

Παθοφυσιολογία πνιγμού

Ε. Χαϊνή¹,
Κ. Τσιουρή²,
Φ. Κοκκίνης³,
Ν. Μπαχλιτζανάκης⁴,
Κ. Δ Χαϊνης¹

ΠΕΡΙΛΗΨΗ. Ως πνιγμός ορίζεται κάθε ατύχημα από βύθιση στο νερό, ανεξάρτητα εάν το θύμα επιβιώσει ή όχι. Ο πνιγμός αποτελεί τη δεύτερη αιτία θανάτου από ατύχημα στα παιδιά. Στην Ελλάδα κάθε χρόνο περίπου 300 άνθρωποι πεθαίνουν από πνιγμό.

Ο κύριος μηχανισμός βλάβης και θανάτου από πνιγμό είναι η ασφυξία – υποξία λόγω αντανάκλαστικής σύσπασης του λάρυγγα. Στην υποξαιμία συμβάλλουν και άλλοι μηχανισμοί – μη καρδιογενές πνευμονικό οίδημα, διαταραχές της επιφανειοδραστικής ουσίας επί εισροφήσεως νερού κλπ. Η υποξαιμία και η ακολουθούσα μεταβολική οξέωση προκαλούν βλάβη του Κεντρικού Νευρικού Συστήματος ποικίλης βαρύτητας – μέχρι εγκεφαλικού κώματος - η οποία μπορεί να παραμείνει ακόμη και στη περίπτωση επιβίωσης του θύματος.

Η υποξαιμία στη καρδιά μπορεί να προκαλέσει σοβαρές αρρυθμίες μέχρι κοιλιακή ταχυκαρδία ή μαρμαρυγή. Επιβάρυνση του καρδιαγγειακού συστήματος μπορεί να προκαλέσει και το παγωμένο νερό, αν και σε ορισμένες περιπτώσεις έχει προστατευτική δράση.

¹ Πνευμονολογική Κλινική Γ. Νοσοκομείου Κέρκυρας,

² Γενικό Νοσοκομείο Λευκάδας,

³ Γενικό Νοσοκομείο Λαμίας, ⁴ Νοσοκομείο <<BENIZELIO>> Ηρακλείου Κρήτης

ΟΡΙΣΜΟΣ

Τα ατυχήματα από βύθιση σε νερό μπορεί να προκαλέσουν :
Τον Θάνατο ή Νοσηρότητα ποικίλης βαρύτητας

Πνιγμός ονομάζεται κάθε ατύχημα από βύθιση στο νερό ανεξάρτητα της τελικής έκβασης, εάν δηλαδή το θύμα ζήσει ή πεθάνει.

ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Δεκάδες ορισμοί έχουν προταθεί στη προσπάθεια ανεύρεσης επιστημονικού ορισμού που με σαφήνεια και ακρίβεια να απεικονίζει τις παθοφυσιολογικές συνέπειες και ειδικά την τελική έκβαση των ατυχημάτων από βύθιση σε νερό. Ίσως για κανένα άλλο ατύχημα και νόσημα να μην έχουν χρησιμοποιηθεί τόσοι πολλοί όροι.

Ο Modell, το 1971, στη «Παθοφυσιολογία και Θεραπεία του Πνιγμού και του Παρ'Ολίγον Πνιγμού», περιέγραψε τον «παρ'ολίγον πνιγμό» ως "κρίσιμη υδρόβια δυσάρεστη κατάσταση που επιλύεται από την επιτυχή διάσωση από το νερό» ("a critical aquatic predicament resolved by successful water rescue."). Εντούτοις, πολλοί ασθενείς που έχουν επανακτήσει τη συνείδηση μετά από παρ' ολίγον πνιγμό στη συνέχεια έχουν πεθάνει. Η τελική δηλαδή έκβαση και επιβίωση δεν λαμβάνεται υπ' όψη στην αρχική ταξινόμηση αυτών των ασθενών.

Στη συνέχεια προτάθηκε ένας αριθμός άλλων ορισμών:
καθυστερημένος θάνατος επακόλουθος σε παρ' ολίγον πνιγμό

(*delayed death subsequent to near-drowning*)
 πνιγμένος χωρίς εισρόφηση (*drown without aspiration*)-
 πνιγμένος με εισρόφηση (*drown with aspiration*)
 παρ' ολίγον πνιγμός χωρίς εισρόφηση (*near-drowning without aspiration*)
 παρ' ολίγον πνιγμός με εισρόφηση (*near-drowning with aspiration*)
 "πνιγμένος" ("drowned")
 «παρ' ολίγον πνιγμός με όριο 24 ωρών» ("near-drowning with a 24-hour time limit,")
 «υγρός πνιγμός» ("wet drowning,")
 «ξηρός πνιγμός» ("dry drowning")
 «ενεργός πνιγμός» ("active drowning,")
 «παθητικός πνιγμός» ("passive drowning")
 «σιωπηλός πνιγμός» ("silent drowning") και
 «δευτεροπαθής πνιγμός» ("secondary drowning").

