



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ
ΣΧΟΛΕΣ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΗΣ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΝΟΣΗΛΕΥΤΙΚΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΥΠΟΟΓΚΑΙΜΙΚΗ ΚΑΤΑΠΛΗΞΙΑ(SHOCK):
ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ, ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΚΑΙ ΡΟΛΟΣ
ΤΩΝ ΝΟΣΗΛΕΥΤΩΝ**

**ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΦΟΙΤΗΤΩΝ: ΛΥΤΡΙΒΗ ΜΑΡΙΑ,
ΜΑΥΡΟΜΑΤΗ ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ
ΕΠΟΠΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΚΙΕΚΚΑΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ**

ΠΑΤΡΑ, 2021

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η καταπληξία αποτελεί μια παθολογική, απειλητική και εν δυνάμει θανατηφόρα κατάσταση, που ανακύπτει από την αδυναμία και ανεπάρκεια του καρδιοαναπνευστικού συστήματος να μεταφέρει οξυγόνο στο ανθρώπινο σώμα. Είναι μια προοδευτική συνθήκη κυτταρικής υποάρδευσης, η οποία προκαλεί μειωμένη παροχή οξυγόνου και αύξηση της κατανάλωσής του στον οργανισμό. Η έλλειψη αιμάτωσης σε κυτταρικό επίπεδο οδηγεί σε αναερόβιο μεταβολισμό και αδυναμία παραγωγής επαρκούς ενέργειας για την κάλυψη των μεταβολικών αναγκών του οργανισμού και την υποστήριξη της ζωής.

Η καταπληξία μπορεί να προκληθεί από διάφορους παράγοντες, όπως η αναπνευστική ανεπάρκεια, οι οξείες αλλεργικές αντιδράσεις, οι λοιμώξεις και οι μεγάλες απώλειες αίματος και υγρών. Η υποογκαιμική καταπληξία ή υποογκαιμικό shock προκαλείται έπειτα από μαζική και ταχεία απώλεια αίματος ή μεγάλου όγκου υγρών και οδηγεί σε άμεση αιμοδυναμική, μεταβολική κατάρρευση και αποσταθεροποίηση του πάσχοντος οργανισμού. Στις χαρακτηριστικές κλινικές εκδηλώσεις συγκαταλέγονται η υπόταση, οι μεταβολές του επιπέδου συνείδησης, η παρατήρηση κυανωτικών άκρων σε συνδυασμό με έντονη ταχύπνοια και χαμηλές πιέσεις πλήρωσεως της καρδιάς (όπως χαμηλή ΚΦΠ).

Η κατανόηση των μηχανισμών λειτουργίας της κυτταρικής δραστηριότητας και μετακίνησης των ενδοκυττάρων και εξωκυττάρων υγρών στα κατά τόπους διαμερίσματα, καθώς και η μελέτη βασικών αρχών που διέπουν τη λειτουργία του καρδιαγγειακού συστήματος, αποτελούν ακρογωνιαίους λίθους για την κατανόηση και έρευνα των μηχανισμών πρόκλησης της υποογκαιμικής καταπληξίας. Μείζονος σημασίας θεωρούνται για την αντιμετώπιση της υποογκαιμίας, η έγκαιρη διάγνωσή της και του παράγοντα που την προκαλεί, καθώς επίσης και η τήρηση εγκεκριμένων και επικαιροποιημένων πρωτοκόλλων από το ιατρονοσηλευτικό προσωπικό που στοχεύουν στην άμεση αναγνώριση και αποτελεσματική διαχείριση της υγείας του ατόμου.

Τέλος, ο ρόλος του νοσηλευτικού προσωπικού στην αντιμετώπιση ασθενών με υποογκαιμική καταπληξία κρίνεται καθοριστικός με τεράστια σημασία. Η ορθή και λεπτομερής αξιολόγηση των ασθενών οδηγεί στην πρώιμη διάγνωση και προσφέρει πιθανότητες, ώστε να αναταχθεί η κατάσταση εγκαίρως, ενώ παράλληλα αποτελεί το πιο σημαντικό στάδιο της νοσηλευτικής διεργασίας. Ενώ, το πλήρες νοσηλευτικό ιστορικό

παρέχει τη δυνατότητα σχηματισμού μιας πολυδιάστατης και ολοκληρωμένης εικόνας σχετικά με τον υποογκαιμικό ασθενή και τον αιτιολογικό παράγοντα.

SUMMARY

Hypovolemic shock is a pathological, life-threatening and fatal condition, which arises from the weakness and the deficiency of cardiovascular system to transfer oxygen all over the human body. It is a progressive circumstance of cell hypoperfusion, which provokes decreased oxygen supplies and increases its consumption in the organism. The inadequate blood supply in cell level leads to anaerobic metabolism and lack of sufficient energy production in order to cover the metabolic needs of human organism and life-support.

Hypovolemic shock can be caused by several factors such as respiratory failure, acute allergic reactions, infections and great blood and liquid losses. Hypovolemic shock is caused after great and quick blood loss or great volume of liquids and leads to instant hemodynamic, metabolic collapse and instability of the ailing organism. Some of the characteristic signs are hypotension, altered level of consciousness, cyanotic edges in combination with intense tachypnoea and low central venous pressure.

The understanding of the cell function and the intracellular and extracellular liquid transport as well as the study of basic principles of the cardiovascular's system's activity are the cornerstones of the understanding and research of hypovolemia's mechanisms. Essential for the shock's treatment is considered to be the early diagnosis, the causative factor and the observance of the approved and updated protocols by the health professionals.

To end with, the role of the nursing staff in treatment of hypovolemic patients is decisive and significant. The right and detailed evaluation leads to early diagnosis and offers great chances in order to cope with the shock as quickly as possible. At the same time, this procedure is considered to be the most important stage of the nursing process. An integrated nursing history gives the opportunity of the formation a multidimensional's view about the hypovolemic patient and the causative factor.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	2
SUMMARY	4
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	9

ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ ΣΤΟΝ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟ

1.1. Ολικό νερό σώματος.....	12
1.2. Κατανομή και σύσταση των υγρών στον ενδοκυττάριο και εξωκυττάριο χώρο.....	12
1.3. Φυσιολογία κυτταρικής μεμβράνης.....	14
1.4. Τύποι μεταφοράς ουσιών και ρύθμισης των υγρών του σώματος.....	16
1.4.1. Διάχυση.....	16
1.4.2. Ενεργητική μεταφορά.....	18
1.4.3. Ωσμωση.....	19
1.5. Ηλεκτρολύτες	20
1.5.1. Ο ρόλος των ηλεκτρολυτών στον οργανισμό.....	20
1.5.2. Ηλεκτρολυτική σύσταση και φυσιολογικές τιμές στο αίμα.....	23
1.5.3. Ηλεκτρολυτικές διαταραχές.....	24

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΚΑΡΔΙΑΓΓΕΙΑΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΕΝΔΟΑΓΓΕΙΑΚΟΣ ΟΓΚΟΣ

2.1. Φυσιολογία καρδιαγγειακού συστήματος.....	32
2.2. Όγκος παλμού.....	33
2.3. Καρδιακή παροχή.....	35
2.4. Τύποι και χαρακτηριστικά αγγείων.....	36
2.4.1. Αρτηρίες.....	36

2.4.2. Φλέβες.....	38
2.4.3. Τριχοειδή.....	39
2.5. Πιέσεις στο αγγειακό δίκτυο.....	40
2.6. Αίμα και έμμορφα συστατικά.....	42
2.7. Εξωτερικό ισοζύγιο υγρών.....	43

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο: ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΤΑΠΛΗΞΙΑΣ

3.1. Ορισμός καταπληξίας.....	45
3.2. Επιδημιολογικά στοιχεία.....	46
3.3. Ταξινόμηση κυκλοφορικής καταπληξίας.....	46
3.3.1. Κατηγορίες καταπληξίας καρδιακής αιτιολογίας.....	46
3.3.2. Κατηγορίες καταπληξίας μη καρδιακής αιτιολογίας.....	47
3.4. Αναφυλακτική καταπληξία.....	48
3.5. Σηπτική καταπληξία.....	49
3.6. Κλινικές εκδηλώσεις καταπληξίας.....	50
3.7. Εξέλιξη της καταπληξίας.....	51
3.7.1. Αντιρροπούμενη καταπληξία.....	51
3.7.2. Μη αντιρροπούμενη καταπληξία.....	52
3.8. Διάγνωση καταπληξίας	52

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο: ΥΠΟΟΓΚΑΙΜΙΚΗ ΚΑΤΑΠΛΗΞΙΑ: ΤΥΠΟΙ, ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ, ΔΙΑΓΝΩΣΗ, ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ

4.1. Ορισμός υποογκαιμικής καταπληξία.....	55
4.2. Τύποι υποογκαιμικής καταπληξίας βάση αιτιολογίας.....	56
4.2.1. Αιμορραγική καταπληξία και ταξινόμηση.....	56
4.2.2. Αφυδάτωση.....	59
4.2.3. Εγκαύματα.....	61
4.3. Κλινικές εκδηλώσεις υποογκαιμικής καταπληξίας.....	63
4.4. Διάγνωση υποογκαιμικής καταπληξίας.....	64
4.5. Συνέπειες της υποογκαιμικής καταπληξίας στον οργανισμό.....	65

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο: ΠΡΟΛΗΨΗ ΚΑΙ ΘΕΡΑΠΕΙΑ ΤΗΣ ΥΠΟΟΓΚΑΙΜΙΚΗΣ ΚΑΤΑΠΛΗΞΙΑΣ

5.1. Αρχική και αιτιολογική αντιμετώπιση της υποογκαιμικής καταπληξίας.....	68
5.1.1. Ανάταξη της υποογκαιμικής καταπληξίας.....	68
5.1.2. Επαρκής οξυγόνωση και αερισμός.....	70
5.1.3. Παρακολούθηση-monitoring.....	71
5.2. Αναπλήρωση όγκου υγρών.....	73
5.2.1. Έγχυση υγρών διαλυμάτων.....	73
5.2.2. Μετάγγιση αίματος και παραγώγων.....	76
5.3. Φαρμακευτική αντιμετώπιση.....	78
5.3.1. Χορήγηση αγγειοσυσπαστικών φαρμάκων.....	78
5.3.2. Χορήγηση ινóτροπων φαρμάκων.....	80

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο: Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΝΟΣΗΛΕΥΤΙΚΟΥ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ ΣΕ ΑΣΘΕΝΕΙΣ ΜΕ ΥΠΟΟΓΚΑΙΜΙΚΗ ΚΑΤΑΠΛΗΞΙΑ

6.1. Νοσηλευτική αξιολόγηση και κλινική εξέταση σε υποογκαιμικό ασθενή.....	82
6.2. Λήψη νοσηλευτικού ιστορικού σε υποογκαιμικό ασθενή.....	83
6.3. Νοσηλευτικές παρεμβάσεις.....	85
6.3.1. Ανάταξη αιμορραγία, μετάγγιση αίματος και αναπλήρωση όγκου υγρών.....	85
6.3.2. Χορήγηση φαρμάκων.....	86
6.4. Πρόληψη λοιμώξεων και επιπλοκών.....	87
6.5. Ενδοαγγειακές γραμμές.....	89

ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

A. Νοσηλευτική διεργασία.....	92
B. Μελέτη 1 ^ο περιστατικού.....	93
Γ. Μελέτη 2 ^ο περιστατικού.....	98

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	101
--------------------------	------------

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

TBW: Total Body Water (= Ολικό νερό σώματος)

TBF: Total Body Fluid (= Ολικά υγρά σώματος)

ICF: Intracellular Fluid (= Ενδοκυττάριο υγρό)

ECF: Extracellular Fluid (= Εξωκυττάριο υγρό)

ICW: Intracellular Water (=Ενδοκυττάριο νερό)

ATP: Adenosine Triphosphate (= Τριφωσφορική Αδενοσίνη)

ΚΝΣ: Κεντρικό Νευρικό Σύστημα

ADH: Antidiuretic Hormone (= Αντιδιουρητική Ορμόνη)

IV: Intravenous (= Ενδοφλέβια)

ΚΦΠ: Κεντρική Φλεβική Πίεση

ΔΚΠ: Δεξιά Κολπική Πίεση

ΑΝΣ: Αυτόνομο Νευρικό Σύστημα

ΑΠ: Αρτηριακή Πίεση

MODS: Multiple Organ Dysfunction Syndrome(= Σύνδρομο Πολυοργανικής Ανεπάρκειας)

ΣΑΠ: Συστολική Αρτηριακή Πίεση

SIRS: Systemic Inflammatory Response Syndrome(= Σύνδρομο Συστηματικής Φλεγμονώδους Απόκρισης)

CARS: Compensatory Anti-inflammatory Response Syndrome(= Σύνδρομο υπερίσχυσης αντιφλεγμονώδους στοιχείου μετά το σηπτικό shock)

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η σύγχρονη νοσηλευτική επιστήμη αποτελεί μοχλό ανάπτυξης της υγείας. Η συνεχής και δια βίου εκπαίδευση του νοσηλευτικού προσωπικού και η αναγνώριση του σημαντικού και καίριου ρόλου του στην παροχή υψηλής ποιότητας υπηρεσιών υγείας κρίνεται απαραίτητη. Απαιτείται αυξημένη κοινωνική ευαισθησία και διακρίνεται ως λειτούργημα για το υψηλό αίσθημα ευθύνης.

Η υποογκαιμική καταπληξία αποτελεί μια απειλητική για τη ζωή κατάσταση, η οποία είναι αποτέλεσμα σημαντικής και οξείας απώλειας αίματος ή υγρών. Απαιτεί γρήγορη και μεθοδευμένη αντιμετώπιση, ενώ ο ρόλος του νοσηλευτικού προσωπικού στην πρόληψη αλλά και ανάταξή της κρίνεται καθοριστικός με τον νοσηλευτή να είναι ισότιμο μέλος της διεπιστημονικής ομάδας φροντίδας του πάσχοντος.

Η εκπόνηση της παρούσας πτυχιακής εργασίας πραγματοποιήθηκε με απώτερο σκοπό την εις βάθος ανάλυση και κατανόηση της έννοιας της υποογκαιμικής καταπληξίας, αλλά και την ανάλυση της θέσης των νοσηλευτών τόσο στην αναγνώριση, όσο και στην πρόληψη και ανάταξή της.

Για τη συγγραφή της εν λόγω εργασίας χρησιμοποιήθηκαν εγκεκριμένες επιστημονικές βάσεις δεδομένων, όπως PubMed, ScienceDirect, Google Scholar και Heal Link. Επίσης, χρησιμοποιήθηκαν ελληνικά και ξενόγλωσσα άρθρα ιατρικών και νοσηλευτικών περιοδικών ανά τον κόσμο της τελευταίας 10ετίας.

Στο πρώτο κεφάλαιο θα γίνει αναλυτική ανάπτυξη της κατανομής και λειτουργίας των υγρών στον ανθρώπινο οργανισμό, καθώς και αναφορά στον ουσιαστικό και θεμελιώδη ρόλο τους στην ομοιόσταση και γενική κατάσταση των ατόμων. Στο δεύτερο κεφάλαιο θα αναλυθεί η φυσιολογία του καρδιαγγειακού ως συστήματος άμεσα εμπλεκόμενου με την υποογκαιμική καταπληξία, όπως επίσης και του ενδοαγγειακού όγκου υγρών στο ανθρώπινο σώμα. Στο τρίτο κεφάλαιο θα οριστεί και θα περιγραφεί εκτενώς η έννοια της καταπληξίας, καθώς και των υποκατηγοριών της. Στο τέταρτο κεφάλαιο αναλύεται η έννοια της υποογκαιμικής καταπληξίας και των αναγνωριστικών της στοιχείων. Στο πέμπτο κεφάλαιο περιγράφονται πλήρως οι αρχές πρόληψης και θεραπείας της υποογκαιμικής καταπληξίας. Στο έκτο κεφάλαιο γίνεται λεπτομερής αναφορά στον ρόλο του νοσηλευτικού προσωπικού στην περίθαλψη ασθενών με υποογκαιμική καταπληξία. Τέλος, στο ειδικό μέρος της

παρούσας εργασίας παρουσιάζονται 2 πραγματικά περιστατικά ασθενών που υφίστατο καταπληξία κατά τη διάρκεια της πρακτικής μας άσκησης.

ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ ΣΤΟΝ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟ

1.1. Ολικό νερό σώματος

Το νερό αποτελεί το πιο σημαντικό συστατικό για τη ζωή και χρησιμεύει κυρίως ως διαλύτης για τις βιοχημικές αντιδράσεις, καθώς και ως μέσο μεταφοράς των διάφορων ουσιών.¹ Παίζει κεντρικό ρόλο στη ρύθμιση του όγκου των κυττάρων, στην προσφορά θρεπτικών ουσιών σε αυτά, στην απομάκρυνση άχρηστων μεταβολικών προϊόντων, στη ρύθμιση της θερμοκρασίας του σώματος και αποτελεί το υπόστρωμα, όπου συμβαίνουν ποικίλες βιολογικές αντιδράσεις.² Στον ανθρώπινο οργανισμό, το νερό αποτελεί το πρωταρχικό υγρό του σώματος και αντιπροσωπεύει ένα μεγάλο ποσοστό του βάρους του.^{1,3,4}

Το ολικό νερό του σώματος συμβολίζεται ως TBW ή ως TBF και διαφοροποιείται σε κάθε άτομο ανάλογα με την ηλικία του, το φύλο του και τη σύστασή του.^{1,5,6} Προσεγγίζει περίπου το 50-70% του μέσου όρου του συνολικού βάρους των ενηλίκων και περίπου το 60% της μυϊκής μάζας του ανθρώπινου σώματος.^{3,4} Κατά τη γέννηση, το TBW είναι περίπου 2.5 kg, ενώ στην ηλικία των 10 ετών υπολογίζεται να φτάνει περίπου στα 20 kg.¹ Ένας μέσος άνδρας (≈ 70kg) έχει περίπου 45-50 kg ύδατος, ενώ για τη μέση γυναίκα, το αντίστοιχο εύρος είναι 30-35 kg.^{1,6} Το συνολικό ποσό του ύδατος στον οργανισμό έχει αντιστρόφως ανάλογη σχέση με το ποσό του σωματικού λίπους.⁵ Όταν το ποσοστό του σωματικού λίπους είναι χαμηλό, το συνολικό νερό του σώματος αντιστοιχεί σε μεγαλύτερο ποσοστό του σωματικού βάρους.¹ Στις γυναίκες το ποσοστό του λιπώδους ιστού είναι μεγαλύτερο συγκριτικά με τους άνδρες, με αποτέλεσμα πληθυσμοί, όπως οι γυναίκες και τα παχύσαρκα άτομα γενικότερα, να εμφανίζουν αναλογικά λιγότερο συνολικό ύδωρ στον οργανισμό τους.^{6,7}

1.2. Κατανομή και σύσταση των υγρών στον ενδοκυττάριο και εξωκυττάριο χώρο

Ο ανθρώπινος οργανισμός αποτελεί ένα σύνθετο εσωτερικό περιβάλλον υδατικού διαλύματος μεγάλης ποικιλίας ουσιών, εντός του οποίου διενεργούνται όλες οι αντιδράσεις της ζωής.⁶ Το ολικό νερό σώματος στο κυτταρικό επίπεδο μελέτης δεν μπορεί να αντιμετωπισθεί ως ενιαία οντότητα και κατανέμεται σε δύο μεγάλα διαμερίσματα.^{1,5} Το

πρώτο διαμέρισμα ονομάζεται *ενδοκυτταρικό ή ενδοκυττάριο* και αναφέρεται στο εσωτερικό των κυττάρων, ενώ το δεύτερο διαμέρισμα ονομάζεται *εξωκυτταρικό ή εξωκυττάριο* και αναφέρεται στο εξωτερικό των κυττάρων.⁵ Το TBW διαχωρίζεται από τις κυτταρικές μεμβράνες σε ενδοκυττάριο(ICF) και εξωκυττάριο υγρό(ECF).³⁻⁷

Το *ενδοκυττάριο υγρό* αποτελεί τα δύο τρίτα του συνολικού σωματικού ύδατος και περιλαμβάνει όλα τα υγρά που περιέχονται μέσα στο κυτταρόπλασμα των κυττάρων και στους πυρήνες.^{4,5,7} Το επί τοις εκατό ποσοστό του ενδοκυττάριου ύδατος, ως προς το TBW, συμβολίζεται ως % ICW και είναι της τάξης του 60% για τους ενήλικες(και αντιστοιχεί σε $\approx 28L$), ενώ υπάρχει μια μικρή διαφοροποίηση προς τα κάτω για τους παχύσαρκους.¹ Το ICF παρέχει ένα εξειδικευμένο περιβάλλον για το κύτταρο προκειμένου αυτό να παράγει, να αποθηκεύσει και να χρησιμοποιήσει ενέργεια, να επιδιορθωθεί, να διπλασιαστεί και να επιτελέσει ειδικές λειτουργίες.³

Τα κύρια κατιόντα, που εντοπίζονται στο ICF είναι το K^+ και το Mg^{2+} , ενώ τα ανιόντα ,που εξισορροπούν το θετικό τους φορτίο, είναι οι πρωτεΐνες και τα οργανικά φωσφορικά.³ Το μεγαλύτερο μέρος (98%) του συνολικής ποσότητας του K^+ του οργανισμού κατανέμεται στο ενδοκυττάριο διαμέρισμα και υπολογίζεται στα 140mmol/L .^{3,8} Το Na^+ στο ενδοκυττάριο υγρό είναι 10mmol/L .³ Το Mg^{2+} και Ca^{2+} (ελεύθερο) είναι 30mmol/L και 0.1mmol/L , αντίστοιχα.³ Όσον αφορά τα ανιόντα, περιέχει Cl^- , το οποίο έχει συγκέντρωση 4mmol/L .³ Επίσης, περιέχονται HCO_3^- και PO_4^{3-} σε συγκεντρώσεις 10mmol/L και 60mmol/L , αντίστοιχα.³ Τέλος, το ενδοκυττάριο υγρό περιέχει στο εσωτερικό του ουσίες όπως είναι η γλυκόζη($0-1\text{mmol/L}$) και πρωτεΐνες(16g/dL).³

Το *εξωκυττάριο υγρό* περιέχει περίπου το ένα τρίτο του συνολικού σωματικού ύδατος και περιλαμβάνει το πλάσμα του αίματος και το διάμεσο υγρό, το οποίο είναι το υγρό που μετακινείται στους μικροσκοπικούς χώρους ανάμεσα στα κύτταρα.^{3,5,7} Το διάμεσο υγρό και το πλάσμα αποτελούν το 16% και 4% του συνολικού βάρους του σώματος, αντίστοιχα.⁶ Το αίμα, που συντίθεται από τον όγκο του πλάσματος και τον όγκο των έμμορφων συστατικών, συνιστά το 7% του βάρους σώματος.⁶ Στο ECF συμπεριλαμβάνεται ακόμη: το διάμεσο υγρό της λέμφου, της σιέλου και το υγρό των ματιών, υγρά που εκκρίνονται από διάφορους αδένες και από το πεπτικό σύστημα, υγρά των νεύρων και του νωτιαίου μυελού και υγρά που εκκρίνονται από το δέρμα και τα νεφρά.^{4,5} Το εξωκυττάριο υγρό αποτελεί ένα σύστημα διανομής, κατά το οποίο εισέρχονται στα κύτταρα θρεπτικά συστατικά(π.χ. γλυκόζη, λιπαρά οξέα, αμινοξέα), οξυγόνο, ποικίλα ιόντα και μεταλλικά ιχνοστοιχεία, καθώς και μια ποικιλία

ρυθμιστικών στοιχείων(ορμόνες), που συντονίζουν τις λειτουργίες κυττάρων σε ευρεία απόσταση μεταξύ τους.^{3,4,6} Επιπρόσθετα, απομακρύνει το CO₂, απορρίμματα, τοξικά προϊόντα ή προϊόντα αποτοξίνωσης από το άμεσο κυτταρικό περιβάλλον.^{3,6}

Το κύριο κατιόν του ECF είναι το νάτριο(Na⁺), ενώ τα ανιόντα που εξισορροπούν το θετικό φορτίο των ιόντων νατρίου είναι τα ιόντα χλωρίου(Cl⁻) και τα διττανθρακικά(HCO₃⁻).³ Συγκεκριμένα, στο εξωκυττάριο υγρό εμπεριέχονται 140mmol/L Na⁺, 4mmol/L K⁺, 2.5mmol/L Ca²⁺(ελεύθερο) και 1.5mmol/L Mg²⁺.³ Ακόμη, στο συγκεκριμένο υδατικό διαμέρισμα συγκεντρώνονται και ανιόντα, όπως είναι το Cl⁻ σε συγκέντρωση 100mmol/L, 27mmol/L HCO₃⁻ και PO₄³⁻ σε ποσότητα 2mmol/L.³ Τέλος, στο εξωκυττάριο υγρό εντοπίζονται γλυκόζη σε ποσότητα 5.5mmol/L, καθώς και 2g/dL πρωτεΐνη.³

Η διακυτταρική κλίση του K⁺ μεταξύ του ενδοκυτταρικού και εξωκυτταρικού διαμερίσματος, που παρατηρείται, επιτυγχάνεται και διατηρείται κυρίως μέσω της αντλίας Na⁺ - K⁺.⁸ Η αντλία Na⁺-K⁺-ATPase είναι ένας ενζυμικός μηχανισμός, ο οποίος βρίσκεται στην κυτταρική μεμβράνη και χρησιμοποιεί ενέργεια για να ανταλλάξει δύο ιόντα K⁺(και ένα ιόν H⁺) από το εξωκυττάριο διαμέρισμα με τρία ιόντα Na⁺ από το ενδοκυττάριο διαμέρισμα, διατηρώντας έτσι την ηλεκτροχημική ισορροπία(δυναμικό ηρεμίας) της κυτταρικής μεμβράνης.⁸ Σε κάθε κύκλο λειτουργίας της αντλίας υδρολύεται ένα μόριο ATP, ενώ μέσω της δραστηριότητας της παρούσας αντλίας τα κύτταρα βρίσκονται σε ωσμωτική ισορροπία και διατηρούν σε φυσιολογικά όρια τον όγκο τους.⁹

Παρά τις διαφορές, που παρατηρούνται στις συγκεντρώσεις των διάφορων διαλυτών ουσιών, η συνολική συγκέντρωσή τους είναι ίδια στο ενδοκυττάριο και εξωκυττάριο υγρό.^{3,4} Η ισορροπία επιτυγχάνεται με την ελεύθερη μετακίνηση του νερού διαμέσου της κυτταρικής μεμβράνης.⁶

1.3. Φυσιολογία κυτταρικής μεμβράνης

Το κύτταρο αποτελεί τη θεμελιώδη δομική και λειτουργική μονάδα ζωής.¹⁰ Η κυτταροπλασματική μεμβράνη έχει ως στόχο την προστασία, οργάνωση και την απομόνωση των συστατικών του κυττάρου από το εξωκυττάριο περιβάλλον, έτσι ώστε να αποτελέσει μοναδιαία οντότητα.¹⁰ Η «ημιδιαπερατή» κυτταρική μεμβράνη διευκολύνει τις διαδικασίες που παρέχουν θρεπτικά στοιχεία στα κύτταρα, χρησιμοποιώντας τη διάχυση, την

ενδοκυττάρωση, την εξωκυττάρωση, καθώς και τους πρωτεϊνικούς μεταφορείς για τη διατήρηση της ομοιόστασης.³

Η κυτταρική μεμβράνη, με πάχος περίπου 8-10nm, αποτελείται κυρίως από ένα διπλό στρώμα λιπιδικών μορίων.¹¹ Τα λιπίδια της διπλοστοιβάδας συγκρατούνται μεταξύ τους με ηλεκτροστατικές δυνάμεις van der Waals προσδίδοντας στο κύτταρο δυναμική ισορροπία, σχήμα, ευκινησία και επιλεκτική διαπερατότητα.¹⁰ Τα μόρια λιπιδίων του στρώματος, είναι κατά κύριο λόγο μόρια φωσφολιπιδίων.¹¹ Εκτός από τα φωσφολιπίδια, αποτελείται και από χοληστερόλη και γλυκολιπίδια, τα οποία είναι υπεύθυνα για την υψηλή διαπερατότητα, που παρουσιάζουν οι κυτταρικές μεμβράνες στις λιποδιαλυτές ουσίες, όπως το διοξείδιο του άνθρακα, το οξυγόνο, τα λιπαρά οξέα και οι στεροειδείς ορμόνες.³ Τα φωσφολιπίδια χαρακτηρίζονται ως αμφίφιλα ή αμφιπαθητικά μόρια και συγκροτούνται από μία υδρόφιλη «κεφαλή», που συνδέεται σε δύο υδρογονανθρακικές αλυσίδες και από μία υδρόφοβη «ουρά».^{10,11} Τα μόρια αυτά όταν βρεθούν σε υδατικό διάλυμα, λόγω της διφασικής τους ιδιότητας, αυτοοργανώνονται και σχηματίζουν μικκύλια, κυστίδια ή διπλές στοιβάδες.¹⁰ Σε κάθε σχηματισμό οι υδρόφιλες «κεφαλές» διατάσσονται προς τα έξω, όπου υπάρχει το νερό(υδρόφιλη περιοχή), ενώ οι υδρόφοβες «ουρές» προς το εσωτερικό(υδρόφοβη ή λιπόφιλη περιοχή).^{3,10}

Η μεμβράνη δεν είναι ομοιογενής και περιέχει διάφορα συστατικά.¹⁰ Το ήμισυ της μάζας των μεμβρανών των κυττάρων απαρτίζεται από πρωτεΐνες.¹⁰ Τα πρωτεϊνικής φύσεως συστατικά στοιχεία των κυτταρικών μεμβρανών περιλαμβάνουν τα συστήματα μεταφοράς, τα ένζυμα, τους υποδοχείς ορμονών, τα αντιγόνα επιφανείας και τους διαύλους ιόντων και ύδατος.³ Οι πρωτεΐνες της κυτταρικής μεμβράνης ανάλογα με τη θέση σύνδεσής τους με τη μεμβράνη αποκαλούνται μονοτοπικές, όταν συνδέονται μόνο με τα λιπίδια της εξωτερικής πλευράς της μεμβράνης.¹⁰ Επίσης, οι πρωτεΐνες μπορεί να βρίσκονται, είτε στην εξωτερική επιφάνεια της μεμβράνης, είτε να αποτελούν ήδη ενσωματωμένες πρωτεΐνες συνδεόμενες με δυνάμεις ηλεκτροστατικές, van der Walls ή άλλες μη ομοιοπολικές δυνάμεις.¹⁰ Τέλος, τα πρωτεϊνικά μόρια δύνανται να διαπερνούν όλο το πάχος της μεμβράνης(διαμεμβρανικές πρωτεΐνες), τα οποία ονομάζονται πολυτοπικά.¹⁰

Ο ρόλος των πρωτεϊνών είναι να επιτρέπουν τη διέλευση αρκετών μορίων και ιόντων επιλεκτικά, καθιστώντας την κυτταρική μεμβράνη «ημιδιαπερατή».¹¹ Η διέλευση των ιόντων αποτελεί μέρος της λειτουργίας των πρωτεϊνών της κυτταρικής μεμβράνης, όπου μέσω διάφορων μηχανισμών επιτρέπεται σε ιόντα ακολουθούμενα από μόρια νερού να εισέλθουν

στον ενδοκυττάριο χώρο μέσα από ειδικά κανάλια ή αλλιώς διόδους, που οι ίδιες οι πρωτεΐνες δημιουργούν λόγω τη στερεοτακτικής τους δομής.¹¹ Οι δίοδοι ελέγχονται, είτε από το επίπεδο τάσης, που υπάρχει μεταξύ ενδοκυττάριου και εξωκυττάριου χώρου, οπότε ονομάζονται ηλεκτρικά ελεγχόμενες δίοδοι, είτε από την παρουσία κάποιων μορίων στο ICF και ECF, οπότε και ονομάζονται χημικά ελεγχόμενες δίοδοι.¹¹ Η διαπερατότητα ενός διαύλου ιόντων, επιπρόσθετα, εξαρτάται από το μέγεθος, την έκταση της ενυδάτωσης και τον βαθμό πυκνότητας φορτίου του εκάστοτε ιόντος.³ Έχουν αναγνωριστεί ειδικοί διάυλοι για το Na⁺, το K⁺, το Ca²⁺ και το Cl⁻.³ Οι φορείς και οι διάυλοι, περιλαμβάνουν και τους μεταφορείς, οι οποίοι είναι πρωτεΐνες μεταφοράς της μεμβράνης και αναγνωρίζουν ειδικά μόρια, όπως είναι αυτά της φρουκτόζης.³ Οι συµμεταφορείς, είναι ειδικές πρωτεΐνες, οι οποίες μεταφέρουν ένα ή περισσότερα κατιόντα προς την πλευρά όπου η ουσία βρίσκεται σε χαμηλότερη συγκέντρωση από κάποιο άλλο μόριο, ιόν, σάκχαρο ή αμινοξύ.¹⁰ Τέλος, οι αντιμεταφορείς είναι επίσης πρωτεϊνικά μόρια, τα οποία μεταφέρουν ένα ιόν προς την πλευρά με τη χαμηλότερη συγκέντρωση, ενώ μια άλλη ουσία μεταφέρεται προς την αντίθετη κατεύθυνση, στοχεύοντας τη διατήρηση της διαφοράς δυναμικού και κατά συνέπεια της κατάστασης «ηρεμίας» του κυττάρου.¹¹

Η μεταφορά ουσιών διαμέσου των κυτταρικών μεμβρανών διαφοροποιείται με βασικό γνώµονα την πηγή ενέργειας, που παρέχεται κάθε φορά.³ Η πρωτογενής ενεργητική μεταφορά απαιτεί την άµεση προσφορά μεταβολικής ενέργειας, ενώ η δευτερογενής την έµµεση προσφορά ενέργειας.³ Η απλή διάχυση αποτελεί τον µοναδικό τρόπο μεταφοράς, που διενεργείται χωρίς τη µεσολάβηση κάποιου πρωτεϊνικού φορέα, ενώ η διευκολυνόµενη διάχυση, η πρωτογενής και η δευτερογενής ενεργητική μεταφορά χρησιμοποιούν παρεµβαλλόµενες στη µεµβράνη πρωτεΐνες, µεσολαβώντας οι ίδιες ως φορείς.^{3,4} Οι έννοιες της απλής και διευκολυνόµενης διάχυσης θα αναλυθούν εκτενώς στο επόµενο κεφάλαιο.

1.4. Τύποι μεταφοράς ουσιών και ρύθμισης των υγρών του σώματος

1.4.1. Διάχυση

Η κινητικότητα των μορίων ανάµεσα στον ενδοκυττάριο και εξωκυττάριο χώρο αποτελεί ένα θεµελιώδες χαρακτηριστικό των βιολογικών διεργασιών του ανθρώπινου οργανισµού.¹² Το φαινόµενο της διάχυσης παίζει καίριο ρόλο σε πολλές βιολογικές διαδικασίες,

συμπεριλαμβανομένου της μετάδοσης σημάτων και επικοινωνίας του κυττάρου με το εξωτερικό του περιβάλλον, της διακυτταρικής οργάνωσης, καθώς και των μηχανισμών μεταφοράς.¹³ Μία μέθοδος-κλειδί της διερεύνησης της πολυπλοκότητας του περιβάλλοντος του κυττάρου, συνιστά η παρακολούθηση της λειτουργίας της διάχυσης σε μεμονωμένα μόρια και στα διαμεμβρανιακά κυτταρικά συγκροτήματα.¹²

Η διάχυση λαμβάνει χώρα κατά την κίνηση μορίων από μία περιοχή με υψηλή συγκέντρωση προς μία περιοχή με χαμηλότερη.⁴ Η διάχυση εξαρτάται από το μέγεθος των μορίων, το ηλεκτρικό φορτίο και την κλίση της πίεσης.⁴ Μια αυξανόμενη κλίση της πίεσης αντιστέκεται στη μετακίνηση στοιχείων σε μια περιοχή με υψηλή πίεση και φιλτράρει τα ιόντα από την περιοχή με υψηλή πίεση προς στην περιοχή με τη χαμηλότερη.⁴ Η κλίση της πίεσης καθορίζεται από παράγοντες, όπως είναι για παράδειγμα η πίεση του αίματος εντός των αρτηριολίων και των περιβαλλόντων ιστών.⁴ Τα ηλεκτρικά φορτία ενδείκνυται, ακόμη, να ισορροπούν ανάμεσα στα αρνητικά και τα θετικά ιόντα ή να μετακινούνται από μια περιοχή υψηλής συγκέντρωσης προς μια περιοχή χαμηλότερης.⁴ Η διάχυση εκτιμάται ως είναι απλή ή ως διευκολυνόμενη (δηλ. να προκληθεί).⁴

Η *απλή διάχυση*, είναι η παθητική ροή μια διαλυμένης ουσίας από την υψηλότερη προς τη χαμηλότερη συγκέντρωση εξαιτίας της θερμικής κίνησης.^{3,12} Η παθητική μεταφορά πραγματοποιείται πάντα κατά την ηλεκτροχημική βαθμίδωση προς την ισορροπία χωρίς καμία προσφορά και κατανάλωση ενέργειας.³ Αυτή η μετακίνηση, περιγράφεται από τον νόμο του Fick, όπου $J = D \cdot A \cdot (1/x) \cdot (C_1 - C_2)$.¹⁴ Το J αναφέρεται στην καθαρή ροή, το D είναι ο συντελεστής διάχυσης, το A συμβολίζει την επιφάνεια της μεμβράνης, το x αφορά το πάχος της μεμβράνης, ενώ η διαφορά $(C_1 - C_2)$ αντιπροσωπεύει τις συγκεντρώσεις της διαλυμένης ουσίας εντός του ενδοκυττάρου και εξωκυττάρου χώρου.¹⁴ Συνεπώς, καθώς η διαφορά συγκέντρωσης αυξάνεται, ο ρυθμός διάχυσης από το διαμέρισμα με την υψηλή συγκέντρωση προς το διαμέρισμα με τη χαμηλότερη θα αυξηθεί.¹⁴ Ένας επιπλέον παράγοντας, που επηρεάζει την απλή ή αλλιώς ονομαζόμενη καθαρή διάχυση είναι η αυξημένη θερμοκρασία, η οποία αυξάνει τη συχνότητα των συγκρούσεων μεταξύ εξωτερικών σωματιδίων και μεμβράνης.³

Η *διευκολυνόμενη διάχυση*, είναι η παθητική μεταφορά μιας διαλυμένης ουσίας από υψηλότερη προς χαμηλότερη συγκέντρωση διαμεσολαβούμενη από μια ειδική πρωτεΐνη-μεταφορέα.³ Η διευκολυνόμενη διάχυση, εκτός από ειδικές πρωτεΐνες, οι οποίες εμπλέκονται και στην ενεργητική μεταφορά, χρησιμοποιεί επιπλέον διαύλους ιόντων.³ Οι δίαυλοι ιόντων

σχηματίζουν πόρους εντός των κυτταρικών μεμβρανών, συμμετέχουν μόνο στην παθητική μεταφορά και η ταχύτητα μεταφοράς των μορίων υπολογίζεται αρκετά μεγαλύτερη από εκείνη των μεταφορέων.³ Χαρακτηριστικά της μεταφοράς με τη μεσολάβηση φορέων αποτελούν ο κορεσμός, η στερεοειδικότητα και ο ανταγωνισμός.³ Ο κορεσμός αφορά πρωτεϊνικούς φορείς με περιορισμένο αριθμός θέσεων σύνδεσης για τη διαλυτή ουσία που μεταφέρουν(καθώς η διευκολυνόμενη διάχυση εξαρτάται από το μέγιστο ρυθμό πρόσληψης).³ Εν συνεχεία, κατά τη διευκολυνόμενη διάχυση γίνεται διάκριση δύο ή περισσότερων ισομερών μορίων, όπως είναι για παράδειγμα τα ισομερή γλυκόζης, καθώς ο μεσολαβών πρωτεϊνικός φορέας παρουσιάζει στερεοειδικότητα στις θέσεις σύνδεσής του με τη διαλυτή ουσία.³ Ο ανταγωνισμός αναφέρεται στη σύνδεση μορίων με διαφορετικές διαλυτές ουσίες, οι οποίες εμφανίζουν παρόμοια χημικά χαρακτηριστικά και στερεοειδικότητα.³

1.4.2. Ενεργητική μεταφορά

Ενεργητική ή ενεργώς μεταφορά, ονομάζεται ο τύπος της μεταφοράς, που πραγματοποιείται αντίθετα προς το ηλεκτροχημικό δυναμικό, δηλαδή από μικρότερες προς μεγαλύτερες συγκεντρώσεις και οδηγεί σε συσσώρευση του μεταφερόμενου στη μία πλευρά της μεμβράνης(συνήθως στο εσωτερικό του κυττάρου).⁹ Η ενεργητική μεταφορά απαιτεί ενέργεια για να επιτευχθεί, και επομένως, η μεταβολή της ελεύθερης ενέργειας του συστήματος στη διάρκεια της μεταφοράς αυτής είναι θετική.⁹ Η απαιτούμενη ενέργεια μπορεί να καλυφθεί από κυτταρικές πηγές π.χ. από την υδρόλυση του ATP.⁹ Το ATP περιέχει δύο φωσφορικές ομάδες υψηλής ενέργειας και είναι ικανό να δρα, ώστε να σχηματιστούν οι χημικές ενώσεις.¹⁵ Το ATP παράγεται μέσω τριών κύριων διαδικασιών: την οξειδωτική φωσφορυλίωση, τον κύκλο του κιτρικού οξέος και τη γλυκόλυση.¹⁵ Ενεργητική μεταφορά εντοπίζεται σε δύο κύριους τύπους: την πρωτογενή ενεργητική μεταφορά και τη δευτερογενή ενεργητική μεταφορά.⁹ Τόσο στην πρωτογενή, όσο και στη δευτερογενή ενεργητική μεταφορά, το μεταφερόμενο μόριο ή ιόν δεν μεταβάλλεται χημικά.⁹

Η πρωτογενής ενεργητική μεταφορά, χρησιμοποιεί για τη μεταφορά των μορίων και των ιόντων ενέργεια, η οποία προέρχεται από την υδρόλυση του ATP, τη ροή ηλεκτρονίων ή/και τη φωτεινή ακτινοβολία.⁹ Το Na⁺ και το K⁺ μεταφέρονται με πρωτογενή τύπο μεταφοράς

μέσω του συστήματος αντλίας Na^+/K^+ ΑΤΡάσης, ενώ το Ca^{2+} με τον ίδιο τύπο μεταφοράς μέσω της αντλίας Ca^{2+} ΑΤΡ.⁹ Ένα επιπλέον παράδειγμα πρωτογενούς ενεργητικής μεταφοράς αποτελεί η μεταφορά των κατιόντων H^+ και K^+ με το σύστημα H^+/K^+ ΑΤΡάση.⁹

Κατά τη δευτερογενή ενεργητική μεταφορά, η ενέργεια καταναλώνεται για τη δημιουργία και τη διατήρηση βαθμιδώσεων συγκέντρωσης ιόντων στις μεμβράνες, οι οποίες χρησιμοποιούνται δευτερογενώς για τη μεταφορά μορίων μέσω των μεμβρανών.⁹ Καθώς η ενέργεια δεν καταναλώνεται άμεσα, οι δευτερογενείς ενεργητικοί μεταφορείς χρησιμοποιούν μια διαφορά της συγκέντρωσης(συνήθως για το Na^+) που προκύπτει από πρωτογενείς ενεργητικούς μεταφορείς για να μετακινήσουν μια άλλη ουσία στην ίδια κατεύθυνση(συμμεταφορά), σε αντίθετη κατεύθυνση(αντιμεταφορά) ή αντίθετα με τη διαφορά συγκέντρωσης του ιόντος.⁹ Χαρακτηριστικά παραδείγματα συστημάτων ενεργητικής δευτερογενούς μεταφοράς είναι η μεταφορά γλυκόζης με συμμεταφορά Na^+ και η μεταφορά λακτόζης με συμμεταφορά H^+ .⁹

