



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ - ΙΑΤΡΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
MSc ΔΙΕΘΝΗΣ ΙΑΤΡΙΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΡΙΣΕΩΝ ΥΓΕΙΑΣ



ΝΑΥΤΙΚΟ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟ ΑΘΗΝΩΝ



ΔΗΜΟΣ ΑΙΓΙΝΑΣ

ΙΑΤΡΙΚΗ

ΣΤΗ ΘΑΛΑΣΣΑ

και Ιατρική των Καταδύσεων

Με την ευγενική χορηγία:



6η Επιστημονική
Διημερίδα Ναυτικής
Ταξιδιωτικής Ιατρικής

3 & 4 Ιουνίου στην Αίγινα



Για δηλώσεις συμμετοχής
επισκεφτείτε τον σύνδεσμο
<http://crisis.med.uoa.gr//>

Κόστος συμμετοχής χωρίς
μετάβαση και διαμονή 50 ευρώ

Πληροφορίες:

Γραμματεία ΠΜΣ Διεθνούς Ιατρικής Διαχείριση Κρίσεων Υγείας, Έλενα Θεμελή 2132061479 & 2107461455

ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΙΑΤΡΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΔΙΕΘΝΗΣ ΙΑΤΡΙΚΗ – ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΡΙΣΕΩΝ ΥΓΕΙΑΣ

6η Επιστημονική Διημερίδα Ναυτικής και Ταξιδιωτικής Ιατρικής

Ιατρική στη Θάλασσα

Ιατρική των Καταδύσεων

ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ και ΣΑΒΒΑΤΟ 3-4 ΙΟΥΝΙΟΥ 2016

Αίθουσα Συνεδριάσεων

Ξενοδοχείο «Δανάη»

Αίγινα

Στρατηγού Γεωργίου Μπήτρου, Δοκός

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ

Θεόφιλος Ρόζενμπεργκ

Αν. Καθηγητής Χειρουργικής ΕΚΠΑ

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

Βασίλειος Καλέντζος, MPH

Φρειδερίκος Σωτηρίου, MD

Νικολέττα Δημητρίου, MD, PhD

ΟΡΓΑΝΩΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Έλενα Θεμελή

Ηλιάνα Κούκια

Παρασκευή 03/06

10.30-11.00	Χαιρετισμοί	Θ. Ρόζενμπεργκ Εμ. Πικουλής Β. Καλέντζος
11.00-12.45	1 ^η Συνεδρία • Νόσος Δυτών: Εισαγωγή – Αιτιολογία • Κλινική Εμφάνιση & Θεραπεία Νόσου Δυτών • Υπερβαρικό Οξυγόνο, Εισαγωγή • Συζήτηση	Έδρα: Εμ. Πικουλής Β. Καλέντζος Β. Καλέντζος Β. Καλέντζος
12.45-13.00	Διάλειμμα	
13.00-14.00	2 ^η Συνεδρία • Ελεύθερη Κατάδυση • Βαρότραυμα • Συζήτηση	Έδρα: Β. Καλέντζος Δ. Τζαβέλλας Φ. Σωτηρίου
14.00-14.30	Διάλειμμα	
14.30-16.00	3 ^η Συνεδρία • Διαχείριση Καταδυτικού Περιστατικού - Αποκατάσταση • Υπερβαρική Οξυγονοθεραπεία & Χρόνιο Τραύμα • Συζήτηση	Έδρα: Ν. Δημητρίου Δ. Τζαβέλλας Δ. Τζαβέλλας
16.00-16.15	Διάλειμμα	

16.15-18.00	4^η Συνεδρία - Καταδύσεις/Υπερβαρική Ιατρική & Ταξιδιώτης - Διαχείριση Επειγόντων - Βέλτιστες Πρακτικές και Πρόληψη Καταδυτικών Ατυχημάτων - Συζήτηση	Έδρα: Α. Διαμαντής Β. Καλέντζος Β. Καλέντζος Ν.Τζανουδάκης
-------------	---	---

Σάββατο 04/06

09.30-12.00	1^η Συνεδρία <i>Στρογγύλη Τράπεζα: Το Ιατρικό Επείγον εν Πλω</i> - Χειρουργικό Επείγον - Κρανιοεγκεφαλικές Κακώσεις - Καρδιολογικό Επείγον και Παθολογικά Περιστατικά - Medical Advice Center (M.A.C) /Μια Γέφυρα μεταξύ στεριάς και θάλασσας	Έδρα: Εμ. Πικουλής Ι. Καραβοκυρός Φ. Σωτηρίου Γ. Κωνσταντόπουλος Θ. Μπράμου
12.00-12.30	<i>Διάλειμμα</i>	
12.30-13.00	"Αρρώστιες, συνθήκες υγιεινής και ιατρική στη θάλασσα. Από την εποχή της Αναγέννησης και των μεγάλων εξερευνήσεων στον 21ο αιώνα"	Λήξη του Σεμιναρίου Κεντρικός Ομιλητής Α. Διαμαντής
13.30	Καταδυτική επίδειξη "discover scuba" (προαιρετική συμμετοχή)	

Ιατρική στη Θάλασσα

Ιατρική των Καταδύσεων

Ημερομηνίες : Παρασκευή 3 Ιουνίου 2016, Σάββατο 4 Ιουνίου 2016

Χώρος Διεξαγωγής: Αίθουσα Συνεδριάσεων Ξενοδοχείου «Δανάη», Στρατηγού Γεωργίου Μπήτρου, Δοκός, Αίγινα

Επιστημονικό πρόγραμμα : κ. Β. Καλέντζος, κ. Φ. Σωτηρίου, κα Ν. Δημητρίου

Το Σεμινάριο διοργανώνει το ΠΜΣ «Διεθνής Ιατρική Διαχείριση Κρίσεων Υγείας» της Ιατρικής Σχολής του ΕΚΠΑ με την συνδρομή των

- Ναυτικού Νοσοκομείου Αθηνών
 - Δήμου Αίγινας
-

Ομιλητές (με αλφαβητική σειρά)

1. Αριστείδης Διαμαντής, Πλοίαρχος (ΥΙ) ΠΝ, Κυτταρολόγος, Διδάκτωρ Ιατρικής Σχολής ΕΚΠΑ, Δ/ντής Εκπαίδευσης & Έρευνας ΝΝΑ, συγγραφέας-ιστορικός της Ιατρικής
2. Ιωάννης Καραβοκυρός, Επ. Καθηγητής Χειρουργικής Ιατρικής Σχολής ΕΚΠΑ
3. Βασίλειος Καλέντζος, ΜΡΗ, Δ/ντης Μονάδας Καταδυτικής και Υπερβαρικής Ιατρικής ΝΝΑ
4. Γεώργιος Κωνσταντόπουλος, Ιατρός-Αναισθησιολόγος, Δ/της ΕΣΥ Γ.Ν. «Λαϊκό»
5. Θέμις Μπράμου, ιατρός παθολόγος, απόφοιτος ΠΜΣ «Διεθνής Ιατρική-Διαχείριση Κρίσεων Υγείας»
6. Εμμανουήλ Πικουλής, Αν Καθηγητής Χειρουργικής, Ιατρικής Σχολής ΕΚΠΑ, Ass. Professor of Surgery at USUHS, Bethesda, MD, USA, εισερχόμενος Διευθυντής και Επιστημονικά Υπεύθυνος ΠΜΣ «Διεθνής Ιατρική- Διαχείριση Κρίσεων Υγείας» Ιατρικής Σχολής ΕΚΠΑ
7. Θεόφιλος Ρόζενμπεργκ, Αν. Καθηγητής Χειρουργικής Ιατρικής Σχολής ΕΚΠΑ, Επιστημονικά Υπεύθυνος ΠΜΣ «Διεθνής Ιατρική- Διαχείριση Κρίσεων Υγείας» Ιατρικής Σχολής ΕΚΠΑ
8. Φρειδερίκος Σωτηρίου, Δ/ντης Νευροχειρουργικής Κλινικής ΝΝΑ
9. Δαμιανός Τζαβέλλας, Προϊστάμενος Μονάδας Καταδυτικής και Υπερβαρικής Ιατρικής ΝΝΑ
10. Νικόλαος Τζανουδάκης, Ομοσπονδιακός προπονητής καταδύσεων Α΄ Κατηγορίας της Γ.Γ.Α. και σύμβουλος της Ε.Ο.Υ.Δ.Α.Α.

Το ΠΜΣ «Διεθνής Ιατρική Διαχείριση Κρίσεων Υγείας» ευχαριστεί τον Δήμο Αίγινας για την φιλοξενία των εργασιών του σεμιναρίου στην Αίγινα και την Διεύθυνση του Ξενοδοχείου «Δανάη» για τη φιλοξενία των συνέδρων και την παραχώρηση της αίθουσας συνεδριάσεων.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες για την ευγενική τους χορηγία :

- **στη Ναυτιλιακή Εταιρεία ANES ferries**
- **στο Φαρμακείο «Σκαλτσιώτη», Αίγινα**
- **στα Super Market “ΚΡΗΤΙΚΟΣ», Αίγινα**
- **στην Ένωση Επαγγελματιών, Βιοτεχνών και Εμπόρων Αίγινας**
- **στο Ιατρικό Κέντρο Υπερβαρικής «Αρχάγγελοι»**

Θερμές ευχαριστίες στους κ. κ. Σωκράτη Δούκα, Χειρουργό, Μαρίνα Καλογριδάκη, Αναισθησιολόγο και Ευσταθία Τζαβέλλα, Οδοντίατρο, για τη βοήθεια που προσέφεραν στο οργανωτικό σκέλος του σεμιναρίου

Καταδυτική Ιατρική

Γενικά

Η απαρχή των καταδυτικών δραστηριοτήτων έχει τις ρίζες της στην ανθρώπινη ανάγκη και επιθυμία για εξερεύνηση. Φυσιολογικά λοιπόν, οι πρώτες καταδυτικές αναφορές σχετίζονται με τους αρχαίους χρόνους και την Ελλάδα περιλαμβάνοντας την ιστορία του δύτε Σκυλλία (Ηρόδοτος – 500 πΧ), ενώ ο Μέγας Αλέξανδρος καταγράφεται σε διεθνή εγχειρίδια ως ο πρώτος ίσως άνθρωπος που χρησιμοποίησε καταδυτικό εξοπλισμό (320 πΧ) – ένα γυάλινο βαρέλι με το οποίο καταδύθηκε στα στενά του Βοσπόρου. Και ενώ η ελεύθερη κατάδυση χρησιμοποιείται από αρχαιοτάτων χρόνων χωρίς σημαντικές διαφορές, η αυτόνομη κατάδυση εξελίχθηκε σημαντικά τον προηγούμενο αιώνα καθώς τότε επιτεύχθηκαν και οι τεχνολογικές εξελίξεις που το επέτρεψαν. Στην πορεία της ιστορίας η κατάδυση έχει εξυπηρετήσει στόχους ενεργειακούς, κατασκευαστικούς, τεχνολογικούς, ερευνητικούς, στρατιωτικούς, διατροφικούς, σωστικούς αλλά και ψυχαγωγικούς. Στη χώρα μας η κατάδυση έχει συνδεθεί στενά με τους δύτες της Καλύμνου και τη σπογγαλιεία ενώ αποτελεί σημαντικό στοιχείο σε επίπεδο εργασιακών (Ιχθυοκαλλιέργειες, Υποθαλάσσιες Εργασίες), ερευνητικών (Ενάλιες Αρχαιότητες), στρατιωτικών αλλά και τουριστικών δραστηριοτήτων (Καταδύσεις Αναψυχής). Αντίστοιχα, έχει αναπτυχθεί η καταδυτική εκπαίδευση (Σχολές Καταδύσεων) και η σχετική δραστηριότητα.

Ας δούμε όμως ποια είναι τα βασικά είδη της κατάδυσης – κυρίως υπό το πρίσμα των επιδράσεων που έχουν στο ανθρώπινο σώμα.

Ελεύθερη Κατάδυση: είναι αυτή όπου δεν χρησιμοποιείται ειδική καταδυτική αναπνευστική συσκευή. Η παραμονή του ανθρώπου υποβρυχίως εξαρτάται από τις φυσικές του δυνατότητες και είναι διάρκειας λεπτών. Είναι η κατάδυση με κράτημα της αναπνοής (breath-hold diving)

Αυτόνομη Κατάδυση: είναι αυτή που πραγματοποιείται με χρήση ειδικής καταδυτικής αναπνευστικής συσκευής. Ο δύτες (ή αυτοδύτες) έχει αυτονομία στην κίνηση και παραμονή του υποβρυχίως μέσω φιαλών πεπιεσμένου αέρα που φέρει για την αναπνοή του. Μπορεί να παραμείνει έτσι υποβρυχίως για ώρες, αναλόγως του βάθους που κινείται και διαφόρων άλλων παραγόντων (SCUBA diving)

Η Κατάδυση που πραγματοποιείται με την αναπνοή αέρα που χορηγείται μέσω σωλήνα από την επιφάνεια, προφανώς δεν είναι αυτόνομη. Από την πλευρά όμως των αλλαγών στο ανθρώπινο σώμα και τη φυσιολογία του και τους πιθανούς κινδύνους της, την κατηγοριοποιούμε στην Αυτόνομη Κατάδυση

Τα Υποβρύχια καταδύονται, μαζί και οι άνθρωποι στο εσωτερικό τους. Δεν μεταβάλλεται όμως η πίεση στο εσωτερικό τους παρότι η εξωτερικά ασκούμενη πίεση αυξάνει ανάλογα με το βάθος (με εξαίρεση την περίπτωση δυστυχήματος με απώλεια στεγανότητας). Έτσι, τα πληρώματα των Υποβρυχίων ουσιαστικά δεν «κάνουν κατάδυση». Το ίδιο ισχύει και για κάποιες ατομικές «στολές» 1 Ατμόσφαιρας όπως λέγονται, των οποίων το σκληρό κέλυφος προστατεύει από τις μεταβολές της πίεσης το χειριστή της και του επιτρέπει να εργάζεται σε βάθος έως και εκατοντάδων μέτρων χωρίς να πρέπει να υποβληθεί σε διαδικασίες αποσυμπίεσης.

