

Επείγουσες Παθολογικές Καταστάσεις από Ακραίες Βαρομετρικές Συνθήκες

ΒΑΣΙΛΗΣ ΟΥΡΑΗΛΟΓΛΟΥ

Α. ΥΠΟΒΑΡΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Εκατοντάδες χιλιάδες άνθρωποι κάθε χρόνο επισκέπτονται τοποθεσίες υψηλότερες από τα 3500m, στις δυτικές ΗΠΑ, στην Κεντρική Ευρώπη, στην Ανατολική Αφρική ή στην Νότιο Αμερική. Όλοι αυτοί, μαζί με τα εκατομμύρια των κατοίκων των ορεινών περιοχών, καθώς και οι σκιέρ, οι ορειβάτες, οι αναρριχητές, οι χιονοδρόμοι, οι trekkers, οι καταδρομείς, τα πληρώματα και οι επιβάτες των αεροπορικών εταιριών, είναι υποψήφιοι για εκδήλωση άλλοτε άλλης βαρύτητας οξείας νόσου, που σχετίζεται με το μεγάλο υψόμετρο.

Από την έρευνα του περιοδικού "Nature" το 1986 στα Ιμαλία, στο οροπέδιο του Θιβέτ, στα υψίπεδα της Αιθιοπίας και στις κοιλάδες των Άνδεων, έγινε γνωστό ότι περισσότερα από 3 εκατομ. άνθρωποι κατοικούν μόνιμα σε υψόμετρα μεγαλύτερα των 3000m, ενώ περισσότερα από 400 εκατομ. άνθρωποι κάθε χρόνο εκτίθενται περιστασιακά σε μεγάλα ή πολύ μεγάλα υψόμετρα.

Αν και το κεφάλαιο αυτό εστιάζει στις οξείες παθολογικές καταστάσεις που προκαλούνται από το μεγάλο υψόμετρο, δεν θα πρέπει να αγνοηθούν άλλες επείγουσες παθολογικές καταστάσεις που μπορεί να συνυπάρχουν όπως: υποθερμία, κρυοπάγημα, τραύμα, υποογκαιμία, κεραυνοπληξία, ή κερατίτιδα από υπεριώδη ακτινοβολία.

Το μεγάλο υψόμετρο είναι ένα υποξικό και υποβαρές περιβάλλον (πίνακας 1). Ενώ η συγκέντρωση του O₂ στην τροπόσφαιρα παραμένει σταθερή στο 21%, η μερική πίεση του O₂ (PO₂) ελαττώνεται σαν αποτέλεσμα της βαρομετρικής πίεσης. Έτσι, στο

Πίνακας 1:

Αντιστοίχιση υψόμετρου με βαρομετρικές πιέσεις και μερικές πιέσεις O₂ σε ξηρό και υγρό περιβάλλον

υψόμετρο m	PB mmHg	PO ₂ mmHg ξηρασία	PO ₂ mmHg υγρασία	°C	O ₂ (kg/m ³)
0	760,0	159,2	149,3	15,0	1,225
1000	674,1	141,2	131,4	8,5	1,112
2000	596,3	124,9	115,1	2,0	1,007
3000	526,0	110,2	100,3	-4,5	0,909
4000	426,5	96,9	87,0	-11,0	0,819
5000	405,4	84,9	75,1	-17,5	0,736
6000	354,2	74,2	64,3	-24,0	0,660
7000	308,3	64,6	54,7	-30,5	0,590
8000	267,4	56,0	46,2	-37,0	0,526
9000	231,0	48,4	38,5	-43,5	0,467

χιονοδρομικό κέντρο στη θέση 3-5 πηγάδια του Βερμίου (1650m) η PO₂ είναι κατά 16% ελαττωμένη σε σχέση μ' αυτήν στην επιφάνεια της θάλασσας, στην κορυφή του Καϊμακτσάλαν (2542m) είναι ελαττωμένη κατά 26%, ενώ στην κορυφή του όρους Έβερεστ (8848m) η βαρομετρική πίεση (ΒΠ) είναι μετά βίας το 1/3 της πίεσης στην επιφάνεια της θάλασσας. Η κλασική πλέον έρευνα του Paul Bert από τα τέλη του 19ου αιώνα έδειξε ότι η συμπληρωματική χορήγηση O₂ σε άτομα που εκτίθενται σε υποβαρές περιβάλλον, προλαμβάνει την εμφάνιση των συμπτωμάτων των νόσων που εμφανίζονται σε μεγάλο υψόμετρο. Το συμπέρασμα ήταν ότι υπεύθυνη για την πρόκληση των νόσων από μεγάλο υψόμετρο ήταν η υποξία και όχι η υποβαρικότητα του περιβάλλοντος.

Για διδακτικούς λόγους το υψόμετρο ταξινομείται σε 4 στάδια: Το μέσο υψόμετρο (1500-2500m) προκαλεί μειωμένες επιδόσεις στην άσκηση, αυξημένο κυψελιδικό αερισμό χωρίς μεγάλη συνολική μείωση της ατμηριακής μεταφοράς O₂. Σ' αυτό το περιβάλλον η

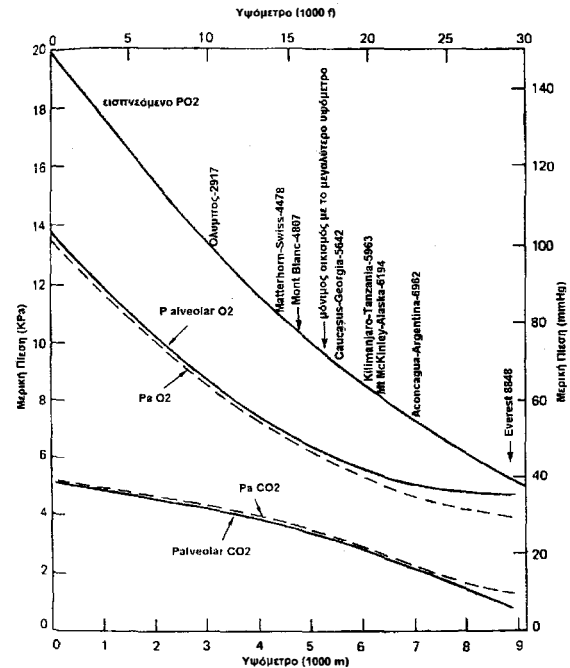
οξεία νόσος από μεγάλο υψόμετρο (ONMY) είναι σπάνια, αλλά μπορεί να εμφανιστεί σε άτομα με ελαττωμένες καρδιοπνευμονικές εφεδρείες. Το **μεγάλο υψόμετρο** (2500-4500m) σχετίζεται με ελάττωση του PaO₂ και υποξυγοναιμία τόσο κατά την διάρκεια της άσκησης όσο και κατά τη διάρκεια του ύπνου. Το υψόμετρο αυτό είναι το περισσότερο ελκυστικό αλλά και προσεγγίσιμο στους περιηγητές στους ορειβάτες και αναρριχητές, λόγω της ομορφιάς του τοπίου αλλά και λόγω της πληθώρας των διαθέσιμων καταφυγίων που προσφέρουν την δυνατότητα διανυκτέρευσης. Οι περισσότερες επιπλοκές συμβαίνουν σ' αυτό το υψόμετρο. Το **πολύ μεγάλο υψόμετρο** (4500-5500m) είναι εξαιρετικά επικίνδυνο και απαιτείται εγκλιματισμός πριν την ανάβαση, για την πρόληψη των αναμενόμενων επιπλοκών. Τέτοιο περιβάλλον δεν βρίσκεται στην Ευρώπη. Το **ακραίο υψόμετρο** (>5500m) είναι προσβάσιμο μόνο από εξαιρετικά έμπειρους ορειβάτες και αναρριχητές και η ανάβαση συσχετίζεται πάντα με σοβαρή υποξυγοναιμία και υποκαπνία (σχήμα 1). Σ' αυτό το περιβάλλον, οι προοδευτική διαταραχή της φυσιολογίας του οργανισμού ξεπερνά και τον πιο εντατικό εγκλιματισμό και η παρατεταμένη παραμονή είναι ασύμβατη με τη ζωή.

A1. Εγκλιματισμός σε μεγάλο υψόμετρο

Τα υγιή άτομα που εκτίθενται άμεσα και αιφνίδια σε υποξικό stress (SaO₂ < 65%), αισθάνονται ζάλη, τάση για λιποθυμία ή χάνουν άμεσα τις αισθήσεις τους. Στα ίδια άτομα αν δοθεί το χρονικό περιθώριο (μέρες ή εβδομάδες) να προσαρμοστούν σ' αυτές τις συνθήκες υποξίας, λειτουργούν εντελώς φυσιολογικά.

Η διαδικασία του εγκλιματισμού γίνεται στο μεταβολικό μηχανισμό και στα μιτοχόνδρια, ενώ η δυνατότητα για φυσιολογική προσαρμογή στο υψόμετρο είναι εντυπωσιακή όσον αφορά το μέγιστο δυνατό ύψος και το ελάχιστο χρονικό διάστημα που απαιτείται.

Είναι γεγονός ότι στην κορυφή του όρους Everest (8848m, ΒΠ=250mmHg) έχουν αναρριχηθεί και ορειβάτες που δεν χρησιμοποίησαν συμπληρωματικό O₂ αλλά εισέπνεαν καθαρό ατμοσφαιρικό αέρα. Για την επίτευξη αυτού του στόχου η ανάβασή τους ήταν εξαιρετικά αργή, για να υπάρχει ο απαραίτητος χρόνος στον οργανισμό να εγκλιματιστεί στο περι-



Σχήμα 1. Αεριομετρικές μεταβολές σε διαφορετικά υψόμετρα. Αντιστοίχιση μερικών δημοφιλών ορειβατικών προορισμών.

βάλλον της υποβαρικής υποξίας. Αλλά ακόμα και αυτοί οι ορειβάτες δεν μπορούσαν να παραμείνουν στην κορυφή παρά μονάχα για ελάχιστο χρονικό διάστημα, πριν δηλαδή εξαντληθούν οι φυσιολογικές εφεδρείες. Η ανθρώπινη ικανότητα για προσαρμογή στο υποξικό και υποβαρές περιβάλλον δεν επιτρέπει μακροχρόνια παραμονή σε υψόμετρο μεγαλύτερο των 6000m, ούτε μόνιμη διαβίωση σε υψόμετρο μεγαλύτερο των 5500m.

Η αιφνίδια έκθεση σε πολύ μεγάλο ή ακραίο υψόμετρο μπορεί να αποβεί θανατηφόρα. Μια ρήξη στην άτρακτο σε ένα αεροσκάφος που πετά σε υψόμετρο 6000m προκαλεί στην καμπίνα των επιβατών αιφνίδια αποσυμπίεση και υποξικό περιβάλλον που προκαλεί στους επιβάτες απώλεια των αισθήσεων και θάνατο μέσα σε ελάχιστα λεπτά της ώρας, εκτός αν είναι άμεση η χρήση του συμπληρωματικού O₂ που χορηγείται από τις ειδικές παροχές. Πρέπει να σημειωθεί ότι στα 8000-10000m πραγματοποιούνται οι πτήσεις μέσης διάρκειας, ενώ για τις υπερπόντιες πτήσεις χρησιμοποιούνται υψόμετρα μεγαλύτερα των 10000m.

Η φυσιολογική προσαρμογή στο υποξικό stress είναι μια διαδικασία που αφορά τον έλεγχο της αναπνευστικής λειτουργίας, την ρύθμιση της οξεοβασι-

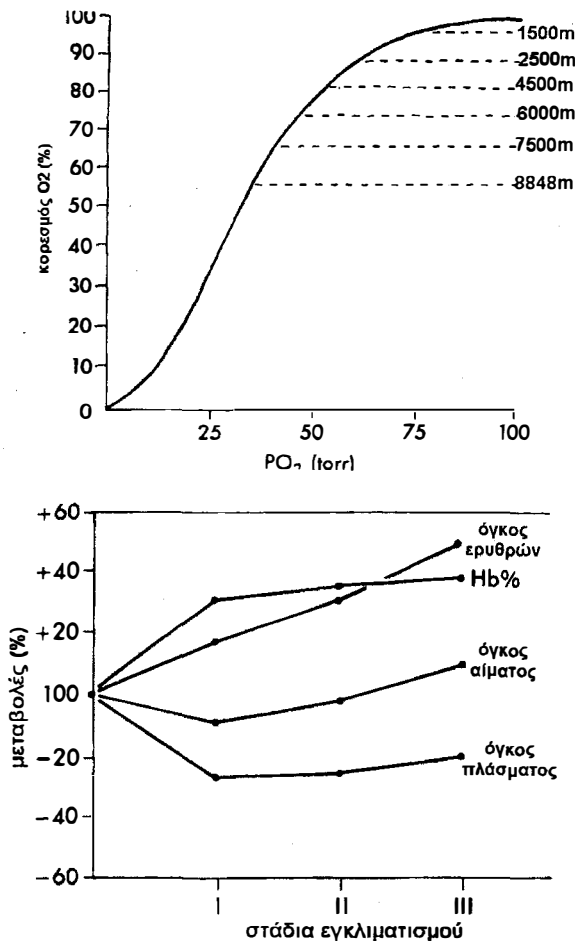
κής ισορροπίας, το αιμοδυναμικό σύστημα, την οξυαιμοσφαιρίνη του αίματος, την λειτουργία του ΚΝΣ και τέλος την συμπεριφορά. Η υποξυγοναιμία από το μεγάλο υψόμετρο, οφείλεται στην υποβαρικότητα του περιβάλλοντος και έτσι διαφέρει από τις υποξυγοναιμίες άλλης αιτιολογίας (πχ εισπνοή υποξικού μείγματος, υποαερισμό, διαταραχές V/Q, shunt και διαταραχές διάχυσης).

Στην προσαρμογή της αναπνευστικής λειτουργίας πρωταρχικός στόχος είναι η προάσπιση της PaO₂, που αρχικά επιτυγχάνεται με την αύξηση του "κατά λεπτόν αερισμού". Το αντανακλαστικό της αναπνευστικής απάντησης στην υποξία επηρεάζεται από το καρωτιδικό σωματίο το οποίο ανιχνεύει την πτώση του O₂ στο αρτηριακό αίμα και διεγείρει το αναπνευστικό κέντρο για υπεραερισμό. Ο επιτυχής εγκλιματισμός οφείλεται στην σταθερή λειτουργία του αντανακλαστικού αυτού. Τα κατασταλτικά ή τα διεγερτικά του αναπνευστικού επηρεάζουν την αναπνευστική απάντηση στην υποξία, όπως για παράδειγμα, η χρόνια υποξυγοναιμία αμβλύνει το αντανακλαστικό. Ένα χαμηλό υποξικό drive, μπορεί να καταλήξει σε ακραία υποξυγοναιμία κατά την διάρκεια του ύπνου. Ο αρχικός υπεραερισμός αντιρροπείται γρήγορα από την αναπνευστική αλκάλωση, η οποία λειτουργεί σαν τροχοπέδη στο αναπνευστικό κέντρο. Καθώς η νεφρική απέκκριση διττανθρακικών αντιρροπεί την αναπνευστική αλκάλωση, το pH τείνει προς τις φυσιολογικές τιμές και ο αερισμός συνεχίζει να αυξάνεται. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται "**αναπνευστικός εγκλιματισμός**" και ολοκληρώνεται σε 4 ως 7 ημέρες για ένα συγκεκριμένο υψόμετρο. Όταν η ανάβαση συνεχίζεται σε μεγαλύτερο υψόμετρο, οι κεντρικοί χημειούποδοχείς ρυθμίζονται εκ νέου σε προοδευτικά χαμηλότερες τιμές PCO₂ και η ολοκλήρωση της διαδικασίας του εγκλιματισμού μπορεί να αξιολογηθεί με την μέτρηση της PaCO₂. Η διαδικασία επιταχύνεται με την χορήγηση ακεταζολαμίδης που ενισχύει την αποβολή διττανθρακικών με την διούρηση. Από τη στιγμή που ο υπεραερισμός είναι ο κύριος μηχανισμός της προσαρμογής στο μεγάλο υψόμετρο, η ικανότητα του οργανισμού για την ανοχή του υποξικού περιβάλλοντος, εξαρτάται κατά κύριο λόγο από τις επαρκείς αναπνευστικές εφεδρείες. Οι κάτοικοι πεδινών περιοχών με ελαττωμένες ανα-

πνευστικές εφεδρείες από παθολογική αιτιολογία (πνευμονική ίνωση, εμφύσημα, αρρυθμιστο άσθμα, παχυσαρκία, επηρεασμένη πνευμονική κυκλοφορία κ.α.) πρέπει να αποθαρρύνονται από κάθε προσπάθεια ανάβασης σε μεγάλα υψόμετρα. Η ανάβαση πρέπει να αποφεύγεται και από τους ασθενείς με επηρεασμένη νεφρική λειτουργία, γιατί η περίσσια των ρυθμιστικών διαλυμάτων γίνεται αναποτελεσματικός ρυθμιστής του pH.

Με την αύξηση του υψομέτρου ελαττώνονται τα στάδια τα στάδια III και IV του ύπνου, αυξάνεται το στάδιο I, ενώ επηρεάζεται ελάχιστα η φάση REM του ύπνου. Η διάρκεια της αφύπνισης είναι σημαντικά αυξημένη, ενώ κατά την μικρότερη διάρκεια του ύπνου υπάρχουν συχνές αφυπνίσεις. Οι διαταραχές του ύπνου είναι το συχνότερο παράπονο των σκιερών, αλλά είναι ακίνδυνες και με την πάροδο του χρόνου υποχωρούν. Η τυπική περιοδική αναπνοή (Cheyne-Stokes) που παρατηρείται σε υψόμετρα μεγαλύτερα των 2700m, παρουσιάζει περιόδους άπνοιας των 6-12sec που ακολουθούνται από διαστήματα έντονης αναπνευστικής δραστηριότητας. Οι συχνές αφυπνίσεις δεν σχετίζονται με την αναπνοή Cheyne-Stokes. Πιθανότατα ο μηχανισμός των διαταραχών του ύπνου να οφείλεται στην εγκεφαλική υποξία, ενώ η ποιότητα του ύπνου καθώς και η PaO₂ κατά τη διάρκεια του ύπνου, βελτιώνονται σημαντικά με την ολοκλήρωση του εγκλιματισμού και με τη χορήγηση ακεταζολαμίδης.