Οι ορισμοί αυτοί, όμως, είναι ανακριβείς και προκαλούν σύγχυση. Για παράδειγμα, ένα θύμα πνιγμού χωρίς προφανή κλινικά σημεία εισρόφησης μπορεί να βρεθεί, μετά από προσεκτική διερεύνηση ότι έχει παθολογικά σημεία εισρόφησης.

Από το σύνολο των ορισμών που προτάθηκαν κατά καιρούς, στη διεθνή βιβλιογραφία επικράτησαν για πολλές δεκαετίες οι όροι «πνιγμός» και «παρ' ολίγον πνιγμός», για να περιγράψουν τις συνέπειες από την βύθιση σε νερό.

Πνιγμός

Με τον όρο «πνιγμός» οριζόταν ο θάνατος που οφείλεται σε ασφυξία κατά την βύθιση σε ένα υγρό μέσο, συνήθως νερό, ή εντός 24 ωρών από την βύθιση.

Παρ' Ολίγον Πνιγμός

Ως «παρ' ολίγον πνιγμός» οριζόταν ένα επεισόδιο βύθισης στο νερό ικανής σοβαρότητας να απαιτήσει ιατρική φροντίδα και το οποίο μπορεί να οδηγήσει σε νοσηρότητα και θάνατο, αλλά μετά την παρέλευση 24 ωρών από το συμβάν.

Διεθνείς Θέσεις Συναίνεσης για τον Πνιγμό

Οι ορισμοί όμως πνιγμός και παρ' ολίγον πνιγμός, δεν απεικονίζουν με σαφήνεια και ακρίβεια την τελική έκβαση των ατυχημάτων από βύθιση σε νερό. Πολλές φορές μάλιστα η διάκριση μεταξύ πνιγμού και παρ' ολίγον πνιγμού δεν μπορεί να γίνει για 24 ώρες. Επιπλέον, ανασκόπηση των υπαρχουσών μελετών σχετικά με τα ατυχήματα βύθισης αποκαλύπτει την παρουσία σημαντικών διαφορών μεταξύ των ιατρικών εκθέσεων, για ένα τόσο θεμελιώδες ζήτημα, όπως ο ορισμός του πνιγμού, και τα κλινικά χαρακτηριστικά της τελικής έκβασης. Η απουσία ενός σταθερού ορισμού δυσχεραίνει την αξιολόγηση και την ανάλυση των μελετών, την διεθνή κοινή γλώσσα σαφούς περιγραφής

των ατυχημάτων, καθώς και τις επιδημιολογικές μελέτες των ατυχημάτων αυτών.

Για να λυθούν τα προβλήματα αυτά, συγκλήθηκε Διεθνής Διάσκεψη Συναίνεσης Ύφους Utstein (international Utstein style consensus conference) στο Αμστερνταμ τον Ιούνιο του 2002. Η Διεθνής Διάσκεψη Συναίνεσης Ύφους Utstein ιδρύθηκε τον Ιούνιο του 1990 όταν έγινε η πρώτη Διάσκεψη στο αβαείο Utstein στο Stavanger, Νορβηγία. Ακολούθησε σειρά άλλων Διασκέψεων. Κύριος στόχος των Διασκέψεων ήταν η διατύπωση ενιαίων ορισμών, ορολογίας, και η σύνταξη συμβουλευτικών πινάκων καταγραφής στοιχείων αποκληθέντων "Utstein style".

Η διάσκεψη του Άμστερνταμ ήταν μέρος του Παγκόσμιου Συνεδρίου για τον Πνιγμό, μια πρωτοβουλία του Maatschappij tot Redding van Drenkelingen (Dutch Society to Rescue People From Drowning - η Ολλανδική κοινωνία για να διασώσει τους ανθρώπους από τον Πνιγμό). Η εταιρεία αυτή ιδρύθηκε στο Αμστερνταμ το 1767 και έχει παραμείνει ενεργός στις Κάτω Χώρες από τότε. Οι οδηγίες που προέκυψαν από αυτήν την διάσκεψη παρουσιάστηκαν και εγκρίθηκαν τον Οκτώβριο του 2002 σε συνεδρίαση της Διεθνούς Επιτροπής για την Ανάνηψη (International Liaison Committee on Resuscitation, ILCOR), στη Φλωρεντία, Ιταλία¹, και δημοσιεύθηκαν το 2003 (*Circulation*. 2003;108:2565.) © 2003 American Heart Association, Inc.

Κύριος σκοπός των οδηγιών σε αυτό το συμβουλευτικό άρθρο είναι να καθιερωθεί ενιαία «γλώσσα» στην υποβολή εκθέσεων και μελετών σχετικών με τον πνιγμό, με σκοπό τη βελτίωση της σαφήνειας της επιστημονικής επικοινωνίας και της συγκρισιμότητας των επιστημονικών ερευνών, κλινικών και επιδημιολογικών. Η ενιαία <<γλώσσα>> των εκθέσεων μπορεί να βοηθήσει στο προσδιορισμό των κατάλληλων στρατηγικών πρόληψης καθώς επίσης και στην καλύτερη αντιμετώπιση για τα θύματα του πνιγμού.

