

**ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ**

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΝΟΣΗΛΕΥΤΙΚΗΣ

**ΚΑΤΑΔΥΤΙΚΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ. Ο ΡΟΛΟΣ ΚΑΙ ΟΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΤΗΣ ΚΑΤΑΔΥΤΙΚΗΣ ΚΑΙ
ΥΠΕΡΒΑΡΙΚΗΣ ΝΟΣΗΛΕΥΤΙΚΗΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΤΣΟΜΠΑΝΑΚΗ ΔΗΜΗΤΡΑ
ΧΑΤΖΗΚΥΡΙΑΚΙΔΟΥ ΓΕΩΡΓΙΑ**

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΜΑΣΤΡΟΚΩΣΤΑΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2013

Μέλη εξεταστικής επιτροπής

Καυκιά Θεοδώρα, Καθηγήτρια Εφαρμογών

Μαστροκόστας Αθανάσιος, Εργ. Συνεργάτης, Επιβλέπων

Μπελλάλη Θάλεια, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια

**ΚΑΤΑΔΥΤΙΚΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ. Ο ΡΟΛΟΣ ΚΑΙ ΟΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ
ΤΗΣ ΚΑΤΑΔΥΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΥΠΕΡΒΑΡΙΚΗΣ ΝΟΣΗΛΕΥΤΙΚΗΣ.**

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ σελ. 3

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....σελ. 5

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

1.1 Είδη καταδύσεων: αυτόνομη και ελεύθερη κατάδυση.....σελ. 7

α. Νομοι αερίων.....σελ. 8

1.2 Φυσιολογία και Παθοφυσιολογία κατάδυσης

1.2.α Φυσιολογία και παθοφυσιολογία κυκλοφορικού συστήματος.....σελ. 11

1.2.β Φυσιολογία και παθοφυσιολογία αναπνευστικού συστήματος.....σελ. 14

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

Καταδυτικά ατυχήματα

2.1 Παράγοντες που συμβάλλουν στην πρόκληση καταδυτικών ατυχημάτων.....σελ. 17

2.2 Διαταραχές κατά την διάρκεια ή μετά από καταδύσεις.....σελ. 20

2.2.α Διαταραχές από έμμεση επίδραση μεταβολής της πίεσης.....σελ. 20

2.2.β Διαταραχές από άμεση επίδραση μεταβολής της πίεσης.....σελ. 34

2.3 Πρόληψη καταδυτικών ατυχημάτων.....σελ. 40

2.4 Πρώτες Βοήθειες σε καταδυτικά ατυχήματα.....σελ. 40

2.4.α Πρώτες βοήθειες στο σύνδρομο παρ'ολίγον πνιγμού.....σελ. 42

2.4.β Πρώτες βοήθειες στη νόσο των δυτών.....σελ. 44

2.5 Προδιαθεσικοί παράγοντες εμφάνισης καταδυτικού ατυχήματος.....σελ. 45

2.6 Αντενδείξεις.....σελ.45

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

Υπερβαρική οξυγόνοθεραπεία

3.1 Ιστορική αναδρομή Υπερβαρικού Οξυγόνου.....σελ. 46
3.3 Θάλαμοι αποπίεσης-επανασυμπίεσης-αποσυμπίεσης.....σελ. 48
3.4 Δράσεις Υπερβαρικού οξυγόνου.....σελ. 54
3.6 Αντενδείξεις.....σελ. 56
3.7 Ενδείξεις.....σελ. 58
3.8 Επιπλοκές.....σελ. 65
3.9 Παρενέργειες.....σελ. 67

Καταδυτική - Υπερβαρική νοσηλευτική

4.1 Προϋποθέσεις επάνδρωσης καταδυτικού θαλάμου.....σελ. 68
4.2 Προοπτικές καταδύσεων στην Ελλάδα.....σελ.72
4.3 Προτάσεις ανάδειξης Καταδυτικού τουρισμού.....σελ. 73

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....σελ. 74

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....σελ. 75

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....σελ. 76

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Όπως είναι γνωστό, το μεγαλύτερο μέρος του κεντρικού χερσαίου τμήματος της Ελλάδος περιβρέχεται από θάλασσα, ενώ παράλληλα περίπου 2.000 νησιά και εκατοντάδες βραχονησίδες είναι διεσπαρμένα στα πελάγη του. Καταλαμβάνοντας έτσι, τόσο μεγάλο γεωγραφικό τμήμα είναι φυσικό επόμενο η θάλασσα να αποτελεί για τον άνθρωπο πόλο έλξης αλλά και πορισμού χρημάτων. Επομένως, οι Έλληνες έχουν άμεση σχέση με το θαλάσσιο χώρο και έχουν επιδοθεί σε ερασιτεχνικές αλλά και σε επαγγελματικές ενασχολήσεις, με αποτέλεσμα να αντιμετωπίζουν διάφορα προβλήματα και κινδύνους που είναι συνυφασμένοι κυρίως με τις θαλάσσιες καταδυτικές δραστηριότητες.

Στην σημερινή εποχή ο ρόλος της καταδυτικής και υπερβαρικής ιατρικής και νοσηλευτικής έχει αναπτυχθεί αισθητά στην Ελλάδα. Παρόλο που πολλοί άνθρωποι ασχολούνται με τις καταδύσεις, υπάρχουν ελλειπείς γνώσεις σχετικά με τους τρόπους αντιμετώπισης ενός καταδυτικού ατυχήματος. Η προοδευτική όμως αύξηση του ενδιαφέροντος και η εκπαίδευση σημαντικού αριθμού γιατρών και νοσηλευτών στο Ναυτικό νοσοκομείο Αθηνών από το 1980 με ειδικά σεμινάρια κάθε χρόνο είχε σαν αποτέλεσμα την ανάπτυξη της Υπερβαρικής Ιατρικής στη χώρα. Ο καλύτερος τρόπος για να αποφύγουμε οποιαδήποτε δυσάρεστη κατάσταση κατά τις καταδυτικές δραστηριότητες είναι η όσο το δυνατό βαθύτερη γνώση της φυσιολογίας και η κατανόηση των αντιδράσεων που προκαλεί στο σώμα μας, η μεταβολή της πίεσης.

Η εξέλιξη της υπερβαρικής ιατρικής στην Ελλάδα έχει άμεση σύνδεση με την ιατρική των καταδύσεων. Η δημιουργία Μονάδων Υπερβαρικής Ιατρικής έχει στόχο να αναβαθμίσει το ρόλο της δημόσιας υγείας σε ένα εξειδικευμένο θεραπευτικό επίπεδο στο οποίο συγκριτικά με τα Ευρωπαϊκά συστήματα υγείας, η Ελλάδα χολαίνει. Ενδεικτικά, σε σχέση με τις γείτονες χώρες, αναφέρεται ότι στην Ιταλία λειτουργούν με δημόσιο– ιδιωτικό χαρακτήρα πάνω από εκατόν είκοσι μονάδες και στην Τουρκία είκοσι τέσσερις ανάλογες, ενώ στη χώρα μας υπάρχουν μόνο δύο δημόσια πλήρως εξοπλισμένα κέντρα υπερβαρικής και καταδυτικής ιατρικής.

Ο βασικός λόγος επιλογής του θέματος είναι το ενδιαφέρον που πηγάζει από τον συγκεκριμένο κλάδο της νοσηλευτικής. Το γεγονός ότι δεν υπάρχει μεγάλο ποσοστό εξειδίκευσης των επαγγελματιών υγείας στο κλάδο αυτό, έχει ως αποτέλεσμα το προσωπικό να μην είναι πλήρως ενημερωμένο και εφοδιασμένο με τις κατάλληλες γνώσεις αλλά και ο υπόλοιπος κόσμος να έχει άγνοια επί του θέματος. Η λειτουργία κέντρων Υπερβαρικού Οξυγόνου σε μεγάλα γενικά

νοσοκομεία, η σωστή εκπαίδευση και ενημέρωση του ιατρικού κόσμου, η ύπαρξη επαρκούς νομοθετικού πλαισίου και κανονισμών ασφαλούς λειτουργίας και η αξιοποίηση της διεθνούς και Ελληνικής εμπειρίας αποτελούν κύριες προϋποθέσεις σωστής ανάπτυξης της Υπερβαρικής Οξυγονοθεραπείας στην πατρίδα μας, ώστε με ασφαλή και επιστημονικό τρόπο να αξιοποιηθούν κλινικά οι δυνατότητες με Υπερβαρικό Οξυγόνο και να αποφευχθούν λάθη και υπερβολές του παρελθόντος.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΙΣΤΟΡΙΑ ΚΑΤΑΔΥΣΗΣ

Από αρχαιοτάτων χρόνων ο άνθρωπος στράφηκε στον υποβρύχιο κόσμο εφευρίσκοντας πολλών ειδών αναπνευστικές συσκευές προσπαθώντας με αυτόν τον τρόπο να παρατείνει την παραμονή του στο βυθό. Η πρώτη κατασκευή αναπνευστικής συσκευής έρχεται από τον Ρότζερ Μπέικον το 1240. Έκτοτε ακολουθεί περίοδος ύφεσης για να φθάσουμε στον 17ο αιώνα και μετέπειτα στη βιομηχανική επανάσταση, όπου και θεμελιώθηκε η πρακτική τεχνική της κατάδυσης με τη βοήθεια των ραγδαία αναπτυσσόμενων επιστημών. Σημαντική προσφορά για την ανάπτυξη της καταδυτικής λειτουργίας και βοήθεια για την κατανόηση της συμπεριφοράς του ανθρώπου σε υπερβαρικό περιβάλλον στάθηκε η ανακάλυψη του Άγγλου Ρόμπερτ Μπόιλ (Robert Boyle), ο οποίος περί το 1660 μελέτησε τις φυσικές ιδιότητες του συμπιεσμένου αέρα. Μέχρι το 1840 είχαν γίνει πολλές προσπάθειες καταδυτικού εξοπλισμού σε θεωρητικό επίπεδο, όμως το 1878 παρουσιάστηκε η πρώτη συσκευή κλειστού κυκλώματος. (Γαϊτάνου 1999)

Όσον αφορά στην Ελλάδα από την εποχή του Ομήρου, η σπογγαλιεία, μέχρι και μερικούς αιώνες πριν, γίνονταν στην Κάλυμνο με ελεύθερη κατάδυση. Γυμνοί δύτες βουτούσαν αγκαλιά με τη σκανταλόπετρα. Η σκανταλόπετρα είναι ένα κομμάτι πέτρας, συνήθως μάρμαρο ή γρανίτης, με βάρους 8-14 κιλά, με στρογγυλεμένες γωνίες και υδροδυναμικό σχήμα, το οποίο χρησιμοποιούσαν οι δύτες για να καταδύονται γρήγορα και προς την κατεύθυνση που επιθυμούσαν. Έτσι, κατέβαιναν γρήγορα σε μεγάλα βάθη που έφθαναν ως και τα 60-70 μέτρα και είχαν χρονικό περιθώριο 3-4 λεπτών, όσο κρατούσε η αναπνοή τους, για να μαζέψουν όσα σφουγγάρια προλάβαιναν σε μικρή ακτίνα γύρω τους. Η βιομηχανική επανάσταση στη σπογγαλιεία ξεκίνησε το 1866, την εποχή που ο Φώτης Νεστορίδης, ένας δύτης που εργαζόταν στην Κεϋλάνη σε ναυάγια, φέρνει μαζί του στην πατρίδα μια παράξενη συσκευή, το σκάφανδρο. Το 1866 ο Συμιακός Φώτιος Μαστορίδης έκανε χρήση σκαφάνδρου για την σπογγαλιεία, δίνοντας μια νέα διάσταση στο επάγγελμα.

Όσο γρήγορα όμως διαδόθηκε η νέα μέθοδος, εξίσου γρήγορα έγινε φανερός ο κίνδυνος που διέτρεχαν οι δύτες από την άγνοια των κανόνων κατάδυσης με σκάφανδρο (κυρίως στο στάδιο της ανάδυσης) ή από τη στυγνή εκμετάλλευσή τους από τους καπεταναίους που παρέτειναν εγκληματικά το χρόνο κατάδυσης των δυτών, εμφανίζοντας έτσι την «κατάρρα» μιας μυστηριώδους αρρώστιας, της «νόσου των δυτών», που προκαλούσε μερική ή ολική παράλυση, ακόμη και το

θάνατο. Από την αρχή οι αντιδράσεις των νησιωτών ήταν αρνητικές. Μάλιστα, αναφέρεται ότι οι Καλύμνιοι κατέστρεψαν το πρώτο σκάφανδρο που ήρθε στο νησί. Πληθώρα δυτών που βούταγαν με σκάφανδρο, οι λεγόμενοι «μηχανικοί», έμεναν ανάπηροι ή πέθαιναν από την άγνωστη αυτή αρρώστια, σε αντίθεση με τους ελεύθερους δύτες. Ο απολογισμός των θυμάτων μεγάλος.

Το κύριο σύμπτωμα της νόσου που εμφανιζόταν από μισή έως και μερικές ώρες απ' την ανάδυση, ήταν έντονος πόνος στην κοιλιά και τις αρθρώσεις, με αποτέλεσμα ο άρρωστος να υποφέρει από τον πόνο. Συνήθως, οι σφουγγαράδες, εμπειρικά άναβαν τσιγάρο μετά την ανάδυση για να δουν τη φυσική τους κατάσταση. Οι γιατροί της εποχής αδυνατούσαν να δώσουν εξήγηση για αυτήν την αρρώστια. Ο πρώτος γιατρός που κατάφερε να δώσει μερικές απαντήσεις για την φυσιοπαθολογία της νόσου ήταν ο διάσημος πια Γάλλος ιατρός, δικηγόρος και φυσιολόγος Πολ Μπερτ (Paul Bert), ο οποίος χαρακτηρίστηκε ως «πατέρας» της υπερβαρικής φυσιολογίας και μάλιστα κατασκεύασε τον πρώτο θάλαμο αποσυμπίεσης το 1893 στην Αμερική. (Παπαρηγοράκης και συν 2002).

Η σημαντική εφεύρεση, το 1920, των πτερυγίων κολύμβησης, από τον Υποπλοίαρχο του γαλλικού ναυτικού Κορλύ, επέλυσε το πρόβλημα της προώθησης υποβρυχίως και παρείχε το έναυσμα για την αυτόνομη κατάδυση. Από εκεί και πέρα η επινόηση και τελειοποίηση του ρυθμιστή πίεσης από τον Ζακ Κουστώ και τον Γκανιό άλλαξε ριζικά το σκηνικό. Επίσης, σημαντική προσφορά στην ανάπτυξη της αυτόνομης κατάδυσης παρείχε η Μονάδα Υποβρυχίων Καταστροφών (Μ.Υ.Κ.) και πιο συγκεκριμένα ο διοικητής της Μανώλης Παπαρηγοράκης, ο οποίος ενδιαφέρθηκε ιδιαίτερα για την εγκαθίδρυση και τεκμηρίωση του θεωρητικού υπόβαθρου για το γνωστικό πεδίο της αυτόνομης κατάδυσης και φυσικά του κατάλληλου εκπαιδευτικού προγράμματος. (Δετοράκης 2000)

ΚΥΡΙΟ ΜΕΡΟΣ

1.1ΤΑ ΕΙΔΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΔΥΣΗΣ

Υπάρχουν 5 είδη καταδύσεων: η ελεύθερη κατάδυση, η αυτόνομη κατάδυση, η κατάδυση τύπου σκαφάνδρου, οι καταδύσεις κορεσμού και οι καταδύσεις με στολές 1 ατμόσφαιρας (1 ATM). Είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε το είδος της κατάδυσης για την σωστή διάγνωση και εκτίμηση της δυσβαρικής καταδυτικής διαταραχής. (Πολυχρονίδης 2004α)

Η ελεύθερη κατάδυση, χρησιμοποιήθηκε πρώτιστα για την συλλογή της τροφής, κάτι που εφαρμόζεται ακόμα και σήμερα σε πολλά μέρη του κόσμου συμπεριλαμβανομένης και της Ελλάδας με τον ίδιο σχεδόν τρόπο, χρησιμοποιώντας όμως καλύτερο και πιο ασφαλή εξοπλισμό. Η απόδοση τέτοιων δραστηριοτήτων είναι εντυπωσιακή από την άποψη των συχνών καταδύσεων (~50 βουτιές ανά ημέρα ψαρέματος), το μέγιστο βάθος (~20 μέτρα) και την διάρκεια της βουτιάς (~1 ½ λεπτού) αλλά φυσικά οι επιδόσεις αυτές είναι ασύγκριτα μικρότερες έναντι εκείνων των αθλητών της ελεύθερης κατάδυσης.

Γενικότερα ως αυτόνομη κατάδυση, ορίζεται η δυνατότητα κατάδυσης με αυτόνομη καταδυτική συσκευή. Ο όρος χρησιμεύει για τη διάκριση της εν λόγω δραστηριότητας από τις λοιπές μορφές κατάδυσης. Συνηθέστερα, η αυτόνομη κατάδυση αποκαλείται Scuba diving (Self-Contained Underwater Breathing Apparatus). Ο αυτοδύτης σε αντίθεση με τον δύτη που είναι εξαρτημένος από τον υδρομηχανικό "ομφάλιο λώρο" μέσω του οποίου αντλεί τον ατμοσφαιρικό αέρα ή μείγματα αερίων από σταθμό, φέρει συσκευή συμπιεσμένου αέρα, ιδιότητα στην οποία αποδίδεται η μεγαλύτερη αυτονομία στην υποβρύχια κίνηση αλλά και ο περιορισμός στον χρόνο παραμονής του. Διαφέρει από την ελεύθερη κατάδυση, στην οποία ο δύτης καταδύεται αυτόνομα, χωρίς όμως να φέρει καταδυτικό αναπνευστικό εξοπλισμό. (Τασιαδάμης 2009)

Η τρέχουσα μέγιστη διάρκεια άπνοιας ενός ατόμου με το πρόσωπο μέσα στο νερό, και ακίνητο μέσα σε μια πισίνα (στατική άπνοια) είναι 10 λεπτά και 12 δευτερόλεπτα, ενώ το μέγιστο βάθος που έχει φτάσει ποτέ άνθρωπος με μία μόνο αναπνοή (χρησιμοποιώντας ένα σύστημα ανελκυστήρα που μεταφέρει τον δύτη στο προκαθορισμένο βάθος, ενώ επιστρέφει στην επιφάνεια

με την χρήση ενός φουσκωμένου με αέρα μπαλονιού) συνολικής διάρκειας 4 λεπτά και 24 δευτερόλεπτα, είναι 214 μέτρα (Ferrigno 2003).

Για την κατανόηση της φυσιολογίας των καταδύσεων είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε τους νόμους των αερίων, οι οποίοι αναλύονται συνοπτικά παρακάτω.

1.1. ΝΟΜΟΙ ΑΕΡΙΩΝ

- Ιδανικός νόμος αερίων

Περιγράφει τη σχέση μεταξύ πίεσης, όγκου, θερμοκρασίας, και αριθμού μορίων ενός ιδανικού αερίου:

$$PV = n R t$$

P=απόλυτη πίεση

V=όγκος

N=αριθμός μορίων αερίου

R=παγκόσμια σταθερά αερίων

T=απόλυτη θερμοκρασία (K), K₀= 273°C

Από την εξίσωση ($PV=n R t$) προκύπτει ότι ένα μόριο κάθε ιδανικού αερίου ή μίγματος αερίων καταλαμβάνει όγκο 22,4lt σε θερμοκρασία 0°C και πίεση 1 ΑΤΑ.

- Νόμος Boyle

Στην θερμοδυναμική ο νόμος του Boyle γνωστός και σαν νόμος Boyle-Mariotte πήρε το όνομα του αρχικά από τον Ιρλανδό φιλόσοφο Robert Boyle (1627-1691), που πρώτος τον διατύπωσε και δημοσίευσε 1662. Τον ίδιο νόμο διατύπωσε 14 χρόνια μετά και ο Γάλλος φυσικός Edme Mariotte (1620-1684). Αξίζει να τονιστεί πως την εποχή εκείνη που οι δυο επιστήμονες έκαναν τα πειράματά τους δεν είχε ανακαλυφθεί το θερμόμετρο.

Σύμφωνα με το νόμο του Boyle η πίεση (P) ενός ιδανικού αερίου είναι αντιστρόφως ανάλογη με τον όγκο (V) που καταλαμβάνει το αέριο εφόσον η απόλυτη θερμοκρασία (T) παραμένει σταθερή.

Δηλαδή: $T = P \times V$.

Τέλος, οι μεγαλύτερες μεταβολές όγκου συμβαίνουν στα πρώτα μέτρα ή πόδια της κατάδυσης και στα τελευταία της ανάδυσης. (Πολεμικό Ναυτικό 2000α)

•Ο Νόμος του Dalton

Μέχρι τώρα έχει εξετασθεί η συμπεριφορά των καθαρών αερίων κάτω από ορισμένες συνθήκες πίεσης, θερμοκρασίας και όγκου. Σε πολλές περιπτώσεις όμως πρέπει να αντιμετωπισθούν προβλήματα όπου είναι παρόντα μίγματα αερίων με δύο ή και περισσότερα αέρια. Σ' αυτή την περίπτωση εφαρμόζεται ο νόμος του Dalton (1807) πριν από το νόμο των φυσικών αερίων.

Ο νόμος του Dalton έχει ως εξής: Η ολική πίεση ενός μίγματος αερίου ισούται με το άθροισμα των μερικών πιέσεων που θα εξασκούσε κάθε ένα από τα αέρια αν καταλάμβανε τον ίδιο χώρο.

Οι μερικές πιέσεις του οξυγόνου και του αζώτου στον αέρα αυξάνουν όσο το βάρος αυξάνει. Η μερική πίεση ενός αερίου υπολογίζεται από την εξίσωση:

$$P_{\text{gas}} = F_{\text{gas}} \cdot P_{\text{B}}$$

$$P_{\text{gas}} = \text{μερική πίεση αερίου}$$

$$F_{\text{gas}} = \text{κλασματική συγκέντρωση αερίου}$$

$$P_{\text{B}} = \text{απόλυτη πίεση}$$

•Νόμος του HENRY

Όταν ένα αέριο έρχεται σε επαφή με ένα υγρό, μία ποσότητα του αερίου θα διαλυθεί μέσα σε αυτό. Η ποσότητα που θα διαλυθεί είναι ανάλογη με την πίεση του αερίου. Η ακριβής διατύπωση του νόμου του Henry είναι:

Σε σταθερή θερμοκρασία το μέρος του αερίου που θα διαλυθεί σε ένα υγρό είναι σχεδόν ανάλογο προς τη μερική πίεση του αερίου. Όσο αυξάνει η πίεση του αερίου τόσο περισσότερα

μόρια του διαλύονται στο υγρό κι όσο ελαττώνεται η πίεση αυτού τόσο περισσότερα μόρια απελευθερώνονται. Στην περίπτωση της κατάδυσης ο εισπνεόμενος αέρας έρχεται σε επαφή με το αίμα μέσω των κυψελίδων των πνευμόνων, οπότε έχουμε διάλυση ενός μέρους του αναπνευστικού μίγματος μέσα στο αίμα. Η ποσότητα που θα διαλυθεί σε αυτό, εξαρτάται από το βάθος καθώς κι από το χρόνο παραμονής. Δηλαδή, η διαλυτότητα ενός αερίου είναι αντιστρόφως ανάλογη ως προς την θερμοκρασία, ή αλλιώς, όσο αυξάνεται η θερμοκρασία τόσο μειώνεται η διαλυτότητα ενός αερίου μέσα σε ένα υγρό.

Άλλος ένας παράγοντας ο οποίος εμποδίζει την διαλυτότητα των αερίων στα υγρά είναι τα διάφορα στερεά σωματίδια τα οποία βρίσκονται διαλυμένα μέσα στο υγρό, π.χ. το αλάτι στο θαλασσίνο νερό. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο το θαλασσίνο νερό περιέχει μικρότερη ποσότητα οξυγόνου από ότι το γλυκό νερό ενός ποταμού ή μιας λίμνης.

Στο σημείο επαφής ανάμεσα σε ένα αέριο και ένα υγρό δημιουργείται διάχυση (Diffusion) δηλαδή μετακίνηση μορίων ανάμεσα στο αέριο και το υγρό. Επομένως, η επιφάνεια είναι καθοριστικός παράγοντας για την ταχύτητα διάχυσης ενός αερίου σε ένα υγρό εφόσον δεν αλλάξει η περιβαλλοντική πίεση και η θερμοκρασία του υγρού. (Λιανός 2011)

- Νόμος Jacques Charles

Καθώς οι επιστήμονες συνέχιζαν να μελετούν τις ιδιότητες των αερίων, ένας Γάλλος, ο Jacques Charles (1746-1823), ήταν από τους πρώτους που πέταξαν με αερόστατο γεμάτο με υδρογόνο. Ο Charles λοιπόν βρήκε το 1787 ότι ο όγκος ορισμένης ποσότητας ενός αερίου αυξάνετε γραμμικά με την θερμοκρασία του ($P=\text{σταθ}$).

Ο νόμος δηλαδή του Charles λέει ότι:

Αν η πίεση είναι σταθερή ο όγκος μιας μονάδας αερίου είναι ανάλογος της απόλυτης θερμοκρασίας.

Ο νόμος αυτός βρίσκει εφαρμογή στο γέμισμα των φιαλών Scuba και στην λειτουργία των θαλάμων αποσυμπίεσης.

- Γενικός νόμος αερίων .

Ο γενικός νόμος των αερίων είναι ένας συνδυασμός των νόμων των Boyle Charles και Gay- Lussac, και χρησιμοποιείται για να προβλέψουμε την συμπεριφορά μιας ποσότητας αερίου που μας έχει δοθεί όταν η πίεση, η ένταση ή η θερμοκρασία του αλλάζουν.

Κατά την γέμιση των φιάλων Scuba, ο συμπιεστής αερίων θερμαίνει το αέριο έτσι ώστε η πίεση που φαίνεται να υπάρχει στον κύλινδρο είναι μεγαλύτερη εκείνης που θα υπάρχει σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. (Πεχλιβανίδης 2004)

1.2 ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΠΑΘΟΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΚΑΤΑΔΥΣΕΩΝ

1.2.α ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Το θαλασσινό νερό έχει θερμοκρασία χαμηλότερη από αυτήν του σώματος σε απλή βύθιση και προκαλεί γρήγορα ανακατανομή του αίματος από τα άκρα στο θώρακα. Αυτή η μετακίνηση έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση του όγκου αίματος που κυκλοφορεί στο θώρακα κατά 700ml περίπου, την αύξηση της πίεσης του δεξιού κόλπου μέχρι 18mmHg, την αύξηση της αρτηριακής πίεσης και την αύξηση της καρδιακής παροχής κατά 30%. Ακολούθως, προκαλείται νατριούρηση και διούρηση από αύξηση της νεφρικής ροής αίματος. Μετά από πολύωρη κατάδυση, η απώλεια υγρών και η ελάττωση του όγκου του εξωκυττάριου υγρού μπορεί να είναι μεγάλη. Σ' αυτήν την περίπτωση, μια γρήγορη ανάδυση η οποία θα προκαλέσει απότομη ελάττωση της εκ των έξω (υδροστατικής) πίεσης των φλεβών, είναι δυνατόν σε σπάνιες περιπτώσεις να δημιουργήσει τις προϋποθέσεις για υποογκαιμικό shock ή και θάνατο του δύτη.

Κατά την ελεύθερη κατάδυση σε ψυχρό νερό παρατηρείται βραδυκαρδία και πτώση της καρδιακής παροχής (έχουν μετρηθεί τιμές έως 3L/min), χωρίς όμως σημαντική μεταβολή στο κλάσμα εξωθήσεως, τον όγκο παλμού και τις διαστάσεις της αριστερής κοιλίας. Συμπεραίνεται συνεπώς ότι η πτώση της καρδιακής παροχής οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στη βραδυκαρδία. Πρόκειται για ένα φαινόμενο το οποίο προκαλείται από την αύξηση της φλεβικής επιστροφής και την αντανακλαστική αύξηση του παρασυμπαθητικού (και όχι την ελάττωση του συμπαθητικού)

τόνου. Κατά την κατάδυση, ιδίως κατά το κράτημα της αναπνοής, μπορεί να προκληθούν βραδυαρρυθμίες, οι οποίες να είναι τόσο έντονες ώστε να προκαλέσουν απώλεια της συνείδησης και πνιγμό. Συνήθως παρατηρούνται καλοηθέστερες αρρυθμίες, οι οποίες, σε κάποιες περιπτώσεις, είναι συχνότερες από τις περιόδους που επικρατεί ο φλεβοκομβικός ρυθμός.. (Τζιακάς 2005)

Λίγοι άνθρωποι έχουν την ικανότητα να καταδύονται με ελεύθερη κατάδυση σε μεγάλα βάθη κάτω από τα 80 ή 100 μέτρα. Τα άτομα αυτά έχουν μικρό υπολειπόμενο όγκο πνευμόνων, ολική χωρητικότητα πάνω από 8 λίτρα, ο χρόνος της άπνοιας τους ξεπερνά τα 8 λεπτά και με ειδικές τεχνικές αυτοσυγκέντρωσης ελέγχουν τον καρδιακό τους ρυθμό σε επίπεδα κάτω των 6-7 παλμών το λεπτό σε μία βαθιά παρατεταμένη κατάδυση. Η απάντηση του κυκλοφορικού συστήματος στην κατάδυση αν και μοιάζει σε κάποια σημεία με αυτή των θαλάσσιων θηλαστικών, είναι αναποτελεσματική όσον αφορά την προστασία του μυοκαρδίου και του εγκεφάλου του ανθρώπου από την ισχαιμία.