Η απάντηση του **αιμοποιητικού μηχανισμού** στο μεγάλο υψόμετρο περιγράφηκε για πρώτη φορά το 1890. Μέσα σε 2 ώρες παραμονής σε υποξικό – υποβαρές περιβάλλον η ερυθροποιητίνη του πλάσματος αυξάνεται, με αποτέλεσμα την αυξημένη παραγωγή ερυθροκυττάρων για ημέρες ή εβδομάδες. Η προσαρμογή αυτή δεν έχει καμία κλινική σημασία κατά τον αρχικό εγκλιματισμό και κατά την αρχική ανάπτυξη της νόσου από μεγάλο υψόμετρο. Όταν δε, είναι παρατεταμένη έχει σαν αποτέλεσμα την "χρόνια πολυκυτταραιμία των ορεινών περιοχών". Στο μεγάλο υψόμετρο η καμπύλη αποδέσμευσης της οξυαιμοσφαιρίνης, δεν αναμένεται να παρουσιάζει σημαντική μετατόπιση, γιατί η αύξηση του 2,3DPGacid που είναι συνήθως ανάλογη του μεγέθους της υποξίας και μετατοπίζει την καμπύλη προς τα δεξιά, αντι-



Σχήμα 2. Επάνω: καμπύλη δέσμευσης της αιμοσφαιρίνης. Σημειώνονται οι διαφορετικές τιμές κορεσμού σε O₂ σε διαφορετικά υψόμετρα. Κάτω: Μεταβολές κατά τον εγκλιματισμό της Hb και του όγκου του αίματος. Στάδιο I: Ανάβαση από τα 4000 στα 5800 m 18 εβδομάδες μετά την άφιξη. Στάδιο II: Υψόμετρο 5800 m 21 εβδομάδες μετά την άφιξη. Στάδιο III: Υψόμετρο > 5800 m 30-38 εβδομάδες μετά την άφιξη.

σταθμίζεται από την αναπνευστική αλκάλωση που μετατοπίζει την καμπύλη προς τα αριστερά. Το τελικό αποτέλεσμα κατά τον εγκλιματισμό, είναι ότι ο κορεσμός της αιμοσφαιρίνης σε O₂ και η ιστική οξυγόνωση έχουν καλύτερες τιμές από τις αναμενόμενες για ένα συγκεκριμένο υψόμετρο (σχήμα 2).

Η περιφερική αγγειοσύσπαση που προκαλείται κατά την ανάβαση, προκαλεί αύξηση του όγκου του αίματος στο κεντρικό διαμέρισμα προκαλώντας τους τασεοϋποδοχείς να καταστείλουν την έκκριση αντιδιουρητικής ορμόνης και αλδοστερόνης, με τελικό αποτέλεσμα την **αύξηση της διούρησης**. Ο συνδυασμός με την ήδη αυξημένη διούρηση διττανθρακικών από την αναπνευστική αλκάλωση καταλήγει σε ελάτωση του όγκου του αίματος και σχετική υπεροσμω-

τικότητα (290-300mOsm/L) την οποία ο οργανισμός ανέχεται με την εκ νέου ρύθμιση του αντίστοιχου κέντρου στον εγκέφαλο. Κλινικά η αυξημένη διούρηση και η αιμοσυμπύκνωση είναι αναμενόμενες υγιείς απαντήσεις του οργανισμού, ενώ αντίθετα η αναστολή της διούρησης θεωρείται σύμπτωμα της οξείας νόσου από μεγάλο υψόμετρο (ONMY).

Στο **κυκλοφορικό σύστημα**, ο όγκος παλμού αρχικά ελαττώνεται και η καρδιακή παροχή διατηρείται με την αύξηση της καρδιακής συχνότητας. Ο καρδιακός μυς στα υγιή άτομα ανέχεται μεγάλα επίπεδα υποξυγοναιμίας (PaO₂ < 30mmHg) χωρίς να παρουσιάσει αλλοιώσεις στο ST, ή άλλης μορφής ισχαιμικά επεισόδια. Η αρτηριακή πίεση παρουσιάζει μια ήπια αύξηση δευτερογενώς από την αύξηση του συμπαθητικού τόνου και η πίεση στην πνευμονική κυκλοφορία αυξάνεται σημαντικά λόγω της αγγειοσύσπασης που προκαλείται από την καθολική υποξία. Ο κίνδυνος για την πρόκληση πνευμονικού οιδήματος από μεγάλο υψόμετρο, είναι τόσο πιο εμφανής, όσο πιο έντονη είναι η αγγειοσύσπαση σαν απάντηση στην υποξία.

Η εγκεφαλική αιματική ροή αυξάνεται με το υψόμετρο (παρά την υποκαπνική αλκάλωση) και επιτυγχάνεται καλύτερη οξυγόνωση του εγκεφάλου, αλλά αυτό το φαινόμενο περιορίζεται από τον αυξημένο όγκο αίματος στον εγκέφαλο που αυξάνει την ενδοκρανική πίεση και προκαλεί συμπτώματα της ONMY.

Η ικανότητα για άσκηση εκτιμάται με την μέγιστη κατανάλωση O₂ (VO₂max) και μειώνεται δραματικά με το υψόμετρο, περίπου 10% για κάθε 1000m πάνω από τα 1500m. Μετά τον εγκλιματισμό η αντοχή αυξάνεται σημαντικά, όχι όμως και η VO₂max. Αυτό πιθανώς να οφείλεται στην ανεπαρκή παροχή O₂ στο μυϊκό κύτταρο, ή στον περιορισμό της μυϊκής δραστηριότητας από το ΚΝΣ με σκοπό την εξοικονόμηση O₂ για εσωτερική κατανάλωση.

Η λειτουργικότητα του γαστρεντερικού συστήματος διατηρείται ανεπηρέαστη μέχρι το ύψος των 5000m. Σε μεγαλύτερα υψόμετρα παρατηρείται δυσαπορρόφηση των τροφών και έκπτωση της όρεξης, που οδηγούν σε σημαντική απώλεια βάρους.

Η υποβαρική υποξία επηρεάζει την **νυχτερινή όραση**. Τα πρώτα προβλήματα εμφανίζονται μετά τα

1500m με ελάττωση της ευαισθησίας στο φως και μεγάλη παράταση της προσαρμογής της όρασης στο σκοτάδι. Όλα δείχνουν ότι τα ραβδία του αμφιβληστροειδούς επηρεάζονται περισσότερο. Η νυκτερινή όραση ελαττώνεται κατά 25% στα 3000m και κατά 65% στα 6000m. Αυτές οι μεταβολές είναι εξαιρετικά επικίνδυνες όταν πρόκειται για νυκτερινή πτήση αεροσκάφους, όπου η όραση αποκαθίσταται με την πίεση της καμπίνας σε προσομοίωση υψόμετρου 1500m, ή με την συμπληρωματική χορήγηση O₂. Η οπτική οξύτητα επηρεάζεται μόνο σε περίπτωση αιμορραγίας του αμφιβληστροειδούς από το μεγάλο υψόμετρο (βλέπε παρακάτω).

Στον εγκλιματισμό υπάρχουν ποιοτικά και ποσοτικά όρια. Οι εξαιρετικά έμπειροι ορειβάτες, ακόμα κι αν "από τη φύση τους" εγκλιματίζονται εύκολα, δεν μπορούν να επιβιώσουν χωρίς την συμπληρωματική χορήγηση O₂, σε υψόμετρο άνω των 8000m, παρά μόνο για ελάχιστες ημέρες. Εκτός από την αδυναμία παρατεταμένης ανοχής της υποξίας, υπάρχουν και οι οξείες διαταραχές της φυσιολογικής λειτουργίας που αναφέρθηκαν. Η σημαντική απώλεια βάρους (τόσο του λίπους όσο και της μυϊκής μάζας) συμβάλει στην ταχύτερη επέλευση του θανάτου. Οι κυριότεροι **παράγοντες αποτυχίας του εγκλιματισμού** είναι: το strain της δεξιάς κοιλίας από την πνευμονική υπέρταση, το σύνδρομο δυσαπορρόφησης, η επηρεασμένη νεφρική λειτουργία, η παρατεταμένη εγκεφαλική υποξία, η πολυκυτταραιμία και η παρεμπόδιση της μικροκυκλοφορίας. Ο εγκλιματισμός μπορεί να αποτύχει και σε πολύ μικρότερα υψόμετρα για λόγους που δεν είναι ακριβώς γνωστοί, αλλά πιστεύεται ότι ευθύνεται η κακή λειτουργικότητα του καρωτιδικού σωματίου και ο ανεπαρκής αερισμός.

A2. Οξεία σύνδρομο από μεγάλο υψόμετρο

Ο όρος "οξεία νόσος από μεγάλο υψόμετρο" (ONMY), παλαιότερα γνωστή σαν "νόσος των ορέων" χρησιμοποιείται για την περιγραφή εγκεφαλικών και πνευμονικών συνδρόμων που εκδηλώνονται σε μη εγκλιματισμένους οργανισμούς μετά από ανάβαση σε μεγάλο υψόμετρο.

Επειδή πολλά εκατομμύρια άνθρωποι κάθε χρόνο ταξιδεύουν σε προορισμούς με μεγάλο υψόμετρο, η ONMY αποτελεί πρόβλημα της δημόσιας υγείας, με

τεράστιες οικονομικές επιπτώσεις στην βιομηχανία του σκι και της ορειβασίας.

Οι κατ' εξοχήν επείγουσες παθολογικές καταστάσεις από το μεγάλο υψόμετρο, οφείλονται κυρίως στην υποξία και είναι: η οξεία υποξία, ή οξεία νόσος από μεγάλο υψόμετρο (ONMY), το εγκεφαλικό οίδημα από μεγάλο υψόμετρο (EOMY), το πνευμονικό οίδημα από μεγάλο υψόμετρο (ΠOMY), τα περιφερικά οιδήματα, οι διαταραχές του ύπνου, η αιμορραγία του αμφιβληστροειδούς και μια ομάδα νευρολογικών συνδρόμων.

Τα υπόλοιπα σύνδρομα δεν σχετίζονται απαραίτητα με την υποξία και αφορούν: τα θρομβοεμβολικά επεισόδια (που πιθανότατα οφείλονται στην αφυδάτωση, στην παρατεταμένη ακινησία από αναρροητικούς χειρισμούς, στην πολυκυτταραιμία και στο ψύχος), η φαρυγγίτιδα και η βρογχίτιδα από μεγάλο υψόμετρο, και τέλος η κερατίτιδα από την υπερϊώδη ακτινοβολία (τύφλωση των σκιέρ).

Τα υποξικά κλινικά σύνδρομα μοιράζονται κοινούς θεμελιώδεις παθοφυσιολογικούς μηχανισμούς, έχουν όλα σαν κοινό υπόστρωμα τον μη εγκλιματισμένο οργανισμό που εκτίθεται στο μεγάλο υψόμετρο, και το κυριότερο: όλα απαντούν θαυμάσια στην ίδια θεραπεία που είναι η κάθοδος σε χαμηλότερο υψόμετρο και η χορήγηση συμπληρωματικού O₂.

Η εκδήλωση και η βαρύτητα της ONMY εξαρτάται από τον ρυθμό ανόδου, το υψόμετρο που επιτεύχθηκε, το υψόμετρο στο οποίο κοιμάται ο ορειβάτης (υψόμετρο ύπνου) και από την φυσική κατάσταση του οργανισμού. Η ONMY εμφανίζεται σε ποσοστό 22% σε υψόμετρα 1700–2700m και 42% σε υψόμετρο >3000m. Προδιαθεσικοί παράγοντες κινδύνου είναι: η μόνιμη κατοίκηση σε πεδινές περιοχές <900m, η υπερκόπωση και οι προϋπάρχουσες καρδιοαναπνευστικές παθήσεις. Η νόσος φαίνεται να είναι συχνότερη στις μικρότερες ηλικίες (<40) και στους άντρες.

1. Οξεία νόσος από μεγάλο υψόμετρο και εγκεφαλικό οίδημα από μεγάλο υψόμετρο.

Η ONMY είναι υποθετικό σύνδρομο γιατί αποτελείται από μη ειδικά συμπτώματα. Γενικά προσδιορίζεται: από κεφαλαλγία σε μη εγκλιματισμένο οργανισμό που κατέφθασε σε υψόμετρο >2500m, ενώ συνυπάρχει και τουλάχιστον μία από τις παρακάτω κα-

Πίνακας 2:
Διαφορική διάγνωση οξέων νόσων
από μεγάλο υψόμετρο

Εγκεφαλικό οίδημα από μεγάλο υψόμετρο

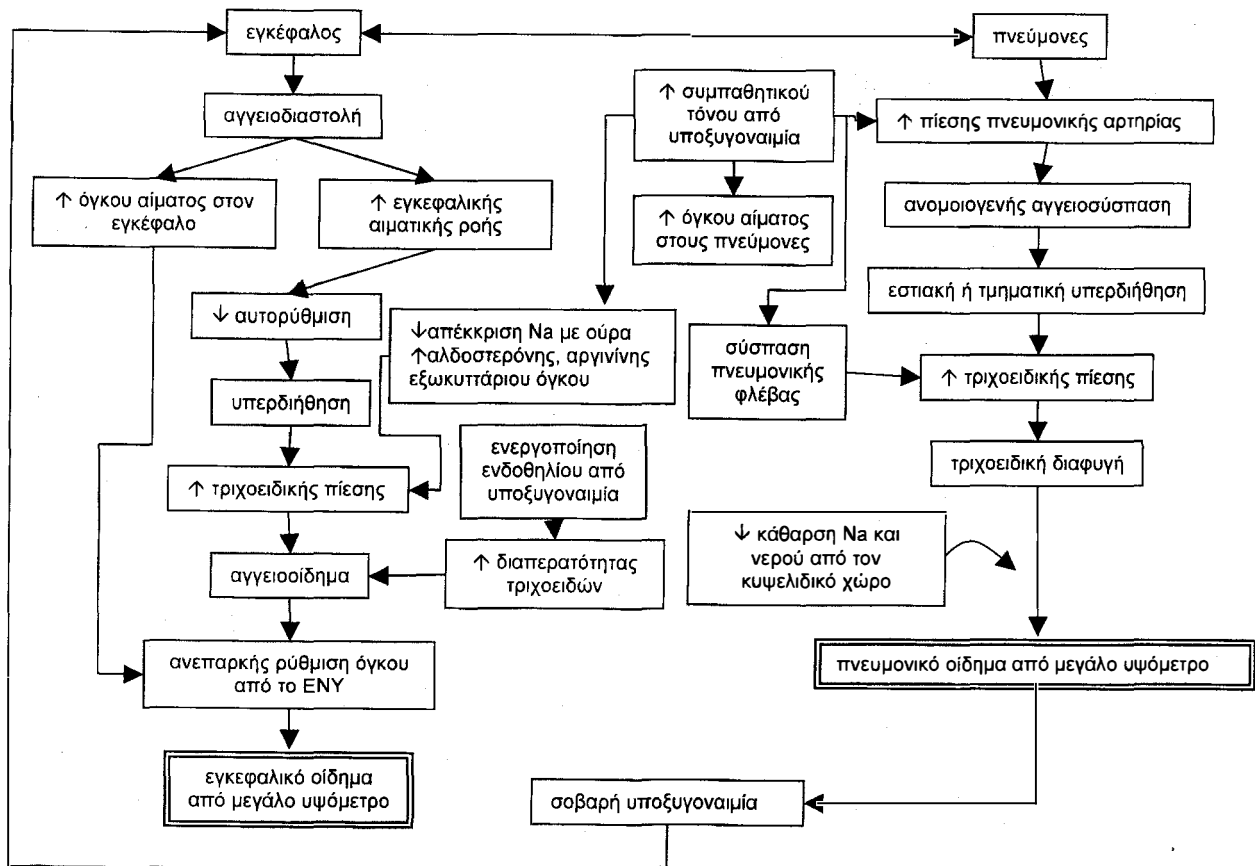
- Οξεία ψύχωση
- Αρτηριοφλεβώδης δυσμορφία
- Όγκος εγκεφάλου
- Δηλητηρίαση από CO
- Λοίμωξη ΚΝΣ
- Αφυδάτωση
- Διαβητική κετοξέωση
- Εξάντληση
- Υπογλυκαιμία
- Υπονατριάμια
- Υποθερμία
- Τοξίνες-Ναρκωτικά-αλκοόλ
- Ημικρανία
- Επιληψία
- Εγκεφαλικό επεισόδιο

Πνευμονικό οίδημα από μεγάλο υψόμετρο

- Άσθμα
- Βρογχίτις
- Καρδιακή ανεπάρκεια
- Σύνδρομο υπεραερισμού
- Οξύ έμφραγμα μυοκαρδίου
- Πνευμονία
- Πνευμονική εμβολή

ταστάσεις: γαστρεντερικές διαταραχές, αϋπνία, ζάλη, κόπωση ή καταβολή δυνάμεων και κατακράτηση υγρών. Κάποιες φορές ONMY εκδηλώνεται και σε υψόμετρο 2000m. Τα συμπτώματα εμφανίζονται μέσα σε 6 με 12h, αν και αρκετές φορές έχει αναφερθεί έναρξη των συμπτωμάτων μέσα στην πρώτη ώρα. Δεν υπάρχουν σαφή κλινικά ευρήματα που τεκμηριώνουν τη διάγνωση, εκτός από κάποιες περιπτώσεις εγκεφαλικού οιδήματος.

Η διάγνωση του EOMY προσδιορίζεται από την αταξία ή/και από την έκπτωση του επιπέδου συνείδησης που εγκαθίστανται σε ήδη υπάρχουσα ONMY ή ΠΟΜΥ. Κλινικά και παθοφυσιολογικά το EOMY είναι το τελικό στάδιο της ONMY. Σχετικά ευρήματα σε EOMY μπορεί να είναι το οίδημα θηλής, η αιμορραγία αμφιβληστροειδούς και μερικές φορές η πάρεση ή παράλυση των κρανιακών νεύρων. Πάντως τις περισσότερες φορές η συμπτωματολογία δεν είναι εστιακή αλλά θυμίζει γενικευμένη εγκεφαλοπάθεια. Η υπνηλία καταλήγει σε stupor και οι επιληπτι-



Σχήμα 3: Παθοφυσιολογικές μεταβολές σε μεγάλο υψόμετρο που οδηγούν σε ONMY.

