine, 1974, 45, 942.
57. Karson, S., O'Dell, J.W. (1976) A guide to the Clinical Use of the 16PF®. Institute for Personality and Ability Testing, Inc.: Champaign, Illinois.
58. Kreffft, S. Cardiac injuries resulting from ejection. Aerospace Medicine, 1974, 45, 948 – 953.
59. Lawrence M., Tierney Jr, Stephen J. Mc Phee, Maxime A. Papadakis: Current Medical Diagnosis & Treatment 1997; 1128-9
60. Lehr AK, Prior ARJ, Langewouters G, et al. Previous exposure to negative Gz reduces relaxed +Gz tolerance (abstract). Aviat Space Environ Med 1992; 63:405.
61. Μάνος Ν. & Butcher, J.N. Εγχειρίδιο χρήσης του MMPI®. Θεσσαλονίκη.
62. Marchese M.C. & Muchinsky, P.M. (1993). The validity of the employment interview: A meta-analysis. International Journal of Selection and Assessment, 1, 18-26.
63. Mayfield, F.C. (1964). The selection interview: A reevaluation o published research. Personnel Psychology, 17, 239-260.
64. McCormick, E. & Tiffin, J. (1975). Industrial Psychology (6th Ed). George Allen & Unwin: London.
65. Melzig, H.D., & Schmidt, U. Escape measures for combat helicopter crews. In Jones, W.L. (Ed.), Escape problems and manoeuvres in combat aircraft. AGARD Conference Proceedings No. 134, Soesterberg, Netherlands, September 1973.
66. Μιχαλόπουλος Αριστοτέλης: Διατροφή πτήσης-Παθολογικές καταστάσεις. Εγχειρίδιο Αεροπορικής Ιατρικής Σχολείου Αεροπορικής Ιατρικής. ΚΑΙ 2000
67. Moreland, K.L. (1985). Validation of computer-based test interpretations: Problems and prospects. Journal of Consulting and Clinical Psychology, 53, 816-825.
68. Moreland, K.L. (1987). Computer-based test interpretations: Advice to the consumer. Applied Psychology: An International Review, 36, 385-399.
69. Μπούρλος, Δ. 'Εγκατάλειψη Αεροσκάφους', Εγχειρίδιο Σ.Α.Ι. / 2000
70. Nuttall, J.B. Emergency escape from aircraft and spacecraft. In Randel, H.W. (Ed.), Aerospace medicine (2nd ed.). Baltimore: Williams and Wilkins, 1971.
71. Παξινός Οδ, Εγχειρίδιο Σχολείου Αεροπορικής Ιατρικής.: Απαιτήσεις Φυσικής Κατάστασης Ιπταμένων:
72. Παξινός Οδ. 'Επιπαχύνσεις'-Εγχειρίδιο Σ.Α.Ι. 2000.
73. Ron Reveto, M.D., M.P.H., Emergency egress from aircraft, USAF Flight Surgeon' s Guide. Chapt. 17.
74. Rotondo, G. Spinal injury after ejection in jet pilots: mechanism, diagnosis, follow – up, and prevention. Aviation, Space, and Environmental Medicine, 1975, 46, 842.

75. Schmitt, N. (1976). Social and situational determinants of interview decisions: Implications for the employment interview. *Personnel Psychology*, 29, 79-101.
76. Shaffstall R, Self D. Centrifuge Evaluation of the Advanced Technology Anti – G Suit (ATAGS) During High – G Onset Acceleration. Proceedings, SAFE 32nd Annual Symposium. October 1994; 24 – 27.
77. SMITH, M. (1988). Personnel interviewing: a mini-training programs. In G.M. Breakwell, H.Foot & R. Gilmour (Eds.) *Assessment and selection in organizations*. Chichester: Wiley.
78. Smith, M. (1988). Personnel interviewing: a mini-training programs. In G.M. Breakwell, H.Foot & R. Gilmour (Eds.) *Assessment and selection in organizations*. Chichester: Wiley.
79. Stapp, J.P. Effects of mechanical force on living tissue. I. Abrupt deceleration and windblast. *Journal of Aviation Medicine*, 1955, 26, 268 – 288.
80. STRUCTURED HIRING: Getting the right person for the right job. Alexander Hamilton Institute Inc. : New Jersey.
81. SUCCESSFUL INTERVIEWING For Every Management Situation. Alexander Hamilton Institute Inc. : New Jersey.
82. Tacker WA, Balldin UI, Burton RR et al. Induction and prevention of acceleration atelectasis. *Aviat. Space Environ. Med.* 1987 ; 58 : 69 – 75.
83. Tesch P., Hjort H., Balldin V.I., Effects of strength training on G tolerance, *Aviat. Space Environ. Med:* 691 – 5, 1983.
84. Thurstone, L. L. (1953, 2nd Ed.). *Examiner Manual for the Thurstone Temperament Schedule*. Science Research Associates, Inc.: Chicago, USA.
85. Toplis, J. Dulewicz, V., Fletcher, C. (1991) *Psychological Testing: A manager's guide*. Institute of Personnel Management: London.
86. Travis T, Motran T. U. S. Air Force Positive – Pressure Breathing Anti – G System (PBG) : Subjective Health Effects and Acceptance by Pilots. *Aviat. Space Environ. Med.* 1994 ; 65 : A75 – 79.
87. United States Naval Flight Surgeon Handbook: 2nd Edition 1998. Toxicology
88. USAF School of Aerospace Medicine. FLIGHT SURGEON'S GUIDE
89. Van Patten RE. Advances in anti – G valve Technology: what' s in the future? *Aviat. Space Environ. Med.* 1988 ; 59 : 32 – 35.
90. Vanderbeek R. Combat Edge and Positive Pressure Breathing (PPB) What It Is - - What It Isn't. TAC Attack. June 1990.
91. Von Gierke, H. E., & Brinkley, J. W. Impact accelerations. In Calvin, M. & Gzenko O. G. (Eds.), *Foundations of space biology and medicine, Vol. II, Book, I, Ecological and Physiological bases of space biology and medicine*. Washington, DC: National Aeronautics and Space Administration, 1975, pp. 214 – 246.
92. Walker, H.R., Jr. Operational practicality of fly away ejection seats. In W.L. Jones (Ed.), *Escape problems and manoeuvres in combat aircraft*. AGARD Conference Proceedings No. 134, Soesterberg, Netherlands, September 1973.
93. Warr, P. (Ed.) (1971). *Psychology at Work*. Penguin Books: England.
94. Whinnery J.E., Parnell M.J., The effects of long term aerobic conditioning on +Gz tolerance – rance, *Aviat. Space Environ. Med.* 58 : 199 – 204, 1987.
95. Wickens, C. (1984). *Engineering Psychology and Human Performance*. Charles E. Merrill Publishing Co.: Columbus, Ohio, USA.
96. Wood E.H., G + induced loss of consciousness and it's prevention, USAFSAM TR – 87 – 41, January 1988.

