

**Α.Τ.Ε.Ι. ΠΑΤΡΑΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ - ΠΡΟΝΟΙΑΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΝΟΣΗΛΕΥΤΙΚΗΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΑΠΟ ΚΑΤΑΔΥΣΕΙΣ**  
**ΝΟΣΗΛΕΥΤΙΚΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ ΠΡΟΛΗΨΗ ΚΑΙ**  
**ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ**

**ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: κ. Π. Γεωργακόπουλος**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΕΣ: Πάππα Μαρίνα  
Χρόνη Αγγελική**

**ΠΑΤΡΑ 2005**

*Μετά από εξαντλητικές ώρες μελέτης, σκέψης και γραψίματος κατορθώσαμε την ολοκλήρωση αυτού του συγγράμματος.*

*Ο προσωπικός μας κόπος όμως, δεν θα ήταν αρκετός χωρίς την υποστήριξη και την συνεχή βοήθεια που δεχτήκαμε κυρίως από τον καθηγητή μας και εισηγητή αυτής της εργασίας κ. Παναγιώτη Γεωργακόπουλο.*

*Τα χρόνια που περάσαμε στην Πάτρα, αποτέλεσαν για εμάς εμπειρίες ζωής. Μία από τις σημαντικότερες ήταν η ενασχόλησή μας με το κίνημα του Ελληνικού Ερυθρού Σταυρού. Μέσω του Ε.Ε.Σ. εμπλουτίσαμε τις γνώσεις μας και πήραμε διδάγματα που θα μας συνοδεύσουν στην επαγγελματική μας πορεία. Το κίνητρο για την επιλογή της παρούσης εργασίας μας δόθηκε από τις καταστάσεις που βιώσαμε μέσω αυτής της ενασχόλησής μας. Για αυτούς τους λόγους θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τους εκπαιδευτές μας, οι οποίοι με τις γνώσεις και την προσωπική τους θέληση στάθηκαν αρωγοί στην επίτευξη αυτού του στόχου.*

*Το μεγαλύτερο ευχαριστώ οφείλουμε να το πούμε στις οικογένειες μας που είναι πάντα δίπλα μας και στηρίζουν τις επιλογές και τις προσπάθειες μας.*

*Με εκτίμηση,  
Αγγελική – Μαρίνα*

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ



ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	7

## ΜΕΡΟΣ 1<sup>ο</sup>

### Κεφάλαιο 1: ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

1.1 Ιστορική εξέλιξη των καταδύσεων.....	10
I. Ελεύθερη κατάδυση.....	10
II. Καταδυτικοί κώδωνες (DIVING BELLS).....	11
III. Καταδυτικές συσκευές τύπου σκάφανδρου με παροχή αέρος από την επιφάνεια (helmet surface supplied diving).....	12
IV. Καταδύσεις με αυτόνομες καταδυτικές συσκευές (self - contained underwater breathing apparatus).....	13
1.2 Υποβρύχιες κατοικίες.....	15
1.3 Ιστορία της καταδυτικής ιατρικής.....	16

### Κεφάλαιο 2: ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

2.1 Φυσική των καταδύσεων.....	19
I. Πίεση.....	19
II. Νόμοι των αερίων.....	20
III. Το φως η θερμότητα και ο ήχος .....	21
2.2 Είδη καταδύσεων.....	22
2.3 Διαχωρισμός ατυχημάτων από κατάδυση.....	24

### Κεφάλαιο 3: ΔΥΣΜΕΝΕΙΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΣΤΟΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟ

3.1 Πνευμονική λειτουργία στις καταδύσεις.....	27
3.2 Δηλητηρίαση από διοξείδιο του άνθρακα (CO <sub>2</sub> ).....	31
3.3 Δηλητηρίαση από μονοξείδιο του άνθρακα (CO).....	34
3.4 Τοξικότητα οξυγόνου στους πνεύμονες.....	36
3.5 Τοξικότητα του ΚΝΣ από το οξυγόνο.....	41
3.6 Νάρκωση αζώτου.....	49
3.7 Νευρολογικό Σύνδρομο Υψηλών Πιέσεων.....	53

### Κεφάλαιο 4: ΒΑΡΟΤΡΑΥΜΑΤΑ

4.1 Ορισμός.....	56
4.2 Βαροτραύματα των παραρρινίων κόλπων.....	56
4.3 Βαροτραυμα ωτών.....	58

I. Βαρότραυμα του εξωτερικού αυτιού.....	58
II. Βαρότραυμα του μέσου αυτιού.....	60
III. Βαρότραυμα του έσω αυτιού.....	62
IV. Πρόληψη βαροτραύματος αυτιού.....	62
4.4 Ασθένειες που συνδέονται με το βαρότραυμα ωτών και παραρρινίων κόλπων.....	64
4.5 Βαρότραυμα πεπτικού σωλήνα.....	67
4.6 Πνευμονικό βαρότραυμα.....	68
I. Μεσοθωράκιο και υποδόριο εμφύσημα.....	70
II. Πνευμοθώρακας.....	72
III. Πνευμοθώρακας υπό τάση.....	74
IV. Αρτηριακή εμβολή αέρα.....	76

#### **Κεφάλαιο 5: ΝΟΣΟΣ ΤΩΝ ΔΥΤΩΝ (DCS)**

5.1 Η νόσος των δυτών .....	83
5.2 Η οστεονέκρωση της νόσου των δυτών.....	98
5.3 Υπερβαρική Οξυγονοθεραπεία.....	102
5.4 Θάλαμος επανασυμπίεσης.....	113
5.5 Πίνακες αποσυμπίεσης.....	117

#### **Κεφάλαιο 6: ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΑ ΑΠΟ ΤΟ ΔΥΣΒΑΡΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ**

6.1 Πνιγμός.....	120
6.2 Υποθερμία.....	125
6.3 Αφυδάτωση.....	128

#### **Κεφάλαιο 7: ΕΠΙΛΟΓΗ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ ΚΑΙ ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ**

7.1 Φυσική εξέταση δυτών και επιλογή καταδυτικού προσωπικού.....	137
7.2 Επιλογή νοσηλευτικού προσωπικού.....	143
7.3 Κανόνες και μέτρα ασφαλείας που διέπουν τις μονάδες καταδυτικής- υπερβαρικής ιατρικής.....	144
7.4 Διακομιδής καταδυτικού ατυχήματος.....	145

## ΜΕΡΟΣ 2<sup>ο</sup>

### ΝΟΣΗΛΕΥΤΙΚΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ ΚΑΙ Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΝΟΣΗΛΕΥΤΗ ΣΤΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΑΠΟ ΚΑΤΑΔΥΣΗ

1.	Δηλητηρίαση από CO <sub>2</sub> .....	149
I.	Οξυγονοθεραπεία.....	149
2.	Δηλητηρίαση από CO.....	153
3.	Τοξικότητα οξυγόνου στους πνεύμονες.....	154
I.	Ο ρόλος του νοσηλευτή στην εμφάνιση πνευμονικής τοξικότητας.....	154
4.	Τοξικότητα του ΚΝΣ από το O <sub>2</sub> .....	155
I.	Θεραπεία εντός του θαλάμου επανασυμπίεσης.....	155
II.	Θεραπεία ενώ ο δύτης βρίσκεται ακόμα στο νερό.....	156
5.	Βαροτραύματα παρρινίων και ωτός.....	157
I.	Βαροτραύματα παραρρινίων.....	157
II.	Εξωτερική ωτίτιδα.....	157
III.	Οξεία μέση ωτίτιδα.....	158
IV.	Διάτρηση τυμπάνου.....	159
6.	Πνευμονικό βαρότραυμα.....	161
I.	Σύνθλιψη πνεύμονος.....	161
II.	Μεσοθωράκιο και υποδόριο εμφύσημα.....	161
III.	Πνευμοθώρακας.....	162
IV.	Πνευμοθώρακας υπό τάση.....	164
V.	Αρτηριακή εμβολή αέρα.....	164
7.	Νόσος των δυτών.....	169
I.	Αποδεκτά χορηγούμενα φάρμακα.....	169
II.	Ο ρόλος του νοσηλευτή στο τμήμα υπερβαρικής θεραπείας.....	172
III.	Γενικές ευθύνες των νοσηλευτών του θαλάμου.....	175
IV.	Νοσηλευτικά μέτρα κατά την υπερβαρική οξυγονοθεραπεία.....	176
8.	Δυσβαρική οστεονέκρωση.....	177

### ΠΡΟΛΗΨΗ ΚΑΤΑΔΥΤΙΚΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ.....

I. Νοσηλευτικός ρόλος στην πρόληψη.....183

### ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΤΗΣ ΚΑΤΑΔΥΤΙΚΗΣ

ΙΑΤΡΙΚΗΣ.....184

Βιβλιογραφία.....185

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Ο όρος καταδύσεις ακόμα και στις μέρες παραμένει κάτι άγνωστο για πολλούς. Παρόλο που ένα μεγάλο μέρος ανθρώπων ασχολούνται με αυτές είτε για ψυχαγωγικούς είτε για επαγγελματικούς λόγους. Για οποιονδήποτε λόγω και αν γίνονται οι καταδύσεις οι κίνδυνοι είναι πολλοί και σοβαροί και χρήζουν άμεσης και σοβαρής αντιμετώπισης. Έτσι δημιουργήθηκε η ανάγκη για την ανάπτυξη της καταδυτικής ιατρικής, ενός εξειδικευμένου κλάδου που ασχολείται αποκλειστικά με την αντιμετώπιση των βλαβών που μπορούν να προκληθούν στον οργανισμό κατά την διάρκεια της κατάδυσης.

Οι συνηθέστερες βλάβες προκαλούνται στους πνεύμονες, στην καρδιά και στον εγκέφαλο δηλαδή στα ζωτικά όργανα άρα πρέπει να αντιμετωπιστούν άμεσα για την διασφάλιση και διατήρησης της ζωής του δύτη.

Η βαρύτερη κατάσταση που έχει να αντιμετωπίσει η καταδυτική ιατρική όμως είναι η νόσος των δυτών ή νόσος εξ' αποσυμπίεσης. Είναι μία παθολογική κατάσταση όπου παρατηρείται συσσώρευση μεγάλης ποσότητας αζώτου στον οργανισμό η οποία δεν μπορεί να αποβληθεί μέσω της αναπνοής με αποτέλεσμα να σχηματίζονται φυσαλίδες αζώτου στο αίμα και στους ιστούς. Στην βαριά μορφή της νόσου ο μόνος τρόπος θεραπείας είναι ο θάλαμος επανασυμπίεσης.

Ο νοσηλευτής-τρια μπορεί να προσφέρει τις υπηρεσίες του είτε στην ομάδα εξωτερικής υποστήριξης είτε σαν εσωτερικός βοηθός αρκεί να έχει την κατάλληλη εξειδίκευση.

Σκοπός της παρούσης εργασίας είναι να καταδείξουμε τους κινδύνους που περικλείουν οι καταδύσεις και τους τρόπους πρόληψης και αντιμετώπισης των επιπλοκών, με βάση τις νοσηλευτικές γνώσεις και αρχές.

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι πρώτες αναφορές για τις καταδύσεις μας έρχονται από την εποχή του Ομήρου και του Θουκυδίδη, όπου οι δύτες πραγματοποιούσαν ελεύθερη κατάδυση. Με την πάροδο των χρόνων, και θέλοντας να φτάσουν σε ακόμα μεγαλύτερα βάθη άρχισαν να χρησιμοποιούνται οι πρώτοι καταδυτικοί κώδωνες. Ο καταδυτικός εξοπλισμός πέρασε από διάφορα στάδια θέλοντας να εξασφαλίσει επαρκή ποσότητα αέρα και ελευθερία κινήσεων στον δύτε. Μια σημαντική εξέλιξη ήταν η χρήση καταδυτικών συσκευών τύπου σκάφανδρου με παροχή αέρα από την επιφάνεια, με διάφορες παραλλαγές.

Με την εξέλιξη της τεχνολογίας σε συνάρτηση με τις πρώτες σοβαρές μελέτες γύρω από την φυσιολογία των καταδύσεων, κρίθηκε αναγκαία η χρήση μείγματος αερίων. Το επόμενο βήμα ήταν οι καταδύσεις με αυτόνομες καταδυτικές συσκευές ( SCUBA ), που προσέφεραν στον δύτε ότι χρειαζόταν για ακόμα μεγαλύτερης διάρκειας ασφαλούς καταδύσεις. Οι συσκευές SCUBA ανοιχτού, κλειστού και ημίκλειστου τύπου χρησιμοποιούνται και στις μέρες μας από τους σύγχρονους δύτες.

Παρά την τεράστια εξέλιξη του καταδυτικού εξοπλισμού τα προβλήματα, που προκαλούνται από την διαφορά πιέσεων και της διαταραχής των αερίων στον οργανισμό, εξακολουθούν να παραμένουν. Το σπουδαιότερο εκ των οποίων είναι η νόσος από αποσυμπίεση (νόσος των δυτών), που εκδηλώνεται κυρίως κατά την ανάδυση. Εξίσου επικίνδυνη είναι η νάρκωση που προκαλείται κατά την έκθεση σε υπερβαρικό περιβάλλον, δηλαδή η νάρκωση αζώτου, που συμβαίνει κατά την κατάδυση.

Επίσης, κατά την κατάδυση είναι συχνές οι δηλητηριάσεις από αέρια. Λόγω, υποαερισμού συχνά παρουσιάζεται δηλητηρίαση από διοξείδιο του άνθρακα ( $CO_2$ ) που μπορεί να οδηγήσει σε υπερκαπνία. Ένα εξίσου επικίνδυνο αέριο είναι το μονοξείδιο του άνθρακα (CO), η εισπνοή του οποίου λόγω της χημικής συγγένειας που έχει με την αιμοσφαιρίνη του αίματος προκαλεί τοξικότητα στο δύτε. Τέλος, η μεγάλη μερική πίεση του οξυγόνου ( $O_2$ ) στον οργανισμό είναι δυνατόν να εκδηλώσει βλάβες στο κεντρικό νευρικό σύστημα και στο αναπνευστικό σύστημα.

Μία άλλη απώτερη συνέπεια σε όσους εκτείθονται επανειλημμένα σε υπερβαρικό περιβάλλον, είναι η δυσβαρική οστεονέκρωση, δηλαδή οι νεκρώσεις της οστικής μάζας.

Όσο αναφορά το περιβάλλον που δρα ο δύτης το οποίο δεν έχει τις ίδιες τιμές σε όλα τα σημεία του, δηλαδή είναι δυσβαρικό, προκαλούνται στον οργανισμό νοσηρές καταστάσεις οι οποίες ονομάζονται βαροτραύματα. Τα βαροτραύματα χωρίζονται σε βαροτραύματα παραρρινίων κόλπων και βαροτραύματα έξω, μέσου, και έσω αυτιού. Μεγαλύτερης βαρύτητας χρήζουν τα βαροτραύματα του πνεύμονα τα οποία χωρίζονται σε ανόδου και καθόδου. Το βαρότραυμα κατά την άνοδο προκύπτει από ρήξη του πνεύμονα και ανάλογα με το σημείο που θα γίνει η ρήξη διακρίνουμε τρεις διαφορετικούς τύπους: α) Το μεσοθωράκιο και υποδόριο εμφύσημα β) πνευμοθώρακα και γ) εμβολή αέρα. Το βαρότραυμα κατά την κάθοδο προκύπτει λόγω σύνθλιψης του πνεύμονα από μεγάλη εξωτερική πίεση.

Τέλος, είναι δυνατόν να συμβούν ατυχήματα τα οποία δεν σχετίζονται με την διαφορά πιέσεων όπως ο πνιγμός που μπορεί να συμβεί λόγω πανικού ή ύπαρξης μικρής ποσότητας νερού στο επιστόμιο. Το σύνδρομο ξαφνικού πνιγμού, ο δευτερεύον πνιγμός και η υποθερμία κατά την οποία η εσωτερική θερμοκρασία του σώματος πέφτει κάτω από τους  $35^{\circ}\text{C}$ , είναι και αυτά ατυχήματα τα οποία πρέπει να αντιμετωπιστούν.



## *ΜΕΡΟΣ 1<sup>ο</sup>*

# **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 :ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ**

## **1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΚΑΤΑΔΥΣΕΩΝ**

Στην ιστορία δεν υπάρχει γραπτή αναφορά για την εποχή που έγιναν οι πρώτες καταδύσεις. Είναι σίγουρο όμως ότι η περιέργεια οδήγησε τον άνθρωπο πολύ νωρίς στην εξερεύνηση των βυθών για διάφορους λόγους.

### **I. ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΚΑΤΑΔΥΣΗ**

Οι πρώτοι δύτες δεν χρησιμοποιούσαν κανένα εξάρτημα για να καταδυθούν εκτός από κάποια πέτρα για να φτάσουν γρηγορότερα στο βυθό. Τα βάθη και η διάρκεια των καταδύσεων που έχουν πετύχει χωρίς καμία βοήθεια ή συσκευή είναι σημαντικά. Επιπλέον, είναι πιθανό να έχουν ξεπεράσει το βάθος των 80 – 100 ποδιών για 1 – 2 λεπτά.

Ο Όμηρος στην Ιλιάδα (700 π.Χ.) αναφέρει ότι πραγματοποιήθηκαν στρατιωτικές καταδυτικές επιχειρήσεις κατά την διάρκεια του Τρωικού Πολέμου (1194).

Ο Θουκυδίδης αναφέρει ότι οι Αθηναίοι κατά την πολιορκία των Συρακουσών (5<sup>ος</sup> αιών. π.Χ.) χρησιμοποίησαν δύτες για να καταστρέψουν υποβρύχια φράγματα που εμπόδιζαν την είσοδο των πλοίων τους στο λιμάνι της πόλεως.

Ο Ηρόδοτος αναφέρει την ιστορία του φημισμένου Έλληνα δύτε Σκυλλία που τον χρησιμοποιούσε ο Ξέρξης για ανεύρεση θησαυρών από βυθισμένα Περσικά πλοία.

Ο Μέγας Αλέξανδρος χρησιμοποίησε δύτες κατά τη διάρκεια της πολιορκίας της Τύρου (333 π.Χ.) για την καταστροφή υποβρυχίων εμποδίων.

Ο Αριστοτέλης (4<sup>ος</sup> αιών. π.Χ.) ασχολήθηκε συστηματικά σε μία πραγματεία του για τα προβλήματα των καταδύσεων και ιδιαίτερα με το θέμα της παροχής αέρα στους δύτες και τα προβλήματα των αυτιών.

Σε πολλά βιβλία περιγράφεται η κατάδυση του Μ. Αλεξάνδρου στον Ινδικό Ωκεανό με χρήση διαφανούς καταδυτικού κώδωνος που είχε σχεδιάσει ο Αριστοτέλης. Ο μυστηριώδεις θάνατος του Μ. Αλεξάνδρου πιθανώς να είχε σαν αίτια τη νόσο των δυτών , άγνωστη φυσικά την εποχή εκείνη.

Η ελεύθερη κατάδυση παρέμεινε για πολλά χρόνια βασική μέθοδος για υποβρύχιες δραστηριότητες. Το 1913 ένας Έλληνας σφουγγαράς καταδύθηκε σε βάθος 200 FT για την ανέλκυση της άγκυρας του Ιταλικού Πολεμικού Regina Margarita.

Το κύριο πλεονέκτημα της ελεύθερης κατάδυσης είναι η ελευθερία των κινήσεων. Είναι όμως προφανές το βασικό μειονέκτημα της η πολύ περιορισμένη ποσότητα αέρα για χρήση.<sup>1,2</sup>

## II. ΚΑΤΑΔΥΤΙΚΟΙ ΚΩΔΩΝΕΣ ( DIVING BELLS)

Οι πρωτόγονοι καταδυτικοί κώδωνες που χρησιμοποίησε ο Μ. Αλέξανδρος ήταν πιθανώς η πρώτη προσπάθεια καταδύσεως που έδινε κάποια προστασία στο δύτη μαζί με κάποια ποσότητα αέρος που εγκλωβιζόταν στο εσωτερικό του κώδωνος, που εξασφάλιζε μεγαλύτερη διάρκεια καταδύσεως από ότι η ελεύθερη κατάδυση.

Από την εποχή του Αριστοτέλη μέχρι τους μέσους χρόνους δεν έγινε αξιόλογη πρόοδος στις καταδυτικές συσκευές. Το 1616 ο Γερμανός Franz Kessler κατασκεύασε καταδυτικούς κώδωνες σε σχήμα βαρελιού που μεταφέρονταν στους ώμους του δύτη.

Η πρώτη αναφορά για πρακτική εφαρμογή του καταδυτικού κώδωνα έγινε το 1640 όταν ο Von Treileben χρησιμοποίησε ένα πρωτόγονο κώδωνα για την ανέλκυση 42 κανονιών του Σουηδικού πλοίου Vasa που ήταν βυθισμένο στο λιμάνι της Στοκχόλμης σε βάθος 132 FT.

Η σημαντικότερη όμως εξέλιξη έγινε το 1691 από τον γνωστό Άγγλο αστρολόγο Edmund Halley. Ο Halley κατασκεύασε έναν αρκετά εξελιγμένο καταδυτικό κώδωνα, με σύστημα παροχής αέρα. Με τον κώδωνα αυτό ο Halley και 4 ακόμη άνδρες καταδύθηκαν σε βάθος 60 ποδιών για 1 ½ ώρα.

Ο Smeaton το 1790 κατασκεύασε το πρώτο σύγχρονο καταδυτικό κώδωνα κατάλληλο για υποβρύχιες εργασίες διασώσεως και ανελκύνσεως. Ο κώδωνας αυτός διέθετε σύστημα συνεχούς παροχής πεπιεσμένου αέρα από την επιφάνεια με τη χρήση

καταθλιπτικής αντλίας. Ο κώδωνας του Smeaton αποτέλεσε τη βάση για την μέχρι σήμερα εξέλιξη των καταδυτικών κωδώνων.<sup>1,2</sup>

### **III. ΚΑΤΑΔΥΤΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΤΥΠΟΥ ΣΚΑΦΑΝΔΡΟΥ ΜΕ ΠΑΡΟΧΗ ΑΕΡΟΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (HELMET SURFACE SUPPLIED DIVING)**

Οι καταδυτικοί κώδωνες ενώ πρόσφεραν προστασία και αέρα στο δύτη είχαν τα μειονεκτήματα της περιορισμένης παροχής αέρα και της περιορισμένης κινητικότητας του δύτη, που ήταν άμεσα εξαρτημένος από τον κώδωνα. Αυτό που χρειαζόταν ο δύτης ήταν καλή παροχή αέρα και ελευθερία στις κινήσεις του στο βυθό.

Στην διάρκεια του 17<sup>ου</sup> και 18<sup>ου</sup> αιώνα πολυάριθμες κατασκευές συνήθως από δέρμα, δημιουργήθηκαν για παροχή αέρα στους δύτες από την επιφάνεια. Οι περισσότερες από τις κατασκευές αυτές δεν απέδωσαν στην πράξη. Η βασική αιτία ήταν το μεγάλο μήκος του σωλήνα παροχής αέρα. Σημαντική πρόοδος στην εξέλιξη του συστήματος παροχής αέρα από την επιφάνεια έγινε το 1774 από τον Γάλλο Freminet. Ο Freminet κατασκεύασε σύστημα που με την χρήση απλής συσκευής ( φουσερού ) έστελνε συνέχεια αέρα στο σκάφανδρο του δύτη. Με το σύστημα αυτό ο Freminet καταδύθηκε στα 50 FT για μια ώρα στο λιμάνι της Χάβρης.

Η πρώτη μεγάλη επανάσταση στις καταδυτικές στολές ήταν η κατασκευή από τον Άγγλο Augustus Siebe το 1819 της ανοιχτής καταδυτικής στολής, η οποία αποτελούταν από μεταλλικό σκάφανδρο που ήταν ενωμένο αεροστεγώς με jacket που έφθανε μέχρι την μέση του δύτη όπου και ήταν ανοιχτό. Το 1837 ο Siebe μετέτρεψε σε κλειστή την ανοιχτή στολή ώστε όλο το σώμα του δύτη να βρίσκεται σε περιβάλλον υδατοστεγές και αεροστεγές και η διαφυγή του αέρα γινόταν μέσω βαλβίδας. Η στολή αυτή αποτέλεσε την βάση για τις σύγχρονες στολές με σκάφανδρο και χρησιμοποιήθηκε με επιτυχία για πρώτη φορά το 1839 στις εργασίες ανελκύσεως του Βρετανικού Πολεμικού Royal George που ήταν βυθισμένο σε βάθος 65 FT και δημιουργούσε προβλήματα στη ναυσιπλοΐα.

Από την εποχή του Siebe και μετά η μελέτη των καταδύσεων ήταν άμεσα εξαρτημένη από την πρόοδο της τεχνολογίας και από την επιστημονική διερεύνηση και την κατανόηση των φυσιολογικών και ιατρικών προβλημάτων των καταδύσεων. Ενώ η τεχνολογία προχώρησε γρήγορα (π.χ. κατασκευή αεροσυμπιεστών), η φυσιολογία

των καταδύσεων έκανε πολύ μικρή πρόοδο μέχρι το 1878. Τότε ο Γάλλος Paul Bert δημοσίευσε την πρώτη εργασία που έριχνε φως στο πρόβλημα της νόσου των δυτών.

Η χρήση μείγματος αερίων (κυρίως He και O<sub>2</sub>) με σκάφανδρο, που επέτρεψε βαθύτερες καταδύσεις, έγινε τον 20<sup>ο</sup> αιώνα. Από τις πρώτες πρακτικές εφαρμογές των καταδύσεων σε μείγμα He και O<sub>2</sub> ήταν οι εργασίες διασώσεως του υποβρυχίου των ΗΠΑ Squalus το 1939 σε βάθος 240 Ft.

Με την εξέλιξη των καταδύσεων με σκάφανδρο ο δύτης είχε στην διάθεσή του περισσότερο αέρα, μεγαλύτερη προστασία και μεγαλύτερη κινητικότητα. Με την εμφάνιση των καταδύσεων SCUBA απέκτησε πλήρη ελευθερία κινήσεων στο βυθό και την δυνατότητα να παραμείνει πολύ περισσότερο εκεί, από τον ελεύθερο δύτη.<sup>1,2</sup>

#### **IV. ΚΑΤΑΔΥΣΕΙΣ ΜΕ ΑΥΤΟΝΟΜΕΣ ΚΑΤΑΔΥΤΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ (Self - Contained Underwater Breathing Apparatus)**

Ο Leonardo Da Vinci σχεδίασε και δημιούργησε την πρώτη αυτόνομη καταδυτική συσκευή. Το 1680 ο Ιταλός φυσικός Giovanni Borelli βασίστηκε σε σχέδια του Leonardo Da Vinci και κατασκεύασε την πρώτη πραγματικά αυτόνομη καταδυτική συσκευή. Η λειτουργία της κατασκευής αυτής βασιζόταν στη θεωρία ότι ο εκπνεόμενος από τον δύτη αέρας ήταν δυνατόν να ξανά χρησιμοποιηθεί αν προηγουμένως ψυχθεί και αφαιρεθεί η υγρασία του. Παρόλο που η συσκευή δεν λειτούργησε, ο Borelli βρισκόταν στο σωστό δρόμο.

Το 1825 ο Άγγλος W.H. James σχεδίασε μια αυτόνομη καταδυτική συσκευή στην οποία ο πεπιεσμένος αέρας μεταφερόταν σε σιδερένια δοχεία γύρω από την μέση του δύτη. Το 1866 δύο Γάλλοι ο Rouquayrol και ο Denayrouse κατασκεύασαν με επιτυχία τον πρώτο ρυθμιστή αέρα που ήταν μια πραγματική επανάσταση στις καταδυτικές συσκευές. Το 1873 ο Άγγλος ναυτικός Henry Flues κατασκεύασε συσκευή κλειστού κυκλώματος με χρήση πεπιεσμένου οξυγόνου.

Το 1925 ο πλοίαρχος του Γαλλικού ναυτικού Yves Le Prieur παρουσίασε αυτόνομη καταδυτική συσκευή η οποία αποτελείτο χαλύβδινο κύλινδρο με πεπιεσμένο αέρα που φερόταν στην πλάτη του δύτη. Το 1930 παρουσιάστηκαν τα πρώτα πέδιλα τα οποία είχε

σχεδιάσει το 1680 ο Borelli. Το 1933 ο Prieur βελτίωσε την συσκευή, αντικαθιστώντας τα goggles με μάσκα που κάλυπτε όλο το πρόσωπο.

Το 1943 ο Jacques -Yves Cousteau και ο Emile Gagnan παρουσίασαν με επιτυχία τη συσκευή τους (Aqua Lung). Η συσκευή τους περιείχε 2 ή 3 φιάλες που έδιναν αέρα με πίεση μέσω βαλβίδας Demand, όπου εξασφάλιζε παροχή αέρος μόνο κατά την εισπνοή με πίεση ανάλογη του βάθους. Η βαλβίδα των Cousteau και Gagnan ήταν μεγάλη πρόοδος στην εξέλιξη των SCUBA και αποτέλεσε τη βάση για τις σύγχρονες συσκευές ανοιχτού κυκλώματος. Ο Δεύτερος Παγκόσμιος Πόλεμος έδωσε την ώθηση για γρήγορη εξέλιξη στην εμφάνιση του κλειστού κυκλώματος SCUBA.

Σήμερα, εκτός από τις συσκευές SCUBA ανοιχτού κυκλώματος, υπάρχουν οι συσκευές κλειστού κυκλώματος και ημικλειστού κυκλώματος. Στις ανοιχτού κυκλώματος χρησιμοποιείται σαν αναπνευστικό μέσο ο αέρας, ενώ στις άλλες μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε οξυγόνο είτε μείγματα  $\text{He} - \text{O}_2$  ή  $\text{He} - \text{O}_2 - \text{N}_2$ . Η χρησιμοποίηση του οξυγόνου περιορίζει την χρήση μέχρι 35 Ft, λόγω της τοξικότητάς του σε μεγαλύτερη πίεση. Στις συσκευές κλειστού κυκλώματος περιορίζεται η κατανάλωση του αναπνευστικού μέσου, αφού ο εκπνεόμενος αέρας ξαναχρησιμοποιείται, εφόσον έχει προηγουμένως δεσμευθεί το  $\text{CO}_2$  από Sodalyne.

Μέχρι τώρα κάναμε μια ιστορική ανασκόπηση των εξελίξεων των καταδύσεων από τις πολύ περιορισμένες χρονικά ελεύθερες καταδύσεις έως τις καταδύσεις με SCUBA. Το επόμενο μεγάλο βήμα που αύξησε την αποτελεσματικότητα του δύτη, ήταν η δυνατότητα παραμονής για μεγάλα χρονικά διαστήματα στο βυθό όπου μπορούσε να εργάζεται και να αναπαύεται. Η δυνατότητα αυτή που ήταν αποτέλεσμα της εξέλιξης τόσο της Ιατρικής των καταδύσεων όσο και της καταδυτικής τεχνολογίας δόθηκε από τις καταδύσεις κορεσμού.<sup>1,2</sup>

## 1.2 ΥΠΟΒΡΥΧΙΕΣ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

ΕΤΟΣ	ΑΠΟΣΤΟΛΗ	ΒΑΘΟΣ	ΔΙΑΡΚΕΙΑ	ΜΙΓΜΑ
1962	Main in the sea I	60 m	24 ώρες	3% O <sub>2</sub> , 97% He
1962	Conshelf I	10 m	7 μέρες	Αέρας και He
1963	Conshelf II	11 m 27 m	30 μέρες 27 μέρες	Αέρας 5%O <sub>2</sub> ,20%N <sub>2</sub> ,75%He
1964	Main in the sea II	132 m	49 ώρες	4%O <sub>2</sub> ,96% He
1964	Sea lab I	59 m	11 μέρες	4% O <sub>2</sub> , 17%N <sub>2</sub> , 79%He
1965	Conshelf III	100 m	22 μέρες	1,9-2,3 O <sub>2</sub> , 1%H <sub>2</sub>
1965	Glaucus	9 m	Μέρες	Αέρας
1965	Sea lab II	63 m	10 μέρες	4% O <sub>2</sub>
1966	Hydro lab	12 m	-	Αέρας
1969	Sea lab III	180 m	13 μέρες	92%He, 2% O <sub>2</sub> , 6% N <sub>2</sub>
1969	SDMIQ 1&2	6 m	10 μέρες	Αέρας
1969	Helgoland	20 m	10 μέρες	Αέρας
1969	Makai Range	158 m	5 μέρες	Αέρας
1969	Tektite I	15 m	60 μέρες	NO <sub>2</sub>
1969	Tektite II	15 m	12 – 30 μέρες	-
1970/1	Makai Range II	24 – 61 m	10 μέρες	-
1972	La Chalupa	33 m	14 μέρες	N <sub>2</sub> - O <sub>2</sub>
1972/4	Sub igloo	13 m	1 μέρα	Αέρας
1974	Lora	8 m	1 μέρα	Αέρας
1977	Gala thee	18 m	2 μέρες	Αέρας
1977	Neritica	10 m	-	Αέρας

ΠΙΝΑΚΑΣ 1<sup>34</sup>

### 1.3 ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΚΑΤΑΔΥΤΙΚΗΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ

Η ιστορία της καταδυτικής ιατρικής συνδέεται άμεσα με την εξέλιξη των γνώσεών μας και την κατανόηση της νόσου των δυτών ή των εργαζομένων σε περιβάλλον αυξημένης ατμοσφαιρικής πίεσεως.

Η πρώτη παρατήρηση για την αιτιολογία της νόσου έγινε το 1670 από τον Sir Robert Boyle, όταν προκάλεσε τη νόσο σε ένα φίδι που είχε τοποθετήσει μέσα σε συσκευή καθαρισμού που λειτουργούσε με αντλία νερού. Ο Boyle παρατήρησε ότι η απότομη μείωση της πίεσης του χώρου που βρισκόταν το φίδι, πιθανόν να προκάλεσε τη δημιουργία φυσαλίδων στους ιστούς του σώματός του.

Η πρώτη περιγραφή των συμπτωμάτων της νόσου από αποσυμπίεση σε ανθρώπους, έγινε το 1841 από τον Triger σε ανθρακωρύχους που εργάζονταν σε στοές με αυξημένη πίεση (για να μην εισέρχεται νερό). Ο Triger παρατήρησε ότι μερικοί ανθρακωρύχοι όταν έφευγαν από τον χώρο της δουλειάς τους παρουσίαζαν κράμπες και μυαλγίες, που υποχωρούσαν μετά από χορήγηση οινοπνεύματος και εντριβές. Οι Pol και Watelle το 1854 άρχισαν να μελετούν το φαινόμενο της νόσου από αποσυμπίεση και παρατήρησαν ότι εμφανιζόταν πάντοτε όταν κάποιος έφευγε από περιβάλλον αυξημένης πίεσεως. Επίσης, παρατήρησαν ότι η επιστροφή στο χώρο αυξημένης πίεσεως συντελούσε στην υποχώρηση των συμπτωμάτων. Η πρώτη επιστημονική προσέγγιση του προβλήματος της νόσου έγινε από το Γάλλο γιατρό Paul Bert το 1878, όταν δημοσίευσε το βιβλίο του “Barometric Pressure “. Ο Bert έδειξε ότι οι φυσαλίδες που σχηματίζονται κατά την ταχεία αποσυμπίεση συνδέονται με τα συμπτώματα της νόσου και ότι οι φυσαλίδες αυτές αποτελούνται από  $N_2$ . Επίσης, ανακάλυψε ότι το οξυγόνο γινόταν τοξικό όταν αναπνεόταν με αυξημένη πίεση (μεγαλύτερη των 33 FT). Η τοξική αυτή επίδραση του  $O_2$  που εκδηλώνεται με σπασμούς ονομάστηκε φαινόμενο P. Bert.

Η λέξη Bends καθιερώθηκε σαν συνώνυμο της νόσου από αποσυμπίεση κατά την διάρκεια κατασκευής της γέφυρας του Brooklyn. Το χαρακτηριστικό βάδισμα (λικνιστικό) των γυναικών της εποχής ονομαζόταν «Grecium Bend». Έτσι, ονομάστηκε και το ανάλογο βάδισμα που παρουσίαζαν λόγω προσβολής τους από τη νόσο οι εργαζόμενοι στην κατασκευή της γέφυρας. Μετά από τις εργασίες του P. Bert οι δύτες και οι εργαζόμενοι σε στοές με αυξημένη



πίεση άρχισαν να εφαρμόζουν διαδικασίες επαναπίεσης για θεραπεία των συμπτωμάτων της νόσου. Μέχρι τότε οι δύτες ή περιορίζαν το βάθος καταδύσεων ή υπέφεραν τις συνέπειες της νόσου. Ο πρώτος θάλαμος επαναπίεσης για την θεραπεία της νόσου λειτούργησε το 1893 στη διάρκεια κατασκευής υπόγειας σήραγγας στο Hudson της Ν. Υόρκης.

Μεταξύ των πρώτων που μελέτησαν τη νόσο και πρότειναν διαδικασίες σταδιακής αποπίεσης ήταν ο Έλληνας καθηγητής Μιχαήλ Κατσιράς. Μετά από πολλές κλινικές και πειραματικές μελέτες, περιέγραψε με λεπτομέρεια την παθογένεια και τις κλινικές μορφές της νόσου των δυτών. Επίσης, πρότεινε την βραδεία άνοδο του δύτη και την διακοπή της αναδύσεως κάθε δεύτερη οργιά για ένα λεπτό.

Την ίδια περίπου περίοδο ο Άγγλος Haldane και οι συνεργάτες του εργάζονται εντατικά πάνω στα προβλήματα της φυσιολογίας των καταδύσεων. Η ομάδα του Haldane παρατήρησε ότι ένας δύτης ήταν δυνατόν να αναδυθεί κατευθείαν από βάθος μέχρι 33 F ανεξάρτητα από τη διάρκεια παραμονής χωρίς να παρουσιάσει συμπτώματα της νόσου των δυτών. Ο οργανισμός δηλαδή ανεχόταν την 2:1 μείωση της πίεσης χωρίς προβλήματα. Το 1908 ο Haldane δημοσίευσε τους πρώτους πίνακες αποπίεσης που με το πέρασμα των χρόνων τροποποιήθηκαν για να καλύπτουν και μεγαλύτερα βάθη. Επίσης, ήταν ο πρώτος που χρησιμοποίησε την έννοια του "half time" ιστού, μετά από τη διαπίστωσή του ότι οι ιστοί του σώματος προσλαμβάνουν άζωτο σε διαφορετικό βαθμό, που εξαρτάται από την αγγείωση και την σύσταση του ιστού. Αυθαίρετα θεώρησε την ύπαρξη "half time" ιστών 5', 10', 20', 40' και 75' λεπτά για να κάνει τους απαραίτητους μαθηματικούς υπολογισμούς για την πρόσληψη και την απελευθέρωση του αζώτου.

Η δημιουργία των πινάκων αποπίεσης επέτρεπαν στις καταδύσεις προοδευτικά μεγαλύτερα βάθη, παράλληλα και με την εξέλιξη των καταδυτικών συσκευών. Επειδή η χρήση του αέρα σαν αναπνευστικού μέσου φαίνεται να περιορίζεται μέχρι τα 300 F, λόγω της εμφανίσεως συμπτωμάτων που περιορίζαν την αποτελεσματικότητα του δύτη, ο Αμερικανός φυσιολόγος Elihu Thompson το 1919 υπέθεσε ότι μείγμα He - O<sub>2</sub> θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί στις καταδύσεις. Επειδή το He είναι πολύ ελαφρύτερο από το N<sub>2</sub> θα μπορούσαν να επιτευχθούν μεγαλύτερα βάθη και η έλλειψη N<sub>2</sub> θα εξασφάλιζε την νόσο των δυτών. Άρχισαν λοιπόν, πειράματα με μείγματα He - O<sub>2</sub> τόσο στις ΗΠΑ όσο και στην Αγγλία που σταμάτησαν γιατί παρουσιάστηκαν αρκετές σοβαρές περιπτώσεις

της νόσου των δυτών. Το 1925 περιγράφηκαν δύο περιπτώσεις της νόσου μετά από κατάδυση στα 16F. Και οι δύο περιπτώσεις ήταν θανατηφόρες χωρίς όμως να ήταν κατανοητή η αιτία του θανάτου. Τα πολλά ατυχήματα που παρουσιάζονταν σε εκπαιδευόμενους στη μέθοδο διαφυγής, που η εφαρμογή της είχε αρχίσει το 1930, οδήγησε σε διερεύνηση του προβλήματος.

Τελικά διαπιστώθηκε ότι στις περιπτώσεις αυτές ο θάνατος οφειλόταν σε υπερδιάταση και είσοδο του αέρα στις πνευμονικές φλέβες. Από τις πνευμονικές φλέβες οι φυσαλίδες του αέρα κατευθύνονταν στην καρδιά και μετά στον εγκέφαλο. Έτσι για πρώτη φορά αναγνωρίστηκε η συνδρομή της εγκεφαλικής εμβολής αέρα και εφαρμόστηκε θεραπευτικά η άμεση επαναπίεση στα 165 F. Την ίδια περίπου περίοδο ο ιατρός του Αμερικανικού Ναυτικού Achert Behnke, άρχισε να ερευνάει το πρόβλημα της επιδείνωσης των νοητικών λειτουργιών του δύτη σε βάθη μεγαλύτερα των 150 F. Χρησιμοποιώντας μείγματα αερίων χωρίς N<sub>2</sub> απέδειξε ότι τα βαρύτερα αέρια (με μεγαλύτερο M.B.) προκαλούν σοβαρότερη νάρκωση και ότι το N<sub>2</sub> ήταν η αιτία της νοητικής διαταραχής στις καταδύσεις με χρήση αέρα.<sup>2,5</sup>

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

### 2.1 ΦΥΣΙΚΗ ΤΩΝ ΚΑΤΑΔΥΣΕΩΝ

Θεωρούμε πολύ σημαντικό σε αυτό το αρχικό σημείο της εργασίας μας να αναλύσουμε κάποιους νόμους της φυσικής που σχετίζονται με τις καταδύσεις. Με αυτόν τον τρόπο θα γίνει πιο κατανοητή η επίδραση της πίεσης και γενικότερα του θαλάσσιου περιβάλλοντος στον ανθρώπινο οργανισμό.

#### **I. ΠΙΕΣΗ**

Το περιβάλλον των υποβρυχίων καταδύσεων είναι **δυσβαρικό**, δηλαδή η πίεση δεν είναι η ίδια σε όλα τα σημεία του. Στο υποθαλάσσιο περιβάλλον ασκούνται σε κάθε σημείο δυο πιέσεις. Η **ατμοσφαιρική πίεση**, που αντιστοιχεί στην δύναμη την ασκούμενη στο σώμα από την υπερκείμενή του στήλη αέρος, είναι σταθερή στην επιφάνεια της θάλασσας και ισούται με 1 ατμόσφαιρα (ΑΤΑ) ή 760 mmHg. Η **υδροστατική πίεση** αντιστοιχεί στην δύναμη την ασκούμενη στο σώμα βυθισμένο στο νερό από την υπερκείμενή του στήλη νερού. Αυτή η πίεση είναι μεταβλητή σε σχέση με το βάθος του νερού. Συγκεκριμένα, έχει μηδενική τιμή στην επιφάνεια του νερού και αυξάνεται ανάλογα με το βάθος. Ο ρυθμός αύξησης είναι 1 ΑΤΑ / μέτρο βάθους. Δηλαδή, σε βάθος νερού 30 μέτρα, η υδροστατική πίεση θα ισούται με 3 ΑΤΑ. Σε κάθε σημείο, η **απόλυτη πίεση** είναι το άθροισμα της ατμοσφαιρικής και της υδροστατικής πίεσης.

$$P_{\text{abs}} = P_{\text{atm}} + P_{\text{hyd}}$$

Στο προηγούμενο παράδειγμα, η απόλυτη πίεση θα ισούται με 4 ΑΤΑ σε βάθος νερού 30 μέτρα.<sup>12,38</sup>

## II. ΝΟΜΟΙ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ

Η καταστατική εξίσωση των ιδανικών αερίων περιγράφει τα ονομαζόμενα τέλεια ή ιδανικά αέρια. Η περιγραφή είναι αμφίδρομη. Γενικά τα αέρια που χρησιμοποιούνται στην αυτόνομη κατάδυση με αέρα ή μείγματα αερίων θεωρούνται ως ιδανικά. Ένα γραμμομόριο ιδανικού αερίου σε κανονικές συνθήκες (πίεση 1 ΑΤΑ και θερμοκρασία  $273^{\circ}\text{K} = 0^{\circ}\text{C}$  καταλαμβάνει όγκο 22,4 λίτρα. Η καταστατική εξίσωση ή γενικός νόμος των ιδανικών αερίων έχει ως εξής:

$$P V = n R T$$

Όπου R στην παραπάνω εξίσωση είναι η παγκόσμια σταθερά των αερίων, ανεξάρτητη από το ιδανικό αέριο που περιγράφεται, και ισούται με 0.083.

Ο νόμος του Boyle αναφέρει ότι «στην ίδια θερμοκρασία η μεταβολή του όγκου είναι αντιστρόφως ανάλογη της μεταβολής της απόλυτης πίεσης. Η μεταβολή της πυκνότητας είναι ανάλογη προς τη μεταβολή της απόλυτης πίεσης». Συνεπώς, ο όγκος μιας ορισμένης ποσότητας αέρα (π.χ. αυτής που βρίσκεται μέσα στους παραρρινίους κόλπους) θα αυξηθεί όσο μειώνεται η πίεση, δηλαδή όσο ο δύτης αναδύεται. Αυτή είναι και η γενεσιουργός αιτία των περισσοτέρων από τα βαροτραύματα. Επίσης, η πυκνότητα του αέρα αυξάνεται με το βάθος, άρα ο δύτης θα αναπνέει πιο πυκνό αέρα από την επιφάνεια.

Ο νόμος των Charles / Gay – Lussac αναφέρει ότι «σε ισοβαρή μεταβολή του όγκου, η μεταβολή της απολύτου θερμοκρασία είναι ανάλογη της αυτής μεταβολής του όγκου». Η απόλυτη θερμοκρασία μετράται σε βαθμούς Kelvin ( $^{\circ}\text{K}$ ), οι οποίοι μεταβάλλονται με ίδιο ρυθμό όπως οι βαθμοί Κελσίου. Το σημείο 0, όμως, της κλίμακας Kelvin αντιστοιχεί στο  $-273$  της κλίμακας Κελσίου, σημείο επίσης γνωστό και ως **απόλυτο μηδέν** της θερμοκρασίας. Το απόλυτο μηδέν δεν έχει ακόμη επιτευχθεί πειραματικά, αλλά έχει προσεγγιστεί ικανοποιητικά και έχει βρεθεί ότι όσο πλησιάζει κανείς αυτή τη θερμοκρασία, ορισμένοι νόμοι της Φυσικής παύουν να ισχύουν! Για το λόγο αυτό, όταν οι φιάλες πληρώνονται σε ειδικό αεροσυμπιεστή, θα πρέπει να έχουν τοποθετηθεί σε δεξαμενή με νερό, προκειμένου να

αποφευχθεί επικίνδυνη αύξηση της θερμοκρασίας λειτουργίας τους.

Ο **νόμος του Dalton** αναφέρει ότι «η ολική πίεση ενός αερίου μίγματος ισούται με το άθροισμα των μερικών πιέσεων καθενός από τα αέρια συστατικά του μίγματος». Η **μερική πίεση** είναι η πίεση που θα ασκούσε κάθε ένα από τα αέρια αυτά, αν καταλάμβανε μόνο του τον διαθέσιμο όγκο.

Τέλος, ο **νόμος του Henry** αναφέρει ότι «το ποσό οποιουδήποτε αερίου που θα διαλυθεί σε ένα υγρό σε μια ορισμένη θερμοκρασία είναι ευθέως ανάλογο της μερικής πίεσεως του αερίου στο διάλυμα αυτό». Ένα τέτοιο υγρό αποτελεί και τους ιστούς του σώματός μας. Δηλαδή, όσο πιο βαθιά κινείται ένας δύτης και όσο περισσότερο μένει σε αυτό το βάθος, τόσο περισσότερο άζωτο θα διαλυθεί στους ιστούς του. Το άζωτο διαλύεται 6 φορές περισσότερο σε λιπώδεις από ότι σε υδαρείς ιστούς. Αντίστροφα, όσο πιο γρήγορα αναδυθεί και σε όσο μικρότερο βάθος φτάσει, τόσο πιο γρήγορα θα αφήσει το αέριο την διαλυμένη στο υγρό φάση και θα δημιουργήσει φυσαλίδες, δυνητικά θανατηφόρες για το δύτη.<sup>1,12</sup>

### III. ΤΟ ΦΩΣ, Η ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ ΚΑΙ Ο ΗΧΟΣ

Η **διάθλαση** του φωτός ευθύνεται για την φαινομενική αλλαγή των διαστάσεων και των αποστάσεων κάτω από την επιφάνεια του νερού. Γενικά, τα αντικείμενα φαίνονται να είναι στα  $\frac{3}{4}$  της πραγματικής τους απόστασης, ενώ οι διαστάσεις τους φαίνονται κατά 30% μεγαλύτερες. Επίσης, ο ήχος διαχέεται ταχύτερα μέσα στο νερό παρά στον αέρα. Για το λόγο αυτό η χρονική διαφορά άφιξης του ήχου στα δυο αυτιά είναι μικρότερη από ότι στον αέρα, και συνεπώς ο δύτης δυσκολεύεται να προσδιορίσει την προέλευση του ήχου. Τέλος, ο άνθρωπος χάνει θερμότητα μέσα στο νερό 23 φορές πιο γρήγορα από ότι στον αέρα, γεγονός που ενίοτε περιορίζει την δυνατή διάρκεια παραμονής του δύτη μέσα στο νερό. Επίσης, η ύπαρξη ανέμου μειώνει τη σχετική θερμοκρασία που αντιλαμβάνεται ο δύτης.<sup>38</sup>

## **2.2 ΕΙΔΗ ΚΑΤΑΔΥΣΕΩΝ**

Για την εκτίμηση της δυσβαρικής καταδυτικής διαταραχής και για την σωστή διάγνωση είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε το είδος της κατάδυσης, τη χρονική διάρκεια, το βάθος, και το χρόνο εμφάνισης των συμπτωμάτων.

### **I. Ελεύθερη κατάδυση**

Γίνεται χωρίς την χρήση αναπνευστικής συσκευής, αλλά μόνο με το κράτημα της αναπνοής. Είναι περιορισμένης διάρκειας και βάθους. Δεν προκαλεί διαταραχές αποσυμπίεσης, αλλά μόνο βαροτραύματα, συνήθως των αυτιών ή οδηγεί σε εμφάνιση υποξίας κατά την ανάδυση με ενδεχόμενη απώλεια των αισθήσεων ή πνιγμό.

Η χρονική διάρκεια μιας ελεύθερης κατάδυσης είναι μέχρι 6 έως 7 λεπτά.

### **II. Αυτόνομη κατάδυση**

Πραγματοποιείται με τη χρήση αναπνευστικής συσκευής ( οι γνωστές φιάλες που έχουν αέρα ή ειδικά αναπνευστικά μείγματα υπό πίεση 150 – 200 ATM ) και μέσω μειωτήρα – ρυθμιστή ο δύτες αναπνέει σε πίεση ίση με την πίεση του περιβάλλοντος. Είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη, κυρίως για ψυχαγωγικές κατάδυσης και είναι η κύρια κατηγορία δυτών που θα παρουσιάσει βαροτραύματα, νόσο εξ' αποσυμπίεσης ή εμβολή αέρα μετά από ταχεία μη ελεγχόμενη ανάδυση κατά την οποία λόγω μη εκπνοής προκαλείται υπερδιάταση και ρήξη του πνεύμονα.

Η χρονική διάρκεια μιας αυτόνομης κατάδυσης είναι μέχρι 120 λεπτά, που όμως είναι σε άμεση συσχέτιση με το ρυθμό κατανάλωσης και το βάθος που διενεργείται η κατάδυση.

### **III. Κατάδυση τύπου σκάφανδρου (με παροχή αέρα ή αναπνευστικού μείγματος) από την επιφάνεια.**

Είναι εξαρτημένη μορφή κατάδυσης. Είναι επαγγελματικές κυρίως καταδύσεις, που μπορεί όμως να οδηγήσουν όπως και οι αυτόνομες σε όλα τα είδη των δυσβαρικών διαταραχών.

Η χρονική διάρκεια μίας εξαρτημένης κατάδυσης μπορεί να φτάσει μέχρι τις 12 ώρες.

#### IV. Καταδύσεις κορεσμού

Είναι καταδύσεις που απαιτούν ειδικές εγκαταστάσεις και αναπνευστικά μείγματα, αυστηρά επαγγελματικές ή πειραματικές σε μεγάλα βάθη 100 – 600 m.

Η χρονική διάρκεια μίας κατάδυσης κορεσμού ξεκινά από 24 ώρες και μπορεί να φτάσει μέχρι και μήνες μέχρι να τελειώσει.

#### V. Καταδύσεις με στολή 1 ATM

Ο δύτης βρίσκεται μέσα σε ειδικές στολές που έχουν ατμοσφαιρική πίεση, κατά συνέπεια δεν εκτίθεται σε αυξημένη πίεση και δεν κινδυνεύει να παρουσιάσει δυσβαρικές διαταραχές.

Σήμερα τα βαθυσκάφη και οι τηλεχειριζόμενες συσκευές αποτελούν μεθόδους που χρησιμοποιούνται συχνά για υποβρύχιες εργασίες χωρίς να απαιτούν έκθεση του ανθρώπου σε αυξημένη πίεση.<sup>1,3,18,20</sup>

## 2.3 ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟ ΚΑΤΑΔΥΣΗ

Οι καταδυτικές δραστηριότητες του ανθρώπου ( επαγγελματικές, ερασιτεχνικές ) ανάλογα με το είδος τους, την διάρκεια και το βάθος τους, την εφαρμογή των σωστών διαδικασιών και κανόνων ασφαλείας, καθώς και την κατάσταση υγείας του ατόμου, την εκπαίδευση και την εμπειρία του είναι δυνατόν να οδηγήσουν στην εμφάνιση διαφόρων διαταραχών της υγείας του με πιθανότητα σοβαρής αναπηρίας ή και θανάτου ακόμα.

Η έγκαιρη αναγνώριση των διαταραχών αυτών, η σωστή παροχή πρώτων βοηθειών και η ταχεία αλλά ασφαλής διακομιδή είναι απαραίτητες προϋποθέσεις για την καλύτερη αντιμετώπιση τους.

Αρκετές από τις διαταραχές που παρουσιάζονται μετά από καταδύσεις κυρίως οι οφειλόμενες στις μεταβολές της βαρομετρικής πίεσης ( νόσος των δυτών, εμβολή από αέρα κτλ. ) δεν είναι ιδιαίτερα γνωστές στον ιατρικό χώρο με αποτέλεσμα την καθυστέρηση στη παροχή της σωστής θεραπείας (επανασυμπίεσης σε ειδικούς θαλάμους) που επηρεάζει δυσμενώς την πρόγνωση τους.

Οι κυριότερες διαταραχές που μπορεί να παρουσιαστούν κατά την διάρκεια ή και μετά τις καταδύσεις είναι οι εξής :

- Από μεταβολές της βαρομετρικής πίεσεως ( δυσβαρικές διαταραχές )
- Από θαλάσσια ζωή ( χλωρίδα και πανίδα )
- Κακώσεις ( αυχενικής μοίρας ΣΣ, από πρόσκρουση στο βυθό, τραύματα από έλικες πλοίων, ναυάγια, υποβρύχιες εκρήξεις κτλ.)
- Πνιγμός , υποθερμία
- Παθολογικές καταστάσεις ( έμφραγμα του μυοκαρδίου, επιληπτική κρίση, υπογλυκαιμία, διάτρηση στομάχου κτλ. )

Βασική αρχή στην καταδυτική ιατρική και νοσηλευτική επιστήμη των καταδύσεων είναι να αποδίδεται οποιαδήποτε ασθένεια που παρουσιάζεται μετά από κατάδυση σε δυσβαρική διαταραχή και να αντιμετωπίζεται αναλόγως, χωρίς να σημαίνει ότι ο γιατρός δεν είναι υποχρεωμένος να κάνει τη διαφορική διάγνωση από διάφορες παθολογικές καταστάσεις ανάλογα με το ιστορικό, τα ευρήματα της



κλινικής εξέτασης ή άλλα εργαστηριακά ευρήματα.. Είναι πιθανή η συνύπαρξη περισσότερων της μίας καταστάσεως, όπως για παράδειγμα η ταχεία μη ελεγχόμενη ανάδυση λόγω προκάρδιου άλγους ή επιληπτικής κρίσης και η εμφάνιση συμπτωμάτων νόσου εξ από συμπίεσης.

Ο γιατρός ή νοσηλευτής που θα αντιμετωπίσει αρχικά ένα περιστατικό με πιθανή δυσβαρική διαταραχή, είναι απαραίτητο να επικοινωνήσει άμεσα ( έστω και τηλεφωνικά με την ομάδα υγείας ) που είναι κατάλληλα εκπαιδευμένη πάνω στην παθοφυσιολογία των καταδύσεων για την καλύτερη αξιολόγηση του αρρώστου και την μεθόδευση της περαιτέρω αντιμετώπισης του.