κές κρίσεις είναι σπάνιες. Η νόσος εξελίσσεται σε διάστημα ωρών και ο θάνατος επέρχεται από εγχολεασμό.

Η διαφορική διάγνωση περιλαμβάνει πληθώρα κατστάσεων που μιμούνται το EOMY και την ONMY (πίνακας 2). Η έναρξη των συμπτωμάτων αρχίζει μετά από 3 ημέρες από την ανάβαση, η απουσία κεφαλαλγίας, η ταχεία απάντηση στα υγρά και στην ξεκούραση και η απουσία απάντησης στη χορήγηση O₂ και δεξαμεθαζόνης, είναι καταστάσεις που καθοδηγούν σε άλλη διάγνωση.

Τόσο στον εγκέφαλο όσο και στους πνεύμονες, η υποξία προκαλεί νευροχυμικές και αιμοδυναμικές μεταβολές που έχουν σαν αποτέλεσμα, την υπερδιήθηση στο μικροαγγειακό υπόστρωμα, την αύξηση της υδροστατικής πίεσης στα τριχοειδή και την τριχοειδική διαφυγή με τελικό αποτέλεσμα το οίδημα (σχήμα 3).

Ο ακριβής παθοφυσιολογικός μηχανισμός δεν εί-

ναι γνωστός. Ίσως η αγγειοδιαστολή που προκαλείται από την υποξία (ή τα παράγωγά της όπως το νιτρικό οξείδιο), να ευθύνονται για την κεφαλαλγία, πιθανώς μέσω της ενεργοποίησης του συμπλέγματος του στελέχους του τριδύμου και των γύρω αγγείων. Η κεφαλαλγία από μόνη της προκαλεί άλλα συμπτώματα όπως ναυτία, ζάλη, αδιαθεσία και δυσφορία, ολοκληρώνοντας έτσι την κλινική εικόνα της ήπιας μορφής της ONMY. Σύμφωνα με μια άλλη θεωρία, Η ONMY οφείλεται σε ήπιο εγκεφαλικό οίδημα.

Σύμφωνα με νεότερα δεδομένα, όλοι οι άνθρωποι σε μεγάλο υψόμετρο αναπτύσσουν κάποιου βαθμού διόγκωση του εγκεφάλου, αλλά οι μέχρι τώρα μελέτες με MRI, δεν είναι επαρκείς για να προσδιορίσουν αν αυτή η διόγκωση οφείλεται σε οίδημα ή σε υπεραίμια από αγγειοδιαστολή. Σύμφωνα με μια άλλη θεωρία, η ONMY ενδεχομένως να σχετίζεται με την ικανότητα του οργανισμού να αντιρροπεί την διόγκωση του εγκεφάλου. Τα άτομα με μεγαλύτερη

Πίνακας 3: Δυνατότητες αντιμετώπισης και πρόληψης της νόσου από μεγάλο υψόμετρο.

Κλινική εικόνα	Αντιμετώπιση	Πρόληψη
Ήπιας βαρύτητας ONMY Κεφαλαλγία με ζάλη, ναυτία κόπωση στις πρώτες 12h από την ταχεία άνοδο σε μέσο υψόμετρο (>2500 m)	Κάθοδος 500m ή περισσότερο, ή στάση για ξεκούραση και εγκλιματισμό, ή επιτάχυνση του εγκλιματισμού με ακεταζολαμίδη 125-250mgx2 ή αντιμετώπιση των συμπτωμάτων με αναλγητικά και αντιεμετικά, η οποιοσδήποτε συνδυασμός από τα προηγούμενα.	Ανάβαση με βραδύ ρυθμό. Μείνε 1 βράδυ σε ενδιάμεσο υψόμετρο. Απόφυγε την υπερκόπωση. Απόφυγε την άμεση ανάβαση (ελικόπτερο-αυτοκίνητο-αεροπλάνο) σε υψόμετρο >2700m. Πάρε μαζί σου ακεταζολαμίδη ή ξεκίνησέ την 1 μέρα πριν την άνοδο 125-150mgx2 και συνέχισέ την για 2 ημέρες στο μεγάλο υψόμετρο.
Μέσης βαρύτητας ONMY Σοβαρή κεφαλαλγία με εκσεσημασμένη ναυτία, καταβολή δυνάμεων, ζάλη, αϋπνία, κατακράτηση υγρών σε υψόμετρο >2500m για περισσότερες από 12h	Κάθοδος 500m ή περισσότερο, αν η κάθοδος δεν είναι δυνατή, τότε χρήση φορητού υπερβαρικού θαλάμου ή χορήγηση συμπληρωματικού O ₂ με χαμηλές ροές 1-2L/min. Αν δεν υπάρχει O ₂ , τότε ακεταζολαμίδη 250mgx2, η δεξαμεθαζόνη 4mg PO ή IM ή συνδυασμός και των 2 φαρμάκων ή συνδυασμός όλων των εναλλακτικών λύσεων μέχρι να υποχωρήσουν τα συμπτώματα.	Ανάβαση με βραδύ ρυθμό. Μείνε 1 βράδυ σε ενδιάμεσο υψόμετρο. Απόφυγε την υπερκόπωση. Απόφυγε την άμεση ανάβαση (ελικόπτερο-αυτοκίνητο-αεροπλάνο) σε υψόμετρο >2700m. Πάρε μαζί σου ακεταζολαμίδη ή ξεκίνησέ την 1 μέρα πριν την άνοδο 125-150mgx2 και συνέχισέ την για 2 ημέρες στο μεγάλο υψόμετρο. Αντιμετώπισε καλά τα συμπτώματα της ONMY γιατί υπάρχει κίνδυνος για OEMY.
EOMY ONMY για 24h ή περισσότερο, νοητική σύγχυση, αταξία	Κάθοδος 500m ή περισσότερο, αν η κάθοδος δεν είναι δυνατή, τότε χρήση φορητού υπερβαρικού θαλάμου ή χορήγηση συμπληρωματικού O ₂ με ροές τουλάχιστον 2-4 L/min. Χορήγηση δεξαμεθαζόνης 8mg IV, IM ή PO και μετά 4 mg κάθε 6h. Αν καθυστερεί η κάθοδος χορήγηση ακεταζολαμίδης 250 mgx2.	Ανάβαση με βραδύ ρυθμό. Μείνε 1 βράδυ σε ενδιάμεσο υψόμετρο. Απόφυγε την υπερκόπωση. Απόφυγε την άμεση ανάβαση (ελικόπτερο-αυτοκίνητο-αεροπλάνο) σε υψόμετρο >2700m. Πάρε μαζί σου ακεταζολαμίδη ή ξεκίνησέ την 1 μέρα πριν την άνοδο 125-150mgx2 και συνέχισέ την για 2 ημέρες στο μεγάλο υψόμετρο. Αντιμετώπισε καλά τα συμπτώματα της ONMY.
ΠΟΜΥ Δύσπνοια ηρεμίας, υγρός βήχας, σοβαρή αδυναμία, κυάνωση, αίσθημα πνιγμού, ταχυκαρδία, ταχύπνοια	Άμεση χορήγηση O ₂ με ροές τουλάχιστον 4-6L/min και μετά την υποχώρηση των συμπτωμάτων ροές 2-4L/min για οικονομία. Κάθοδος το ταχύτερο δυνατόν με καταβολή ελάχιστης ή καθόλου προσπάθειας ή κάθοδος μέσα σε υπερβαρικό θάλαμο. Αν η κάθοδος είναι αδύνατη και δεν υπάρχει O ₂ , χορήγηση νιφεδιπίνης 10mgPO και μετά 30 mg retard κάθε 12 ή 24 h. Πρόσθεσε δεξαμεθαζόνη (όπως παραπάνω) αν υπάρχει και νευρολογική σημειολογία.	Κάθοδος με βραδύ και σταθερό ρυθμό. Αν υπάρχει ιστορικό πάρε νιφεδιπίνη 20-30mg retard κάθε 12h.

Πίνακας 4: Ιατροφαρμακευτική προσέγγιση της οξείας νόσου από μεγάλο υψόμετρο

παράγοντας	ένδειξη -δόση	μηχανισμός δράσης	ανεπιθύμητες ενέργειες	σχόλια
οξυγόνο	σε κάθε ONMY χορήγηση με μάσκα ή "γυαλάκια", για οικονομία: αρχικά 2-4 L/min και μετά 1-2l/min, ή ππλοποίηση μέχρι SaO ₂ >90%	αυξάνει την PaO ₂ , ελαττώνει την ενδοκράνια υπέρταση και την αγγειοσύσπαση στην πνευμονική κυκλοφορία	καμία	σώζει ζωές, το κυριότερο φάρμακο για ΠΟΜΥ, βελτιώνει την κεφαλαλγία, από ONMY σε λίγα λεπτά
φορητός υπερβαρικός θάλαμος	σε κάθε ONMY εξαρτάται από το μοντέλο, 2-4 psi για τουλάχιστον 2h, συνεχίζεται για όσο χρειάζεται	εξομοίωση της κατάβασης, βελτιώνει την PaO ₂	περιορισμένη πρόσβαση στον αεραγωγό, πιθανό rebound μετά την απομάκρυνση από τον θάλαμο	σπήριο, ισοδύναμο με την χορήγηση O ₂ σε χαμηλές ροές, δεν απαιτεί O ₂ , μπορεί να προστεθεί O ₂ , ποδοκίνητη αντλία συμπίεσης;
ακεταζολαμίδα	πρόληψη ONMY 125-250mgx2 PO, 24 h πριν την ανάβαση και μέχρι 2d μετά στο υψόμετρο θεραπεία ONMY 4mgx4 PO μέχρι την υποχώρηση των συμπτωμάτων.	αναστολέας της καρβονικής ανυδράσης, προκαλεί διούρηση του αναπνευστικού αυξάνει την PaO ₂ , ελαττώνει την παραγωγή ENY, ενισχύει την δίοδο ιόντων από τον αιματοεγκεφαλικό φραγμό	παραισθησίες, διαταραχές της γεύσης, πολουουρία	πιθανή αντίδραση σουλφοναμίδης, δεν προκαλεί rebound
δεξαμεθαζόνη	πρόληψη ONMY 2mgx4 ή 4mgx2 PO, θεραπεία ONMY 4mgx4 PO, IM, IV ή 16mgx1 IV θεραπεία EOMY 8mg IV αρχικά και μετά 4mgx4 PO, IM, IV	άγνωστος ίσως ελαττώνει τον όγκο αίματος στον εγκέφαλο	υπεργλυκαιμία, δυσπεψία, rebound μετά την διακοπή	σπήριο για ONM και EOMY, αποτελέσματα σε 2-8h, δεν δρα στον εγκλιματισμό, δεν οφείλει στον ΠΟΜΥ
φουροσεμίδα	για ONMY και EOMY 80mg/12h PO για 2 μόνο δόσεις	διουρητικό Henle, ελάττωση στο εξωκυττάριο ύδωρ, αγγειοδιαστολή φλεβικού δικτύου	υποβολαιμία, υπόταση, υποκαλιαιμία	δεν είναι φάρμακο πρώτης γραμμής, δεν καθιερώθηκε η χρήση του για EOMY, δεν χρησιμοποιείται για πρόληψη
νιφεδιπίνη	πρόληψη ΠΟΜΥ 20-30mgx2 PO retard θεραπεία ΠΟΜΥ αρχικά 10-20mgPO και μετά 20-30mgx2 PO retard		αντανακλαστική ταχυκαρδία, υπόταση	δεν έχει αποτέλεσμα στην ONMY και EOMY, καλύτερα αποτελέσματα με συμπληρωματική χορήγηση O ₂
παρακεταμόλη	επί πόνου ή επί κεφαλαλγίας 500-100mg (επαναλαμβάνεται)	αναστολέας προσταγλανδίνης	NSAIDs	δεν υπάρχουν κλινικές μελέτες για NSAIDs
gingo-biloba	πρόληψη ONMY 80-120mgx2	άγνωστος, ίσως αναστολέας NO, ίσως scavenger ελευθέρων ριζών, ίσως αναστολέας PAF	κεφαλαλγία, σπάνια αιμορραγική διάθεση	πεδίο έρευνας, δεν πρέπει να συνδυάζεται με ασπιρίνη ή άλλα αντιπηκτικά
αντιεμετικά	ναυτία-έμετος προμεθαζίνη 25-50 mgx4 PO, IM	φαινοθειαζίνες, κεντρική δράση	εξωπυραμιδικά, καταστολή	
ζολπιδέμη	αϋπνία 10mg PO	μη βενζοδιαζεπινούχος ρυθμιστής του γ-αμινοβουτυρικού	σπάνιες, βραχεία δράση	δεν επηρεάζει την αναπνευστική λειτουργία

λεπτομερείς αναφορές στις ιατροφαρμακευτικές μεθόδους αντιμετώπισης της οξείας νόσου από μεγάλο υψόμετρο, αλγόριθμοι παραμονής στον υπερβαρικό θάλαμο, καθώς και πρόσφατη βιβλιογραφία βρίσκονται στη διεύθυνση: www.ismmed.org

αναλογία ENY ενδοκρανιακά, ανέχονται καλύτερα τις μεταβολές του όγκου του εγκεφάλου (λόγω της μετατόπισης του ENY) και εκδηλώνουν δυσκολότερα ONMY. Αυτή η θεωρία εξηγεί την σποραδικότητα της εμφάνισης της ONMY.

Στους ασθενείς με EOMY, οι νευροαπεικονιστικές μέθοδοι, αποκαλύπτουν αγγειογενές οίδημα. Οι αιμοδυναμικοί παράγοντες που συμβάλλουν στη δημιουργία του οιδήματος, (έντονη αγγειοδιαστολή, αυξημένη εγκεφαλική τριχοειδική πίεση, βλάβη αυτορρυθμιστικού μηχανισμού), δεν επαρκούν για να ερμηνεύσουν την παθοφυσιολογία του EOMY σε όλη της την έκταση. Το αντικείμενο αποτελεί πεδίο έρευνας.

Η αντιμετώπιση της ONMY και του EOMY ακολουθεί τρία βασικά αξιώματα: 1) αποφυγή της περαιτέρω ανάβασης μέχρι την πλήρη υποχώρηση των συμπτωμάτων, 2) κατάβαση σε χαμηλότερο επίπεδο αν δεν υπάρχει άμεση απάντηση στη θεραπεία, 3) κατάβαση σε χαμηλότερο επίπεδο από το πρώτο κιόλας σύμπτωμα EOMY. Στον πίνακα 3 φαίνονται συνοπτικά οι μέθοδοι αντιμετώπισης και πρόληψης στα 4 πιθανά σενάρια και στον πίνακα 4 φαίνονται οι κυριότεροι φαρμακευτικοί παράγοντες που χρησιμοποιούνται. Η κάθοδος σε χαμηλότερο επίπεδο και συμπληρωματική χορήγηση O₂, είναι η θεραπεία εκλογής. Ακόμη καλύτερα να συνδυάζονται και οι δύο. Είναι θεαματικό ότι τις περισσότερες φορές με την κατάβαση μόλις 500-700m υποχωρούν τα συμπτώματα της ONMY, ενώ για το EOMY χρειάζεται συνήθως μεγαλύτερη κατάβαση. Η εξομοίωση της κατάβασης που επιτυγχάνεται με την χρήση του υπερβαρικού θαλάμου είναι εξαιρετικά αποτελεσματική. Σήμερα υπάρχουν στο εμπόριο φορητοί υπερβαρικοί θάλαμοι του τύπου Gamow (<http://www.high-altitude-medicine.com/hyperbaric.html>) που είναι κατασκευασμένοι από ελαφρύ πλαστικό υλικό, εξομοιώνουν κάθοδο 2000m με πίεση 2psi. Η επίτευξη της πίεσης γίνεται με αντλία ποδός και δεν απαιτείται ηλεκτρική ενέργεια, ενώ είναι δυνατή η συμπληρωματική χορήγηση O₂. Τέτοιους θαλάμους διαθέτουν οι μεγάλες ορειβατικές αποστολές και μερικά καταφύγια σε μεγάλα υψόμετρα (Άλπεις).

Η φαρμακευτική αγωγή είναι πολύτιμη όταν δεν είναι δυνατή η κατάβαση (καιρικές συνθήκες, νύχτα) ή

όταν δεν είναι δυνατή η συμπληρωματική χορήγηση O₂. Η ακεταζολαμίδα περιορίζει την ένταση των συμπτωμάτων στο 75% των ασθενών μέσα σε 24h, ενώ η δεξαμεθαζόνη έχει ακόμη καλύτερα αποτελέσματα μέσα σε 12h. Ο συνδυασμός των 2 φαρμάκων ενώ προτείνεται από τους περισσότερους συγγραφείς, δεν έχει διευκρινιστεί αν είναι αποτελεσματικότερος. Για την αϋπνία που απαιτεί φαρμακευτική αντιμετώπιση, η ακεταζολαμίδα είναι ο ασφαλέστερος παράγοντας, γιατί ελαττώνει την περιοδική αναπνοή και βελτιώνει την νυκτερινή οξυγόνωση. Τα υπνωτικά πρέπει να αποφεύγονται λόγω του κινδύνου της καταστολής του αναπνευστικού. Η ζολπιδέμη είναι υπναγωγό που παρέχει ασφάλεια όσον αφορά την αναπνευστική λειτουργία, αλλά έχει πολύ βραχεία δράση.

Η καλύτερη πρόληψη για την ONMY είναι η σταδιακή άνοδος και ο σωστός εγκλιματισμός. Σε γενικές γραμμές το ελάχιστο αποδεκτό είναι ότι για υψόμετρα >2500m, το υψόμετρο ύπνου δεν πρέπει να αυξάνεται περισσότερο από 600m για κάθε 24h και απαιτείται παραμονή άλλης μιας ημέρας για κάθε 1200m. Η προληπτική χορήγηση συνδυασμού ακεταζολαμίδης και δεξαμεθαζόνης όπως προτείνεται στον πίνακα 4, φαίνεται να έχει καλά αποτελέσματα ιδίως στον πληθυσμό με ιστορικό εμφάνισης ONMY. Σε 2 μεγάλες μελέτες, το βότανο ginkgo-biloba φάνηκε να προλαμβάνει την εμφάνιση ONMY και την ένταση των συμπτωμάτων σε πολύ μεγάλο ποσοστό, ενώ ακόμα υπάρχουν αρκετά Κινέζικα βότανα και συνδυασμοί βοτάνων που ενώ κατά κοινή ομολογία (από τους ορειβάτες) έχουν αναφερθεί θεαματικά αποτελέσματα, εντούτις δεν έχουν καθόλου μελετηθεί.