1.4.3. Ωσμωση

Η διάχυση του νερού μέσω της διαπερατής μεμβράνης ονομάζεται ώσμωση.^{16,17} Η ώσμωση αποτελεί ένα βιοφυσικό φαινόμενο, το οποίο εμφανίζεται στα βιολογικά συστήματα, ενώ τα υγρά των κυτταρικών διαμερισμάτων διαχωρίζονται από ημιδιαπερατές μεμβράνες.¹⁸ Η ώσμωση περιγράφει τη διάχυση του διαλυτικού μέσου(νερό) μέσω της κυτταρικής ημιδιαπερατής μεμβράνης.¹⁸ Η ταχύτητα διάχυσης των μορίων του διαλύτη οφείλεται στη διαφορά συγκέντρωσης των διαλυτών ουσιών εκατέρωθεν των ενδοκυττάρων και εξωκυττάρων διαμερισμάτων.¹⁸ Το νερό σταδιακά διασχίζει τη μεμβράνη από το διαμέρισμα με τη χαμηλότερη συγκέντρωση και κατευθύνεται προς στο διαμέρισμα με την υψηλότερη συγκέντρωση διαλυμένων ουσιών.¹⁷ Το φαινόμενο της ώσμωσης διαρκεί μέχρι να εξισωθούν οι συγκεντρώσεις των διαλυμάτων από τις δύο πλευρές της μεμβράνης, δηλαδή μέχρι να γίνει $C_1=C_2$, όπου C_1 και C_2 οι νέες συγκεντρώσεις όταν σταματήσει η ώσμωση.¹⁶ Στο σημείο αυτό, αποκαθίσταται δυναμική ισορροπία, δηλαδή ίδιος αριθμός μορίων διαλύτη περνά μέσα από την ημιδιαπερατή μεμβράνη στη μεμβράνη μονάδα του χρόνου και προς τις δύο κατευθύνσεις($U_1=U_2$).¹⁶

Η ωσμωτική πίεση είναι η πίεση, που πρέπει να ασκηθεί εξωτερικά στο διάλυμα, για να σταματήσει το φαινόμενο της ώσμωσης.¹⁶ Η διαφορά στην ωσμωτική πίεση προκαλεί τη μετακίνηση του νερού, δηλαδή την ώσμωση.^{16,17} Η ωσμωτική πίεση του αίματος στους 0°C είναι 6,74Atm και οφείλεται κατά κύριο λόγο στα διάφορα ανόργανα άλατα, που βρίσκονται στο πλάσμα, όπως είναι το χλωριούχο νάτριο.¹⁶ Μεταξύ δύο διαλυμάτων, ισοτονικά ονομάζονται τα διαλύματα που έχουν την ίδια τιμή ωσμωτικής πίεσης.¹⁶ Υποτονικό, ονομάζεται το διάλυμα που έχει τη μικρότερη τιμή ωσμωτικής πίεσης(<280 mOsm/L), ενώ υπερτονικό, ονομάζεται το διάλυμα που έχει τη μεγαλύτερη τιμή ωσμωτικής πίεσης(>310 mOsm/L).¹⁶

1.5. Ηλεκτρολύτες

1.5.1. Ο ρόλος των ηλεκτρολυτών στον οργανισμό

Οι ηλεκτρολύτες είναι απαραίτητοι για μία από τις βασικές λειτουργίες της ζωής, τη διατήρηση της ηλεκτρικής ουδετερότητας στα κύτταρα.¹⁹ Ως ηλεκτρολύτες, ορίζονται τα άτομα ρευστοποιημένων αλάτων τα οποία εντοπίζονται στον οργανισμό διαλυμένα στα υγρά του σώματος, άλλοτε ως θετικά και άλλοτε ως αρνητικά φορτισμένα ιόντα.¹⁹ Οι σπουδαιότεροι ηλεκτρολύτες, που απαντώνται στον οργανισμό συχνότερα είναι: το νάτριο (Na), το κάλιο (K), το χλώριο (Cl), το ασβέστιο (Ca), το μαγνήσιο (Mg) και ο φώσφορος (PO₄).¹⁹ Η διατήρηση της ισορροπίας υγρών και ηλεκτρολυτών κρίνεται απαραίτητη για την ορθή και απρόσκοπτη λειτουργία του ανθρώπινου οργανισμού, καθώς η αφυδάτωση και η υπερφόρτωση υγρών και κατ' επέκταση ηλεκτρολυτών, που μπορεί να προκύψει, σχετίζονται με την απορρύθμιση της ευστάθειας και ευρυθμίας του οργανισμού, καθώς και με μεγάλη αύξηση των πιθανοτήτων εμφάνισης νοσηρότητας και θνησιμότητας.²⁰

Ο βασικός ρόλος των ηλεκτρολυτών αποτελεί η ενδυνάμωση και η διαρκής δραστηριότητα των σωματικών βιολογικών λειτουργιών.²⁰ Γενικά, τα μόρια αυτά αποτελούν ακρογωνιαίο λίθο και η συμβολή τους είναι καθοριστική, τόσο σε δομικό, όσο και σε λειτουργικό επίπεδο, από την μικρότερη μονάδα ζωής(το κύτταρο) έως την ομαλή λειτουργία ολόκληρου του οργανισμού.²⁰

Το *νάτριο* είναι το πρωταρχικό κατιόν, το οποίο συναντάται σε μεγαλύτερες ποσότητες στον εξωκυττάριο χώρο και συντελεί στη ρύθμιση του ισοζυγίου του νερού.⁴ Καθοριστικό ρόλο διαδραματίζει, επίσης, στη διατήρηση της ωσμωτικότητας του ορού, καθώς σε

αυξημένα επίπεδα(ωσμωτικότητας) ενεργοποιεί την παραγωγή αντιδιουρητικής ορμόνης στον υποθάλαμο του εγκεφάλου, η οποία δρα στα σωληνάρια των νεφρών προκαλώντας επαναπορρόφηση νερού για να μειώσει την παραγωγή ούρων.²¹ Το νάτριο, μαζί με άλλους ηλεκτρολύτες, είναι ωφέλιμο στον υπολογισμό του κενού ανιόντων στον ορό(anion gap), το οποίο αποτελεί δείκτη ενδεχόμενης διαταραχής της οξεοβασικής ισορροπίας του οργανισμού.²² Η νευρομυϊκή διεγερσιμότητα, είναι μία επιπλέον βασική λειτουργία του οργανισμού, όπου συμμετέχει καθοριστικά το νάτριο.²² Ειδικότερα, η διαφορά των συγκεντρώσεων νατρίου, καλίου και χλωρίου στο εσωτερικό και εξωτερικό περιβάλλον της κυτταροπλασματικής μεμβράνης των νευρικών και μυϊκών κυττάρων, αποτελεί το δυναμικό ηρεμίας.²² Τα ερεθίσματα του περιβάλλοντος, που δέχεται ο οργανισμός ονομάζονται νευρικές ώσεις και ουσιαστικά δημιουργούν ένα «κύμα» ηλεκτρικής ενέργειας, το οποίο διαταράσσει το δυναμικό ηρεμίας της μεμβράνης, με σκοπό την απελευθέρωση νευροδιαβιβαστών και τη μεταφορά της νευρικής ώσης προς επεξεργασία στα όργανα του ΚΝΣ(τον εγκέφαλο και τον νωτιαίο μυελό).²³ Επιπρόσθετα, η αντλία Na/K-ATP αποτελεί βασικό παράγοντα για την εύρυθμη συσταλτικότητα του μυοκαρδίου, συμμετέχοντας στην ρύθμιση της ισορροπίας κατά μήκος την κυτταρικής μεμβράνης των κυττάρων του.²⁴

Το κάλιο είναι το κατιόν ,που επικρατεί στο ICF.⁸ Κατανέμεται στο ενδοκυττάριο υγρό σε ποσοστό 98%, ενώ το υπόλοιπο 2% διαχέεται στο εξωκυττάριο υγρό.⁸ Η φυσιολογική αυτή κατανομή του καλίου είναι ζωτικής σημασίας, καθώς η υψηλή ενδοκυττάρια συγκέντρωσή του συμβάλει σημαντικά ως έναυσμα στη λειτουργία διάφορων ενζύμων και συμμετέχει σε βιολογικές λειτουργίες του κυττάρου, λόγω χάριν στη σύνθεση πρωτεϊνών και στη διατήρηση του κυτταρικού όγκου και της οξεοβασικής ισορροπίας.⁸ Αξίζει να σημειωθεί, ότι στην αντλία Na/K, που έχει προαναφερθεί, το κάλιο κατέχει εξίσου σημαντικό ρόλο με το νάτριο στη μεταβίβαση των νευρικών ώσεων κατά μήκος της κυτταρικής μεμβράνης των κυττάρων.⁸ Επιπλέον, το κάλιο επηρεάζει σημαντικά τον έλεγχο της γλυκόζης στο αίμα συμμετέχοντας στην έκκριση παγκρεατικής ινσουλίνης.⁸ Έχει αποδειχθεί ότι άτομα με υψηλότερα επίπεδα ινσουλίνης στον ορό του αίματος είχαν χαμηλότερη ινσουλίνη νηστείας, σε σχέση με άτομα με χαμηλότερη συγκέντρωση καλίου.²⁵ Παρατηρείται, έτσι λοιπόν, πως μια αύξηση στην πρόσληψη καλίου θα μπορούσε να βελτιώσει εμφανώς τη λειτουργία του ενδοθηλίου της καρδιάς και να επιτευχθεί αρτηριακή συμμόρφωση σε υπερτασικούς ασθενείς.²⁵ Ιδιαίτερη σημασία για το αγγειακό σύστημα και την αρτηριακή πίεση, αφού έχει γίνει όλο και περισσότερο αποδεκτό ότι μια δίαιτα με πλούσια πρόσληψη καλίου οδηγεί σε μειωμένη πίεση στο αίμα.²⁵

Το ασβέστιο είναι το δισθενές κατιόν που απαντάται στην μεγαλύτερη συγκέντρωσή του στον εξωκυττάριο χώρο και λιγότερη στον ενδοκυττάριο.²⁶ Το Ca εμπλέκεται σε πολλές σημαντικές νευρωνικές διεργασίες, συμβάλλοντας για παράδειγμα στη μεταβολή του διαμεμβρανικού ηλεκτρικού δυναμικού(ρυθμιστικός παράγοντας της νευρομυϊκής διεγερσιμότητας).²⁶ Εκτός από την διέγερση, το ασβέστιο παίρνει μέρος και στους μηχανισμούς σύσπασης των μυών αλληλεπιδρώντας με τις βασικές πρωτεΐνες τους – ακτίνη και μυοσίνη.²⁷ Ακόμη, στο μυοκάρδιο το ενδοκυττάριο ασβέστιο είναι σημαντικό όχι μόνο στην υψηλή συγκέντρωσή του κατά τη συστολή της καρδιάς, αλλά και στη γρήγορη επαναφορά του σε χαμηλά επίπεδα, έτσι ώστε η καρδιά να συγκεντρώσει μεγάλη ποσότητα αίματος για την ομαλή λειτουργία της.²⁸ Επιπλέον, εξαιρετικά χρήσιμη είναι η λειτουργία του ασβεστίου ως έναυσμα για την πυροδότηση παραγωγής ορμονών αλλά και ως εναρκτήριο δύναμη στην ενεργοποίηση των αντιαιμορροφιλικών παραγόντων κατά την διαδικασία της ενδογενούς οδού της πήξης του αίματος.²⁹ Τελευταίο αλλά εξίσου σημαντικό είναι, ότι το ασβέστιο συντελεί βασικό δομικό στοιχείο στην κατασκευή των δοντιών και των οστών του οργανισμού.²⁶

Το *ιόν μαγνησίου* είναι ένα από τα αφθονότερα βασικά στοιχεία των κυττάρων.³⁰ Είναι θεμελιώδες συστατικό των οστών μαζί με το ασβέστιο και σε συνδυασμό με τους υπόλοιπους ηλεκτρολύτες παίζει καθοριστικό ρόλο σε κυτταρικές διεργασίες, όπως ο κυτταρικός πολλαπλασιασμός και η μεταγωγή ηλεκτρικών σημάτων.³⁰ Έχει παρατηρηθεί, ότι υπάρχουν περίπου 300 ενζυμικές αντιδράσεις στις οποίες μεσολαβεί το μαγνήσιο και η μεταβολή της συγκέντρωσής του στον ICF εκτιμάται, πως ρυθμίζει τον μεταβολισμό των κυττάρων.³⁰ Η αλληλεπίδραση του μαγνησίου με το ασβέστιο επηρεάζει λειτουργίες, όπως είναι η ρύθμιση του μεταβολισμού της γλυκόζης στα κύτταρα και η έκκριση ινσουλίνης στον οργανισμό.³⁰ Επιπλέον, το μαγνήσιο αποτελεί συμπάραγοντα σε διεργασίες παραδείγματος χάριν του μεταβολισμού των λιπιδίων, των πρωτεϊνών και ως δομικό στοιχείο των νουκλεϊκών οξέων.³¹ Μία επιπρόσθετη βασική δραστηριότητα του μαγνησίου είναι η συμβολή του στη σύσταση και ομαλή ανάπτυξη των λεμφοκυττάρων.³¹

Ο *φώσφορος*, στην συντριπτική πλειονότητά του βρίσκεται αποθηκευμένος στα κόκκαλα και στα δόντια - όπως ακριβώς και το ασβέστιο – ενώ το υπόλοιπο ποσό διαχέεται στο ενδοκυττάριο υγρό και το αίμα.³² Αποτελεί συστατικό στοιχείο των νουκλεϊκών οξέων, των νουκλεοτιδίων και των φωσφολιπιδίων.³² Ιδιαίτερα σημαντική θεωρείται η παρουσία του φωσφόρου στα μόρια τριφωσφορικής, διφωσφορικής και μονοφωσφορικής αδενοσίνης, δηλαδή της βασικής ενεργειακής πηγής του σώματος.³² Επίσης, ο φώσφορος εντοπίζεται στα

ερυθρά αιμοσφαίρια – ως 2,3διφωσφογλυκερίνη – ορμόνη, η οποία αυξάνει τα επίπεδα του οξυγόνου, που προσλαμβάνονται από τα ερυθροκύτταρα.⁴

Το χλώριο είναι το κύριο ανιόν του εξωκυτταρίου υγρού και συνδέεται με το νάτριο έχοντας ως αποτέλεσμα τη δημιουργία της ηλεκτρικής ουδετερότητας στο σώμα.⁴ Θεωρείται απαραίτητος ηλεκτρολύτης για την απορρόφηση του διηθημένου νατρίου στα σωληνάρια των εξωκυτταρικών χώρων του σώματος και κατά συνέπεια για τη διατήρηση της αρτηριακής πίεσης στο αίμα.⁴ Παρότι το χλώριο δεν έχει συμπεριληφθεί σε πολλές μελέτες σε σχέση με τους άλλους ηλεκτρολύτες, έχει ερευνηθεί και αποδειχθεί ότι αποτελεί ανεξάρτητο δείκτη οξείας συγκοπτικής κρίσης.³³ Μία επιπλέον λειτουργία του χλωρίου τυγχάνει η σύνθεση του υδροχλωρικού οξέος.³³ Για την δημιουργία του συνδέεται με ιόντα υδρογόνου και συμβάλλει στην πέψη της τροφής και την απορρόφηση των θρεπτικών συστατικών από το γαστρεντερικό σωλήνα.⁴

1.5.2. Ηλεκτρολυτική σύσταση και φυσιολογικές τιμές στο αίμα

Εργαστηριακά οι ηλεκτρολύτες μετρώνται στο πλάσμα, στον ορό αίματος, στο πλήρες αίμα ακόμα και στα ούρα. Ωστόσο, οι συγκεντρώσεις στα ούρα ποικίλλουν. Συνεπώς, οι τιμές των ηλεκτρολυτών στον οργανισμό είναι καθορισμένες με βάση τις υπολογισμένες συγκεντρώσεις τους στο αίμα.³⁴

Πίνακας 1.1. Εργαστηριακές τιμές σε υγιείς ενήλικες.³⁵

ΙΟΝΤΑ	ΕΞΩΚΥΤΤΑΡΙΟ ΥΓΡΟ			ΕΝΔΟΚΥΤΤΑΡΙΟ ΥΓΡΟ
	ΠΛΑΣΜΑ	ΟΡΟΣ	ΛΙΑΜΕΣΟ	
ΚΑΤΙΟΝΤΑ				
Na ⁺	142	133-146	145	10
K ⁺	4	3.5-4.5	4	160
Ca ⁺⁺	5	2.25-2.75	5	2
Mg ⁺⁺	2	0.7-1	2	26
Σύνολο	153		156	198
ΑΝΙΟΝΤΑ				
Cl ⁻	101	96-106	114	3
HCO ₃ ⁻	27	23-29	31	10
Πρωτεΐνες	16	60-80	1	65
HPO ₄ ⁻	2	1.0-1.5	2	100
SPO ₄ ⁻	1		1	20
Οργανικά οξέα	6		7	-
Σύνολο	153		156	198

Πίνακας 1.2. Ηλεκτρολυτική σύσταση σωματικών υγρών(mEq/L).³

ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΗΣ	ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΗ ΤΙΜΗ ΣΤΟ ΑΙΜΑ
Κάλιο (K ⁺)	3.5 – 5 mmol/L
Νάτριο (Na ⁺)	135 – 145 mmol/L
Ασβέστιο (Ca ²⁺)	2 – 2.6 mmol/L
Μαγνήσιο (Mg ²⁺)	1.5 – 2 mmol/L
Φώσφορος (HPO ₄ ⁻)	1 – 1.5 mmol/L
Χλώριο (Cl ⁻)	95 – 105 mmol/L

1.5.3. Ηλεκτρολυτικές διαταραχές

I. Νάτριο

Η συγκέντρωση του Na στον οργανισμό μπορεί να μεταβληθεί κάτω από ορισμένες συνθήκες.³⁶ Μειώνεται ταχέως, εάν η ποσότητα νερού που θα καταποθεί ή θα εγχυθεί υπερβαίνει την ικανότητα απέκκρισής του από τους νεφρούς και αντίθετα, αυξάνεται με την κατάποση ή έγχυση μεγάλων ποσοτήτων συμπυκνωμένου άλατος.³⁶

Η *υπονατριαιμία* (συγκέντρωση Na < 135 mmol/L) είναι μια συνήθης διαταραχή του υδατικού ισοζυγίου.³⁷ Δεν αποτελεί ασθένεια αλλά πιθανότατα μια παθοφυσιολογική διαδικασία, που υποδηλώνει διαταραγμένη ομοιόσταση νερού.³⁷ Στις συχνότερες αιτίες υπονατριαιμίας συγκαταλέγονται η χρήση διουρητικών, η πολυδιψία, η επινεφριδιακή ανεπάρκεια, η υποογκαιμία, η καρδιακή ανεπάρκεια και η κίρρωση του ήπατος.³⁷ Η διαταραχή αυτή διακρίνεται σε οξεία, αν τα συμπτώματα εμφανιστούν σε λιγότερο από 48 ώρες, ενώ μετά τις 48 ώρες θεωρείται χρόνια.³⁷ Τα συμπτώματα της οξείας υπονατριαιμίας είναι μεταξύ άλλων, νευρολογικά (που προκύπτουν από εγκεφαλικό οίδημα, το οποίο προκαλείται από την κίνηση του νερού στον εγκέφαλο) και περιλαμβάνουν επιληπτικές κρίσεις, μειωμένη ψυχική κατάσταση ή κόμα και σε τελικό στάδιο τον θάνατο.³⁷ Από την άλλη πλευρά στη χρόνια υπονατριαιμία παρατηρείται ναυτία, έμετος, απώλεια όρεξης, ενώ στους ηλικιωμένους μπορεί να εκδηλωθεί με συχνές πτώσεις και διαταραχή βάδισης.³⁸ Ανεξάρτητα από το εάν πρόκειται για οξεία ή χρόνια υπονατριαιμία, ακολουθείται ένας κοινός αλγόριθμος για την αρχική αντιμετώπισή της.³⁸ Ειδικότερα:

α) Συστήνεται άμεση ενδοφλέβια έγχυση 150 mL υπέρτονου ορού NaCl 3% ή ισοδύναμου διαλύματος σε χρονικό διάστημα 20 λεπτών.³⁹

β) Προτείνεται έλεγχος της συγκέντρωσης νατρίου ορού μετά από 20 λεπτά και επαναληπτική έγχυση 150 mL υπέρτονου ορού NaCl 3% ή ισοδύναμου διαλύματος για τα επόμενα 20 λεπτά.³⁹

γ) Προτείνεται επανάληψη των ανωτέρω δύο συστάσεων δύο φορές ή μέχρις ότου επιτευχθεί ο στόχος της αύξησης της συγκέντρωσης νατρίου στον ορό κατά 5 mmol/L.³⁹

Η *υπερνατριαιμία*, είναι η ηλεκτρολυτική διαταραχή κατά την οποία το νάτριο του πλάσματος υπερβαίνει τα 145mmol/L.⁴⁰ Προκαλεί υπερτονικότητα, η οποία στη συνέχεια μέσω υποθαλαμικών ωσμωϋποδοχέων διεγείρει την έκκριση της ορμόνης ADH (υπεύθυνη για το αίσθημα δίψας).⁴⁰ Κύριες αιτίες της υπερνατριαιμίας είναι η αφυδάτωση από εγκαύματα, η ταχύπνοια, η υπερθερμία, ο υψηλός πυρετός και η θερμοπληξία.⁴⁰ Αυτή η ηλεκτρολυτική διαταραχή συνοδεύεται με αίσθημα δίψας, ναυτία και ανορεξία.⁴⁰ Οι περισσότερες μορφές υπερνατριαιμίας οφείλονται σε απώλεια ύδατος, γι' αυτό το λόγο αντιμετωπίζονται με:

α) Χορήγηση ύδατος εντερικά ή με υπότονα διαλύματα χλωριούχου νατρίου 0,2% και 0,45%.⁴⁰

β) Σε περιπτώσεις που συνυπάρχει μαζί με την απώλεια ύδατος και απώλεια Na⁺, (όπως σε εμέτους και διάρροια) συνιστάται χορήγηση υπότονων διαλυμάτων χλωριούχου νατρίου.⁴⁰

γ) Σε ασθενείς με αιμοδυναμική αστάθεια, αν η αιτία της υπερνατριαιμίας είναι ο κεντρικός άποιος διαβήτης, χορηγείται δεσμοπρεσίνη, ένα ανάλογο της ADH.⁴⁰

II. Κάλιο

Η περιεκτικότητα σε κάλιο στον οργανισμό καθορίζεται από αλλαγές στην απέκκρισή του από τους νεφρούς αλλά και από τα επίπεδα πρόσληψής του.⁴¹

Η *υποκαλιαιμία* παρουσιάζεται όταν τα επίπεδα καλίου στον ορό είναι χαμηλότερα από 3,5 mmol/L.⁴¹ Η υποκαλιαιμία αποτελεί κοινή ηλεκτρολυτική διαταραχή, ειδικά σε ασθενείς οι οποίοι νοσηλεύονται.⁴¹ Συνήθως προκύπτει από αυξημένη απέκκριση καλίου ή ενδοκυτταρική μετατόπιση και λιγότερο συχνά από μειωμένη πρόσληψη καλίου.⁴¹

Υπερβολική απέκκριση καλίου στα ούρα μπορεί να προκύψει από τη χρήση διουρητικών φαρμάκων, ενδοκρινικές παθήσεις όπως ο πρωτοπαθής υπεραλδοστερονισμός, νεφρικές διαταραχές και γενετικά σύνδρομα, που επηρεάζουν το νεφρική λειτουργία.⁴² Όσον αφορά τις

απώλειες από τον γαστρεντερικό σωλήνα συνήθως οφείλονται σε παρατεταμένη διάρροια ή έμετο, χρόνια καθαρτική κατάχρηση ή εντερική απόφραξη.⁴² Σύμφωνα με τη σοβαρότητα της διαταραχής, τα συμπτώματα ποικίλλουν από ήπιες έως σοβαρές καρδιακές αρρυθμίες, κράμπες στα πόδια, αδυναμία, πάρεση ή ανοδική παράλυση.⁴² Η θεραπεία της υποκαλιαιμίας βασίζεται στη χορήγηση καλίου, είτε από το στόμα, είτε παρεντερικά.⁴⁰ Η διόρθωση αυτής της ηλεκτρολυτικής διαταραχής πρέπει να γίνεται προσεκτικά και με συνεχές monitoring, ώστε να αποφευχθεί η δυνητικά θανατηφόρα υπερκαλιαιμία.⁴⁰

Η *υπερκαλιαιμία*, είναι μια συχνά εμφανιζόμενη ηλεκτρολυτική διαταραχή, κατά την οποία τα επίπεδα καλίου στον οργανισμό είναι μεγαλύτερα των 5,5mmol/L.⁴³ Εμφανίζεται με αυξημένη συχνότητα μεταξύ των ασθενών με διαβήτη, καρδιακή ανεπάρκεια και χρήση ορισμένων φάρμακα όπως η ρενίνη, οι αναστολείς του συστήματος αλδοστερόνης και τα μη στεροειδή αντιφλεγμονώδη φάρμακα.⁴³ Τα συμπτώματα, που παρουσιάζονται, είναι μη ειδικά και περιλαμβάνουν μυϊκό πόνο ή σφίξιμο, παραισθήσεις, αδυναμία, ναυτία, έμετο και αίσθημα παλμών.⁴³ Η θεραπεία, εξαρτάται από την αύξηση της συγκέντρωσης του καλίου στο πλάσμα και την παρουσία ή απουσία ηλεκτροκαρδιογραφικών αλλαγών ή εμφάνιση νευρομυϊκών συμπτωμάτων.^[43]

α) Σε περίπτωση υφιστάμενων ηλεκτροκαρδιογραφικών αλλοιώσεων, χορηγείται χλωριούχο ασβέστιο ενδοφλέβια (5-10 ml διαλύματος 10% σε 5-10 λεπτά) με σκοπό να σταθεροποιηθεί το δυναμικό της μυοκαρδιακής ίνας και να μειωθεί το ενδεχόμενο αρρυθμιών.⁴⁴

β) Χορηγείται γλυκόζη με ινσουλίνη (10 μονάδες ινσουλίνη και 50 gr 50% διάλυμα γλυκόζης, ενδοφλέβια) ή/και διττανθρακικό νάτριο (1mmol/kg, ενδοφλέβια), με σκοπό την ανακατανομή του καλίου.⁴⁴

γ) Διόρθωση της νεφρικής λειτουργίας με τεχνητό τρόπο, ώστε να υπάρχει ομαλή απέκκριση καλίου.⁴⁴

III. Ασβέστιο

Η ισορροπία του ασβεστίου καθορίζεται από την πρόσληψη, την απορρόφηση και την απέκκρισή του στον ανθρώπινο οργανισμό.⁴⁵ Η μείωσή του στον ορό ενδεχομένως να οφείλεται σε ηπατική νόσο, κάποιο νεφρωσικό σύνδρομο ή ακόμα και σε υποσιτισμό.⁴⁵ Αντιθέτως, η αύξησή του είναι πιθανόν να οφείλεται σε αφυδάτωση, υπερδραστηριότητα των παραθυρεοειδών αδένων ή και αυξημένη πρόσληψη βιταμίνης D.⁴⁵

Η *υπασβεστιαμία* (επίπεδο Ca στον ορό < 2,12 mmol/L) συνήθως είναι συνέπεια ανεπάρκειας βιταμίνης D ή υποθυρεοειδισμού.⁴⁶ Επίσης έχει συσχετιστεί με πολλά φάρμακα, όπως τα διφωσφονικά και τα αντιεπιληπτικά.⁴⁶ Η *υπασβεστιαμία*, αποτελεί μια κοινή βιοχημική διαταραχή, η οποία κυμαίνεται από ασυμπτωματική σε ήπιες περιπτώσεις έως ιδιαίτερα απειλητική για τη ζωή σε σοβαρότερες μορφές της.⁴⁶ Το μούδιασμα και το αίσθημα «μυρμηγκιάσματος» εκδηλώνονται κλινικά συχνότερα, κυρίως σε περιπτώσεις χρόνιας *υπασβεστιαμίας*.⁴⁷ Ωστόσο τα συμπτώματα μπορούν να γίνουν εξαιρετικά επικίνδυνα στην οξεία φάση της διαταραχής, όπως είναι για παράδειγμα η νευρομυϊκή ευερεθιστότητα, οι καρποπιδικοί σπασμοί, οι επιληπτικές κρίσεις, η τετανία, σπάνια ο λαρυγγόσπασμος και οι πολύ σοβαρές καρδιακές αρρυθμίες.⁴⁷ Τόσο στην οξεία, όσο και στη χρόνια *υπασβεστιαμία*, στόχος της θεραπείας είναι η αύξηση του ασβεστίου στον ορό στο φυσιολογικό του εύρος, προκειμένου να ανασταλούν ή να ελαχιστοποιηθούν τα συμπτώματα. Ο εντοπισμός της αιτιολογίας της διαταραχής είναι μείζονος σημασίας για την επιλογή της καταλληλότερης θεραπείας.⁴⁷

a) Για ασυμπτωματικούς ασθενείς, η ομοιόσταση του ασβεστίου μπορεί να αποκατασταθεί με λήψη ασβεστίου και βιταμίνη D *per os*, ή με ενεργοποιημένο μεταβολίτη βιταμίνης D (όπως η καλσιτριόλη).⁴⁸

b) Για ασθενείς με υποπαραθυρεοειδισμό, η βιταμίνη D2 ή D3 ή μεταβολίτες της βιταμίνης D συχνά απαιτούνται.⁴⁸ Η καλσιτριόλη είναι ενεργός μεταβολίτης ταχείας δράσης της βιταμίνης D και χρησιμοποιείται συχνά για την αρχική θεραπεία.⁴⁸ Υποβοηθητική δράση διαθέτουν και τα θειαζιδικά διουρητικά, αφού αυξάνουν την απορρόφηση ασβεστίου.⁴⁸

c) Η IV χορήγηση ασβεστίου αποτελεί μία λύση για κρίσιμες καταστάσεις, χωρίς να είναι πανάκεια.⁴⁸ Η ταχεία IV χορήγηση μπορεί να οδηγήσει σε αρρυθμίες. Συνεπώς το νοσηλευτικό προσωπικό οφείλει να είναι σε επιφυλακή και να παρακολουθεί προσεκτικά με διαρκές monitoring.⁴⁸

Η *υπερασβεστιαμία*, παρουσιάζεται συχνά στην κλινική πράξη.⁴⁰ Προκαλείται, όταν η είσοδος του ασβεστίου στην κυκλοφορία του αίματος υπερβαίνει την απέκκρισή του στα ούρα ή την απορρόφηση του στα οστά.⁴⁰ Στη συντριπτική πλειονότητα των νοσηλευόμενων ασθενών, η αιτία εντοπίζεται στην παρουσία νεοπλασίας ή πρωτοπαθούς υπερπαραθυρεοειδισμού.⁴⁰ Τα αυξημένα επίπεδα ασβεστίου στον οργανισμό ενδέχεται να προκαλέσουν μείωση του περισταλτισμού του εντέρου, με αποτέλεσμα κοιλιακό άλγος, ναυτία και έμετο.⁴⁰ Ακόμη, η κλινική εικόνα περιλαμβάνει λήθαργο, νευρική κώμα,

κόπωση και αδυναμία, ενώ σπανιότερα – σε ασθενείς με ένδεια όγκου - παρουσιάζεται υπέρταση λόγω των αυξημένων αγγειακών αντιστάσεων.⁴⁰ Όσον αφορά την κλινική αντιμετώπιση της συγκεκριμένης διαταραχής υπάρχουν κοινές πρακτικές οι οποίες εφαρμόζονται.⁴⁰ Ειδικότερα:

a) Πραγματοποιείται ενυδάτωση με ισότονο φυσιολογικό ορό.⁴⁰ Με αυτόν τον τρόπο το Ca μπορεί να μειωθεί άμεσα κατά 1-3 mg/dl.⁴⁰ Μετά την αποκατάσταση της αφυδάτωσης, η χρήση διουρητικών της αγκύλης (φουροσεμίδα) συμβάλλει στην περαιτέρω μείωση του ασβεστίου.⁴⁰

b) Χορηγούνται φάρμακα, που εμποδίζουν την οστική επαναρρόφηση, όπως η καλσιτονίνη και τα διφωσφονικά, η δράση των οποίων ενισχύεται ακόμα περισσότερο με την παράλληλη χορήγηση γλυκοκορτικοειδών.⁴⁰

IV. Μαγνήσιο

Το ισοζύγιο του μαγνησίου διατηρείται κυρίως από την απορρόφηση μαγνησίου στο έντερο και στους νεφρούς.⁴⁹

Η υπομαγνησαιμία, είναι η ηλεκτρολυτική διαταραχή κατά την οποία τα επίπεδα του μαγνησίου στο αίμα δεν ξεπερνούν τα 0,7 mmol/L.⁴⁹ Τα αίτια της υπομαγνησαιμίας διαχωρίζονται σε αυτά με μειωμένη πρόσληψη και απορρόφηση ή αυξημένες απώλειες και ανακατανομή.⁴⁹ Οι γαστρεντερικές παθήσεις, όπως για παράδειγμα κάποια μορφή σοβαρής διάρροιας, ή σύνδρομα δυσαπορρόφησης, μπορεί να επιφέρουν υπομαγνησαιμία.⁴⁹ Η προϋπάρχουσα υπερασβεστιαμία αποτελεί παράγοντα μειωμένης απορρόφησης μαγνησίου.⁴⁹ Ακόμα, μία κοινή αιτία της διαταραχής είναι ο σακχαρώδης διαβήτης, καθότι το μαγνήσιο συμμετέχει με άλλα ένζυμα στον μεταβολισμό της γλυκόζης.⁵⁰ Συνυπολογίζοντας τον βαθμό της υπομαγνησαιμίας, τον χρόνο έναρξής της και το αν συνυπάρχει με κάποια άλλη ηλεκτρολυτική διαταραχή εντοπίζονται και αξιολογούνται τα ανάλογα συμπτώματα.⁵⁰ Πιο συγκεκριμένα, μπορεί να παρατηρηθεί μειωμένη σύνθεση βιταμίνης D, υποδιεγερσιμότητα σε νευρομυϊκό επίπεδο αλλά και σοβαροί τύποι καρδιακών αρρυθμιών, συμπεριλαμβανομένης της κολπικής μαρμαρυγής, υπερκοιλιακής ταχυκαρδίας και κοιλιακής μαρμαρυγής.⁵⁰ Η κλινική αντιμετώπιση της εν λόγω διαταραχής εξαρτάται από τη σοβαρότητα της κατάστασης του εκάστοτε ασθενούς.⁵¹

a) Τα ήπια συμπτώματα μπορούν να αντιμετωπιστούν με λήψη συμπληρώματος από το στόμα, ενώ η παρεντερική χορήγηση μαγνησίου υποδεικνύεται εάν η συγκέντρωσή του είναι

<0,5 mmol / L ή εάν ο ασθενής παρουσιάζει έντονη συμπτωματολογία.⁵¹

b) Για ασθενείς με ήπια έως μέτρια υπομαγνησισαιμία, συστήνεται χορήγηση 1mg (8 mEq) μαγνησίου ενδοφλέβια, με σκοπό την αύξηση της συγκέντρωσης στον ορό κατά 0,15 mEq / L εντός 18 έως 30 ωρών.⁵¹

c) Στις οξείες κλινικές εκδηλώσεις με αιμοδυναμικά ασταθείς ασθενείς, συμπεριλαμβανομένων των ασθενών με σοβαρές αρρυθμίες, οι καθιερωμένες συστάσεις προτείνουν την παροχή 16 mEq (8 mmol) μαγνησίου για 2-15 λεπτά ακολουθούμενη από συνεχή έγχυση.⁵¹

Η *υπερμαγνησισαιμία*, υφίσταται όταν η συγκέντρωση του μαγνησίου στο αίμα αυξάνεται και υπερβαίνει τα 1,2 mmol/L.⁵² Η νεφρική λειτουργία παίζει καθοριστικό ρόλο στον μεταβολισμό του μαγνησίου, ωστόσο οι πιθανότητες υπερμαγνησισαιμίας μπορούν να αυξηθούν ύστερα από λήψη μεγάλης δόσης μαγνησίου.⁵² Η αδυναμία, η ναυτία, η ζάλη και η σύγχυση εντάσσονται στα πιο συχνά και λιγότερο ανησυχητικά σημεία και συμπτώματα.⁵² Όσο περισσότερο αυξάνεται η συγκέντρωση του μαγνησίου, τόσο παρατηρούνται και σοβαρότερες κλινικές εκδηλώσεις, όπως μειωμένα αντανακλαστικά, επιδείνωση της σύγχυσης, παράλυση της ουροδόχου κύστης, κεφαλαλγία ακόμα και μυϊκή παράλυση, καθώς και επιπλοκές στην καρδιακή λειτουργία.⁵² Η υπερμαγνησισαιμία θα πρέπει να αναγνωριστεί και να αντιμετωπιστεί εγκαίρως, έτσι ώστε να αποφευχθούν τα βαρύτερα συμπτώματά της.⁵² Ως ακρογωνιαίοι λίθοι στην θεραπεία της υπερμαγνησισαιμίας θεωρούνται:

a) Η χορήγηση ασβεστίου, διουρητικών και υγρών, με σκοπό την απέκκριση της πλεονάζουσας ποσότητας.⁵³

b) Η ρύθμιση της λειτουργίας των νεφρών, κατά την οποία να μπορεί να επιτευχθεί η ομαλή απορρόφηση ή απέκκριση του μαγνησίου.⁵³

c) Σε σοβαρή υπερμαγνησισαιμία η αιμοκάθαρση αποτελεί έναν τρόπο επίλυσης της διαταραχής.⁵³

V. Φώσφορος

Η συνολική πρόσληψη και απέκκριση καθορίζεται από την ισορροπία των απορροφημένων φωσφορικών αλάτων από τα τρόφιμα, και τη φωσφορική απέκκριση μέσω του εντέρου και του ουροποιητικού συστήματος.⁵⁴ Επιπλέον, η συγκέντρωση φωσφορικών αλάτων στο πλάσμα επηρεάζεται από την κατανομή και απορρόφησή του στα οστά.⁵⁴

Η υποφωσφαταιμία, ($< 0,81 \text{ mmol / L}$) δεν παρατηρείται συχνά στον γενικό πληθυσμό, αλλά εμφανίζεται σε ένα μικρό ποσοστό των νοσηλευόμενων ασθενών.⁵⁵ Μερικές φορές, η οξεία υποφωσφαταιμία οφείλεται στην ανακατανομή του φωσφόρου στο ενδοκυτταρικό διαμέρισμα(χωρίς εξάντληση του φωσφόρου στο σώμα).⁵⁵ Αντίθετα, η χρόνια υποφωσφαταιμία συνήθως σχετίζεται με εξάντληση φωσφορικών αλάτων στον οργανισμό.⁵⁵ Παρότι η υποφωσφαταιμία συναντάται σε λιγότερες περιπτώσεις μπορεί να επιφέρει δριμύτητα συμπτώματα, ανάλογα πάντα με τη σοβαρότητα της, όπως για παράδειγμα καρδιακές αρρυθμίες, δυσλειτουργία των αιμοπεταλίων και σε ενδοκρινικό επίπεδο διαταραχές στο μεταβολισμό της ινσουλίνης.⁵⁵ Η θεραπεία της υποφωσφαταιμίας εξαρτάται από την αιτία που την προκάλεσε και από παράγοντες όπως η σοβαρότητα, η συμπτωματολογία και άλλες συνυπάρχουσες διαταραχές.⁵⁵ Πιο αναλυτικά:

a) Σε περιπτώσεις ήπιας ή μέτριας οξείας υποφωσφαταιμίας, μπορεί να αντιμετωπιστεί με αύξηση του διαιτητικού φωσφορικού άλατος ή χορήγηση από του στόματος συμπληρωμάτων φωσφόρου.⁵⁵

b) Σε σοβαρή υποφωσφαταιμία με εξάντληση των φωσφορικών αλάτων, η θεραπεία με IV έγχυση κρίνεται απαραίτητη.⁵⁵ Η IV θεραπεία ενδείκνυται σε ασθενείς που δεν μπορούν να καταναλώσουν μέσω του στόματος φάρμακα, λόγω κωματώδους κατάστασης.⁵⁵

Υπερφωσφαταιμία, ορίζεται ως η ασυνήθιστα υψηλή συγκέντρωση φωσφόρου στον ορό, $> 1,46 \text{ mmol / L}$.⁵⁶ Παρατηρείται κατά κύριο λόγο σε ασθενείς με μειωμένη νεφρική λειτουργία αλλά και σε άτομα με σοβαρό τραυματισμό ιστών.⁵⁶ Βασικοί παράγοντες που προκαλούν υπερφωσφαταιμία είναι ο υποπαραθυρεοειδισμός, η υπερβολική πρόσληψη φωσφόρου, ο κυτταρικός τραυματισμός, καθώς και κάποιες μεταβολικές διαταραχές.⁵⁶ Οι κλινικές εκδηλώσεις αφορούν κυρίως τη λειτουργία της καρδιάς, όπου παρατηρούνται αρρυθμίες αλλά και σε σκελετικό επίπεδο προκαλούνται αλλοιώσεις στα μαλακά μέρη των οστών.⁴⁰ Για να αντιμετωπιστεί η υπερφωσφαταιμία θα πρέπει πρώτα να αναγνωριστεί το πρωτογενές αίτιο που την προκάλεσε ώστε να ρυθμιστεί και η διαταραχή.⁴⁰

a) Κύριο μέλημα όταν υπάρχουν αυξημένα επίπεδα φωσφόρου στον οργανισμό, είναι ο περιορισμός της λήψης του από τη διατροφή αλλά και η χορήγηση διουρητικών με σκοπό την εύρυθμη λειτουργία των νεφρών, άρα και την απέκκριση του πλεονάζοντος φωσφόρου.⁴⁰

b) Χορήγηση ανθρακικού ασβεστίου, το οποίο δεσμεύει το φώσφορο που υπάρχει σε περίσσεια.⁴⁰

c) Αιμοκάθαρση σε έκτακτες περιστάσεις.⁴⁰

VI. Χλώριο

Οι αυτοτελείς διαταραχές του χλωρίου είναι σπάνιες.⁵⁷ Η υπερχλωραιμία ως αιτία της μεταβολικής οξέωσης και η υποχλωραιμία ως αιτία μεταβολικής αλκάλωσης.⁵⁷

Η *υποχλωραιμία*, χαρακτηρίζεται η ηλεκτρολυτική διαταραχή κατά την οποία η συγκέντρωση χλωριούχου ορού σε ποσό μικρότερο των 96 mmol / L.⁵⁸ Όπως οι περισσότερες ηλεκτρολυτικές διαταραχές, έτσι και η υποχλωραιμία είναι μια πολυπαραγοντική κατάσταση και αλληλένδετη με νευροορμονική δραστηριότητα, νεφρική δυσλειτουργία, φάρμακα και διατροφική πρόσληψη.⁵⁸ Άλλες αιτίες της υποχλωραιμίας αποτελούν η υπονατρίαμια και η υποκαλιαιμία, καθότι το χλώριο αλληλοεπιδρά και επηρεάζεται από τη συγκέντρωση καλίου και νατρίου.⁵⁸ Τα σημεία και τα συμπτώματα της υποχλωραιμίας είναι συνήθως όμοια με αυτά της μεταβολικής αλκάλωσης. Απάθεια, σύγχυση, καρδιακές αρρυθμίες και νευρομυϊκή ευερεθιστότητα εμφανίζονται όταν η αλκάλωση είναι σοβαρή.⁵⁹ Σε κλινικό επίπεδο η αντιμετώπιση της υποχλωραιμίας καθορίζεται από την αιτία που την προκαλεί, είτε συντηρητικά, είτε φαρμακευτικά(συνήθως με έγχυση διαλυμάτων εμπλουτισμένων με Cl⁻).⁵⁹

Η *υπερχλωραιμία*, εμφανίζεται σε ασθενείς με συγκέντρωση χλωρίου μεγαλύτερη των 103 mmol/L.⁵⁹ Η μεταβολική οξέωση, που προκαλείται από γαστρεντερική ή νεφρική απώλεια, συχνά οδηγεί σε ανάλογη αύξηση του χλωρίου.⁵⁹ Κοινές αιτίες της υπερχλωραιμίας είναι μεταξύ άλλων η εξάντληση όγκου εξωκυττάριου χώρου(με αποτέλεσμα την αύξηση συγκέντρωσης του χλωρίου), μεταβολική οξέωση που προκαλείται από γαστρεντερική ή νεφρική απώλεια και συχνά οδηγεί σε αναλογική αύξηση του χλωρίου αλλά και χορήγηση υπερβολικών ποσοτήτων χλωρίου σε συνδυασμό με νάτριο (NaCl), κάλιο(KCl), ασβέστιο(CaCl).⁵⁹ Τα συμπτώματά της είναι όμοια με αυτά της υπερνατρίαμίας και της υποκαλιαιμίας, ενώ η θεραπευτική αντιμετώπιση έγκειται πρωταρχικά στη διόρθωση της υπάρχουσας μεταβολικής οξέωσης.⁵⁹

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΚΑΡΔΙΑΓΓΕΙΑΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΕΝΔΟΑΓΓΕΙΑΚΟΣ ΟΓΚΟΣ ΥΓΡΩΝ

2.1. Φυσιολογία καρδιαγγειακού συστήματος

Το καρδιαγγειακό σύστημα αποτελεί ένα κλειστό κύκλωμα, το οποίο περιλαμβάνει: την καρδιά, τις αρτηρίες, τα αρτηριόλια, τις φλέβες, τα φλεβίδια και τα τριχοειδή αγγεία.⁶⁰