Πίνακας 1-1. Πρότυπη ατμόσφαιρα ICAO (1964)

Ύψος <i>Ft</i>	<i>m</i>	Πίεση <i>mmHg</i>	<i>Lb/in²</i>	Θερμοκρασία <i>°C</i>
0	0	760	14.70	+ 15.0
1 000	305	733	14.17	+ 13.0
2 000	610	706	13.67	+ 11.0
3 000	914	681	13.17	+ 9.1
4 000	1 219	656	12.69	+ 7.1
5 000	1 525	632	12.23	+ 5.1
6 000	1 829	609	11.78	+ 3.1
7 000	2 134	586	11.34	+ 1.1
8 000	2 438	565	10.92	- 0.9
9 000	2 743	543	10.50	- 2.8
10 000	3 048	523	10.11	- 4.8
11 000	3 353	503	9.72	- 6.8
12 000	3 658	483	9.35	- 8.8
13 000	3 962	465	8.98	- 10.8
14 000	4 267	447	8.63	- 12.7
15 000	4 572	429	8.29	- 14.7
16 000	4 879	412	7.97	- 16.7
17 000	5 182	395	7.64	- 18.7
18 000	5 484	380	7.34	- 20.7
19 000	5 791	364	7.04	- 22.6
20 000	6 096	349	6.75	- 24.6
21 000	6 401	335	6.48	- 26.6
22 000	6 706	321	6.21	- 28.6
23 000	7 010	307	5.95	- 30.6
24 000	7 315	294	5.70	- 32.6
25 000	7 620	282	5.45	- 34.5
26 000	7 925	270	5.22	- 36.5
27 000	8 230	258	4.99	- 38.5
28 000	8 534	247	4.78	- 40.5
29 000	8 839	236	4.57	- 42.5
30 000	9 144	226	4.36	- 44.4
31 000	9 449	215	4.17	- 46.4
32 000	9 754	206	3.98	- 48.4
33 000	10 058	196	3.80	- 50.6
34 000	10 363	187	3.63	- 52.4
35 000	10 668	179	3.46	- 54.2
36 000	10 973	170	3.30	- 56.3
37 000	11 278	162	3.14	- 56.5
38 000	11 582	155	3.00	- 56.5
39 000	11 887	147	2.95	- 56.5
40 000	12 192	141	2.72	- 56.5
41 000	12 497	134	2.59	- 56.5
42 000	12 802	128	2.47	- 56.5
43 000	13 107	122	2.36	- 56.5
44 000	13 411	116	2.24	- 56.5
45 000	13 716	111	2.14	- 56.5
46 000	14 021	106	2.04	- 56.5
47 000	14 326	101	1.95	- 56.5
48 000	14 630	96.0	1.85	- 56.5
49 000	14 935	91.5	1.77	- 56.5
50 000	15 240	87.3	1.68	- 56.5
51 000	15 545	83.2	1.61	- 56.5
52 000	15 850	79.3	1.53	- 56.5
53 000	16 155	75.6	1.46	- 56.5
54 000	16 459	72.1	1.39	- 56.5
55 000	16 764	68.8	1.32	- 56.5
56 000	17 069	65.5	1.27	- 56.5
57 000	17 374	62.4	1.21	- 56.5
58 000	17 679	59.5	1.15	- 56.5
59 000	17 983	56.8	1.10	- 56.5
60 000	18 288	54.1	1.04	- 56.5
65 000	19 812	42.3	0.828	- 56.5
70 000	21 336	33.3	0.644	- 55.2
75 000	22 860	26.2	0.507	- 53.6
80 000	24 384	20.7	0.401	- 52.1
85 000	25 908	16.4	0.317	- 50.6
90 000	27 432	13.0	0.251	- 49.1
95 000	28 956	10.3	0.199	- 47.5
100 000	30 480	8.2	0.158	- 46.0

ΑΝΘΡΩΠΙΝΕΣ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ



(Αεροπορική Ιατρική)
AVIATION MEDICINE CHAPTERS

Επιμέλεια Εντύπου
Εκπαιδευτικό Κέντρο Υ.Π.Α.Μ. - ΑΕΡΟΛΕΣΧΗΣ ΑΓΡΙΝΙΟΥ
<http://alag.gr>

Αγρίνιο - Ιούνιος 2008