2. Πνευμονικό οίδημα από μεγάλο υψόμετρο

Το ΠΟΜΥ ευθύνεται για τους περισσότερους θανάτους από μεγάλο υψόμετρο και η έγκαιρη διάγνωση είναι θέμα ζωτικής σημασίας. Ο ξηρός μη παραγωγικός βήχας και οι ελαττωμένες επιδόσεις με την συννοδό καταβολή των δυνάμεων, πρέπει άμεσα να κινήσουν την υπόνοια για ΠΟΜΥ. Τα "ροδόχροα πύελα" και η ταχυκαρδία με την ταχύπνοια στην ανάπαυση, είναι προχωρημένα συμπτώματα της νόσου. Συχνό εύρημα είναι και ο πυρετός (μέχρι 38,5°C). Η

διαφορική διάγνωση φαίνεται στον πίνακα 2. Το ΗΚΓ δείχνει φλεβοκομβική ταχυκαρδία και συχνά, strain δεξιάς κοιλίας, δεξιά στροφή του άξονα και RBBB. Η ακτινογραφία θώρακος παρουσιάζει την χαρακτηριστική εικόνα του πνευμονικού οιδήματος με συνήθως φυσιολογικό καρδιοθωρακικό δείκτη. Τα αέρια αίματος αποκαλύπτουν σοβαρή υποξυγοναιμία (PaO_2 30-40mmHg) με αναπνευστική αλκάλωση.

Στο 50% των περιπτώσεων συνυπάρχει ΟΝΜΥ και στο 15% ΕΟΜΥ. Στο 50% των περιπτώσεων που κατέληξαν σε θάνατο, τα νεκροτομικά ευρήματα συνηγορούσαν για συνδυασμό ΠΟΜΥ και ΕΟΜΥ.

Το ΠΟΜΥ είναι μη καρδιογενές πνευμονικό οίδημα που σχετίζεται με πνευμονική υπέρταση και αυξημένη πίεση στα τριχοειδή. Η αναμενόμενη πνευμονική υπέρταση σαν απάντηση στο μεγάλο υψόμετρο είναι πιο εξεσημασμένη στους ασθενείς με ΠΟΜΥ εξαιτίας της υπερβολικής υποξικής πνευμονικής αγγειοσύσπασης. Ο μηχανισμός αυτής της απάντησης οφείλεται στην υπεραντιδραστικότητα του συμπαθητικού, η δυσλειτουργία του ενδοθηλίου και η ακόμα μεγαλύτερη υποξυγοναιμία σαν αποτέλεσμα της κακής αναπνευστικής απάντησης στην υποξία. Επιπρόσθετα η αυξημένη συμπαθητική δραστηριότητα πιθανώς να αυξάνει την πίεση στα τριχοειδή λόγω της αγγειοσύσπασης στην πνευμονική φλέβα. Η άποψη αυτή ενισχύεται από το ότι στο ΠΟΜΥ, ο α -αδρενεργικός αποκλεισμός βελτιώνει την αιμοδυναμική εικόνα και την οξυγόνωση.

Μια άλλη πιθανή ερμηνεία της αυξημένης τριχοειδικής πίεσης, είναι η ανομοιογενής κατανομή της πνευμονικής αγγειοσύσπασης. Σύμφωνα μ' αυτή την εκδοχή, στις αγγειοσυσπασμένες περιοχές, η μικροκυκλοφορία προστατεύεται, αλλά στις περιοχές που η αγγειοσύσπαση δεν είναι έντονη, παρατηρείται υπερδιήθηση που προκαλεί αύξηση της τριχοειδικής πίεσης και τριχοειδική διαφυγή. Η άποψη αυτή βασίστηκε σε ραδιοϊσοτοπικές μελέτες σε ασθενείς με ΠΟΜΥ.

Η τριχοειδική ανεπάρκεια σαν αποτέλεσμα της αύξησης της πίεσης στην μικροκυκλοφορία, είναι η τελική διαδικασία που οδηγεί στην εξαγγείωση πλάσματος και ερυθροκυττάρων. Η θεαματική απάντηση στην οξυγονοθεραπεία ερμηνεύεται από την ταχεία επαναφορά της μικροκυκλοφορίας στη φυ-

σιολογική της λειτουργία, όταν ελαττώνεται η πίεση στα τριχοειδή.

Ο πρωταρχικός στόχος της αντιμετώπισης του ΠΟΜΥ είναι η αύξηση της κυψελιδικής και αρτηριακής οξυγόνωσης. Η χορήγηση συμπληρωματικού O_2 ελαττώνει την πίεση στην πνευμονική αρτηρία κατά 50% με ταχύτατη αναστροφή των συμπτωμάτων. Η οξυγονοθεραπεία σε συνδυασμό με την κάθοδο σε χαμηλότερο επίπεδο, έχουν σχεδόν πάντα θεαματικό αποτέλεσμα. Η αναφορές που υπάρχουν για θανάτους κατά την κατάβαση, οφείλονται στην υπερβολική προσπάθεια και στην κόπωση που επιδεινώνουν το πνευμονικό οίδημα με την αύξηση της καρδιακής παροχής και της πνευμονικής υπέρτασης. Από αναφορές μεγάλων χιονοδρομικών κέντρων, είναι γνωστό ότι το μικρής και μέσης βαρύτητας ΠΟΜΥ, αποκαθίσταται μόνο με χορήγηση O_2 και ανάπαυση για 48-72h. Στους ασθενείς με σοβαρό πνευμονικό οίδημα, το SpO_2 πρέπει να ανεβεί το ταχύτερο δυνατόν πάνω από 90% με μεγάλες ροές O_2 και αν είναι δυνατόν αυτό να γίνει μέσα στα πρώτα 5min. Στους ασθενείς που συνυπάρχει και ΕΟΜΥ θα χρειαστεί απαραίτητα και κάθοδος σε χαμηλότερο επίπεδο. Όταν η κάθοδος είναι δυσχερής και το O_2 ελάχιστο ή δεν υπάρχει, τότε η καλύτερη λύση είναι η προσομοίωση της κατάβασης με την χρήση υπερβαρικού θαλάμου. Τα μεγάλα χιονοδρομικά κέντρα καθώς και τα ορεινά καταφύγια σε πολύ απομακρυσμένες περιοχές, πρέπει στον βασικό τους ιατρικό εξοπλισμό να διαθέτουν φορητό συμπιεστή O_2 , φορητό υπερβαρικό θάλαμο και φορητό παλμικό οξυγονόμετρο. Αυτός ο εξοπλισμός μερικές φορές συνοδεύει και τις μεγάλες οργανωμένες ορειβατικές αποστολές. Η φαρμακευτική αγωγή είναι απαραίτητη όταν δεν μπορεί να εφαρμοστεί καμία από τις παραπάνω μεθόδους. Η νιφεδιπίνη ελαττώνει την πίεση στην πνευμονική αρτηρία περίπου κατά 30% αλλά μετά βίας αυξάνει την PaO_2 .

Οι πιο πρόσφατες μελέτες προτείνουν τους β -αγωνιστές σαν παράγοντα πρόληψης και αντιμετώπισης του ΠΟΜΥ. Οι β -αγωνιστές βοηθούν στην κάθαρση του κυψελιδικού χώρου και ελαττώνουν την πίεση στην πνευμονική αρτηρία. Αν και δεν έχουν γίνει πολλές κλινικές μελέτες στο συγκεκριμένο θέμα, τα φάρμακα αυτά είναι σχετικά ασφαλή και θα πρέπει

να έχουν μια θέση μαζί με τα υπόλοιπα. Η διασωλήνωση της τραχείας η εφαρμογή μηχανικού αερισμού και ο καθετηριασμός της πνευμονικής αρτηρίας, είναι μέτρα που σπάνια κρίνονται απαραίτητα και οι επιπλοκές του ΠΟΜΥ είναι σπάνιες με εξαίρεση αυτήν της παράλληλης εκδήλωσης ΕΟΜΥ.

3. Άλλες παθολογικές καταστάσεις

Μέχρι πρόσφατα όλα τα **νευρολογικά προβλήματα** αποδίδονταν στο ΕΟΜΥ. Αυτό αποδείχθηκε να είναι μια απλή κλινική-διαγνωστική υπεραπλούστευση, διότι και άλλα σύνδρομα που έχουν σχέση με το μεγάλο υψόμετρο όπως: τα λιποθυμικά επεισόδια, ο εγκεφαλικός αγγειόσπασμος και οι ημικρανίες, η θρόμβωση εγκεφαλικών αγγείων (φλεβών και αρτηριών), τα παροδικά εγκεφαλικά ισχαιμικά επεισόδια, και η εγκεφαλική αιμορραγία, έχουν περιγραφεί ως αυτόνομες καταστάσεις. Αυτά τα σύνδρομα χαρακτηρίζονται από μια περισσότερο εστιακή σημειολογία, αν και η διαφορική διάγνωση στο χώρο του συμβάντος μπορεί να είναι αδύνατη. Άλλα νευρολογικά προβλήματα αφορούν την αποκάλυψη προϋπάρχουσας νόσου που μέχρι πρότινος ήταν ασυμπτωματική, όπως οι όγκοι εγκεφάλου και η επιληψία. Οι χωροκατακτητικές εξεργασίες γίνονται συμπτωματικές πιθανώς λόγω της αύξησης του όγκου του εγκεφάλου, ενώ ο υπεραερισμός που χρησιμοποιείται κατά το εγκεφαλογράφημα για να αποκαλύψει πιθανή επιληπτική δραστηριότητα, εξηγεί την εμφάνιση της επιληψίας.

Τα **περιφερικά οιδήματα** και το οίδημα προσώπου, είναι συχνό εύρημα στο μεγάλο υψόμετρο. Στους trekkers του Νεπάλ (διαδρομή στα 4200m) παρουσιάζονται σημαντικού βαθμού περιφερικά οιδήματα σε ποσοστό 20%. Η συχνότητα είναι διπλάσια στις γυναίκες. Η παρουσία περιφερικού οιδήματος πρέπει να κινεί την υποψία για ενδεχόμενη ανάπτυξη ΠΟΜΥ και ΕΟΜΥ. Το πρόβλημα οφείλεται στην κατακράτηση υγρών και στον σχηματισμό οιδήματος στην περιφέρεια αντί στα πνευμόνια και στον εγκέφαλο, αλλά αντιμετωπίζεται σχετικά εύκολα με χορήγηση διουρητικών, αλλά και αν μείνει χωρίς αντιμετώπιση υποχωρεί με την κάθοδο σε χαμηλότερο υψόμετρο.

Η **αιμορραγία του αμφιβληστροειδούς** είναι η συ-

χνότερη αμφιβληστροειδοπάθεια που αφορά τους επισκέπτες στο μεγάλο υψόμετρο. Είναι συνήθως ασυμπτωματική εκτός αν πρόκειται για αιμορραγία της κηλίδας, εμφανίζεται στο 40-66% των ορειβατών σε υψόμετρο άνω των 5000m και υποχωρεί αυτόματα σε 2-3 εβδομάδες. Η αιμορραγία του αμφιβληστροειδούς δεν επιβάλλει την κάθοδο σε χαμηλότερα υψόμετρα και την διακοπή της ορειβατικής αποστολής, εκτός αν είναι μεγάλης έκτασης και προκαλεί σημαντική έκπτωση της όρασης.

Η **υπεριώδης ακτινοβολία** (UVA και UVB), διαπερνά την ατμόσφαιρα σε πολύ μεγαλύτερο βαθμό στο μεγάλο υψόμετρο απ' ότι στα πεδινά, εξαιτίας της μικρότερης μάζας του αέρα, της μικρής ή μηδαμικής νέφωσης και των λιγότερων υδρατμών. Αυξάνεται 5% για κάθε 300m και επιτείνεται δραματικά με την αντανάκλασή της από το χιόνι. Η UV ακτινοβολία κάτω των 300nm (UVB), απορροφάται από τον κερατοειδή και η παρατεταμένη έκθεση (1ώρα) σε υψηλά επίπεδα, προκαλεί βλάβη του κερατοειδούς (έγκουμα) που γίνεται αντιληπτό μετά από 6-12ώρες. Τα τυπικά συμπτώματα της φωτοκερατίτιδας, είναι ο έντονος πόνος (μερικές φορές αφόρητος), αίσθημα ξένου σώματος ή αίσθημα "γρτσουνισμένου" ματιού, φωτοφοβία, δακρύρροια, εκσεσημασμένο ερυθρήμα του επιπεφυκότα, εκχύμωση και οίδημα βλεφάρων. Η πάθηση υποχωρεί αυτόματα μετά από 24ώρες αλλά μπορεί να είναι τόσο επώδυνη ώστε να απαιτεί συστηματική χορήγηση ισχυρών αναλγητικών. Κάποια ανακούφιση μπορεί να επιτευχθεί με ψυχρές κομπρέσες και κλείσιμο του ματιού. Η πρόληψη γίνεται με τα ειδικά χιονοδρομικά γυαλιά που για να είναι επαρκή πρέπει να απορροφούν την UVB ακτινοβολία σε ποσοστό μεγαλύτερο από 90%, να έχουν πλαϊνά σκιστρα και πολωμένους φακούς που παρεμποδίζουν τις αντανάκλασεις. Η φωτοκερατίτιδα είναι εξαιρετικά επικίνδυνη όταν παρουσιαστεί σε δύσκολες ορειβατικές διαδρομές και ενοχοποιήθηκε για πολλά ορειβατικά ατυχήματα. Στους περισσότερους μη εγκλιματισμένους ορειβάτες, σε υψόμετρα >2500m, κατά την διάρκεια της άσκησης ή της κόπωσης, αναπτύσσεται ένας ξηρός και **βασανιστικός βήχας**. Σε πολύ μεγαλύτερα υψόμετρα (>5000m) και σε παρατεταμένη παραμονή, κοινό γνώρισμα στους ορειβάτες είναι η πυώδης βρογχίτιδα και η πολύ επώδυνη φα-

Πίνακας 5: Διαφορά πίεσης, πίεση και προσομοιωμένο υψόμετρο καμπίνας σε διάφορους τύπους αεροσκαφών

αεροσκάφος	διαφορά πίεσης mmHg	πίεση καμπίνας (10700m) mmHg	υψόμετρο καμπίνας (10700m) m
Boeing 717	445	623	1650
Boeing 737	385	563	2440
Boeing 747	461	638	1430
Boeing 767	445	623	1650
Boeing 777	454	631	1520
DC-8	401	631	1520
DC-9	445	579	2220
DC-10	445	623	1650
Airbus A300	429	623	1650
Airbus A320	461	607	1830
Airbus A340		638	1430
Concorde (10700m)	554	731	300
Concorde (18500 m)	554	604	1980

ρυγγίτιδα. Αυτά τα προβλήματα δεν οφείλονται σε λοιμώδη αιτιολογία, αλλά στους μεγάλους όγκους ξηρού και ψυχρού αέρα που εισέρχονται στους πνεύμονες και με την αναπνοή επιτείνουν την απώλεια θερμότητας και προκαλούν πυώδεις εκκρίσεις. Η είσοδος ψυχρού αέρα στα πνευμόνια μπορεί να πυροδοτήσει κρίση βρογχόσπασμου, ενώ ο παροξυσμικός βήχας μπορεί να προκαλέσει κατάγματα πλευρών και πνευμοθώρακα.

Ο φαρυγγικός βλεννογόνος γίνεται ξηρός και επώδυνος, και παρατηρείται λύση της συνέχειάς του λόγω της αφυδάτωσης και του υπεραερισμού. Οι σχάσεις μπορεί να αποτελέσουν πύλη εισόδου παθογόνων μικροοργανισμών και το ερυθρήμα και η ξηρότητα προκαλούν άμεσα παρεμπόδιση στον μηχανισμό της πρόσληψης της τροφής. Τα αντιβιοτικά δεν φάνηκε να έχουν κανένα αποτέλεσμα, ενισχύοντας την άποψη ότι το πρόβλημα δεν είναι λοιμώδους αιτιολογίας. Ενώ αντιθέτως, πολύ ευεργετική φάνηκε να είναι η συστηματική χορήγηση αναλγητικών, η καλή ενυδάτωση, οι εισπνοές ατμού και οι κοινές παστίλιες για τον λαιμό που αυξάνουν την έκκριση σιέλου. Εκτός από την καλή ενυδάτωση ο μόνος τρόπος για να προληφθεί το πρόβλημα είναι η παγίδευση της υγρασίας και της θερμότητας στον οργανισμό με μαντήλια που καλύπτουν το στόμα και τη μύτη αλλά επιτρέπουν την ευχερή μετακίνηση μεγάλων όγκων αέρα. Οι sherpas στα Ιμαλία για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούν τα μεταξωτά αραχνοϋφαντα

balaclava (σκούφοι που καλύπτουν και το πρόσωπο μέχρι το λαιμό).

Οι αναπνευστικές επιπτώσεις της αεροπλοΐας σε μεγάλο βαθμό μιμούνται το περιβάλλον του μεγάλου υψόμετρου. Για λόγους οικονομίας καυσίμων και αποφυγής των κακών καιρικών συνθηκών, τα συμβατικά αεροσκάφη χρησιμοποιούν αεροδιάδρομους σε υψόμετρο 9000 ως 12000m. Για ευνόητους λόγους η καμπίνα των επιβατών συμπιέζεται σε μια πίεση ισοδύναμη ή μικρότερη από το αντίστοιχο των 2400m. Το υψόμετρο που αντιστοιχεί στην πίεση συμπίεσης, ονομάζεται "υψόμετρο καμπίνας" και δεν παραμένει σταθερό για όλη την διάρκεια της πτήσης. Η πίεση καμπίνας διατηρείται με την είσοδο και συμπίεση εξωτερικού αέρα και με την παρεμπόδιση της εξόδου του συμπιεσμένου αέρα. Στην πράξη δημιουργείται μια διαφορά πίεσεως με την εξωτερική βαρομετρική πίεση. Με την άνοδο του αεροσκάφους η διαφορά πίεσης αυξάνει, και αντιστρόφως με την κάθοδο ελαττώνεται. Το υψόμετρο της καμπίνας ακολουθεί τις διακυμάνσεις του υψόμετρου πτήσης αλλά σε πολύ μικρότερο βαθμό. Οι μέγιστες πιέσεις καμπίνας και τα προσομοιωμένα υψόμετρα για τους πλέον διαδεδομένους τύπους αεροσκαφών φαίνονται στον πίνακα 5. Η πίεση της καμπίνας επιτυγχάνεται με την συμπίεση του αέρα στους κινητήρες του αεροσκάφους για αυτό και μερικές φορές μεταβάλλεται κατά την πτήση σύμφωνα με την απόδοση των κινητήρων.