Η Καταδυτική Ιατρική κατά κύριο λόγο μελετά, θεραπεύει και παρακολουθεί τη νοσολογία που σχετίζεται με την Αυτόνομη Κατάδυση. Οι φυσαλίδες αδρανούς αερίου και η επερχόμενη Νόσος Δυτών που αποτελεί το σήμα-κατατεθέν της Καταδυτικής Ιατρικής εμφανίζεται κατά κύριο λόγο σε αυτό το είδος της κατάδυσης. Η ελεύθερη κατάδυση σε εξαιρετικά σπάνιες περιπτώσεις έχει περιγραφεί να σχετίζεται με Νόσο Δυτών, σε συγκεκριμένες συνθήκες, που δεν είναι αυτές που ο μέσος άνθρωπος (ακόμα και αυξημένων επιδόσεων) καταδύεται. Αυτό που κάνει τη διαφορά πάντως, είναι η παραμονή υποβρυχίως με εισπνοή αέρα. Σε αυτή την ενότητα, ο όρος κατάδυση θα αναφέρεται στην Αυτόνομη Κατάδυση.

Η Καταδυτική Ιατρική έχει γνωρίσει και γνωρίζει διαρκείς εξελίξεις παράλληλα με την εξέλιξη των καταδύσεων. Από την άλλη μεριά, μέσα στις τελευταίες δεκαετίες έχει αλλάξει σημαντικά και το προφίλ του μέσου δύτε. Και ενώ ο βασικός τρόπος λειτουργίας των Θαλάμων Αποπίεσης και οι θεραπευτικοί «πίνακες» λίγο έχουν αλλάξει, η μεγάλη ετερογένεια του πληθυσμού που καταδύεται σήμερα με σκοπό την αναψυχή, κάνει το τοπίο πολύ ενδιαφέρον. Πλέον μπορεί να καταδύεται κόσμος που πάσχει από νοσήματα που μέχρι λίγα χρόνια θεωρούνταν απαγορευτικά για την κατάδυση. Η παραμετροποίηση για κάποιους

ανθρώπους των καταδυτικών τους δραστηριοτήτων είναι σήμερα εφικτή με κατάλληλες εξετάσεις και παρακολούθηση. Επιπλέον ξέρουμε παράγοντες στις καταδύσεις που επηρεάζουν θετικά ή αρνητικά την υγεία μακροχρονίως που ενδιαφέρουν κυρίως τους επαγγελματίες των καταδύσεων. Υγεία και ασφάλεια στις καταδύσεις πάνω απ' όλα φυσικά. Θα πρέπει να αναγνωρίζονται και οι άνθρωποι οι οποίοι πρέπει να απέχουν από αυτό το τόσο διαφορετικό σπορ. Η μελέτη προβλημάτων ή συμπτωμάτων που παλαιότερα έπαιρναν απάντηση από «έχεις πρόβλημα» έως «δεν έχεις πρόβλημα» ενώ τώρα παίρνουν συμβουλευτική κατεύθυνση και διαγνωστική – θεραπευτική προσέγγιση είναι γεγονός. Η κατάλληλη εκπαιδευτική κατάρτιση των αυτοδυτών και η πληθώρα διαγνωστικών μέσων, καθώς και η εξάπλωση των καταδύσεων και της Καταδυτικής Ιατρικής στη χώρα μας πέρα από τις στρατιωτικές και τις αμιγώς επαγγελματικές καταδύσεις, έχουν συμβάλλει σημαντικά. Πλέον, η αύξηση και διάδοση του καταδυτικού τουρισμού αποτελεί το επόμενο άλμα. Η παρουσία ειδικών στο χώρο αυτό έχει υπάρξει καθοριστική για όλα τα παραπάνω καθώς και για το σημαντικότερο κεφάλαιο που λέγεται πρόληψη των καταδυτικών ατυχημάτων.

Ιστορική εξέλιξη της αυτόνομης κατάδυσης

Η προσπάθεια για αυτονομία υποβρυχίως πέρασε από πολλά στάδια. Από την κατάδυση με χρήση ασκών αέρα μέχρι τους πρώτους καταδυτικούς κώδωνες που ήταν ανοικτοί από κάτω προς τη θάλασσα (1500 μ.Χ.), φτάσαμε στο 1715 στην πρώτη ατομική «στολή» από τον Lethbridge που ήταν ουσιαστικά ένα βαρέλι με γυάλινο παραθυράκι για να μπορεί να βλέπει ο δύτης και δύο τρύπες για τα χέρια που έκλειναν με υδατοστεγή μανίκια. Έδινε δε αυτονομία περί τα 34 λεπτά με επιχειρησιακό βάθος τα 20 μέτρα. Το 1828, οι αδελφοί Deane κατασκεύασαν την πρώτη στολή με μεταλλικό κράνος και συνεχή παροχή αέρα από την επιφάνεια. Η περίσσεια αέρα και η εκπνοή του δύτη εξέρχονταν από την κάτω επιφάνεια του κράνους που δεν συνδεόταν στεγανά με την υπόλοιπη στολή. Αν ο δύτης έπεφτε κατά τη διάρκεια των εργασιών, το κράνος γέμιζε με νερό πολύ γρήγορα. Η τροποποίηση που έκανε στεγανή τη σύνδεση του κράνους με τη στολή ήρθε από τον Augustus Siebe, και αυτή η στολή χρησιμοποιήθηκε κυρίως στην επιχείρηση ανέλκυσης του ναυαγίου «HMS Royal George» έξω από το Portsmouth περί το 1840. Το ενδιαφέρον είναι πως μετά την ολοκλήρωση του έργου, αξιωματούχος ιστορικός της εποχής ανέφερε ότι «από τους δύτες κανένας δεν ξέφυγε από τις επανειλημμένες προσβολές ρευματισμών και κρυωμάτων»!!!! Οι δύτες εργαζόντουσαν κατά το μεγαλύτερο μέρος στα 20-25 μέτρα βάθος για 6-7 ώρες την ημέρα. Η εξέλιξη του καταδυτικού κώδωνα που φιλοξενούσε πολλούς άνδρες-εργάτες σε αυξημένη πίεση συνέβαινε παράλληλα και η χρήση του ήταν σημαντική στις υποβρύχιες εργασίες για την κατασκευή των μεγάλων γεφυρών αλλά και τούνελ στην ξηρά. Σε αυτή την περίοδο και με την κατασκευή όλο και μεγαλύτερων έργων με παραμονή εργατών σε αυξανόμενες πιέσεις και για περισσότερο χρόνο, έκανε την εμφάνισή της πιο συχνά και αναγνωρίστηκε η Νόσος Δυτών. Μόνο που τότε αποκαλούνταν “caisson disease” ή “bends”. Αυτό που σήμερα αποκαλούμε Νόσο Δυτών (τύπου I – μυοσκελετική μορφή) και που στα έργα ανέλκυσης του ναυαγίου «HMS Royal George» είχε περιγραφεί ως «ρευματισμοί».

Το 1905 σχεδιάστηκε και χρησιμοποιήθηκε από το Αμερικάνικο Πολεμικό Ναυτικό το εξελιγμένο κράνος για την καταδυτική στολή MK V προσφέροντας φυσική προστασία αλλά και αυξημένη κινητικότητα – δυνατότητα ελιγμών στο δύτη. Με ορισμένες μετατροπές αυτό το κράνος παρέμεινε σε χρήση μέχρι τη δεκαετία του '80.

Η εποχή SCUBA

Οι καταδύσεις σήμερα ανήκουν στη μεγάλη πλειονότητά τους στην κατηγορία SCUBA. Η «λέξη» αυτή προέρχεται από τα αρχικά Self Contained Underwater Breathing Apparatus. Με απλά λόγια, κατάδυση με αυτόνομη υποβρύχια αναπνευστική συσκευή – χωρίς την ανάγκη παροχής αέρα ή άλλου αναπνευστικού μέσου από την επιφάνεια. Αυτό ισχύει για όλες τις καταδύσεις αναψυχής και για μεγάλο μέρος επαγγελματικών αλλά και επιστημονικών καταδύσεων.

Καταδύσεις SCUBA κλειστού κυκλώματος με χρήση 100 % οξυγόνου γινόντουσαν από το 1880 και ευρέως στους Παγκόσμιους Πολέμους για πολεμική χρήση, με όλες τις δυσκολίες και τους κινδύνους από την τοξικότητα οξυγόνου. Η επανάσταση στην κατάδυση ήρθε από την εργασία των Jacques-Yves Cousteau και Emile Gagnan, οι οποίοι κατά τη διάρκεια του Β' ΠΠ κατόρθωσαν να συνδυάσουν έναν εξελιγμένο κατάλληλο ρυθμιστή πίεσης με φιάλες πεπιεσμένου αέρα σε υψηλή πίεση. Έτσι έφτιαξαν την πρώτη αποτελεσματική και ασφαλή αναπνευστική συσκευή SCUBA ανοικτού κυκλώματος, γνωστή ως Aqua-

Lung. (Στις συσκευές ανοικτού κυκλώματος ο αέρας που εισπνέει ο δύτης προέρχεται από τη φιάλη, ενώ η εκπνοή του εξέρχεται απ'ευθείας στο νερό. Στις συσκευές κλειστού κυκλώματος το εκπνεόμενο από το δύτη αέριο ανακυκλώνεται μετά από κατακράτηση του Διοξειδίου του Άνθρακα και ξαναχρησιμοποιείται από το δύτη.)

Η κατασκευή του Aqua-Lung ήταν η εξέλιξη της προόδου που επιτελέστηκε σε βάθος χρόνου άνω των 100 ετών. Ο Cousteau χρησιμοποίησε τον εξοπλισμό του επιτυχώς μέχρι τα 60 μέτρα βάθος, χωρίς ιδιαίτερες δυσκολίες και έτσι, με τη λήξη του Β' ΠΠ ο Aqua-Lung έγινε γρήγορα εμπορική επιτυχία. Είναι σήμερα ο πιο ευρέως χρησιμοποιούμενος καταδυτικός εξοπλισμός και σε αυτό οφείλεται ότι ο υποβρύχιος κόσμος είναι ανοικτός σε οποιονδήποτε, μετά από την κατάλληλη εκπαίδευση και εφόσον εκπληρώνει τα βασικά ιατρικά κριτήρια καταλληλότητας.

Στοιχεία Καταδυτικής Ιατρικής

Ο αέρας που αναπνέουμε αποτελείται κυρίως από Οξυγόνο (21%) και Άζωτο (79%). Ομοίως και η σύσταση του αέρα που αναπνέει ο αυτοδύτης όταν οι φιάλες του πληρούνται με αέρα – και αυτό ισχύει στη πλειονότητα των καταδύσεων. Αυτό που αλλάζει κατά την κατάδυση είναι η ΠΙΕΣΗ του περιβάλλοντος χώρου που ασκείται στο δύτη και στα συστήματά του (αύξηση ~ 1 Ατμόσφαιρας (ΑΤΑ) κάθε 10 μέτρα βάθος σε θαλασσινό νερό). Οι μεταβολές της πίεσης αλλά και ο ρυθμός αυτών των μεταβολών είναι οι καθοριστικοί παράγοντες της φυσιολογίας της κατάδυσης. Η κατανόηση της συμπεριφοράς των αερίων σε μεταβολές της πίεσης είναι σημαντική και προσφέρει την εξήγηση των διαταραχών που μπορεί να εμφανιστούν από την κατάδυση. Δίνει όμως και τη βάση για τρόπους αντιμετώπισης και (κυρίως) πρόληψης αυτών των προβλημάτων, κάνοντας την κατάδυση ασφαλέστερη. Ας δούμε όμως μερικές από τις αλλαγές που εμφανίζονται υποβρυχίως κάνοντας αναφορά και στους νόμους των αερίων.

Ως **Πίεση** ορίζεται η δύναμη που ασκείται ανά μονάδα επιφάνειας. Η Πίεση είναι ο κύριος περιβαλλοντολογικός παράγοντας που δέχεται ο δύτης και συντίθεται από δύο στοιχεία : α) την πίεση λόγω της στήλης ύδατος (Υδροστατική Πίεση), β) την πίεση που ασκεί ο αέρας πάνω από το νερό (Ατμοσφαιρική Πίεση). Κύριες μονάδες μέτρησης της πίεσης είναι : Atm-Psi-mmHg-Torr-msw-fsw-bars-Pascal. Η Ατμοσφαιρική Πίεση θεωρείται ότι είναι σταθερή και ίση με 760mmHg (1Atm) στην επιφάνεια της θάλασσας. Η Υδροστατική Πίεση αυξάνει γραμμικά σε συνάρτηση με το βάθος κατά 1 Atm κάθε 10,08 μέτρα ή κάθε 33,07 πόδια (κατά προσέγγιση κάθε 10msw ή 33fsw).