Όσα έχουν αναφερθεί έως τώρα έχουν να κάνουν με τη φυσιολογία του κυκλοφορικού συστήματος του ανθρώπου στην κατάδυση. Παρόλο που είναι πολύ χρήσιμα δεν παύουν να κυμαίνονται στο θεωρητικό πλαίσιο. Όσο αφορά το πρακτικό σκέλος θα ακολουθήσουν τα νοσήματα που ενδεχομένως μπορεί να έχει ο υποψήφιος δύτης και ο ιατρικός έλεγχος που πρέπει να ακολουθήσει ούτως ώστε να ξέρει με σιγουριά ο ίδιος αλλά και οι συνεργάτες του ότι πληρεί τις προϋποθέσεις για να μπορέσει να καταδυθεί με ασφάλεια. (Στάκος 2005)

ΠΑΘΗΣΕΙΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΔΥΣΗ

Στεφανιαία νόσος

Στους ανθρώπους που θα ασχοληθούν ερασιτεχνικά ή επαγγελματικά με τις καταδύσεις θα πρέπει να γίνεται πλήρης καρδιολογική εξέταση με καρδιογράφημα και ανάλυση των παραγόντων κινδύνου για στεφανιαία νόσο. Θα πρέπει να γνωρίζει ο υποψήφιος δύτης ότι πρίν ακόμα ασχοληθεί με τον υποβρύχιο κόσμο θα πρέπει να ξέρει την κατάσταση της υγείας του. Η κατάδυση δεν είναι και το ιδανικότερο περιβάλλον για να μάθει κάποιος ότι πάσχει από στεφανιαία νόσο.

Η παρουσία στηθάγχης, ιστορικού ή ηλεκτροκαρδιογραφικών ευρημάτων εμφράγματος και αρρυθμιών οφειλόμενων σε στεφανιαία νόσο αποτελούν αντενδείξεις για κατάδυση. Ασθενείς με συμπτωματική στεφανιαία νόσο απαγορεύεται να καταδύονται ακόμη και αν η αριστερή κοιλία δείχνει να μην έχει επηρεαστεί. Ιατρική άδεια για την πραγματοποίηση καταδύσεων (όχι επαγγελματικών ή στρατιωτικών) και ανάλογα με την κάθε περίπτωση μπορεί να δοθεί σε στεφανιαίους με ιστορικό επιτυχούς επέμβασης, με την προϋπόθεση ότι δεν έχει προκληθεί βλάβη στους πνεύμονες κατά την εγχείρηση. Το ίδιο ισχύει και στην περίπτωση ανεπίπλεκτου εμφράγματος, σε ασθενείς χωρίς παράγοντες κινδύνου, αν το τεστ κοπώσεως είναι φυσιολογικό και μετά από συμμετοχή σε προγράμματα αποκατάστασης. Ειδικότερα, αν μετά από αγγειοπλαστική ο ασθενής είναι ασυμπτωματικός και με καλό τεστ κοπώσεως, μπορεί να ασχοληθεί με καταδύσεις ακόμη και επαγγελματικές. Καλό είναι όμως να αποφεύγονται οι επίπονες, βαθιές καταδύσεις, σε κρύο νερό και με απότομες μεταβολές του βάθους. Σε κάθε περίπτωση πάντως θα πρέπει να προηγηθεί προσεκτική εκτίμηση των στεφανιογραφικών ευρημάτων και του βαθμού της επαναγγείωσης. Η κατάδυση προκαλεί στους στεφανιαίους ασθενείς συχνότερα αρρυθμίες από ότι προκαλεί το ίδιο επίπεδο κόπωσης, παρότι η καρδιακή συχνότητα είναι χαμηλότερη στην κατάδυση. Ταχυαρρυθμίες μπορούν επίσης να προκληθούν σε μεγαλύτερη συχνότητα σε στεφανιαίους ασθενείς.

Υπέρταση

Αν η υπέρταση ρυθμίζεται με μείωση του βάρους, διαιτητικό περιορισμό του άλατος και άσκηση, η κατάδυση μπορεί να είναι ασφαλής. Αν στην αγωγή προστεθούν διουρητικά και πάλι ο υπερτασικός μπορεί να συνεχίσει να καταδύεται με προσοχή. Όλοι οι υπερτασικοί με υπερτροφία, διάταση ή δυσλειτουργία της αριστεράς κοιλίας θα πρέπει να αποφεύγουν να καταδύονται ακόμη και αν η αρτηριακή πίεση βρίσκεται υπό έλεγχο. Οι υπερτασικοί που επιμένουν να ασχοληθούν με καταδύσεις θα πρέπει να χρησιμοποιούν σαν αντιυπερτασικά τους αναστολείς ασβεστίου παρά σκευάσματα β- αποκλειστών. (Χατσέρας 2005)

Βαλβιδοπάθειες

Άτομα με ανεπάρκεια μιτροειδούς, χωρίς συμπτώματα, χωρίς δυσλειτουργία της αριστεράς κοιλίας και με καθόλου ή μικρή διάταση της αριστεράς κοιλίας μπορούν να καταδύονται. Η ανεπάρκεια αορτής επίσης δεν αποτελεί αντένδειξη για καταδύσεις όταν δεν παρουσιάζει συμπτώματα, αριστερή κοιλιακή υπερτροφία, διάταση ή δυσλειτουργία και δεν παρατηρούνται αιμοδυναμικές διαταραχές.

Σοβαρές βαλβιδικές στενώσεις της αορτής και μιτροειδούς αποτελούν αντένδειξη για κατάδυση, η πρώτη γιατί προδιαθέτει σε συγκοπή και η δεύτερη σε πνευμονικό οίδημα. Γενικά όμως άτομα με στενώσεις των βαλβίδων οποιουδήποτε βαθμού δεν θα πρέπει να ασχολούνται με καταδύσεις λόγω αδυναμίας ικανοποιητικής αυξήσεως του όγκου παλμού. Προσοχή πρέπει να δίδεται σε ασθενείς με μιτροειδική στένωση, οι οποίοι έχουν υποβληθεί σε διάνοιξη της βαλβίδας με μπαλόνι, για την πιθανή παραμονή μεσοκοιλιακής επικοινωνίας.

Ασθενείς με προσθετικές βαλβίδες δεν αποκλείονται από τις καταδύσεις θα πρέπει όμως να γίνει προσεκτική αξιολόγηση κάθε περίπτωσης. Οι μεταλλικές βαλβίδες αποτελούν πρόβλημα κατά την κατάδυση (υπερκινητική κυκλοφορία) και επίσης λόγω της ανάγκης λήψης αντιπηκτικών. Τα αντιπηκτικά μπορούν να επιδεινώσουν μικρές εσωτερικές αιμορραγίες (βαροτραύματα) ή άλλου είδους τραύματα. Οι ασθενείς με προσθετικές βαλβίδες θα πρέπει να είναι ικανοί να πραγματοποιήσουν δοκιμασία κόπωσης, όπως ισχύει και στην περίπτωση της στεφανιαίας νόσου.

Άτομα με πρόπτωση μιτροειδούς δεν θα πρέπει να αποθαρρύνονται από καταδύσεις. (Πεγλιβανίδης 2004)

Συγγένειες καρδιοπάθειες

Κάθε έλλειμμα που επιτρέπει την επικοινωνία των δεξιών με τις αριστερές καρδιακές κοιλότητες στο επίπεδο των κόλπων των κοιλιών ή των μεγάλων αγγείων αποτελεί αντένδειξη για κατάδυση. Ανοιχτό ωοειδές τρήμα (PFO) αλλά και άλλοι τύποι μεσοκοιλιακής επικοινωνίας, αρτηριοφλεβική δυσπλασία και άλλα, τα οποία δεν προκαλούν συνήθως συμπτώματα, μπορεί να είναι υπεύθυνα για νόσο αποσυμπίεσης (DCS) σε δύτες. Νευρολογικά συμπτώματα το πρώτο ημίωρο της κατάδυσης σε άτομα χωρίς άλλους παράγοντες κινδύνου για νόσο αποσυμπίεσης, θα πρέπει να εγείρουν την υπόνοια ύπαρξης προβλήματος. Είναι δυνατόν όμως τέτοιες ανωμαλίες να

προκαλούν υποκλινικές προσβολές χωρίς συμπτώματα και να οδηγήσουν τελικά σε νευρολογικά ελλείμματα αργότερα.

Η παρουσία ειδικά του ανοιχτού ωοειδούς τρίμματος (PFO) προδιαθέτει σε εμβολική νόσο των δυτών από φυσαλίδες αζώτου οι οποίες διέρχονται από το δεξιό στον αριστερό κόλπο κατά τον χειρισμό Valsalva, είτε αυτός γίνεται κατά την προσπάθεια εξίσωσης, είτε και μετά το τέλος της κατάδυσης για οποιοδήποτε λόγο. Υπάρχουν όμως και άλλοι χειρισμοί που αυξάνουν την ενδοθωρακική πίεση και μάλιστα σε υψηλότερα επίπεδα από ότι η δοκιμασία Valsalva (δυνατός βήχας, άρση μεγάλου βάρους, κράτημα της αναπνοής με λυγισμένα γόνατα και άλλα). Οι χειρισμοί αυτοί θα πρέπει να αποφεύγονται μετά από την κατάδυση, ειδικά σε άτομα ύποπτα για ύπαρξη ανοιχτού ωοειδούς τμήματος. (Wilmshurst 1998)

1.2.β ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Αρχικά, ως αναπνοή ορίζεται η διαδικασία με την οποία αέρας μεταφέρεται στους πνεύμονες(εισπνοή) τροφοδοτώντας με O_2 το αίμα και απομακρύνεται από αυτούς(εκπνοή) αποβάλλοντας το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2).

Για να κατανοήσουμε βαθιά την φυσιολογία της κατάδυσης θα πρέπει να γνωρίζουμε κάποια βασικά πράγματα τόσο για την φυσιολογία του κυκλοφορικού όσο και για την φυσιολογία του αναπνευστικού συστήματος. Είναι δύο αλληλένδετα συστήματα που συνεργάζονται και προσφέρουν στο σώμα μας τον αέρα που χρειάζεται, όπως και τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία. Είναι μάλιστα τα δύο κύρια συστήματα που αντιδρούν στις συνθήκες του υποβρύχιου περιβάλλοντος. Το κυκλοφορικό σύστημα μεταφέρει οξυγόνο από το αναπνευστικό σύστημα και θρεπτικά στοιχεία από το πεπτικό σύστημα στους ιστούς του σώματος, ενώ παράλληλα βοηθά τον οργανισμό να αποβάλλει το διοξείδιο του άνθρακος και τα άχρηστα στοιχεία. Αν και όλες οι παραπάνω λειτουργίες είναι ουσιαστικές για τη συντήρηση του οργανισμού, εκείνη που παρουσιάζει μεγαλύτερο ενδιαφέρον είναι η ανταλλαγή αερίων μέσω του αναπνευστικού συστήματος. (Βέργου 2004)

Όλα τα ζωντανά κύτταρα του ανθρώπινου σώματος χρησιμοποιούν οξυγόνο για να μεταβολίσουν τα θρεπτικά στοιχεία που συμμετέχουν στη συντήρηση του οργανισμού στη ζωή. Εντούτοις, ορισμένοι ιστοί μπορούν να επιβιώσουν χωρίς οξυγόνο ακόμη και για αρκετές ώρες. Κάποιοι άλλοι, όμως, πεθαίνουν πολύ σύντομα. Ιδιαίτερα ο εγκέφαλος και το νευρικό σύστημα απαιτούν υψηλή και διαρκή παροχή οξυγόνου. Μόνον οι νευρικοί ιστοί καταναλώνουν περίπου το ένα πέμπτο (1/5) του οξυγόνου που μεταφέρει το κυκλοφορικό σύστημα μέσω του αίματος. Προκειμένου να μεταφέρει το οξυγόνο το αίμα, διαθέτει μια πρωτεΐνη στα ερυθρά αιμοσφαίρια που ονομάζεται αιμοσφαιρίνη. Εκείνο που πρέπει να προσέξει κανείς εδώ είναι το γεγονός ότι, η αιμοσφαιρίνη δεσμεύει το μονοξειδίο του άνθρακος περίπου 200 φορές περισσότερο από ό,τι το οξυγόνο και χρειάζεται περίπου 8-12 ώρες για να το αποβάλλει. Τώρα, το αναπνευστικό σύστημα λειτουργεί σε συνδυασμό με το κυκλοφορικό, προκειμένου να δημιουργήσει στην αιμοσφαιρίνη το κατάλληλο περιβάλλον, έτσι ώστε να γίνει η ανταλλαγή των αερίων.

Η αναπνοή ξεκινά όταν το σώμα μας ανιχνεύει αύξηση του διοξειδίου του άνθρακος και μείωση του οξυγόνου στο αίμα. Τότε συγκεκριμένα κέντρα στον εγκέφαλο παρέχουν αντανακλαστικά την εντολή για αναπνοή. Είναι λοιπόν, η παρουσία και το επίπεδο διοξειδίου του άνθρακος στο αίμα που ελέγχει την αναπνοή και όχι το οξυγόνο. Μόλις δοθεί η εντολή, ενεργοποιείται το διάφραγμα, ένας μεγάλος μυς, ο οποίος αλλάζει τον όγκο των πνευμόνων και προκαλείται εισροή αέρα. Ο αέρας περνά από την ρινική ή και τη στοματική κοιλότητα μέσω της επιγλωττίδας στον λάρυγγα, στην τραχεία, στους βρόγχους, στους πνεύμονες. Μέσα στους πνεύμονες οι βρόγχοι διακλαδώνονται σε μικρότερους αεραγωγούς που ονομάζονται βρογχιόλια. Τα βρογχιόλια καταλήγουν στις κυψελίδες, μικρούς αεροθάλαμους που περιβάλλονται από πνευμονικά αρτηρίδια. Εκεί γίνεται η ανταλλαγή των αερίων μέσω του αίματος. (U.S. Navy Manual 2001).

Όσον αφορά τώρα στη διαδικασία της ανταλλαγής, το αναπνευστικό και το κυκλοφορικό σύστημα καταναλώνουν μόνο το 10% του οξυγόνου που εισπνέεται κατά την αναπνοή. Αυτό εξηγεί γιατί λειτουργεί η αναπνευστική αναζωογόνηση στόμα με στόμα. Ο αέρας που εκπνέουμε περιέχει ακόμη το 90% του οξυγόνου που εισπνεύσαμε, επαρκές δηλαδή για τη διαδικασία της ανάνηψης.

Είναι προφανές, από όσα προαναφέρθηκαν, πως η οποιαδήποτε διαταραχή πέραν των επιτρεπτών ορίων της διαδικασίας της αναπνοής είναι επιβλαβής για τον οργανισμό και τη διατήρηση της ζωής. Επίσης, είναι εύκολο να συμβεί αυτή η διαταραχή κατά την καταδυτική δραστηριότητα, αν δεν τηρούνται σχολαστικά οι κανόνες της αργής και βαθιάς αναπνοής, του

ελέγχου του αέρα, της καλής συντήρησης της φιάλης και της περιοδικής ιατρικής παρακολούθησης, ιδιαίτερα για όσους ζουν στο μολυσμένο περιβάλλον της πόλης. Αν δεν τηρούνται οι παραπάνω κανόνες, είναι δυνατόν να προκύψουν επί μέρους προβλήματα, σε ό,τι αφορά τη φυσιολογία της αναπνοής. (Ανδρεάδης και συν 2002)

ΠΑΘΗΣΕΙΣ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΔΥΣΗ

Υπερκαπνία

Η υπερκαπνία ή η υπερβολική αύξηση του διοξειδίου του άνθρακος στο επιστόμιο, αναπτύσσεται κυρίως όταν ο δύτης δεν αναπνέει αργά και βαθιά, ή ο αέρας της φιάλης του είναι μολυσμένος με υψηλά ποσοστά διοξειδίου από κακό γέμισμα. Όταν τα επίπεδα του διοξειδίου στον κυψελιδικό χώρο και η ροή του αίματος αυξάνονται, προκαλείται πονοκέφαλος, σύγχυση, και αυξημένος ρυθμός αναπνοής (λαχάνιασμα). Η ανεξέλεγκτη αύξηση του διοξειδίου του άνθρακος είναι δυνατόν να οδηγήσει σταδιακά σε απώλεια των αισθήσεων.

Ο αέρας που αναπνέετε υπό πίεση ενδέχεται να είναι μολυσμένος είτε εξαιτίας κακής λειτουργίας του αεροσυμπιεστή, είτε εξαιτίας εισροής δηλητηριωδών αερίων, είτε εξαιτίας κακής συντήρησης της φιάλης.

Ο δύτης που αναπνέει μολυσμένο αέρα νιώθει πονοκέφαλο, ναυτία, ζαλάδα και μπορεί να φθάσει ακόμη και στην αναισθησία. Επίσης, νιώθει ταχυκαρδία σε περιπτώσεις κατακράτησης διοξειδίου του άνθρακος ή υφίσταται κυάνωση στα χείλη, τις μεμβράνες και τη στοματική κοιλότητα σε περιπτώσεις δηλητηρίασης μονοξειδίου. Στις ελαφρές περιπτώσεις δηλητηρίασης ο πάσχων χρειάζεται να αναπνεύσει καθαρό αέρα για 6 ώρες περίπου, χωρίς εργασία ή κάποια ιδιαίτερη σωματική προσπάθεια ή κάπνισμα. Σε σοβαρές περιπτώσεις είναι απαραίτητη η χορήγηση καθαρού οξυγόνου και η μεταφορά του σε θάλαμο αποσυμπίεσης για θεραπεία με υπερβαρικό οξυγόνο.

Οι γενικοί κανόνες ασφαλείας στην προκειμένη περίπτωση είναι να διακόπτεται η κατάδυση αν ο αέρας μυρίζει άσχημα ή έχει άσχημη γεύση. Επίσης, αν νιώσει ο αυτοδύτης πονοκέφαλο κατά

τη διάρκεια της κατάδυσης οφείλει να αναδυθεί προκειμένου να εισπνεύσει καθαρό αέρα. Τέλος, δεν μένει κοντά σε εξατμίσεις ούτε εισπνέει μολυσμένο αέρα πριν επιχειρήσει την κατάδυσή του. (Πολεμικό Ναυτικό 2000β)

Υποκαπνία.

Η υποκαπνία ή ανεπαρκής ποσότητα διοξειδίου του άνθρακος ακολουθεί είτε το συνειδητό υπεραερισμό των ελεύθερων δυτών ή τον ασυνείδητο υπεραερισμό εξαιτίας κάποιου φόβου ή έντασης. Το αρχικό σύμπτωμα της υποκαπνίας είναι ελαφριά ζάλη που μπορεί να οδηγήσει σε λιποθυμία. Η υποκαπνία που συνοδεύεται από κράτημα της αναπνοής μπορεί να οδηγήσει τον δύτη σε ξαφνική απώλεια των αισθήσεων κατά την ανάδυσή του και μάλιστα σε ρηγά νερά.

Με το συνειδητό υπεραερισμό ο δύτης μειώνει δραστικά το διοξείδιο του άνθρακος στο αναπνευστικό και το κυκλοφορικό του σύστημα. Έτσι το διοξείδιο του άνθρακος δεν είναι δυνατόν να συσσωρευτεί σε ικανοποιητικό επίπεδο ώστε να διεγείρει την αναπνοή, πριν καταναλώσουν οι ιστοί το διαθέσιμο οξυγόνο. Προκαλείται, λοιπόν, υποξία, ή κατάσταση ανεπαρκούς οξυγόνωσης, η οποία καταστρέφει γοργά τους ιστούς, ιδιαίτερα εκείνους του νευρικού συστήματος. Όσο ο δύτης είναι σε κατάδυση το οξυγόνο διαθέτει αρκετά αυξημένη μερική πίεση στις κυψελίδες, έτσι ώστε να περνά στην αιμοσφαιρίνη και να εφοδιάζει τους ιστούς. Όταν αναδύεται, όμως, η μερική πίεση του οξυγόνου πέφτει και ξαφνικά οι ιστοί στερούνται του οξυγόνου. Ακολουθεί η υποξία και η ξαφνική λιποθυμία, η οποία βέβαια σε περίπτωση μη παροχής βοήθειας καταλήγει σε ανοξαιμία ή πνιγμό. (Παπαρηγοράκης και συν 2010)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΚΑΤΑΔΥΤΙΚΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ

2.1 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΣΥΜΒΑΛΛΟΥΝ ΣΤΗΝ ΠΡΟΚΛΗΣΗ ΚΑΤΑΔΥΤΙΚΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ

Η μεγάλη αύξηση των καταδυτικών δραστηριοτήτων για επαγγελματικούς σκοπούς ή για λόγους αναψυχής οδηγεί σε σημαντικό αριθμό καταδυτικών ατυχημάτων, σε νέα κυρίως άτομα με αποτέλεσμα το θάνατο ή τη σοβαρή σωματική αναπηρία. Οι παράγοντες που συμβάλουν στην πρόκληση ενός καταδυτικού ατυχήματος είναι συνδεδεμένοι με το περιβάλλον, με τον εξοπλισμό και με τον ανθρώπινο παράγοντα και μπορούν συνοπτικά να αναφερθούν ως εξής :

1. Περιβαλλοντικοί παράγοντες και κίνδυνοι του φυσικού κόσμου ή του εργασιακού χώρου:

- φυσικά εμπόδια, σπήλαια, ναυάγια, πλοία (προπέλες, αναρροφήσεις), προβλήτες, δίχτυα, αγωγοί
- κατάσταση θαλάσσης κυματισμός ρεύματα, θερμοκλινές, βράχοι
- επικίνδυνα θαλάσσια είδη
- ήχοι, εκρήξεις
- ηλεκτρικό ρεύμα

2. Εξοπλισμός του δύτη:

- Τέλος αέρα
- Ρήξη συνδέσεων
- Κακή ποιότητα αέρα
- Πάγος
- Ηλεκτρονικά μέσα
- Κακή λειτουργία βαλβίδων
- Κλειστό κύκλωμα: φίλτρο CO₂, αισθητήρας O₂, καυστικό ‘κοκταίηλ’

3. Ανθρώπινοι παράγοντες:

- Ατομικές αντιδράσεις: ανοχή ψύχους, εξάντληση, καταδυτικό αντανακλαστικό, ανοχή υποξίας, πανικός
- Εκπαίδευση και εμπειρία: Διαδικασίες, όρια ασφαλείας, συντήρηση εξοπλισμού, επίβλεψη
- Υγειονομική εξέταση: εξέταση από πιστοποιημένους ιατρούς
- Φυσική κατάσταση: Μειωμένη νοσηρότητα – θνητότητα ανεξαρτήτως του ατυχήματος
(Μαράκης 2013)

Καταδυτικά ατυχήματα συμβαίνουν συνήθως στην ανάδυση καθώς μειώνεται σταδιακά η πίεση του περιβάλλοντος, δηλαδή στην φάση της αποσυμπίεσης (Decompressions-phase) και αποτελούν τα τυπικά ατυχήματα των αυτοδυτών ή ‘Decompression illness’ (DCI) όπως αλλιώς τα ξέρουμε και συμπεριλαμβάνονται όλα τα καταδυτικά ατυχήματα όπως η νόσος των δυτών (Decompression sickness DCS), αλλά και τα επακόλουθα ενός καταδυτικού ατυχήματος όπως η αρτηριακή εμβολή αέρος μετά από ρήξη πνεύμονα.

Πολλές φορές η διάγνωση από έναν αυτοδύτη είναι δύσκολη, αλλά ευτυχώς οι πρώτες βοήθειες που μπορούμε να προσφέρουμε δεν διαφέρουν πολύ μεταξύ τους.

Αντίθετα τα ατυχήματα της νόσου των δυτών (Decompression sickness DCS) προκαλούνται από την δημιουργία φυσαλίδων στους ιστούς λόγω μη τήρησης των στάσεων αποσυμπίεσης, της ταχύτητας ανόδου, ή και των δυο. (Ευθυμίου Χ., 2010). Εδώ πρέπει να προσθέσουμε και κάποιους άλλους προσωπικούς παράγοντες που διαφέρουν από δύτη σε δύτη, (ηλικία, φυσική κατάσταση, καρδιακή λειτουργία, ενυδάτωση, ποσοστό σωματικού λίπους, σωματική κόπωση στην διάρκεια της βουτιάς, χαμηλές θερμοκρασίες νερού, κ.λ.π), που έχουν μεγάλο βαθμό συμμετοχής στην εξέλιξη ενός καταδυτικού ατυχήματος. Τα συμπτώματα μπορούν να εμφανιστούν ακόμα και μετά από την πάροδο 24 ωρών με πόνο στους μύες και τις αρθρώσεις, φαγούρα στο δέρμα (αλλαγή χρώματος), αίσθηση μεγάλης κούρασης συνοδευόμενη από υπνηλία, ζαλάδες, νευρολογικά συμπτώματα ακόμα και απώλεια συνείδησης.

Όπως προαναφέρθηκε επακόλουθο της νόσου των δυτών είναι η εμβολή αέρα μετά από ρήξη πνεύμονα. Είναι η σοβαρότερη περίπτωση υπερδιάτασης, καθώς ο αέρας εισέρχεται στη ροή του αίματος, μέσω των τραυματισμένων κυψελίδων και των πνευμονικών αρτηριδίων. Αν μάλιστα ο

αέρας περάσει στο αρτηριακό σύστημα, τότε οι φυσαλίδες είναι δυνατόν να σταματήσουν σε οποιοδήποτε σημείο, διακόπτοντας τη ροή του αίματος. Αν η διακοπή συμβεί στις αρτηρίες που οδηγούν το αίμα στον εγκέφαλο, τότε έχουμε εγκεφαλική εμβολή αέρα. Οι εγκεφαλικοί ιστοί παύουν να οξυγονώνονται και προκαλείται εγκεφαλικό επεισόδιο. Τα συμπτώματα σε μια τέτοια περίπτωση περιλαμβάνουν ζαλάδα, πόνο στο στήθος, σύγχυση, σοκ, αλλαγή προσωπικότητας, παράλυση, απώλεια συνείδησης, λιποθυμία, θάνατο. Τα αποτελέσματα της εμβολής αέρα έρχονται πολύ γρήγορα και απαιτούν άμεση παροχή βοήθειας σε θάλαμο αποσυμπίεσης. (Μπεσμέρτης 2001)

2.2 ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ Ή ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΚΑΤΑΔΥΣΕΙΣ

Ο λόγος που καταδύεται κάθε άνθρωπος διαφέρει, και αν δεν τηρηθούν οι κανόνες ασφαλείας μπορεί να προκαλέσει σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία του. Αρκετές από τις διαταραχές που παρουσιάζονται μετά από τις καταδύσεις δεν είναι ευρέως διαδεδομένες στον ιατρικό κόσμο με αποτέλεσμα καθυστέρησης στην παροχή της σωστής θεραπείας.

- Διαταραχές από μεταβολές της βαρομετρικής πίεσεως (δυσβαρικές διαταραχές)
- Από θαλάσσια ζωή (χλωρίδα, πανίδα)
- Κακώσεις (Αυχενικής μοίρας σπονδυλικής στήλης από πρόσκρουση στο βυθό, τραύματα από έλικες πλοίων, ναυάγια, υποβρύχιες εκρήξεις, κ.λπ.)
- Πνιγμός, υποθερμία
- Παθολογικές καταστάσεις (έμφραγμα του μυοκαρδίου, υπογλυκαιμία, διάτρηση στομάχου, κ.λ.π.)

2.2.α Διαταραχές από έμμεση επίδραση της μεταβολής της πίεσεως

- i. Νόσος εξ αποσυμπίεσεως (νόσος των δυτών)
- ii. Ίλιγγος κατά την κατάδυση και την ανάδυση

- iii.Νάρκωση (μέθη) από άζωτο
- iv.Τοξικότητα από οξυγόνο (ΚΝΣ, πνευμόνων)
- v.Δηλητηρίαση διοξειδίου του άνθρακα(CO₂)
- vi.Δηλητηρίαση από μονοξείδιο του άνθρακα(CO)
- vii.Δυσβαρική οστεονέκρωση

(Πολυχρονίδης 2004β)

i.ΝΟΣΟΣ ΤΩΝ ΔΥΤΩΝ

Είναι μια παθολογική κατάσταση που δημιουργείται από την από την παραμονή του δύτη σε περιβάλλον ταχείας μειωμένης πίεσης. Η ελάττωση αυτής της πίεσης έχει σαν αποτέλεσμα τον σχηματισμό φυσαλίδων αζώτου από το άζωτο που βρίσκεται διαλυμένο στους ιστούς. Οι φυσαλίδες σχηματίζονται στους ιστούς, στο αρτηριακό και στο φλεβικό αίμα. Οι εντός της φλεβικής κυκλοφορίας σχηματιζόμενες φυσαλίδες φαίνεται ότι έχουν τη μεγαλύτερη σημασία στην παθογένεση τα νόσου. (Πολυχρονίδης 2004γ)

Η ποσότητα του αζώτου που διαχέεται στους ιστούς του σώματος σε μια κατάδυση εξαρτάται από το βάθος κατάδυσης και την διάρκεια της έκθεσης σ' αυτό το βάθος-πίεση. Το πόσο πολύ και πόσο γρήγορα το άζωτο θα μεταφερθεί σε ένα ιστό εξαρτάται από την:

- Αιματική ροή του ιστού
- Διάχυση του αερίου
- Διαλυτότητα του αερίου

Χρόνος εμφάνισης συμπτωμάτων νόσου δυτών:

Αναλόγως της βαρύτητας της προσβολής, από 15-30 λεπτά μετά την ανάδυση έως και αρκετές ώρες, μετά.