Το υπερηχητικό Concorde για λόγους ελάττωσης των αντιστάσεων πτήσης, χρησιμοποιεί αεροδιάδρομους σε υψόμετρο 18500m. Είναι αυτονόητο ότι το υψόμετρο καμπίνας επιτυγχάνεται με την μεγάλη συμπίεση του αέρα που γίνεται στους εξαιρετικά ισχυρούς κινητήρες του αεροσκάφους. Τα στρατιωτικά υπερηχητικά αεροσκάφη συχνά πετούν σε υψόμετρο 22500m. Το υψόμετρο καμπίνας προσομοιώνεται στα 9000m και οι πιλότοι για να επιβιώσουν και να διατηρήσουν την διαύγειά τους εισπνέουν από μάσκες 100% O₂. Σ' αυτό το υψόμετρο οι πιλότοι κινδυνεύουν από νόσο εξ αποσυμπίεσης που θα αναλυθεί παρακάτω.

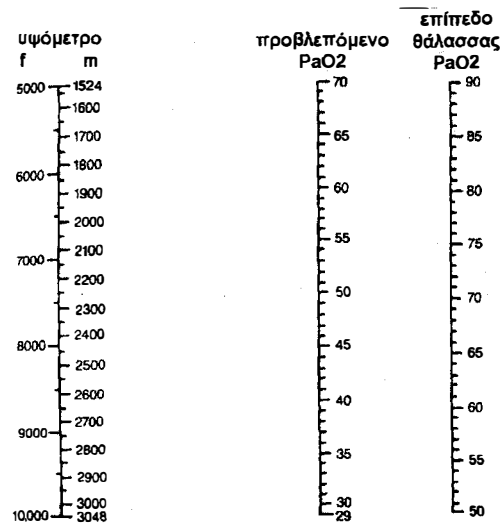
Θεωρητικά στο υψόμετρο καμπίνας στα 2400m, δεν συμβαίνουν παρά μόνο ελάχιστες φυσιολογικές μεταβολές σε υγιείς οργανισμούς. Στην πράξη, σε

πολλές μελέτες που έγιναν σε υγιή πληρώματα αεροσκαφών, σε ποσοστό πολύ μεγαλύτερο από το 50%, παρατηρήθηκαν τιμές κορεσμού $SaO_2 < 90\%$. Ανάμεσα στα υπόλοιπα ευρήματα ήταν και η έκπτωση της νυκτερινής όρασης και τα προβλήματα στην αναγνώριση κάποιων χρωμάτων. Στους ασθενείς με αναπνευστικά προβλήματα, η πτήση με αεροσκάφος μπορεί να προκαλέσει σημαντική επιδείνωση της πάθησής τους, ιδιαίτερα αν υπάρχει υποξυγοναιμία στο επίπεδο της θάλασσας. Αν η βασική PaO_2 του ασθενή είναι $\leq 70\text{mmHg}$, απαιτείται συμπληρωματική χορήγηση O_2 σε όλη την διάρκεια της πτήσης. Τελευταία, μια τεχνική που εφαρμόζεται όλο και περισσότερο πριν από το ταξίδι είναι, η αναπνευστική προσομοίωση, με χορήγηση υποξικού μείγματος αερίων και παρατήρηση των επιπλοκών.

Η απώλεια της πίεσης καμπίνας κατά την διάρκεια της πτήσης είναι εξαιρετικά σπάνια, είτε λόγω βλάβης του εξοπλισμού, είτε λόγω ατυχήματος. Αν η απώλεια της πίεσης είναι σταδιακή, το αεροσκάφος προσγειώνεται στο πλησιέστερο αεροδρόμιο και στο μεσοδιάστημα στους επιβάτες και στο πλήρωμα χορηγείται συμπληρωματικό O_2 . Η χορήγηση O_2 100% είναι επαρκής για τη αποφυγή της απώλειας συνείδησης μέχρι το ύψος των 12000m, όπου η βαρομετρική πίεση είναι ίση με την μερική πίεση του O_2 στην επιφάνεια της θάλασσας. Το Concorde ταξιδεύει σε υψόμετρο μεγαλύτερο απ' αυτό στο οποίο η χορήγηση 100% θα είχε ευεργετικά αποτελέσματα. Τα προληπτικά μέτρα που έχουν ληφθεί γι' αυτήν την περίπτωση είναι: τα μικρά παράθυρα (ώστε να ελαχιστοποιηθεί ο κίνδυνος ατυχηματικής ρήξης στην άτρακτο) και οι εφεδρείες σε πεπιεσμένο αέρα για το πλήρωμα του πιλοτηρίου, ώστε να διατηρήσει τις ικανότητές του για αναγκαστική προσγείωση του αεροσκάφους. Ο εξοπλισμός αυτός περιλαμβάνει προσωπίδες που παρέχουν O_2 με πίεση 40 cmH_2O , και είναι βασικός για κάθε τύπο αεροσκάφους που πετάει πάνω από τα 12000m.

A3. Υψόμετρο και συνυπάρχουσες παθολογικές καταστάσεις

Οι ασθενείς με προϋπάρχουσες χρόνιες παθήσεις μπορεί να παρουσιάσουν από μικρή έως δραματική επιδείνωση της πάθησής τους όταν εκτεθούν σε με-



Σχήμα 4. Νορμόγραμμα πρόβλεψης της οξυγόνωσης σε μεγάλο υψόμετρο, (ενώστε με ευθεία γραμμή το υψόμετρο με το PaO_2 στο επίπεδο της θάλασσας).

γάλο, ή ακόμα και μέσο υψόμετρο. Αυτό οφείλεται κυρίως στο υποξικό περιβάλλον και στη μεγάλη προδιάθεσή τους να αναπτύξουν κάποια ΟΝΜΥ.

Οι ασθενείς με **χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια (ΧΑΠ)**, έχουν υποκειμένες ανατομικές και φυσιολογικές μεταβολές, που ακόμα και σε μέτριο υψόμετρο, προδιαθέτουν σε υποξυγοναιμία, άπνοια ύπνου, πνευμονική υπέρταση και διαταραχές αερισμού. Η ΧΑΠ αποτελεί κύριο προδιαθεσικό παράγοντα για ανάπτυξη ΟΝΜΥ. Αν και σε κάποιο ξύπνιο και υγιή ενήλικα το SaO_2 παραμένει μεγαλύτερο από 90% μέχρι τα 2400m, σε κάποιον ασθενή με ΧΑΠ ο αποκορεσμός αρχίζει να εμφανίζεται σε πολύ χαμηλότερα υψόμετρα ανάλογα με την βαρύτητα της νόσου (~ 1900m). Με το νορμόγραμμα στο σχήμα 4 μπορεί να υπολογιστεί η προβλεπόμενη έκπτωση της οξυγόνωσης για κάθε υψόμετρο, αν είναι γνωστό το PaO_2 στο επίπεδο της θάλασσας. Η παρατεταμένη παραμονή σε μέσο υψόμετρο αυξάνει την υποξική αγγειοσύσπαση στην πνευμονική κυκλοφορία και είναι δυνατόν να καταλήξει σε ανάπτυξη πνευμονικής καρδιάς που δυσχεραίνει την επιβίωση ακόμα και στις πεδινές περιοχές. Στο Denver του Colorado (1600m) για παράδειγμα, βρέθηκε μια σχετικά χαμηλή συχνότητα εμφάνισης ΧΑΠ, αλλά μια μεγαλύτερη από την αναμενόμενη, θνησιμότητα από εμφύσημα. Οι ασθενείς με συμπτωματική πνευμονική υπέρταση, πρέπει κατηγορηματικά να αποθαρρύνονται για

εξορμήσεις ακόμα και σε μέσο υψόμετρο.

Στους ασθενείς με **άσθμα** δεν φαίνεται να επηρεάζεται ούτε η οξυγόνωση ούτε η συχνότητα εμφάνισης ασθματικών κρίσεων. Αυτό πιθανώς να οφείλεται στην απουσία αλλεργιογόνων παραγόντων στις ορεινές περιοχές στην καθαρή ατμόσφαιρα και στην ελάττωση της στροβιλώδους εισπνευστικής ροής. Επίσης το άσθμα δεν σχετίζεται με αυξημένη συχνότητα εμφάνισης ONMY.

Δεν υπάρχουν πολλά στοιχεία για τους ασθενείς με γνωστή **καρδιοπάθεια**. Η καρδιακή ανεπάρκεια, η στεφανιαία νόσος, οι βαλβιδοπάθειες, οι αρρυθμίες και το ιστορικό καρδιοχειρουργικής επέμβασης, δεν έχουν μελετηθεί στο περιβάλλον του μεγάλου υψόμετρου. Όσες αναφορές υπάρχουν αφορούν το μέσο υψόμετρο. Αν και η υγιής καρδιά ανέχεται εξαιρετικά ακόμα και την ακραία υποξυγοναιμία ($\text{PaO}_2 < 30\text{mmHg}$), υπάρχει η πεποίθηση, ότι η καρδιά με αθηρωματική νόσο δεν διαθέτει την απαιτούμενη προσαρμοστικότητα και θεωρείται υποψήφια για εμφάνιση καρδιακών επεισοδίων. Πάντως η νοσηρότητα και η θνησιμότητα από στεφανιαία νόσο φαίνεται να είναι ελαττωμένη στους μόνιμους κατοίκους ορεινών περιοχών. Αυτό ίσως και να οφείλεται στον τρόπο ζωής. Επίσης στους τουρίστες των πόλεων που βρίσκονται στο οροπέδιο του Θιβέτ, δεν παρουσιάστηκε αυξημένη συχνότητα εμφάνισης οξέος εμφράγματος του μυοκαρδίου. Σύμφωνα με μια πρόσφατη αναφορά, μια ομάδα ηλικιωμένων με στεφανιαία νόσο (χωρίς εμφανή καρδιακή ανεπάρκεια), εγκλιματίστηκε καλά σε μέσο υψόμετρο, και στη δοκιμασία κόπωσης που ακολούθησε μετά την επιστροφή τους στο επίπεδο της θάλασσας, δεν παρατηρήθηκε πρόωμη έναρξη στηθάγχης.

Σε ασθενείς με καρδιακή ανεπάρκεια που ταξιδεύουν σε χιονοδρομικά κέντρα ή στις ορεινές πόλεις του Νεπάλ και του Θιβέτ, παρατηρείται επιδείνωση των συμπτωμάτων τους, αλλά αυτό αποδίδεται κυρίως στην κατακράτηση υγρών και όχι στην κακή λειτουργικότητα της καρδιάς. Στους ασθενείς με καρδιακή ανεπάρκεια που για συγκεκριμένους λόγους πρέπει να ταξιδέψουν σε ορεινές περιοχές, συστήνεται ή αύξηση της δόσης των διουρητικών και η συμπληρωματική χορήγηση O_2 για τα πρώτα βράδια.

Η ανάβαση σε ορεινές περιοχές προκαλεί μια αύ-

ξηση της αρτηριακής πίεσης, λόγω της αύξησης του συμπαθητικού τόνου. Στους υπερτασικούς ασθενείς η αύξηση αυτή της πίεσης δεν παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις, με ελάχιστες εξαιρέσεις. Γενικά στους υπερτασικούς ασθενείς (χωρίς εμφανή καρδιακή ανεπάρκεια) συστήνεται η συνέχιση της αντιυπερτασικής αγωγής, αλλά δεν αποθαρρύνεται η επιθυμία τους για ταξίδια σε ορεινές περιοχές.

Οι ασθενείς με **S-θαλασσαιμία** (δρεπανοκυτταρική αναιμία), κινδυνεύουν να εμφανίσουν δρεπανοκυτταρική κρίση, ακόμα και σε εξομοίωση υποξικού – υποβαρούς περιβάλλοντος, όπως είναι η καμπίνα επιβατών του αεροσκάφους. Η S-θαλασσαιμία αποτελεί απόλυτη αντένδειξη για έκθεση σε μέσο και μεγάλο υψόμετρο, καθώς επίσης αποτελεί αντένδειξη και για μέση ή μεγάλης διάρκειας πτήση, αν δεν υπάρχει η δυνατότητα άμεσης χορήγησης συμπληρωματικού O_2 . Το στίγμα της S-θαλασσαιμίας δεν θεωρείται κατάσταση αυξημένου κινδύνου.

Οι γυναίκες μόνιμες κάτοικοι ορεινών περιοχών, σε **κατάσταση εγκυμοσύνης**, παρουσιάζουν σε μεγαλύτερη συχνότητα υπέρταση και τα νεογνά σε μεγαλύτερη συχνότητα έχουν χαμηλότερο βάρος γέννησης και υπερχοληρυθριναιμία. Πάντως στις έγκυες κατοίκους των πεδινών περιοχών που ταξιδεύουν σε μέσο ή μεγάλο υψόμετρο, δεν αναφέρθηκε μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης επιπλοκών της εγκυμοσύνης. Μεγαλύτερος ίσως είναι ο κίνδυνος που διατρέχει η έγκυος και το έμβρυο από την έλλειψη εξειδικευμένης ιατροφαρμακευτικής περίθαλψης και την δυσκολία της μετακίνησης στο (αφιλόξενο γι αυτές τις περιπτώσεις) ορεινό περιβάλλον.

B. ΥΠΕΡΒΑΡΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Η αυτόνομη κατάδυση γενικά γίνεται σε πιέσεις, που σπάνια ξεπερνούν τις 6atm , ενώ η μεγάλη πλειοψηφία των αυτοδυτών καταδύεται σε βάθη μεταξύ $20\text{-}40\text{m}$ ($2\text{-}4\text{atm}$). Επειδή οι ιστοί του ανθρώπινου σώματος αποτελούνται κυρίως από νερό, το οποίο είναι ασυμπίεστο, δεν επηρεάζονται άμεσα από τις μεταβολές της πίεσης. Δεν συμβαίνει όμως το ίδιο με τα κοίλα σπλάγχνα, τα οποία περιέχουν αέρα και οι μεταβολές της πίεσης τα επηρεάζουν άμεσα.

Η φυσιολογία της κατάδυσης, κατά ένα πολύ με-

Πίνακας 6:
Σχέσεις πίεσης-όγκου
σύμφωνα με το νόμο του Boyle

	Βάθος m	Πίεση atm	Όγκος Αέρα (%)	Διάμετρος Φυσαλίδας (%)
Αέρας	0	1	100	100
Θάλασσα	10	2	50	79
	20	3	33	69
	30	4	25	63
	40	5	20	58
	50	6	17	54

γάλο μέρος, ερμηνεύεται από τους τρεις νόμους των αερίων. Ο πρώτος νόμος του Boyle προσδιορίζει ότι ο όγκος που καταλαμβάνει ένα αέριο είναι αντιστρόφως ανάλογος με την πίεση που εφαρμόζεται, σε μια δεδομένη θερμοκρασία. Ο νόμος εκφράζεται με την εξίσωση:

$$PV=K$$

όπου P είναι η πίεση, V είναι ο όγκος και K είναι μια σταθερά. Όπως φαίνεται και στον πίνακα 6, όταν η πίεση διπλασιάζεται, ο όγκος ελαττώνεται στο μισό και όταν η πίεση ελαττώνεται κατά το ήμισυ, ο όγκος διπλασιάζεται. Με τον νόμο του Boyle ερμηνεύεται ο βασικός μηχανισμός όλων των τύπων του βαροτραύματος.

Ο δεύτερος νόμος, του Dalton, προσδιορίζει, ότι η πίεση που ασκείται από ένα αέριο το οποίο βρίσκεται σε ένα μείγμα αερίων, είναι ίση με την πίεση που θα ασκούσε το ίδιο αέριο αν μόνο του καταλάμβανε όλο τον δεδομένο χώρο, ή εναλλακτικά, ή συνολική πίεση που ασκεί ένα μείγμα αερίων, είναι ίση με το άθροισμα των μερικών πιέσεων των αερίων που αποτελούν το μείγμα. Ο νόμος εκφράζεται με την εξίσωση:

$$P_t = P_{O_2} + P_{N_2} + P_x$$

όπου P_t είναι η συνολική πίεση, P_{O_2} είναι η μερική πίεση του οξυγόνου, P_{N_2} είναι η μερική πίεση του αζώτου και P_x είναι η μερική πίεση των υπολοίπων αερίων του μείγματος. Αυτός ο νόμος ερμηνεύει το γιατί οι μερικές πιέσεις των επί μέρους αερίων μεταβάλλονται ανάλογα με τις μεταβολές της περιβάλλουσας πίεσης, ακόμα κι αν οι απόλυτες συγκεντρώσεις τους παραμένουν σταθερές. Ο νόμος είναι θεμελιώδης για την κατανόηση της νόσου των δυτών.

Ο νόμος του Henry προσδιορίζει ότι η ποσότητα αερίου που βρίσκεται διαλυμένο σ' ένα όγκο υγρού, είναι ανάλογη με την μερική πίεση του αερίου στην αέ-

ρια φάση, με την οποία το υγρό αυτό είναι σε ισορροπία.

$$C_x = P_x \times \text{διαλυτότητα}$$

όπου C_x είναι η συγκέντρωση του αερίου που βρίσκεται διαλυμένο σε ένα υγρό και P_x είναι η μερική πίεση του αερίου. Ο νόμος ερμηνεύει το γιατί σε μεγαλύτερα βάθη, περισσότερο αέριο (πχ άζωτο) διαλύεται στο σώμα του δύτη και αντιστρόφως γιατί αέριο απελευθερώνεται από τους ιστούς κατά την άνοδο προς την επιφάνεια.

Τα καταδυτικά σύνδρομα που σχετίζονται με την πίεση, είναι προβλήματα που προκαλούνται από τις άμεσες επιπτώσεις της πίεσης (πχ βαρότραυμα) και προβλήματα που σχετίζονται με την εισπνοή αερίων σε αυξημένες μερικές πιέσεις (πχ τοξικότητες αερίων, νόσος αποσυμπίεσης).