Οι δυσβαρικές καταδυτικές διαταραχές, είναι εκείνες που οφείλονται στις μεταβολές της βαρομετρικής πίεσης (αύξηση κατά την κατάδυση, μείωση κατά την ανάδυση) ή της έμμεσης μέσω της αυξημένης μερικής πίεσης των εν διαλύσει στους ιστούς αερίων.

Και οφείλονται σε :

## **A) Από άμεση επίδραση της μεταβολής της πίεσεως**

### **1. Βαροτραύματα**

- ♦ Έξω, μέσου ή έξω ωτός
- ♦ Παραρρινίων κόλπων
- ♦ Οδόντων προσώπου
- ♦ Πνεύμονας (ρήξη πνευμονικού παρεγχύματος, διάμεσο μεσοθώρακιο ή υποδόριο εμφύσημα , πνευμοθώρακας, εμβολή από αέρα εγκεφαλικών ή στεφανιαίων αγγείων )

### **2. Σύνδρομο συνθλίψεως**

- ♦ Προσώπου
- ♦ Ωτών
- ♦ Θώρακος
- ♦ Σώματος

### **3. Νευρολογικό σύνδρομο υψηλών πιέσεων (HPNS)**

- ♦ Ασυντόνιστοι σπασμοί
- ♦ Νευρολογική δυσλειτουργία

## **B) Από έμμεση επίδραση της μεταβολής της πίεσεως**

- 1.** Νόσος εξ αποσυμπίεσης
- 2.** Νάρκωση (μέθη) από άζωτο
- 3.** Τοξικότητα από οξυγόνο (ΚΝΣ, πνευμόνων)
- 4.** Δηλητηρίαση από διοξείδιο ή μονοξείδιο του άνθρακα
- 5.** Δυσβαρική οστεονέκρωση<sup>20,21,23,28</sup>

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΔΥΣΜΕΝΕΙΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ** **ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΣΤΟΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟ**

### **3.1 ΠΝΕΥΜΟΝΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΣΤΙΣ** **ΚΑΤΑΔΥΣΕΙΣ**

Η δυνατότητα του δύτη να εκτελέσει χρήσιμο έργο στο βυθό, μέσα σε συνθήκες ασφαλείας, εξαρτάται άμεσα από μερικές αναπνευστικές παραμέτρους. Αυτές οι παράμετροι μεταβάλλονται σε συνάρτηση με τις συνθήκες του βυθού και τις καταδυτικές συσκευές.

Η ενέργεια για τη ζωή και τη δραστηριότητα του ανθρώπου εξασφαλίζεται από τις οξειδωτικές μεταβολικές αντιδράσεις. Το «καύσιμο» για τις αντιδράσεις αυτές είναι η τροφή, ενώ είναι απαραίτητο στοιχείο η παρουσία του οξυγόνου.

Το αναπνευστικό σύστημα εξασφαλίζει το απαραίτητο για τις αντιδράσεις αυτές οξυγόνο και αποκομίζει το παραγόμενο σε αυτές CO<sub>2</sub>. είναι σημαντικό ότι η επάρκεια της παροχής του οξυγόνου μπορεί να επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες, όπως ασθένειες, μεταβολές στο περιβάλλον, ή βλάβες στις αναπνευστικές συσκευές. Στις περιπτώσεις αυτές η δραστηριότητα του δύτη θα περιορίζεται ανάλογα, ενώ στις σοβαρές διαταραχές των παραγόντων αυτών θα απειληθεί και η ζωή του.<sup>1,13</sup>

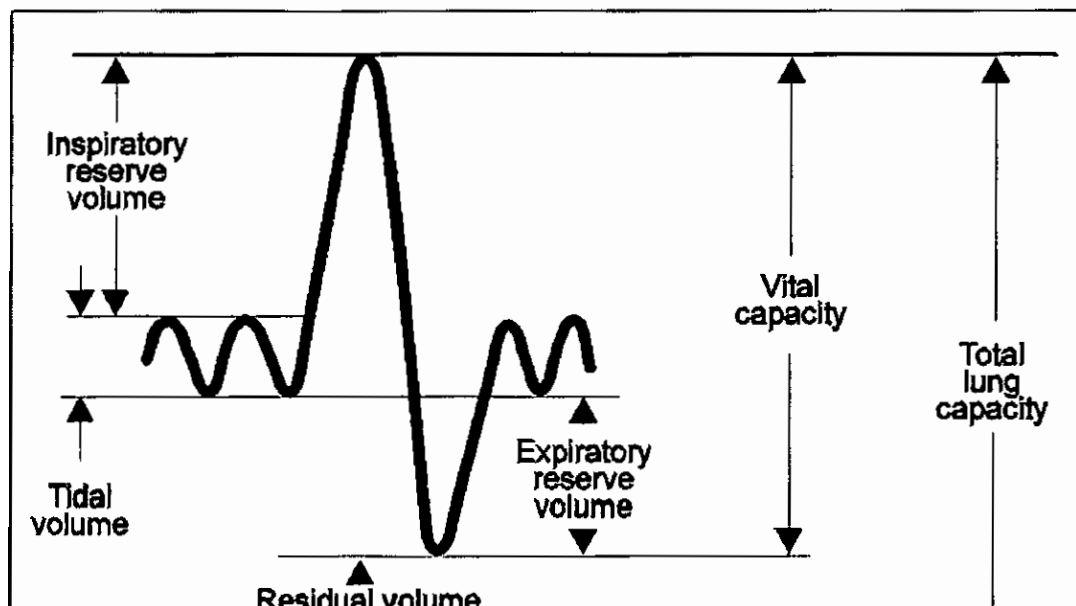
Το οξυγόνο και το CO<sub>2</sub> κινούνται ανάμεσα στον αέρα και το αίμα με απλή διάχυση, δηλαδή από περιοχές υψηλής μερικής πίεσης προς περιοχές χαμηλής μερικής πίεσης. Ο νόμος του Fick που διέπει τις συνθήκες της διάχυσης καθορίζει ότι «το ποσόν του αερίου που θα κινηθεί διαμέσου μιας μεμβράνης, εν προκειμένω της κυψελιδοτριχοειδικής μεμβράνης, είναι ανάλογο της έκτασης της μεμβράνης και αντιστρόφως ανάλογο του πάχους της». Η δομή του πνεύμονα είναι τέτοια ώστε να δίνει μια έκταση 50 - 100 τετραγωνικά μέτρα κυψελιδοτριχοειδικής μεμβράνης. Υπάρχουν σε κάθε πνεύμονα 300.000.000 κυψελίδες διαμέτρου περί το 1/3 του χιλιοστού.

Η κυψελιδοτριχοειδική μεμβράνη απαρτίζεται από το τοίχωμα του τριχοειδούς, το τοίχωμα της κυψελίδας και το τοίχωμα του ερυθρού αιμοσφαιρίου που κινείται στο τριχοειδές. Οι επιμέρους λειτουργίες της αναπνοής είναι ο αερισμός των πνευμόνων, η αιμάτωση και η διάχυση.

Όπως φαίνεται στην εικόνα 1, με κάθε αναπνοή, μπαίνει στο αναπνευστικό σύστημα μια ποσότητα περί τα 500 κυβικά εκατοστά αέρα. Από αυτόν τον όγκο, μια ποσότητα περί τα 150 κυβικά εκατοστά ποτέ δεν φθάνει στους πνεύμονες, αλλά μένει στο τραχειοβρογχικό δέντρο. Ο όγκος αυτός ονομάζεται νεκρός χώρος.<sup>1</sup>

Ο κάθε πνεύμονας αποτελείται από 300.000.000 «φυσαλίδες». Για το λόγο αυτό, είναι εξαιρετικά εύκολο να κολαψαριστεί υπό τις δυνάμεις επιφανειακής τάσεως που αναπτύσσονται στις κυψελίδες. Για το λόγο αυτό οι κυψελίδες καλύπτονται εσωτερικά από μια ουσία με βασικό συστατικό την παλμιτολεκιθίνη. Η ουσία αυτή μικραίνει την επιφανειακή τάση των κυψελίδων και ονομάζεται επιφανειοδραστική ουσία (surfactant). Μαζί με την ουσία αυτή, μια ποσότητα αέρα μένει διαρκώς στους πνεύμονες και δεν βγαίνει ποτέ. Ο όγκος αυτός αέρα, περίπου 1500 κυβικά εκατοστά, ονομάζεται υπολειπόμενος όγκος. Με μια δυνατή εκπνοή, από τους πνεύμονες μπορούν να βγουν περί τα 1200 κυβικά εκατοστά αέρα, τα οποία δεν συμμετέχουν στον αερισμό υπό κανονικές συνθήκες (Είναι διαφορετικά, δηλαδή από τα προαναφερθέντα 500 κυβικά εκατοστά της κανονικής αναπνοής). Με μια δυνατή εισπνοή, μέσα στους πνεύμονές μας μπορούν να μπου, επιπλέον της κανονικής, άλλα 1200 περίπου κυβικά εκατοστά αέρα (εφεδρικός όγκος). Συνεπώς, η ζωτική χωρητικότητα του αναπνευστικού συστήματος του ανθρώπου φθάνει τα 3000 κυβικά εκατοστά.

EIKONA 1



Οι χαμηλότερες περιοχές του πνεύμονα αερίζονται καλλίτερα από τις υψηλότερες και αυτό αποδείχθηκε και ραδιοϊσοτοπικά.

Η αιμάτωση εξυπηρετεί την μετακίνηση των αερίων από τον πνεύμονα στο αίμα και αντίστροφα. Η πνευμονική κυκλοφορία αρχίζει από την πνευμονική αρτηρία. Στη συνέχεια διακλαδίζεται καταλήγοντας στα πνευμονικά τριχοειδή και έπειτα τα αγγεία ενώνονται δημιουργώντας συνεχώς μεγαλύτερα αγγειακά στελέχη και τέλος καταλήγουν στις πνευμονικές φλέβες. Οι πιέσεις στη πνευμονική κυκλοφορία είναι εξαιρετικά χαμηλές

Η αντίσταση της πνευμονικής κυκλοφορίας είναι αξιοθαύμαστα μικρή περίπου το 1/10 της συστηματικής.

Στον ανθρώπινο πνεύμονα έχουμε ασύμμετρη κατανομή της αιμάτωσης, με γραμμική σχεδόν μείωση από τη βάση του πνεύμονα προς την κορυφή.

Ο βαθμός της σωματικής δραστηριότητας είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας που καθορίζει τις ανάγκες του οργανισμού σε οξυγόνο. Άλλοι παράγοντες είναι η σωματική διάπλαση και η θερμοκρασία του περιβάλλοντος.

Το  $\text{CO}_2$  αποτελεί το τελικό προϊόν των μεταβολικών οξειδωτικών αντιδράσεων.

Η πιο συχνή και σημαντική διαταραχή του αναπνευστικού στις καταδύσεις είναι ο κυψελιδικός υποαερισμός, με συνέπεια την αυξημένη μερική πίεση του  $\text{CO}_2$  στον κυψελιδικό αέρα και το αρτηριακό αίμα.

Στις συνθήκες των καταδύσεων η μερική πίεση του  $\text{CO}_2$  είναι συνήθως λίγο αυξημένη για διάφορους λόγους (κακός αερισμός στο σκάφανδρο ή τον θάλαμο αποπίεσης, καυσαέρια από κομπρεσέρ κλπ.).<sup>1</sup>

Η μέγιστη ικανότητα αερισμού βρέθηκε ότι μειώνεται σε συνθήκες καταδύσεων λόγω της πυκνότητας των αερίων και της μεταβολής των συνθηκών ροής του αέρα στους βρόγχους.

Η αντίσταση της αναπνευστικής συσκευής στην εισπνοή-εκπνοή συμβάλλει στην αύξηση του έργου της αναπνοής και στην διαταραχή της απαντήσεως του αναπνευστικού κέντρου σε συνθήκες υπερκαπνίας.

Λόγω της ανώσεως των ενδοκοιλιακών σπλάχνων και του διαφράγματος, μειώνεται η ολική χωρητικότητα των πνευμόνων. Με αποτέλεσμα τη λιγότερο οικονομική κατανάλωση ενέργειας της λειτουργίας του αναπνευστικού συστήματος και αύξηση του παραγόμενου  $\text{CO}_2$ .

Το  $\text{CO}_2$  είναι το βασικό ερέθισμα στη ρύθμιση της αναπνοής δια μέσου αλλαγών που προκαλούνται στη συγκέντρωση των ιόντων υδρογόνου στο αίμα, στον εγκέφαλο και στο ΕΝΥ. Ο έλεγχος της αναπνοής από το  $\text{CO}_2$  περιέχει μια άμεση σχέση μεταξύ του αρτηριακού  $\text{FCO}_2$  και του πνευμονικού αερισμού, ο οποίος αυξάνει ανάλογα με τη συγκέντρωση του παραγόμενου  $\text{CO}_2$ .

Το φυσιολογικό επίπεδο στο οποίο αντιδρούν οι νευρώνες του αναπνευστικού έργου είναι όταν η  $\text{PCO}_2$  είναι 50 mmHg. Υπάρχουν ενδείξεις από πειράματα σε πεπειραμένους Breath Hold Dives ότι η άσκηση μπορεί να αυξήσει το σημείο στο οποίο αντιδρά το αναπνευστικό κέντρο.<sup>1, 4, 13, 37</sup>

### **3.2 ΔΗΛΗΤΗΡΙΑΣΗ ΑΠΟ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ (CO<sub>2</sub>)**

Είναι αποτέλεσμα της αυξημένης συγκέντρωσης CO<sub>2</sub> στους ιστούς είτε λόγω μείωσης της αποβολής του από τους πνεύμονες είτε λόγω εισπνοής αυξημένης ποσότητας CO<sub>2</sub>. Η τοξική δράση του είναι αποτέλεσμα της οξείας κυτταρικής οξέωσης που προκαλεί.

#### **ΑΙΤΙΑ ΚΑΤΑΚΡΑΤΗΣΗΣ CO<sub>2</sub> ΣΤΙΣ ΑΥΤΟΝΟΜΕΣ ΚΑΤΑΔΥΣΕΙΣ**

1. Αυξημένος νεκρός χώρος (π.χ. ρηχές και γρήγορες αναπνοές μέσα από αναπνευστήρα )
2. Ανεπαρκής αερισμός των πνευμόνων σε σχέση με την ένταση της δραστηριότητας
  - ✧ εκούσιο κράτημα της αναπνοής για οικονομία του αέρα
  - ✧ αυξημένη πυκνότητα αερίων
  - ✧ αυξημένη αντίσταση της αναπνευστικής συσκευής
  - ✧ αυξημένο PαO<sub>2</sub> (μερική πίεση οξυγόνου)
  - ✧ ανικανότητα αύξησης του αερισμού των πνευμόνων σε αντίθεση με την αύξηση του CO<sub>2</sub> στο αίμα
  - ✧ λόγου αυξημένης pρO<sub>2</sub> η δύσπνοια που δημιουργείται λόγω υποαερισμού δεν είναι εμφανείς.
3. Σε αναπνευστικές συσκευές κλειστού κυκλώματος λόγω βλάβης ή ανεπάρκειας των δοχείων κατακράτησης CO<sub>2</sub>.<sup>2,6</sup>

#### **ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΥΠΕΡΚΑΠΝΙΑΣ**

Ο καταδυτικός εξοπλισμός πρέπει να διατηρεί το επίπεδο CO<sub>2</sub> κάτω από 1,5% ακόμα και σε βαριά εργασία. Γι' αυτό το λόγο η πιο συχνή αιτία υπερκαπνίας είναι ο ανεπαρκής αερισμός των πνευμόνων, ο οποίος είναι πιο συχνός στην επιφάνεια.

Η υπερκαπνία επηρεάζει τον εγκέφαλο με διαφορετικό τρόπο από την υποξία. Παρόλο αυτά μπορούμε να έχουμε παρόμοια συμπτώματα όπως σύγχυση, ανικανότητα συγκέντρωσης, απώλεια των

αισθήσεων, υπνηλία και σπασμούς. Αυτά τα συμπτώματα γίνονται πιο σοβαρά όσο μεγαλύτερη η περίσσεια του CO<sub>2</sub>. Ένας δύτης που αναπνέει αέριο με περιεκτικότητα περίπου 10% χάνει τις αισθήσεις του μετά από λίγα λεπτά. Αναπνέοντας 15% CO<sub>2</sub> για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα προκαλεί ακαμψία και μυϊκούς σπασμούς.

Ένας δύτης ο οποίος χάνει τις αισθήσεις του λόγω υπερβολικού CO<sub>2</sub> στο αναπνεόμενο αέριο και δεν εισροφά το νερό γενικά αναζωογονείται γρήγορα όταν αναπνέει ατμοσφαιρικό αέρα. Συνήθως αισθάνεται φυσιολογικά μέσα σε 15 λεπτά και οι μετεπιδράσεις σπάνια είναι σοβαρότερες από πονοκεφάλους, ζάλη και ναυτία. Μόνιμες εγκεφαλικές βλάβες και θάνατος είναι λιγότερο πιθανό να συμβούν από ότι σε περίπτωση υποξίας.<sup>1,4</sup>

### ΣΗΜΕΙΑ ΑΥΞΑΝΟΜΕΝΗΣ ΥΠΕΡΚΑΠΝΙΑΣ

- ❖ Αύξηση ρυθμού και βάθους αναπνοών
- ❖ Ενίοτε αύξηση σφίξεων
- ❖ Κυάνωση
- ❖ Κόπωση
- ❖ Εφίδρωση
- ❖ Γενικό αίσθημα δυσχέρειας
- ❖ Αίσθημα καψίματος στα μάτια

Συνήθως η αύξηση του ρυθμού και το βάθος των αναπνοών επαρκεί για να προειδοποιήσει τον δύτη πριν η κατάσταση γίνει πολύ επικίνδυνη. Από την άλλη πλευρά ο πονοκέφαλος, η κυάνωση, κόπωση, εφίδρωση και γενικό αίσθημα δυσχέρειας μπορεί να προειδοποιήσουν τον δύτη αλλά δεν είναι σίγουρο ότι θα εμφανιστούν.<sup>1,2</sup>

Τα αποτελέσματα της δράσεως του CO<sub>2</sub> φαίνονται παρακάτω:

<b>Αναλογία %</b>	<b>Συμπτώματα - σημεία</b>
0-3	-----
4-6	<i>Αυξημένη αναπνευστική προσπάθεια</i>
7-10	<i>Δύσπνοια - σύγχυση</i>
10-20	<i>Αυξημένη δύσπνοια, έντονη αναπνευστική προσπάθεια, σπασμοί</i>

ΠΙΝΑΚΑΣ 2



## **ΧΡΟΝΙΑ ΔΗΛΗΤΗΡΙΑΣΗ ΜΕ CO<sub>2</sub>**

Η χρόνια δηλητηρίαση από CO<sub>2</sub> δεν αποτελεί σοβαρό πρόβλημα στην καταδυτική ιατρική. Μόνο σε εξαιρετικά παρατεταμένες SATURATION καταδύσεις με ανεπαρκή συστήματα απομάκρυνσης του CO<sub>2</sub> δημιουργείται κίνδυνος.

Ο οργανισμός προσαρμόζεται όταν εκτίθεται σε υψηλά κυρίως επίπεδα CO<sub>2</sub> με μεταβολές της οξεοβασικής ισορροπίας του αίματος και του ENY, της αναπνοής, της εναπόθεσης ασβεστίου και των διττανθρακικών στα οστά.

Όλες αυτές οι φυσιολογικές αλλαγές που σχετίζονται με την προσαρμογή σε χρόνια έκθεση σε CO<sub>2</sub> είναι τελείως αναστρέψιμες όταν το επίπεδο του CO<sub>2</sub> επανέλθει στο φυσιολογικό.<sup>26</sup>

## **ΠΑΡΑΔΕΚΤΑ ΟΡΙΑ CO<sub>2</sub> ΣΕ ΚΑΤΑΔΥΣΕΙΣ**

Οι περισσότεροι δύτες φαίνεται να προσαρμόζονται σε χρόνια έκθεση CO<sub>2</sub> μερικής πίεσης 21 mmHg ή 3% σε ισοδύναμο επιφάνειας. Σε SATURATION DIVING το όριο είναι 10,5 mmHg ή 1,5 %σε ισοδύναμο επιφάνειας. Παρόλο που η αναλογία αυτή μπορεί να μειώσει τη συχνότητα της αναπνοής, υπάρχει συγχρόνως αύξηση του TIDAL όγκου.

Ο ολικός πνευμονικός αερισμός παραμένει σταθερός και η μεταβολή αυτή του τρόπου αναπνοής μπορεί να θεωρηθεί επιθυμητή επειδή βοηθά στην πρόληψη ήπιας πνευμονικής ατελεκλασίας, λόγω ελαττωμένης δραστηριότητας που είναι σύνηθες στη SATURATION DIVING.<sup>21, 23, 28, 30,</sup>

### **3.3 ΔΗΛΗΤΗΡΙΑΣΗ ΑΠΟ ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ (CO)**

Η δηλητηρίαση από CO στις καταδύσεις οφείλεται στη ρύπανση του αναπνευστικού μείγματος που μπορεί να συμβεί κατά την συμπίεση, μεταφορά και αποθήκευση του αέρα ή του μείγματος. Το Αμερικάνικο ναυτικό έχει καθιερώσει τα ακόλουθα standards για τον αέρα που χρησιμοποιείται για καταδυτικούς σκοπούς :

1. Συγκέντρωση O<sub>2</sub> : 20-22%
2. Συγκέντρωση CO<sub>2</sub> : 0,05% (500 PPM)
3. Συγκέντρωση CO : 0,02% ( 20 PPM)
4. Συγκέντρωση αιτιών θείου 5 MG / M<sup>3</sup>
5. Μη ύπαρξη μεγάλου βαθμού υγρασίας, σκόνης και ξένων σωμάτων.

Το CO έχει 300 φορές μεγαλύτερη χημική συγγένεια με την Hb , άρα εκτοπίζει το οξυγόνο. Συνεπώς, ο κορεσμός της Hb μειώνεται δραματικά, όπως και η ικανότητα μεταφοράς οξυγόνου του αίματος. Η πλέον συνηθισμένη αιτία είναι η παρουσία καυσαερίων πολύ κοντά στην εισαγωγή του αεροσυμπιεστή πλήρωσης των φιαλών. Συγκεντρώσεις της τάξεως των 0,002 ATA είναι συνήθως μοιραίες . Τα συμπτώματα εμφανίζονται συνήθως στην άνοδο.

Όταν ο δύτης είναι σε βάθος η μεγάλη PaO<sub>2</sub> διαλύει μεγαλύτερες ποσότητες οξυγόνου στο πλάσμα του αίματος. Έτσι, η υποξία αντιμετωπίζεται μερικώς . Επιπλέον, το οξυγόνο εκτοπίζει μικρή ποσότητα CO από την αιμοσφαιρίνη. Στην άνοδο, όπου η δράση αυτή του οξυγόνου σταδιακά εξαφανίζεται , η δηλητηρίαση γίνεται εμφανής. <sup>1,2</sup>

#### **ΣΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ**

Είναι παρόμοια με τα σημεία και συμπτώματα της υποξίας. Ο μεγαλύτερος κίνδυνος είναι ότι η απώλεια των αισθήσεων μπορεί να συμβεί χωρίς αξιόπιστα προειδοποιητικά συμπτώματα. Αν η αύξηση της συγκεντρώσεως του CO είναι μεγάλη και γρήγορη τα πρώιμα συμπτώματα είναι ζάλη, σύγχυση και αδυναμία, αλλά ο δύτης μπορεί να μην τα αντιληφθεί έως ότου χάσει τις αισθήσεις του.

Όταν η αύξηση της συγκεντρώσεως του CO είναι σταδιακή, τα πρώιμα συμπτώματα περιλαμβάνουν ήπια μετωπιαία κεφαλαλγία, σφύζουσα κροταφική κεφαλαλγία, ναυτία και τάση για εμετό. Εάν ο εμετός συμβεί κατά την διάρκεια της καταδύσεως μπορεί να έχει σαν αποτέλεσμα εισρόφηση με απόφραξη του ανώτερου αεραγωγού, πνιγμό, ασφυξία και θάνατο. Τα όψιμα συμπτώματα περιλαμβάνουν αλλαγές στα ζωτικά σημεία (ταχυκαρδία, ταχύπνοια), κώμα, collapses, σπασμούς έως και θάνατο.<sup>4, 38</sup>

Με βάση τον ποσοστιαίο κορεσμό αίματος σε COHb τα συμπτώματα ταξινομούνται ως εξής:

<b>0-10</b>	<i>Ελαφριά συμπτώματα. Προοδευτική μείωση της κρίσης και της ψυχοκινητικής δραστηριότητας</i>
<b>10-20</b>	<i>Ήπια μετωπιαία κεφαλαλγία, ναυτία</i>
<b>20-30</b>	<i>Σφύζουσα κροταφική κεφαλαλγία, ναυτία</i>
<b>30-50</b>	<i>Έντονη κεφαλαλγία, μυϊκή αδυναμία, ζάλη, θόλωση οράσεως, ναυτία, έμμετοι, ταχυκαρδία, ταχύπνοια, collapses και ίσως συγκοπή</i>
<b>50-80</b>	<i>Ταχυκαρδία, υπέρπνοια, κώμα, σπασμοί, αναπνοή τύπου cheyne stokes, συγκοπή, θάνατος</i>

ΠΙΝΑΚΑΣ 3

### **ΧΡΟΝΙΑ ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ ΑΠΟ CO**

Η χρόνια τοξικότητα από CO είναι συχνή. Συμβαίνει κυρίως μεταξύ των καπνιστών όπου η συγκέντρωση της καρβοξυ- Hb μπορεί να φτάσει μέχρι 75%. Μια άλλη σημαντική αιτία είναι η διαφυγή καυσαερίων και η ατελής καύση.

Η χρόνια τοξικότητα έχει δύο άμεσους κινδύνους για τους δύτες:

1. Μειωμένη ψυχοκινητική δραστηριότητα
2. Εμφάνιση οξείας δηλητηριάσεως σε μικρότερο χρόνο

### **ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΑ ΑΠΟ ΔΗΛΗΤΗΡΙΑΣΗ ΜΕ CO**

Παρόλο που η ανάνηψη μετά από ελαφρές δηλητηριάσεις είναι πλήρης, η υποξία που δημιουργείται σε οξείες, χρόνιες ή επαναλαμβανόμενες εκθέσεις σε CO μπορεί να προκαλέσει μόνιμες βλάβες στην καρδιά, στο ΚΝΣ και στα άλλα όργανα με μεγάλη κατανάλωση O<sub>2</sub>. Επισταμένη εξέταση ασθενών είναι απαραίτητη με ιδιαίτερη προσοχή στην εκτίμηση της καρδιακής και νευρολογικής κατάστασης.<sup>27</sup>

### **3.4 ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ ΟΞΥΓΟΝΟΥ ΣΤΟΥΣ ΠΝΕΥΜΟΝΕΣ**

Η τοξικότητα του οξυγόνου στους πνεύμονες περιλαμβάνει μορφολογικές και λειτουργικές διαταραχές που εκδηλώνονται στους πνεύμονες, όταν το εισπνεόμενο αέριο μίγμα περιέχει οξυγόνο με μερική πίεση μεγαλύτερη από εκείνη του ατμοσφαιρικού αέρα, και μάλιστα μεγαλύτερη από 0,5 ΑΤΑ. Αναπτύσσεται με σχετικά μικρές πιέσεις οξυγόνου, αλλά απαιτείται πολύωρη έκθεση, της τάξης των 24 ωρών. Σε θεραπευτικά προγράμματα για την αντιμετώπιση της νόσου των δυτών, όπου χρησιμοποιείται υπερβαρικό οξυγόνο, η έκθεση σε αυτό συνήθως δεν είναι χρονικά επαρκής για να εκδηλωθεί η τοξικότητα του οξυγόνου στους πνεύμονες.<sup>2, 5</sup>

#### **ΣΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ**

Η αρχική εκδήλωση της τοξικότητας αυτού του τύπου μπορεί να περιλαμβάνει αίσθηση καύσου με την εισπνοή η οποία αργότερα να εξελιχθεί σε εισπνευστικό οπισθοστερνικό πόνο. Πιθανόν να συνοδεύεται από προοδευτικά επιδεινούμενο βήχα και βαθμιαία εγκαθιστάμενη δύσπνοια. Τα συμπτώματα αυτά υποχωρούν μετά από λίγες ώρες ή ημέρες απομάκρυνσης από το περιβάλλον υψηλής πίεσεως οξυγόνου. Ελαφρά δύσπνοια στην κόπωση μπορεί να παραμείνει για μερικές μέρες.

Σε βαριές καταστάσεις δηλητηριάσεως των πνευμόνων από οξυγόνο τα παραπάνω συμπτώματα γίνονται πιο έντονα με οριακή κλινική εικόνα του Συνδρόμου Αναπνευστικής Δυσχέρειας Ενηλίκων (Acute Respiratory Distress Syndrome - ARDS). Από τη φυσική εξέταση των ελαφρών περιπτώσεων δεν διαπιστώνονται αξιόλογα κλινικά σημεία. Στις βασικές περιπτώσεις αναπτύσσεται κλινική σημειολογία ανάλογη της βρογχοπνευμονίας. Συχνά υπάρχει και πυρετός που δυσχεραίνει τη διαφορική διάγνωση από τη λοίμωξη.<sup>16, 26, 33, 37</sup>

## **ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΚΑ ΕΥΡΗΜΑΤΑ**

Όσον αφορά την φύση των μορφολογικών διαταραχών του πνεύμονα εξαιτίας της τοξικής επίδρασης του οξυγόνου, στα αρχικά στάδια η ακτινογραφία θώρακα δεν παρουσιάζει απόκλιση από το φυσιολογικό. Στις βαριές καταστάσεις αναπτύσσεται δικτυοζώδης σκίαση που καταλαμβάνει και τους δυο πνεύμονες. Σε ακόμη βαρύτερες καταστάσεις είναι δυνατό να παρουσιαστούν ακτινολογικές εικόνες σχεδόν ολικής σκίασης των πνευμόνων.<sup>16</sup>

## **ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΗ ΑΝΑΤΟΜΙΑ**

Μελετήθηκε σε πειραματόζωα. Τα ευρήματα κυμαίνονται ανάλογα με την μερική πίεση οξυγόνου και το χρόνο έκθεσης. Προηγείται μία οξεία εξιδρωματική φάση, που χαρακτηρίζεται από πνευμονικό οίδημα κυψελιδικού και διαμέσου τύπου, συμφόρηση των πνευμονικών αγγείων, διαταραχές στη μορφή της surfactant και ατελεκτασία πνεύμονα. Οι μεταβολές αυτές στα πειραματόζωα που επιβιώνουν, είναι αναστρέψιμες.

Στις περιπτώσεις όπου η έκθεση στο οξυγόνο συνεχίζεται παρατηρούνται μικροσκοπικές αλλοιώσεις στο διάμεσο ιστό και στο κυψελιδικό επιθήλιο. Οι αλλοιώσεις αυτές συνιστούν την υποξία φάση του πολλαπλασιασμού. Στη φάση αυτή παρουσιάζεται διήθηση από πολυμορφοπύρηνα αρχικά και στην συνέχεια από μονοπύρηνα και ινοβλάστες με τελική απόθεση κολλαγόνου και ανάπτυξη συνδετικού ιστού.

Τελικό αποτέλεσμα είναι η καταστροφή του τριχοειδικού αγγειακού δικτύου και η πάχυνση της κυψελιδοτριχοειδικής μεμβράνης.<sup>26,33</sup>

## **ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΤΩΝ ΠΝΕΥΜΟΝΩΝ**

Οι λειτουργικές μεταβολές των πνευμόνων περιλαμβάνουν ελάττωση της πνευμονικής διατασιμότητας και αύξηση του έργου της αναπνοής. Επίσης, η ζωτική χωρητικότητα και συνεπώς και η ολική πνευμονική χωρητικότητα μειώνονται. Τέλος, λόγω πάχυνσης της κυψελιδοτριχοειδικής μεμβράνης παρατηρείται μείωση της διαχυτικής ικανότητας (transfer factor).<sup>37</sup>

## **ΑΝΟΧΗ ΤΩΝ ΠΝΕΥΜΟΝΩΝ ΣΤΗΝ ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ O<sub>2</sub>**

Οι πνεύμονες παρουσιάζουν κάποια αντοχή στην τοξικότητα του οξυγόνου. Πυκνότητες μικρότερες των 0.5 ΑΤΑ δεν δημιουργούν συνήθως προβλήματα. Έκθεση σε μεγαλύτερες πυκνότητες είναι δυνατόν να οδηγήσει σε εμφάνιση σημείων τοξικότητας, η βαρύτητα των οποίων εξαρτάται από τη μερική πίεση του οξυγόνου και του χρόνου έκθεσης. Παράγοντες που επιταχύνουν την εμφάνιση της τοξικότητας είναι :

- ♦ οι ορμονικές διαταραχές του άξονα υποφύσεως - επινεφριδίων
- ♦ η θυρεοτοξίκωση (παρατηρούνται πρώιμα συμπτώματα τοξικότητας από εισπνοή οξυγόνου)
- ♦ η διέγερση του συμπαθητικού ΚΝΣ, η οποία πιθανώς οδηγεί σε πρώιμη εκδήλωση του συνδρόμου.<sup>18, 26</sup>

## **ΠΡΟΛΗΨΗ ΠΝΕΥΜΟΝΙΚΗΣ ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑΣ**

Εφόσον είναι επιβεβλημένη η εισπνοή καθαρού οξυγόνου (PO<sub>2</sub> > 0,5 ΑΤΑ), σαν προληπτικό μέτρο θα πρέπει να γίνεται εναλλαγή του εισπνεόμενου θεραπευτικού μίγματος με αέρα ή άλλου μίγματος με χαμηλότερη μερική πίεση οξυγόνου. Η Δισουλφιράμη έχει χρησιμοποιηθεί πειραματικά στην αύξηση της αντοχής στην εισπνοή οξυγόνου.

Γνωρίζουμε, ότι η χρησιμοποίηση αντιοξειδωτικών περιορίζει σε σημαντικό βαθμό την εκδήλωση της τοξικότητας. Τέτοιες ουσίες είναι:

- ✓ Η βιταμίνη C (ασκορβικό οξύ)
- ✓ Η βιταμίνη Β και τα συμπλέγματά της
- ✓ Η βιταμίνη Ε
- ✓ Το καροτίνιο
- ✓ Το σελίνιο
- ✓ Το μέλι

Σε μία αυτόνομη, άρα μη ελεγχόμενη ιατρική κατάδυση, η NOAA εξέδωσε κάποιους πίνακες που βάση με αυτούς μπορεί ο κάθε δύτης να υπολογίσει σε μονάδες ανοχής οξυγόνου που δέχεται σε κάθε κατάδυση και έτσι ο ίδιος να μπορεί να προλαμβάνει την εμφάνιση πνευμονικής τοξικότητας.<sup>12, 27</sup>

<i>PpO<sub>2</sub></i>	<i>OTUs ανά λεπτό</i>
0.60	0,27
0.70	0,47
0.80	0,65
0.90	0,83
1.00	1
1.10	1,16
1.20	1,32
1.30	1,48
1.40	1,63
1.50	1,78
1.60	1,92

ΠΙΝΑΚΑΣ 4<sup>11</sup>

Η έκθεση αυτή επειδή είναι αθροιστική, ως προς τον χρόνο ανά ημέρα, υπάρχει καθημερινή μείωση, όταν η έκθεση αφορά συνεχόμενες καταδυτικές ημέρες, χωρίς διακοπή για ιστική ανακούφιση.

**Μέγιστες μονάδες OTUs που μπορεί να δεχτεί ένα ανθρώπινο σώμα σε κανονικές συνθήκες πολυήμερων καταδύσεων :**

<i>Ημέρες</i>	<i>OTUs</i>
1 <sup>η</sup> ημέρα	750
2 <sup>η</sup> ημέρα	700
3 <sup>η</sup> ημέρα	620
4 <sup>η</sup> ημέρα	525
5 <sup>η</sup> ημέρα	460
6 <sup>η</sup> ημέρα	420

ΠΙΝΑΚΑΣ 5<sup>11</sup>

**Όρια 24ώρης έκθεσης :**

<b>PpO<sub>2</sub> ΑΤΑ</b>	<b>Λεπτά</b>	<b>Ώρες / λεπτά</b>
1,60	150	2:30
1,50	180	3:00
1,40	180	3:00
1,30	210	3:30
1,20	240	4:00
1,10	270	4:30
1,00	300	5:00
0,90	360	6:00
0,80	450	7:30
0,70	570	9:30
0,60	720	12:00

ΠΙΝΑΚΑΣ 6<sup>26</sup>



### **3.5 ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΚΝΣ ΑΠΟ ΤΟ ΟΞΥΓΟΝΟ**

Είναι η τοξική επίδραση των αυξημένων μερικών πιέσεων του οξυγόνου στο Κεντρικό Νευρικό Σύστημα. Η επίδραση αυτή είναι συνήθως αναστρέψιμη και χαρακτηρίζεται από σημεία υπερδιεγερσιμότητας του ΚΝΣ όπου προκαλεί επιληπτικούς σπασμούς.<sup>20</sup>

Χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη λανθάνουσας περιόδου μεταξύ της χορηγήσεως  $O_2$  υπό πίεση και της εμφανίσεως των συμπτωμάτων από το ΚΝΣ, αυτό σημαίνει ότι η τοξικότητα οφείλεται σε ενζυμικές διαταραχές του ΚΝΣ που συνδέονται άμεσα με το χρόνο.<sup>1</sup>

#### **ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΠΟΥ ΕΜΦΑΝΙΖΕΤΑΙ ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ ΑΠΟ $O_2$**

Σε καταστάσεις όπου χρησιμοποιείται υπερβαρικό  $O_2$  σαν αναπνευστικό μέσο υπάρχει πιθανότητα τοξικότητας του ΚΝΣ.

1. Καταδύσεις που χρησιμοποιούνται μίγματα  $He-O_2$  (ή καθαρού οξυγόνου σε μικρά βάθη)
  2. SCUBA με κλειστό κύκλωμα  $O_2$
  3. Υπερβαρικό  $O_2$  στους θαλάμους επαναπίεσης
- ❖ Θεραπεία εμβολής αέρος της νόσου
  - ❖ Αποπίεση στην επιφάνεια με  $O_2$
  - ❖ TEST ανοχής  $O_2$
  - ❖ Θεραπεία παθολογικών καταστάσεων (δηλητηρίαση με  $CO$ , αεριογόνο γάγγραινα, δηλητηρίαση με  $CO$  κτλ).<sup>2</sup>

## **ΕΛΕΥΘΕΡΕΣ ΡΙΖΕΣ ΟΞΥΓΟΝΟΥ (O<sub>2</sub>)**

Η χρησιμότητα που έχουν οι ελεύθερες ρίζες οξυγόνου στον οργανισμό μας είναι τεράστια. Η δουλειά που κάνουν είναι να αποδομούν από τον κύκλο του kremps τα άχρηστα προϊόντα της κυτταρικής καύσης. Μάλιστα κατά 95% είναι δεσμευμένες και αδρανοποιημένες από τα κατάλοιπα αυτά. Εάν όμως κάνουμε χρήση NITROX οι EPO<sub>2</sub> πολλαπλασιάζονται σε πολύ μεγάλο βαθμό και αναπτύσσουν μία βλαπτική τάση να καταστρέφουν τη κυτταρική μεμβράνη με αποτέλεσμα να καταστρέφουν τα κύτταρα.

### **Οι EPO<sub>2</sub> χρησιμοποιούνται σε**

- Κυτταρική αναπαραγωγή
- Ανοσολογική απάντηση
- Κυτταρική αναδόμηση

### **Οι δυνητικά πιο κυτταροτοξικές χημικές ενώσεις – βλάβες είναι:**

- O<sub>2</sub><sup>-</sup> Υπεροξειδωτικό ανιόν
- HO<sub>2</sub> Υδροϋπέροξειδική ρίζα
- OH Υδροξυλική ρίζα
- H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> Υπεροξείδιο του υδρογόνου

Η καταλάση (πρωτεΐνη) προστατεύει το κύτταρο από την δράση των ελεύθερων ριζών, δουλεύοντας σαν «λιπαντικό» στρώμα με σκοπό την αδρανοποίηση των βλαβών πάνω στο κυτταρικό περίβλημα.

### **Οι ελεύθερες ρίζες προκαλούν :**

- ♦ Προσβολή πρωτεϊνών
- ♦ Καταστροφή πολυσακχαριτών
- ♦ Προσβολή των λιπιδίων της κυτταρικής μεμβράνης

### **Οι μηχανισμοί έκθεσης εκκαθάρισης των EPO<sub>2</sub> είναι:**

- ♦ *Ενζυμικοί*
  - Καταλάση
  - Υπεροξειδική δισμουτάση
- ♦ *Μη ενζυμικοί*
  - Β καροτένιο
  - Α - τοκοφερόλη (βιταμίνη Ε)
  - Ασκορβικό οξύ (βιταμίνη C)
  - Γλυκόζη<sup>18, 26</sup>

## ΚΛΙΝΙΚΕΣ ΕΚΔΗΛΩΣΕΙΣ ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΚΝΣ

1. Άγχος, ανησυχία
2. Ναυτία, πιθανώς εμετό
3. Διαταραχές οράσεως όπως σωληνωτή όραση, σκοτώματα, αμβλυωπία, (μπορεί να οφείλονται στην ισχαιμία του αμφιβληστροειδούς λόγω της έντονης αγγειοσπασίας που προκαλεί το υπερβαρικό O<sub>2</sub> ).
4. Ίλιγγος
5. Νευροφυτικές διαταραχές
  - A. Μυϊκές συσπάσεις στο πρόσωπο και στα χέρια
  - B. Μυοκλονικά τινάγματα (όπου οι σπασμοί του προσώπου είναι συχνό σύμπτωμα της έναρξης της τοξικότητας)
6. Σπασμοί

Ανάλογες κρίσεις GM (με τονικοκλονικούς σπασμούς και απώλεια συνειδήσεως). Μπορεί να έρχονται και χωρίς καμία προειδοποίηση και χωρίζονται σε δύο φάσεις:"

A: Την τονική φάση, που το σώμα «κλειδώνει» σε σχήμα τόξου και φράζουν όλες οι αεροφόροι οδοί, διαρκεί περίπου μισό λεπτό.

B: Την κλονική, που είναι η επόμενη φάση που περνά το σώμα και που ελευθερώνει όλη του την ενέργεια σε σπασμούς, παρόμοιους με αυτούς της επιληπτικής κρίσης. Ταυτόχρονα απελευθερώνονται οι αεροφόροι οδοί και η όλη φάση διαρκεί περίπου ένα λεπτό.

Συνήθως προηγούνται τα προαναφερθέντα συμπτώματα. Είναι δυνατόν όμως οι σπασμοί να αποτελούν το πρώτο σημείο δηλητηριάσεως από οξυγόνο.
7. Παραισθήσεις των άκρων. Οφείλεται στην αγγειοσύσπαση από το οξυγόνο, δεν προηγούνται των σπασμών και δεν αποτελούν αίτια διακοπής της χορήγησης οξυγόνου.
8. Ευερεθιστικότητα . μουδιάσματα (τσιμπήματα) στα χέρια και στα χείλη είναι από τα πιο χαρακτηριστικά συμπτώματα.
9. Ζάλη
10. Ευφορία, λόγω και της ναρκωτικής δράσης που έχει το οξυγόνο, εάν κάποιος καταδυθεί με NITROX είναι πολύ πιο ξεκάθαρο
11. Το φαινόμενο OFF. Αναφέρεται στην απότομη εκδήλωση σπασμών ή άλλων συμπτωμάτων σε άτομο που εισπνέει O<sub>2</sub> μόλις του αφαιρεθεί η μάσκα.. Σε αυτή τη κατάσταση αναστέλλονται ολοκληρωτικά όλες οι βιοχημικές λειτουργίες .Αν δεν ανασταλθεί

αυτή η κατάσταση σε ελάχιστο χρονικό διάστημα επέρχεται ο θάνατος, γιατί το οξυγόνο θα έχει κάνει τρομακτική βλάβη και στον εγκεφαλικό ιστό και στα αιμοθρυμβή όργανα.<sup>16, 26</sup>

### **Λόγοι εμφάνισης σπασμών κατά το φαινόμενο OFF**

Η εισπνοή HBO προκαλεί αγγειοσύσπαση στον εγκέφαλο και μείωση της αιματικής ροής. Κατά την διάρκεια της αγγειοσυσπάσεως, συμβαίνει η δηλητηρίαση του ΚΝΣ, τα ήπια συμπτώματα της οποίας εκδηλώνονται με την αφαίρεση της μάσκας.

Η αφαίρεση της μάσκας προκαλεί στιγμιαία πτώση της αρτηριακής  $PO_2$  πριν τα αγγεία του εγκεφάλου υποστούν διαστολή. Στην βραχεία αυτή περίοδο η υποξία προστίθεται στην τοξικότητα και εμφανίζονται οι σπασμοί ή άλλα συμπτώματα..<sup>12</sup>

### **ΑΝΟΧΗ ΟΞΥΓΟΝΟΥ**

Σαν ανοχή οξυγόνου, αναφέρεται η διάρκεια της λανθάνουσας περιόδου μεταξύ της ενάρξεως εισπνοής  $HPO$  και της ενάρξεως της εμφάνισης κλινικών εκδηλώσεων.

Όταν η  $PPO_2$  είναι μικρότερη από 1,3 ATA η λανθάνουσα περίοδος είναι απροσδιόριστη. Κλινικά δεν συμβαίνει δηλητηρίαση του ΚΝΣ. Όταν η  $PPO_2$  είναι πάνω από 3 ATA η λανθάνουσα περίοδος μειώνεται ταχύτατα. Υπάρχει σημαντική ποικιλία στην ανοχή του οξυγόνου μεταξύ των διαφόρων ατόμων, αλλά και στο ίδιο το άτομο από μέρα σε μέρα.<sup>11, 12</sup>

### **ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΜΕΙΩΝΟΥΝ ΤΗΝ ΑΝΟΧΗ ΤΟΥ ΚΝΣ ΣΤΟ ΟΞΥΓΟΝΟ**

#### **1. Άσκηση**

Αυξάνει την αιματική ροή στον εγκέφαλο ώστε να φτάνει περισσότερο οξυγόνο. Η αυξημένη παραγωγή  $CO_2$  σε συνδυασμό με την μειωμένη χωρητικότητα του αίματος σε  $CO_2$  λόγω της υπεροξείας οδηγεί σε αγγειοδιαστολή).

#### **2. Αυξημένη αναλογία $CO_2$ στο εισπνεόμενο μείγμα.**

#### **3. Βύθιση του σώματος στο νερό.**

Είναι δύσκολο να διαχωριστούν με ακρίβεια τα αποτελέσματα της άσκησης από τη βύθιση του σώματος. Πολλά πειραματικά

δεδομένα καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι, η απλή βύθιση του σώματος στο νερό μειώνει σημαντικά την ανοχή στο HBO.

4. Φλοιώδη κορτικοστεροειδή.

Η αφαίρεση του φλοιού των επινεφριδίων σε πειραματόζωα τα προφυλάσσει από τους σπασμούς από το οξυγόνο. Η προφύλαξη του όμως καταργείται εάν χορηγηθούν κορτικοστεροειδή. Δεν υπάρχουν όμως ενδείξεις ότι η χορήγησή τους κατά την θεραπεία της νόσου των δυτών και της εμβολής αέρος αυξάνει τις πιθανότητες δηλητηρίασης από οξυγόνο.

5. Θυρεοτοξίκωση.

Η Θυρεοτοξίκωση προφυλάσσει το πειραματόζωο.

6. Κατεχολαμίνες.

Η αφαίρεση του μυελού των επινεφριδίων σε πειραματόζωα έχει προστατευτική δράση στην τοξικότητα από O<sub>2</sub>. Το άγχος που οδηγεί σε αυξημένη έκκριση κατεχολαμινών μειώνει ανοχή στο HBO.

7. Πυρετός.

Ο πυρετός μειώνει την ανοχή στο οξυγόνο.

8. Ψύχος.

Στο ψύχος δεν φαίνεται ότι υπάρχει άμεση επίδραση. Ίσως μειώνει την ανοχή λόγω εκκρίσεων κατεχολαμινών.

9. Κούραση κατά την κατάδυση.

Το έργο κατά την κατάδυση, έχει σαν αποτέλεσμα να αυξάνεται ανισομερώς θερμότητα στο σώμα και να εκλαμβάνει διαφορετικά ερεθίσματα ο εγκέφαλος.

10. Φάρμακα.

Κάποια φάρμακα, παρουσιάζουν σαν παρενέργειες, αυξημένη ευαισθησία του ΚΝΣ σε αυξημένες πιέσεις οξυγόνου.

11. Φυσιολογία του ατόμου

Ένα άτομο, που έχει αυξημένο λιπώδη ιστό είναι επιρρεπείς στην εμφάνιση τοξικότητας.<sup>11, 12, 27</sup>

## ΠΙΘΑΝΟΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑΣ O<sub>2</sub>

- Υπόθεση GABA (γουαμινοβουτυρικού οξέως).
- Το GABA θεωρείται ο κύριος αρνητικός νευρομεταδιαβιβαστής στον εγκέφαλο. Έχει βρεθεί ότι το HBO μειώνει το GABA ίσως λόγω:
  - 1) αναστολής της GABI λόγω πιθανής οξειδώσεως των S-H ομάδων
  - 2) διεγέρσεως της GABA-τρανσφεράσης.
- Η μείωση του GABA αντιστρέφεται ταχέως με την διακοπή του HBO. Πολλοί φαρμακευτικοί παράγοντες (λίθιο) παρατείνουν την λανθάνουσα περίοδο και προλαμβάνουν τη μείωση των επιπέδων του GABA από την χορήγηση HBO
- Υπόθεση οξειδώσεως SH ομάδων.
- Υπόθεση σχηματισμού Λιποειδο-υπεροξειδίων (Lipid-Peroxide).<sup>11, 25</sup>

## ΠΡΟΛΗΨΗ ΔΗΛΗΤΗΡΙΑΣΕΩΣ ΑΠΟ ΟΞΥΓΟΝΟ

A. Επιλογή για την ύπαρξη φυσιολογικής ανοχής σε εισπνοή υπερβαρικού οξυγόνου

1. Δοκιμασία ανοχής O<sub>2</sub>. Η δοκιμασία αυτή περιλαμβάνει συμπίεση σε βάθος 112F για βραχύ χρόνο 1-2 λεπτά, που ακολουθείτε με άνοδο στα 60F όπου χορηγείτε 100% O<sub>2</sub> με μάσκα για 30 λεπτά. Η εμφάνιση οποιουδήποτε συμπτώματος δηλητηρίασεως κατά τη διάρκεια του test σημαίνει αποτυχία και αποκλεισμό του ατόμου από καταδυτική δραστηριότητα
2. Εμφάνιση δυσανοχής στο O<sub>2</sub> κάτω από πραγματικές καταδυτικές συνθήκες. Μερικές φορές οι δύτες που πέρασαν επιτυχώς τη δοκιμασία ανοχής O<sub>2</sub> παρουσιάζουν συμπτώματα ενώ βρίσκονται σε πραγματική κατάδυση με μείγμα O<sub>2</sub>. Αν αυτό επαναλαμβάνεται ο δύτης θα πρέπει να αποκλειστεί από τις καταδύσεις.

B. Χρήση προστατευτικών παραγόντων

1. Η Δισουλφιράμη και άλλοι φαρμακευτικοί παράγοντες είναι αντικείμενα ερευνών για την ενδεχόμενη προστατευτική τους δράση. Συνεχίζονται εκτεταμένες έρευνες σε πειραματόζωα με λίθιο, μαγνήσιο, μαγγάνιο και ψευδάργυρο. Μέχρι σήμερα κανείς από τους παράγοντες αυτούς δεν έχουν χρησιμοποιηθεί σε ανθρώπους.
2. Διαλείπουσα μείωση της PO<sub>2</sub><sup>1,2</sup>

Για να μπορέσουμε να υπολογίσουμε την τοξικότητα του ΚΝΣ και να προλάβουμε κάθε αρνητική εκδήλωση πρέπει να υπολογίζουμε την έκθεση οξυγόνου στο σώμα μας.

### ΟΡΙΑ ΜΟΝΗΣ ΕΚΘΕΣΗΣ

$PpO_2$ ΑΤΑ	Λεπτά	Ώρες / λεπτά
1,60	45	0:45
1,50	120	2:00
1,40	150	2:30
1,30	180	3:00
1,20	210	3:30
1,10	240	4:00
1,00	300	5:00
0,90	360	6:00
0,80	450	7:30
0,70	570	9:30
0,60	720	12:00

ΠΙΝΑΚΑΣ 7<sup>28</sup>

### ΟΡΙΟ ΚΑΙ ΔΟΣΗ ΑΝΑ PpO<sub>2</sub>

PpO <sub>2</sub> ΑΤΑ	Μονή έκθεση	Μονή έκθεση CNS % ανά λεπτό
0,55	833	0,12
0,60	720	0,14
0,65	625	0,16
0,70	570	0,18
0,75	500	0,20
0,80	450	0,22
0,85	400	0,25
0,90	360	0,28
0,95	322	0,31
1,00	300	0,33
1,05	270	0,37
1,10	240	0,42
1,15	227	0,44
1,20	210	0,48
1,25	196	0,51
1,30	180	0,56
1,35	164	0,61
1,40	150	0,67
1,45	134	0,73
1,50	120	0,83
1,55	89	1,12
1,60	45	2,22

ΠΙΝΑΚΑΣ 8<sup>29</sup>



### 3.6 ΝΑΡΚΩΣΗ ΑΖΩΤΟΥ

Νάρκωση αζώτου λέγεται η προοδευτική εμφάνιση περιβάλλον. Οφείλεται στην φυσικοχημική επίδραση του αζώτου στο ΚΝΣ.

Οι εκδηλώσεις της νάρκωσης από άζωτο, ποικίλουν ανάλογα με το βάθος και την ευαισθησία του δύτη. Έχει αποδειχθεί ότι οι συχνές καταδύσεις αυξάνουν την αντοχή στην ανοχή αζώτου.

#### **ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟ ΒΑΘΟΣ**

##### Κατάδυση σε βάθος 30 – 45 μέτρων

- ♦ Αίσθημα ελαφρότητας
- ♦ Αυξημένη αυτοπεποίθηση
- ♦ Κάποιος βαθμός ευφορίας

##### Κατάδυση σε βάθος 45 – 60 μέτρων

- ♦ Ευθυμία
- ♦ Ζάλη
- ♦ Τάση για φλυαρία

##### Κατάδυση σε βάθος 60 - 75 μέτρων

- ♦ Ανεξέλεγκτες κρίσεις γέλιου
- ♦ Πτώση της συγκέντρωσης
- ♦ Λάθη σε απλές διανοητικές δραστηριότητες
- ♦ Μειωμένη προσοχή
- ♦ Αδιαφορία για τον κίνδυνο
- ♦ Μείωση αντανακλαστικών

##### Κατάδυση σε βάθος 75 - 90 μέτρων

- ♦ Προοδευτική καταστολή της συνείδησης με οπτικοακουστικές διαταραχές
- ♦ Διαταραχές μνήμης και νευρομυϊκής συνεργασίας

##### Κατάδυση άνω των 90 μέτρων

- ♦ Απώλεια των αισθήσεων
- ♦ Κώμα

## **ΠΡΟΔΙΑΘΕΣΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΝΑΡΚΩΣΗΣ ΑΖΩΤΟΥ**

- Κούραση
- Γρήγορη κάθοδος
- Κρύα νερά
- Κατανάλωση αλκοόλ
- Απουσία ορατών σημείων

## **ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ**

- ✧ Συχνό έλεγχο στα όργανα κατάδυσης
- ✧ Παραμονή σε βάθη μικρότερα των 30 μέτρων
- ✧ Σε περίπτωση εμφάνισης νάρκωσης, αναδυόμεθα στο μισό της πίεσης από εκεί που συνέβη το περιστατικό

### **Με ποιόν τρόπο το άζωτο προκαλεί νάρκωση**

Το άζωτο σε υψηλές μερικές πιέσεις, δρα όπως και τα αναισθητικά αέρια κατά την γενική νάρκωση που δίδεται για ιατρικούς σκοπούς. Σύμφωνα με τις σύγχρονες απόψεις, η αύξηση του όγκου της μεμβράνης των νευρικών κυττάρων λόγω απορροφήσεως αζώτου, προκαλεί διαταραχές στη νευροδιαβίβαση με αποτέλεσμα την εμφάνιση της νάρκωσης. Δηλαδή η νάρκωση αυτή δεν είναι τίποτα άλλο παρά καθυστέρηση του εγκεφάλου να αντιληφθεί και να επεξεργαστεί το ερέθισμα.

Για να ξεπεραστεί το πρόβλημα της νάρκωσης του αζώτου, σε βαθιές καταδύσεις μεγαλύτερες από 45 μέτρα, πρέπει να χρησιμοποιούνται μείγματα οξυγόνου – ηλίου που έχει 8 φορές μικρότερη αναισθητική δράση από το άζωτο. Παρόλο αυτά, υπάρχουν πολλοί επαγγελματίες δύτες, οι οποίοι εργάζονται ακόμα και σε βάθος πάνω από 100 μέτρα με αέρα, και ανέχονται κατά κάποιο τρόπο τη νάρκωση. Είναι σαφές όμως, ότι απαγορεύεται η υπέρβαση των 45 μέτρων με συσκευή SCUBA.