Σύμφωνα με τις θέσεις συναίνεσης:

Ο πνιγμός αποτελεί μία διαδικασία που οδηγεί πρωταρχικά σε έκπτωση της αναπνευστικής λειτουργίας λόγω βύθισης σε ένα υγρό μέσο.

Το θύμα μπορεί να ζήσει ή να πεθάνει.

Ανεξάρτητα, όμως, της έκβασης, το θύμα έχει εμπλακεί σε ένα ατύχημα πνιγμού.

Με βάση την νέα αυτή διάσταση του πνιγμού:

Ο όρος πνιγμός σταματάει να χρησιμοποιείται για τα θύματα βύθισης που πεθαίνουν εντός 24 ωρών.

Η πρωταρχική έκβαση ενός επεισοδίου πνιγμού πρέπει να ταξινομείται ως επιβίωση ή θάνατος:

Επιβίωση

Το θύμα παρέμεινε ζωντανό μετά το οξύ επεισόδιο και μετά από κάθε οξύ ή υποξύ επακόλουθο.

Θάνατος λόγω πνιγμού

Ένας πνιγμός στον οποίο το θύμα επιτυχώς ανάνηψε στο σημείο του ατυχήματος αλλά στη συνέχεια υποκύπτει σε μία κατάσταση, η οποία αιτιολογικά σχετίζεται με τον πνιγμό.

Πόσο συχνοί είναι οι πνιγμοί;

Η Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας εκτιμά ότι περίπου 450.000 θάνατοι οφείλονται σε πνιγμό ετησίως σε παγκόσμιο επίπεδο

Στα αναπτυγμένα κράτη ο πνιγμός αποτελεί την πέμπτη συχνότερη αιτία θανάτου από ατύχημα μεταξύ όλων των ηλικιακών ομάδων, με μέση ετήσια επίπτωση περίπου 2.5-3.5 ανά 100000 κατοίκους. Για τα παιδιά ηλικίας 1 μηνός έως 14 ετών και για τους νέους ενήλικες αποτελεί τη δεύτερη αιτία βλάβης και θανάτου από ατύχημα.

Στην Ελλάδα σύμφωνα με την Εθνική Στατιστική Υπηρεσία πέθαναν από πνιγμό 5.704 άνθρωποι κατά την εικοσαετία 1980-1999. Σύμφωνα με στοιχεία του υπουργείου εμπορικής Ναυτιλίας, Αιγαίου και Νησιωτικής Πολιτικής, το 2005 έχασαν τη ζωή τους λόγω πνιγμού 215 άνθρωποι, το 2006 290, ενώ το 2007 ο αριθμός ανήλθε στους 302. Σύμφωνα με τα στοιχεία αυτά κατά μέσο όρο κάθε χρόνο 35 παιδιά και έφηβοι και 270 ενήλικες πεθαίνουν από πνιγμό στη χώρα μας. Τα στοιχεία αυτά ανεβάζουν την Ελλάδα στη πρώτη θέση στην Ευρώπη σε θανάτους από πνιγμό.

Στη Κέρκυρα οι θάνατοι από πνιγμό ξεπερνούν τους 10 ετησίως σύμφωνα με επιδημιολογική μελέτη που διεξήγαγε η Πνευμονολογική Κλινική του Νοσοκομείου για τα έτη 1990–2006.

Ποιες είναι οι συνέπειες του Πνιγμού ;

Ο πνιγμός συνήθως συμβαίνει **γρήγορα** και **σιωπηλά**. Οι συνέπειές του για το θύμα μπορεί να είναι ο θάνατος ή σοβαρή νοσηρότητα.

Η νοσηρότητα και η θνησιμότητα από βύθιση οφείλονται πρωταρχικά στην *έλλειψη οξυγόνου* και τα επιβλαβή αποτελέσματά της κυρίως στον εγκέφαλο και την καρδιά:

Δύο λεπτά μετά την βύθιση, το θύμα χάνει τις αισθήσεις του.

Μη αναστρέψιμη εγκεφαλική βλάβη συμβαίνει μετά από 4 έως 6 λεπτά και προσδιορίζει την άμεση και την μακροχρόνια επιβίωση του θύματος.

Πολλά θύματα παρ' ολίγον πνιγμού αναπτύσσουν σοβαρή νοσηρότητα, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε μόνιμη βλάβη της υγείας ή και στο θάνατο. Σε παιδιά ηλικίας 1 μηνός έως 14 ετών νοσηρότητα συμβαίνει στο 12-27% των επιβιώνόντων.