B1. Άμεσες επιπτώσεις της πίεσης – βαρότραυμα

Το βαρότραυμα είναι η ιστική βλάβη σαν αποτέλεσμα της σύσπασης ή της υπερδιάτασης των κοιλοτήτων του σώματος που περιέχουν αέρα και συμβαίνει όταν η πίεση των αέρα που βρίσκεται στο σώματος δεν είναι ίση μ' αυτήν του περιβάλλοντος (πχ του βυθού). Για διδακτικούς λόγους τα βαροτραύματα διακρίνονται σ' αυτά που συμβαίνουν κατά την κατάδυση και σ' αυτά που συμβαίνουν κατά την ανάδυση του αυτοδύτη.

Το **βαρότραυμα κατάδυσης** ("squeeze" όπως το αποκαλούν διεθνώς οι δύτες) προκαλείται από την συμπίεση του αέρα σε κλειστές κοιλότητες, καθώς η πίεση του περιβάλλοντος αυξάνεται με την κατάδυση. Η πίεση του αέρα στις διάφορες κοιλότητες του σώματος, είναι συνήθως σε ισορροπία με το περιβάλλον. Αν για κάποιους λόγους αποφραχθούν οι δίοδοι επικοινωνίας των κοιλοτήτων αυτών με το περιβάλλον, δεν επιτυγχάνεται εξίσωση πιέσεων και η διαφορά πιέσεως προκαλεί βλάβη των ιστών, οίδημα του βλεννογόνου και αιμορραγία. Το έσω και το έξω ους καθώς και παραρινικοί κόλποι είναι οι συχνότερα προσβεβλημένες περιοχές.

Το ωπιαίο βαρότραυμα είναι η κυριότερη αιτία νοσηρότητας μεταξύ των δυτών και υπολογίζεται ότι όλοι οι δύτες τουλάχιστον για μια φορά στην καριέρα τους θα έρθουν αντιμέτωποι μ' αυτό το πρόβλημα. Υπάρχουν τρεις μορφές βαροτραύματος του ωτός,

ανάλογα με το τμήμα που έχει προσβληθεί και μπορεί να εμφανιστούν μεμονωμένες ή σε συνδυασμό.

Το έξω βαρότρυμα (external squeeze) αφορά τον έξω ακουστικό πόρο, που επικοινωνεί με το περιβάλλον και σε φυσιολογικές συνθήκες πληρούται με νερό, όταν ο δύτης καταδύεται. Αν ο έξω ακουστικός πόρος αποφραχθεί (βύσμα, ξένο σώμα, εξόστωση, ωτοασπίδες), η είσοδος νερού παρεμποδίζεται και ο εγκλωβισμένος αέρας που συμπιέζεται, αντιρροπείται από την τάση για σύμπτυξη των ιστών, προς τα έξω κύρτωση και διόγκωση της τυμπανικής μεμβράνης ή/και αιμορραγία. Η τυπική κλινική εικόνα είναι: ωταλγία και ωτορραγία. Η κατάσταση αντιμετωπίζεται με τον καθαρισμό του έξω ακουστικού πόρου, την διατήρηση της βατότητάς του, αποφυγή της κολύμβησης ή της κατάδυσης μέχρι πλήρους θεραπείας και σε μερικές περιπτώσεις με αντιβιοτικά και αναλγητικά φάρμακα.

Το μέσο βαρότρυμα (middle squeeze) είναι αποτέλεσμα της κακής εξίσωσης πιέσεων μεταξύ του μέσου ωτός και του περιβάλλοντος, λόγω απόφραξης ή κακής λειτουργίας των ευσταχιανών σαλπίνγων. Φυσιολογικά οι ευσταχιανές σάλπιγγες ανοίγουν και επιτρέπουν την εξίσωση των πιέσεων όταν η διαφορά πίεσης στο μέσο ωτος και τον φάρυγγα είναι μεγαλύτερη από 20mmHg. Η εκούσια διάνοιξη των σαλπίνγων τεχνικά επιτυγχάνεται με τις καταποτικές κινήσεις ή με χειρισμό Valsalva. Αν δεν επιτευχθεί εξίσωση αλλά η διαφορά πιέσεων φτάσει τα 100mmHg (20% μείωση του όγκου στο μέσο ωτος), ο δύτης θα αισθανθεί δυσφορία ή πόνο και σε μεγαλύτερο βάθος θα προκληθεί οίδημα βλεννογόνου, προς τα έξω κύρτωση της τυμπανικής μεμβράνης και αιμορραγία. Αν η μείωση του όγκου δεν μπορεί να αντιρροπείται, τότε προκαλείται ρήξη της τυμπανικής μεμβράνης. Ευτυχώς αυτή η κατάσταση είναι σπάνια. Η απόφραξη (δυσλειτουργία) των ευσταχιανών σαλπίνγων μπορεί να οφείλεται σε λοιμώξεις του αναπνευστικού, αλλεργίες, πολύποδες του βλεννογόνου, και σε προηγούμενο τραύμα της περιοχής. Οι δύτες που παρουσιάζουν τις παραπάνω καταστάσεις βρίσκονται σε αυξημένο κίνδυνο εμφάνισης μέσου βαροτρυμάτος.

Οι δύτες με μέσο βαρότρυμα συνήθως παραπονούνται για αίσθημα πλήρωσης στο αυτί και για

οξύ πόνο. Όπως θα περίμενε κανείς από τα στοιχεία του πίνακα 6, τα περισσότερα προβλήματα συμβαίνουν κοντά στην επιφάνεια της θάλασσας. Η πρώτη μεγάλη μείωση του όγκου του αέρα λόγω της πίεσης θα προκαλέσει πολύ ισχυρό πόνο που συνήθως αναγκάζει τον δύτη να παρατήσει την κατάδυση και να διερευνήσει ή να αντιμετωπίσει το πρόβλημα. Αν η κατάδυση συνεχιστεί σε μεγαλύτερο βάθος επέρχεται ρήξη της τυμπανικής μεμβράνης, από το μέσο ωτος διαφεύγουν φυσαλίδες αέρα και ο δύτης χάνει προσωρινά τον προσανατολισμό του ή αισθάνεται ίλιγγο και ναυτία λόγω του ερεθισμού του μέσου ωτός από το κρύο νερό. Αυτή η φάση ευθύνεται για τις περιπτώσεις πανικού και παρ' ολίγον πνιγμού.

Η κατάσταση αντιμετωπίζεται με αποχή από τις καταδύσεις και το κολύμπι μέχρι πλήρους θεραπείας, χορήγηση αποσυμφορητικών και αντισταμινικών και αναλγητικών φαρμάκων. Αντιβιοτικά χορηγούνται μόνο αν υπάρχει ρήξη της τυμπανικής μεμβράνης ή ιστορικό λοίμωξης. Συνήθως το μέσο βαρότρυμα αποκαθίσταται χωρίς επιπλοκές μέσα σε 4 ως 7 ημέρες και σε όλους τους ασθενείς με ρήξη τυμπανικής μεμβράνης συστήνεται ακοόγραμμα μετά το πέρας της θεραπείας. Η κατάσταση μπορεί να προληφθεί, αν ο δύτης αποφύγει την κατάδυση σε περίπτωση που δεν μπορεί να εξισώσει πιέσεις ή αν δώσει την πρόεπουσα σημασία στον προειδοποιητικό αρχικό πόνο.

Αν και το σπανιότερο, το έσω βαρότρυμα, είναι πολύ σοβαρότερο από τις προηγούμενες μορφές λόγω της πιθανής μόνιμης βλάβης στο σύμπλεγμα του κοχλίου και του αιθουσαίου συστήματος. Είναι αποτέλεσμα της ανάπτυξης μεγάλης διαφοράς πίεσης μεταξύ του μέσου και του έσω ωτός, όπως συμβαίνει σε έναν υπερβολικά δυνατό χειρισμό Valsalva με σκοπό την εξίσωση πιέσεων ή όπως συμβαίνει σε ταχεία κατάδυση χωρίς να έχει επιτευχθεί επιτυχής εξίσωση πιέσεων του μέσου ωτός.

Οι ασθενείς με έσω βαρότρυμα, αισθάνονται αίσθημα πλήρωσης στο αυτί, ναυτία, τάση για έμετο, νυσταγμό, εφίδρωση, αποπροσανατολισμό και αταξία (πίνακας 7). Η κλασική όμως τριάδα των συμπτωμάτων είναι: εμβοές, ίλιγγος και κώφωση. Η έναρξη των συμπτωμάτων μπορεί να αρχίσει άμεσα ή ώρες μετά την βλάβη, ανάλογα με το είδος το είδος του τραυμα-

Πίνακας 7: Διαφορική διάγνωση βαροτραύματος μέσου (ΒΜΩ), έσω ότος (ΒΕΩ) και ελίγγου υπερβαρικότητας (ΙΥ)

	ΒΜΩ	ΒΕΩ	ΙΥ
Συμπτώματα	Ωταλγία κατάδυσης Κώφωση Παροδικός ίλιγγος	Ωταλγία κατάδυσης Κώφωση-εμβρές Έντονος ίλιγγος ναυτία-έμετος	Ωταλγία ανάδυσης Παροδική έκπτωση ακοής Ναυτία-έμετος
Ευρήματα	Κώφωση λόγω μη μετάδοσης ήχου Ρήξη τυμπανικής μεμβράνης Ετερόπλευρη πάρεση προσωπικού	Νευροαισθητηριακή κώφωση Νυσταγμός Αταξία σημείο Romberg	Νυσταγμός Ρήξη τυμπανικής μεμβράνης

τισμού και τις δραστηριότητες του δύτη. Κάθε δύτης με πρόβλημα έκπτωσης της ακοής ή αιθουσαία σημειολογία θεωρείται ότι προσβλήθηκε από έσω βαροτραυμα και αντιμετωπίζεται σε ΩΡΛ κλινική, μέχρι αποδείξεως του εναντίου.

Βαρότραυμα μπορεί να συμβεί και σε άλλες κλειστές κοιλότητες του σώματος που δεν επέρχεται εξίσωση αερίων. Για παράδειγμα, αν ο δύτης δεν εκπνεύσει στην μάσκα κατά την κατάδυση, το αποτέλεσμα θα είναι ένα βαρότραυμα με το μηχανισμό της "βεντούζας" που θα προκαλέσει ερύθημα, πετέχιες ή εκχυμώσεις του τμήματος του προσώπου που είναι εγκλωβισμένο στη μάσκα (face squeeze) αλλά πιθανότατα και οφθαλμικές βλάβες όπως αιμορραγία του επιπεφυκότα ή του σκληρού, περιοφθαλμικό αιμάτωμα ή οίδημα βλεφάρου. Με τον ίδιο μηχανισμό προκαλείται βαρότραυμα στο δέρμα αν εγκλωβιστεί αέρας μεταξύ της επιδερμίδας και της καταδυτικής στολής (suit squeeze). Αν και αυτές οι βλάβες οπτικά είναι εντυπωσιακές και τρομοκρατούν τους άπειρους δύτες, δεν απαιτούν καμία ιδιαίτερη αντιμετώπιση και υποχωρούν αυτόματα σε λίγες ημέρες.

Ένα άλλο είδος βαροτραύματος μπορεί να συμβεί σε δύτες που κάνουν ελεύθερη κατάδυση (με συγκράτηση της αναπνοής) σε μεγάλο βάθος, όπου λόγω της πίεσης, ο ολικός όγκος των πνευμόνων γίνεται μικρότερος από τον υπολειπόμενο όγκο. Λόγω της αρνητικής πίεσης που δημιουργείται, οι υποαεριζόμενες περιοχές του πνεύμονα γεμίζουν με διάμεσο υγρό και αίμα. Κλινικά εκδηλώνεται θωρακικό άλγος, βήχας, αιμόπτυση, δύσπνοια και πνευμονικό οίδημα. Η αντιμετώπιση είναι η χορήγηση 100% O₂ και η υποστήριξη ανάλογα με την κλινική εικόνα. Λόγω της ενδογενούς βλάβης του πνεύμονα και του δυνητικού κινδύνου για πρόκληση αρτηριακής αεριώδους εμβολής, ο αερισμός με θετικές πιέσεις και η εφαρμογή CPAP ή PEEP πρέπει αν είναι δυνατόν να

Πίνακας 8: Μορφές εκδήλωσης του πνευμονικού βαροτραύματος

Πνευμομεσοθωράκιο
Υποδόριο εμφύσημα
Πνευμοπερικάρδιο
Πνευμοθώρακας
Διάμεσο πνευμονικό εμφύσημα
Πνευμοπεριτόναιο
Διάχυτη κυψελιδική αιμορραγία
Αρτηριακή αεριώδης εμβολή
Εγκέφαλος
Καρδιά
Ιστοί

αποφεύγονται. Η κατάσταση αυτή ευτυχώς είναι σπάνια, γιατί ελάχιστοι δύτες επιχειρούν ελεύθερη κατάδυση σε τέτοια βάθη.

Το **βαρότραυμα ανάδυσης** οφείλεται στην αναστροφή διαδικασίας του βαροτραύματος της κατάδυσης. Αν κατά την κατάδυση έγινε επαρκής εξίσωση πιέσεων στις κοιλότητες του σώματος που περιέχουν αέρα, τότε κατά την ανάδυση, καθώς η πίεση του περιβάλλοντος ελαττώνεται, ο όγκος του αέρα θα εκπτυχθεί σύμφωνα με τον νόμο του Boyle. Η περίσσεια αέρα θα απελευθερωθεί στην ατμόσφαιρα. Αν υπάρχει απόφραξη στις διόδους του αέρα, η έκπτυξη του όγκου θα προκαλέσει διάταση των ιστών και βαρότραυμα ανάδυσης (reverse squeeze). Η συνηθέστερη εκδήλωση της κατάστασης είναι το οδοντικό βαρότραυμα (tooth squeeze), από εγκλωβισμό αέρα σε οδοντική ή περιοδοντική κοιλότητα. Η κατάσταση υποχωρεί αυτόματα και προλαμβάνεται με τον συχνό έλεγχο και την καλή υγιεινή των οδόντων.

Στους αρχάριους δύτες που δεν είναι ακόμα εξοικειωμένοι με την καταδυτική συσκευή (scuba), λόγω της αεροφαγίας, προκαλείται βαρότραυμα του γαστροεντερικού σωλήνα, ευρύτερα γνωστό σαν "αερογαστραλγία" (gas gut). Άλλο συχνό αίτιο είναι η κατανάλωση γεύματος ή αεριούχων αναψυκτικών

πριν την κατάδυση. Η κατάσταση εκδηλώνεται με κολικούς πόνους στην κοιλιά, ερυγές και μετεωρισμό. Η κατάσταση δεν εγκυμονεί σοβαρό κίνδυνο γιατί οι δύτες αποβάλλουν την περίσσεια αερίων, αν και στη βιβλιογραφία κατά καιρούς αναφέρθηκαν επεισόδια ανακοπής και ρήξης του γαστρεντερικού σωλήνα.

Βαρύτραυμα ανάδυσης μπορεί να προκληθεί στο μέσο ους ή στους παραρινικούς κόλπους δυτών με λοίμωξη του ανώτερου αναπνευστικού - ρινική συμφόρηση, που χρησιμοποίησαν αποσυμφορητικά βραχείας δράσεως, η αγγειοσυσπαστική δράση των οποίων παρήλθε ενόσω ο δύτης ήταν στον βυθό. Με τον ίδιο μηχανισμό και λόγω ασύμμετρης πίεσης στα δύο αιθουσαία συστήματα, προκαλείται μια κατάσταση που είναι γνωστή σαν "όλιγγος υπερβαρικότητας" ή "όλιγγος ανάδυσης". Η κατάσταση είναι παροδική, αλλά αν τα συμπτώματα είναι έντονα, μπορεί να προκαλέσει πανικό με άλλοτε άλλες συνέπειες. Υποχωρεί αυτόματα, συνήθως μετά από λίγες ώρες (πίνακας 7).

Η πιο σοβαρή επιπλοκή κατά την ανάδυση είναι το **πνευμονικό βαρότραυμα (ΠΒ)** το οποίο μπορεί να εμφανιστεί με πολλές μορφές (πίνακας 8). Ο καταδυτικός εξοπλισμός σχεδιάστηκε να παρέχει συμπιεσμένο αέρα στο δύτη σε πίεση ίδια με αυτήν του περιβάλλοντος. Συνεπώς σύμφωνα με τον νόμο του Boyle ο πεπιεσμένος αέρας θα εκπνυχθεί κατά την ανάβαση και ο δύτης πρέπει να ελευθερώσει τον αέρα από τα πνευμόνια του γιατί κινδυνεύει με ρήξη του πνευμονικού παρεγχύματος και διαφυγή του αέρα στους παρακείμενους ιστούς. Η βλάβη που θα προκληθεί εξαρτάται από το σημείο διαφυγής και την ποσότητα του αέρα. Η μορφή με την οποία εκδηλώνεται συχνότερα το ΠΒ είναι το υποδόριο εμφύσημα και ο δύτης διαμαρτύρεται για σύσφιξη στον λαιμό, δυσκαταποσία, βραχνάδα, οπισθοστερνικό άλγος και μερικές φορές δύσπνοια. Η ακτινογραφία θώρακος επιβεβαιώνει τη διάγνωση και αποκλείει τον πνευμοθώρακα. Ο πνευμοθώρακας δεν αποτελεί συνηθισμένη επιπλοκή, αλλά είναι ιδιαίτερα επικίνδυνος γιατί κατά την ανάδυση μετατρέπεται σε πνευμοθώρακα υπό τάση και είναι απειλητικός για τη ζωή. Εκτός από τον πνευμοθώρακα που συνήθως χρειάζεται παροχέτευση, το ΠΒ (που δεν έχει άλλες επιπλοκές), υποχωρεί μόνο του μετά από λίγες ημέρες ξεκούρασης. Σε κάποιες περιπτώσεις ίσως χρειαστεί η συ-

μπληρωματική χορήγηση O₂.

Η πιο τρομακτική επιπλοκή του ΠΒ είναι η **αρτηριακή αεριοδής εμβολή (ΑΑΕ)**, ενώ αποτελεί και κύρια αιτία θανάτου και σοβαρής αναπηρίας στον καταδυτικό πληθυσμό. Προκαλείται από την είσοδο φυσαλίδων αέρα (μέσω των αγγείων που έχουν υποστεί μικρορήξεις), στην πνευμονική κυκλοφορία και από εκεί στην αριστερή καρδιά. Οι φυσαλίδες με την συστηματική κυκλοφορία, είναι δυνατόν να καταλήξουν στον εγκέφαλο, στα στεφανιαία αγγεία ή στην περιφέρεια δίνοντας την ανάλογη σημειολογία. Η βαρύτητα της νόσου εξαρτάται από το σημείο της εμβολής, την ποσότητα του αέρα και την φυσική κατάσταση του δύτη.

