

ΚΑΤΑΔΥΣΕΙΣ – ΒΑΡΟΤΡΑΥΜΑ

Ν. ΜΑΡΑΓΚΟΣ

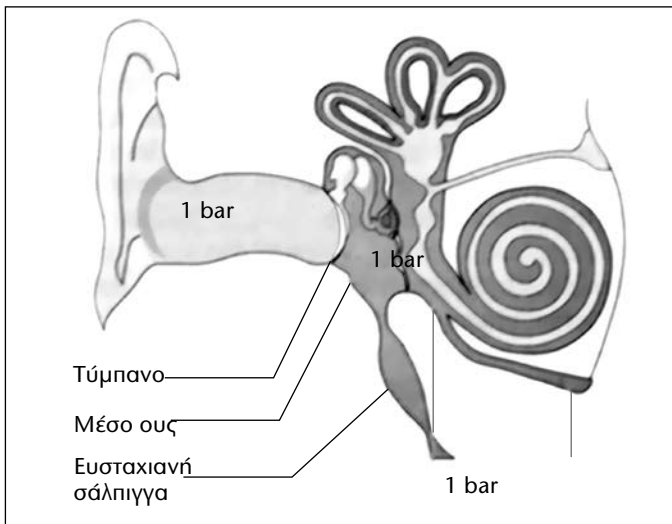
ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΥΣΤΑΧΙΑΝΗΣ ΣΑΛΠΙΓΓΑΣ

Οι μεταβολές της ατμοσφαιρικής πίεσης που δρα στην επιφάνεια του ανθρώπινου σώματος, όπως αυτές παρατηρούνται κατά την κατάδυση (ελεύθερη ή αυτόνομη) ή κατά τη μεταβολή του υψόμετρου (ορειβασία, αεροπορικές πτήσεις), εξισορροπούνται από τη λειτουργικά υγιή ευσταχιανή σάλπιγγα. Έτσι επικρατεί η ίδια ατμοσφαιρική πίεση τόσο στον έξω ακουστικό πόρο όσο και στο μέσο ους, που είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την καλή λειτουργία της τυμπανικής μεμβράνης (εικόνα 1). Η ευσταχιανή σάλπιγγα, ως επικοινωνία του μέσου ωτός με το περιβάλλον, βρίσκεται κλειστή εν ηρεμία και ανοίγει ενεργητικά κατά την κίνηση της μαλθακής υπερώας υπό την επίδραση των μυών της κατάποσης και κυρίως του ανεγκτήρα μυός της μαλθακής υπερώας, που βρίσκεται σε στενή ανατομική σχέση με την κινητή χόνδρινη μοίρα της ευσταχιανής σάλπιγγας, επιτρέποντας για λίγο την ελεύθερη εισροή αέρα στο μέσο ους.

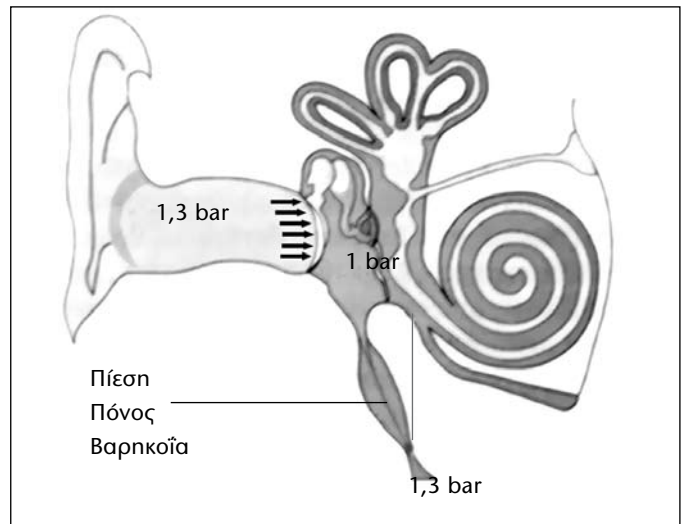
Κατά την κατάδυση επικρατεί στον έξω ακουστικό πόρο και πάνω στην τυμπανική μεμβράνη υψηλή υδροστατική πίεση, που είναι ανάλογη του βάθους της κατάδυσης. Σε βάθος μόλις τριών μέτρων η πίεση αυτή φτάνει τα 1,3 Barr (εικόνα 2), γεγονός που προκαλεί έντονη εισολκή της τυμπανικής μεμβράνης, ωταλγία και ελαφρά βαρηκοΐα αγωγιμότητας. Το αργότερο τότε ο δύτης είναι υποχρεωμένος να αυξήσει ενεργητικά την πίεση πίσω από το τύμπανο, κάνοντας τον γνωστό χειρισμό Valsalva. Έτσι εξισορροπείται η πίεση εκατέρωθεν της τυμπανικής μεμβράνης, ο πόνος και η βαρηκοΐα υποχωρούν (εικόνα 3). Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται συνεχώς όσο μεγαλώνει το βάθος της κατάδυσης. Αντίθετα, κατά την ανάδυση μειώνεται σταδιακά η εξωτερική υδροστατική πίεση, ώστε ο δύτης είναι υποχρεωμένος να μειώσει εκ νέου την αυξημένη πίεση στο μέσο ους, που πέτυχε με τους επιτυχημένους χειρισμούς Valsalva κατά την κατάδυση. Αυτή η διαδικασία είναι πολύ πιο απλή, διότι γίνεται με καταποτικές κινήσεις της μαλθακής υπερώας.

ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΕΥΣΤΑΧΙΑΝΗΣ ΣΑΛΠΙΓΓΑΣ – ΒΑΡΟΤΡΑΥΜΑ

Εάν δεν πραγματοποιηθεί με επιτυχία ο χειρισμός Valsalva (π.χ. από αμέλεια ή λόγω ρινικού κατάρρου), το μέσο ους αντιδρά ήδη σε μικρή διαφορά πίεσης της τάξεως των 300 mBarr (3 μέτρα βάθος) με οίδημα του βλεννογόνου και εν συνεχεία με παραγωγή διδρώματος, σε μια προσπάθεια να γεμίσει το μέσο ους με υγρό, ώστε να καταστήσει την τυμπανική μεμβράνη ασυμπίεστη σε περαιτέρω αύξηση της εξωτερικής πίεσης. Το οίδημα του βλεννογόνου έχει ως αποτέλεσμα την οριστική σύγκλειση της ευσταχιανής σάλπιγγας (εικόνα 4), ο χειρισμός Valsalva είναι πλέον αδύνατος και αρχίζει ο φαύλος κύκλος που θα οδηγήσει στο βαρότραυμα αν συνεχιστεί η κατάδυση. Περαιτέρω αύξηση



Εικόνα 1. Στην επιφάνεια της θάλασσας επικρατεί ατμοσφαιρική πίεση ενός Barr τόσο στον έξω ακουστικό πόρο όσο και στο μέσο ους. Η πίεση εξισώνεται με περιοδικά ανοίγματα της ευσταχιανής σάλπιγγας.



Εικόνα 2. Σε βάθος τριών μέτρων η πίεση που δέχεται η τυμπανική μεμβράνη είναι 1,3 Barr (ατμοσφαιρική 1 Barr συν υδροστατική 0,3 Barr). Αν δεν εξισωθεί ενεργητικά λόγω κλειστής ευσταχιανής σάλπιγγας, δημιουργείται εισολκή της τυμπανικής μεμβράνης και έντονη ωταλγία.

Πίνακας 1. Ταξινόμηση βαροτραύματος κατά Goodhill

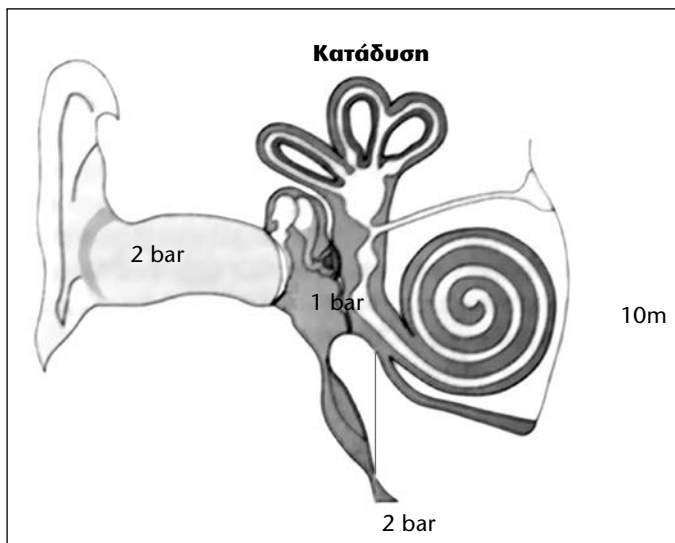
Στάδιο I	Υποκειμενικά συμπτώματα χωρίς παθολογικά ωτοσκοπικά ευρήματα
Στάδιο II	Αιμορραγικές πετέχειες τυμπάνου, φυσιολογικό μέσο ους
Στάδιο III	Εκτεταμένες αιμορραγίες τυμπάνου, φυσιολογικό μέσο ους
Στάδιο IV	Εκτεταμένες αιμορραγίες τυμπάνου μαζί με αιματοτύμπανο
Στάδιο V	Ρήξη τυμπάνου