Η καρδιά είναι ένα μυώδες όργανο, που απαρτίζεται από τέσσερις θαλάμους και βρίσκεται στα αριστερά της μέσης γραμμής της θωρακικής κοιλότητας.⁶⁰ Οι δύο άνω θάλαμοι ονομάζονται καρδιακοί κόλποι και διαχωρίζονται από μια δομή, η οποία καλείται διακοιλικό ή μεσοκοιλικό διάφραγμα.^{60,61} Οι δύο κάτω θάλαμοι καλούνται καρδιακές κοιλίες και διαχωρίζονται από μία παρόμοια δομή, που ονομάζεται διακοιλιακό ή μεσοκοιλιακό διάφραγμα.⁶⁰ Ανάμεσα σε κάθε κόλπο και κοιλία υπάρχει μια βαλβίδα, η οποία επιτρέπει τη μονόδρομη κατεύθυνση της αιματικής ροής, αποφεύγοντας οποιαδήποτε παλινδρόμηση που θα επηρεάσει την εύρυθμη λειτουργία του καρδιακού μυ.⁶⁰ Εξωτερικά, η καρδιά περιβάλλεται από έναν ινώδη σάκο από συνδετικό ιστό – το περικάρδιο – με φυσιολογικό πάχος περίπου 1,5 χιλιοστά.⁶⁰ Στο εσωτερικό, οι τρεις βασικοί χιτώνες της καρδιάς είναι: α) το ενδοκάρδιο, που επενδύει τους κόλπους και τις κοιλίες, τους θηλοειδείς μύες και τις καρδιακές βαλβίδες, β) το μυοκάρδιο, δηλαδή τον μυϊκό ιστό που επιτελεί τη θεμελιώδη λειτουργία της καρδιάς, και γ) το επικάρδιο, μια λεπτή μεμβράνη που καλύπτει την επιφάνεια της καρδιάς.^{60,61}

Στο αγγειακό δίκτυο, οι αρτηρίες και τα αρτηριόλια- μέρος της γενικής κυκλοφορίας- μεταφέρουν αίμα πλούσιο σε οξυγόνο σε όλα τα όργανα και τους ιστούς του σώματος, ενώ παράλληλα αποβάλλουν τα άχρηστα προϊόντα του μεταβολισμού.⁶⁰ Οι φλέβες και τα φλεβίδια του πνευμονικού κυκλώματος μεταφέρουν μη οξυγονωμένο αίμα στους πνεύμονες, το οποίο προσλαμβάνει το οξυγόνο και αποβάλλει το διοξείδιο του άνθρακα (που μεταφέρει).⁶⁰ Τα τριχοειδή αγγεία διαθέτουν ένα μονό ενδοθηλιακό στρώμα και λόγω των λεπτών τοιχωμάτων τους η ανταλλαγή των θρεπτικών ουσιών και μεταβολιτών πραγματοποιείται κυρίως μέσω της διαδικασίας της διάχυσης.⁶⁰

Οι λειτουργίες της καρδιάς διακρίνονται σε ηλεκτρική και μηχανική, οι οποίες είναι άρρηκτα συνυφασμένες μεταξύ τους, με αποτέλεσμα μία διαταραχή της μιας να επηρεάζει αυτομάτως την άλλη.^{60,62} Ο πρωταρχικός ρόλος του καρδιαγγειακού συστήματος είναι να παρέχει επαρκή και αδιάκοπη αιμάτωση σε ολόκληρο τον οργανισμό, ώστε να μπορεί κάθε

ιστός, όργανο ή σύστημα οργάνων να εκτελεί αυτόνομα τις απαραίτητες για αυτόν μεταβολικές διαδικασίες.⁶² Μία ακόμα σημαντική λειτουργία, που άπτεται του καρδιαγγειακού, είναι η μεταφορά (μέσω της κυκλοφορίας του αίματος) των μεταβολικών αποβλήτων – για παράδειγμα του διοξειδίου του άνθρακα– στους πνεύμονες, με σκοπό την απομάκρυνσή τους από τον οργανισμό.^{62,63} Η ρύθμιση της ομοιόστασης, καθώς και η θερμορύθμιση του οργανισμού αποτελούν εξίσου σημαντικές λειτουργίες του καρδιαγγειακού συστήματος.⁶³

Βασική προϋπόθεση για τη διεξαγωγή όσων προαναφέρθηκαν, είναι η απρόσκοπτη και συνεχής δραστηριότητα της καρδιάς ως αντλία της οποίας κάθε συστολή διαδέχεται μια διαστολή.^{62,64} Κάθε συστολή και χάλαση συνιστούν έναν καρδιακό κύκλο.⁶⁵ Η συστολή του καρδιακού κύκλου διακρίνεται σε δύο επιμέρους φάσεις: την ισο-ογκωτική συστολή και την εξώθηση, ενώ η διαστολή διαχωρίζεται σε τέσσερις φάσεις: την ισο-ογκωτική χάλαση, την ταχεία πλήρωση, τη βραδεία πλήρωση και την κολπική συστολή.⁶⁵ Σε κατάσταση ηρεμίας ο καρδιακός κύκλος διαρκεί περίπου 0,86 δευτερόλεπτα, αν ο ρυθμός της καρδιάς είναι 70 σφυγμοί ανά λεπτό και ο όγκος παλμού 70ml ανά λεπτό.⁶⁴ Κατά τη διάρκεια της διαστολής, το αίμα ρέει προς τις κοιλίες, με τη συστολή που ακολουθεί ωθείται εκτός της καρδιάς και τελικά εισέρχεται τόσο στην πνευμονική όσο και στη συστηματική κυκλοφορία.⁶⁴ Τη στιγμή της κοιλιακής συστολής, η μιτροειδής και η τριγλώχινια βαλβίδα κλείνουν, ενώ αντίθετα η αορτική και η πνευμονική ανοίγουν. Συνεπώς, ο όρος καρδιακός κύκλος αντιπροσωπεύει την πραγματική χρονική ακολουθία μεταξύ κοιλιακής συστολής και διαστολής.^{62,64}

2.2. Όγκος παλμού

Όγκος παλμού (stroke volume), ορίζεται η συνολική ποσότητα του αίματος, που εξωθείται από την αριστερή κοιλία της καρδιάς ύστερα από κάθε συστολή.⁶⁴ Σε μία καρδιά με φυσιολογική λειτουργία και χωρίς την παρουσία οποιασδήποτε παθοφυσιολογίας, ο αναμενόμενος όγκος παλμού κυμαίνεται στα 60 -100 ml ανά παλμό.⁶⁴

Ο όγκος παλμού, αποτελεί σημαντική αιμοδυναμική παράμετρο για την εκτίμηση της λειτουργίας της καρδιάς ως αντλία.⁶⁶ Η ακριβέστερη μέτρηση της συγκεκριμένης παραμέτρου(όπως και των μεταβολών της ως απόκριση σε φυσιολογικά ή φαρμακολογικά ερεθίσματα) θα μπορούσε να συμβάλει στην εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων για τη μηχανική αποτελεσματικότητα της καρδιάς.^{64,66} Η εκτίμηση αιμοδυναμικών μεταβλητών,

όπως είναι ο όγκος παλμού, η καρδιακή παροχή και ο καρδιακός ρυθμός απασχολούν ιδιαίτερα την επιστημονική κοινότητα, με αποτέλεσμα να αναπτύσσονται ολοένα και περισσότερες μέθοδοι με σκοπό την ακριβή και όσον το δυνατόν λιγότερο επεμβατική και δαπανηρή εκτίμησή τους.⁶⁷ Σε αυτές τις μεθόδους περιλαμβάνονται τεχνικές, που βασίζονται στην αρχή του Fick, στην απεικόνιση Doppler και στο ηχοκαρδιογράφημα.^{64,66,67} Βέβαια, κάθε τεχνολογία έχει ένα μοναδικό προφίλ πλεονεκτημάτων και αδυναμιών. Συνεπώς βασικό κριτήριο για την ορθότερη επιλογή αποτελεί η κατάσταση του ασθενούς, η οποία θα υπαγορεύσει ποια η τεχνολογία είναι προτιμότερη την εκάστοτε χρονική στιγμή.⁶⁷

Τρεις βασικοί παράγοντες επηρεάζουν τον όγκο παλμού: το προφορτίο, η συσταλτικότητα και το μεταφορτίο.⁶⁸

a. Ο όρος *προφορτίο*, δηλώνει τον όγκο του αίματος που παραμένει στην κοιλία μετά το τέλος κάθε διαστολής και χαρακτηρίζεται ως τελοδιαστολικός όγκος.^{64,68} Παρότι αντικατοπτρίζει τον όγκο, συνηθίζεται να αναφέρεται ως τελοδιαστολική πίεση.⁶⁴ Το προφορτίο επηρεάζεται άμεσα από τον συνολικό όγκο του αίματος, που επιστρέφει από την περιφέρεια στην καρδιά, την καρδιακή παροχή και την αγγειακή αντίσταση.^{64,68} Η ΚΦΠ και η ΔΚΠ αποτελούν αρκετά αξιόπιστες μετρήσεις προφορτίου.⁶⁴ Όσον αφορά το αυξημένο προφορτίο, πιθανότατα είναι απόρροια υπερφόρτωσης όγκου υγρών ή/ και νεφρικής ανεπάρκειας.⁶⁴ Γενικά, η αυξητική τάση του προφορτίου υποδηλώνει ενδοαγγειακή περίσσεια υγρών και συνήθως είναι αποτέλεσμα ταχείας έγχυσης μεγάλου όγκου υγρών ενδοφλεβίως.^{64,68} Αντίθετα, οι σημαντικά μειωμένες μετρήσεις προφορτίου αποτελούν ένδειξη υπερβολικής διούρησης ή απώλειας αίματος εξαιτίας κάποιας αιμορραγίας – κατάσταση η οποία χρήζει άμεσης διερεύνησης.⁶⁴

b. Ως *συσταλτικότητα* ή αλλιώς *ισχύς της μηχανικής συστολής*, ορίζεται η δύναμη που εκλύεται από τη συστολή του μυοκαρδίου.⁶⁴ Η δύναμη της συστολής έχει να κάνει με την ικανότητα των κοιλιακών μυϊκών ινών να χαλαρώνουν ή να συσπώνται.^{64,65} Ο κατ' εξοχήν παράγοντας που καθορίζει την συσταλτικότητα είναι η συγκέντρωση ιόντων ασβεστίου που συνδέονται με την τροπονίνη C, ως έναυσμα για τη σύνδεση ακτίνης – μυοσίνης.⁶⁴ Επιπλέον, η συσταλτικότητα επηρεάζεται σημαντικά από κληρονομικές ή επίκτητες μεταβολές στη δομή και λειτουργία ειδικών πρωτεϊνών, παράγοντες που αποκτούν βαρύτατο ρόλο σε παθολογικές καταστάσεις, όπως η υπερτροφία του μυοκαρδίου ή η καρδιακή ανεπάρκεια.⁶⁵ Ο νόμος των Frank-Starling διατυπώθηκε επεξηγώντας το γεγονός, ότι στις υγιείς κοιλίες οι μυϊκές ίνες διατείνονται, με σκοπό τη διευκόλυνση της επιστροφής του φλεβικού αίματος κατά τη

διάρκεια της διαστολής.⁶⁴ Εν γένει, αν η κοιλία δέχεται υπέρογκη επιστροφή φλεβικού αίματος κατά τη διάρκεια της διαστολής, τότε η κοιλιακή συστολή αναμένεται εντονότερη, άρα και ο όγκος παλμού θα παρουσιάζεται αυξημένος.⁶⁴ Η ενίσχυση της συσταλτικότητας είναι αποτέλεσμα γενικευμένης κυκλοφορίας κατεχολαμινών στο αίμα, από την ενεργοποίηση του συμπαθητικού συστήματος σε καταστάσεις «ανάγκης», αλλά και από τη λήψη φαρμάκων, όπως η ντοπαμίνη.^{64,65} Από την άλλη πλευρά, η συσταλτικότητα παρουσιάζει μείωση σε καταστάσεις υποξαιμίας και ύστερα από χορήγηση β-αδρενεργικών ανταγωνιστών.^{64,65}

ε. Ο όρος *μεταφορτίο*, εκφράζει την αντίσταση που προβάλλεται τη στιγμή που το αίμα προωθείται από τις κοιλίες προς την κυκλοφορία.⁶⁵ Η αντίσταση αυτή προέρχεται κυρίως από τα τοιχώματα των αγγείων, και αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για τη ρύθμιση του μεταφορτίου.^{64,65} Η αύξηση του μεταφορτίου, με σταθερό τελοδιαστολικό όγκο και συσταλτικότητα, δυσχεραίνει τις συνθήκες εξώθησης του αίματος, και αυξάνει την τελοσυστολική πίεση.⁶⁵ Οι μεταβολές αυτές, καταλήγουν σε αύξηση του τελοσυστολικού όγκου, που προκαλεί μείωση στον όγκο παλμού.⁶⁵ Βασική αιτία της αυξημένης αγγειακής αντίστασης είναι η αγγειοσυστολή, η οποία προκύπτει συνήθως από υποξαιμία ή υποθερμία ή ακόμα και από μηχανικές βλάβες όπως για παράδειγμα η στένωση αορτής.^{64,65} Ωστόσο, η μείωση του όγκου παλμού, ως επακόλουθο αυξημένου μεταφορτίου, αντιρροπείται μερικώς με τον μηχανισμό Frank-Starling, καθώς ο αυξημένος τελοσυστολικός όγκος προστιθέμενος στη διαστολική πλήρωση της επόμενης συστολής αυξάνει το προφορτίο.⁶⁵ Μεταβάλλει, δηλαδή, τον καρδιακό κύκλο (μετά από μερικές συστολές), επαναφέροντας τελικά την απόδοση της κοιλίας.⁶⁵ Στον αντίποδα, η ελάττωση του μεταφορτίου οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στην χορήγηση αγγειοδιασταλτικών φαρμάκων.⁶⁴

2.3. Καρδιακή παροχή

Η καρδιακή παροχή (cardiac output), είναι μία ιδιαίτερα σημαντική έννοια που χρησιμοποιείται κατά κόρον στη φυσιολογία του καρδιαγγειακού συστήματος.⁶⁹ Ορίζεται, ως το μέγεθος που υπολογίζει τον όγκο του αίματος που ωθείται από τον καρδιακό μυ προς την περιφέρεια του οργανισμού κατά τη χρονική διάρκεια ενός λεπτού.⁶⁹ Συσχετίζεται με τον καρδιακό ρυθμό (heart rate) και τον όγκο παλμού (stroke volume).⁶⁹ Ο μαθηματικός τύπος ο οποίος προκύπτει και χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της καρδιακής παροχής είναι ο εξής: $CO = HR * SV$, όπου CO η καρδιακή παροχή, HR ο καρδιακός ρυθμός και SV ο όγκος

παλμού.⁶⁹ Στους ενήλικες, αν θεωρηθεί ως δεδομένο ότι σε κατάσταση ηρεμίας ο καρδιακός ρυθμός είναι 70 χτύποι και ο όγκος παλμού 70ml το λεπτό, τότε η καρδιακή παροχή ανέρχεται περίπου στα 5 L/min.

Η καρδιακή παροχή, κατέχει καθοριστικό ρόλο στην αιμοδυναμική υποστήριξη τόσο των βαρέως πασχόντων ασθενών, που νοσηλεύονται σε κρίσιμη κατάσταση στη μονάδα εντατικής θεραπείας, όσο και σε ασθενείς οι οποίοι πρόκειται να υποβληθούν σε κάποια σοβαρή χειρουργική επέμβαση.⁷⁰ Με την πάροδο των χρόνων και με γνώμονα τη σπουδαιότητα του συγκεκριμένου μεγέθους, έχει αναπτυχθεί μία πληθώρα κλινικών τεχνικών για την όσο το δυνατόν ακριβέστερη παρακολούθηση της καρδιακής παροχής.⁷⁰ Βέβαια, τα συστήματα αιμοδυναμικής παρακολούθησης διαφέρουν όσον αφορά την επεμβατικότητά τους.⁷⁰ Η επιλογή τους εξαρτάται από ποικίλες παραμέτρους, όπως η κλινική εικόνα του ασθενή, η παθοφυσιολογία της νοσηρής κατάστασης που επιβάλλει την παρακολούθηση του ασθενή, ο βαθμός εξέλιξης της νόσου και ο χώρος στον οποίον πρόκειται να χρησιμοποιηθεί η συσκευή.⁷⁰

2.4. Τύποι και χαρακτηριστικά αγγείων

2.4.1. Αρτηρίες

Οι αρτηρίες επιτελούν μία από τη σημαντικότερη λειτουργία της συστηματικής κυκλοφορίας, καθώς είναι τα αιμοφόρα αγγεία, διαμέσου των οποίων το οξυγονωμένο αίμα μεταφέρεται από την καρδιά προς τα όργανα και τους ιστούς όλης της περιφέρειας του ανθρώπινου σώματος.⁷¹ Οι αρτηρίες μπορούν να ταυτοποιηθούν εύκολα από το πάχος των τοιχωμάτων τους και το στρογγυλό τους σχήμα.⁷² Επιπλέον, οι αρτηρίες εμφανίζονται με παχύτερα τοιχώματα από τις φλέβες και δεν έχουν βαλβίδες, ενώ κάθε περιφερικό νεύρο συνοδεύεται σε όλο το μήκος του από μία αρτηρία ή φλέβα.⁷² Το μέγεθος και τα ιστολογικά χαρακτηριστικά των τοιχωμάτων των αρτηριών ποικίλουν. Οι αρτηρίες ταξινομούνται σε τρεις κατηγορίες: τις ελαστικές αρτηρίες, τις μυϊκές αρτηρίες και τα αρτηριόλια.⁷³ Οι ελαστικές αρτηρίες διαθέτουν ελαστικές ίνες σε μεγάλο ποσοστό και εντοπίζονται κοντά στην καρδιά.⁷³ Είναι οι πρώτες αρτηρίες, που προκύπτουν από τον κλάδο της αορτής, όπως είναι η καρωτίδα, η υποκλείδιος αρτηρία, η εγγύς νεφρική αρτηρία, η λαγόνιος, καθώς επίσης και η μαστική αρτηρία.⁷³ Οι συγκεκριμένου τύπου αρτηρίες διαθέτουν τοιχώματα πλούσια επενδυμένα με λείες μυϊκές ίνες ελαστικού και συνδετικού ιστού διατεταγμένες σε ομόκεντρα

στρώματα.⁷³ Η έντονη παρουσία λείου μυϊκού ιστού οφείλεται κατά κύριο λόγο στην τοποθεσία που εντοπίζονται οι συγκεκριμένες αρτηρίες, καθώς στα σημεία αυτά ασκούνται οι μεγαλύτερες πιέσεις που αναπτύσσονται στο αγγειακό δίκτυο.⁷³ Οι μυϊκές αρτηρίες εμφανίζονται με διακριτά εσωτερικά και εξωτερικά ελαστικά στρώματα σε όλο το εύρος τους, ενώ τα αρτηριόλια φαίνεται να έχουν πιο ήπια μυϊκά τοιχώματα αλλά με ακαθόριστο και ασαφές ελαστικό στρώμα.⁷³ Τα αρτηριόλια αποτελούν τους μικρότερους κλάδους των αρτηριών και σε αυτά εντοπίζονται αδρενεργικοί υποδοχείς, οι οποίοι όταν ενεργοποιούνται προκαλούν τη σύσπαση του λείου μυϊκού ιστού των αγγείων.⁷¹

Η δομή των αρτηριών περιλαμβάνει τρεις στοιβάδες ιστών: τον έσω χιτώνα, τον μέσο χιτώνα και τον έξω χιτώνα.⁷² Ο έσω χιτώνας είναι η εσωτερική στοιβάδα του αγγείου, η οποία αποτελείται από μία μονή ενδοθηλιακή κυτταρική στοιβάδα(με συνεχές στρώμα και σφικτές συζεύξεις) με υποενδοθηλιακό συνδετικό ιστό και λεία μυϊκά κύτταρα, σχηματίζοντας την εσωτερική επικάλυψή του.^{72,74} Ο μέσος χιτώνας αποτελείται κυρίως από λείο μυ και σχηματίζει το συσταλτικό τμήμα του αγγειακού τοιχώματος.⁷⁵ Ενώ, ο έξω χιτώνας αποτελείται κυρίως από συνδετικό ιστό.⁷² Η δομική σταθερότητα του αγγειακού τοιχώματος εξαρτάται από τη σύσταση του εξωκυττάρου χώρου, τον ελαστικό υμένα και τα λεία μυϊκά κύτταρα.⁷⁵ Στα αγγειακά ενδοθηλιακά κύτταρα εκφράζονται και κάποια γονίδια, όπως είναι το γονίδιο ROBO4, το οποίο παίζει σημαντικό ρόλο στη λειτουργία του ενδοθηλιακού φραγμού.⁷⁵ Επίσης, η έκφραση του γονιδίου ACTA 2 ενεργοποιεί την παραγωγή μίας ειδικής α-ακτίνης στα σαρκομερίδια των λείων μυϊκών ινών και παρουσιάζει συσχέτιση με τη στεφανιαία νόσο και τα αγγειακά εγκεφαλικά επεισόδια.⁷⁵ Η έκφραση της ACTA 2 επιτρέπει στα αγγεία να διατηρούν τις διαστάσεις τους σε συνθήκες υψηλής τοιχωματικής τάσης.⁷⁵

Η ρύθμιση του αγγειακού τόνου επιτελείται μέσω της έκλυσης μεσολαβητών ουσιών, είτε με αγγειοδιασταλτική δράση, όπως η προστακυκλίνη και το μονοξειδίο του αζώτου, είτε μέσω ουσιών που προάγουν την αγγειοσύσπαση όπως η ενδοθηλίνη και ο παράγοντας ενεργοποίησης των αιμοπεταλίων, συμβάλλοντας στη ρύθμιση της πίεσης και της αιματικής ροής.⁷⁴ Η συμβολή του ενδοθηλίου κρίνεται εξαιρετικά σημαντική στη διασφάλιση της αιματικής ροής μέσω μιας ιδιαίτερα πολύπλοκης διαδικασίας, που σε φυσιολογικές συνθήκες προσφέρει μια πραγματικά θαυμαστή ισορροπία.⁷⁴ Τα ενδοθηλιακά κύτταρα πραγματώνουν το ρόλο τους στην αιμόσταση με την παραγωγή αντιπηκτικών αλλά και προπηκτικών παραγόντων.⁷⁴ Συνεπώς, εξασφαλίζεται αφενός η ρευστότητα του αίματος και αφετέρου η περιορισμένη δημιουργία θρόμβου εκεί που προκύπτει διαταραχή της ακεραιότητας του

ενδοθηλίου(τραύμα-φλεγμονή), συμβάλλοντας στην επίσχεση της αιμορραγίας, στην ιστική αποκατάσταση και στην ανοσολογική απάντηση.⁷⁴

Οι αρτηριακές αισθητικές νευρικές απολήξεις, που βρίσκονται στα τοιχώματα των αγγείων είναι υποδοχείς ευαίσθητοι στην πίεση, που ανταποκρίνονται σε κάθε αλλαγή της διαμέτρου των αγγείων, στέλνοντας ώσεις στον εγκέφαλο και στην καρδιά για τη ρύθμιση του καρδιακού ρυθμού και την εξομάλυνση του μυϊκού τόνου.⁷⁶ Αυτοί οι υποδοχείς βρίσκονται σε διάφορα μεγάλα αγγεία ολόκληρου του σώματος, όπως την καρωτιδική κοιλότητα και το τοίχωμα του αριστερού κόλπου.⁷⁶ Ανταποκρίνονται στις αλλαγές στην αρτηριακή πίεση και εκπέμπουν σήμα στο ΚΝΣ με τα σήματα αυτά να μεταφέρονται στη συνέχεια πίσω μέσω των αισθητικών νευρικών απολήξεων, για να εξουδετερώσουν τις μη φυσιολογικές μεταβολές στην αρτηριακή πίεση.⁷⁶ Οι χημειούποδοχείς που βρίσκονται στα καρωτιδικά σώματα και την αορτή ανταποκρίνονται στις μεταβολές των επιπέδων του οξυγόνου, του διοξειδίου του άνθρακα και των ιόντων υδρογόνου στο αρτηριακό αίμα.⁷⁶ Οι χημειούποδοχείς ρυθμίζουν τον αερισμό και επικοινωνούν με το εγκεφαλικό στέλεχος και τα καρδιαγγειακά κέντρα για να προκαλέσουν εκτεταμένη αγγειοδιαστολή.⁷⁶ Αυτό το σύστημα είναι αναγκαίο να λειτουργεί αποτελεσματικά για την πρόληψη της υπέρτασης.⁷⁶ Για παράδειγμα, μια πτώση στην πίεση του αίματος προκαλεί αναστολή του παρασυμπαθητικού συστήματος και ενεργοποίηση του καρδιακού συμπαθητικού νεύρου, με αποτέλεσμα την αύξηση του καρδιακού ρυθμού.⁷⁶

2.4.2. Φλέβες

Οι φλέβες και τα φλεβίδια αποτελούν δομές του φλεβικού αγγειακού δικτύου, οι οποίες επιτελούν σημαντικό ρόλο στην κυκλοφορία του αίματος στο σώμα .⁷⁷ Οι φλέβες είναι αγγεία με μεγάλη χωρητικότητα, ενώ η λειτουργία τους βασίζεται σε δύο κύριες αρχές: α) τη δράση τους σαν αγωγοί, που μεταφέρουν το αίμα από τα όργανα και τους ιστούς του σώματος πίσω στην καρδιά και β) τη συμπεριφορά τους σαν αγγεία, που θα φιλοξενούν μεγάλο όγκο αίματος.⁷⁷ Κατά την ηρεμία, στο φλεβικό δίκτυο περιέχονται περίπου τα δύο τρίτα της συνολικής ποσότητας του όγκου αίματος και αυτό χρησιμεύει σαν αποθήκη αίματος.^{77,78} Το φλεβικό δίκτυο διαθέτει μεγάλες κοιλότητες, όπως επίσης και βαλβίδες, οι οποίες εξασφαλίζουν μία μονόδρομη ροή του αίματος προς την καρδιά.⁷⁸

Οι φλέβες παρουσιάζουν μεγαλύτερη διάμετρο από τις αρτηρίες, ενώ τα τοιχώματά τους είναι λεπτότερα και αποτελούνται από μία στοιβάδα ενδοθηλιακών κυττάρων και μια μέτρια

ποσότητα ελαστικού, λείου μυϊκού και συνδετικού ιστού.^{77,78} Αυτό συνεπάγεται με μεγάλη χωρητικότητα όγκου αίματος (στο φλεβικό δίκτυο), δεδομένου ότι τα τοιχώματα τα φλεβών περιέχουν πολύ λιγότερο ελαστικό ιστό συγκριτικά με τα τοιχώματα των αρτηριών.^{77,78}

Επιπλέον, οι φλέβες έχουν ενδοτικότητα 30 φορές μεγαλύτερη από αυτήν των αρτηριών και για αυτό το λόγο χρησιμοποιούνται ως μοσχεύματα στην αορτοστεφανιαία παράκαμψη.⁷⁷

Ο λείος μυϊκός ιστός στα τοιχώματα των φλεβών νευρώνεται ,όπως και στην περίπτωση των αρτηριών, από νευρικές ίνες του συμπαθητικού.⁷⁷ Η αυξημένη δραστηριότητα του συμπαθητικού προκαλεί σύσπαση των φλεβών, η οποία μειώνει τη χωρητικότητά τους και συνεπώς μειώνει τον άτονο όγκο(όγκος αίματος στις φλέβες υπό χαμηλή πίεση).⁷⁷

Νευροσωματικοί μηχανισμοί μπορούν να κινητοποιήσουν το αίμα στις φλέβες διατηρώντας την πίεση σταθερή στον δεξιό κόλπο όταν απαιτηθεί.⁷⁷ Η αγγειοσυστολή κατά τη διάρκεια της άσκησης ή αιμορραγίας, όπου η συμπαθητική δραστηριότητα μέσω της αδρενεργικής διέγερσης μειώνει την ενδοτικότητα και τη χωρητικότητα των σπλαχνικών φλεβών, αυξάνει την περιφερική φλεβική πίεση και προωθεί το αίμα πίσω στην καρδιά.⁷⁷

2.4.3. Τριχοειδή

Τα τριχοειδή αγγεία μπορούν να παρομοιαστούν με τους μικρότερους κλάδους ενός δέντρου, τα οποία συνδέουν τα αρτηριόλια με τα φλεβίδια.⁷⁸ Οι αρτηρίες διαιρούνται σε αρτηριόλια, τα οποία με τη σειρά τους διαιρούνται σε τριχοειδή.⁷⁸ Αυτά ανατροφοδοτούνται σε φλεβίδια, τα οποία συνδέονται με μεγαλύτερες φλέβες, καταλήγοντας τελικά στην άνω και κάτω κοίλη φλέβα.⁷⁸ Υπάρχουν τρεις κύριοι τύποι τριχοειδών αγγείων: τα συνεχή, τα διατεταγμένα και τα εναλλασσόμενα.⁷⁸

Τα συνεχή τριχοειδή αγγεία είναι επενδυμένα με συνεχή ενδοθηλιακά κύτταρα, συνδεδεμένα με στενούς δεσμούς μεταξύ τους και εμφανίζουν περιορισμένη διαπερατότητα διαλυμένων ουσιών.⁷⁸ Βρίσκονται στο δέρμα και στους μύες.⁷⁸ Τα διατεταγμένα με θύρες τριχοειδή αγγεία είναι όμοια με τα συνεχή, ωστόσο μερικά ενδοθηλιακά κύτταρα εμφανίζουν πόρους και συνήθως βρίσκονται σε περιοχές που πραγματοποιούνται διηθήσεις διαλυμένων ουσιών.⁷⁸ Τα συγκεκριμένα αγγεία εντοπίζονται στον εντερικό βλεννογόνο και τους νεφρούς.⁷⁸ Τέλος, τα εναλλασσόμενα τριχοειδή αγγεία διαθέτουν μεγάλους πόρους και εμφανίζουν λιγότερους στενούς δεσμούς μεταξύ τους, επιτρέποντας σε μεγάλα μόρια και κύτταρα να περάσουν. Ενώ, εντοπίζονται στο ήπαρ, στον μυελό των οστών και σε μερικούς ενδοκρινικούς ιστούς.⁷⁸

Τα τριχοειδή αγγεία συμπεριφέρονται σαν μία ημιδιαπερατή κυτταρική μεμβράνη επιτρέποντας τη διάχυση των αερίων και τη μεταφορά θρεπτικών αλλά και μη χρήσιμων προϊόντων.⁷⁸ Η μονή στοιβάδα λεπτών ενδοθηλιακών κυττάρων των τριχοειδών διευκολύνει την ανταλλαγή ουσιών μεταξύ των τριχοειδών και των ιστών.⁷⁸ Αέρια, όπως το O₂ και το CO₂, μεταβολικά προϊόντα, γάλα, γλυκόζη και άλλα συστατικά μεταφέρονται κατά μήκος των τριχοειδών μέσω μικρών σχισμών στα ενδοθηλιακά κύτταρα γνωστά και ως πόρους ή παράθυρα.⁷⁸ Για να αποτραπεί από τα τριχοειδή να χάσουν ζωτικές ουσίες, όπως οι πρωτεΐνες του πλάσματος, οι σχισμές των ενδοθηλιακών κυττάρων είναι μικρότερες από εκείνες των πρωτεϊνών.⁷⁸

2.5. Πιέσεις στο αγγειακό δίκτυο

Οι πιέσεις που επικρατούν στο κάθε τμήμα του καρδιαγγειακού συστήματος δεν είναι ίσες.⁷⁹ Οι διαφορές στην πίεση που επικρατούν μεταξύ καρδιάς και των αιμοφόρων αγγείων αποτελούν την οδηγό δύναμη για την αιματική ροή.⁷⁹ Αρτηριακή πίεση, είναι η πίεση που δημιουργείται από τον κυκλοφορούντα όγκο αίματος μέσα από τις αρτηρίες, τις φλέβες, τους κόλπους και τις κοιλίες της καρδιάς, ενώ οι μονάδες που μετράται είναι mmHg ή mmH₂O.^{76,79} Η υψηλότερη πίεση συναντάται στην αορτή και τις μεγάλες αρτηρίες(οι οποίες εμφανίζουν υψηλή ελαστική επαναφορά στο αρτηριακό τοίχωμα) και μειώνεται προοδευτικά καθώς το αίμα ρέει από τις αρτηρίες, στα αρτηρίδια, τα τριχοειδή, τις φλέβες και πίσω στην καρδιά.^{76,79} Η προοδευτική μείωση της πίεσης συμβαίνει, διότι απαιτείται κατανάλωση ενέργειας για την υπερνίκηση των αντιστάσεων από την τριβή.⁷⁹ Η μέση πίεση στην αορτή είναι πολύ υψηλή, φτάνοντας κατά μέσο όρο τα 100mmHg.⁷⁹ Ενώ, στο άκρο των αρτηριολίων η μέση πίεση έχει τιμή περίπου 30mmHg, λόγω της υψηλής αντίστασης που παρουσιάζεται σε αυτά.⁷⁹ Στα τριχοειδή αγγεία η μείωση της πίεσης συμβαίνει εξαιτίας της αντίστασης στη ροή από την τριβή και της διήθησης υγρού εκτός των τριχοειδών.⁷⁹ Στα φλέβες και στα φλεβίδια παρατηρείται ακόμη μεγαλύτερη μείωση πίεσης, με την πίεση στην κάτω κοίλη φλέβα να είναι 4mmHg, ενώ στον δεξιό κόλπο περίπου να κυμαίνεται από 0 έως 2 mmHg.⁷⁹

Τρεις τύποι ενέργειας παράγουν την αρτηριακή πίεση: η ελαστική, η κινητική και η βαρυτική ενέργεια, με σημαντικότερη όλων την ελαστική.⁷⁹ Ο κυκλοφορών όγκος ασκεί πιέσεις στα ελαστικά τοιχώματά των αγγείων παράγοντας μία αντίθετη αναπηδώσα δύναμη, η οποία αποδίδεται στις ελαστικές μυϊκές ίνες του αγγειακού οικοδομήματος.⁷⁹ Η τάση κατά

μήκος των αγγειακών τοιχωμάτων υπολογίζεται συχνά από τη χρήση της σχέσης Laplace και των τιμών της πίεσης εντός του αγγείου και της ατμοσφαιρικής πίεσης.⁷⁹

Η δεύτερη και ,εξίσου, καθοριστική δύναμη της αρτηριακής πίεσης είναι η κινητική δύναμη, η οποία προκύπτει από την ταχύτητα ροής του αίματος.⁷⁹ Η κινητική ενέργεια ισούται με το ήμισυ της μάζας(προϊόν του όγκου και της πυκνότητας του αίματος) και το τετράγωνο της ταχύτητας του αίματος.⁷⁹ Η κινητική ενέργεια μπορεί να συνεισφέρει μόλις το 3% της συνολικής δύναμης στο μέγιστο σημείο της συστολικής αρτηριακής πίεσης, συνθέτει όμως μία μεγαλύτερου μεγέθους τιμή πίεσης στις μεγάλες φλέβες και στα πνευμονικά αγγεία, διότι η ταχύτητα του αίματος φαίνεται να είναι όμοια με αυτή των μεγάλων αρτηριών, καθώς σε αυτά η ελαστική ενέργεια είναι αρκετά μικρότερη.⁷⁹ Η ενέργεια δεν δημιουργείται ούτε και χάνεται, έτσι το ποσό της μείωσης της κινητικής ενέργειας μετατρέπεται σε ελαστική ενέργεια.⁷⁹ Αυτό το φαινόμενο αυξάνει την πίεση που ασκείται στα τοιχώματα μιας ανευρυσματικής περιοχής και έχει ως αποτέλεσμα την περαιτέρω διαστολή της, καθώς και την αύξηση της πίεσης σε ένα ήδη αδύναμο αγγειακό τοίχωμα μέχρι αυτό να διογκωθεί σε βαθμό τέτοιο ώστε τελικά να ρηχθεί.⁷⁹ Τέλος, η βαρυτική ενέργεια έχει μεγάλη σημασία όταν η πίεση μετράται με ένα κλειστό σύστημα, όπως είναι ο μορφομετατροπέας.⁷⁹ Η θέση του μορφομετατροπέα και η σωστή επιλογή του επιπέδου του ύψους του είναι ουσιαστική και με μεγάλη βαρύτητα στην ορθή μέτρηση της πίεσης.⁷⁹ Μία λανθασμένη τοποθέτηση θα σήμανε πλασματικά αποτελέσματα και artifacts.⁷⁹ Παραδείγματος χάριν μία εγκατάσταση της συσκευής στο επίπεδο του ποδός θα εμφάνιζε αποτελέσματα μεγαλύτερα από τα πραγματικά και το αντίθετο.⁷⁹

Η ΚΦΠ αποτελεί ένα εξίσου βαρύνον μέγεθος εκτίμησης της αιμοδυναμικής σταθερότητας ενός ασθενούς, καθώς και των πιέσεων που επικρατούν στο αγγειακό δίκτυο.⁸⁰ Ορίζεται ως, η πίεση των μεγάλων φλεβικών στελεχών του θώρακα(άνω και κάτω κοίλη φλέβα), ενώ αποτελεί δείκτης εκτίμησης του προφορτίου και του ενδοαγγειακού όγκου.⁸¹ Μετράται σε σχέση με την ατμοσφαιρική πίεση, την οποία θέτουμε ως μηδενική για να υπάρχει σταθερό σημείο αναφοράς.⁸¹ Επιπλέον, η μέτρησή της πραγματοποιείται στη συμβολή της άνω κοίλης φλέβας με τον δεξιό κόλπο της καρδιάς, με στόχο να παρέχει τη δυνατό εγγύτερη εκτίμηση της πίεσης στον δεξιό κόλπο.⁸¹ Οι τιμές της σε έναν υγιή ενήλικα κυμαίνονται μεταξύ ενός σχετικά μεγάλου εύρους από -1 έως 10mmHg, ενώ μπορεί να μετρηθεί, είτε με ένα μανόμετρο (σε μονάδες cmH₂O), είτε με ένα κύκλωμα μορφομετατροπέα (σε mmHg).⁸¹ Η κεντρική φλεβική πίεση υπολογίζεται στο τέλος της εκπνοής, όταν ο ασθενής, είτε βρίσκεται σε αυτόματη αναπνοή, είτε σε αερισμό θετικών πιέσεων, καθώς σε αυτή την περίπτωση η

τιμή της επιδέχεται τη μικρότερη δυνατή επίδραση από τις μεταβαλλόμενες στη διάρκεια αναπνευστικού κύκλου, ενδοθωρακικές πιέσεις.⁸¹

2.6. Αίμα και έμμορφα συστατικά

Το αίμα είναι ένας υγρός, ζωντανός ιστός, ο οποίος ρέει μέσα στο δίκτυο των αγγείων, ενώ η καρδιά αποτελεί την κινητήρια δύναμη για τη συνεχή ροή του στα αγγεία λειτουργώντας ως αντλία.⁸² Οι κύριες λειτουργίες του είναι η μεταφορά του οξυγόνου και των θρεπτικών ουσιών προς τα κύτταρα όλων των υπόλοιπων ιστών, καθώς και η απομάκρυνση του διοξειδίου του άνθρακα και των λοιπών προϊόντων του μεταβολισμού από τα κύτταρα.⁸² Επίσης, συμβάλλει στη θερμορύθμιση, στη μεταφορά ορμονών και συμμετέχει στους μηχανισμούς άμυνας του οργανισμού μέσω των κυττάρων του ανοσοποιητικού συστήματος.⁸² Το αίμα αποτελεί το 7% του βάρους ανθρώπινου σώματος, ενώ ο μέσος ενήλικας διαθέτει συνολικό όγκο αίματος περίπου στα 5 λίτρα, εκ των οποίων τα 2,7-3 λίτρα είναι πλάσμα (άμορφο συστατικό) και το υπόλοιπο της σύστασής του αποτελούν τα έμμορφα κυτταρικά στοιχεία, που αιωρούνται σε αυτό.⁸² Τα έμμορφα συστατικά, που αποτελούν το 45% του όγκου του, διακρίνονται σε τρεις κύριους τύπους: τα ερυθρά αιμοσφαίρια, τα λευκά αιμοσφαίρια και τα αιμοπετάλια.⁸²

Τα ερυθρά αιμοσφαίρια ή ερυθροκύτταρα αποτελούν το 38-48% του πλήρους αίματος και παρουσιάζουν αναλογία προς τα λευκά αιμοσφαίρια 500 προς 1.⁸² Έχουν σχήμα αμφίκυλων δίσκων διαμέτρου 8μm και πάχους 2μm.⁸² Όμως παραμορφώνονται σημαντικά στη μικροκυκλοφορία, γιατί πρέπει να περάσουν μέσα από τα τριχοειδή, που έχουν διάμετρο πολύ μικρότερη από αυτά, για να ξαναπάρουν το αρχικό τους σχήμα, μόλις περάσουν τη στενωπό.⁸³ Η πλαστικότητα των ερυθροκυττάρων εξασφαλίζεται χάρη στην ειδική κατασκευή της μεμβράνης τους, που αποτελείται από μία διπλή μεμβράνη λιποειδών στερεωμένη σε έναν πρωτεϊνικό σκελετό (υπομεμβρανικές πρωτεΐνες).⁸³ Το περιεχόμενο των ερυθροκυττάρων είναι ένα πυκνό διάλυμα αιμοσφαιρίνης σε νερό, λοιπών πρωτεϊνών, ενζύμων και ηλεκτρολυτών σε μικρότερη συγκέντρωση.⁸³ Μέσω της αιμοσφαιρίνης το αίμα αποκτά το χαρακτηριστικό του κόκκινο χρώμα, ενώ αποστολή των ερυθρών αιμοσφαιρίων είναι η μεταφορά οξυγόνου από τους πνεύμονες στους ιστούς μέσω της αιμοσφαιρίνης και η απομάκρυνση του διοξειδίου του άνθρακα προς την αντίθετη κατεύθυνση.^{82,83} Τα ερυθροκύτταρα παράγονται από το μυελό των οστών, ωστόσο η μέση επιβίωσή τους στην κυκλοφορία υπολογίζεται σε 120 ημέρες.^{82,83}

Τα λευκά αιμοσφαίρια, λευκοκύτταρα ή κοκκιοκύτταρα είναι άχρωμα ή λευκού χρώματος κύτταρα με πυρήνα.⁸² Αποτελούν λιγότερο από το 1% του πλήρους αίματος και περιλαμβάνουν τα ουδετερόφιλα, τα πολυμορφοπύρηνα, τα ηωσινόφιλα πολυμορφοπύρηνα, τα βασεόφιλα πολυμορφοπύρηνα, τα μονοκύτταρα, τα λεμφοκύτταρα και τα πλασματοκύτταρα.⁸² Ο αριθμός τους είναι συχνά δείκτης παρουσίας νόσου στον οργανισμό.⁸² Εμφανίζονται σε σχήμα σφαιρικό όταν είναι ακίνητα, ενώ μπορούν να κινούνται σε αμοιβαδικές κινήσεις.⁸² Οι φυσιολογικές τους τιμές στο αίμα υπολογίζονται μεταξύ $4 \cdot 10^9$ και $1,1 \cdot 10^{10}$ λευκά αιμοσφαίρια ανά λίτρα αίματος και η διάμετρός τους κυμαίνεται από 7 έως 21 μm .⁸² Δρουν στην άμυνα του οργανισμού και στην καταπολέμηση των λοιμώξεων- βακτηριακών και μυκητιασικών- (κυρίως μέσω της φαγοκυττάρωσης), σε τραυματισμούς ιστών, αλλεργικές αντιδράσεις και χρόνιες ανοσολογικές αντιδράσεις.⁸²

Τα αιμοπετάλια είναι κυτταρικά θραύσματα, μήκους 2-4 μm , τα οποία αποτελούν λιγότερο από το 1% του πλήρους αίματος, ενώ αριθμούν 250.000-400.000 ανά κυβικό χιλιοστό αίματος.⁸² Μαζί με τους παράγοντες πήξης του πλάσματος, συμβάλλουν καθοριστικά στην πήξη του αίματος και την αιμόσταση.⁸⁴

