

# Υγρά και Ηλεκτρολύτες

ΕΥΣΤΑΘΙΟΣ ΕΜΜΑΝΟΥΗΛΙΔΗΣ, ΝΙΚΟΛΕΤΤΑ ΛΙΑΜΟΥ, ΕΥΑ ΚΟΛΑΡΟΒΑ,  
ΠΟΥΛΧΕΡΙΑ ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΟΥ, ΓΕΩΡΓΙΑ ΒΑΣΙΛΕΙΑΔΟΥ

## ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ

Το ανθρώπινο σώμα εμφανίζει διαμερίσματα χωρισμένα από μεμβράνες, οι οποίες κατά κανόνα είναι εύκολα διαβατές στο νερό. Το νερό είναι το κύριο συστατικό του ανθρώπινου σώματος, καταλαμβάνοντας περίπου 60-80% της συνολικής μάζας του. Στην ουσία ο οργανισμός αποτελεί ένα εσωτερικό περιβάλλον υδατικού διαλύματος μεγάλης ποικιλίας ουσιών, εντός του οποίου διενεργούνται όλες οι αντιδράσεις της ζωής. Το ολικό υγρό του σώματος (Total Body Fluid, TBF) διαχωρίζεται από τις κυτταρικές μεμβράνες σε ενδοκυττάριο (Intracellular Fluid, ICF) και εξωκυττάριο (Extracellular Fluid, ECF). Το εξωκυττάριο διαχωρίζεται από το αγγειακό τοίχωμα σε πλάσμα (Plasma Volume) και διάμεσο υγρό (Interstitial Fluid, ISF). Μικρό τμήμα του τελευταίου αποτελεί το διακυτταρικό υγρό (Transcellular Fluid), που περιλαμβάνει τις εκκρίσεις, το εγκεφαλονωτιαίο υγρό και το υγρό των ορογόνων κοιλοτήτων.

Στον ενήλικα το TBF αποτελεί το 60 % του βάρους σώματος (42L σε ενήλικα 70Kg), ενώ το ICF και ECF αποτελούν το 40 % (28 L) και 20 % (14L) του βάρους σώματος αντίστοιχα. Το ISF και το πλάσμα αποτελούν το 16% και 4% του βάρους σώματος αντίστοιχα. Το αίμα, που αποτελείται από τον όγκο του πλάσματος και από τον όγκο των έμμορφων συστατικών, αποτελεί το 7% του βάρους σώματος. Προοδευτικά, με την πάροδο της ηλικίας επέρχεται ελάττωση του ολικού ύδατος και τροποποίηση της κατανομής με ελάττωση του ενδοκυτταρίου και αύξηση του ενδοκυτταρίου, ενώ στους πληθυσμούς με μεγαλύτερη συγκέντρωση λίπους, όπως οι γυναίκες και οι παχύσαρκοι, παρατηρείται ελάττωση αναλογική του ολικού ύδατος.

Ο όγκος του αίματος στους ενήλικες είναι συνήθως 5-6 λίτρα. Ένας μέσος άνθρωπος έχει φυσιολογικά ελάχιστες ημερήσιες απώλειες υγρών περίπου ένα λίτρο, ενώ τυπικά απαιτείται η πρόσληψη περίπου 2,5 λίτρων ημερησίως.