Η πίεση και οι μεταβολές της παίζουν τόσο μεγάλο ρόλο και επηρεάζουν τη φυσιολογία του ανθρώπινου οργανισμού σε τέτοιο βαθμό ώστε να αναφερόμαστε τελικά σε περιβάλλον αυξημένης πίεσης (υπερβαρικό) όταν μιλάμε για το υποθαλάσσιο περιβάλλον, το οποίο διέπεται από καλά γνωστούς και αποδεκτούς νόμους. Τα αέρια όταν βρίσκονται υπό πίεση μπορούν να αποθηκεύσουν μεγάλα ποσά ενέργειας. Επίσης, μικρές μεταβολές στην ποσοστιαία αναλογία των αερίων μεγιστοποιούνται όταν αυξάνεται η περιβάλλουσα πίεση, και η προκληθείσα φυσιολογική μεταβολή ποικίλει ευρέως. Συνεπώς, για την κατανόηση αυτών των επιδράσεων, απαιτείται γνώση αυτών των νόμων.

Ιδανικός νόμος των αερίων: Περιγράφει τη σχέση πίεσης-όγκου-θερμοκρασίας και αριθμού μορίων κάθε ιδανικού αερίου (ή και μίγματος αυτών). $P \times V = n \times R \times T$, όπου :

P = απόλυτη πίεση, V = όγκος, n = αριθμός μορίων αερίου, R = παγκόσμια σταθερά των αερίων, T = απόλυτη θερμοκρασία (°K), όπου $°K = 273 + °C$.

Από αυτό το νόμο προκύπτουν κάποιοι από τους επόμενους, όταν αναφερόμαστε σε σταθερή ποσότητα αερίου (οπότε n και R σταθερές).

Νόμος του Boyle: Όταν η θερμοκρασία διατηρείται σταθερή, ο όγκος του αερίου είναι αντιστρόφως ανάλογος προς την πίεση που ασκείται σ' αυτό.

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2 \quad \text{ή} \quad V_2 = (P_1 \times V_1) / P_2$$

Στην κατάδυση, αφού κάθε 10 μέτρα καθόδου αυξάνει η Απόλυτη Πίεση κατά 1 ΑΤΑ, σε βάθος 10 μέτρων ο όγκος γίνεται ο μισός του αρχικού ($V_1/2$). Κάθοδος από τα 20 στα 30 μέτρα προκαλεί μεταβολή όγκου από $V_1/3$ σε $V_1/4$. Φαίνεται πως μεγαλύτερες μεταβολές όγκου συμβαίνουν στα πρώτα μέτρα της κατάδυσης και στα τελευταία της ανάδυσης.

Νόμος του Charles: Όταν ο όγκος μίας ποσότητας αερίου παραμένει σταθερός, τότε η πίεσή του μεταβάλλεται ανάλογα με τη θερμοκρασία του (ή αλλιώς αυξάνοντας την πίεση που ασκείται σε ένα αέριο το κάνει θερμότερο).

$$P_1/T_1 = P_2/T_2 \quad \text{ή} \quad P_2 = P_1 \times T_2/T_1.$$

Μερική πίεση αερίων

Σε ένα μίγμα αερίων, η μερική πίεση ενός από τα αέρια ισούται με το κλάσμα που αντιστοιχεί στην συγκέντρωση του αερίου στο μίγμα επί τη συνολική πίεση.

$P_{GAS} = F_{GAS} \times P_B$, όπου :

P_{GAS} : μερική πίεση αερίου

F_{GAS} : κλάσμα συγκέντρωσης (ποσοστό)

P_B : απόλυτη πίεση = $(D+10)/10$,

άρα η μερική πίεση ενός αερίου σε αναπνευστικό μίγμα αερίων, σε βάθος D (σε μέτρα) ισούται με : $P_{GAS} = F_{GAS} \times (D+10)/10$.

Παράδειγμα : Ποια είναι η μερική πίεση του O_2 στον αέρα που αναπνέει κάποιος σε βάθος 30 μέτρα ;

** $F_{O_2} = 0,21$*

$P_{O_2} = 0,21 \times (30+10)/10 = 0,84 \text{ ATA}$

Συμπερασματικά η μερική πίεση του O_2 , αλλά και του N_2 , στον αέρα αυξάνουν καθώς αυξάνει το βάθος (καθώς και οποιουδήποτε άλλου αερίου που μπορεί να βρεθεί στο εισπνεόμενο μίγμα). Να τονιστεί πως το ποσοστό του καθενός αερίου ξεχωριστά μένει το ίδιο, αλλά η αύξηση της πίεσης (βάθους) έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του ποσού του κάθε αερίου που εισέρχεται στον οργανισμό.

Νόμος του Dalton: Η ολική πίεση σε ένα μίγμα αερίων ισούται με το άθροισμα των μερικών πιέσεων των αερίων που αποτελούν το μίγμα.

Νόμος του Pascal (επίδραση της πίεσης στα υγρά): Πίεση εξωτερικά εφαρμοζόμενη μεταβιβάζεται εξίσου σε όλους τους γεμάτους υγρό χώρους. Αυτός ο νόμος εξηγεί γιατί η υδροστατική πίεση δεν συνθλίβει το δύτη (το ανθρώπινο σώμα, πλην αεροφόρων κοιλοτήτων και οργάνων, είναι ένα σύνολο αγγειοβριθών-υδατοβριθών ιστών αποτελούμενο κατά 60% από ύδωρ).

Νοσολογία των Καταδύσεων

ΒΑΡΟΤΡΑΥΜΑΤΑ

Τα βαροτραύματα προκαλούνται όταν πίεση ασκείται στις αεροφόρους κοιλότητες του σώματος χωρίς να επιτευχθεί εξίσωση με τους χειρισμούς του αυτοδύτη, όπως υποδεικνύεται από το νόμο του Boyle. Σύμφωνα με αυτό το νόμο, ο όγκος αέρα που περιέχεται σε αυτές θα ελαττωθεί κατά την κάθοδο σε βάθος και θα αυξηθεί κατά την άνοδο. Η εξίσωση επιτυγχάνεται με εισαγωγή ή απελευθέρωση αέρα αντίστοιχα με την αύξηση ή την ελάττωση της πίεσης. Εάν η εξίσωση δεν επιτευχθεί, θα προκληθεί βλάβη στις αεροφόρες κοιλότητες ή/και τους γύρω ιστούς.

Μέσο & Έσω ους (αυτί)

Τα βαροτραύματα συχνότερα συμβαίνουν στο μέσο ους και σπανιότερα στο έσω ους. Το μέσο ους είναι η κοιλότητα που βρίσκεται μεταξύ της ευσταχιανής σάλπιγγας και του τυμπανικού υμένα (τύμπανο). Αν κατά την κάθοδο ή/και την άνοδο του αυτοδύτη σε βάθος, δεν μπορέσει να εξισωθεί η πίεση μέσω της ευσταχιανής σάλπιγγας θα συμβεί βαρότραυμα ωτός. Αυτό μπορεί να έχει ποικίλη βαρύτητα, από απλό ερεθισμό και «αίσθημα βάρους» στο αυτί που παραμένει και μετά την κατάδυση έως συλλογή αίματος εντός του μέσου ωτός. Μπορεί να φτάσει έως και σε ρήξη τυμπάνου.

Ελάττωση της ακοής (βαρηκοΐα), βουητό και ναυτία είναι πρόσθετα συμπτώματα (συνήθως από το έσω ους) που εμφανίζονται άμεσα ή καθυστερημένα. Ιστορικό δυσκολίας στην εξίσωση μπορεί να βοηθήσει στη διάκριση βαροτραύματος από τη πιο σοβαρή Νόσο Δυτών έσω ωτός. Το βαρότραυμα του έσω ωτός μπορεί να απαιτήσει έως και χειρουργική παρέμβαση για οριστική θεραπεία. Πάντως, επιτόπια διάκριση της αιτίας του προβλήματος μπορεί να είναι πολύ δύσκολη και να χρειαστεί εξέταση από ειδικό για την ανεύρεση της αιτίας του προβλήματος.

Παραρρίνιοι Κόλποι

Πρόβλημα στα παραρρίνια δημιουργείται όταν η επικοινωνία τους με την μύτη είναι δυσχερής, όπως συμβαίνει σε ρινική συμφόρηση (μπούκωμα) & καταρροή, ρινικούς πολύποδες και σκολίωση ρινικού διαφράγματος. Κατά την κάθοδο ο αέρας που βρίσκεται εντός των παραρρινίων συμπιέζεται και αν δεν

εξισωθεί η πίεση, τότε μπορεί να γεμίσουν με υγρό ή/και αίμα. Αυτό συνήθως συνοδεύεται από έντονο πόνο. Κατά την άνοδο, ο όγκος αέρα επανεκπύσσεται και μπορεί να επιδεινώσει το άλγος ή να προκαλέσει έξοδο βλεννών και αίματος από τη μύτη.

Πνευμονικό Βαρότραυμα

Το βαρότραυμα πνευμόνων (Σύνδρομο Υπερδιάτασης Πνευμόνων) είναι η συνέπεια της αύξησης του όγκου των αερίων στους πνεύμονες σύμφωνα με το νόμο του Boyle κατά τη διάρκεια ταχείας – ανεξέλεγκτης ανάδυσης του δύτη από βάθος. Έτσι, συμβαίνει ρήξη του κυψελιδικού τοιχώματος και είσοδος αέρα στους γύρω ιστούς ή ακόμα και στην κυκλοφορία. Αποτέλεσμα λοιπόν αυτού μπορεί να είναι Πνευμοθώρακας, Υποδόριο Εμφύσημα, Εμφύσημα Μεσοθωρακίου ή Αρτηριακή Εμβολή Αερίου.

Η Αρτηριακή Εμβολή Αερίου είναι το σημαντικότερο πρόβλημα που μπορεί να παρουσιαστεί σε βαρότραυμα πνευμόνων και τα συμπτώματα, η κλινική εμφάνιση και η βαρύτητα ποικίλουν ανάλογα με το σημείο εμβολής. Ο εγκέφαλος βλάπτεται συχνότερα (εμβολή εγκεφάλου από αέρα) και ποικιλία νευρολογικών σημείων μπορεί να εμφανισθούν: αδυναμία/πάρεση, αταξία, απώλεια αισθήσεων, σπασμοί κ.α. Η διάκριση από τη Νόσο Δυτών μπορεί να είναι δύσκολη, αλλά η θεραπεία ακολουθεί τις ίδιες βασικές αρχές. Το χαρακτηριστικό γνώρισμα είναι ότι τα συμπτώματα εμφανίζονται αμέσως ή εντός λίγων λεπτών από την άνοδο στην επιφάνεια. Πάρα πολύ σπάνια η έναρξη συμπτωμάτων καθυστερεί πάνω από 15'. Βαρότραυμα πνευμόνων και οι νευρολογικές του συνέπειες (αρτηριακή εμβολή αερίου) έχουν περιγραφεί σε ανεξέλεγκτη ανάδυση (blow-up) από βάθος μικρότερο από 5 μέτρα.

Άλλα προβλήματα μπορεί να εμφανισθούν από την επίδραση της πίεσης σε κοιλότητες με αέρα, όπως μπορεί να είναι το έντερο, κάποιο δόντι και χώροι μεταξύ καταδυτικού εξοπλισμού και σώματος του δύτη. Κατά την κατάδυση, η συμπίεση του αέρα που περιέχεται εντός της στεγανής στολής μπορεί να προκαλέσει επώδυνο δερματικό ερεθισμό και ορατά σημάδια στο σώμα, εκτός αν η επερχόμενη ελάττωση του όγκου του αέρα εξισορροπηθεί με προσθήκη επιπλέον αέρα εντός της στολής. Ομοίως, αν δεν εξισωθεί η πίεση στη μάσκα του δύτη, μπορεί να προκληθεί οίδημα στους ιστούς του προσώπου έως και αιμορραγία στους επιπεφυκότες (μάτια). Αυτά τα προβλήματα δεν απαιτούν ειδική θεραπεία, αλλά μπορεί να προκαλέσουν ανησυχία στο δύτη και σύγχυση ως προς την αιτία τους.

ΑΕΡΙΑ ΥΠΟ ΠΙΕΣΗ

Σε αυξημένη πίεση, τα αέρια μπορεί να γίνουν τοξικά. Κατά την κατάδυση, η μερική πίεση ενός αερίου αυξάνει ανάλογα με την περιβάλλουσα πίεση μέσα στο νερό (νόμος του Dalton). Αυτό σημαίνει πως αυξάνει η ποσότητα του αερίου που επιδρά στον οργανισμό του δύτη, παρότι η ποσοστιαία αναλογία του αερίου δεν αλλάζει. Αυτό ισχύει για το καθένα αέριο: Οξυγόνο, Άζωτο, Διοξείδιο του Άνθρακα κλπ. Έτσι, ακόμα και μη-τοξικά αέρια (στην επιφάνεια της θάλασσας) μπορεί να εμφανίσουν τοξικές επιδράσεις μέσω της αύξησης της πίεσης που συμβαίνει σε μία κατάδυση.

Τοξικότητα Οξυγόνου

Η πνευμονική τοξικότητα του οξυγόνου είναι σημαντική σε καταδύσεις μεγάλης διάρκειας με 100% οξυγόνο, όπως είναι αυτές των πολεμικών επιχειρήσεων. Είναι σπάνια έως απίθανο να συμβεί σε καταδύσεις αναψυχής και απαιτεί μερική πίεση Οξυγόνου μεγαλύτερη από 0.5 bar. Δύσπνοια, βήχας, οπισθοστερνικό καύσος προοδευτικά αυξανόμενης έντασης είναι τα χαρακτηριστικά της. Μπορεί να εξελιχθεί σε πνευμονικό οίδημα.