## **ΘΕΩΡΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗ ΝΑΡΚΩΣΗ ΑΔΡΑΝΩΝ ΑΕΡΙΩΝ**

### **1. Υπόθεση Mayer – Overton:**

*Κάθε αδρανές αέριο θα ασκήσει πίεση στο ΚΝΣ μόνο όταν μία επαρκής ποσότητα αδρανούς αερίου διαλυθεί μέσα στο λιπίδιό του.*

- ♦ Η διαλυτότητα ενός αερίου και η αναλογία κατά την οποία διανέμεται στο διάλυμα ανάμεσα στη φάση λιπιδίου και νερού είναι σημαντικές στον καθορισμό των επιδράσεων ενός συγκεκριμένου αερίου.
- ♦ Οι επιδράσεις ενός αερίου εξαρτώνται κατά πολύ από την συγκέντρωση της ουσίας στο λιπίδιο του υπεύθυνου νευρικού ιστού.

### **2. Θεωρία του Iceberg :**

*Αέριο διαλυμένο σε υγρό προκαλεί μεγαλύτερη διάταξη των μορίων των υγρών, αυτό αναφέρεται σαν επίδραση του Iceberg*

- ♦ Το μέγεθος ενός Iceberg είναι ανάλογο με τις αναισθητικές ιδιότητες του αερίου.
- ♦ Τα Iceberg βρίσκονται σε μεγάλες ποσότητες νερού (υγρά), μέσα στις πρωτεΐνες και στο τμήμα των λιποπρωτεϊνών των νευρών.
- ♦ Τα Iceberg δρουν σαν φραγμός στη σύσπαση των νευρικών κυττάρων, μειώνοντας έτσι την νευροδιαβιβαστική ικανότητα για μετάδοση.

### **3. Επίδραση μερικής πίεσης – ελεύθερης ενέργειας :**

*Τα μόρια έχουν μια τάση να μπαίνουν σε μια φάση και να παραμένουν εκεί όσο διαρκεί μια κατάσταση σταθερότητας*

- ♦ Όσο μεγαλύτερη είναι η διάρκεια της έκθεσης τόσο αυξημένη είναι η δόση επίδρασης της ουσίας.

### **4. Άλλες επιδράσεις :**

- ♦ Η αναστολή των ενζύμων προκαλεί μείωση στον υδρογονο-θρακικό μεταβολισμό.
- ♦ Μια ιστοτοξική υποξία προκαλεί μείωση του υδρογονοθρακικού μεταβολισμού. Αυτό επηρεάζει τις αισθήσεις, πιέζοντας τον εξωτερικό σχηματισμό του εγκεφάλου και το εσωτερικό στρώμα του κρανίου.

## ΝΑΡΚΩΤΙΚΗ ΣΧΕΣΗ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ

ΕΙΔΟΣ ΑΕΡΙΟΥ	ΒΑΘΜΟΣ ΝΑΡΚΩΣΗΣ	ΜΟΡΙΑΚΟ ΒΑΡΟΣ	ΙΣΧΥΣ ΝΑΡΚΩΤΙΚΗΣ ΔΡΑΣΗΣ
Ήλιο (He)	4,26	4	<i>Λιγότερο ναρκωτικό</i>
Νέον (Ne)	3,80	20	
Υδρογόνο (H <sub>2</sub> )	1,83	2	
Άζωτο (N <sub>2</sub> )	1	28	
Αργό (A)	0,43	40	
Κρυπτόν (Kr)	0,14	83,7	
Ξέον (Xe)	0,039	131,3	<i>Περισσότερο ναρκωτικό</i>

ΠΙΝΑΚΑΣ 9

Η νάρκωση των αδρανών αερίων είναι πολύ σημαντική και για τους συνοδούς στον θάλαμο επανασυμπίεσης νοσηλευτές, διότι θα πρέπει και ο νοσηλευτής σε περίπτωση που κληθεί να εφαρμόσει ένα μεγάλου βάθους σχήμα , να μπορεί να αντεπεξέλθει στο φυσικό αυτό φαινόμενο, αλλά και να μπορεί να προστατεύει τον ασθενή από την συμπτωματολογία της νάρκωσης.

Εάν εμφανιστούν έντονα σημεία νάρκωσης, αυτός θα πρέπει να ειδοποιήσει τον εξωτερικό συνοδό – νοσηλευτή ώστε να τροποποιηθεί το θεραπευτικό σχήμα, να ανεβάσει δηλαδή το βάθος ώστε να είναι ανεκτή η PpN<sub>2</sub> και να υπάρχει πλήρης συνεργασία μεταξύ του ασθενή και του συνοδού.<sup>3, 7, 20, 26</sup>

### **3.7 ΝΕΥΡΟΛΟΓΙΚΟ ΣΥΝΔΡΟΜΟ ΥΨΗΛΩΝ ΠΙΕΣΕΩΝ, ΜΑΚΡΟΧΡΟΝΙΕΣ ΒΛΑΒΕΣ ΤΩΝ ΒΑΘΙΩΝ ΚΑΤΑΔΥΣΕΩΝ & ΜΕΙΓΜΑΤΑ ΑΕΡΙΩΝ**

Αν και ο αέρας αποτελεί το πιο διαδεδομένο αέριο για τους δύτες, ο χρόνος και το βάθος των καταδύσεων δημιούργησαν την ανάγκη χρησιμοποίησης αερίων μειγμάτων.

Για αυτό δημιουργήθηκαν διάφοροι τύποι αερίων, όπως το NITROX, που είναι μείγμα αέρα εμπλουτισμένο με οξυγόνο, το TRIMIX, που είναι αέρας με μία ποσότητα ηλίου σαν διαλύτης, το HELLIOX που είναι μείγμα οξυγόνου με ήλιο, το NEOX που είναι μείγμα νέον και οξυγόνου, το HOX που είναι μείγμα υδρογόνου με οξυγόνο και το ARGOX που είναι μείγμα άργον με οξυγόνο (χρησιμοποιείται κυρίως σαν μείγμα αποσυμπίεσης). Αυτά τα μείγματα πλεονεκτούν έναντι του αέρα κάτω από ειδικές περιπτώσεις και έχουν χρησιμοποιηθεί είτε σε επιχειρησιακές είτε σε πειραματικές καταδύσεις.

Ο πιο σημαντικός παράγοντας στις καταδύσεις μεικτών αερίων είναι η μερική πίεση του οξυγόνου ( $P_{O_2}$ ) να είναι μικρότερη από 1,6 ATA για να αποφεύγεται η τοξικότητα του οξυγόνου και πάνω από 0,16 ATA για να αποφεύγεται η υποξία και η μερική πίεση του αζώτου ( $P_{N_2}$ ) να είναι κάτω από 3,2 ATA για να μην εισέρχεται ο δύτης σε φάση νάρκωσης.

#### **ΆΛΛΑ ΑΔΡΑΝΗ ΑΕΡΙΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΚΑΙ ΟΙ ΑΝΑΣΤΑΛΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΑΥΤΩΝ**

- *Υδρογόνο.* Είναι εκρηκτικό όταν αναμιχθεί με οξυγόνο πάνω από 5% στο μείγμα. Έχει ναρκωτική επίδραση με συμπτώματα ίδια με το LSD.
- *Νέο.* Είναι πυκνότερο αέριο από το ήλιο και το άζωτο, διαλύεται πιο αργά στους ιστούς και είναι κατάλληλο για μικρής διάρκειας βαθιές καταδύσεις
- *Αργό.* Είναι πιο ναρκωτικό από το άζωτο, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν αέριο αποσυμπίεσης, όμως δεν έχει δοκιμαστεί αρκετά.

## ΝΕΥΡΟΛΟΓΙΚΟ ΣΥΝΔΡΟΜΟ ΥΨΗΛΩΝ ΠΙΕΣΕΩΝ

Για το νευρολογικό σύνδρομο υψηλών πιέσεων (H.P.N.S.), κύριος επιβαρυντικός παράγοντας είναι η αντικατάσταση του αέρα με μείγμα πλούσιο σε ήλιο.

Ο αέρας αποτελείται κυρίως από άζωτο που υπό πίεση είναι ναρκωτικό (κατασταλτικό του ΚΝΣ) και οξυγόνο, που υπό πίεση είναι τοξικό στους πνεύμονες και στο ΚΝΣ. Για αυτούς τους λόγους πραγματοποιήθηκαν έρευνες ώστε να βρεθεί ένα αέριο που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για ασφαλέστερες βαθιές καταδύσεις. Το καλύτερο αέριο που θα εξασφάλιζε κάποια μέτρα ασφαλείας και διαύγειας ήταν το ήλιο. Έτσι μειώθηκε το ποσοστό αζώτου στο μείγμα και αυτόματος το εισπνεόμενο μείγμα έγινε λιγότερο ναρκωτικό, αλλά μειώθηκε και το ποσοστό του οξυγόνου άρα το εισπνεόμενο μείγμα έγινε λιγότερο τοξικό. Την ποσοτική διαφορά την κάλυψε το ήλιο που για βάθη μεταξύ των 45 και 120 μέτρων θεωρείται ότι η ναρκωτική του δράση είναι αμελητέα.

Έχει και τα ήλιο όμως κάποια μειονεκτήματα, το σημαντικότερο των οποίων η εμφάνιση H.P.N.S. Το νευρολογικό σύνδρομο υψηλών πιέσεων εκδηλώνεται με συμπτώματα υπερδιέγερσης του ΚΝΣ και αποτελεί βασικό πρόβλημα στις καταδύσεις κορεσμού.

### Τα κυριότερα συμπτώματα είναι τα εξής:

- ✓ Τρόμος χεριών
- ✓ Ναυτία
- ✓ Ίλιγγος
- ✓ Απώλεια της γεύσης
- ✓ Διαταραχές υπολογιστικής ικανότητας
- ✓ ΗΚΓ διαταραχές
- ✓ Διαταραχές μνήμης
- ✓ Δυσκολία συγκέντρωσης
- ✓ Οπτικές διαταραχές
- ✓ Απώλεια προσανατολισμού
- ✓ Τονικό-κλονικοί σπασμοί
- ✓ Επιληπτικές κρίσεις

Κατά τον Bennett, όμως η εκδήλωση του H.P.N.S, ξεκινά μετά την ηλεκτρομαγνητική φόρτιση και εκφόρτιση της παρεγκεφαλίδας με συνδυαστικές συχνότητες 4 – 5 Hz σε αρχικά επίπεδα και με ελαφρά συμπτώματα, έως 10 – 12 Hz, όπου εμφανίζονται σημεία τρόμου και ασυντόνιστων κινήσεων.

Μετά από πειράματα σε ζώα, πιστεύετε ότι η εκτομή του φλοιού μεταξύ της παρεγκεφαλίδας και της οπίσθιας εγκεφαλικής αύλακας ελαττώνει ή εξαφανίζει τα συμπτώματα H.P.N.S.

Σαν πρόληψη – ελαχιστοποίηση των συμπτωμάτων μπορούν να γίνουν μόνο τα εξής:

- Πολύ αργή κάθοδος
- Χρησιμοποίηση λίγου αζώτου στο εισπνεόμενο μείγμα με σκοπό την ξεκούραση των ιστών

**Οι κυριότερες επιπτώσεις του ηλίου είναι οι εξής:**

- ✓ Αλλοίωση της φωνής
- ✓ Προκαλεί απώλεια θερμότητας κατά τον αναπνευστικό κύκλο
- ✓ Προκαλεί το νευρολογικό σύνδρομο των υψηλών πιέσεων

**ΟΙ ΜΑΚΡΟΧΡΟΝΙΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΒΑΘΙΩΝ ΚΑΤΑΔΥΣΕΩΝ ΕΙΝΑΙ ΟΙ ΕΞΗΣ:**

- ❖ Αγγειακή ατροφία, που επηρεάζει τον εγκέφαλο, τους μαλακούς ιστούς, τα κόκαλα, τα μάτια και όλα τα αιμοπληθή όργανα.
- ❖ Προκαλούνται βλάβες και εκφυλίσεις στο Κεντρικό Νευρικό Σύστημα και στην σπονδυλική στήλη
- ❖ Προκαλεί εγκεφαλικές βλάβες που μπορούν να επιφέρουν πρόωρη γήρανση.<sup>22, 28, 32, 33,</sup>

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΒΑΡΟΤΡΑΥΜΑΤΑ**

### **4.1 ΟΡΙΣΜΟΣ**

Βαρότραυμα, ονομάζεται κάθε νοσηρή κατάσταση που προκύπτει στον οργανισμό από την επίδραση σε αυτόν, δυσβαρικού περιβάλλοντος. Με τον όρο δυσβαρικό περιβάλλον εννοούμε το περιβάλλον του οποίου η πίεση δεν έχει την ίδια τιμή σε όλα τα σημεία. Τα βαροτραύματα ανάλογα με τη φάση της κατάδυσης που βρίσκεται ο δύτης διακρίνονται σε βαροτραύματα καθόδου (συμβαίνουν όταν αυξάνεται το βάθος) και βαροτραύματα ανόδου (συμβαίνουν όταν ελαττώνεται το βάθος, δηλαδή στην φάση της ανάδυσης).<sup>1,2</sup>

### **4.2 ΒΑΡΟΤΡΑΥΜΑΤΑ ΤΩΝ ΠΑΡΑΡΡΙΝΙΩΝ ΚΟΛΠΩΝ**

Παραρρίνιοι κόλποι ονομάζονται οι αεροφόρες κοιλότητες που βρίσκονται μέσα στα οστά του κρανίου και επικοινωνούν με την κοιλότητα της μύτης (ρινική κοιλότητα) μέσω συγκεκριμένων στομιών και πόρων. Στο ανθρώπινο κρανίο έχουμε τους εξής παραρρίνιους κόλπους

1. Ιγμόρεια άντρα
2. Μετωπιαίοι κόλποι
3. Σφηνοειδής κόλπος
4. Πρόσθιες ηθμοειδές κυψέλες
5. Οπίσθιες ηθμοειδές κυψέλες

Όλοι οι παραπάνω κόλποι επικοινωνούν με τη ρινική κοιλότητα μέσω στομιών ή πόρων. Ο πόρος του μετωπιαίου κόλπου είναι ιδιαίτερα μακρύς και στενός, γι' αυτό πολύ συχνά και εύκολα αυτός ο κόλπος παρουσιάζει προβλήματα.

Οι παραρρίνιοι κόλποι καλύπτονται εσωτερικά από βλεννογόνο, που είναι συνέχεια του βλεννογόνου της μύτης. Οι δύο βλεννογόνοι είναι πανομοιότυποι στη μορφή και τις ιδιότητες. Συνεπώς, όταν ο βλεννογόνος της μύτης παθαίνει κρυολόγημα ή αλλεργία το ίδιο ακριβώς παθαίνει και ο βλεννογόνος των παραρρινίων κόλπων.



## ΣΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ

Στους παραρρίνιους κόλπους το βαρότραυμα της καθόδου και της ανόδου έχουν ακριβώς τα ίδια συμπτώματα

- ♦ Αρχικά ο δύτες αισθάνεται λίγο αίσθημα βάρους στο πρόσωπο
- ♦ Το αίσθημα αυτό γίνεται όλο και πιο έντονο όσο περνάει η ώρα
- ♦ Τέλος ακολουθεί πολύ έντονος πόνος που μπορεί να φτάσει μέχρι το σημείο της λιποθυμίας για τα ευαίσθητα άτομα. Ο πόνος είναι διάχυτος, αμβλύς και επίμονος. Μετά από 1-2 μέρες αρχίζει να υποχωρεί. Χωρίς θεραπεία διαρκεί 2-4 εβδομάδες.<sup>2,20</sup>

Η εντόπιση του διαφέρει ανάλογα με τον κόλπο που προσβάλλεται. Όταν προσβληθεί μετωπιαίος κόλπος, ο δύτες πονάει κυρίως στο μέτωπο, στα ιγμόρεια ο πόνος εντοπίζεται κάτω ή και πίσω από το μάτι, στα ηθμοειδή στη ρίζα της μύτης και ανάμεσα στα μάτια, ενώ τέλος στο σφηνοειδή κόλπο ο πόνος εμφανίζεται στο κέντρο του κεφαλιού. Υπάρχουν βέβαια αρκετές παραλλαγές και ιδιομορφίες ανάλογα με το άτομο. Σε ορισμένες περιπτώσεις υπάρχει και μικρή αιμορραγία, που είναι συχνότερη σε βαροτραύματα της ανόδου. Άλλες φορές πάλι συνυπάρχει και βαρότραυμα του μέσου αυτιού. Σπανίως, στο βαρότραυμα της ανόδου είναι δυνατόν να δημιουργηθεί υποδόριο εμφύσημα στο κάτω βλέφαρο. Σε όλα τα βαροτραύματα δημιουργείται άσηπτη φλεγμονή (δηλαδή, χωρίς μικρόβια). Αν μείνουν χωρίς θεραπεία είναι δυνατόν να μολυνθούν και να μεταβληθούν σε πυώδη φλεγμονή.<sup>26,30</sup>

## 4.3 ΒΑΡΟΤΡΑΥΜΑ ΩΤΩΝ

### ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΥ ΑΥΤΙΟΥ

Το ανθρώπινο αυτί αποτελείται από τρία μέρη, διαφορετικά μεταξύ τους από άποψη κατασκευής

1. εξωτερικό ους
2. μέσον ους
3. έσω ους

Στο μπροστινό τμήμα του έσω ωτός (κοχλίας) βρίσκεται το κέντρο της ακοής, ενώ στο πίσω μέρος του έσω ωτός (αιθουσαίο τμήμα) συναντάμε το κέντρο της ισορροπίας και της κινήσεως. Βλάβες του συστήματος αυτού προκαλούν κινητικές ψευδαισθήσεις, συνήθως περιστροφικού τύπου, που ονομάζονται ίλιγγοι.

### I. ΒΑΡΟΤΡΑΥΜΑ ΤΟΥ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ ΑΥΤΙΟΥ

Το δέρμα του εξωτερικού αυτιού (έξω ακουστικού πόρου) έρχεται σε επαφή με το νερό σε όλη τη διάρκεια μιας κατάδυσης. Όπως το δέρμα των ακροδακτύλων, έτσι και το δέρμα του έξω ακουστικού πόρου 'φουσκώνει' από το νερό, με αποτέλεσμα, σε πολύωρες καταδύσεις να αισθάνεται ο δύτης ένα παράξενο αίσθημα σχεδόν πόνου στα αυτιά. Το πρόβλημα αυτό είναι αθώο όταν βουτάμε στη θάλασσα, όχι όμως και σε πισίνες ή λίμνες όπου εκεί δεν έχουμε την αντισηπτική προστασία του αλατιού. Σε αυτές τις περιπτώσεις και ιδίως το καλοκαίρι είναι δυνατόν να πάθουμε κάποιες μυκητιάσεις (ωτομυκώσεις) που πονούν πολύ, χαλούν τη διασκέδαση και χρειάζονται ειδικό για θεραπεία.

Μερικές φορές μπορεί ορισμένοι δύτες, ιδίως αυτοί που ασχολούνται με τις καταδύσεις και το χειμώνα να παρουσιάσουν εξοστώσεις στο βαθύτερο σημείο του έξω ακουστικού πόρου. Αυτό σημαίνει υπερβολική ανάπτυξη οστού από ερεθισμό του περιοστέου. Οφείλεται στη συχνή και μεγάλης διάρκειας επαφή του έξω ακουστικού πόρου με το κρύο νερό. Είναι συνήθως αθώες καταστάσεις, αλλά αν μεγαλώσουν αρκετά χρειάζονται κόψιμο διότι φράζουν το αυτί, το βαθύτερο μέρος του οποίου παύει να αυτοκαθαρίζεται.<sup>38</sup>

Οφείλονται στην παρουσία ωτοασπίδων κατά την κατάδυση και διακρίνονται σε αυτά της καθόδου και αυτά της ανόδου.

### **ΒΑΡΟΤΡΑΥΜΑ ΤΟΥ ΕΞΩ ΩΤΟΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΑΘΟΔΟ**

Αν η ωτοασπίδα εφαρμόζει στον έξω ακουστικό πόρο αεροστεγώς, τότε ο αέρας που εγκλωβίζεται μεταξύ ωτοασπίδας και τυμπανικής μεμβράνης, διατηρείται σε πίεση επιφάνειας σε οποιοδήποτε βάθος. Είναι δυνατόν τότε, το δέρμα του πόρου, κάτω από την επίδραση της δυσβαρικής αυτής κατάστασης, να εκραγεί (βαρότραυμα του έξω αυτιού της καθόδου). Σε περίπτωση μάλιστα που ο δύτης έκανε επιτυχημένη εξίσωση των πιέσεων στο μέσο αυτί, η τυμπανική μεμβράνη είναι δυνατόν να σπάσει από μέσα προς τα έξω, και έτσι παράλληλα με βαρότραυμα του έξω αυτιού να έχουμε και ρήξη της τυμπανικής μεμβράνης.<sup>1, 2</sup>

### **ΒΑΡΟΤΡΑΥΜΑ ΤΟΥ ΕΞΩ ΑΥΤΙΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΝΟΔΟ**

Αν η ωτοασπίδα δεν εφαρμόζει αεροστεγώς, στο χώρο μεταξύ αυτής και της τυμπανικής μεμβράνης η πίεση εξισώνεται με αυτή του περιβάλλοντος. Υπάρχει όμως η πιθανότητα, με τη διαβροχή του δέρματος και της ωτοασπίδας, η εφαρμογή της ωτοασπίδας να καταστεί αεροστεγής. Με αυτές τις συνθήκες, κατά την ανάδυση δεν υπάρχει δυνατότητα εκτόνωσης του εγκλωβισμένου αέρα προς τα έξω, παρά μόνο αν σπάσει η τυμπανική μεμβράνη προς τα μέσα. Πριν σπάσει το τύμπανο προς τα μέσα το δέρμα του πόρου έχει υποστεί τις συνέπειες της δυσβαρικής κατάστασης (βαρότραυμα του έξω αυτιού κατά την άνοδο). Από την φύση του το παραπάνω βαρότραυμα σχεδόν πάντα επιπλέκεται με βαρότραυμα του μέσου αυτιού.<sup>1, 38</sup>

## II. ΒΑΡΟΤΡΑΥΜΑ ΤΟΥ ΜΕΣΟΥ ΑΥΤΙΟΥ

Για την προστασία του μέσου αυτιού κάνουμε εξίσωση της πίεσης του αέρα που υπάρχει πίσω από το τύμπανο με την πίεση του νερού στον έξω ακουστικό πόρο, μπροστά από το τύμπανο. Η πίεση στον έξω ακουστικό πόρο είναι κάθε στιγμή, η υδροστατική πίεση του βάθους που βρισκόμαστε συν 1ΑΤΑ. Όσο αυξάνεται το βάθος τόσο το τύμπανο πιέζεται προς τα μέσα ( και σε λίγο αρχίζει να πονάει ), εκτός και αν ο δύτης φυσάει κάθε λίγο αέρα από την ευσταχιανή σάλπιγγα προς το μέσο αυτί (χειρισμός valsava) και έτσι κρατάει την πίεση ή σχεδόν ίση με την υδροστατική πίεση του βάθους που βρίσκεται ο δύτης. Πρέπει πάντα να κάνει εξίσωση των πιέσεων πριν νιώσει πόνο στα αυτιά (πρέπει να εξισώνει κάθε 2 ή 3 μέτρα).

Εάν δεν γίνει εξίσωση των πιέσεων το στόμιο της ευσταχιανής σάλπιγγας συμπιέζεται και χρειάζεται μεγάλη δύναμη για να ανοίξει. Σε περίπτωση που δεν ανοίξει ο δύτης πρέπει να αναδυθεί 2-3 μέτρα ή όσο χρειάζεται ώστε να πάψει ο πόνος που νιώθει στα αυτιά.<sup>1,2</sup>

### ΒΑΡΟΤΡΑΥΜΑ ΤΟΥ ΜΕΣΟΥ ΑΥΤΙΟΥ ΤΗΣ ΚΑΘΟΔΟΥ.

Συμβαίνει όταν δεν επιτυγχάνεται η εξίσωση των πιέσεων κατά την κάθοδο. Δημιουργείται λοιπόν άσηπτη οξεία μέση ωτίτιδα. Προκαλείται από τον τραυματισμό του οργάνου λόγω πιεστικών παραμορφώσεων που δεν μπόρεσε να αντέξει. Ο χώρος του μέσου αυτιού γεμίζει αιματηρό υγρό που εκτοπίζει τον αέρα.<sup>38</sup>

### ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΤΟΥ ΒΑΡΟΤΡΑΥΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΚΑΘΟΔΟΥ

1. Πόνος στο αυτί
2. Αίσθημα πληρότητας στο αυτί
3. Βαρηκοΐα

Αν δε γίνει γρήγορα η θεραπεία, υπάρχει ο κίνδυνος της επιπλοκής από μικρόβια, με επακόλουθο τη ρήξη του τύμπανου. Αν πάθει κάποιος βαρότραυμα του μέσου αυτιού πρέπει να σταματήσει προσωρινά της καταδύσεις και να επισκεφθεί γρήγορα κάποιον ειδικό γιατρό.<sup>2, 5</sup>

## **ΒΑΡΟΤΡΑΥΜΑ ΤΟΥ ΜΕΣΟΥ ΑΥΤΙΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΝΟΔΟ**

Ενώ κατά την κάθοδο απαιτείται από την πλευρά του δύτε ενεργητική προσπάθεια για την εξίσωση των πιέσεων στο αυτί (χειρισμός valsava), κατά την άνοδο η εξίσωση γίνεται παθητικά. Είναι δυνατόν, σε περίπτωση οιδήματος του βλεννογόνου της σάλπιγγας ή σε περίπτωση που υπάρχει βλένη στο μέσο αυτί, να αποφραχθεί το στενό μέρος της σάλπιγγας (ισθμός), με αποτέλεσμα ο αέρας από το μέσο αυτί να μην βρίσκει οδό εκτόνωσης. Με τη συνέχιση της ανάδυσης, η δυσβαρική αυτή κατάσταση που αναπτύσσεται είναι δυνατόν να τραυματίσει το μέσο αυτί (βαρότραυμα του μέσου αυτιού κατά την άνοδο).<sup>1, 5</sup>

### III. ΒΑΡΟΤΡΑΥΜΑ ΤΟΥ ΕΣΩ ΑΥΤΙΟΥ

#### ΒΑΡΟΤΡΑΥΜΑ ΤΟΥ ΕΣΩ ΑΥΤΙΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΑΘΟΔΟ.

Είναι σαφές ότι η εξίσωση των πιέσεων πρέπει να γίνεται πριν ο δύτης αισθανθεί πόνο στα αυτιά του. Αν η εξίσωση των πιέσεων επιχειρηθεί καθυστερημένα τότε το στόμιο της ευσταχιανής σάλπιγγας ανοίγει με δυσκολία. Δυσκολία σημαίνει ότι ο δύτης χρειάζεται να πιέσει πολύ περισσότερο από το κανονικό για να ανοίξει το στόμιο. Στη περίπτωση που η ευσταχιανή σάλπιγγα ανοίξει, όλη αυτή η πίεση που έχει αναπτυχθεί μπροστά από το στόμιο της (σημαντικά μεγαλύτερη από την εξωτερική υδροστατική πίεση) μεταφέρεται ακαριαία στο μέσο αυτί. Τα τοιχώματα του μέσου αυτιού, εκτός της τυμπανικής μεμβράνης παραμένουν ανένδοτα διότι είναι οστέινα. Στη συγκεκριμένη περίπτωση το τύμπανο θα φουσκώσει απότομα προς τα έξω. Η μετατόπιση αυτή θα απορροφήσει  $0,6\text{cm}^3 - 1,2\text{cm}^3$  αέρα διότι τόση είναι η στατική παραμόρφωση της τυμπανικής μεμβράνης. Η υπόλοιπη πίεση θα καταπονήσει ισχυρά τη βάση του αναβολέα και τη στρογγυλή θυρίδα. Ο αναβολέας είναι δυνατόν να αποκολληθεί από το σύνδεσμο του και να ενοχλήσει περισσότερο ή λιγότερο τα κυστίδια του έσω αυτιού. Η στρογγυλή θυρίδα που είναι μια λεπτή μεμβράνη πάχους 3 – 4 κυττάρων εύκολα μπορεί και αυτή να σπάσει. Και στις δύο περιπτώσεις έχουμε να κάνουμε με βαρότραυμα του έσω αυτιού κατά την κάθοδο.<sup>2</sup>

#### ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΤΟΥ ΒΑΡΟΤΡΑΥΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΚΑΘΟΔΟΥ

1. Εντονότατο αίσθημα ιλίγγου
2. Απότομη πτώση της ακοής
3. Σφύριγμα στο αυτί

Τα παραπάνω συμπτώματα του ιλίγγου στις σοβαρές περιπτώσεις δεν περνάει, όση ώρα και αν ο δύτης παραμένει ψύχραιμα ακίνητος, διότι οφείλεται σε μηχανικό τραυματισμό του οργάνου ισορροπίας. Η απώλεια του προσανατολισμού είναι πλήρης διότι τα μάτια δεν μπορούν να παραμείνουν ανοιχτά και το σώμα δεν είναι σε θέση να ξεχωρίσει την επιφάνεια από το βυθό. Ο μόνος τρόπος να επανέλθει ο δύτης στην επιφάνεια, είναι να φουσκώσει το ρυθμιστή πλευστότητας ή να πετάξει τη ζώνη βαρών του. Αμέσως μετά την ανάδυση ο δύτης πρέπει να μεταφερθεί σε ειδικό γιατρό για να υποβληθεί σε εγχείρηση.

## **ΒΑΡΟΤΡΑΥΜΑ ΤΟΥ ΕΣΩ ΑΥΤΙΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΝΟΔΟ**

Μπορεί να συμβεί, αν το στενό μέρος της ευσταχιανής σάλπιγγας, κατά τη φάση της ανόδου παραμείνει κλειστό με αποτέλεσμα ο αέρας που βρίσκεται στο μέσο αυτί να μην μπορεί να εκτονωθεί. Τότε είναι δυνατόν από την αυξημένη πίεση του αέρα να δημιουργηθεί στο χώρο του έσω αυτιού περιλεμφικό συρίγγιο και να έχουμε τραυματισμό του πρόσθιου και οπίσθιου τμήματος του λαβύρινθου. Τα συμπτώματα και η θεραπεία του βαροτραύματος του έσω αυτιού κατά την άνοδο είναι ίδια με αυτά του βαροτραύματος της καθόδου.<sup>1, 38</sup>

## **IV. ΠΡΟΛΗΨΗ ΒΑΡΟΤΡΑΥΜΑΤΟΣ ΑΥΤΙΟΥ**

Η μόνη πρόληψη είναι να αποφεύγονται οι καταδύσεις σε περίπτωση κρυολογήματος και χρησιμοποιείται αποσυμφορητικό πριν την κατάδυση.

Ακόμα πρέπει να τηρούνται οι παρακάτω αρχές :

1. Είναι ζωτικής σημασίας για τον κάθε δύτη ο τακτικός έλεγχος των αυτιών του από τον ειδικό.
2. Απαγορεύεται η κατάδυση αν υπάρχει κρυολόγημα, αλλεργικές ρινίτιδες σε έξαρση και γενικά κάθε κατάσταση που θα μπορούσε να προκαλέσει δυσλειτουργία της ευσταχιανής σάλπιγγας.
3. Αν κατά την κατάδυση ο δύτης διαπιστώσει δυσκολία ή και αδυναμία στην εξίσωση, πρέπει να σταματήσει την κάθοδο και να αναδυθεί αμέσως.
4. Απαγορεύονται οι ωτοασπίδες και οι στενές στολές σε οποιοδήποτε βάθος κατάδυσης.

Είναι απαραίτητη η εκπαίδευση των αυτοδυτών σε όλες τις εναλλακτικές μορφές εξίσωσης (και όχι μόνο στην VALSAVA) όπως:

- ◆ Ώθηση της κάτω γνάθου μπρος τα εμπρός, ενώ κρατάμε το στόμα κλειστό.
- ◆ Με κατάποση.
- ◆ Με χειρισμό του FRENZEL: Με κλειστά μύτη, στόμα και γλωττίδα κινούμε απότομα τη γλώσσα μπρος τα πίσω και άνω.
- ◆ Ενεργοποίηση των μυών της υπερώας σε μία κίνησης της προς τα άνω
- ◆ Χειρισμός TOYNBEE : Κατάποση με κλειστή μύτη και στόμα.<sup>27</sup>

## **4.4 ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ ΠΟΥ ΣΥΝΔΕΟΝΤΑΙ ΜΕ ΤΟ ΒΑΡΟΤΡΑΥΜΑ ΩΤΩΝ ΚΑΙ ΠΑΡΑΡΡΙΝΙΩΝ ΚΟΛΠΩΝ**

### **ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΩΤΙΤΙΔΑ**

Η εξωτερική ωτίτιδα είναι μία φλεγμονή που οφείλεται σε βακτηρίδια ή μύκητες. Συχνά προκαλείται από κολύμβηση σε μολυσμένα νερά ή σε κολυμβητικές πισίνες με υπερχλωριωμένο νερό. Επίσης, μπορεί να προκληθεί από τραύμα του έξω ακουστικού πόρου, από επιμόλυνση εκζέματος του έξω ακουστικού πόρου, από ωτόρροια εξαιτίας μέσης πυώδους ωτίτιδας, από σκευάσματα που χρησιμοποιούνται για ενσταλάξεις και άλλα.

Ο δύτης που έχει παρουσιάσει εξωτερική ωτίτιδα δεν αισθάνεται άνετα, παρουσιάζει πόνο, πυρετό και ωτόρροια και υπάρχουν κίνδυνοι επιπλοκών. Τα συμπτώματα της εξωτερικής ωτίτιδας εμφανίζονται συνήθως με μία έως δύο μέρες καθυστέρηση.

### **ΟΞΕΙΑ ΜΕΣΗ ΩΤΙΤΙΔΑ**

Η οξεία μέση ωτίτιδα είναι οξεία φλεγμονή του μέσου αυτιού που οφείλεται σε μικρόβια, που εισέρχονται σε αυτό ή από τον έξω ακουστικό πόρο, μέσα από διάτρητη τυμπανική μεμβράνη, ή από την ευσταχιανή σάλπιγγα. Της οξείας μέσης πυώδους ωτίτιδας διακρίνουμε:

1. Καταρροϊκό ή ορώδες στάδιο (αρχικό). χαρακτηρίζεται από απλή υπεραιμία του τυμπανικού υμένα. Συμμετέχει και το μέσο αυτί με απλή υπεραιμία χωρίς φλεγμονώδη φαινόμενα.
2. Τη μέση πυώδη ωτίτιδα, στην οποία το μέσο αυτί μολύνεται από πυογόνα μικρόβια.

Ο δύτης-ασθενής δεν αισθάνεται άνετα και παρουσιάζει πόνο, ρίγος, πυρετό, εμβοές, ανορεξία, εμετούς, μείωση της αντίληψης, βαρηκοΐα, κίνδυνους από επιπλοκές και από ίλιγγο.

Στο καταρροϊκό στάδιο ο σκοπός της θεραπευτικής αγωγής είναι η διεύρυνση της ευσταχιακής σάλπιγγας για διορθωθεί η διαταραχή της πίεσης στο μέσο αυτί και για να σταματήσει η παραπέρα εξέλιξη.<sup>15, 16, 17</sup>



## ΔΙΑΤΡΗΣΗ ΤΥΜΠΑΝΟΥ

Η διάτρηση του τύμπανου μπορεί να είναι αποτέλεσμα :

1. Χρόνιας λοίμωξης , όπως χρόνια μέση ωτίτιδα
2. Τραύματος εξ αιτίας :
  - Εισαγωγής οδοντογλυφίδας ή άλλων αιχμηρών αντικειμένων στο αυτί.
  - Άμεσων πληγμάτων στο πλάγιο μέρος της κεφαλής
  - Εγκαύματος
  - Ροής υγρών υψηλής πίεσης ,όπως νερού
  - Κακώσεων εξ αιτίας έκρηξης
3. Χειρουργικής επέμβασης

Ο δύτης – ασθενής δεν αισθάνεται άνετα και παρουσιάζει πόνο, σωληνοειδή ήχο στο κεφάλι , διαταραχές στη αντίληψη , κινδύνους από λοίμωξη.<sup>15, 17</sup>

## ΒΑΡΗΚΟΪΑ

Τα αίτια που προκαλούν βαρηκοΐα είναι πολλά και μπορεί να εντοπίζονται στον έξω ακουστικό πόρο, στο μέσο αυτί, στο έσω αυτί και πέρα από τον κοχλία.

- ❖ Βαρηκοΐες αγωγιμότητας θεωρούνται εκείνες στις οποίες οι βλάβη αφορά το σύστημα αγωγής των ηχητικών κυμάτων, δηλαδή τον έξω ακουστικό πόρο και το μέσο αυτί.
- ❖ Βαρηκοΐες αντίληψης. Μπορεί να οφείλονται σε βλάβη του τελικού οργάνου ( αισθητήριες βαρηκοΐες ) ή του νεύρου ( νευρικές βαρηκοΐες ). Επειδή όμως η διάκριση των δύο τύπων βαρηκοΐας αντίληψης είναι δύσκολη, συνηθίζεται οι βαρηκοΐες αντίληψης να ονομάζονται νευροαισθητικές.<sup>15, 17</sup>

## ΕΜΒΟΕΣ

Είναι η ύπαρξη θορύβων διάφορης έντασης και χροιάς στο αυτί.

- ❖ Υποκειμενικές εμβοές είναι εκείνες που αναφέρει ο άρρωστος και τις οποίες δεν μπορούμε να διαπιστώσουμε.
- ❖ Αντικειμενικές εμβοές (σπάνιες περιπτώσεις) είναι οι εμβοές που ακούγονται από τον εξεταστή. Μπορεί να οφείλονται σε διαταραχές της κροταφογοναθικής άρθρωσης, στη σύσπαση του

μυός που διατείνει τον τυμπανικό υμένα, σε ανεύρυσμα της έσω καρωτίδας ή σε ενδοκρανιακά ανευρύσματα. <sup>15, 17</sup>

## ΩΤΟΡΡΟΙΑ

Αποτελεί κοινό σύμπτωμα και πολύ συχνά συνοδεύεται από βαρηκοΐα. Το έκκριμα μπορεί να είναι:

- ♦ *Εξιδρωματικό*, σε διάχυτη εξωτερική ωτίτιδα εξαιτίας ανάπτυξης δερματοπάθειας στον έξω ακουστικό πόρο.
- ♦ *Βλεννοπυώδες*. Συνηθισμένο στη βρεφονηπιακή ηλικία. Οφείλεται σε οξεία μέση ωτίτιδα που συνοδεύεται από ρήξη τύμπανου.
- ♦ *Πυώδες*. Παρατηρείται στη μέση πυώδη ωτίτιδα (χρόνια ωτόρροια χωρίς πόνο), αλλά και σε δοθηνώσεις του έξω ακουστικού πόρου (έντονος πόνος που επιδεινώνεται κατά την μάσηση, την πίεση του τράγου ή τη μετακίνηση του πτερυγίου).
- ♦ *Πυώδες κάκοσμο*. Παρατηρείται στη χολοστεατωματώδη μέση ωτίτιδα.
- ♦ *Οροαιματηρό*. Παρατηρείται σε περιπτώσεις ύπαρξης πολυπόδων στο μέσο αυτί, σε ορισμένες μορφές μέσης ωτίτιδας και σε νεοπλασίες του μέσου ωτός. <sup>15, 17</sup>

## ΩΤΑΛΓΙΑ

Η ωταλγία άλλες φορές μπορεί να είναι χωρίς ιδιαίτερη σημασία και άλλες να αποτελεί σημαντικό σύμπτωμα νόσου.

Τα αίτια της ωταλγίας είναι πολλά . Μπορεί να προέρχεται από το ίδιο αυτί : βύσμα, δοθιήνωση του έξω ακουστικού πόρου , μέση ωτίτιδα , καρκίνος μέσου ωτός .

Μπορεί επίσης να προέρχεται από παθήσεις γειτονικών δομών : αμυγδαλεκτομή, αρθρίτιδα της κροταφογναθικής άρθρωσης, ιδιοπαθείς νευραλγία του γλωσσοφαρυγγικού ,τερηδονισμένοι γομφίοι , έγκλειστοι σωφρονιστήρες, ανεύρυσμα καρωτίδας ,νεοπλασία ρίζας της γλώσσας, ρινοφάρυγγα και λάρυγγα. <sup>15, 17</sup>

## ΙΛΙΓΓΟΣ

Οφείλεται σε διαταραχή του αιθουσαίου οργάνου ή των νευρικών του συνδέσεων . Από κλινικής πλευράς διακρίνεται σε περιστροφικό ( υποκειμενικός και αντικειμενικός ) και μη περιστροφικό ( ζάλη) .

Ο περιστροφικός ίλιγγος μπορεί να οφείλεται :

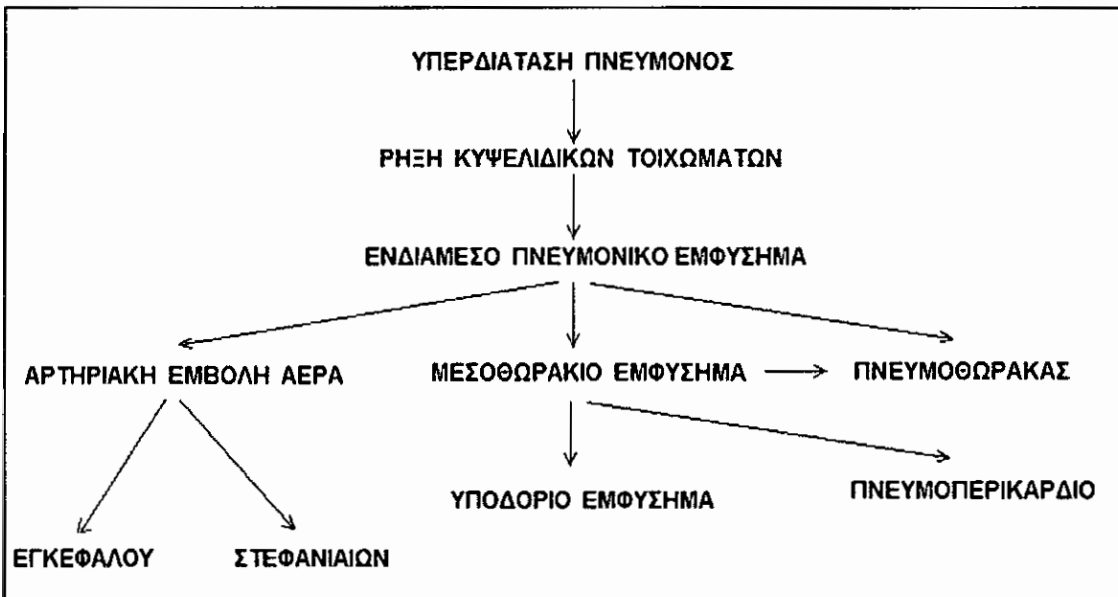
- ♦ Σε φλεγμονώδης παθήσεις του αυτιού, που μέσω της ωοειδούς ή στρογγυλής θυρίδας και διάβρωσης του οριζόντιου ημικύκλιου σωλήνα ,προσβάλουν τον λαβύρινθο .
- ♦ Μετεγχειρητικά , μετά από επεμβάσεις στο αυτί ,όπως αναβολεκτομή .
- ♦ Στη νόσο Meniere
- ♦ Σε ιογενή λαβυρινθίτιδα
- ♦ Σε αιθουσαία νευρίτιδα. <sup>15, 17</sup>

#### **4.5 ΒΑΡΟΤΡΑΥΜΑ ΠΕΠΤΙΚΟΥ ΣΩΛΗΝΑ**

**Υπερδιάταση του αέρα στον πεπτικό σωλήνα.** Η παρουσία μεγάλης ποσότητας αερίων είτε τροφικής προελεύσεως είτε λόγω κατάποσης αέρα από άπειρους συνήθως δύτες προκαλεί κατά ανάδυση υπερδιάταση του εντέρου ή του στομάχου. Αν δεν γίνει εφικτή η αποβολή τους από το έντερο ή με ερυγές, προκαλείται έντονος πόνος και επώδυνος μετεωρισμός με αποτέλεσμα δυσφορία, βραδυκαρδία ή και ανακοπή. Έχουν πάντως αναφερθεί και περιπτώσεις με ρήξη του στομάχου.<sup>27</sup>

## 4.6 ΠΝΕΥΜΟΝΙΚΟ ΒΑΡΟΤΡΑΥΜΑ

Οι πνεύμονες του ανθρώπου μπορούν να θεωρηθούν σαν μία μεγάλη φυσαλίδα, δεδομένου ότι ο κάθε πνεύμονας αποτελείται από 300.000.000 μικρότερες φυσαλίδες (κυψελίδες). Συνεπώς, οι πνεύμονες μας επηρεάζονται από τις αλλαγές της πίεσης που συμβαίνουν στο δυσβαρικό υποθαλάσσιο περιβάλλον. Έτσι λοιπόν, μπορούν να συμβούν βαροτραύματα στο πνεύμονα τόσο στην άνοδο όσο και στην κάθοδο. Τα πνευμονικά βαροτραύματα της καθόδου καλούνται σύνθλιψη πνεύμονα, ενώ τα πνευμονικά βαροτραύματα της ανόδου καλούνται σύνδρομα πνευμονικής υπερδιάτασης (Εικόνα 1).<sup>1</sup>



Εικόνα 2

## **ΣΥΝΘΛΙΨΗ ΠΝΕΥΜΟΝΟΣ**

Παρατηρείται συχνά σε ελεύθερους δύτες σε μεγάλα βάθη και πολύ σπάνια σε αυτόνομους δύτες, σε περίπτωση βλάβης εξοπλισμού. Όσο αυξάνεται το βάθος, η πίεση των αερίων του πνεύμονα αυξάνεται σύμφωνα με το νόμο του Boyle. Το θωρακικό τοίχωμα παρουσιάζει προς τα έξω τάση και έτσι αναπτύσσεται μέσα στις κυψελίδες αρνητική πίεση σε σχέση με την πίεση του βάρους. Επίσης, με την

αύξηση του βάθους μειώνεται και ο όγκος των πνευμόνων. Όταν ο όγκος αυτός φτάσει τον υπολειπόμενο όγκο, (δηλαδή δεν μπορεί να συμπιεστεί άλλο), περαιτέρω κάθοδος θα προκαλέσει δυσανάλογα ταχεία αύξηση της αρνητικής ενδοπνευμονικής πίεσης, λόγω του ασυμπίεστου του θωρακικού τοιχώματος. Λόγω της αρνητικής ενδοπνευμονικής πίεσης μεγάλη ποσότητα αίματος στρέφεται προς την θωρακική κοιλότητα με αποτέλεσμα αρχικά μεν φλεβική συμφόρηση και πνευμονικό οίδημα, και τελικά δε μαζική πνευμονική αιμορραγία. Η συγκέντρωση του αίματος βοηθάει στην εξίσωση των πιέσεων. Εάν όμως η κάθοδος συνεχιστεί το θωρακικό τοίχωμα συνθλίβεται.

Η κλινική εικόνα εμφανίζεται με έντονους πόνους στο στήθος, δύσπνοια και κυάνωση, αιμόπτυση και σημεία πνευμονικού οιδήματος.<sup>1, 2, 38</sup>

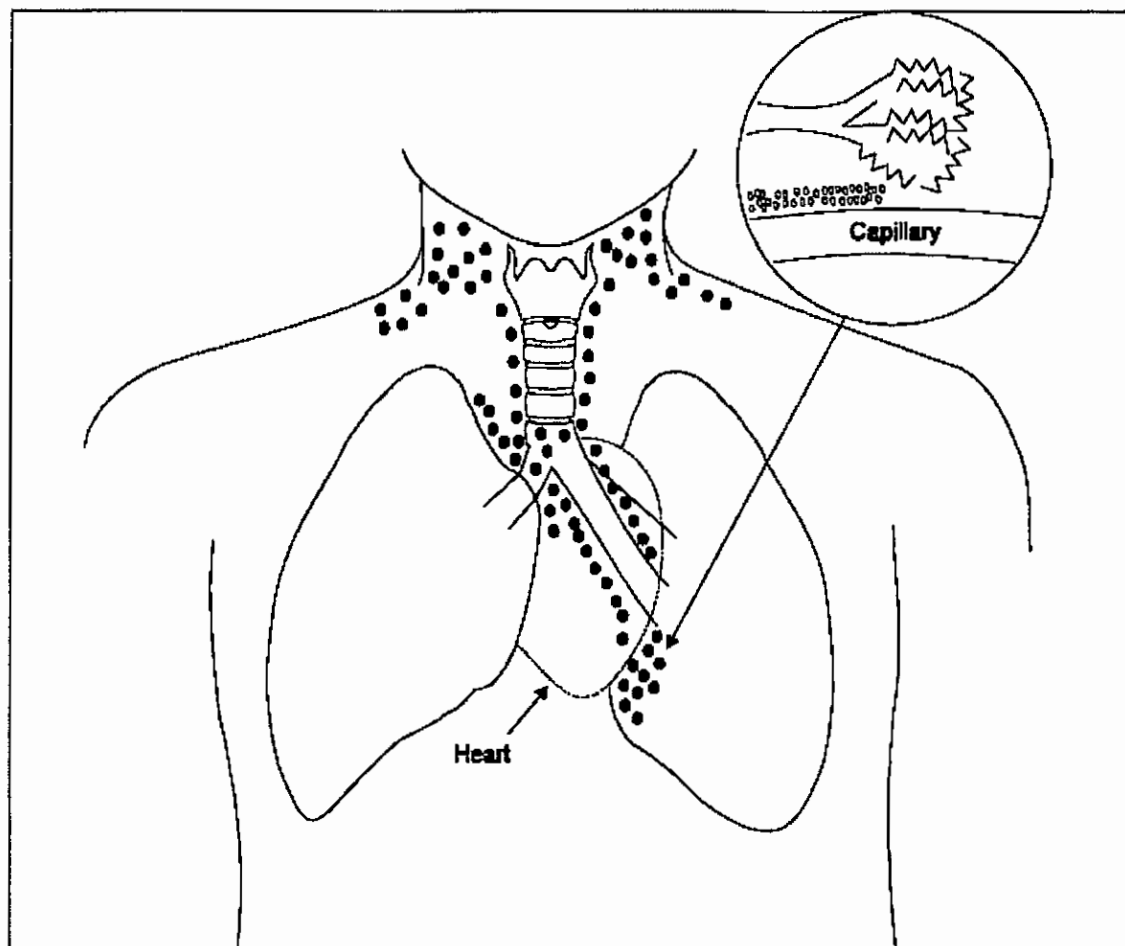
## **ΣΥΝΔΡΟΜΑ ΠΝΕΥΜΟΝΙΚΗΣ ΥΠΕΡΔΙΑΤΑΣΗΣ**

Η υπερδιάταση του πνεύμονα αποτελεί έναν από τους σοβαρότερους κινδύνους για τους αυτόνομους δύτες. Κατά την διάρκεια της ανόδου και με βάση τον νόμο του Boyle, μειώνεται η πίεση των αερίων εσωτερικά του πνεύμονα και αυξάνεται ο όγκος τους. Αν ο δύτες εκπνέει κανονικά σε όλη την διάρκεια της ανόδου, ο όγκος αέρα που περισσεύει διαφεύγει στο περιβάλλον και η πίεση εκτονώνεται κανονικά.

Σε περίπτωση που ο επιπλέον όγκος αέρα δεν μπορεί να διαφύγει κανονικά εξαιτίας απόφραξης του αεραγωγού ή κρατήματος της αναπνοής του δύτε, τότε έχουμε υπερδιάταση πνεύμονα. Η υπερδιάταση του πνεύμονα οδηγεί σε ρήξη κυψελίδων και ενδιάμεσο πνευμονικό εμφύσημα.

Η ρήξη των κυψελιδικών τοιχωμάτων οδηγεί πάντοτε σε ενδιάμεσο πνευμονικό εμφύσημα και σχεδόν πάντα σε κάποιο βαθμό εμφύσημα του μεσοθωρακίου. Από το μεσοθωράκιο ο αέρας μπορεί να φτάσει στο περικαρδιακό σάκο και να προκαλέσει πνευμοπερικάρδιο ή στον τράχηλο και να δημιουργήσει υποδόριο εμφύσημα. Ο πνευμοθώρακας είναι δυνατόν να συνοδεύει ή όχι το εμφύσημα του μεσοθωρακίου. Επίσης, εμβολή αέρος στα αγγεία του εγκεφάλου ή της καρδιάς μπορεί να συνοδεύεται ή όχι από εμφύσημα του μεσοθωρακίου.<sup>1, 2, 38</sup>

## I. ΜΕΣΟΘΩΡΑΚΙΟ ΚΑΙ ΥΠΟΔΟΡΙΟ ΕΜΦΥΣΗΜΑ



Εικόνα 3

Συμβαίνει όταν ραγούν μόνο οι κυψελίδες και όχι τα ενδοπνευμονικά αγγεία. Στην περίπτωση αυτή, ο ενδοπνευμονικός αέρας, που αυξάνει σε όγκο, λόγω της ανάδυσης διαφεύγει από το ρήγμα των κυψελίδων. Κινούμενος κατά μήκος των βρόγχων, μεταφέρεται προς τον χώρο ανάμεσα στους πνεύμονες, γύρω από την καρδιά και τα μεγάλα αγγεία που λέγεται μεσοθωράκιο. Επειδή ο χώρος αυτός φυσιολογικά περιέχει χαλαρό ιστό με λιπώδη σύσταση, θα δημιουργηθούν φυσαλίδες αέρα μέσα στο λίπος. Η κατάσταση αυτή ονομάζεται, εμφύσημα του μεσοθωρακίου. Επειδή το μεσοθωράκιο επικοινωνεί, χωρίς συγκεκριμένο ανατομικό φραγμό, με τη βάση του τραχήλου (λαιμός), οι παραπάνω φυσαλίδες μεταναστεύουν γρήγορα και γεμίζουν το λίπος κάτω από το δέρμα του τραχήλου που λέγεται υποδόριο λίπος (Εικόνα 3)

## **ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ ΜΕΣΟΘΩΡΑΚΙΟΥ ΕΜΦΥΣΗΜΑΤΟΣ**

Στην κλινική εικόνα του εμφυσηματος του μεσοθωρακίου κυριαρχούν οι εκδηλώσεις της κύριας αιτίας που προκάλεσε το εμφύσημα. Οι εκδηλώσεις είναι συνήθως λίγες ή μηδαμινές, γιατί κατά κανόνα ο αέρας διαρρέει ελεύθερα στον υποδόριο ιστό. Μερικές φορές το εμφύσημα προκαλεί πόνο που μοιάζει με τον πόνο του εμφράγματος του μυοκαρδίου με δύσπνοια, κυάνωση, υπόταση και διάταση των φλεβών του τραχήλου. Κατά την εξέταση με ψηλάφηση παρέχεται ο χαρακτηριστικός ήχος του τηκόμενου πάγου από το υποδόριο εμφύσημα, κυρίως στο τράχηλο και το πρόσωπο. Θεωρητικά είναι δυνατόν, αν ο αέρας που διαφεύγει και είναι υπό υψηλή πίεση να επηρεάσει την καρδιακή λειτουργία ( μείωση καρδιακής πληρότητας μέχρι εικόνα καρδιακού επιποματισμού ). Δεν έχει όμως αναφερθεί μέχρι σήμερα παρόμοια κλινική εικόνα.