1. 95% των περιπτώσεων εμφανίζουν συμπτώματα στο πρώτο 3ωρο
2. 5% εμφανίζουν συμπτώματα 30 MIN μετά την ανάδυση
3. 8% εμφανίζουν συμπτώματα 1 ώρα μετά την ανάδυση
4. 1% εμφανίζεται μετά 6 ώρες.

Κατά την κατάδυση αυξάνεται η μερική πίεση του αζώτου στους πνεύμονες και κατ' επέκταση αυτό διαλύεται στο αίμα και του ιστούς. Εάν η ανάδυση γίνει πολύ γρήγορα (ξεπερνώντας τα όρια ασφαλείας), δεν προλαβαίνει το άζωτο να αποβληθεί από τους πνεύμονες. Έτσι σχηματίζονται φυσαλίδες στο αίμα (φαινόμενο σαμπάνιας). Η ύπαρξη των φυσαλίδων στο αίμα ονομάζεται νόσος αποσυμπίεσης (DeCompression Sickness). Επίσης το ίδιο πιθανόν να συμβεί εάν ξεπεραστεί ο μέγιστος χρόνος παραμονής «χρόνος 0» και γίνει ανάδυση στην επιφάνεια χωρίς στάση αποσυμπίεσης.

Οι φυσαλίδες ακολουθούν τη ροή του αίματος και σφηνώνονται στα τριχοειδή αγγεία με αποτέλεσμα τη διακοπή παροχής αίματος στις διάφορες περιοχές. Συνοδεύεται σχεδόν πάντοτε από το φαινόμενο της «πρόσκρουσης» των αιμοπεταλίων επάνω στη φυσαλίδα (εμπόδιο) με αποτέλεσμα τη μικρότερη ροή αίματος στο σημείο αυτό. Εκτός από την πρόσκρουση, όμως, γίνεται και «προσκόλληση» των αιμοπεταλίων στη φυσαλίδα και έτσι δημιουργούνται θρόμβοι. Οι θρόμβοι είναι το πραγματικό αίτιο των επικείμενων προβλημάτων. Εάν λοιπόν αργήσουμε να επανασυμπιέσουμε (στο θάλαμο) τις φυσαλίδες η θρόμβωση παραμένει μόνιμη.

Μερικές φορές παρ' όλη την προσοχή που δίνεται στους παράγοντες δημιουργίας της νόσου εντούτοις αυτή εμφανίζεται. Πιστεύεται, βάσει τελευταίων ερευνών, ότι οφείλεται στη συσσώρευση μικροσκοπικών φυσαλίδων (Silent Bubbles) που υπάρχουν μόνιμα στο σώμα μας και από μόνες τους δεν μπορούν να δημιουργήσουν συμπτώματα αλλά ενωμένες και μεγαλύτερες είναι δυνατό να προκαλέσουν νόσο εξ αποσυμπίεσης. Το πιο πιθανό είναι να προέρχονται από τα

τοιχώματα των ιστών ενώ άλλοι επιστήμονες υποστηρίζουν ότι σχηματίζονται από τη στροβιλώδη ροή του αίματος κοντά στην καρδιά. Κατά τη διάρκεια της αποσυμπίεσης, μια ποσότητα αζώτου διαλύεται στα τοιχώματα των ιστών και προκαλεί την διόγκωση των περιεχόμενων φυσαλίδων που τελικά εισέρχονται στην κυκλοφορία του αίματος. Οι πιο πολλοί υπερβαρικοί ερευνητές πιστεύουν ότι δεν είναι δυνατόν να υπάρξει κατάδυση με παντελή έλλειψη φυσαλίδων (bubble free dive). (Διονυσιώτης 2007)

Ασυμπτωματικές φυσαλίδες

Το σώμα του ανθρώπου μπορεί να διαχειρίζεται χωρίς πρόβλημα μικρές ποσότητες φυσαλίδων. Υπάρχουν αποδείξεις ότι οι διάφοροι ιστοί περιέχουν κοιλότητες με μικροπυρήνες φυσαλίδων, πριν την είσοδο σε υπερβαρικό περιβάλλον. Αυτές οι κοιλότητες ενεργοποιούνται με τάση να αυξήσουν τον όγκο τους, κατά τη διάρκεια μεταβολής της εξωτερικής πίεσης, κατάδυση-ανάδυση και να μετατραπούν σε ασυμπτωματικές.

Ασυμπτωματικές φυσαλίδες έχουν εντοπιστεί στη φλεβική και αρτηριακή κυκλοφορία με πιο έντονα φαινόμενα στη φλεβική. Η φλεβική κυκλοφορία φιλτράρεται από τους πνεύμονες ενώ στις αρτηρίες δημιουργούνται μέσα στο αίμα ή περνάνε σ' αυτό από υπερκορεσμένους ιστούς ή κατασκευαστικές ατέλειες της καρδιάς. (Μαύρος 2003).

Η θεωρία αποσυμπίεσης μπορεί να διαμορφωθεί σε τρεις περιοχές :

- Μεταφορά αερίου από και προς του ιστούς
- Αποθήκευση αερίου στους ιστούς (ταχύτητα, ποσότητα)
- Δημιουργία φυσαλίδων και αύξηση του όγκου τους

Τα διαλυμένα αέρια των ιστών μπορούν να διαχυθούν είτε κατευθείαν στην κυκλοφορία του αίματος και να αποβληθούν εύκολα με τη διαδικασία της αναπνοής είτε μέσα σε ήδη διαμορφωμένες φυσαλίδες. Διαλυμένα αέρια είναι αυτά που παραμένουν στο υγρό που βρίσκονται και δεν δημιουργούν φυσαλίδες, ενώ ελεύθερα είναι αυτά που έχουν περάσει σε αέρια κατάσταση και γίνονται ορατά λόγω του σχήματος φυσαλίδας που παίρνουν.

Οι φυσαλίδες είναι δυνατόν να δημιουργηθούν κατά τη διάρκεια της αποσυμπίεσης κατευθείαν σε περιοχές υπερκορεσμένες με αδρανές αέριο ή πιθανόν να μεγαλώσουν από ήδη

προϋπάρχοντες μικροπυρήνες οι οποίοι ενεργοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια της κατάδυσης. Δεν είναι πραγματικά γνωστό ούτε σε ποια ακριβώς σημεία δημιουργούνται οι φυσαλίδες, ούτε που παραμένουν, ούτε πως μεταναστεύουν αλλά ούτε και τις φυσικοχημικές αντιδράσεις που έχουν σαν αποτέλεσμα την πρόκληση της νόσου, Επίσης μπορούν να διαλυθούν τοπικά μέσω του μηχανισμού διάχυσης στους γειτονικούς ιστούς ή στο αίμα. Περνώντας από τα φίλτρα των πνευμόνων διασπώνται σε μικρότερου μεγέθους ή εξαλείφονται εντελώς. (Παπαγρηγοράκης και συν 2002).

ΤΥΠΟΙ ΝΟΣΟΥ ΑΠΟΣΥΜΠΙΕΣΗΣ (DCS ΤΥΠΟΙ)

Οι ερευνητές δημιούργησαν έναν τρόπο κατάταξης των περιστατικών της νόσου αποσυμπίεσης. Έτσι έγινε και ο διαχωρισμός σε δύο τύπους, Τύπο 1 και Τύπο 2 .

Τύπος 1 : (ελαφρά συμπτώματα) συμπεριλαμβάνει μόνο μυοσκελετικό πόνο και εκδηλώσεις στο δέρμα αλλά και στο λεμφικό σύστημα .

Τύπος 2 : (σοβαρά συμπτώματα) συμπεριλαμβάνει όλες τις υπόλοιπες περιπτώσεις που παρουσιάζουν σημαντικά προβλήματα πέρα του τύπου 1. Σοβαρές περιπτώσεις νόσου τύπου 2 είναι δυνατόν να εμπλέκουν το κεντρικό νευρικό σύστημα, το καρδιαγγειακό, το αναπνευστικό και το γαστρεντερικό. Στην κατάταξη αυτή περιέχεται και η εκδήλωση της νόσου από ενδαγγειακές φυσαλίδες (αρτηριακές, φλεβικές) που προέρχονται από πνευμονικό βαρότραυμα - μερικοί επιστήμονες την κατατάσσουν, ατύπως βέβαια, σαν νόσο Τύπου 3.

Τα πιο συνήθη συμπτώματα είναι:

- Έντονη Γενική Κόπωση
- Ισχυρός πονοκέφαλος, ναυτία και ίλιγγος
- Δυσκολία ούρησης
- Αδυναμία ελέγχου σωματικών εκροών
- Διαταραχές στην όραση, ισορροπία, ακοή και φωνή
- Δυνατός πόνος στους μυς και τα κόκαλα
- Εκτεταμένα εξανθήματα

- Έντονος βήχας και δύσπνοια
- Παράλυση πόδια, χέρια (παροδική ή μόνιμη)
- Σπασμοί
- Θάνατος λόγω ασφυξίας ή συγκοπής (Συμεωνίδης 2000)

Πιο αναλυτικά, παρακάτω αναφέρονται τα συμπτώματα ανά τύπο:

DCS - ΤΥΠΟΣ 1

Ο τύπος 1 της νόσου αποσυμπίεσης εμφανίζεται όπως προείπαμε στο δέρμα, στα λεμφαγγεία και ως μυοσκελετικός πόνος.

A. ΔΕΡΜΑΤΙΚΗ ΕΜΦΑΝΙΣΗ

- Κνησμός με ή χωρίς εξάνθημα :Συχνό πρόβλημα κατά τη χρήση στεγανών στολών. Παρατηρείται κυρίως κατά την αποπίεση από βαθιές μικρής διάρκειας ξηρές καταδύσεις. Κατά την κάθοδο το άζωτο διαχέεται μέσω του δέρματος λόγω αύξησης της πίεσης του περιβάλλοντος. Συνήθως είναι παροδικό φαινόμενο και εμφανίζεται γρήγορα μετά την αποσυμπίεση.
- Ραβδώσεις τύπου μαρμάρου (Marbling). Οφείλεται σε φλεβική απόφραξη των αγγείων του δέρματος σε φυσαλίδες. Χαρακτηρίζεται από ερύθημα συνήθως στη ράχη ή στο στήθος. Απαιτείται θεραπεία αποπίεσης που στις περισσότερες περιπτώσεις οδηγεί σε πλήρη ίαση.

B. ΜΥΟΣΚΕΛΕΤΙΚΟΣ ΠΟΝΟΣ

Ο πόνος προέρχεται από εξωαγγεισκές φυσαλίδες που σχηματίζονται κάτω από το περίοστεο (υμένας που περιβάλλει τα οστά), τους τένοντες, τους συνδέσμους, τους αρθρικούς θυλάκους, τις περιτονίες και τους μύες. Αυτοί οι ιστοί είναι σφιχτοί και η ανάπτυξη φυσαλίδων προκαλεί διάταση

και παραμόρφωση των νεύρων. Συνήθως εφαρμογή τοπικής πίεσης ανακουφίζει τον πόνο (π.χ με πιεσόμετρο).

Στην αρχή εμφανίζεται ένα ελαφρύ μούδιασμα εντοπισμένο σε μια άρθρωση ή σε μια μυϊκή μάζα. Στα αρχικά στάδια ανακουφίζεται κινώντας την άρθρωση. Έπειτα από μια ώρα περίπου αισθάνεται ένα βαθύ πόνο και στη συνέχεια επικρατεί ένας πόνος με έντονες εξάρσεις. Η διάρκεια του πόνου συνδέεται με τη σοβαρότητα του προβλήματος. Η πιο συχνά προσβαλλόμενη άρθρωση είναι ο ώμος και το γόνατο χωρίς να αποκλείεται καμία άρθρωση

Στις ελαφρές περιπτώσεις αναπτύσσονται προσωρινά συμπτώματα που διαρκούν μόνο λίγες ώρες. Ο πόνος στις πιο σοβαρές περιπτώσεις αυξάνεται από 12 έως 24 ώρες και αν μείνει χωρίς θεραπεία παραμένει για τις επόμενες 3 - 7 ημέρες σαν ένας αμβλύς πόνος,

Γ.ΑΠΟΦΡΑΞΗ ΛΕΜΦΑΓΓΕΙΩΝ

Τα λεμφικά αγγεία έχουν σαν αποστολή τους τη συλλογή των πλεοναζόντων υγρών ανάμεσα από τα κύτταρα των ιστών και την παροχέτευση τους στην φλεβική κυκλοφορία. Απόφραξη τους από φυσαλίδες οδηγεί σε οίδημα του δέρματος χρώματος καφέ και εικόνα που μοιάζει με φλούδα πορτοκαλιού καθώς και σε διόγκωση των λεμφαδένων με αισθητό πόνο. Εντοπίζεται στον κορμό, το κεφάλι και τον αυχένα. Ανακούφιση επέρχεται με την πίεση της περιοχής. (Πολεμικό Ναυτικό 2000γ)

DCS - ΤΥΠΟΣ 2

Η τύπου 2 νόσος αποσυμπιέσεως προσβάλλει το κεντρικό νευρικό σύστημα, το αναπνευστικό, το καρδιαγγειακό και το γαστρεντερικό.

ΝΕΥΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΚΔΗΛΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΝΟΣΟΥ

Ένα μεγάλο ποσοστό αζώτου διαλύεται στα λιποειδή του νευρικού ιστού. Έτσι οι φυσαλίδες προκαλούν μικροκαταστροφές στο νευρικό ιστό. Πολυεστιακές μικροαγγειακές εγκεφαλικές βλάβες (μικροεγκεφαλικά) στους μετωπιαίους και τους βρεγματικούς λοβούς του εγκεφάλου

εμφανίζεται στις περισσότερες μορφές της νευρολογικής εκδήλωσης της νόσου. Η εγκεφαλική μορφή εμφανίζεται ταχύτερα διότι η εγκεφαλική ουσία ανήκει στους γρήγορους ιστούς όπου ο σχηματισμός φυσαλίδων και οι αιμοδυναμικές διαταραχές εμφανίζονται γρήγορα. Με τον ίδιο τρόπο δρα και στο νωτιαίο μυελό με τη μόνη διαφοροποίηση ότι η εγκεφαλική μορφή της νόσου εμφανίζεται γρηγορότερα.

ΠΝΕΥΜΟΝΙΚΗ ΠΡΟΣΒΟΛΗ

Έχει παρατηρηθεί ότι φυσαλίδες αερίου που σχηματίστηκαν μετά από κακή αποσυμπίεση ανευρίσκονται χωρίς να δίνουν συμπτώματα μία ως δύο ώρες μέσα στην πνευμονική κυκλοφορία (ασυμπτωματικές φυσαλίδες). Για να εμφανιστεί η πνευμονική μορφή θα πρέπει πάνω από το 10% των πνευμονικών αγγείων να έχουν αποφραχθεί από φυσαλίδες αζώτου. Η διάταση του αγγειακού δένδρου προκαλεί αντανακλαστικά γρήγορη και επιπόλαιη αναπνοή. Επέρχεται πνευμονικό οίδημα που επιβαρύνει την κατάσταση και έντονη ταχύπνοια. Προοδευτικά επέρχεται δύσπνοια και το αρχικό σύμπτωμα του πόνου στο στήθος επιδεινώνεται. Αρχικά ο πόνος μπορεί να γίνεται αισθητός μόνο με το βήχα. Τα πνευμονικά σημεία εμφανίζονται μετά την κατάδυση και είναι δυνατό να αφεθούν με επιπόλαιες αναπνοές και παροχή οξυγόνου ή με επαναπίεση. Κλασική κίνηση των σφουγγαράδων που ανάβαν τσιγάρο μετά την κατάδυση. (Moriky 2001)

ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗ ΚΑΤΑΠΛΗΞΙΑ (ΣΟΚ)

Συνοδεύει κυρίως την πνευμονική μορφή της νόσου αποσυμπίεσεως. Η παρουσία φυσαλίδων αερίου στο αίμα οδηγεί σε αντίδραση μεταξύ αίματος και φυσαλίδων η οποία με τη σειρά της οδηγεί σε ποικίλου βαθμού βλάβες των τοιχωμάτων των αγγείων καθώς και σε ένα σύνολο από αιματολογικές διαταραχές.

Οι φυσαλίδες αναγνωρίζονται σαν ξένα σώματα οπότε και ξεκινάει μια οργανωμένη αντίδραση προς αυτές. Ένα σύνολο από διαταραχές επιβαρύνουν τη γενική κατάσταση. Εμβολές στο νωτιαίο μυελό εκεί που υπάρχουν τα κέντρα που ρυθμίζουν αυτόματα τον βαθμό σύσπασης του κάθε αγγείου προκαλούν απώλεια του αγγειακού τόνου. Τα τοιχώματα των αγγείων χαλαρώνουν με αποτέλεσμα η πίεση μέσα τους να πέφτει, κατάσταση που οδηγεί στην ελαττωμένη παροχή αίματος προς τους ιστούς. Επιπλέον λιπίδια, συσσωματώματα αιμοπεταλίων και φυσαλίδες αερίων

προκαλούν καταστροφές στα τοιχώματα των τριχοειδών αγγείων σε όλο τον οργανισμό με αποτέλεσμα την αύξηση της διαπερατότητας του τοιχώματος τους και την απώλεια υγρών προς τους ιστούς. Σαν αποτέλεσμα έχουμε την αιμοσυμπύκνωση, υπόταση, λιποθυμία και ελάχιστη διούρηση.

ΛΟΙΠΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΤΗΣ ΝΟΣΟΥ

- Γαστρεντερικού συστήματος.
- Έσω ωτός που συνοδεύεται από ιλίγγους, ναυτία και άλλα παράξενα συμπτώματα αλλά όχι πόνο.
- Περιφερειακών νεύρων.
- Οστών που μπορεί να προκαλέσει πόνο και βλάβες πολλά χρόνια μετά την κατάδυση και να οδηγήσει σε δυσβαρική οστεονέκρωση.

Μακροπρόθεσμα αποτελέσματα της νόσου των δυτών:

- Μόνιμες νευρολογικές βλάβες
- Νευροψυχολογικές διαταραχές
- Αισθητικού ή κινητικού τύπου νευρολογικές βλάβες
- Διαταραχές όρασης
- Δυσβαρική οστεονέκρωση. Η νόσος αυτή είναι σχετικά άγνωστη στη χώρα μας λόγω κακής πληροφόρησης. Έχει σαν αποτέλεσμα τη φθορά των ακραίων σημείων των οστών καθιστώντας την κίνηση επώδυνη. Η παθογένεση είναι ακόμη άγνωστη. Προς το παρόν πιστεύεται ότι η έκθεση του οργανισμού σε υψηλές πιέσεις αποτελεί τον βασικό παράγοντα.. (Νιζάμης 2008)

Χρονική εμφάνιση των συμπτωμάτων

Τα συμπτώματα της νόσου μπορούν να εμφανιστούν στο χρονικό διάστημα μεταξύ του πέρατος της κατάδυσης έως και 24 ώρες αλλά και μέσα στο νερό ανάλογα με την ένταση της

νόσου. Σπανίως εμφανίζονται και μέσα σε διάστημα 48 ωρών. Εάν δεν είμαστε σίγουροι για τη διάγνωση ενός περιστατικού ή μιας τυχαίας ενόχλησης τότε το αντιμετωπίζουμε σα νόσο αποσυμπίεσης. Δεν επιχειρούμε ποτέ επανασυμπίεση στο νερό. (Συμεωνίδης 2000)

ΠΡΟΛΗΨΗ

Μέτρα προστασίας για την αποφυγή της νόσου των δυτών

- Σχολαστικός προγραμματισμός καταδύσεων και πιο πολύ των επαναληπτικών (χρόνοι βυθού, βάθη, διαλείμματα επιφανείας κ.τ.λ.)
- Αποφυγή καταδυτικών πλάνων με πολλά σκαμπανεβάσματα
- Έλεγχος ρυθμού ανόδου (10m/min και στα τελευταία 10m - 3m/min)
- Προληπτικές στάσεις αποσυμπίεσης (3 min στα 5 μ)
- Καμία παράλειψη στις στάσεις αποσυμπίεσης (εάν υπάρχουν) Χρήση μιγμάτων (Προαιρετικά)
- Συχνές ιατρικές εξετάσεις και πιο πολύ όταν υπάρχουν υποψίες προβλημάτων π.χ. ωοειδούς τρήματος
- Καλή ενυδάτωση πριν και μετά την κατάδυση
- Αποφυγή εργασίας στο βυθό
- Προσπάθεια ελέγχου των καταστάσεων στρες
- Αποφυγή υποθερμίας
- Αεροβική προπόνηση
- Αντικαπνιστική τακτική
- Διακοπή κατάδυσης κατά την περίοδο χρήσης φαρμάκων (αλκοόλ και ναρκωτικών)
- Συχνές καταδύσεις στα συνήθη βάθη (υδροβιότητα)

(Ζαχαριάδης 2004)

Για την πρόληψη της Νόσου των δυτών οι αυτοδύτες χρειάζεται να γνωρίζουν τη χρήση των "καταδυτικών πινάκων". Μετά από κάθε κατάδυση οι ιστοί του σώματος του αυτοδύτη περιέχουν υπερβάλλουσα ποσότητα ασυμπτωματικών φυσαλίδων αζώτου, η οποία δεν αναπτύσσει

παθολογικές εκδηλώσεις της Νόσου. Οι καταδυτικοί πίνακες βοηθούν στο υπολογισμό του πλεονάζοντος αζώτου στους διαφορετικούς ιστούς του οργανισμού και στον καθορισμό ορίων ασφάλειας όσον αφορά το μέγιστο βάθος και χρόνο παραμονής στο βυθό κατά τη διάρκεια μιας κατάδυσης. Τα πολλά και διαφορετικά πρότυπα καταδυτικών πινάκων αναπτύσσονται με βάση μαθηματικούς υπολογισμούς, οι οποίοι προκύπτουν από τις διαφορετικές ταχύτητες απορρόφησης του αζώτου από τους διαφορετικής πυκνότητας ιστούς. Ουσιαστικά, λοιπόν, είναι μαθηματικά μοντέλα, τα οποία δεν ανταποκρίνονται στις πραγματικές ανάγκες της υποκειμενικής φυσιολογίας του κάθε ξεχωριστού ατόμου. Υπάρχουν πολλοί και διαφορετικοί πίνακες, (Bulman, PADI, TDI κ.α.) οι οποίοι είναι δυνατόν να κατασκευαστούν με βάση υπολογισμούς που προκύπτουν από αργούς ή γρήγορους ιστούς δηλαδή ιστούς που αποβάλλουν αργά ή γρήγορα το άζωτο και βοηθούν σε διαφορετικού είδους καταδύσεις (επαναληπτικές καταδύσεις με μικρό μεσοδιάστημα επιφανείας). (Παπαγρηγοράκης και συν 2002).

ΑΜΕΣΗ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΝΟΣΟΥ ΑΠΟΣΥΜΠΙΕΣΗΣ

- 1) Κινητοποιούμε το ταχύτερο μέσο που θα μπορεί να προσεγγίσει το σημείο που βρισκόμαστε και θα εξασφαλίσει την μεταφορά του πάσχοντος προς το θάλαμο επαναπίεσης (π.χ. αεροπλάνο) ,οπού θα πρέπει να ζητηθεί από τον χειριστή του αεροσκάφους να διατηρήσει την πίεση στο εσωτερικό του σκάφους σε 1Atm. Η ελαττωμένη πίεση θα επιδεινώνει την κατάσταση του ασθενούς διότι θα επέτρεπε επιπλέον την αύξηση του όγκου των φυσαλίδων.
- 2) Άμεση μεταφορά του ασθενούς στον κοντινότερο θάλαμο αποσυμπίεσης (μέγιστος χρόνος 2h).
- 3) Ενημέρωση του προσωπικού του θαλάμου για το περιστατικό.
- 4) Καρδιοαναπνευστική αναζωογόνηση (CPR) σε περίπτωση που το θύμα χάσει τις αισθήσεις του. Αντιμετώπιση όπως αυτή του shock.
- 5) Τοποθέτηση του ασθενούς σε ύπτια θέση χωρίς ανασήκωμα των ποδιών.
- 6) Άμεση χορήγηση οξυγόνου 100% μέχρι την μεταφορά του ασθενούς σε θάλαμο. Αυτή θα βελτιώσει την οξυγόνωση (λιγότερο άζωτο) με αποτέλεσμα να βοηθήσει στην επιβίωση των ιστών που έχουν ελλιπή αιμάτωση (χορήγηση O₂ στους ιστούς χωρίς μεσολάβηση ερυθρών αιμοσφαιρίων) και θα βοηθήσει στην καλύτερη διαφυγή των φυσαλίδων.

- 7) Απαγόρευση του χειρισμού Valsalva (αύξηση ενδοπνευμονικής πίεσης και μεταφορά φυσαλίδων από δεξιά σε αριστερή κοιλία).
- 8) Ενυδάτωση του ασθενούς – ισοτονικά υγρά. Η αφυδάτωση λόγω της κατάδυσης προκαλεί αιμοσυμπύκνωση δυσχεραίνοντας τη ροή του αίματος μέσα στα αγγεία. Η ίδια η νόσος προκαλεί επίσης αφυδάτωση όπως έχουμε αναφέρει λόγω αυξησεως της διαπερατότητας των αγγείων. Δώστε νερό από το στόμα το λιγότερο 2 λίτρα ενώ κατά διαστήματα να δίνεται κι αραιό διάλυμα μη ανθρακούχου αναψυκτικού για να συμπληρώνονται οι ηλεκτρολύτες που χάθηκαν.
- 9) Προστασία από υποθερμία
- 10) Φαρμακευτική υποστήριξη στην οποία η χορήγηση φαρμάκων εκτός από αυτή του οξυγόνου αν δεν γίνεται από γιατρό θα πρέπει να αποφεύγεται.
- 11) Καταγραφή όλων των λεπτομερειών κι ασφάλιση του εξοπλισμού για επιθεώρηση.
(Morcky 2001)

ΠΡΟΔΙΑΘΕΣΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΓΙΑ ΝΟΣΟ ΔΥΤΩΝ

Παρακάτω θα αναφερθούν κάποιοι προδιαθεσικοί παράγοντες που συμβάλουν στην εμφάνιση νόσου δυτών. Οι παράγοντες αυτοί κινδύνου παρατίθενται παρακάτω σε τυχαία σειρά και όχι σε σειρά σπουδαιότητας ή επικινδυνότητας.

1. Σωματική άσκηση κατά τη διάρκεια της εκθέσεως (αυξημένη αιματική ροή)
2. Σωματική άσκηση κατά την αποπίεση (Σχηματισμοί μικροπυρήνων αερίων)
3. Άσκηση μετά την κατάδυση
4. Αυξημένη πυκνότητα CO₂ στον εισπνεόμενο αέρα
5. Πρόσφατος εστιακός τραυματισμός (Αυξημένη εστιακή παραγωγή CO₂ και αλλαγές στην τοπική αιμάτωση)
6. Αφυδάτωση (μεταβολές στην επιφανειακή τάση του ορού ,διαταραχές στη μικροκυκλοφορία)
7. Μεγάλη Ηλικία . Για την ηλικία δεν υπάρχει σαφής απόδειξη ότι με την αύξηση της ηλικίας υπάρχει μεγαλύτερη πιθανότητα για νόσο αποσυμπιέσεως αλλά λόγω αλλαγής συνηθειών

(διατροφή, κάπνισμα κτλ.) έχει έμμεση σχέση. Με την προπόνηση μεγαλώνει ο όγκος των πνευμόνων, βελτιώνεται ο ρυθμός αναπνοής και βελτιώνεται ο ρυθμός απαγωγής των φυσαλίδων

8. Κόπωση πριν την κατάδυση
9. Παχυσαρκία
10. Χαμηλή θερμοκρασία (περιφερική αγγειοσύσπαση)
11. Λήψη αλκοόλ
12. Ανοιχτό Ωοειδές Τρήμα (PFO)
13. Παράληψη στάσεων αποσυμπίεσης
14. Επαναληπτικές καταδύσεις
15. Καταδύσεις με προφίλ πολλαπλών επιπέδων
16. Κατάδυση που ξεπερνά τα μη- αποπίεσης όρια η στα όρια αυτών
17. Ανάστροφο προφίλ .Είναι εκείνο το προφίλ καταδύσεως κατά το οποίο ο δύτης καταναλώνει τον περισσότερο χρόνο στη φάση καταδύσεως, φθάνει τελικά στο μέγιστο βάθος όπου μπορεί να παραμείνει για πολύ μικρό χρονικό διάστημα και στην συνέχεια πραγματοποιεί ανάδυση. Αυτό το προφίλ δεν μοιάζει καθόλου με εκείνο του ανάποδου Π όπου έχουν βασισθεί οι περισσότεροι πίνακες αποσυμπίεσης. Πραγματοποιείται δε πιο συχνά, από δύτες που κάνουν κατάδυση και ψαροντούφεκο.
18. Άνοδος σε υψόμετρο μετά από κατάδυση - Πτήση μετά από κατάδυση
19. Κατάδυση σε υψόμετρο
20. Προβλήματα υγείας που αυξάνουν την ρευστότητα του αίματος
21. Ζεστό μπάνιο μετά την κατάδυση (Αυξάνει την αιματική ροή στο δέρμα «κλέβοντας» το αίμα από τους μύες).
22. Ιστορικό Νόσου δυτών ή αρτηριακής εμβολής του εγκεφάλου από αέρα. (Υδροναύτες 2011)

Έχει αναφερθεί σαν προδιαθεσικός παράγοντας και το κάπνισμα . Με το κάπνισμα επέρχεται αύξηση των καρδιακών χτύπων, μείωση της εγκεφαλικής δραστηριότητας, μείωση κατά 15% της αναπνευστικής δραστηριότητας λόγω του μονοξειδίου(CO).