Η τοξικότητα του Οξυγόνου στο Κεντρικό Νευρικό Σύστημα είναι ο λόγος που οι καταδύσεις κλειστού κυκλώματος με 100% οξυγόνο έχουν σαν όριο βάθους τα 6 μέτρα (1,6 ATA). Όσον αφορά τις καταδύσεις αναψυχής ΠΡΟΣΟΧΗ στα εμπλουτισμένα με οξυγόνο μείγματα που χρησιμοποιούνται στην αποσυμπίεση και στην αναλογία σε οξυγόνο μείγματος Nitrox, το οποίο βάζει περιορισμό βάθους. Οδηγεί σε σπασμούς που προκαλούν απώλεια του ρυθμιστή και πνιγμό, ενώ μπορεί να συμβεί πνευμονικό βαρότραυμα σε δύτη που οδηγείται στην επιφάνεια κατά τη διάρκεια σπασμών.

Η τοξικότητα οξυγόνου πιο συχνά ενδιαφέρει στην «κατάδυση» για Θεραπεία με Υπερβαρικό Οξυγόνο, όπου είναι μακροχρόνια και υπάρχει έκθεση σε μεγάλα ποσά Οξυγόνου σε σχέση με την κατάδυση. Τα διαλείμματα με αέρα που χρησιμοποιούνται στη (συνήθως πολύωρη) θεραπεία των καταδυτικών ατυχημάτων έχουν σκοπό την προστασία από αυτές τις εκδηλώσεις.

Τοξικότητα Διοξειδίου του Άνθρακα

Αυτή συχνότερα συμβαίνει σε κυκλώματα κλειστά ή ημι-κλειστά, λόγω δυσλειτουργίας του μηχανισμού κατακράτησης του εκπνεόμενου Διοξειδίου. Τα συμπτώματα ποικίλουν από αυξημένο ρυθμό αναπνοών και δύσπνοια, έως νοητική διαταραχή, σύγχυση, σπασμούς και απώλεια αισθήσεων.

Νάρκωση Αζώτου («μέθη»)

Η ναρκωτική επίδραση του Αζώτου στη νοητική και σωματική απόδοση, είναι ανάλογη με τη μερική πίεση του Αζώτου άρα, με το βάθος της κατάδυσης. Το Αζωτο έχει αναισθητική δράση. Η επίδραση διαφέρει από άτομο σε άτομο και σε κάποιους, ειδικά τους «πρωτάρηδες» με μικρή εμπειρία, μπορεί να επηρεάσει σημαντικά τη μνήμη και τη δυνατότητα λήψης αποφάσεων κατά την κατάδυση. Σε κατάδυση με αέρα, η νάρκωση Αζώτου εμφανίζεται περίπου στα 30 μέτρα και στα 60-70 μέτρα μπορεί να οδηγήσει το δύτε σε πλήρη αναποτελεσματικότητα όσον αφορά την εκπλήρωση σύνθετων στόχων και το χειρισμό πιθανών επείγουσων καταστάσεων. Ελάττωση της μερικής πίεσης Αζώτου (άνοδος σε μικρότερο βάθος) αναστρέφει γρήγορα τη «μέθη».

Δηλητηρίαση με Μονοξείδιο του Άνθρακα

Το Μονοξείδιο του Άνθρακα δεν περιέχεται φυσιολογικά σε συμπιεσμένο αέρα (φιάλες), μπορεί όμως να το μολύνει η δυσλειτουργία του συμπιεστή ή αν η έξοδος καυσαερίων του βρίσκεται κοντά στην είσοδο του αέρα. Στις περισσότερες περιπτώσεις η ποσότητα Μονοξειδίου δεν είναι αρκετή για να προκαλέσει προβλήματα σε αναπνοή στην επιφάνεια, και γι' αυτό δε γίνεται άμεσα αντιληπτό. Η αύξηση όμως της μερικής πίεσης του λόγω της κατάδυσης μπορεί να οδηγήσει σε δηλητηρίαση με Μονοξείδιο. Απαιτείται προσοχή στη συντήρηση των αεροσυμπιεστών και στην τεχνική πλήρωσης με αέρα των φιαλών.

ΝΟΣΟΣ ΕΞ ΑΠΟΣΥΜΠΙΕΣΗΣ (ΝΟΣΟΣ ΔΥΤΩΝ)

Γενικά

Η Νόσος εξ Αποσυμπίεσης (ή όπως συνηθέστερα αποκαλείται Νόσος των Δυτών) είναι ένας γενικότερος όρος που χρησιμοποιείται ώστε να συμπεριλάβει τη νόσηση που προκύπτει σε διάφορες μορφές και εκδηλώσεις όταν ο άνθρωπος υπόκειται σε ελάττωση της περιβάλλουσας πίεσης. Το εύκολο και απλό παράδειγμα του πότε αυτό συμβαίνει, είναι ο δύτε που ανεβαίνει στην επιφάνεια μετά από μία κατάδυση. Η Νόσος Δυτών είναι ασθένεια που οφείλεται σε φυσαλίδες αδρανούς αερίου το οποίο (αδρανές αέριο) είχε συσσωρευτεί στους ιστούς του ανθρώπινου σώματος κατά την παραμονή του δύτε σε βάθος, όπως εξηγείται από τους νόμους των αερίων. Οι φυσαλίδες αποφράσσουν τα μικρά αγγεία και προκαλούν σύνθετες βιοχημικές μεταβολές που εμπλέκουν το αίμα και τα συστατικά του (αιμοπετάλια, λευκά αιμοσφαίρια κλπ) και κυρίως, το τοίχωμα των αγγείων (ενδοθήλιο). Η εξέλιξη αυτής της αλληλεπίδρασης είναι οι διαταραχές της μικροκυκλοφορίας με μικροθρομβώσεις, οίδημα, τοπική ισχαιμία – υποξία και επακόλουθη δυσλειτουργία οργάνου/ων.

Για να εμφανισθεί η Νόσος εξ Αποσυμπίεσης, απαιτείται η συγκέντρωση στο σώμα κάποιας ποσότητας αδρανούς αερίου. Σε κάποιες καταδύσεις, είναι ασφαλές να γίνει ανάδυση στην επιφάνεια χωρίς στάση σε μικρότερο βάθος (no-D dives). Η πρόληψη εμφάνισης της Νόσου σε βαθύτερες ή μεγαλύτερες σε χρόνο καταδύσεις επιτυγχάνεται ελαττώνοντας το ρυθμό της ανάδυσης και κάνοντας στάσεις σε συγκεκριμένα βάθη κατά την ανάδυση. Οι απαιτήσεις αποσυμπίεσης για κάθε κατάδυση σχετίζονται με το βάθος και τη διάρκεια αυτής και οδηγίες για το ρυθμό ανάδυσης και τις στάσεις αποσυμπίεσης (βάθος και χρόνος παραμονής) δίνουν οι σχετικοί πίνακες (πχ US Navy), καθώς και τα καταδυτικά κομπιούτερς. Στην πλειονότητα των καταδύσεων, αυτές οι διαδικασίες θα οδηγήσουν στην ασφαλή εξάλειψη του αδρανούς αερίου από τους ιστούς του δύτε. Ενίοτε (αν και σπάνια), θα εκδηλωθεί Νόσος εξ Αποσυμπίεσης ακόμα και με τη χρήση των πιο «συντηρητικών» – ασφαλών πινάκων αποσυμπίεσης. Όσο πιο κοντά στα όρια των πινάκων καταδύεται κάποιος, τόσο πιο πιθανό είναι να συμβεί αυτό. Αυξημένου κινδύνου καταδύσεις

πάντως, είναι αυτές που έχουν αυξημένο σωματικό έργο, οι καταδύσεις σε πολύ κρύο νερό, οι επαναληπτικές καταδύσεις και όταν την κατάδυση ακολουθεί πτήση. Επικίνδυνες είναι και οι καταδύσεις για ψάρεμα – σε ορισμένες χώρες επιτρέπεται ο συνδυασμός «μπουκάλες & ψαροντούφεκο».

Σε ποιούς μπορεί να παρουσιαστεί η Νόσος εξ Αποσυμπίεσης; Σε αυτοδύτες φυσικά. Μόνο; Όχι μόνο σε αυτούς, μπορεί να προσβάλλει ιπτάμενο προσωπικό (συνηθέστερα πιλότους μαχητικών Α/Φ), αστροναύτες και εργαζόμενους σε περιβάλλον με αυξημένη ατμοσφαιρική πίεση (εργάτες ορυχείων με αυξημένη πίεση, εργαζόμενοι σε κατασκευές τούνελ, όπως και σε υπόγειες κατασκευές μετρό – αυτό ίσχυε και για τους εργαζόμενους στην κατασκευή μετρό στην Αθήνα με το μηχάνημα TBM και έπειτα). Στην Αμερική, περίπου 1000 αυτοδύτες νοσούν ετησίως. Στη χώρα μας, από τα στοιχεία που έχουμε από το Ναυτικό Νοσοκομείο Αθηνών, έχουμε περίπου 30 περιστατικά ετησίως που αντιμετωπίζονται εκεί, βρίνοντας μειούμενος ο αριθμός σε σχέση με πριν από 5 χρόνια. Είναι σίγουρο πως ο πραγματικός αριθμός νοσούντων είναι μεγαλύτερος.

Αυτό που θα πρέπει να τονιστεί είναι πως θεωρητικά, οποιοδήποτε προφίλ κατάδυσης μπορεί να οδηγήσει σε εμφάνιση Νόσου εξ Αποσυμπίεσης. Ο λόγος είναι ότι πέραν του φορτίου αδρανούς αερίου, υπάρχουν παράγοντες κινδύνου, άλλοι γνωστοί και άλλοι άγνωστοι, οι οποίοι μπορεί να επηρεάσουν τις πιθανότητες εκδήλωσης Νόσου. Αυτό σημαίνει ότι, η εκτίμηση ενός δύτε για πιθανή Νόσο Δυτών πρέπει να διερευνάται με βάση τα συμπτώματα και την κλινική εξέταση και όχι μόνο με τον έλεγχο του καταδυτικού του προφίλ (βάθος – χρόνος κατάδυσης).

Αιτιολογία

Το αίτιο της Νόσου εξ Αποσυμπίεσης είναι οι φυσαλίδες, όπως έχει ήδη ειπωθεί. Αυτό περιγράφηκε για πρώτη φορά από το Γάλλο Φυσιολόγο Paul Bert το 1878, μελετώντας εργάτες σε ορυχεία με αυξημένη πίεση. Εκεί παρατήρησε πως όσο οι εργάτες βρισκόντουσαν σε πίεση δεν παρουσίαζαν προβλήματα. Όταν έφευγαν για την επιφάνεια με γρήγορη ελάττωση της πίεσης, το Άζωτο που ήταν σε διάλυση στο αίμα εμφανιζόταν σε αέρια μορφή και σε ποσότητα που δεν προλάβαινε να αποβληθεί με ομαλό τρόπο από το σώμα. Οι φυσαλίδες «ταξίδευαν» σε όλο το σώμα προκαλώντας μεγάλο εύρος συμπτωμάτων. Παράλυση ή ακόμα και θάνατος μπορούσε να συμβεί όταν η ροή αίματος σε σημαντικά όργανα διακοπτόταν από τις φυσαλίδες.

Μηχανισμός

Κατά την διάρκεια μιας κατάδυσης, και ενώ ο αυτοδύτης βρίσκεται σε βάθος, οι ανθρώπινοι ιστοί συγκεντρώνουν Άζωτο από τον αέρα που αναπνέει ο δύτες. Η ποσότητα του Αζώτου είναι ανάλογη με την περιβάλλουσα πίεση (άρα με το βάθος) και αυξάνεται με την πάροδο του χρόνου έως ότου επιτευχθεί ισορροπία και σταματήσει να προστίθεται Άζωτο στον οργανισμό. Όσο ο αυτοδύτης βρίσκεται στο βάθος, δεν δημιουργείται κάποιο πρόβλημα και το αδρανές αέριο βρίσκεται σε διάλυση στα ανθρώπινα υγρά.. Όταν η περιβάλλουσα πίεση ελαττωθεί (ανάδυση), η ισορροπία αντιστρέφεται και Άζωτο αποβάλλεται από τον οργανισμό. Αν η ελάττωση της πίεσης γίνει γρήγορα, τότε δημιουργούνται φυσαλίδες (Αζώτου) στους ιστούς και το αίμα καθώς σχετικά μεγάλη ποσότητα καλείται να αποβληθεί σε σύντομο χρόνο. Αναλόγως αυτής της ποσότητας, μπορεί οι φυσαλίδες να φτάσουν σε αριθμό και μέγεθος να προκαλέσουν απόφραξη σε αγγεία και να ξεκινήσει «καταρράκτης» αντιδράσεων στον οργανισμό που οδηγεί στην εμφάνιση της Νόσου. Φυσαλίδες γύρω και μέσα στις αρθρώσεις είναι η αιτία της εκδήλωσης “bends”. Όταν μεγάλος αριθμός φυσαλίδων ξεκινήσει σύνθετες αντιδράσεις στο σώμα, κάνουν την εμφάνισή τους σημεία από το Νωτιαίο Μυελό και τον Εγκέφαλο – αιμωδίες, παράλυση και διαταραχές ανώτερων λειτουργιών. Σε ακόμα μεγαλύτερο αριθμό φυσαλίδων (από ελλιπέστατη αποσυμπίεση – μεγάλο βάθος) στην κυκλοφορία, συμφόρηση στους πνεύμονες και κυκλοφορική καταπληξία (σοκ) μπορεί να συμβεί.