της πίεσης οδηγεί σε μικροαιμορραγίες του βλεννογόνου, τόσο στην τυμπανική μεμβράνη (ορατές πετεχειώδεις αιμορραγίες κατά την ωτοσκόπηση) όσο και μέσα στην τυμπανική κοιλότητα (εικόνα αιματοτύμπανου). Τέλος, περαιτέρω αύξηση της πίεσης οδηγεί ακόμα και σε ρήξη της τυμπανικής μεμβράνης. Η βαρύτητα του βαροτραύματος καθορίζεται από αυτές τις αλλοιώσεις, όπως φαίνεται στην ταξινόμηση κατά Goodhill (πίνακας 1). Τα συμπτώματα του βαροτραύματος είναι κυρίως η έντονη ωταλγία και η βαρκοϊα αγωγιμότητας. Ανάλογη είναι και η θεραπευτική αγωγή με αναλγητικά/αντιφλεγμονώδη και ρινικά αποσυμφορητικά, σε μια προσπάθεια να επαναλειτουργήσει η ευσταχιανή σάλπιγγα. Εάν αυτό δεν είναι εφικτό και επί έντονης ωταλγίας, είναι δυνατή η παρακέντηση του τυμπάνου, που θα ανακουφίσει άμεσα τον πάσχοντα. Σε περιπτώσεις ρήξης της τυμπανικής μεμβράνης, που συνήθως συμβαίνει μέσα στο νερό και κατά συνέπεια οδηγεί σε εισροή του στην τυμπανική κοιλότητα, είναι

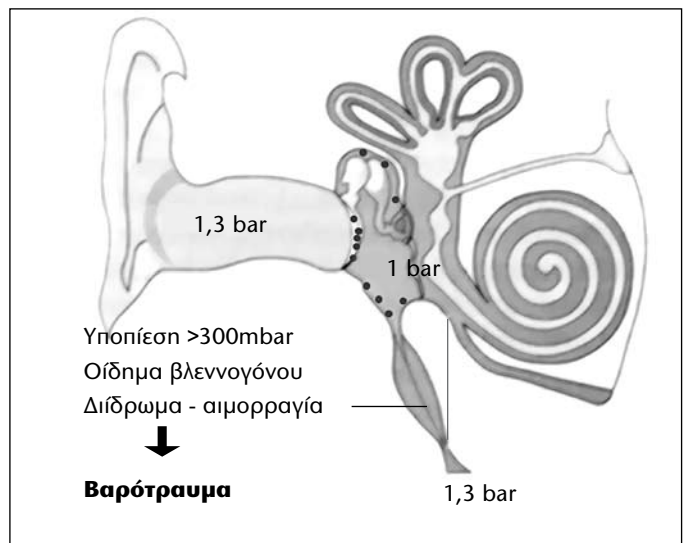
απαραίτητη χορήγηση αντιβιοτικού, για να αποφευχθεί η διαπύση και η εικόνα της πυώδους μέσης ωτίτιδας. Αυτόματη ίαση της ρήξης της τυμπανικής μεμβράνης είναι πιθανή εάν δε διαπυθεί. Σε αντίθετη περίπτωση, η αποκατάσταση της τυμπανικής μεμβράνης με χειρουργικό τρόπο (τυμπανοπλαστική) θα πρέπει να γίνει σε δεύτερο χρόνο, μετά τον έλεγχο της φλεγμονής.

ΡΗΞΗ ΜΕΜΒΡΑΝΗΣ ΣΤΡΟΓΓΥΛΗΣ ΘΥΡΙΔΑΣ – ΠΕΡΙΛΕΜΦΙΚΟ ΣΥΡΙΓΓΙΟ

Η ρήξη της μεμβράνης της στρογγυλής θυρίδας αποτελεί μια πολύ σπάνια αλλά βαριά επιπλοκή με εξίσου βαριά κλινική εικόνα και κακή πρόγνωση. Επέρχεται όταν υπάρξει διαφορά πίεσης μεταξύ μέσου ωτός και εγκεφαλονωτιαίου υγρού, που βρίσκεται σε επικοινωνία με την έξω λέμφο του έσω ωτός. Έτσι, ανάλογα με το μηχανισμό που την προκαλεί, υπάρχει απώλεια έξω



Εικόνα 3. Μετά από επιτυχή χειρισμό Valsalva η πίεση στο μέσο ους αυξάνεται, ώστε να εξισωθεί με αυτή στον έξω ακουστικό πόρο, όπως στο παράδειγμα σε βάθος 10 μέτρων.