## ΣΥΝΘΕΣΗ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ ΤΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ

Η σχετικά ελεύθερη διακίνηση του ύδατος μεταξύ των διαμερισμάτων και η αντίστοιχη σχετικά περιορισμένη διακίνηση των διαλυμένων ουσιών, έχει ως αποτέλεσμα την σημαντική διαφορά στη σύνθεση τους. Οι κύριες διαλυμένες ουσίες που επηρεάζουν την διακίνηση του ύδατος και επομένως και τον όγκο των διαμερισμάτων, είναι οι ηλεκτρολύτες και οι πρωτεΐνες. Οι ηλεκτρολύτες αποτελούν χημικά στοιχεία που προκύπτουν μετά την διάλυση αλάτων στο ύδωρ και τη διάσπαση τους σε κατιόντα, δηλαδή θετικά φορτισμένα ιόντα ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ) και σε ανιόντα, δηλαδή αρνητικά φορτισμένα ιόντα ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HPO}_4^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^-$ ). Η ενεργητική δράση της κυτταρικής αντλίας, με ενδοκυττάρια είσοδο  $\text{K}^+$  και έξοδο  $\text{Na}^+$ , έχει ως αποτέλεσμα την υπεροχή των κατιόντων  $\text{Na}^+$  και ανιόντων  $\text{Cl}^-$  στον εξωκυττάριο και διάμεσο όγκο και των κατιόντων  $\text{K}^+$  και  $\text{Mg}^{2+}$  και ανιόντων  $\text{HPO}_4^-$ , και  $\text{SO}_4^-$  στον ενδοκυττάριο. Κατά την περιεγχειρητική περίοδο, η ισορροπία των υγρών είναι σε συνεχή μεταβολή. Οι ασθενείς, οι οποίοι εισάγονται στο νοσοκομείο για προγραμματισμένη χειρουργική επέμβαση, έχουν συχνά έλλειμμα υγρών, εξαιτίας της απαγόρευσης λήψης υγρών οκτώ ώρες πριν από την επέμβαση. Αυτή η στέρηση υγρών δεν είναι απαραίτητη, αφού είναι ασφαλές και επιθυμητό ο ασθενής να πίνει καθαρά υγρά (νερό) χωρίς περιορισμό μέχρι και δύο ώρες πριν από την επέμβαση. Κάποιοι ασθενείς έχουν αυξημένο κίνδυνο για σοβαρή αφυδάτωση, ιδιαίτερα αυτοί που έχουν μεγάλες απώλειες όγκου, λόγω αιμορραγίας, απώλειας ούρων, εφιδρώσεων, διαρροιών ή εμέτων. Η αφυδάτωση σε αυτές τις περιπτώσεις προλαμβάνεται με έγκαιρη χορήγηση επαρκούς ποσότητας καταλλήλων υγρών ενδοφλεβίως. Κατά τη διάρκεια της χειρουργικής επέμβασης, η φυσιολογική απώλεια υγρών συνεχίζεται (άδηλη αναπνοή, ούρα, εφίδρωση) και συνυπολογίζονται και οι απώλειες οφειλόμενες στο είδος της επέμβασης. Η επαρκής και έγκαιρη

χορήγηση υγρών αποτελεί τον ακρογωνιαίο λίθο της περιεγχειρητικής ιατρικής.

## ΠΕΡΙΕΓΧΕΙΡΗΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΣΕ ΥΓΡΑ Βασικές αρχές αντικατάστασης όγκου

Τα χορηγούμενα υγρά μπορεί είτε να παραμείνουν στο ενδοαγγειακό διαμέρισμα ή να εξισορροπήσουν με το διάμεσο ή ενδοκυττάριο διαμέρισμα. Η αντιδιουρητική ορμόνη (ADH), το σύστημα ρενίνης-αγγειοτενσίνης-αλδοστερόνης (RAAS) και συμπαθητικό νευρικό σύστημα (ΣΝΣ) παίζουν σημαντικό ρόλο στο έλεγχο του όγκου και της σύστασης του κάθε διαμερίσματος του οργανισμού. Οι βασικές επιδράσεις αυτών των νευροορμονικών συστημάτων είναι:

- κατακράτηση νερού, με σκοπό την αποκατάσταση ενδοαγγειακών ελλειμμάτων όγκου
- κατακράτηση νατρίου, με σκοπό την αποκατάσταση του ενδοαγγειακού όγκου
- αύξηση της υδροστατικής πίεσης διήθησης μέσω της αγγειοσύσπασης.

Αυξημένη δραστηριότητα των ADH, RAAS, ΣΝΣ μπορεί να συμβεί σε καταστάσεις stress όπως είναι η χειρουργική επέμβαση.