Ένας συνδυασμός παραγόντων ή και μόνο ένας μπορεί να ενοχοποιηθεί για την εμφάνιση συμπτωμάτων νόσου δυτών. πρέπει να σημειωθεί ότι ένας ενεργός δύτης (ερασιτέχνης ή

επαγγελματίας, έμπειρος ή άπειρος) στην πορεία της «καταδυτικής καριέρας» του μπορεί να διέλθει από διάφορες παθολογικές καταστάσεις που ενδέχεται να αποτελούν παροδική ή μόνιμη αντένδειξη για κατάδυση ή τέλος μπορεί να χρειασθεί να τροποποιηθεί ο τρόπος καταδύσεως του. Ο τακτικός - προληπτικός κλινικός έλεγχος του δύτη μπορεί να μειώσει την εμφάνιση προβλημάτων στο μέλλον.

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

Βασική αρχή στην Ιατρική των Καταδύσεων είναι ότι κάθε ενόχλημα που ακολουθεί έκθεση σε αυξημένη πίεση όσο ασαφές και ασύνηθες και αν είναι θα πρέπει να θεωρείται και να αντιμετωπίζεται σαν Νόσος δυτών μέχρι αποδείξεως του εναντίου.(Ευθυμίου 2010)

ii.ΪΛΙΓΓΟΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΔΥΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΔΥΣΗ

Το αιθουσαίο σύστημα είναι πολύ σημαντικό για το δύτη, διότι τα υπόλοιπα στοιχεία που συμμετέχουν στη ρύθμιση της ισορροπίας στην επιφάνεια χάνουν σε μεγάλο βαθμό την αποτελεσματικότητά τους μέσα στο νερό. Συγκεκριμένα, η όραση είναι μειωμένη, η εν τω βάθει αισθητικότητα σχεδόν απουσιάζει, και η ακουστική αίσθηση είναι αλλοιωμένη, επειδή η ταχύτητα μετάδοσης του ήχου στο νερό είναι πολύ μεγαλύτερη από τον αέρα, ο ήχος φθάνει σχεδόν συγχρόνως και στα δύο αυτιά και έτσι δεν υπάρχει στερεοφωνική ακοή.

Ϊλιγγος μπορεί να προκύψει κατά την κατάδυση στις ακόλουθες περιπτώσεις:

1. Σε απόφραξη του ενός έξω ακουστικού πόρου από κυψέλη και ωτασπίδα λόγω άνισου ερεθισμού με κρύο νερό των δύο λαβυρίνθων.
2. Σε περιπτώσεις άνισης αντίδρασης των δύο λαβυρίνθων στον ίδιο θερμικό ερεθισμό, χωρίς συνύπαρξη ωτολογικής νόσου (Ιδιοπαθής ίλιγγος των δυτών).
3. Στη διάτρηση της τυμπανικής μεμβράνης.
4. Στο βαρότραυμα του έσω ωτός, με ή χωρίς ρήξη των θυρίδων.
5. Στη Νόσο των Δυτών του έσω ωτός.

6. Στην άνιση αύξηση πίεσης στις δύο κοιλότητες του μέσου ωτός (Alternobaric Vertigo).
7. Στο Νευρολογικό Σύνδρομο Υψηλής Πίεσης (High Pressure Nervous Syndrome).
8. Σε διάφορες περιπτώσεις δηλητηρίασης με αέρια (Νάρκωση Αζώτου, Δηλητηρίαση με O₂, CO₂, CO). (Τερζής 2004α)

Ίλιγγος κατά την άνοδο

Πολύ σπανιότερος από τον προηγούμενο. Δυνατόν να συμβεί καθώς η πίεση αυξάνει το μέσο ους πριν να επιτευχθεί εξίσωση, συμβαίνει όμως συχνότερα αμέσως μετά την εξίσωση με την δοκιμασία Valsava.

iii. ΝΑΡΚΩΣΗ ΑΖΩΤΟΥ

Νάρκωση αζώτου είναι η προοδευτική εμφάνιση συμπτωμάτων κατά την παραμονή σε αυξημένο υπερβαρικό περιβάλλον. Οφείλεται στη ναρκωτική επίδραση της αυξημένης πίεσης του αζώτου, εκδηλώνεται με διαταραχές συγκέντρωσης της μνήμης, ευφορία, μείωση κινητικών αντιδράσεων και υποχωρεί τελείως κατά την επιστροφή του δύτη στην επιφάνεια. (Πολυχρονιδης 2004δ)

iv. ΔΗΛΗΤΗΡΙΑΣΗ – ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ ΟΞΥΓΟΝΟΥ

Το O₂ παρόλο που είναι απαραίτητο για την ζωή του ανθρώπου είναι δυνατόν σε κάποια όργανα να δρα σαν δηλητήριο, δηλαδή έχει τοξική επίδραση όταν εισπνέεται σε μεγάλη μερική πίεση. Υπάρχουν δύο μορφές δηλητηρίασης O₂, η χρόνια και η οξεία.

v. ΔΗΛΗΤΗΡΙΑΣΗ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ(CO₂)

Το διοξείδιο του άνθρακα είναι το τελικό προϊόν της καύσης των οργανικών ενώσεων και του άνθρακα. Αποβάλλεται από το σώμα με τον εκπνεόμενο αέρα σε ποσοστό 4%. Δηλαδή ο εκπνεόμενος αέρας περιέχει 79% άζωτο και 21% οξυγόνο. Ο εισπνεόμενος περιέχει 16% οξυγόνο και 4% διοξείδιο του άνθρακα. Κατά την κατάδυση με αναπνευστικές συσκευές, το ποσοστό του CO₂ μπορεί να αυξηθεί και να συμβεί η λεγόμενη υπερκαπνία από κατακράτηση CO₂. (Ιορδανίδης 2005)

vi. ΔΗΛΗΤΗΡΙΑΣΗ ΑΠΟ ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ(CO)

Το μονοξείδιο του άνθρακα είναι υπεύθυνο για τους περισσότερους θανάτους από εισπνοή δηλητηριώδους αερίου. Η τοξικότητά του οφείλεται στην μεγάλη χημική συγγένεια που έχει με την αιμοσφαιρίνη του αίματος.

vii. ΔΥΣΒΑΡΙΚΗ ΟΣΤΕΟΝΕΚΡΩΣΗ

Είναι νεκρώσεις της οστικής μάζας που διαπιστώνονται ακτινολογικά σε εργαζόμενους σε υπερβαρικό περιβάλλον. Εντοπίζονται στα άκρα των μεγάλων οστών και συνήθως στους ώμους. Δεν έχουν άμεση χρονική συσχέτιση με την κατάδυση. (Molvacr et al 2002)

2.2 β ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ ΑΠΟ ΑΜΕΣΗ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΤΗΣ ΠΙΕΣΕΩΣ

A. Βαροτραύματα (Γενικά)

α. Αυτιά

β. Παραρρίνιοι κόλποι

γ. Πνευμονικό βαρότραυμα καθόδου

δ. Πνευμονικό βαροτραυμα ανόδου

B. Υπερδιάταση πνεύμονα

A. ΤΟ ΒΑΡΟΤΡΑΥΜΑ ΚΑΙ Η ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ

Οι καταδύσεις έχουν γίνει πολύ δημοφιλείς, λόγω των τεχνολογικών εξελίξεων, μέσω των οποίων δίδεται η ευκαιρία στο δύτη να κυκλοφορεί σε μικρά βάθη, χρησιμοποιώντας αυτόνομη καταδυτική συσκευή (scuba diving). Επειδή πάνω από το 80% των ιατρικών προβλημάτων που μπορεί να προκύψουν σε μια κατάδυση σχετίζονται με το ωτορινολαρυγγολογικό σύστημα, οι ωτορινολαρυγγολόγοι είναι εξοικειωμένοι με την αντιμετώπιση αυτών των προβλημάτων.

Σήμερα είναι γνωστή η φυσιολογία των καταδύσεων και το φαινόμενο του βαροταυματισμού ή βαροτραύματος, δηλαδή της κάκωσης που προκαλείται από τη γρήγορη αλλαγή της πίεσης. Το βαροτραύμα μπορεί να προκληθεί συνεπεία των αποτελεσμάτων των αλλαγών της πίεσης στους αεροφόρους χώρους του σώματος, οι οποίοι δεν επικοινωνούν με το περιβάλλον. Σ' αυτούς περιλαμβάνονται το έξω ους, το μέσον ους, και εμμέσως το έσω ους, οι παραρρίνιοι κόλποι, οι πνεύμονες, το έντερο, κοιλότητες αποστημάτων (π.χ. στα δόντια). Αέριο μπορεί να διεισδύσει στους γειτονικούς ιστούς των προσβεβλημένων περιοχών όπως ο πρόσθιος κρανιακός βόθρος μέσω των ηθμοειδών κυψελών ή να προκληθεί εμβολισμός μέσω της κυκλοφορίας του αίματος. Η σοβαρότερη έκφραση του βαροτραύματος είναι η εμβολή με αέρα κάποιας εγκεφαλικής αρτηρίας που μπορεί κλινικά να εκδηλωθεί με εικόνα αγγειοεγκεφαλικού επεισοδίου.

Η άμεση εφαρμογή πίεσης από το νερό που περιβάλλει το ανθρώπινο σώμα σε μια κατάδυση μπορεί να προκαλέσει βαροτραύμα, το οποίο εκδηλώνεται με ποικίλες μορφές, όπως η ωτοδυνία, κεφαλαλγίες, πόνοι στις μεγάλες αρθρώσεις, παράλυση, κώμα, και τελικά θάνατος.

Λόγω της ποικίλης μορφής των εκδηλώσεων του βαροτραύματος, πάντοτε θα πρέπει να το υποψιάζεται κανείς σε οποιοδήποτε άτομο, το οποίο έχει πρόσφατα εκτεθεί σε σημαντικές αλλαγές της ατμοσφαιρικής ή βαρομετρικής πίεσης (barometric pressure).

Συνεπεία της αύξησης του αριθμού των ασχολουμένων με τις καταδύσεις τα τελευταία χρόνια, έχουν αυξηθεί και οι παθολογικές ωτορινολαρυγγολογικές καταστάσεις εξ αιτίας της κατάδυσης. Ιδιαίτερα συχνές είναι οι εξωτερικές ωτίτιδες, το βαροτραύμα των αυτιών και λιγότερα συχνά των παραρρινίων κόλπων, τα οποία συνήθως δεν οδηγούν σε μόνιμες βλάβες ή συμπτώματα. Η αντιμετώπιση των ιατρικών προβλημάτων των καταδυομένων ατόμων απαιτεί γνώσεις βασικής φυσικής και φυσιολογίας των καταδύσεων, για την κατανόηση της παραβίασης των φυσικών νόμων, που οδηγούν στο καταδυτικό ιατρικό ατύχημα. (Fagan 1999)

Κλινικές εκδηλώσεις του βαροτραύματος

Οι κύριες κλινικές εκδηλώσεις του βαροτραύματος είναι αυτές που εκδηλώνονται από:

1. Το ωτορινολαρυγγολογικό σύστημα (αυτιά, παραρρινιοί κόλποι, δόντια).
2. Η νόσος των δυτών ή νόσος της αποσυμπίεσης
3. Τα αρτηριακά έμβολα από αέρια (arterial gas emboli).

(Scott H., 2005)

ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ

Η αντιμετώπιση αυτών των προβλημάτων περιλαμβάνει την πρόληψή τους, τη χρησιμοποίηση τεχνικών εξίσωσης των πιέσεων, τη χρήση αγγειοσυσπαστικών φαρμάκων στη μύτη, διάφορες χειρουργικές επεμβάσεις και τη θεραπεία με υπερβαρικό οξυγόνο. Βαροτραυματικά ατυχήματα μπορεί να πάθουν ακόμη και οι πιο έμπειροι και καλά εκπαιδευμένοι δύτες, όχι όμως στη συχνότητα που μπορεί να πάθουν οι ανεκπαίδευτοι και άπειροι.

Τα όργανα του ωτορινολαρυγγολογικού συστήματος είναι τα κυρίως προσβαλλόμενα σε άτομα που είναι ακατάλληλα να καταδυθούν ή είναι αρχάριοι ή έχουν κακώς ή ανεπαρκώς εκπαιδευτεί στην πρόληψη της δημιουργίας καταδυτικών παρενεργειών ή δεν είχαν την τύχη να συμβουλευτούν ωτορινολαρυγγολόγο με εμπειρία και ιδιαίτερο ενδιαφέρον διάγνωσης και αντιμετώπισης των ΩΡΛ προβλημάτων μετά από κατάδυση.

Βαροτραύμα μπορεί να εκδηλωθεί στα ακόλουθα όργανα και ιστούς

- Παραρρίνιες κοιλότητες (βαροκολπίτιδα)
- Αυτιά. Καταδυτικό βαροτραύμα του αυτιού. (βαρωτίτιδα ή αερωτίτιδα)
- Οφθαλμοί (Ο απροστάτευτος αεροφόρος χώρος μέσα στην καταδυτική μάσκα.)
- Δέρμα (Στον αεροφόρο χώρο που δημιουργείται μεταξύ του σώματος του δύτη και της καταδυτικής στολής του)
- Οστική βλάβη (Οστική νέκρωση και κάκωση του κροταφικού λοβού)
- Δόντια (Βαροδονταλγία, δηλαδή πόνος στο δόντι ή δόντια που σχετίζεται με τη βαρομετρική πίεση ή οδοντικά κατάγματα.
- Πνεύμονες
- Πεπτικό σύστημα

Βαροτραύμα μπορεί να πάθουν αυτοί που κάνουν ελεύθερη κατάδυση, συγκρατώντας την αναπνοή τους και όσοι κάνουν κατάδυση με αυτόνομη καταδυτική συσκευή που φέρει φιάλες αέρα ή μείγματος αερίων (π.χ. οξυγόνο + ήλιο).

Τέλος, η υπερβαρική θεραπεία έχει χρησιμοποιηθεί εδώ και πολλά χρόνια με επωφελή αποτελέσματα στη νόσο της αποσυμπίεσης (decompression sickness) και την εμβολή από αέριο (gaseous embolism). Αντιθέτως, το βαροτραύμα δεν χρειάζεται θεραπεία επανασυμπίεσης (recompressive therapy). Οποτεδήποτε υπάρχει διαγνωστική αμφιβολία θα πρέπει να εφαρμόζεται θεραπεία επανασυμπίεσης, όσο το δυνατόν συντομότερα, λόγω των πιθανών σοβαρών επακόλουθων, σε περίπτωση που ο ασθενής παραμείνει αθεράπευτος, καθόσον οι κίνδυνοι που περικλείει η θεραπεία είναι ελάχιστοι (Alfandre 1997)

α. Αυτιά

Εάν η ευσταχιακή σάλπιγγα είναι μπλοκαρισμένη ο μέσος ους δεν έχει πρόσβαση στο φάρυγγα για εξίσωση πίεσης.

1. Κατά την κατάδυση καθώς η εξωτερική πίεση αυξάνεται η βλεννογόνος μεμβράνη του μεσαίου αυτιού αρχίζει να αιμορραγεί καθώς τα τριχοειδή αγγεία σπάνε. Αυτό συνήθως συνοδεύεται από πολύ πόνο. Η τυμπανική μεμβράνη τεντώνεται προς το μέσο αυτί και τα τριχοειδή αγγεία τους αρχίζουν και σπάνε. Όταν η διαφορά της πίεσης αρχίζει να αυξάνεται το ακουστικό τύμπανο θα σπάσει εσωτερικά. Αυτό ονομάζεται βαρότραυμα του

μέσου αυτιού(καθόδου).Όταν φοράμε κουκούλα ή ωτοασπίδες δεν υπάρχει δίοδος να εξισώσουμε τις πιέσεις και έτσι η τυμπανική μεμβράνη τεντώνεται προς τα έξω. Αυτό ονομάζεται βαρότραυμα του έξω αυτιού και είναι μία ακόμα μορφή βαροτραύματος καθόδου.

2. Κατά το μέσο της κατάδυσης σε ένα ορισμένο βάθος μπορεί να μπλοκάρουν η μία ή και οι δύο ευσταχιανές σάλπιγγες. Κατά την άνοδο η πίεση εξωτερικά αρχίζει να μειώνεται, η δε διαφορά πιέσεων εκτονώνεται μέσο της ευσταχιανής σάλπιγγας. Αυτή η αυξανόμενη πίεση τεντώνει την τυμπανική μεμβράνη προς τα έξω. Εάν η πίεση δεν εξισωθεί θα έχει ως αποτέλεσμα να τραυματιστεί σοβαρά το μέσο αυτί και τα μικρά οστέινα τμήματά του

T0 Συμπτώματα χωρίς ωτοσκοπικά ευρήματα

T₁ Υπεραιμία χαλαράς μοίρας τυμπανικής μεμβράνης και λαβής της σφύρας.

T₂ Υπεραιμία ολόκληρης της τυμπανικής μεμβράνης

T₃ Γενικευμένη υπεραιμία τυμπανικής μεμβράνης και κατά τόπους αιμοραγικές εστίες.

T₄ Αιμοραγία στην κοιλότητα του μέσου ωτός. Φυσαλίδες ορατές πίσω από την τυμπανική μεμβράνη, η οποία μπορεί να φέρει διάτρηση.

T₅ Η κοιλότητα του μέσου ωτός είναι γεμάτη με αίμα. Δεν υπάρχει ένδειξη λειτουργίας της

ΠΡΟΛΗΨΗ

Για την αποφυγή προβλημάτων από τα αυτιά είναι απαραίτητο να τηρούνται κάποιοι κανόνες. Απαγορεύεται η κατάδυση ένα υπάρχει κρυολόγημα, αλλεργική ρινίτιδα σε έξαρση, και γενικά κάθε κατάσταση που θα μπορούσε να προκαλέσει τυχόν δυσλειτουργία της ευσταχιανής σάλπιγγας. Σε περίπτωση που κατά την κατάδυση διαπιστώσει ο δύτης ότι υπάρχει αδυναμία εξίσωσης τότε θα πρέπει να αναδυθεί άμεσα. Ζωτικής σημασίας είναι ο τακτικός έλεγχος των αυτιών καθώς και η εκπαίδευση του δύτη σε όλες τις εναλλακτικές μεθόδους εξίσωσης(όχι μόνο

στην Valsava). Τέλος θα πρέπει να τονιστεί ότι απαγορεύονται οι ωτοασπίδες και η χρήση στενών στολών σε οποιοδήποτε βάθος κατάδυσης.

β. Παραρρίνιοι κόλποι

Αν κατά την κατάδυση τα ανοίγματα των παραρρίνιων κόλπων είναι κλειστά από εκκρίσεις της βλεννογόνου δεν θα υπάρχει δίοδος για εξίσωση της πίεσης. Μιας και τα τοιχώματα των παραρρίνιων κόλπων είναι στερεά, η βλεννογόνος επιδρά το ίδιο, όπως και στις ευσταχιανές σάλπιγγες. Το αίμα και διάφορα υγρά θα πληρώσουν τις παραρρίνιες κοιλότητες με αποτέλεσμα ο δύτης να έχει αφόρητους πόνους. Κατα την ανάδυση η εξάπλωση του αερίου στους παραρρίνιους κόλπους θα προκαλέσει πόνο και αν αυτό είχε συμβεί κατα την κατάδυση η εξάπλωση αυτή θα προκαλέσει έκκριση αίματος του βλεννογόνου μέσα στη μάσκα. Τέτοιες επιδράσεις υπάρχουν στα δόντια στην μάσκα και στις καταδυτικές στολές. (Τερζής 2004β)

γ. Πνευμονικό βαρότραυμα καθόδου

Τέτοιες επιδράσεις επιφέρουν σοβαρά τραύματα στους πνεύμονες. Κατά την κατάδυση όταν ο δύτης κρατάει την αναπνοή του ο όγκος του αέρα στους πνεύμονες θα μειώνεται καθώς ο δύτης θα πηγαίνει βαθύτερα. Εάν αυτός ο όγκος του αέρα μειωθεί ακόμη περισσότερο τότε υγρά και αίμα θα αρχίζουν να πληρώνουν τις κυψελίδες. Έτσι,θα επέλθει πόνος, καταστροφή των ιστών και υγρά στους πνεύμονες. Συνήθως είναι θανατηφόρο ειδικά όταν ο δύτης συνεχίζει να βυθίζεται χωρίς πλέον να έχει τις αισθήσεις του. Στους αυτόνομους δύτες σχεδόν πάντα γίνεται κατά λάθος αν συμβεί να βαθύνουν απότομα και γρήγορα ενώ βρίσκεται σε εκπνοή. Αυτό ονομάζεται πνευμονικό βαρότραυμα της καθόδου και εκδηλώνεται συνήθως με αιμόπτυση και αν είναι σοβαρότερο με αναπνευστική ανεπάρκεια. (Fagan et al 2003)

δ. Πνευμονικό βαρότραυμα ανόδου

Διακρίνουμε 3 τελείως διαφορετικούς τύπους πνευμονικού βαροτραύματος της ανόδου:

- α) Το μεσοθωράκιο και υποδόριο εμφύσημα. Ο δύτης που έχει υποστεί αυτό το είδος του πνευμονικού βαροτραύματος ο λαιμός του είναι πρησμένος και όταν ψηλαφούμε το δέρμα παράγεται ένας χαρακτηριστικός ήχος όμοιος με αυτόν που αισθανόμαστε όταν σφίγγουμε το χιόνι
- β) Πνευμοθώρακας :Σε περίπτωση που η ρήξη του πνεύμονα γίνει στην εξωτερική επιφάνειά του,τότε ο αέρας διαφεύγει και συγκρατείται μεταξύ του πνεύμονα και του θωρακικού τοιχώματος,η κατάσταση αυτή λέγεται πνευνοθώρακας.
- γ) Εμβολή αέρος: Αν η ρήξη γίνει μέσα στη μάζα του πνεύμονα και ο αέρας περάσει μέσα στα αγγεία του κυκλοφορικού συστήματος, μπορεί να συμβεί η λεγόμενη εμβολή αέρα στον εγκέφαλο. Αυτού του είδους η εμβολή είναι η πιο σοβαρή και επικίνδυνη επιπλοκή πνευμονικού βαροτραύματος της ανόδου. Με την ρήξη της πνευμονικής μάζας σπάζουν ταυτόχρονα κυψελίδες και αιμοφόρα αγγεία. Ο αέρας περνάει στο κυκλοφορικό σύστημα πηγαίνοντας προς την καρδιά αρκετά εύκολα διότι η διάμετρος των αγγείων συνεχώς μεγαλώνει,στην συνέχεια προωθείται στην αορτή και στις καρωτίδες αρτηρίες. Εκεί το εύρος των αγγείων αρχίζει να μικραίνει. Οι φυσαλίδες αέρα δεν προωθούνται άλλο και μπλοκάρουν τα αγγεία. Η τοπική κυκλοφορία του αίματος διακόπτεται με αποτέλεσμα αυτό το αίμα να μην φτάνει στον εγκέφαλο. Εφόσον ο εγκέφαλος δεν τροφοδοτείται με οξυγονωμένο αίμα επέρχονται και νευρολογικά συμπτώματα καθώς επίσης αιμόπτυση,αναπνευστική ανεπάρκεια, δύσπνοια και μελάνιασμα.

B. ΥΠΕΡΔΙΑΤΑΣΗ ΠΝΕΥΜΟΝΑ

Κατά την ανάδυση έχουμε το σύνδρομο της υπερδιάτασης των πνευμόνων. Σύμφωνα με τον νόμο του Boyle, όταν ένας δύτης αναπνέει πεπιεσμένο αέρα σε ένα βάθος και κρατήσει την αναπνοή του κατά την ανάδυση τότε ο αέρας που έχει εισπνεύσει θα αρχίσει να διογκώνεται και όταν οι πνεύμονες διογκωμένοι φτάσουν στο μέγιστο της ελαστικότητας τους τότε οι κυψελίδες αρχίζουν να καταστρέφονται. (Πολεμικό Ναυτικό 2000δ)

2.3 ΠΡΟΛΗΨΗ ΚΑΤΑΔΥΤΙΚΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ

Κατά την κατάδυση ο ανθρώπινος οργανισμός υφίσταται κάποιες αλλαγές λόγω της αλλαγής της ατμοσφαιρικής πίεσης. Υπάρχουν δύο κατηγορίες διαταραχών, στην πρώτη ανήκει το βαρότραυμα (ωτών, πνευμόνων, κόλπων κρανίου, οδόντων κ.λ.π), η εμβολή εγκεφάλου από αέρα, ο πνευμοθώρακας, το μεσοθωρακικό ή υποδόριο εμφύσημα κ.λ.π, ενώ στη δεύτερη η νόσος από αποσυμπίεση, η νάρκωση από άζωτο, η δηλητηρίαση από οξυγόνο και οι άσηπτες οστικές νεκρώσεις.

Κάθε άνθρωπος που επιθυμεί να καταδυθεί είτε για επαγγελματικούς λόγους είτε για λόγους αναψυχής θα πρέπει να τηρεί ορισμένους κανόνες πρόληψης που αφορούν τόσο την ψυχική και σωματική υγεία του ίδιου του ατόμου αλλά και την επαρκή εκπαίδευση του όσο και την καλή λειτουργία και συντήρηση των καταδυτικών συσκευών.

Η κατάλληλη ενημέρωση του ιατρικού κόσμου, η σωστή και έγκαιρη παροχή πρώτων βοηθειών και η άμεση μεταφορά για θεραπεία σε θάλαμο επανασυμπίεσης συμβάλλει αποφασιστικά στην καλύτερη πρόγνωση των ασθενειών με σοβαρά καταδυτικά ατυχήματα νόσος δυτών, εγκεφαλική εμβολή από αέρα.(Κικεμένη και συν 2012)

2.4 ΠΡΩΤΕΣ ΒΟΗΘΕΙΕΣ ΣΕ ΚΑΤΑΔΥΤΙΚΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ

2.4.1 Διαχείριση προβλημάτων

Η κατάδυση στις μέρες μας είναι μια δραστηριότητα η οποία αποκτά καθημερινά φανατικούς οπαδούς. Εάν ο άνθρωπος ο οποίος θα ασχοληθεί με τις καταδύσεις πληροφορηθεί και εκπαιδευτεί σωστά τότε δεν θα αντιμετωπίσει κανένα πρόβλημα κατά την διάρκεια της κατάδυσης. Αυτό που παίζει βέβαια ιδιαίτερο ρόλο είναι η καλή σωματική κατάσταση. Η εκπαίδευση η οποία θα ήταν καλό να ακολουθήσει ένας αρχάριος περιλαμβάνει τις πρώτες βοήθειες, την κάρδιοαναπνευστική αναζωογόνηση και ειδικές διαδικασίες στην διαχείριση καταδυτικών προβλημάτων. Αν και η κατάδυση είναι υποβρύχια δραστηριότητα το μεγαλύτερο μέρος των μικροατυχημάτων μπορεί να συμβούν στην επιφάνεια.

Προβλήματα στην επιφάνεια

Τα προβλήματα που ενδεχομένως συναντήσουμε στην επιφάνεια συμπεριλαμβάνουν την υπερκόπωση, κράμπες στα πόδια και βήξιμο από εισροή θαλασσινού νερού στον λάρυγγα.

Το βασικότερο όλων είναι να αναγνωρίσουμε το πρόβλημα για να μπορέσουμε να προσφέρουμε την βοήθειά μας σε κάποιον δύτη. Το αρνητικό της κατάστασης είναι ότι ο δύτης που χρειάζεται βοήθεια αλλά παρόλα αυτά ελέγχει τις κινήσεις του δεν διαφέρει με τον δύτη που δεν χρειάζεται. Θα καταλάβουμε την κατάσταση εάν μας δώσει σήμα. Αυτό που πρέπει να κάνουμε εμείς για να προσφέρουμε την βοήθειά μας είναι τέσσερα βασικά βήματα.

- Θετική πλευστότητα
- Καθησυχασμός του δύτη
- Βοήθεια ώστε να ξαναβρεί τον έλεγχο της αναπνοής του
- Εάν χρειαστεί βοήθεια ώστε να ξαναβγεί στην ακτή (Richardson 1998)

Υποβρύχια προβλήματα

Ένα από τα υποβρύχια προβλήματα είναι η υπερκόπωση. Αυτό μπορεί να συμβεί λόγω εντατικής δραστηριότητας. Καλό θα ήταν ο καθένας μας να γνωρίζει τα όρια του και να μην τα υπερβαίνει. Σε περίπτωση που αισθανθεί ο δύτης εξουθένωση καλό θα ήταν να σταματήσει να κινείται και να αναπνέει αργά και σταθερά. Αυτό που θα αισθανθεί το άτομο που θα πάθει υπερκόπωση είναι ένα αίσθημα ασφυξίας, κούραση, αδυναμία, άγχος, πονοκέφαλος, μυϊκές κράμπες.

Ένα άλλο εξίσου σοβαρό πρόβλημα είναι να συνειδητοποιήσει ο δύτης ότι έχει ανεπαρκή έως καθόλου αέρα, αυτό μπορεί να συμβεί λόγω μηχανικής βλάβης για αυτό καλό θα ήταν ο δύτης να ελέγχει το πιεσόμετρο του συχνά. Υπάρχει βέβαια και η περίπτωση να διακοπεί η παροχή αέρα ξαφνικά, αυτό όμως είναι κάτι πολύ σπάνιο. Σε αυτή την περίπτωση υπάρχουν πέντε επιλογές που πρέπει να έχουμε υπόψιν μας.