Η ΑΑΕ συνήθως εκδηλώνεται άμεσα μετά την ανάδυση στην επιφάνεια, την στιγμή που η αυξημένη ενδοπνευμονική πίεση (από την υπερδιάταση των πνευμόνων) εκτονώνεται στην ατμόσφαιρα, επιτρέποντας το γεμάτο φυσαλίδες αίμα να επιστρέψει στην καρδιά. Το κλασικό ιστορικό "φωτογραφίζει" τον δύτη που σε κατάσταση πανικού αναδύεται ταχύτατα στην επιφάνεια. Οι συνηθέστερες αιτίες πανικού είναι η βλάβη της αναπνευστικής συσκευής, η εξάντληση του αποθέματος αέρα, η παρουσία κάποιου θαλάσσιου απειλητικού όντος και το τραύμα. Τα συμπτώματα εμφανίζονται μέσα στα 2 πρώτα λεπτά και σπανιότερα μέσα στο πρώτο 10λεπτο. Η εκδήλωση της νόσου είναι αιφνίδια και δραματική. Τα συμπτώματα από την απόφραξη των στεφανιαίων αγγείων είναι το οξύ έμφραγμα του μυοκαρδίου, οι αρρυθμίες, η ανακοπή ή ο θάνατος. Όμως το συχνότερο όργανο στόχος είναι ο εγκέφαλος. Η προσβολή του ΚΝΣ θυμίζει εγκεφαλικό επεισόδιο και τα συμπτώματα ποικίλουν ανάλογα με την έκταση και την περιοχή της βλάβης, από μονοπληγίες, ασύμμετρες πολυπληγίες και παραλύσεις κρανιακών νεύρων, έως αιφνίδια απώλεια συνειδήσεως και θάνατο.

B2. Έμμεσες επιπτώσεις της πίεσης

Η νάρκωση από άζωτο και η νόσος αποσυμπίεσης είναι αποτέλεσμα της εισπνοής αερίων σε πιέσεις μεγαλύτερες από την ατμοσφαιρική. Το άζωτο και τα άλλα λιποδιαλυτά αδρανή αέρια, όταν εισπνέονται σε αυξημένες πιέσεις, έχουν αναισθητική δράση. Το αποτέλεσμα της δράσης αυτής θυμίζει την μέθη από

αλκοόλ και παρουσιάζεται στους περισσότερους δύ-τες σε βάθος περίπου 30m. Στα 90m το αναισθητικό αποτέλεσμα είναι τέτοιο που οι προκαλεί απώλεια συνείδησης. Καθώς το PN₂ ελαττώνεται με την ανά-δυση, τα αναισθητικά αποτελέσματα αναστρέφονται. Η νάρκωση από άζωτο ενοχοποιείται για την πρό-κληση τραυματισμών και άλλων καταδυτικών ατυχη-μάτων (αδυναμία προσανατολισμού, υπέρβαση ορίων κ.α.).

Η νόσος αποσυμπίεσης (NA) είναι πολυσυστημα-τική διαταραχή που προκαλείται από την απελευθέ-ρωση αδρανούς αερίου (από το εισπνεόμενο μείγμα αερίων) όταν η πίεση του περιβάλλοντος ελαττώνε-ται κατά την φάση της ανάδυσης. Το αδρανές αέριο στις περισσότερες καταδυτικές καταστάσεις είναι το άζωτο και απελευθερώνεται σε μορφή φυσαλίδων, που σχηματίζονται στο αίμα και στους ιστούς. Η κλι-νική εικόνα της NA εξαρτάται από τον προορισμό, το μέγεθος και τον ρυθμό σχηματισμού των φυσαλίδων.

Τα μικρά ασυμπτωματικά αεριοδμή φλεβικά έμ-βολα, φιλτράρονται στους πνεύμονες χωρίς εμφανή μόνιμη βλάβη και είναι κοινό εύρημα στους δύτες στη φάση της ανάδυσης. Όμως ο παρατεταμένος σχημα-τισμός φυσαλίδων, ενεργοποιεί τον καταρράκτη της φλεγμονής, τις κυττοκίνες, το σύστημα του συμπλη-ρώματος, τη συσσώρευση αιμοπεταλίων και προκα-λεί θρόμβωση. Ακόμη οι φυσαλίδες με μηχανική απόφραξη προκαλούν ισχαιμία και ιστική υποξία. Παράλληλα το άζωτο είναι πολύ λιποδιαλυτό και η λευκή ουσία του ΚΝΣ λόγω της μεγάλης περιεκτικό-τητας σε μυελίνη, βρίσκεται σε ιδιαίτερα αυξημένο κίνδυνο εκδήλωσης NA.

Οι πιθανότητες εκδήλωσης της NA αυξάνονται αναλογικά με την διάρκεια και το βάθος της κατάδυ-σης. Άλλοι παράγοντες κινδύνου είναι: η κόπωση, η εξάντληση, η αφυδάτωση, ο πυρετός, η χαμηλή θερ-μοκρασία περιβάλλοντος μετά την κατάδυση, και η κατάδυση σε μεγάλο υψόμετρο (ορεινή λίμνη). Άτομα αυξημένου κινδύνου για εμφάνιση NA είναι οι πα-χύσαρκοι και οι καπνιστές.

Το πολεμικό ναυτικό των ΗΠΑ έχει σχεδιάσει μια σειρά από καταδυτικούς πίνακες που εκτιμούν την ποσότητα του αζώτου που συσσωρεύεται στο σώμα κατά την κατάδυση, για ένα συγκεκριμένο βάθος σε μια συγκεκριμένη χρονική διάρκεια. Οι πίνακες

Πίνακας 9: Κλινικές μορφές της νόσου αποσυμπίεσης (στην παρένθεση αναγράφεται η διεθνής καταδυτική ορολογία)

Δερματική (skin bends)
Λεμφική
Μυοσκελετική (bends)
Νευρολογική
Σπονδυλική στήλη
Εγκέφαλος
Παρεγκεφαλίδα (stagers)
Έσω ους
Περιφερικά νεύρα
Πνευμονική (chokes)
Καρδιοαγγειακή (shock)
Ιστική

υπολογίζουν τον μέγιστο χρόνο που μπορεί ένας δύ-της να παραμείνει σε ένα προκαθορισμένο βάθος και να επιστρέψει στην επιφάνεια της θάλασσας, χωρίς να ξεπεράσει τη διαλυτότητα που έχει το άζωτο στην επιφάνεια της θάλασσας, ώστε να αποφευχθεί ο κίν-δυνος πρόκλησης NA. Ο μέγιστος αυτός χρόνος ονομάζεται "όριο μη-αποσυμπίεσης" και στην κατα-δυτική ορολογία είναι ευρύτερα γνωστός σαν "χρόνος μηδέν". Ακόμα κι αν ο δύτης δεν ξεπεράσει το όριο, πρέπει να αναδυθεί αργά, με ελεγχόμενο ρυθμό, ώστε να επιτευχθεί βαθμιαία η απελευθέρω-ση του αζώτου, η οποία συνεχίζεται μέχρι και 12 ώρες μετά την ανάδυση στην επιφάνεια. Οι επαναλαμβα-νόμενες καταδύσεις σε διάστημα λίγων ωρών, προκαλούν συσσώρευση αζώτου στους ιστούς με αποτέλεσμα τη βράχυνση του "χρόνου μηδέν". Γενι-κά οι δύτες δεν πρέπει να υπερβαίνουν το όριο μη-αποσυμπίεσης ούτε στην αρχική ούτε στις επαναλη-πτικές καταδύσεις. Επειδή οι καταδυτικοί πίνακες βασίζονται σε αρκετές υποθέσεις όσον αφορά την απομάκρυνση του N₂, ακόμα και η κατά γραμμά εφαρμογή τους δεν εγγυάται ασφάλεια ως προς την αποφυγή της NA. Αν γίνει υπέρβαση του "χρόνου μη-δέν", τότε κατά την ανάδυση πρέπει να γίνουν στά-σεις αποσυμπίεσης, που το βάθος και η διάρκειά τους προσδιορίζεται από τους καταδυτικούς πίνακες. Τε-λευταία όλο και περισσότερο οι καταδυτικοί πίνακες, αντικαθίστανται από φορητούς υπολογιστές χειρός, που υπολογίζουν πολλές παραμέτρους, εξαλείφοντας την πιθανότητα ανθρώπινου υπολογιστικού λάθους.

Η κλινική εκδήλωση της NA διακρίνεται σε δύο μορφές (πίνακας 9). Η NA τύπου I, αφορά το μυοσκε-

Πίνακας 10: Διαφορική διάγνωση νόσου αποσυμπίεσης και αρτηριακής αεριώδους εμβολής

ΝΑ	ΑΑΕ
καταδυτικό ιστορικό	
βάθος-διάρκεια κατάδυσης	άσχετη με το είδος της κατάδυσης
προσέγγιση ορίων αποσυμπίεσης	ταχεία ανάδυση
πτήση μετά την κατάδυση	έλλειψη εμπειρίας
κατάδυση σε ορεινή λίμνη	έλλειψη αέρα-βλάβη συσκευής
παράγοντες κινδύνου	
κόπωση	ΧΑΠ
αφυδάτωση	εμφύσημα
πυρετός υποθερμία	εκκρίσεις
παχυσαρκία	
συμπτώματα και ευρήματα	
προοδευτική έναρξη	ταχεία έναρξη
νωτιαία συμπτωματολογία	εγκεφαλική συμπτωματολογία
κεφαλαλγία	κεφαλαλγία
ασυνήθης καταβολή	απώλεια συνείδησης
παράλυση άκρων	σύγχυση
παραισθησίες	σπασμοί
κοιλιακά άλγη	αρρυθμίες
αναστολή διούρησης	ανακοπή
ακράτεια κοπράνων	
αρθραλγίες	
μαρμαροειδές δέρμα	
ίλιγγος - νυσταγμός	
ανημετώπιση	
υπερβαρικός θάλαμος	υπερβαρικός θάλαμος

λετικό σύστημα, το δέρμα και τα λεμφικά αγγεία. Η ΝΑ τύπου II είναι συχνότερη, βαρύτερης μορφής και αφορά όλα τα άλλα όργανα. Η ΝΑ (I) εκδηλώνεται με μυοσκελετικούς πόνους και αρθραλγίες κυρίως στα άνω άκρα και στην ωμοπλάτη. Η εφαρμογή της περιχειρίδας του πιεσόμετρου στην επώδυνη άρθρωση, με πίεση 150-200mmHg, συνήθως ανακουφίζει τον πόνο και επιβεβαιώνει την διάγνωση. Από το δέρμα η νόσος εκδηλώνεται με ερύθημα και εικόνα "μαρμαροειδούς δέρματος", λόγω της φλεβικής στάσης. Ο κνησμός οφείλεται στη διάχυση του αζώτου στους ιστούς και δεν σχετίζεται πάντα με ΝΑ.

Στη ΝΑ (II) τα συμπτώματα αφορούν κυρίως το ΚΝΣ, το έσω ους και τους πνεύμονες. Το ΚΝΣ παρουσιάζει μεγαλύτερη ευαισθησία λόγω της λιπώδους υφής του. Οι βλάβες εμφανίζονται συχνότερα στον νωτιαίο μυελό (ιδίως στην οσφυϊκή μοίρα) παρά στον εγκέφαλο. Τα συνήθη συμπτώματα είναι: αδυναμία ή παράλυση των άκρων, παραισθησίες, μούδιασμα, οσφυαλγία και κοιλιακά άλγη, διαταραχές ούρησης, ακράτεια κοπράνων και πριαπισμός. Η συμπτωματολογία από τον νωτιαίο μυελό εκδηλώνεται μόνη

της ή σε συνδυασμό με βλάβες από το έσω ους, τον εγκέφαλο και τους πνεύμονες.

Από την προσβολή του εγκεφάλου, τα αναμενόμενα συμπτώματα είναι: κεφαλαλγία, έκπτωση της οπτικής οξύτητας, διπλωπία, δυσαρθρία, ασυνήθης καταβολή δυνάμεων, διαταραχές συμπεριφοράς, απόσπαση προσοχής και αποσύνδεση (η απώλεια συνείδησης στη ΝΑ είναι σπάνιο σύμπτωμα – διαφορική διάγνωση με ΑΑΕ – πίνακας 10). Στο MRI απεικονίζονται οι φυσαλίδες στον εγκέφαλο και στην ΟΜΣΣ και τεκμηριώνεται η διάγνωση. Η εκδήλωση της νόσου από το έσω ους είναι ίδια με το βαρότραυμα.

Η εναπόθεση φυσαλίδων στους πνεύμονες (μέσω της πνευμονικής αρτηρίας) εκδηλώνεται με δύσπνοια, βήχα και θωρακικό άλγος. Στους ασθενείς παρατηρείται κυάνωση, υπόταση με αυξημένες τριγεντρικές πιέσεις και αύξηση του EtCO₂. Αν η κατάσταση δεν αντιμετωπισθεί έγκαιρα, μπορεί να εξελιχθεί σε ανακοπή.

B3. Αντιμετώπιση των καταδυτικών ατυχημάτων

Στα περισσότερα καταδυτικά ατυχήματα ή διάγνωση μπορεί να γίνει μόνο με το ιστορικό και την κλινική εξέταση. Το τυπικό ιστορικό του καταδυτικού ατυχήματος, πρέπει να περιλαμβάνει τα παρακάτω σημεία κλειδιά:

- 1) Τον τύπο της κατάδυσης (ελεύθερη ή αυτόνομη) και τον εξοπλισμό που χρησιμοποιήθηκε. Κάποια είδη κατάδυσης και κάποια συγκεκριμένα είδη εξοπλισμού σχετίζονται με συγκεκριμένα προβλήματα (πχ υπερκαπνία από συσκευή επανεισπνοής). Οι καταδύσεις με Nitrox και Trimix γίνονται όλο και πιο δημοφιλείς τα τελευταία χρόνια λόγω της μεγάλης αυτονομίας που προσφέρουν στους δύτες όσον αφορά την διάρκεια της κατάδυσης και τα μεγάλα βάθη. Για την αποσυμπίεση σ' αυτά τα είδη κατάδυσης απαιτούνται ειδικοί πίνακες (βλέπε παρακάτω).
- 2) Ο αριθμός της κατάδυσης, το μέγιστο βάθος, η διάρκεια στο μέγιστο βάθος, τα διαστήματα παραμονής στην επιφάνεια μεταξύ των καταδύσεων για τις τελευταίες 72 ώρες πριν την εμφάνιση των συμπτωμάτων. Όλοι αυτοί είναι αριθμοί που μπορεί να μην έχουν κανένα νόημα για τον διάσωση, θα βοηθήσουν όμως τον ειδικό της κατα-

Πίνακας 11: Διαφορική διάγνωση του καταδυτικού ατυχήματος ανάλογα με τη φάση έναρξης των συμπτωμάτων

κατάδυση	βυθός	ανάδυση	
βαρότραυμα στο έξω ους βαρότραυμα στο μέσο ους βαρότραυμα στο έσω ους βαρότραυμα μάσκας βαρότραυμα παραριν. κολπ.	νάρκωση από άζωτο υποθερμία τοξικότητα οξυγόνου δηλητηρίαση από τοξικά αέρια	ταχεία ανάδυση λίγγο υπερβαρικό πνευμονικό βαρότραυμα ΑΑΕ πνευμοθώρακας πνευμομεσοθωράκιο αιμορραγία πνευμόνων βαροδονταλγία βαρότραυμα γαστρεντερικού	βραδεία ανάδυση προσέγγιση - υπέρβαση ορίων NA (I) NA (II)

- δυτικής ιατρικής ή τον σύμβουλο καταδύσεων να προγραμματίσει την αποσυμπίεση του ασθενή
- 3) Αν έγινε αποσυμπίεση στο νερό (αφορά την διαφορική διάγνωση της ΝΑ)
 - 4) Αν έγινε επανασυμπίεση στο νερό. Εκτός από ελάχιστες περιπτώσεις που εξασφαλίζεται η χορήγηση O₂ 100% με αεροστεγή προσωπίδα και εφαρμογή monitoring, η επανασυμπίεση στο νερό με χορήγηση συμπιεσμένου αέρα, δεν πρέπει να επιχειρείται γιατί αφήνει τον ασθενή σε χειρότερη κατάσταση από την προηγούμενη και εγκυμονεί πολλούς κινδύνους.
 - 5) Τόπος κατάδυσης (θάλασσα, λίμνη, σπήλαιο), περιβαλλοντικές συνθήκες (θερμοκρασία) που σχετίζονται με την κατάδυση. (η ΝΑ συμβαίνει συχνότερα σε καταδύσεις που γίνονται σε "κρύα νερά").
 - 6) Σκοπός κατάδυσης (ψάρεμα, προπόνηση, φωτογράφιση). Η ΝΑ συμβαίνει σε κοπιώδη κατάδυση.
 - 7) Προδιαθεσικοί παράγοντες. (ηλικία, παχυσαρκία, αλκοόλ, κάπνισμα, πολλαπλές επαναλαμβανόμενες καταδύσεις)
 - 8) Επιπλοκές από την κατάδυση (μη αναμενόμενοι μυοσκελετικοί πόνοι, έλλειψη αέρα, βλάβη στις φιάλες ή στους ρυθμιστήρες, δείγμα δηλητηριώδους ψαριού κ)
 - 9) Ακριβής ώρα έναρξης των συμπτωμάτων.
- Η τυπική αυτόνομη κατάδυση διακρίνεται σε 5 στάδια, καθένα από τα οποία σχετίζεται με συγκεκριμένα προβλήματα. Η **προκαταδυτική φάση** περιλαμβάνει όλη την δραστηριότητα πριν την κατάδυση. Τα προβλήματα που αντιμετωπίζονται σ' αυτή τη φάση είναι παρόμοια με αυτά των κολυμβητών. (Ναυτία, υπεραερισμός από την προσπάθεια προσαρμογής

στην εισπνοή συμπιεσμένου αέρα, τραύμα, παρ' ολίγον πνιγμός και δείγμα από δηλητηριώδες θαλάσσιο ον). Η **φάση της κατάδυσης** σχετίζεται κυρίως με βαρότραυμα. Σ αυτή τη φάση μπορεί να προκληθεί δηλητηρίαση από μονοξείδιο του άνθρακα, και άλλες επιπλοκές από την εισπνοή αερίων. Η **φάση του βυθού** σχετίζεται με μειωμένη συχνότητα εμφάνισης επιπλοκών. Μπορεί να προκληθούν τραύματα λόγω μειωμένης προσοχής από την νάρκωση του αζώτου και στη φάση αυτή μπορεί να παρουσιαστούν τα πρώτα συμπτώματα από βαρότραυμα του έσω ωτός που είχε συμβεί στην κατάδυση. Στην **φάση της ανάδυσης** μπορεί να παρουσιαστεί βαρότραυμα ανάδυσης κάθε μορφής και βαρύτητας, όπως επίσης και τα προβλήματα από τα μείγματα αερίων. Η ΝΑ σπάνια εκδηλώνεται όσο ακόμα ο δύτης είναι στο νερό, αλλά αν εμφανιστεί τότε είναι βαριάς μορφής. Στην **μετά καταδυτική φάση** όποιο πρόβλημα εμφανίζεται τα πρώτα 10min εκλαμβάνεται σαν αρτηριακή αεριώδης εμβολή μέχρι αποδείξεως του εναντίου, ενώ όποιο πρόβλημα εμφανίζεται αργότερα εκλαμβάνεται σαν ΝΑ. Η μεγάλη πλειοψηφία των ασθενών με ΝΑ εμφανίζει τα πρώτα συμπτώματα μετά την πρώτη ώρα από την άνοδο στην επιφάνεια της θάλασσας (πίνακας 11).