Για τον υπολογισμό των απαιτήσεων σε όγκο χορηγούμενων υγρών χρησιμοποιείται η ακόλουθη εξίσωση:

$$\text{Χορηγούμενος Όγκος Υγρών} = \text{Απώλεια Αίματος} \times (\text{Όγκος Κατανομής του Υγρού} / \text{Όγκος Πλάσματος})$$

Για παράδειγμα: ο απαιτούμενος όγκος για την αντικατάσταση οξείας απώλειας 500ml αίματος σε άνδρα ΒΣ 70kg (ολικό νερό=42L, όγκος πλάσματος=3L, εξωκυττάριο υγρό=14L) είναι ανάλογος προς το είδος του διαλύματος: Αναπλήρωση με γλυκόζη 5%:

$$\text{Όγκος γλυκόζης 5\%} = 500\text{ml} \times (42\text{L}/3\text{L}) = 7\text{L}$$

Αναπλήρωση με Ringers Lactated:

$$\text{Όγκος Ringers Lactated} = 500\text{ml} \times (14\text{L}/3\text{L}) = 2.3\text{L}$$

Η διαφορά αυτή οφείλεται στη διαφορετική κατανομή των διαλυμάτων, σύμφωνα με τα ακόλουθα:

- Ringers Lactated ή NaCl 0.9%: όλο το νάτριο οδηγείται εξωκυττάρια και δεν παρατηρείται μετακίνηση ύδατος εντός των κυττάρων
- NaCl 0.45%: μειώνεται η εξωκυττάρια οσμωτικότητα και δημιουργείται έξοδος νερού στον ενδοκυττάριο χώρο
- NaCl 1.8%: αυξάνεται η εξωκυττάρια οσμωτικότητα και έλκεται νερό από τον ενδοκυττάριο χώρο.

Η χορήγηση ύδατος χωρίς  $\text{Na}^+$  (Δεξτρόζη 5%) δεν χορηγείται για την αύξηση του όγκου του πλάσματος, γιατί η γλυκόζη μεταβολίζεται και το νερό κατανέμεται ελεύθερα

σε όλα τα διαμερίσματα. Σκέτο νερό δεν χορηγείται ενδοφλεβίως διότι προκαλεί αιμόλυση.

## Παράγοντες που καθορίζουν την περιεγχειρητική χορήγηση υγρών

*Αναισθητικοί παράγοντες και τεχνικές*

- Τα γενικά αναισθητικά με το συνδυασμό συμπαθητικής καταστολής, αγγειοδιαστολής και μυοκαρδιακής επίδρασης προκαλούν κεκαλυμμένη υποογκαιμία. Ασθενείς με φαινομενικά επαρκή ενδοαγγειακό όγκο εμφανίζουν σημαντική πτώση της ΑΠ με την εισαγωγή στην αναισθησία και συχνά βελτιώνονται με τη χορήγηση υγρών, χωρίς να απαιτείται χρήση αγγειοδραστικών ουσιών.
- Η περιοχική αναισθησία (υπαραχνοειδής ή επισκληρίδιος) προκαλεί απώλεια του τόνου του συμπαθητικού και πτώση της ΑΠ, που ανταποκρίνεται στη χορήγηση υγρών και προλαμβάνεται με επαρκή ενυδάτωση, αν και μερικές φορές απαιτούνται αγγειοσυσπαστικά.

*Διαταραχή της περιοχικής αιματικής ροής*

Η περιφερική αγγειοδιαστολή προκαλεί αυξημένη απώλεια θερμότητας, αυξημένη εξάτμιση και απώλεια υγρών.

Διακυτταρική απώλεια υγρού

Όπως συμβαίνει σε εντερικά συρίγγια, εντερικές συλλογές, πλευριτικές συλλογές και σε ασκίτη.

*Διεγχειρητική απώλεια αίματος*

Υποχρέωση του αναισθησιολόγου είναι να παρακολουθεί και να υπολογίζει την χειρουργική απώλεια αίματος με τις ακόλουθες μεθόδους:

- ποσότητα αίματος στην αναρρόφηση, που μετράται
- ποσότητα αίματος στις γάζες, η οποία υπολογίζεται με ζύγισμα ή οπτικά πριν και μετά τη χρήση (μία γάζα 4x4 cm=10ml αίμα, μεγάλη γάζα=100-150ml αίμα)
- ποσότητα αίματος που χάνεται στο χειρουργικό πεδίο (περίπου 20% των απωλειών)
- μέτρηση του αιματοκρίτη και της αιμοσφαιρίνης.