- Κανονική ανάδυση
- Ανάδυση με την χρήση Εφεδρικού Μηχανισμού Παροχής Αέρα
- Ελεγχόμενη Ανάδυση Κινδύνου

- Βοηθητική Αναπνοή με τον σύντροφο από έναν ρυθμιστή
- Ταχεία ανάδυση κινδύνου (Benett & Moon 1998)

2.4.α ΠΡΩΤΕΣ ΒΟΗΘΕΙΕΣ ΣΤΟ ΣΥΝΔΡΟΜΟ ΠΑΡ ΟΛΙΓΟΥ ΠΝΙΓΜΟΥ

Σχετικά με τις πρώτες βοήθειες στα καταδυτικά ατυχήματα θα κάνουμε μια αναφορά στον πνιγμό-σύνδρομο παρ' ολίγον πνιγμού αλλά και στην νόσο των δυτών

α. Πνιγμός-Σύνδρομο του παρ' ολίγον πνιγμού

Ως πνιγμός ορίζεται ο θάνατος που προέρχεται από ασφυξία κατά την κατάδυση, είτε ως άμεσο αποτέλεσμα είτε μέσα σε 24 ώρες από το οξύ επεισόδιο. Ο όρος “σύνδρομο του παρ' ολίγον πνιγμού” αναφέρεται στα θύματα που επέζησαν του ατυχήματος και μετά την πάροδο του κριτικού πρώτου 24ώρου.

ΤΥΠΟΙ ΣΥΝΔΡΟΜΟΥ ΠΑΡ' ΟΛΙΓΟΝ ΠΝΙΓΜΟΥ.

1.Χωρίς εισρόφηση νερού

Αποτελεί το 10-20% των περιπτώσεων και οφείλεται σε έντονα αντανακλαστικό λαρυγγόσπασμο. Οι κυριότερες μεταβολές που συμβαίνουν είναι η υποξία και η μεταβολική οξέωση.

2.Με εισρόφηση νερού

Αποτελεί το 80-90% στο σύνολο των περιστατικών με το σύνδρομο αυτό. Το κύριο όργανο είναι ο πνεύμονας. Οι βασικές μεταβολές που επισυμβαίνουν είναι και εδώ η υποξία και η μεταβολική οξέωση, ενώ δευτερογενώς παρατηρούνται μεταβολές στην ισορροπία των υγρών και των ηλεκτρολυτών και ενδαγγειακή αιμόλυση. Πρέπει να τονιστεί η σημασία της υποξίας σε σχέση με τις υπόλοιπες μεταβολές, αφού είναι δυνατόν ο ασθενής να παραμείνει σε κατάσταση υποξίας για 48-72 ώρες μετά και παρά την αρχική θεραπεία, σε αντίθεση με τις ηλεκτρολυτικές για παράδειγμα μεταβολές που συνήθως είναι μικρής σημασίας και ανατάσσονται αυτομάτως.

Άλλες μεταβολές της φυσιολογίας.

- Κυκλοφορικό σύστημα
- Νεφροί
- Κεντρικό Νευρικό σύστημα
- Λοιμώξεις (Μπίσιας 2004)

Αντιμετώπιση του συνδρόμου

A. Άμεση

- Καθαρισμός της στοματικής κοιλότητας από ξένα σώματα.
- Ο χειρισμός Heimlich: εφαρμόζεται στην προσπάθεια μας για αποβολή της ποσότητας του νερού που έχει καταποθεί.
- Έναρξη τεχνητής αναπνοής στόμα με στόμα το ταχύτερο δυνατόν και άμεση εφαρμογή καρδιακών μαλάξεων αν το θύμα είναι άσφυγμο.
- Χορήγηση διττανθρακικών εφ' όσον υπάρχει δυνατότητα.
- Κρατούμε τον ασθενή κατά το δυνατόν ζεστό βγάζοντας τα υγρά ρούχα και σκεπάζοντάς τον με στεγνά, αν το επιτρέπει η κατάσταση του, για πρόληψη της υποθερμίας.
- Μεταφορά χωρίς καθυστέρηση στο πλησιέστερο νοσοκομείο με ταυτόχρονη χορήγηση οξυγόνου.

B. Στο Νοσοκομείο/ Μονάδα Εντατικής Θεραπείας

- Άμεσος προσδιορισμός των αερίων του αίματος, του pH και της αλκαλικής παρακαταθήκης, οι τιμές των οποίων θα καθορίσουν και την μετέπειτα αγωγή.
- Άμεση χορήγηση 50mEq διπλανθρακικού νατρίου ενδοφλεβίως, επειδή οι περισσότεροι ασθενείς εμφανίζουν κάποιου βαθμού μεταβολική οξέωση.
- Τοποθέτηση ρινογαστρικού καθετήρος για την πρόληψη εμέτου και εισροφήσεως.
- Χορήγηση βρογχοδιασταλτικών.
- Ηλεκτροκαρδιογραφικός έλεγχος και αντιμετώπιση των τυχόν υπάρχουσών διαταραχών.

- Εφαρμογή μηχανικής αναπνοής θετικής πίεσεως με χορήγηση οξυγόνου 100%, που αποτελεί και τη θεραπεία εκλογής, ειδικά για τις σοβαρότερες περιπτώσεις.
- Διόρθωση της υποογκαιμίας , που είναι δυνατό να υπάρχει λόγω εξόδου διδρώματος στους πνεύμονες, με ενδοφλέβια χορήγηση πλάσματος ή αίματος.
- Έναρξη αντιβιοτικής αγωγής, στις περιπτώσεις που υποπτευόμαστε ή διαπιστώνουμε πνευμονίτιδα. (Bove & Daves 1990)

2.4.β ΠΡΩΤΕΣ ΒΟΗΘΕΙΕΣ ΣΤΗ ΝΟΣΟ ΤΩΝ ΔΥΤΩΝ

Αυτοί οι οποίοι ασχολούνται τόσο επαγγελματικά όσο και ερασιτεχνικά με τις καταδύσεις θα γνωρίζουν για την νόσο των δυτών και πόσο εύκολο είναι να προσβληθεί ο καθένας ακόμα και εάν έχει τηρήσει κατά γράμμα τους χρόνους που υποδεικνύουν οι πίνακες αποσυμπίεσης. Σε αυτήν την περίπτωση η καλύτερη πρώτη βοήθεια είναι η πρόληψη, για αυτό θα αναφέρουμε ενδεικτικά κάποια προληπτικά μέτρα.

ΠΡΟΛΗΨΗ

- Κατάλληλη ξεκούραση πριν και μετά την κατάδυση.
- Μη λήψη φαρμάκων.
- Καλή φυσική κατάσταση.
- Απουσία ιατρικών αντενδείξεων για καταδύσεις.
- Καλή γνώση χρήσεως του καταδυτικού εξοπλισμού.
- Πιστή τήρηση των πινάκων αποπίεσεως.

Εάν παρόλα αυτά εμφανιστεί νόσος των δυτών καλό θα ήταν να προχωρήσουμε σε κάποιες ενέργειες ανάλογα βέβαια με τις γνώσεις και τα μέσα που διαθέτουμε.

Η πρώτη ενέργεια η οποία θα πρέπει να ληφθεί είναι να εκτιμήσουμε την κατάσταση και σε περίπτωση που το απαιτούν οι συνθήκες και να επικοινωνήσουμε τηλεφωνικά με τον θάλαμο Αποπίεσεως. Το επόμενο βήμα είναι να τοποθετήσουμε τον ασθενή σε ύπτια θέση και επιπλέον να ελέγξουμε τις σφύξεις του και την αναπνοή του καθώς και να προχωρήσουμε σε καρδιοπνευμονική

αναζωογόνηση αν αυτό είναι απαραίτητο. Στην συνέχεια θα πρέπει να χορηγηθεί οξυγόνο 100% με μάσκα ή ενδοτραχειακό σωλήνα. Η χορήγηση οξυγόνου είναι ένα από τα πιο σημαντικά βήματα και θα πρέπει να συνεχίζεται μέχρι να πάει ο ασθενής στον θάλαμο επανασυμπίεσεως. Με την χορήγηση 100% οξυγόνου επιτυγχάνεται καλύτερη οξυγόνωση των υποξικών ιστών αλλά και μεγαλύτερη αποβολή αδρανούς αερίου.

Τέλος μεγάλη σημασία θα πρέπει να δοθεί στην ενυδάτωση καθώς και στην χορήγηση κορτικοστεροειδών. Όσο αναφορά την ενυδάτωση θα πρέπει να χορηγηθούν υγρά από το στόμα σε όσους δύτες έχουν καλό επίπεδο συνειδήσεως ενώ ενδοφλέβια για σοβαρότερες περιπτώσεις. (Μπίσιας 2004)

2.5 ΠΡΟΔΙΑΘΕΣΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΚΑΤΑΔΥΤΙΚΟΥ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ

Υπάρχουν κάποιοι παράγοντες που προδιαθέτουν τον υποψήφιο αυτοδύτη να εμφανίσει καταδυτικό ατύχημα. Αυτοί είναι:

- Σωματική άσκηση κατά την έναρξη και ολοκλήρωση της διαδικασίας της αποπίεσης
- Σωματική άσκηση κατά τη διάρκεια της έκθεσης του δύτη σε περιβάλλον αυξημένης πίεσης
- Χαμηλή θερμοκρασία
- Αφυδάτωση
- Πρόσφατος εστιακός τραυματισμός
- Λήψη αλκοόλ πριν την κατάδυση
- Αυξημένη πυκνότητα διοξειδίου του άνθρακα στον εισπνεόμενο αέρα
- Ηλικία
- Κόπωση

(Δεληγιάννης και συν 1993)

2.6 ΑΝΤΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΚΑΤΑΔΥΣΕΩΝ

Όσον αφορά τις αντενδείξεις των καταδύσεων κάθε υποψήφιος δύτης πρέπει να λαμβάνει υπόψη του τα παρακάτω:

➤ Τη ηλικία

Το ανώτερο όριο ηλικίας που μπορεί κάποιος να ξεκινήσει εκπαίδευση κατάδυσης είναι το 35 έτος, χωρίς όμως να αποτελεί παράγοντα αποκλεισμού του για κατάδυση, εφόσον πληρεί

όλες τις βασικές προϋποθέσεις υγειονομικού ελέγχου. Στον υγειονομικό έλεγχο συγκαταλέγονται οι εξής εξετάσεις: ακτινογραφία θώρακος, ηλεκτροκαρδιογράφημα, γενική εξέταση αίματος και ούρων, έλεγχος για δρεπανοκυτταρική αναιμία και έλεγχος για έλλειψη του ενζύμου G.6P.D.

➤ Το αναπνευστικό σύστημα

Δεν πρέπει να αναφέρεται ιστορικό χρόνιας πάθησης όπως, φυματίωση, χρόνια βρογχίτιδα και βρογχικό άσθμα.

➤ Την ωτορινολαρυγγολογική εκτίμηση

Ο υποψήφιος δύτης δηλαδή θα πρέπει στην κατάδυση να έχει την δυνατότητα να εξισώνει στις συνεχείς εναλλαγές τις πίεσης, μέσω τις ευσταχιανής σάλπιγγας.

➤ Το καρδιαγγειακό σύστημα

Δεν πρέπει να υπάρχει νόσος σχετική με το κυκλοφορικό σύστημα.

➤ Το κεντρικό νευρικό σύστημα

Δεν πρέπει να υπάρχει ιστορικό επιληπτικής κρίσης ή διαταραχών της συνείδησης

➤ Τα οστά και τις αρθρώσεις

Η πιθανότητα δημιουργίας άσηπτης νέκρωσης των οστών σε περιορισμένο αριθμό επαγγελματιών δυτών, οι οποίοι εργάζονται για αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα, αποτελεί λόγο για ακτινολογική εξέταση των ισχίων, των γονάτων και των ώμων ανά 3-5 χρόνια.

➤ Τους οδόντες

Η κακή κατάσταση των οδόντων με την κακή γενική σωματική κατάσταση. Οι οδοντικές προσθέσεις θα πρέπει να αφαιρούνται πριν από μία κατάδυση εκτός και αν εφαρμόζουν πολύ καλά. (Μαρβάκη & Κοτανίδου 2008α)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

ΥΠΕΡΒΑΡΙΚΟ ΟΞΥΓΟΝΟ

Εισαγωγή

Στις μέρες μας η θεραπευτική αυτή μέθοδος της οξυγονοθεραπείας έχει αποκτήσει σαφή επιστημονική δράση και έχει συγκεκριμένες θεραπευτικές εφαρμογές συνήθως σαν συμπληρωματική θεραπεία άλλων χειρισμών, με εξαίρεση την νόσο εξ' αποσυμπιέσεως και την εμβολή αέρα, όπου είναι και η κύρια θεραπεία. Παρόλο που έχουν περάσει πολλά χρόνια από την πρώτη εφαρμογή της μεθόδου αυτής υπάρχουν άνθρωποι του επιστημονικού κλάδου και μη, οι οποίοι είναι ενάντια αυτής της θεραπείας. Τα τελευταία χρόνια υπάρχει μια τάση διαχωρισμού της ΥΒΟ από την καταδυτική ιατρική και αυτό συμβαίνει γιατί η ΥΒΟ μπορεί να λειτουργήσει και συνδυαστικά με άλλες θεραπείες.

ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΤΗΣ ΥΠΕΡΒΑΡΙΚΗΣ ΟΞΥΓΟΝΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Η εξέλιξη της υπερβαρικής οξυγονοθεραπείας στην Ελλάδα έχει άμεση σύνδεση με την Ιατρική των Καταδύσεων και το Πολεμικό Ναυτικό, το οποίο μέχρι πρόσφατα ήταν ο μόνος κρατικός φορέας που διέθετε υπερβαρικούς θαλάμους, κατάλληλα εκπαιδευμένο ιατρικό και νοσηλευτικό προσωπικό και παρείχε ανάλογη θεωρητική και πρακτική εκπαίδευση. Τα τελευταία χρόνια η υπερβαρική οξυγονοθεραπεία είχε σημαντική πρόοδο με την εγκατάσταση υπερβαρικών θαλάμων σε κρατικά νοσοκομεία και πανεπιστημιακές κλινικές.

Το 1965 στο Ναυτικό Νοσοκομείο Πειραιώς εγκαταστάθηκε ο πρώτος πολυθέσιος θάλαμος επανασυμπιέσεως στην Ελλάδα και χρησιμοποιήθηκε κυρίως για την θεραπεία της νόσου εξ αποσυμπιέσεως σε σπογγαλιείς αρχικά και μετέπειτα σε ερασιτέχνες δύτες. Εκτός από την θεραπεία των καταδυτικών διαταραχών η υπερβαρική οξυγονοθεραπεία χρησιμοποιήθηκε σε ασθενείς με χρόνια οστεομυελίτιδα και αγγειακές διαταραχές των κάτω άκρων από το 1970 και μετά. Το 1981 ο θάλαμος μεταφέρθηκε στο Ναυτικό Νοσοκομείο Σαλαμίνας όπου λειτούργησε μέχρι και την άνοιξη του 1997, όταν μεταφέρθηκε στο Ναυτικό Νοσοκομείο Αθηνών. Όταν έγινε η εγκατάσταση του υπερβαρικού θαλάμου σε μεγάλο γενικό νοσοκομείο όπως το Ναυτικό Νοσοκομείο Αθηνών,

είχε σαν αποτέλεσμα την αύξηση του αριθμού των αρρώστων που υποβλήθηκαν σε υπερβαρική οξυγονοθεραπεία. Ο δεύτερος θάλαμος επανασυμπίεσης εγκαταστάθηκε στο Ναυτικό Νοσοκομείο Κρήτης το 1970 στον οποίο κατά καιρούς εκτός από τις καταδυτικές διαταραχές υπεβλήθησαν σε υπερβαρική οξυγονοθεραπεία άρρωστοι με χρόνια οστεομυελίτιδα. (Kindwall 1994)

Η υπερβαρική ιατρική αναπτύχθηκε με την προοδευτική αύξηση του ενδιαφέροντος για την υπερβαρική οξυγονοθεραπεία, με την εκπαίδευση σημαντικού αριθμού γιατρών στο Ναυτικό Νοσοκομείο Αθηνών από το 1980 με ειδικά σεμινάρια κάθε χρόνο καθώς επίσης και με την οργάνωση συμποσίων με διεθνή συμμετοχή για την Καταδυτική- Υπερβαρική Ιατρική από το Ναυτικό Νοσοκομείο Αθηνών στο πολεμικό μουσείο.

Στην δεκετία του 1990 εγκαταστάθηκε μονοχώρος υπερβαρικός θάλαμος στο 401 Γενικό Στρατιωτικό Νοσοκομείο Αθηνών (1992), πολυχώρος στο Νοσοκομείο Άγιος Παύλος της Θεσσαλονίκης (1993) δημιουργήθηκε ιδιωτικό κέντρο Υπερβαρικής Οξυγονοθεραπείας στην Αθήνα (1995), και λειτούργησε μονοχώρος υπερβαρικός θάλαμος στο νοσοκομείο Άγιοι Ανάργυροι των Αθηνών (1998).

Ήδη στην Ελλάδα υπάρχει σημαντικός αριθμός γιατρών που είναι εκπαιδευμένοι στην Καταδυτική- Υπερβαρική Ιατρική και υπάρχει αρκετή εμπειρία από τη θεραπεία αππώστων με χρόνια οστεονυελίτιδα, διαβητικό πόδι, ισχαιμικά τραύματα –μοσχεύματα κ.λ.π

Ως θεραπεία με υπερβαρικό οξυγόνο (hyperbaric oxygentherapy, HBO) ορίζεται σύμφωνα με την εταιρεία καταδυτικής και υπερβαρικής ιατρικής (Underseaand Hyperbaric Medical Society.) η εισπνοή 100% οξυγόνου σε περιβάλλον πίεσης υψηλότερης της μίας ατμόσφαιρας, τιμή που εξ'ορισμού αντιπροσωπεύει την ατμοσφαιρική πίεση στο ύψος της θάλασσας (1 απόλυτη ατμόσφαιρα, 1 ATA).

Η εφαρμογή υπερβαρικών πιέσεων για θεραπευτικούς σκοπούς ανάγεται στον 17ο αιώνα και μέχρι το 20ο αιώνα δεν συνδυαζόταν με χορήγηση οξυγόνου. Η ιστορία της υπερβαρικής οξυγονοθεραπείας βρίθει εφαρμογών για σκοπούς πού άλλοτε κρίθηκαν αδόκιμες και άλλοτε εκτοπίστηκαν από άλλες εξελίξεις στους εκάστοτε επιστημονικούς τομείς. Πέραν τούτου, επιστημονικές αποδείξεις για την εφαρμογή της άλλοτε ελλείπουν λόγω αντιφατικών αποτελεσμάτων στις μελέτες για την κάθε ένδειξη και άλλοτε ελλείπουν λόγω του σαφούς ευεργετικού αποτελέσματος και της έλλειψης άλλης αποτελεσματικής θεραπείας για την μελετώμενη πάθηση, πού καθιστά τη διεξαγωγή μελετών με ομάδα ελέγχου ανέφικτη. (Πολυχρονίδης 2004)

ΘΑΛΑΜΟΙ ΑΠΟΠΙΕΣΗΣ- ΕΠΑΝΑΣΥΜΠΙΕΣΗΣ- ΑΠΟΣΥΜΠΙΕΣΗΣ

Αρχικά ο θάλαμος αποπίεσης χρησιμοποιήθηκε για την επαναφορά του πάσχοντος από την νόσο των δυτών σε πλαίσια κανονικής ατμοσφαιρικής πίεσης μέσω της αποσυμπίεσης. Η πρώτη κατασκευή θαλάμου αποπίεσης δημιουργήθηκε το 1662 από τον Άγγλο κληρικό Henshaw, ο οποίος κατασκεύασε τον πρώτο θάλαμο με συμπιεσμένο αέρα. Πρώτη φορά όμως χρησιμοποιήθηκε το 1893 για τη θεραπεία παθολογικών φαινομένων μετά από κατάδυση.

Ο 20^{ος} αιώνας αποφάνθηκε πολύ σημαντικός για την εξέλιξη της υπερβαρικής οξυγονοθεραπείας γιατί δημιουργήθηκαν και άλλοι τύποι θαλάμων αποπίεσης (Μονόχωροι ή Πολύχωροι). Το πιο σημαντικό είναι ότι ήδη από τον 19^ο αιώνα είχε παρατηρηθεί ότι οι θάλαμοι αυτοί χρησιμοποιήθηκαν όχι μόνο για την θεραπεία της νόσου των δυτών αλλά και για την αντιμετώπιση και άλλων νοσημάτων, όπως υπέρταση, καρδιαγγειακές παθήσεις κ.α. Όμως επανάσταση στη χρήση των θαλάμων αποπίεσης έφερε ο Ολλανδός καθηγητής Boerema, ο οποίος εισήγαγε την χρήση οξυγόνου υπό πίεση. Η τεχνική αυτή βελτίωσης όχι μόνο συνετέλεσε θετικά στην αντιμετώπιση της νόσου των δυτών, αλλά αποτέλεσε την αφετηρία για τη θεμελίωση της ειδικότητας της υπερβαρικής ιατρικής που έκτοτε συνδέθηκε άμεσα με την καταδυτική ιατρική σε μια σειρά ενδείξεων οξέων και χρονίων παθολογικών καταστάσεων του ανθρώπινου οργανισμού.

ΘΑΛΑΜΟΙ ΑΠΟΠΙΕΣΗΣ

Οι θάλαμοι αποπίεσης σχεδιάζονται ανάλογα με τον σκοπό για τον οποίο πρόκειται να χρησιμοποιηθούν. Το σχήμα των θαλάμων είναι συνήθως κυλινδρικό, για να είναι ανθεκτικοί στην αυξημένη πίεση. Όσον αφορά το μέγεθος, το είδος και τη αντοχή στη πίεση υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους.

Χρήσεις θαλάμων αποπίεσης

Χρησιμοποιούνται για:

- Την αντιμετώπιση των καταδυτικών ατυχημάτων
- Την εφαρμογή της υπερβαρικής οξυγονοθεραπείας
- Τον υγειονομικό έλεγχο των υποψήφιων αυτοδυτών και επαγγελματικών δυτών
- Το σχεδιασμό και την κάλυψη των επιχειρήσεων των ενόπλων δυνάμεων

ΤΥΠΟΙ ΘΑΛΑΜΩΝ ΑΠΟΠΙΕΣΗΣ

Οι βασικοί τύποι θαλάμων αποπίεσης διακρίνονται στους ακόλουθους:

- Μονόχωροι θάλαμοι, οι οποίοι κατασκευάζονται από αλουμίνιο και είναι χωρητικότητας ενός ατόμου
- Πολύχωροι θάλαμοι σταθερού τύπου, οι οποίοι κατασκευάζονται από κράματα χάλυβα και είναι χωρητικότητας συνήθως έως είκοσι ατόμων
- Φορητοί θάλαμοι, οι οποίοι διακρίνονται σε: μονόχωρους, όπου η μεταφορά τους μπορεί να πραγματοποιηθεί από αέρα, ξηρά και θάλασσα και σε πολύχωρους, όπου μεταφέρονται από περιοχή σε περιοχή με ειδικά αεροσκάφη μεταφοράς
- Θάλαμοι ελέγχου και εκπαίδευσης δυτών
- Υπερβαρικοί μικροί θάλαμοι για νεογνά και για πειράματα ζώων.

(Sheffield 2001)

ΕΙΔΙΚΟΤΕΡΑ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΜΟΝΟΧΩΡΟΥΣ ΚΑΙ ΠΟΛΥΧΩΡΟΥΣ ΘΑΛΑΜΟΥΣ

ΜΟΝΟΧΩΡΟΙ

Οι μονόχωροι θάλαμοι αποπίεσης διαθέτουν έναν χώρο, ο οποίος είναι σχεδιασμένος για την θεραπεία ενός ατόμου. Η πίεση στους περισσότερους θαλάμους δεν μπορεί να αυξηθεί πάνω από 3ΑΤΜ.

Πλεονεκτήματα

1. Λιγότερο προσωπικό.
2. Εξατομίκευση της θεραπείας του ασθενούς, στον οποίο παρέχεται η δυνατότητα απομόνωσής του, σε περιπτώσεις λοίμωξης ή μεταδιδόμενων νοσημάτων.
3. Ιδανικός για χρήση του σε Μονάδες Εντατικής Θεραπείας.
4. Δεν απαιτείται χρήση μάσκας ή Hood (ο ασθενής αναπνέει ελεύθερα από το περιβάλλον του θαλάμου, το οποίο γεμίζει με 100% οξυγόνο).
5. Η διαδικασία της μεταφοράς του θεωρείται εύκολη.
6. Μπορεί να κατασκευαστεί, ώστε να προσαρμόζεται σε πολύχρωμο θάλαμο. Η θεραπεία του ασθενούς μπορεί να συνεχιστεί καθ'όλη τη διάρκεια της μεταφοράς του, χωρίς να διαφοροποιηθεί η πίεση και το θεραπευτικό σχήμα.
7. Οικονομία χώρου και κόστους (μεταφέρεται σε οποιοδήποτε τμήμα του νοσοκομείου).

Μειονεκτήματα

1. Η πιθανότητα ύπαρξης πυρκαγιάς θεωρείται μεγάλη, γιατί το περιβάλλον του θαλάμου γεμίζει με 100% οξυγόνο.
2. Ο άμεσος έλεγχος του ασθενούς είναι πολύ περιορισμένος.
3. Δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν μίγματα αερίων.

4. Στους μονοθέσιους θαλάμους η παρακολούθηση γίνεται και ελέγχεται εξωτερικά

(Μαρβάκη & Κοτανίδου 2008β).



ΠΟΛΥΧΩΡΟΙ

Οι πολύχωροι θάλαμοι αποπίεσης χρησιμοποιούνται για ταυτόχρονη θεραπεία ασθενών από ένα έως είκοσι άτομα. Ο θάλαμος γεμίζει με ατμοσφαιρικό αέρα και η αναπνοή πραγματοποιείται μέσω μάσκας που καλύπτει στόμα και μύτη ή Hood, που καλύπτει όλο το κεφάλι του ασθενούς. Η μάσκα Hood χρησιμοποιείται κυρίως σε περιπτώσεις σοβαρών κατώσεων, εγκαυμάτων στο κεφάλι, ανοιχτών τραυμάτων και σε μικρά παιδιά που δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί η απλή μάσκα. Η θερμοκρασία και η υγρασία του αέρα ελέγχεται και σε περίπτωση που διαπιστωθούν διαρροές από την μάσκα ή τη hood υπάρχει σύστημα ελέγχου σύστασης του αέρα και διόρθωσης.



Πλεονεκτήματα

- ✓ Ταυτόχρονη θεραπεία ασθενών(1-20 άτομα).
- ✓ Η παρουσία ιατρού ή νοσηλεύτη.
- ✓ Δυνατότητα θεραπείας βαριά πασχόντων.
- ✓ Ελαττωμένος κίνδυνος πυρκαγιάς

Μειονεκτήματα

- ✓ Το υψηλό κόστος κατασκευής και συντήρησης των συγκεκριμένων θαλάμων αποπίεσης.

Θάλαμοι αποπίεσης στην Ελλάδα

Το Ναυτικό Νοσοκομείο Αθηνών (N.N.A) από τα πιο πρωτοπόρα και εξειδικευμένα συστήματα θαλάμων αποπίεσης σε παγκόσμιο επίπεδο και είναι το μοναδικό στον Ελλαδικό χώρο. Το 2004 ενσωματώθηκε στον εξοπλισμό του Πολεμικού Ναυτικού και χαρακτηρίζει την Μονάδα Καταδυτικής Υπερβαρικής Ιατρικής (Μ.Κ.Υ.Ι) του Ναυτικού Νοσοκομείου Αθηνών ως απόλυτα εξειδικευμένο κέντρο Καταδυτικής Ιατρικής, το οποίο λειτουργεί όλο το 24ωρο. Στην Ευρώπη υπάρχουν τέτοιου είδους συστήματα παλαιότερης όμως τεχνολογίας (Γερμανία και Ολλανδία).

Πολύχωρους θαλάμους καταδυτικής και υπερβαρικής ιατρικής συναντάμε σε περισσότερα νοσοκομεία στην Ελλάδα όπως, στο Ναυτικό Νοσοκομείο Κρήτης, στο «Βουβάλειο» Νοσοκομείο Καλύμνου, στο Γενικό Περιφερειακό Νοσοκομείο «Άγιος Παύλος» στη Θεσσαλονίκη και επίσης, το 401 Γενικό Στρατιωτικό Νοσοκομείο το οποίο διαθέτει έναν μονόχωρο θάλαμο αποπίεσης. Στον ιδιωτικό τομέα υγείας υπάρχουν δύο θάλαμοι αποπίεσης και βρίσκονται στο λεκανοπέδιο Αττικής.

Τα βασικότερα σημεία διαφοροποίησης του συστήματος της Μονάδας Καταδυτικής Υπερβαρικής Ιατρικής του Ναυτικού Νοσοκομείου Αθηνών από τους υπόλοιπους θαλάμους στην Ελλάδα είναι:

- ✓ Διαθέτει τον μοναδικό θάλαμο στην Ελλάδα που μπορεί να εξομοιώσει καταδύσεις σε νερό.
- ✓ Το κύριο μέρος του συστήματος αποτελείται από τρεις θαλάμους αποπίεσης που συνδέονται μεταξύ τους και οι οποίοι έχουν την δυνατότητα να λειτουργούν μέσω ηλεκτρονικών υπολογιστών.
- ✓ Διαθέτει τους μοναδικούς θαλάμους στην Ελλάδα που πίεση λειτουργίας είναι ισοδύναμη με 250 μέτρα. Επιπλέον, μπορεί να γίνει συμπίεση με μείγματα αερίων, αυξάνοντας τις πιθανότητες επιτυχίας της θεραπείας πασχόντων από καταδυτικό ατύχημα.
- ✓ Η χωρητικότητα του θαλάμου για ταυτόχρονη θεραπεία είναι 12 καθήμενοι, σε αντίθεση με τους άλλους θαλάμους που ο μέγιστος αριθμός ασθενών είναι 8.