## **ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ ΥΠΟΔΟΡΙΟΥ ΕΜΦΥΣΗΜΑΤΟΣ**

Στην κλινική εικόνα του υποδόριου εμφυσηματος εμφανίζεται οίδημα με τον χαρακτηριστικό κριγμό στην περιοχή του τραχήλου και του υπερκλειδίου βόθρου. Είναι δυνατόν, να υπάρχει μεταβολή του τόνου της φωνής λόγω δυσφορίας της τραχείας. Ανάλογα με το βαθμό προσβολής έχουμε τα παρακάτω κλινικά ευρήματα :

- ✓ Πόνο
- ✓ Δύσπνοια
- ✓ Οροαιματηρές εκκρίσεις
- ✓ Κυάνωση
- ✓ Βήχα <sup>11, 16, 38</sup>

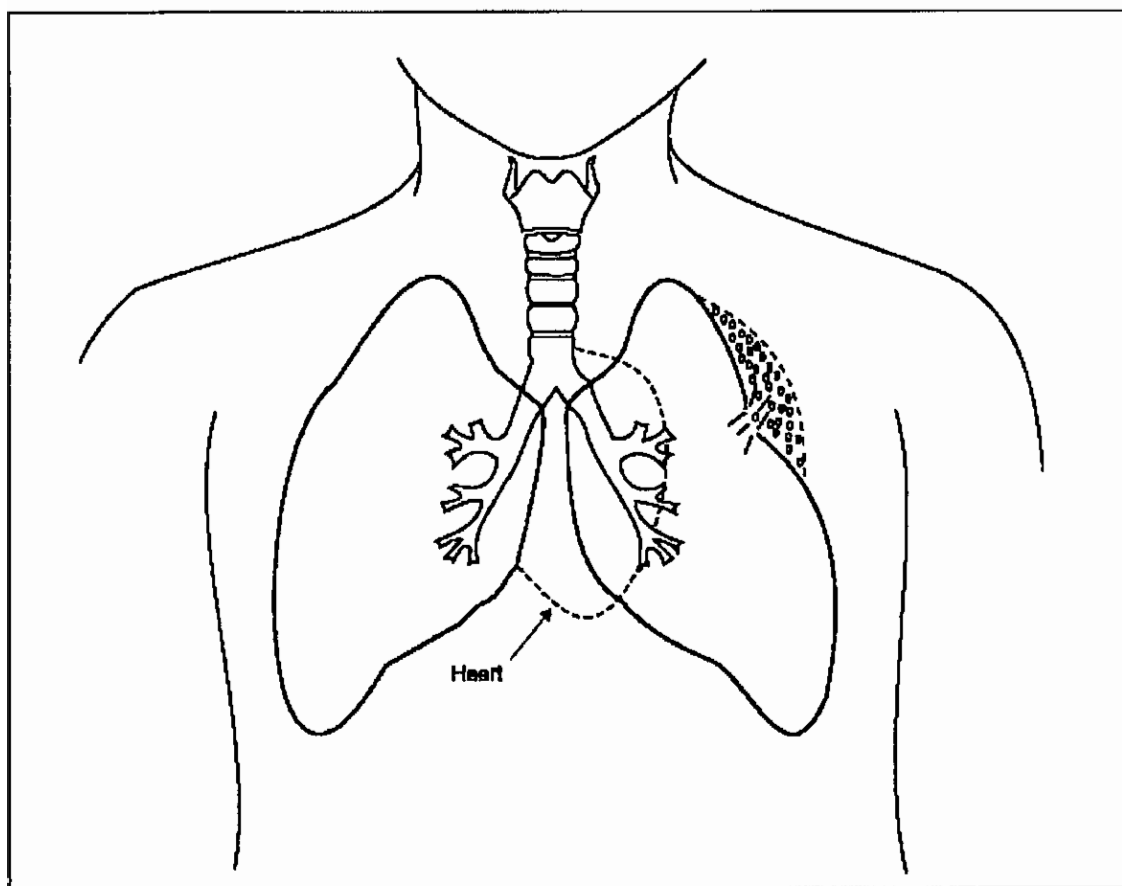
## **ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΥΠΟΔΟΡΙΟΥ ΕΜΦΥΣΗΜΑΤΟΣ**

Το υποδόριο εμφύσημα με τις νέες τεχνικές είναι μία εύκολα ιάσιμη παθολογική κατάσταση, έτσι εκτός από τις εκκενωτικές διανοιξεις και την χορήγηση αντιβιοτικών, δεν χρειάζεται κάτι άλλο ο ασθενής εκτός από μια παρακολούθηση μερικών ημερών για να προβλεφθεί κάποια επιπλοκή, όπως η εμφάνιση κάποιας μορφής πνευμονίας.

Η αποκατάσταση όμως είναι αργή διότι ο υπεζωκοτικός υμένας αργεί πάρα πολύ , όχι τόσο να επουλωθεί, όσο να σφραγίσει με ινώδη ιστό που ως γνωστόν δεν αποκτά την αρχική ελαστικότητα. Για αυτό, αυτός ο άνθρωπος πρέπει να είναι προσεκτικός σε όλη την μετέπειτα καταδυτική του ζωή. <sup>27</sup>

## II. ΠΝΕΥΜΟΘΩΡΑΚΑΣ

Σε περίπτωση που η ρήξη του πνεύμονα συμβεί στην ελεύθερη επιφάνεια του, τότε ο αέρας διαφεύγει προς το ημιθωράκιο και συγκρατείται μεταξύ πνεύμονα και θωρακικού τοιχώματος. Καθώς λοιπόν ο δύτης συνεχίζει την ανάδυση προς την επιφάνεια ο εγκλωβισμένος αυτός αέρας αυξάνει σε όγκο σύμφωνα με το νόμο του Boyle και πιέζει τους χώρους που τον περιβάλλουν. Επειδή ο πνεύμονας έχει μαλακή σύσταση, θα συμπιεσθεί για να επιτρέψει στον αέρα να αποκτήσει τον όγκο που πρέπει (σύμφωνα με τον παραπάνω νόμο). Ο μηχανισμός δημιουργίας του πνευμοθώρακα φαίνεται στην Εικόνα 4.<sup>4, 16, 38</sup>



Εικόνα 4

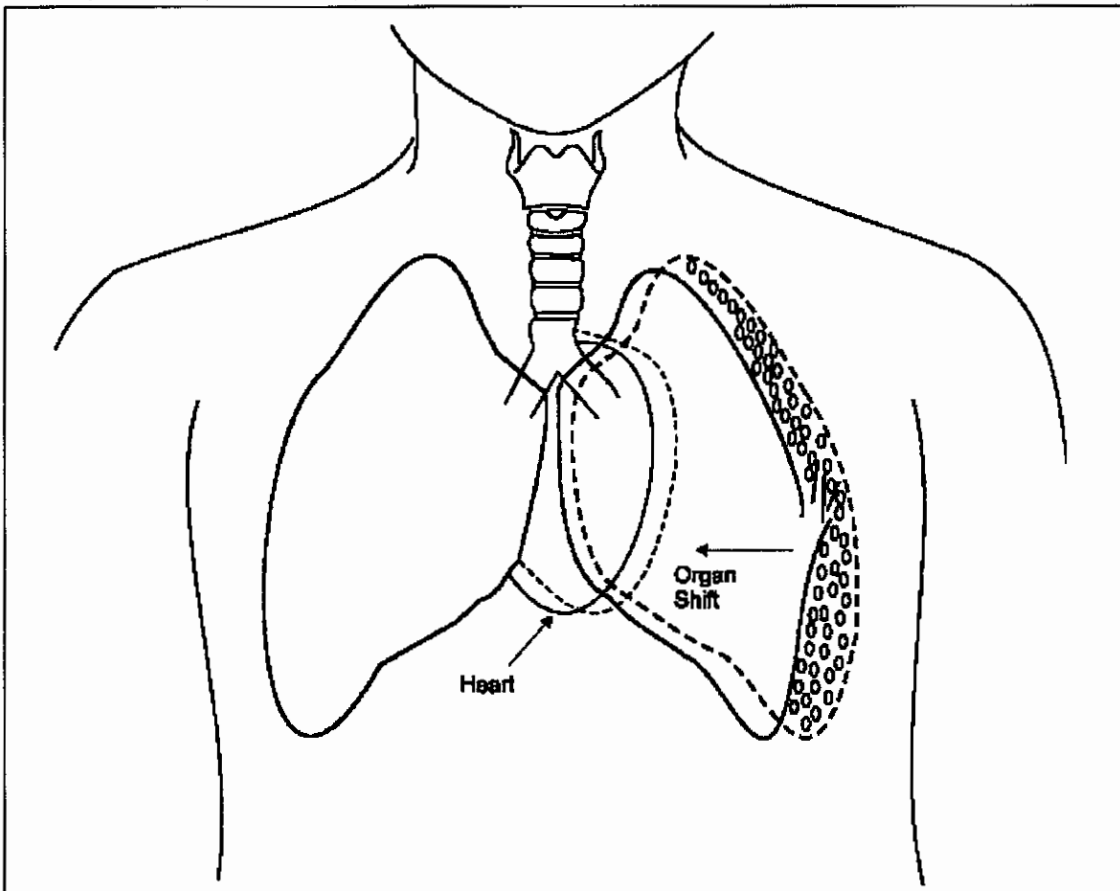


## **ΣΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΠΝΕΥΜΟΘΩΡΑΚΑ**

Τα σημεία και συμπτώματα του πνευμοθώρακα μπορεί να περιλαμβάνουν πλευριτικό πόνο στο θώρακα και δύσκολη, γρήγορη αναπνοή. Κλασικό σημείο είναι η μείωση ,η απουσία του αναπνευστικού ψιθυρίσματος στο πάσχον ημιθώρακιο. Παρόλο που η τυμπανικότητα κατά την επίκρουση αποτελεί εξαιρετο δείκτη, πολλές φορές είναι δύσκολο να εντοπιστεί σε συνθήκες υπαίθρου. Για τους τραυματίες-δύτες εκτός νοσοκομείου η απουσία ή μείωση του αναπνευστικού ψιθυρίσματος συνδυαζόμενη με αναπνευστική δυσχέρεια ισοδυναμεί με πνευμοθώρακα.<sup>4</sup>

### III. ΠΝΕΥΜΟΘΩΡΑΚΑΣ ΥΠΟ ΤΑΣΗ

Σε πραγματικές συνθήκες καταδύσεων, λόγω της φύσης του τραυματισμού και της ολοένα μεγαλύτερης μείωσης της πίεσης ο πνευμοθώρακας εξελίσσεται στη πλέον επικίνδυνη μορφή του, τον βαλβιδικό ή υπό τάση πνευμοθώρακα (Εικόνα 5).<sup>38</sup>



Εικόνα 5

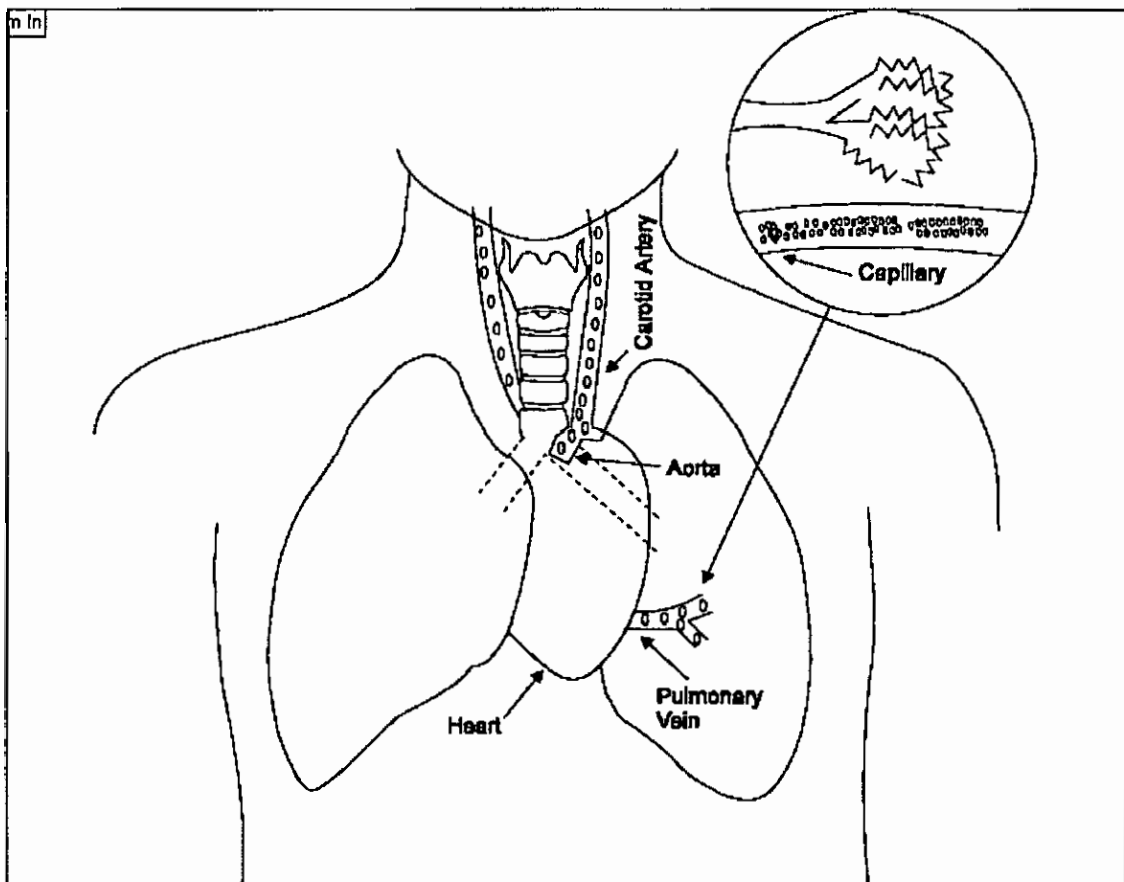
## ΣΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ

Τα σημεία και τα συμπτώματα χωρίζονται στις εξής κατηγορίες :

- ❖ Πρώιμα σημεία: είναι η μονόπλευρη μείωση ή απουσία των αναπνευστικών ήχων. Συνεχώς επιδεινούμενη δύσπνοια και ταχύπνοια παράλληλη την παρεχόμενη βοήθεια.
- ❖ Επιδεινούμενα σημεία: είναι η επιδεινούμενη ταχύπνοια και δύσπνοια, τυμπανικότητα και ταχυκαρδία.
- ❖ Όψιμα σημεία: είναι τα διατεταμένα τραχηλικά αγγεία, η παρεκτόπιση της τραχείας, τυμπανικότητα, σημεία οξείας υποξίας, μικρό εύρος σφυγμού και άλλα σημεία αυξανόμενου μη αντιρροπούμενου shock. <sup>4</sup>

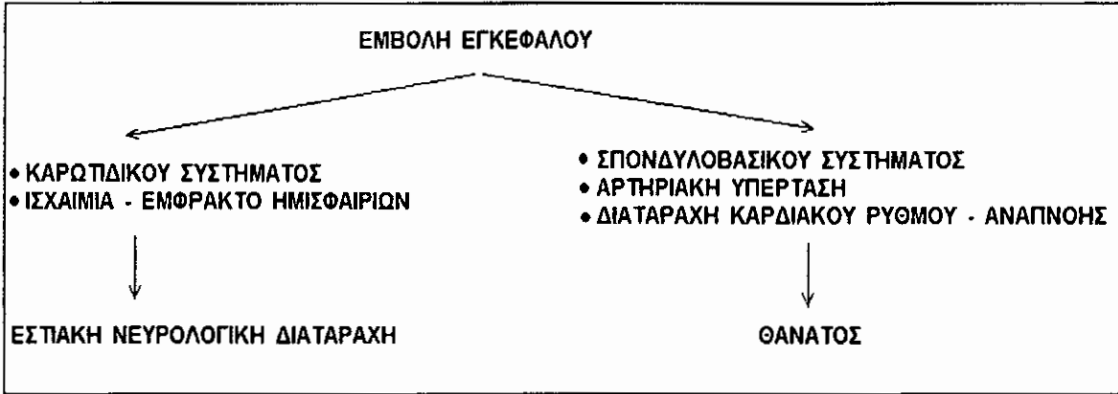
#### IV. ΑΡΤΗΡΙΑΚΗ ΕΜΒΟΛΗ ΑΕΡΑ

Είναι το χειρότερο καταδυτικό ατύχημα από πλευράς θνησιμότητας και επιπλοκών. Συμβαίνει όταν η ρήξη γίνει μέσα στη μάζα του πνεύμονα (παρέγχυμα) και ο πνευμονικός αέρας εισέρχεται μέσα στα αγγεία της πνευμονικής κυκλοφορίας. Συγκεκριμένα με τη ρήξη του πνευμονικού παρεγχύματος, σπάζουν ταυτόχρονα κυψελίδες και αιμοφόρα αγγεία. Ο αέρας περνά στην πνευμονική κυκλοφορία. Από εκεί ταξιδεύει προς την καρδιά αρκετά εύκολα, διότι η διάμετρος των αγγείων συνεχώς μεγαλώνει. Στη συνέχεια προωθείται στην αορτή και στις καρωτιδικές αρτηρίες. Κάπου εκεί το εύρος των αγγείων αρχίζει να μικραίνει. Η φυσαλίδα του αέρα δεν προωθείται άλλο και δρα ως έμβολο που φράζει το αγγείο (Εικόνα 6). Η τοπική κυκλοφορία του αίματος διακόπτεται και τις συνέπειες υφίσταται το κυριότερο όργανο που δέχεται το αίμα αυτό, δηλαδή ο εγκέφαλος. Εκτός από τα αγγεία του εγκεφάλου, είναι δυνατόν ο αέρας να αποφράξει και τα στεφανιαία αγγεία.<sup>1, 2</sup>



Εικόνα 6

Η παθοφυσιολογία της εμβολής εγκεφάλου από αέρα και οι συνέπειες της, ανάλογα με την εστία του εμβόλου φαίνονται συνοπτικά στο παρακάτω σχήμα.1.



### **ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΟΛΟΓΙΑ ΑΡΤΗΡΙΑΚΗΣ ΕΜΒΟΛΗΣ ΑΕΡΑ**

Τα συμπτώματα εκδηλώνονται αμέσως μετά την ανάδυση και συγχρόνως αναλόγως της βαρύτητας εμφανίζονται είτε εστιακές νευρολογικές εκδηλώσεις (όπως ημιπληγία, παραπληγία, επιληπτική κρίση) είτε διαταραχές της αναπνοής και της κυκλοφορίας με χειρότερο αποτέλεσμα την εμφάνιση κωματώδους κατάστασης.

Η άμεση και δραματική εκδήλωση των συμπτωμάτων της αρτηριακής εμβολής αέρα αποτελεί κύριο διαφοροδιαγνωστικό στοιχείο από την νόσο των δυτών, η οποία εκδηλώνεται από μισή έως αρκετές ώρες αργότερα. Ο δύτης ο οποίος εκδηλώνει σοβαρά συμπτώματα αρτηριακής εμβολής αέρα ενώ βρίσκεται μέσα στη θάλασσα, κινδυνεύει να πνιγεί και το περιστατικό να καταγραφεί σαν πνιγμός<sup>9</sup>

### **ΠΑΘΟΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΕΜΒΟΛΗΣ ΑΕΡΑ**

Από πλευράς παθοφυσιολογίας, η εμβολή εγκεφάλου από αέρα συνδυάζει τόσο την απόφραξη της ροής του αίματος όσο και την όσο και την μικροεμβολική μορφή εγκεφαλικής ισχαιμίας με αποτέλεσμα η ισχαιμία που προκαλεί να αναλογεί όχι μόνο στις κλινικές περιπτώσεις εμβολής εγκεφάλου από αέρα, αλλά και σε άλλες μορφές εγκεφαλικής ισχαιμίας.

Επειδή οι φυσαλίδες του αέρα καταλαμβάνουν το ανώτερο στρώμα της αιματικής ροής, οι κλάδοι που εκφύονται από το επίπεδο

αυτό είναι περισσότερο ευπρόσβλητοι από την εμβολή, όπως οι μετωποβρεγματικοί κλάδοι της μέσης εγκεφαλικής αρτηρίας, οι δεξιές στεφανιαίες αρτηρίες, οι βρογχικές και η άνω και κάτω μεσεντέριος αρτηρία.

Ο αέρας που εισέρχεται στην εγκεφαλική κυκλοφορία είτε σαν μεμονωμένη μεγάλη ποσότητα (BOLUS) είτε με την μορφή αφρού από την ανάμιξη του με το αίμα κατανέμεται στα εγκεφαλικά αγγεία μέχρι να εγκλωβιστεί σε αρτηρίες διαμέτρου 30μ – 60μ. Καθώς η ποσότητα του αέρα αυξάνεται, η κατανομή του γίνεται αμφοτερόπλευρα μέσω του κύκλου του WILLIS ακόμη κι αν χορηγηθεί από την μία έσω καρωτίδα.

Από την άμεση παρατήρηση των λεπτομηγγικών αγγείων με χειρουργικό μικροσκόπιο, μετά από δημιουργία οστικού παραθύρου στη βρεγματική περιοχή, σε πειραματική εμβολή εγκεφάλου από αέρα, έχει διαπιστωθεί ότι οι φυσαλίδες αέρα αφού περάσουν γρήγορα από τις μεγαλύτερες αρτηρίες, εγκλωβίζονται σε φλοιώδεις κλάδους της μέσης εγκεφαλικής αρτηρίας, που έχουν διάμετρο μικρότερη από 2 mm, συνήθως όμως σε αρτηρίδια διαμέτρου 30μ – 60 μ.

Οι φυσαλίδες αποκτούν το σχήμα και το μέγεθος των αγγείων και είναι ορατή η μετακίνηση της στήλης του αέρα μετά από κάθε καρδιακό παλμό, χωρίς να επιτυγχάνεται πάντα η προώθηση του περιφερικά. Στην φάση αυτή η αντίστοιχη περιοχή του εγκεφάλου παρουσιάζεται ωχρή, ενώ μετά από 3 –4 λεπτά εμφανίζεται υπεραιμία και είναι δυνατόν να παρατηρηθούν μικρές πετεχιώδεις αιμορραγίες.

Η τύχη των φυσαλίδων αέρα που εγκλωβίζεται στα τριχοειδή της εγκεφαλικής κυκλοφορίας εξαρτάται κυρίως από την ποσότητα και την ταχύτητα εισαγωγής του αέρα.

Οι φυσαλίδες αέρα εξαφανίζονται συνήθως μετά από 15 λεπτά από τους κλάδους που βρίσκονται στην σχισμή του SYLVIOUS, αφού πρώτα έχουν παραμείνει περισσότερο από 30 λεπτά στις περιοχές που βρίσκονται στο όριο κατανομής μεταξύ της μέσης και της πρόσθιας εγκεφαλικής. Η μεγαλύτερη διάρκεια της ισχαιμίας στις περιοχές αυτές εξηγεί τη συχνότητα και τη μεγαλύτερη εμφάνιση της βλάβης.

Οι εν τω βαθύ στιβάδες της φαιάς ουσίας του φλοιού είναι ιδιαίτερα ευπρόσβλητες στην ισχαιμία που προκαλείται από την εμβολή του αέρα λόγω της ιδιομορφίας της αγγείωσης της περιοχής, που επηρεάζεται ιδιαίτερα από την συστηματική υπόταση και ευνοεί τον εγκλωβισμό εμβόλων διαφόρων ειδών. Είναι γνωστό ότι μεταστατικοί όγκοι και μικροβιακά αποστήματα εντοπίζονται συχνότερα στην περιοχή συνένωσης της φαιάς με την λευκή ουσία.

Η βλάβη από την εμβολή αέρα αφορά κυρίως τη φαιά ουσία του φλοιού, με σχετική διάσωση της υποφλοιώδους λευκής ουσίας, γεγονός που έχει επιβεβαιωθεί τόσο από πειραματικές όσο και κλινικές και παθολογοανατομικές μελέτες σε ανθρώπους. Οι πειραματικές ενέργειες των FRIES και DE LA TORRE, έχουν δείξει τη διάσωση της λευκής ουσίας και ότι βλάβες στην φαιά ουσία αφορούν τις φλοιώδεις περιοχές που βρίσκονται στα όρια κατανομής των τριών κλάδων του κύκλου του WILLIS.

Έχει υποστηριχθεί ότι ο εγκλωβισμός των εμβόλων αέρα στις περιοχές αυτές παρά την ύπαρξη εκτεταμένου αναστομωτικού δικτύου, είναι αποτέλεσμα της μη προώθησης τους από τις ώσεις της συστολικής πίεσης, λόγω της αλληλοσυγκρουόμενης φύσης της αιματικής ροής. Γενικά όμως η επίδραση της παράπλευρης κυκλοφορίας στην εμφάνιση της ισχαιμίας από εμβολή είναι μικρότερης σημασίας από ότι στη θρόμβωση. Η κατανομή των εμβόλων του αέρα στη φαιά ουσία είναι πιθανό να οφείλεται στο μέγεθος τους.

Άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν το μέγεθος της εγκεφαλικής βλάβης είναι το επίπεδο της αρτηριακής πίεσης καθώς και η γλοιότητα και η πηκτικότητα του αίματος, αφού έχει διαπιστωθεί ότι οι φουσαλίδες του αέρα αλληλεπιδρούν με τα συστατικά του αίματος με αποτέλεσμα διαταραχή της μικροκυκλοφορίας και επιδείνωση της ισχαιμίας.

Οι κυριότεροι φυσικοί και βιολογικοί παράγοντες που επηρεάζουν την κατανομή των εμβόλων αέρα είναι οι εξής :

1. Συστηματική αρτηριακή πίεση
2. Μεταβολές στην κατανομή της αιματικής ροής
3. Ενδοκρανιακή πίεση
4. Ποσότητα και ρυθμός εισόδου του αέρα στην συστηματική κυκλοφορία
5. Γλοιότητα του αίματος
6. Επιφανειακή τάση
7. Σταθερά επιφανειακής τάσης μεταξύ αέρα και αίματος
8. Μέγεθος των εμβόλων
9. Εξισορρόπηση των δυνάμεων γύρω από τις φουσαλίδες

Παράγοντες που επηρεάζουν το μέγεθος μίας φυσαλίδας είναι

- Η ανταλλαγή των αερίων με το αίμα
- Η χορήγηση ουσιών που τροποποιούν την επιφανειακή τάση
- Η συνένωση ή διάλυση των φυσαλίδων

Οι φυσαλίδες του αέρα στο αίμα, αλληλεπιδρούν μεταξύ τους με αποτέλεσμα το σχηματισμό αφρού, την συγκόλληση τους και τον σχηματισμό φυσαλίδων μεγαλύτερου ή την διάσπαση του σε μικρότερες. Μικροφυσαλίδες αέρα διαμέτρου 150m – 250m, όταν συγκρούονται στο πλάσμα μετατρέπονται σε μικροφυσαλίδες διαμέτρου 35m – 45m που τελικά διαλύονται συντομότερα στο πλάσμα.

Το φαινόμενο αυτό έχει μεγάλη σημασία για το μέγεθος των φυσαλίδων που θα φτάσουν στην εγκεφαλική κυκλοφορία, φαίνεται να αποτελεί προστατευτικό μηχανισμό, που συντελεί στην σμίκρυνση και διάλυση των φυσαλίδων, πριν προκαλέσουν αγγειακή απόφραξη παρόλο που μειώνει την αποτελεσματικότητα των πνευμόνων σαν φίλτρο των φυσαλίδων της φλεβικής κυκλοφορίας.

Ένα ακόμα πρόβλημα που προκαλεί η είσοδος αέρα στην κυκλοφορία, είναι οι γενικευμένες βλάβες στο ενδοθήλιο του αρτηριακού, φλεβικού και τριχοειδικού συστήματος που οφείλεται στην μεταεμβολική διαταραχή της κυκλοφορίας παρά την σύντομη διέλευση των φυσαλίδων στο αίμα.

Οι φυσαλίδες του αέρα αλληλεπιδρούν με τα συστατικά του αίματος με αποτέλεσμα τον μηχανισμό κάψας στην επιφάνεια τους καθώς και σειρά μεταβολών που καταλήγουν τελικά στην δημιουργία μικροθρόμβων που επιδεινώνουν την μικροκυκλοφορία..

Έτσι η παθογένεια της εμβολής αέρα περιλαμβάνει αρκετά φαινόμενα, εκτός από την διακοπή της μικροκυκλοφορίας από την μηχανική απόφραξη που προκαλούν οι φυσαλίδες.<sup>9, 10, 27</sup>



## ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ ΑΤΟΜΟΥ ΜΕ ΕΜΒΟΛΗ ΑΕΡΑ

Η κλινική εικόνα χαρακτηρίζεται από μεγάλη ποικιλία συμπτωμάτων, τα οποία έχουν ταξινομηθεί σε 5 τύπους :

1. Αιφνίδια απώλεια της συνείδησης με ποικίλου βαθμού μη συμμετρική νευρολογική σημειολογία από τα μέλη, προσβολή εγκεφαλικών συζυγιών, και οξεία διαταραχή της καρδιοαναπνευστικής λειτουργίας. Οι περιπτώσεις αυτές αποδίδονται σε μαζική εμβολή του καρωτιδικού και σπονδυλοβασικού συστήματος .
2. Μονόπλευρη κινητική και αισθητική διαταραχή, που αποδίδεται σε μονόπλευρη εμβολή της έσω καρωτίδας.
3. Συμπτώματα από μεμονωμένη βλάβη του εγκεφαλικού στελέχους.
4. Συμπτώματα που αποδίδονται σε προσβολή εγκεφαλικών συζυγιών μετά την έξοδό τους από το εγκεφαλικό στέλεχος .
5. Ελαφρά διαταραχή από το ΚΝΣ που συνδυάζεται με εμφύσημα του μεσοθωρακίου .Τα συμπτώματα αυτά είναι δυνατό να συνοψισθούν σε δύο γενικές κατηγορίες :
  - ❖ Αρχική εμφάνιση νευρολογικών συμπτωμάτων , με διατήρηση όμως της καρδιοαναπνευστικής λειτουργίας .
  - ❖ Άμεση απώλεια της συνείδησης με άπνοια και καρδιακή ανακοπή. Στις περιπτώσεις αυτές, ο άρρωστος συνήθως καταλήγει προ της παροχής οποιουδήποτε θεραπευτικού μέτρου και νεκροτομικά ο εγκέφαλος παρουσιάζει ενδοαγγειακές φουσαλίδες ,αιμορραγία και έμφραγμα, ενώ στην καρδιά διαπιστώνεται αέρας στις καρδιακές κοιλότητες και τα στεφανιαία αγγεία.<sup>11, 16</sup>

## ΣΗΜΕΙΑ ΠΟΥ ΜΑΣ ΠΡΟΔΙΑΘΕΤΟΥΝ ΓΙΑ ΕΜΒΟΛΗ ΑΕΡΟΣ ΣΤΟ ΕΓΚΕΦΑΛΟ

- ✓ Κώμα
- ✓ Κώμα με επιληπτικές κρίσεις
- ✓ Σύγχυση
- ✓ Απώλεια αισθήσεων
- ✓ Τλιγγος
- ✓ Διαταραχές οράσεως
- ✓ Κεφαλαλγία
- ✓ Μονόπλευρη κινητική διαταραχή
- ✓ Μονόπλευρη αισθητική διαταραχή
- ✓ Μονόπλευρη κινητική - αισθητική διαταραχή

- ✓ Αμφοτερόπλευρη κινητική διαταραχή
- ✓ Αμφοτερόπλευρη αισθητική διαταραχή
- ✓ Αφασία
- ✓ Διαταραχές όρασης
- ✓ Κεφαλαλγία <sup>27, 28</sup>

## ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΕΜΒΟΛΗΣ ΑΕΡΟΣ

Η διάγνωση της αρτηριακής εμβολής από αέρα μετά από καταδύσεις βασίζεται κυρίως στο ιστορικό της κατάδυσης και στην άμεση εμφάνιση των συμπτωμάτων μετά την ανάδυση

Η κατάδυση με αυτόνομη καταδυτική συσκευή δεν είναι απαραίτητο να ήταν σε μεγάλο βάθος ή να είχε μεγάλη διάρκεια. Η ταχεία μη ελεγχόμενη ανάδυση, λόγω πανικού, απειρίας ή εξαντλήσεως του αέρα αποτελούν κύρια χαρακτηριστικά.

Η άμεση και πολλές φορές δραστική εμφάνιση των συμπτωμάτων κατά την επιστροφή του δύτη στην επιφάνεια διακρίνει την εμβολή από την νόσο εξ αποσυμπίεσης, όπου τα συμπτώματα παρουσιάζονται συνήθως αργότερα.

### Οι κύριες διαγνωστικές εξετάσεις είναι οι εξής :

- Ακτινογραφία θώρακος για αναζήτηση πνευμοθώρακα
- ΗΚΓ για διαπίστωση τυχόν ισχαιμικών εκδηλώσεων από την καρδιά
- Μαγνητική τομογραφία καθ' όλη την διάρκεια της νόσου
- Υπερηχογραφικός έλεγχος <sup>1, 20</sup>

## ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΤΟΜΟΥ ΜΕ ΕΜΒΟΛΗ ΑΕΡΟΣ

Αυτός ο άνθρωπος έχει σε τέτοιο βαθμό εκτατικές βλάβες στο σώμα του που εάν επιζήσει είναι απαγορευτικό να ασχοληθεί με καταδυτικές εργασίες και θα πρέπει να απασχοληθεί σε κάποιον άλλο τομέα εργασίας. Εμείς θα πρέπει να τον βοηθήσουμε ώστε να αποκτήσει πρόσβαση στην αγορά εργασίας και μάλιστα σε είδος που θα ήθελε και αυτός. <sup>22</sup>

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΝΟΣΟΣ ΤΩΝ ΔΥΤΩΝ

### 5.1 ΝΟΣΟΣ ΤΩΝ ΔΥΤΩΝ

#### **ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Η νόσος των δυτών προκαλείται όταν μετά από κατάδυση αρκετού χρόνου και διάρκειας (ώστε σημαντική ποσότητα αδρανούς αερίου να διαλυθεί στους ιστούς), μειώνεται απότομα η πίεση στους ιστούς (δηλαδή έχουμε ανάδυση σε μικρότερο χρόνο από ότι προβλέπουν οι πίνακες).

#### **ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΝΟΣΟΥ**

Είναι μια παθολογική κατάσταση, που επιπλέκει την παραμονή του δύτη σε υπερβαρικό περιβάλλον πάνω από 2 ATA και για χρονικό διάστημα αρκετό, ώστε το διαλυμένο στους ιστούς άζωτο, να σχηματίζει κατά την ανάδυση φυσαλίδες, των οποίων το μέγεθος και το πλήθος δεν επιτρέπει την ομαλή απομάκρυνση τους μέσω του αναπνευστικού συστήματος. Οι παραπάνω φυσαλίδες παραμένουν στο κυκλοφορικό σύστημα με άμεση συνέπεια την απόφραξη της αιματικής ροής στα αρτηρίδια και τα φλεβίδια. Ανάλογα με τη θέση των αποφράξεων αυτών, παρουσιάζονται και τα διάφορα συμπτώματα της νόσου.

Είναι φανερό με βάση τον παραπάνω ορισμό, ότι τα μεγαλύτερα βάθη, οι μεγαλύτεροι χρόνοι κατάδυσης και οι μικρότεροι χρόνοι ανάδυσης, ευνοούν την εμφάνιση της νόσου.<sup>1,2</sup>

#### **ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΦΥΣΑΛΙΔΩΝ ΑΖΩΤΟΥ**

Οι φυσαλίδες αζώτου παράγονται σύμφωνα με τον νόμο του Henry.

Σε βαρείες περιπτώσεις της νόσου των Δυτών στις οποίες οι δύτες ή τα πειραματόζωα κατέληξαν, έχουν ανεβρεθεί φυσαλίδες σχεδόν παντού :

- ✓ Ενδοαγγειακά,
- ✓ Εξωαγγειακά και
- ✓ Ενδοκυτταρικά.

Η παθογένεια των συνηθισμένων και μη θανατηφόρων συμπτωμάτων είναι λιγότερο διευκρινισμένη. Μετά από μερικές καταδύσεις, είναι δυνατόν να ανιχνευθούν φουσαλίδες στη φλεβική κυκλοφορία ακόμη και χωρίς την κλινική εκδήλωση της νόσου.

Φαίνεται να υπάρχει θετική συσχέτιση μεταξύ του αριθμού των φουσαλίδων και της εμφανίσεως ή της βαρύτητας της νόσου των δυτών. Σαν βασικός παθολογικός μηχανισμός προτείνεται η απόφραξη της αιματικής ροής στα αρτηρίδια και στα φλεβίδια. Αναλόγως με την θέση των αποφράξεων αυτών παράγονται και τα διάφορα συμπτώματα.

Διάφορες αλλαγές στα έμμορφα στοιχεία του αίματος έχουν περιγραφεί όπως : αλλαγή στο σχήμα των ερυθρών, σχηματισμός Rouleau, συγκόλληση των έμμορφων στοιχείων στα μικρά αγγεία και μείωση του αριθμού των αιμοπεταλίων. Οι αιματολογικές διαταραχές μπορεί να οφείλονται στην επαφή των φουσαλίδων ή στην καταστροφή του ενδοθηλίου των αγγείων.

Παρατηρείται αιμοσυμπύκνωση λόγω της αυξημένης τριχοειδικής διαπερατότητας. Επίσης η οσμωτική δραστηριότητα των διαλυμένων αερίων έχει θεωρηθεί σαν μηχανισμός της μετακινήσεως των υγρών. Η αυξημένη συγκέντρωση του αερίου στους ιστούς έχει υποτεθεί ότι απορροφά νερό από το αίμα και συνδέεται με την απελευθέρωση μέσα στο αίμα του Smooth Muscle Acting Factor ( Smaf ) και ενεργοποιεί την βραδυκινίνη.<sup>1,2</sup>

## **ΧΡΟΝΙΚΗ ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΤΩΝ ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΒΑΣΙΚΗ ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΟΛΟΓΙΑ**

Τα συμπτώματα της νόσου των δυτών εμφανίζονται αναλόγως της βαρύτητας της προσβολής από 15 λεπτά έως 36 ώρες. Στο 95% των περιπτώσεων εμφανίζεται μέσα στο πρώτο μισάωρο. Γενικότερα με την πάροδο του χρόνου οι πιθανότητες να εμφανιστεί η νόσος μειώνονται. Πιο αναλυτικά τα συμπτώματα :

- ❖ Στο 50% εμφανίζονται σε 30 λεπτά
- ❖ Στο 85% εμφανίζονται σε 1ώρα
- ❖ Στο 35% εμφανίζονται σε 3 ώρες
- ❖ Στο 1% εμφανίζονται σε 6 ώρες

Υπάρχουν όμως και αναφορές για εμφάνιση χτυπήματος από την νόσο ακόμα και μετά από 24 ώρες. Για αυτό θεωρούμε ότι κάθε ενόχληση,

μέσα στο 24ωρο πρέπει να αντιμετωπίζεται σαν νόσος των δυτών μέχρι αποδείξεως του εναντίων.

Τα συμπτώματα διακρίνονται σε τύπου I (ελαφριάς μορφής) που περιλαμβάνουν το μυοσκελετικό άλγος, την λεμφική και δερματική εκδήλωση και σε τύπου II (σοβαρής μορφής) με τις πνευμονικές και νευρολογικές εκδηλώσεις καθώς και το άλγος στο στήθος, την οσφυϊκή χώρα ή την κοιλιά, το Shock και την έντονη κόπωση (Βρετανική διαίρεση). Δεν είναι σπάνιο τα συμπτώματα ελαφριάς μορφής να προηγούνται ή και να συνυπάρχουν με σοβαρότερα συμπτώματα όπως οι νευρολογικές εκδηλώσεις.

Ο πόνος της νόσου έχει τα εξής χαρακτηριστικά :

- ποικίλλει σε ένταση
- είναι συνήθως περιαρθρικός (ώμος, αγκώνας, γόνατο)
- δεν συνοδεύεται από αξιόλογα φυσικά σημεία
- υποχωρεί άμεσα στην θεραπευτική επανασυμπίεση

Οι λεμφικές εκδηλώσεις περιλαμβάνουν λεμφοίδημα σε διάφορες περιοχές, ενώ τα δερματικά συμπτώματα είναι κνησμός και ερυθροκυανόχρωμες περιοχές (συνήθως στην ράχη ή στο στήθος) λόγω αποφράξεως φλεβικών δερματικών τριχοειδών.

Η νευρολογική μορφή χαρακτηρίζεται συνήθως από την εμφάνιση αισθητικών διαταραχών στα κάτω άκρα και προοδευτική μυϊκή αδυναμία που εξελίσσεται σε παράλυση ή παραπληγία με ορθοκυστικές διαταραχές (επίσχεση ούρων, απώλεια – κατακράτηση κοπράνων). Επίσης χαρακτηρίζεται από δύσπνοια και προοδευτική αναπνευστική ανεπάρκεια.<sup>28</sup>

## **ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΝΟΣΟΥ ΤΩΝ ΔΥΤΩΝ**

Ο τύπος I περιλαμβάνει τα συμπτώματα, ελαφριάς μορφής και κυρίως τον πόνο:

1. Πόνος μελών. Ο πόνος σε κάποιο άκρο είναι η συχνότερη εκδήλωση της νόσου και αποτελεί σύμπτωμα στο 90% των περιπτώσεων. Είναι συνήθως περιαρθρικός μπορεί όμως να εντοπίζεται και εκτός της άρθρωσης. Ο πόνος ποικίλλει σε έκταση από ανεκτός έως ανυπόφορος και είναι δυνατόν να συνοδεύεται από ελαφρό οίδημα της άρθρωσης. Το βασικό χαρακτηριστικό του πόνου αυτού είναι ότι είναι ανεξάρτητος από τις κινήσεις.

Στους απλούς αυτοδύτες η προσβολή των άνω άκρων είναι πολύ συχνότερη σε σχέση με τα κάτω άκρα, σε αναλογία μάλιστα 3 – 1. το ακριβώς αντίθετο ισχύει για τις κορεσμένες καταδύσεις. Ο μηχανισμός εφαρμογής και ανάπτυξης, αυτού του τύπου δεν έχει διερευνηθεί πλήρως.

Η πιο πιθανή εξήγηση του πόνου είναι ο σχηματισμός φυσαλίδων στους τένοντες και στους συνδέσμους γύρω από την άρθρωση όπου ο χώρος είναι περιορισμένος.

2. Εκδηλώσεις από το λεμφικό σύστημα. Οι εκδηλώσεις αυτές είναι αποτέλεσμα αποφράξεως των λεμφαγγείων από τις φυσαλίδες. Τα συμπτώματα περιλαμβάνουν πόνο και διόγκωση συγκεκριμένων ομάδων λεμφαδένων που συνοδεύονται από λεμφοίδημα των γύρω ιστών.

3. Δερματικές εκδηλώσεις της νόσου των δυτών.

❖ *Κνησμός* με ή χωρίς απολεπιστικό εξάνθημα, κυρίως κατά την αποπίεση, μετά από βαθιές, σύντομες και ξηρές καταδύσεις. Καταδύσεις δηλαδή στις οποίες ο δύτης περιβάλλεται από αέρια σε υψηλή πίεση και όχι από νερό, όπως σε καταδύσεις με υποβρύχιους κώδωνες και σε θαλάμους επανασυμπίεσης.

❖ *Marbling.* Οφείλεται σε φλεβική απόφραξη των αγγείων του δέρματος από φυσαλίδες. Χαρακτηρίζεται από ερύθημα, συνήθως στη ράχη ή στο στήθος, που συνοδεύεται από γραμμοειδή πορφυρόχρωμα εντυπώματα. τα οποία ακολουθούν την φορά των πλευρικών τόξων. Πολλές φορές μπορεί να εμφανίσουν και πεταλοειδή μορφή. Η εικόνα αυτή συνοδεύει συνήθως βαριές μορφές της νόσου που όμως ανταποκρίνονται καλά στην θεραπεία αποπίεσης.

Ο τύπος II περιλαμβάνει τα εξής πιο σοβαρά συμπτώματα:

1. Η πνευμονική μορφή της νόσου των δυτών εκδηλώνεται με :

❖ Οπισθοστερνικό πόνο με καυστικό χαρακτήρα που επιδεινώνεται με την αναπνοή

❖ Βήχα που στην αρχή δεν είναι συνεχής αλλά αργότερα χειροτερεύει και συνοδεύεται από πόνο (χαρακτηριστικό που χρησιμοποιούσαν σε περίπτωση υποψίας προσβολής από την νόσο οι Καλύμνιοι σφουγγαράδες)

❖ Δύσπνοια και αναπνευστική δυσχέρεια.. Επιδεινώνεται προοδευτικά και αν δεν αντιμετωπισθεί έγκαιρα έχει θανατηφόρα κατάληξη. Αυτές οι εκδηλώσεις οφείλονται σε

συνδυασμό εμβολής της πνευμονικής αρτηρίας και απόφραξης των αγγείων του βρογχικού βλεννογόνου.

2. Νευρολογική μορφή της νόσου των δυτών : Τα νευρολογικά συμπτώματα που εμφανίζονται στην νόσο των δυτών δεν μπορούν να προκαθοριστούν λόγω της ανάπτυξης φυσαλίδων σε οποιοδήποτε σημείο του ΚΝΣ. Το ερώτημα εάν ή DCS προσβάλλει ή όχι και το περιφερικό νευρικό σύστημα παραμένει ακόμα αναπάντητο. Για αυτό το λόγω όλες οι νευρολογικές εκδηλώσεις της νόσου θα πρέπει να θεωρείται ότι αποτελούν προσβολή του κεντρικού νευρικού συστήματος. Οι εκδηλώσεις αυτές χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες.:

- ❖ Προσβολή του εγκεφάλου η οποία χαρακτηρίζεται από κεφαλαλγία ημικρανιακού τύπου που συνοδεύεται από διαταραχές στην όραση (σκοτώματα).
- ❖ Νόσος των δυτών του νωτιαίου μυελού. Τυπικό σύμπτωμα είναι η παραπληγία που αποτελεί εκδήλωση προσβολής του νωτιαίου μυελού, και συνήθως συνοπάρχει παράλυση της κύστεως με επίσχεση ούρων και απώλεια κοπράνων, λόγω του ότι ο άρρωστος δεν μπορεί να ελέγξει νευρολογικά τους σφικτήρες.
- ❖ Νόσος των δυτών του έσω ωτός. Συνήθως η προσβολή αφορά τον κοχλία, τον λαβύρινθο και την αίθουσα με τα εξής συμπτώματα :
  - Εμβοές
  - Μείωση της ακοής
  - Ίλιγγο
  - Ναυτία
  - Εμετό
  - Αταξία (δυσκολία του συντονισμού των κινήσεων)
  - Είναι δυνατόν να διαπιστωθεί νυσταγμός.

Είναι κατάσταση επείγουσα που χρειάζεται άμεση επανασυμπίεση σε θάλαμο, διαφορετικά υπάρχει κίνδυνος μόνιμης βλάβης. Ο άρρωστος που θα εμφανίσει τέτοια συμπτωματολογία, θα πρέπει να διακομίζεται άμεσα σε ειδικό κέντρο καταδυτικής ιατρικής και όχι σε ωτορινολαρυγγολόγο.

### 3. SHOCK.

Είναι η βαρύτερη εκδήλωση - μορφή της νόσου και συνοδεύει συνήθως την πνευμονική προσβολή. Εκδηλώνεται με:

- ◆ Απώλεια της συνείδησης
- ◆ Πτώση της ΑΠ
- ◆ Χαμηλή καρδιακή παροχή

- ♦ Πόνο στα άκρα (σύμπτωμα ελαφριάς μορφής της νόσου)
- ♦ Πόνο στην οσφυϊκή χώρα, στην κοιλιά και στο στήθος, (σοβαρή μορφή της νόσου)
- ♦ Έντονη σωματική κόπωση (σύμπτωμα σοβαρής μορφής της νόσου)

Συνήθως το SHOCK οδηγεί στον θάνατο, ιδίως εάν εκδηλωθεί πρώιμα.

Στην παθογένεση του shock σε περίπτωση DCS συμβάλλουν οι εξής μηχανισμοί : η απώλεια του αγγειακού τόνου λόγω προσβολής του νωτιαίου μυελού, η καταστολή του μυοκαρδίου λόγω υποξίας και οξέωσης, η πνευμονική εμβολή και η υποβολαιμία. Η υποβολαιμία συμβαίνει λόγω της διάχυτου αυξήσεως της διαπερατότητας των τριχοειδών, με αποτέλεσμα απώλεια πλάσματος και αιμοσυμπύκνωση. Σε τέτοιες καταστάσεις ο αιματοκρίτης είναι χρήσιμος στον προσδιορισμό της βαρύτητας της απώλειας υγρών.<sup>1,2,20</sup>

#### 4. Ισοβαρική αντίστροφη διάχυση

Κατά την διάρκεια βαθέων καταδύσεων παρατηρήθηκαν δερματικές βλάβες σε δύτες που ανάπνεαν μείγμα ηλίου – νέου – οξυγόνου, ενώ βρισκότουσαν σε περιβάλλον ηλίου – οξυγόνου.

Αυτές οι βλάβες εξαφανίζονταν όταν ο δύτης φορούσε στολή και βρισκόταν σε ίδιο περιβάλλον μείγματος με αυτό που ανάπνεε. Το φαινόμενο αυτό παρατηρείται επίσης σε περιπτώσεις που γίνεται αλλαγή του αναπνεόμενου μείγματος σε συγκεκριμένη πίεση. Οφείλεται στην διαφορετική διάχυση και διαλυτότητα του αερίου. Έτσι κάτω από αυτές τις συνθήκες το υψηλότερα διαχεόμενο αέριο, διαχέεται γρήγορα στους ιστούς, ενώ το χαμηλότερα διαχεόμενο αέριο διαχέεται αργά στους ιστούς.

Το αποτέλεσμα είναι η αθροιστική συγκέντρωση αδρανούς αερίου και η αύξηση του υπερκορεσμού των ιστών. Τελικό αποτέλεσμα είναι η κλινική εμφάνιση νόσο από αποσυμπίεση. Τα αποτελέσματα της αντίστροφης διάχυσης διακρίνονται σε :

- ♦ Επιφανειακά, που αφορούν το δέρμα
- ♦ Εσωτερικά, που αφορούν τους ιστούς και τα διάφορα όργανα

Το αν θα δημιουργηθεί αντίστροφη διάχυση εξαρτάται από την διάχυση του αερίου δια μέσου του δέρματος που προκαλεί ανάπτυξη φυσαλίδων στους επιφανειακούς ιστούς.



Η κλασική αυτή διαίρεση αναθεωρήθηκε τελευταία από ερευνητές του Βρετανικού Ινστιτούτου Ναυτικής Ιατρικής. Η αναθεώρηση αυτή έγινε δεκτή από το 17<sup>ο</sup> Πανευρωπαϊκό Συνέδριο Καταδυτικής και Υπερβαρικής Ιατρικής (EUBS), για τους εξής λόγους:

- ♦ Δεν υπάρχει καλή παθολογοανατομική συσχέτιση μεταξύ βλαβών και συμπτωμάτων.
- ♦ Μπορεί να συνυπάρχουν και οι δύο τύποι.
- ♦ Μπορεί ο τύπος I να εξελιχθεί σε τύπο II.

Επίσης η παλιά ταξινόμηση δεν παρέχει στοιχεία για τον προσδιορισμό του υπολειπόμενου αζώτου και αγνοεί συμπτώματα που οφείλονται σε βαροτραύματα που τυχόν συνυπάρχουν.

Σύμφωνα λοιπόν με τις νεότερες απόψεις, αποφεύγεται η κατάταξη του περιστατικού στον τύπο I ή II και δίνεται μεγαλύτερη βαρύτητα στα εξής:

- ♦ Καλή περιγραφή των συμπτωμάτων
- ♦ Προσοχή στον εξελικτικό τους χαρακτήρα.
- ♦ Ακριβή προσδιορισμό του χρόνου εμφάνισης του
- ♦ Συνύπαρξη ή όχι σοβαρών βαροτραυμάτων
- ♦ Λήψη ιστορικού κατάδυσης

Γενικά, υπάρχει δυσκολία στο να διακρίνει κανείς τις νευρολογικές και πνευμονικές εκδηλώσεις της νόσου από αυτές της αρτηριακής εμβολής αέρα. Βέβαια, τα νευρολογικά συμπτώματα της αρτηριακής εμβολής αέρα στον εγκέφαλο εμφανίζονται άμεσα ή μέσα σε 5 λεπτά από την ανάδυση. Είναι λοιπόν σαφές ότι η ακριβής καταγραφή του ιστορικού της κατάδυσης και του χρόνου εμφάνισης κάθε συμπτώματος, βοηθάει στο σωστό σχεδιασμό της θεραπείας.<sup>20, 22, 23</sup>

#### Σχετική συχνότητα συμπτωμάτων

Τοπικός πόνος	89%
Άνω άκρο	30%
Κάτω άκρο	70%
Ζάλη – ίλιγγος	5,3%
Παράλυση	2,3%
Σωματική εξάντληση	1,3%
Collapse με απώλεια των αισθήσεων	0,5%

Πίνακας 10

## **ΠΙΘΑΝΟΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΠΑΘΟΓΕΝΕΣΗ ΤΗΣ ΠΡΟΣΒΟΛΗΣ ΤΟΥ ΝΩΤΙΑΙΟΥ ΜΥΕΛΟΥ**

Μετά από πειράματα που έγιναν κυρίως σε σκυλιά από τον Hallenbeck ο πιθανώς μηχανισμός της νόσου είναι ο εξής :

- ♦ Η αγγειακή ροή στα επισκληρίδια φλεβικά πλέγματα και στα νωτιαία ακτινωτά αγγεία είναι βραδεία αλλά επαρκής.
- ♦ Η εμβολή της πνευμονικής αρτηρίας, από φλεβική φουσαλίδα, οδηγεί σε αύξηση της κεντρικής φλεβικής πίεσης. Ο Hallenbeck παρατήρησε μεγαλύτερο εύρος στην διακύμανση της ΚΦΠ με την αναπνοή.
- ♦ Η αύξηση αυτή θεωρείται ότι μεταδίδεται ανάδρομα στα επισκληρίδια φλεβικά πλέγματα όπου δημιουργείται αγγειακή στάση.
- ♦ Φουσαλίδες σχηματίζονται στα επισκληρίδια φλεβικά πλέγματα και χειροτερεύουν περισσότερο την κυκλοφορία λόγω της μηχανικής απόφραξης.
- ♦ Ενεργοποίηση του συστήματος βραδυκινίνης με απελευθέρωση ισταμίνης, είναι δυνατόν να είναι αποτέλεσμα της αλληλεπιδράσεως μεταξύ του αίματος και των φουσαλίδων. Η ισταμίνη με την σειρά της προκαλεί αύξηση της διαπερατότητας των τριχοειδών με αιμοσυμπύκνωση και αύξηση της αιματικής στάσεως.
- ♦ Πιθανόν να γίνεται τοπική ενεργοποίηση του μηχανισμού πήξεως του αίματος.

Το τελικό αποτέλεσμα όλων αυτών των παραγόντων είναι η απόφραξη των επισκληρίδιων φλεβικών πλεγμάτων στο σημείο εισόδου των νωτιαίων ακτινωτών φλεβών με αποτέλεσμα το έμφρακτο του νωτιαίου μυελού.<sup>12</sup>

## **ΠΑΘΟΓΕΝΕΙΑ ΤΗΣ ΝΟΣΟΥ ΤΩΝ ΔΥΤΩΝ**

Η παθογένεια της προσβολής του νωτιαίου μυελού και του Shock, έχουν ήδη περιγραφή. Μερικά ενδιαφέροντα σημεία όμως πρέπει να τονιστούν ιδιαιτέρως.

### **1. Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΩΝ ΑΓΓΕΙΑΚΩΝ ΑΠΟΦΡΑΞΕΩΝ**

Οι αποφράξεις των αγγείων από φυσαλίδες που συμβαίνουν στην περιφερειακή κυκλοφορία ή στους πνεύμονες αποτελούν το βασικότερο στοιχείο στην παθογένεια της νόσου.

■ Η απόφραξη αγγείων σε περιφερική αρτηρία ή φλέβα, οφείλεται σε φυσαλίδες που σχηματίζονται τοπικά ή προέρχονται από άλλα σημεία. Οι αποφράξεις έχουν σαν αποτέλεσμα ή την κακή λειτουργία των ζωτικών οργάνων (εγκέφαλος, καρδιά, νεφροί) ή την διάχυτη περιφερειακή απόφραξη και στάση που οδηγεί σε ιστική ανοξία, μεταβολική οξέωση και υποβολαιμία. Όλα αυτά επιδεινώνουν την ήδη επιβαρημένη καρδιακά παροχή.

■ Η αγγειακή απόφραξη των πνευμονικών τριχοειδών προκαλεί αύξηση της πνευμονικής – αγγειακής αντιστάσεως με σύσπαση των βρογχιολίων που προκαλούν περιμβρογχικό οίδημα. Οι μεταβολές αυτές οδηγούν σε διαταραχή της σχέσεως αερισμού – διάχυσης με αποτέλεσμα την αρτηριακή υποξία.

### **2. ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΜΕΤΑΞΥ ΑΙΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΦΥΣΑΛΙΔΩΝ**

Τα τελευταία χρόνια η προσοχή έχει εστιαστεί στα πιθανά αποτελέσματα των αλληλεπιδράσεων μεταξύ αίματος και φυσαλίδων, στις οποίες συμπεριλαμβάνονται οι ακόλουθες :

\* Σχηματισμός συμπλόκων με συμμετοχή των φυσαλίδων. Οι φυσαλίδες αποτελούν ένα ξένο συστατικό του αίματος. Μία από τις άμεσες συνέπειες της αλληλεπίδρασης αίματος – φυσαλίδων είναι η διαταραχή των λιποπρωτεϊνών με απελευθέρωση λιπιδίων. Ηλεκτρομικρογραφικές μελέτες σε ζώα, έχουν δείξει αγγειακές αποφράξεις από σύμπλοκα που φαίνεται να αποτελούνται από φυσαλίδες που περιβάλλονται από στρώμα λιπών στο οποίο προσκολλούνται αιμοπετάλια. Από αυτές τις παρατηρήσεις έχουν ξεκινήσει πολλές πειραματικές προσπάθειες για διευκρίνιση της πιθανής χρησιμότητας των αντιπηκτικών στην θεραπεία της νόσου των δυτών.