2.7. Εξωτερικό ισοζύγιο υγρών

Ο όρος ισοζύγιο υγρών εκφράζει την ισορροπία ανάμεσα στα προσλαμβανόμενα και αποβαλλόμενα υγρά ενός οργανισμού στη διάρκεια μιας ημέρας.⁸⁵ Το ισοζύγιο (προσλαμβανόμενων και αποβαλλόμενων υγρών) σε υγιείς οργανισμούς διατηρείται φυσιολογικό, με την προϋπόθεση ότι λαμβάνονται οι απαραίτητες και επαρκείς ποσότητες υγρών, γευμάτων και ότι αποβάλλονται εν συνεχεία από τον οργανισμό (κυρίως μέσω των νεφρών) οι μη χρήσιμες και τοξικές ουσίες.⁸⁵ Οι νεφροί φυσιολογικά καθορίζουν τον αποβαλλόμενο όγκο υγρών, ρυθμίζοντας έτσι την ισορροπία υγρών και ηλεκτρολυτών στο σώμα.⁸⁵ Η ρύθμιση και η διατήρηση ενός φυσιολογικού ισοζυγίου υγρών συμβάλλουν στην ομαλή ανάπτυξη και εύρυθμη λειτουργία των οργάνων και κατ' επέκταση του οργανισμού, ενώ αποτελούν απαραίτητες ενέργειες για τη διαχείριση ενός μεγάλου εύρους περιστατικών.⁸⁵ Τέτοιες περιπτώσεις περιλαμβάνουν ενδεικτικά το περιβαλλοντικό θερμικό στρες, που βιώνει ένας υγιής οργανισμός κατά τη διάρκεια έντονης άσκησης, την ανάπτυξη ποικίλων οξέων ή χρόνιων ασθενειών, τις επιπλοκές, που μπορεί να προκύψουν, από την εξέλιξη σοβαρών ασθενειών, καθώς επίσης την παχυσαρκία και την υπέρταση.^{85, 86} Οποιαδήποτε διαταραχή του ισοζυγίου υγρών του οργανισμού, όπως για παράδειγμα η απώλεια υγρών μεγαλύτερη

του 2% της σωματικής μάζας αναστέλλει τη διάχυση της θερμότητας, μειώνει την καρδιαγγειακή λειτουργία και την ικανότητα άσκησης σε θερμό περιβάλλον.⁸⁶

Ο υπολογισμός του ισοζυγίου υγρών αποτελεί ένα μείζονος σημασίας εργαλείο αξιολόγησης των υγιών και μη οργανισμών.⁸⁶ Εκτιμάται, ότι ανθρώπινος οργανισμός χρειάζεται κατά μέσο όρο 1500ml/24h νερού, για να επιτελέσει τις βασικές του λειτουργίες, ποσό το οποίο παρουσιάζει διαφοροποιήσεις ανάλογα τις εξατομικευμένες ανάγκες κάθε οργανισμού.⁸⁵ Τα υγρά μπορούν να εισαχθούν στον οργανισμό μέσω ενδοφλέβιας προσπέλασης στο πλάσμα, από το στόμα(Peros), από το νερό που περιέχεται στις τροφές και από οξειδώσεις, ονομάζονται προσλαμβανόμενα.⁸⁷ Η αποβολή πραγματοποιείται διαμέσου των ούρων και των κοπράνων, τις εφιδρώσεις και τους εμέτους, μέσα από παροχετευτικούς σωλήνες, καθώς και από τον εκπνεόμενο αέρα και το δέρμα(άδηλη αναπνοή).⁸⁷ Όταν ο συνολικός όγκος των προσλαμβανόμενων υγρών είναι μεγαλύτερος από τον όγκο των αποβαλλόμενων, τότε το ισοζύγιο υγρών ονομάζεται θετικό(+), ενώ όταν ισχύει το αντίθετο και ο όγκος των αποβαλλόμενων είναι μεγαλύτερος από αυτόν των προσλαμβανόμενων, τότε καλείται αρνητικό(-).⁸⁷ Μηδενικό(0) χαρακτηρίζεται το ισοζύγιο, κατά το οποίο ο όγκος των προσλαμβανόμενων και των αποβαλλόμενων υγρών τυγχάνει ίσος.⁸⁷ Επιπλέον, η ισορροπία των υγρών στο ανθρώπινο σώμα είναι απαραίτητη για τη διατήρηση της φυσιολογικής πίεσης του αίματος.⁷⁶ Όταν υφίσταται υποογκαιμία ή υπερογκαιμία, αυτό αντικατοπτρίζεται στη συστηματική πίεση του αίματος, με την εμφάνιση υπότασης ή υπέρτασης.⁷⁶

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο: ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΤΑΠΛΗΞΙΑΣ

3.1. Ορισμός καταπληξίας

Ο όρος shock ή καταπληξία αναφέρεται σε μία κατάσταση κατάρρευσης και ανεπάρκειας του καρδιοαναπνευστικού συστήματος, οδηγώντας σε ανεπαρκή κυκλοφορία.⁸⁸ Πρόκειται για κυτταρική και ιστική υποξία, οφειλόμενη σε μειωμένη παροχή οξυγόνου ή/και αύξηση της κατανάλωσής του, καθώς και ανεπαρκή χρήση του παρεχόμενου οξυγόνου.⁸⁹ Η κυτταρική υποξία προκαλεί δυσλειτουργία στις μεμβρανικές αντλίες ιόντων, ενδοκυτταρικό οίδημα και αδυναμία ρύθμισης του pH.⁸⁹ Οι βιοχημικές αυτές διαταραχές πυροδοτούν την έκκριση φλεγμονωδών και αντι-φλεγμονωδών διαβιβαστών, προκαλώντας περαιτέρω διαταραχές στη μικροκυκλοφορία και δυσλειτουργία του ανοσολογικού συστήματος.⁸⁹ Η έλλειψη αιμάτωσης(οξυγόνωσης) σε κυτταρικό επίπεδο οδηγεί σε αναερόβιο μεταβολισμό και αδυναμία παραγωγής επαρκούς ενέργειας για την υποστήριξη της ζωής, με αποτέλεσμα η προσφορά οξυγόνου σε κυτταρικό επίπεδο να μην επαρκεί για να καλύψει τις μεταβολικές ανάγκες του οργανισμού.⁹⁰

Είναι μία επικίνδυνη κατάσταση, που οδηγεί σε ανεπαρκή κυκλοφορία του αίματος προς τους ιστούς και αδυναμία απομάκρυνσης των άχρηστων προϊόντων του μεταβολισμού.⁸⁸ Καθώς τα κύτταρα αρχίζουν να πεθαίνουν, ο οργανισμός προσπαθεί να ανταπεξέλθει ανακατανέμοντας το αίμα από τα μη ζωτικά όργανα(δέρμα και έντερο) στα ζωτικά (καρδιά, πνεύμονες και εγκέφαλος).⁸⁸ Για παράδειγμα, το γαστρεντερικό σύστημα έχει αυξημένες ανάγκες για αιματική παροχή, τόσο κατά τη διάρκεια, όσο και λίγο διάστημα μετά τα γεύματα, όπου πραγματοποιείται η πέψη.⁸⁸ Ανάμεσα στα γεύματα η αιματική ροή μειώνεται και το αίμα κατανέμεται σε άλλα όργανα.⁸⁸ Αντίθετα, ο εγκέφαλος απαιτεί μία συνεχή και σταθερή παροχή για να λειτουργεί.⁸⁸ Επιπλέον, ο οργανισμός διαθέτει μηχανισμούς, που στηρίζουν τη λειτουργία του αναπνευστικού και του καρδιαγγειακού συστήματος, όταν οι ανάγκες στα ζωτικά όργανα αυξάνονται.⁸⁸ Αυτοί οι μηχανισμοί, οι οποίοι περιλαμβάνουν το ANS και κάποιες ορμόνες, ενεργοποιούνται όταν ο οργανισμός αντιληφθεί ότι η πίεση του μειώνεται.⁸⁸ Η δράση των ορμονών αυξάνει τον καρδιακό παλμό και τη δύναμη των καρδιακών συστολών, προκαλώντας αγγειοσύσπαση σε περιοχές λιγότερο σημαντικές, όπως το δέρμα και το γαστρεντερικό σύστημα(περιφερική αγγειοσύσπαση).⁸⁸ Η απάντηση του

ΑΝΣ και των ορμονών συμβαίνει σε εξαιρετικά μικρό χρονικό διάστημα(δευτερόλεπτα) και προκαλεί τα σημεία και τα συμπτώματα ενός ασθενούς σε καταπληξία.⁸⁸

3.2. Επιδημιολογικά στοιχεία

Η κυκλοφορική καταπληξία αποτελεί συχνό φαινόμενο κατά την εισαγωγή ή νοσηλεία των ασθενών στον χώρο του νοσοκομείου, ενώ θεωρείται κοινή αιτία εισαγωγής των ασθενών στη Μονάδα Εντατικής Θεραπείας(ΜΕΘ).⁹¹ Υπολογίζεται, ότι το 30% των εισαχθέντων στη Μ.Ε.Θ αντιμετωπίζουν κάποιου είδους καταπληξία.⁸⁸ Σύμφωνα με κλινικά δεδομένα, η σηπτική καταπληξία καταλαμβάνει το μεγαλύτερο ποσοστό περιστατικών καταπληξίας 62%.⁸⁸ Ακολούθως, σε αρκετά μεγάλο ποσοστό το ιατρονοσηλευτικό προσωπικό στις Μ.Ε.Θ αντιμετωπίζουν την καρδιογενή και την υποογκαιμική καταπληξία σε ποσοστό περίπου 17% των κλινικών περιστατικών.^{88,91} Όσον αφορά τη θνησιμότητα, στη σηπτική καταπληξία ανέρχεται στο 50% και αναφέρεται στη βιβλιογραφία ως η σοβαρότερη εκδήλωση σηψαιμίας.⁸⁸ Η καρδιογενής καταπληξία, η οποία έχει μελετηθεί συχνότερα τις τελευταίες δεκαετίες, κυμαίνεται σε υψηλότερα ποσοστά θνησιμότητας της τάξης του 59,4%.⁸⁸

3.3. Ταξινόμηση κυκλοφορικής καταπληξίας

3.3.1. Κατηγορίες καταπληξίας καρδιακής αιτιολογίας

Η καταπληξία μπορεί να προκληθεί από διάφορες καταστάσεις, όπως αναπνευστική ανεπάρκεια, οξείες αλλεργικές καταστάσεις και λοιμώξεις.⁸⁸ Τα αίτια της καταπληξίας διακρίνονται σε καρδιογενή και μη καρδιογενή.⁸⁸ Οι τρεις κύριες αιτίες καρδιογενούς καταπληξίας είναι: α) η ανεπαρκής καρδιακή λειτουργία, β) η απώλεια αίματος ή υγρών από τα αγγεία και γ) η διαστολή των αιμοφόρων αγγείων με σταθερό όγκο αίματος.⁸⁸

Η καρδιογενής καταπληξία προκαλείται από ανεπαρκή λειτουργία της καρδιάς.⁸⁸ Πολλές νόσοι μπορούν να προκαλέσουν καταστροφή ή φλεγμονή του καρδιακού μυός, ενώ διακρίνονται τρεις τύποι καρδιογενούς καταπληξίας: η καρδιομυοπάθεια, η αρρυθμιογενής

καταπληξία και η καταπληξία από μηχανικά αίτια, όπως η ανεπάρκεια μιτροειδούς ή αορτικής βαλβίδας.⁸⁹ Η καρδιομυοπάθεια μπορεί να οφείλεται σε έμφραγμα, ισχαιμία ή/και μυοκαρδίτιδα.⁸⁹ Η αρρυθμογενής καταπληξία μπορεί να προκληθεί από μαρμαρυγή, κοιλιακή ταχυκαρδία και κολποκοιλιακό αποκλεισμό, ενώ το μηχανικό αίτιο να οφείλεται σε ανεπάρκεια βαλβίδων ή/και κολπικό μύζωμα.⁸⁹ Η καρδιογενής καταπληξία επέρχεται όταν ο καρδιακός μυς αδυνατεί να διατηρήσει πλέον επαρκή πίεση για να κυκλοφορήσει το αίμα σε όλα τα όργανα.⁸⁸ Ο ρυθμός των παλμών της καρδιάς είναι τόσο αποδιοργανωμένος, με αποτέλεσμα ο όγκος του αίματος να μην μπορεί πλέον να αντληθεί επαρκώς μέσα στο σύστημα.⁸⁸

Η νευρογενής καταπληξία είναι αποτέλεσμα βλάβης του νωτιαίου μυελού, ιδιαίτερα στο ανώτερο τμήμα της αυχενικής μοίρας και μπορεί να προκαλέσει σημαντική κάκωση στο τμήμα του νευρικού συστήματος, το οποίο ελέγχει το μέγεθος και τον μυϊκό τόνο των αιμοφόρων αγγείων.⁸⁸ Οι μύες στα τοιχώματα των αγγείων στερούνται της νεύρωσής τους, που ρυθμίζει τη συστολή τους, με αποτέλεσμα όλα τα αγγεία κάτω από το επίπεδο της βλάβης του νωτιαίου μυελού να διευρύνονται, αυξάνοντας το μέγεθος και τη χωρητικότητα του αγγειακού συστήματος.⁸⁸ Τα διαθέσιμα 6 λίτρα αίματος δε δύναται να πληρώσουν το αγγειακό σύστημα, το οποίο παρουσιάζει αυξημένη χωρητικότητα.⁸⁸ Συνεπώς, ακόμη και αν δεν υφίσταται απώλεια αίματος ή υγρών, η διήθηση στα όργανα και στους ιστούς καθίσταται ανεπαρκής και επέρχεται καταπληξία.⁸⁸

Η υποογκαιμική καταπληξία οφείλεται στη μεγάλη ελάττωση του ενδοαγγειακού όγκου και διακρίνεται σε αιμορραγική και μη.⁸⁹ Η υποογκαιμική καταπληξία θα αναλυθεί εκτενώς στο κεφάλαιο 4.

3.3.2. Κατηγορίες καταπληξίας μη καρδιακής αιτιολογίας

Υπάρχουν τρεις τύποι καταπληξίας, των οποίων η αιτία δεν επαφίεται στο καρδιαγγειακό σύστημα: η αναπνευστική, η αναφυλακτική και η ψυχογενής καταπληξία.⁸⁸

Η αναπνευστική καταπληξία μπορεί να προκληθεί, είτε από κάποια σοβαρή κάκωση του θώρακα, είτε από απόφραξη της αναπνευστικής οδού.⁸⁸ Ο πάσχων αδυνατεί να αναπνεύσει κανονικά, ενώ η ποσότητα του οξυγόνου που παρέχεται κρίνεται ανεπαρκής.⁸⁸ Η χαμηλή συγκέντρωση οξυγόνου στο αίμα μπορεί να προκαλέσει καταπληξία σε σύντομο χρονικό διάστημα, όπως και στις κατηγορίες καταπληξίας καρδιακής αιτιολογίας.⁸⁸ Χωρίς οξυγόνο

τα όργανα του σώματος δεν μπορούν να επιβιώσουν και τελικά επέρχεται η έκπτωση των ζωτικών λειτουργιών.⁸⁸

Η αναφυλακτική καταπληξία ή αναφυλαξία είναι αποτέλεσμα αλλεργικής αντίδρασης έπειτα από δήγμα εντόμου, λήψη τροφής ή φαρμάκων και προκαλείται όταν ένα άτομο παρουσιάζει ευαισθητοποίηση σε κάποια ουσία.⁸⁹ Οι αναφυλακτικές αντιδράσεις εμφανίζονται εντός λίγων λεπτών ή και δευτερολέπτων μετά από επαφή με την ουσία στην οποία το άτομο είναι αλλεργικό.⁸⁸ Στην αναφυλακτική καταπληξία δεν υπάρχει απώλεια αίματος ούτε άμεση καρδιακή ή αγγειακή βλάβη.⁸⁸ Ωστόσο, παρουσιάζεται εκτεταμένη αγγειοδιαστολή, η οποία σε συνδυασμό με την κακή οξυγόνωση και την ελαττωμένη διήθηση μπορεί να αποβεί θανατηφόρα.⁸⁸

Η ψυχογενής καταπληξία αποτελεί μια ξαφνική αντίδραση του νευρικού συστήματος, η οποία έχει σαν αποτέλεσμα μια προσωρινή αλλά γενικευμένη αγγειοδιαστολή.⁸⁸ Αυτό το φαινόμενο μπορεί να οδηγήσει σε λιποθυμία ή συγκοπή, καθώς το αίμα λιμνάζει εντός των διασταλμένων αγγείων, ελαττώνοντας έτσι την παροχή του εγκεφάλου.⁸⁸ Ο εγκέφαλος παύει να αρδεύεται σωστά, παύει να λειτουργεί φυσιολογικά και ακολουθεί συγκοπτικό επεισόδιο.⁸⁸ Ο φόβος, η έντονη συγκίνηση, η θέα αίματος είναι κάποιοι από τους παράγοντες, που μπορεί να θεωρηθούν υπεύθυνοι για τη ψυχογενή καταπληξία.⁸⁸

3.4. Αναφυλακτική καταπληξία

Η αναφυλακτική καταπληξία προκαλείται συνήθως μετά από δήγμα εντόμου, λήψη τροφής ή φαρμάκων.⁸⁹ Υπερβολική δόση φαρμάκων, κατά κύριο λόγο ναρκωτικών, τοξίνες από δάγκωμα φιδιού και σκορπιού ή και τοξίνες μικροβίων (streptococcus, toxin like syndrome) προκαλούν αγγειοδιασταλτική καταπληξία.⁸⁹

Στην αναφυλακτική καταπληξία η διάγνωση είναι κλινική: αιφνίδια εγκατάσταση γενικευμένης κνίδωσης, αγγειοοίδημα, ερυθρότητα, κνησμός που συνοδεύεται από αναπνευστική δυσχέρεια, εισπνευστικός συριγμός, δύσπνοια, εργώδης αναπνοή, κυάνωση, υπόταση, αρρυθμία και, τελικά, καταπληξία.⁸⁹ Η αντιμετώπιση της αναφυλαξίας συνίσταται στην άμεση χορήγηση επινεφρίνης (epinephrine) ενδομυϊκά (IM).⁸⁹ Χορηγείται επινεφρίνη 0,3-0,5 mg IM, και η χορήγηση μπορεί να επαναλαμβάνεται ανά 5-15 λεπτά.⁸⁹ Αν τα συμπτώματα δεν υποχωρήσουν, η επινεφρίνη χορηγείται IV.⁸⁹ Για την προστασία του αεραγωγού συνίσταται άμεση διασωλήνωση, αν υπάρχουν ενδείξεις επικείμενης απόφραξης

του αεραγωγού από αγγειοοίδημα.⁸⁹ Επίσης, χορηγείται οξυγόνο και φυσιολογικός ορός με γρήγορη έγχυση, ενώ πρόσθετα χορηγούνται σαλβουταμόλη (Salbutamol) 2,5-5 mg με νεφελοποιητή, αντισταμινικά H1 (Diphenhydramine 25-50 mg), αντισταμινικά H2, π.χ. ρανιτιδίνη 50 mg ενδοφλέβια (IV), και γλυκοκορτικοειδή (μεθυλπρεδνιζολόνη 125 mg i.v.).⁸⁹ Σε μερικούς ασθενείς ίσως απαιτηθεί ένα δεύτερο αγγειοσυσπαστικό επιπροσθέτως της επινεφρίνης.⁸⁹ Οι ασθενείς που λαμβάνουν β-αποκλειστές ίσως να μην ανταποκριθούν στην επινεφρίνη, γι' αυτό μπορεί να χορηγηθεί γλυκαγόνο.⁸⁹

3.5. Σηπτική καταπληξία

Η καταπληξία κατανομής χαρακτηρίζεται από περιφερική αγγειοδιαστολή (αγγειοδιασταλτικό shock).⁸⁹ Η σηπτική καταπληξία αποτελεί μία κύρια αιτία νοσηρότητας και θνητότητας στους νοσηλευόμενους ασθενείς.⁹² Η σηπτική καταπληξία είναι ένας συνδυασμός βαριάς μορφής σήψης και επιμένουσας υπότασης, παρά τη χορήγηση επαρκούς ποσότητας υγρών ή της χρήσης αγγειοσυσπαστικών φαρμάκων(για τη διατήρηση τη μέσης αρτηριακής πίεσης πάνω από 65mmHg).⁹² Αν η φλεγμονώδης αντίδραση δεν ελεγχθεί και συνοδεύεται από μεγάλο αριθμό παθογόνων ή λίγους αλλά εξαιρετικά λοιμογόνους μικροοργανισμούς έναντι των οποίων ο ξενιστής δεν έχει προϋπάρχουσα ανοσία, τότε σε σύντομο χρονικό διάστημα εξελίσσεται μια γενικευμένη φλεγμονώδης και επιβλαβής διαδικασία γνωστή ως σήψη, η οποία είναι εξαιρετικά βλαβερή και δυνητικά θανατηφόρα για τον ξενιστή.⁹² Οι ελεύθερες ρίζες του οξυγόνου συνδυάζονται με το μονοξειδίο του αζώτου(ισχυρό αγγειοδιασταλτικό) και παράγουν μια σειρά εξαιρετικά βλαπτικών ενδιάμεσων ριζών αζώτου, τα οποία επηρεάζουν τη μιτοχονδριακή λειτουργία και επάγουν απόπτωση.⁹² Η εμφάνιση συστηματικής υπότασης και σηπτικής καταπληξίας είναι φυσικά επακόλουθα.⁹²

Η σήψη είναι η πιο συχνή αιτία της καταπληξίας κατανομής· όχι σπάνια, όμως, είναι το αποτέλεσμα της συστηματικής φλεγμονώδους απόκρισης (systemic inflammatory response syndrome, SIRS).⁸⁹ Στη σηπτική καταπληξία, οι ασθενείς με θερμική καταπληξία (πυρετό και θερμά άκρα) θα πρέπει να αντιμετωπίζονται με άμεση χορήγηση αντιβιοτικών που θα καλύπτουν όλα τα πιθανά μικρόβια(ευρέος φάσματος) και να αναζητείται η αιτία της λοίμωξης.⁸⁹

3.6. Κλινικές εκδηλώσεις της καταπληξίας

Η κλινική εμφάνιση της καταπληξίας συνδέεται με την επίδραση της ιστικής ισχαιμίας στα όργανα.⁸⁹ Οι εκδηλώσεις εμφανίζονται αρχικά στα πιο ευαίσθητα στην ισχαιμία οργανικά συστήματα.⁸⁹ Η υπόταση αποτελεί ένα από τα κυριότερα σημεία της καταπληξίας. Ορίζεται η συστολική αρτηριακή πίεση <90mmHg.⁸⁹ Η μέση αρτηριακή πίεση εμφανίζεται <65mmHg, παράλληλα η συστολική παρουσιάζει πτωτική τάση, ενώ η σταθεροποίηση της ΑΠ εξαρτάται από υψηλές δόσεις αγγειοσυσπαστικών φαρμάκων.⁸⁹ Να σημειωθεί, ότι οι ασθενείς στα πρώτα στάδια της καταπληξίας(early shock) μπορεί να έχουν φυσιολογική ή/και αυξημένη πίεση.⁸⁹ Ένα ευαίσθητο στην ισχαιμία οργανικό σύστημα είναι και το νευρικό, με αποτέλεσμα στην καταπληξία να αλλάζει η διανοητική λειτουργία του ατόμου.⁸⁹ Αυτό το φαινόμενο οφείλεται σε υποάρδευση του εγκεφάλου, ενώ αρχικά εκδηλώνεται ως διέγερση, σύγχυση ή ντελίριο και καταλήγει σε λήθαργο και κόμα.⁸⁹ Η ταχυκαρδία αποτελεί έναν πρώιμο αντιρροπιστικό μηχανισμό, ο οποίος εμφανίζεται κυρίως σε νεαρά άτομα.⁸⁹ Επίσης, η ολιγουρία προκαλείται από αγγειοσύσπαση στις νεφρικές αρτηρίες, με αποτέλεσμα η αιματική ροή να στρέφεται σε άλλα ζωτικά όργανα.⁸⁹ Ένα ακόμη εύρημα που παρατηρείται και οφείλεται στην αντιρροπιστική περιφερική αγγειοσύσπαση είναι το ψυχρό και κυανό δέρμα.⁸⁹ Το συγκεκριμένο εύρημα αποτελεί έναν μηχανισμό διατήρησης της αιμάτωσης των σπλάχνων, ενώ τα θερμά άκρα είναι χαρακτηριστικό της καταπληξίας κατανομής(συνδεδεμένο με τη σηπτική καταπληξία, οφειλόμενο σε λοίμωξη από Gram(+)
ή Gram(-)).⁸⁹ Άλλη μία βασική εκδήλωση είναι η μεταβολική οξέωση, η οποία παρουσιάζεται με μεγάλο χάσμα ανιόντων(anion gap) και αύξηση των γαλακτικών.⁸⁹

Πιο συγκεκριμένα, στην καρδιογενή καταπληξία το άτομο έχει θωρακικά άλγη και παρουσιάζει μη φυσιολογικό και αδύναμο παλμό, χαμηλή ΑΠ, κυάνωση στα χείλη και υπονύχια, καθώς και έντονη ανησυχία.⁸⁸ Στη νευρογενή καταπληξία η βραδυκαρδία, η χαμηλή ΑΠ και σημεία αυχενικής κάκωσης αποτελούν τα χαρακτηριστικότερα σημεία και συμπτώματα.⁸⁸ Όσον αφορά τη σηπτική καταπληξία, ευρήματα που εντοπίζονται είναι το θερμό δέρμα, η ταχυκαρδία και η χαμηλή ΑΠ.⁸⁸

Η αναφυλακτική καταπληξία παρουσιάζει σημεία, τόσο στο δέρμα, όσο και στο κυκλοφορικό και αναπνευστικό σύστημα.⁸⁸ Στο δέρμα, τα άτομα εμφανίζουν ερύθημα, κνησμό ή αίσθημα καύσου, ιδίως στο πρόσωπο και στο στήθος.⁸⁸ Οίδημα στο πρόσωπο, τη γλώσσα και τα χείλη, όπως επίσης κυάνωση γύρω από αυτά, αποτελούν δερματικές

εκδηλώσεις της αναφυλακτικής καταπληξίας.⁸⁸ Στο κυκλοφορικό σύστημα, έντονη είναι η διαστολή των περιφερικών αγγείων, η πτώση της ΑΠ, ο αδύναμος και νηματοειδής σφυγμός, ενώ το άτομο λιποθυμά και μπορεί να καταλήξει μέχρι και σε βαθύ κώμα.⁸⁸ Τέλος, η αναφυλακτική καταπληξία επηρεάζει και το αναπνευστικό σύστημα με την παρουσία δύσπνοιας και συρρίτουσας αναπνοής, εκκρίματα υγρού και βλέννης στους βρόγχους, τις κυψελίδες και τον διάμεσο πνευμονικό ιστό, καθώς και βρογχόσπασμο, δυσκολία στην εκπνοή με συνοδό συριγμό και τελική κατάληξη την παύση της αναπνοής.⁸⁸

3.7. Εξέλιξη της καταπληξίας

3.7.1. Αντιρροπούμενη καταπληξία

Το πρώτο στάδιο εξέλιξης της κυκλοφορικής καταπληξίας, ονομάζεται *αντιρροπούμενο*.⁹³ Σε αυτό το πρώιμο στάδιο της καταπληξίας, ο οργανισμός διατηρεί την απρόσκοπτη λειτουργία των ζωτικών του οργάνων- όπως καρδιά, πνεύμονες, νεφροί.⁹³ Ομοίως, η συστηματική αρτηριακή πίεση διατηρείται σε φυσιολογικές για το άτομο τιμές.⁹³ Όταν στον οργανισμό ανιχνευθεί για πρώτη φορά μείωση στη συχνότητα της αιματικής ροής, τότε αυτομάτως ενεργοποιούνται ρυθμιστικοί μηχανισμοί με σκοπό την αποκατάσταση της αιμάτωσης.⁹⁴ Φυσικό επακόλουθο μίας τέτοιας κατάστασης «επαγρύπνησης» του οργανισμού, είναι η ταχύτερη λειτουργία της καρδιάς(ταχυκαρδία), ώστε να μπορεί να αναπληρωθεί ο όγκος του αίματος που απαιτείται.⁹⁴ Επιπλέον, σε αυτό το στάδιο παρατηρείται ταχύπνοια, αγγειοσύσπαση(τα αιμοφόρα αγγεία σε όλο το σώμα συστέλλονται σε διάμετρο) και οι νεφροί λειτουργούν με χαμηλότερα επίπεδα διούρησης, ώστε να συγκρατούν υγρά στο κυκλοφορικό σύστημα.^{93,94} Σε αυτό το στάδιο, ο ασθενής διατηρεί τις αισθήσεις του, ωστόσο υπάρχει μεγάλη πιθανότητα εμφάνισης συγχυτικής κρίσης και ντελίριου.⁹⁴ Ως προς την όψη, συνήθως παρατηρούνται αλλαγές στην κατάσταση του δέρματος – το οποίο παρουσιάζεται ψυχρό, κυανωτικό και ιδιαίτερα απαλό.⁹⁴ Αυτό συμβαίνει, διότι ο οργανισμός εστιάζει στη διατήρηση της ομαλής λειτουργίας και επαρκούς αιμάτωσης ζωτικών οργάνων, όπως για παράδειγμα η καρδιά, ο εγκέφαλος, το ήπαρ και οι νεφροί, ώστε να μην διαταραχθεί η ισορροπία του οργανισμού.^{93,94} Έχει αποδειχθεί, ότι σε αυτό το στάδιο αν χορηγηθεί επιθετικά η κατάλληλη θεραπεία, η εξέλιξη της καταπληξίας επιβραδύνεται σημαντικά.⁹⁴

3.7.2. Μη αντιροπούμενη καταπληξία

Κατά τη μετάβαση στο δεύτερο στάδιο της καταπληξίας, η άρδευση των ιστών πραγματοποιείται με δυσχέρεια, με αποτέλεσμα να επέρχεται επιδείνωση της λειτουργίας των βασικών οργάνων και μείωση της αρτηριακής πίεσης.⁹³ Οι αντιροπιστικοί μηχανισμοί που ενεργοποιήθηκαν στο προηγούμενο στάδιο δεν είναι πλέον αποτελεσματικοί.^{93,94} Σε αυτήν την περίπτωση η καταπληξία έχει ήδη εγκατασταθεί στο σώμα.⁹³ Ο οργανισμός αδυνατεί να βελτιώσει την κυκλοφορία του αίματος και σταδιακά εμφανίζονται συμπτώματα που αντικατοπτρίζουν την κυκλοφορική καταπληξία.⁹⁴ Η ελλιπής οξυγόνωση του εγκεφάλου καθιστά τον ασθενή σε γενικευμένη σύγχυση, αποπροσανατολισμό, ακόμα και σε λήθαργο.⁹⁴ Ο καρδιακός ρυθμός και ο ρυθμός αναπνοής μπορεί να κυμαίνονται σε φυσιολογικά επίπεδα, ενώ η τιμές της αρτηριακής πίεσης μπορεί να είναι είτε σε φυσιολογικά επίπεδα είτε και κάτω από αυτά.⁹⁴

Στο τρίτο και πιο κρίσιμο στάδιο της καταπληξίας, εμφανίζεται το σύνδρομο πολυοργανικής ανεπάρκειας-MODS.⁹⁴ Με το πέρας αρκετά μεγάλου χρονικού διαστήματος ανεπαρκούς ή οριακής αιμάτωσης των οργάνων, εγκαθίστανται σε αυτά μόνιμες και μη αναστρέψιμες βλάβες.⁹⁴ Η ζωτικής σημασίας καρδιακή και νεφρική λειτουργία αρχίζει να φθίνει επικίνδυνα, ενώ ο καρδιακός και αναπνευστικός ρυθμός εκτοξεύονται σε ασυνήθιστα υψηλά επίπεδα έως ότου επέλθει η ραγδαία πτώση τους η οποία θα είναι ασυμβίβαστη με τη ζωή.^{93,94} Ο ασθενής παρουσιάζει σοβαρή υπόταση, ενώ τα κύτταρα και οι ιστοί του σώματος υφίστανται σταδιακή νέκρωση λόγω της υποξίας.⁹⁴ Η έκβαση της μη αναστρέψιμης καταπληξίας είναι ο θάνατος του ασθενούς.^{93,94}

3.8. Διάγνωση καταπληξίας

Η διάγνωση της κυκλοφορικής καταπληξίας βασίζεται στον συνδυασμό αιμοδυναμικών, κλινικών, καθώς και διαφόρων βιοχημικών παραμέτρων.⁹¹ Στις εν λόγω παραμέτρους μεταξύ άλλων συμπεριλαμβάνονται η υπόταση, η εμφάνιση σημείων ιστικής υποάρδευσης και αυξημένες τιμές του γαλακτικού οξέος στο αίμα.⁹¹

Ο προσδιορισμός του αιτίου και του τύπου της καταπληξίας αποτελεί κρίσιμο παράγοντα για τη μετέπειτα αντιμετώπιση και ανάταξή της.⁸⁸ Πρώτα οι επαγγελματίες υγείας θα πρέπει να εντοπίσουν και να αναγνωρίσουν κάποιο προφανές αίτιο που μπορεί να έχει προκαλέσει καταπληξία(π.χ. αιμορραγία) – εάν αυτό υπάρχει.⁸⁸ Στη συνέχεια μετά τη διακομιδή του ασθενούς στο νοσοκομείο, η λήψη πλήρους ιστορικού, η λεπτομερής φυσική εξέταση και οι βασικές εργαστηριακές εξετάσεις αρκούν, συνήθως, για τον προσδιορισμό της αιτίας της καταπληξίας.⁹¹ Πολύτιμες πληροφορίες, με μη επεμβατικό τρόπο προσφέρει άμεσα το υπερηχοκαρδιογράφημα.⁹¹ Αν η διάγνωση είναι δύσκολο να αποσαφηνιστεί, συνεκτιμώνται αιμοδυναμικές παράμετροι, όπως η ΚΦΠ και ο κορεσμός της αιμοσφαιρίνης σε οξυγόνο του αίματος της άνω κοίλης φλέβας.^{88,91} Σε περιστατικά στα οποία συνυπάρχουν περισσότεροι από έναν τύπους καταπληξίας, η κατάσταση περιπλέκεται και, συνιστάται η μέτρηση της καρδιακής παροχής και άλλων πολύπλοκων αιμοδυναμικών μεγεθών, που πραγματοποιείται με λιγότερο ή περισσότερο επεμβατικές μεθόδους (όπως η διαπνευμονική θερμοαραίωση και ο καθετηριασμός δεξιών καρδιακών κοιλοτήτων).⁸⁸ Πιο συγκεκριμένα:

- Ιστορικό: Τραύμα, αιμορραγία, οξύ θωρακικό ή κοιλιακό άλγος, πυρετός, πρόσφατη χειρουργική επέμβαση, λήψη φαρμάκων είναι πληροφορίες που θα καθοδηγήσουν τη διαγνωστική προσπάθεια.⁹¹
- Φυσική εξέταση: Παθολογικά σημεία και ευρήματα που αναζητούνται κατά τη φυσική εξέταση είναι: η διάταση έσω σφαγίτιδων, διαφορά ΣΑΠ μεταξύ των άνω άκρων ή μεταξύ άνω και κάτω άκρων, παράδοξος σφυγμός, παθολογικοί ήχοι κατά την ακρόαση καρδιάς και πνευμόνων, εικόνα οξείας κοιλίας, σημεία εν τω βάθει φλεβοθρόμβωσης κάτω άκρων ή εξανθήματα.⁹¹
- Εργαστηριακός έλεγχος: Περιλαμβάνει γενική αίματος, έλεγχο πήξης, αμυλάση ορού, μυοκαρδιακά ένζυμα, γενική ούρων, εξετάσεις πλευριτικού ή περιτοναϊκού υγρού, ηλεκτροκαρδιογράφημα, απεικονιστικές εξετάσεις θώρακος ή/και κοιλίας, καλλιέργειες αίματος, ούρων, πτυέλων.⁹¹
- Καθετηριασμός δεξιών καρδιακών κοιλοτήτων με καθετήρα Swan-Ganz: Επιτρέπει την εκτίμηση πολλαπλών αιμοδυναμικών παραμέτρων: της πίεσης του δεξιού κόλπου, του αριστερού κόλπου (μέσω μέτρησης της πίεσης ενσφήνωσης) και της πνευμονικής αρτηρίας, της καρδιακής παροχής, του κορεσμού της αιμοσφαιρίνης σε οξυγόνο του μεικτού φλεβικού αίματος.⁹¹
- (ScvO₂), των συστηματικών και πνευμονικών αγγειακών αντιστάσεων.⁹¹

Πίνακας 3.1. Ταξινόμηση της καταπληξίας με βάση απλές αιμοδυναμικές παραμέτρους (ΚΦΠ & ScvO₂).⁹¹

Τύπος καταπληξίας	ΚΦΠ	ScvO ₂
Υποογκαιμική	↓↓	↓
Καρδιογενής	↑	↓
Αποφρακτική	↑↑	↓
Ανακατανομής	↓ ή ↔	↑

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο: ΥΠΟΟΓΚΑΙΜΙΚΗ ΚΑΤΑΠΛΗΞΙΑ: ΤΥΠΟΙ, ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ, ΔΙΑΓΝΩΣΗ, ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ

4.1. Ορισμός υποογκαιμικής καταπληξίας

Ως υποογκαιμική καταπληξία ή υποογκαιμικό shock (hypovolemic shock), ορίζεται η μαζική και ταχεία απώλεια αίματος ή όγκου υγρών του οργανισμού.⁹⁵ Είναι μία δυνητικά θανατηφόρα κατάσταση, η οποία οδηγεί σε άμεση αιμοδυναμική και μεταβολική κατάρρευση του πάσχοντος οργανισμού με φυσικό επακόλουθο τη σοβαρή μείωση του κυκλοφορούντος ενδοαγγειακού όγκου(η μείωση του καρδιακού προφορτίου).^{96,97} Ο οργανισμός αδυνατεί να καλύψει επαρκώς τις βασικές ανάγκες των ζωτικών οργάνων και των ιστών του σε αίμα, οξυγόνο και τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία.^{97,98} Συνεπώς, η λειτουργία των οργάνων αρχίζει να φθίνει και να πραγματοποιείται με μεγάλη δυσχέρεια μέχρι την τελική και αρκετά συχνά αναπόφευκτη κατάρρευση και ανεπάρκειά τους.^{97,98}

Η υποογκαιμική καταπληξία σύμφωνα με τη βιβλιογραφία διαχωρίζεται σε τέσσερις υποκατηγορίες, οι οποίες είναι οι εξής:

- *Αιμορραγική καταπληξία*, που προκύπτει από οξεία αιμορραγία χωρίς να υπάρχει κάποιος σοβαρός τραυματισμός μαλακού μορίου – όπως για παράδειγμα αιμορραγικής καταπληξίας που προέρχεται από ρήξη κάποιου οργάνου της κοιλίας.⁹⁶
- *Τραυματική αιμορραγική καταπληξία*, που προκύπτει από οξεία αιμορραγία ύστερα από δριμύ τραυματισμό μαλακού ιστού. Ως τυπικό παράδειγμα αυτού του τύπου καταπληξίας αναφέρεται η κατάσταση ενός πολυτραυματία από τροχαίο ή ακόμα και η πτώση από μεγάλο ύψος.⁹⁶
- *Υποογκαιμική καταπληξία* με τη στενότερη έννοια, που προκύπτει από κρίσιμη μείωση του κυκλοφορούντος όγκου του πλάσματος χωρίς οξεία αιμορραγία. Ο συγκεκριμένος τύπος καταπληξίας αναφέρεται σε εσωτερική ή εξωτερική απώλεια υγρών – χωρίς την επαρκή πρόσληψη και αναπλήρωσή τους.⁹⁶ Η υπερθερμία, ο μόνιμος εμετός και η διάρροια ή οι νεφρικές απώλειες χωρίς αναπλήρωση είναι κάποια παραδείγματα υποογκαιμικής καταπληξίας χωρίς αιμορραγία που συναντώνται στον χώρο του νοσοκομείου.⁹⁵

- *Τραυματική υποογκαιμική καταπληξία*, που προκύπτει από κρίσιμη μείωση του κυκλοφορούντος όγκου πλάσματος χωρίς οξεία αιμορραγία, λόγω τραυματισμού μαλακού ιστού.⁹⁶ Σε αυτόν τον τύπο καταπληξίας παρατηρείται ταυτόχρονη απελευθέρωση μεσολαβητών του ανοσοποιητικού συστήματος.⁹⁶

4.2. Τύποι υποογκαιμικής καταπληξίας βάση αιτιολογίας

4.2.1. Αιμορραγική καταπληξία και ταξινόμηση

Η αιμορραγική καταπληξία είναι ένας τύπος υποογκαιμικής καταπληξίας, όπου σοβαρή απώλεια αίματος λαμβάνει χώρα και οδηγεί σε άνιση και ανεπαρκής μεταφορά του οξυγόνου σε κυτταρικό επίπεδο.⁹⁹ Από τη διερεύνηση του παθοφυσιολογικού μηχανισμού πρόκλησης της αιμορραγικής καταπληξίας γίνεται σαφές, πως η μεγάλη απώλεια αίματος και υγρών από τον ανθρώπινο οργανισμό οδηγεί σε ανεπαρκή και κατώτερη της απαιτούμενης ποσότητας οξυγόνο στους ιστούς, με αποτέλεσμα να ενεργοποιούνται σοβαροί ομοιοστατικοί μηχανισμοί για να διατηρήσουν τη ζωτικής σημασίας διήθηση των οργάνων.¹⁰⁰ Η αιμορραγική καταπληξία πυροδοτείται από την κατακόρυφη πτώση σε αγγειακό επίπεδο των ερυθρών αιμοσφαιρίων εντείνοντας την ιστική υποξία.⁹⁶ Παρατηρούνται, επίσης, μεταβολικές αλλαγές, οι οποίες στοχεύουν στη διατήρηση της ενέργειας της ομοιόστασης και διασφάλισης της ζωτικότητας των κυττάρων.¹⁰⁰ Επαρκής ποσότητα οξυγόνου ικανή για να ανταποκριθεί στις μεταβολικές απαιτήσεις των ιστών είναι αδύνατο να αντληθεί από κάπου, όταν υφίσταται αιμορραγική καταπληξία στον οργανισμό.¹⁰⁰ Η δραστηριότητα των κυττάρων αλλάζει από αερόβια σε αναερόβια αναπνοή εξαιτίας της υποδιήθησης, που συνυπάρχει.¹⁰⁰ Το γαλακτικό οξύ, τα ανόργανα φωσφορικά άλατα και οι ρίζες οξυγόνου ξεκινούν να συσσωρεύονται ως αποτέλεσμα του αυξανόμενου ελλείματος οξυγόνου.¹⁰⁰

Τα αίτια του αιμορραγίας που καταλήγουν σε καταπληξία ποικίλλουν ευρέως και περιλαμβάνουν το τραύμα, μητρική αιμορραγία, γαστροεντερική αιμορραγία, περιεγχειρητική αιμορραγία, ρήξη ανευρύσματος ή/και τρώση μεγάλου αγγείου, αιμορραγία στην περιοχή του ωτός, της μύτης και του λαιμού.^{96,99} Οι θάνατοι εξαιτίας αιμορραγιών αποτελούν ένα παγκόσμιο πρόβλημα με περισσότερους από 60.000 θανάτους κάθε χρόνο στις ΗΠΑ και 1.9 εκατομμύρια θανάτους παγκοσμίως εκ των οποίων οι 1.5 εκατομμύρια να οφείλονται σε

τραύμα.⁹⁹ Επίσης, το 23% από το σύνολο των αιμορραγιών οφειλόμενες σε μητρικές διαταραχές πεθαίνουν, ενώ το 60% των περιστατικών γαστρεντερικής αιμορραγίας πεθαίνουν από διαταραχές πεπτικού έλκους.⁹⁹

Η έγκαιρη αναγνώριση της αιμορραγικής καταπληξίας και η ταχεία ανάταξη της αιμορραγίας είναι σωτήριες, καθώς ο μέσος χρόνος από την έναρξη της καταπληξίας μέχρι τον θάνατο υπολογίζεται στις 2 ώρες.⁹⁹ Η γρήγορη διαχείριση και η εξακρίβωση της πηγής της αιμορραγίας σε συνδυασμό με την αποκατάσταση του ενδοαγγειακού όγκου και του οξυγόνου, επιβραδύνουν και περιορίζουν το βάθος και τη διάρκεια επαφής του οργανισμού με την κατάσταση της καταπληξίας πριν αυτή γίνει μη αναστρέψιμη.⁹⁹