(Μαρβάκη & Κοτανίδου 2008)

Ένα καταδυτικό θεραπευτικό σχήμα ή μία υπερβαρική οξυγονοθεραπεία για να έχουν τα επιθυμητά αποτελέσματα είναι πολύ σημαντική η σωστή και ασφαλής λειτουργία του θαλάμου αποπίεσης. Υπάρχουν συγκεκριμένες διαδικασίες ελέγχου της καλής λειτουργικότητας του θαλάμου πριν, μετά και κατά την ενεργοποίησή του, δηλαδή θα πρέπει να ελέγχονται ο θάλαμος, το σύστημα παροχής αέρα, η παροχή οξυγόνου και τα ηλεκτρικά συστήματα.

Συγκεκριμένα, ο θάλαμος ,θα πρέπει να είναι πάντα καθαρός, ελεύθερος από πτητικά αέρια και από εξωτερικά αντικείμενα. Έπειτα, οι πόρτες και τα παράθυρα θα πρέπει να είναι πάντα σε άριστη κατάσταση και καθαρά και οι εσωτερικές παροχές αέρα- οξυγόνου-μειγμάτων να έχουν ελεγχθεί. Τέλος, θα πρέπει να γίνεται έλεγχος για διαρροή αέρα..

Όσον αφορά το σύστημα της παροχής αέρα, θα πρέπει να είναι ικανό για δύο καταδύσεις εώς τα πενήντα μέτρα και η δευτερεύουσα παροχή αέρα θα πρέπει να είναι ικανή για κατάδυση στα πενήντα μέτρα και μία ώρα εξαερισμό.

Άλλο ένα πολύ σημαντικό σύστημα είναι η παροχή οξυγόνου, όπου θα πρέπει να είναι πάντα γεμάτη η δεξαμενή με υγρό οξυγόνο. Επιπλέον, ο κάθε ασθενής θα πρέπει να έχει την δική του μάσκα οι οποίες πρέπει να είναι πάντα καθαρές και συνδεδεμένες ακόμα και του εσωτερικού συνοδού (νοσηλεύτη).

Τέλος, θα πρέπει να ελέγχονται και τα ηλεκτρικά συστήματα, δηλαδή τα φώτα των θαλάμων να είναι σε λειτουργία, η παροχή ρεύματος στο εσωτερικό του θαλάμου και σε οποιαδήποτε ιατρική ή μη συσκευή εντός του ίδιου χώρου πρέπει να είναι μικρότερη ή ίση με 12Volt, το σύστημα ενδοεπικοινωνίας και ο ψυχρός φωτισμός να είναι σε λειτουργία και θα πρέπει να υπάρχουν δύο χρονόμετρα για την παρακολούθηση των χρόνων θεραπείας. (Κανόνες Ασφάλειας Μονάδων Υπερβαρικής Ιατρικής, 1999)

ΔΡΑΣΕΙΣ ΥΠΕΡΒΑΡΙΚΟΥ ΟΞΥΓΟΝΟΥ

ΤΟ ΥΠΕΡΒΑΡΙΚΟ ΟΞΥΓΟΝΟ ΠΡΟΚΑΛΕΙ:

1. Υπεροξυγόνωση:

Κατά τη θεραπεία με Υπερβαρικό Οξυγόνο αυξάνεται το ποσό του οξυγόνου που είναι διαλυμένο στο πλάσμα του αίματος αυξάνοντας έτσι μέχρι και είκοσι φορές την ποσότητα του Οξυγόνου που μεταφέρεται από το αίμα και τη μερική πίεση του οξυγόνου, από 100-200 mmHg στον αέρα ως και 700 - 2000 mmHg σε υπερβαρικό περιβάλλον.

Η υπεροξυγόνωση έχει ως αποτέλεσμα:

Αύξηση της ποσότητας του O₂ (μερικής πίεσης του O₂) στο αρτηριακό αίμα, στο μεσοκυττάριο χώρο και τους ιστούς.

- Αύξηση της μεταφορικής ικανότητας του αίματος σε O₂ αντισταθμίζοντας την ανεπαρκή μεταφορά O₂ με την αιμοσφαιρίνη.
- Αύξηση της απόστασης διάχυσης του οξυγόνου (oxygen gradient). Το υπερβαρικό οξυγόνο, δηλαδή, στέλνει (διαχέει) το οξυγόνο σε μεγαλύτερη απόσταση από το αγγείο και έτσι φτάνει σε περιοχές, όπου υπάρχει έλλειψη (υποξία). Λόγω του γεγονότος αυτού μπορεί να μεταφερθεί οξυγόνο σε περιοχές με κακή κυκλοφορία είτε λόγω αγγειακών προβλημάτων (π.χ. διαβητική μικροαγγειοπάθεια, αθηρωματικές βλάβες με μερική απόφραξη του αυλού κ.λ.π), είτε λόγω ιστικών βλαβών που προκαλούν διαταραχές στην ιστική κυκλοφορία (π.χ. ιστικό οίδημα από κάκωση, έγκανμα, σύνδρομο διαμερίσματος κ.λ.π). Διέλευσή του υπερβαρικού οξυγόνου μέσω των διαφόρων φραγμών διαχύσεως, όπως το οίδημα ή η σκλήρυνση του ενδοθηλίου των τριχοειδών στον σακχαρώδη διαβήτη. Τα κύτταρα, παίρνουν έτσι την ενέργεια που χρειάζονται για να αρχίζουν να θέτουν σε λειτουργία τις επουλωτικές διαδικασίες.
- Βελτίωση της μεμβράνης των ερυθρών αιμοσφαιρίων κάνοντάς τα ικανά να κυκλοφορούν μέσα και από τα στενότερα τριχοειδή.

2. Αγγειογένεση και νεοαγγείωση:

Το υπερβαρικό οξυγόνο διεγείρει τον σχηματισμό νέων τριχοειδών αγγείων και νευρικών απολήξεων σε ιστούς φτωχής αιμάτωσης.

3. Κολλαγονογένεση και οστεογένεση:

Αυξάνεται ο πολλαπλασιασμός ινοβλαστών, διεγείροντας την παραγωγή κολλαγόνου και προάγοντας την επούλωση. Τα κύτταρα αυτά «στρώνουν» τον σκελετό του νέου ιστού προάγοντας την επούλωση στους υποξικούς ιστούς.

4. Ισχυρή αντιφλεγμονώδη δράση:

- Ελαττώνει την ενεργοποίηση των λευκοκυττάρων μέσω της καταστολής ενεργοποίησης των υποδοχέων σύνδεσης των λευκοκυττάρων στο ενδοθήλιο

των βεβλαμμένων αγγείων. Αυτό έχει ως συνέπεια να ελαττώνεται ο βαθμός της φλεγμονής.

- Επιβράδυνση της απώλειας υγρών από τα πειραγμένα αγγεία.

(Tibbles & Edelsberg 1996)

5. Αποιδηματική δράση:

- Το Υπερβαρικό Οξυγόνο έχει τη μοναδική ιδιότητα να προκαλεί σύσπαση των αγγείων με περιφερική υπεροξία και νορμοξία χωρίς, δηλαδή, να προκαλείται υποξία έχοντας ως αποτέλεσμα την ελάττωση του οιδήματος των ιστών. Αύτη η ιδιότητα είναι χρήσιμη σε εγκαύματα, τραυματισμούς συνθλίψεως, αθλητικές κακώσεις, οίδημα εγκεφάλου και νωτιαίου μυελού, κ.α.

6. Αντιμικροβιακή δράση:

Είναι χρήσιμο σε καταστάσεις, όπου οι αμυντικοί μηχανισμοί είναι ελαττωμένοι σε περιοχές ανάγγειες όπως διαβήτης, ακτινοβολία, κάκωση καθώς και κλινικές καταστάσεις που προκαλούν ανοσοκαταστολή. Επίσης:

- Καταστρέφει απευθείας ή εμποδίζει την ανάπτυξη των μικροβίων εκείνων που αναπτύσσονται σε χαμηλές συγκεντρώσεις οξυγόνου (άμεση μικροβιοκτόνος δράση).
- Αναστέλλει τον πολλαπλασιασμό ορισμένων ειδών αερόβιων μικροβίων (μικροβιοστατική δράση).
- Προάγει τους μηχανισμούς άμυνας του οργανισμού.
- Παρέχεται το απαραίτητο οξυγόνο στους οξυγόνο-εξαρτώμενους μηχανισμούς αμύνης των πολυμορφοπύρηνων λευκών αιμοσφαιρίων για να «σκοτώσουν» τα μικρόβια μέσω της παραγωγής ελευθέρων ριζών (superoxide και peroxide).
- Αυξάνεται η «φονική» δραστηριότητα των μακροφάγων, συμβάλλοντας καθοριστικά στην αντιμετώπιση της μικροβιακής λοίμωξης.
- Απενεργοποίηση των μικροβιακών τοξινών.

- Εμποδίζει και απενεργοποιεί την παραγωγή τοξινών π.χ. Αεριογόνος Γάγγραινα από *Clostridial perfringens*
- Αυξάνει την αποτελεσματικότητα ορισμένων αντιβιοτικών (Αμινογλυκοσίδες, Βανκομυκίνη, Κινολόνες, ημισυνθετικές πενικιλίνες κ.α.) και έχει βακτηριοκτόνο δράση.

7. Μηχανικές επιδράσεις της αυξημένης πίεσης και "Ξέπλυμα αερίου"

Κάθε ελεύθερη ποσότητα αέρα η οποία παγιδεύεται σε κάποιο σημείο του σώματος ελαττώνεται σε όγκο έως και 2/3. Ελαττώνει το μέγεθος των φυσαλίδων και αυξάνεται η επαναδιάλυση του Αζώτου στο αίμα. Αυτή η ιδιότητα εφαρμόζεται στην εμβολή του εγκεφάλου από αέρα και στη νόσο δυτών. Το υπερβαρικό οξυγόνο «καθαρίζει» τους ιστούς από οποιοδήποτε αέριο και αυτή η ιδιότητα βρίσκει εφαρμογή στη δηλητηρίαση με μονοξείδιο και κυανίδια.

Τέλος, το υπερβαρικό οξυγόνο χρησιμοποιήθηκε αρχικά στη θεραπεία της ασθένειας αποσυμπίεσης. Αλλά, έχει επίσης δείξει μεγάλη αποτελεσματικότητα στην αγωγή και άλλων νοσηρών καταστάσεων, όπως γάγγραινα και δηλητηρίαση από μονοξείδιο του άνθρακα. Πιο πρόσφατες έρευνες έχουν εξετάσει την πιθανότητα, ότι μπορεί να έχει επίσης αξία και για άλλες παθήσεις, όπως η εγκεφαλική παράλυση και η πολλαπλή σκλήρυνση. (Gesell & Laurie 2008)

ΑΝΤΕΝΔΕΙΞΕΙΣ

Η πρώτη, βασική και κατά μερικούς μόνη πλήρης αντένδειξη υπερβαρικής θεραπείας είναι ο μη αντιμετωπιζόμενος πνευμοθώρακας πού πρέπει να αποκλείεται πριν την έναρξή της. Ο λόγος είναι ότι ο πνευμοθώρακας μπορεί να γίνει μαζικός ή και να προκαλέσει εμβολή αέρα κατά τη διάρκεια της θεραπείας.

Οι ασθενείς δεν θα πρέπει να υποβάλλονται σε θεραπεία με υπερβαρικό οξυγόνο, εάν παίρνουν τα ακόλουθα φάρμακα:

- Δοξορουβικίνη (Αδριαμυκίνη) - χημειοθεραπευτικό φάρμακο

- Σισπλατίνη - χημειοθεραπευτικό φάρμακο
- Δισουλφιράμη (Antabuse) - χρησιμοποιείται στη θεραπεία του αλκοολισμού
- Οξικό μαφενίδιο (σουλφάμυλο) - καταστέλλει τις βακτηριακές λοιμώξεις σε πληγές εγκαυμάτων.

Σχετικές αντενδείξεις

- Καρδιακή νόσος
- Λοιμώξεις ανώτερου αναπνευστικού, γιατί είναι δύσκολο για τον ασθενή να εξισώσει την πίεση στα αυτιά ή τα ιγμόρεια, που μπορεί να οδηγήσει σε αυτό που ονομάζεται αυτιών ή κόλπων συμπίεση.
- Υψηλός πυρετός. Η θεραπεία γίνεται μετά την πτώση του πυρετού.
- Εμφύσημα με κατακράτηση CO₂. Αυτή η κατάσταση μπορεί να οδηγήσει σε πνευμοθώρακα κατά τη διάρκεια της θεραπείας με υπερβαρικό οξυγόνο.
- Χειρουργική επέμβαση θώρακα. Υπάρχει ανησυχία, ότι ο αέρας μπορεί να παγιδευτεί σε βλάβες που δημιουργήθηκαν από χειρουργικές ουλές.
- Κακοήθης νόσος. Ο καρκίνος ευδοκμεί σε περιβάλλον πλούσιο σε αίμα, αλλά μπορεί να καταστέλλεται από τα υψηλά επίπεδα οξυγόνου. Η θεραπεία των ατόμων με υπερβαρικό οξυγόνο που πάσχουν από καρκίνο του παρουσιάζει ένα πρόβλημα, δεδομένου ότι το υπερβαρικό οξυγόνο αυξάνει τη ροή του αίματος μέσω της αγγειογένεσης και επίσης αυξάνει τα επίπεδα οξυγόνου. Λαμβάνοντας ένα αντιαγγεογενετικό παράγοντα μπορεί να υπάρξει μια λύση. Μια μελέτη του Feldemier δείχνει ότι το υπερβαρικό οξυγόνο είναι πράγματι ευεργετικό στην παραγωγή βλαστικών και προγονικών κυττάρων και η κακοήθης διαδικασία δεν επιταχύνεται.
- Βαρότραυμα του μέσου αυτιού. Είναι ένα πρόβλημα τόσο των παιδιών όσο και των ενηλίκων, λόγω της ανάγκης να εξισορροπηθεί η πίεση στα αυτιά.
- Η εγκυμοσύνη είναι μια σχετική αντένδειξη, τόσο για την κατάδυση όσο και για τις θεραπείες με υπερβαρικό οξυγόνο. Στις περιπτώσεις όπου μια έγκυος γυναίκα πάθει δηλητηρίαση με μονοξείδιο του άνθρακα υπάρχουν ενδείξεις ότι χαμηλότερη πίεση με υπερβαρικό οξυγόνο, δεν είναι επιβλαβής για το

έμβρυο, καθώς του ότι οι σχετικοί κίνδυνοι αντισταθμίζονται από το μεγαλύτερο κίνδυνο από τα αποτελέσματα του CO στο έμβρυο (νευρολογικές ανωμαλίες ή θάνατος). (Gill et al 2004)

ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ

Η Εταιρεία Καταδυτικής και Υπερβαρικής Ιατρικής (Undersea and Hyperbaric Medical Society, UHMS) , έχει μέχρι στιγμής αποδεχθεί τις παρακάτω δεκατέσσερις ενδείξεις εφαρμογής της μεθόδου, θεωρώντας ότι υπάρχουν επαρκή επιστημονικά δεδομένα.

- Εμβολή αέρα
- Δηλητηρίαση με μονοξείδιο του άνθρακα σε βαριές περιπτώσεις και ειδικά όταν επιπλέκεται με δηλητηρίαση με κυανιούχα.
- Κλωστηριδιακήμυοσίτιδα και μυονέκρωση
- Σύνδρομο διαμερίσματος, σύνδρομο σύνθλιψης και άλλες οξείες τραυματικές ισχαιμικές βλάβες
- Νόσος εξ' αποσυμπιέσεως
- Ενίσχυση της επούλωσης σε προβληματικό τραύμα
- Ακραία απώλεια αίματος
- Ενδοκρανικό απόστημα, ακτινομυκητίαση
- Νεκρωτικές λοιμώξεις μαλακών μορίων
- Ανθεκτική ή υποτροπιάζουσα οστεομυελίτιδα
- Απώτερες βλάβες εξ' ακτινοβολήσεως
- Συγκράτηση αποπιπτόντων δερματικών μοσχευμάτων και κρημνών
- Θερμικό έγκαυμα.
- Αεριογόνος γάγγραινα

(Πολυχρονίδης 2004ε)

Η εφαρμογή της μεθόδου έχει διερευνηθεί και σε πλειάδα άλλων νοσημάτων και γενικά όπου υπάρχει παθοφυσιολογικά η υποψία ότι συμμετέχουν μηχανισμοί τοπικής ισχαιμίας. Τα αποτελέσματα είτε δεν είναι ακόμη διαθέσιμα, είτε δεν φαίνεται να δικαιολογούν τη χρήση υπερβαρικού οξυγόνου. Παθήσεις που το όφελος έχει αποδειχθεί ανύπαρκτο είναι η πολλαπλή σκλήρυνση και οι αρθρίτιδες. Παθήσεις στις οποίες διερευνάται στη φάση αυτή η ένδειξη είναι ισχαιμικά επεισόδια κεντρικού νευρικού και καρδιάς, οξεία νευροαισθητήριος βαρηκοΐα, τραυματική βλάβη εγκεφάλου και νωτιαίου μυελού, κρίση δρεπανοκυτταρικής αναιμίας, οξεία απόφραξη κεντρικής αρτηρίας του αμφιβληστροειδούς, ενδοκοιλιακά αποστήματα, δηλητηριάσεις όπως με τετραχλωράνθρακα και πλήθος άλλων. (O'Brien et al 2005)

EMBOΛΗ ΑΕΡΑ: Αυτή αποτελεί επιπλοκή ιατρικών χειρισμών όπως η τοποθέτηση κεντρικών φλεβικών γραμών, ή επιπλοκή μεγάλου υπό τάση πνευμοθώρακα. Οι φυσαλίδες του αέρα αποκλείουν τμήματα του αγγειακού δικτύου και μπορούν να προκαλέσουν ήπια ή έντονα φαινόμενα ανόλογα με το σημείο απόφραξης. Η κατάσταση είναι πιο επικίνδυνη όταν υπάρχει ανοικτό ωοειδές τρήμα. Αν παραμείνει χωρίς θεραπεία, η εμβολή αέρα εκτός του ότι μπορεί να είναι θανατηφόρα, συχνά καταλείπει σοβαρά λειτουργικά ελλείμματα και αναπηρία, κυρίως από πλευράς κινητικότητας. Η υπερβαρική οξυγονοθεραπεία μειώνει το μέγεθος των φυσαλίδων και υποβοηθά την αντικατάσταση του αζώτου με οξυγόνο μέσα στις φυσαλίδες, πράγμα που οδηγεί σε βαθμιαία απορρόφηση των φυσαλίδων από τους ιστούς. Επιπλέον αυξάνει το κυτταρικό οξυγόνο παρακάμπτοντας το αγγειακό σύστημα και αποτρέπει τις επιπλοκές της ισχαιμίας. Η θεραπεία οφείλει να είναι άμεση εντός 4-6 ωρών, περιλαμβάνει συμπίεση στις 2,8-3 ΑΤΑ με διάρκεια συνεδρίας 2-5 ώρες και επανάληψη συνήθως 5-10 φορές μέχρι να επιτευχθεί η μέγιστη κλινική βελτίωση. Αντίθετα, θεωρείται η μοναδική θεραπεία για την εμβολή αέρα. Σε περίπτωση που δεν μπορεί να εφαρμοστεί άμεσα, έστω και καθυστερημένη χορήγηση δικαιολογείται.

(Bond 1999)

ΔΗΛΗΤΗΡΙΑΣΗ ΜΕ ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ: Πρόκειται για τη συχνότερη θανατηφόρο δηλητηρίαση, που οφείλεται σε εισπνοή καπνού από συσκευές καύσεως-θερμάνσεως. Το μονοξείδιο του άνθρακα συνδέεται με την αιμοσφαιρίνη με συγγένεια 240 φορές μεγαλύτερη από του οξυγόνου, σχηματίζοντας την ανθρακυλαιμοσφαιρίνη. Τα συμπτώματα συνήθως είναι ήπια και

περιλαμβάνουν κεφαλαλγία, ζάλη, ναυτία, έμετο, κοιλιακό άλγος, σύγχυση, διαταραχές οράσεως, μυικές κράμπες, διαταραχές βαδίσσεως, ταχύπνοια, ταχυκαρδία και ελαφρές καρδιακές αρρυθμίες. Εξάλλου η δηλητηρίαση με μονοξειδίο του άνθρακα προκαλεί απώτερα νευροψυχιατρικού τύπου προβλήματα λόγω της διαταραχής της λειτουργίας των μιτοχονδρίων των νευρικών κυττάρων από τη σύνδεση με την οξειδάση του κυτοχρώματος c και από την ενεργοποίηση της υπεροξειδωσής των λιπών στο νευρικό ιστό.

Η θεραπεία συνίσταται σε χορήγηση 100% οξυγόνου στις συνήθεις περιπτώσεις. Σε βαριές περιπτώσεις εμφανίζονται στην οξεία φάση εκδηλώσεις από το κεντρικό νευρικό σύστημα (κόμα, σπασμοί, εστιακά οξέα ελλείμματα), εκδηλώσεις από το καρδιοαναπνευστικό (πνευμονικό οίδημα, ισχαιμία μυοκαρδίου) και σοβαρή μεταβολική οξέωση. Η θεραπεία με υπερβαρικό οξυγόνο μειώνει το χρόνο ημιζωής της ανθρακυλαιμοσφαιρίνης από 4-6 ώρες σε λιγότερο από 30 λεπτά, ενώ παράλληλα εξασφαλίζει άμεσα ιστικό οξυγόνο. Παρά την προφανή θεωρητική ευεργετική της δράση, η κλινική υπεροχή της εφαρμογής υπερβαρικής οξυγονοθεραπείας έναντι της απλής 100% οξυγονοθεραπείας δεν έχει επαρκώς τεκμηριωθεί παρά μόνο στα βαριά περιστατικά, ειδικά με συμμετοχή του κεντρικού νευρικού συστήματος. Η θεραπεία περιλαμβάνει χορήγηση 100% οξυγόνου σε περιβάλλον 2,4-3 ATA για 2 τουλάχιστον ώρες και επανάληψη σε 6-8 ώρες μέχρι επίτευξης της βέλτιστης νευρολογικής εικόνας. Για κάθε περιστατικό δηλητηρίασης με μονοξειδίο του άνθρακα που κρίνεται ως σοβαρό, πρέπει να εξασφαλίζεται η δυνατότητα διενέργειας τουλάχιστο μιας θεραπευτικής συνεδρίας.

(Fernau & Hirsch 1998)

ΚΛΩΣΤΗΡΙΔΙΑΚΗ ΜΥΟΣΙΤΙΔΑ ΚΑΙ ΜΥΟΝΕΚΡΩΣΗ: Προκαλείται από βακτηρίδια που πολλαπλασιάζονται σε περιβάλλον χαμηλής ιστικής συγκέντρωσης οξυγόνου και είναι γνωστά σαν αναερόβια κλωστηρίδια. Κύριο χαρακτηριστικό τους είναι ο ταχύς πολλαπλασιασμός, η παραγωγή εξωτοξινών (κυρίως α εξωτοξίνης) με δυνατότητα ταχείας ρευστοποιητικής νέκρωσης των πέριξ ιστών και για μερικά στελέχη η παραγωγή αέρα (αεριογόνος γάγγραινα). Συνήθως η λοίμωξη αφορά επιμεμολυσμένο τραύμα ή ισχαιμικό ιστό αλλά μπορεί να ακολουθήσει και χειρουργική επέμβαση με ελεγχόμενες συνθήκες αντισηψίας, ενώ σπανιότερα προκαλείται από τά φυσιολογικά φιλοξενούμενα κλωστηρίδια στον εντερικό σωλήνα. Τά κύρια κλινικά χαρακτηριστικά της νόσου είναι η παρουσία εμφανούς εστίας εκκίνησης της λοίμωξης, το άλγος με ένταση που βρίσκεται σε δυσαναλογία με την ορατή εστία, η ύπαρξη κριγμού στο δέρμα και το υποδόριο ή η ακτινολογική

παρουσία αέρα σε βαθύτερα τραύματα και η ταχύτατη εξέλιξη με τοξική εμφάνιση του ασθενούς και πρωιμότερη πολυοργανική συμμετοχή. Η βασική θεραπεία συνίσταται σε ριζικό χειρουργικό καθαρισμό και χρήση δραστικών αντιβιοτικών εκ των οποίων την πρώτη επιλογή αποτελεί η πενικιλίνη. Η υπερβαρική οξυγονοθεραπεία, εξασφαλίζοντας υψηλές ιστικές συγκεντρώσεις οξυγόνου ασκεί άμεση μικροβιοκτόνο, μικροβιοστατική και ανασταλτική της παραγωγής εξωτοξινών δράση. (Mortensen & Risby 2008)

ΣΥΝΔΡΟΜΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ: Βαρείς τραυματισμοί ειδικά των άκρων με συνυπάρχουσες αγγειακές βλάβες και εκδηλώσεις περιφερικής ισχαιμίας φαίνεται να ωφελούνται από τη συνεπικουρική χρήση του υπερβαρικού θαλάμου. Στις καταστάσεις αυτές, η χορήγηση υπερβαρικού οξυγόνου εξασφαλίζει καλά επίπεδα ιστικού οξυγόνου. (Davis et al 1999)

ΝΟΣΟΣ ΕΞ'ΑΠΟΣΥΜΠΙΕΣΕΩΣ (decompression sickness, DCS): Προκαλείται από δημιουργία φυσαλίδων από άζωτο κατά τη διάρκεια ταχείας επανόδου στην επιφάνεια της θάλασσας μετά κατάδυση σε σημαντικό βάθος ή σπανιότερα κατά την ταχεία άνοδο σε υψόμετρο άνω των 5500 μέτρων. Στις περιπτώσεις αυτές η μερική πίεση του διαλυμένου στους ιστούς αζώτου υπερβαίνει την μερική πίεση στο αίμα και τον ατμοσφαιρικό αέρα και το αέριο μετατρέπεται σε φυσαλίδες καθώς καθίσταται αδιάλυτο. Οι φυσαλίδες στη συνέχεια προκαλούν ανάλογα με το μέγεθος τους αγγειακή απόφραξη και δευτερογενή φαινόμενα από το ενδοθήλιο. Τα φαινόμενα έχουν ιδιαίτερη προτίμηση για το μυοσκελετικό λόγω της αρνητικής ενδαρθρικής πίεσης κατά τις κινήσεις και τις ανωφερείς περιοχές και ειδικά το κεντρικό νευρικό σύστημα λόγω του μικρότερου ειδικού βάρους του αερίου.

Επίσης μπορεί να παρατηρηθεί εξάνθημα. Όταν η μετάβαση σε μικρότερη ατμοσφαιρική πίεση γίνεται με βραδύτερο ρυθμό, δίδεται η δυνατότητα αποβολής της περίσσειας αερίου από τους πνεύμονες σε αέριο φάση και με ελεγχόμενο τρόπο. Διακρίνονται γενικά δύο μορφές της νόσου, η πρώτη με κύρια εκδήλωση το άλγος από την οσφύ και τις αρθρώσεις που ήταν και η κύρια εκδήλωση στους εργάτες της γέφυρας του Brooklyn οι οποίοι εμφάνιζαν χαρακτηριστικό τρόπο βαδίσματος λόγω του άλγους (thebends) και αποτέλεσαν τα πρώτα περιστατικά βάσει των οποίων ανακαλύφθηκε η νόσος, και η δεύτερη με εκδηλώσεις από το κεντρικό νευρικό σύστημα (σπασμούς, κώμα, σύγχυση, εστιακά ελλείμματα).

Τά συμπτώματα γενικά εμφανίζονται εντός ωρών από την άνοδο στην επιφάνεια. Μια τυπική περίπτωση εμφάνισης νόσου εξ' αποσυμπιέσεως παρατηρείται σε ερασιτέχνες δύτες όταν επιστρέφουν με αεροπλάνο μετά μικρό χρονικό διάστημα από την τελευταία κατάδυση σε τουριστικό προορισμό (attituderprovocation). Προληπτικά εφαρμόζεται βαθμιαία μετάβαση σε φυσιολογική ατμοσφαιρική πίεση, σύμφωνα με ειδικά πρωτόκολλα αποσυμπιέσεως του Αμερικανικού Ναυτικού που όμως πρέπει να σημειωθεί αφορούν φυσιολογικούς νέας ηλικίας δύτες σε καλή φυσική κατάσταση. Η παρουσία περίσσειας λιπώδους ιστού οδηγεί σε διάλυση μεγαλύτερου ποσού αζώτου υπερεβαρικές συνθήκες, με αποτέλεσμα να απαιτείται πιο παρατεταμένη αποσυμπίεση. Η υπερβαρική οξυγονοθεραπεία μειώνει το μέγεθος των φυσαλίδων όπως ήδη αναφέρθηκε εκτρέποντας τις σε μικρότερα αγγεία, ενώ εκτοπίζει επίσης το περιεχόμενο αζώτο από το κέντρο τους προς όφελος του οξυγόνου που προσλαμβάνεται από τους ιστούς, ενώ το αζώτο εκπνέετε από τους πνεύμονες. Επειδή έτσι δημιουργούνται εξαρχής συνθήκες υπερπίεσεως με επαναδιάλυση στους ιστούς της υπερβάλλουσας ποσότητας αδρανούς αερίου, είναι συχνό να παρατηρούνται φαινόμενα rebound μετά την ελεγχόμενη αποσυμπίεση, γιαυτό απαιτούνται στην περίπτωση αυτή παρατεταμένες και άμεσα επαναλαμβανόμενες συνεδρίες μέχρι τελικής αποβολής του υπερβάλλοντος αερίου.