Εικόνα 4. Αν ο χειρισμός Valsalva δεν πετύχει προκαλείται οίδημα του βλεννογόνου, διίδρωμα στο μέσο ους και μικρο-αιμορραγίες στο τύμπανο και στην τυμπανική κοιλότητα. Η ευσταχιακή σάλπιγγα παραμένει πλέον κλειστή.

λέμφου (περιλεμφικό συρίγγιο) από το έσω ους προς την τυμπανική κοιλότητα ή, ακόμα χειρότερα, εισροή αέρα από το μέσο ους στον κοχλία, με αποτέλεσμα τη συνήθως μόνιμη βλάβη στο έσω ους. Η κλινική εικόνα είναι δραματική, με έντονο περιστροφικό ίλιγγο και νευροαισθητήριο βαρκοϊά.

Η ρήξη μπορεί να επέλθει με δύο μηχανισμούς:

α) όταν η πίεση στο μέσο ους είναι μικρότερη από αυτή στο περιβάλλον και στο εγκεφαλονωτιαίο υγρό, όπως κατά την κατάδυση με ανεπιτυχή χειρισμό Valsalva, η μεμβράνη εκρήγνυται προς τα έξω (explosive rupture), με αποτέλεσμα την απώλεια περιλεμφικού υγρού από το έσω ους (εικόνα 5). Εάν ο δύτης καταφέρει παρά τον έντονο ίλιγγο να βγει στην επιφάνεια και να δεχθεί άμεση ιατρική βοήθεια χωρίς να εισέλθει αέρας στο έσω ους, μπορεί η βλάβη να είναι μερικά ανατάξιμη και να μην οδηγήσει σε κώφωση. Συχνά όμως, ο υποβρύχιος λαβυρινθικός ίλιγγος οδηγεί σε πνιγμό, οπότε και τα αίτια παραμένουν ανεξιχνίαστα.

β) Εάν ο χειρισμός Valsalva κατά την κατάδυση είναι επιτυχής, τότε επικρατεί στο μέσο ους πίεση υψηλότερη από την ατμοσφαιρική, αλλά ίση με την υδροστατική στο βάθος της κατάδυσης. Εάν τώρα κατά την ανάδυση δεν ανοίξει η ευσταχιακή σάλπιγγα, η πίεση παραμένει στο μέσο ους αυξημένη, ενώ πέφτει η πίεση στο έξω ους και στο εγκεφαλονωτιαίο υγρό (εικόνα 6), με αποτέλεσμα την προς τα μέσα ρήξη της μεμβράνης (implosive rupture). Λόγω αθρόας εισροής αέρα στο έσω ους ξηραίνονται τα τριχωτά κύτταρα, με αποτέλεσμα τη μόνιμη βαριά

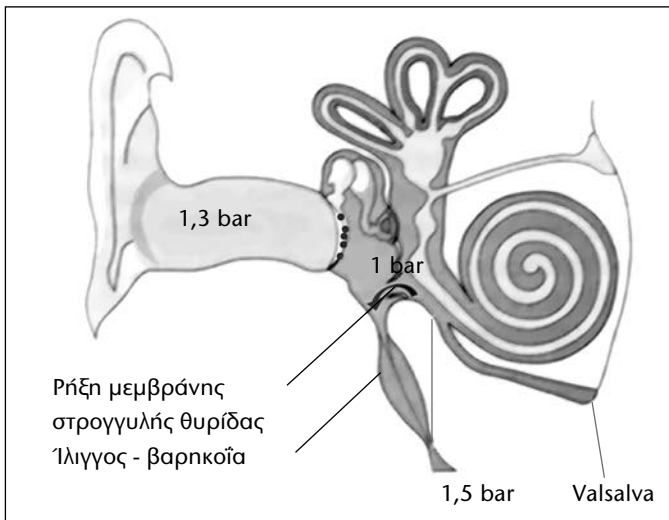
νευροαισθητήριο βαρκοϊά και τον έντονο περιστροφικό ίλιγγο. Η πρόγνωση είναι κακή, ακόμα και αν ο δύτης αποφύγει τον πνιγμό και δεχθεί έγκαιρη ιατρική βοήθεια, που συνίσταται σε χειρουργική σύγκλειση του συριγγίου.