*Διεγχειρητικές απώλειες άλλων υγρών*

- Οι απώλειες λόγω εξάτμισης είναι ανάλογες προς την εκτεθειμένη χειρουργική επιφάνεια και τη διάρκεια της επέμβασης. Απώλειες υπάρχουν και από τους πνεύμονες στον τεχνητά αεριζόμενο ασθενή.
- Σε μεγάλες ενδοκοιλιακές επεμβάσεις επέρχεται ισότονη ελάττωση του όγκου του εξωκυττάριου υγρού και μετακίνηση ισότονων υγρών του οργανισμού από λειτουργικούς σε μη λειτουργικούς χώρους του οργανισμού (απώλειες στον λεγόμενο τρίτο χώρο). Οι απώλειες αυτές μπορεί να ανέρχονται για:

μικρές επεμβάσεις σε 3ml/kg/h

μεσαίες επεμβάσεις σε 6-8ml/kg/h και μεγάλες επεμβάσεις σε 10-20ml/kg/h.

Ο <τρίτος χώρος> δεν αποτελεί συγκεκριμένο ανατομικό χώρο και η σύστασή του είναι ανάλογη με αυτή του πλάσματος.

#### Βασικές ανάγκες οργανισμού

Επί απουσίας καταβολικών καταστάσεων όπως: πυρετός, νηστεία, σήψη οι ασθενείς κατά την αναισθησία βρίσκονται κοντά στο βασικό τους μεταβολισμό. Οι ωριαίες ημερήσιες ανάγκες για νερό, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> αποτελούν τη βάση για τον υπολογισμό των ελλειμμάτων (λόγω προεγχειρητικού περιορισμού των υγρών) και καθορίζουν τους ρυθμούς χορήγησης για τα υγρά συντήρησης. Οι απώλειες αυτές είναι συνήθως απώλειες ύδατος. Ο υπολογισμός των βασικών αναγκών βασίζεται στον κανόνα <4-2-1> σύμφωνα με τον οποίο απαιτούνται ανά ώρα:

4ml/kg/h για τα πρώτα 10 kg

2ml/kg/h για τα δεύτερα 10kg

1ml/kg/h για κάθε kg>20kg.

Για παράδειγμα, άνδρας ΒΣ 70kg ο οποίος έμεινε νηστικός για 10 ώρες χρειάζεται:

$$(40+20+50)\text{ml/h} \times 10\text{h} = 1100\text{ml}.$$

Εκτός από την απώλεια υγρών συνυπάρχει και απώλεια ηλεκτρολυτών, ιδιαίτερα νατρίου, χλωρίου, καλίου και μαγνησίου. Όταν πρόκειται για οξεία απώλεια η αναπλήρωση γίνεται με χορήγηση υγρών που περιέχουν μόνο νάτριο και χλώριο, γιατί αυτά είναι τα εξωκυττάρια ιόντα που είναι σε αφθονία. Αν δεν χορηγηθεί νάτριο υπάρχει κίνδυνος εμφάνισης απειλητικής για τη ζωή υπονατριάμιας. Ένας ενήλικας χρειάζεται περίπου 9gr νατρίου την ημέρα. Το διάλυμα 0.9% χλωριούχου νατρίου, δηλαδή ο φυσιολογικός ορός, περιέχει 9gr νατρίου ανά λίτρο, αρκετό για να καλύψει τις ημερήσιες ανάγκες.

Η υπερβολική χορήγηση υγρών για αναπλήρωση με φυσιολογικό ορό μπορεί να έχει σαν αποτέλεσμα την υπερχλωραιμία και τη μεταβολική οξέωση. Με τη χρήση των διαλυμάτων Ringer-Lactate αποφεύγεται το παραπάνω πρόβλημα, γιατί περιέχουν μικρότερη ποσότητα χλωριούχου νατρίου.

#### Αναπλήρωση

Η οξεία απώλεια υγρών ελαττώνει τον όγκο του πλάσματος πιο γρήγορα από ό,τι των άλλων διαμερισμάτων του σώματος. Η αναπλήρωση πρέπει να γίνεται με υγρά τα οποία παραμένουν στον εξωκυττάριο χώρο. Τα ισότονα διαλύματα άλατος (φυσιολογικός ορός, Ringer-Lactate) και τα προϊόντα του αίματος πληρούν αυτές τις προϋποθέσεις.