Εκτός της αρχικής επείγουσας αγωγής (κατακεκλιμένη θέση, οξυγόνο, υγρά), η θεραπεία με υπερβαρικό οξυγόνο αποτελεί τη μόνη θεραπεία που σώζει τη ζωή για τη νόσο εξ' αποσυμπιέσεως και τά αποτελέσματα έχουν πλέον τεκμηριωθεί. (Barford 2013)

ΕΠΟΥΛΩΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΚΩΝ ΤΡΑΥΜΑΤΩΝ: Πρόκειται για περιπτώσεις τραυμάτων που δεν επουλώνονται παρά την επαρκή συντηρητική και χειρουργική αγωγή. Συνήθως αφορούν περιπτώσεις διαβητικού ποδιού ή χρόνιων ελκών σε έδαφος αγγειοπαθειών. Οι μηχανισμοί που ενέχονται αφορούν στην αντιμετώπιση της ιστικής υποξίας από την ισχαιμία, τη βελτίωση της τοπικής άμυνας και τη διέγερση της παραγωγής κολλαγόνου και της αγγειογένεσης που έχει δειχθεί να σχετίζονται με την εξασφάλιση επαρκούς κλίσης πίεσης οξυγόνου μεταξύ αίματος και ιστών. Λόγω του υπολογίσιμου κόστους της θεραπείας είναι σκόπιμο α) να επιλέγονται με αυστηρά κριτήρια οι πραγματικά προβληματικές περιπτώσεις όπου η διαθέσιμη συντηρητική τουλάχιστο θεραπεία έχει αποτύχει, β) να εξαντλούνται τά μέσα για επαναφορά της κυκλοφορίας όποτε αυτό είναι εφικτό με συντηρητική, επεμβατική ή χειρουργική αγωγή και γ) να μετράται η ιστική τάση οξυγόνου στην οριακή ζώνη της βλάβης και να εφαρμόζεται συστηματική θεραπεία μόνο όταν μετά

μια δοκιμαστική θεραπεία τεκμηριώνεται ότι αυξάνεται πράγματι η ιστική τάση οξυγόνου στους επαπειλούμενους ιστούς.

ΑΚΡΑΙΑ ΑΠΩΛΕΙΑ ΑΙΜΑΤΟΣ-ΑΝΑΙΜΙΑ: Η χορήγηση υπερβαρικού οξυγόνου υπό υπερβαρικές συνθήκες όπως ήδη αναφέρθηκε αυξάνει τόσο το ποσό του διαλυμένου στο πλάσμα και τους ιστούς οξυγόνου, ώστε αρκεί για την κάλυψη των αναγκών ηρεμίας του οργανισμού παρακάμπτοντας το σύστημα των ερυθρών αιμοσφαιρίων- αιμοσφαιρίνης. Αυτό έχει καταδειχθεί πολύ πειστικά σε πειραματικό επίπεδο. Η υπερβαρική οξυγονοθεραπεία μπορεί να υποβοηθήσει την επιβίωση μέχρι να ελεγχθεί πλήρως η απώλεια και να δράσει η ερυθροποιητίνη και η σιδηροθεραπεία. Ανάλογη ένδειξη υπάρχει σε κάθε περίπτωση αποτυχίας του συστήματος ερυθρών αιμοσφαιρίων- αιμοσφαιρίνης (πχ αιματολογικά νοσήματα) με την αίρεση ότι η υπερβαρική οξυγονοθεραπεία δεν διενεργείται σε χρόνια βάση. Επιπλέον, η υπερβαρική οξυγονοθεραπεία δεν μπορεί να χορηγηθεί σε συνεχή βάση, ούτε οξέως λόγω της τοξικότητας του οξυγόνου. (Gabb & Robin 2005)

ΕΝΔΟΚΡΑΝΙΑΚΟ ΑΠΟΣΤΗΜΑ: Αν και η θεραπεία των ενδοκρανιακών ανευρυσμάτων έχει βελτιωθεί και η θνητότητα μειωθεί λόγω της έγκαιρης διάγνωσης και της αυξανόμενης εφαρμογής της στερεοτακτικής παρακέντησης, φαίνεται ότι η εφαρμογή υπερβαρικής οξυγονοθεραπείας έχει θέση σε δύσκολες περιπτώσεις με πολλαπλή ή εν τω βάθει εντόπιση, εντόπιση στο επικρατούν ημισφαίριο, σε περιπτώσεις ανοσοκαταστολής ή αυξημένου χειρουργικού κινδύνου και σε περιπτώσεις που η κλασική θεραπεία έχει ήδη αποτύχει. Η δράση της συνίσταται σε βελτίωση της βακτηριολυτικής δραστηριότητας των λευκών αιμοσφαιρίων, σε αναστολή του πολλαπλασιασμού των αναερόβιων μικροβίων και σε μείωση του εγκεφαλικού οιδήματος. Η θνητότητα του ενδοκρανιακού αποστήματος κυμαίνεται στις μεγάλες σειρές περί το 20%. Το αποτέλεσμα κρίνεται με κλινικά και ακτινολογικά δεδομένα και πάντα πρέπει να γίνεται επαναξιολόγηση μετά 20 συνεδρίες.

ΝΕΚΡΩΤΙΚΕΣ ΛΟΙΜΩΞΕΙΣ ΜΑΛΑΚΩΝ ΜΟΡΙΩΝ: Η ένδειξη αφορά στη νεκρωτική περιτονίτιδα και τη νόσο Fournier. Οι λοιμώξεις αυτές μπορεί να οφείλονται σε στελέχη στρεπτοκόκκων αλλά είναι συχνά πολυμικροβιακές και εκκινούν από τραυματικές συνήθως εστίες που δεν είναι πάντα

εμφανείς και πάντως είναι δυσανόλογα εμφανείς σε σχέση με τὰ φαινόμενα των γειτονικών ιστών που προσβάλλονται διαδοχικά. Αυτό οφείλεται στο ότι η δερματική και υποδόριος συμμετοχή είναι δευτερογενής από επέκταση από τις εν τω βάθει περιτονίες που είναι η κύρια εστία της λοίμωξης. Διαδράμουν ταχέως αν και όχι τόσο όσο οι κλωστηριδιακές λοιμώξεις. Λόγω της ομοιότητας με τις κλωστηριδιακές λοιμώξεις επικρατεί η άποψη ότι η υπερβαρική οξυγονοθεραπεία έχει θετική επίδραση στη νόσο, ωστόσο πρέπει να σημειωθεί ότι πολύ λιγότεροι συνολικά ασθενείς έχουν υποβληθεί στη μέθοδο σε σχέση με ασθενείς με κλωστηριδιακές λοιμώξεις και τὰ δεδομένα αν και ευνοϊκά είναι λιγότερα. Η θετική επίδραση της υπερβαρικής οξυγονοθεραπείας για την περίπτωση των νεκρωτικών λοιμώξεων των μαλακών μορίων οφείλεται στην αντιμετώπιση των ισχαιμικών φαινομένων όπως περιγράφεται και για το σύνδρομο διαμερίσματος, στην επαύξηση της δράσης των αντιβιοτικών και λιγότερο στην άμεση μικροβιοκτόνο δράση για τους συμμετέχοντες στις πολυμικροβιακές λοιμώξεις αναερόβιους ή μικροαερόφιλους (δυσνητικά αναερόβιους) μικροοργανισμούς. Οι συνεδρίες μπορούν να συνεχιστούν για τον κίνδυνο υποτροπής και η κατάσταση επαναξιολογείται μετά 30 συνεδρίες. (O'Brien et al 2005)

ΑΝΘΕΚΤΙΚΗ ΚΑΙ ΥΠΟΤΡΟΠΙΑΖΟΥΣΑ ΟΣΤΕΟΜΥΕΛΙΤΙΔΑ: Σε περιπτώσεις που η θεραπεία με αντιβιοτικά και χειρουργικό καθαρισμό ή αφαίρεση ξένων σωμάτων αποτυγχάνει να ελέγξει τη νόσο, η υπερβαρική οξυγονοθεραπεία έχει πειραματικά και κλινικά δείξει να βελτιώνει τὰ ποσοστά αποθεραπείας. Το υπόστρωμα της χρονιότητας θεωρείται ότι είναι η παραμονή μικρού αριθμού αριθμού μικροοργανισμών που αναζωπυρώνουν τη λοίμωξη και διαιωνίζουν τη φλεγμονώδη διαδικασία του οστίτη ιστού και του τοπικού ενδοθηλίου, λόγω της ανεπαρκούς παροχής οξυγόνου στην περιοχή που εξασθενίζει τους βασικούς ανοσολογικούς μηχανισμούς. Η χορήγηση υπερβαρικού οξυγόνου βοηθά μέσω των γνωστών μηχανισμών και επιπλέον έχει αποδειχθεί ότι ενισχύουν την αντιμικροβιακή δράση των αντιβιοτικών (αμινογλυκοσίδες, βανκομυκίνη, κινολόνες και άλλα) στο μέτρο που αυτή εξαρτάται από την παρουσία οξυγόνου. Η ένδειξη αφορά και την κακοήγη εξωτερική ωτίτιδα και οστεομυελίτιδα του ωτικού καναλιού και της βάσης του κρανίου που παρατηρείται στους διαβητικούς ασθενείς.

ΒΛΑΒΕΣ ΑΠΟ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ: Η χορήγηση μεγάλων δόσεων ακτινοβολίας μπορεί να οδηγήσει σε απώτερες επιπλοκές λόγω της αναπτυσσόμενης ενδαρτηρίτιδος που οδηγεί σε περιοχική υποξία. Η χορήγηση υπερβαρικής οξυγονοθεραπείας έχει βάση λόγω των γνωστών δράσεων. Η ένδειξη δεν

αφορά την εντατική θεραπεία αλλά συνοπτικά η χρήση της έχει γενικευθεί στην αντιμετώπιση και πρόληψη επιπλοκών κυρίως στα πλαίσια της θεραπείας του καρκίνου κεφαλής – τραχήλου (οστεοραδιονέκρωση γνάθου ή ραδιονέκρωση μαλακών μορίων τραχήλου). Αν και έχουν ανακοινωθεί ανταποκρίσεις και για άλλες βλάβες από ακτινοβολία, πρέπει να υπενθυμιστεί ότι η υπερβαρική οξυγονοθεραπεία δεν νοείται σαν χρόνια αγωγή παρά μόνο σαν συμπληρωματική αγωγή στα πλαίσια μιάς χρονικά περιορισμένης ενδείξεως. (Mortensen & Risby 2008)

ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗ ΜΟΣΧΕΥΜΑΤΩΝ-ΚΡΗΜΝΩΝ: Υπάρχουν ήδη τεκμηριωμένα αποτελέσματα για την αύξηση της επιβίωσης δερματικών μοσχευμάτων και κρημών σε περιπτώσεις που η επιτυχία της τοποθέτησης έχει ήδη φανεί ή κρίνεται εξ'αρχής ως αμφίβολη. Οι μηχανισμοί έχουν ήδη αναφερθεί.

ΘΕΡΜΙΚΟ ΕΓΚΑΥΜΑ: Η βάση για πρώιμη υπερβαρική οξυγονοθεραπεία είναι ότι η εγκαυματική βλάβη μεγιστοποιείται μετά 3-4 ημέρες από το αρχικό γεγονός με μηχανισμούς που αφορούν αγγειακή απόφραξη από ανάπτυξη θρόμβου στον πυρήνα της βλάβης, συνυπάρχουσες διαταραχές του ενδοθηλίου και οίδημα. Η εφαρμογή της μεθόδου υποστηρίζεται ότι σε θέση να μειώσει την έκταση της απαιτούμενης χειρουργικής θεραπείας επεμβαίνοντας στην παθοφυσιολογική διαδικασία καταστροφής των ιστών και επιπλέον να προστατέψει από την δευτερογενή βλάβη του πνεύμονα μειώνοντας την ανάγκη μηχανικού αερισμού, να επιβραδύνει το διάστημα νοσηλείας και τελικά να μειώσει το βαρύ κόστος αυτών των νοσηλειών όπως και την απότοκο αναπηρία. Ενδείξεις κατά τις ίδιες συστάσεις είναι η παρουσία εγκαυμάτων δευτέρου ή τρίτου βαθμού που εκτείνονται περαν του 20% της επιφάνειας σώματος, ή και σε μικρότερη έκταση όταν έχουν προσβληθεί ειδικές περιοχές όπως πρόσωπο, χέρια ή όσχεο. (Gesell & Laurie 2008)

Άλλες αναφερόμενες εφαρμογές περιλαμβάνουν:

- Τον αυτισμό
- Επισκληρίδια αποστήματα
- Ορισμένα είδη απώλειας της ακοής
- Πολλαπλή σκλήρυνση
- Επαγόμενη από ακτινοβολία αιμορραγική κυστίτιδα
- Φλεγμονώδης νόσος του εντέρου

➤ Ψωρίαση

(Bond 1999)

ΕΠΙΠΛΟΚΕΣ

Σε γενικές γραμμές η υπερβαρική οξυγονοθεραπεία θεωρείται ασφαλής με την υπάρχουσα τεχνολογία και με την αυστηρή προϋπόθεση ότι αποκλείονται σχολαστικά οι αντενδείξεις, πληρούνται τά μέτρα προστασίας του χώρου για τον κίνδυνο ανάφλεξης και χρησιμοποιείται κατάλληλος εξοπλισμός για τη χορήγηση φαρμάκων και τη μηχανική αναπνοή.

Η συχνότερη και η πιο επικίνδυνη επιπλοκή της υπερβαρικής θεραπείας είναι η πρόκληση πυρκαγιάς από την μεγάλη συγκέντρωση οξυγόνου στον αέρα. Ο κίνδυνος είναι σαφώς μικρότερος στους πολυπρόσωπους θαλάμους όπου ο εισπνεόμενος αέρας έχει ατμοσφαιρική σύσταση. Όταν συμβεί ατύχημα, οι πιθανότητες θανάτου είτε για τον ασθενή είτε για το προσωπικό είναι εξαιρετικά μεγάλες. Πάνω από 50 θάνατοι από πυρκαγιά έχουν αναφερθεί τά τελευταία 20 χρόνια στα πλαίσια χορήγησης υπερβαρικής οξυγονοθεραπείας. Όπως ήδη αναφέρθηκε, οτιδήποτε έχει κίνδυνο ανάφλεξης πρέπει να αποκλείεται από το χώρο. Ουσιαστικά το μόνο υλικό που επιτρέπεται είναι τά 100% βαμβακερά σεντόνια με τά οποία καλύπτεται ο ασθενής.

Οι υπόλοιπες επιπλοκές αφορούν: α) κρίσεις κλειστοφοβίας, β) παροδική μυωπία λόγω μεταβολής του σχήματος του φακού. Αναφέρεται μέχρι και στο 20% των ασθενών και η αποδρομή της μπορεί να διαρκέσει εβδομάδες, γ) φαινόμενα οφειλόμενα σε βαρότραυμα. Αυτά οφείλονται είτε σε αδυναμία εξίσωσης πιέσεων είτε σε έκπτυξη πεπιεσμένου παγιδευμένου αέρα. Συγκεκριμένα, στο ανώτερο αναπνευστικό μπορεί να παρουσιαστεί άλγος παραρινίων, ρήξη τυμπανικού υμένα ή οδονταλγία. Η ρήξη του τυμπανικού υμένα εμφανίζεται κατά τη συνεδρία, το δε άλγος των παραρινίων εμφανίζεται κατά τη φάση της αποσυμπίεσης λόγω της έκπτυξης του αέρα. Από τον πνεύμονα μπορεί να παρατηρηθεί πνευμοθώρακας υπό τάση ή εκτεταμένη παγίδευση αέρα, ειδικά σε ασθενείς που έχουν βρογχόσπασμο, δ) φαινόμενα οφειλόμενα σε τοξικότητα οξυγόνου που αφορούν το αναπνευστικό και το κεντρικό νευρικό και των οποίων η συχνότητα εμφάνισης έχει ελεγχθεί με την παρεμβολή διαστημάτων εισπνοής ατμοσφαιρικού αέρα κατά τη διάρκεια της συνεδρίας (περίπου 10 λεπτά κάθε 30 λεπτά). Συγκεκριμένα στον πνεύμονα εμφανίζονται οι γνωστές βλάβες από παρατεταμένη χορήγηση 100% οξυγόνου και τά πρόδρομα συμπτώματα είναι αυτά μιάστραχειοβρογχίτιδος (καύσος, βήχας) ενώ από τον εγκέφαλο

εμφανίζονται σπασμοί στο 1-2% των ασθενών με πρόδρομα της τοξικότητας συμπτώματα ζάλη, διαταραχές οράσεως ή παραισθησίες. Η παρουσία πυρετού αυξάνει σοβαρά την πιθανότητα σπασμών. Σε περίπτωση εμφάνισης σπασμών πρέπει να μειώνεται άμεσα η πυκνότητα του χορηγούμενου οξυγόνου, να χορηγείται αντιεπιληπτική αγωγή και ενδεχομένως να τερματίζεται η συνεδρία αφού όμως ελεγχθεί πρώτα το σπασμοδικό επεισόδιο και ε) νόσος εξ' αποσυμπιέσεως μπορεί να παρατηρηθεί όταν γίνει εσπευσμένα αποσυμπίεση σε πολλαπλό θάλαμο (η κατάσταση δεν μπορεί να αναπτυχθεί σε προϋπάρχουσες συνθήκες εισπνοής 100% οξυγόνου). Η αποσυμπίεση οφείλει να είναι βαθμιαία και σύμφωνη με τα υπάρχοντα πρωτόκολλα μείωσης των πιέσεων.

Τα τελευταία χρόνια η έρευνα στις εφαρμογές της υπερβαρικής οξυγονοθεραπείας σε συνδυασμό με την κλασική αγωγή επεκτείνεται σε διάφορα άλλα νοσήματα. Πρέπει να τονισθεί ότι η HBO θεραπεία είναι άλλο ένα βέλος στην φαρέτρα της Ιατρικής, η οποία συνδυάζεται πάντα με την κλασική αγωγή και σε καμία περίπτωση δεν την αντικαθιστά. (Ζαχαριάδης 2004)

3.7 ΠΑΡΕΝΕΡΓΕΙΕΣ ΤΗΣ ΥΠΕΡΒΑΡΙΚΗΣ ΟΞΥΓΟΝΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

Παρ' όλο που η Υπερβαρική Οξυγονοθεραπεία έχει θεραπευτικές ιδιότητες υπάρχουν ορισμένες καταστάσεις, στις οποίες μπορεί να έχει αρνητικές επιπτώσεις.

Πίνακας 3.1

Α. Από μεταβολές της ατμοσφαιρικής πίεσης	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Βαρότραυμα του μέσου ωτός, κόλπων προσώπου ➤ Ωτίτις ➤ Διαταραχές ακοής ➤ Βαρότραυμα του πνεύμονος
Β. Τοξικότητα από οξυγόνο	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Κεντρικό νευρικό σύστημα (Επιληπτικές κρίσεις) ➤ Πνεύμονες (διαταραχές αναπνευστικής λειτουργίας)

Γ. Άλλες	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Παροδική μυωπία ➤ Διαταραχές οπτικού πεδίου ➤ Κλειστοφοβία ➤ Υπογλυκαιμία σε διαβητικούς
Δ. Κίνδυνος πυρκαγιάς	

(Πολυχρονίδης 2004)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

4.1 ΥΠΕΡΒΑΡΙΚΗ-ΚΑΤΑΔΥΤΙΚΗ ΝΟΣΗΛΕΥΤΙΚΗ

4.1.1 Εισαγωγή

Η εξειδίκευση της Υπερβαρικής Νοσηλευτικής είναι απόλυτα συνυφασμένη με την εξέλιξη των καταδύσεων και την ανάπτυξη της Καταδυτικής Ιατρικής. Για πρώτη φορά αναγνωρίστηκε το 1985 διεθνώς. Στόχος της Υπερβαρικής Νοσηλευτικής είναι η άριστη ολιστική νοσηλευτική φροντίδα που περιλαμβάνει την πρόληψη, την νοσηλεία και την θεραπεία του ασθενούς με διαδικασίες διδασκαλίας και επικοινωνίας, που αφορούν όχι μόνο τον ίδιο τον ασθενή αλλά και το άμεσο οικογενειακό του περιβάλλον.

4.1.2 ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ ΕΠΙΣΤΡΟΦΗΣ ΥΠΕΡΒΑΡΙΚΩΝ ΘΑΛΑΜΩΝ

Ο νοσηλευτής ο οποίος θα θελήσει να ασχοληθεί με τον ιδιαίτερο αυτόν κλάδο της νοσηλευτικής θα πρέπει αρχικά να έχει εξειδικευτεί. Αλλά φυσικά κάνοντας την εξειδίκευση δεν θα είναι παρόλα αυτά έτοιμος, θα χρειαστεί συστηματική εκπαίδευση αλλά και την ανάλογη κλινική

εμπειρία για να μπορέσει να αντεπεξέλθει σε ένα περιβάλλον το οποίο θα είναι συνεχώς μεταβαλλόμενο.

Τα προσόντα τα οποία θα πρέπει να έχει ένας νοσηλευτής ο οποίος θα θελήσει να επανδρώσει τους Καταδυτικούς- Υπερβαρικούς χώρους, είναι πρωταρχικά να βρίσκεται σε καλή φυσική κατάσταση, και αυτό γιατί οι συνθήκες που διέπουν μια κατάδυση είναι ιδιαίτερες. Φυσικά υπάρχει και η πιθανότητα να απορριφθεί κάποιος που δεν πληροί τα κριτήρια και αυτό γιατί υπάρχουν αντενδείξεις, αποκλείοντας άτομα με συγκεκριμένα παθολογικά ευρήματα. Ένα εξίσου σημαντικό κριτήριο είναι η επιτυχής αποφοίτηση του νοσηλευτή από το σχολείο Καταδυτικής-Υπερβαρικής αλλά και από το σχολείο Αυτοδυτών. Στόχος είναι ο νοσηλευτής να αποκομίσει γνώσεις αλλά και εμπειρίες.

Έχοντας αποκτήσει τις απαραίτητες γνώσεις, το επόμενο βήμα είναι η ένταξή του στον υπερβαρικό θάλαμο. Για να μπορέσει να χαρακτηριστεί ως εσωτερικός συνοδός θα πρέπει να έχει την κατάλληλη εμπειρία και γνώση του αντικειμένου, και να μπορέσει να επέμβει άμεσα στον ασθενή σε περίπτωση επιπλοκών. Παράλληλη αρμοδιότητά του είναι αυτή του εξωτερικού συνοδού, όπου θα χρειαστεί να έχει κριτική σκέψη αλλά και να προλαμβάνει τα γεγονότα.

Όλα όσα αναφέρθηκαν παραπάνω καθιστούν απαραίτητη την τριετή κλινική εμπειρία του προσωπικού και την μονοετή εξειδίκευσή του σε Μονάδα Εντατικής Θεραπείας.

Η υπερβαρική οξυγονοθεραπεία δεν είναι μια περιορισμένη θεραπεία, είναι κάτι που μπορεί να χρειαστεί ο οποιοσδήποτε και σε οποιαδήποτε ηλικία, για αυτό ο νοσηλευτής της βαρομετρικής θα πρέπει να έχει Παιδιατρική ή Χειρουργική ειδικότητα.

Αυτό που πρέπει να επιτευχθεί είναι μια ολιστική νοσηλευτική φροντίδα. Μέσα σε αυτό εντάσσεται η επικοινωνία του νοσηλευτή με τους ασθενείς, και φυσικά μέσα στην σωστή επικοινωνία εντάσσεται η συνεργασία του νοσηλευτή με τους συναδέλφους του, η γενικότερη συνεργασία των κλινικών μεταξύ τους αλλά και με τα άλλα δημόσια και ιδιωτικά νοσηλευτικά ιδρύματα.

Το συμπέρασμα που βγαίνει από όλα τα παραπάνω είναι ότι ο ρόλος του νοσηλευτή που εμπλέκεται με την εξάσκηση της Υπερβαρικής Νοσηλευτικής είναι πολυπαραγοντικός και συνίσταται στην κλινική και ερευνητική νοσηλευτική διεργασία.

Ένας από τους ρόλους του νοσηλευτή είναι και η πρόληψη η οποία περιλαμβάνει την λεπτομερή λήψη του ιστορικού, την ξενάγηση στον χώρο, την σωστή ενημέρωση του για την

δράση του υπερβαρικού οξυγόνου, τις μεταβολές της πίεσεως-θερμοκρασίας-όγκου την διαδικασία και τον τρόπο εξίσωσης. (Γαϊτάνου 2004α)

4.1.3 ΚΑΘΗΚΟΝΤΑ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ-ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΣΥΝΟΔΟΥ

4.1.3α Εξωτερικός συνοδός

- Φροντίδα βαρέων πασχόντων, αν χρειάζεται μηχανική υποστήριξη αναπνευστικού συστήματος και σωστό αερισμό. Είναι υπεύθυνοι για την διεργασία της διασωληνώσεως, όπου αναλαμβάνεται από ειδικό αναισθησιολόγο γιατρό.
- Εύρεση φλεβικής γραμμής για άμεση χορήγηση υγρών.
- Λήψη ζωτικών σημείων.
- Έλεγχος του επιπέδου συνειδήσεως .
- Μέτρηση κλίμακας Γλασκώβης- Αδρά νευρολογική εκτίμηση.
- Καθετηριασμός ουροδόχου κύστεως για έλεγχο διούρησης.
- Μέτρηση προσλαμβανόμενων- αποβαλλόμενων υγρών.
- Φαρμακευτική αγωγή.
- Ακτινογραφία θώρακος και λήψη ηλεκτροκαρδιογράμματος.
- Μικροβιολογικές εξετάσεις και λήψη αερίων αίματος.
- Καταγραφή όλων των στοιχείων του ασθενούς στο ειδικό έντυπο του Τμήματος Υπερβαρικής Ιατρικής.

(Kindwall & Whelan 1999)

4.1.3β Εσωτερικός συνοδός

- Εξέταση του ασθενούς πριν την είσοδο του στο θάλαμο μαζί με τον ιατρό προσέχοντας ιδιαίτερα την κλινική συμπτωματολογία για να μπορούν να

αναφέρουν και να συγκρίνουν τυχόν αλλαγές της κλινικής εικόνας του ασθενούς.

- Κατά την αρχική συμπίεση, υπενθυμίζει στον ασθενή τη διαδικασία του χειρισμού valsava καθώς και άλλων εναλλακτικών χειρισμών και προσέχουν για την αποφυγή ωτικών βαροτραυμάτων.
- Θέση ασθενούς οριζόντια με ελαφρά ανύψωση της κεφαλής.
- Διατήρηση επαρκούς αερισμού-οξυγόνωσης. Αποφυγή εισρόφησης.
- Σύνδεση με monitor και συχνή λήψη και έλεγχο ζωτικών λειτουργιών.
- Έλεγχος αιμοδυναμικής κατάστασης. Μέτρηση αερίων αίματος.
- Έλεγχος επιπέδου συνειδήσεως, νευρολογική επανεκτίμηση και αναφορά οποιασδήποτε αλλαγής στον εξωτερικό συνοδό και στον ιατρό.
- Διατήρηση σταθερής θερμοκρασίας του ασθενούς, λόγω μεταβολών των παραμέτρων του υπερβαρικού χώρου.
- Παρακολούθηση και επαγρύπνηση για εμφάνιση σημείων ενδεικτικών για τοξικότητα οξυγόνου από το Κεντρικό Νευρικό Σύστημα όπως:
 - Διαταραχές οράσεως, σωληνωτική όραση, αμβλυωπία.
 - Διαταραχές ακοής, ίλιγγος, ζάλη.
 - Ναυτία και πιθανόν έμετοι.
 - Μυϊκές συσπάσεις στο πρόσωπο (χείλη) και στα χέρια.
 - Μυοκλωνικά τινάγματα-σπασμοί.
 - Αλλαγή συμπεριφοράς, άγχος, ανησυχία, σύγχυση, κόπωση

(James 1993)



ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΣΥΝΟΔΟΥ

Παράλληλα με την φροντίδα του ασθενή θα πρέπει να δίνεται και ιδιαίτερη προσοχή και βαρύτητα στην ασφάλεια του εσωτερικού συνοδού.

- Καλή ενυδάτωση.
- Τήρηση πινάκων αποσυμπίεσης.
- Προσοχή για εμφάνιση συμπτωμάτων νόσου δυτών τύπο I, II, βαροτραύματος ωτός, εμβολή αέρα.

Παρόλα αυτά θα πρέπει να αναφερθεί και η προσωπική ευθύνη του εσωτερικού συνοδού, η οποία έγκειται στην γνώση και στην αποφυγή προδιαθεσικών παραγόντων που επιβαρύνουν μια κατάδυση, όπως:

- Αϋπνία-κόπωση

- Κακή ψυχολογία
- Λήψη αλκοό.
- Χρήση αντισυλληπτικών
- Πιθανότητα εγκυμοσύνης

Η στελέχωση ενός Καταδυτικού – Υπερβαρικού χώρου είναι μια δύσκολη και πολυετής διαδικασία που απαιτεί γνώσεις εμπειρία και κυρίως αφοσίωση στο δύσκολο αυτό έργο. Όσα αναφέρθηκαν παραπάνω ήταν ένα δείγμα των όσων πρέπει να κάνει ένας νοσηλευτής για να ακολουθήσει αυτόν τον κλάδο. (Γαϊτάνου 2004β)

ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΚΑΤΑΔΥΣΕΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Η θεματική ενότητα της κατάδυσης έχει ως στόχο να επισημάνει τον υποβρύχιο πλούτο της Ελλάδος και τις δυνατότητες και προοπτικές για την προσέλκυση της διεθνούς καταδυτικής αγοράς, και να αναδείξει τις καταδύσεις αναψυχής ως πρόσθετο τουριστικό προϊόν για την Ελλάδα.