Το δίκτυο καταδυτικής επαγρύπνησης (divers alert network – DAN) είναι η μεγαλύτερη επιστημονική εταιρία με αντικείμενο την ιατρική των καταδύσεων. Έχει διεθνή δράση και εδρεύει στο πανεπιστήμιο Duke στο Durham της North Carolina. Το DAN παρέχει πληροφορίες σε γιατρούς και δύτες, για τη πρόληψη και την αντιμετώπιση όλου του φάσματος των καταδυτικών ατυχημάτων, όλο το 24ωρο όλες τις ημέρες του χρόνου, σε 8 γλώσσες (όχι στα ελληνικά), στο τηλέφωνο +1919-684-2948, ή on line στην διεύθυνση

<http://www.diversalernetnetwork.org/>. Το DAN είναι ενημερωμένο για όλους τους υπερβαρικούς θαλάμους που λειτουργούν στον κόσμο, ενώ συλλέγει πληροφορίες από κάθε γωνιά της γης για τα καταδυτικά ατυχήματα. Η βάση δεδομένων και η στατιστική ανάλυση είναι προσβάσιμες από την ίδια ηλεκτρονική διεύθυνση.

Για την ΑΑΕ και την ΝΑ (τύπου I&II), η μόνη αποτελεσματική θεραπεία είναι η επανασυμπίεση σε θάλαμο υπερβαρικού Ο₂. Η θεραπεία έχει απόλυτη ένδειξη ακόμα κι αν η μεταφορά στον υπερβαρικό θάλαμο είναι εξαιρετικά χρονοβόρα. Η επανασυμπίεση στο νερό στον τόπο του συμβάντος, είναι μέθοδος που έχει εγκαταλειφθεί, λόγω του αυξημένου κινδύνου εμφάνισης επιπλοκών, της αδυναμίας τιτλοποίησης ανάλογα με τις ανάγκες και του ελλιπούς monitoring. Σήμερα η τεχνική αυτή δεν προτείνεται από κανένα συγγραφέα.

Για την ΑΑΕ η θεραπεία στον υπερβαρικό θάλαμο πρέπει να αρχίσει το συντομότερο δυνατόν. Η θνησιμότητα στους ασθενείς που ξεκίνησαν την υπερβαρική θεραπεία μέσα στα πρώτα 5min από την άνοδό τους ήταν μικρότερη 5% και η νοσηρότητα στους επιζώντες ήταν ασήμαντη. Στους ασθενείς που αντιμετωπίστηκαν με καθυστέρηση 5 ωρών, η θνησιμότητα βρέθηκε μεγαλύτερη από 10% και στους επιζώντες η νοσηρότητα ξεπερνούσε το 50%. Η υπερβαρική θεραπεία πρέπει να εφαρμόζεται σε όλους ανεξαιρέτως τους ασθενείς με ΑΑΕ, ακόμα και σ' αυτούς που παρατηρείται αυτόματη υποχώρηση των συμπτωμάτων, γιατί: 1) ακόμα κι αν και οι μικροφυσαλίδες απομακρυνθούν από την κυκλοφορία του εγκεφάλου, μπορεί να εμφανιστεί δευτερογενώς εγκεφαλικό οίδημα απειλητικό για τη ζωή, 2) μετά την υποχώρηση των κύριων προβλημάτων μπορεί να εμφανιστούν άλλα δευτερεύοντα συμπτώματα που μέχρι πρότινος ήταν κεκαλυμμένα και 3) αν τα δευτερεύοντα συμπτώματα επιδεινωθούν, ο ρυθμός υποτροπής της νόσου είναι απρόβλεπτος στις περιπτώσεις που δεν αντιμετωπίστηκαν.

Παρομοίως, η πρόγνωση για την ΝΑ μετά την αντιμετώπιση σε υπερβαρικό θάλαμο, εξαρτάται από την ώρα έναρξης της θεραπείας και από την βαρύτητα των συμπτωμάτων. Στη ΝΑ οι περισσότεροι ασθενείς ωφελούνται ακόμα κι αν η αντιμετώπιση ξεκινήσει

24-48 ώρες μετά την κατάδυση. Σε πολλά κέντρα υπερβαρικής ιατρικής, οι ειδικοί ξεκινούν την θεραπεία ακόμα και μετά από 10-14 ημέρες μετά την έναρξη των συμπτωμάτων. Στη ΝΑ περίπου 90% των περιστατικών που διαγνώστηκαν και αντιμετωπίστηκαν έγκαιρα είχε άριστη έκβαση.

Οι μονόχωροι υπερβαρικοί θάλαμοι είναι περισσότερο διαδεδομένοι, λόγω του χαμηλού κόστους και του μικρού μεγέθους. Δεν έχουν ιδιαίτερες απαιτήσεις όσον αφορά την εγκατάστασή τους και είναι εύκολα μεταφερόμενοι. Δυστυχώς όμως δεν μπορούν να συμπιέσουν σε πιέσεις μεγαλύτερες από 3atm και οι περισσότεροι επιτρέπουν την είσοδο μόνο ενός αερίου και όχι τη χορήγηση μείγματος αερίων (Ο₂ + αέρα). Επίσης όταν ο ασθενής είναι αιμοδυναμικά ή αναπνευστικά ασταθής, δεν επιτρέπουν τις εξωτερικές παρεμβάσεις, ενώ καθ' όλη τη διάρκεια της θεραπείας δυσχεραίνουν το απαιτούμενο monitoring. Η απόφαση για παράκαμψη των μονόχωρων υπερβαρικών θαλάμων με σκοπό την νοσηλεία κατευθείαν σε μεγάλο πολύχωρο θάλαμο, πρέπει να ληφθεί μετά από πολύ σκέψη και αξιολόγηση του ιστορικού της κατάδυσης και των συμπτωμάτων. Σε τέτοιες περιπτώσεις πολύτιμη είναι η βοήθεια του DAN.

Αν υπάρχει υπόνοια ΑΑΕ, το θύμα παραμένει στην ύπτια θέση τόσο στον τόπο του συμβάντος όσο και κατά την μεταφορά. Η θέση Trendelenburg δεν συστήνεται πλέον γιατί ενώ πιστεύεται ότι μειώνει τον κίνδυνο πρόκλησης αεριώδους εμβολής στον εγκεφαλό, φάνηκε να σχετίζεται με αυξημένη συχνότητα εμφάνισης εγκεφαλικού οιδήματος λόγω αύξησης της ενδοκρανιακής πίεσης, ενώ παράλληλα αυξάνει τον κίνδυνο πρόκλησης αεριώδους εμβολής στη στεφανιαία κυκλοφορία.

Η διακομιδή είναι καλύτερα να γίνεται με ασθενοφόρο όχημα γιατί αν χρησιμοποιηθεί αεροπλάνο ή ελικόπτερο, λόγω του υψομέτρου οι μικροφυσαλίδες θα εκπυχθούν περισσότερο με αποτέλεσμα την επιδείνωση της συμπτωματολογίας. Αν η αεροδιακομιδή είναι η μόνη οδός πρέπει να χρησιμοποιηθούν αεροσκάφη με πίεση καμπίνας περιπούιση με την ατμοσφαιρική (Hercules C-130, Lear jet). Στα συμβατικά jet αεροσκάφη με υψόμετρο καμπίνας > 1000m ο ασθενής πρέπει να μεταφέρεται μέσα σε φορητό υπερβαρικό θάλαμο. Σε όλη τη διάρ-

κεια της διακομιδής χορηγείται O₂ 100% σε μεγάλες ροές γιατί διευκολύνει την απομάκρυνση των φυσαλίδων αζώτου και βελτιώνει την οξυγόνωση στους κατεστραμμένους ιστούς.

Ο στόχος της υπερβαρικής θεραπείας είναι: 1) η άρση της μηχανικής απόφραξης της κυκλοφορίας με την ελάττωση του μεγέθους των φυσαλίδων, με την ενίσχυση της απορρόφησής τους και με την παρεμπόδιση της επαναδημιουργίας τους. 2) το "ξέπλυμα" του αζώτου από τους ιστούς και 3) η παροχή O₂ στους ισχαιμικούς ιστούς. Κατά κοινή ομολογία η θεραπεία με υπερβαρικό O₂ υπερέχει έναντι αυτής με υπερβαρικό αέρα και για βέλτιστα αποτελέσματα εφαρμόζονται εξατομικευμένα για την κάθε περίπτωση πρωτόκολλα και διάφοροι τύποι υπερβαρικών θαλάμων, που η ανάλυσή τους δεν αποτελεί αντικείμενο αυτού του κεφαλαίου. Εκτενής αναφορά στα πλέον σύγχρονα πρωτόκολλα και στους επικρατέστερους πίνακες συμπίεσης που εφαρμόζονται σήμερα στα υπερβαρικά κέντρα, καθώς και πληροφορίες για τις σύγχρονες νοσοκομειακές προσεγγίσεις ασθενών με ΝΑ και ΑΕΕ, βρίσκονται στις ηλεκτρονικές διευθύνσεις www.diversalernetnetwork.org/ και στο "virtual military naval hospital" www.vnh.org.

Τα φάρμακα της εξειδικευμένης ΚΑΡΠΑ χορηγούνται ανάλογα με τις ανάγκες του θύματος και με το σκεπτικό ότι τα περισσότερα θύματα από ΝΑ έχουν έλλειμμα όγκου και η χορήγηση υγρών γίνεται με τρόπο ώστε να εξασφαλίζει επαρκή διούρηση (τουλάχιστον 2ml/kg/h). Οι καρδιακές αρρυθμίες μερικές

φορές είναι ανθεκτικές στα συνήθη θεραπευτικά σχήματα, έως ότου επιτευχθεί η επανασυμπίεση του δύτη. Τα cuffs του καθετήρα Foley και του τραχειοσωλήνα πρέπει να είναι φουσκωμένα με ορό και όχι με αέρα (πριν την έναρξη της επανασυμπίεσης).

Δεν υπάρχουν φάρμακα που να προλαμβάνουν ή να βελτιώνουν τα συμπτώματα από τη ΝΑ ή την ΑΑΕ. Η αποτελεσματικότητα της ασπιρίνης ή άλλων αντιαιμοπεταλιακών παραγόντων για την θεραπεία της ΝΑ ή της ΑΑΕ, δεν έχει αποδειχθεί και αμφισβητείται από πολλούς ερευνητές. Η IV χορήγηση κορτικοστεροειδών σε μεγάλες δόσεις, αν και ήταν ευρέως διαδεδομένη πριν από λίγα χρόνια, δεν φάνηκε να έχει κανένα ευεργετικό αποτέλεσμα και τώρα πλέον δεν προτείνεται.

Η εφαρμογή εξωτερικής πίεσης και η χορήγηση O₂, είναι η θεραπεία εκλογής τόσο στην ΑΕΕ όσο και στην ΝΑ. Η έκβαση της νόσου εξαρτάται από την βαρύτητα της νόσου, την έγκαιρη έναρξη της υπερβαρικής αγωγής και την φυσική κατάσταση του θύματος.

Εκτός από την ΑΑΕ τη ΝΑ και την δηλητηρίαση από μονοξείδιο του άνθρακα, τα υπόλοιπα καταδυτικά ατυχήματα δεν απαιτούν υπερβαρικό θάλαμο για την αντιμετώπισή τους, η φαρμακευτική αγωγή είναι συμπτωματική, ενώ στις περισσότερες περιπτώσεις συνιστάται η αποχή από τις καταδύσεις και την σωματική κόπωση, για διάστημα τουλάχιστον 2 εβδομάδων μετά το πέρας της θεραπείας, καθώς και αυξημένη επαγρύπνηση για πιθανή υποτροπή των συμπτωμάτων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Hackett PH, Roach RC: High altitude illness. *N Engl J Med* 345:107-114, 2001
- Rabold MB, Hackett PH.: High altitude medical problems.: in Tintinalli JE, Kelen GD, Stapczynski JS.: *Emergency Medicine. A comprehensive study guide.*: pp 1261-1269. McGraw Hill, 2000
- Kizer KW.: Dysbarism.: Tintinalli JE, Kelen GD, Stapczynski JS.: *Emergency Medicine. A comprehensive study guide.*: pp 1269-1278. McGraw Hill, 2000
- Ehlert GW, Grande CM.: High altitude.: in Grande CM.: *Textbook of Anesthesia and Critical Care.* pp 1231-1246. Mosby 1993
- Yaron M., Honigman B.: High Altitude Illness. In Rosen's "Emergency medicine concepts and clinical practice" pp 2035-2049. Mosby 2002
- Lumb AB: High Altitude and flying. In Nunn's *Applied respiratory physiology.* pp 357-374. Butterworth 2000
- Air Embolism.: Rosen P, Barkin RM, Haydn SR

- et al: The 5 minute emergency medicine consult. pp 40-41. Lippincott Williams & Willkins 1999
8. Barotrauma.: Rosen P, Barkin RM, Haydn SR et al: The 5 minute emergency medicine consult. pp 120-121. Lippincott Williams & Willkins 1999
 9. Decompression Sickness.: Rosen P, Barkin RM, Haydn SR et al: The 5 minute emergency medicine consult. pp 292-293. Lippincott Williams & Willkins 1999
 10. High Altitude Sickness.: Rosen P, Barkin RM, Haydn SR et al: The 5 minute emergency medicine consult. pp 510-511. Lippincott Williams & Willkins 1999
 11. Hyperbaric Oxygen Therapy.: Rosen P, Barkin RM, Haydn SR et al: The 5 minute emergency medicine consult. pp 536-537. Lippincott Williams & Willkins 1999
 12. Brown SD, Piantados CA.: Diving medicine and near drowning.: in Hall JB, Schmide GA, Wood LD.: Principles of Critical Care. pp 869-883. McGraw Hill 1998
 13. Schoene BR.: Severe Illnesses of High Altitude.: in Hall JB, Schmide GA, Wood LD.: Principles of Critical Care. pp 884-889. McGraw Hill 1998
 14. Honigman B: Altitude Illness: in Markovchick VJ, Pons PT, Wolfe RE: Emergency Medicine Secrets. pp 305-308 Mosby 2003
 15. Bartsch T, Maggiorini M, Ritter M, et al: Prevention of high altitude pulmonary edema by nifedipine. N Engl J Med 10:1284-1289, 1991
 16. Ellsworth AJ, Larson EB, Strickland DB: A randomized trial of dexamethasone and acetazolamide for acute mountain sickness prophylaxis. Am J Med 83:1024-1030, 1987
 17. Grimson CK, Roach RC, Sarquist FH: Acetazolamide in the treatment of acute mountain sickness: Clinical efficacy and effect on gas exchange. Ann Intern Med 116:461-465, 1992
 18. Hackett PH, Rennie DD: The incidence, importance and prophylaxis of acute mountain sickness. Lancet 2(7996):1149-1155, 1976
 19. Johnson TS, Rock AB: Acute mountain sickness. N Engl J Med 319:841-845, 1988
 20. Larson EB, Roach RC, Schoene RB, Hornbein TF: Acute mountain sickness and acetazolamide. JAMA 248:328-332, 1982
 21. Reeves JR, Schoene RB: When lungs on mountains leak: Studying pulmonary edema at high altitude. N Engl J Med 325:1306-1307, 1991
 22. McGoldrick J: Diving Emergencies and dysbarisms: in Markovchick VJ, Pons PT, Wolfe RE: Emergency Medicine Secrets. pp 308-316 Mosby 2003
 23. Arthur DC: A short course in diving medicine. Ann Emerg Med 16:689-701, 1987
 24. Francis TJ, Griffin JL, Homer LD et al: Bubble-induced dysfunction in acute spinal cord decompression sickness. J Appl Physiol 68:1368-1375, 1990
 25. Kizer KW: Dysbaric cerebral air embolism Hawaii. Ann Emerg Med 16:535-541, 1987
 26. Kizer KW: Management of dysbaric diving casualties. Emerg Med Clin North Am 1:659-670, 1983
 27. Kizer KW: Delayed treatment of dysbarism. JAMA 247: 2555-2558, 1982
 28. Mayers RA, Bray P: Delayed treatment of serious decompression illness. Ann Emerg Med 14:254-257, 1985
 29. Dickey I. Barotrauma. In Rosen's "Emergency medicine concepts and clinical practice" pp 985-993. Mosby 1992
 30. Shokley LW: Scuba diving and dysbarism. In Rosen's "Emergency medicine concepts and clinical practice" pp 2020-2034. Mosby 2002
 31. Strauss MB, Borer RC: Diving medicine: Contemporary topics and their controversies. Am J Emerg Med 19:232-238, 2001
 32. Lumb AB: High pressure and diving. In Nunn's Applied respiratory physiology. pp 375-384. Butterworth 2000
-