Η αιμορραγική καταπληξία ταξινομείται σε 4 κατηγορίες ανάλογα με τη βαρύτητα και την ποσότητα της αιμορραγίας.^{90,99} Οι τιμές που αναφέρονται παρακάτω είναι ενδεικτικές και προσδιορίζουν ενήλικο ασθενή με βάρος περίπου 70kg. Η αιμορραγική καταπληξία τάξης I αντιστοιχεί σε απώλεια αίματος < 750ml (15% του συνολικού όγκου αίματος ενός ενήλικα), ενώ η κατηγορία αυτή εμφανίζει σχετικά λίγες κλινικές εκδηλώσεις.^{90,99} Η ΑΠ και πίεση παλμού είναι φυσιολογικές και δεν παρουσιάζουν έντονες μεταβολές, ενώ το άτομο παρουσιάζει >100 σφίξεις το λεπτό.^{90,99} Στην παρούσα κατηγορία οι αναπνοές κυμαίνονται από 14 έως 20 λεπτό.⁹⁹ Όσον αφορά τη διανοητική κατάσταση, ο ασθενής είναι ελαφρώς ανήσυχος.⁹⁹ Τα περισσότερα άτομα με τέτοιου βαθμού αιμορραγία και χωρίς υποκείμενα νοσήματα, χρειάζονται μόνο υγρά συντήρησης(κρυσταλλοειδή διαλύματα), εφόσον η αιμορραγία έχει ελεγχθεί και δεν έχει υποτροπιάσει.⁹⁰ Οι αντιρροπιστικοί μηχανισμοί του οργανισμού αποκαθιστούν την ορθή αναλογία ανάμεσα στη χωρητικότητα του αγγειακού συστήματος και τον ενδοαγγειακό όγκο υγρών και συμβάλλουν στη διατήρηση της ΑΠ.⁹⁰

Η αιμορραγία κατηγορίας II αντιστοιχεί σε απώλεια της τάξης του 15% έως 30% του συνολικού όγκου αίματος(750-1500ml).^{90,99} Οι περισσότεροι ενήλικες μπορούν να αντιρροπήσουν μια απώλεια αίματος τέτοιου μεγέθους ενεργοποιώντας το συμπαθητικό νευρικό σύστημα, ώστε να διατηρηθεί η ΑΠ σε φυσιολογικά επίπεδα.⁹⁰ Τα κλινικά ευρήματα περιλαμβάνουν αύξηση της καρδιακής και αναπνευστικής συχνότητας ,οι οποίες κυμαίνονται μεταξύ 100-120 παλμών και 20-30 αναπνοών το λεπτό, αντίστοιχα.⁹⁹ Η πίεση παλμού χαρακτηρίζεται ως περιορισμένη, ενώ το άτομο είναι ελαφρώς αγχωμένο και φοβισμένο.⁹⁹ Η ΣΑΠ εμφανίζεται να κυμαίνεται σε φυσιολογικές τιμές και η τάξη αυτή(II) θεωρείται ως «αντιρροπούμενη καταπληξία».⁹⁰ Η διούρηση μειώνεται ελαφρώς στα 20 έως 30ml/ώρα με στόχο τη διατήρηση του όγκου υγρών.⁹⁰ Επιπρόσθετα, τα άτομα που εισέρχονται στο

νοσοκομείο με τραύμα μπορεί να χρειαστούν μετάγγιση, με την αιμορραγία αν ελεγχθεί εγκαίρως ο ενήλικας ασθενής να έχει καλή πρόγνωση και γρήγορη ανταπόκριση στην έγχυση κρυσταλλοειδών διαλυμάτων.⁹⁰

Η τρίτη τάξη(III) αιμορραγικής καταπληξίας αντιστοιχεί σε απώλεια του 30-40% του συνολικού όγκου αίματος, ο οποίος αντιστοιχεί σε 1.500-2.000ml αίματος.^{90,99} Όταν η απώλεια αίματος φτάσει σε αυτό το σημείο, οι περισσότεροι ασθενείς αδυνατούν να αντιροπήσουν την απώλεια όγκου και εκδηλώνουν υπόταση.⁹⁰ Τα ευρήματα που εντοπίζονται στο συγκεκριμένο στάδιο αιμορραγικής καταπληξίας είναι η ταχυκαρδία με σφίξεις που κυμαίνονται από 120-140 το λεπτό, ενώ η αναπνευστική συχνότητα είναι 30-40 αναπνοές το λεπτό.^{90,99} Ο ασθενής παρουσιάζει έντονη ανησυχία, είναι συγχυτικός και η πίεση παλμού εμφανίζεται σε χαμηλά επίπεδα.⁹⁹ Ακόμη, η διούρηση μειώνεται στα 5-15ml/ώρα.⁹⁰ Πολλοί από αυτούς τους τραυματίες θα χρειαστούν μετάγγιση αίματος και χειρουργική παρέμβαση για να επιτευχθεί ικανοποιητική ανάνηψη και έλεγχος της αιμορραγίας.⁹⁰

Η αιμορραγία ταξινόμησης IV είναι το τελευταίο στάδιο αιμορραγικής καταπληξίας και αντιστοιχεί σε απώλεια μεγαλύτερη του 40% του συνολικού όγκου αίματος(>2.000ml).^{90,99} Αυτό το στάδιο της σοβαρής καταπληξίας χαρακτηρίζεται από έντονη ταχυκαρδία >140 σφίξεις/λεπτό, καθώς και από έντονη αναπνευστική συχνότητα >35 αναπνοών/λεπτό.^{90,99} Ο ασθενής είναι υποτασικός και παρουσιάζει έντονη σύγχυση μέχρι και λήθαργο, ενώ η πίεση παλμού είναι πολύ χαμηλή.⁹⁹ Στους ασθενείς αυτούς η υποογκαιμική καταπληξία εμφανίζεται τάχιστα και η επιβίωσή τους εξαρτάται από τον άμεσο έλεγχο της αιμορραγίας(χειρουργική αντιμετώπιση της εσωτερικής αιμορραγίας) και την επιθετική ανάνηψη με μετάγγιση αίματος και πλάσματος, καθώς και χορήγηση ελάχιστων ποσοτήτων κρυσταλλοειδών διαλυμάτων.⁹⁰

Είναι πολύ σημαντικό κατά την αρχική αξιολόγηση ενός ασθενούς με αιμορραγική καταπληξία να εξακριβωθούν και να εντοπιστούν πλήρως οι πιθανές πηγές προέλευσης της αιμορραγίας.⁹⁹ Συναφή παραδείγματα περιλαμβάνουν αιματέμεση ή αιματοχεσία, μεγάλη κοιλιακή αιμορραγία και ιστορικό ανευρύσματος κοιλιακής αορτής.⁹⁹ Σε ασθενείς με τραύμα, η αιμορραγία που πηγάζει από τα άκρα είναι εμφανώς αρχή της υποογκαιμικής καταπληξίας, με τα σημεία όμως αυτά του σώματος να παύουν να αιμορραγούν μετά από μία μεγάλη αιμορραγία.⁹⁹ Επίσης, οι μηροί και το οπισθοπεριτόναιο έχουν την δυνατότητα να συγκρατούν μεγάλους όγκους αίματος, γεγονός που μπορεί να μη γίνει προφανής η

αιμορραγία κατά την αρχική αξιολόγηση.⁹⁹ Τέλος, ενδοκοιλιακές πηγές πιθανής αιμορραγίας σε ασθενείς με τραύμα είναι το στήθος, η κοιλιακή χώρα και η πύελος.⁹⁹

4.2.2. Αφυδάτωση

Η υποογκαιμική καταπληξία δεν προκαλείται μόνο από αιμορραγία αλλά ανακύπτει και από εξωτερική ή εσωτερική απώλεια υγρών συνοδευόμενη από ανεπαρκή πρόσληψη υγρών.⁹⁶ Μπορεί να προκληθεί από υπερθερμία, επίμονο έμμετο και διάρροια(π.χ. χολέρα) ή μη αντισταθμιζόμενες νεφρικές απώλειες(π.χ. σακχαρώδης διαβήτης, υπερωσμωτικό διαβητικό κώμα).⁹⁶ Ο διαχωρισμός σε μεγάλες ποσότητες υγρού στην κοιλιακή χώρα(π.χ. ειλεό ή κίρρωση ήπατος) μπορεί, επίσης, να καταλήξει σε μειωμένη κυκλοφορία του όγκου του πλάσματος και τελικώς σε υποογκαιμική καταπληξία.⁹⁶ Η παθολογική αύξηση του αιματοκρίτη, καθώς και τα αυξημένα λευκοκύτταρα με τη συμπληρωματική αλληλεπίδραση των αιμοπεταλίων βλάπτουν τα ρεολογικά αποθέματα του αίματος και οδηγούν σε επιμένουσα βλάβη των οργάνων ακόμη και μετά από την ανάρρωση του ασθενούς από την καταπληξία(«no-reflow phenomenon»⁹⁶).

Η αφυδάτωση ορίζεται ως η μείωση της συνολικής περιεκτικότητας του οργανισμού σε ύδωρ εξαιτίας παθολογικών απωλειών υγρών, μειωμένης πρόσληψης νερού ή συνδυασμού και των δύο.² Αποτελεί τη συχνότερη διαταραχή υγρών στους ηλικιωμένους.² Ο όρος της αφυδάτωσης χρησιμοποιείται για δύο διαταραχές: των υγρών και των ηλεκτρολυτών.² Η πρώτη είναι η ένδεια μόνο ύδατος(και αποτελεί τη γνήσια αφυδάτωση, της οποίας οι εκδηλώσεις σχετίζονται με την ενδοκυττάρια μείωση του ύδατος) και η δεύτερη αποτελεί την ένδεια τόσο του ύδατος, όσο και του νατρίου(που αποτελεί την υποογκαιμία, της οποίας οι εκδηλώσεις σχετίζονται κυρίως με την αιμοδυναμική κατάσταση του ασθενούς).² Σε φυσιολογικές συνθήκες υδρικής ισορροπίας, η υπόφυση εκκρίνει την ADH για τη διατήρηση της ωσμωτικότητας του πλάσματος σε επίπεδα που κυμαίνονται από 1.5-2.0μU/ml⁴.² Όταν όμως υπάρχει αφυδάτωση, αυξάνει η ωσμωτικότητα του πλάσματος, με αποτέλεσμα να αυξάνει της έκκριση της ADH και αυτή με τη σειρά της να επηρεάζει την ωσμωτικότητα των ούρων(πυκνά ούρα), εξοικονομώντας έτσι ύδωρ.² Η διέγερση για έκκριση της ADH γίνεται και στην υποογκαιμία διαμέσου των τασεοϋποδοχέων.² Έτσι, η μείωση του όγκου πλάσματος κατά >10% προκαλεί αύξηση της έκκρισης ADH μέσω διέγερσης

τασεοϋποδοχέων του καρωτιδικού κόλπου, του αορτικού τόξου, του αριστερού κόλπου και των μεγάλων πνευμονικών φλεβών.²

Η αφυδάτωση διακρίνεται σε ισοτονική, όπου η απώλεια ύδατος και νατρίου είναι ίδια(έμμετοι, διάρροιες), σε υπερτονική, στην οποία η απώλεια του ύδατος είναι μεγαλύτερη από εκείνη του νατρίου(αύξηση άδηλων απωλειών, σε συνδυασμό με αδυναμία αύξησης της πρόσληψης νερού) και όπου το νάτριο ορού είναι 145mEq/L και η ωσμωτικότητα του πλάσματος >300mOsm/kg H₂O.² Ακόμη, διακρίνεται και σε υποτονική, που συμβαίνει όταν η απώλεια του νατρίου είναι μικρότερη από εκείνη του ύδατος(λήψη διουρητικών) και η οποία χαρακτηρίζεται από νάτριο ορού <135mEq/L και η ωσμωτικότητα του πλάσματος <280mOsm/kg H₂O.² Ο όρος της υποογκαιμίας χρησιμοποιείται τόσο για την «ένδεια όγκου», όσο και για την «αφυδάτωση».² Πιο συγκεκριμένα, η ένδεια όγκου περιγράφει έναν ασθενή στον οποίο υπάρχει απώλεια νατρίου από τον εξωκυττάριο χώρο(ενδοαγγειακό και διάμεσο), όπως συμβαίνει σε γαστρεντερικές απώλειες(έμμετοι, διάρροια) και σε λήψη διουρητικών, ενώ ο όρος «αφυδάτωση» περιγράφει ασθενή στον οποίο υπάρχει απώλεια ενδοκυττάριας ύδατος(χαρακτηρίζεται από αυξημένο νάτριο και ωσμωτικότητα πλάσματος).²

Επιπρόσθετα, άλλες αιτίες της αφυδάτωσης είναι το μη κετωτικό υπερωσμωτικό κώμα και η αυξημένη εντερική χορήγηση πρωτεϊνών(1gr/kgΣΒ), οι οποίες εξαιτίας του υψηλού φορτίου αζώτου και της αυξημένης ωσμωτικότητας που έχουν προκαλούν ωσμωτική διούρηση, αφού οι νεφροί χρειάζονται 40-60ml ύδατος για την αποβολή κάθε gr αζωτούχου μορίου που θα πρέπει να αποβληθεί(ένα gr πρωτεΐνης παράγει περίπου 14gr αζωτούχων άχρηστων μεταβολικών προϊόντων).²

Η υποογκαιμία οφειλόμενη σε αφυδάτωση εκτός του ξηρού δέρματος μπορεί να συνοδεύεται και από άλλα σημεία.² Τα χαρακτηριστικότερα εξ αυτών προέρχονται από την προσαρμοστική αγγειοσύσπαση, με στόχο τη διατήρηση επαρκούς ροής αίματος στα ζωτικά και σημαντικά όργανα, όπως ο εγκέφαλος, η καρδιά και οι νεφροί.² Η θέση του σώματος παίζει πολύ σημαντικό ρόλο, καθώς σε ύπτια θέση η ΑΠ και ο καρδιακός ρυθμός μπορεί να παραμείνουν φυσιολογικά, παρά την απώλεια μέχρι και 4% του σωματικού βάρους(7% του ολικού ύδατος).² Μεγάλη προσοχή απαιτείται στην περίπτωση λήψης β-αναστολέων, οι οποίοι δεν επιτρέπουν την εμφάνιση αντιρροπιστικής ταχυκαρδίας.²

Άλλο ένα αίτιο που δύναται να προκαλέσει υποογκαιμική καταπληξία στον ανθρώπινο οργανισμό είναι και η υπεργλυκαιμική υπερωσμωτική κατάσταση ή αλλιώς γνωστό ως διαβητικό μη κετωτικό υπερωσμωτικό κώμα.^{101,102} Το υπερωσμωτικό υπεργλυκαιμικό μη

κετωτικό σύνδρομο χαρακτηρίζεται από υπεργλυκαιμία που προκαλεί σοβαρή αφυδάτωση, λόγω υπεργλυκαιμικής διούρησης, αύξηση της ωσμωτικότητας και υψηλό κίνδυνο επιπλοκών, μέχρι κώμα και θάνατο.¹⁰² Είναι μια απειλητική για τη ζωή επείγουσα κατάσταση, που συνήθως εμφανίζεται σε ηλικιωμένους ασθενείς με ΣΔ τύπου 2, ενώ συνδέεται με υψηλότερη θνησιμότητα-περίπου 10-20%-σε σύγκριση με τη διαβητική κετοξέωση.^{101,102} Η σοβαρή αφυδάτωση μπορεί να οδηγήσει σε νεφρική ανεπάρκεια, γαλακτική οξέωση και προδιάθεση για θρομβώσεις.¹⁰² Η υπερωσμωτικότητα (>360mOsm.l) αλλάζει το ισοζύγιο νερού στον εγκέφαλο, με αποτέλεσμα να εμφανίζονται αλλαγές στην πνευματική κατάσταση του ασθενούς, κώμα και επιληπτικοί σπασμοί.¹⁰² Επίσης, η σοβαρή υπεργλυκαιμία προκαλεί ψευδο-υπονατριάιμία, έτσι για κάθε 100mg/dl αύξηση των επιπέδων της γλυκόζης στο αίμα η συγκέντρωση του Na⁺ να μειώνεται κατά 1.6mEq/l.¹⁰² Τέλος, η υπεργλυκαιμική υπερωσμωτική κατάσταση αναπτύσσεται στο παρασκήνιο εντός ημερών ως εβδομάδων και οι ασθενείς είναι ευάλωτοι στην ανάπτυξη πιο σοβαρής υπεργλυκαιμίας και ελλειμάτων υγρών κατά τη διάρκεια αυτής της μακράς περιόδου.¹⁰¹

4.2.3. Εγκαύματα

Η καταπληξία που έπεται των εγκαυμάτων στον ανθρώπινο οργανισμό(burn shock), είναι μια κατάσταση η οποία ακολουθεί μετά από έναν θερμικό ή χημικό τραυματισμό του δέρματος και ορίζεται από ανισομερή μεταφορά οξυγόνου στα όργανα και εξάλειψη του μεταβολισμού των ιστών.¹⁰³ Το burn shock θεωρείται μια κατάσταση υποογκαιμικής καταπληξίας και είναι μία περίπλοκη διαδικασία, η οποία επηρεάζει όχι μόνο το προφορτίο, αλλά και το κλάσμα καρδιακής εξώθησης, καθώς και τις αγγειακές αντιστάσεις της συστηματικής κυκλοφορίας.¹⁰⁴ Κατά τη διάρκεια των πρώτων 8 ωρών από την επαφή του οργανισμού με το θερμικό ή χημικό στοιχείο παρατηρείται η ενεργοποίηση του καταρράκτη της πήξης και του ανοσοποιητικού συστήματος, καθιστώντας αδύνατη τη φυσιολογική λειτουργία της μακρο- και μικροκυκλοφορίας.^{99,104} Η φλεγμονώδης αντίδραση έχει ως αποτέλεσμα τη βλάβη του ενδοθηλίου, εντείνοντας το σύνδρομο διαρροής τριχοειδών αγγείων και προκαλώντας σοβαρές διαταραχές της πήκτικότητας.⁹⁹

Γενικά, η σοβαρότητα του burn shock εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το βάθος και την έκταση του εγκαύματος, καθώς σύμφωνα με μελέτες η τιμή της θνησιμότητας των ομάδων που επηρεάζονται(παιδιά και ηλικιωμένοι) φαίνεται συνεχώς να αυξάνει, όταν περισσότερο

από 20-30% της επιφάνειας του σώματος έχει υποστεί βλάβη και παρουσιάζει επιπλοκές με εγκαύματα στις αεροφόρες οδούς.¹⁰⁵ Το συγκεκριμένο είδος θεωρείται από κάποιους ως ο μοναδικός συνδυασμός υποογκαιμικής και καταπληξίας κατανομής, συνοδευόμενο από καρδιογενή καταπληξία και έχει συνέπεια τη σοβαρή υποογκαιμία και το τεράστιο οίδημα(αυξημένο διάμεσο υγρό).¹⁰⁵ Στην εγκαυματική περιοχή, προκαλείται βλάβη στη μικροαγγείωση εξαιτίας της ταχείας απώλειας πλάσματος προς το διάμεσο υγρό.¹⁰⁵ Η κυκλοφορία σταματάει μέσα σε λεπτά ή/και ώρες και τα τριχοειδή συνδέονται με ερυθροκύτταρα και μικροθρόμβους, επιδεινώνοντας τη φλεγμονώδη αντίδραση.¹⁰⁵ Επίσης, το οίδημα στην πάσχουσα περιοχή μεγιστοποιείται μετά από 24 ώρες από τη βλάβη, ενώ εμφανίζεται παράλληλα αποστράγγιση της λέμφου και μειωμένη μεταφορά οξυγόνου.¹⁰⁵

Τα εγκαύματα ταξινομούνται ανάλογα με το βάθος και την έκτασή τους, ωστόσο επειδή το έγκαυμα μπορεί να εξελίσσεται με την πάροδο του χρόνου, είναι συχνά συνετό να αποφεύγεται ο οριστικός χαρακτηρισμός του ως προς το βάθος μέχρι να περάσουν 48 ώρες από τον τραυματισμό.¹⁰⁶ Η βλάβη ενδέχεται να είναι είτε επιπόλαιη, είτε βαθιά και απαιτείται χρόνος να καθορισθεί το τελικό βάθος του εγκαύματος.¹⁰⁶ Πιο συγκεκριμένα, τα επιφανειακά(ή επιπολής) εγκαύματα, γνωστά και ως πρώτου βαθμού, αφορούν μόνο την επιδερμίδα και χαρακτηρίζονται από ερυθρότητα και πόνο.¹⁰⁶ Τα εγκαύματα αυτά εκθέτουν τον ασθενή σε κίνδυνο αφυδάτωσης με ιδιαίτερη προσοχή να δίνεται στη σωστή ενυδάτωση.¹⁰⁶ Τα εγκαύματα μερικού πάχους, γνωστά και ως δευτέρου βαθμού, είναι εκείνα που αφορούν την επιδερμίδα και μέρος του υποκείμενου χορίου.¹⁰⁶ Ταξινομούνται περαιτέρω σε επιφανειακά και εν τω βάθει.¹⁰⁶ Τα εγκαύματα μερικού πάχους έχουν τη μορφή φυσαλίδων ή απογυμνωμένων εγκαυματικών περιοχών, με κοίτη που γυαλίζει ή φαίνεται υγρή.¹⁰⁶ Οι βλάβες αυτές είναι αρκετά επώδυνες, ενώ επουλώνονται μέσα σε 2-3 εβδομάδες.¹⁰⁶ Τα εν τω βάθει εγκαύματα μερικού πάχους συχνά απαιτούν χειρουργική επέμβαση προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί η εσχαροποίηση και να προληφθούν λειτουργικές παραμορφώσεις σε περιοχές υψηλής λειτουργικότητας, όπως τα χέρια.¹⁰⁶ Τα εγκαύματα τρίτου βαθμού εμφανίζουν παχιές, ξηρές, λευκές και σκληρές επιφάνειες στο δέρμα, ανεξαρτήτως φυλής ή χρώματος δέρματος.¹⁰⁶ Παρουσιάζουν ένα παχύ, ανελαστικό τραυματισμένο δέρμα γνωστό και ως εσχάρα, ενώ σε βαριές περιπτώσεις το δέρμα φαίνεται απανθρακωμένο με ορατή τη θρόμβωση των αιμοφόρων αγγείων.¹⁰⁶ Τέλος, στα εγκαύματα τετάρτου βαθμού η βλάβη αφορά όχι μόνο το σύνολο των στοιβάδων του δέρματος, αλλά και το υποκείμενο λίπος, τους μύες, τα οστά ή/και τα εσωτερικά όργανα.¹⁰⁶ Οι βλάβες αυτές σε

συνδυασμό με τον εκτεταμένο χειρουργικό καθαρισμό των νεκρών ιστών μπορεί να δημιουργήσει εκτεταμένα ελλείμματα μαλακών μορίων.¹⁰⁶

4.3. Κλινικές εκδηλώσεις υποογκαιμικής καταπληξίας

Η καταπληξία φαίνεται να αναπαράγει μια πανομοιότυπη κλινική εικόνα στους ασθενείς, με κάποιες εντοπισμένες διαφορές ανάλογα με τον παθογενετικό παράγοντα που την προκάλεσε.¹⁰⁷ Ειδικότερα, όσον αφορά την υποογκαιμική καταπληξία οι αρχικές εκδηλώσεις προέρχονται κυρίως από το καρδιαγγειακό και το αναπνευστικό σύστημα.¹⁰⁸

Σε κατάσταση καταπληξίας το μυοκάρδιο, προκειμένου να καλύψει τον χαμένο όγκο, αρχίζει να συστέλλεται με αυξημένους ρυθμούς, ενώ ταυτόχρονα προάγεται η περιφερική αγγειοσύσπαση.^{107,108} Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα, ο ασθενής να παρουσιάζει ταχυκαρδία, λόγω της αυξημένης συσταλτικότητας, ενώ παράλληλα η ΑΠ φθίνει τείνοντας προς την υπόταση.¹⁰⁹ Ο αιμοδυναμικός έλεγχος αποκαλύπτει χαμηλές πιέσεις πλήρωσεως στην καρδιά (χαμηλή ΚΦΠ), χαμηλή καρδιακή εξώθηση και υψηλές συστηματικές αγγειακές αντιστάσεις.¹⁰⁷ Σε αυτό το σημείο ο οργανισμός ιεραρχεί τις ανάγκες του και ανακατανέμει το εναπομείναν αίμα σε ζωτικά όργανα, όπως καρδιά, εγκέφαλο, νεφρούς και λιγότερο στο δέρμα, τους μύες και το γαστρεντερικό σύστημα.¹⁰⁹ Το δέρμα των ασθενών σε καταπληξία εντοπίζεται ωχρό και ψυχρό, καθότι δεν καταφθάνει στην περιφέρεια αρκετός όγκος αίματος, με αποτέλεσμα να υπάρχει μειωμένη τριχοειδική πλήρωση.^{108,109}

Σημαντική υποάρδευση υφίσταται και το αναπνευστικό κέντρο, το οποίο εντοπίζεται στον προμήκη του εγκεφάλου.¹⁰⁷ Προκύπτει αύξηση του κατά λεπτό αερισμού, δημιουργώντας έντονη ταχύπνοια σε συνδυασμό με υποκαπνία, κυάνωση και αναπνευστική αλκάλωση.^{107,108} Σε αυτό το στάδιο, οι πάσχοντες παρουσιάζουν σοβαρές επιπτώσεις οι οποίες συνδεόμενες με το ΚΝΣ, όπως σύγχυση και μεταβολή του επιπέδου συνείδησης – κατάσταση η οποία δικαιολογείται από τα μειωμένα επίπεδα αιμάτωσης σε ολόκληρο τον οργανισμό.¹⁰⁷⁻¹⁰⁹

Στην καταπληξία, επηρεάζεται άμεσα και η νεφρική λειτουργία με την προαγωγή της έκλυσης της ρενίνης. Αυτό συμβαίνει, διότι προκειμένου να μην υπάρχουν επιπλέον απώλειες υγρών στον οργανισμό, η διούρησή του περιορίζεται σημαντικά. Έτσι, προκύπτει ακόμα ένα σημαντικό κλινικό εύρημα για την υποογκαιμική καταπληξία – η ολιγουρία.^{107,108}

Αξίζει, επίσης, να σημειωθεί στις κλινικές εκδηλώσεις και η γαλακτική οξέωση, η οποία αποτελεί κλινικό εύρημα το οποίο όταν εντοπισθεί απαιτεί άμεση κινητοποίηση, καθώς τα αυξημένα επίπεδα γαλακτικού οξέος στο αίμα υποδηλώνουν γενικευμένη ιστική υποξία, ακόμα και όταν ο κορεσμός του οξυγόνου παρουσιάζεται φυσιολογικός λόγω της αγγειοσύσπασης.^{107,108} Τέλος, στις κλινικές εκδηλώσεις της υποογκαιμικής καταπληξίας συγκαταλέγονται και τα διογκωμένα και κάποιες φορές ετερογενή όργανα της κοιλίας (όπως ήπαρ, σπλήνας).¹⁰⁹ Τα τοιχώματά τους αυξάνονται προκειμένου να συγκρατήσουν το αίμα το οποίο τα διαρρέει, ώστε να μην επέλθει η κατάρρευσή τους (collapse).¹⁰⁹

4.4. Διάγνωση υποογκαιμικής καταπληξίας

Η έγκαιρη αναγνώριση της καταπληξίας αποτελεί θεμέλιο για την μετέπειτα αντιμετώπισή του. Η διάγνωση της υποογκαιμικής καταπληξίας επιβεβαιώνεται, εφόσον κατά την ιατρική ανασκόπηση πληρούνται τα ακόλουθα δύο κριτήρια.¹¹⁰ Πρώτον, η παρατεταμένη καταπληξία – όπου με τον όρο «παρατεταμένο» υποδηλώνεται η διάρκειά του για περισσότερα από 30 λεπτά παρά την επαρκή χορήγηση υγρών για την αναπλήρωση του απολεσθέντος όγκου.^{110,111} Δεύτερον, η ύπαρξη αποδεικτικών σημείων ή ακόμα και υποψία καταπληξίας λόγω: μαζικής απώλειας ερυθρών αιμοσφαιρίων και πλάσματος από υποκείμενη αιμορραγία όπως επίσης και αδικαιολόγητης απώλεια όγκου υγρών από το γαστρεντερικό ή ουροποιητικό σύστημα.^{110,111} Είναι, επίσης, αναγκαίο να γίνει σαφές, πως ο αιματοκρίτης δεν αποτελεί αποκλειστικό διαγνωστικό δείκτη της υποογκαιμίας που υφίσταται ένας ασθενής, καθώς αυτός μπορεί να είναι ψευδώς αρνητικός. Αυτό σημαίνει, πως ο αιματοκρίτης μπορεί είναι εντός των φυσιολογικών τιμών αλλά να μην ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα και ο ασθενής να είναι αφυδατωμένος. Συγκεκριμένα μετά την ενυδάτωση του πάσχοντα ο αιματοκρίτης μπορεί να παρουσιάσει μεγάλη πτώση, αφού αναπληρώθηκε ο χαμένος όγκος υγρών. Η απώλεια μεγάλου όγκου των υγρών στο σώμα μπορεί άμεσα να επηρεάσει τους εργαστηριακούς δείκτες παρουσιάζοντας πλασματικές και αποπροσανατολιστικές τιμές. Για αυτό το λόγο η κλινική αξιολόγηση και η παρατήρηση του ασθενούς από το νοσηλευτικό προσωπικό είναι απαραίτητη και καθοριστική.

Αναλυτικότερα στο αρχικό στάδιο, όπου η διάγνωση πραγματοποιείται ταυτόχρονα με βασικές τεχνικές ανάνηψης προκειμένου να μην χαθεί πολύτιμος χρόνος για τον ασθενή,

κρίνεται σκόπιμη η αιμοληψία με σκοπό τον προσδιορισμό του αιματοκρίτη και των επιπέδων γαλακτικού οξέος στο αίμα.¹¹² Με αυτόν τον τρόπο, εξάγεται μια πρώτη εικόνα για την κατάσταση και τον βαθμό της ενδεχόμενης καταπληξίας.¹¹² Στη συνέχεια το ηλεκτροκαρδιογράφημα είναι το διαγνωστικό εργαλείο, που μπορεί να προσφέρει χρήσιμες πληροφορίες για τη λειτουργία της καρδιάς ή οποιεσδήποτε υφιστάμενες διαταραχές της και οι οποίες μπορεί να αποτελούν σοβαρή ένδειξη καταπληξίας στον οργανισμό.¹¹³ Σύμφωνα με ιατρικά πρωτόκολλα (για την ανίχνευση εσωτερικής αιμορραγίας) το υπερηχογράφημα του πνεύμονα και η ακτινογραφία θώρακος μπορεί να αποκλείσουν σημαντικές απειλητικές για τη ζωή καταστάσεις, όπως πνευμοθώρακας και καρδιακός επιπωματισμός.¹¹³

Σε περισσότερο επεμβατικό επίπεδο, η μέτρηση της ΚΦΠ θεωρείται ακόμη ένας γνώμονας για την αναγνώριση της υποογκαιμικής καταπληξίας.^{112,113} Κλινικά, η υψηλή ΚΦΠ συνοδευόμενη από χαμηλή ΑΠ συνήθως συνεπάγεται με προβλήματα καρδιογενούς αιτιολογίας.¹¹² Από την άλλη πλευρά, η χαμηλή ΚΦΠ υποδηλώνει διαταραχή στο αγγειακό περιφερικό δίκτυο.¹¹³ Επιπροσθέτως, σε ιδιαίτερα κρίσιμα περιστατικά η χρήση του καθετήρα Swan-Ganz παρέχει τη δυνατότητα ακριβούς μέτρησης σημαντικών μεγεθών, όπως για παράδειγμα ο σφυγμός, η καρδιακή εξώθηση και πολλές άλλες τιμές που προσδιορίζουν την καρδιακή και πνευμονική λειτουργία.^{112,113} Έτσι, η διάγνωση δεν επιδέχεται αμφιβολίας και η κατάσταση του ασθενούς προσδιορίζεται με ακρίβεια. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι για την ταχεία διάγνωση της καταπληξίας σε κλινήριες ασθενείς χρησιμοποιείται η απεικόνιση της καρδιακής εξόδου με την βοήθεια υπερήχων Doppler (μέθοδος η οποία απαιτεί μεγάλη κατάρτιση και εμπειρία).¹¹³

4.5. Συνέπειες της υποογκαιμικής καταπληξίας στον οργανισμό

Η απώλεια του αίματος προκαλεί ανεπαρκή μεταφορά του οξυγόνου και ενεργοποιεί έναν αριθμός ομοιοστατικών μηχανισμών σχεδιασμένους να διατηρούν τη διήθηση των ζωτικών οργάνων.⁹⁹ Σε κυτταρικό επίπεδο, η αιμορραγική καταπληξία καταλήγει όταν η μεταφορά του οξυγόνου είναι ανεπαρκής για να ανταπεξέλθει ο οργανισμός στις απαιτήσεις του οξυγόνου για αερόβιο μεταβολισμό.⁹⁹ Σε αυτήν όμως την κατάσταση, τα κύτταρα μεταπίπτουν σε αναερόβιο μεταβολισμό και αναπνοή, ενώ το γαλακτικό οξύ, τα ανόργανα φωσφορικά άλατα και οι ρίζες οξυγόνου αρχίζουν να συσσωρεύονται έχοντας ως αποτέλεσμα τις αυξανόμενες ανάγκες του οργανισμού σε οξυγόνο.⁹⁹ Η υποξία εξαιτίας της καταπληξίας

καταλήγει σε ελάττωση της κατανάλωσης της ενέργειας και σε μία υπερμεταβολική κατάσταση, κατά την οποία νευροχημικοί ομοιοστατικοί μηχανισμοί αυξάνουν τα επίπεδα γλυκόζης για να προμηθεύσουν τους μύες.¹⁰⁰ Αν η καταπληξία επιμείνει, τότε οι αποθήκες γλυκογόνου ελαττώνονται και η γλυκόζη παράγεται από τη γλυκονεογένεση, η οποία διεγείρεται από ορμόνες.¹⁰⁰ Στην περίπτωση που η διαδικασία αυτή αποτύχει, τότε η υπεργλυκαιμία μετατρέπεται σε υπογλυκαιμία.¹⁰⁰ Η μεγάλη αύξηση των επιπέδων γλυκόζης οφείλεται σε ορμονική αντίδραση του οργανισμού μετά από τον τραυματισμό με αποτέλεσμα τη μετακίνηση των ενδοκυττάρων υγρών, στοχεύοντας στη διευκόλυνση της αποκατάστασης του όγκου του αίματος.¹⁰⁰

Σε ιστικό επίπεδο, η υποογκαιμία και η αγγειοσύσπαση προκαλούν υποδιήθηση και τελικώς οργανική βλάβη στους νεφρούς, στο ήπαρ, στο έντερο και στους σκελετικούς μύες, καταλήγοντας συχνά σε πολυοργανική ανεπάρκεια.⁹⁹ Σε μεγάλη και εκτεταμένη αιμορραγία με αφαιμάξη, η άσφυγμη ηλεκτρική δραστηριότητα οδηγεί σε υποδιήθηση του εγκεφάλου και του μυοκαρδίου με κατάληξη εγκεφαλική ανοξία και επικίνδυνες καρδιακές αρρυθμίες μέσα σε λίγα λεπτά.⁹⁹ Η αιμορραγία, επίσης, επιφέρει βαθιές αλλαγές στο αγγειακό ενδοθήλιο, ενώ τόσο το ίδιο το ενδοθήλιο, όσο και το αίμα δρουν συνεργαστικά για την παραγωγή θρόμβων.⁹⁹ Ωστόσο, οι αυξανόμενες ανάγκες σε οξυγόνο και οι κατεχολαμίνες επεμβαίνουν τελικώς προκαλώντας ενδοθηλιοπάθεια μέσω της συστηματικής απόρριψης του προστατευτικού φράγματος των γλυκοκαλυκών.⁹⁹ Φυσιολογικά, οι γλυκοκάλυκες προστατεύουν την κυτταρική επιφάνεια από μηχανικές ή χημικές βλάβες, βοηθούν στη μετακίνηση των κυττάρων και στην αναγνώριση μεταξύ τους, καθώς και σχηματίζει φραγμό αποτρέποντας την είσοδο μικροοργανισμών.⁹⁹

Κατά την αιμορραγία και την καταπληξία, λαμβάνουν χώρα στο αίμα προσαρμοστικές αλλά και δυσπροσαρμοστικές αλλαγές.⁹⁹ Στην πάσχουσα περιοχή της αιμορραγίας, ενεργοποιούνται ο καταρράκτης πήξης και τα αιμοπετάλια, σχηματίζοντας ένα είδος αιμοστατικού καπακιού, ενώ μακριά από το σημείο της αιμορραγίας, η ινωδολυτική δραστηριότητα αυξάνει, με στόχο την πιθανή αποτροπή μικροαγγειακής θρόμβωσης.⁹⁹ Ωστόσο, η υπερβολική δραστηριότητα του πλασμινογόνου και ο αυτοηπαρινισμός από την ελάττωση των γλυκοκαλυκών έχει σαν αποτέλεσμα την παθολογική ινωδολυτική διάθεση και διάλυση της πήξης.^{99,100} Η μειωμένη δραστηριότητα των αιμοπεταλίων και η ανοσολογία συνεισφέρουν στην αιμορραγία και ελαττώνουν περαιτέρω τον αριθμό των αιμοπεταλίων, αυξάνοντας τη θνησιμότητα.¹⁰⁰ Είναι πολύ σημαντικό να τονιστεί, πως η έγχυση κρύων διαλυμάτων αυξάνει την απώλεια θερμότητας, προκαλώντας μείωση των αποθεμάτων

ενέργειας, καθώς και των ενζυμικών λειτουργιών στη δραστηριότητα του μηχανισμού πήξης.¹⁰⁰

Τέλος, η σοβαρότερη υποογκαιμία μπορεί να συνοδεύεται από βλάβες εξαιτίας της ιστικής υποδιήθησης και να εκδηλωθεί με αύξηση της γαλακτικής δεϋδρογενάσης του πλάσματος της κρεατινίνης φωσφοκινάσης ή ακόμη και της ελεύθερης μυοσφαιρίνης.² Συνήθως, σε χρόνια υποογκαιμία ο ασθενής μπορεί να παρουσιάσει υπονατριαιμία, υποοσμωτικότητα, υπερουριχαιμία και μεταβολική αλκάλωση(π.χ αφυδάτωση από διουρητικά φάρμακα).² Ακόμη, κατά την περίοδο ανάρρωσης μετά το SIRS εμφανίζεται συχνά σηπτική καταπληξία και στη συνέχεια υπέρσχυση του αντιφλεγμονώδους στοιχείου, ενός συνδρόμου που ονομάζεται CARS, του οποίου οι επιπτώσεις στον οργανισμό ποικίλουν ανάλογα με την παρουσία επιπλοκών σε ασθενείς διαγνωσμένους αρχικά με υποογκαιμική καταπληξία, καθώς οι φυσιολογικές τιμές αργούν να επανέλθουν.¹⁰⁰

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο: ΠΡΟΛΗΨΗ ΚΑΙ ΘΕΡΑΠΕΙΑ ΤΗΣ ΥΠΟΟΓΚΑΙΜΙΚΗΣ ΚΑΤΑΠΛΗΞΙΑΣ

5.1. Αρχική και αιτιολογική αντιμετώπιση του υποογκαιμικής καταπληξίας

5.1.1. Ανάταξη της υποογκαιμικής καταπληξίας

Η αντιμετώπιση της καταπληξίας πρέπει να αρχίζει άμεσα και ταυτόχρονα με τη διαφορική διάγνωση.⁸⁹ Η αρχική αντιμετώπιση είναι εμπειρική και συμπτωματική.⁸⁹ Στη συνέχεια, αφού εντοπιστεί το αίτιο ή τα αίτια, η αντιμετώπιση γίνεται αιτιολογική.⁸⁹ Στην αιμορραγική καταπληξία, η αιμορραγία μπορεί να οφείλεται σε τραύμα ή να είναι μη τραυματική.⁸⁹ Είναι απαραίτητο για να εξασφαλιστεί φλεβική προσπελασιμότητα να τοποθετηθούν τουλάχιστον δύο φλεβικές γραμμές στον ασθενή και εν συνεχεία να πραγματοποιηθεί λήψη εργαστηριακών δειγμάτων.⁸⁹ Τα εργαστηριακά δείγματα που λαμβάνονται όταν υφίσταται κυτταρική υποαιμάτωση περιλαμβάνει το έλλειμα υγρών και τις τιμές γαλακτικού, οι οποίες ανακτώνται από την ανάλυση αερίων αίματος.⁹⁹ Το αυξημένο γαλακτικό του ορού στον βαρέως πάσχοντα είναι δείκτης ιστικής υποοξείωσης και επιβάλλει την αιμοδυναμική εκτίμηση και τη στενή παρακολούθηση του αρρώστου.¹¹⁴ Επιπρόσθετες χρήσιμες εργαστηριακές τιμές σε ασθενείς με σοβαρή αιμορραγία, είναι η αιμοσφαιρίνη και ο χρόνος προθρομβίνης, ο οποίος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να προβλεφθεί η οποιαδήποτε ανάγκη για άμεση και μεγάλη μετάγγιση.⁹⁹ Ο αριθμός αιμοπεταλίων και τα επίπεδα ινοδογόνου πρέπει να μετρώνται και αφού ακολουθηθούν οι απαραίτητες παρεμβάσεις να επανέρχονται στα φυσιολογικά τους επίπεδα.⁹⁹ Οι ηλεκτρολύτες συμπεριλαμβανομένων του καλίου και του ασβεστίου, πρέπει να μετρώνται έγκαιρα και σε τακτά χρονικά διαστήματα κατά τη διάρκεια της χορήγησης προϊόντων αίματος και υγρών διαλυμάτων, καθώς παρατηρείται έντονη διακύμανση των τιμών αυτών.⁹⁹ Η διαταραχή του μηχανισμού πήξης πρέπει να ταυτοποιηθεί και η διαδικασία μετάγγισης προϊόντων αίματος πρέπει συνεχώς να κατευθύνεται από μετρήσεις της κινητικής σχηματισμού θρόμβου με τη χρήση αγγειοελαστικών δοκιμασιών, όπως είναι για παράδειγμα η θρομβοελαστογραφία ή η κυκλική θρομβοελαστομετρία.⁹⁹ Λαμβάνοντας υπόψιν όλες τις παραπάνω εργαστηριακές τιμές, θα καταστεί εμφανές και θα γνωστοποιηθεί η σοβαρότητα της καταπληξίας, η ανάγκη κινητοποίησης και χρήσης των αποθεμάτων αίματος, καθώς και η παρουσία και ο τύπος της διαταραχής της πήξης.⁹⁹

Επίσης, είναι σημαντικό να αναφερθεί πως σε περιπτώσεις ασθενών με σοβαρή αιμορραγία είναι προτιμότερο να λαμβάνουν χώρα ταχείες παρεμβάσεις, οι οποίες εξυπηρετούν τόσο διαγνωστικό, όσο και θεραπευτικό σκοπό, όπως είναι για παράδειγμα η χειρουργική διάνοιξη και διερεύνηση, η αγγειογραφία με εμβολισμό και η γαστρεντερική ενδοσκόπηση.⁹⁹ Η επιτυχής ανάταξη της υποογκαιμικής καταπληξίας απαιτεί μέτρα, που στοχεύουν στην αποτροπή περαιτέρω απωλειών ποσοτήτων οξυγόνου και στην άμεση επαναπλήρωση των απωλειών αυτών.⁹⁹ Επίσης, αναγνωρίζονται οι πηγές από τις οποίες προέρχεται η αιμορραγία (σε περίπτωση αιμορραγικής καταπληξίας) και η αποκατάσταση του ενδοαγγειακού όγκου των υγρών όσο το δυνατό ταχύτερα.⁹⁹ Σε ασθενείς με τραύμα, οι παρεμβάσεις που ακολουθούν περιλαμβάνουν την αποφυγή ή διόρθωση της υποθερμίας, την εφαρμογή απευθείας πίεσης ή την τοποθέτηση tourniquet σε εγγύς περιοχές της αιμορραγίας κυρίως στα άκρα, καθώς και την τοποθέτηση αιμοστατικών γαζών πάνω στο τραύμα.⁹⁹ Οι ασθενείς με σοβαρή αιμορραγία στον κορμό του σώματος εξαιτίας τραύματος πρέπει να παραμένουν στο τμήμα των επειγόντων περιστατικών λιγότερο από 10 λεπτά από την αρχική διάγνωση, έτσι ώστε να ελαχιστοποιηθεί ο κίνδυνος θανάτου.⁹⁹ Επίσης, διαγνωστικές παρεμβάσεις, όπως είναι η τοποθέτηση bullau και η αξιολόγηση FAST (Face-παράλυση μέρους του προσώπου, Arm- αδυναμία στο ένα χέρι, Speech-διαταραχές της ομιλίας και Time-ο χρόνος) βοηθούν να εξασφαλιστεί η κατάλληλη χειρουργική αλληλουχία σε ασθενείς των οποίων η κατάσταση είναι πολύ ασταθής για την πραγματοποίηση αξονικής τομογραφίας.⁹⁹ Ακόμη, σε ασθενείς με τραυματική αιμορραγία στην κοιλιά και την πύελο υπάρχει η επιλογή τοποθέτησης καθετήρα REBOA, μια προσέγγιση η οποία μειώνει την περιεγχειρητική θνησιμότητα μεταξύ ασθενών με ρήξη ανευρύσματος κοιλιακής αορτής, καθώς μειώνει την πίεση αιμάτωσης στα διασταλμένα σημεία εξαιτίας της σοβαρής αιμορραγίας, αυξάνει το προφορτίο και αναδιανέμει το υπόλοιπο αίμα επιλεκτικά σε καρδιά και εγκέφαλο.⁹⁹ Όσον αφορά τη θερμοκρασία του ασθενούς, αξίζει να σημειωθεί πως η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ δέρματος-κεντρικού κορμού(μετρημένη στο ορθό, στον οισοφάγο, στον κεντρικό αγγειακό καθετήρα κ.α.) αποτελεί μέθοδο ποιοτικής εκτίμησης του βαθμού αγγειοσύσπασης σε καταστάσεις καταπληξίας.¹¹⁴ Έτσι, η μείωση της διαφοράς υποδηλώνει αιμοδυναμική βελτίωση.¹¹⁴ Τέλος, χορηγούνται επιλεκτικά φαρμακευτικά συμπληρώματα για να αποτραπεί οποιαδήποτε αντιπηκτική δράση φαρμάκων που τυχόν λαμβάνει ο ασθενής, με τελικό στόχο την επίτευξη παρατεταμένης πήξης.⁹⁹