- \* Ενεργοποίηση των ενζυματικών συστημάτων του πλάσματος. Σαν αποτέλεσμα των αντιδράσεων αυτών είναι η παραγωγή παραγόντων που έχουν χημειοτακτική δράση στα λευκοκύτταρα. Ο ρόλος των αντιδράσεων του συστήματος συμπληρώματος στο DCS, δεν έχει ακόμα επαρκώς διευκρινιστεί.
- \* Ενεργοποίηση του συστήματος των κινίνων με απελευθέρωση της βραδυκινίνης και της ισταμίνης. Η βραδυκινίνη μπορεί να ευθύνεται για τον τοπικό πόνο. Όμως και οι δύο ουσίες αυξάνουν την διαβατότητα των τριχοειδών.<sup>12</sup>

### **3. ΆΛΛΕΣ ΘΕΩΡΗΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΠΑΘΟΓΕΝΕΙΑ ΤΗΣ ΝΟΣΟΥ ΤΩΝ ΔΥΤΩΝ**

- \* Λιπώδης εμβολή.
- \* Σε πειράματα με ζώα με DCS, έχουν βρεθεί λιπώδη έμβολα στους πνεύμονες. Τα έμβολα αυτά μπορεί να προέρχονται από ρήξη λιπωδών κυττάρων, από ενδοαγγειακή διαταραχή των λιποπρωτεϊνών ή από τον μυελό των οστών. Η λιπώδης εμβολή με την συνήθη ιατρική έννοια (δηλαδή μόνο καθαρό λιπώδες έμφρακτο, χωρίς ανάμειξη με φυσαλίδες) δεν φαίνεται να συμμετέχει σημαντικά στην παθογένεια της νόσου.
- \* Οδοί για την δημιουργία της νόσου των δυτών.
- \* Μελέτες με υπέρηχους αμέσως μετά την ανάδυση δείχνουν την ύπαρξη εκατοντάδων φυσαλίδων που εισέρχονται στις πνευμονικές αρτηρίες ανά λεπτό σε ασυμπτωματικούς δύτες. Οι φυσαλίδες αυτές ονομάζονται ασυμπτωματικές ή σιωπηλές φυσαλίδες (Silent Bubbles). Αυτό δείχνει ότι για να εμφανιστεί η νόσος των δυτών πρέπει ο αριθμός των φυσαλίδων να ξεπεράσει κάποιο όριο.<sup>30</sup>

Στατιστική καταδυτικών ατυχημάτων ανά έτος (1990- 1996)

1990	29
1991	31
1992	27
1993	42
1994	31
1995	38
1996	47
Σύνολο	244

ΠΙΝΑΚΑΣ 11

Η στατιστική των έξι αυτών ετών μας δείχνει ότι δυστυχώς υπάρχει μία συνεχόμενη αυξητική τάση πάνω στα καταδυτικά ατυχήματα.<sup>28</sup>

Ηλικιακή κατανομή ατυχημάτων σε σχέση με την νόσο των  
δυτών

Ηλικία	Αριθμός	Ποσοστό
< 20 ετών	9	3,7%
21 – 30 ετών	80	33%
31 – 40 ετών	104	42,7%
41 – 50 ετών	45	18,4%
> 51 ετών	6	2,2%

ΠΙΝΑΚΑΣ 12<sup>28</sup>

Σχέση βάθους και αριθμός καταδύσεων ανά ατύχημα

Μέγιστο βάθος κατάδυσης	Αριθμός καταδύσεων
< 10 μέτρων (2 ΑΤΑ)	7
11 – 20 μέτρα (3 ΑΤΑ)	11
21 - 30 μέτρα (4 ΑΤΑ)	22
31 – 40 μέτρα (5 ΑΤΑ)	74
41 – 50 μέτρα (6 ΑΤΑ)	78
51 – 60 μέτρα (7 ΑΤΑ)	37
61 – 70 μέτρα (8 ΑΤΑ)	10
71 – 80 μέτρα (9 ΑΤΑ)	3
> 80 μέτρων	2

ΠΙΝΑΚΑΣ 13<sup>25</sup>

Προϋπάρχοντα προβλήματα υγείας που σε συσχέτιση με κατάδυση εμφάνισαν νόσο των δυτών

1.	Χρόνια βρογχίτιδα	3
2.	Βρογχικό άσθμα	2
3.	Αρτηριακή υπέρταση	2
4.	Αρρυθμίες	2
5.	Επιληψία	1
6.	Κλειστοφοβία	1
7.	Πρόσφατο κάταγμα	2
8.	Αλλεργική ρινίτιδα	3
9.	Τμηματική εκτομή πνεύμονα	1
10.	Βαλβιδοπάθεια	2
11.	Πρόσφατη βρογχοπνευμονία	1
12.	Χρόνια λήψη οινόπνευματος	2
13.	Δυσβαρική οστεονέκρωση	2

ΠΙΝΑΚΑΣ 14<sup>25</sup>

## ΠΡΩΤΕΣ ΒΟΗΘΕΙΕΣ ΣΤΗΝ ΝΟΣΟ ΤΩΝ ΔΥΤΩΝ

Όσοι ασχολούνται με τις καταδύσεις θα πρέπει πάντα να έχουν υπόψιν τους, την πιθανότητα να χτυπηθούν από DCS, ακόμα και εάν έχουν τηρηθεί οι προβλεπόμενοι χρόνοι που υποδεικνύουν οι πίνακες αποπίεσης. Αν όμως παρά την πρόβλεψη εμφανιστεί νόσο των δυτών, θα πρέπει να γίνει άμεσα οι παρακάτω ενέργειες :

❖ Αδρή εκτίμηση της κατάστασης και άμεση τηλεφωνική επικοινωνία με το θάλαμο επανασυμπίεσης. Αυτό γίνεται για να υπάρχει χρόνος να ετοιμαστεί το κλιμάκιο αντιμετώπισης, αλλά και για πάρει το ζευγάρι πολύτιμες πληροφορίες που θα πρέπει να εφαρμόσει πιστά κατά την διαδικασία της διακομιδής του πάσχοντα στο εξειδικευμένο κέντρο καταδυτικής θεραπείας.

❖ Ενυδάτωση.

❖ Σε όσους δύτες που χτυπήθηκαν από DCS και έχουν καλό επίπεδο συνείδησης πρέπει κατά την διάρκεια της διακομιδής να διατηρούνται ζεστή και να χορηγούνται υγρά από το στόμα.

❖ Ταχεία διακομιδή του δύτη στον θάλαμο επανασυμπίεσης.

Ένας πολύ σημαντικός, αν όχι ο σημαντικότερος παράγοντας στο επιτυχές αποτέλεσμα της θεραπείας είναι η μεγαλύτερη δυνατή μείωση του χρόνου μεταξύ της έναρξης της συμπτωματολογίας της νόσου και της έναρξης της θεραπευτικής επανασυμπίεσης.

Αν η απόσταση από την περιοχή που συμβαίνει το περιστατικό έως στο θάλαμο επανασυμπίεσης είναι μεγάλη, τότε πρέπει να χρησιμοποιηθεί εναέριο μέσο. Είναι σημαντικό ο δύτης που έχει παρουσιάσει DCS, να μην εκτεθεί στις χαμηλές βαρομετρικές πιέσεις που επικρατούν στα ύψη όπου πετούν τα αεροσκάφη της πολιτικής αεροπορίας.

Για αυτό πρέπει ο δύτης να μεταφερθεί με το στρατιωτικό C – 130 ή με άλλο ειδικά διασκευασμένο σκάφος που θα διατηρεί την πίεση της καμπίνας ίση με IATA. Η διακομιδή μπορεί να γίνει και με ελικόπτερο το οποίο όμως δεν πρέπει να ξεπεράσει το ύψος των 100 – 150 μέτρων. Είναι προτιμότερο να καθυστερήσει λίγο η διακομιδή από το να εκτεθεί ο πάσχων από DCS σε συνθήκες μειωμένης πίεσης.

❖ Αποσυμπίεση μέσα στο νερό.

Σε γενικές γραμμές η αποσυμπίεση μέσα στο νερό **απαγορεύεται** αυστηρά. Ειδικά εάν το εισπνεόμενο δείγμα είναι αέρας, γιατί η

αντιμετώπιση της νόσου με αέρα εκτός από επικίνδυνη είναι και πολύπλοκη.

Δύτες που έκαναν προσπάθειες για αποσυμπίεση μέσα στο νερό, έχουν καταλήξει σε μερικές από τις πιο δύσκολες περιπτώσεις ασθενών με DCS που αντιμετωπίστηκαν ποτέ.

Η μόνη περίπτωση που μπορεί να γίνει αποδεκτή η αποσυμπίεση μέσα στο νερό είναι όταν το αναπνεόμενο μέσο είναι καθαρό οξυγόνο και υπάρχουν όλα τα προβλεπόμενα μέτρα ασφαλείας, όπως δύτες που επιτηρούν τον πάσχοντα, μάσκα full face, στολή που κρατά τον πάσχοντα ζεστό, ενυδάτωση. Είναι αποδεκτός τρόπος αρχικής αντιμετώπισης μόνο εάν το ατύχημα έχει συμβεί σε πολύ απομακρυσμένη περιοχή που δεν υπάρχει τρόπος άμεσης διακομιδής στον θάλαμο επανασυμπίεσης και υπάρχει έμπειρο προσωπικό που θα οργανώσει το εγχείρημα.<sup>13, 14</sup>

### **ΠΡΟΔΙΑΘΕΣΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΓΙΑ DCS**

1. Σωματική άσκηση κατά της διάρκειας της εκθέσεως στο περιβάλλον αυξημένης πίεσης.
2. Σωματική άσκηση κατά την αποπίεση.
3. Πρόσφατος εστιακός τραυματισμός (κακώσεις ή τραύματα).
4. Χαμηλή θερμοκρασία (κατάδυση σε ψυχρά νερά)
5. Παχυσαρκία.
6. Αυξημένη πυκνότητα CO<sub>2</sub>
7. Ηλικία.
8. Αφυδάτωση
9. Λήψη οινοπνεύματος.
10. Κόπωση.<sup>33</sup>



## ΠΡΟΛΗΨΗ DCS

Για την πρόληψη των καταδυτικών ατυχημάτων πολύ σημαντικό ρόλο έχουν τα εξής :

- Αργή ανάδυση. Με την αργή ανάδυση ο οργανισμός προλαβαίνει να διώξει το επιπλέον άζωτο, είτε με το μοντέλο διάχυσης στους ιστούς, είτε με το μοντέλο αποβολής μέσω φυσαλίδων λόγω διαφοράς πίεσης.
- Τήρηση των πινάκων αποπίεσης. Οι πίνακες αποπίεσης είναι μαθηματικά και στατιστικά μοντέλα με πολύ μεγάλο βαθμό επιτυχίας.
- Προσοχή στους προδιαθεσικούς παράγοντες. Οι προδιαθεσικοί παράγοντες ευθύνονται σύμφωνα με τις στατιστικές για ένα πολύ μεγάλο ποσοστό των καταδυτικών ατυχημάτων.
- Να προτιμάται η κατάδυση με NITROX. Το κύριο πλεονέκτημα που προσφέρει η χρήση NITROX είναι η περιορισμένη ποσότητα εισπνοής αδρανούς αερίου, άρα και η μικρότερη ή καθόλου εμφάνιση παθολογικών καταστάσεων.<sup>20, 28, 32</sup>

## **5.2 Η ΟΣΤΕΟΝΕΚΡΩΣΗ ΤΗΣ ΝΟΣΟΥ ΤΩΝ ΔΥΤΩΝ**

Η ταχεία αποσυμπίεση ατόμων που μακροχρόνιες καταδύσεις ή εργασίες για επαγγελματικούς σκοπούς και που εισπνέουν αέρα υπό πίεση, μετά από έρευνα έχει πιστοποιηθεί ότι έχουν σημαντικές επιπτώσεις κυρίως στο μυοσκελετικό σύστημα γιατί οι δύτες ή οι εργάτες που δουλεύουν υπό πίεση εργάζονται πολύ πιο σκληρά με έντονη σωματική καταπόνηση και με επιπλέον κατακράτηση CO<sub>2</sub>.<sup>37</sup>

### **Η ΔΥΣΒΑΡΙΚΗ ΟΣΤΕΟΝΕΚΡΩΣΗ ΣΧΕΤΙΖΕΤΑΙ ΜΕ:**

- Την ηλικία του ατόμου. Όσο μεγαλύτερο είναι το άτομο, τόσο μεγαλύτερη είναι η πιθανότητα να προσβληθεί κάποιος από δυσβαρική οστεονέκρωση.
- Το βάθος της κατάδυσης ή την μεγαλύτερη πίεση (ακόμα και μία έκθεση σε υπερβαρικό περιβάλλον, αρκεί για να εμφανιστεί δυσβαρική οστεονέκρωση).
- Την εμπειρία. Όσο πιο πολλά χρόνια εργάζονται σε αυξημένη πίεση, τόσο πιο συχνά εμφανίζονται συμπτώματα δυσβαρικής οστεονέκρωσης.
- Το λιπώδη ιστό, ο οποίος είναι επιβαρυντικός παράγοντας.<sup>37</sup>

### **ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΩΝ**

Τις παραπάνω επιδράσεις τις κατατάσσουμε σε πρώιμες και σε όψιμες:

Οι πρώιμες παρουσιάζονται λίγη ώρα μετά την αποσυμπίεση. Εστιάζονται σε οξείς μυϊκούς και αρθρικούς πόνους χωρίς ακτινολογικές αλλοιώσεις. Συνήθη σημεία αυτών των πόνων είναι οι ώμοι, τα ισχία, τα γόνατα και οι παλάμες.

Οι όψιμες εκδηλώσεις της νόσου των δυτών αφορούν το νευρικό σύστημα, τα αισθητήρια και τα οστά.<sup>26</sup>

## ΠΑΘΟΓΕΝΕΙΑ

Η παθογένεια των όψιμων εκδηλώσεων της νόσου οφείλεται κυρίως στις φυσαλίδες του αζώτου που μπαίνουν μέσω των πνευμόνων στην κυκλοφορία και δημιουργούν εμφράκτου των αγγείων. Στα οστά προσβάλλουν κυρίως την άνω επίφυση του βραχίονα και την άνω επίφυση του μηριαίου.

Η δυσβαρική οστεονέκρωση δεν έχει μεγάλες διαφορές από την οστεονέκρωση ως προς την κλινική κατάσταση του οστού και με την αρθρίτιδα όσο αφορά την άρθρωση. Για να συμβεί οστεονέκρωση πρέπει με κάποιο τρόπο να γίνει διακοπή της αιμάτωσης της οστικής επίφυσης είτε λόγω εμφράκτου των αγγείων, είτε λόγω οποιουδήποτε μηχανικού φαινομένου που σταματά την τοπική αιμάτωση.

Όταν κάποιος δύτης έχει εμφανίσει δυσβαρική οστεονέκρωση, εκτός από τα οστά που εμφανίζει οστεοπορωτική οστεονέκρωση, εμφανίζει και φαινόμενα αρθρίτιδας σε πολύ μικρότερο βαθμό, γιατί είναι συνέπεια της καταπόνησης του οστού.<sup>11, 12</sup>

### **Κλινική εικόνα αρθρίτιδας της δυσβαρικής οστεονέκρωσης**

Η κλινική εικόνα αυτού του τύπου αρθρίτιδας είναι συνήθως πολυσύνθετη. Παρουσιάζει κυρίως :

- ♦ Διάχυτους μυοσκελετικούς πόνους στα πάσχοντα μέλη
- ♦ Εύκολη κόπωση
- ♦ Μικρή απώλεια της λειτουργικότητας

Διακρίνουμε αρθρικές και εξωαρθρικές εκδηλώσεις αυτού του τύπου αρθρίτιδας.

Οι αρθρικές εκδηλώσεις θεωρητικά μπορούν να εκδηλωθούν σε οποιαδήποτε άρθρωση. Στατιστικά όμως οι περισσότερες και πιο πρώιμες εκδηλώνονται στα γόνατα, στα ισχία, στους ώμους και τους αγκώνες. Δηλαδή στις αρθρώσεις που δέχονται μηχανικά μεγάλη καταπόνηση υποβρυχίως κυρίως λόγω μακροχρόνιας δουλείας.

Οι εξωαρθρικές εκδηλώσεις, αφορούν κυρίως :

- ♦ Το δέρμα γύρω από την άρθρωση
- ♦ Την νεύρωση – αισθητικότητα του γύρω χώρου
- ♦ Τη κυκλοφορική λειτουργία της γύρω περιοχής.<sup>20, 21</sup>

## ΠΡΟΛΗΨΗ ΔΥΣΒΑΡΙΚΗΣ ΟΣΤΕΟΝΕΚΡΩΣΗΣ

Η εξάρτηση της οστεοπόρωσης από την τιμή της κορυφαίας οστικής πυκνότητας (PBD) η οποία ολοκληρώνεται στην ηλικία στον 25 χρονών περίπου, καθιστά την προληπτική αγωγή υπόθεση των πρώτων δεκαετιών της ζωής.

Ουσιαστικά πρόκειται για την εφαρμογή κανόνων διατροφής και σωματικής άσκησης, που κάθε δύτης πρέπει να εφαρμόζει, και οδηγούν σε αύξηση της οστικής πυκνότητας και άρα μακροχρόνια σε ελάττωση της πιθανότητας εμφάνισης δυσβαρικής οστεονέκρωσης.

Η βάση της προληπτικής διατροφικής αγωγής είναι το ασβέστιο, ο φώσφορος, τα μέταλλα και τα αμέταλλα ιχνοστοιχεία. αυτά περιέχονται σε μεγάλη ποσότητα σε ορισμένες τροφές όπως :

- |             |                |
|-------------|----------------|
| ✓ Ροκφόρ    | ✓ Μανιτάρια    |
| ✓ Παρμεζάνα | ✓ Μαρούλι      |
| ✓ Emmental  | ✓ Λάχανο       |
| ✓ Gouda     | ✓ Σαρδέλες     |
| ✓ Γραβιέρα  | ✓ Ξηροί καρποί |

Κατά τις περιόδους έντονης καταδυτικής δραστηριότητας πρέπει να καταναλώνονται περίπου 1500mg με 2000mg ασβεστίου την ημέρα, ενώ σε όλες τις άλλες φάσεις της ζωής οι ημερήσιες ανάγκες του οργανισμού κυμαίνονται μεταξύ 800 – 1000mg.<sup>20, 21</sup>

## Βιταμίνη D

Για την απορρόφηση του ασβεστίου από το έντερο και την ενσωμάτωσή του στα οστά σημαντικό ρόλο παίζει η βιταμίνη D.

Η βιταμίνη D ή D1 αποτελεί το μείγμα δύο ουσιών, της D2 ή εργοκαλτιφερόλης και της D3 ή χοληκαλτιφερόλης. Η υπάρχουσα στον οργανισμό βιταμίνη D προέρχεται αφενός μεν από τις τροφές αφετέρου δε από την σύνθεση στο δέρμα υπό την επίδραση της υπεριώδους ακτινοβολίας.

Η βιολογική δράση της βιταμίνης D συνίσταται :

- ❖ Στην διευκόλυνση της απορρόφησης του ασβεστίου και του φωσφόρου από το λεπτό έντερο
- ❖ Στην μετακίνηση του ασβεστίου από τα οστά προς την κυκλοφορία.

Η **σωματική άσκηση** είναι το δεύτερο σκέλος της προληπτικής αγωγής για την δυσβαρική οστεονέκρωση. Ιδανικά θεωρούνται το jogging και το βάδισμα, αρκεί να συνδυάζονται με τροφές πλούσιες στο ασβέστιο και να μην καταπονούν ιδιαίτερα τον οργανισμό. Η άσκηση δεν πρέπει να εγκαταλείπεται ακόμα και μετά από αρκετά χρόνια, αλλά πρέπει πάντα να προσαρμόζεται στις μεταβαλλόμενες ανάγκες του οργανισμού.<sup>20, 21,</sup>

### **5.3 ΥΠΕΡΒΑΡΙΚΗ ΟΞΥΓΟΝΟΘΕΡΑΠΕΙΑ (HBOT)**

Η υπερβαρική οξυγονοθεραπεία είναι η κύρια και σε κάποιες περιπτώσεις η μοναδική θεραπεία σε εμφάνιση ενός καταδυτικού περιστατικού. Άρα λοιπόν η χρησιμότητα αυτού του κεφαλαίου είναι να κατανοηθεί η χρήση και ο τρόπος λειτουργίας του υπερβαρικού οξυγόνου γενικά. Αυτού του είδους η θεραπεία δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί με ασφάλεια παρά στον θάλαμο επανασυμπίεσης.

Ο θάλαμος, εκτός από θεραπεία σε εμφάνιση καταδυτικού περιστατικού συμβάλει είτε κύριος, είτε βοηθητικός στην θεραπεία πληθώρας άλλων νοσημάτων.

#### **Η ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΗΣ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΓΙΑ ΥΒΟΤ ΕΙΝΑΙ Η ΕΞΗΣ :**

Μετά από την κλινική εκτίμηση της γενικής κατάστασης (α/α θώρακος, διαβατότητα των ευσταχιανών σαλπίνγων κτλ ) και της κατάλληλης εκπαίδευσης, όπου πρακτικά μαθαίνει να εξισώνει τις διαφορές πίεσης στα αυτιά του, τι αλλάζει στο σώμα του με την επίδραση της πίεσεως και τι δεν μπορεί να κάνει όταν είναι μέσα στον θάλαμο, ο ασθενής εισέρχεται στον υπερβαρικό θάλαμο.

Η εκπαίδευση του ασθενή έχει σαν κύριο σκοπό να κατανοήσει τα οφέλη αλλά και τις πιθανές παρενέργειες που έχει η υπερβαρική οξυγονοθεραπεία.. Κατά την διάρκεια της εκπαίδευσης του, ο ασθενής πρέπει να μάθει και να κατανοήσει την χρησιμότητα της μεθόδου VALSAVA και την ασφάλεια που του παρέχει στην εξισορρόπηση των πιέσεων στο ακουστικό του σύστημα. Τέλος μαθαίνει να αναπνέει φυσιολογικά μέσα στην προσωπίδα του.

Η συνεδρία της υπερβαρικής οξυγονοθεραπείας έχει 3 φάσεις :

- 1. Τη φάση της βραδείας συμπίεσης με αέρα**
- 2. Τη φάση της παραμονής ,** κατά την οποία ο ασθενής αναπνέει καθαρό O<sub>2</sub> μέσω ειδικής προσωπίδας . Ο αέρας της εκπνοής διοχετεύεται με κατάλληλη διάταξη στο εξωτερικό του θαλάμου.
- 3. Τη φάση της βραχείας αποσυμπίεσεως με αέρα,** κατά την οποία ο ασθενής επιστρέφει προοδευτικά στην ατμοσφαιρική πίεση (1 ATA ).

Η μέγιστη τιμή πίεσεως και η διάρκεια της συνεδρίας εξαρτάται από το περιστατικό. Κατά εξαίρεση τα καταδυτικά ατυχήματα αντιμετωπίζονται με ειδικούς πίνακες θεραπευτικής επανασυμπιέσεως.

Γενικώς η συμπίεση στην υπερβαρική οξυγονοθεραπεία κυμαίνεται μεταξύ 2 και 3 ATA και η διάρκεια της συνεδρίας είναι μεταξύ 60 – 90 λεπτών. Σε ορισμένες παθολογικές καταστάσεις π.χ. δηλητηρίαση από CO, αρκεί μόνο μία συνεδρία. Σε άλλα περιστατικά απαιτούνται 15 – 20 συνεδρίες, ανάλογα με την κλινική κατάσταση του αρρώστου (επίπεδο συνειδήσεως, σύνοδες παθολογικές καταστάσεις) χρειάζεται ανάλογη ιατρική και νοσηλευτική φροντίδα μέσα στον θάλαμο.

## **ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΥΠΕΡΒΑΡΙΚΟ O<sub>2</sub>**

Υπερβαρικό O<sub>2</sub> ονομάζουμε τη χορήγηση 100% O<sub>2</sub> σε πίεση πάνω από 1 ATA μέσω ειδικής μάσκας ή HOOD. Το HBO στοχεύει στην αύξηση της ιστικής οξυγόνωσης που λόγω διάχυσης αερίων η PpO<sub>2</sub> μπορεί να φτάσει ακόμα και 1800mmHg διαλυμένου οξυγόνου στο πλάσμα. Έχει άμεση με τον νόμο του Henry περί διαλυτότητας των αερίων στους ιστούς και με διαφορά πίεσεως λόγω εξισορρόπησης της νέας ισορροπίας αερίων.

## **ΤΡΟΠΟΙ ΧΟΡΗΓΗΣΗΣ HBO**

Η χορήγηση του HBO γίνεται μόνο σε έναν μεταλλικό κώδωνα που κλείνει αεροστεγώς, με τον πάσχοντα μέσα και ονομάζεται θάλαμος αποπίεσης. Η δουλειά αυτού του θαλάμου είναι να εξομοιώνει τις φυσικές συνθήκες πίεσης σε τεχνικές υπό απόλυτη ασφάλεια

## **ΔΡΑΣΗ ΤΟΥ HBO**

Προκαλεί νεοαγγειογέννεση, αύξηση παραγωγής κολλαγόνου, αύξηση της δράσης των λευκοκυττάρων έναντι των αερόβιων και αναερόβιων μικροβίων, ελάττωση του ιστικού οιδήματος και ταυτόχρονα αύξηση της απόστασης διάχυσης του οξυγόνου στους ιστούς, αύξηση της ιστικής PpO<sub>2</sub> και αύξηση της δραστηριότητας των αντιβιοτικών στα αερόβια μικρόβια..

## **ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ HBO**

Τα αποτελέσματα – οφέλη του HBO είναι πολύπαραγοντικά με κυριότερο τη μείωση του χρόνου νοσηλείας λόγω ταχύτερης ανάρρωσης, τη μικρότερη δοσολογία ειδικών αντιβιοτικών γιατί το ίδιο το υπερβαρικό οξυγόνο είναι από την φύση του και κατασταλτικό πολλών μικροοργανισμών, την μικρότερη μεταθεραπευτική φροντίδα λόγω καλύτερης κλινικής κατάστασης και την πιο άμεση κινητικότητα σε κάποιο κατακεκλημένο.

## **ΑΡΧΕΣ ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΗΣ ΕΠΑΝΑΣΥΜΠΙΕΣΗΣ ΓΙΑ ΚΑΤΑΔΥΤΙΚΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ**

Οι λόγοι για τους οποίους υποβάλλονται σε θεραπευτική επανασυμπίεση οι πάσχοντες από την νόσο των δυτών και από βαροτραυματική αρτηριακή εμβολή αέρος είναι δυο :

1. **Η διευκόλυνση της αποβολής φυσαλίδων** από τους ιστούς και τον ενδοαγγειακό χώρο. Επιτυγχάνεται δια της σμικρύνσεως του όγκου των φυσαλίδων και της επαναδιαλύσεως των αερίων στα υγρά των ιστών.
2. **Η επανοξυγόνωση των ιστών** που επιτυγχάνεται δια της παρακάμψεως της κανονικής οδού με την αύξηση ης μερικής πίεσεως του διαλυμένου  $O_2$  ( $Pp O_2$ ).

Στα περιστατικά πρόσφατου ενάρξεως έχει εφαρμογή η πρώτη κυρίως περίπτωση, διότι εκεί υπάρχουν φυσαλίδες και δεν έχουν ακόμη ολοκληρωθεί οι παθοφυσιολογικοί μηχανισμοί που οδηγούν στην μόνιμη βλάβη. Στα περιστατικά που προσέρχονται καθυστερημένα, οι παθοφυσιολογικοί μηχανισμοί

Έχουν πλέον προχωρήσει και οι βλάβες βρίσκονται πλησιέστερα στην μόνιμη βλάβη. Συνεπώς αυξάνεται η σημασία της ιστικής επανοξυγονώσεως.

## **ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΟΥ ΥΠΕΡΒΑΡΙΚΟΥ $O_2$**

Το υπερβαρικό  $O_2$  δίνεται να χρησιμοποιηθεί είτε ως κύριος θεραπευτικός παράγων, είτε ως συμπληρωματικός συντελεστής της θεραπείας. Η εγκυρότητα της μεθόδου έχει από μακρού τεκμηριωθεί



με έρευνες σε ιστοκαλλιέργειες *in vitro*, σε πειραματόζωα καθώς και από την κλινική πείρα που αποκτήθηκε σε χιλιάδες περιστατικά.

Σύμφωνα με τις συστάσεις της UBMS οι ενδείξεις ταξινομούνται σε :

➤ **Ενδείξεις απόλυτες.**

Στις περιπτώσεις αυτές δεν διατίθεται καμία εναλλακτική λύση.

➤ **Ενδείξεις πλήρως αποδεκτές.**

Στις περιπτώσεις αυτές υπάρχουν και άλλες δυνατές λύσεις πλην του υπερβαρικού O<sub>2</sub>, αλλά το υπερβαρικό οξυγόνο δίνει αποδεκτά θετικά αποτελέσματα.

➤ **Ενδείξεις πιθανές** ακόμη υπό μελέτη.

Εδώ υπάγονται περιπτώσεις στις οποίες η εφαρμογή του υπερβαρικού O<sub>2</sub> θα έχει θεωρητικά, ευνοϊκή επίδραση, αυτό όμως δεν έχει επιβεβαιωθεί ακόμα.

## **ΑΠΟΛΥΤΕΣ ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ**

Ατυχήματα αποσυμπέσεως όπως η «νόσος των δυτών». Όπως ήδη αναφερθήκαμε, τα καταδυτικά ατυχήματα αποτέλεσαν το αρχικό πεδίο εφαρμογής της υπερβαρικής θεραπείας. Σήμερα με το υπερβαρικό O<sub>2</sub> αντιμετωπίζεται τόσο η υποξία και το οίδημα που προκαλούνται από την μικροφουσαλιδική απόφραξη των φλεβικών τριχοειδών, όσο και οι ίδιες οι παθογόνες φυσαλίδες του αδρανούς αερίου (συνήθως αζώτου), για να μειωθεί ο όγκος τους, προς υποβοήθηση της επαναδιαλύσεως στα υγρά των ιστών και αποβολής τους δια της αναπνοής.

## **ΕΜΒΟΛΗ ΑΕΡΟΣ**

Σε αντιδιαστολή με τις φυσαλίδες αζώτου της νόσου των δυτών, στην ιατρογενή ή συνέπεια καταδυτικού ατυχήματος, εμβολής αέρος οι παθογόνες φυσαλίδες αποτελούνται από αέρα και έχουν μεγάλο μέγεθος.

Ο μηχανισμός δράσης του υπερβαρικού O<sub>2</sub> είναι ο ίδιος όπως και στην νόσο των δυτών, με έμφαση όμως στην ταχεία μείωση του όγκου των φυσαλίδων. Η εμβολή αέρος αποτελεί ένδειξη επείγουσας εφαρμογής της υπερβαρικής οξυγονοθεραπείας.

## **ΑΤΟΝΑ ΕΛΚΗ – ΚΡΗΜΝΟΙ ΔΕΡΜΑΤΟΣ ΜΕ ΚΙΝΔΥΝΟ ΝΕΚΡΩΣΕΩΣ**

Το υπερβαρικό  $O_2$  έχει ιδιαίτερη ένδειξη στις εξής περιπτώσεις :

1. Στα διαβητικά έλκη, όπου η τοπική  $PpO_2$  είναι μεταξύ 60 – 80 mmHg.
2. Στα άτονα έλκη με νεκρωτικές εσχάρες της κνήμης, ιδίως όταν επιπλέκονται με οστεομυελίτιδα και απαιτείται επανορθωτική χειρουργική επέμβαση.
3. Στην πλαστική-επανορθωτική χειρουργική, όταν χρησιμοποιούνται κρημνοί με προβληματική αιμάτωση.

## **ΟΣΤΕΟΡΑΔΙΟΝΕΚΡΩΣΗ ΚΑΙ ΡΑΔΙΟΝΕΚΡΩΣΗ ΜΑΛΑΚΩΝ ΜΟΡΙΩΝ**

Όπως είναι ήδη γνωστό η ιστική νέκρωση μετά από ακτινοθεραπεία, οφείλεται σε εξελεγκτική ενδαρτηρίτιδα, που καταλήγει σε ιστική ισχαιμία. Η διέγερση αυτή αναστέλλεται στο 85% των περιπτώσεων, με την εφαρμογή του υπερβαρικού  $O_2$ .

## **ΣΥΝΔΡΟΜΟ SUDECK (ΜΕΤΑΤΡΑΥΜΑΤΙΚΗ ΟΣΤΕΟΠΟΡΩΣΗ)**

Με την ελάττωση του οιδήματος που προκαλεί το υπερβαρικό  $O_2$ , υποχωρεί και η συμπτωματολογία του πόνου, με συνέπεια την υποβοήθηση της κινήσεως. Με την κίνηση βοηθείται η φλεβική και λεμφική επιστροφή, συγχρόνως με την αύξηση του νεόπλαστου αγγειακού δικτύου, της οστικής μάζας και της εναποθέσεως ανόργανων αλάτων στο οστό.

## **ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΟ ΟΙΔΗΜΑ**

Η αποτελεσματικότητα του υπερβαρικού  $O_2$  στα μετατραυματικά οιδήματα είναι τουλάχιστον ίδια με αυτή των κορτικοστεροειδών, της ACTH και των υπεροσμωτικών διαλυμάτων.

## ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΕΣ ΑΝΟΞΙΕΣ

Το υπερβαρικό  $O_2$ , όταν εφαρμόζεται σε περιστατικά εγκεφαλικής ανοξίας, έχει πολλές φορές θεαματικά αποτελέσματα. Η αποτελεσματικότητα της αγωγής εξαρτάται κυρίως από την υποκειμενική αιτία.

Αναερόβιες λοιμώξεις. Η συχνότητα των λοιμώξεων αυτών δεν έχει ελαττωθεί παρ' όλες τις προόδους της χειρουργικής και της αντιμικροβιακής χημειοθεραπείας.

Το υπερβαρικό  $O_2$  καταστρέφει τα αναερόβια μικρόβια, εμποδίζει την παραγωγή των ενζύμων που είναι υπεύθυνα για την ιστική αποδόμηση και αναστέλλει την παραγωγή τοξινών. Ο λόγος είναι ότι τα μικρόβια αυτά δεν διαθέτουν τον αναγκαίο ενζυματικό εξοπλισμό ( αναγωγάσες και δυσμουτάσες ) για την αναγωγή των ελευθέρων ριζών του  $O_2$  που παράγονται μόνο σε αερόβιο περιβάλλον. Είναι αναγκαίο να εφαρμόζεται το υπερβαρικό  $O_2$  όσο το δυνατόν νωρίτερα και να διαρκεί η αγωγή μέχρι την αποδρομή της λοιμώξεως. Είναι σημαντικό να μην στερηθεί ο ασθενής τα λοιπά διατιθέμενα μέσα ( χειρουργική θεραπεία και ειδική αντιμικροβιακή χημειοθεραπεία ) με το πρόσχημα της εφαρμογής του υπερβαρικού  $O_2$ .

Στο σημείο αυτό πρέπει να δώσουμε έμφαση, διότι το σχήμα εφαρμογής υπερβαρικής οξυγονοθεραπείας έχει κατ' επανάληψη συνδεθεί με . αντιεπιστημονικό δογματισμό και θεωρήθηκε αδικαιολόγητος είτε ως πανάκεια είτε ως άχρηστη θεραπευτική ενέργεια.

Οι αναερόβιες λοιμώξεις χαρακτηρίζονται από μεγάλη πολυμορφία. Παρουσιάζουν ποικίλη τοπογραφία, πρόσβαση ποικίλων ιστών και οργάνων, έχουν τάση επεκτάσεως κατά συνέχεια ιστού και αναπτύσσονται μικρόβια αποκλειστικώς ή και δυνητικός αναερόβια.

Σημείο αναφοράς είναι το φαινόμενο του συμβιοτισμού, κατά το οποίο ένας αναερόβιος μικρό-οργανισμός καταναλίσκει το  $O_2$  του μικροπεριβάλλοντος και καθιστά δυνατή την παράλληλη ανάπτυξη άλλου, αποκλειστικώς αναερόβιου μικροβίου, σε περιοχή που λογικά δεν θα αναμένετο (πχ στην στοματική κοιλότητα, στα ιγμόρεια κτλ )

Προκειμένου να καταστεί σαφής η δράση του υπερβαρικού  $O_2$  ως φαρμάκου, μπορούμε να το καταλάβουμε πως επιδρά στην αεριογόνο γάγγραινα. Αυτή οφείλεται στο C.Perfringens, ένα αποκλειστικώς αναερόβιο μικρόβιο.

Το υπερβαρικό  $O_2$  αναστέλλει την παραγωγή της α-εξωτοξικής όταν η  $PpO_2$  φτάσει τα 250 mmHg και καταστρέψει το κλωστίδιο σε  $PpO_2$  1520mmHg. Κατά την υπερβαρική συνεδρία η  $PpO_2$  φτάνει τα

2193mmHg. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται η καταστροφή τόσο του μικροβίου όσο και της τοξίνης που ευθύνεται για την προκαλούμενη ιστονέκρωση. Συγχρόνως παύουν να υπάρχουν οι αναερόβιες συνθήκες στην πάσχουσα περιοχή, που ευνοούσαν την εγκατάσταση και ευόδωση της λοιμώξεως. Το σύνηθες αποτέλεσμα της αγωγής με υπερβαρικό O<sub>2</sub> είναι η θεραπευτική κλινική βελτίωση.

### **ΟΣΤΕΟΜΥΕΛΙΤΙΔΑ**

Το υπερβαρικό O<sub>2</sub> έχει απόλυτη ένδειξη εφαρμογής σε χρόνιες εξελκτικές μορφές οστεομυελίτιδος, ανθεκτικές στην χειρουργική και αντιμικροβιακή χημειοθεραπεία. Ο μηχανισμός δράσεως έγκειται στην οξυγόνωση της ισχαιμικής περιοχής, στην βακτηριοστατική δράση και στην ανάπτυξη νεόπλαστου αγγειακού δικτύου.

### **ΚΑΚΟΗΘΕΙΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΩΤΙΤΙΔΑ**

Προκαλείται συνήθως από την *P.aeruginosa* σε διαβητικά κυρίως άτομα με τάση για κετο-οξέωση μετά από καθαρισμό ή πλύση των αυτιών. Χαρακτηρίζεται ως κακοήθης διότι συνυπάρχει οστεομυελίτις του τυμπανικού οστού η οποία εκτείνεται σε όλο το κροταφικό ή και ενδοκράνιο. Συνήθης είναι η επινέμηση του προσωπικού ή και άλλων κρανιακών νεύρων. Έχει κακή πρόγνωση, η οποία δεν έχει βελτιωθεί αναλόγως με την δραστηριότητα των νέων αντιψευδομοναδικών φαρμάκων. Όμως το 60 – 80 % των ανθεκτικών στη κλασσική θεραπεία μορφών, αντιμετωπίζεται ικανοποιητικά με το υπερβαρικό O<sub>2</sub>.

### **ΣΥΝΔΡΟΜΟ ΣΥΝΘΛΙΨΕΩΣ ΜΕ ΟΞΕΙΑ ΑΓΓΕΙΑΚΗ ΙΣΧΑΙΜΙΑ**

Το υπερβαρικό O<sub>2</sub> συνιστά ισχυρό βοήθημα στην επανορθωτική χειρουργική των αγγείων. Τα αποτελέσματα είναι αξιοσημείωτα με σημαντική βελτίωση της θνητότητας και μείωση του χρόνου νοσηλείας.

## ΠΛΗΡΩΣ ΑΠΟΔΕΚΤΕΣ ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ

Σε περιπτώσεις ιστικής ανοξίας, που οφείλονται σε αδυναμία συνδέσεως της αιμοσφαιρίνης με το οξυγόνο όπως η δηλητηρίαση από CO. Η αιμοσφαιρίνη συνδέεται με το CO και σχηματίζεται ανθρακυλαιμοσφαιρίνη (HbCo), ένωση πολύ σταθερότερη από την οξυοαιμοσφαιρίνη. Η μεταφορά του οξυγόνου στους ιστούς δυσχεραίνεται στο βαθμό που το όχημα μεταφοράς του είναι κατειλημμένο.

Με το υπερβαρικό O<sub>2</sub> αποκαθίσταται η οξυγόνωση των ιστών, διότι ικανοποιητικές ποσότητες του, φτάνουν σε αυτούς ως διαλυμένο στο πλάσμα O<sub>2</sub>.

## ΠΙΘΑΝΕΣ ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΤΗΣ ΥΠΕΡΒΑΡΙΚΗΣ ΟΞΥΓΟΝΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

- ♦ **Εγκαύματα**, σε πολυκεντρικές μελέτες νοσηλευτικών μονάδων εγκαυμάτων έχει διαπιστωθεί σημαντική ελάττωση του αριθμού των θανάτων του χρόνου νοσηλείας και των ιατριγενών επιπλοκών.
- ♦ **Δηλητηρίαση από τετραχλωράνθρακα και υδρόθειο**, σκοπός της υπερβαρικής οξυγονοθεραπείας, σε αυτές τις περιπτώσεις, είναι η πρόληψη της ηπατοκυτταρικής ανεπάρκειας που προκαλούν οι ανωτέρω ηπατοτοξικές ενώσεις.
- ♦ **Εγκεφαλικά θρομβοεμβολικά επεισόδια**, θεωρείται ότι η περιοχή του εμφράκτου και κυρίως η οιδηματώδης μη νεκρωμένη, περιβάλλουσα περιοχή θα επανατροφοδοτηθεί με οξυγόνο από το διαλυμένο στο διάμεσο υγρό πλάσμα.
- ♦ **Οξεία κώφωση**, εδώ υπάγεται μια πλειάδα ετερογενών παθήσεων, με ποικίλη αιτιολογία. Η αγγειακή αιτιολογία παρόλο ότι αποτελεί διάγνωση του συρμού στις περιπτώσεις αυτές, δεν φαίνεται να έχει υπολογίσιμο μερίδιο από το σύνολο των αιτιολογιών.
- ♦ **Οξείες κωφώσεις αγγειακής αιτιολογίας**, γίνονται δεκτές όταν συνοδεύονται και από στελεχιαίες νευρολογικές εκδηλώσεις, πράγμα σπάνιο στην πράξη.

Τα κυριότερα από πλευράς συχνότητας αίτια είναι οι ιώσεις, ο ενδολεμφικός ύδρωψ και η υποξία-υπερκαπνία κατά την ελεύθερη κατάδυση. Το βαρότραυμα του λαβυρίνθου αποτελεί σχετική αντένδειξη για Υ/Β οξυγονοθεραπεία. Η δράση του υπερβαρικού οξυγόνου στις οξείες κωφώσεις υποστηρίζεται από αρκετούς ερευνητές.

Ανφιβληστροειδοπάθειες : Υποστηρίζεται η ευεργετική δράση του υπερβαρικού οξυγόνου, κυρίως στις περιπτώσεις με θρόμβωση της κεντρικής φλέβας, στην εμβολή της κεντρικής αρτηρίας και στη μελαγχρωστική ανφιβληστροειδοπάθεια..

### **ΜΕΤΕΓΧΕΙΡΗΤΙΚΗ ΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ**

Υποστηρίζεται ότι η χορήγηση υπερβαρικού  $O_2$  , προ και μετά την εγχείρηση, βοηθά να οξυγονωθεί η περιοχή και να ενταθεί ο κυτταρικός μεταβολισμός με αποτέλεσμα να συντομεύεται στο ήμισυ του κανονικού προβλεπόμενου, ο χρόνος επουλώσεως. Είναι χαρακτηριστική η απουσία κυανώσεως ή και αμαυρώσεως των μοσχευμάτων και κρημνών.

### **ΣΚΛΗΡΥΝΣΗΣ ΚΑΤΑ ΠΛΑΚΑΣ**

Σε ανοιχτές κλινικές μελέτες βρέθηκε σημαντική βελτίωση πρωίμων αντικειμενικών ευρημάτων. Ευνοϊκά θεωρήθηκαν τα αποτελέσματα της υπερβαρικής  $O_2$  στην δυσμετρία, τους μυϊκούς σπασμούς, τη διπλωπία, τις διαταραχές της ισορροπίας, τον ίλιγγο, και την ζάλη, τις λεπτές κινήσεις των δακτύλων, τα προβλήματα ελέγχου των σφικτήρων και τις αισθητικές διαταραχές, πλην όμως δεν παρατηρείται υποστροφή της νόσου ή επιβράδυνση της εξελικτικής πορείας της.

## **ΑΝΤΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΥΠΕΡΒΑΡΙΚΗΣ ΟΞΥΓΟΝΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ**

Άρρωστοι με χρόνια καρδιακή και αναπνευστική ανεπάρκεια, ιδίως αποφρακτικού τύπου, έχουν αυξημένες πιθανότητες παρενεργειών και δεν πρέπει να υποβάλλονται σε ΥΒΟΤ.

Ο πνευμοθώρακας, οι πνευμονικές κύστης, λοιμώξεις του πνεύμονα ή του ανωτέρου αναπνευστικού, βρογχικό άσθμα, επιληψία, οπτική νευροπάθεια, υψηλός πυρετός, ιστορικό εγχειρήσεων στον θώρακα ή στο αυτί, πρόσφατες χειρουργικές επεμβάσεις στην κοιλιά, κτλ αποτελούν αντενδείξεις για υπερβαρική οξυγονοθεραπεία.

## **ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΤΗΣ ΥΠΕΡΒΑΡΙΚΗΣ ΟΞΥΓΟΝΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ**

Το βαρότραυμα του μέσου ωτός είναι βάση στατιστικών ο μεγαλύτερος κίνδυνος και παρουσιάζεται σε ποσοστό 2% των θεραπειών, ενώ το βαρότραυμα των κόλπων των παρρινίων είναι σπανιότερο και οφείλεται συνήθως σε συνυπάρχουσα λοίμωξη του ανώτερου αναπνευστικού, ενώ η πρόληψη τους περιλαμβάνει χρήση αποσυμφορητικών και μικρότερους ρυθμούς αυξομειώσεις της πίεσης.

Μερικές φορές δημιουργείται σοβαρή ωτίτιδα, που θεωρείται αποτέλεσμα της επίδρασης του ΥΒΟ στη καλή λειτουργία της ευσταχιανής σάλπιγγας. Η προοδευτική εμφάνιση της μυωπίας μετά από παρατεταμένη ΥΒΟΤ αποδίδεται σε διαθλαστικές μεταβολές του φακού και συνήθως υποχωρεί τελείως σε λίγες ημέρες ή εβδομάδες μετά την τελευταία συνεδρία.

Παρατεταμένες θεραπείες ( 80-100 συνεδρίες ) έχουν συνδεθεί με αυξημένο κίνδυνο μη αναστρέψιμων διαθλαστικών διαταραχών ή και καταράκτου. έχουν επίσης αναφερθεί διαταραχές του οπτικού πεδίου, ιδίως σε άτομα με ιστορικό οπτικής νευρίτιδας.

Σχετικά με την πνευμονική τοξικότητα του ΥΒΟ δεν παρουσιάζονται συνήθως συμπτώματα ακόμα και μετά από καθημερινή έκθεση σε 2-2,2ΑΤΑ για 1,5-2 ώρες.

Η εμφάνιση επιληπτικών σπασμών είναι περίπου 1/10000 θεραπείες, ενώ μετά από θεραπεία για δηλητηρίαση CO ανέρχεται σε 0,6-2,5%. Βαρότραυμα του πνεύμονα μπορεί να συμβεί σπάνια και κατά την αποσυμπίεση, ενώ άρρωστοι με χρόνια αναπνευστική ανεπάρκεια και χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια έχουν αυξημένες πιθανότητες.

Γενικά η υπερβαρική οξυγονοθεραπεία είναι ασφαλής όταν εφαρμόζονται τα αποδεκτά σχήματα, η πίεση του O<sub>2</sub> δεν υπερβαίνει τις 3 ATA και ο χρόνος κάθε συνεδρίας δεν υπερβαίνει τα 120 λεπτά.

## ΠΑΡΕΝΕΡΓΕΙΕΣ ΤΗΣ ΥΠΕΡΒΑΡΙΚΗΣ ΟΞΥΓΟΝΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

Οι κυριότερες παρενέργειες ή κίνδυνοι που συνδέονται με την ΥΒΟΤ είναι αποτέλεσμα των μεταβολών της πίεση κατά την διάρκεια της θεραπείας και της τοξικότητας του οξυγόνου κυρίως στους πνεύμονες και στο ΚΝΣ.<sup>5, 11, 12, 18, 20, 22, 25, 27</sup>

## ΑΠΟΔΕΚΤΕΣ ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΗΒΟΤ

Σύμφωνα με το εθνικό ίδρυμα υγείας των ΗΠΑ και το μέσο όρο με τον αριθμό των συνεδριών, μέχρι να υπάρξουν απτές ενδείξεις σταθεροποίησης και βελτίωσης της κλινικής κατάστασης των ασθενών:

<u>Εμβολή από αέρα</u>	14
<u>Δηλητηρίαση από CO και εισπνοή καπνού</u>	10
<u>Αεριογόνος γάγγραινα</u>	5 – 10
<u>Σύνδρομο συνθλίψεως και άλλες οξείες τραυματικές ισχαιμίες</u>	3 – 12
<u>Νόσος των δυτών</u>	14, έως σταθεροποίηση
<u>Ενίσχυση της επούλωσης επιλεγμένων ανοικτών τραυμάτων</u>	10 – 60
<u>Υπερβολική απώλεια αίματος (ανααιμία)</u>	Μέχρι Hb να παρουσιάσει τιμή πάνω από 23%
<u>Νεκρωτικές φλεγμονές μαλακών μορίων</u>	5 – 30
<u>Χρόνια επιμένουσα οστεομυελίτις</u>	20 – 60
<u>Βλάβη οστών – μαλακών μορίων από ακτινοβολία</u>	20 – 60
<u>Δερματικά ισχαιμικά μοσχεύματα</u>	6 – 40
<u>Εγκαύματα</u>	5 – 45
<u>Συμπληρωματική θεραπεία σε ενδοκρανιακά αποστήματα</u>	Όσες συνεδρίες χρειάζονται

ΠΙΝΑΚΑΣ 15<sup>12</sup>



## **5.4 ΘΑΛΑΜΟΣ ΕΠΑΝΑΣΥΜΠΙΕΣΗΣ**

### **ΠΟΥ ΒΡΙΣΚΟΝΤΑΙ ΟΙ ΘΑΛΑΜΟΙ ΕΠΑΝΑΣΥΜΠΙΕΣΗΣ**

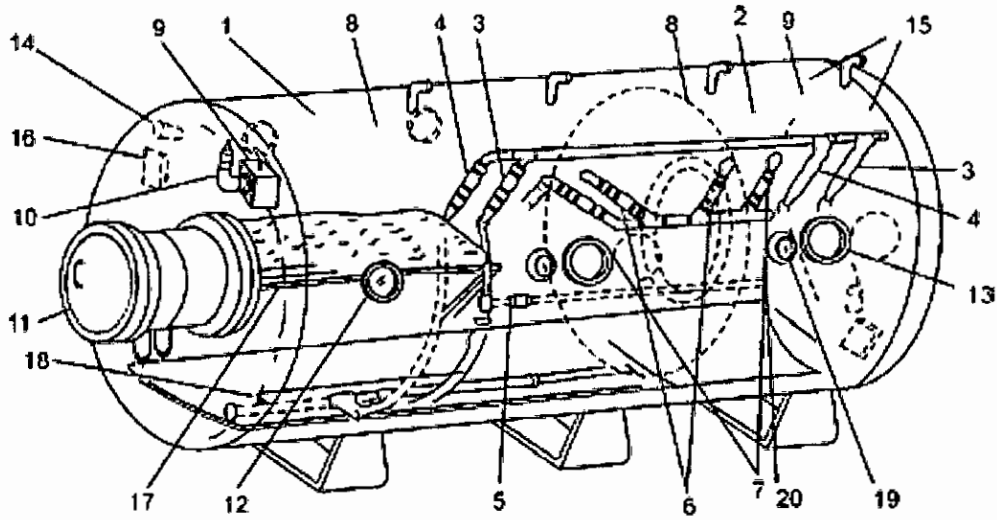
- ❖ Στον Άγιο Παύλο, στη Θεσσαλονίκη (πολύχωρος )
  - ❖ Στο Ναυτικό Νοσοκομείο Αθηνών (πολύχωρος )
  - ❖ Στο 401 Γενικό Στρατιωτικό Νοσοκομείο Αθηνών (μονόχωρος)
  - ❖ Στο ΚΑΤ (μονόχωρος)
  - ❖ Στο Ογκολογικό Νοσοκομείο των Αγίων Αναργύρων (μονόχωρος)
  - ❖ Στο Κέντρο Υπερβαρικής Ιατρικής στο Ταύρο (πολύχωρος )
  - ❖ Στο Ναυτικό Νοσοκομείο Καλύμνου (πολύχωρος ).
- Στο ΝΝΚ ο θάλαμος δεν είναι σε λειτουργία λόγω έλλειψης εξειδικευμένου νοσηλευτικού προσωπικού.<sup>23</sup>

### **ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΘΑΛΑΜΟΥ ΕΠΑΝΑΣΥΜΠΙΕΣΗΣ**

Είναι μία κυλινδρικού, συνήθως, σχήματος συσκευή με χαλύβδινα τοιχώματα και κοίλο εσωτερικό. Στο εσωτερικό του θαλάμου υπάρχει ένα μικρό κομμάτι και ένα κάθισμα. Στα εξωτερικά τοιχώματα υπάρχουν φινιστρίνια, σωληνώσεις και αναλογικές ή ψηφιακές ενδείξεις των βασικών λειτουργιών του θαλάμου.

Η είσοδος και η έξοδος στο θάλαμο ελέγχεται από μία είσοδο με διπλή καταπακτή. Ο θάλαμος συνοδεύεται από εξωτερική μονάδα υποστήριξης, η οποία περιέχει τις παροχές οξυγόνου και μεικτών αερίων και τις συσκευές μίξης και συμπίεσης των αερίων.

## Double-Lock Steel Recompression Chamber



- |  |  |
|--|--|
| 1. Inner Lock                          | 11. Medical Lock 18-Inch Diameter          |
| 2. Outer Lock                          | 12. View Port - Inner Lock (4)             |
| 3. Air Supply - Two-Valve              | 13. View Port - Outer Lock (2)             |
| 4. Air Supply - One-Valve              | 14. Lights - Inner Lock 40 Wall (1)        |
| 5. Main Lock Pressure Equalizing Valve | 15. Lights - Outer Lock 40 Wall            |
| 6. Exhaust - Two-Valve                 | 16. Transmitter/Receiver                   |
| 7. Exhaust - One-Valve                 | 17. Berth - 2'6" x 6'6"                    |
| 8. Oxygen Manifold                     | 18. Bench                                  |
| 9. Relief Gag Valve (1 each lock)      | 19. Pressure Gauge - Outside (2 each lock) |
| 10. Relief Valve - 110 psig            | 20. Pressure Gauge - Inside (1 each lock)  |

Original Design Pressure - 200 psig  
 Original Hydrostatic Test Pressure - 400 psig  
 Maximum Operating Pressure - 100 psig

Μέσα στο θάλαμο αποσυμπίεσης τοποθετείται ο παθών δύτης σε ύπτια θέση και ένας εσωτερικός βοηθός (inside tender). Έπειτα, μέσω των προαναφερθέντων συσκευών αυξάνεται τεχνητά η πίεση της εσωτερικής ατμόσφαιρας του θαλάμου. Αυτή η αύξηση της πίεσης αντιστοιχεί σε κατάδυση του δύτη σε ορισμένα βάθη. Για το λόγο αυτό, συχνά αναφέρεται ότι «κατεβάσαμε το θάλαμο στα ..... μέτρα», αντί του «αυξήσαμε την πίεση του θαλάμου στις ..... ατμόσφαιρες».

## **ΚΑΘΗΚΟΝΤΑ ΤΟΥ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΒΟΗΘΟΥ**

Ο εσωτερικός βοηθός θα πρέπει να είναι εκπαιδευμένος στην τεχνική της καταδυτικής ιατρικής, στην λειτουργία του θαλάμου και στην παροχή Πρώτων Βοηθειών σε περιβάλλον υψηλής πίεσης. Συνεπώς θα πρέπει να είναι νοσηλευτής εξειδικευμένος στην καταδυτική ιατρική. Τα καθήκοντα του εσωτερικού βοηθού είναι τα εξής :

- ♦ Απελευθέρωση των εσωτερικών μηχανισμών ασφαλείας της πόρτας όταν αυτή έχει ασφαλίσει
- ♦ Επικοινωνία με τον χειριστή του θαλάμου
- ♦ Παροχή Πρώτων Βοηθειών στον ασθενή, όπως και όταν απαιτείται
- ♦ Χορήγηση του κατάλληλου αερίου υπό την κατάλληλη πίεση στον ασθενή
- ♦ Βοήθεια στον ασθενή, αν και όταν χρειάζεται
- ♦ Εξασφάλιση ότι γίνεται χρήση της κατάλληλης προστασίας ωτών στις φάσεις της συμπίεσης και του αερισμού του θαλάμου.