Υπολογίζεται ότι στα παιδιά:

Το 35% των επεισοδίων βύθισης είναι θανατηφόρα,

Το 33% οδηγεί σε ενός βαθμού νευρολογική έκπτωση, και Το 11% σε σοβαρά νευρολογικά επακόλουθα.

Σχεδόν όλα τα παιδιά που χρειάζονται καρδιοπνευμονική ανάνηψη πεθαίνουν ή παραμένουν με σοβαρή νευρολογική βλάβη.

Που οφείλεται η θνησιμότητα και η νοσηρότητα κατά την βύθιση;

Η νοσηρότητα και η θνησιμότητα από βύθιση σε νερό οφείλονται πρωταρχικά στην **υποξαιμία - ασφυξία**, και τα επιβλαβή αποτελέσματά της πρώτα και κύρια στον εγκέφαλο και την καρδιά και κατά δεύτερο λόγο σε άλλα οργανικά συστήματα.

Κατά το παρελθόν, γινόταν μία σημαντική διάκριση μεταξύ της παθοφυσιολογίας του πνιγμού σε αλατούχο νερό και φρέσκο νερό σε σχέση με τις μεταβολές στον όγκο αίματος, στη συγκέντρωση ηλεκτρολυτών στον ορό, και στη καρδιαγγειακή λειτουργία.

Εντούτοις, έχει εδραιωθεί ότι **το κύριο πρόβλημα είναι η υποξία και ότι οι άλλες διαταραχές είναι σημαντικά μικρότερης σπουδαιότητας στον προσδιορισμό της επιβίωσης.**

Πώς αναπτύσσεται η υποξαιμία;

Ο πνιγμός αποτελεί μία συνεχή διαδικασία που αρχίζει από την στιγμή που οι αεραγωγοί του θύματος βρεθούν κάτω από την επιφάνεια του υγρού μέσου (συνήθως νερού), οπότε το θύμα κρατά εθελοντικά την αναπνοή του.

Το κράτημα της αναπνοής συνήθως ακολουθείται από μία περίοδο μη εθελοντικού-αντανακλαστικού λαρυγγόσπασμου και σύγκλειση της επιγλωττίδας (μηχανισμός άμυνας για να εμποδίσει την είσοδο του νερού στους πνεύμονες). λόγω της παρουσίας υγρού στον στοματο-φάρυγγα και τον λάρυγγα. Κατά τη διάρκεια της περιόδου αυτής του κρατήματος της αναπνοής και του λαρυγγόσπασμου το θύμα αδυνατεί να αναπνεύσει αέρα. Αυτό οδηγεί στη *μείωση του οξυγόνου στο αίμα και στους ιστούς και στη μη αποβολή του διοξειδίου του άνθρακα*. Το θύμα γίνεται *υπερκαπνικό, υποξαιμικό και οξεωτικό*.

Κατά την περίοδο αυτή το θύμα συχνά καταπίνει μεγάλες ποσότητες νερού. Οι αναπνευστικές κινήσεις του θύματος μπορεί να γίνουν πολύ έντονες, αλλά δεν υπάρχει καμία ανταλλαγή αέρα λόγω της απόφραξης στο επίπεδο του λάρυγγα.

Το 10 έως 20% των θυμάτων, διατηρούν τον λαρυγγόσπασμο μέχρι τέλους, με συνέπεια στους πνεύμονες να μην εισροφάται καθόλου υγρό, όπως αποδεικνύεται κατά την νεκροψία. Αυτό έχει αποκληθεί «*ξηρός πνιγμός*». Είναι προφανές ότι ένας ανάλογος αριθμός θυμάτων παρ' ολίγον πνιγμού επίσης δεν εισροφά.

Στο υπόλοιπο ποσοστό, καθώς η αρτηριακή τάση του οξυγόνου μειώνεται περαιτέρω, ο λαρυγγόσπασμος λύνεται και το θύμα ενεργητικά «αναπνέει» υγρό («υγρός πνιγμός»). Η ποσότητα του υγρού που εισπνέεται ποικίλλει ευρέως από θύμα σε θύμα. Η εισρόφηση υγρού συμβάλλει στην ανάπτυξη της υποξαιμίας και με άλλους μηχανισμούς.

Η συνεχής αυτή διαδικασία που ακολουθεί τη βύθιση μπορεί να ανακοπεί σε κάθε στάδιο **μόνο με εξωτερική βοήθεια προς το θύμα**. Εάν δεν υπάρξει βοήθεια, η υποξαιμία και η επακόλουθη οξέωση, οδηγούν σε **ισχαιμία του Κεντρικού Νευρικού Συστήματος (ΚΝΣ) και της καρδιάς, με συνέπεια απώλεια των αισθήσεων και καρδιακή ανακοπή, δηλαδή τον θάνατο**.