Στο μηχανισμό όπως περιγράφεται ανωτέρω και για λόγους ευκολίας στην κατανόηση, αναφέρονται μόνο οι φυσαλίδες Αζώτου θεωρώντας πως ο δύτες κατά την κατάδυση αναπνέει αέρα, ο οποίος ως αδρανές αέριο περιέχει Άζωτο (σύσταση αέρα: Οξυγόνο 21% - Άζωτο 79%). Το μεγάλο πλήθος των καταδύσεων,

εξάλλου, γίνονται με αέρα – τόσο αναπνυχής, όσο και επαγγελματικές. Σε καταδύσεις με μείγματα αερίων, οι φυσαλίδες αδρανούς αερίου θα περιέχουν και άλλο αδρανές αέριο – αυτό που περιέχεται στο αναπνεόμενο μείγμα, στο πλείστο των περιπτώσεων Ήλιο. Παρότι τα αδρανή αέρια έχουν μικρές διαφορές στη συμπεριφορά τους, η αντίδραση του οργανισμού και τα προβλήματα όταν δημιουργηθούν φυσαλίδες είναι παρόμοια.

Μορφές

Παραδοσιακά, υπάρχει η ταξινόμηση κατά Golding όπου ανάλογα με τις εκδηλώσεις περιγράφει 2 μορφές της Νόσου εξ Αποσυμπίεσης: 1. Τύπου I – ήπια μορφή: περιλαμβάνει τον πόνο στις αρθρώσεις (ή μυοσκελετική μορφή), τη δερματική μορφή και τη λεμφική μορφή. 2. Τύπου II – σοβαρή μορφή: περιλαμβάνει τη Νευρολογική μορφή (Εγκέφαλος, Νωτιαίος Μυελός, Περιφερικά Νεύρα), την Καρδιοαναπνευστική μορφή και την Αιθουσαία (Έσω Ωτός).

Σε πολλές περιπτώσεις οι δύο μορφές συνυπάρχουν (ήπια & σοβαρή) και π.χ. ο πόνος στον ώμο συνδυάζεται με νευρολογική προσβολή και μυική έκπτωση. Επίσης, δερματικές βλάβες ή πόνος μπορεί να οι πρώτες εκδηλώσεις πιο σοβαρής μορφής Νόσου.

Και στις δύο μορφές οι βασικές αρχές θεραπείας είναι οι ίδιες, και οι δύο θα χρειασθούν θεραπεία με επαναπίεση και Υπερβαρικό Οξυγόνο. Αυτό που αλλάζει είναι η πρόγνωση και εξέλιξη της νόσησης καθώς και η ένταση της θεραπευτικής αγωγής. Και εξ ορισμού η Νόσος εξ Αποσυμπίεσης τύπου II αφορά πιο ευπαθή και σημαντικά όργανα

Συμπτώματα (ενδεικτικά)

Ασυνήθιστη κόπωση – Κνησμός (φαγούρα) – Πόνος στις αρθρώσεις και στους μύες των χεριών-ποδιών-κορμού – Ζάλη, Ίλιγγος – Υπαισθησία, αιμωδίες, παράλυση – Δύσπνοια/δυσκολία στην αναπνοή

Σημεία (ενδεικτικά)

Χρωματισμός δέρματος/εξάνθημα – Παράλυση, μυική αδυναμία – Αδυναμία ούρησης – Σύγχυση, «περίεργη» συμπεριφορά – Αμνησία, Τρόμος – Δυσχέρεια βάδισης – Έμετος – Αταξία – Αιμόπτυση – Καταπληξία ή Απώλεια Αισθήσεων

Έναρξη συμπτωμάτων

Στην πλειοψηφία των περιπτώσεων, τα συμπτώματα ξεκινούν εντός της πρώτης ώρας από την άνοδο του δύτη στην επιφάνεια έως και τις πρώτες ώρες, αλλά μπορεί να καθυστερήσουν έως και 24 ώρες. Ανάλογα με τη μορφή, υπάρχουν μικροδιαφορές, δηλαδή: περισσότερο από 90% των περιπτώσεων της σοβαρής νευρολογικής μορφής Νόσου εμφανίζουν συμπτώματα εντός των 3 πρώτων ωρών από την ανάδυση, ενώ για την πιο ελαφριά μυοσκελετική μορφή της Νόσου το ίδιο ποσοστό εμφανίζει συμπτώματα εντός των πρώτων 6 ωρών. Σε σοβαρές περιπτώσεις με μεγάλα βάθη κατάδυσης, τα συμπτώματα μπορεί να εμφανισθούν μέσα στο νερό ακόμα πριν την άνοδο στην επιφάνεια ή αμέσως μετά. Πάντως, κάθε ανεξήγητο σύμπτωμα ή πρόβλημα που εμφανίζεται εντός 36 ωρών από το τέλος μιας κατάδυσης, θα πρέπει να θεωρείται πιθανή Νόσος εξ Αποσυμπίεσης και να επιβεβαιώνεται ή να αποκλείεται σαν διάγνωση. Στην Αρτηριακή Εμβολή Αερίου (με επακόλουθο την εμβολή εγκεφάλου με αέρα), τα συμπτώματα εμφανίζονται εντός των πρώτων 10' από την ανάδυση, και σπάνια έως τα 15'.

Τα πιο συχνά συμπτώματα της Νόσου εξ Αποσυμπίεσης είναι ο πόνος στις αρθρώσεις, τα μούδιασμα και οι διαταραχές αισθητικότητας. Τα γενικά συμπτώματα (όπως λέγονται) που περιλαμβάνουν γενική αδυναμία, κακουχία, ανεξήγητη κόπωση είναι επίσης πολύ συχνά και εμφανίζονται πρώτα, αν και μπορεί να υπάρχουν και χωρίς Νόσο σε μια κουραστική κατάδυση. Όταν όμως το προφίλ είναι ακραίο μπορεί να προβληματίσουν. Συχνά συμπτώματα της Νόσου είναι και η μυική αδυναμία και η αδυναμία ούρησης. Στις σοβαρές μορφές της Νόσου τα στοιχεία είναι ξεκάθαρα. Οι περισσότερες περιπτώσεις Νόσου όμως εμφανίζονται σταδιακά, ξεκινώντας με ήπιο πόνο σε μια άρθρωση ή παραισθησίες (κάψιμο, μυρμηγκιάσματα) ενός άκρου.

Σε κάποιες περιπτώσεις, τα συμπτώματα αποδίδονται από το δύτη σε αιτίες όπως υπερπροσπάθεια, σήκωμα μεγάλου βάρους ή και σε στενή στολή. Έτσι, αναζητάται γνώμη και βοήθεια όταν τα συμπτώματα παραμένουν ή αυξηθούν σε ένταση. Μπορεί να χαθεί πολύτιμος χρόνος έτσι, καθώς ο χρόνος θεραπείας επιμηκύνεται για να επιτευχθεί ίαση. Στην περίπτωση της μυοσκελετικής μορφής (τύπου I), ακόμη και αν τα συμπτώματα παρέλθουν μετά από μέρες, τέτοιοι «τραυματισμοί» σε βάθος χρόνου οδηγούν στην

οστεονέκρωση των δυνάτων, αποκαλούμενη Δυσβαρική Οστεονέκρωση, κατάσταση που εμφανίζεται (σε μακροχρόνιες καταδύσεις) και χωρίς να έχει ποτέ εκδηλωθεί συμπτωματολογία από τις αρθρώσεις.

Η άμεση αναζήτηση επικοινωνίας για μεταφορά και θεραπεία σε Θάλαμο Αποσυμπίεσης είναι σημαντική όταν εκδηλωθούν συμπτώματα για την ταχύτερη και καλύτερη αποκατάσταση. Καθυστερήσιμη ωρών μπορεί να επιφέρει σημαντικά υπολειμματικά μόνιμα προβλήματα, ειδικά στη νευρολογική μορφή της Νόσου.

ΑΡΤΗΡΙΑΚΗ ΕΜΒΟΛΗ ΑΕΡΙΟΥ (ΕΜΒΟΛΗ ΕΓΚΕΦΑΛΟΥ ΜΕ ΑΕΡΑ)

Τον όρο Αρτηριακή Εμβολή Αερίου που είναι η σωστή περιγραφή του προβλήματος, τον συνοδεύουμε σχεδόν πάντα με το «Εμβολή Εγκεφάλου με Αέρα» που δεν είναι πάντα σωστός, χρησιμοποιείται όμως από παλιά στην «αργκό» της Καταδυτικής Ιατρικής και είναι ευρέως γνωστός. Ο λόγος είναι ότι ο Εγκέφαλος προσβάλλεται στη μεγάλη πλειοψηφία των περιπτώσεων, παρότι περιγράφεται και εμβολή στα στεφανιαία αγγεία (καρδιά) και αλλού στο σώμα. Επίσης, στο δύτη που αναπνέει αέρα από τις φιάλες ή από την επιφάνεια (και αυτό αποτελεί τον κανόνα), τα προβλήματα που προκαλούνται οφείλονται στην είσοδο αέρα στην κυκλοφορία από τη ρήξη του κυψελιδικού τοιχώματος (πνεύμονες). **Διευκρινίσεις:** **1.** Οι βασικές αρχές θεραπείας είναι οι ίδιες με τη Νόσο εξ Αποσυμπίεσης και περιγράφεται στην ίδια «παράγραφο» της νοσολογίας των καταδύσεων. **2.** Μπορεί να συνυπάρχει με τη Νόσο εξ Αποσυμπίεσης, αν η ταχεία ανεξέλεγκτη ανάδυση γίνει από μεγάλο βάθος με υπολειπόμενη αποσυμπίεση. Η συνύπαρξή τους είχε προταθεί από τους Neuman & Bove το 1990 να ονομασθεί Νόσος εξ Αποσυμπίεσης τύπου ΙΙΙ. **3.** Μπορεί να συμβεί από κατάδυση σε πολύ μικρό βάθος – χωρίς να απαιτεί τη συσσώρευση αδρανούς αερίου. **4.** Για καλύτερη κατανόηση, είναι η μόνη πιθανή μορφή Νόσου σε κατάδυση με 100% Οξυγόνο – και τότε θα είναι «εμβολή εγκεφάλου με οξυγόνο».

Ο μηχανισμός που οδηγεί στην Εμβολή είναι η πνευμονική υπερδιάταση – βαρότραυμα πνευμόνων, που συμβαίνει όταν ο αυτοδύτης κάνει ανάδυση χωρίς να εκπνέει. Ο αέρας (ή σωστότερα το αέριο μείγμα που ανέπνεε κατά την κατάδυση ο δύτης) στους πνεύμονες αυξάνει σε όγκο κατά την άνοδο, προκαλεί ρήξη του πνευμονικού ιστού και είσοδο αέρα στην αιματική κυκλοφορία. Αυτός κατανέμεται με μορφή φυσαλίδων παντού στο σώμα, συχνότερα όμως (για διάφορους λόγους) προκαλούν διαταραχές από τον εγκέφαλο μέσω απόφραξης αγγείων του. Θεωρείται, όπως γίνεται κατανοητό, σοβαρή μορφή καταδυτικής νόσου.

Συνήθως οφείλεται σε ανεξέλεγκτη ανάδυση λόγω πανικού, ή σε κράτημα της αναπνοής κατά την ανάδυση όπως μπορεί να γίνεται σε άπειρο ή αναίσθητο δύτη. Μπορεί πάντως να παρουσιαστεί σε δύτη που ακολούθησε ομαλό ρυθμό ανάδυσης σε περίπτωση αποφρακτικής πνευμονικής διαταραχής. Γι' αυτό πάσχοντες από Άσθμα και Χρόνια Αποφρακτική Πνευμονοπάθεια πρέπει να εξετάζονται προ έναρξης καταδύσεων για καθορισμό καταδυτικής ικανότητας, παροχή οδηγιών και κατάλληλης θεραπευτικής αγωγής.

Ο δύτης που είναι αναίσθητος κατά την ανάδυση καθώς και αυτός που χάνει τις αισθήσεις του εντός των πρώτων 10', αποτελούν ιατρικό επείγον και είναι σημαντική η τάχιστα (αλλά πάντα ασφαλώς) διακομίδη στο κοντινότερο Θάλαμο Αποσυμπίεσης. Η Εμβολή πάντως μπορεί να έχει ηπιότερη εμφάνιση νευρολογικής δυσλειτουργίας που μπορεί να περιλαμβάνει αιμωδίες, «μυρμηγκιάσματα», αίσθημα αδυναμίας χωρίς έκδηλη παράλυση, σύγχυση και διακοπή ειρμού σκέψεων σε άνθρωπο που βρίσκεται σε εγρήγορση. Σε αυτές τις περιπτώσεις υπάρχει χρόνος για πιο λεπτομερή εξέταση και αποκλεισμό άλλων αιτιών των συμπτωμάτων.

Όπως και στη Νόσο, περιπτώσεις με ήπια συμπτώματα μπορεί να αποδοθούν σε άλλες αιτίες και να καθυστερήσουν τη θεραπεία. Σε περίπτωση που ήπια συμπτώματα παρέλθουν χωρίς θεραπεία, μπορεί να κάνουν την εμφάνισή τους σε επόμενη (ακόμα και «αθώα») κατάδυση και να είναι ανθεκτικά σε θεραπεία παρατείνοντας την ανάγκη θεραπευτικής αγωγής.