Οξεία απώλεια υγρών συμβαίνει σε αιμορραγία, εγκαύματα, παγκρεατίτιδα, περιτονίτιδα, διάρροιας, ειλεό και απώλειες από το γαστρεντερικό σωλήνα. Στη σήψη, η μεγάλη αγγειοδιαστολή σε συνδυασμό με την απώλεια υγρών στο διάμεσο χώρο έχει σαν αποτέλεσμα την ενδοαγγειακή υπογκαμία.

Η απώλεια αίματος πρέπει να αναπληρώνεται με κρυσταλλοειδή διαλύματα με όγκο τριπλάσιο ως τετραπλάσιο της απώλειας αίματος, διότι τα κρυσταλλοειδή θα κατανεμηθούν σε ολόκληρο τον εξωκυττάριο χώρο. Σε ισοβλαμμικούς εθελοντές, η ενδοφλέβια έγχυση ισότονου ορού προκαλεί άμεση έκπτυξη του ενδοαγγειακού όγκου ίση με το ένα τρίτο του όγκου που χορηγήθηκε. Μετά από 30 λεπτά, μόνο το 16% του όγκου έγχυσης παραμένει στην κυκλοφορία. Σε πειραματικές συνθήκες υποβλαμμίας παρατηρείται μείωση του ρυθμού απομάκρυνσης από τον ενδοαγγειακό χώρο με αποτέλεσμα αύξηση της ογκαιμικής δράσης. Έχει υπολογιστεί ότι απαιτούνται 1500 ως 2000ml διαλύματος κρυσταλλοειδούς για την αναπλήρωση 450ml αίματος σε διάστημα μιας ώρας.

Στην κλινική πράξη χορηγώντας τριπλάσιο έως τετραπλάσιο όγκο κρυσταλλοειδούς διαλύματος από την απώλεια αίματος επιτυγχάνεται τελικά αναπλήρωση μόνο 50-70 % της απώλειας όγκου.

Υπάρχει μεγάλη διαμάχη και διχογνωμία στη διεθνή βιβλιογραφία σχετικά με την επιλογή του καταλληλότερου διαλύματος. Σύμφωνα με τα νεότερα δεδομένα, η ευρεία χρήση των κολλοειδών διαλυμάτων έχει αρχίσει να υποχωρεί και ειδικότερα απαγορεύεται η χορήγησή τους σε ορισμένες κατηγορίες ασθενών.

Τα κρυσταλλοειδή αποτελούν την πρώτη επιλογή στη σήψη/σηπτικό shock (σύσταση 1B). Δεν συστήνεται η χορήγηση διαλυμάτων Hetastarch (σύσταση 1C) σε σηπτικούς ασθενείς. Ασθενείς στους οποίους χορηγήθηκε HES130/0.42 παρουσίασαν αυξημένη θνητότητα στις 90 μέρες, είχαν μεγαλύτερη πιθανότητα να υποβληθούν σε θεραπεία υποκατάστασης της νεφρικής λειτουργίας και χρειάστηκαν περισσότερες μεταγγίσεις αίματος, πλάσματος και αιμοπεταλίων.

## ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΕΣ

### Νάτριο

Το νάτριο είναι ο ηλεκτρολύτης που υπάρχει σε αφθονία στο πλάσμα. Οι ενδοκυττάρια αποθήκες είναι μικρές, γεγονός που αυξάνει την επιρρέπεια σε οξείες διακυμάνσεις της συγκέντρωσης του νατρίου στο πλάσμα.