Μηχανισμοί Υποξαιμίας επί εισροφήσεως νερού

Όταν τον πνιγμό συνοδεύει εισρόφηση νερού στο αναπνευστικό δένδρο («υγρός πνιγμός»), η κλινική κατάσταση επιπλέκεται περαιτέρω από την ποσότητα του περιβάλλοντος νερού το οποίο εισάγεται στο αναπνευστικό δένδρο καθώς και από τα διάφορα υλικά που περιέχονται σε αυτό. Συχνά αναπτύσσεται σοβαρή πνευμονική βλάβη, η οποία οδηγεί σε επιμένουσα αρτηριακή υποξαιμία και μεταβολική οξέωση ακόμη και μετά την αποκατάσταση του αερισμού. Συγχρόνως, επέρχονται μεταβολές στα υγρά του σώματος και στις συγκεντρώσεις των ηλεκτρολυτών, οι οποίες εξαρτώνται από την σύνθεση και τον όγκο του εισροφηθέντος μέσου και τη διάρκεια της βύθισης.

Οι μηχανισμοί λόγω των οποίων υποξαιμία αναπτύσσεται σε παρ' ολίγον πνιγμό με εισρόφηση είναι συχνά πολλαπλοί:

1. Μηχανισμοί ανεξάρτητοι της σύνθεσης του εισροφηθέντος υγρού:

1α. Λαρυγγόσπασμος, Βρογχόσπασμος

Η ερεθιστική δράση του εισροφούμενου υγρού οδηγεί σε λαρυγγόσπασμο και ενίοτε σε βρογχόσπασμο με συνέπεια την υποξαιμία.

1β. Πνευμονικό Οίδημα

Μετα-αποφρακτικό πνευμονικό οίδημα ακολουθόν σπασμό του λάρυγγα και υποξική νευρωνική βλάβη με επακόλουθο νευρογενές πνευμονικό οίδημα.

1γ. Πνευμονική Υπέρταση

Η αναπτυσσόμενη υποξία στους πνεύμονες μπορεί να προκαλέσει αντανάκλαστική σύσπαση των αγγείων της πνευμονικής κυκλοφορίας με συνέπεια την πνευμονική υπέρταση.

1δ. Ατελεκτασία, Λοίμωξη, Χημική Βλάβη

Τυχόν εισρόφηση εμέτου ή ξένων σωμάτων μπορεί να

προκαλέσει απόφραξη των βρόγχων, βρογχόσπασμο, πνευμονία, σχηματισμό αποστήματος, και φλεγμονώδη βλάβη στη κυψελιδο-τριχοειδική μεμβράνη.

1ε. Σύνδρομο Αναπνευστικής Δυσχέρειας των Ενηλίκων

Για τα άτομα που επιβιώνουν του άμεσου ατυχήματος (παρ' ολίγον πνιγμός), ελλοχεύει ένας υψηλός κίνδυνος θανάτου δευτερογενούς στην ανάπτυξη του συνδρόμου της αναπνευστικής δυσχέρειας των ενηλίκων (ARDS), το οποίο έχει περιγραφεί και ως δευτερογενής πνιγμός.

2. Τύποι πνευμονικής βλάβης που προκαλεί υποξία εξαρτώμενοι από την ωσμωτικότητα και τα χημικά χαρακτηριστικά του εισροφηθέντος υγρού:

A. Εισρόφηση Θαλασσινού Νερού

Η εισρόφηση θαλασσινού νερού, το οποίο είναι υπέρτονο συγκριτικά με το αίμα και χημικά ερεθιστικό για την κυψελιδοτριχοειδική μεμβράνη, προκαλεί

- έκπλυση της επιφανειοδραστικής ουσίας και
- απ' ευθείας βλάβη της κυψελιδοτριχοειδικής μεμβράνης.

Αποτέλεσμα αυτών των διαταραχών είναι η ταχεία έξοδος πρωτεϊνών του πλάσματος και υγρού από την κυκλοφορία εντός των κυψελιδικών αυλών και του διαμέσου ιστού. Η ενδοτικότητα του πνεύμονα μειώνεται, ενώ η συνέχιση της αιμάτωσης αυτών των μη αεριζόμενων, και πληρωμένων με οιδηματώδες υγρό κυψελίδων οδηγεί σε διαφυγή μη οξυγονωμένου – φλεβικού αίματος (ενδοπνευμονικό shunt) και σοβαρή αρτηριακή υποξία.

B. Εισρόφηση υπότονου – φρέσκου νερού

- Όταν υπότονο φρέσκο νερό εισροφηθεί, το υγρό ταχέως απορροφάται από τους πνεύμονες στην κυκλοφορία.

Επέρχεται βλάβη στα κύτταρα που καλύπτουν τις κυψελίδες, μεταβάλλοντας ή καταστρέφοντας την ιδιότητα της επιφανειοδραστικής ουσίας, η οποία διατηρεί την σταθερότητα των κυψελίδων, προκαλούσα:

- Αστάθεια και σύγκλιση των κυψελίδων,
- Ατελεκτασία, και
- Μειωμένη ενδοτικότητα του πνεύμονα.