5.1.2. Επαρκής οξυγόνωση και αερισμός

Το πρώτο βήμα του αλγορίθμου αντιμετώπισης της αιμορραγικής καταπληξίας λόγω τραυματισμού είναι η προστασία του αεραγωγού και της αυχενικής μοίρας της σπονδυλικής στήλης, ενώ στη συνέχεια ακολουθούν η χορήγηση οξυγόνου και ο αερισμός του ασθενούς.⁸⁹ Εξαιτίας της ιστικής υποαιμάτωσης και της αδυναμίας μεταφοράς του οξυγόνου στην περιφέρεια του σώματος, ο ασθενής συχνά εμφανίζει αναπνευστική ανεπάρκεια.¹¹⁵ Αναπνευστική ανεπάρκεια ορίζεται η μείωση της μερικής πίεσης του οξυγόνου στο αρτηριακό αίμα(PaO_2) <60 mmHg και η αύξηση της μερικής πίεσης του διοξειδίου του άνθρακα($PaCO_2$) >45 mmHg.¹¹⁵ Η αναπνευστική ανεπάρκεια διακρίνεται σε υποξυγοναιμική ή τύπου I και σε υπερκαπνική ή τύπου II.¹¹⁵ Υπεύθυνοι παθοφυσιολογικοί μηχανισμοί της υποξυγοναιμικής αναπνευστικής ανεπάρκειας είναι η διαταραχή στη σχέση αερισμού/αιμάτωσης, η φλεβική πρόσμιξη ή κυκλοφορική παράκαμψη, οι διαταραχές διαχύσεως και ο υποαερισμός των κυψελίδων.¹¹⁵ Στην υπερκαπνική αναπνευστική ανεπάρκεια είναι η μείωση του κυψελιδικού αερισμού, με την προϋπόθεση ότι η παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα είναι σταθερή.¹¹⁵ Συχνά παρατηρείται σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο αυτών κατηγοριών, με αποτέλεσμα η ανεπάρκεια της μίας να επιπλέκεται συχνά και από ανεπάρκεια της άλλης.¹¹⁵ Η βαρύτητα της αναπνευστικής ανεπάρκειας εκτιμάται με το πηλίκιο PaO_2/FiO_2 , όπου FiO_2 το κλάσμα εισπνεόμενου O_2 .¹¹⁵ Ένα από τα συχνότερα αίτια της οξείας υπερκαπνίας είναι και η κυκλοφορική καταπληξία, όπου εμφανίζεται με την κόπωση των αναπνευστικών μυών, καθώς αναπτύσσεται όταν διαταράσσεται η ισορροπία μεταξύ των ενεργειακών αναγκών ή/και η μείωση της προσφοράς ενέργειας.¹¹⁵ Το έργο της αναπνοής αυξάνεται, ενώ η προσφορά ενέργειας εξαρτάται από την αιμάτωση των αναπνευστικών μυών, την καρδιακή παροχή, το περιεχόμενο O_2 στο αίμα, καθώς και την ικανότητα των μυών να απορροφήσουν και να χρησιμοποιήσουν ενέργεια.¹¹⁵

Η διασφάλιση της βατότητας του αεραγωγού είναι πρώτη προτεραιότητα στην αντιμετώπιση του τραυματία και στην προσπάθεια ανάνηψής του το πιο σημαντικό βήμα(στην προσπάθεια εξασφάλισης του αεραγωγού) είναι η αξιολόγηση της βατότητάς του.¹¹⁶ Η διαχείριση του αεραγωγού μπορεί να γίνει, είτε με τα χέρια σε προνοσοκομειακό στάδιο, είτε με τη χρήση ειδικών συσκευών, ή ακόμη και με πραγματοποίηση χειρισμών όπως είναι η ενδοτραχειακή διασωλήνωση και η τοποθέτηση υπεργλωττιδικού αεραγωγού.¹¹⁶

Χορηγούμε οξυγόνο σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από αυτές του ατμοσφαιρικού αέρα, με στόχο τη θεραπεία ή πρόληψη των συμπτωμάτων και εκδηλώσεων της υποξίας, που

μπορεί να προκύψει.¹¹⁶ Η υποξία είναι η ιστική έλλειψη οξυγόνου, ενώ τα αποτελέσματά της εξαρτώνται από τον ιστό που πάσχει, διότι η ευαισθησία των ιστών στην έλλειψη οξυγόνου παρουσιάζει διαφορές.¹¹⁶ Αναφέρεται στη βιβλιογραφία, πως ο πιο ευαίσθητος ιστός είναι ο εγκέφαλος, όπου η ιστική υποξία επέρχεται σε 4 λεπτά μετά από ανακοπή.¹¹⁶ Η επιλογή της συσκευής χορήγησης οξυγόνου εξαρτάται από το ποσό του χορηγούμενου οξυγόνου σε διάφορες ροές και πυκνότητες.¹¹⁶ Τα συστήματα χαμηλής ροής είναι ο ρινικός καθετήρας, η απλή μάσκα, η μάσκα επανεισπνοής και η μάσκα μη ειπανεισπνοής, ενώ κριτήριο για ασφαλή χρήση των παραπάνω συσκευών είναι ο όγκος αναπνοής να κυμαίνεται από 300 έως 700ml, η συχνότητα αναπνοής να μην υπερβαίνει τις 25/λεπτό και η αναπνοή να διατηρείται ρυθμικά σταθερή.¹¹⁶ Τα συστήματα υψηλής ροής περιλαμβάνουν τη μάσκα Ventouri, το κύκλωμα T-O₂, οι τέντες οξυγόνου και οι κοιτίδες οξυγόνου.¹¹⁶ Οι συγκεκριμένες συσκευές παρέχουν όχι μόνο μεγάλες πυκνότητες οξυγόνου, αλλά και σταθερές με εισπνευστική ροή στον ασθενή μεγαλύτερη από 20L/min.¹¹⁶ Ο κύριος στόχος είναι η χορήγηση να πραγματοποιείται με τη μικρότερη δυνατή συγκέντρωση οξυγόνου, λόγω παρενεργειών και κινδύνου τοξικότητας από τη χρήση του, καθότι αποτελεί θεραπευτικό μέσο(φάρμακο).¹¹⁶ Τέλος, απόλυτη ένδειξη χορήγησης είναι: η PaO₂<60mmHg σε άτομα που ήταν προηγουμένως υγιή και η PaO₂<55mmHg σε άτομα με χρόνια πνευμονική νόσο και χρόνια υποξαιμία.¹¹⁶

5.1.3. Παρακολούθηση-monitoring

Monitoring ορίζουμε τη συνεχή ή διαλείπουσα παρατήρηση και καταγραφή διάφορων παραμέτρων ή/και λειτουργιών, οι οποίες συμβάλλουν στην παρακολούθηση της ομοιόστασης του ασθενή στη Μονάδα Εντατικής Θεραπείας(MEΘ), στο χειρουργείο ή στο Τμήμα Επειγόντων Περιστατικών, καθώς και της απόκλισης από τον προσδοκώμενο στόχο.¹¹⁷ Η παρακολούθηση του καρδιαγγειακού συστήματος ή αλλιώς αιμοδυναμικό monitoring αποτελεί τον ακρογωνιαίο λίθο παρακολούθησης των ασθενών στη MEΘ, δεδομένου ότι η MEΘ αποτελεί τον κατεξοχήν χώρο νοσηλείας των αιμοδυναμικά ασταθών ασθενών.¹¹⁷ Το αιμοδυναμικό monitoring περιλαμβάνει τη συλλογή και ερμηνεία παραμέτρων και δεδομένων που μας βοηθούν να κατανοήσουμε την παθοφυσιολογία της νόσου και την αιτιολογία της αιμοδυναμικής αστάθειας και της ιστικής υποάρδευσης.¹¹⁷ Έτσι, έχουμε την δυνατότητα να παρέμβουμε με βάση προκαθορισμένους στόχους και να

αξιολογήσουμε το αποτέλεσμα των θεραπευτικών μας χειρισμών.¹¹⁷ Το αιμοδυναμικό monitoring διακρίνεται σε επεμβατικό και μη επεμβατικό(ή ελάχιστα επεμβατικό) monitoring.¹¹⁷ Οι αναίμακτες μέθοδοι συνεχούς αιμοδυναμικής παρακολούθησης στη ΜΕΘ είναι η μέτρηση ΑΠ με ψηλάφηση, ακρόαση, ταλαντωσιμετρία, η μέτρηση θερμοκρασίας, η μέτρηση διούρησης, το ισοζύγιο υγρών, το ηλεκτροκαρδιογράφημα, η παλμική οξυμετρία και το υπερηχοκαρδιογράφημα.¹¹⁴ Κατά κανόνα, η φυσιολογική διούρηση είναι περίπου 1ml ούρων/kg/h, ενώ όταν η ιστική αιμάτωση είναι επαρκής, η διούρηση υπερβαίνει τα 0,5 ml/kg/h.¹¹⁴ Επίσης, η συνεχής ηλεκτροκαρδιογραφική παρακολούθηση για τον βαρέως πάσχοντα μας πληροφορεί για την πιθανότητα ηλεκτρολυτικών διαταραχών, υποξαιμίας, συμπαθητικής διέγερσης, τοξικής δράσης φαρμάκων ή διαταραχών του βηματοδότη.¹¹⁴ Οι αιματηρές μέθοδοι αιμοδυναμικής παρακολούθησης στη ΜΕΘ είναι η παρακολούθηση ΑΠ με τη συνδρομή αρτηριακού καθετήρα, η μέτρηση ΚΦΠ και ο καθετηριασμός πνευμονικής αρτηρίας.¹¹⁴ Οι κύριοι περιορισμοί των αιματηρών μεθόδων αφορούν τις επιπλοκές τους που μπορεί να μειωθούν με τη χρήση υπερήχων και τη δυσκολία αξιολόγησης των αποτελεσμάτων, ενώ γίνονται προσπάθειες για την εφαρμογή νεότερων και λιγότερο επεμβατικών τεχνικών.¹¹⁴

Στόχοι του αιμοδυναμικού monitoring στη ΜΕΘ αποτελούν η αποκατάσταση του ενδοαγγειακού όγκου, η αποφυγή υπερφόρτωσης με υγρά, η βελτιστοποίηση της καρδιακής παροχής και η βελτιστοποίηση της ιστικής οξυγόνωσης.¹¹⁷ Η κλινική εκτίμηση του ενδοαγγειακού όγκου μπορεί να είναι εξαιρετικά δύσκολη στον βαρέως πάσχοντα ασθενή της ΜΕΘ, σε πολυτραυματίες ή σε ασθενείς που υποβάλλονται σε μείζονες χειρουργικές επεμβάσεις.¹¹⁷ Η θεραπεία με υγρά αποτελεί το πρώτο όπλο στη φαρέτρα για την αντιμετώπιση της υποογκαιμίας, της σοβαρής σήψης και της σηπτικής καταπληξίας.¹¹⁷ Η χορήγηση υγρών αποσκοπεί στη διόρθωση της υποογκαιμίας, την αποκατάσταση της μικροκυκλοφορίας(επαρκής καρδιακή παροχή και αρτηριακή πίεση) και τη βελτίωση της άρδευσης και της οξυγόνωσης των ιστών.¹¹⁷ Η ανεπαρκής αποκατάσταση του ενδοαγγειακού μπορεί να αποβεί καταστροφική για τον σηπτικό και υποογκαιμικό ασθενή, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις που χρησιμοποιούνται υψηλές δόσεις αγγειοσυσπαστικών φαρμάκων για να διατηρηθεί η ΑΠ, καθώς η αγγειοσύσπασση μπορεί να επιτείνει την υποάρδευση των οργάνων, με επακόλουθη ισχαιμία και ανεπάρκεια αυτών.¹¹⁷ Η κυκλοφορική καταπληξία συνιστά είτε ανεπαρκή προσφορά οξυγόνου, είτε δυσχέρεια χρησιμοποίησής του από τα κύτταρα και μπορεί να οδηγήσει σε εκδήλωση του συνδρόμου της πολυοργανικής δυσλειτουργίας, που χαρακτηρίζεται από σημαντική νοσηρότητα και θνητότητα.¹¹⁷ Στην αιμορραγική καταπληξία

οι αιμοδυναμικές μεταβολές που παρατηρούνται είναι η πτώση του PCWP(πίεση ενσφήνωσης πνευμονικών τριχοειδών) και του SV(όγκου παλμού), καθώς και CO(καρδιακή παροχή). Ενώ, ακόμη αυξάνεται η SVR(συστηματικές περιφερικές αντιστάσεις) και εμφανίζεται ταχυκαρδία.¹¹⁴

5.2. Αναπλήρωση όγκου υγρών

5.2.1. Έγχυση υγρών διαλυμάτων

Αρχικά, η ήπια έως μέτρια αφυδάτωση μπορεί να αντιμετωπιστεί στο σπίτι ή σε κάποια πρωτοβάθμια μονάδα υγείας.² Επί απουσίας άποιου διαβήτη, η θεραπεία της αφυδάτωσης θα πρέπει να γίνεται αργά για να αποφευχθούν σοβαρές επιπλοκές της θεραπείας, όπως το εγκεφαλικό οίδημα και η συμφορητική καρδιακή ανεπάρκεια.² Θανατηφόρες περιπτώσεις εγκεφαλικού οιδήματος είναι αρκετά πιθανές, όταν η αφυδάτωση διορθώνεται μέσα σε 24 ώρες.² Σε περιπτώσεις υπερνατριαιμίας θα πρέπει να χρησιμοποιείται ένα υπονατριαιμικό διάλυμα.² Το διάλυμα δεξτρόζης 5% πρέπει να προτιμάται λιγότερο, καθώς διαχέεται εξωαγγειακά, προκαλώντας ευκολότερα οίδημα.² Σε περιπτώσεις ένδειας άλατος και ύδατος χορηγείται διάλυμα δεξτρόζης σε ημισότονο NaCl(500ml D/W 5% + 500ml NaCl 0,45%), εκτός από τις περιπτώσεις σοβαρής αγγειακής κατάρρευσης, οπότε και είναι προτιμότερη η χορήγηση φυσιολογικού ορού.² Πρέπει να υπολογίζεται το συνολικό έλλειμμα ύδατος του οργανισμού, καθότι συστήνεται το ήμισυ τουλάχιστον του ελλείμματος να διορθώνεται μέσα στις πρώτες 24 ώρες και το υπόλοιπο στις επόμενες 48-72 ώρες.² Αυτή η διόρθωση ωστόσο μπορεί να είναι πολύ γρήγορη, στους ιδιαίτερα ευπαθείς ηλικιωμένους ασθενείς ή σε εκείνους με σοβαρή υπερωσμωτική αφυδάτωση.²

Ως κρυσταλλοειδή ορίζονται τα υδατικά διαλύματα ιόντων χαμηλού μοριακού βάρους, με ή χωρίς γλυκόζη, τα οποία έχουν την ιδιότητα να διαπερνούν εύκολα τις αγγειακές μεμβράνες και να κατανέμονται στο πλάσμα, τον διάμεσο και τον ενδοκυττάριο χώρο.¹¹⁸ Τα κρυσταλλοειδή ταξινομούνται σε υπότονα, ισότονα και υπέρτονα διαλύματα.¹¹⁸ Υπότονα διαλύματα είναι το Dextrose 5% και το NaCl 0.45%.¹¹⁸ Τα συγκεκριμένα διαλύματα δεν επιφέρουν κανένα ογκωτικό αποτέλεσμα και χρησιμοποιούνται μόνο για την αναπλήρωση απωλειών νερού και τη διόρθωση υπερνατριαιμίας ή υπερχλωριαμίας.^{118,119} Στους νοσηλεύομενους ασθενείς, η χορήγηση των διαλυμάτων αυτών αποτελεί τη συχνότερη αιτία πρόκλησης υπονατριαιμίας.¹¹⁸ Τα ισότονα διαλύματα αποτελούν τη δεύτερη κατηγορία των

κρυσταλλοειδών διαλυμάτων(Ringer's Lactated, NaCl 0.9 %).¹¹⁸ Το R/L είναι το πλέον χρησιμοποιούμενο διάλυμα, το οποίο χρησιμοποιείται όταν απαιτείται να χορηγηθούν μεγάλες ποσότητες υγρών.^{118,119} Περιέχει χλώριο, γαλακτικό νάτριο που μεταβολίζεται στο ήπαρ σε ίσες ποσότητες διττανθρακικών και το οποίο μετά από εκτεταμένη χορήγηση σε ασθενείς με ηπατική διαταραχή μπορεί να προκαλέσει αργοπορημένη μεταβολική αλκάλωση.¹¹⁸ Όσον αφορά τον φυσιολογικό ορό(NaCl 0,9%) διαθέτει αυξημένη συγκέντρωση χλωρίου σε σύγκριση με το διάμεσο υγρό, με αποτέλεσμα όταν χορηγούνται μεγάλες ποσότητες ενδέχεται να προκληθεί υπερχλωραιμική μεταβολική οξέωση λόγω της αντίδρασης στην υπερχλωραιμία και μείωση της συγκέντρωσης των διττανθρακικών.¹¹⁹ Η χρήση του διαλύματος περιορίζεται συνήθως σε ασθενείς με μεγάλη απώλεια χλωρίου ή με κраниοεγκεφαλικές κακώσεις.^{118,119} Τα υπέρτονα διαλύματα (NaCl 3 % και 7.5%) έχουν αυξημένη συγκέντρωση NaCl, το οποίο ενισχύει την τονικότητά τους.¹¹⁹ Πειραματικά δεδομένα κατέδειξαν, ότι η χρήση τους έχει ευεργετικές επιδράσεις τόσο στην αποκατάσταση της κυκλοφορίας, όσο και στην ενίσχυση ανοσολογικής απόκρισης του οργανισμού.¹¹⁹ Παρόλα αυτά η χορήγησή τους σε αιμορραγική καταπληξία δεν έδειξε βελτίωση της έκβασης των ασθενών.¹¹⁹ Επιπρόσθετα, η χορήγηση όγκου > 250 ml μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική υπερνατρίαμια και σοβαρές επιπλοκές, για τον λόγο αυτό επισημαίνεται πως χρήση τους πρέπει να περιορίζεται σε ασθενείς με αυξημένη ενδοκράνια πίεση.^{118,119}

Κολλοειδή, ονομάζονται τα υδατικά διαλύματα που περιέχουν ουσίες υψηλού μοριακού βάρους.¹¹⁸ Τα κολλοειδή είναι, είτε διαλυμένα σε φυσιολογικό ορό, είτε σε «ισορροπημένα» διαλύματα που περιέχουν και άλλους ηλεκτρολύτες.^{118,119} Η ωσμωτική δράση των υψηλού μοριακού βάρους ουσιών, που περιέχουν τα κολλοειδή, τις βοηθάει να παραμείνουν στον ενδοαγγειακό χώρο.¹¹⁸ Ο χρόνος ημίσειας ζωής των περισσότερων κολλοειδών είναι 3-6 ώρες, ενώ τα κρυσταλλοειδή έχουν ενδοαγγειακή διάρκεια παραμονής 20-30 min.¹¹⁹ Γενικά, παραμένουν στον ενδοαγγειακό χώρο μέχρις ότου: μεταβολιστούν τα μόριά τους, εξέλθουν από τον ενδοαγγειακό χώρο μέσω των τριχοειδικών δικτύων με μεγάλους πόρους.¹¹⁸ Τα κολλοειδή διακρίνονται σε φυσικά διαλύματα, όπως είναι η αλβουμίνη και σε συνθετικά διαλύματα όπως για παράδειγμα οι δεξτράνες, οι ζελατίνες και τα αμυλοειδή.¹¹⁸ Πιο συγκεκριμένα, η αλβουμίνη, παρασκευάζεται από ανθρώπινο πλάσμα, το οποίο θερμαίνεται στους 60 ο C προκειμένου να περιοριστεί ο κίνδυνος μεταφοράς ιογενών λοιμώξεων.^{118,119} Οι δεξτράνες παρασκευάζονται από πολυσακχαριδικά μόρια.¹¹⁸ Δρουν βελτιώνοντας τη μικροκυκλοφορία, μειώνοντας τη γλοιότητα του αίματος και σχηματίζοντας ένα προστατευτικό στρώμα πάνω στα κύτταρα του ενδοθηλίου, το οποίο ελαχιστοποιεί τον

κίνδυνο της συσσώρευσης αιμοπεταλίων και ερυθροκυττάρων, ενώ οι ζελατίνες είναι πολυπεπίδια τα οποία παρασκευάζονται από την υδρόλυση ζωικού κολλαγόνου.^{118,119}

Η έγχυση ισότονων κρυσταλλοειδών υγρών χρησιμοποιείται εδώ και δεκαετίες στην έγκαιρη αντιμετώπιση της αιμορραγίας.⁹⁹ Ωστόσο, αυτή η λύση δεν έχει κάποιο ουσιαστικό θεραπευτικό όφελος εκτός από την παροδική αύξηση του ενδοαγγειακού όγκου.⁹⁹ Όταν τα ισότονα κρυσταλλοειδή χορηγούνται σε μεγάλες ποσότητες, το ρίσκο των επιπλοκών, συμπεριλαμβανομένων της αναπνευστικής ανεπάρκειας, του συνδρόμου διαμερίσματος και των διαταραχών πήξης του αίματος αυξάνεται.⁹⁹ Για αυτό τα τελευταία guidelines προτείνουν να περιορίζεται η έγχυση κρυσταλλοειδών σε 3 λίτρα τις πρώτες 6 ώρες από την άφιξη του ασθενούς στο νοσοκομείο όταν αυτός αιμορραγεί από τραύμα.⁹⁹ Επίσης, έχει καταστεί σαφές πως δεν υπάρχει εξακριβωμένο όφελος στη χορήγηση κολλοειδών υγρών, δεξτρόζης ή υπέρτονου άλατος στα πρώτα στάδια της νοσοκομειακής διαχείρισης μιας σοβαρής αιμορραγίας.⁹⁹

Προπηκτικά αιμοστατικά συμπληρώματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να προωθήσουν τη δημιουργία θρόμβων σε ασθενείς με αιμορραγία.⁹⁹ Για παράδειγμα, σε αυτά συμπεριλαμβάνονται οι ενεργοποιημένοι ανασυνδυασμένοι παράγοντες VII, το τρανεξαμικό οξύ, τα συμπληρώματα προθρομβίνης και ινοδωγόνου.⁹⁹ Τα δυνητικά οφέλη περιλαμβάνουν τις μειωμένες ανάγκες για μεγάλη μετάγγιση και τη μείωση της θνησιμότητας.⁹⁹ Ωστόσο, αυτά τα οφέλη θα πρέπει να ισορροπούνται απέναντι σε κάποια δυνητική θρομβωτική επιπλοκή, παράδοξη αιμορραγία ή ακόμη και πολυοργανική ανεπάρκεια.⁹⁹ Η χορήγηση συμπληρωμάτων βασοπρεσίνης αποτελεί μία ακόμη θεραπεία, η οποία μπορεί να μειώσει τις ανάγκες του πάσχοντα σε προϊόντα αίματος και υγρών όταν αυτός υφίσταται αιμορραγική καταπληξία.⁹⁹

Για να αποκατασταθεί ο όγκος αίματος εντελώς, είναι απαραίτητο όλες οι καρδιαγγειακές μεταβλητές συμπεριλαμβανομένου της καρδιακής παροχής, να επαναεδραιωθούν.¹⁰⁰ Σε αιμορραγία με απώλεια αίματος μικρότερη του 25% του συνολικού αίματος, η επαναφορά των μεταβλητών απαιτεί περίπου 48 ώρες να αποκατασταθεί από μόνη της, ενώ αν η αιμορραγία συνδέεται με απώλειες μεγαλύτερες του 26% του συνόλου, η αποκατάσταση του όγκου αίματος χωρίς τις απαιτούμενες παρεμβάσεις θα αποτύχει.¹⁰⁰

Η αντιμετώπιση της μη τραυματικής αιμορραγικής καταπληξίας απαιτεί τη χορήγηση μεγάλου όγκου αίματος μαζί με πλάσμα και αιμοπετάλια σε αναλογία 1:1:1, ενώ συνίσταται τα αγγειοσυσταλτικά να αποφεύγονται στα αρχικά στάδια μέχρι να γίνει εντοπισμός της

αιμορραγικής εστίας.⁸⁹ Σε ασθενείς με ελεγχόμενη αιμορραγία γίνεται μετάγγιση με ερυθρά αιμοσφαίρια, ενώ σε ασθενείς με άτακτη αιμορραγία πραγματοποιείται επιπροσθέτως μετάγγιση πλάσματος και αιμοπεταλίων.⁹⁶ Σε ασθενείς με τραύμα ή περιφερική αιμορραγία χορηγούνται 1-2gr τρανεξαμικού οξέος σε πρώιμο στάδιο.⁹⁶ Ακόμη, σε ασθενείς με πυροβολισμούς στο σώμα τους ή ρήξη ανευρύσματος αορτής, η ΑΠ πρέπει να σταθεροποιείται σε παρατεταμένη υπόταση με έγχυση νορεπινεφρίνης και μέτρια αποκατάσταση του όγκου υγρών μέχρι να επιτευχθεί έλεγχος της αιμορραγίας.⁹⁶ Τέλος, σε ασθενείς με εγκαύματα μεγάλης έκτασης, ενδείκνυται η άμεση αποκατάσταση του χαμένου όγκου υγρών τις πρώτες 24 ώρες.⁹⁶

5.2.2. Μετάγγιση αίματος και παραγώγων

Το πλήρες αίμα θεωρείται το πλέον κατάλληλο υγρό ανάνηψης σε ασθενείς με ακατάσχετη αιμορραγία.¹²⁰ Στις αρχές του 20ου αιώνα, οι μεταγγίσεις αίματος αποτελούσαν ιδιαίτερα δύσκολη κλινική πράξη.¹²¹ Οι κίνδυνοι που ελλόχευαν ήταν αρκετά μεγαλύτεροι και από αυτούς μια χειρουργικής επέμβασης.¹²¹ Η μετάγγιση αίματος κατέστη αποτελεσματική και ασφαλής θεραπεία, όταν επιλύθηκαν βασικά ζητήματα.¹²¹ Σε αυτά συμπεριλαμβάνονται: η αναγνώριση της αιμόλυσης, η οποία επέρχεται από ανάμιξη ασυμβίβαστων ομάδων αίματος με την ταυτοποίησή τους και η επιτυχής αποθήκευση του αίματος με τη χρήση του κιτρικού νατρίου – ώστε να αποφεύγεται η πήξη του.¹²¹ Επιπρόσθετα, επιλύθηκαν τεχνικές δυσκολίες μέσω της άμεσης αγγειακής σύνδεσης για μεταγγίσεις αίματος και τέλος αναπτύχθηκε και εφαρμόστηκε η μέθοδος της ασηπτικής τεχνικής, η οποία επέφερε ραγδαία μείωση στις λοιμώξεις.¹²¹

Πρόσφατες μελέτες καταδεικνύουν ότι ο έλεγχος και η ανάταξη της καταπληξίας επικεντρώνονται στην αιμοστατική ανάνηψη.¹²² Η μέθοδος αυτή προάγει την έγκαιρη χορήγηση προϊόντων αίματος και όχι κρυσταλλοειδών, ώστε να περιοριστεί η μεταβολική διαταραχή και η αιμοαραίωση που προκαλείται από την κρυσταλλική ανάνηψη.^{122,123} Έτσι, δίνεται έμφαση στη χρήση πλάσματος, αιμοπεταλίων και ερυθρών αιμοσφαιρίων, καθώς και ολικού αίματος.⁹⁹ Κατά τη διαχείριση της αιμορραγικής καταπληξίας, πρωταρχικός στόχος είναι η αποκατάσταση της οξυγόνωσης όλων των οργάνων του ασθενούς.¹²³ Αναμφίβολα, εξίσου σημαντική είναι η διατήρηση του κυκλοφορούντος όγκου υγρών και η πρόληψη της

συνεχιζόμενης αιμορραγίας.¹²³ Οι στόχοι αυτοί προκειμένου να επιτευχθούν απαιτούν μαζική μετάγγιση προϊόντων αίματος.^{122,123} Ως «μαζική» μετάγγιση, ορίζεται παραδοσιακά η μετάγγιση τουλάχιστον 10 μονάδων ερυθρών αιμοσφαιρίων (PRBC) εντός 24 ωρών.^{123,124} Σε ασθενείς που λαμβάνουν μαζική μετάγγιση, ποσοστά θνησιμότητας κυμαίνονται στο 50-70%, ποσοστό για το οποίο ευθύνονται παράγοντες όπως η γενικότερη κατάσταση του οργανισμού αλλά και κάποιος σοβαρός υποκείμενος τραυματισμός.^{123,124} Η «μαζική» μετάγγιση αίματος και προϊόντων του, καθώς και η χορήγηση φαρμακευτικών συμπληρωμάτων, όπως το ασβέστιο και το τρανεξαμικό οξύ, αποτελούν πρωτόκολλα τα οποία παρέχουν ένα μεγάλο ποσοστό επιβίωσης σε ασθενείς με εκτεταμένη αιμορραγία.⁹⁹ Οποιαδήποτε καθυστέρηση στην εκτέλεση του πρωτοκόλλου συσχετίζεται με αυξημένη θνησιμότητα των ασθενών, ενώ παράλληλα έχουν σχεδιαστεί κλίμακες βαθμολόγησης(με σκορ) που στοχεύουν στην υποστήριξη της ομάδας αντιμετώπισης της υποογκαιμικής καταπληξίας στην ταυτοποίηση των ασθενών που ίσως μελλοντικά χρειαστούν «μαζική» μετάγγιση αίματος.⁹⁹

Η αναλογία ερυθρών αιμοσφαιρίων, πλάσματος και αιμοπεταλίων, η οποία είναι κλινικά ωφέλιμη δεν έχει ακόμη αποκλειστικά εξακριβωθεί.⁹⁹ Ωστόσο, δύο προοπτικές μελέτες και μια ανασκόπηση, υποδεικνύουν ότι η αναλογία πλάσματος, αιμοπεταλίων και ερυθρών αιμοσφαιρίων που προσεγγίζουν το 1:1:1 είναι ασφαλής και μειώνει τη βραχυπρόθεσμη θνησιμότητα από αιμορραγία εξαιτίας τραύματος.⁹⁹ Σε ασθενείς με αιμορραγία προερχόμενη από άλλες αιτίες εκτός από τραύμα, μία πρόσφατη μελέτη ανασκόπησης δείχνει ότι η αναλογία αιμοπεταλίων προς ερυθρών αιμοσφαιρίων μεγαλύτερη από 1:2 μειώνει τη θνησιμότητα το πρώτο 48ωρο, αλλά κανένα όφελος δε θα μπορούσε να ταυτοποιηθεί της συγκεκριμένης αναλογίας σε αυτό το βαθμό.⁹⁹

Όλα τα παραπάνω προϊόντα αίματος περιέχουν αντιπηκτικό κιτρικό, το οποίο το ήπαρ μεταβολίζει γρήγορα σε υγιείς οργανισμούς.⁹⁹ Αντίθετα, σε ασθενείς με αιμορραγική καταπληξία, που λαμβάνουν μεγάλους όγκους προϊόντων αίματος, το κιτρικό μπορεί να γίνει τοξικό, με επικίνδυνη για τη ζωή υποασβεστιαμία και προοπτική διαταραχή πήξης του αίματος.⁹⁹ Για αυτό το λόγο, η εμπειρική χορήγηση ασβεστίου κατά τη διάρκεια «μαζικών» μεταγγίσεων και μεγάλων όγκων (π.χ. 1g IV χλωριούχου ασβεστίου μετά τη μετάγγιση των πρώτων 4 μονάδων οποιωνδήποτε προϊόντων αίματος) θα πρέπει να συνοδεύεται με συχνές μετρήσεις των επιπέδων των ηλεκτρολυτών.⁹⁹

5.3. Φαρμακευτική αντιμετώπιση

5.3.1. Χορήγηση αγγειοσυσπαστικών φαρμάκων

Σε κατάσταση καταπληξίας με εμμένουσα υπόταση ή με ελλιπή ανταπόκριση στην αρχική έγχυση υγρών, ενδείκνυται η χορήγηση αγγειοσυσπαστικών φαρμάκων.⁹⁴ Η σύσπαση των λείων μυϊκών ινών και αγγείων που προκαλείται από τα εν λόγω φάρμακα, συντελούν στην συγκράτηση του κυκλοφορούντος αίματος στο περιφερικό δίκτυο, με κύριο αποτέλεσμα την αύξηση της αρτηριακής πίεσης όπως και την ομαλή ιστική άρδευση.^{94,125} Μάλιστα, στην υποογκαιμική καταπληξία η πρώιμη χορήγηση αγγειοσυσπαστικών διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο για τη διατήρηση ικανοποιητικής ιστικής άρδευσης μέχρι να αποκατασταθεί πλήρως ο ενδοαγγειακός όγκος και να σχεδιαστεί το κατάλληλο σχήμα θεραπείας.⁹⁴ Στην κατηγορία των αγγειοσυσπαστικών φαρμάκων περιλαμβάνονται: τα συμπαθομιμητικά – όπως αδρεναλίνη, νοραδρεναλίνη, ντοπαμίνη, φαινυλεφρίνη και η βαζοπρεσίνη.^{94,125}

- Η *νοραδρεναλίνη* ή *νορεπινεφρίνη*, αποτελεί μη εκλεκτικό αδρενεργικό αγωνιστή, με αυξημένη συνάφεια για τους α1 υποδοχείς και μικρότερη για τους β.⁹⁴ Η διέγερση των α1 υποδοχέων, οι οποίοι είναι αναρίθμητοι στα τοιχώματα των λείων μυϊκών ινών των αγγείων, προκαλεί αγγειοσύσπαση και αύξηση της ΑΠ.⁹⁴ Η νοραδρεναλίνη επιφέρει μικρή (10-15%) αύξηση του όγκου παλμού και αποτελεί το αγγειοσυσπαστικό φάρμακο πρώτης επιλογής στην αντιμετώπιση της κυκλοφορικής καταπληξίας. Χορηγείται με ρυθμό έγχυσης 0,01-3,3 μg/kg/min, ανάλογα με τη ΑΠ του εκάστοτε ασθενούς.^{94,126} Χορηγείται όταν η υπόταση δεν διορθώνεται μετά από επαρκή χορήγηση υγρών.¹¹⁴ Πρέπει να χορηγείται μέσω κεντρικού φλεβικού καθετήρα, καθώς αν εξαγγειωθεί προκαλεί τοπική νέκρωση και έντονη αγγειοσύσπαση με αποτέλεσμα την επιδείνωση της λειτουργίας των οργάνων.¹¹⁴ Οι ανεπιθύμητες ενέργειες περιλαμβάνουν ταχυκαρδία, αρρυθμίες, υπέρταση και αύξηση της κατανάλωσης οξυγόνου από το μυοκάρδιο, με αποτέλεσμα ισχαιμία ή έμφραγμα.¹¹⁴
- Η *αδρεναλίνη* ή *επινεφρίνη* είναι ένας ισχυρός αδρενεργικός αγωνιστής, που δρα στους α- και β-αδρενεργικούς υποδοχείς.¹²⁶ Η επινεφρίνη δρα αυξάνοντας την πίεση των στεφανιαίων αγγείων, προκαλώντας περιφερική αγγειοσύσπασση. Με αυτόν τον τρόπο διατηρείται ο αγγειακός τόνος και παρεμποδίζεται η αγγειακή κατάρρευση.^{94,126} Η δράση της αυτή εκδηλώνεται στη διαστολική πίεση της θωρακικής αορτής.^{94,126} Σε

δόσεις μεγαλύτερες ή ίσες των 0,2 μg/kg/min υπερτερεί η διέγερση των α1 υποδοχέων, με συνέπεια την αγγειοσύσπαση και αύξηση της ΑΠ.¹²³ Προκαλεί αύξηση των επιπέδων του γαλακτικού οξέος και αύξηση της κατανάλωσης O₂ από τον καρδιακό μυ.¹²⁵ Γι' αυτούς τους λόγους, αποτελεί αγγειοσυσπαστικό φάρμακο δεύτερης επιλογής στην αντιμετώπιση της καταπληξίας.^{94,126}

- Η *βαζοπρεσίνη*, είναι ένα ενδογενές πεπτίδιο, το οποίο συντίθεται στον υποθάλαμο του εγκεφάλου και αποθηκεύεται στον οπίσθιο λοβό της υπόφυσης.^{94,126} Διαθέτει φαρμακολογικές ιδιότητες που θα μπορούσαν δυνητικά να έχουν εφαρμογή στην καρδιοαναπνευστική αναζωογόνηση.¹²⁶ Ως έναυσμα για την έκκρισή της λειτουργεί η υπερωσμωτικότητα, η υποογκαιμία και η υπόταση.⁹⁴ Η βαζοπρεσίνη είναι ένας επιθυμητός αγγειοσυσπαστικός παράγοντας για την καρδιοαναπνευστική αναζωογόνηση καθώς προκαλεί εκλεκτική αγγειοσύσπαση σε μη ζωτικούς για τη ζωή ιστούς, ενώ παράλληλα διατηρεί την αιματική ροή σε όργανα, όπως είναι η καρδιά και ο εγκέφαλος.^{94,125}
- Η *ντοπαμίνη*, αποτελεί πρόδρομη ουσία της αδρεναλίνης και της νοραδρεναλίνης.⁹⁴ Στη φαρμακολογία η δράση της λογίζεται ως δόσοεξαρτώμενη.⁹⁴ Σε δόσεις μικρότερες των 5 μg/kg/min, διεγείρει τους ντοπαμινεργικούς υποδοχείς και προκαλεί αγγειοδιαστολή στα νεφρικά, μεσεντέρια και στεφανιαία αγγεία.⁹⁴ Σε δόσεις 5-10 μg/kg/min, επιδρά κυρίως στους β1 υποδοχείς και προκαλεί αύξηση της καρδιακής παροχής και της καρδιακής συχνότητας.^{94,127} Σε δόσεις μεγαλύτερες των 10 μg/kg/min, προκαλεί αγγειοσύσπαση και αύξηση της ΑΠ, μέσω διέγερσης κυρίως των α1 υποδοχέων.^{94,127} Η χρήση της στην κυκλοφορική καταπληξία έχει περιορισθεί τα τελευταία χρόνια, καθώς έχει διαπιστωθεί ότι προκαλεί αρρυθμίες συχνότερα από τις άλλες κατεχολαμίνες, χωρίς να ωφελεί στην επιβίωση ή την πρόληψη της νεφρικής βλάβης.⁹⁴ Επιπλέον, έχει παρατηρηθεί ότι μειώνει την έκκριση προλακτίνης και προάγει την απόπτωση των T-λεμφοκυττάρων, προκαλώντας ανοσοκαταστολή.^{94,127}
- Η *φαινυλεφρίνη* είναι ένας σχεδόν αμιγής α1-αγωνιστής.¹²⁷ Χρησιμοποιείται συνήθως βραχυπρόθεσμα για την ανάταξη σοβαρής υπότασης.¹²⁷ Η φαινυλεφρίνη μπορεί να προκαλέσει αντανεκλαστική βραδυκαρδία (λόγω της αγγειοσύσπασης που προκαλείται από την δράση της) και σπλαχνική ισχαιμία.¹²⁷ Οι ενδείξεις της περιορίζονται στην αντιμετώπιση της νευρογενούς καταπληξίας και ως θεραπεία διάσωσης σε ασθενείς με

σηπτική καταπληξία, που δεν ανταποκρίνονται ή παρουσιάζουν ταχυαρρυθμίες με τη χρήση άλλων αγγειοσυσπαστικών.^{94,127}

5.3.2. Χορήγηση ινότροπων φαρμάκων

Σε συνθήκες δυσχερούς λειτουργίας του μυοκαρδίου ή ακόμα όταν η ιστική υποάρδευση δεν παρουσιάζει βελτίωση, ενδείκνυται η χορήγηση φαρμάκων με θετική ινότροπη δράση.⁹⁴ Τα θετικά ινότροπα ενισχύουν τη συσταλτικότητα του καρδιακού μυ, καθώς και την καρδιακή παροχή.^{94,128} Παρά το γεγονός ότι τα περισσότερα από τα φάρμακα που αναφέρθηκαν έχουν μεταξύ άλλων και ινότροπη δράση, τα αμιγώς ινότροπα φάρμακα είναι η δοβουταμίνη και η μιλρόνη.⁹⁴

- Η *δοβουταμίνη* χρησιμοποιείται κατά κόρον ως ινότροπο πρώτης γραμμής.⁹⁴ Ανήκει στην κατηγορία των συνθετικών κατεχολαμινών και παρουσιάζει υψηλό βαθμό συγγένειας για τους β-αδρενεργικούς αγωνιστές, ενώ χαμηλότερος είναι ο βαθμός συγγένειας για τους α αγωνιστές.^{94,129} Η δοβουταμίνη ασκεί θετική ινότροπη δράση στο μυοκάρδιο (με τη μεσολάβηση των β1 υποδοχέων) όπως επίσης και περιφερική αγγειοδιαστολή – μειώνοντας τις αγγειακές αντιστάσεις (με τη μεσολάβηση των β2 υποδοχέων).^{94,130} Επιφέρει αύξηση της καρδιακής παροχής και της καρδιακής συχνότητας, ωστόσο η επίδρασή της στη ΑΠ δεν είναι σε καμία περίπτωση προβλέψιμη.¹³⁰ Ως εκ τούτου σε ασθενείς με καρδιογενή καταπληξία και σοβαρή υπόταση, είναι προτιμότερο να χορηγείται σε συνδυασμό με νοραδρεναλίνη.^{94,129,130} Μετά την έγχυση δοβουταμίνης ο ασθενής χρήζει παρακολούθησης, διότι αυξάνει τις ανάγκες του μυοκαρδίου σε οξυγόνο και μπορεί να επιδεινώσει τυχόν προϋπάρχουσα ισχαιμία.^{94,130} Μπορεί, επίσης, να προκαλέσει σοβαρές ταχυαρρυθμίες.⁹⁴ Οι κατευθυντήριες οδηγίες ορίζουν ως κατάλληλη δοσολογία τα 2,5-20 μg/kg/min.⁹⁴
- Η *μιλρινόνη*, είναι η ινότροπη ουσία η οποία αναστέλλει τη δράση της φωσφοδιεστεράσης, με αποτέλεσμα την ενεργοποίηση του ενδοκυττάριου κυκλικού AMP (cAMP) – μηχανισμός ο οποίος αυξάνει τα επίπεδα ασβεστίου των κυττάρων.^{94,130} Με αυτόν τον μηχανισμό η συσταλτικότητα του μυοκαρδίου ενισχύεται, ενώ παράλληλα ελέγχονται και περιορίζονται οι ταχυαρρυθμίες.^{94,130} Στην καταπληξία αποτελεί ινότροπο δεύτερης γραμμής (χρησιμοποιείται ευρύτερα

στην καρδιογενή καταπληξία).⁹⁴ Σε σχέση με την δοβουταμίνη, ασκεί εντονότερη αγγειοδιασταλτική δράση στην πνευμονική κυκλοφορία και ενδείκνυται κυρίως σε ασθενείς με δεξιά καρδιακή ανεπάρκεια.^{94,130} Η χορήγηση τέτοιου είδους αγγειοδραστικών φαρμάκων θα πρέπει να γίνεται με έγχυση μέσω κεντρικής φλέβας.¹³⁰ Η εισαγωγή κεντρικού φλεβικού καθετήρα στην υποκλείδιο ή την έσω σφαγίτιδα φλέβα, εκτός από την ασφαλέστερη χορήγηση συνίσταται και για την παρακολούθηση βασικών αιμοδυναμικών παραμέτρων – όπως η ΚΦΠ.¹³⁰ Η επισήμανση αυτή σχετικά με την ασφαλή έγχυση γίνεται, διότι τα αγγειοδραστικά φάρμακα έχουν ορισμένο χρόνο ημισείας ζωής, απαιτούν ακριβή υπολογισμό της δοσολογίας τους και ενέχουν τον κίνδυνο νέκρωσης των ιστών του ασθενούς σε περίπτωση εξαγγείωσης.^{94,130}