Για την εμφάνιση χαμηλού νατρίου οι κύριοι υπεύθυνοι μηχανισμοί είναι η απώλεια νατρίου από τον οργανισμό (ούρα, παροχετεύσεις) και η υπερφόρτωση με υγρά. Με-



τεγχειρητικά μπορεί να εμφανιστεί υπονατρίαμια ακόμη και όταν χρησιμοποιούνται ισότονα νατρίουχα διαλύματα, εξαιτίας της αυξημένης έκκρισης της αντιδιουρητικής ορμόνης (ADH) και της εξ αυτής αύξησης της επαναρρόφησης ύδατος από τους νεφρούς. Η έκκριση της αντιδιουρητικής ορμόνης αποτελεί μέρος της απάντησης στο χειρουργικό stress. Η επιβεβαίωση ότι οι ασθενείς καλύπτουν τις ημερήσιες ανάγκες τους σε προσλαμβανόμενο νάτριο είναι επιτακτική ανάγκη, ενώ αυτοί που εμφανίζουν ακόμη και ήπια υπονατρίαμια, ίσως βοηθηθούν από υπέρτονα υγρά. Τα διουρητικά προκαλούν νατριούρηση και καλό είναι να αποφεύγονται, αν είναι δυνατό.

Το διάλυμα φυσιολογικού ορού (0.9%NaCl) περιέχει 154mEq/L νάτριο, το οποίο είναι ελάχιστα περισσότερο από τη φυσιολογική συγκέντρωση του νατρίου στο πλάσμα που είναι 135-145mEq/L. Ένα τυπικό διάλυμα υπέρτονου νατρίου 3% (3%NaCl) περιέχει 513mEq/L.

Οι ασθενείς με συμπτωματική υπονατρίαμια (πονοκέφαλος, ναυτία, έμετοι, μυϊκές κράμπες, σπασμοί, κώμα) μπορεί να ωφεληθούν από τη χορήγηση υπέρτονων διαλυμάτων νατρίου ή από τη στέρηση ύδατος ανάλογα με τη βαρύτητα της διαταραχής.

Ο σκοπός της θεραπείας είναι η αύξηση του νατρίου με συγκεκριμένο ρυθμό, μέχρι να υποχωρήσουν τα συμπτώματα, με παράλληλο έλεγχο των τιμών του νατρίου κάθε δύο ώρες. Η ταχεία διόρθωση του νατρίου προκαλεί εγκεφαλική βλάβη (κεντρική γεφυρική μυελινόλυση).

Η υπερνατρίαμια (αυξημένο νάτριο πλάσματος) εξαρτάται από την κατάσταση του ενδαγγειακού όγκου. Στους υπο-ογκαιμικούς ασθενείς, η προτεραιότητα είναι η αποκατάσταση του ενδοαγγειακού όγκου και της αιμοδυναμικής σταθερότητας. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιείται οποιοδήποτε κρυσταλλοειδές διάλυμα ανάνηψης. Αν υπάρχει υπερ-ογκαιμία, η χορήγηση διουρητικών με παράλληλη αναπλήρωση των αποβαλλόμενων υγρών διορθώνει τη διαταραχή.

## Κάλιο

Το κάλιο είναι το κύριο ενδοκυττάριο κατιόν. Ως υποκαλιαμια ορίζεται η συγκέντρωση καλίου στο πλάσμα μικρότερη από 3.5mEq/L. Τα αίτια της υποκαλιαμίας είναι η ανεπαρκής πρόσληψη, η χρήση διουρητικών, οι απώλειες από το γαστρεντερικό σύστημα, η αυξημένη είσοδος του καλίου στα κύτταρα. Η υποκαλιαμια είναι επικίνδυνη κατάσταση, γιατί προκαλεί απειλητικές για τη ζωή αρρυθμίες. Αν εμφανιστεί υποκαλιαμια διεγχειρητικά μπορεί να χορηγηθεί κάλιο με ασφάλεια, διότι ο ασθενής είναι υπό συνεχή παρακολούθηση.

Η χαμηλή τιμή καλίου πλάσματος είναι συνήθως μόνο η κορυφή του παγόβουνου, ενώ συνυπάρχει σημαντι-

κή έλλειψη στο συνολικό κάλιο του σώματος. Το κάλιο πρέπει πάντα να χορηγείται με αργή έγχυση, με ρυθμό 10-20mEq/h. Η ταχεία ενδοφλέβια έγχυση (bolus) καλίου προκαλεί σχεδόν πάντα κοιλιακή μαρμαρυγή ή ασυστολία.