Σε αυτές τις ατελεκτατικές περιοχές του πνεύμονα διαταράσσεται σοβαρά η σχέση αερισμού/αιμάτωσης (V/Q) με αποτέλεσμα την ανάπτυξη σοβαρής υποξαιμίας. Μέχρι και το 75% της ροής του αίματος είναι δυνατόν να κυκλοφορεί μέσω υποαεριζόμενων τμημάτων του πνεύμονα.

Υποξία Ιστών – Μεταβολική Οξέωση

Η υποξαιμία, ανεξάρτητα του μηχανισμού ανάπτυξής της, οδηγεί σε **υποξία των ιστών** με επακόλουθο την **μεταβολική οξέωση**, άλλοτε άλλης βαρύτητας, η οποία

είναι παρούσα στο 70% περίπου των θυμάτων παρ' ολίγονπνιγμού.

Άλλες δευτερογενείς διαταραχές

Το όργανο στόχος της βλάβης από βύθιση είναι ο πνεύμων. Βλάβη σε άλλα συστήματα είναι σε μεγάλο βαθμό δευτεροπαθής στην υποξία και την ισχαιμική οξέωση.

1. Μεταβολές στις συγκεντρώσεις των ηλεκτρολυτών

Αν και μεταβολές στις συγκεντρώσεις των ηλεκτρολυτών επισυμβαίνουν, εξαρτώμενες από τον τύπο και τον όγκο του εισροφηθέντος ύδατος, οι διαταραχές αυτές σπανίως είναι απειλητικές της ζωής. Τα περισσότερα άτομα που εισροφούν επαρκείς ποσότητες για να προκαλέσουν εξεσημασμένες ηλεκτρολυτικές διαταραχές δεν επιβιώνουν του ατυχήματος,

Παλιότεροι ισχυρισμοί ότι η αιμόλυση των ερυθροκυττάρων οδηγεί σε υπερκαλιαιμία έχουν διαψευσθεί. Αντίθετα, εμφανίζεται υποκαλιαιμία τόσο μετά από εισρόφηση γλυκού όσο και αλμυρού νερού. Ο όγκος του νερού που θα έπρεπε να εισροφηθεί για να προκαλέσει κλινικά σημαντική αιμόλυση είναι πολύ μεγαλύτερη από αυτή που μπορεί να προκαλέσει μη αντιστρεπτή πνευμονική βλάβη. Ο κοιλιακός ινιδισμός μετά από εμβύθιση είναι κυρίως επιπλοκή της υποθερμίας και όχι της διαταραχής της ισορροπίας των ηλεκτρολυτών. Οι μεταβολές που εμφανίζονται στους ηλεκτρολύτες είναι αποτέλεσμα της απορρόφησης του υγρού από το στομάχι παρά από τους πνεύμονες. Υψηλά επίπεδα νατρίου και μαγνησίου στον ορό μπορούν να εμφανιστούν μετά από βύθιση σε θαλασσινό νερό, αλλά πολύ σπάνια χρειάζονται αντιμετώπιση.

2. Μεταβολές στον κυκλοφορούντα όγκο αίματος

Παρομοίως, εξεσημασμένες μεταβολές στον κυκλοφορούντα όγκο αίματος είναι ασυνήθεις. Εντούτοις, υπο-ογκαιμία απαιτούσα θεραπεία μπορεί να παρατηρηθεί σε μαζική εισρόφηση αλατούχου νερού συνοδευόμενη από κλίση υγρού από τον αγγειακό χώρο εντός των πνευμόνων.

Έχει περιγραφεί σπάνια δηλητηρίαση από ύδωρ η οποία προκαλεί σπασμούς σε νεογνά.

3. Αιμόλυση ερυθροκυττάρων

Αν και σπανίως κλινικής σπουδαιότητας, ενός βαθμού αιμόλυση ερυθροκυττάρων συχνά λαμβάνει χώρα, ειδικά σε εισρόφηση φρέσκου νερού. Ελεύθερη αιμοσφαιρίνη μπορεί να ευρεθεί στα ούρα και αίμα, αλλά η διαταραχή δεν απαιτεί καμία ειδική θεραπεία.

4. Διάχυτη ενδαγγειακή πήξη

Διάχυτη ενδαγγειακή πήξη έχει περιγραφεί ως

επιπλοκή παρ' ολίγον πνιγμού σε φρέσκο νερό. Πιστεύεται ότι με την εκτεταμένη πνευμονική βλάβη απελευθερώνονται ο «ιστικός παράγων» στο πνευμονικό παρέγχυμα και ο ενεργοποιητής του πλασμινογόνου από το πνευμονικό ενδοθήλιο, ενεργοποιώντας την εξωγενή πήξη και ινολυτικά συστήματα.