Συμπτώματα (ενδεικτικά)

Ζάλη – θάμβος (θόλωση) όρασης – Ελαττωμένη αισθητικότητα – Πόνος στο θώρακα – Απώλεια προσανατολισμού

Σημεία (ενδεικτικά)

Αίμα αναμιγμένο με αφρώδη πτύελα από το στόμα ή τη μύτη – Παράλυση ή μυική αδυναμία – Σπασμοί – Απώλεια αισθήσεων – Ανακοπή – Θάνατος

Θεραπεία Νόσου εξ Αποσυμπίεσης & Αρτηριακής Εμβολής

Πρώτες Βοήθειες

Οι βασικές αρχές υποστήριξης της ζωής ισχύουν και εδώ και έρχονται πρώτες. Έτσι, θα πρέπει σε δύτη που βρίσκεται στο νερό να τον βγάλουμε με ασφάλεια (διάσωση) και αν είναι αναίσθητος να ελέγξουμε και να κάνουμε καρδιοπνευμονική αναζωογόνηση (Airway – Breathing – Circulation). Οι εμφυσέςεις μπορούν να αρχίσουν και μέσα στο νερό. Ευχόμενοι πως αυτό είναι ένα σενάριο που δε θα συναντήσουμε, αλλά και να το συναντήσουμε θα το αντιμετωπίσουμε, προχωράμε παρακάτω.

Η χορήγηση 100% οξυγόνου είναι πολύ σημαντική και πρέπει να ξεκινάει το συντομότερο δυνατό εφ' όσον υπάρχει υποψία/συμπτώματα Νόσου εξ Αποσυμπίεσης. Χρησιμοποιούμε υψηλή ροή με μάσκα εφ' όσον υπάρχει, κλείνοντας τις πλάγιες οπές που συνήθως έχουν με αυτοκόλλητη ταινία. Η χορήγηση οξυγόνου μπορεί να επιβραδύνει την εξέλιξη της Νόσου και σε μερικές περιπτώσεις να ελαττώσει ή και να εξαλείψει τα συμπτώματα (όχι τη Νόσο). Αυτό συμβαίνει επειδή αυξάνει την οξυγόνωση των ιστών και ελαττώνει την ανάπτυξη του οιδήματος.

ΠΡΟΣΟΧΗ: Ακόμα και στην περίπτωση που με τη χορήγηση οξυγόνου στην επιφάνεια εξαφανισθούν τα συμπτώματα, η θεραπεία στο Θάλαμο Αποσυμπίεσης μπορεί να κρίνεται απαραίτητη. Τα συμπτώματα μπορεί να επανέλθουν ακόμα και ώρες μετά και να επιμείνουν απαιτώντας παρατεταμένη θεραπεία. Άρα, σε κάθε περιστατικό, πρέπει να υπάρχει επικοινωνία και, εφ' όσον κρίνεται απαραίτητο, μεταφορά για θεραπεία σε Θάλαμο Αποσυμπίεσης.

Η χορήγηση υγρών είναι άλλο χρήσιμο μέτρο που μπορεί να ξεκινήσει από τον τόπο του δυστυχήματος. Εφ' όσον ο δύτης δεν είναι αναίσθητος και δεν έχει τάση για εμετό, του δίνουμε να πίνει νερό υπολογίζοντας περίπου 2 λίτρα μέσα στις πρώτες 2 ώρες. Η αναπλήρωση αυτή των υγρών είναι απαραίτητη λόγω της αφυδάτωσης που προκαλεί η κατάδυση και επιπλέον η Νόσος. Εάν ο δύτης έχει ήδη μεταφερθεί σε παρακείμενο Κέντρο Υγείας ή Νοσοκομείο, τα υγρά θα χορηγηθούν ενδοφλεβίως μέσω φλεβοκαθετήρα. Εκεί, αν απαιτηθεί θα παρθούν και πρόσθετα υποστηρικτικά μέτρα όπως τοποθέτηση καθετήρα κύστεως, φάρμακα κ.α. κατόπιν και επικοινωνίας με Μονάδα Καταδυτικής Ιατρικής.

Θεραπεία στο Θάλαμο Αποσυμπίεσης – Επαναπίεση & Υπερβαρικό Οξυγόνο

Θεραπεία εκλογής για τη Νόσο εξ Αποσυμπίεσης και την Αρτηριακή Εμβολή Αερίου είναι η επαναπίεση σε ειδικό Θάλαμο Αποσυμπίεσης. Η επαναπίεση ελαττώνει το μέγεθος των φυσαλίδων ενώ το Υπερβαρικό Οξυγόνο (YBO) συμβάλλει σε ταχεία αποβολή του αδρανούς αερίου, αποκατάσταση της οξυγόνωσης των ιστών και ελάττωση του ιστικού οιδήματος. Η μεταφορά δύτη – ασθενούς για θεραπεία στο Θάλαμο Αποσυμπίεσης πρέπει να γίνεται το ταχύτερο δυνατό, χωρίς καθυστέρηση, εκτός αν αυτό απαιτείται για την ασφαλή μεταφορά του ασθενούς (στην Ελλάδα μας με τη γεωγραφική της ιδιομορφία είναι απόλυτα σαφές αυτό, καθώς σε άλλες περιπτώσεις είναι σωστότερη η αναμονή για προετοιμασία και μεταφορά με εναέριο μέσο ενώ σε άλλες η άμεση εκκίνηση και μεταφορά με οδικό μέσο μπορεί να είναι η καλύτερη επιλογή). Η μεταφορά ασθενών δυτών μέσω ΕΚΑΒ λαμβάνει όλα αυτά υπόψη, καθώς και τις ιδιαιτερότητες της μεταφοράς πάσχοντος από Νόσο (αερομεταφορά με Α/Φ με συμπίεσμένη καμπίνα ή με Ε/Π σε υψόμετρο κάτω των 300 μέτρων). Πάντως, αν κάποιος έχει μπροστά του ένα δύτη που έχει πρόβλημα και δεν ξέρει τι να κάνει ή πού να ρωτήσει, το να τον μεταφέρει στο κοντινότερο Κέντρο Υγείας / Νοσοκομείο είναι μια ασφαλής επιλογή. Να βάλει μέσα στο αυτοκίνητό του έναν ημι-αναίσθητο δύτη και να κάνει 3 ώρες δρόμο για να τον πάει κατευθείαν στο Θάλαμο Αποσυμπίεσης είναι μια λάθος επιλογή. Σε κάθε περίπτωση η επικοινωνία με τη Μονάδα Καταδυτικής Ιατρικής επιλύει τέτοιους προβληματισμούς και δίνει χρήσιμες κατευθύνσεις. Είναι καλό να επικοινωνεί το «ζευγάρι» του δύτη που έχει πρόβλημα, και να είναι προετοιμασμένος να δώσει πληροφορίες όπως: προφίλ κατάδυσης (μέγιστο βάθος, χρόνος βυθού), εισπνεόμενο μέσο (αέρας, μείγματα), επαναληπτικές καταδύσεις, ώρα έναρξης συμπτωμάτων μετά την ανάδυση και πώς αυτά έχουν αλλάξει με την πάροδο του χρόνου, ιατρικό ιστορικό του δύτη, τοποθεσία κατάδυσης και τηλέφωνο επικοινωνίας.

Η θεραπεία στο Θάλαμο Αποσυμπίεσης περιλαμβάνει την επαναπίεση και ανάλογα με τον ασθενή και την αντίδραση, σταδιακή ελάττωση μέχρι κάποιο «βάθος» όπου ξεκινάει η εισπνοή 100% οξυγόνου με ειδική μάσκα (= Υπερβαρικό Οξυγόνο). Σε ορισμένες περιπτώσεις, εξαρχής χορηγείται Υπερβαρικό Οξυγόνο. Η διάρκεια και το «βάθος» της θεραπείας είναι εξατομικευμένα. Μετά την πρώτη θεραπεία και

ανάλογα με τη βαρύτητα της Νόσου, μπορεί τα συμπτώματα να μην υποχωρήσουν εντελώς και κατά κανόνα γίνονται επαναληπτικές θεραπείες μέσα στις επόμενες ημέρες. Το σύνηθες πάντως τελικό αποτέλεσμα είναι η επίλυση του προβλήματος και των συμπτωμάτων, εφ'όσον η θεραπεία αρχίσει έγκαιρα. Η επείγουσα Νόσος εξ Αποσυμπίεσης απαιτεί και νοσηλεία για καλύτερη παρακολούθηση και χορήγηση φαρμάκων, ενώ στα πρώτα στάδια όπως ειπώθηκε, μπορεί να απαιτούνται και άλλα μέτρα (όπως ουροκαθετήρας).

Πρόληψη

Τα μέτρα πρόληψης αφορούν την κατάδυση και το σχεδιασμό της, τον άνθρωπο – δύτη και τις δραστηριότητες πριν-κατά τη διάρκεια-μετά την κατάδυση.

Πρώτα απ' όλα ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ. Θεωρείται δεδομένο αλλά πρέπει να το επαναλαμβάνουμε και να το τονίζουμε. Για την κατάδυση υπάρχουν αρκετά ρητά, ένα εκ των οποίων “plan your dive, dive your plan”. Ο σχεδιασμός ενός ασφαλούς προφίλ κατάδυσης χρησιμοποιώντας το πιο συντηρητικό μοντέλο δε θα περιορίσει τη χαρά και την ευχαρίστηση σε ένα δύτη αναψυχής. Καλό είναι να μένει κάποιος μακριά από τα όρια των no-D limits των πινάκων και προσοχή σε καταδύσεις βαθύτερες των 30 μέτρων όπου στατιστικά αυξάνουν τα ποσοστά της Νόσου. Αποφυγή των παραγόντων κινδύνου ελαττώνει τις πιθανότητες νόσησης και αυτοί είναι: βαθιές και μεγάλης διάρκειας καταδύσεις, άσκηση/κούραση κατά τη διάρκεια ή αμέσως μετά την κατάδυση, επαναληπτικές καταδύσεις. Οι γιο-γιο καταδύσεις θα πρέπει να αποφεύγονται καθώς έχουν ενοχοποιηθεί για αρτηριοποίηση φλεβικών «σιωπηλών» φυσαλίδων και εμφάνιση Νόσου σε περιπτώσεις όχι αντίστοιχα μεγάλου φορτίου Αζώτου. Το ίδιο και το ανάστροφο προφίλ σε άτομα που κάνουν επαναληπτικές καταδύσεις. Μην ξεχάσουμε πως το ψαροντούφεκο με ελεύθερη κατάδυση μετά από αυτόνομη κατάδυση μπορεί να οδηγήσει σε εκδήλωση Νόσου που δε θα εμφανιζόταν αν ο δύτης επέτρεπε, χωρίς τις αυξομειώσεις της πίεσης λόγω βάθους, την ομαλή εξάλειψη του Αζώτου από τον οργανισμό. Η προσθήκη της λεγόμενης «προληπτικής» στάσης αποσυμπίεσης σε όλες τις no-D καταδύσεις παρέχει περαιτέρω ασφάλεια – καλύτερα στα 5 μέτρα. Είναι σωστό η κατάδυση να γίνεται σε μέρα όπου έχει προηγηθεί ένας καλός ύπνος και όχι κακή χρήση αλκοόλ. Η άφθονη λήψη υγρών προ της κατάδυσης έχει δείξει πως οδηγεί σε ελαττωμένο αριθμό φυσαλίδων και αφού η κατάδυση προκαλεί σχετική αφυδάτωση, να προσέχουμε στη ζεστή μας χώρα το καλοκαίρι να μην ξεκινάμε την κατάδυσή μας αφυδατωμένοι. Γενικώς, το μπάνιο με ζεστό νερό μετά την κατάδυση καλό είναι να αποφεύγεται. Όχι άνοδος σε υψόμετρο ή πτήση μετά από κατάδυση. Ειδικά για την πτήση μετά από κατάδυση και για τις ανάγκες του καταδυτικού τουρισμού, υπάρχουν οδηγίες – ενδεικτικά, από τη DAN και ειδικός «πίνακας» στο καταδυτικό εγχειρίδιο του Αμερικάνικου Ναυτικού. Η κατάδυση να γίνεται πάντα με «ζεγάρι» και αν απέχουμε καιρό από τις καταδύσεις να γίνεται σταδιακή επανένταξη: είτε με τη μορφή αρχικά ρηχών – μικρής διάρκειας καταδύσεων, είτε με κατάδυση με εκπαιδευτή – οργανωμένη ομάδα. Το αίσθημα ασφάλειας περιορίζει την κατανάλωση αέρα και επιτρέπει την ευχαρίστηση της κατάδυσης. Και για να βάλουμε τα πράγματα στη θέση τους, η αυτόνομη κατάδυση είναι ασφαλής δραστηριότητα. Σύμφωνα με τις εκτιμήσεις της DAN, έχουμε 3 – 4 καταδυτικά προβλήματα ανά 10.000 καταδύσεις και η πλειονότητα αυτών είναι ήπιας βαρύτητας.