Υπερκαλιαμια ( $K^+ > 5mEq/L$ ) μπορεί να εμφανιστεί σε καταστάσεις όπως η νεφρική ανεπάρκεια, η μεταβολική οξέωση και η μυϊκή καταστροφή (έγκαιμα, σύνθλιψη, ραβδομύωση). Οι ηλεκτροκαρδιογραφικές αλλαγές προαναγγέλλουν επικείμενη κακοήθη κοιλιακή αρρυθμία ή ασυστολία. Η επείγουσα αντιμετώπιση της υπερκαλιαμίας περιλαμβάνει τη χορήγηση ασβεστίου για τη σταθεροποίηση της μυοκαρδιακής μεμβράνης, ινσουλίνη με υπέρτονο διάλυμα γλυκόζης για να οδηγηθεί το κάλιο ενδοκυττάρια και διττανθρακικά. Η τελική λύση είναι ο τεχνητός νεφρός.

## Μαγνήσιο

Η υπομαγνησιαμια συνοδεύεται και από άλλες ηλεκτρολυτικές διαταραχές και ιδιαίτερα από υποκαλιαμια και υπασβεστιαμια. Αδρά το 65% των ασθενών στις μονάδες εντατικής θεραπείας και το 12% των ασθενών στα υπόλοιπα τμήματα έχουν υπομαγνησιαμια. Οι ασθενείς με σακχαρώδη διαβήτη, οι αλκοολικοί, και αυτοί που λαμβάνουν διουρητικά θεωρούνται υψηλού κινδύνου. Η διόρθωση της υπομαγνησιαμίας μπορεί να είναι προϋπόθεση για την επιτυχή θεραπεία άλλων ηλεκτρολυτικών διαταραχών (υποκαλιαμια).

## Ασβέστιο

Το ασβέστιο μπορεί να μετρηθεί σαν ολικό ασβέστιο, διορθωμένο ασβέστιο (σύμφωνα με τις πρωτεΐνες) και ιονισμένο ασβέστιο. Τα οστά είναι η κύρια αποθήκη και η υπερασβεστιαμια μπορεί να εμφανιστεί όταν απελευθερώνεται ασβέστιο. Υπάρχουν πολλά δυνητικά αίτια μεταξύ των οποίων κακοήθειες, ακινησία, υπερπαραθυρεοειδισμός, σαρκοείδωση, αφυδάτωση και ραβδομύωση.

Για την πρόληψη περιεγχειρητικής υπερασβεστιαμίας χορηγείται επαρκής όγκος υγρών, αποφεύγεται η αφυδάτωση και διευκολύνεται η αποβολή του ασβεστίου από τους νεφρούς. Η υπερασβεστιαμια έχει επικίνδυνες νευρολογικές, νεφρολογικές και γαστρεντερικές διαταραχές.

Η χαμηλή τιμή του ασβεστίου του πλάσματος μπορεί να οφείλεται σε καταπληξία (shock), τραύμα, παγκρεατίτιδα, μαζική μετάγγιση αίματος, χειρουργική επέμβαση στο θυρεοειδή ή τους παραθυρεοειδείς και στην έλλειψη βιταμίνης D. Τα κλινικά συμπτώματα είναι υπόταση, τετανία, αρρυθμίες (αποκλεισμός, κοιλιακή μαρμαρυγή). Απαιτείται η χορήγηση ασβεστίου μέχρι την ύφεση των συμπτωμάτων.

---

**ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

---

1. Μαιδάτση Π. Ανασθησιολογική συμμετοχή σε χώρους εκτός χειρουργείου, Στοιχεία Περιεγχειρητικής Ιατρικής, Μπαλαμούτσος Ν., University Studio Press, Θεσσαλονίκη 2002.
2. Χορήγηση αναισθησίας σε χώρους εκτός χειρουργείου. Θέματα Ανασθησιολογίας και Εντατικής Ιατρικής, Τεύχος 34, Τόμος 17, Ιούνιος 2007.
3. Nagelhout JJ, Plaus K.; Nurse Anesthesia; Elsevier 2014.
4. Elisha S, Gabot M, Heiner J; Critical Events in Anesthesia: A Clinical Guide for Nurse Anesthetists; The American Association of Nurse Anesthetists 2012.