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο: Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΝΟΣΗΛΕΥΤΙΚΟΥ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ ΣΕ ΑΣΘΕΝΕΙΣ ΜΕ ΥΠΟΟΓΚΑΙΜΙΚΗ ΚΑΤΑΠΛΗΞΙΑ

6.1. Νοσηλευτική αξιολόγηση και κλινική εξέταση σε υποογκαιμικό ασθενή

Η αξιολόγηση αποτελεί το πρώτο και ίσως το πιο σημαντικό στάδιο της νοσηλευτικής διεργασίας. Κεντρικοί πυλώνες της νοσηλευτικής αξιολόγησης θεωρούνται η παρατήρηση του ασθενούς, οι τεχνικές φυσικής εξέτασης και οι διαγνωστικές εξετάσεις.¹³¹ Η ορθή και λεπτομερής αξιολόγηση των ασθενών οδηγεί στην πρώιμη διάγνωση και προσφέρει αυξημένες πιθανότητες έγκαιρης ανάταξης.¹³² Όπως έχει αναφερθεί και στα προηγούμενα κεφάλαια σε συνθήκες καταπληξίας ο οργανισμός αντιδρά εκδηλώνοντας κλινικά σημεία τα οποία υποδηλώνουν την προσπάθειά του να αντισταθμίσει αυτή την ιδιαίτερα κρίσιμη κατάσταση.^{131,132}

Κοινό χαρακτηριστικό των ασθενών με υποκείμενη κυκλοφορική καταπληξία, είναι οι ραγδαίες διακυμάνσεις της γενικής κλινικής εικόνας που παρουσιάζουν.¹³³ Για τον λόγο αυτό, η αξιολόγηση αυτών των ασθενών θα πρέπει να γίνεται με τρόπο αντικειμενικό, με ιδιαίτερη προσοχή σε κάθε νέο σημείο που παρουσιάζεται και να συνυπολογίζονται κάθε στιγμή τα εργαστηριακά δεδομένα που υπάρχουν.¹³³ Κατά την διάρκεια της πρώτης επαφής του ασθενούς με το νοσηλευτικό προσωπικό, η αξιολόγηση στηρίζεται στις τέσσερις βασικές τεχνικές κλινικής εξέτασης.¹³⁴ Την παρατήρηση της γενικής του κατάστασης (χρώμα, δέρμα, εμφανή τραύματα ή αιμορραγίες), τη ψηλάφηση βασικών ζωτικών σημείων ή οργάνων (σφυγμός, όργανα της κοιλιακής χώρας), την επίκρουση (στην κοιλιακή χώρα ή το θώρακα) και την ακρόαση (καρδιά).¹³⁴ Ένας έμπειρος νοσηλευτής, θα πρέπει να είναι ικανός να αξιολογεί ανά πάσα στιγμή τη διανοητική κατάσταση και το επίπεδο συνείδησης του ασθενούς.¹³⁴

Ωστόσο, παράλληλα με τη φυσική εξέταση είναι απαραίτητη η μέτρηση των ζωτικών σημείων και άλλων βιοχημικών δεδομένων, τα οποία θα προσφέρουν ακριβείς πληροφορίες χρήσιμες για την αξιολόγηση του ασθενούς.^{133,134} Η λήψη των ζωτικών σημείων, για παράδειγμα, θα μπορούσε να διενεργείται ταυτόχρονα με τη φυσική εξέταση ώστε να υπάρχει μια πρώτη εικόνα για βασικά λειτουργικά συστήματα του οργανισμού – όπως το

κυκλοφορικό και το αναπνευστικό.^{133,134} Επιπλέον, είναι σημαντικό να πραγματοποιηθεί αιμοληψία η οποία θα προσφέρει εξίσου χρήσιμες πληροφορίες σχετικά με τον αιματοκρίτη, την αιμοσφαιρίνη και τα υπόλοιπα έμμορφα συστατικά, το pH στο αίμα, τα επίπεδα του γαλακτικού οξέος αλλά και των ηλεκτρολυτών του ορού.¹³³ Κατευθυντήριες οδηγίες μετά τα ζωτικά σημεία και τα βιοχημικά δεδομένα προσφέρει η μέτρηση εξειδικευμένων μεγεθών - που αφορούν κυρίως την λειτουργία της καρδιάς και την κυκλοφορία του αίματος στον οργανισμό.¹³² Παραδείγματος χάριν, το ηλεκτροκαρδιογράφημα σε διαρκή καταγραφή επιτρέπει τον έλεγχο της καρδιακής συχνότητας και του καρδιακού ρυθμού και συμβάλλει στον έγκαιρο εντοπισμό διαταραχών της καρδιακής λειτουργίας.¹³³

Θα ήταν σκόπιμο να αναφερθεί το γεγονός, ότι η διαδικασία της αξιολόγησης ενός ασθενούς με υποογκαιμική καταπληξία είναι μια δυναμική διαδικασία. Δυναμική, διότι η γενική κατάσταση του ασθενούς παρουσιάζει πολλές μεταβολές σε σύντομο χρονικό διάστημα.¹³³ Έτσι, ο νοσηλευτής καλείται να λαμβάνει υπόψιν του ταυτόχρονα πολλές παραμέτρους. Σε σύντομο χρονικό διάστημα, θα πρέπει να σχηματίσει μια εικόνα με βάση την κλινική εξέταση και τα δεδομένα από τα ζωτικά σημεία και τον βιοχημικό έλεγχο, ώστε να εμβαθύνει με περισσότερο εξειδικευμένες τεχνικές συστηματικού monitoring για να μεταβεί στην εκτίμηση ενδεικτικών σημείων για την ολοκλήρωση της διαδικασίας της αξιολόγησης.^{133,134}

6.2. Λήψη νοσηλευτικού ιστορικού σε υποογκαιμικό ασθενή

Το νοσηλευτικό ιστορικό, αποτελεί ένα γραπτό κλινικό αρχείο που περιλαμβάνει πληροφορίες σχετικά με τον ασθενή και την κατάσταση της υγείας του.¹³⁵ Θεωρείται μέρος της νοσηλευτικής αξιολόγησης και λογίζεται ως ιδιαίτερα χρήσιμο εργαλείο για την μετέπειτα εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με την διάγνωση.¹³⁵

Οι πληροφορίες που είναι απαραίτητες για το ιστορικό προκύπτουν από διάφορες πηγές. Βασική πηγή αποτελεί ο ίδιος ο ασθενής και σε περιπτώσεις που δεν μπορεί να επικοινωνήσει, αναλαμβάνει το ρόλο αυτό το οικογενειακό περιβάλλον ή ο συνοδός του.^{135,136} Βέβαια στο νοσηλευτικό ιστορικό, ο νοσηλευτής είναι το άτομο που δίνει αντικειμενικές πληροφορίες οι οποίες προκύπτουν από τις παρατηρήσεις του και τα διαγνωστικά δεδομένα κατά την επαφή του με τον ασθενή.¹³⁶ Επιπρόσθετα δεδομένα μπορεί

να συλλεχθούν από τα αρχεία του νοσοκομείου, με την προϋπόθεση ότι ο συγκεκριμένος ασθενής έχει νοσηλευτεί και στο παρελθόν.¹³⁶

Τα πρώτα δεδομένα που καταγράφονται σε κάθε ασθενή – όπως και στους υποογκαιμικούς – είναι κάποια δημογραφικά στοιχεία όπως ονοματεπώνυμο, διεύθυνση κατοικίας, ηλικία, συνήθειες και τα βασικά στοιχεία επικοινωνίας του κύριου συνοδού τους.¹³¹ Πολύ βασική πληροφορία η οποία δεν θα πρέπει να λείπει από το ιστορικό είναι η ύπαρξη κάποιας αλλεργίας σε συγκεκριμένο φάρμακο – ώστε να μην χορηγηθεί και δημιουργηθεί αλλεργική αντίδραση.¹³¹ Κατόπιν, ο ασθενής ερωτάται αν πάσχει από κάποια χρόνια νόσο της καρδιάς / πνευμόνων / νεφρών, σημείο από το οποίο θα μπορούσε να εξαχθεί κάποιο συμπέρασμα για τον αιτιολογικό παράγοντα της καταπληξίας.^{131,136} Στη συνέχεια, με επίκεντρο την καταπληξία, ο νοσηλευτής σε περίπτωση που θα παρατηρήσει τραυματισμό ρωτά πως προήλθε ο τραυματισμός.¹³¹ Μια ακόμα ερώτηση που θα καθορίσει τη διάγνωση και την αντιμετώπιση είναι τότε εμφανίστηκαν τα πρώτα συμπτώματα και πώς αυτά εξελίχθηκαν μέχρι την διακομιδή στο νοσοκομείο.^{131,135} Εξίσου σημαντική είναι η ενημέρωση του νοσηλευτή σχετικά με το αν ο ασθενής λαμβάνει φάρμακα τα οποία πιθανόν να είχαν επίπτωση στην πίεση του αίματος ή να προκαλούσαν αιμορραγία.¹³¹

Η κατάσταση της ενυδάτωσης είναι πολύ σημαντική για την υγεία όλων των ασθενών.¹³⁷ Η αφυδάτωση είναι δυνατόν να οφείλεται σε νόσο, φαρμακευτική θεραπεία και περιβαλλοντικές συνθήκες.¹³⁷ Αν δεν αναγνωριστούν άμεσα οι διαταραχές της ενυδάτωσης, ο ασθενής είναι δυνατό να εμφανίσει σοβαρές επιπλοκές ή να καταλήξει.¹³⁷ Ο νοσηλευτής είναι εκείνος που παρακολουθεί στενά την κατάσταση ενυδάτωσης του ασθενούς.¹³⁷ Καταστάσεις που συμβάλλουν στην αφυδάτωση περιλαμβάνουν την έκθεση στην υπερβολική θερμότητα, την άσκηση σε συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας, τη μειωμένη κινητικότητα, την αδυναμία κατανάλωσης υγρών(π.χ. ασθενής σε κωματώδη κατάσταση), φάρμακα όπως είναι τα διουρητικά, τον έμετο και τη διάρροια, τα εγκαύματα και την αιμορραγία.¹³⁷ Στα πλαίσια, λοιπόν, της γενικής εκτίμησης, ο νοσηλευτής αξιολογεί συμπτώματα όπως η δίψα, η εφίδρωση και ο έμετος.¹³⁷ Επιπρόσθετα, εκτιμά και σημεία όπως η γρήγορη απώλεια βάρους, η ξηρότητα των βλεννογόνων/οφθαλμών, η εισολκή των οφθαλμών, η μειωμένη σπαργή δέρματος, ο πυρετός, η μειωμένη ΑΠ και πίεση σφυγμού, η αυξημένη καρδιακή συχνότητα και το μειωμένο εύρος σφυγμού, η μειωμένη παραγωγή και το αυξημένο ειδικό βάρος ούρων, η μειωμένη φλεβική πλήρωση και τέλος η μεταβολή της νοητικής κατάστασης.¹³⁷

Συμπερασματικά, ένα πλήρες νοσηλευτικό ιστορικό διατυπωμένο με ακρίβεια και σαφήνεια, καθώς και με τις καίριες παρατηρήσεις ενός έμπειρου νοσηλευτή παρέχει την δυνατότητα να σχηματιστεί μια σφαιρική, ολοκληρωμένη και αξιόπιστη πρώτη εικόνα σχετικά με τον υποογκαιμικό ασθενή και αποτελεί το πρώτο στάδιο για την αποσαφήνιση του αιτιολογικού παράγοντα της καταπληξίας και την τελική διάγνωση.^{135,136}

6.3. Νοσηλευτικές παρεμβάσεις

6.3.1. Ανάταξη αιμορραγίας, μετάγγιση αίματος και αναπλήρωση όγκου υγρών

Σε ασθενείς που πάσχουν από υποογκαιμική καταπληξία στην ανάταξη της αιμορραγίας συμπεριλαμβάνονται η οξυγόνωση των ιστών, ο καθορισμός του τύπου των υγρών που εκλείπουν και η διατήρηση της θερμοκρασίας των πασχόντων.¹³⁸ Στο επόμενο στάδιο, η ανάταξη της αιμορραγίας περιλαμβάνει τις νοσηλευτικές παρεμβάσεις εκείνες, που στοχεύουν στον έλεγχο της αιμορραγίας με τελικό στόχο την πλήρη διακοπή της.¹³⁸ Ο έλεγχος της αιμορραγίας σε αρχικό στάδιο ενσωματώνει τεχνικές όπως η περιίδεση με tourniquet και εν συνεχεία η χειρουργική επέμβαση σε περιπτώσεις μη εμφανούς αιμορραγίας.¹³⁸ Να σημειωθεί, πως σε ασθενείς με σοβαρούς τραυματισμούς και ενεργή αιμορραγία κρίνεται καθοριστική η άμεση μεταφορά στο νοσοκομείο, καθώς σύμφωνα με έρευνες οι ασθενείς που διαμετακομίζονται σε ειδικές και εξοπλισμένες μονάδες τραύματος έχουν μεγαλύτερο ποσοστό επιβίωσης από εκείνους που δεν έχουν πρόσβαση σε αυτά.¹³⁸

Το νοσηλευτικό προσωπικό κατά την άφιξη ενός ασθενούς είτε στην κλινική, είτε στο τμήμα επειγόντων περιστατικών λαμβάνει δείγμα αίματος από τον ασθενή και το αποστέλλει στην αιμοδοσία για διασταύρωση αίματος, καθώς μπορεί μετά από τον εργαστηριακό έλεγχο να προκύψει ανάγκη για μετάγγιση αίματος ή/και προϊόντων του. Σε έκτακτες περιπτώσεις που δεν υπάρχει ο απαραίτητος χρόνος για να γίνουν οι ανωτέρω ενέργειες και υφίσταται ανάγκη για άμεση μετάγγιση, τότε με ειδικό δελτίο-παραπεμπτικό αίτησης για διασταύρωση με διάγνωση επείγουσα μετάγγιση ή/και μαζική αιμορραγία και χαρακτηρισμό βαθμού επειγόντος της μετάγγισης(με/χωρίς δείγμα ασθενούς αναλόγως την περίπτωση) γίνεται παραγγελία αίματος από τον/την προϊστάμενο του τμήματος στην αιμοδοσία 2 μονάδων ORhD(-) αδιασταύρωτες, το οποίο είναι συμβατό με όλες τις ομάδες αίματος.¹³⁸ Όταν ο

χρόνος περιθώριο για δράση αιμοδοσίας είναι έως 10 λεπτά, τότε η μετάγγιση χαρακτηρίζεται εξαιρετικά επείγουσα με κωδικό χρώμα κίτρινο στο δελτίο και χορηγούνται 2 μονάδες της ομάδας αίματος τους ασθενούς-αδιασταύρωτες.¹³⁸ Ενώ, όταν ο χρόνος δράσης της αιμοδοσίας είναι 40-60 λεπτά, ο κωδικός χρώματος της μετάγγισης γίνεται πράσινο και η μετάγγιση χαρακτηρίζεται «μετάγγιση ευθύς ως γίνουν εξετάσεις συμβατότητας» και χορηγούνται μονάδες αίματος της ομάδας τους ασθενούς-διασταυρωμένες.¹³⁸ Σε δεύτερο χρόνο αποφασίζεται με τον θεράποντα ιατρό και αναλόγως των εργαστηριακών αποτελεσμάτων η χορήγηση από την αιμοδοσία άλλων παραγώγων αίματος(φρέσκου κατεψυγμένου πλάσματος, αιμοπεταλίων) και αιμοστατικών παραγόντων(ινωδογόνο, τρανεξαμικό οξύ, προθρομβινικό σύμπλεγμα παραγόντων πήξης, αναστολέας νταμπιγκατράνης κ.α.).¹³⁸ Παράλληλα, σε περιστατικά με αιμορραγική καταπληξία γίνεται κατηγοριοποίηση της αιμορραγίας και της απώλειας υγρών από τον οργανισμό, σύμφωνα με την κλίμακα ATLS(class I,II,III,IV).¹³⁸ Επιπρόσθετα, λαμβάνονται αέρια αίματος και στέλνονται για εργαστηριακό έλεγχο δείγματα για γενική αίματος, πήξη και βιοχημικό έλεγχο, ενώ τοποθετούνται δύο τουλάχιστον περιφερικές φλέβες ή κεντρική φλεβική γραμμή από χειρουργό και διενεργείται ακτινογραφία θώρακος επί κλίνης και έλεγχος FAST.¹³⁸ Σε αιμοδυναμικά σταθερούς ασθενείς προτείνεται και η διενέργεια αξονικής τομογραφία.¹³⁸

Όσον αφορά την αναπλήρωση του όγκου υγρών, προτείνεται η χορήγηση ισότονων, κρυσταλλοειδών υγρών σε αρχικά υποτασικούς αιμορραγικούς ασθενείς, ενώ πρέπει να αποφεύγεται η εκτεταμένη έγχυση φυσιολογικού ορού 0,9% NaCl.¹³⁸ Επίσης, σε ασθενείς με σοβαρές εγκεφαλικές κακώσεις, η χορήγηση υπότονων διαλυμάτων όπως το Ringer's lactate δε θα πρέπει να πραγματοποιείται.¹³⁸

6.3.2. Χορήγηση φαρμάκων

Ο ευκολότερος και ο πιο επιθυμητός τρόπος για τη χορήγηση φαρμάκων είναι από το στόμα.¹³⁹ Η πλειοψηφία των φαρμάκων χορηγείται από το στόμα, ενώ ο νοσηλευτής προετοιμάζει συνήθως τα φάρμακα στον χώρο που προβλέπεται για την προετοιμασία φαρμάκων ή στο καρότσι νοσηλείας.¹³⁹ Το φύλλο ιατρικών οδηγιών αποτελεί την πιο αξιόπιστη πηγή και τη μόνη νόμιμη καταγραφή των φαρμάκων που πρόκειται να λάβει ο ασθενής.¹³⁹ Η καρτέλα χορήγησης φαρμάκων συγκρίνεται με το φύλλο ιατρικών οδηγιών και γίνεται έλεγχος του ονόματος τους ασθενούς, του ονόματος του φαρμάκου, της δοσολογίας του, της οδού και της ώρας χορήγησης.¹³⁹ Παράλληλα, πραγματοποιείται εκτίμηση για

πιθανές αντενδείξεις που αφορούν τη λήψη από τον ασθενή φαρμάκων από το στόμα ή την ύπαρξη ιστορικού αλλεργιών.¹³⁹ Οι αλλεργίες σε φάρμακα θα πρέπει να καταγράφονται σε κάθε σελίδα του φύλλου καταγραφής φαρμάκων και να αναφέρονται ευκρινώς στον ιατρικό φάκελο του ασθενούς.¹³⁹ Κρίνεται απαραίτητος ο επανέλεγχος των κλινικών σημείων και των εργαστηριακών ευρημάτων που θα επηρεάσουν τη χορήγηση του φαρμάκου, όπως είναι οι τιμές των ζωτικών σημείων και τα αποτελέσματα των εξετάσεων που αφορούν στη νεφρική και την ηπατική λειτουργία.¹³⁹ Η καταγραφή στην καρτέλα χορήγησης φαρμάκων πρέπει να πραγματοποιείται σε πραγματικό χρόνο, που χορηγήθηκε κάθε φάρμακο, αμέσως μετά τη χορήγησή του.¹³⁹

Στην υποογκαιμική καταπληξία οι κινήσεις του νοσηλευτικού προσωπικού θα πρέπει να χαρακτηρίζονται από ταχύτητα, ακρίβεια, προσοχή και ετοιμότητα. Η ενδοφλέβια έγχυση φαρμάκων έχει πολλά πλεονεκτήματα, καθώς διαθέτει ταχεία έναρξη αποτελεσμάτων της φαρμακευτικής αγωγής ειδικότερα σε ασθενείς που παρουσιάζουν κρίσιμα ή αναδυόμενα προβλήματα υγείας.¹⁴⁰ Τα IV φάρμακα μπορούν να ετοιμαστούν γρήγορα και να δοθούν σε μικρότερη χρονική περίοδο από την IV piggyback ή IV bolus.¹⁴⁰ Ως μέθοδος η ενδοφλέβια χορήγηση φαρμάκων παρέχει μια ακριβή δόση φαρμάκου, η οποία όμως αν δεν επαληθευτεί και επιβεβαιωθεί μπορεί να αποβεί μοιραία και επικίνδυνη για τον ασθενή.¹⁴⁰ Για αυτό το λόγο κρίνεται απαραίτητο να επαληθεύεται ο ρυθμός χορήγησης, η δοσολογία, η ώρα και ο τρόπος χορήγησης τουλάχιστον 3 φορές πριν την τελική έγχυση στον ασθενή.¹⁴⁰

6.4. Πρόληψη λοιμώξεων και επιπλοκών

Οι ενδονοσοκομειακές λοιμώξεις συνήθως οφείλονται σε ανεπιθύμητες ενέργειες κατά την παροχή υγειονομικής περίθαλψης και έχουν ως αποτέλεσμα την αυξημένη νοσηρότητα και σε κάποιες περιπτώσεις θνησιμότητα.¹⁴¹ Βέβαια ποικίλες έρευνες πανεπιστημίων ανά τον κόσμο, έχουν αποδείξει πως οι ενδονοσοκομειακές λοιμώξεις μπορεί πράγματι να περιοριστούν με τη χρήση βασικών μέτρων πρόληψης των λοιμώξεων.^{141,142}

Το Κέντρο Ελέγχου και Πρόληψης Νοσημάτων (Centre for Disease Control and Prevention CDC), έχει θεσπίσει από την δεκαετία του 1980 τις *Πρότυπες Προφυλάξεις*, οι οποίες εφαρμόζονται σε όλα τα συστήματα υγείας.¹⁴² Οι Πρότυπες Προφυλάξεις εφαρμόζονται σε όλους τους ασθενείς ανεξαιρέτως και είναι σχεδιασμένες, ώστε να προλαμβάνουν την μετάδοση μικροβίων από ασθενή σε ασθενή, αλλά και την έκθεση των εργαζομένων στις λοιμώξεις.¹⁴² Αναλυτικότερα, περιλαμβάνουν απλές αλλά ιδιαίτερα

χρήσιμες πρακτικές οι οποίες αποτελούν φραγμό στην μεταφορά των μικροβίων μέσα στην κλινική.¹⁴²

- *Υγιεινή χεριών:* θεωρείται ο πλέον σημαντικός παράγοντας μείωσης της διασποράς των μικροοργανισμών, τόσο σε εξωνοσοκομειακό, όσο και σε ενδονοσοκομειακό περιβάλλον. Όλα τα υγειονομικά πρωτόκολλα συστήνουν τη συστηματική και προσεκτική πραγματοποίηση υγιεινής στα χέρια.¹⁴² Το σωστό πλύσιμο των χεριών με σαπούνι και τρεχούμενο νερό, όπως και η χρήση αλκοολούχων αντισηπτικών μειώνουν σε μεγάλο βαθμό τη συγκέντρωση των μικροβίων στα χέρια.¹⁴² Η διαδικασία αυτή θα πρέπει να πραγματοποιείται πριν και μετά την επαφή με ασθενή ή νοσηλευτική πράξη και πριν και μετά την εφαρμογή ή αφαίρεση γαντιών.¹⁴²
- *Ατομικός προστατευτικός εξοπλισμός:* χρησιμεύει όχι μόνο στην προστασία των νοσηλευτών από την επαφή με παθολογικούς μικροοργανισμούς κατά την εκτέλεση των καθηκόντων τους, αλλά και στον περιορισμό μεταφοράς μικροβίων από ασθενή σε ασθενή ή από εργαζόμενο σε ασθενή.¹⁴² Στον προστατευτικό εξοπλισμό συγκαταλέγονται τα γάντια, οι μάσκες, τα προστατευτικά ματιών, οι ειδικές μπλούζες και ο σκούφος. Ειδικότερα, όσον αφορά τα γάντια αποτελεί γενικό κανόνα το γεγονός ότι θα πρέπει να αλλάζονται από ασθενή σε ασθενή, ενώ μετά την απόρριψή τους θα πρέπει να εφαρμόζεται υγιεινή χεριών, καθώς η θερμότητα και η υγρασία που αναπτύσσεται δημιουργούν ευνοϊκό περιβάλλον για τον πολλαπλασιασμό της φυσικής χλωρίδας των χεριών.¹⁴² Σχετικά με τις μάσκες προσώπου είναι μιας χρήσης και χρησιμοποιούνται για την προστασία από σταγονίδια τα οποία μεταφέρονται αερογενώς στη μύτη ή τη στοματική κοιλότητα.¹⁴² Ομοίως και τα προστατευτικά ματιών προστατεύουν τους οφθαλμούς από πιθανή εκτίναξη βιολογικών υγρών κατά την διάρκεια νοσηλευτικών πράξεων.^{141,142} Κατά τον ίδιο τρόπο ο ειδικός ιματισμός προφυλάσσει το δέρμα και τα ρούχα των επαγγελματιών υγείας από την επαφή με παθογόνους μικροοργανισμούς.¹⁴²

Αξίζει να σημειωθεί, ότι εκτός της πρόληψης των λοιμώξεων με μέτρα προστασίας που λαμβάνει το ίδιο το προσωπικό, κρίνεται σκόπιμη και η δημιουργία ενός ασφαλούς περιβάλλοντος για τους ασθενείς – ειδικά όταν βρίσκονται σε ανοσοκαταστολή ή είναι αδύναμοι, όπως στην περίπτωση των υποογκαιμικών ασθενών.¹⁴² Οι εν λόγω ασθενείς θα ήταν πρόσφορο να βρίσκονται σε απομόνωση - αν υπάρχει η δυνατότητα – ή σε θάλαμο με διαρκή αερισμό.¹⁴² Η συχνή απολύμανση στον περιβάλλοντα χώρο, όπως και η άσηπτη

τεχνική των νοσηλευτών, είναι παράμετροι που θα περιόριζαν σημαντικά τις λοιμώξεις στο νοσοκομείο.¹⁴¹ Τέλος, γίνεται αναφορά, ότι τα απόβλητα που περιέχουν βιολογικά υγρά από τους ασθενείς θα πρέπει να απορρίπτονται με προσοχή σε ειδικό χώρο της κλινικής και στη συνέχεια να καταστρέφονται, καθότι αποτελούν εστία ανάπτυξης μικροβίων.¹⁴²

6.5. Ενδοαγγειακές γραμμές

Η τοποθέτηση ενδοαγγειακών γραμμών χρησιμοποιείται ευρέως και αποτελεί μέθοδο εκλογής για την επιβίωση βαρέως πασχόντων ασθενών.¹⁴³ Εξ ορισμού, ενδοαγγειακές γραμμές ονομάζονται τα συστήματα (καθετήρες) που εισέρχονται στο εσωτερικό των αγγείων – αρτηριών ή φλεβών – κατά την διάρκεια της νοσηλείας ασθενών σε ιδιαίτερα κρίσιμη κατάσταση.¹⁴³

Τυπικό παράδειγμα ενδοαγγειακών γραμμών αποτελούν οι περιφερικοί αγγειακοί καθετήρες, οι οποίοι διακρίνονται σε: περιφερικό φλεβικό καθετήρα, περιφερικό αρτηριακό καθετήρα και καθετήρα μέσης γραμμής.^{143,144} Ο πρώτος εισάγεται σε φλέβες του αντιβράχιου επί το πλείστον για βραχεία χρήση – κυρίως για την έγχυση φαρμάκων ενδοφλεβίως.¹⁴³ Ο δεύτερος χρησιμεύει στον αιμοδυναμικό έλεγχο των βαρέως πασχόντων ασθενών και αποτελεί σημείο συλλογής αερίων του αρτηριακού αίματος. Ο τρίτος τύπος καθετήρα, εισάγεται στην εγγύς βασιλική ή κεφαλική φλέβα.^{143,144} Εκτός των περιφερικών χρησιμοποιούνται και κεντρικοί αγγειακοί καθετήρες – οι οποίοι διακρίνονται σε κεντρικό φλεβικό καθετήρα με ή χωρίς υποδόριο τμήμα και εισέρχονται στην υποκλείδιο, σφαγίτιδα ή μηριαία φλέβα.¹⁴⁴ Η βασική διαφορά μεταξύ των δύο έγκειται στο γεγονός ότι ο κεντρικός φλεβικός καθετήρας με υποδόριο τμήμα (πχ.Hickman, Broviac) εγκαθίσταται με χειρουργική επέμβαση και η χρήση του είναι μακροπρόθεσμη σε ασθενείς που υποβάλλονται σε σειρά χημειοθεραπειών ή αιμακαθάρσεων.¹⁴⁴ Στην κατηγορία των κεντρικών καθετήρων συγκαταλέγονται οι ολικά εμφυτευμένες συσκευές.¹⁴⁴ Τοποθετούνται στην έσω σφαγίτιδα ή την υποκλείδιο φλέβα. Μία υποδόρια πύλη (port) είναι σφραγισμένη, υπό το δέρμα και προσεγγίζεται με μία βελόνη διά μέσου άθικτου δέρματος.¹⁴³

Ιδιαίτερη προσοχή κατά τη διάρκεια αλλά και μετά την τοποθέτηση ενδοαγγειακών γραμμών, θα πρέπει να δίνεται στην προστασία από λοιμώξεις.¹⁴⁴ Υπάρχουν σοβαρές πιθανότητες μόλυνσης τόσο στο σημείο εισόδου, στο υποδόριο τμήμα όσο και στο σημείο σύνδεσης του καθετήρα.^{144,145} Για τον λόγο αυτό το νοσηλευτικό προσωπικό που συμμετέχει στη διαδικασία τοποθέτησης του εκάστοτε αγγειακού καθετήρα τηρεί ευλαβικά τα

πρωτόκολλα πρόληψης λοιμώξεων.¹⁴⁴ Η υγιεινή και αντισηψία των χεριών αποτελεί διαδικασία ζωτικής σημασίας για την ελαχιστοποίηση κάθε πιθανότητας λοίμωξης.¹⁴⁴ Εξίσου σημαντική είναι και η διατήρηση άσηπτης τεχνικής από τους επαγγελματίες υγείας κατά την διάρκεια της τοποθέτησης του καθετήρα.^{144,145} Όπως σε κάθε παρεμβατική πράξη θα πρέπει να εφαρμόζεται το πρωτόκολλο του Μέγιστου Φραγμού Προφύλαξης, το οποίο ορίζει ότι κάθε επαγγελματίας υγείας που έχει άμεση επαφή με το αποστειρωμένο πεδίο (ιατρός ή νοσηλεύτης) θα πρέπει να φορά σκούφο, μάσκα, αποστειρωμένα γάντια, μπλούζα καθώς και αποστειρωμένο πεδίο για όλο το σώμα.¹⁴⁴ Ως προς τον νοσηλευτή κίνησης, καλείται να τηρεί υγιεινή χεριών, να φορά γάντια και μάσκα.¹⁴⁴ Η ορθή προετοιμασία του δέρματος συντελεί με τον ίδιο τρόπο στην μείωση των τοπικών λοιμώξεων.¹⁴²⁴ Για τον λόγο αυτόν, η προετοιμασία καθαρού δέρματος πραγματοποιείται με παρασκεύασμα χλωρεξιδίνης σε συνδυασμό με αλκοόλη πριν την εισαγωγή του καθετήρα αλλά και κατά την αλλαγή των επιθεμάτων.^{144,145}

Τέλος, η επιτυχία της τοποθέτησης και λειτουργικότητας τις εκάστοτε ενδοαγγειακής γραμμής στηρίζεται στη φροντίδα και συντήρηση του καθετήρα.¹⁴⁴ Ο νοσηλεύτης θα πρέπει να έχει τον πλήρη έλεγχο του σημείου και να το επισκοπεί και να το φροντίζει συστηματικά. Βέβαια είναι απαραίτητο να εκπαιδευτεί και ο ίδιος ο ασθενής, ώστε να αναφέρει κάθε διαφορά που παρατηρεί ή ενδεχομένως κάποιο ξαφνικό σύμπτωμα όπως κνησμό, ερυθρότητα ή πόνο στο σημείο.¹⁴⁴ Κάθε χειρισμός κατά την καθημερινή ρουτίνα (όπως αλλαγή επιθέματος ή ενδοφλέβια έγχυση) απαιτεί σχολαστική υγιεινή χεριών, χρήση αποστειρωμένων γαντιών και άσηπτης τεχνικής μη επαφής.^{144,145} Η απολύμανση των συστημάτων γίνεται με διάλυμα χλωρεξιδίνης σε 70% περιεκτικότητα ισοπροπυλικής αλκοόλης με μέση χρονική διάρκεια τα 15 δευτερόλεπτα.¹⁴⁵ Τα επιθέματα που καλύπτουν το σημείο θα πρέπει να αντικαθίστανται περίπου κάθε 7 ημέρες τα διαφανή αυτοκόλλητα ενώ τουλάχιστον κάθε 2 ημέρες οι αποστειρωμένες γάζες.¹⁴⁵

ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Α. ΝΟΣΗΛΕΥΤΙΚΗ ΔΙΕΡΓΑΣΙΑ

Η νοσηλευτική είναι τόσο τέχνη, όσο και επιστήμη που απαιτεί την κατανόηση και την εφαρμογή επιστημονικών γνώσεων και τεχνικών δεξιοτήτων.¹³⁴ Στηρίζεται σε γνώσεις και τεχνικές που προέρχονται από τις ανθρωπιστικές επιστήμες και τις φυσικές, κοινωνικές, ιατρικές και βιολογικές επιστήμες.¹³⁴ Η παροχή φροντίδας είναι πιο αποτελεσματική όταν ο νοσηλευτής ακολουθεί μια σειρά από λογικά βήματα(στάδια), γνωστή ως νοσηλευτική διεργασία:

- ✓ Αξιολόγηση των αναγκών του ατόμου/οικογένειας/ομάδας ή της κοινότητας, καθώς και τον καθορισμό πόρων που απαιτούνται και είναι διαθέσιμη για την αντιμετώπισή τους.¹³⁴
- ✓ Προσδιορισμός των αναγκών που μπορούν να ικανοποιηθούν πιο κατάλληλα και από αποτελεσματικά από τη νοσηλευτική φροντίδα.¹³⁴
- ✓ Κατάταξη των αναγκών για την υγεία που μπορούν να επιτευχθούν καλύτερα από τη νοσηλευτική φροντίδα κατά σειρά προτεραιότητας.¹³⁴
- ✓ Σχεδιασμός και παροχή της απαιτούμενης νοσηλευτικής φροντίδας.¹³⁴
- ✓ Συμμετοχή του ατόμου σε όλες τις πτυχές της φροντίδας και την ενθάρρυνση της συμμετοχής της κοινότητας.¹³⁴
- ✓ Τεκμηρίωση σε κάθε στάδιο της νοσηλευτικής διεργασίας, χρησιμοποιώντας τις πληροφορίες για να αξιολογήσει το αποτέλεσμα της νοσοκομειακής περίθλαψης.¹³⁴
- ✓ Εφαρμογή αποδεκτών και κατάλληλων πολιτισμικών, ηθικών και επαγγελματικών προτύπων.¹³⁴
- ✓ Εκτίμηση των αποτελεσμάτων και ανατροφόδοτηση.¹³⁴

Τέλος, η εφαρμογή της νοσηλευτικής διεργασίας είναι μια συστηματική, με επίκεντρο τον ασθενή, επιστημονική μέθοδος επίλυσης προβλημάτων του ατόμου/οικογένειας/ομάδας/κοινότητας, προκειμένου να επιτευχθεί το μέγιστο επίπεδο αλλαγής προς το αναμενόμενο αποτέλεσμα.¹³⁴

B. ΜΕΛΕΤΗ 1^{ΟΥ} ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΟΥ

Στις 15.07.2021 και ώρα 19:30, άνδρας(Κ.Γ.), ετών 86 εισάγεται στην ορθοπεδική κλινική του ΓΝ Αργολίδας, ΝΜ Άργους, έπειτα από πτώση στο σπίτι του, παρουσιάζοντας έντονους πόνους στο αριστερό πόδι και αδυναμία βάρδισης. Ο Κ.Γ. πραγματοποιεί ακτινογραφία και διαγιγνώσκεται από τον θεράποντα ιατρό με υποκεφαλικό κάταγμα ισχίος αριστερού ποδός. Ο ασθενής προγραμματίζεται προς χειρουργείο για την επόμενη μέρα, ενώ παραμένει νήσις. Κατά την έλευσή του στην κλινική λαμβάνονται εργαστηριακά δείγματα: γενική αίματος, βιοχημικός έλεγχος, χρόνοι πήκτικότητας και διασταύρωση που αποστέλλεται στην αιμοδοσία, ενώ το ηλεκτροκαρδιογράφημα που γίνεται στα ΤΕΠ δεν παρουσιάζει αλλοιώσεις. Ο Κ.Γ. μένει μόνος του και έχει αίσθηση του περιβάλλοντος που βρίσκεται και του τι έχει συμβεί. Συνοδεύεται από την κόρη του. Δεν έχει καμία αλλεργία, λαμβάνει φαρμακευτική αγωγή για υπερτροφικό προστάτη και αντικαταθλιπτικά, ενώ το μοναδικό χειρουργείο που έχει κάνει στο παρελθόν(πριν από 4 χρόνια) είναι εγχείρηση καταρράκτη στον δεξιό οφθαλμό. Ο αιματοκρίτης του ασθενούς σύμφωνα με το μικροβιολογικό εργαστήριο είναι 40%, ενώ τα ζωτικά του σημεία εμφανίζονται εντός φυσιολογικών τιμών. Τοποθετείται από τον νοσηλευτή βάρδιας μία περιφερική φλεβική γραμμή(ροζ) διαμέτρου 20G και χορηγείται ορός ενυδάτωσης Ringer's στις 100 μικροσταγόνες το λεπτό. Επίσης, τοποθετήθηκε καθετήρας κύστης Foley.

Στις 16.08.2021, ο Κ.Γ στις 8:00 κατά την προεγχειρητική προετοιμασία είναι ελαφρώς ληθαργικός, με αρτηριακή πίεση 55/32mmHg, 135 σφύξεις το λεπτό, κορεσμό οξυγόνου(SPO₂) 89% και θερμοκρασία 35,9 °C . Το δέρμα του εμφανίζει μειωμένη σπαργή, οι αναπνοές του είναι 22/min, ενώ τα κάτω άκρα είναι ελαφρώς κυανωτικά. Ο ασθενής έχει αποβάλει 30ml ούρα, ενώ είναι σκούρα και συμπυκνωμένα. Επίσης, πονά πολύ στο πόδι. Αναβολή χ/ο μέχρι τη σταθεροποίηση του ασθενούς.

Νοσηλευτική διάγνωση	Προγραμματισμός νοσηλευτικής φροντίδας	Νοσηλευτικές παρεμβάσεις	Εκτίμηση αποτελεσμάτων
<p>-Χαμηλή αρτηριακή πίεση(55/32mmHg) που έχει σχέση με υπόταση.</p>	<p>-Τοποθέτηση(2^{ης}) περιφερικής φλεβικής γραμμής(πράσινη)18G. -Ο ασθενής να έχει φυσιολογική αρτηριακή πίεση τις επόμενες 2-3 ώρες. -Να γίνει λήψη αίματος και μέτρηση αιματοκρίτη.</p>	<p>-Μέτρηση ζωτικών σημείων ανά 30 λεπτά. -Χορήγηση φυσιολογικού ορού N/S 0.9%, αποκατάσταση ενδοαγγειακού όγκου υγρών. -Έγινε λήψη αίματος.</p>	<p>-Γίνεται λήψη ζωτικών σημείων κάθε μισή ώρα. Ο ασθενής έχει αρτηριακή πίεση 59/38mmHg. -Τοποθετήθηκε περιφερική φλεβική γραμμή. -Έγινε λήψη αίματος και ο αιματοκρίτης είναι 39%. -Συνδέθηκε N/S 0.9% και εγχύεται με απλή συσκευή με σταθερό ρυθμό ροής. (τροποποιείται το σχέδιο φροντίδας)</p>
<p>-Σφίξεις: 135/min- Ταχυκαρδία που έχει σχέση με τον ελαττωμένο όγκο υγρών</p>	<p>-Να μειωθούν οι σφίξεις του ασθενούς σε φυσιολογικές τιμές≈80/min μέσα σε 1 ώρα</p>	<p>-Μέτρηση σφίξεων κάθε 30 λεπτά. -Γίνεται λήψη ηλεκτροκαρδιογραφήματος.</p>	<p>-Πραγματοποιείται λήψη σφίξεων ανά 1 ώρα. Ο ασθενής έχει πλέον 100σφίξεις/min -Το ΗΚΓ δεν έδειξε αλλοιώσεις. (τροποποιείται το σχέδιο φροντίδας)</p>

<p>-Ταχύπνοια- 22/min, που σχετίζεται με την αφυδάτωση και την υποογκαιμία.</p>	<p>-Να μειωθούν οι αναπνοές σε 15/min μέσα 2 ώρες.</p>	<p>-Μέτρηση αναπνοών κάθε 30 λεπτά.</p>	<p>-Ο ασθενής έχει 18 αναπνοές/min. (τροποποιείται το σχέδιο φροντίδας)</p>
<p>-Μειωμένος κορεσμός οξυγόνου (SPO₂: 89%) αίματος που σχετίζεται με την υποογκαιμία.</p>	<p>-Να γίνεται μέτρηση του SPO₂ κάθε μισή ώρα με το παλμικό οξύμετρο. -Να γίνει χορήγηση οξυγόνου με μάσκα οξυγόνου Ventouri - Να έχει αυξηθεί ο κορεσμός οξυγόνου σε 93% μέσα σε 2 ώρες.</p>	<p>-Γίνεται μέτρηση κάθε 30 λεπτά. -Χορηγείται οξυγόνο με μάσκα Ventouri 50% στα 10 λίτρα.</p>	<p>-Ο ασθενής έχει κορεσμό οξυγόνου 94% μετά από 2 ώρες.</p>
<p>-Κυανωτικά κάτω άκρα που σχετίζονται με τον μειωμένο κορεσμό αίματος.</p>	<p>-Να αξιολογηθεί η θερμοκρασία των άκρων και το χρώμα τους. -Να γίνεται μέτρηση του SPO₂ κάθε μισή ώρα με το παλμικό οξύμετρο -Να χορηγηθεί οξυγόνο με σύστημα μάσκας υψηλής ροής. -Εντός 3 ωρών να έχει επανέλθει το χρώμα των κάτω άκρων.</p>	<p>-Γίνεται μέτρηση κάθε 30 λεπτά. -Χορηγείται οξυγόνο με μάσκα Ventouri 50% στα 10 λίτρα.</p>	<p>-Έπειτα από 2 ώρες τα κάτω άκρα παύουν να είναι κυανωτικά.</p>

<p>-Ολιγουρία (σε 12h→300cc) που σχετίζεται με την αφυδάτωση-υποογκαιμία</p>	<p>-Μέσα σε 10 ώρες να έχει αποβάλλει 500cc ούρων, διαυγή με κίτρινη όψη.</p>	<p>- Χορήγηση 1000cc N/S 0,9% μέσα σε 8 ώρες.</p>	<p>-Ο ασθενής μέσα σε 9 ώρες έχει αποβάλλει 550cc ούρων με διαυγή και κίτρινη όψη.</p>
<p>-Ο ασθενής πονάει στην αριστερή πλευρικός εμπρόσθια περιοχή των γλουτών, χαμηλότερα από τη λαγόνια ακρολοφία εξαιτίας του υποκεφαλικού κατάγματος ισχίος.</p>	<p>-Ο ασθενής να μη πονάει στις επόμενες 4-5 ώρες.</p>	<p>-Έπειτα από ιατρική οδηγία να χορηγηθεί αναλγητικό (apotel)</p>	<p>-Ο ασθενής δεν αισθάνεται καλύτερα, συνεχίζει να πονάει. (τροποποιείται το σχέδιο φροντίδας)</p>
<p>-Ο νέος αιματοκρίτης είναι 19%. Σχετίζεται με την αφυδάτωση και την υποογκαιμική καταπληξία.</p>	<p>-Ο ασθενής να έχει αιματοκρίτη τις επόμενες 5-6 ώρες 27%. -Να έχει καλύτερη σπαργή δέρματος. -Να έχει ζωτικά σημεία εντός των φυσιολογικών τιμών. -Να παρακολουθείται με monitor.</p>	<p>-Έπειτα από ιατρική οδηγία χορηγείται κολλοειδές διάλυμα 1000cc (voluven) με γρήγορο ρυθμός έγχυσης 250 μικροσταγόνες/min - Έπειτα από ιατρική οδηγία χορηγείται 1mg</p>	<p>- Μέσα σε 4,5 ώρες ο αιματοκρίτης είναι 28,4%. -Το δέρμα παρουσιάζει αυξημένη σπαργή και καλύτερη κλινική εικόνα. -Α.Π.: 103/61mmHg σφύξεις:89/min αναπνοές:14/min</p>

		<p>νορεπινεφρίνης σε 100cc N/S 0,9%.</p> <p>-Τοποθετείται συσκευή monitor για συνεχή μέτρηση ζωτικών σημείων.</p>	<p>-Εμφανίζει βελτιωμένο επίπεδο συνείδησης.</p>
<p>-Ο ασθενής πονάει στην αριστερή πλευρικός εμπρόσθια περιοχή των γλουτών, χαμηλότερα από τη λαγόνια ακρολοφία εξαιτίας του υποκεφαλικού κατάγματος ισχίος.</p>	<p>-Ο ασθενής να μη πονάει στις επόμενες 4-5 ώρες.</p>	<p>-Έπειτα από ιατρική οδηγία να χορηγηθεί πιο ισχυρό αναλγητικό (1/2 amp tramal σε 100cc N/S 0,9%)</p>	<p>-Ο ασθενής αισθάνεται καλύτερα, δεν πονάει.</p>

Γ. ΜΕΛΕΤΗ 2^{ΟΥ} ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΟΥ

Στις 25.08.2021 και ώρα 05:30, νεαρός άνδρας (Γ.Κ), ετών 24 μεταφέρεται στο τμήμα επειγόντων περιστατικών του Πανεπιστημιακού Νοσοκομείου Πατρών ύστερα από σοβαρό αυτοκινητιστικό ατύχημα. Ο τραυματίας δεν φορούσε ζώνη ασφαλείας με αποτέλεσμα την εκτόξευσή του από το όχημα στο οποίο επέβαινε. Φέρει εμφανή ορθοπεδικά κατάγματα στο δεξί χέρι και πόδι, ενώ παρουσιάζει ταχύπνοια και το επίπεδο συνείδησής του εκτιμάται μειωμένο. Κατά την άφιξη του Γ.Κ στο τμήμα των επειγόντων περιστατικών πραγματοποιείται λήψη ζωτικών σημείων. Ο ασθενής έχει υποθερμία, ενώ η αρτηριακή πίεση βρίσκεται σε επίπεδα χαμηλότερα του φυσιολογικού 66/48mmHg. Η ταχύπνοια επιβεβαιώνεται καθότι ο Γ.Κ έχει 30 αναπνοές στη διάρκεια ενός λεπτού, ενώ παρουσιάζει μειωμένα επίπεδα οξυγόνου 85%. Ο ασθενής συνδέεται με monitor για την συνεχή παρακολούθηση των ζωτικών του σημείων. Ταυτόχρονα, διενεργείται μία σειρά βιοχημικών εξετάσεων με τις τιμές του αιματοκρίτη και των ηλεκτρολυτών να βρίσκονται σε οριακά φυσιολογικές τιμές. Το ηλεκτροκαρδιογράφημα του ασθενούς παρουσιάζει αλλοιώσεις, ενώ μια σειρά από ακτινογραφίες και μαγνητικές τομογραφίες καταδεικνύουν κατάγματα και αιμορραγία στην περιοχή της θωρακικής κοιλότητας. Στον Γ.Κ τοποθετείται άμεσα κεντρική φλεβική γραμμή και χορηγείται κρουνηδόν 1000ml διάλυμα φυσιολογικού ορού, ενώ κατά την διάρκεια της παραμονής του στα ΤΕΠ έχει χορηγηθεί οξυγόνο με μάσκα C-PAP. Ο Γ.Κ προετοιμάζεται και μεταφέρεται εσπευσμένα στο χειρουργείο λόγω της διάχυτης εσωτερικής αιμορραγίας, όπου τοποθετείται κεντρική φλεβική γραμμή στην δεξιά σφαγίτιδα με σκοπό την άμεση καταστολή και αναλγησία του. Οι χειρουργοί τοποθετούν büllau για την παροχέτευση του αίματος, αποκαθιστούν τα κατάγματα στην περιοχή του θώρακα και των άκρων, ενώ παράλληλα έχουν δώσει εντολή χορήγησης 3 μονάδων αίματος και 1 μονάδας πλάσματος λόγω της εκτεταμένης αιμορραγίας.