Όσον αφορά τον άνθρωπο – δύτη τώρα, μια πρώτη ιατρική εκτίμηση είναι καλό να γίνεται στον υποψήφιο δύτη. Αναλόγως του σκοπού της κατάδυσης για κάθε άνθρωπο, οι απαιτήσεις είναι διαφορετικές. Για τους επαγγελματίες είναι υποχρεωτική η ετήσια εξέταση και ιατρική πιστοποίηση της καταδυτικής καταλληλότητας. Ακόμα περισσότερο, για τις στρατιωτικές καταδύσεις στη χώρα μας, τα στάνταρντ είναι καλά καθορισμένα και αυστηρά ενώ το πρόγραμμα ιατρικού ελέγχου συγκεκριμένο. Μιλώντας λοιπόν για τις καταδύσεις αναψυχής, δεν υπάρχει νομική απαίτηση ιατρικής εξέτασης προ της εκπαίδευσης για τις καταδύσεις. Για κάποιον υποψήφιο αυτοδύτη, η ιατρική εκτίμηση από καταδυτικό ιατρό μπορεί να είναι η πρώτη γενική κλινική εξέταση που γίνεται από ιατρό στην ενήλικη ζωή του. Εξετάζοντας ειδικότερα τα συστήματα του οργανισμού που ενδιαφέρουν για την επαφή με την κατάδυση (ακρόαση, δυνατότητα εξίσωσης κλπ) και το ιατρικό ιστορικό – ερωτηματολόγιο, διασφαλίζεται πως δεν ξεκινά την κατάδυση με μειονέκτημα που μπορεί να φέρει κινδύνους για τον ίδιο και την καταδυτική του παρέα. Κάποιες παθήσεις μπορεί να είναι **αντένδειξη για καταδύσεις** και αυτό πρέπει να συζητιέται. Ακόμα και αν ένα πρόβλημα υγείας είναι υπό καλό έλεγχο στην εκτός νερού ζωή, μπορεί να δημιουργήσει κινδύνους για το δύτη. Υπάρχουν και καταστάσεις που ανακαλύπτονται τυχαία σε τσεκάπ που δεν προκαλούν συμπτώματα / δεν απαιτούν θεραπεία, αποτελούν όμως αντένδειξη για καταδύσεις. Από την άλλη πλευρά, παθήσεις που παλαιότερα αποτελούσαν απόλυτη αντένδειξη για καταδύσεις, είναι σήμερα αποδεκτές από τη διεθνή καταδυτική ιατρική κοινότητα πως επιτρέπουν στον άνθρωπο να καταδύεται με περιορισμούς και την

κατάλληλη παρακολούθηση. Κάποιες παθήσεις μπορεί να μην επιτρέπουν σε κάποιον να καταδύεται για επαγγελματικούς λόγους, αλλά να είναι επιτρεπτές για καταδύσεις αναψυχής και χωρίς να σημαίνει πως διακινδυνεύει την ασφάλεια και την υγεία του. Τέλος, ιδιαιτερότητες που μπορεί να υπάρχουν σε ανθρώπους είναι καλό να αναγνωρίζονται και να δίνονται κατάλληλες κατευθύνσεις.

Παράγοντες κινδύνου που αφορούν το δύτη και αναγνωρίζονται ευρέως, είναι η παχυσαρκία (λιπώδης ιστός αποθηκεύει αλλά και αποδεσμεύει αργά και μεγάλες ποσότητες Αζώτου), η ηλικία που είναι σταθερός παράγοντας κινδύνου στις περισσότερες νοσολογικές οντότητες, το ιστορικό νόσησης από Νόσο εξ Αποσυμπίεσης (που μπορεί να κρύβει μέσα της τη ροπή του ατόμου για παράτολμες συμπεριφορές και ακραία καταδυτικά προφίλ), η αφυδάτωση, η παρουσία μεσοκολπικής επικοινωνίας και η φυσική κατάσταση. Το φύλο, σαν παράγοντας κινδύνου (οι άνδρες κινδυνεύουν περισσότερο), μπορεί να εξαλειφθεί στο μέλλον καθώς όλο και περισσότερες γυναίκες καταδύονται πια. Μια και το είπαμε, η εγκυμοσύνη αποτελεί λόγο διακοπής (προσωρινώς) των καταδύσεων, ώστε να μην παραβλαπτεί η εμβρυομητρική κυκλοφορία και άρα το έμβρυο. Γενικότερα, καλή υγεία και φυσική κατάσταση είναι παράγοντες που μπορεί να προστατεύσουν από συμβάματα σε μια κατάδυση. Ο δύτης δε θα πρέπει να πάσχει από κατάσταση που επηρεάζει το επίπεδο διανοητικής κατάστασης και εγρήγορσης, επιδεινώνεται από την κατάδυση ή οδηγεί σε Νόσο εξ Αποσυμπίεσης. Η **λήψη φαρμάκων** σε σχέση με την κατάδυση είναι ένα άλλο κεφάλαιο. Ενδιαφέρει ο λόγος για τον οποίο κάποιος παίρνει φάρμακα και αν αυτό είναι κάτι που θα προδιαθέσει σε καταδυτικό ατύχημα ή αν η κατάδυση θα επηρεάσει αρνητικά αυτό το πρόβλημα. Κάποια φάρμακα μπορεί να προδιαθέσουν σε Νόσο, ενώ κάποια άλλα μπορεί να προκαλούν συμπτώματα που μπορεί να μοιάζουν με τα πρώτα γενικά συμπτώματα της Νόσου. Δεν υπάρχει εγκεκριμένη επίσημη λίστα φαρμάκων που επιτρέπονται στην κατάδυση, όπως υπάρχει για τους χειριστές αεροσκαφών. Αυτό που είναι σημαντικό είναι το φάρμακο να μην προκαλεί προβλήματα/συμπτώματα, και σε αυτό βοηθά αν ο δύτης είναι εξοικειωμένος με το συγκεκριμένο φάρμακο. Σχετικά ασφαλή είναι τα κοινά αναλγητικά (η ασπιρίνη προτείνεται συχνά σαν «προληπτικό» μέτρο προ της κατάδυσης), τα αντιισταμινικά νεότερης γενιάς, τα τοπικώς δρώντα (κρέμες, αλοιφές), τα αντισυλληπτικά και τα αποσυμφορητικά (εφόσον δεν χρησιμοποιούνται αμέσως πριν την κατάδυση για να καταφέρει κάποιος με σοβαρή δυσκολία να εξισώσει). Κάθε καινούριο φάρμακο πάντως θα πρέπει να συζητιέται, καθώς και αυτά που λαμβάνονται χρονίως.

Σε αλλαγή της κατάστασης υγείας θα πρέπει να γίνεται συζήτηση με κάποιο ειδικό. Μετά από κάποιο χειρουργείο ή εισαγωγή σε νοσοκομείο για άλλο λόγο, θα πρέπει να παρέλθει χρόνος για να αναρρώσει ο οργανισμός και αυτό μπορεί να διαφέρει από άνθρωπο σε άνθρωπο. Το πότε θα επανέλθει κάποιος στις καταδύσεις ή αν κάποιο νέο-διαγνωσθέν θέμα υγείας αλλάζει τη δυνατότητα για κατάδυση, θα πρέπει πάντα να προβληματίζεται. Επίσης, υποτροπιάζον πρόβλημα υγείας που αναγκάζει σε πολλαπλές επισκέψεις και θεραπείες κάποιον δύτη θα πρέπει να δημιουργεί προβληματισμό τόσο για τον προαναφερθέντα λόγο, όσο για το αν η κατάδυση μπορεί να σχετίζεται με αυτό, ακόμα και αν χρονικά δεν συνδέονται μεταξύ τους.

Θεραπεία με ΥπερΒαρικό Οξυγόνο (ΘΥΒΟ)

Γενικά

Ο ορισμός της ΘΥΒΟ, όπως δίνεται από τη διεθνή Εταιρεία Υποβρύχιας και Υπερβαρικής Ιατρικής (Undersea and Hyperbaric Medical Society – UHMS) είναι: «Εισπνοή από τον ασθενή 100% οξυγόνου με διαλείμματα, σε συνθήκες αυξημένης περιβαλλοντικής πίεσης εντός Θαλάμου Αποσυμπίεσης – πίεση μεγαλύτερη από μία Απόλυτη Ατμόσφαιρα (ΑΤΑ). Η μέχρι τώρα αποκτηθείσα γνώση υποδεικνύει πως η πίεση θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 1,4 ΑΤΑ»

Αν και αναφορές της χρήσης ΘΥΒΟ άρχισαν στο τέλος του 19ου αιώνα και η χρησιμότητά της στη θεραπεία της Νόσου Δυτών φάνηκε στη δεκαετία του '20, μόλις στα μέσα του 20ου αιώνα άρχισε να χρησιμοποιείται στην κλινική πράξη. Οι βιοχημικές και φυσιολογικές επιδράσεις του Υπερβαρικού Οξυγόνου (ΥΒΟ) έχουν οδηγήσει στη θεραπευτική χρήση του σε ποικίλες ασθένειες και καταστάσεις. Διεθνώς, οι ενδείξεις για τη ΘΥΒΟ ποικίλλουν και αυτό μπορεί να εξηγηθεί μερικώς από τις πολυάριθμες επιδράσεις που έχει στον ανθρώπινο οργανισμό. Η λίστα των ενδείξεων που έχει εγκριθεί για χρήση του ΥΒΟ από τη διεθνή Εταιρεία Υποβρύχιας και Υπερβαρικής Ιατρικής παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας. Αναγνωρισμένες Ενδείξεις Χρήσης ΘΥΒΟ, όπως έχουν καθορισθεί από την Επιτροπή για Θεραπεία με Υπερβαρικό Οξυγόνο

- | | |
|----|---|
| 1 | Αρτηριακή Εμβολή Αέρα (ή άλλου αερίου) |
| 2 | Δηλητηρίαση με Μονοξείδιο Άνθρακα και
Δηλητηρίαση με Μονοξείδιο Άνθρακα σε συνδυασμό με Κυανιούχα |
| 3 | Κλωστηριδιακή Μυοσίτις και Μυονέκρωση (Αεριογόνος Γάγγραινα) |
| 4 | Συνθλιπτικές Κακώσεις, Σύνδρομο Διαμερίσματος, και άλλες περιπτώσεις Οξείας Ισχαιμίας τραυματικής αιτιολογίας |
| 5 | Νόσος Δυτών |
| 6 | Ευόδωση Επούλωσης σε Επιλεγμένα Προβληματικά Έλκη |
| 7 | Μεγάλη Απώλεια Αίματος (Αναιμία) |
| 8 | Ενδοκρανικό Απόστημα |
| 9 | Νεκρωτικές Λοιμώξεις Μαλακών Μορίων |
| 10 | Οστεομυελίτις (Ανθεκτική) |
| 11 | Καθυστερημένες Μετακτινικές Διαταραχές (Μαλακά Μόρια και Οστεονέκρωση) |
| 12 | Δερματικά Μοσχεύματα (Επιλεγμένα) |
| 13 | Θερμικό Έγκαυμα |
| 14 | Αιφνίδια Νευροαισθητήριο Βαρηκοΐα (προστέθηκε στις 8 Οκτωβρίου 2011) |

Υπάρχουν διάφορες άλλες παθήσεις όπου το ΥΒΟ χρησιμοποιείται, οι οποίες σε διεθνές επίπεδο θεωρούνται ως «ενδείξεις υπό διερεύνηση». Οι Μονάδες Υπερβαρικής Ιατρικής παγκοσμίως θεραπεύουν ασθενείς για τέτοιες παθήσεις αν και δεν περιλαμβάνονται στον κατάλογο ενδείξεων. Πάντως, μεγάλος όγκος της ιατρικής βιβλιογραφίας δείχνει θετικά αποτελέσματα. Η μακροχρόνια εμπειρία μας στη διαχείριση ποικίλων ασθενειών (αποτελούμε κέντρο αναφοράς της ΘΥΒΟ για περισσότερο από το μισό του πληθυσμού της χώρας) έχει καταστήσει σαφές ότι είναι μια μοναδική ισχυρή θεραπευτική αγωγή για πολλές από αυτές, οι οποίες περιλαμβάνουν:

- Διαβητικό πόδι (περιλαμβάνεται στις περιπτώσεις επιλεγμένων προβληματικών ελκών για ευόδωση επούλωσης) – συμβάλλει στην επούλωση ελκών, θεραπεία πιθανής υποκείμενης οστεομυελίτιδας και αποφυγή ακρωτηριασμού
- Άσηπτη Οστική Νέκρωση (Avascular necrosis-AVN), ειδικά της κεφαλής του μηριαίου – αποφυγή αρθροπλαστικής, εξαφάνιση των οστικών αλλοιώσεων στις περισσότερες περιπτώσεις σταδίου I & II
- Κατάγματα – Καθυστερημένη και Ατελής Πώρωση, Ψευδάρθρωση
- Δρεπανοκυτταρική Κρίση και άλλες υποξικές επιπλοκές της Δρεπανοκυτταρικής Αναιμίας
- Αθλητικές Κακώσεις – αποκατάσταση και ταχεία επιστροφή στη δράση ή εργασία
- Νευρολογικά πρόβλήματα λόγω φλεγμονής και τοπικής υποξίας – περιλαμβάνει την πάρεση προσωπικού νεύρου (Bell's palsy) και άλλες μονονευροπάθειες
- Αγγειακές παθήσεις – Νόσος Buerger, Σύνδρομο Raynaud
- Γενικά, παθήσεις όπου η ισχαιμία εμποδίζει την φυσιολογική λειτουργία των επουλωτικών διεργασιών οδηγώντας σε ανεπαρκή επούλωση ελκών (περιλαμβάνονται συστηματικά αίτια, όπως κορτιζονοθεραπεία για ρευματικά νοσήματα, μεσογειακή αναιμία κ.α.), ανεπαρκή σχηματισμό οστικού πύρου (κορτιζόνη, σημείο του κατάγματος, συστηματικές παθήσεις κ.α.)