4. Οξεία νεφρική ανεπάρκεια

Άλλα παθοφυσιολογικά συμβάματα στον παρ' ολίγον πνιγμό περιλαμβάνουν την ανάπτυξη οξείας νεφρικής ανεπάρκειας δευτερογενούς σε οξεία σωληναριακή νέκρωση, προφανώς λόγω του συνδυασμένου αποτελέσματος υποξίας και υπότασης. Ενίοτε στην ανάπτυξη οξείας νεφρικής βλάβης μπορεί να συμβάλει η παρουσία μυσσοφαιρινουρίας.

5. Νευρολογικές διαταραχές

Οφείλονται σε εγκεφαλική υποξία και περιλαμβάνουν σπασμούς, κινητικές διαταραχές, διαταραχές ομιλίας, όρασης ή περισσότερο διάχυτα οργανικά εγκεφαλικά σύνδρομα, αλλοίωση επιπέδου συνείδησης και κώμα

Αν και η έκταση της βλάβης του κεντρικού νευρικού συστήματος τείνει να συσχετίζεται με τη διάρκεια τη υποξίας, η υποθερμία που συνοδεύει το ατύχημα δυνατόν να αποτελεί τροποποιητικό παράγοντα μέσω της μείωσης των αναγκών σε οξυγόνο του εγκεφάλου. Πλήρης νευρολογική αποκατάσταση έχει περιγραφεί σε θύματα που έμειναν βυθισμένα έως και 66 λεπτά σε νερό με θερμοκρασίες λιγότερες από 10 βαθμούς Κελσίου. Εντούτοις, η μέση ηλικία των επιβιωσάντων με καλή νευρολογική έκβαση μετά από ατυχήματα βύθισης σε παγωμένο νερό είναι μόνο δέκα έτη. Επιπρόσθετη βλάβη του ΚΝΣ μπορεί να προκληθεί από συνύπαρξη τραύματος της κεφαλής και της σπονδυλικής στήλης.

Επιπτώσεις Υποθερμίας

Η βύθιση σε παγωμένο νερό (<10°C) προκαλεί πρόσθετες παθοφυσιολογικές διαταραχές ειδικά από το καρδιαγγειακό σύστημα, όπως έκτοπη ταχυαρρυθμία και κυκλοφορική καταπληξία. Από την άλλη πλευρά η βύθιση σε παγωμένο νερό μπορεί να δράσει προστατευτικά.

Επιδράσεις του παγωμένου ύδατος

Τόσο η ειδική θερμότητα όσο και η θερμική αγωγιμότητα του νερού είναι σημαντικά υψηλότερες από του αέρα και έτσι η ψύξη του σώματος είναι ταχεία στο νερό σε σύγκριση με τον αέρα στην ίδια θερμοκρασία. Αιφνίδια βύθιση ενός μη εξοικειωμένου ατόμου σε παγωμένο νερό έχει ως αποτέλεσμα αντανακλαστικό υπεραερισμό και ταχυκαρδία - συχνά με υπερκοιλιακές έκτοπες συστολές και υπέρταση, μία απάντηση γνωστή ως «καταπληξία κρούς». Σε αυτό το

πρώιμο στάδιο μπορεί να συμβεί πνιγμός, εκτός αν χρησιμοποιηθεί κάποιο βοήθημα άνωσης που επιτρέπει στους αεραγωγούς να κρατηθούν πάνω από την επιφάνεια του νερού. Ένας ενδεδυμένος ενήλικας εμβαπτισμένος σε νερό κάτω των 5°C αναμένεται να λιποθυμήσει σε λιγότερο από μία ώρα. Χωρίς κατάλληλα φουσκωμένο σωσίβιο γιλέκο, το νερό στη συνέχεια θα εισέλθει στους απροστάτευτους αεραγωγούς. Το κρύο νερό επίσης περιορίζει σοβαρά την ικανότητα κολύμησης ως αποτέλεσμα της απώλειας συγχρονισμού μεταξύ κίνησης και αναπνοής.

Καταπληξία μετά την βύθιση

Η βύθιση με το κεφάλι έξω και σε όρθια θέση σε νερό το οποίο είναι σε θερμοκρασία του σώματος έχει ως αποτέλεσμα αύξηση κατά 32-66% της καρδιακής παροχής που προκαλείται από την πίεση που ασκείται από το υγρό περιβάλλον. Μόλις το άτομο εξέλθει από το νερό μειώνεται η καρδιακή παροχή και το αίμα λιμνάζει

στις φλέβες. Σε φυσιολογικά άτομα οι μεταβολές αυτές αντισταθμίζονται από αντανακλαστικό τασειούποδοχέων με αποτέλεσμα αύξηση του καρδιακού ρυθμού, της καρδιακής παροχής και του τόνου των λείων μυών των αγγείων. Η παρατεταμένη βύθιση σε κρύο νερό προκαλεί αναστολή αυτών των επιδράσεων. Η κυκλοφορική καταπληξία μετά την βύθιση σε κρύο νερό αποτελεί την αιτία θανάτου σε άτομα με συνείδηση που φέρουν σωσίβιο γιλέκο, αλλά πεθαίνουν σε λίγα λεπτά μετά από τη διάσωση. Έχει αναφερθεί μέση αύξηση 16% του καρδιακού ρυθμού κατά τη διάρκεια κάθετης ανύψωσης από το νερό σε σύγκριση με την ανύψωση του θύματος σε οριζόντια ή καθιστή θέση.