Η δεύτερη αυτή περίπτωση συχνά συγχέεται με τη γνωστή νόσο των δυτών, διότι επέρχεται κατά την ανάδυση και έχει παρόμοια κλινική εικόνα με ίλιγγο και βαρκοϊά. Η διαφορική διάγνωση είναι εύκολη ωτοσκοπικά και ακοολογικά: στη νόσο των δυτών η τυμπανική μεμβράνη είναι φυσιολογική, ενώ στη ρήξη της μεμβράνης της στρογγυλής θυρίδας είναι αιμορραγική και η βαρκοϊά είναι αμιγώς νευροαισθητήρια στη νόσο των δυτών και μικτή στη ρήξη.

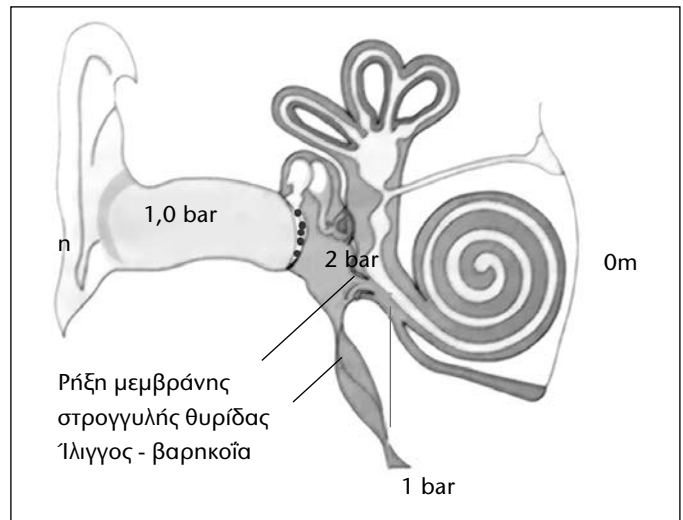
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Η ασφαλής κατάδυση, ακόμα και η ελεύθερη σε μικρά βάθη, προϋποθέτει απρόσκοπτη λειτουργία της ευσταχιακής σάλπιγγας. Σε περίπτωση οξείας ρινίτιδας (κοινό κρυολόγημα) απαγορεύεται κάθε είδους κατάδυση. Εάν ο χειρισμός Valsalva δεν είναι εφικτός κατά την κατάδυση, πρέπει αυτή να διακόπτεται αμέσως, πριν φτάσει στη δημιουργία βαροτραύματος.

Τέλος, εάν εμφανισθούν συμπτώματα από το μέσο ή το έσω ους, κατά ή μετά την κατάδυση, είναι απαραίτητη η άμεση συμβουλή του ειδικού ωτορινολαρυγγολόγου, ώστε να εκτιμηθεί η βλάβη και να γίνει έγκαιρα η σωστή θεραπεία.



Εικόνα 5. Η αρνητική σε σχέση με το περιβάλλον και το εγκεφαλονωτιαίο υγρό πίεση που επικρατεί στην τυμπανική κοιλότητα προκαλεί εκρηκτική ρήξη της μεμβράνης της στρογγυλής θυρίδας και εκροή έξω λέμφου από το λαβύρινθο (περιλεμφικό συρίγγιο).



Εικόνα 6. Εάν κατά την ανάδυση δεν εξισωθεί η πίεση του μέσου ωτός με την ατμοσφαιρική, προκαλείται ρήξη της μεμβράνης της στρογγυλής θυρίδας προς τα έξω και εισροή αέρα στο έσω ους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Tryggvason G, Briem B, Guethmundsson O, Einarsdottir H. Sphenoid Sinus Barotrauma with Intracranial Air in Sella Turcica After Diving. *Acta Radiol* 2006 Oct; 47(8):872-874.
2. Duplessis C, Hoffer M. Tinnitus in an active duty navy diver: A review of inner ear barotrauma, tinnitus, and its treatment. *Undersea Hyperb Med* 2006 Jul-Aug; 33(4):223-230.
3. Shupak A. Recurrent Diving-Related Inner Ear Barotrauma. *Otol Neurotol* 2006 Sep 14.
4. Benton PJ, Glover MA. Diving medicine. *Travel Med Infect Dis* 2006 May-Jul; 4(3-4):238-254. Epub 2005 Sep 28. Review.
5. Robinson K, Byers M. Diving medicine. *J R Army Med Corps* 2005 Dec; 151(4):256-263. Review.