Όπως δηλώνεται στον ορισμό, η πίεση που χρησιμοποιείται θεραπευτικά είναι πάνω από 1,4 ATA (αν και όχι πάντα) και σε πιέσεις από 1,5 - 2 ATA, η θεραπεία είναι ασφαλής και ανεκτή από τους ασθενείς. Φυσικά, οι ασθενείς που πρόκειται να υποβληθούν σε ΘΥΒΟ εξετάζονται πριν την έναρξη της θεραπείας. Διενεργείται πλήρης ιατρική εξέταση με σκοπό να φανεί αν το ΥΒΟ ενδείκνυται για το συγκεκριμένο ασθενή και άρα αν θα βοηθήσει. Επίσης, πιθανοί κίνδυνοι και αντενδείξεις για τη θεραπεία θα πρέπει να αποκλειστούν ή να δοθεί κατάλληλη θεραπεία, ενώ η σωστή διαχείριση των συνυπαρχόντων ιατρικών προβλημάτων είναι σημαντική.

Άλλα χαρακτηριστικά της ΘΥΒΟ είναι η διάρκεια της κάθε μίας θεραπείας (συνεδρία) η οποία συνήθως είναι περί τα 90 λεπτά, η συχνότητα και ο συνολικός αριθμός συνεδριών. Στις περισσότερες περιπτώσεις και πάλι, οι συνεδρίες γίνονται καθημερινά, 1 συνεδρία την ημέρα, 5 μέρες την εβδομάδα. Ο συνολικός αριθμός συνεδριών εξατομικεύεται ανάλογα με τον ασθενή αλλά, για την πλειοψηφία των παθήσεων που είναι χρόνιες καταστάσεις, ο ελάχιστος αριθμός των 20 συνεδριών απαιτείται. Επίσης, σε πολλές περιπτώσεις, επαναληπτική θεραπεία με ΥΒΟ σε καθοριζόμενα διαστήματα μπορεί να είναι χρήσιμη για συντήρηση καλού αποτελέσματος ή την οριστική επίλυση του προβλήματος.

Φυσική και Φυσιολογία της ΘΥΒΟ – Τρόπος Δράσης του ΥΒΟ

Στο επίπεδο της θάλασσας, ο αέρας περιέχει 21% οξυγόνο και σύμφωνα με το νόμο του Dalton (σε μίγμα αερίων, το άθροισμα των μερικών πιέσεων των αερίων που αποτελούν το μίγμα ισούται με την ολική πίεση του μίγματος) η μερική πίεση του οξυγόνου υπολογίζεται σε 160 mmHg. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα, σε ένα μέσο φυσιολογικό άνθρωπο που αναπνέει αέρα, να έχει κατά προσέγγιση 97,5% κορεσμό της αιμοσφαιρίνης με οξυγόνο και 20 ml οξυγόνου ανά 100 ml αίματος, από τα οποία μόνο 0.3 ml σε διάλυση στο πλάσμα. Κάτω από φυσιολογικές συνθήκες, μόνο 25% αυτού του ποσού οξυγόνου μεταφέρεται στους ιστούς. Η αύξηση της συγκέντρωσης του εισπνεόμενου οξυγόνου από μόνη της θα έχει ελάχιστη επίδραση στην περιεκτικότητα του αίματος σε οξυγόνο, καθώς αυτή εξαρτάται από την αιμοσφαιρίνη (~ 97% κορεσμένη) και τη διαλυτότητα του οξυγόνου στο αίμα, καθοριζόμενη από τη μέγιστη δυνατή μερική πίεση εισπνεόμενου οξυγόνου.

Σε υπερβαρικές συνθήκες, καθώς η πίεση στο περιβάλλον και η μερική πίεση εισπνεόμενου οξυγόνου αυξάνουν, συμβαίνουν εντυπωσιακές αλλαγές. Όταν καθαρό οξυγόνο εισπνέεται, η κυψελιδική μερική

πίεση αυτού φτάνει να είναι 1.400 mmHg σε πίεση 2 ATA. Παρότι το ποσό οξυγόνου που μεταφέρεται από την αιμοσφαιρίνη δεν μπορεί να αυξηθεί παραπάνω όταν αυτή κορεσθεί 100%, το ποσό οξυγόνου που μεταφέρεται σε διάλυση στο πλάσμα μπορεί να μεταβληθεί. Η διαλυτότητα του οξυγόνου στο αίμα αυξάνει εανάλογα με τη μερική πίεση εισπνεόμενου οξυγόνου σύμφωνα με το νόμο του Henry (η μερική πίεση ενός αερίου εντός υγρού ισούται με τη μερική πίεση που ασκεί το αέριο στην επιφάνεια του υγρού, όταν επέλθει ισορροπία). Σε πίεση 2,8 ATA με εισπνοή 100% οξυγόνου, 6 ml οξυγόνου θα περιέχονται σε διάλυση ανά 100 ml πλάσματος. Όπως προαναφέρθηκε, περίπου 5 ml οξυγόνου ανά 100 ml αίματος χρησιμοποιούνται από τους ιστούς σε φυσιολογικές συνθήκες. Ο Boerema σε ένα μοναδικό πείραμα σε ζώα, κατάδειξε τη δυνατότητα να διατηρείται η ζωή και η καρδιακή λειτουργία μετά από πλήρη αφαιμάξη, με εισπνοή καθαρού οξυγόνου σε πίεση τριών Απολύτων Ατμοσφαιρών^{viii}.

Οι φυσιολογικές επιδράσεις του YBO είναι ποικίλες στα όργανα του ανθρώπινου οργανισμού και έχουν μελετηθεί εκτενώς. Το YBO προκαλεί αγγειοσύσπαση που, σε συνδυασμό με την περίσσεια περιεκτικότητα του αίματος σε οξυγόνο δίνει γένεση στο παράδοξο φαινόμενο: μικρότερη παροχή αίματος – αυξημένη προσφορά οξυγόνου στους ιστούς. Από την άλλη πλευρά, η αγγειοσύσπαση στους φυσιολογικούς ιστούς προκαλεί ανακατανομή αίματος με αύξηση της αιματικής παροχής στους υποξικούς ιστούς. Σε κυτταρικό επίπεδο, το YBO επιδρά σε ένζυμα και κυτταρικές λειτουργίες και έχει βρεθεί πως επηρεάζει το μεταβολισμό της γλυκόζης και της αμμωνίας. Έχει, επίσης, φανεί πως το YBO επιδρά αρνητικά στη προσκόλληση των λευκών αιμοσφαιρίων και επακόλουθη βλάβη του ενδοθηλίου των αγγείων και έτσι, ελαττώνει την ιστική βλάβη από ελεύθερες ρίζες κατά την επαναιμάτωση. Τέλος, επηρεάζει την παραγωγή ορμονών και πρωτεϊνών, ιδίως αυτών που σχετίζονται με την υποξία, με ευεργετικές επιδράσεις σε διάφορα προβλήματα υγείας που σχετίζονται με την έλλειψη οξυγόνου σε κυτταρικό επίπεδο.

Τα αποτελέσματα του YBO περιλαμβάνουν την αύξηση (ή νορμαλοποίηση) προσφοράς οξυγόνου σε υποξικούς ιστούς, ευόδωση επουλωτικών μηχανισμών του οργανισμού και βακτηριοκτόνες – βακτηριοστατικές ιδιότητες. Το YBO προάγει την αγγειογένεση, το σχηματισμό κολλαγόνου και πολλαπλασιασμό ινοβλαστών και οστεοβλαστών. Με αυτό τον τρόπο προάγει το σχηματισμό οστικού πόρου, βελτιώνει το τελικό αποτέλεσμα σε εγκαύματα και αυξάνει τη βιωσιμότητα μοσχευμάτων. Επίσης, έχει φανεί πως έχει νευρο-προστατευτικές δράσεις.

Θεραπεία με Υπερβαρικό Οξυγόνο

Η θεραπεία διενεργείται με τη χρήση Υπερβαρικών Θαλάμων οι οποίοι γενικά, χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: μονόχωροι και πολύχωροι. Στους μονόχωρους Θαλάμους, ο κάθε ασθενής βρίσκεται μόνος του. Το σχήμα τους συνήθως είναι κυλινδρικό και ο ασθενής είναι ξαπλωμένος. Κατά τη θεραπεία, ο Θάλαμος πληρούται με 100% οξυγόνο και η πίεση αυξάνει με περαιτέρω προσθήκη οξυγόνου μέχρι να φτάσει στην επιθυμητή πίεση. Ο ασθενής αναπνέει οξυγόνο ελεύθερα μέσα στο θάλαμο και υπάρχει οπτική επαφή με τον επιβλέποντα μέσω του διάφανου κελύφους του Θαλάμου, αλλά και ακουστική μέσω μικροφώνου – ηχείου. Οι πολύχωροι Θάλαμοι προσφέρουν τη δυνατότητα να υποβάλλονται σε θεραπεία πολλοί ασθενείς ταυτόχρονα αλλά και να λαμβάνονται ειδικά μέτρα ιατρονοσηλευτικής φροντίδας από το συνοδό όταν απαιτείται, κατά τη διάρκεια της θεραπείας. Βέβαια, έχουν και διαφορετικές απαιτήσεις όσον αφορά απαιτούμενους πόρους και ασφάλεια. Στους πολύχωρους Θαλάμους οι ασθενείς είναι καθήμενοι, εκτός αν αλλιώς απαιτείται, και η πίεση αυξάνει με περαιτέρω προσθήκη αέρα. Σε αυτήν την περίπτωση, το οξυγόνο προσφέρεται εξωγενώς και ο ασθενής το αναπνέει μέσω σφιχτά εφαρμοσμένης μάσκας που φορά κατά τη θεραπεία. Και πάλι, υπάρχει οπτικοακουστική επαφή και η παρακολούθηση του ασθενούς γίνεται μέσω καμερών και των υαλοπαραθύρων, ενώ η επικοινωνία με μικρόφωνα – ηχεία.

Εξ ορισμού, η θεραπεία των καταδυτικών ατυχημάτων γίνεται σε πολύχωρους Θαλάμους όπου η απαιτούμενη φροντίδα και φαρμακευτική αγωγή μπορεί να δοθεί, μέσω του συνοδού. Σε αυτούς τους θαλάμους εξάλλου, εφ' όσον απαιτηθεί, μπορούν να διενεργηθούν επείγουσες αναγκαίες παρεμβάσεις (διασωλήνωση, εξειδικευμένη υποστήριξη της ζωής).



Συνήθως, μία τυπική συνεδρία διαρκεί 90-120 λεπτά που περιλαμβάνουν τη συμπίεση (αύξηση πίεσης), τη θεραπευτική περίοδο (αναπνοή οξυγόνου στην επιθυμητή πίεση) και αποσυμπίεση (ελάττωση πίεσης μέχρι να φτάσει την πίεση του επιπέδου θαλάσσης). Κατά τη θεραπευτική περίοδο, οι ασθενείς μπορούν να διαβάζουν, να ακούνε μουσική ή να βλέπουν τηλεόραση, αν υπάρχει δυνατότητα. Προσοχή χρειάζεται κατά τη συμπίεση, όπου οι ασθενείς πρέπει να «καθαρίζουν» τα αυτιά τους, δηλαδή να εξισώνουν την πίεση στο μέσο ους φυσώντας τη μύτη τους, βήχοντας, καταπίνοντας ή άλλους τρόπους. Αυτό είναι ευκολότερο κατά την αποσυμπίεση όπου κατά κανόνα συμβαίνει παθητικά, με την κατάποση.

Η ΘΥΒΟ είναι ασφαλής και οι ανεπιθύμητες ενέργειες σπάνιες. Παροδική μυωπία μπορεί να εμφανιστεί μετά από μεγάλο αριθμό συνεδριών, αλλά είναι αναστρέψιμη και παύει μετά τη διακοπή της θεραπείας. Το βαρότραυμα μέσου ωτός (πόνος στο αυτί) είναι πιο συχνό. Κατάλληλη παρακολούθηση, εκπαίδευση και συμβουλές στον ασθενή μπορούν να εκμηδενίσουν τα ποσοστά εμφάνισης. Η τοξικότητα οξυγόνου στο ΚΝΣ εμφανίζεται ανάλογα με την πίεση και με αυτή που χρησιμοποιείται στην κλινική πράξη ουσιαστικά, δεν παρατηρείται. Αναφέρεται σε ποσοστό 0.01% σε κέντρα που χρησιμοποιούν πιέσεις 2.4 ΑΤΑ. Η πνευμονική τοξικότητα οξυγόνου παραμένει πάντα ως θεωρητικός προβληματισμός και πρακτικά, δεν εμφανίζεται στην κλινική πράξη. Η εμφάνιση κλειστοφοβίας είναι σπάνια, αλλά μπορεί να είναι η αιτία να μην εφαρμοσθεί η θεραπεία και τέλος, άλλες παρενέργειες σχετίζονται με τις ειδικές συνθήκες της νοσολογίας του αρρώστου.

Βασίλειος Ν. Καλέντζος MD, MPH
Δντής Μονάδας Καταδυτικής και Υπερβαρικής Ιατρικής
Ναυτικού Νοσοκομείου Αθηνών

ⁱ Karamitros AE, Kalentzos VN, Soucacos PN. Electric stimulation and hyperbaric oxygen therapy in the treatment of nonunions. *Injury* 2006;37:S63-S73.

ii Kindwall E. The physics of diving and hyperbaric pressures. In Kindwall EP, Whelan HT, editors. *Hyperbaric Medicine Practice*. 2nd ed revised. Flagstaff: Best Publishing Company;2004. p21-35.

iii Boerema I, Meyne NG, Brummelkamp WK, Bouma S, Mensch MH, Kamermans F, Hanf MS, van Aalderen W. Life without blood. *J Cardiovasc Surg* 1960;1:133-146.