Ο προστατευτικός ρόλος της υποθερμίας

Η βύθιση σε παγωμένο νερό μπορεί να δράσει προστατευτικά. Υποθερμικοί ασθενείς που έχουν υποστεί αιφνίδια, ταχεία καταβύθιση, μπορεί να αναπτύξουν επιβράδυνση του μεταβολισμού και προτιμητέα κλίση του αίματος προς την καρδιά, εγκέφαλο και πνεύμονες, γεγονός το οποίο μπορεί να ασκήσει προστατευτική δράση κατά την διάρκεια της βύθισης.

Πολλοί συγγραφείς υποστηρίζουν ότι η επιβίωση μετά από παρατεταμένη βύθιση σε κρύο νερό οφείλεται στην ενεργοποίηση ενός αρχέγονου αντανακλαστικού των θηλαστικών (*primitive mammalian diving reflex*). Ο μηχανισμός του αντανακλαστικού αυτού έχει αποδειχθεί ότι είναι αντανακλαστική αναστολή του αναπνευστικού κέντρου (άπνοια), βραδυκαρδία, και αγειοσύσπαση των μη θεμελιωδών τριχοειδικών κοιτών πυροδοτούμενη από το αισθητικό ερέθισμα της επαφής του κρύου νερού με το πρόσωπο. Οι απαντήσεις αυτές διατηρούν την κυκλοφορία στη καρδιά και τον εγκέφαλο και εξασφαλίζουν οξυγόνο, παρατείνοντας με τον τρόπο αυτό την επιβίωση. Επιπλέον, η αιφνίδια πτώση της θερμοκρασίας μπορεί να καταστείλει σημαντικά τον

κυτταρικό μεταβολισμό, περιορίζοντας τις επιβλαβείς επιδράσεις της υποξίας και της μεταβολικής οξέωσης.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με τον όρο πνιγμός ορίζεται κάθε ατύχημα από βύθιση σε νερό ανεξάρτητα από την τελική έκβαση. Ο πνιγμός αποτελεί από τα πλέον συχνά και σοβαρά ατυχήματα.

Οι συνέπειες του πνιγμού μπορεί να είναι σοβαρή και, μερικές φορές, μόνιμη νοσηρότητα ή και ο θάνατος του θύματος.

Η υποξαιμία λόγω της απόφραξης στο επίπεδο του λάρυγγα αποτελεί τον κύριο μηχανισμό βλάβης και θανάτου.

Η βύθιση σε παγωμένο νερό μπορεί να δράσει προστατευτικά για το θύμα.

SUMMARY

Drowning Pathophysiology

E. Haini, K. Tsiouri, Ph. Kokinis, N. Mpachlitzanakis, K. D Hainis

Drowning is defined an accident due to immersion in water, independently of the final outcome. Drowning consists the second cause of death from accident in children. In Greece around 300 people die from drowning every year.

Asphyxia - hypoxia due to laryngeal spasm is the main pathophysiological mechanism of injury and death in drowning. Other mechanisms contributing to hypoxia are non cardiogenic pulmonary edema, damage of the surfactant by inspired water etc. Hypoxia and the following metabolic acidosis lead to damage of CNS averaging from mild to severe (coma), sometimes irreversible. Serious arrhythmias such as ventricular fibrillation can be the result of cardiac hypoxia. Immersion in cold water causes hemodynamic instability, although in some cases can be protective.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. ILCOR Advisory Statements Recommended Guidelines for Uniform Reporting of Data From Drowning. The "Utstein Style". Writing Group: A.H. Idris, MD; R.A. Berg, MD; J. Bierens, MD; L. Bossaert, MD; C.M. Branche, PhD; A. Gabrielli, MD; S.A. Graves; A.J. Handley, MD; R. Hoelle, MD; P.T. Morley, MD; L. Papa, MD; P.E. Pepe, MD; L. Quan, MD; D. Szpilman, MD; J.G. Wigginton; J.H. Modell, MD; Other Contributors: D. Atkins, MD; M. Gay, EMT-P; W. Kloeck, MD, BCh; S. Timerman, MD © 2003 American Heart Association, Inc. (Circulation. 2003;108:2565.)
2. Submersion Injury, Near Drowning. Suzanne M Shepherd, MD, MS, DTM&H, James Martin, MD, eMedicine. July 19, 2005.
3. T.R. Harrison's: Principles of Internal Medicine. 16th Edition.
4. G John Gibson, et al: Πνευμονολογία. Τρίτη Έκδοση. Επιμέλεια Ελληνικής Πνευμονολογικής Εταιρείας.