## **ΚΑΘΗΚΟΝΤΑ ΤΟΥ ΧΕΙΡΙΣΤΗ ΤΟΥ ΘΑΛΑΜΟΥ**

Ο χειριστής – εξωτερικός νοσηλευτής, του θαλάμου επανασυμπίεσης ακολουθεί πιστά τις οδηγίες του γιατρού, που συνίστανται κυρίως στον καθορισμό :

- ♦ Του θεραπευτικού βάθους
- ♦ Της διάρκειας της συνεδρίας
- ♦ Του αριθμού των συνεδριών

## **ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ΜΟΝΟΧΩΡΟΥ ΘΑΛΑΜΟΥ**

1. Ατομικός χειρισμός του ασθενή
2. Προφύλαξη από λοιμώξεις
3. Ιδανικός για κατακεκλημένους
4. Εύκολη παρατήρηση του ασθενούς
5. Δεν υπάρχουν διαρροές οξυγόνου
6. Δεν απαιτείται μάσκα οξυγόνου
7. Δεν χρειάζεται ειδικός χειρισμός αποπίεσης
8. Ιδανικός για μικρούς χώρους
9. Ευκολία εγκατάστασης
10. Μικρές απαιτήσεις σε προσωπικό
11. Μικρό σχετικά κόστος

## **ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ΜΟΝΟΧΩΡΟΥ ΘΑΛΑΜΟΥ**

1. Μεγάλος κίνδυνος ανάφλεξης
2. Περιορισμένη άμεση πρόσβαση στον ασθενή
3. Αδυναμία φυσικοθεραπείας κατά την συνεδρία
4. Πρακτική πίεση μέχρι 4 ΑΤΑ
5. Δυσκολία παροχής Air brake σε περίπτωση νόσο των δυτών
6. Δυσκολία παρακολούθησης ασθενών με απώλεια των αισθήσεων

Αν αντιστρέψουμε τα μειονεκτήματα – πλεονεκτήματα του μονόχωρου θαλάμου, τότε βλέπουμε τα αντίστοιχα μειονεκτήματα – πλεονεκτήματα ενός πολύχωρου θαλάμου.

## **ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΜΕΣΑ ΣΤΟΝ ΘΑΛΑΜΟ**

Ο θάλαμος αποπίεσης λόγω των υψηλών πιέσεων που αναπτύσσει, έχει κάποιες ιδιαιτερότητες επειδή υπάρχει οξυγόνο υπό πίεση. Είναι εξαιρετικά αυξημένος ο κίνδυνος να προκληθεί έκρηξη και πυρκαγιά με δυσάρεστα αποτελέσματα, για αυτό πρέπει να τηρούνται απόλυτα κάποιοι κανόνες ασφαλείας.

**ΠΟΤΕ** δεν βάζουμε μέσα πτητικά υγρά όπως οινόπνευμα ή αντικείμενα που δεν αντέχουν την πίεση όπως υδραργυρικά θερμόμετρα ή κλειστά γυάλινα φιαλίδια.. αποφεύγουμε κάθε τι που μπορεί να δημιουργήσει στατικό ηλεκτρισμό όπως συνθετικά ή μάλλινα ρούχα, περιοδικά, μπαταρίες κτλ. Απαγορεύεται κάθε μέσω που προκαλεί σπινθήρα όπως αναπτήρας, μέταλλο κ.α.

## **ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ**

Ο θάλαμος δεν είναι μόνο για να αντιμετωπίζει καταδυτικά ατυχήματα αλλά και ένα σωτήριο ιατρικό μέσο με άπειρες ακόμα χρήσεις.<sup>1, 20, 22</sup>

## 5.5 ΠΙΝΑΚΕΣ ΑΠΟΣΥΜΠΙΕΣΗΣ

Για την θεραπεία της νόσος των δυτών και της εμβολής αέρα έχουν δημιουργηθεί, κυρίως από το Αμερικάνικο Πολεμικό Ναυτικό (U. S. Navy) πίνακες αποσυμπίεσης στην επιφάνεια (Surface Decompression Tables). Στους πίνακες αυτούς το χρησιμοποιούμενο αναπνευστικό μέσο είναι αέρας ατμοσφαιρικής σύστασης ή οξυγόνου. Οι πίνακες περιγράφουν την χρονική διάρκεια κάθε «στάσης αποσυμπίεσης», το συγκεκριμένο βάθος σε κάθε περίπτωση, το αναπνευστικό μέσο που χορηγείται και τον ρυθμό μετάβασης από την κάθε στάση στην επόμενη (ταχύτητα ανόδου ή καθόδου).

Οι πίνακες αυτοί είναι κατασκευασμένοι με τρόπο ώστε με την εφαρμογή τους να επιτυγχάνεται:

- Η μέγιστη δυνατή συστολή των φυσαλίδων
- Η μέγιστη απορρόφησή τους
- Η αποβολή τους από την συστηματική κυκλοφορία δια μέσου του αναπνευστικού συστήματος
- Η αποφυγή ή ο περιορισμός απορροφήσεως νέων ποσοτήτων αδρανούς αερίου (συνήθως  $N_2$ ) από τους ιστούς
- Η αποφυγή διαστολής των φυσαλίδων που τυχόν υπάρχουν κατά την φάση της αποσυμπίεσης
- Η αποφυγή διαστολής των φυσαλίδων που τυχόν υπάρχουν, κατά την φάση της επανασυμπίεσης
- Η αποφυγή συμπτωμάτων λόγω αυξημένης πυκνότητας του αδρανούς αερίου.

Προφανώς, ο κάθε πίνακας είναι διαφορετικά κατασκευασμένος από όλους τους υπόλοιπους και αντιστοιχεί σε θεραπεία συγκεκριμένης μορφής. Συνεπώς, ο κάθε πίνακας χρησιμοποιείται σε διαφορετικές εκφάνσεις της νόσου των δυτών ή της εμβολής αέρα. Παρακάτω αναφέρονται οι συνθήκες χρήσης του κάθε πίνακα:

### **ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΞΥΓΟΝΟΥ 5**

- ◆ Συμπτώματα τύπου I όταν η νευρολογική εξέταση είναι φυσιολογική
- ◆ Στάση αποσυμπίεσης που παραλείφθηκε σε ανάδυση από μικρό βάθος (6 μέτρα ή λιγότερο), σε ασυμπτωματικό ασθενή

- ♦ Στάση αποσυμπίεσης που παραλείφθηκε σε ταχεία ανάδυση (βάθος μεγαλύτερο των 6 μέτρων), σε ασυμπτωματικό ασθενή
- ♦ Ασυμπτωματικοί δύτες που ξεπέρασαν τα όρια αποσυμπίεσης στην επιφάνεια σε μια αντίστοιχη κατάδυση
- ♦ Αντιμετώπιση συμπτωμάτων μετά από αποσυμπίεση μέσα στο νερό
- ♦ Αντιμετώπιση υπολειπόμενων συμπτωμάτων
- ♦ Δηλητηρίαση από μονοξείδιο του άνθρακα

#### **ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΞΥΓΟΝΟΥ 6**

- ♦ Συμπτώματα τύπου I που δεν υποχωρούν μετά από 10 λεπτά στα 60 πόδια ή όταν η νευρολογική εξέταση δεν έχει ολοκληρωθεί
- ♦ Συμπτώματα τύπου II
- ♦ Cutis marmorata
- ♦ Σοβαρή δηλητηρίαση από μονοξείδιο του άνθρακα, δηλητηρίαση από κυανίδια ή εισπνοή καπνού
- ♦ Αρτηριακή Εμβολή Αέρα
- ♦ Συμπτωματική ανεξέλεγκτη ανάδυση
- ♦ Στάση αποσυμπίεσης που παραλείφθηκε, διάρκειας μεγαλύτερης από 30 λεπτά, σε ασυμπτωματικό δύτε.
- ♦ Αντιμετώπιση υπολειπόμενων συμπτωμάτων μετά από αποσυμπίεση στο νερό

#### **ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΞΥΓΟΝΟΥ 6**

- ♦ Αρτηριακή Εμβολή Αέρα
- ♦ Σοβαρά συμπτώματα αποσυμπίεσης

#### **ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΞΥΓΟΝΟΥ 7**

- ♦ Σοβαρά συμπτώματα Εμβολής Αέρα
- ♦ Απειλητική για τη ζωή νόσος αποσυμπίεσης

#### **ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΞΥΓΟΝΟΥ 8**

- ♦ Στάση αποσυμπίεσης που παραλείφθηκε, διάρκειας άνω των 60 λεπτών

### **ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΞΥΓΟΝΟΥ 9**

- ♦ Υπολειπόμενα συμπτώματα Αρτηριακής Εμβολής Αέρα ή Νόσου Αποσυμπίεσης
- ♦ Δηλητηρίαση από μονοξείδιο του άνθρακα ή κυανίδια
- ♦ Εισπνοή καπνού
- ♦ Ιατρική θεραπεία με υπερβαρικό οξυγόνο

### **ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΕΡΑ 1<sup>Α</sup>**

- ♦ Πόνος που υποχωρεί σε βάθος μικρότερο των 6 ποδών

### **ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΕΡΑ 2<sup>Α</sup>**

- ♦ Πόνος που υποχωρεί σε βάθος μεγαλύτερο των 66 ποδών

### **ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΕΡΑ 3<sup>Α</sup>**

- ♦ Σοβαρά συμπτώματα, όταν δεν υπάρχει διαθέσιμο οξυγόνο

Η χρήση του κάθε πίνακα, καθώς και η συνολική πορεία της θεραπείας σε κάθε περιστατικό θα καθορίζεται από τον ειδικό ιατρό που θα έχει αναλάβει τον ασθενή. Ο ιατρός αυτός δύναται να κάνει τροποποιήσεις στους πίνακες ή να αλλάξει τους πίνακες που χρησιμοποιούνται κατά τη διάρκεια της θεραπείας. Επίσης, είναι υπεύθυνος για τη χορήγηση φαρμάκων στον ασθενή πριν, κατά τη διάρκεια, ή μετά τη θεραπεία στο θάλαμο. Στο Παράρτημα φαίνονται οι πίνακες του Εγχειριδίου Καταδύσεως του Αμερικάνικου Ναυτικού σε μορφή εύκολη προς χρήση.<sup>1,2</sup>

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΑ ΑΠΟ ΤΟ ΔΥΣΒΑΡΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

### 6.1 ΠΝΙΓΜΟΣ

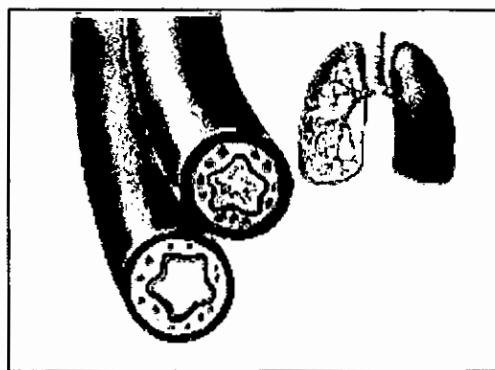
Οι δύτες μπορούν να πέσουν θύματα πνιγμού εάν χάσουν ή πετάξουν τη μάσκα ή το επιστόμιό τους, αν ξεμείνουν από αέρα, ή αν εισπνεύσουν ακόμα και μικρές ποσότητες νερού. Αυτό μπορεί να είναι αποτέλεσμα βλάβης στην παροχή αέρα ή πανικού σε μια κατάσταση κινδύνου. Ο δύτες μπορεί να επηρεαστεί ακριβώς όπως και οι κολυμβητές.<sup>2</sup>

#### **ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ – ΠΑΘΟΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ**

Πνιγμός ονομάζεται ο θάνατος από ασφυξία που προκαλείται από βύθιση του θύματος στο νερό.<sup>8</sup>

Από τη στιγμή που το θύμα θα βυθιστεί, μπαίνει νερό στη στοματική κοιλότητα. Μια ποσότητα από αυτό το νερό καταλήγει στο στομάχι (αυτό δικαιολογεί το ότι ένα μεγάλο ποσοστό από τα θύματα πνιγμού βρίσκονται να έχουν μεγάλες ποσότητες νερού στο στομάχι).

Το υπόλοιπο νερό μπαίνει στο λάρυγγα. Η εισρόφηση νερού προκαλεί ερεθισμό των αεροφόρων οδών, που έχει σαν αποτέλεσμα βήχα και παρουσία αφρού στο στόμα και τη μύτη του θύματος. Πολλές φορές, ο λάρυγγας αντιδρά στην είσοδο του νερού με μια ακούσια κίνηση των μυών που βρίσκονται γύρω από αυτόν, που ονομάζεται



Εικόνα 3

λαρυγγόσπασμος (βλ. Εικόνα 7), και έχει σαν αποτέλεσμα το κλείσιμο της διόδου του αέρα. Σε αυτήν την περίπτωση, μπαίνει λίγο έως καθόλου νερό στους πνεύμονες. Αυτή η μορφή πνιγμού ονομάζεται ξηρός πνιγμός. Κάποια στιγμή ο λαρυγγόσπασμος μπορεί να χαλαρώσει (ή δεν θα συμβεί καθόλου από την αρχή), οπότε και θα έχουμε είσοδο μεγάλης ποσότητας νερού



στους πνεύμονες. Η μορφή αυτή πνιγμού ονομάζεται **υγρός πνιγμός**. Το νερό προκαλεί διαφορετικές βλάβες στις κυψελίδες των πνευμόνων, ανάλογα με το αν είναι θαλασσινό ή γλυκό. Το γλυκό νερό περνάει εύκολα από τις κυψελίδες στην κυκλοφορία του αίματος, αφού έχει χαμηλή οσμωτική πίεση. Επειδή έχει χαμηλή περιεκτικότητα σε ιόντα επιδρά στους ηλεκτρολύτες και προκαλεί απότομη αύξηση του όγκου του αίματος, διαλύει τα ερυθρά αιμοσφαίρια και έχει σαν συνέπεια μια χημική ανισορροπία που ονομάζεται οξέωση. Το θαλασσινό νερό (που έχει υψηλή οσμωτική πίεση) απορροφά υγρά και πλάσμα από το εσωτερικό των κυττάρων προς το χώρο των κυψελίδων, με αποτέλεσμα τα κύτταρα να συρρικνώνονται και τελικά να καταστρέφονται, ενώ προκαλείται και πνευμονικό οίδημα, αφού ο χώρος των κυψελίδων που κανονικά καταλαμβάνεται από αέρα γεμίζει με υγρά του σώματος και νερό.

Δεν είναι δυνατό να καταλάβει κανείς αν το θύμα έχει υποστεί υγρό ή ξηρό πνιγμό μόνο με την εξωτερική εξέταση. Η παρουσία του αφρού στο στόμα και στη μύτη του θύματος υποδεικνύει μόνο ότι εισροφήθηκε νερό, όχι ότι πέρασε και το λάρυγγα. Εξάλλου, η συμπεριφορά όλων των θυμάτων πνιγμού στο νερό, τα σημεία και συμπτώματά τους, και συνεπώς η αντιμετώπιση και στα δυο είδη πνιγμών είναι η ίδια. Επομένως, ο ναυαγοσώστης δεν θα πρέπει να σπαταλά χρόνο στο να διαπιστώσει εάν το θύμα έχει υποστεί υγρό ή ξηρό πνιγμό, αλλά να αντιμετωπίζει την κατάσταση του θύματος όπως αυτή φαίνεται από τα εξωτερικά σημεία και συμπτώματα, τη συμπεριφορά του θύματος, τυχόν άλλους εξωτερικούς παράγοντες, και το μηχανισμό του ατυχήματος. Αξίζει, όμως, να αναφερθεί ότι ανάμεσα σε δυο ίδια θύματα που έχουν μείνει τον ίδιο χρόνο κάτω από το νερό, το θύμα που έχει εισπνεύσει νερό έχει μικρότερη πιθανότητα επιβίωσης. Επίσης, όταν έχουν εισροφηθεί μεγάλες ποσότητες νερού, το γλυκό νερό είναι πιο επικίνδυνο γιατί απορροφάται από τη ροή του αίματος και καταστρέφει τα ερυθρά αιμοσφαίρια, προκαλώντας εντέλει μια χημική ανισορροπία που ονομάζεται οξέωση. Αντίθετα, το θαλασσινό νερό προκαλεί συγκέντρωση υγρών στους πνεύμονες, και εντέλει προκαλεί καταστροφές στις κυψελίδες.<sup>8,10</sup>

Ιδιαίτερα επικίνδυνη μπορεί να είναι η πτώση σε πολύ **κρύο νερό**. Σε μια τέτοια περίπτωση, ο οργανισμός του θύματος αντιδρά αντανακλαστικά με μια προσπάθεια «αρπαγής» αέρα, κατά τη διάρκεια της οποίας το θύμα, αν έχει το πρόσωπο κάτω από την επιφάνεια, μπορεί να εισπνεύσει νερό. Αν το πρόσωπο του θύματος δεν είναι κάτω από την επιφάνεια του νερού, το

αντανακλαστικό προκαλεί τελικά υπεραερισμό, ο οποίος μπορεί να οδηγήσει σε απώλεια των αισθήσεων και εισρόφηση νερού. Η αρτηριακή πίεση και η συχνότητα των καρδιακών παλμών αυξάνονται, γεγονός το οποίο δύναται να προκαλέσει καρδιακή προσβολή. Εκτός των άλλων, κάποιος που παραμένει σε κρύο νερό για μεγάλο χρονικό διάστημα, μπορεί να πάθει υποθερμία, η οποία σε προχωρημένα στάδια προκαλεί απώλεια των αισθήσεων.  
12

Από την άλλη πλευρά, το κρύο νερό ενίοτε έχει θετικά αποτελέσματα στην κατάσταση του θύματος. Στο νερό, η απώλεια θερμοκρασίας είναι 48 φορές πιο γρήγορη από ότι στον αέρα. Συνεπώς, η πτώση της θερμοκρασίας του σώματος ξεκινά σχεδόν αμέσως με την πτώση του ανθρώπου στο νερό. Η εισρόφηση και η κατάποση νερού επιταχύνουν τη διαδικασία αυτή. Καθώς η θερμοκρασία του σώματος πέφτει, οι λειτουργίες του σώματος σταδιακά επιβραδύνονται σχεδόν μέχρι το μηδέν, και οι ανάγκες σε οξυγόνο πέφτουν μαζί τους. Ταυτόχρονα, ο οργανισμός μειώνει την περιφερική κυκλοφορία προς όφελος της κεντρικής, εξασφαλίζοντας έτσι καλύτερη αιμάτωση των ζωτικών οργάνων. Επίσης, πιστεύεται το κρύο προστατεύει το ΚΝΣ από τα καταστροφικά αποτελέσματα της υποξίας. Το σύνολο αυτών των αντιδράσεων ονομάζεται **αντανακλαστικό των θηλαστικών** και έχει σαν αποτέλεσμα την καλύτερη πρόγνωση για περιστατικά εμβύθισης σε κρύο νερό. Έχουν καταγραφεί περιστατικά επιτυχούς αναζωογόνησης χωρίς νευρολογικά ελλείμματα θυμάτων με εμβύθιση στο νερό έως και 66 λεπτά.<sup>8</sup>

Ακόμα και αν ένα θύμα υγρού πνιγμού διασωθεί και αναζωογονηθεί επιτυχώς, εξακολουθεί να είναι σε κίνδυνο από τα καθυστερημένα αποτελέσματα της εισρόφησης νερού. Συνήθως το θύμα παρουσιάζει πνευμονικό οίδημα. Ο κίνδυνος είναι υπαρκτός ακόμα και 96 ώρες μετά από το περιστατικό. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται **δευτερεύων πνιγμός**. Είναι επίσης γνωστό σαν παρολίγον πνιγμός (near drowning) με καθυστερημένες συνέπειες ή σαν πνιγμός του πάρκινγκ (parking – lot drowning). Σ' αυτή τη μορφή του πνιγμού μπορεί να μην εμφανιστούν καθόλου προειδοποιητικά συμπτώματα ή να εμφανιστούν και να είναι πολύ διακριτικά, με αποτέλεσμα συχνά να μην γίνονται αντιληπτά ούτε από το θύμα, αλλά ούτε και από το περιβάλλον του. Από τη στιγμή, όμως, που θα εμφανιστούν τα πρώτα σοβαρά συμπτώματα, η αντίστροφη μέτρηση έχει αρχίσει και το θύμα

έχει ελάχιστο χρόνο μέχρι να μεταφερθεί σε κατάλληλο νοσοκομείο για να αντιμετωπισθεί οριστικά.<sup>8, 13</sup>

Μια άλλη αιτία θανάτου στο νερό είναι το επονομαζόμενο **σύνδρομο ξαφνικού πνιγμού (sudden drowning syndrome)**, όπου το θύμα πεθαίνει από αιτία που δεν έχει καμία απολύτως σχέση με το νερό, π.χ. μια καρδιακή ανακοπή. Τέτοια περιστατικά είναι εξαιρετικά δύσκολο να προβλεφθούν, γιατί μπορεί να συμβούν χωρίς κανένα απολύτως ίχνος «πάλης» με το νερό για να μείνει το θύμα στην επιφάνεια. Ακόμα το θύμα πιθανότατα δεν θα έχει δείξει κανένα σύμπτωμα ή κάτι που να βάλει σε υποψίες το ναυαγοσώστη πριν μπει στο νερό. Είναι πραγματικά πολύ δύσκολο για το ναυαγοσώστη να εντοπίσει ανάμεσα σε ένα πλήθος κόσμου ένα θύμα που έπαθε π.χ. μια κρίση επιληψίας και βυθίστηκε αμέσως στο νερό.<sup>8, 13</sup>

## ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ

Σε περίπτωση πνιγμού που καταλήγει σε καρδιοαναπνευστική ανακοπή ή σε διακοπή της αυτόματης αναπνοής, η αντιμετώπιση είναι η εκτέλεση ΚΑΡΠΑ ανάλογα με τα ευρήματα της πρωτογενούς εκτίμησης (χορήγηση εμφυσήσεων ή και συμπιέσεων). Η ΚΑΡΠΑ σε θύματα πνιγμού θα πρέπει να ξεκινά όσο το δυνατόν συντομότερα, και πριν βγουν από το νερό. Δεν θα πρέπει ποτέ να χρησιμοποιείται ο χειρισμός Heimlich σε θύμα πνιγμού ή παρολίγον πνιγμού (near drowning), γιατί έχει αποδειχθεί ότι κινήσεις που αποσκοπούν στο να βγάλουν το νερό από τους πνεύμονες μπορούν να προκαλέσουν εμετό και επομένως να θέσουν το θύμα σε κίνδυνο από εισρόφηση των εμεσμάτων και να περιπλέξει το έργο των ναυαγοσωστών. Επίσης, στα θύματα πνιγμού που χρήζουν Καρδιοπνευμονικής Αναζωογόνησης δεν θα πρέπει να τοποθετούνται τεχνητοί αεραγωγοί, αφού το στόμα και η μύτη του θύματος θα πρέπει να μένουν ελεύθερα για την παροχέτευση της ποσότητας νερού που εισροφήθηκε.<sup>12, 9</sup>

Σε θύμα παρολίγον πνιγμού (near – drowning) η αντιμετώπιση είναι υποστηρικτική. Χορηγείται O<sub>2</sub>, αντιμετωπίζεται η υποθερμία, σε όσο πρώιμο στάδιο και αν βρίσκεται, ή γίνονται προσπάθειες για την πρόληψή της, και παρέχεται ψυχολογική υποστήριξη στο θύμα. Πολύ σημαντική σ' αυτό το σημείο είναι και η παρακολούθηση των ζωτικών σημείων, προκειμένου να διαπιστωθούν έγκαιρα τυχόν αλλαγές, που θα μπορούσαν να προειδοποιήσουν για επικείμενη επιδείνωση του

ασθενή. Για την παρακολούθηση θα πρέπει να λαμβάνεται μια βασική μέτρηση όσο το δυνατόν πιο σύντομα, και μετά θα πρέπει να επαναλαμβάνονται οι μετρήσεις κάθε 5 λεπτά, μέχρι την άφιξη στο νοσοκομείο, όπου και θα παραδοθεί στον υπεύθυνο ιατρό πλήρης αναφορά της πορείας του θύματος από τη διάσωση μέχρι την παράδοση στο νοσοκομείο.<sup>9, 13</sup>

Τα θύματα αυτά συχνά ντρέπονται και θέλουν απλά να εξαφανισθούν. Είναι πολύ σημαντικό να παρακολουθούνται και να προειδοποιούνται για την πιθανότητα να επιπλοκών από δευτερεύοντα πνιγμό. Θα πρέπει να μεταφέρονται άμεσα σε νοσοκομείο και να παρακολουθούνται στενά για τυχόν σημεία πνευμονικού οιδήματος (δύσπνοια, ταχύπνοια, βήχας, ζαλάδα, ναυτία, τάση λιποθυμίας, ταχυσφυγμία, ωχρό και ψυχρό δέρμα, μειωμένο επίπεδο συνείδησης, αποπροσανατολισμός, σύγχυση, αυξημένη αρτηριακή πίεση). Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό για τα παιδιά, των οποίων η δύσπνοια μπορεί να φαίνεται ότι είναι κάτι το συνηθισμένο, αλλά μπορεί στην πραγματικότητα να σημαίνει ότι ο ασθενής θα υποτροπιάσει.<sup>9, 12, 13, 14</sup>

## 6.2 ΥΠΟΘΕΡΜΙΑ

Είναι η κατάσταση όπου η εσωτερική θερμοκρασία του ανθρώπινου σώματος πέφτει κάτω από τους 37° C. Προκαλείται όταν ο άνθρωπος μένει για μεγάλο χρονικό διάστημα σε ψυχρό περιβάλλον, με αποτέλεσμα να χάνει θερμότητα.<sup>36</sup>

Η αρχική αντιμετώπιση του οργανισμού σε μικρές πτώσεις της θερμοκρασίας είναι να κάνει περιφερική αγγειοσύσπαση, προκειμένου να στέλνει το θερμό αίμα λιγότερο συχνά στα άκρα όπου υπάρχει μεγαλύτερη πιθανότητα να μειωθεί η θερμοκρασία του, με αποτέλεσμα η μείωση της θερμοκρασίας να μεταφερθεί αργότερα στο εσωτερικό του σώματος και να προκαλέσει υποθερμία. Με αυτόν τον τρόπο δημιουργούνται οι τοπικές κακώσεις από ψύχος, που ονομάζονται κρυοπαγήματα.<sup>4, 36</sup>

Κάποια στιγμή ο οργανισμός χάνει τη δυνατότητα να αναπαράγει τη θερμότητα που χάνει με τόσο γρήγορους ρυθμούς, και η θερμοκρασία του σώματος πέφτει κάτω από το κανονικό (36,6° C). Υποθερμία ονομάζεται η κατάσταση όπου η θερμοκρασία του σώματος πέφτει κάτω από τους 35° C. Η ανταπόκριση του οργανισμού αλλάζει όσο η πτώση της θερμοκρασίας του σώματος πέφτει.

Κάτω από τους 35°, η ανταπόκριση του οργανισμού έχει ως εξής:

- Οι σκελετικοί μύες τρέμουν (ρίγη), σε μια προσπάθεια να παράγουν θερμότητα
- Πτώση του ρυθμού των σφίξεων και των αναπνοών
- Πτώση της αρτηριακής πίεσης
- Μείωση της αιμάτωσης του εγκεφάλου, η οποία φαίνεται σαν πτώση του επιπέδου συνείδησης. Ο ασθενής θα είναι ληθαργικός, αργός στις απαντήσεις του. Μπορεί να γίνει επιθετικός, μπορεί όμως, απότομα να χάσει την επιθετικότητα αυτή. Τέτοιες καταστάσεις είναι που συχνά παρεξηγούνται από αστυνομικούς και διασώστες σαν να είναι αποτελέσματα κατάχρησης ουσιών.

Όταν η θερμοκρασία πέσει κάτω από τους 32° C, η κατάσταση του ασθενούς χαρακτηρίζεται επιπλέον και από τα παρακάτω σημεία και συμπτώματα:

- Τα ρίγη σταματούν
- Οι κόρες των οφθαλμών διαστέλλονται και δεν αντιδρούν στο φως

- Το επίπεδο συνείδησης πέφτει ακόμα περισσότερο και φθάνει μέχρι το κώμα
- Προκαλείται κολπική μαρμαρυγή
- Οι σφύξεις είναι αργές και αδύναμες
- Οι αναπνοές μπορεί να είναι μέχρι και μια έως δυο το λεπτό

Όταν η θερμοκρασία βρίσκεται ανάμεσα στους 28 και 25° C, οι απότομες κινήσεις, η εκτέλεση ΚΑΑ, και οτιδήποτε προκαλεί φυσικό ερεθισμό τους ασθενούς μπορεί να μετατρέψει την κολπική μαρμαρυγή σε κοιλιακή μαρμαρυγή, η οποία είναι θανατηφόρα αρρυθμία. Κάτω από τους 25° C, ο ασθενής είναι νεκρός. <sup>4, 13</sup>

## ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ

Η αντιμετώπιση του υποθερμικού ασθενούς συνίσταται στην εκτέλεση της πρωτογενούς εκτιμήσεως και στην αποφυγή περαιτέρω απώλειας θερμότητας. Το θύμα θα πρέπει να απομακρυνθεί από το ψυχρό περιβάλλον και να τοποθετηθεί σε κάποιο πιο ζεστό. Κατά τη μετακίνηση θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στο να αποφεύγονται οι απότομες και περιττές μετακινήσεις. Οι κουβέρτες χρησιμοποιούνται κλασικά στην αντιμετώπιση της υποθερμίας. Πολύ χρήσιμες μπορεί να είναι οι κουβέρτες αλουμινίου, οι οποίες έχουν πολύ μικρό μέγεθος και είναι πολύ αποτελεσματικές στη διατήρηση της θερμοκρασίας του σώματος. <sup>4, 13, 14</sup>

Δεν πρέπει να γίνονται προσπάθειες εξωτερικής αναθέρμανσης γιατί ο ασθενής πρέπει να αναθερμανθεί εσωτερικά, με τη χορήγηση ζεστών ορών ενδοφλέβια. Αν ο ασθενής έχει τις αισθήσεις του και είναι σε εγρήγορση, μπορούμε να του δώσουμε να πει ζεστά υγρά (π.χ. τσάι). Ποτέ δεν θα πρέπει ένας υποθερμικός να πει οινόπνευματώδη, γιατί το αλκοόλ προκαλεί αγγειοδιαστολή, η οποία με τη σειρά της προκαλεί περαιτέρω απώλεια θερμότητας. Αν είναι αδύνατον να φθάσει έγκαιρα εξειδικευμένη βοήθεια, θα πρέπει να γίνουν προσπάθειες αναθέρμανσης. Ο ασθενής θα πρέπει να τοποθετηθεί σε μια μπανιέρα με ζεστό νερό (40° C), με τα άκρα να βρίσκονται έξω από τη μπανιέρα, σε μια προσπάθεια να αναθερμανθεί εσωτερικά.

Οι απόψεις δίστανται για το αν θα πρέπει να γίνεται ΚΑΑ σε ένα υποθερμικό θύμα. Οι σφυγμοί μπορεί να είναι τόσο αδύναμοι, ώστε να μην μπορούμε να τους ψηλαφίσουμε ακόμη και στην καρωτιδική αρτηρία. Στη βιβλιογραφία αναφέρονται διάφορες απόψεις, όπως ότι δεν πρέπει να κάνουμε ΚΑΑ σε βαριά υποθερμικό θύμα, ή ότι πρέπει

να κάνουμε, αφού έχουμε επιβεβαιώσει την απουσία σφυγμού στην καρωτιδική αρτηρία για 1 λεπτό, αντί για 10 δευτερόλεπτα, όπως γίνεται συνήθως. Πάντως, ισχύει το ρητό «δεν είναι νεκρός αν δεν είναι ζεστός και νεκρός», δηλαδή ο ασθενής δεν θεωρείται νεκρός, αν δεν έχει αναθερμανθεί εσωτερικά μέχρι τους 36,6° C και παρόλα αυτά να εξακολουθεί να είναι νεκρός.<sup>4, 13, 14</sup>

Η εντός νοσοκομείου αντιμετώπιση είναι κατά βάση υποστηρικτική. Οι προσπάθειες αναθέρμανσης μπορούν να γίνουν με χορήγηση θερμών ενδοφλεβίων υγρών. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση ειδικών συσκευών θέρμανσης του ορού σε ρυθμιζόμενη κάθε φορά θερμοκρασία. Σε υποθερμικούς ασθενείς, η θερμοκρασία αυτή θα πρέπει να είναι άνω των 37° C.<sup>4, 17</sup>

### 6.3 ΑΦΥΔΑΤΩΣΗ

Το νερό του σώματος που αποτελεί και το κύριο συστατικό του, είναι περίπου το 67 έως 75% του συνολικού βάρους του. Το ενδοκυττάριο ποσοστό είναι 67% του βάρους υγρών ενώ το υπόλοιπο 33% είναι ελεύθερο στον εξωκυττάριο χώρο.

#### **ΟΙ ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΕΣ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ ΤΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ**

Το υγρό κάθε διαμερίσματος του σώματος περιέχει και ηλεκτρολύτες. Η συγκέντρωση και η σύνθεση των ηλεκτρολυτών διαφέρει από διαμέρισμα σε διαμέρισμα.

Η φυσιολογική και η χημική δραστηριότητα των ηλεκτρολυτών είναι ανάλογη προς :

- ❖ Τον αριθμό τους ανά μονάδα όγκου
- ❖ Τον αριθμό των ηλεκτρικών τους φορτίων ανά μονάδα όγκου

Τα ιόντα νατρίου στα εξωκυττάρια υγρό υπερέχουν αριθμητικά κατά πολύ από τα υπόλοιπα κατιόντα. Η συγκέντρωση νατρίου είναι υπεύθυνη για το 90% της οσμωτικότητας του εξωκυττάρια υγρού.

Επειδή η οσμωτικότητα ελέγχει την κίνηση και την κατανομή του νερού μέσα και ανάμεσα στα διαμερίσματα υγρού του σώματος, το νάτριο παίζει σπουδαίο ρόλο στην ρύθμιση του όγκου των υγρών του σώματος. Η κατακράτηση νατρίου, συνοδεύεται από κατακράτηση υγρών, ενώ η απώλειά του συνοδεύεται από μείωση του όγκου υγρών του σώματος.<sup>26, 37</sup>

#### **Οι ηλεκτρολύτες παίζουν σπουδαίο ρόλο:**

- ♦ Στην διατήρηση της οσμωτικής ισορροπίας
- ♦ Στην διατήρηση της οξεοβασικής ισορροπίας
- ♦ Στην ιοντική ισορροπία, που αποτελεί σημαντικό παράγοντα τόσο για την διεγερσιμότητα των μυών, όσο και για την διαβατότητα των τριχοειδών αγγείων και την λειτουργία της καρδιάς.
- ♦ Στην διατήρηση της ισορροπίας του νερού του σώματος και στην ανταλλαγή του ανάμεσα στα διάφορα διαμερίσματα.
- ♦ Στα ενζυμικά συστήματα
- ♦ Στην αναπνευστική λειτουργία, γιατί συμμετέχουν στην μεταφορά του O<sub>2</sub> και του CO<sub>2</sub>.<sup>26, 37</sup>



## **ΟΔΟΙ ΠΡΟΣΛΗΨΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΒΟΛΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ**

Τα υγρά του σώματος διατηρούνται σταθερά, εφόσον υπάρχει ισοζύγιο ανάμεσα στα προσλαμβανόμενα και αποβαλλόμενα υγρά. Το νερό που χρειάζεται ο οργανισμός μας καθορίζεται από την ποσότητα που είναι απαραίτητη για την διατήρηση των υγρών του και για την αναπλήρωση των απωλειών από τους νεφρούς, το δέρμα, τους πνεύμονες και το έντερο. Το νερό προσλαμβάνεται από ροφήματα, τρόφιμα και τις οξειδώσεις που γίνονται στους ιστούς.<sup>27</sup>

## **ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΝΕΡΟΥ**

Το ισοζύγιο νερού στον οργανισμό διατηρείται με τη ρύθμιση του προσλαμβανόμενου νερού, από το ερέθισμα της δίψας και της νεφρικής απέκκρισης από την αντιδιουρητική ορμόνη. Το κέντρο της δίψας προκαλεί αίσθημα δίψας, όταν το εξωκυττάριο υγρό ελαττωθεί σε όγκο και γίνει υπερτονικό.

Η αντιδιουρητική ορμόνη προάγει την επαναρρόφηση νερού στα εσπειραμένα σωληνάρια Β τάξης. Η έκκριση αντιδιουρητικής ορμόνης διεγείρεται από την αύξηση της οσμωτικής πίεσης των εξωκυττάρων υγρών.

Η έλλειψη νερού εξαιτίας της μη λήψης του παρουσιάζεται πρώτα στο πλάσμα που συνδέεται άμεσα με τις απεκκριτικές οδούς. Με την συμπύκνωση του πλάσματος, υγρό από το διαμεσοκυττάριο χώρο μετακινείται στον ενδαγγειακό χώρο, με αποτέλεσμα την συμπύκνωση του διαμεσοκυττάρου υγρού και μετακίνηση ενδοκυττάρου υγρού στο διαμεσοκυττάριο χώρο. Επομένως, αφού το νερό περνάει ελεύθερα όλες τις μεμβράνες, σε περίπτωση στέρσης του, όλα τα διαμερίσματα παρουσιάζουν έλλειψη.<sup>27</sup>

## **ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ ΣΤΑ ΕΞΩΚΥΤΤΑΡΙΑ ΥΓΡΑ**

Οι διαταραχές στον όγκο και στους ηλεκτρολύτες των εξωκυττάρων υγρών ταξινομούνται διαγνωστικά σε βασικές διαταραχές και σε κλινικές εικόνες. Άλλοτε εμφανίζονται μόνες τους και άλλοτε σε συνδυασμό με μία ή περισσότερες διαταραχές.

1. Διαταραχές στον όγκο του εξωκυττάρου υγρού
  - ◆ Ελάττωση
  - ◆ Αύξηση
2. Διαταραχές στην περιεκτικότητα
  - ◆ Διαταραχές στην περιεκτικότητα νατρίου
  - ◆ Διαταραχές στην συγκέντρωση καλίου
  - ◆ Διαταραχές στην συγκέντρωση ασβεστίου

- ♦ Διαταραχές στην συγκέντρωση μαγνησίου
- ♦ Διαταραχές στην συγκέντρωση φωσφορικών. <sup>26, 37</sup>

## ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ ΣΤΟΝ ΟΓΚΟ

Ελάττωση όγκου του εξωκυττάριου υγρού.

Στην διαταραχή αυτή υπάρχει ελάττωση του νερού και των ηλεκτρολυτών σε ίση αναλογία στον εξωκυττάριο χώρο.

Είναι αποτέλεσμα:

- A. Ελαττωμένης πρόσληψης νερού και ηλεκτρολυτών
- B. Απώλειας ισότονων υγρών

Τα κλινικά σημεία και συμπτώματα προέρχονται κυρίως από το κυκλοφορικό, οφείλονται στην ελάττωση του όγκου του πλάσματος και περιλαμβάνουν :

- ♦ Σφυγμό μικρό και συχνό
- ♦ Αρτηριακή και φλεβική πίεση μειωμένη
- ♦ Δέρμα σκληρό και ανελαστικό
- ♦ Βλεννογόνους κόκκινους και ξερούς
- ♦ Οι βολβοί του οφθαλμού υποχωρούν στην πίεση
- ♦ Μειωμένη διούρηση
- ♦ Σημαντική μείωση του βάρους του σώματος
- ♦ Αίσθημα ατονίας
- ♦ Ο αιματοκρίτης, η αιμοσφαιρίνη και οι πρωτεΐνες του πλάσματος είναι σε υψηλά επίπεδα λόγω της συμπύκνωσης τους.

Στον σχεδιασμό διόρθωσης της απώλειας υγρών για έναν αφυδατωμένο άρρωστο εξετάζονται οι συνήθεις ανάγκες για συντήρηση σε υγρά και κάθε άλλος εξωγενής παράγοντας. Όταν η ένδεια δεν είναι βαρείας μορφής προτιμάται η ενυδάτωση από την στοματική οδό, εφόσον ο ασθενής είναι συνεργάσιμος. Όταν οι απώλειες είναι οξείες ή βαριάς μορφής τότε πρέπει να γίνεται ενδοφλέβια χορήγηση υγρών. Τα διαλύματα που χορηγούνται συνήθως είναι :

- Lactated Ringer's
- 0.9% NaCl

Η αφυδάτωση είναι ένας πολύ επικίνδυνος παράγοντας στην εμφάνιση της νόσου των δυτών ή της εμφάνισης ασυμπτωματικής νόσου, γιατί η αφυδάτωση προκαλεί κατά 99 % την εμφάνιση της νόσου λόγω αύξησης της γλοιότητας του αίματος, την καθυστερημένη

απαζώτωση και με την αιμοσυμπύκνωση που δημιουργείται έχει σαν αποτέλεσμα την συνένωση των ασυμπτωματικών φυσαλίδων και την μετατροπή τους σε παθολογικές.

### **ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ**

Μεταβολή στην συγκέντρωση ενός ηλεκτρολύτη μπορεί να προκληθεί με μεταβολή στην ολική ποσότητα του ηλεκτρολύτη ή στην ολική ποσότητα του νερού στο εξωκυττάριο υγρό.<sup>17, 27</sup>

### **ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ ΝΑΤΡΙΟΥ**

Υπονατρίαemia μπορεί να προκληθεί εξαιτίας:

- ◆ Εφίδρωσης και πόσης νερού χωρίς NaCl
- ◆ Γαστρεντερικής αναρρόφησης
- ◆ Χορήγηση δραστικών διουρητικών
- ◆ Παρεντερικής χορήγησης διαλυμάτων που δεν περιέχουν ηλεκτρολύτες (Dextrose )
- ◆ Εισπνοής ατμού
- ◆ Νεφρικές παθήσεις που χάνεται νάτριο
- ◆ Ψυχογενούς πολυδιψίας
- ◆ Πνιγμού σε γλυκό νερό
- ◆ Υπερέκκρισης της αντιδιουρητικής ορμόνης μετά από χειρουργική επέμβαση

Τα σημεία και συμπτώματα περιλαμβάνουν :

1. Εκδηλώσεις από το νευρικό σύστημα εξαιτίας εισόδου νερού μέσα στα εγκεφαλικά κύτταρα
  - ✓ Πονοκέφαλο
  - ✓ Σπασμούς
  - ✓ Σύγχυση
  - ✓ Λήθαργο
  - ✓ Κώμα
2. Δέρμα θερμό, υγρό και πολλές φορές υπεραιμικό, άλλοτε οίδηματώδης που παρουσιάζει εντύπωμα με την πίεση του δακτύλου πάνω στο στέρνο και την κνήμη
3. Μυϊκή αδυναμία, σπασμούς μεμονωμένων μυών, ανορεξία, ναυτία, εμετούς και διάρροια.

Η θεραπεία της υπονατριάμιας με ελαττωμένο όγκο εξωκυττάριου υγρού συνίσταται στην προσεκτική λήψη νατρίου από το στόμα ή με τεχνητή διατροφή ή με παρεντερική σίτιση.<sup>17, 27</sup>

### **ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ ΚΑΛΙΟΥ**

Υποκαλιαιμία μπορεί να προκληθεί εξαιτίας:

1. Μειωμένης πρόσληψης καλίου
2. Απωλειών από το γαστρεντερικό
  - ◆ Εμετών
  - ◆ Γαστρικής αναρρόφησης
  - ◆ Διάρροιας
  - ◆ Κατάχρησης καθαρτικών
3. Μεγάλης εφίδρωσης χωρίς αναπλήρωση  $K^+$
4. Αυξημένης αποβολής  $K^+$  στα ούρα
  - ◆ Αυξημένη δράση αλδοστερόνης
  - ◆ Υπομαγνησιαμία
  - ◆ Λήψη μη καλιοσυντηρητικών διουρητικών
  - ◆ Υπονατριούχος δίαιτα
  - ◆ Νεφρική απώλεια αλάτων
5. Είσοδος  $K^+$  στο κύτταρο
  - ◆ Αλκάλωση
  - ◆ Υπερινσουλινισμός
  - ◆ Οικογενής περιοδική παράλυση
  - ◆ Ανάρρωση από διαβητική οξέωση

Τα σημεία και συμπτώματα περιλαμβάνουν:

1. Εκδηλώσεις εξαιτίας μεταβολής στο δυναμικό μεμβράνης των μυϊκών κυττάρων, που αντιδρούν λιγότερο στα ερεθίσματα:
  - Μυς μαλακοί σαν μισογεμάτες θερμοφόρες, μυϊκή αδυναμία που αρχίζει από τα άκρα προς το κέντρο και υποτονικά αντανακλαστικά
  - Χαλαρή παράλυση
  - Παραλυτικός
  - Αύξηση της ευαισθησίας με καρδιακές αρρυθμίες και με ειδικά ηλεκτροκαρδιογραφικά ευρήματα
2. Πολυουρία
3. Ανορεξία

Γενικά η θεραπεία της υποκαλιαιμίας δεν αποτελεί επείγουσα κατάσταση και συνήθως γίνεται από τα στόμα. Σε περίπτωση όμως που πρέπει να γίνει ενδοφλέβια, το κάλιο πρέπει να δοθεί με πάρα πολύ προσοχή διότι προκαλεί καρδιακή ανακοπή.<sup>17,27</sup>

### **ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ ΑΣΒΕΣΤΙΟΥ**

Υπασβεστιαμία μπορεί να προκληθεί εξαιτίας:

1. Μειωμένης πρόσληψης ή μειωμένης γαστρεντερικής απορρόφησης του  $Ca^{++}$ 
  - ♦ Διάρροια
  - ♦ Κατακράτηση αντιόξινων φαρμάκων
  - ♦ Χρόνια χρήση καθαρτικών
  - ♦ Διαιτητική έλλειψη γάλακτος και βιταμίνης D
2. Μείωση των φυσιολογικά διαθέσιμων ιόντων ασβεστίου του πλάσματος
  - ♦ Αλκάλωση
  - ♦ Μαζική μετάγγιση αίματος με κιτρικά
  - ♦ Υποπαραθυρεοειδών
  - ♦ Υπομαγνησισαιμία
  - ♦ Κατάχρηση καθαρτικών που περιέχουν φωσφορικά
3. Αύξησης της νεφρικής απέκκρισης  $Ca^{++}$

Τα σημεία και συμπτώματα περιλαμβάνουν εξαιτίας της αύξησης της διαπερατότητας της κυτταρικής μεμβράνης, που προκαλεί αυξημένη νευρομυϊκή διέγερση τα εξής:

- ✓ Μικρούς μυϊκούς σπασμούς
- ✓ Θετικό σημείο του Chvostek
- ✓ Μορφασμούς
- ✓ Περιστοματικές και δακτυλικές παραισθήσεις
- ✓ Θετικό σημείο του Trousseau
- ✓ Τετανία
- ✓ Λαρυγγόσπασμο
- ✓ Καρδιακές αρρυθμίες με παράταση του Q-T επάρματος
- ✓ Καρδιακή ανακοπή

Η οξεία συμπτωματική υπασβεστιαμία είναι μια επείγουσα παθολογική κατάσταση, που απαιτεί έγκαιρη ενδοφλέβια χορήγηση ασβεστίου. Η χορήγηση θα πρέπει να είναι αργή, διότι σε πολύ ταχεία χορήγηση προκαλείται καρδιακή ανακοπή, που προηγείται όμως από βραδυκαρδία.<sup>17,27</sup>

## **ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ ΜΑΓΝΗΣΙΟΥ**

Η Υπομαγνησισαιμία μπορεί να προκληθεί εξαιτίας:

1. Μειωμένης πρόσληψης ή απορρόφησης  $Mg^{++}$ 
  - ◆ Χρόνια δυσθρεψία
  - ◆ Παρατεταμένη χορήγηση υγρών χωρίς μαγνήσιο
  - ◆ Σύνδρομο δυσαπορρόφησης
  - ◆ Χρόνιος αλκοολισμός
2. Γαστρικής απώλειας
3. Αυξημένης νεφρικής απέκκρισης  $Mg^{++}$ 
  - ◆ Διουρητική θεραπεία
  - ◆ Χρόνιος αλκοολισμός

Τα σημεία και συμπτώματα περιλαμβάνουν :

- Αϋπνίες
- Αυξημένα αντανακλαστικά
- Θετικό σημείο Chvostek
- Θετικό σημείο Trousseau
- Κράμπες κνήμης και ποδιού
- Μικρούς μυϊκούς σπασμούς
- Τετανία
- Μεγάλη σύγχυση με διέγερση του ΚΝΣ
- Καρδιακές αρρυθμίες

Η ελαφρά Υπομαγνησισαιμία μπορεί να διορθωθεί με κατάλληλη δίαιτα, που να περιλαμβάνει:

- ✓ Πράσινα λαχανικά
- ✓ Καρύδια
- ✓ Όσπρια
- ✓ Μπανάνες
- ✓ Σοκολάτα
- ✓ Φυστικοβούτηρο
- ✓ Πορτοκάλια

Η βαρύτερης μορφής Υπομαγνησισαιμία μπορεί να διορθωθεί λαμβάνοντας συμπληρώματα  $Mg^{++}$  είτε από το στόμα είτε με ενδοφλέβια χορήγηση.<sup>17,27</sup>

## **ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ ΦΩΣΦΟΡΟΥ**

Ο φώσφορος είναι ένα από τα πλέον απαραίτητα συστατικά όλων των ιστών του σώματος. Είναι απαραίτητος για την λειτουργία των μυών, των ερυθρών αιμοσφαιρίων, του νευρικού συστήματος και για τον ενδιάμεσο μεταβολισμό των πρωτεϊνών, των υδατανθράκων και των λιπών

### Υποφωσφοραϊμία μπορεί να προκληθεί εξαιτίας:

- ◆ Χρόνιου αλκοολισμού
- ◆ Παρατεταμένης παρεντερικής σίτισης
- ◆ Συνδρόμου δυσαπορρόφησης
- ◆ Χρόνιας διάρροιας

### Τα σημεία και συμπτώματα περιλαμβάνουν :

1. Από το νευρικό σύστημα:
  - Ευερεθιστότητα
  - Αγωνία
  - Παραισθήσεις
  - Σύγχυση
  - Σπασμούς
  - Κώμα
2. Από τους μυς
  - Μυϊκή αδυναμία
  - Μυϊκό πόνο
  - Ραβδομύολυση, σπανίως
  - Υποαερισμός, λόγω αδυναμίας των αναπνευστικών μυών
3. Περιφερική κυάνωση
4. Αιμολυτική αναιμία
5. Υπεργλυκαιμία

Όπως σε κάθε ηλεκτρολυτική διαταραχή, η πρόληψη είναι ο καλύτερος σύμμαχος, για αυτό η διατροφή πρέπει να είναι πλούσια σε:

- ✓ Πράσινα λαχανικά
- ✓ Ξηρούς καρπούς
- ✓ Χόρτα
- ✓ Όσπρια
- ✓ Ψάρια
- ✓ Κρέας

Όλες αυτές οι ηλεκτρολυτικές διαταραχές μας αποδεικνύουν τη χρησιμότητα που έχουν σε έναν απλό δύτη ή σε έναν Commercial δύτη ή σε έναν Caisson εργαζόμενο η σωστή ενυδάτωση και διατροφή έτσι ώστε να διατηρηθεί η ηλεκτρολυτική ισορροπία και να αποφευχθούν δυσάρεστες για αυτόν καταστάσεις.<sup>17,27</sup>



## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΕΠΙΛΟΓΗ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ** **ΚΑΙ ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ**

### **7.1 ΦΥΣΙΚΗ ΕΞΕΤΑΣΗ ΤΩΝ ΔΥΤΩΝ** **ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΤΑΔΥΤΙΚΟΥ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ**

Η σωστή και αυστηρή επιλογή του προσωπικού που πρόκειται να ασχοληθεί με τις καταδυτικές δραστηριότητες, η περιοδική του εξέταση ανά τακτά χρονικά διαστήματα και η φυσική του εξέταση πριν από κάθε καταδυτική δραστηριότητα, αποτελούν βασικούς και απαραίτητους παράγοντες για την πρόληψη των καταδυτικών ατυχημάτων.

#### **ΙΑΤΡΙΚΑ STANDARDS ΓΙΑ ΔΥΤΕΣ**

Τα ιατρικά standards ποικίλουν ανάλογα με το είδος της καταδυτικής δραστηριότητας, οπότε έχουμε 4 γενικές κατηγορίες δυτών :

1. Δύτες του στρατού
2. Δύτες για υποβρύχιες εργασίες
3. Εργάτες που δουλεύουν υπό πίεση ( Caisson Workers )
4. Ερασιτέχνες αυτοδύτες

#### **Γενικώς ισχύουν οι ακόλουθοι γενικοί κανόνες :**

1. **Ηλικία :** Ανώτερο όριο ηλικίας για αρχική εκπαίδευση είναι τα 35 χρόνια, πολλοί όμως συνεχίζουν να έχουν ενεργό καταδυτική δραστηριότητα για πολλά χρόνια. Η ηλικία δεν αποτελεί τον κύριο παράγοντα, εφόσον υπάρχουν οι άλλες προϋποθέσεις.
2. **Γενική σωματοψυχική ικανότητα :** Οι υποψήφιοι θα πρέπει να είναι ικανοί να αντιμετωπίζουν τα προβλήματα της καθημερινής ζωής, να έχουν φυσιολογική σωματική διάπλαση και να παρουσιάζουν συναισθηματική σταθερότητα.
3. **Αναπνευστικό σύστημα :** Δεν θα πρέπει να υπάρχει ένδειξη χρόνιας παθήσεως, όπως φυματίωσης, χρόνια βρογχίτις, βρογχικό άσθμα, εμφύσημα ή παραρρινοκολπίτιδας. Είναι απαραίτητο να γίνεται ετήσια ακτινολογικός έλεγχος. Στα

- σημεία ενεργού νόσου ή σκιάσεως στην περιφέρεια του πνεύμονα, αποτελούν σοβαρούς λόγους αποκλεισμού. Η ζωτική χωρητικότητα δεν θα πρέπει να είναι μικρότερη από 3 lit
4. **ΩΤΑ :** Βασική προϋπόθεση είναι να μπορεί ο δύτης να εξισώνει τις πιέσεις μέσω της ευσταχιανής σάλπιγγας ( χειρισμός VALSAVA ). Συχνή ή καρδιακή αδυναμία της VALSAVA, η διάτρηση τύμπανου αποτελεί λόγω αποκλεισμού.
  5. **Καρδια-αγγειακό σύστημα :** Δεν θα πρέπει να υπάρχει ένδειξη νόσου. Η αρτηριακή πίεση δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 140 mmHg η συστολική και τα 95 mmHg η διαστολική.
  6. **Κεντρικό νευρικό σύστημα :** Ιστορικό ή ενδείξεις επιληπτικής δραστηριότητας και η διαταραχή συνείδησης αποτελούν αίτια αποκλεισμού. Σημασία έχει και η ψυχολογική κατάσταση του δύτη. Αρκετές ψυχοπαθολογικές καταστάσεις του δύτη, ιδίως η κλειστοφοβία αποτελούν λόγους αποκλεισμού του δύτη.
  7. **Οδόντες :** Κακή κατάσταση της υγείας των δοντιών συνδέεται συνήθως με κακή σωματική κατάσταση. Οι οδοντικές προθέσεις πρέπει να αφαιρούνται προ της καταδύσεως, εκτός και αν εφαρμόζουν πολύ καλά.
  8. **Οστά και αρθρώσεις :** Η πιθανότητα δημιουργίας άσηπτης νέκρωσης των οστών σε ορισμένο αριθμό δυτών, επιβάλλει την περιοδική ακτινολογική εξέταση των ισχίων, των γονάτων και των ωμών κάθε 3 – 5 χρόνια.

## ΙΑΤΡΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ

- Φυσική εξέταση :Πρέπει να γίνονται από αρμόδιο γιατρό με βάση τα standards που υπάρχουν. Εκτός από την αρχική φορά επαναλαμβάνεται ανά 2ετία μέχρι την ηλικία των 40 ετών και μετά κάθε χρόνο.
- Δοκιμασία στον θάλαμο αποπίεσης και έκθεση του δύτη σε πίεση 4 ATA
- Δοκιμασία ανοχής οξυγόνου. Η δοκιμασία γίνεται με παροχή οξυγόνου μέσα στον θάλαμο αποπίεσης, σε βάθος 18 μέτρων και επί 30 λεπτά.
- Εργαστηριακός έλεγχος με :
  - I. Ακτινογραφία θώρακος
  - II. Γενική αίματος
  - III. Γενική ούρων

- IV. ΗΚΓ, σε άτομα άνω των 40 ετών
- V. Έλεγχος για δρεπανοκυτταρική αναιμία
- VI. Ακουόγραμμα
- VII. Ακτινογραφίες μακρών οστών με την έναρξη των καταδύσεων και κάθε 3 χρόνια.