Το συγκεκριμένο επάγγελμα και οι επιμέρους ειδικότητες έχουν αυξητικές τάσεις τα τελευταία χρόνια με την άνοδο της ναυτιλίας, των ιχθυοπαραγωγικών μονάδων, με την κατασκευή λιμένων και υποβρύχιων αγωγών και τις ανάγκες του Στρατιωτικού και Δημόσιου τομέα στο χώρο αυτό.

Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση των θέσεων εργασίας των Καταδυτικών-Υπερβαρικών γιατρών καθώς και νοσηλευτών. Η εκπαιδευτική δραστηριότητα του τμήματος Υπερβαρικής Ιατρικής αποτελεί σημαντικό στόχο και έργο του ιατρονοσηλευτικού προσωπικού της μονάδας, και έγκειται στην οργάνωση και υλοποίηση του σχολείου Καταδυτικής Νοσηλευτικής (με συμμετοχή από την Ελλάδα και την Κύπρο), του σχολείου Επιμορφώσεως Υπαξιωματικών Νοσοκόμων και στην διδασκαλία του αντικειμένου στην σχολή Αξιωματικών Νοσηλευτικής. Επίσης ενεργή είναι η συμμετοχή στα συνεχιζόμενα κλινικά ενδονοσοκομειακά προγράμματα, καθώς και σε πανελλήνια και διεθνή συνέδρια και ημερίδες. (Γαϊτάνου 2004γ)

Ο αριθμός των νέων επαγγελματιών αυτοδυτών που αποφοιτούν από όποιας μορφής σχολές συνεχώς αυξάνει και παραλληλα αυξάνονται και οι θέσεις εργασίας.

Οι προοπτικές φαίνεται να είναι αισιόδοξες για το συγκεκριμένο επαγγελματικό χώρο. Η ιδιαιτερότητα του επαγγέλματος το κάνει μη προσιτό για τους πολλούς, από την άλλη με την

ανάπτυξη του τουρισμού της ναυτιλίας και του Yachting, όπως και της ιχθυοκαλλιέργειας ανεβάζει την ζήτηση αυτοδυτών.(Συμεωνίδης 2000)

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΑΝΑΔΕΙΞΗΣ ΤΟΥ ΚΑΤΑΔΥΤΙΚΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΤΟΥΡΙΣΜΟΥ

Οι καταδυτικές δραστηριότητες αποτελούν πόλο έλξης «απαιτητικών» τουριστών, υψηλού οικονομικού επιπέδου, συνεπώς μια τέτοια δραστηριότητα μπορεί να ωθήσει την πολιτεία και όλους μας για τη βελτίωση και άλλων παρεχόμενων υπηρεσιών και απαραίτητων υποδομών με γνώμονα πάντα την βιώσιμη ανάπτυξη και τη μείωση του περιβαλλοντικού κόστους.

- Εκπαίδευση και ευαισθητοποίηση τουριστών αυτοδυτών για τον θαλάσσιο υποβρύχιο κόσμο.
- Μερική απαγόρευση της αλιείας, για την ανάκαμψη της θαλάσσιας ζωής
- Δημιουργία κατάλληλων υποδομών που θα αναδείξουν, αλλά και θα καλύψουν και τις απαραίτητες ανάγκες των τουριστών –δυτών στον τόπο διαμονής
- Προώθηση τουριστικών επενδύσεων με την δημιουργία πρότυπων τουριστικών καταδυτικών θέρετρων
- Δημιουργία νέων θέσεων εργασίας.
- Αναβάθμιση και εκσυγχρονισμό της τουριστικής εκπαίδευσης, με ένταξη νέων ειδικοτήσεων και σχολών, καθώς και της σύστασης επιτροπής για τον εκσυγχρονισμό του πλαισίου τουριστικής κατάρτισης και εκπαίδευσης. (Χαλκέας 2009)

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω ο κλάδος της Καταδυτικής- Υπερβαρικής νοσηλευτικής έχει αναπτυχθεί αισθητά. Αυτό φαίνεται από την δημιουργία και άλλων νοσοκομείων με υπερβαρικούς θαλάμους σε διάφορα μέρη της Ελλάδος πέρα από τα μεγάλα αστικά κέντρα, με αποτέλεσμα να μειωθούν αρκετά τα ποσοστά θνησιμότητας στο κλάδο της κατάδυσης.

Γενικότερα η Υπερβαρική Οξυγονοθεραπεία είναι αναπόσπαστο τμήμα της ιατρικής πρακτικής με σκοπό την αντιμετώπιση αρκετών ασθενειών. Είναι η βασική θεραπεία για την νόσο εξ' αποσυμπιέσεως (νόσος των δυτών) και για την εμβολή αέρα. Εναλλακτικά όμως, θεωρείται συμπληρωματική θεραπεία για πολλές άλλες ασθένειες (αυτισμός, ψωρίαση, πολλαπλή σκλήρυνση κ.α) και πιο συγκεκριμένα όπου υπάρχει η υποψία ότι συμμετέχουν μηχανισμοί τοπικής ισχαιμίας.

Σχετικά με τον κλάδο της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης εκτός από τις προϋπάρχουσες ειδικότητες θα πρέπει να ενταχθεί και η Καταδυτική- Υπερβαρική νοσηλευτική. Για να ενταχθεί ο κλάδος αυτός θα πρέπει πρωτίστως να υπάρξει ενημέρωση των φοιτητών από τους εκπαιδευτικούς καθώς και άμα είναι εφικτή η επίσκεψη σε νοσοκομεία που διαθέτουν υπερβαρικούς θαλάμους. Με τον τρόπο αυτόν ο φοιτητής θα αποκτήσει μια ολοκληρωμένη εικόνα του έργου που επιτελείται ώστε εάν θελήσει αργότερα να ακολουθήσουν τον συγκεκριμένο κλάδο. Τέλος, η ανάπτυξη των ερευνητικών μελετών σε συνδυασμό με την πρακτική εφαρμογή θα προάγει την εξέλιξη της Υπερβαρικής Οξυγονοθεραπείας ως εναλλακτική θεραπεία.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η θάλασσα από αρχαιοτάτων χρόνων προσέγγιζε το ανθρώπινο ενδιαφέρον, με αποτέλεσμα να υπάρχει έλξη προς τις καταδυτικές δραστηριότητες. Ανάλογα με τον σκοπό του δύτη η κατάδυση χωρίζεται σε πέντε είδη, από τα οποία τα πιο βασικά είναι η αυτόνομη και ελεύθερη.

Για μια ασφαλή κατάδυση θα πρέπει ο καταδυόμενος να κατανοήσει επαρκώς τους νόμους των αερίων καθώς και την φυσιολογία του κυκλοφορικού και του αναπνευστικού συστήματος σε υποβρύχιες συνθήκες. Αρχικά, με βάση τη φυσιολογία της κατάδυσης υπάρχουν κάποιες παθήσεις που σχετίζονται με τα παραπάνω συστήματα. Δυο βασικά στοιχεία που θα πρέπει να διαθέτει ο καταδυόμενος είναι η γνώση και η πρόληψη αλλά μερικές φορές η ύπαρξη καταδυτικού ατυχήματος είναι αναπόφευκτη. Ο ανθρώπινος και περιβαλλοντολογικός παράγων καθώς και ο εξοπλισμός του δύτη είναι τρεις από τους βασικούς παράγοντες πρόκλησης καταδυτικού ατυχήματος. Τα δυο πιο συχνά ατυχήματα είναι η νόσος των δυτών καθώς και η εμβολή αέρα και η κύρια θεραπεία τους είναι η Υπερβαρική Οξυγονοθεραπεία, δηλαδή η χορήγηση 100% οξυγόνου σε περιβάλλον μεγαλύτερο της 1atm. Όσον αφορά τις δράσεις της Οξυγονοθεραπείας βασικότερη είναι η υπεροξυγόνωση, δηλαδή η αύξηση της ποσότητας του οξυγόνου στο αρτηριακό αίμα. Η συγκεκριμένη θεραπεία μπορεί να λειτουργήσει ως συμπληρωματική θεραπεία σε άλλες παθήσεις. Όπως και άλλες θεραπείες έτσι και αυτή δεν ενδείκνυται σε όλες τις ομάδες των ανθρώπων, παρόλα αυτά σε περίπτωση χορήγησης υπερβαρικού οξυγόνου υπάρχει πιθανότητα να δημιουργηθούν παρενέργειες αλλά και επιπλοκές.

Συνοψίζοντας, η Υπερβαρική Οξυγονοθεραπεία βελτιστοποιεί την δράση της θεραπευτικής αγωγής περιορίζοντας την έκταση της βλάβης και επιταχύνοντας την επούλωση και την ίαση και λειτουργεί όπως προαναφέραμε κυρίως ως συμπληρωματική θεραπεία.

Σχετικά με την επάνδρωση των υπερβαρικών θαλάμων βασικό κριτήριο είναι οι γνώσεις και η κατάλληλη εμπειρία καθώς και η επιτυχής αποφοίτηση από το σχολείο Υπερβαρικής νοσηλευτικής και από το σχολείο Αυτοδυτών.

Συμπερασματικά, η ορθή τήρηση των κανόνων ασφαλείας πριν, κατά την διάρκεια και μετά την κατάδυση αποτελεί το σημαντικότερο μέτρο για την μείωση της συχνότητας των καταδυτικών ατυχημάτων. Η κατάλληλη ενημέρωση του ιατρικού κόσμου, η σωστή και έγκαιρη παροχή πρώτων βοηθειών και η άμεση μεταφορά για θεραπεία σε θάλαμο επανασυμπίεσης συμβάλει δραστικά στην καλύτερη πρόγνωση των νόσων που αποφέρουν τα καταδυτικά ατυχήματα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ανδρεάδης, Κ. (2002). Εγχειρίδιο για την υποβρύχια ξενάγηση. Εκδόσεις "Εκδοτικός Οίκος Αφοί Κυριακίδη Α.Ε.", σελ.106-113
2. Γαϊτάνου, Κ. (Ιούνιος 2004α). Εγχειρίδιο Καταδυτικής Ιατρικής. Προϋποθέσεις επάνδρωσης Υπερβαρικών θαλάμων, σελ. 196
3. Γαϊτάνου, Κ. (Ιούνιος 2004β). Εγχειρίδιο Καταδυτικής Ιατρικής. Ασφάλεια εσωτερικού συνοδού, σελ. 198
4. Γαϊτάνου, Κ. (Ιούνιος 2004γ). Εγχειρίδιο Καταδυτικής Ιατρικής. Προοπτικές καταδύσεων στην Ελλάδα, σελ 197
5. Γαϊτάνου, Κ. (1999). Αναγκαιότητα ύπαρξης της Καταδυτικής- Υπερβαρικής νοσηλευτικής. Αθήνα. Πρακτικά δεύτερου σεμιναρίου εντατικής νοσηλείας- Ισοβαρική και Υπερβαρική Οξυγονοθεραπεία.
6. Δεληγιάννης, Φ., Πεχλιβανίδης, Γ., Μπεσμέρτης, & Πολυχρονίδης, Ι. (1993). Σημειώσεις Καταδυτικής Ιατρικής, Ναυτικό Νοσοκομείο Αθηνών.
7. Δετοράκης, Ι. (2000). Ο Κατακτητής του Απέραντου Γαλάζιου. "Η ιστορία και οι περιπέτειες του μεγαλύτερου ελεύθερου δύτη του Στάθη Χατζή", σελ.17-36: Η ιστορία της ελεύθερης κατάδυσης. Έκδοση Ι. Δετοράκης.
8. Δετοράκης, Ι. (2010). Φυσιολογία της Ελεύθερης Κατάδυσης, 2η Έκδοση, Δετοράκης Ι., ψηφιακό βιβλίο(e-book)
9. Διονυσιώτης, Ι. (2009). Η νόσος των δυτών – Ο θάλαμος αποσυμπίεσης. Διαθέσιμο: <http://www.medreha.com/2011/09/i-nosos-ton-diton%E2%80%93thalamos-aposympi/>
10. Ευθυμίου, Χ. (2010). Καταδυτικό ατύχημα και "χαμένος χρόνος". [Πρόσβαση]. (Αναρτήθηκε Σεπτέμβριος 2010). Διαθέσιμο: http://christos-efthymiou.blogspot.gr/2011/05/blog-post_7562.html
11. Ζαχαριάδης, Β.Π., Κωτιλέας, Π., Παπασταύρου, Θ. & Αναστασιάδης, Ν. (2004). Στοιχεία Καταδυτικής Φυσιολογίας, Εκπαιδευτικό Εγχειρίδιο ΕΟΥΔΑΑΤΚ.
12. Ιορδανίδης, Θ. (2005). Η νόσος των δυτών. Αθήνα

13. Κανόνες Ασφάλειας Μονάδων Υπερβαρικής Ιατρικής. (1999). Αρ. 4 της 150^{ης} του Κ.Ε.Σ.Υ.
14. Λιανός, Π. (2011). Η νόσος των δυτών στην Ελεύθερη Κατάδυση. [Πρόσβαση]. (Αναρτήθηκε 3 Αυγούστου 2011). Διαθέσιμο: www.e-bluemagazine.com
15. Μαράκης Σ. (2013). Πρόληψη καταδυτικών ατυχημάτων. [Πρόσβαση]. (Αναρτήθηκε 5 Μαΐου 2013). Διαθέσιμο: <http://medicaltime.gr>
16. Μαράκης, Σ., Κικεμένη – Ξυδέα, & Μακρόπουλος, Β. (Σεπτέμβριος 2012). Προστασία της υγείας και ασφάλειας του επαγγελματία δύτη. Υγεία & Εργασία 3(3): 35-76
17. Μαρβάκη, Χ. & Κοτανίδου, Α. (2008α). Επείγουσα Νοσηλευτική, Αθήνα, Ελλην Γ. Παρίκος & ΣΙΑ Ε.Ε., Αντενδείξεις Καταδύσεων, σελ.207
18. Μαρβάκη, Χ. & Κοτανίδου, Α. (2008β). Επείγουσα Νοσηλευτική, Αθήνα, Ελλην Γ. Παρίκος & ΣΙΑ Ε.Ε., Μονόχωροι Θάλαμοι, σελ. 201
19. Μαύρος, Β. (2003). «Ασυμπτωματικές φυσαλίδες», Περιοδικό Greek Diver, τεύχος Νο 36
20. Μπεσμέρτης, Λ. (2001). Καταδυτικά Ατυχήματα στην Ελλάδα, Πρακτικά 4^{ου} Συμπόσιου Καταδυτικής και Υπερβαρικής Ιατρικής. Αθήνα.
21. Μπίσιας, Χ. (Ιούνιος 2004). Α' Βοήθειες σε Καταδυτικά Ατυχήματα, σελ. 160-162
22. Νιζάμης, Κ.(2008). «Το βιβλίο της τεχνικής κατάδυσης», ESDA, σελ. 67-73
23. Παπαρηγοράκης, Μ.Ε. (2002). Ο υποβρύχιος άνθρωπος : Μια πλήρη σπουδή των καταδύσεων / Μανώλη Ε. Παπαρηγοράκη. 8η έκδ. Αθήνα : Χριστάκης.
24. Πεχλιβανίδης, Γ. (Ιούνιος 2004). Φυσική Καταδύσεων, σελ.22-24
25. Πολεμικό Ναυτικό. (2000α). Σχολείο Βασικής Εκπαιδύσεως Υ/ΚΤ. Νόμοι Αερίων, σελ. 11-14

26. Πολεμικό Ναυτικό. (2000β). Σχολείο Βασικής Εκπαιδύσεως Υ/ΚΤ. Υπερκαπνία, σελ. 53
27. Πολεμικό Ναυτικό. (2000γ). Σχολείο Βασικής Εκπαιδύσεως Υ/ΚΤ. DCS Τύπου 1, σελ. 33
28. Πολεμικό Ναυτικό. (2000γ). Σχολείο Βασικής Εκπαιδύσεως Υ/ΚΤ. Υπερδιάταση Πνέμονα, σελ. 27
29. Πολυχρονίδης, Ι. (Ιούνιος 2004). Ιστορική Εξέλιξη Της Υπερβαρικής Οξυγονοθεραπείας σελ.179-180.Ενδείξεις και Παρενέργειες της Υπερβαρικής Οξυγονοθεραπείας,σελ.181-183
30. Πολυχρονίδης, Ι. (Ιούνιος 2004α). Εγχειρίδιο Καταδυτικής Ιατρικής. Είδη Καταδύσεων, σελ. 8-11
31. Πολυχρονίδης, Ι. (Ιούνιος 2004β). Εγχειρίδιο Καταδυτικής Ιατρικής. Διαταραχές απο έμμεση επίδραση μεταβολής της πίεσης, σελ. 54
32. Πολυχρονίδης, Ι. (Ιούνιος 2004γ). Εγχειρίδιο Καταδυτικής Ιατρικής. Η Νόσος των Δυτών, σελ. 70
33. Πολυχρονίδης, Ι. (Ιούνιος 2004δ). Εγχειρίδιο Καταδυτικής Ιατρικής. Ίλιγγος κατά την ανάδυση, σελ. 84-86
34. Πολυχρονίδης, Ι. (Ιούνιος 2004ε). Εγχειρίδιο Καταδυτικής Ιατρικής. Ενδείξεις Υπερβαρικής Οξυγονοθεραπείας, σελ. 181
35. Συμεωνίδης, Ν. (2004). Αυτόνομη Κατάδυση, Εκδόσεις "Περιοδικό Βυθός".
36. Συμεωνίδης, Ν. (2000). «Αυτόνομη κατάδυση», Εκδόσεις Άκμον.
37. Τασιαδάμης, Π. (2009). Τι είναι αυτόνομη κατάδυση και γιατί πρέπει να εκπαιδευτώ για αυτήν. Υδροναύτες. Greek Divers Magazinο. [Πρόσβαση]. Διαθέσιμο <http://www.greekdivers.com/mag/>
38. Τερζής, Φ. (2004α). Εγχειρίδιο Καταδυτικής Ιατρικής. Ίλιγγος στην Κατάδυση σελ. 84
39. Τερζής, Φ. (2004β). Εγχειρίδιο Καταδυτικής Ιατρικής. Βλάβες του αυτιού και παραρρινίων κόλπων στην κατάδυση σελ 86
40. Τζιακάς, Δ.Ν., Στάκος, Δ.Α. & Χατσέρας, Δ.Ι. (2005). Περιοδικό «Καρδιά και Αγγεία», Φυσιολογία και παθοφυσιολογία του κυκλοφορικού

συστήματος στην κατάδυση - συνήθη καρδιολογικά προβλήματα και καταδύσεις.

41. Χαλκέας, Α. (2009). Η κατάδυση στην Ελλάδα σήμερα - Προοπτικές ανάπτυξης για το μέλλον . [Πρόσβαση]. (Αναρτήθηκε 13 Ιουλίου 2009). Διαθέσιμο: <http://traveldailynews.gr/columns/article/1779>

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Alfandre, H.J. (1997). Aerotitis Media in submarine recruits. US Navy Submarine Medical Center Research Report.
2. Arieli, R., Yalov, A. & Goldenshluger, A. (2002). Modeling pulmonary and CNS O₂ toxicity and estimation of parameters for humans, *J. Appl Physiology* 92:248–256
3. Bardin, H., Lambertsen, C.J. (2001). A quantitative method for calculating cumulative pulmonary oxygen toxicity: Use of the unit pulmonary toxicity dose (UPTD). Philadelphia, Institute for Environmental Medicine, University of Pennsylvania.
4. Barford, C. (2013). Decompression sickness. [Online]. (Updated 27.09.2013). Available at: http://www.netdoctor.co.uk/travel/diseases/decompression_sickness.htm
5. Bennett, M., Kranke, P., Wiedmann, I. & Debus, S. (2004). In: Kranke, Peter. ed. "Hyperbaric oxygen therapy for chronic wounds".
6. Bennett, P.E & Moon, R.E. (1998). Diving Accident Management, 41st Undersea and Hyperbaric Medical Society Workshop.
7. Bond, G.F. (1999). Arterial gas embolism. In: Hyperbaric Oxygen Therapy. Davis J.C., Hunt T.K., eds. Bethesda, MD. UHMS, pp. 141-152

8. Bove, A.A. & Daves JC. (1990). *Diving Medicine*, E.B. Saunders Company, ed. 2nd
9. Bove, A.A. (2000). Risk of decompression sickness with patent foramen oval. ed. 1998. *Undersea Hyper Med* 25:175–178.
10. Cable, G.G., Keebler, T. & Wilson, G. (2000). Pulmonary cyst and cerebral arterial gas embolism in a hypobaric chamber: *Aviate Space Environ Med*, 71:172–176.
11. Collier, C.R., Dail, C.W. & Affeldt, J.E. Mechanics of glossopharyngeal breathing. In: *J. Appl Physiology*, 1996, 8: 580-584,
12. Dahlback, G.O. & Lundgren, CEG. Dynamic factors in pulmonary air-trapping during immersion. *J Appl Physiol* 9: 247–250.
13. Davis, J.C., Dunn, J.M. & Heinbach, R.D. (1999). Hyperbaric Medicine: Patient selection, treatment procedures, and side effects. In: Davis JC. , Hunt TK., eds. *Problem wounds: The role of oxygen*. Nyotk, Elsevier, pp. 225-235
14. Davis, P., Piantadosi, C.A. & Moon, R.E. (1996). Saturation treatment of decompression illness in a hospital based hyperbaric facility. In Moon RE, Sheffield PJ (eds): *Treatment of Decompression Illness*, p. 294–307.
15. Dick, A.P.K. & Massy, E.W. (1985). Neurologic presentation of decompression sickness and arterial gas embolism in sport divers. *Neurology* 35:667–671.
16. Divers Alert Network. Report on Decompression Illness, Diving Fatalities and Project Dive Exploration, ed. 2005. Durham, North Carolina, US: Divers Alert Network
17. Dunford, R. et al. (2000). DCS risk and Doppler bubbles in sport divers. *Undersea Biomed Res* 20(Supply):127, 1993. Editorial: discussion of risk of scuba diving in individuals with allergic and respiratory diseases. *J Allergy\clin. Immunol.* 96: 871-873.

18. Dunford, H. (1997). RG Pulmonary edema in scuba divers Undersea Hyberb Med: 24(1):29-33
19. Evans, D.E. & Korbrine, A. (2002). P.K. Effects of cerebral air embolism. Stroke 12:338–344
20. Fagan, P., McKenzie, B. & Edmonds, E. (2005). Sinus barotraumas in divers. An Otorhinolaryngology. 85:61–64.
21. Fernau J.L., Hirsch B.E., et al. (1998). Hyperbaric Oxygen Therapy: Effect on middle and Eustachian tube function. Laryngoscope 102: 48-52.
22. Ferrigno, M. & Lundgren, CEG. (2003). Breath-Hold Diving. In: Bennett and Elliott's Physiology and Medicine of Diving, edited by Brubakk AO., and Neuman T., New York: Saunders, p. 153-180
23. Ferrigno, M., & Lundgren, CEG. (2004). Human Breath-Hold Diving. In: The Lung at Depth, ed. by Lundgren, CEG & Miller, J.N. & Marcel, Dekker, Inc., 1999, p.529-585.
24. Freeman, P. & Edmonds, C. Inner ear barotrauma. Arch Otolaryngology 95:556–563.
25. Gabb, G. & Robin, E. (2005). Hyperbaric Oxygen:A Therapy in search of diseases.
26. Gesell & Laurie B. (2008). Hyperbaric Oxygen Therapy Indications. The Hyperbaric Oxygen Therapy Committee Report, ed. 12th. Durham, NC: Undersea and Hyperbaric Medical Society.
27. Gill, A.L. & Bell, C.N. (2004). Hyperbaric oxygen: its uses, mechanism of action and outcomes. Q. J. Med: 385-395.
28. Haldane, J. (2007). The action of carbonic oxide on man. J. Physiology 18:430–462. Jorgensen T.B., Sorensen A.M. & Jansen EC. "Iatrogenic systemic air embolism treated with hyperbaric oxygen therapy". Acta Anaesthesiol Scand, April 2008, 52 (4): 566–568.

29. James, P. (1993). "First Aid and Paramedical Training of diving personell" , Medical Training for Diving Course, Scotland, pp 1-10
30. Kindwall, E. (1994). "A History of Hyperbaric Medicine". In: E. Kidwall (ed.) "Hyperbaric Medicine Practice" , Best Publ. Co., USA
31. Kindwall, E. & Whelan, H. (1999). "Hyperbaric Nursing" In: Hyperbaric Medicine, p: 377-392
32. Leech, R.M., Rees, P.J. & Wilmshurst, P. (1998). ABC of Oxygen: Hyperbaric oxygen Therapy B.M.J., 317:1140-1143.
33. Leifer, G. (2006). Hyperbaric Oxygen Therapy. August 2001; 101(8):26-34.
34. Lin, Y.C. & Hong, S.K. (1996). Hyperbaria: breath-hold diving. In: Handbook of Physiology, Environmental Physiology. Bethesda, MD: Am. Physiol. Soc., chapt. 42, p. 979-995.
35. Lindholm, P., Pollock, N.W. & Lundgren, CEG. (2006). Breath-hold diving. Proceedings of the Undersea and Hyperbaric Medical Society/Divers Alert Network 2006 June 20–21 Workshop.
36. Marroni, A. (1999). Recreational diving safety. Medical assessment of fitness to dive, ed. DH Elliot. Biomedical Seminary, UK, p. 40-43.
37. Mc Iver, NKI. (2003). Medical standards for fitness to dive .Medical assessment of fitness to dive, ed. DH Elliot. Biomedical seminars, UK, p. 93-96
38. Min, S.K. (2007). A brain syndrome associated with delayed neuropsychiatric sequel following acute carbon monoxide intoxication. Acta Psychiatrica Scan. 73:80–86.
39. Molvaer, O.I & Albektsen, G. (2002). Alternobaric vertigo in professional divers. Undersea Biomed Res. 15:271-82
40. Moon, R.E. (2000). Adjuvant therapy for decompression illness. South Pacific Underwater Medicine Society Journal, 28: 144-149.

41. Morky, Joe. (2001). "SDI rescue Diving Manual: A Guide to Rescue Techniques, Stress, Injury and Accident management", International Training Inc.
42. Mortensen & Risby, C. (2008). "Hyperbaric oxygen therapy". *Current Anesthesia & Critical Care* (Elsevier), 19 (5–6): 333–337.
43. Muth, C.M., Ehrmann, U. & Radermacher, P. (2004). Physiological and clinical aspects of apnea diving, 2005, *Clin Chest Med* 26: 381-394.
44. Nukada, M. (2005). Historical development of the Ama's diving activities. In Rahn H Yokoyama T., eds. *Physiology of Breath-hold Diving and the Ama of Japan*. Washington, D. C., National Academy of Sciences, National Research Council, p. 25–40.
45. O'Brien, Ch. & Manaker, S. (2001). *Hyperbaric Oxygen Therapy*, updated on April 2005.
46. O'Reilly, RC. & Sando, I. (2010). Anatomy and physiology of the eustachian tube. In: Cummings CW, Flint PW, Haughey BH, et al, eds. *Otolaryngology: Head & Neck Surgery*. 5th ed. Philadelphia, Pa: Mosby Elsevier: chap. 131
- Richardson, D. (1998). *PADI Open Water Diver Manual*, Santa Ana, 1251 East Dyer Road, p. 148-155
47. Russi, E.W. (1998). Diving and the risk of barotrauma. *Thorax* 53(Supply 2):S20–S24
48. Scott, H. (2005). Effects of barotrauma. *Ear, Nose & Throat J*, 61:28-52
49. Sheffield, P. (2001). *Hyperbaric Systems: Multiplace & Monoplace Chambers*, Hyperbaric Medicine Team Training, Texas.
50. Slager, U. & Minkler, J. (2001). Decompression sickness, ed. *Pathology of the Nervous System*. Vol. 1. New York, McGraw-Hill, p. 979–984.
51. Stucker, F.J. & Echols, W.B. (2007). Otolaryngology problems of underwater exploration. *Milit Med* 136:896–899.

52. Tibbles, P. & Edelsberg, J. (2000). Hyperbaric oxygen therapy, 20 June 2001, 334(25):1642-1648.
53. U.S. Navy Manual. (2001). Physiology of Respiratory System. Revision 4, p.89-95
54. Undersea and Hyperbaric Medical Society. (2003). Hyperbaric Oxygen 2003: Indications and Results-Hyperbaric Oxygen Therapy. Committee Reportand UHMS. Guidelines for Hyperbaric Facility Operations 2004.Published and purchased by UHMS.
55. Ward, C.A. et al. (1999). Identification of individuals susceptible to decompression sickness, eds. Underwater and Hyperbaric Physiology I.X. Bethesda, Md., Undersea and Hyperbaric Medical Society, p.239–247.
56. Wilmshurst, P. (1998). Cardiovascular problems in divers Heart, 80:537-538
57. Winter, P.M. & Miller, J.N. (2006). Carbon monoxide poisoning. JAMA 236:1502–1504