### **ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΑΝΤΕΝΔΕΙΞΕΙΣ**

1. **Μειωμένη πνευμονική δυνατότητα** ή μειωμένη αντοχή σε άσκηση οποιασδήποτε αιτιολογίας θα πρέπει να εξετάζεται σε συνάρτηση με τον πιθανό κίνδυνο του δύτη να εκτεθεί σε δύσκολες καταστάσεις.
2. **Ορθοπεδική διαταραχή** ( όπως σκολίωση ). Εξετάζονται σε σχέση με την δυνατότητα τους να φέρουν τις καταδυτικές τους στολές ή να ανέβουν σκάλα.
3. **Θωρακοτομή.** Γενικά αποτελεί παράγοντα αποκλεισμού. Η κρίση θα γίνει μετά από ακτινολογικό και λειτουργικό έλεγχο του πνεύμονα σε συνάρτηση με τον λόγο που έγινε η θωρακοτομή.
4. **Πρόπτωση μιτροειδούς βαλβίδας.** Σε εμφάνιση φυσήματος ή ανεπάρκειας μιτροειδούς βαλβίδας, επιβάλλεται αποκλεισμός. Η γενική εκτίμηση θα γίνει μετά από πλήρες έλεγχο.
5. **Παχυσαρκία.**

### **ΠΑΡΟΔΙΚΕΣ ΑΝΤΕΝΔΕΙΞΕΙΣ**

1. Λοίμωξη του ανώτερου αναπνευστικού, αλλεργική ρινίτιδα ή οποιαδήποτε άλλη κατάσταση που δημιουργεί δυσκολία στην εξίσωση των πιέσεων.
2. Οξεία βρογχίτιδα.
3. Οξεία γαστρεντερίτιδα
4. Πρόσφατη ορθοπεδική κάκωση ( αυξάνει τις πιθανότητες εμφάνισης την νόσου ).
5. Κατανάλωση φαρμάκων.

## ΑΠΟΛΥΤΕΣ ΑΝΤΕΝΔΕΙΞΕΙΣ

Οι κίνδυνοι του υπερβαρικού περιβάλλοντος είναι πάρα πολύ και για αυτό το λόγω, τα άτομα που επιλέγονται για δύτες πρέπει να ελέγχονται προσεκτικά ώστε να είναι απόλυτα υγιή.

Παρακάτω θα δούμε για ποιους λόγους υγείας μπορεί να αποκλειστεί κάποιος από την καταδυτική κοινότητα.

- Άσθμα
- Χρόνια αποφρακτικού τύπου πάθηση στους πνεύμονες
- Αυτόματος πνευμοθώρακας
- Επιληπτικές κρίσεις
- Σακχαρώδης διαβήτης ( ινσουλινοεξαρτώμενος )
- Πάθηση του ΚΝΣ , οποιασδήποτε αιτιολογίας συμπεριλαμβανομένης και της αγγειακής ανεπάρκειας.
- Κρανιοεγκεφαλική κάκωση με υπολείμματα
- Χρόνια διάτρηση τυμπανικής μεμβράνης
- Χρόνια μέση ωτίτιδα
- Εγχείρηση στο μέσο ους
- Χρόνια κολπίτιδα
- Σοβαρή διαταραχή ομιλίας
- Στίγμα δρεπανοκυτταρικής αναιμίας
- Δρεπανοκυτταρική αναιμία
- Στηθάγχη ή έμφραγμα του μυοκαρδίου
- Καρδιακές αρρυθμίες ( εκτός των πρόωρων κοιλιακών συστολών )
- Βαλβιδική καρδιοπάθεια
- Αχρωματοψία
- Σύνδρομο Wolf – Parkinson – White
- Καρδιακή ανεπάρκεια
- Κλειστοφοβία
- Χρήση οινοπνεύματος ή άλλων τοξικών ουσιών – φαρμάκων
- Κύηση. Οι επιδράσεις της υποξίας ή των φυσαλίδων αζώτων δεν έχουν διευκρινιστεί επί του εμβρύου. Είναι προτιμότερο πάντως να διακόπτεται κάθε καταδυτική δραστηριότητα μόλις διαπιστωθεί η κύηση.<sup>20, 24, 35</sup>

## ΙΑΤΡΙΚΗ ΔΗΛΩΣΗ

Μία τυπική Ιατρική δήλωση λοιπόν που καλείτε να συμπληρώσει και να υπογράψει ο υποψήφιος δύτης και ένας αρμόδιος γιατρός έχει ως εξής:

"Ο σκοπός του ερωτηματολογίου αυτού είναι να εξακριβωθεί εάν χρειάζεται να σας εξετάσει ο γιατρός σας προτού συμμετέχετε στο εκπαιδευτικό πρόγραμμα κατάδυσης. Παρακαλείσθε να απαντήσετε στις ακόλουθες απαντήσεις που αφορούν προηγούμενο ή παρών ιατρικό ιστορικό. Εάν δεν είστε σίγουρος για κάποια ερώτηση συμπληρώστε ναι.

- Παίρνετε τακτικά φάρμακα με ή άνευ συνταγής (εξαιρουμένης της αντισύλληψης);
  - Είστε έγκυος ή σκοπεύετε να μείνετε;
- Είστε άνω των 45 ετών και σας αφορά ένα ή περισσότερα από τα ακόλουθα :
- Καπνίζετε;
  - Έχετε υψηλή χοληστερίνη;
  - Έχετε οικογενειακό ιστορικό καρδιακών προσβολών ή εγκεφαλικής συμφόρησης;

Έχετε ποτέ υποφέρει ή υποφέρετε τώρα από:

- Άσθμα, ή δυσκολία όταν αναπνέετε ή καπνίζετε
- Τακτικό ή σοβαρό αλλεργικό συνάχι ή αλλεργία
- Τακτικά κρυολογήματα ή βρογχίτιδα
- Οποιαδήποτε μορφή πνευμονικής νόσου
- Πνευμοθώρακα
- Ιστορικό χειρουργείου θώρακος
- Κλειστοφοβία ή αγοραφοβία
- Υγειονομικά προβλήματα συμπεριφοράς
- Επιληψία, προσβολές ή σπασμούς
- Επαναλαμβανόμενους πονοκεφάλους ημικρανίας
- Ιστορικό αμνησίας ή λιποθυμίας
- Υποφέρετε τακτικά από αρρώστια της κίνησης ( ναυτία )
- Ιστορικό καταδυτικών ατυχημάτων ή νόσο των δυτών
- Ιστορικό επαναλαμβανόμενων προβλημάτων στην πλάτη
- Ιστορικό χειρουργείο πλάτης

- Ιστορικό διαβήτη
- Ιστορικό προβλημάτων πλάτης, βραχίονα ή ποδιού ως αποτέλεσμα χειρουργείου, τραυματισμού ή κατάγματος
- Ανικανότητα εκτέλεσης ήπιας γυμναστικής άσκησης
- Ιστορικό υψηλής πίεσης ή λήψη φαρμάκων προς έλεγχο της
- Ιστορικό οποιασδήποτε καρδιακής πάθησης
- Ιστορικό καρδιακών προσβολών
- Ιστορικό χειρουργείου οστού ή κοιλώματος
- Ιστορικό ωτοπάθησης, απώλειας ακοής ή προβλήματα ισορροπίας
- Ιστορικό προβλημάτων εξίσωσης
- Ιστορικό αιμορραγίας ή άλλες ανωμαλίες αίματος
- Ιστορικό οποιουδήποτε είδους κήλης
- Ιστορικό έλκους ή χειρουργείου έλκους
- Ιστορικό νόσου του χοντρού εντέρου
- Ιστορικό κατάχρησης ναρκωτικών ή οινόπνεύματος

Από όσο γνωρίζω οι πληροφορίες που έχω δώσει σχετικά με το ιατρικό ιστορικό μου είναι ακριβής."

### **Υπογραφή**

Έπειτα από την συμπλήρωση της ιατρικής δήλωσης είναι στην αρμοδιότητα του εκάστοτε εκπαιδευτή να κρίνει εάν το άτομο χρήζει περαιτέρω ιατρικής εξέτασης και εάν μπορεί να γίνει δεκτό στο εκπαιδευτικό πρόγραμμα καταδύσεων.<sup>38</sup>

## 7.2 ΕΠΙΛΟΓΗ ΝΟΣΗΛΕΥΤΙΚΟΥ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ

Οι νοσηλευτές που πρόκειται να στελεχώσουν ένα τμήμα υπερβαρικής και καταδυτική ιατρικής και να ασχοληθούν με την συγκεκριμένη ειδικότητα, θα πρέπει να είναι άτομα απολύτως υγιή και σε πολύ καλή φυσική κατάσταση. Λόγω της ιδιαιτερότητας και των συνθηκών που διέπουν μία κατάδυση, υπάρχουν ιατρικές αντενδείξεις οι οποίες λαμβάνονται υπόψη στην επιλογή του προσωπικού όπως :

- ❖ Κλειστοφοβία
- ❖ Χρόνια ωτίτιδα
- ❖ Χρόνιες αναπνευστικές διαταραχές
- ❖ Παχυσαρκία
- ❖ Σακχαρώδης διαβήτης
- ❖ Έλλειψη ενζύμου G6PD

Στην συνέχεια δίνεται βαρύτητα στην εκπαίδευση του προσωπικού. Αρχικά με την συμμετοχή τους σε σχολείο καταδυτικής και υπερβαρικής νοσηλευτικής που λαμβάνει χώρα στο NNA και στην συνέχεια στο σχολείο αυτοδυτών που πραγματοποιείται στην Μονάδα Υποβρύχιων Καταστροφών. Με αυτό τον τρόπο οι νοσηλευτές προσκομίζουν γνώσεις, εμπειρία και ερεθίσματα για τον υπερβαρικό χώρο και για τις μη νορμοβαρικές συνθήκες.

Έχοντας πλέον αποκτήσει την κατάλληλη γνώση του αντικειμένου, ο νοσηλευτής που χαρακτηρίζεται σαν εσωτερικός συνοδός, καλείται να προσφέρει τις υπηρεσίες του στον χώρο του θαλάμου επανασυμπίεσης με δυνατότητα άμεσης επέμβασης στον ασθενή. Για να μπορέσει να είναι όμως αποτελεσματικός και προστατευμένος είναι απαραίτητη η εξειδίκευση και ο υψηλός βαθμός εμπειρίας. Τα βασικά χαρακτηριστικά του νοσηλευτή – εξωτερικού συνοδού είναι η σωστή και ακριβείς πρόληψη και η κριτική σκέψη.

Για αυτούς τους λόγους κρίνεται απαραίτητη η εξάμηνη εκπαίδευση του προσωπικού σε Μονάδα Εντατικής Θεραπείας και η μετέπειτα εξειδίκευση του σε πανεπιστημιακά κέντρα καταδυτικής και υπερβαρικής ιατρικής σε χώρες του εξωτερικού.<sup>20, 22, 27</sup>

### 7.3 ΚΑΝΟΝΕΣ ΚΑΙ ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΠΟΥ ΔΙΕΠΟΥΝ ΤΙΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΚΑΤΑΔΥΤΙΚΗΣ – ΥΠΕΡΒΑΡΙΚΗΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ

#### **ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΣΤΟ ΤΜΗΜΑ ΤΟΥ ΘΑΛΑΜΟΥ**

- ✓ Καμία εργασία δεν γίνεται επί του κελύφους του θαλάμου από άτομα μη εξουσιοδοτημένα από την κατασκευάστρια εταιρεία
- ✓ Η παροχή ρεύματος στον εσωτερικό χώρο του θαλάμου και σε οποιαδήποτε ιατρική ή μη συσκευή εντός του ίδιου χώρου, να μην ξεπερνά τα 12 Volt.
- ✓ Ο φωτισμός του θαλάμου να είναι ψυχρός και όλοι οι ηλεκτρικοί διακόπτες να βρίσκονται εντός του θαλάμου.
- ✓ Ο θάλαμος να φέρει αναλυτή συγκέντρωση οξυγόνου με συνεχές ηχητικό σήμα προειδοποίησης, σε περίπτωση που η συγκέντρωση του υπερβεί το 23%. Ο αναλυτής παραμένει σε λειτουργία καθόλη τη διάρκεια της θεραπείας.
- ✓ Σε περίπτωση αύξησης του ποσοστού οξυγόνου, άνω του 23%, γίνεται συνεχής εξαέρωση του θαλάμου ( δηλαδή ταυτόχρονη εισαγωγή και εξαγωγή αέρα διατηρώντας την πίεση σταθερή ).
- ✓ Απαγορεύεται η μεταφορά εντός του θαλάμου οποιασδήποτε συσκευής, οργάνου ή αντικειμένου ικανού να προκαλέσει σπινθήρα.

Με ευθύνη του νοσηλευτικού προσωπικού και υπό την επίβλεψη της προϊσταμένης, γίνεται έλεγχος ώστε να μην εισέρχονται στον εσωτερικό χώρο τα παρακάτω :

- ◆ Οποιαδήποτε συσκευή αερίου ( αναπτήρες, συσκευές θέρμανσης, κα )
- ◆ Οποιαδήποτε ηλεκτρική συσκευή ανεξαρτήτως τάσης ( κινητά τηλέφωνα, ραδιόφωνα, ηλεκτρονικά παιχνίδια, κα )
- ◆ Ποτέ να μην χρησιμοποιούνται γυάλινα φιαλίδια
- ◆ Ο ιματισμός και τα ρούχα των ασθενών και των συνοδών, πρέπει να είναι σε βαμβακερά και όχι συνθετικά.
- ◆ Ποτέ να μην χρησιμοποιείται οινόπνευμα, αλλά η αντισηψία να γίνεται με ιωδιούχο σκεύασμα.



- ♦ Ποτέ δεν κάνουμε χρήση λιπαντικών ουσιών, σπρέι και gel μαλλιών
- ♦ Ποτέ δεν αφήνουμε άδειες φιάλες συνδεδεμένες στο δίκτυο παροχής αέρα.
- ♦ Ποτέ να μην γίνεται η πλήρωση των cuff του τραχειοσωλήνα ή του καθετήρα κύστεως με αέρα, αλλά μόνο με 0,9 % N / S

Όσα αναφέρθηκαν καλύπτουν αδρά την συνεχώς και ραγδαίως αναπτυσσόμενη υπερβαρική νοσηλευτική, κάνοντας αναφορά στην ιδιαιτερότητα αυτής της εξειδίκευσης. Στην καθημερινή πραγματικότητα προκύπτουν διάφορα προβλήματα, όπου πρέπει να τα αντιμετωπίζουμε σαν ομάδα αυξάνοντας συνεχώς την εμπειρία, την κρίση και την υπευθυνότητα σε μία συντονισμένη προσπάθεια προσφοράς προς τον πάσχοντα.<sup>20, 22</sup>

## 7.4 ΔΙΑΚΟΜΙΔΗ ΚΑΤΑΔΥΤΙΚΟΥ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ

Η διακομιδή του καταδυτικού ατυχήματος μπορεί να γίνει με τους εξής τρόπους :

- ❖ Με ιδιωτικό αυτοκίνητο
- ❖ Με ασθενοφόρο
- ❖ Με αεροπλάνο
- ❖ Με ελικόπτερο
- ❖ Με πλοίο

Στον ελλαδικό χώρο τα έκτακτα περιστατικά και κυρίως οι δύτες, συνήθως διακομίζονται λόγω μορφολογίας με ιδιωτικό αυτοκίνητο, γιατί κατά κύριο λόγο είναι ερασιτέχνες δύτες που κάνανε κατάδυση σε κάποιο παραθαλάσσιο μέρος της χώρας μας.

Το ζευγάρι του πάσχοντα δύτη, πρέπει να τον μεταφέρει στο πλησιέστερο κέντρο υγείας, ώστε να γίνουν οι πρώτες νοσηλευτικές διεργασίες:

- ✓ Λήψη πλήρους ιστορικού
- ✓ Ακτινογραφικός έλεγχος
- ✓ ΗΚΓ
- ✓ Τοποθέτηση καθετήρα κύστεως
- ✓ Τοποθέτηση ενδοφλέβιας γραμμής για άμεση χορήγηση υγρών
- ✓ Χορήγηση οξυγόνου
- ✓ Ενημέρωση του θαλάμου, ώστε να ενεργοποιηθεί όλο το νοσηλευτικό και ιατρικό προσωπικό

Λόγω της μορφολογίας της Ελλάδας η επόμενη πιο διαδεδομένη διακομιδή είναι το ελικόπτερο, που έχει πολλές δυσκολίες αλλά και ένα μεγάλο πλεονέκτημα, είναι γρήγορο και μπορεί να πάει σχεδόν παντού.

Κάθε διακομιδή με ελικόπτερο είναι μοναδική και ιδιαίτερη γιατί ο πάσχων δεν έχει ακόμα σταθεροποιημένη την γενική κλινική του εικόνα και παρουσιάζει έντονη αιμοδυναμική αστάθεια. Όμως, η χρήση του ελικοπτερου σημαίνει ότι υπάρχει κέρδος στον χρόνο έναρξης της θεραπείας και λιγότερος κόπος γιατί γίνονται ταυτόχρονα όλες οι νοσηλευτικές πράξεις . Όλα αυτά έχουν σαν κέρδος την διάσωση μιας ανθρώπινης ζωής.

Η διαχείριση – Management μεταξύ του ελικοπτερου και του σκάφους όπου υπάρχει σε εξέλιξη το καταδυτικό ατύχημα είναι η εξής:

- 1) Εξασφάλιση επικοινωνίας με το ελικόπτερο
- 2) Πρέπει να συνεχίσουμε να έχουμε τον έλεγχο του σκάφους και να προσπαθήσουμε να μειώσουμε την απόσταση που έχουμε με το ελικόπτερο.
- 3) Τοποθετούμε κάτω όλες τις κεραίες, χωρίς όμως να χάσουμε την επαφή με το ελικόπτερο
- 4) Ελέγχουμε για τυχόν χαλαρά αντικείμενα πάνω στο κατάστρωμα
- 5) Όσα άτομα είναι πάνω στο κατάστρωμα πρέπει να φορέσουν μάσκες στο πρόσωπο για να προφυλάξουν τα μάτια τους από τα νερά που θα πετάξει το ελικόπτερο.
- 6) Πρέπει οπωσδήποτε να ακουμπήσει το Βίντσι πάνω στο σκάφος ή στην θάλασσα για να γίνει εκφόρτιση του στατικού ηλεκτρισμού του ελικοπτερου, για να αποφευχθεί ο κίνδυνος ηλεκτροπληξίας.
- 7) Δεν δένουμε τίποτα πάνω στην γραμμή ελέγχου
- 8) Τοποθετούμε σωστικό σωσίβιο στο δύτη
- 9) Τοποθετούμε το δύτη μέσα στο ειδικό κουτί ανέλκυσης με το πρόσωπο προς τα πάνω. Δεν δένουμε τον δύτη αλλά χρησιμοποιούμε τα ειδικά άγκιστρα.
- 10) Εάν ο πάσχοντας δεν επικοινωνεί δίνουμε όσες περισσότερες πληροφορίες μπορούμε. Διευκρινίζουμε τι είδους ατύχημα είναι και τι ενέργειες έχουμε κάνει μέχρι την στιγμή της διακομιδής.
- 11) Πρέπει να ενημερώσουμε το κέντρο επιχειρήσεων και να διευκρινίσουμε για την φύση του καταδυτικού ατυχήματος ώστε το πλήρωμα του ελικοπτερου να καταθέσει σχέδιο πτήσης για χαμηλό υψόμετρο και να έχει και επάρκεια καυσίμων.
- 12) Εάν είναι δυνατόν να υπάρχει και ειδικός θάλαμος πίεσης προσαρτημένος εξωτερικά του ελικοπτερου
- 13) Να περιμένει ασθενοφόρο στην πίστα του ελικοδρομίου για την άμεση παραλαβή του πάσχοντα.<sup>13</sup>

## **ΜΕΡΟΣ 2<sup>ο</sup>**

# ΝΟΣΗΛΕΥΤΙΚΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ ΚΑΙ Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΝΟΣΗΛΕΥΤΗ ΣΤΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΑΠΟ ΚΑΤΑΔΥΣΗ

## 1. ΔΗΛΗΤΗΡΙΑΣΗ ΑΠΟ CO<sub>2</sub> (ΥΠΕΡΚΑΠΝΙΑ)

Συνήθως η υπερκαπνία αντιμετωπίζεται στον τόπο του περιστατικού. Στις περισσότερες των περιπτώσεων θεραπεύεται οριστικά χορηγώντας ατμοσφαιρικό αέρα. Ο δύτης θα πρέπει να εξεταστεί για πρώιμα συμπτώματα νόσου των δυτών, δεδομένου ότι η υπερκαπνία κατά την διάρκεια της κατάδυσης αυξάνει την πιθανότητα της νόσου. Στην περίπτωση που ο δύτης μεταφερθεί στο νοσοκομείο θα πρέπει να τυγχάνει της τυπικής αντιμετώπισης για την αυξημένη ποσότητα CO<sub>2</sub> στο αίμα, η οποία δεν είναι άλλη από την οξυγονοθεραπεία.<sup>1, 20, 21</sup>

## **I. ΟΞΥΓΟΝΟΘΕΡΑΠΕΙΑ**

### **Αρχές οξυγονοθεραπείας**

- Το O<sub>2</sub> πρέπει να χορηγείται κατόπιν ιατρικής οδηγίας, στην οποία να αναγράφεται έναρξη, ροή, πυκνότητα και μέγεθος, εκτός εξαιρετικών περιπτώσεων όπως οι υπερεπείγουσες καταστάσεις.
- Η χορήγηση πρέπει να είναι συνεχής και να γίνεται μέτρηση των αερίων αίματος κατά την έναρξη σε κάθε τροποποίηση της πυκνότητας του O<sub>2</sub> στον αναπνεόμενο αέρα και σε βαριά περιστατικά συχνότερα.
- Το O<sub>2</sub> χορηγούμενο δεν κατακρατείται στον οργανισμό.
- Η χορήγηση θα πρέπει να γίνεται με μικρή ποσότητα O<sub>2</sub> γιατί η τοξικότητα του αυξάνει παράλληλα με τη δόση του.
- Η ροή του O<sub>2</sub> εξαρτάται από τη μέθοδο παροχής, την ηλικία και τη γενική κατάσταση του δύτη-ασθενή.
- Είναι απαραίτητη η γνώση της αντιστοιχίας ροής – πυκνότητας για κάθε μέθοδο χορήγησης. Οι νοσηλευτές θα πρέπει να είναι εξοικειωμένοι με τις μεθόδους χορήγησης O<sub>2</sub> και να γνωρίζουν την πυκνότητα του στον αναπνεόμενο αέρα. Η χορήγηση πρέπει να είναι συνεχής μέχρι σταθεροποίησης και βελτίωσης της

κλινικής κατάστασης του αρρώστου. Η διακεκομμένη παροχή είναι βλαβερή για κάθε άρρωστο και μάλιστα σε περίπτωση αυξημένης τάσης CO<sub>2</sub> είναι πολύ επικίνδυνη. Παρομοιάζεται με τον πνιγμένο που τον φέρνουμε για λίγο στην επιφάνεια για να τον βοηθήσουμε και σε λίγο τον αφήνουμε να βυθιστεί στο νερό.

Όταν αποφασιστεί η χορήγηση οξυγόνου, ο νοσηλευτής σχεδιάζει τη φροντίδα του αρρώστου έτσι, ώστε να εξασφαλιστεί η άνεση και η ασφάλεια του κατά την διάρκεια της οξυγονοθεραπείας και η επαρκής προμήθειά του με οξυγόνο.

### **Προαγωγή ψυχολογικής και φυσικής άνεσης**

Ο άρρωστος και η οικογένεια του ενημερώνονται για το σκοπό και τις αρχές της οξυγονοθεραπείας, ώστε να μειωθεί ο φόβος και η αγωνία που τους προκαλεί. Ο νοσηλευτής μένει κοντά στον άρρωστο ώστε να ηρεμήσει. Κατά την διάρκεια της οξυγονοθεραπείας είναι απαραίτητη η συνεχής εκτίμηση και κάλυψη των αναγκών του αρρώστου. Φροντίδα δέρματος, ρινός και αλλαγή θέσης του αρρώστου πρέπει να γίνονται συχνά.

### **Προαγωγή ασφάλειας**

Το οξυγόνο είναι αέριο άοσμο, άχρωμο, άγευστο και βαρύτερο από τον αέρα. Μπορεί, επομένως, να διαφύγει μέσα στο περιβάλλον χωρίς να γίνει αντιληπτό. Το οξυγόνο συντηρεί την καύση και όταν είναι συμπυκνωμένο προκαλεί ανάφλεξη ευκολότερα. Για την καλύτερη ασφάλεια του αρρώστου και του περιβάλλοντος, είναι ανάγκη:

- ♦ Να αναρτηθεί πινακίδα «Μην καπνίζετε».
- ♦ Να ενημερωθεί ο άρρωστος και οι συγγενείς του για τους κινδύνους.
- ♦ Να μην χρησιμοποιούνται ηλεκτρικές συσκευές, όπως κουδούνι, ηλεκτρικές θερμοφόρες κλπ.
- ♦ Να διακόπτεται η χορήγηση οξυγόνου όταν γίνεται αναρρόφηση ή εκτελείται ακτινογραφία και ηλεκτροκαρδιογράφημα .
- ♦ Να μην χρησιμοποιούνται λάδι, οινόπνευμα και μάλλινα υφάσματα, γιατί έχουν χαμηλό σημείο ανάφλεξης και όταν υπάρχει συμπυκνωμένο οξυγόνο μπορεί να αναφλεγούν αυτόματα. Να χρησιμοποιούνται βαμβακερές κουβέρτες.

- ◆ Να αποφεύγονται σπινθήρες από στατικά ηλεκτρικά φορτία.
- ◆ Το οξυγόνο να εφυγραίνεται με αποσταγμένο νερό, ώστε να αποφεύγεται το ξηραντικό αποτέλεσμα του στους βλεννογόνους.
- ◆ Οξυγόνο σε συγκέντρωση 100% πρέπει να χορηγείται με μεγάλη προσοχή. Η χορήγησή του πάνω από οχτώ ώρες μπορεί να προκαλέσει οξύ πνευμονικό οίδημα και στα πρόωρα βρέφη οπισθοφακική ίνωση.
- ◆ Για αποφυγή λοίμωξης, ο εξοπλισμός οξυγονοθεραπείας, που είναι η δυνητική πηγή διασταυρωμένης μόλυνσης, πρέπει να αλλάζεται συχνά, σύμφωνα με την πολιτική ελέγχου λοιμώξεων και τον τύπο του εξοπλισμού.

Η μείωση του αναπνευστικού έργου πετυχαίνεται με απομάκρυνση ή μείωση κάθε παράγοντα που επιβαρύνει την αναπνευστική λειτουργία, όπως stress, πυρετός, δύσπνοια. Ο νοσηλευτής είναι υπεύθυνος να σχεδιάσει την μείωση των μεταβολικών αλλαγών με:

1. Διατήρηση ισοζυγίου ανάπαυσης – δραστηριότητας
  - Εξηγεί στον άρρωστο τη σπουδαιότητα της ανάπαυσης.
  - Απομακρύνει από το περιβάλλον του αρρώστου κάθε ενοχλητικό παράγοντα.
  - Βοηθά τον άρρωστο στην εκτέλεση των καθημερινών του δραστηριοτήτων.
  - Λαμβάνει μέτρα για εξασφάλιση καλού νυχτερινού ύπνου.
  - Βρίσκει τις αιτίες συγκινησιακών ξεσπασμάτων του αρρώστου και προσπαθεί να τις απομακρύνει.
  - Δημιουργεί και διατηρεί θεραπευτική διαπροσωπική σχέση με τον άρρωστο.
2. Μείωση προσπάθειας κατά την αναπνοή. Αυτή πετυχαίνεται με:
  - Εξασφάλιση για τον άρρωστο ενός περιβάλλοντος στο οποίο κυκλοφορεί δροσερός και καθαρός αέρας.
  - Αποφυγή τραβήγματος των κουρτινών γύρω από το κρεβάτι του αρρώστου με δύσπνοια.
  - Ελαφρά και ζεστά ρούχα.
  - Αποφυγή μεγάλων γευμάτων και τροφών που προκαλούν αέρα.
  - Ενθάρρυνση του αρρώστου να διατηρεί θέση που διευκολύνει την αναπνοή.

### **Διακοπή οξυγονοθεραπείας**

Γίνεται, κατόπιν ιατρικής οδηγίας, με βαθμιαία ελάττωση της συγκέντρωσης του χορηγούμενου οξυγόνου ή διακοπή του για σύντομα χρονικά διαστήματα. Ο νοσηλευτής πρέπει να εκτιμά συχνά την αντίδραση του αρρώστου στη μείωση του οξυγόνου. Η παρουσία αύξησης συχνότητας σφυγμού, αναπνευστικής δυσχέρειας και κυάνωσης, συνηγορούν για ανάγκη συνέχισης της οξυγονοθεραπείας.<sup>15</sup>



## 2. ΔΗΛΗΤΗΡΙΑΣΗ ΑΠΟ ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ(CO)

Κατά την διάρκεια της κατάδυσης η άμεση αντιμετώπιση είναι η ελεγχόμενη ανάδυση και η εισπνοή ατμοσφαιρικού (φρέσκου) αέρα. Οι πρώτες βοήθειες στο τόπο του συμβάντος θα πρέπει να περιλαμβάνουν την υποστήριξη των ζωτικών λειτουργιών, χορήγηση οξυγόνου με  $\text{FiO}_2$  (ποσοστό οξυγόνου στο εισπνεόμενο μείγμα) όσο πιο κοντά στο 100% , υποστηρικτική αναπνοή εάν είναι απαραίτητο και άμεση μεταφορά του θύματος σε κατάλληλο νοσοκομείο. Θα πρέπει να εξασφαλιστεί ότι η αναπνευστική συσκευή του δύτη που παρουσίασε δηλητηρίαση με CO , δεν θα χρησιμοποιηθεί από άλλον και ότι δείγμα αυτής θα διατηρηθεί για ανάλυση. <sup>4, 38</sup>

Η καλύτερη αντιμετώπιση περιλαμβάνει χορήγηση υπερβαρικού οξυγόνου, για αυτό και ο ασθενής θα πρέπει να μεταφέρεται σε νοσοκομείο με τις κατάλληλες εγκαταστάσεις.

Βασικό και ίσως μοναδικό προληπτικό μέτρο είναι η σωστή τοποθέτηση των σωληνώσεων εισαγωγής των αεροσυμπιεστών πλήρωσης των φιαλών μακριά δηλαδή από εξατμίσεις μηχανών εσωτερικής καύσεως. <sup>2</sup>

Με την είσοδο του ασθενή στο νοσοκομείο φροντίζουμε για τη διαπίστωση της βατότητας του αεραγωγού και συνεχίζουμε την τεχνική αναπνοή αν χρειάζεται. Επίσης συνεχίζουμε την χορήγηση  $\text{O}_2$  95 – 100% με θετική πίεση με ενδοτραχειακό σωλήνα ή μάσκα προσώπου. Επίσης φροντίζουμε για τα εξής :

- Φλεβοκέντηση για εξασφάλιση ανοιχτής ενδοφλέβιας γραμμής.
- Χορήγηση διαλύματος Dextrose 5% 100 ml σε αργή έκχυση.
- Λήψη μέτρων για αποφυγή ρίγους.
- Παραμονή στο νοσοκομείο για παρακολούθηση και εφαρμογή υποστηρικτικής θεραπείας ( συμπεριλαμβανομένων και μεταγγίσεων )
- Σε βαριές περιπτώσεις μπορεί να εμφανιστεί υποθερμία.
- Δεν χορηγούνται μορφίνη, θειική ατροπίνη και συνθετικά ναρκωτικά.
- Στενή παρακολούθηση του αρρώστου και μετά την ανάρρωση του από την δηλητηρίαση. Μπορεί να παρουσιαστούν όψιμα μυοκαρδιακά και νευρολογικά συμπτώματα, που απειλούν τη ζωή του. <sup>17, 27</sup>

### **3. ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ ΟΞΥΓΟΝΟΥ ΣΤΟΥΣ ΠΝΕΥΜΟΝΕΣ**

Η αντιμετώπιση της τοξικότητας περιλαμβάνει την μείωση της μερικής πίεσης του οξυγόνου στο εισπνεόμενο μίγμα σε επίπεδα μικρότερα από 0,5 ΑΤΑ. Σε βαριές καταστάσεις απαιτείται μηχανική υποστήριξη της αναπνοής και αναπνευστήρες θετικής πίεσεως με εφαρμογή τελοεκπνευστικής θετικής πίεσης (ΡΕΕΡ).<sup>23</sup>

#### **I. Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΝΟΣΗΛΕΥΤΗ ΣΤΗΝ ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΠΝΕΥΜΟΝΙΚΗΣ ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑΣ**

Είναι σημαντικό να γνωρίζει ο νοσηλευτής τα σημεία και συμπτώματα που προηγούνται της εμφάνισης πνευμονικής τοξικότητας, γιατί μπορεί να προλάβει έτσι την εμφάνιση της.

Ξέρουμε ότι η εμφάνιση πνευμονικής τοξικότητας γίνεται όταν ο ασθενής δεχθεί για μεγάλο χρονικό διάστημα χαμηλής ποσοστιαίας αναλογίας εμπλουτισμένο μείγμα οξυγόνου.

Πρακτικά σε δύο μόνο μέρη μπορεί να δεχθεί τόση ποσότητα οξυγόνου :

- ❖ Σε θάλαμο επανασυμπίεσης
- ❖ Όταν είναι υπό αναπνευστήρα σε μηχανήμα στην ΜΕΘ

Για αυτό είναι σημαντικό ο νοσηλευτής όταν εφαρμόζει κάποιο θεραπευτικό σχήμα να έχει εξετάσει, εάν με βάση τους πίνακες οξυγόνου πλησιάζει το 100 % της δέσμευσης ΟΤΟΥ. Εάν το πλησιάζει ή και το ξεπερνάει τότε πρέπει να γίνει αναπροσαρμογή του θεραπευτικού πλάνου από τον θεράποντα ιατρό ή να δεχθεί ο ασθενής σκευάσματα που ανεβάζουν την ανεκτικότητα του οξυγόνου ή να παραβιαστούν τα όρια του οργανισμού, βάζοντας τον νοσηλευτή σε απόλυτη επαγρύπνηση.<sup>1, 20, 22</sup>

## **4. ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΚΕΝΤΡΙΚΟΥ ΝΕΥΡΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΟ O<sub>2</sub>**

Βασίζεται στην αρχή ότι η δηλητηρίαση του ΚΝΣ από O<sub>2</sub> υποχωρεί ταχύτατα με την μείωση της μερικής πίεσης του O<sub>2</sub> στο εισπνεόμενο αναπνευστικό μέσο

### **I. Η θεραπεία δηλητηρίασεως από O<sub>2</sub> που συμβαίνει κατά την διάρκεια θεραπείας εντός του θαλάμου επανασυμπίεσης είναι,**

1. Άμεση αφαίρεση της μάσκας O<sub>2</sub>
  2. Άμεσος αερισμός του θαλάμου επανασυμπίεσης
  3. Όταν τα συμπτώματα υποχωρήσουν τελείως, να γίνεται πάντα επανεκτίμηση της ανάγκης συνεχίσεως της οξυγονοθεραπείας.
- ❖ Αν ο δύτης υποβάλλεται σε test ανοχής οξυγόνου θα πρέπει να βγει από το θάλαμο και να υποβληθεί σε εξετάσεις για πιθανή οργανική νόσο του ΚΝΣ
  - ❖ Αν ο δύτης υποβάλλεται σε θεραπεία για εμβολή αέρος ή νόσο των δυτών, είναι απαραίτητο να συνεχίσει την εισπνοή οξυγόνου. Αυτό συμβαίνει αφού περάσουν 15 λεπτά μετά την πλήρη υποχώρηση των συμπτωμάτων της δηλητηρίασης.
4. Αν ο άρρωστος παρουσιάσει επιληπτικό σπασμό θα πρέπει να αποφεύγεται η χρήση αντιεπιληπτικών φαρμάκων. Τα αντιεπιληπτικά φάρμακα προκαλούν καταστολή της αναπνοής, πράγμα που είναι επικίνδυνο κατά την διάρκεια της θεραπείας εντός του θαλάμου. Είναι καλύτερα λοιπόν η ανάνηψη να γίνει χωρίς τη χρήση φαρμάκων.
  5. Κατά τη διάρκεια επιληπτικού σπασμού απαγορεύεται η άνοδος του θαλάμου, επειδή υπάρχει κίνδυνος πνευμονικής υπερδιατάσεως και εμβολής αέρα από αυτήν.
  6. Στην ασυνήθη περίπτωση που ο άρρωστος εμφανίσει πάλι επιληπτικό σπασμό (σε κάθε προσπάθεια επαναλήψεως της χορήγησης οξυγόνου και λόγω της κατάστασης του χρειάζεται συνέχιση της θεραπείας), η θεραπεία μπορεί να συνεχιστεί με μικρότερη μερική πίεση οξυγόνου.

Αυτό μπορεί να γίνει είτε επανασυμπιέζοντας το δύτη στα 165 Ft με αέρα (PpO<sub>2</sub> 1,26 ATA ) ή ανεβαίνοντας στα 9 μέτρα με 100% οξυγόνο (PpO<sub>2</sub> 1,9 ATA ). Σαν γενικός κανόνας γενικά επικρατεί ο δεύτερος.<sup>1, 20, 22</sup>

## **II. Θεραπεία δηλητηριάσεως από οξυγόνο που συμβαίνει ενώ ο δύτης βρίσκεται ακόμα στο νερό.**

Η αντιμετώπιση της κατάστασης αυτής είναι πολύ δύσκολη, γενικά συνιστώνται τα εξής:

1. Αν συμβεί επιληπτικός σπασμός σε κατάδυση με καταδυτική συσκευή τύπου MARK V με He-O<sub>2</sub> ο δύτης θα πρέπει να μεταφερθεί στην επιφάνεια με ενδιάμεσο ρυθμό ανόδου. Με αυτήν την ανάδυση μιας και ο δύτης έχει απολέσει την συνείδηση του δημιουργείται διαφοροδιαγνωστικό πρόβλημα με την εμβολή αέρος (άμεση επαναπίεση στα 165 FT και συνέχιση κατά τους πίνακες).
2. Επιληπτικός σπασμός που συμβαίνει κατά την παραμονή στο βυθό, είναι από τις πιο δύσκολες καταστάσεις να αντιμετωπιστούν. Γενικά, ο δύτης δεν μπορεί να μεταφερθεί αμέσως στην επιφάνεια γιατί υπάρχει κίνδυνος εμφάνισης της νόσου των δυτών. Εναλλακτική λύση είναι η μείωση της πίεσεως του οξυγόνου στο αναπνευστικό μέσο και η βοήθεια από άλλο δύτη ή η κάθοδος καταδυτικού κώδωνος.<sup>10, 24, 25, 38</sup>

## **5. ΒΑΡΟΤΡΑΥΜΑΤΑ ΠΑΡΑΡΡΙΝΙΩΝ ΚΑΙ ΩΤΟΣ**

### **I. ΒΑΡΟΤΡΑΥΜΑ ΠΑΡΑΡΡΙΝΙΩΝ**

Όταν το βαρότραυμα είναι ελαφριάς μορφής χρησιμοποιούμε αποσυμφορητικά, αντιβιοτικά και αντιφλεγμονώδη. Σε βαριές περιπτώσεις το βαρότραυμα των κόλπων αντιμετωπίζεται με παρακέντηση. Φυσικά απαγορεύονται οι καταδύσεις έως ότου αποκατασταθεί το πρόβλημα.<sup>1,38</sup>

### **II. ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΩΤΙΤΙΔΑ**

- Λήψη θερμοκρασίας για αντιμετώπιση πιθανής εμφάνισης πυρετικής κίνησης.
- Σε περίπτωση ωτόρροιας παρακολούθηση του τύπου του υγρού και ενημέρωση του γιατρού.
- Χορήγηση αντιβίωσης, εάν χρειαστεί, ακολουθώντας τις οδηγίες του γιατρού.
- Φροντίζουμε για την ανάπαυση και την ηρεμία του ασθενή, εξασφαλίζοντας του άνετο περιβάλλον.
- Προτρέπουμε τον ασθενή να πίνει πολλά υγρά έτσι ώστε να επιτύχουμε αύξηση των προσλαμβανόμενων υγρών.
- Τοποθετούμε υγρά ή ξηρά θερμά επιθέματα. Μειώνουν την δυσχέρεια και αυξάνουν την αιμάτωση. Ενημέρωση του ασθενή και των συνοδών για τη σωστή εφαρμογή τους.
- Χορηγούμε αναλγητικά ή κωδεΐνη για μείωση του πόνου
- Κάνουμε ενσταλάξεις φαρμακευτικών διαλυμάτων ή διαλύματος του Burow, για απομάκρυνση του εκκρίματος και των νεκρωμένων ιστών.
- Για καταπολέμηση της φλεγμονής ενσταλάζουμε αντιβιοτικές σταγόνες ή επαλείφουμε με ειδικά σκευάσματα στεροειδών (αλοιφές).
- Εάν ο ακουστικός πόρος δεν είναι βατός εισάγουμε σε αυτόν γάζα εμποτισμένη με διάλυμα νιτρικού αργύρου 1-5% ή με κορτιζονούχο διάλυμα..

- Ενημερώνουμε τον άρρωστο να αποφεύγει την κολύμβηση και το ντους μέχρι την πλήρη αποδρομή της νόσου.
- Τον συμβουλεύουμε να είναι πολύ προσεχτικός για πρόληψη υποτροπής της νόσου.

### **III. ΟΞΕΙΑ ΜΕΣΗ ΩΤΙΤΙΔΑ**

Η θεραπευτική αγωγή περιλαμβάνει :

- Διαθερμίες
- Αντισηπτικοί ψεκασμοί
- Χορήγηση αντιβιοτικών φαρμάκων.
- Ενσταλάξεις στη μύτη
- Εμφυσέςεις μετά την υποχώρηση της φλεγμονής και εφόσον παραμένει ένας βαθμός βαρηκοΐας

Στη μέση πυώδη ωτίτιδα η θεραπευτική αγωγή περιλαμβάνει :

- Αντιβιοτική θεραπεία από το στόμα ή παρεντερικά ( συχνότερα πενικιλίνη, ερυθρομυκίνη)
- Αντισηψία ρινοφάρυγγα

Αν δεν υπάρξει αποτέλεσμα:

- Μυριγγοτομία (παρακέντηση τύμπανου για παροχέτευση του πύου στο μέσο αυτί )
- Τοποθέτηση λεπτού σωλήνα πολυαιθυλενίου μέσα από το τυμπανικό υμένα μετά την μυριγγοτομία .
- Αν γίνει αυτόματη ρήξη του τυμπανικού υμένα ( συχνά παρατηρείται στο στάδιο αυτό παρά τη θεραπεία) , ενσταλάξεις ωτικών διαλυμάτων αντιβιοτικών. <sup>15, 17</sup>

#### **IV. ΔΙΑΤΡΗΣΗ ΤΥΜΠΑΝΟΥ**

Η θεραπευτική αγωγή περιλαμβάνει τα εξής:

##### **A. Άμεσα**

1. Οι μικρές διατρήσεις κλείνουν αυτόματα
2. Αναλγητικά για απαλλαγή από το πόνο
3. Αντιβιοτικά
4. Συχνή εφαρμογή τριχλωροξικού οξέος
5. Αν η επούλωση δεν γίνει αυτόματα, γίνεται καυτηριασμός με νιτρικό άργυρο με διέγερση της ανάπτυξης του επιθηλίου
6. Χειρουργικές διαδικασίες :
  - ❖ Μυριγγοπλαστική ή τύπος I τυμpanοπλαστικής. Η μυριγγοπλαστική είναι η πιο απλή τυμpanοπλαστική και γίνεται για το κλείσιμο της τρύπας του τύμpanου.
  - ❖ Μεταμόσχευση (τύπου II, III, IV,V τυμpanοπλαστικής ) με περιτονία του κροταφικού μυός και σπάνια μόσχευμα φλέβας.
  - ❖ Στο τύπο II αφαιρείται η σφυρά και το τύμpanο αντικαθίσταται από μόσχευμα που εφάπτεται με τον άκμονα. Ο τύπος III εκτελείται όταν παραμένει μόνο ο αναβολέας. Η κεφαλή του τύμpanου αντικαθίσταται από μόσχευμα που εφάπτεται με τον αναβολέα. Ο τύπος IV εκτελείται όταν η αλυσίδα των οσταρίων καταστρέφεται από νόσο ή θεραπευτικά μέσα. Χρησιμοποιείται μόσχευμα, που προσδένεται στο τυμpanικό άνοιγμα και στο χώρο του μέσου αυτιού προκειμένου να δημιουργήσει μικρή αεροφόρο κοιλότητα. Στο τύπο V, γίνεται εκτεταμένη μεταμόσχευση δέρματος και δημιουργείται μια μικρή θυρίδα στον οριζόντιο ημικύκλιο σωλήνα.

##### **B. Μετεγχειρητικά**

1. Χορήγηση αντιβιοτικών για μερικές ημέρες. Μπορεί να συνοδεύεται από εφαρμογή αντιβιοτικής σκόνης (Neosporin ) στον ακουστικό πόρο.
2. Διατήρηση άθικτων των εσωτερικών γαζών. Ενίσχυση των εξωτερικών γαζών και αλλαγή.
3. Το χειρουργικό ταμπονάρισμα αφαιρείται συνήθως μία εβδομάδα μετά την εγχείρηση.
4. Αποφυγή αναρρόφησης ή εξέτασης του πόρου. Ήπια αναρρόφηση για αφαίρεση νεκρωμένων ιστών μετά από δύο εβδομάδες
5. Αποφυγή ενστάλαξης σταγόνων, γιατί υπάρχει η πιθανότητα παρεκτόπισης του μοσχεύματος.

6. Βοήθεια αρρώστου στις πρώτες προσπάθειες του να σηκωθεί από το κρεβάτι. Μπορεί να αισθανθεί ζάλη.
7. Φάρμακα για καταπολέμηση ναυτίας, εμετών, και ζάλης.
8. Διδασκαλία δύτη-ασθενή να :
  - \* Αποφεύγει να βουτά το κεφάλι του στο νερό και ιδιαίτερα να κάνει βουτιές.
  - \* Αποφεύγει πτώση από αλεξίπτωτο ή να ταξιδεύει με αεροπλάνα που δεν διαθέτουν σύστημα αποσυμπίεσης.
  - \* Συνεχίσει την αντιβιοτική θεραπεία.
  - \* Συνεχίσει την αντισταμινική θεραπεία τουλάχιστον για ένα μήνα.
  - \* Αποφεύγει να φυσά τη μύτη του με δύναμη. <sup>15, 17</sup>



## **6. ΠΝΕΥΜΟΝΙΚΟ ΒΑΡΟΤΡΑΥΜΑ**

### **I. ΣΥΝΘΛΙΨΗ ΠΝΕΥΜΟΝΟΣ**

Η θεραπεία που συνίσταται σε περίπτωση σύνθλιψης πνεύμονος περιλαμβάνει τα εξής :

- ❖ Καρδιοπνευμονική αναζωογόνηση (ΚΑΡΠ.Α)
- ❖ Αναρρόφηση για απελευθέρωση της αεροφόρου οδού
- ❖ Χορήγηση οξυγόνου
- ❖ Αερισμός θετικής πίεσης. <sup>22, 23</sup>

### **II. ΜΕΣΟΘΩΡΑΚΙΟ ΚΑΙ ΥΠΟΔΟΡΙΟ ΕΜΦΥΣΗΜΑ**

#### **Μεσοθωράκιο εμφύσημα**

Η θεραπεία του μεσοθωρακίου εμφυσίματος περιλαμβάνει τα εξής :

1. Αν υπάρχει μόνο εμφύσημα μεσοθωρακίου συνίσταται ακτινογραφία θώρακος, ηλεκτροκαρδιογράφημα και στενή παρακολούθηση.
2. Αν συνυπάρχει εγκεφαλική εμβολή αέρος αντιμετωπίζεται κατά τα γνωστά.
3. Στην πολύ σπάνια περίπτωση, όπου ο αέρας στο μεσοθωράκιο έχει αρκετή πίεση ώστε να επηρεάσει την πλήρωση της καρδιάς θα πρέπει να δοκιμαστεί επαναπίεση με χορήγηση  $O_2$ . <sup>2, 38</sup>

#### **Υποδόριο εμφύσημα**

Οι άμεσες ενέργειες για την ανακούφιση του πάσχοντα είναι οι εξής :

- ✓ Χορήγηση 100%  $O_2$
- ✓ Τοποθέτηση της κεφαλής έτσι ώστε να μεγιστοποιείται το βάθος της αναπνοής και να ελαχιστοποιείται το αναπνευστικό έργο
- ✓ Σε κρίσιμες περιπτώσεις να γίνεται λύση της συνέχειας του δέρματος, ώστε ο εγκλωβισμένος αέρας να βρίσκει διέξοδο
- ✓ Ψυχολογική υποστήριξη του πάσχοντα
- ✓ Διατήρηση του δύτη ζεστού και στεγνού
- ✓ Εξασφάλιση ενός άνετου και ασφαλούς περιβάλλοντος
- ✓ Απαγορεύεται η χορήγηση ασπιρίνης ή άλλου αντιπηκτικού σκευάσματος

Παρόλα αυτά το υποδόριο εμφύσημα δεν απαιτεί ειδική αντιμετώπιση, εκτός από παρακολούθηση και επανάληψη του ακτινολογικού και ηλεκτροκαρδιογραφικού ελέγχου.

Η μεταθεραπευτική εκτίμηση περιλαμβάνει τα εξής :

1. Νευρολογική εκτίμηση για καθορισμό της τελικής βλάβης
2. Ηλεκτροκαρδιογράφημα
3. Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα
4. Ακτινογραφία θώρακος
5. Μελέτη της πνευμονικής λειτουργίας προς αποκλεισμό πνευμονικών παθήσεων που προδιαθέτουν για ενδοπνευμονική παγίδευση αέρος.<sup>2,38</sup>

### **III. ΠΝΕΥΜΟΘΩΡΑΚΑΣ**

Οι ασθενείς τοποθετούνται σε θέση που να τους ανακουφίζει ( συνήθως ημικαθιστική ), εκτός αν αυτό αντενδείκνυται λόγω πιθανού κατάγματος στον αυχένα ή λόγω υποογκαιμίας. Παρέχεται οξυγόνο υψηλής περιεκτικότητας (  $FiO_2$  85% - 100% ). Οι ασθενείς οι οποίοι παρουσιάζουν αναπνευστική συχνότητα μικρότερη από 12 ή μεγαλύτερη από 20 αναπνοές το λεπτό ή όσοι παρουσιάζουν σημεία υποξίας, μπορεί να χρειαστούν υποστήριξη με μάσκα – AMBU. Η αναπνευστική υποστήριξη με θετική πίεση μπορεί να αυξήσει την πιθανότητα παρουσίας του πνευμοθώρακα υπό τάση. Ο ασθενής πρέπει να μεταφερθεί άμεσα. Κατά τη διάρκεια της μεταφοράς του πρέπει να παρακολουθείτε συχνά για παρουσία συμπτωμάτων πνευμοθώρακα υπό τάση. Σε περίπτωση εμφάνισής τους θα πρέπει να ληφθούν άμεσα μέτρα αποσυμπίεσής του.<sup>4</sup>

Η ενδονοσοκομειακή αντιμετώπιση περιλαμβάνει τα εξής:

1. Συνεχής εκτίμηση των ζωτικών σημείων, αναπνευστικών ήχων, θωρακικής έκπτυξης και αερίων αίματος.
2. Συχνός ακτινολογικός έλεγχος για την πρόληψη ανάπτυξης πνευμονίας.
3. Χορήγηση εφυγρασμένου οξυγόνου
4. Τοποθέτηση σε θέση Fowler για διευκόλυνση παροχέτευσης και μείωση του έργου αναπνοής
5. Εξασφάλιση ήσυχου περιβάλλοντος, διατήρηση του αρρώστου στεγνού και ζεστού. Αύξηση δραστηριοτήτων του αρρώστου ανάλογα με την ανοχή του.
6. Συχνή μέτρηση αποβαλλόμενων υγρών

7. Ασκήσεις πλήρους τροχιάς και φυσικοθεραπεία θώρακα, για μείωση των συνεπειών ακινησίας.
8. Χορήγηση αντιβιοτικών και αναλγητικών. Προσοχή στη καταστολή της αναπνευστικής λειτουργίας.
9. Αποφυγή υπερέκτασης και απότομων κινήσεων.
10. Διατήρηση πρόσληψης τροφής και υγρών σύμφωνα με την οδηγία και ανάλογα με την ανοχή του αρρώστου.
11. Βοήθεια στη θωρακοστομία και εφαρμογή κλειστής παροχέτευσης θώρακα. Η προσεκτική εξήγηση στον άρρωστο είναι βασικής σημασίας στη μείωση άγχους.
  - ❖ Γίνεται θωρακοστομία και εισάγονται στη θωρακική κοιλότητα ένας ή περισσότεροι σωλήνες.
  - ❖ Κάθε σωλήνας συνδέεται με κλειστό σύστημα παροχέτευσης ή pleur –ovac. Η κλειστή παροχέτευση επιτρέπει την έξοδο του αέρα από την κοιλότητα κατά την εκπνοή, δεν επιτρέπει όμως την είσοδο του κατά την εισπνοή, παρόλο που η πίεση μέσα στη κοιλότητα είναι αρνητική. Η έξοδος φυσαλίδων από το σωλήνα που είναι βυθισμένος στο νερό, όταν ο άρρωστος βήχει ή παίρνει βαθιές αναπνοές, δείχνει ότι υπάρχει αέρας στην υπεζωκοτική κοιλότητα.
12. Φροντίδα τραχειοσωλήνα, αν υπάρχει, και αναρρόφηση όποτε είναι ανάγκη.
13. Χρησιμοποίηση IPPB για υποβοήθηση αποβολής εκκρίσεων και επανέκπτυξη του πνευμονικού παρεγχύματος.
14. Βοήθεια για βήχα και βαθιές αναπνοές.<sup>4, 15, 17, 22</sup>

#### **IV. ΠΝΕΥΜΟΘΩΡΑΚΑΣ ΥΠΟ ΤΑΣΗ**

Σε περίπτωση που ανοιχτεί το τραύμα και δεν υπάρξουν άμεσα θετικά αποτελέσματα ή ο πνευμοθώρακας υπό τάση δεν οφείλεται σε ανοιχτό τραύμα του θωρακικού τοιχώματος, τότε η αποσυμπίεση επιτυγχάνεται με εισαγωγή βελόνης ευρέως αυλού στο πάσχον ημιθώρακιο. Η διαδικασία αυτή μπορεί να γίνει και εκτός νοσοκομείου παρόλο αυτά ο ασθενής θα πρέπει να μεταφερθεί το συντομότερο δυνατό στο κατάλληλο νοσοκομείο με παράλληλη παροχή οξυγόνου υψηλής πυκνότητας κατά τη διάρκεια της μεταφοράς του. Ο πνευμοθώρακας υπό τάση ή ο πιθανώς πνευμοθώρακας υπό τάση είναι τραυματισμός επικίνδυνος για τη ζωή του ασθενούς. Επομένως απαιτείται άμεση πρόσβαση σε κατάλληλο νοσοκομείο, έστω και εάν έχει επιτευχθεί η αποσυμπίεση είτε με την παρακέντηση του θωρακικού τοιχώματος είτε με αφαίρεση της πιεστικής επίδεσης, διότι αυτές είναι προσωρινές λύσεις του προβλήματος μέχρι να υπάρξει δυνατότητα οριστικής αντιμετώπισης. Η ενδονοσοκομειακή αντιμετώπιση συνίσταται σε άμεση αποσυμπίεση του πνευμοθώρακα και αντιμετώπιση των συνοδών καταστάσεων ή τραυματισμών. <sup>4, 16</sup>

#### **V. ΑΡΤΗΡΙΑΚΗ ΕΜΒΟΛΗ ΑΕΡΑ**

Σε γενικές γραμμές για την θεραπεία της αρτηριακής εμβολής αέρα οι ενέργειες που πρέπει να γίνουν με την είσοδο του δύτη στο νοσοκομείο έχουν ως εξής :

- Λήψη πλήρους ιστορικού από τον ίδιο, εάν έχει επίπεδο συνείδησης ή από το ζευγάρι του.
- Λήψη ζωτικών σημείων
- Ακτινολογικός έλεγχος
- Νευρολογικός έλεγχος
- Αιματολογικός έλεγχος
- Έλεγχος αναπνευστικού έργου
- Λήψη ΗΚΓ
- Μέτρηση αερίων αίματος
- Μέτρηση κεντρικής φλεβικής πίεσης
- Μέτρηση προσλαμβανόμενων, αποβαλλόμενων υγρών
- Διασωλήνωση σε περίπτωση αναπνευστικής ανεπάρκειας

- Λαμβάνουμε μέτρα προφύλαξης για πιθανή επιληπτική κρίση.
- Ψυχολογική υποστήριξη του δύτη σε περίπτωση που έχει τις αισθήσεις του
- Χορήγηση αναλγητικών για ελάττωση του πόνου

Βέβαια η άμεση επανασυμπίεση του ασθενούς μέσα στους θαλάμους επανασυμπίεσης, αποτελεί την μόνη και ειδική θεραπεία, παρόλο που το βάθος και το χρησιμοποιούμενο αναπνευστικό μείγμα είναι υπό διερεύνηση ακόμα.

Έχουν άτυπα καθιερώσει 2 θεραπευτικά πρωτόκολλα :

- ❖ Την επανασυμπίεση σε πίεση ίση με 6 ATA με αέρα, αλλά με την μόνη προϋπόθεση ότι το ατύχημα μόλις έχει εκδηλωθεί.
- ❖ Την επανασυμπίεση σε πίεση ίση με 2,8 ATA, εφόσον έχει παρέλθει κάποιο χρονικό διάστημα.

Οι πίνακες που επιλέγουμε είναι οι πίνακες 5<sup>Α</sup> και 6<sup>Α</sup> του US NAVY με τροποποίηση μόνο ως προς τον χρόνο βυθού και για συνολική παραμονή έως 4 ώρες σε 2.8 και 1.9 ATA.

Ο χρόνος που χρειάζεται μία φυσαλίδα 1mm για την πλήρη εξαφάνιση της με 100% οξυγόνο είναι 100 – 250 λεπτά, ενώ σε περίπτωση χορήγησης ατμοσφαιρικού αέρα ο χρόνος θα ήταν 10 φορές μεγαλύτερος.

Σαν συμπληρωματική θεραπεία μπορεί να γίνει χορήγηση διαφόρων φαρμάκων που στηρίζονται σε εμπειρική χορήγηση, λόγω της μοναδικότητας που έχει ο κάθε ασθενής. Τα κορτικοστεροειδή και ειδικότερα η δεξαμεθαζόνη, έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως στην θεραπεία εμβολής εγκεφάλου από αέρα σε αρχική δόση 10 –16 mg IV που ακολουθείται από 6 – 8 mg IV ανά 6ωρο για 3 –4 μέρες. Είναι κοινή παραδοχή η δράση της δεξαθαζόνης στην μείωση του εγκεφαλικού οιδήματος, στους όγκους και στις φλεγμονές του ΚΝΣ παρόλο που η δράση της εμφανίζεται μετά από αρκετές μέρες.

Είναι πολύ σημαντικό να γίνει άμεσα υποστήριξη του κυκλοφορικού συστήματος. Εάν υπάρχει υπόταση θα πρέπει να αντιμετωπίζεται με σκοπό την βελτίωση της εγκεφαλικής αιματικής ροής. Η ντοπαμίνη σε δόση 1 -10 mg/kg/min αυξάνει την καρδιακή παροχή και την αιματική ροή στην στεφανιαία και νεφρική κυκλοφορία, χωρίς να αυξάνει την κατανάλωση οξυγόνου από το μυοκάρδιο, που αυξάνεται σε μεγαλύτερες δόσεις παράλληλα με την αύξηση των περιφερικών αντιστάσεων.

Η δράση των αντι-υποτασικών φαρμάκων εξαρτάται από την κατάσταση του αιμο-εγκεφαλικού φραγμού. Αν ο φραγμός διατηρείται σε σχετικά υψηλά επίπεδα, τότε δεν έχει αξιόλογη άμεση επίδραση στις αντιστάσεις της εγκεφαλικής κυκλοφορίας.

Η εμφάνιση διαταραχών στον καρδιακό ρυθμό ή η εμφάνιση ανακοπής απαιτούν άμεση φαρμακευτική αντιμετώπιση ή καρδιακές μαλάξεις. Στη καρδιακή ανακοπή που δεν ανατάσσεται με μαλάξεις, επιβάλλεται να γίνει επάνοδος στην επιφάνεια και να εφαρμόζεται ηλεκτρική απινίδωση, που θεωρείται πολύ επικίνδυνη να γίνει μέσα στον θάλαμο λόγω κινδύνου πρόκλησης ηλεκτροπληξίας ή πυρκαγιάς.

Είναι σημαντικό ανά τακτά χρονικά διαστήματα να ελέγχουμε την επάρκεια του αναπνευστικού συστήματος. Η διατήρηση επαρκούς πνευμονικού αερισμού, οξυγόνωσης και η αποφυγή εισρόφησης, έχουν ιδιαίτερη σημασία αν και η επίτευξη τους δεν είναι πάντοτε εύκολη μέσα στον θάλαμο επανασυμπίεσης.

Η υπερκαπνία θα πρέπει να αποφεύγεται, αφού αυξάνει την ενδοκρανιακή πίεση και επιβαρύνει το εγκεφαλικό οίδημα. Επειδή οι αντικειμενικές παράμετροι της αναπνευστικής λειτουργίας δεν είναι συνήθως διαθέσιμοι ( $PpCO_2$  αρτηριακού αίματος ή εμπνεόμενου όγκου), η εκτίμηση γίνεται με κλινικά κριτήρια, όπως ο βαθμός της αναπνευστικής προσπάθειας, η διαβατότητα των αναπνευστικών οδών και η παρουσία κυάνωσης.

Σε περιπτώσεις που η αναπνοή δεν είναι ικανοποιητική και ο ασθενής λόγω διαταραχών συνείδησης δεν συνεργάζεται, απαιτείται διασωλήνωση που θα πρέπει να γίνεται από αναισθησιολόγο λόγω των κινδύνων που παρουσιάζεται σε αρρώστους με αυξημένη ενδοκρανιακή πίεση. Μετά την διασωλήνωση επιβάλλεται υπεραερισμός με σκοπό την μείωση της ενδοκράνιας πίεσης. Ο αερισμός θετικής πίεσης με μάσκα ambu ή με αναπνευστήρα μπορεί να επιβαρύνει το πνευμονικό βαρότραυμα, κίνδυνος που είναι αποδεκτός όταν ο αερισμός δεν είναι ικανοποιητικός.

Πολλές φορές είναι επιτακτική και η χορήγηση ηρεμιστικών και αντι-επιληπτικών φαρμάκων, διότι οι ασθενής που δεν έχουν κάποιο βαθμό καταστολής, μπορεί να παρουσιάσουν επιληπτικές κρίσεις που να οφείλονται είτε στην εμβολή εγκεφάλου από αέρα είτε στο υπερβαρικό οξυγόνο. Οι δόσεις των φαρμάκων θα πρέπει να διατηρούνται σε επίπεδα που δεν προκαλούν καταστολή της αναπνοής, του επιπέδου της συνείδησης ή της αρτηριακής πίεσης.

Η διαζεπάμη (Valium) αποτελεί το φάρμακο επιλογής και χορηγείται σε δόσεις 5 – 10 mg IV, μέχρι συνολικής δόσης 20 – 30

mg, σε αντίθεση με την υδαντοΐνη (Dalantin) που πρέπει να αποφεύγεται λόγω του κινδύνου πρόκλησης καρδιακών αρρυθμιών και υπότασης. Εάν για οποιοδήποτε λόγο δεν μπορούν να ελεγχθούν οι επιληπτικές κρίσεις με τη διαζεπάμη, μπορούν να δοκιμαστούν και βαρβιτουρικά όπως η θειοπεντάλη σε αρχική δόση 100mg IV μέχρι την συνολική δόση των 4 mg/kg, εφόσον δεν υπάρχει υπόταση.

Στην χορήγηση υγρών θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η ύπαρξη εγκεφαλικού οιδήματος, το επίπεδο του αιματοκρίτη και η διούρηση του πάσχοντα. Σε περίπτωση που πρέπει να χορηγηθούν υγρά, είναι προτιμότερη η χορήγηση κρυσταλλικών διαλυμάτων η Ringers με την απαραίτητη συμπλήρωση ηλεκτρολυτών.

Η αιμοσυμπύκνωση που υπάρχει, μερικές φορές, θα πρέπει να αντιμετωπίζεται για να μειωθεί η δυσμενής επίδραση της στην γλοιότητα του αίματος και στην αιματική ροή. Ο αιματοκρίτης θα πρέπει να είναι μεταξύ 40 – 45%. Αν για οποιοδήποτε λόγο θέλουμε να αυξήσουμε τον όγκο πλάσματος, τότε χορηγούμε διάλυμα λευκωματίνης.

Θα πρέπει να αποφεύγεται η χορήγηση δεξτρόζης γιατί έχει διαπιστωθεί ότι αυξάνει την παραγωγή γαλακτικού οξέως στην ισχαιμική περιοχή. Η χορήγηση υπερωσμωτικών διαλυμάτων κυρίως Μανιτόλης θα πρέπει να γίνεται μόνο όταν η κατάσταση του ατόμου επιβαρύνεται. Παρόλο που τα αντιπηκτικά βοηθούν σε εμφρακτικά φαινόμενα, σε εμβολή εγκεφάλου από αέρα αντενδείκνυνται, λόγω δημιουργίας τοπικής αιμορραγίας στην περιοχή των εμφραγμάτων.<sup>1, 15, 17, 22, 26, 27</sup>

## **ΜΕΤΑΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ**

Η εκτίμηση της καταστάσεως του αρρώστου μετά την ολοκλήρωση της θεραπείας περιλαμβάνει κλινικό και εργαστηριακό έλεγχο του κεντρικού νευρικού, του αναπνευστικού και του κυκλοφορικού συστήματος.

1. Η νευρολογική εκτίμηση περιλαμβάνει
  - ♦ Κλινική εξέταση
  - ♦ ΗΚΓ
  - ♦ Μέτρηση της κλίμακας Γλασκώβη
  - ♦ Αξονική και μαγνητική τομογραφία
2. Ο έλεγχος του αναπνευστικού περιλαμβάνει

- ♦ Λεπτομερές ιστορικό για προηγούμενα νοσήματα, όπως βρογχικό άσθμα, χρόνιες αναπνευστικές λοιμώξεις ή ιστορικό καπνιστή
  - ♦ Ακτινολογικό έλεγχο. Εκτός από τις face και profile ακτινογραφίες θώρακα, απαιτείται face ακτινογραφία για διαπίστωση μικρού πνευμοθώρακα ή μη συμμετρική σύμπτυξη των πνευμόνων, από βρογχική απόφραξη που δεν είναι ορατή στις απλές ακτινογραφίες
  - ♦ Σπυρομετρικό έλεγχο για προσδιορισμό της ζωτικής χωρητικότητας
3. Ο καρδιολογικός έλεγχος περιλαμβάνει
- ♦ ΗΚΓ
  - ♦ Doppler
  - ♦ Triplex
  - ♦ Σπινθηρογράφημα, για διαπίστωση ισχαιμικής βλάβης του μυοκαρδίου.<sup>22, 27</sup>



## 7. ΝΟΣΟΣ ΤΩΝ ΔΥΤΩΝ

Με την εισαγωγή του ασθενούς στο τμήμα του θαλάμου γίνονται όλες οι κλασικές ενέργειες που γίνονται στην αντιμετώπιση ενός έκτακτου περιστατικού με την διαφορά ότι το προσωπικό τις περισσότερες φορές είναι ήδη ενημερωμένο για την κατάσταση του ασθενή.

- ❖ Εξασφάλιση ανοιχτής φλεβικής γραμμής.
- ❖ Χορήγηση υγρών σκευασμάτων όπως Ringer's Lactate ή Normal Saline.

Σε περίπτωση υπότασης χορηγούμε διαλύματα Αλβουμίνης ή Δεξτράνες. Εάν όμως παρατηρείται επιμένουσα υπόταση χορηγούμε Ντοπαμίνη ή Αδρεναλίνη. Κατά τις πρώτες ώρες αποφεύγεται η χορήγηση Δεξτρόζης, γιατί είναι δυνατόν να προκαλέσει επιδείνωση της εγκεφαλικής βλάβης. Ο αριθμός χορήγησης των υγρών εξαρτάται κυρίως από την κλινική κατάσταση του ασθενή. Γενικά προτιμάται η χορήγηση 2 – 3 lt υγρών σε περίπου δύο ώρες.

- ❖ Λήψη αίματος για εργαστηριακές εξετάσεις

Η αιμοδυναμική κατάσταση του ασθενούς και ο αιματοκρίτης του είναι οι δείκτες που θα χρησιμοποιηθούν για τον καθορισμό της περαιτέρω θεραπείας.

- ❖ Τοποθέτηση καθετήρα κύστεως

Είναι σημαντικός για τον έλεγχο των αποβαλλόμενων υγρών και για την αντιμετώπιση των τυχόν κυστικών διαταραχών.<sup>1, 20, 22, 27</sup>

### **I. ΓΕΝΙΚΩΣ ΑΠΟΔΕΚΤΑ ΧΟΡΗΓΟΥΜΕΝΑ ΦΑΡΜΑΚΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΟΥ DCS**

1. Διαλύματα λευκωματίνης σε φυσιολογικό ορό και πλάσμα χρησιμοποιούνται σαν υποκατάστατα όγκου σε συνδυασμό με τα άλλα χορηγούμενα υγρά. Διαδοχικός προσδιορισμός Hb χρειάζεται για τον καθορισμό του ελλείμματος υγρών.
2. Decardon. Δίνεται στις περιπτώσεις με νευρολογικά συμπτώματα. Αρχικά 10mg – 12mg IV και μετά 4mg – 6mg IM ανά εξάωρο,
3. Αμινοφυλλίνη. Είναι χρήσιμη στην θεραπεία της πνευμονικής μορφής της νόσου, διότι προκαλεί βρογχοδιαστολή στη συστηματική κυκλοφορία. Η ΑΠI συνήθως διατηρείται σε καλά

επίπεδα λόγω της αύξησης της καρδιακής παραγωγής. Η δόση είναι 500mg σε IV έγχυση.

4. Δεξτράνες χαμηλού μοριακού βάρους. Χρησιμοποιούνται ευρέως στην θεραπεία της νόσου σαν υποκατάστατου όγκου και κυρίως λόγω των ιδιοτήτων τους στην μείωση της συγκολλητικότητας των αιμοπεταλίων, στην παρεμπόδιση σχηματισμού Rouleux και γενικά στην βελτίωση της ροής του αίματος. Έχουν παρόμοια οσμωτική πίεση με αυτή του πλάσματος.
5. Φάρμακα για αύξηση της ΑΠ. Όταν η αρτηριακή πίεση δεν αυξηθεί μετά από την επανασυμπίεση, την χορήγηση οξυγόνου και την χορήγηση των προαναφερθέντων φαρμάκων επιβάλλεται η χρήση σκευασμάτων που την αυξάνουν. Τέτοιο σκεύασμα είναι η ντοπαμίνη. Σε περίπτωση που δεν αποδώσει θα πρέπει να χρησιμοποιείται το Levophed IV.
6. Ηπαρίνη. Η ηπαρίνη δρα σαν αναστολέας της επεκτατικής δράσης του θρομβωτικού εμφράκτου. Ο τρόπος δράσης της είναι η λύση των κυτταρικών δεσμών μεταξύ των κυττάρων που σχηματίζουν το θρόμβο. Η έγχυση της πρέπει να γίνεται όσο το δυνατόν πιο γρήγορα για να έχει το βέλτιστο αποτέλεσμα. Υπάρχουν ενδείξεις ότι η ηπαρίνη μπορεί να βελτιώσει την πρόγνωση σε περιπτώσεις πνευμονικής μορφής της νόσου.
7. Ασπιρίνη. Το ακετυλοσαλικιλικό οξύ που περιέχει, δρα κυρίως προληπτικά (λαμβάνεται 12 – 8 ώρες πριν την κατάδυση), αναστέλλοντας τους αιμοπεταλιακούς δεσμούς. Η δράση της σαν αντιφλεγμονώδες την κάνει εξίσου ευεργετική όταν εμφανιστεί η νόσος. Συνήθως δίνεται σαν δόση bonus 500mg – 1000mg.

Τα θρομβολυτικά φάρμακα γενικά, χρησιμοποιούνται για την διάλυση πρόσφατα σχηματισμένων θρόμβων ενεργοποιώντας το πλασμινογόνο για να σχηματιστεί πλασμίνη η οποία αποικοδομεί το ινώδες και διαλύει τους θρόμβους.

Γενικά πρέπει να αποφεύγεται η χορήγηση αναλγητικών γιατί υπάρχει ο κίνδυνος να γίνει λάθος ως προς την συμπτωματολογία της πάθησης και να μην την αξιολογήσουμε στον βαθμό που της χρήζουν. Γενικά υπάρχει ο ενδοιασμός 'ότι τα αναλγητικά αλλοιώνουν την κλινική εικόνα και κατάσταση.

8. Κορτικοστεροειδή. Υπάρχουν αντικρουόμενες απόψεις σχετικά με την χρησιμοποίησή τους. Υπάρχουν ένθερμοι υποστηρικτές της χορηγήσεως τους και ιδιαίτερα της δεξαμεθανόλης, για την

μείωση του οιδήματος στον εγκέφαλο και στον νωτιαίο μυελό. Άλλες μελέτες όμως, αμφισβητούν την αποτελεσματικότητά τους. Στα Ν.Ν.Σ. και Ν.Ν.Α. συνηθίζεται η χορήγηση 25mg – 50mg πρεδνιζολόνης /lit χορηγούμενων υγρών τις πρώτες ώρες της αντιμετώπισης, με προοδευτική μείωση τις επόμενες ώρες της θεραπείας. Η μανιτόλη και η φουροσεμίδη μπορούν επίσης να προσφέρουν πολλά στην αντιμετώπιση του οιδήματος, πρέπει όμως να χορηγούνται με προσοχή και σε καλά ενυδατωμένους ασθενείς.

9. Διαζεπάμη. Η ενδοφλέβια χορήγηση διαζεπάμης έχει σαν σκοπό την αντιμετώπιση των διαταραχών από την προσβολή νόσου του έσω ωτός (ναυτία – εμετός). Η αντιμετώπιση των σπασμών πρέπει να είναι δυναμική γιατί αυξάνουν σε μεγάλο βαθμό τις μεταβολικές ανάγκες του εγκεφάλου πράγμα που σημαίνει ότι μπορεί να οδηγήσουν σε αύξηση της βλάβης του εγκεφαλικού ιστού. Μια καλή αντιμετώπιση και προσέγγιση ενός τέτοιου προβλήματος, αποτελεί η χορήγηση 5mg διαζεπάμης IV και στην συνέχεια 1mg – 1.5mg φαινυτοίνης IV σε 20 – 30 λεπτά.
10. Λιδοκαΐνη. Πρόσφατες έρευνες έδειξαν ότι η χορήγηση λιδοκαΐνης μπορεί να έχει θετικά αποτελέσματα, κυρίως σε περίπτωση εμβολής από αέρα, δύναται όμως να χρησιμοποιηθεί για την αντιμετώπιση των καρδιακών αρρυθμιών και σπασμών ενώ φαίνεται να δρα και εναντίων της αυξημένης ενδοκρανιακής πίεσης, ελαττώνοντας την. Ένα καλό δοσολογικό σχήμα αποτελεί η χορήγηση αρχικά 100mg IV σαν δόση εφόδου και στην συνέχεια 2mg – 4mg/min για συντήρηση. Πρέπει να προσέξουμε την υπερδοσολογία γιατί μπορεί να προκαλέσει την εμφάνιση σπασμών, με αποτέλεσμα την εξουδετέρωση όλων των θετικών της ιδιοτήτων.<sup>26, 33</sup>

## II. Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΝΟΣΗΛΕΥΤΗ ΣΤΟ ΤΜΗΜΑ ΥΠΕΡΒΑΡΙΚΗΣ ΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

Ο ρόλος του νοσηλευτή που εκτελεί βάρδια σε νοσοκομείο ξεκινά από την στιγμή που θα ενημερωθεί για το καταδυτικό περιστατικό. Δίνει τηλεφωνικός τις απαραίτητες οδηγίες για ιατρικές και νοσηλευτικές πράξεις που πρωταρχικά θα πρέπει να γίνουν ανάλογα με την βαρύτητα του περιστατικού.

Στην συνέχεια ενημερώνει τους συνοδούς του ασθενή για την ασφαλή και γρήγορη μεταφορά του πάσχοντα στο θάλαμο επανασυμπίεσης έχοντας ήδη καλέσει τον εφημερεύοντα ιατρό και την προϊστάμενη ανάκλησης.

**Τα καθήκοντα του εξωτερικού νοσηλευτή είναι τα εξής :**

- ✓ Φροντίδα βαρέων πασχόντων ασθενών
- ✓ Αν χρειάζονται μηχανική υποστήριξη του αναπνευστικού συστήματος, είναι υπεύθυνος για την νοσηλευτική διεργασία της διασωλήνωσης.
- ✓ Εύρεση και διατήρηση ανοιχτής φλεβικής γραμμής για άμεση χορήγηση υγρών
- ✓ Λήψη ζωτικών σημείων
- ✓ Έλεγχος του επιπέδου συνείδησης
- ✓ Μέτρηση κλίμακας Γλασκώβης
- ✓ Αδρή νευρολογική εκτίμηση
- ✓ Καθετηριασμός ουροδόχου κύστεως για την μέτρηση των προσλαμβανόμενων και αποβαλλόμενων υγρών.
- ✓ Φαρμακευτική αγωγή
- ✓ Ακτινογραφία θώρακος
- ✓ Λήψη ΗΚΓ
- ✓ Μικροβιολογικές εξετάσεις
- ✓ Λήψη αερίων αίματος
- ✓ Καταγραφή όλων των στοιχείων και τοποθέτησή τους σε ειδικό έντυπο – φάκελο

Εφόσον έχει ολοκληρωθεί η προετοιμασία του ασθενή εκτός του θαλάμου, σε σύντομο πάντα χρονικό διάστημα, επειδή η άμεση έναρξη του σχήματος είναι ζωτικής σημασίας για την πορεία του ασθενούς, αναλαμβάνει ο εσωτερικός συνοδός – νοσηλευτής.<sup>20, 22</sup>

**Τα καθήκοντα του εσωτερικού συνοδού – νοσηλεύτη είναι τα εξής :**

- ✓ Εξέταση του ασθενούς πριν την είσοδο στον θάλαμο μαζί με τον γιατρό. Πρέπει να προσέχει ιδιαίτερα την συμπτωματολογία για να μπορεί να αναφέρει τυχόν αλλαγές στην κλινική εικόνα καθόλη την διάρκεια του θεραπευτικού σχήματος.
- ✓ Κατά την αρχική συμπίεση υπενθυμίζει στον ασθενή την διαδικασία χειρισμού εξίσωσης και προσέχει για την αποφυγή βαροτραύματος του ωτός
- ✓ Η θέση του ασθενούς πρέπει να είναι οριζόντια με ελαφριά ανύψωση της κεφαλής.
- ✓ Διατήρηση επαρκούς αερισμού – οξυγόνωσης
- ✓ Αποφυγή εισρόφησης
- ✓ Σύνδεση με monitor και συχνή λήψη ζωτικών σημείων
- ✓ Έλεγχος αιμοδυναμικής ισορροπίας
- ✓ Μέτρηση αερίων αίματος ανά τακτά χρονικά διαστήματα
- ✓ Έλεγχος επιπέδου συνείδησης με νευρολογική επανεκτίμηση και αναφορά οποιασδήποτε αλλαγής στον εξωτερικό συνοδό και στον γιατρό
- ✓ Διατήρηση σταθερής θερμοκρασίας λόγω μεταβολών των παραμέτρων ( πίεσης, όγκου, θερμοκρασίας ) του θαλάμου.
- ✓ Παρακολούθηση και επαγρύπνηση για ενδεικτικά σημεία τοξικότητας από οξυγόνο στο ΚΝΣ όπως :
  - ◆ Διαταραχές οράσεως
  - ◆ Σωληνωτή όραση
  - ◆ Αμβλυωπία
  - ◆ Διαταραχές ακοής
  - ◆ Ίλιγγος
  - ◆ Ζάλη
  - ◆ Ναυτία και πιθανή εμετοί
  - ◆ Μυϊκές συσπάσεις στο πρόσωπο ( γύρω από τα χείλη )
  - ◆ Αλλαγή συμπεριφοράς
  - ◆ Άγχος
  - ◆ Ανησυχία
  - ◆ Σύγχυση
  - ◆ Μυοκλονικοί σπασμοί
  - ◆ Επιληψία

Η άμεση νοσηλευτική παρέμβαση σε περίπτωση σπασμών έγκειται στην αφαίρεση της μάσκας και στην χορήγηση αντι – επιληπτικών φαρμάκων κατόπιν ιατρικής οδηγίας. Πιθανόν η θεραπεία να συνεχιστεί σε μικρότερο βάθος, όπου θα μειωθεί η μερική πίεση του οξυγόνου και με μεγαλύτερα χρονικά διαλύματα με αέρα.<sup>20, 22</sup>

### **Ασφάλεια εσωτερικού συνοδού**

Καθόλη την διάρκεια του θεραπευτικού σχήματος δίνεται ιδιαίτερη βαρύτητα στην ασφάλεια του εσωτερικού συνοδού. Γενικά ο νοσηλευτής – συνοδός πρέπει να :

- Φροντίζει για την σωστή ενυδάτωση του
- Την τηρεί τους κανόνες των πινάκων αποπίεσης
- Προσέχει για εμφάνιση συμπτωμάτων :
  1. Νόσου των δυτών, τύπου I, II
  2. Βαροτραύματος ωτών
  3. Εμβολής αέρος
- Παρακολουθείται για 6 – 8 ώρες μετά την έξοδο του από τον θάλαμο χωρίς να κοιμηθεί.<sup>20, 22, 28</sup>

### III. ΓΕΝΙΚΕΣ ΕΥΘΥΝΕΣ ΤΩΝ ΝΟΣΗΛΕΥΤΩΝ ΤΟΥ ΘΑΛΑΜΟΥ

Εκτός από τις αμιγώς αναφερόμενες νοσηλευτικές πράξεις, όπου έχουν άμεση σχέση με τον ασθενή ο νοσηλευτής του τμήματος είναι υπεύθυνος και μάλιστα με ιδιαίτερη βαρύτητα για τον έλεγχο του θαλάμου και των συστημάτων του πριν και μετά από κάθε κατάδυση.

Συγκεκριμένα πρέπει να φροντίζει :

#### 1. ΤΟ ΘΑΛΑΜΟ

- ♦ Καθαρός
- ♦ Ελεύθερος από εξωτερικά ερεθίσματα
- ♦ Ελεύθερος από πτητικά αέρια
- ♦ Πόρτες σε άριστη κατάσταση
- ♦ Τζάμια καθαρά
- ♦ Εσωτερικές παροχές αέρα – οξυγόνου – μειγμάτων ελεγχμένες
- ♦ Έλεγχος για τυχόν διαρροή αέρα

#### 2. ΤΗΝ ΠΑΡΟΧΗ ΑΕΡΟΣ

- ♦ Το κύριο σύστημα παροχής αέρος να είναι ικανό για δύο καταδύσεις στα 50 m και εξαέρωση
- ♦ Η δευτερεύουσα παροχή αέρος να είναι ικανή για κατάδυση στα 50m και για μία ώρα συνεχής εξαέρωσης

#### 3. ΤΗΝ ΠΑΡΟΧΗ ΟΞΥΓΟΝΟΥ

- ♦ Η δεξαμενή υγρού οξυγόνου να είναι γεμάτη
- ♦ Οι μάσκες παροχής καθαρές και συνδεδεμένες
- ♦ Κάθε ασθενής να έχει την δική του μάσκα , όπου μετά την λήξη της θεραπείας αποστειρώνεται σε οξείδιο του αιθυλενίου
- ♦ Η μάσκα της παροχής οξυγόνου του εσωτερικού συνοδού να είναι συνδεδεμένη
- ♦ Να ελέγχει για την ικανότητα παροχής οξυγόνου

#### 4. ΤΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

- ♦ Τα φώτα των θαλάμων να είναι σε λειτουργία
- ♦ Το σύστημα ενδοεπικοινωνίας να είναι σε λειτουργία
- ♦ Την λειτουργία του Headmaster
- ♦ Την ύπαρξη δύο χρονομέτρων για την παρακολούθηση των χρόνων θεραπείας

#### 5. ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΦΩΤΙΑ

- ♦ Ύπαρξη πυροσβεστήρων εντός του θαλάμου<sup>1, 20, 22, 23</sup>

#### IV. ΝΟΣΗΛΕΥΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΥΠΕΡΒΑΡΙΚΗ ΟΞΥΓΟΝΟΘΕΡΑΠΕΙΑ

Όσο αφορά την υπερβαρική οξυγονοθεραπεία, οι νοσηλευτικές διεργασίες ελάχιστα διαφοροποιούνται από την αντιμετώπιση ενός καταδυτικού ατυχήματος.

Στα περιστατικά αντιμετωπίζεται η διαφοροποίηση μόνο όσο αφορά τον ανθρώπινο παράγοντα. Στον καταδυτικό τομέα, αυτοί που νοσούν, οι δύτες, είναι κατά κανόνα νέα άτομα, υγιή και που γνωρίζουν την έννοια «θάλαμος». Η υπερβαρική ιατρική όμως ασχολείται με περιστατικά σχεδόν από κάθε ειδικότητα της ιατρικής, παραμελημένα ή μη, με ασθενείς που μπορεί να μην επικοινωνούν, με υπερήλικες, με άτομα που υποφέρουν από κάποια ασθένεια και τώρα αντιμετωπίζουν επιπλέον μία θεραπεία σε μη νορμοβαρικές συνθήκες.

Η νοσηλευτική προσέγγιση των ασθενών στον υπερβαρικό χώρο διαφοροποιείται, ανάλογα με την κλινική εικόνα, την ψυχοσύνθεση, την ηλικία, και την δυνατότητα προσαρμογής του ασθενούς σε χώρους και συνθήκες υψηλής πίεσης.

Η επιτυχημένη πορεία της θεραπείας περιλαμβάνει την λεπτομερή λήψη ιστορικού, την ξενάγηση στον χώρο του τμήματος και στην σωστή ενημέρωση του ασθενή για :

- ❖ Την δράση του υπερβαρικού οξυγόνου
- ❖ Τις μεταβολές της πίεσης – θερμοκρασίας – όγκου
- ❖ Την διαδικασία και τον σωστό τρόπο εξίσωσης, που είναι απαραίτητως χρήσιμη για τα αρχικά στάδια της συμπίεσης.

Η επεξεργασία από τον νοσηλευτή του ιστορικού του ασθενούς καθώς και η ενημέρωση του θεράποντα γιατρού κρίνονται απαραίτητα και σημαντικά για τις παροδικές και μόνιμες αντενδείξεις για έκθεση σε υπερβαρικό οξυγόνο.

Με το τέλος κάθε υπερβαρικής οξυγονοθεραπείας, ελέγχεται και συμπληρώνεται ανάλογα το διαγνωστικό κιτ.

Σε περίπτωση που υπάρχει τραύμα γίνεται αλλαγή εφόσον δοθούν οι κατάλληλες οδηγίες από τον γιατρό.

Επίσης είναι πολύ σημαντικό να δίνεται ιδιαίτερη βαρύτητα , από όλο το προσωπικό του τμήματος στην ψυχολογική και συναισθηματική ενθάρρυνση των ασθενών.<sup>20, 22</sup>



## **8. ΔΥΣΒΑΡΙΚΗ ΟΣΤΕΟΝΕΚΡΩΣΗ**

Η θεραπεία της δυσβαρικής οστεονέκρωσης είναι αφενός προληπτική, αφετέρου φαρμακευτική (όταν ήδη είναι εγκαταστημένη η πάθηση)

Η φαρμακευτική θεραπεία της δυσβαρικής οστεονέκρωσης στηρίζεται σε δύο λογικές :

1. Στην αναστολή της οστικής καταστροφής
2. Στην διέγερση της οστικής αναδόμησης

Μαζί με τα φάρμακα συμβάλλουν και ουσίες στο θετικό ισοζύγιο του ασβεστίου, όπως το ασβέστιο και η βιταμίνη D.

Η αναστολή της καταστροφής της οστικής δοκίδος ή η αναδόμηση αυτής επιτυγχάνεται με τις εξής φαρμακευτικές ουσίες :

- Τα οιστρογόνα και με ουσίες οιστρογονικής δράσης
- Η καλσιτονίνη
- Τα διφωσφορικά άλατα
- Η ιπριφλαβόνη

**Σημαντική παρενέργεια** που πρέπει να λάβει σοβαρά υπόψιν ο δύτης που κάνει θεραπεία σε εμφάνιση δυσβαρικής οστεονέκρωσης με οιστρογόνα είναι ο κίνδυνος εμφάνισης θρομβοεμβολικής νόσου ή εμφάνιση σοβαρότερης νόσου εξαιτίας της έλλειψης αποσυμπίεσης.

### **Θεραπεία με οιστρογόνα**

Η θεραπεία με οιστρογόνα, έχει σαν σκοπό την αναστολή της απώλειας οστού, με μόνο μειονέκτημα αυτή της θεραπείας ότι τα ευεργετήματα της κρατούν μόνο όσο κρατά το θεραπευτικό σχήμα χωρίς μακροχρόνια βελτίωση. Η προληπτική – θεραπευτική δράση των οιστρογόνων σε ότι αφορά την οστική αναδόμηση είναι αναμφισβήτητη.

Ουσίες που μελετούνται τα τελευταία χρόνια και παρουσιάζουν ισχυρή οιστρογονική δράση με υψηλή αντιοστεοκλαστική δράση είναι οι εξής :

- Η ταμοξιφένη
- Η ραλοξιφένη
- Η τιβολόνη

Η *καλσιτονίνη* αποτελεί μέχρι σήμερα, φάρμακο πρώτης εκλογής για τις διάφορες μορφές της οστικής καταστροφής. Η ορμόνη αυτή χημικά είναι πολυπεπτίδιο με 32 αμινοξέα που παράγεται και εκκρίνεται από τα παραθυλακιοκύτταρα του θυρεοειδούς αδένου (κύτταρα C).<sup>23, 26, 33</sup>

#### **ΟΙ ΚΥΡΙΟΤΕΡΕΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ ΕΙΝΑΙ ΟΙ ΕΞΗΣ :**

- ♦ Ελάττωση του ασβεστίου του ορού, λόγω αναστολής της δράσης των οστεοκλαστών, αλλά και διέγερσης των οστεοβλαστών.
- ♦ Ελάττωση του φωσφόρου του αίματος
- ♦ Ισχυρή αναλγητική δράση (ιδίως σε πρόσφατα οστεοπορωτικά κατάγματα, όπου τα συμβατικά αναλγητικά αδυνατούν να ανακουφίσουν τον πάσχοντα).
- ♦ Μείωση των γαστρικών εκκρίσεων, των προσταγλανδινών και ελάττωση ή αναστολή της λειτουργίας της εξωκρινούς μοίρας του παγκρέατος. Στην δράση αυτής οφείλονται και κάποιες από τις παρενέργειες της, όπως ναυτία, εμετοί, διάρροια, ενώ άλλες όπως αίσθημα καύσου και ελαφρά υπέρταση οφείλονται σε αγγειοκινητικές διαταραχές λόγω της δράσης της στο φυτικό νευρικό σύστημα.

Στην θεραπευτική πρακτική χρησιμοποιούνται σκευάσματα *καλσιτονίνης* σολομού και πρόσφατα συνθετικά παρασκευασμένη *καλσιτονίνη* ανθρώπου. Στο εμπόριο φέρεται με την μορφή ενδομυϊκών ενέσεων και διαλειμμάτων για ενδορρινικό ψεκασμό. Το δοσολογικό σχήμα και η χορήγηση της ανά δίμηνο (με κενά μεσοδιαστήματα επίσης ανά δίμηνο) για 2 με 3 χρόνια διασφαλίζει το μέγιστο θεραπευτικό αποτέλεσμα.

Αυτό που μπορεί να χαρακτηριστεί σαν μειονέκτημα της χορήγησης *καλσιτονίνης* σολομού είναι ότι με την πάροδο του χρόνου μειώνεται η κλινική ανταπόκριση, λόγω ανάπτυξης αντισωμάτων ουδετεροποίησης της ορμόνης.

Τα φάρμακα που χρησιμοποιούνται στην θεραπεία της απώλειας οστίτη ιστού, για την διέγερση της οστικής αναδόμησης είναι το *φθοριούχο νάτριο* και τα *αναβολικά στεροειδή*.

Το *φθοριούχο νάτριο* δρα απευθείας στους οστεοβλάστες των οποίων αυξάνει τον αριθμό και το παραγόμενο οστεοειδές. Παρά την θετική του δράση στην αναδόμηση του οστικού ελλείμματος, η ουσία αυτή παρουσιάζει κάποια σοβαρά μειονεκτήματα.

Συγκεκριμένα, το παραγόμενο υπό την επίδραση του φθοριούχου νατρίου οστεοειδές είναι κακής ποιότητας, δύσκολα αποτιτανούμενο, άρα χαμηλής μηχανικής αντοχής. Επίσης έχουν παρατηρηθεί μετά από χορήγηση φθοριούχου νατρίου, φαινόμενα ελάττωσης της οστικής πυκνότητας στον σκελετό των άκρων.

Η σύγχρονη χορήγηση ασβεστίου βελτιώνει το αποτέλεσμα της δράσης του φθοριούχου νατρίου, το οποίο είναι προτιμότερο να χορηγείται υπό την μορφή ιδιοσκευασμάτων βραδείας απελευθέρωσης σε δόση 50mg ημερησίως.

Τα αναβολικά στεροειδή είναι τα παλαιότερα χρησιμοποιούμενα φάρμακα για την θεραπεία των οστικών ελλειμμάτων. Είναι συνθετικά σκευάσματα με μικρή ή καθόλου ανδρογονική δράση που διεγείρουν άμεσα τους οστεοβλάστες και έχουν ιδιαίτερα θετικά αποτελέσματα.<sup>26, 33</sup>

## **ΘΕΡΑΠΕΙΑ ΑΡΘΡΩΣΕΩΣ**

Η θεραπεία αρθρώσεως με δυσβαρική οστεονέκρωση είναι ως εξής :

- ♦ Φαρμακευτική
- ♦ Φυσιοθεραπευτική
- ♦ Χειρουργική

Οι κυριότερες ομάδες φαρμάκων είναι οι εξής :

- ♦ Τα μη στεροειδή αντιφλεγμονώδη
- ♦ Τα κορτικοειδή
- ♦ Τα φάρμακα θεραπείας βάσης (χρυσός, πενικιλλαμίνη)
- ♦ Τα ανοσοκατασταλτικά (μεθοξετράτη, κυκλοφωσφατίνη, αζαθιοπρίνη)
- ♦ Τα διεγερτικά του ανοσοβιολογικού μηχανισμού (λεβαμιζόλη, transfer factor)

Τα μη στεροειδή αντιφλεγμονώδη είναι και τα πλέον ευρύτερα χρησιμοποιούμενα φάρμακα για αυτού του τύπου τις ρευματικές παθήσεις. Ανήκουν σε 3 μεγάλες χημικές ομάδες :

- ♦ Τα καρβοξυλικά οξέα (σαλικυλικά, οξεία οξέα, προπριονικά οξέα, φεναμικά οξέα)
- ♦ Τα ενολικά οξέα (πυράζολόνες, οξικάμες)
- ♦ Τα μη όξινα παράγωγα (θειοανιλίδες)<sup>26, 33</sup>

Η φυσιοθεραπευτική αγωγή και αποκατάσταση, προσφέρουν ιδιαίτερη βοήθεια στον πάσχοντα.

Πριν από την έναρξη των κύκλων της φυσικοθεραπείας πρέπει να αξιολογείται λειτουργικά ο ασθενής, να καταγράφονται λεπτομερειακά οι δυνατότητες και οι ανάγκες του και έπειτα να επιλέγεται το πιο κατάλληλο για αυτόν πρόγραμμα φυσικοθεραπείας.

Σε γενικές γραμμές, όταν έχουμε έναν δύτη στο οξύ στάδιο της νόσου, προφυλάσσουμε τις αρθρώσεις, όσο μπορούμε και συνιστώνται ασκήσεις διάτασης. Στο οξύ στάδιο της νόσου προσθέτουμε και ενεργητικές ασκήσεις με σύγχρονη προφύλαξη των αρθρώσεων. Στο χρόνιο στάδιο της νόσου συνιστούμε την ενεργητική κινησιοθεραπεία με ή χωρίς αντίσταση.

Η χειρουργική θεραπεία, όσο αφορά τους τένοντες και τους υμένες είναι πολύ περιορισμένη και γίνεται μόνο είτε για παρηγορητικούς σκοπούς, είτε γιατί η κλασική φαρμακευτική θεραπεία δεν αποδίδει ή δημιουργεί επιπλοκές. Ο λόγος είναι οι συχνές υποτροπές, διότι ο ίδιος ο οργανισμός έχει την τάση να αναπλάθει κάποιους από τους ιστούς του. Αυτό συνεπάγεται ότι μετά από κάποιο χρονικό διάστημα υπάρχει έξαρση της νόσου.

Η πλέον επιθετική, αν και ακραία μέθοδος χειρουργικής αποκατάστασης είναι η μερική ή ολική αρθροπλαστική αναλόγως πάντα και την δομική κατάσταση του οστού. Λαμβάνουμε πάντα υπόψιν μας την έκταση και την μορφή της βλάβης που έχει προκαλέσει η δυσβαρική οστεονέκρωση.<sup>11, 12</sup>

### **Οι νοσηλευτικές παρεμβάσεις μπορούν να χωριστούν σε 3 κατηγορίες :**

1. Την πρόληψη
2. Την θεραπεία
3. Την αποκατάσταση

Οι παρεμβάσεις κατά την **πρόληψη** είναι οι εξής :

- Ενημερώνουμε τον δύτη για την σημασία που έχει η σωστή διατροφή και η σωματική άσκηση.
- Διδάσκουμε την σημασία που έχουν οι προληπτικές εξετάσεις ως σημείο αναφοράς.

- Ο δύτης πρέπει να κατανοήσει την αναγκαιότητα της εφαρμογής καταδυτικού πλάνου, που να του επιτρέπει να ξεκουράζει τους ιστούς του σώματος του και όχι απλά να τους απαζωτώνει.
- Ο δύτης να γνωρίζει ότι πρέπει ανά περιόδους να αφήνει χρονικά περιθώρια στον οργανισμό του με σκοπό την ενδυνάμωση του. Ενδυνάμωση σωματική αλλά και πνευματική γιατί ως γνωστόν το καταδυτικό επάγγελμα είναι από την φύση του στρεσογόνο.
- Σε χρονικά επίπεδα έντονης κόπωσης να γίνεται αυξημένη λήψη μετάλλων, ιχνοστοιχείων και βιταμινών. Κάποιες φορές είναι χρήσιμη η λήψη αντιφλεγμονώδων φαρμάκων.

Οι γενικές παρεμβάσεις κατά την **θεραπεία** είναι οι εξής :

- Ενημέρωση του πάσχοντα με ακρίβεια και με γλώσσα κατανοητή για την κλινική του πορεία. Ενθάρρυνσή του να εκφράσει και να διατυπώσει τις ανάγκες και τα προβλήματά του.
- Διασταύρωση των κλινικών ευρημάτων με τις εργαστηριακές εξετάσεις, διότι η δυσβαρική οστεονέκρωση μπορεί πολύ εύκολα να μπερδευτεί με κάποια άλλη πάθηση του εριστικού συστήματος, με αποτέλεσμα να χαθεί πολύτιμος χρόνος για την έναρξη της θεραπείας.
- Η ψυχολογική υποστήριξη είναι πολύ σημαντική, ώστε να αρθεί η αβεβαιότητα που αυτός ο άνθρωπος νοιώθει. Ο νοσηλευτής πρέπει να περνά μαζί του πολύ και δημιουργικό χρόνο.
- Η ομάδα υγείας πρέπει να αντιμετωπίζει τον άνθρωπο αυτόν σαν ολοκληρωμένη βίο-ψυχοκοινωνική οντότητα και όχι σαν κάτι αφηρημένο.
- Είναι προτιμότερη η ενεργή συμμετοχή του πάσχοντα στον σχηματισμό του θεραπευτικού προγράμματος, εάν η κλινική του γενική κατάσταση το επιτρέπει.<sup>1, 20, 22, 27, 31</sup>

## ΠΡΟΛΗΨΗ ΚΑΤΑΔΥΤΙΚΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ

Η πρόληψη των καταδυτικών ατυχημάτων εστιάζεται πρώτα στην καταδυτική νοοτροπία που έχει ο δύτης, μετά στη εκπαίδευση και τέλος στην γνώση των σωματικών και πνευματικών του δυνάμεων. Τίποτα από όσα έχουν αναφερθεί δεν θα έχει σημασία αν δεν σταθούμε πάνω στο θέμα *νοοτροπία*.

Τι είναι όμως η καταδυτική νοοτροπία που όλοι πρέπει να έχουν από την αρχή έως το τέλος της καταδυτικής τους ζωής. Αν δούμε στο λεξικό ο ορισμός αυτής της λέξης είναι ο εξής :

*«Ο τρόπος με τον οποίο σκέφτεται κάποιος, ο ιδιαίτερος τρόπος σκέψης κάθε ανθρώπου»*

Άρα καταδυτική νοοτροπία είναι το δόγμα, η αντίληψη που πρέπει να έχει ένας αυτοδύτης πριν, κατά την διάρκεια και μετά το πέρας της κατάδυσης. Για παράδειγμα πριν φύγει από το μαγαζί με τον εξοπλισμό να μετρήσει τον αέρα που έχει η φιάλη του, εάν πάρει NITROX να μετρήσει το ποσοστό του οξυγόνου στο μείγμα του, κατά την διάρκεια της κατάδυσης να ελέγχει την πίεση της φιάλης του, να μην χάνει το ζευγάρι του, να μην εκθέτει σε οποιοδήποτε κίνδυνο τον εαυτό του και το ζευγάρι του και τέλος να αποφεύγει όλους τους προδιαθεσικούς παράγοντες για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα μετά το πέρας της κατάδυσης.

Συνοψίζοντας, η κατάδυση είναι ένα πολύ ασφαλές άθλημα υπό την προϋπόθεση ότι τηρούνται κατά γράμμα όλοι οι κανόνες ασφαλείας. Σε περίπτωση που κάποιος και για οποιοδήποτε λόγο παραβιάσει κάτι από τα όσα έχει διδαχθεί τότε πρέπει να ξέρει ότι εκθέτη τον εαυτό του και τους συνανθρώπους του σε κινδύνους που δεν μπορούν ούτε να ελεγχθούν ούτε να προβλεφθούν.

Ο αυτοδύτης ο οποίος σέβεται τον εαυτό του και τους άλλους πρέπει ανά τακτά χρονικά διαστήματα να επανεκπαιδεύεται ώστε σε έκτατες καταστάσεις να είναι σε θέση να βοηθήσει , όσο το δυνατόν καλύτερα. Να διατηρείται σε εγρήγορση, να ενημερώνεται για τα νέα καταδυτικά δεδομένα και να παρακολουθεί τις εξελίξεις γύρω από την φυσιολογία και την καταδυτική και υπερβαρική ιατρική.

Η γνώση των σωματικών και πνευματικών δυνάμεων κάθε αυτοδύτη τον βοηθά να αντεπεξέλθει σε σύνθετες καταστάσεις αλλά και να έχει το σωστό σωματικό υπόβαθρο σε περίπτωση κινδύνου και να δώσει άμεσες και δυναμικές λύσεις.<sup>21, 22, 24, 25, 28</sup>

## I. ΝΟΣΗΛΕΥΤΙΚΟΣ ΡΟΛΟΣ ΣΤΗΝ ΠΡΟΛΗΨΗ

Ο ρόλος του νοσηλευτή, στην πρόληψη των καταδυτικών ατυχημάτων είναι πάρα πολύ σημαντικός. Ο νοσηλευτής είναι αυτός που είναι πιο άμεσα συνδεδεμένος από την ιατρική ομάδα είτε στην λήψη του ιστορικού για κάθε νέο αυτοδύτη, είτε πριν μία οργανωμένη κατάδυση και που θα ακούσει όλους τους προβληματισμούς που θα έχει ο commercial diver πριν ξεκινήσει την δουλειά του.

Ο νοσηλευτής είναι αυτός που θα προστατέψει κάποιον αυτοδύτη από την παρουσίαση προβλημάτων υγείας μέσω των εξετάσεων που θα του κάνει ( μέτρηση ΑΠ, ΗΚΓ, μέτρηση σακχάρου, κα ).

Όμως και ο ίδιος ο δύτης θα πρέπει να προστατεύει τον εαυτό του και να αποφεύγει να καταδύεται εάν έχει κάποιον προδιαθεσικό παράγοντα ή υποψία ως προς την ακεραιότητα του.<sup>20, 22, 27</sup>

## ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΤΗΣ ΚΑΤΑΔΥΤΙΚΗΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ

Έως ότου στις υποβρύχιες εργασίες αντικατασταθεί ο άνθρωπος από τα ρομπότ θα χρειαστεί πιθανότατα να προετοιμαστούμε για καταδύσεις σε βάθη από 600-800 μέτρα.

Η προετοιμασία αυτή δημιουργεί ορισμένα προβλήματα το κυριότερο από τα οποία είναι Ιατρικής Ηθικής Τάξης αφού πρόκειται για πειραματική εφαρμογή νέων μεθόδων σε ανθρώπους. Το θέμα αυτό προσπαθούμε να το αντιμετωπίσουμε με δοκιμές σε φυσικοχημικά μοντέλα και πειραματόζωα πριν προχωρήσουμε στον άνθρωπο. Δεύτερο πρόβλημα, αλληλένδετο με το πρώτο, είναι η εμφάνιση αγνώστων κινδύνων που εμφανίζονται σε βαθύτερες και πιο παρατεταμένες καταδύσεις. Ορισμένοι από αυτούς είναι η δυσβαρική οστεονέκρωση, η αλλαγή της συμπτωματολογίας της νόσου αποσυμπίεσης, πιθανές βλάβες του ανοσοβιολογικού συστήματος και των γονιδίων όπως επίσης και τυχόν μόνιμες βλάβες του κεντρικού νευρικού συστήματος.

Άλλο πρόβλημα αποτελεί η μεγάλη δυσκολία αντιμετώπισης νοσηρών συμπτωμάτων που θα εμφανιστούν σε μια κατάδυση κορεσμού. Για την αντιμετώπιση των παραπάνω προβλημάτων καταβάλλονται μεγάλες προσπάθειες στους εξής τομείς.

1. Τελειοποιήσει διαφόρων φυσιολογικών και ψυχολογικών δοκιμασιών (test)
2. Πολύπλευρη προσέγγιση για την ανάπτυξη νέων πινάκων καταδύσεων κορεσμού (βελτιώσεις καμπυλών συμπίεσης και αποπίεσης, λεπτομερειακή ρύθμιση μερικής πίεσης οξυγόνου, νέα αναπνευστικά μείγματα)
3. Μελέτη επίδρασης μακροχρόνιας παραμονής υπό πίεση σε ζώα και ερμηνεία ηλεκτροεγκεφαλογραφικών ανωμαλιών και μεταβολών άλλων βιολογικών παραμέτρων.

Ερευνώνται ακόμα μέθοδοι που μέχρι πριν λίγα χρόνια έδιναν την εντύπωση μυθιστορημάτων επιστημονικής φαντασίας όπως η αντικατάσταση του αίματος με άλλα υγρά και η αναπνοή με βράγχια.



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΚΑΤΑΔΥΤΙΚΗΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ (ΝΑΥΤΙΚΟ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟ ΑΘΗΝΩΝ, ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΕΩΣ, 1993)
2. U.S. NAVY DIVING MANUAL (U.S. NAVY) LACKLAND AIR FORCE BASE, TEXAS, 1990.
3. NOAA, DINING MANUAL 4<sup>TH</sup> EDITION, BEST PUBLISHING COMPANY, 1993
4. PRE – HOSPITAL TRAUMA LIFE SUPPORT 5<sup>TH</sup> EDITION (NATIONAL ASSOCIATION OF EMERGENCY MEDICAL TECHNICIANS)
5. PADI OPEN WATER DIVER MANUAL, 1980
6. PADI ADVANVED OPEN WATER DIVER MANUAL, 1980
7. PADI RESCUE DIVER MANUAL, 1980
8. LIFEGUARD TRAINING (AMERICAN RED CROSS), 1987
9. THE UNITED STATES LIFESAVING MANUAL OF OPEN WATER LIFESAVING (USLA), 1992
10. U.S. COAST GUARD NATIONAL SAR PLAN, 1986
11. DRK RETTUNGSSCHWIMMEN LEITFADEN (DEUTSCHES ROTEZ KREUZ, 1998)
12. HANDBUCH FUR DEN AUSBILDER, TEIL C: RETTUNGSSCHWIMMEN (DEUTSCHE LEBENS - RETTUNGS GESELSCHAFT), 1996
13. ΕΛΛΗΝΟΤΟΥΡΚΙΚΟ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΩΝ ΒΑΣΙΚΩΝ ΓΝΩΣΕΩΝ ΔΙΑΣΩΣΗΣ (ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ ΕΡΥΘΡΟΣ ΣΤΑΥΡΟΣ - ARAMA KURTARMA DERNEGI 1996)
14. ΒΑΣΙΚΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ ΠΡΩΤΩΝ ΒΟΗΘΕΙΩΝ (ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ ΕΡΥΘΡΟΣ ΣΤΑΥΡΟΣ. Α. Γ. ΓΕΡΑΣΙΜΑΤΟΣ - Γ.- Μ. Ι. ΚΑΡΑΓΙΑΝΝΗΣ), 1999
15. ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΙ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ ΝΟΣΗΛΕΥΤΙΚΗ. ΤΟΜΟΙ 1, 2 ΚΑΙ 3. (ΑΝΝΑ ΣΑΧΙΝΗ - ΚΑΡΔΑΣΗ, ΜΑΡΙΑ ΠΑΝΟΥ, Β' ΕΚΔΟΣΗ, 2002)
16. ΕΙΔΙΚΗ ΝΟΣΟΛΟΓΙΑ (Κ.Δ. ΓΑΡΔΙΚΑΣ), ΝΕΑ ΈΚΔΟΣΗ
17. ΝΟΣΗΛΕΥΤΙΚΗ ΓΕΝΙΚΗ - ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΗ - ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ (Μ.Α. ΜΑΛΓΑΡΙΝΟΥ - Σ.Φ. ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΙΔΟΥ, 2001)
18. 5<sup>Ο</sup> ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΕΝΤΑΤΙΚΗΣ ΘΕΡΑΠΕΙΑΣ, ΑΕΡΙΑ ΑΙΜΑΤΟΣ – ΟΞΕΟΒΑΣΙΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ, ΑΘΗΝΑ 2002, ΙΑΤΡΙΚΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ Π.Χ. ΠΑΣΧΑΛΙΔΗΣ

- 19.ΕΘΝΙΚΟ ΣΥΝΤΑΓΟΛΟΓΙΟ, ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΕΟΦ, 2000
- 20.ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΘΑΛΑΜΟΥ ΑΠΟΠΙΕΣΗΣ ΝΑΥΤΙΚΟΥ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟΥ ΚΑΛΥΜΝΟΥ
- 21.ΣΗΜΕΙΩΣΗΣ ΣΧΟΛΗΣ ΔΥΤΩΝ ΚΑΛΥΜΝΟΥ, 2003
- 22.ΠΡΟΣΩΠΙΚΕΣ ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΗΣ ΘΑΛΑΜΟΥ ΑΠΟΠΙΕΣΗΣ ΝΝΑ, ΓΑΪΤΑΝΟΥ
- 23.ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΚΑΤΑΔΥΤΙΚΗΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΝΟΣΗΛΕΥΤΙΚΗΣ ΝΝΑ, 1995
- 24.ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ 1<sup>ΟΥ</sup> ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΚΑΤΑΔΥΣΗΣ, ΑΘΗΝΑ 2001
- 25.ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ 2<sup>ΟΥ</sup> ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΚΑΤΑΔΥΣΗΣ, ΑΘΗΝΑ 2003
- 26.BENNET AND ELLIOTT'S PHYSIOLOGY AND MEDICINE OF DIVING, 5<sup>th</sup> EDITION, 1997
- 27.VALERIE LARSON – LOHR AND HELLEN C. NORVELL, HYPERBARIC NURSING, BY BEST PUBLISHING COMPANY, 1994
- 28.ΠΡΑΚΤΙΚΑ 4<sup>ΟΥ</sup> ΣΥΜΠΟΣΙΟΥ ΚΑΤΑΔΥΤΙΚΗΣ – ΥΠΕΡΒΑΡΙΚΗΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ, ΝΝΑ, 1997
- 29.ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΑΠΟΣΥΜΠΙΕΣΗΣ TDI, BY J. ODOM, 2002
- 30.LAMB J.S. OXYGEN MEASUREMENT FOR DIVER, BEST PUBLISHING COMPANY, 1992
- 31.BACHRACH J.S. AND H.EGSTROM, STRESS AND PERFORMANCE IN DIVING, BEST PUBLISHING COMPANY, 1996
- 32.DICK RYTRKOWSKI ENRICHED AIR NITROX EANX IANTD 1997 (Εκπαιδευτικό εγχειρίδιο διδασκαλίας)
- 33.CARL EDMONDS,CHRISTOPHER LOWRY AND JOHN PENNE FATHER DIVING AND SUB AQUATIC MEDICINE, 3th EDITION, 1999
- 34.Ο ΥΠΟΒΡΥΧΙΟΣ ΑΝΘΡΩΠΟΣ, ΠΑΠΑΓΡΗΓΟΡΑΚΗΣ ΜΑΝΟΛΗΣ, 8<sup>Η</sup> ΕΚΔΟΣΗ, ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΧΡΙΣΤΑΚΗ, 1989
- 35.ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΚΑΤΑΔΥΣΗ, ΣΥΜΕΩΝΙΔΗΣ ΝΤΙΝΟΣ, 2<sup>Η</sup> ΕΚΔΟΣΗ, ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΑΚΜΩΝ, 1997
- 36.ΠΡΩΤΕΣ ΒΟΗΘΕΙΕΣ ΓΙΑ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΑ ΥΓΕΙΑΣ (Δρ. Τ. Γερμενής, 1994)
- 37.ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΙΙ, ΚΑΝΝΕΛΟΣ Ε., 2<sup>Η</sup> ΕΚΔΟΣΗ, ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΛΥΓΧΟΣ, 1990.
- 38.ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΚΑΤΑΔΥΣΕΩΝ (Ν. Νικολόπουλος, 2000)