Νοσηλευτική διάγνωση	Προγραμματισμός νοσηλευτικής φροντίδας	Νοσηλευτικές παρεμβάσεις	Εκτίμηση αποτελεσμάτων
-Χαμηλή αρτηριακή πίεση(66/48mm Hg) που σχετίζεται με υπόταση.	-Να γίνει σύνδεση με monitor. -Να τοποθετηθεί περιφερική φλεβική γραμμή. -Η Α.Π να είναι σε φυσιολογικά επίπεδα εντός 1 ώρας.	-Σύνδεση με monitor και παρακολούθηση μεταβολών στα ζωτικά σημεία. -Χορήγηση 1000ml N/S για αναπλήρωση όγκου υγρών.	-Παρατηρείται σταθερά αύξηση της αρτηριακής πίεσης(90/65mmHg) -Πραγματοποιείται κρουνηδόν έγχυση φυσιολογικού ορού.
-Ταχύπνοια (30/min) που σχετίζεται με μειωμένη οξυγόνωση και υποογκαιμία και τον πόνο.	-Να μειωθούν οι αναπνοές σε 18/λεπτό στις απόμενες 2 ώρες. -Να χορηγηθεί αναλγητικό ενδοφλεβίως.	-Μέτρηση αναπνοών κάθε 30 λεπτά. -Χορήγηση ενδοφλέβιας αναλγησίας (apotel).	-2 ώρες αργότερα ο ασθενής έχει 22/αναπνοές/λεπτό -ο ασθενής συνεχίζει να πονά. (τροποποιείται το σχέδιο φροντίδας)
-Εσωτερική αιμορραγία που σχετίζεται με θωρακικές κακώσεις. -Χαμηλός αιματοκρίτης- 17% που σχετίζεται με την υποογκαιμική καταπληξία.	-Να παροχετευθεί το αίμα από την θωρακική κοιλότητα(büllau). -Έλεγχος και ανάταξη θωρακικών κακώσεων. -Να αναπληρωθεί ο όγκος αίματος. -Να λάβει χώρα μετάγγιση 3 μονάδων συμπυκνωμένων ερυθρών αιμοσφαιρίων και 1 μονάδας πλάσματος. (Μετάγγιση εξαιρετικά επείγουσα)	-Τοποθετήθηκε καθετήρας παροχέτευσης büllau. -Έγινε μετάγγιση με 3 μονάδες συμπυκνωμένων ερυθρών και 1 μονάδας πλάσμα ύστερα από εντολή γιατρού. -Συμπληρώθηκε το ειδικό έντυπο μετάγγισης από τον προϊστάμενο των χειρουργείων προς	-Η εσωτερική αιμορραγία περιορίστηκε. -Ο αιματοκρίτης αυξήθηκε κατά 5,5% μέσα σε 3 ώρες και είναι 22,5%. -Ο αιμοθώρακας περιορίστηκε παροχετεύθηκαν 400cc αίματος από τη συσκευή.

	-Στόχος ο αιματοκρίτης 3 ώρες μετά τις μεταγγίσεις να έχει αυξηθεί κατά 5%.	στον σταθμό αιμοδοσίας.	
-Μειωμένο επίπεδο συνείδησης που σχετίζεται με την σφοδρότητα της σύγκρουσης και την υποογκαιμία.	-Πραγματοποίηση εγκεφαλογραφήματος και αξονικής τομογραφίας για έλεγχο πιθανών κρανιοεγκεφαλικών κακώσεων. -Επανεκτίμηση της κατάστασης έπειτα από μισή ώρα με βάση την κλίμακα Γλασκώβης.	-Το εγκεφαλογράφημα πραγματοποιήθηκε -Έγινε επανεκτίμηση του επιπέδου συνείδησης-σκορ κλίμακας Γλασκώβης 11.	-Όχι φανερές αλλοιώσεις στην εξέταση. -Βελτίωση της νοητικής κατάστασης του ασθενούς.
-Οξύς πόνος στον δεξιό βραχίονα και κλείδα, καθώς και στην περιοχή της ποδοκνημικής δεξιά που οφείλεται στα κατάγματα.	-Ο ασθενής να μην πονάει για τις επόμενες 2-3 ώρες. -Να ακινητοποιηθούν τα άκρα.	-Χορήγηση ισχυρού αναλγητικού ενδοφλεβίως κατόπιν εντολής γιατρού (1 amp pethidine σε 100cc N/S 0.9%). -Τα πάσχοντα σημεία σταθεροποιήθηκαν με νάρθηκα.	-Ο πόνος υποχώρησε αισθητά.
-Ταχύπνοια (22/min) που σχετίζεται με μειωμένη οξυγόνωση και υποογκαιμία και τον πόνο.	-Να μειωθούν οι αναπνοές σε 18/λεπτό στις απόμενες 2 ώρες. -Να χορηγηθεί αναλγητικό ενδοφλεβίως.	-Μέτρηση αναπνοών κάθε 30 λεπτά. -Χορήγηση ενδοφλέβιας αναλγησίας έπειτα από ιατρική οδηγία. (morphine)	-2 ώρες αργότερα ο ασθενής έχει 14/αναπνοές/λεπτό -Ο ασθενής δεν πονά.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ζαφειρόπουλος, Β. (2015). Υδρομετρία ή μέθοδος Αραιώσης (TBW). Στο Ζαφειρόπουλος, Β. *Μέτρηση σύστασης του ανθρώπινου σώματος*. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/363>
2. Καλογιαννίδου, Ε. , Μαυρομματίδης, Κ. (2019). Η αφυδάτωση των ηλικιωμένων. *Ελληνική Νεφρολογία*, 31 (1): 24 – 36
3. Murray, R.K. , Botham, K.M., Rodwell, V.W., Bender, D.A., Kenelly, P.J. & Weil, P.A. (2011). Μεμβράνες: δομή και λειτουργία. Στο R.K. Murray & D.K. Granner (Επιμ.), *Harper's Εικονογραφημένη Βιολογική Χημεία*, σσ. 519-542, Εκδόσεις: Broken Hills Publishers LTD.
4. Osborn, K.S., Wraa, C.E., Watson, A.B. & Holleran, R. (2014). Υγρά και Ηλεκτρολύτες. Στο D. Gilcreast (Επιμ.), *Medical-Surgical Nursing, 2nd Edition* ,pp.350-362, Copyright: Pearson Education Inc.
5. McArdle, W.D., Katch, F.I. & Katch, V.L. (2018). Μικροθρεπτικά συστατικά και νερό. Στο Α. Ζάμπελας (Επιμ.), *Διατροφή στην Άσκηση & τη Σωματική Δραστηριότητα*, σσ. 100-164, Εκδόσεις: Broken Hills Publishers LTD
6. Εμμανουηλίδης, Ε., Λιάμου, Ν., Κολάροβα, Ε., Χριστοδούλου, Π. & Βασιλειάδου, Γ. (2014). Υγρά και Ηλεκτρολύτες. *Θέματα Αναισθησιολογίας και Εντατικής Ιατρικής, Τόμος 24 (Τεύχος 48-49)*, σσ.153-158
7. Βασιλειάδης, Ι. (2015). Ηλεκτρολυτικές Διαταραχές. Στο Κουτσούκου, Α., Βασιλειάδης, Ι., Ροβίνα, Ν., Ποντίκης, Κ., Ντάγανου, Μ., Αυγεροπούλου , Σ., Κυριακοπούλου, Μ., Ρωμανού, Β. *Βασικές αρχές εντατικής θεραπείας*. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/5944>
8. Ζήκου, Θ. , Ντουνούση, Χ., Κατωπόδης, Κ., Γκούβα, Δ. & Κατωπόδης, Π. (2015). Σύσταση διαλύματος αιμοκάθαρσης. Ηλεκτρολύτες: Κάλιο. *Ελληνική Νεφρολογία* 27 (3): 249 – 264
9. Λέκκα, Μ., Λεονταρίτης, Γ., Γαλανοπούλου, Κ., Κητσιούλη, Ε. (2015). Μεταφορά μέσω των βιολογικών μεμβρανών. Στο Λέκκα, Μ., Λεονταρίτης, Γ., Γαλανοπούλου, Κ., Κητσιούλη, Ε. *Βιολογικές μεμβράνες: από τη δομή στις λειτουργίες*. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/4312>

10. Αναστασοπούλου, Ι., Δρίτσα, Β., Θεοφανίδης, Θ., Υφαντής, Δ., Υφαντής, Κ. (2015). Βιολογικά υλικά. Στο Αναστασοπούλου, Ι., Δρίτσα, Β., Θεοφανίδης, Θ., Υφαντής, Δ., Υφαντής, Κ. *Βιοϋλικά - Εφαρμογές*. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/3638>
11. Βεντούρας, Ε. (2015). Φαινόμενα ιοντικών ρευμάτων στα κύτταρα. Στο Βεντούρας, Ε. *Τεχνολογία της in-vivo διαγνωστικής - Διατάξεις απαγωγής βιοηλεκτρικών σημάτων*. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/1833>
12. Robson, A., Burrage, K., Leake, M.C. (2013). Inferring diffusion in single live cells at the single-molecule level. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* ,368(1611): 20120029. doi: 10.1098/rstb.2012.0029
13. Granik, N., Weiss, L.E., Nehme, E., Levin, M., Chein, M., Perlson, E., Roichman, Y., Shechtman Y. (2019). Single-Particle Diffusion Characterization by DeepLearning. *Biophysical Journal*, 117(2), pp.185-192. doi:<https://doi.org/10.1016/j.bpj.2019.06.015>
14. Won, Y.Y. & Ramkrishna, D. (2019). Revised Formulation of Fick's, Fourier's, and Newton's Laws for Spatially Varying Linear Transport Coefficients. *ACS Omega* 4(6), p.p.11215–11222. doi: 10.1021/acsomega.9b00736
15. Sherwood, L. (2016) Εισαγωγή στη Φυσιολογία του Ανθρώπου: Από τα Κύτταρα στα Συστήματα. *Ελληνικές Εκδόσεις*, σ.σ. 329-386.
16. Δεδούσης, Γ., Κώτσου, Μ., Αμερικάνου, Χ. (2015). Ωσμωση. Στο Δεδούσης, Γ., Κώτσου, Μ., Αμερικάνου, Χ. *Εργαστηριακές ασκήσεις βιολογίας κυττάρου*. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/4378>
17. Stiwell, W. (2016). Membrane Transport. In W. Stiwell (Eds.), *An Introduction to Biological Membranes Composition, Structure and Function.*, 2nd Edition, pp.423-45, Copyright: Elsevier B.V. All
18. Ronco, C., Bellomo, R., Kellum, J.A. & Ricci, Z. (2019). Principles of Extracorporeal Circulation and Transport Phenomena. In M. Zaccaria, M. Neri, F. Garzotto & C. Ronco (Eds.), *Critical Care Nephrology*, 3rd Edition. , pp.841-847. Copyright: Elsevier Inc. All
19. Donlinger, R. (2014), Electrolyte Analyzers. *Biomedical Instrumentation & Technology*, 48(5), pp.389–393.

20. El-Sharkawy, A., Sahota, O. & Lobo D. (2015). Acute and chronic effects of hydration status on health. *Nutrition Reviews*, 73(1), pp.79-107.
21. Nelson, J. & Robinson, M. (2012). Hyponatremia in older adults presenting to the emergency department. *International Emergency Nursing*, 20(1), pp.251-254.
22. Kraut, J. & Nagami, G. (2013). The serum anion gap in the evaluation of acid-base disorders: what are its limitations, and can its effectiveness be improved? , *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*, 8(11), pp.2018-24.
23. Φραγκοράπτης, Ε. (2015). *Φυσικοθεραπεία σε βλάβες του περιφερικού νευρικού συστήματος*. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/2407>
24. Κωλέττης, Θ. (2015). Μηχανισμοί αρρυθμογένεσης. Στο Κωλέττης, Θ. *Παθοφυσιολογία της καρδιάς*. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/4891>
25. Ekmekcioglu, C., Elmadfa, I., Meyer, A. & Moeslin, T. (2016). The role of dietary potassium in hypertension and diabetes. *Journal of Physiology and Biochemistry*, 72(1), pp. 93-106.
26. Παπαθεοδωρόπουλος, Κ. (2015). Ασβέστιο. Στο Παπαθεοδωρόπουλος, Κ. *Έννοιες στην επιστήμη της μνήμης*. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/3252>
27. Perrino, B. (2016). Calcium Sensitization Mechanisms in Gastrointestinal Smooth Muscles. *Journal of Neurogastroenterology Motility*, 22 (2), pp.213-225.
28. Reid, I., Birstow, S. & Bolland, M. (2017). Calcium and Cardiovascular Disease. *Endocrinology and Metabolism*, 32(3), pp. 339–349.
29. Πολίτη, Μ. (2015). Αιμοπετάλια. Πήξη του Αίματος. Αιμόσταση. Στο Λουκόπουλος, Δ., Μαριάννα, Π. *Μαθήματα αιματολογίας*. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/3087>
30. Liu, M., Yu, X., Li, M. et al (2018). Fluorescent probes for the detection of magnesium ions (Mg²⁺): from design to application. *RSC Advances*, 23(1).
31. Glasdam, S. & Peters, G. (2016). The Importance of Magnesium in the Human Body: A Systematic Literature Review. *Advances in Clinical Chemistry*, 73, pp.165-185.
32. Chang, A. & Anderson, C. (2017). Dietary Phosphorus Intake and the Kidney. *Annual Review of Nutrition*, 37(1), pp.321-346.

33. Kataoka, H. (2017). The “chloride theory”, a unifying hypothesis for renal handling and body fluid distribution in heart failure pathophysiology. *Medical Hypotheses*, 104, pp. 170-173.
34. Seifter, J. (2019). Body Fluid Compartments, Cell Membrane Ion Transport, Electrolyte Concentrations, and Acid-Base Balance. *Seminars in Nephrology*, 39, pp. 368-379.
35. Fugle, S., (2020). Clinical Biochemistry References Ranges Handbook. *BJJ-11*, 14(2.2), Διαθέσιμο στο: <https://www.esht.nhs.uk/wp-content/uploads/2017/08/Clinical-Biochemistry-reference-ranges-handbook.pdf>
36. Sterns, R. (2015). Disorders of Plasma Sodium — Causes, Consequences, and Correction. *England Journal of Medicine*, 372, pp.55-65.
37. Hoorn, E. J. & Zietse, R. (2017). Diagnosis and Treatment of Hyponatremia: Compilation of the Guidelines. *Journal of the American Society of Nephrology*, 28(5), pp.1340–1349.
38. Sahay, M. & Sahay, R. (2014). Hyponatremia: A practical approach. *Indian Journal of Endocrinology and Metabolism*, 18(6), pp.760.
39. Προβατοπούλου, Σ., Λεονταρίδου, Ε. & Γούμενος, Δ.Σ. (2015). Κατευθυντήριες οδηγίες για τη διάγνωση και την αντιμετώπιση της υπονατριαιμίας. *Ελληνική Νεφρολογία*, 27(3), pp. 209 – 222.
40. Νάκος, Γ., Καραχάλιου, Α., Κιτσάκος, Α., Κουλούρας, Β., Κωστάντη, Ε., Λαχανά, Α., Παπαθανάκος, Γ., Παπαθανασίου, Α., Σταμάτη, Β., Τίγκας, Σ., Τσαγκάρης, Η. (2015). Ηλεκτρολυτικές διαταραχές. Στο Νάκος, Γ., Καραχάλιου, Α., Κιτσάκος, Α., Κουλούρας, Β., Κωστάντη, Ε., Λαχανά, Α., Παπαθανάκος, Γ., Παπαθανασίου, Α., Σταμάτη, Β., Τίγκας, Σ., Τσαγκάρης, Η. *Εντατική θεραπεία*. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/867>
41. Palmer, B. F., & Clegg, D. J. (2019). Physiology and Pathophysiology of Potassium Homeostasis: Core Curriculum 2019. *American Journal of Kidney Diseases*, 74(5), pp. 682-695.
42. Kardalas, E., Paschou, S., Anagnostis P., Muscogiuri, G., Siasos, G. & Vryonidou, A. (2018). Hypokalemia: a clinical update. *Endocrine Connections*, 7(4), pp. 135-146.
43. Campese, V., Adenuga, G. (2016). Electrophysiological and clinical consequences of hyperkalemia. *Kidney International Supplements*, 6(1), pp. 16-19.
44. Ζακυνθινός, Σ., Βρεττού, Χ. (2015). Οξεία νεφρική ανεπάρκεια και διαταραχές των ηλεκτρολυτών. Στο Ζακυνθινός, Σ., Βρεττού, Χ. *Θέματα εντατικής θεραπείας*. [ηλεκτρ.

βιβλ.] Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο στο:
<http://hdl.handle.net/11419/2941>

45. Almaghamsi, A., Almalki, M. & Mahmood, B. (2018). Hypocalcemia in Pregnancy. *Oman Medicine Journal*, 33(6), pp. 453–462.
46. Fong, J. & Khan, A. (2012). Hypocalcemia Updates in diagnosis and management for primary care. *Canadian Family Physician Journal*, 58 (2), pp. 158-162.
47. Pepe, J. & Colangelo, L. (2020). Diagnosis and management of hypocalcemia. *Endocrine*, 69(3), pp.485–495.
48. Schafer, A.L. & Shoback, D.M. (2016). Hypocalcemia: Diagnosis and Treatment. *Endotext, MDText.com, Inc., South Dartmouth, MA*
49. Hoorn, E. J., & Zietse, R. (2012). Disorders of calcium and magnesium balance: a physiology-based approach. *Pediatric Nephrology*, 28(8), pp.1195–1206.
50. Laecke, S. (2018). Hypomagnesemia and hypermagnesemia. *Acta Clinica Belgica*, 74(1), pp. 41-47.
51. Hansen, B. & Bruserud, O. (2018). Hypomagnesemia in critically ill patients. *Journal of Intensive Care*, 27(1) , pp. 6 – 21.
52. Cascella, M. & Vaqar, S. (2020). Hypermagnesemia. In: *StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing*. Last update, January 2021. Διαθέσιμο στο:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK549811/>
53. Walker, P., Parnell, S. & Dillon, R. (2020). Epsom Salt Ingestion Leading to Severe Hypermagnesemia Necessitating Dialysis. *The Journal of Emergency Medicine*, 58(5), pp. 767-770.
54. Goldsweig, B. & Carpenter, T. (2015). Hypophosphatemic Rickets: Lessons from Disrupted FGF23 Control of Phosphorus Homeostasis. *Current Osteoporosis Reports*, 13, pp. 88–97.
55. Felsenfeld, A. J., & Levine, B. S. (2012). Approach to Treatment of Hypophosphatemia. *American Journal of Kidney Diseases*, 60(4), 655–661.
56. Shaman, A. M., & Kowalski, S. R. (2016). Hyperphosphatemia Management in Patients with Chronic Kidney Disease. *Saudi Pharmaceutical Journal*, 24(4), 494–505.
57. Tani, M., Morimatsu, H., Takatsu, F., & Morita, K. (2012). The Incidence and Prognostic Value of Hypochloremia in Critically Ill Patients. *The Scientific World Journal*, 2012, pp. 1–7.

58. Kataoka, H. (2018). Treatment of hypochloremia with acetazolamide in an advanced heart failure patient and importance of monitoring urinary electrolytes. *Journal of Cardiology Cases*, 17(3), 80–84.
59. Berend, K., Hulsteijn, L. H., & Gans, R. O. B. (2012). Chloride: The queen of electrolytes? *European Journal of Internal Medicine*, 23(3), 203–211.
60. Νικηφορίδης, Β.Μ. (2016). *Οι προοπτικές της υπολογιστικής ρευστομηχανικής στο καρδιαγγειακό σύστημα*. (Μεταπτυχιακή εργασία). Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα.
61. Μπιλιάρη, Ε., Στριγγάρης, Κ., Βραχλιώτη, Θ. (2013). Βασική ανατομία καρδιάς με μαγνητική τομογραφία. *Ελληνική ακτινολογία*, 44 (1), pp. 13-25.
62. Κωλέττης, Θ. 2015. Η δομή και λειτουργία της καρδιάς. Στο Κωλέττης, Θ. *Παθοφυσιολογία της καρδιάς*. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/4867>
63. Crystal, G. J., Assaad, S. I., & Heerd, P. M. (2019). *Cardiovascular Physiology. Pharmacology and Physiology for Anesthesia*, 2nd edition, pp.473–519.
64. Osborn, K.S, Wraa, C.E., Watson, A.B., Holleran, R. (2016). Αιμοδυναμικός έλεγχος. Στο Λ. Κουρκούτα, Σ. Μαντζούκας, Μ. Μπατσολάκη, Μ. Παπαδημητρίου, Μ. Ροβίθης, Χ. Τσίου (Επίμ.) *Παθολογική Χειρουργική Νοσηλευτική*. 2^η έκδοση, pp.463-466, Εκδόσεις: Broken Hill Publishers LTD.
65. Κωλέττης, Θ. (2015). Ο καρδιακός κύκλος. [Κεφάλαιο Συγγραμματος]. Στο Κωλέττης, Θ. *Παθοφυσιολογία της καρδιάς*. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/4868>
66. Yazdanian, H., Mahnam, A., Edrisi, M., & Esfahani, M. A. (2016). Design and Implementation of a Portable Impedance Cardiography System for Noninvasive Stroke Volume Monitoring. *Journal of medical signals and sensors*, 6(1), 47–56.
67. Johnson, A., & Ahrens, T. (2015). Stroke Volume Optimization: The New Hemodynamic Algorithm. *Critical Care Nurse*, 35(1), pp.11-27. doi:10.4037/ccn2015427
68. Fukamachi, K., Shiose, A., Massiello, A., Horvath, D. J., Golding, L. A. R., Lee, S., & Starling, R. C. (2013). Preload Sensitivity in Cardiac Assist Devices. *The Annals of Thoracic Surgery*, 95(1), pp.373–380. doi:10.1016/j.athoracsur.2012.07.077
69. Mulroney, S.E., Myers, A.K. (2017). Η καρδιά ως αντλία. Στο Γ. Ανωγειανάκης, Ε. Παπαδημητρίου, Δ. Χανιώτης (Επίμ.) *Βασικές Αρχές Φυσιολογίας του Ανθρώπου*. 2nd edition, pp.139-144. Εκδόσεις: Broken Hill Publishers LTD

70. Hapfelmeier, A., Cecconi, M., & Saugel, B. (2015). Cardiac output method comparison studies: the relation of the precision of agreement and the precision of method. *Journal of Clinical Monitoring and Computing*. 30(2), pp.149-155. doi:10.1007/s10877-015-9711-x
71. Lester, S.C. (2019). Kidney: Evaluation of Allograft Prior to Transplantation. In *Diagnostic Pathology: Intraoperative Consultation, A volume in Diagnostic Pathology, 2nd Edition*, pp.198-203, Copyright: Elsevier Inc.
72. Grey, A.T. (2019). Chapter 21-Arteries. In *Atlas of Ultrasound-Guided Regional Anesthesia, 3rd Edition*, pp.60-63, Copyright: Elsevier Inc.
73. Lindberg, M.R., Lamps, L.W. (2018). Arteries. In *Diagnostic Pathology: Normal Histology, 2nd Edition*, pp.94-97, Copyright: Elsevier Inc.
74. Νομικού, Ε., Ντουράκης, Σ.Π. (2014). Δυσλειτουργία του ενδοθηλίου και κίρρωση του ήπατος. *Αρχεία Ελληνικής Ιατρικής*, 31(2), σσ.137-149.
75. Τσίπης, Α., Καβαντζάς, Ν., Αθανασόπουλος, Γ.(2020). Σύγχρονη θεώρηση των γονιδιακών και μοριακών παθογενετικών μηχανισμών του θωρακικού αορτικού ανευρύσματος. *Ελληνική Καρδιολογική Επιθεώρηση*, 61(4).
76. Osborn, K.S., Wraa, C.E., Watson, A.B. & Holleran, R. (2014). Υπέρταση. Στο A. Harley (Επιμ.), *Medical-Surgical Nursing, 2nd Edition*, pp.403-421, Copyright: Pearson Education Inc.
77. Tansey, E.A., Montgomery, L.E.A., Quinn, J.G., Roe, S.M., Johnson, C.D. (2019). Understanding basic vein physiology and venous blood pressure through simple physical assessments. *Adv Physiol Educ*, 43(3), pp.423-429. doi: 10.1152/advan.00182.2018.
78. Jarvis, S. (2018). Vascular System 1: anatomy and physiology. *Nursing Times[online]*. 114:4, pp. 40-44.
79. Magder, S. (2018). The meaning of blood pressure. *Critical Care*, 22, pp. 257.
80. Δαΐκος, Γ., Κόκκινος, Α., Λιάτης, Σ., Μακρυλάκης, Κ., Σαμάρκος, Μ., Σφηκάκης, Π., Τεκτονίδου, Μ., Τεντολούρης, Ν., Ψυχογιού, Μ. (2015). Καρδιαγγειακό Σύστημα. Στο Δαΐκος, Γ., Κόκκινος, Α., Λιάτης, Σ., Μακρυλάκης, Κ., Σαμάρκος, Μ., Σφηκάκης, Π., Τεκτονίδου, Μ., Τεντολούρης, Ν., Ψυχογιού, Μ. *Λήψη ιστορικού και κλινική εξέταση στην παθολογία*. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/4359>
81. Κυριακοπούλου, Μ. (2015). Αιμοδυναμικό Monitoring στη μονάδα εντατικής θεραπείας. Στο Κουτσούκου, Α., Βασιλειάδης, Ι., Ροβίνα, Ν., Ποντίκης, Κ., Ντάγανου, Μ., Αυγεροπούλου, Σ., Κυριακοπούλου, Μ., Ρωμανού, Β. *Βασικές αρχές εντατικής*

- θεραπείας. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/5942>
82. Δεδούσης, Γ., Κώτσου, Μ., Αμερικάνου, Χ. (2015). Απομόνωση μονοπύρηνων από περιφερικό αίμα και έλεγχος βιωσιμότητας με τη χρωστική αποκλεισμού μπλε της τρυπάνης. Στο Δεδούσης, Γ., Κώτσου, Μ., Αμερικάνου, Χ. *Εργαστηριακές ασκήσεις βιολογίας κυττάρων*. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/4380>
83. Λουκόπουλος, Δ. (2015). Το ερυθροκύτταρο. Στο Λουκόπουλος, Δ., Μαριάννα, Π. *Μαθήματα αιματολογίας*. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/3080>
84. Łukasik, Z.M, Makowski, M., Makowska, J.S. (2018). From blood coagulation to innate and adaptive immunity: the role of platelets in the physiology and pathology of autoimmune disorders. *Rheumatol Int* 38(6), pp. 959-974. doi: 10.1007/s00296-018-4001-9.
85. Roumelioti, M.E., Glew, R.H, Khitan, Z.J, Rondon-Berrios, H., Argyropoulos, C.P., Malhotra, D., Raj, D.S., Agaba, E.I., Rohrscheib, M., Murata, G.H., Joseph I Shapiro, J.I. & Tzamaloukas, A.H. (2018). Fluid balance concepts in medicine: Principles and practice. *World J Nephrol*, 7(1), pp.1–28. doi: 10.5527/wjn.v7.i1.1
86. McArdle, W.D., Katch, F.I. & Katch, V.L. (2018). Άσκηση, Θερμορύθμιση, Ισοζύγιο Υγρών και Επανυδάτωση. Στο Α. Ζάμπελας (Επιμ.), *Διατροφή στην Άσκηση & τη Σωματική Δραστηριότητα*, σσ. 447-487, Εκδόσεις: Broken Hills Publishers LTD
87. Κιέκκας, Π. (2020). Ισοζύγιο Υγρών. Διάλεξη για το μάθημα: Νοσηλευτική ΜΕΘ-Μονάδα εμφραγμάτων, Τμήμα Νοσηλευτικής, Πανεπιστήμιο Πατρών
88. Browner, B.D., Pollak, A.N. & Gurpton, C.L. (2014). Καταπληξία(Shock). Στο Gurpton, C. & Dalton, T.(Επιμ.), *Επείγουσα Ιατρική-Μεταφορά και Αντιμετώπιση Βαρέως Πάσχοντος και Τραυματία*, 2^η βελτιωμένη ελληνική έκδοση, σ.σ. 578-589, Εκδόσεις: Broken Hill Publishers LTD.
89. Νάκος, Γ., Καραχάλιου, Α., Κιτσάκος, Α., Κουλούρας, Β., Κωστάντη, Ε., Λαχανά, Α., Παπαθανάκος, Γ., Παπαθανασίου, Α., Σταμάτη, Β., Τίγκας, Σ., Τσαγκάρης, Η. (2015). Καταπληξία. Στο Νάκος, Γ., Καραχάλιου, Α., Κιτσάκος, Α., Κουλούρας, Β., Κωστάντη, Ε., Λαχανά, Α., Παπαθανάκος, Γ., Παπαθανασίου, Α., Σταμάτη, Β., Τίγκας, Σ., Τσαγκάρης, Η. *Εντατική θεραπεία*. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/879>

90. National Association of Emergency Medical Technicians(NAEMT), (2016). Κυκλοφορική Καταπληξία(Shock) Στο *Prehospital Trauma Life Support*, 8^η Έκδοση, σ.σ. 250-295. Εκδόσεις: Λάγος Δημήτριος.
91. Ντάγανου, Μ., Ρωμανού, Β. (2015). Κυκλοφορική Καταπληξία. Στο Κουτσούκου, Α., Βασιλειάδης, Ι., Ροβίνα, Ν., Ποντίκης, Κ., Ντάγανου, Μ., Αυγεροπούλου, Σ., Κυριακοπούλου, Μ., Ρωμανού, Β. *Βασικές αρχές εντατικής θεραπείας*. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/5918>
92. McCulloh, R.J. & Opal, S.M. (2016). Βακτηραιμία και Σήψη. Στο Benjamin, I.J., Griggs, R.C., Wing, E.J., Fitz, J.G, *Cecil βασική παθολογία*, 9^η Έκδοση, σ.σ. 767-772. Εκδόσεις: Elsevier Inc.
93. Ζακυνθινός, Σ., Βρεττού, Χ. (2015). Συνεχής παρακολούθηση ζωτικών λειτουργιών και καταπληξία. Στο Ζακυνθινός, Σ., Βρεττού, Χ. *Θέματα εντατικής θεραπείας*. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/2940>
94. Jentzer, J. C., van Diepen, S., Barsness, G. W., Henry, T. D., Menon, V., Rihal, C. S., Baran, D. A. (2019). Cardiogenic Shock Classification to Predict Mortality in the Cardiac Intensive Care Unit. *Journal of the American College of Cardiology*. doi: 10.1016/j.jacc.2019.07.077
95. Cecconi, M., De Backer, D., Antonelli, M. *et al.* (2014). Consensus on circulatory shock and hemodynamic monitoring. Task force of the European Society of Intensive Care Medicine. *Intensive Care Med* 40, pp.1795–1815. Doi: <https://doi.org/10.1007/s00134-014-3525-z>
96. Standl, T., Annecke, T., Cascorbi, I., Heller, A. R., Sabashnikov, A., Teske, W. (2018). The Nomenclature, Definition and Distinction of Types of Shock. *Dtsch Arztebl Int*, 115, pp. 757-68. Doi: 10.3238/arztebl.2018.0757
97. De Carvalho Pacagnella, R., & Borovac-Pinheiro, A. (2019). Assessing and managing hypovolemic shock in puerperal women. *Best Practice & Research Clinical Obstetrics & Gynaecology*.61(8), pp.89 – 105. doi: 10.1016/j.bpobgyn.2019.05.012
98. Shagana, J. A., Dhanraj, M., Ashish, R. J., Nirosa, T. (2018). Hypovolemic shock - A review. *Drug Invention Today*. 10(7), pp.1102 – 1105
99. Cannon, J.W. (2018). Hemorrhagic Shock. *The New England Journal of Medicine*.378:370-379. doi: 10.1056/NEJMra1705649

100. Türker, F.S. (2019). Hemorrhagic Shock. In *Clinical Management of Shock - The Science and Art of Physiological Restoration*, Stanislaw P. Stawicki and Mamta Swaroop, IntechOpen, doi: 10.5772/intechopen.82358. Διαθέσιμο στο: <https://www.intechopen.com/books/clinical-management-of-shock-the-science-and-art-of-physiological-restoration/hemorrhagic-shock>
101. Smith, R.J. (2016). Σακχαρώδης Διαβήτης, Υπογλυκαιμία. Στο Benjamin, I.J., Griggs, R.C., Wing, E.J., Fitz, J.G, *Cecil βασική παθολογία, 9^η Έκδοση*, σ.σ. 597-611. Εκδόσεις: Elsevier Inc.
102. Ασκητοπούλου, Ε., Παπαϊωάννου, Α. (2015). Περιεγχειρητική φροντίδα ασθενών με παθήσεις των ενδοκρινών αδένων. Στο Ασκητοπούλου, Ε., Παπαϊωάννου, Α. *Εγχειρίδιο αναισθησιολογίας & περιεγχειρητικής φροντίδας*. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/3793>
103. Peck, M., Jeng, J., Moghazy, A. (2016). Burn Resuscitation in the Austere Environment. *Critical Care Clinics*, 32(4), p.p. 561-565
104. Fagan, S.P., Goverman, J. (2013). Burns and Frostbite In *Critical Care Secrets*, 66, p.p. 461-467. 5th Edition, Elsevier Inc.
105. Ishikawa, T., Maeda, H. (2013). Forensic Medicine/Causes of Death. In Encyclopedia of Forensic Sciences, 2nd Edition, p.p.11-14.
106. National Association of Emergency Medical Technicians(NAEMT), (2016). Εγκαύματα Στο *Prehospital Trauma Life Support*, 8^η Έκδοση, σ.σ. 467-493. Εκδόσεις: Λάγος Δημήτριος.
107. Μαθιουδάκης Γ., Μαθιουδάκης Α. (2014). Shock: κλινική εικόνα. *Το θεματολόγιο πνευμονολογίας* . Διαθέσιμο στο: Shock: κλινική εικόνα | Θεματολόγιο Πνευμονολογίας (respi-gam.net).
108. Wang, J., Liang, T., Louis, L., Nicolaou, S., & McLaughlin, P. D. (2013). Hypovolemic Shock Complex in the Trauma Setting: A Pictorial Review. *Canadian Association of Radiologists Journal*. 64(2), pp.156–163. doi: 10.1016/j.carj.2013.03.002
109. Enslow, M.S., Preece, S.R., Wildman-Tobriner, B. et al (2018). Splenic contraction: a new member of the hypovolemic shock complex. *Abdominal Radiology Journal* ,43, pp. 2375–2383. Διαθέσιμο στο: <https://doi.org/10.1007/s00261-018-1478-3>
110. Lauridsen, M.D., Gammelager, H., Schmidt, M. et al (2015). Positive predictive value of International Classification of Diseases, 10th revision, diagnosis codes for cardiogenic,

- hypovolemic, and septic shock in the Danish National Patient Registry. *BMC Med Res Methodology* 15, pp.23 , doi.org/10.1186/s12874-015-0013-2
111. Lewellyn, E., Lourenço, M., & Ambury, A. (2020). Recognition, Treatment and Monitoring of Canine Hypovolemic Shock in First Opinion Practice in the United Kingdom. *Topics in Companion Animal Medicine*. doi:10.1016/j.tcam.2020.100427
112. Chan, S. S.-W., Agarwal, N., Narain, S., Tse, M. M., Chan, C. P., Ho, G. Y., Rainer, T. H. (2012). Noninvasive Doppler ultrasound cardiac output monitor for the differential diagnosis of shock. *The American Journal of Emergency Medicine*. 30(4), pp.629–630. doi: 10.1016/j.ajem.2011.12.039
113. Richards JB, Wilcox SR (2014). Diagnosis and management of shock in the emergency department. *Emergency Medicine Practise*. 16(3), pp.1-22.
114. Ζακυνθινός, Σ., Βρεττού, Χ. (2015). Συνεχής παρακολούθηση ζωτικών λειτουργιών και καταπληξία. Στο Ζακυνθινός, Σ., Βρεττού, Χ. *Θέματα εντατικής θεραπείας*. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/2940>
115. Κουτσούκου, Α., Κουκάκη, Ε. (2015). Αναπνευστική ανεπάρκεια. Στο Κουτσούκου, Α., Βασιλειάδης, Ι., Ροβίνα, Ν., Ποντίκης, Κ., Ντάγανου, Μ., Αυγεροπούλου, Σ., Κυριακοπούλου, Μ., Ρωμανού, Β. *Βασικές αρχές εντατικής θεραπείας*. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/5915>
116. Πρωτόκολλο νοσηλευτικής πρακτικής 4^{ης} ΥΠΕ (2014). *Χορήγηση οξυγόνου με συσκευές χαμηλής και υψηλής ροής*. Διαθέσιμο στο: https://www.4ype.gr/uploads/e_paper/beltiosi/nos-prot/Xorigisi_oksygonou_me_syskeves_xamilis_kai_ypsilis_rois.pdf
117. Κυριακοπούλου, Μ. (2015). Αιμοδυναμικό monitoring στη μονάδα εντατικής θεραπείας. Στο Κουτσούκου, Α., Βασιλειάδης, Ι., Ροβίνα, Ν., Ποντίκης, Κ., Ντάγανου, Μ., Αυγεροπούλου, Σ., Κυριακοπούλου, Μ., Ρωμανού, Β. *Βασικές αρχές εντατικής θεραπείας*. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/5942>
118. Ασκητοπούλου, Ε., Παπαϊωάννου, Α. 2015. Περιεγχειρητική χορήγηση υγρών και αίματος. Στο Ασκητοπούλου, Ε., Παπαϊωάννου, Α. *Εγχειρίδιο αναισθησιολογίας & περιεγχειρητικής φροντίδας*. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών.

119. Garnacho-Montero, J., Fernández-Mondéjar, E., Ferrer-Roca, R., Herrera-Gutiérrez, M. E., Lorente, J. A., Ruiz-Santana, S., & Artigas, A. (2015). Crystalloids and colloids in critical patient resuscitation. *Medicina Intensiva (English Edition)*, *39*(5), pp.303-315. doi:10.1016/j.medine.2015.05.002
120. Kalkwarf, K. J., & Cotton, B. A. (2017). Resuscitation for Hypovolemic Shock. *Surgical Clinics of North America*. *97*(6), pp.1307–1321. doi: 10.1016/j.suc.2017.07.011
121. Murdock, A. D., Berséus, O., Hervig, T., Strandenes, G., & Lunde, T. H. (2014). Whole Blood. *Shock*, *41*, pp. 62-69. doi:10.1097/shk.0000000000000134
122. Hooper N, Armstrong TJ. Hemorrhagic Shock. (2021). In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; Διαθέσιμο στο: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470382/>
123. Elmer, J., Wilcox, S. R., & Raja, A. S. (2013). Massive Transfusion in Traumatic Shock. *The Journal of Emergency Medicine*, *44*(4), pp. 829–838. doi: 10.1016/j.jemermed.2012.11.025
124. Era, S., Matsunaga, S., Matsumura, H., Murayama, Y., Takai, Y., & Seki, H. (2014). Usefulness of shock indicators for determining the need for blood transfusion after massive obstetric hemorrhage. *Journal of Obstetrics and Gynaecology Research*. *41*(1), pp. 39–43. doi:10.1111/jog.12480
125. Haas N.L., Glazer J.M., Gunnerson K.J., Bassin B.S. (2020). Hypovolemic Shock and Massive Transfusion. In: Hyzy R., McSparron J. (eds) *Evidence-Based Critical Care*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-26710-0_4
126. Bonanno, F. (2012). Hemorrhagic shock: The “physiology approach.” *Journal of Emergencies, Trauma, and Shock*. *5*(4), p.285. doi:10.4103/0974-2700.102357
127. Russell, J. A. (2019). Vasopressor therapy in critically ill patients with shock. *Intensive Care Medicine*. *45*(11), pp.1503–1517. doi:10.1007/s00134-019-05801-z
128. Scheeren, T.W.L., Bakker, J., Kaufmann, T. *et al.* (2021). Current use of inotropes in circulatory shock. *Annual Intensive Care*. *11*(21), Διαθέσιμο στο: <https://doi.org/10.1186/s13613-021-00806-8>
129. Πουρζιτάκη Χ. (2014). Τα φάρμακα των καρδιοχειρουργικών ασθενών. *Θέματα Αναισθησιολογίας και Εντατικής Ιατρικής*. *22*, σσ.39-48.
130. Francis, G. S., Bartos, J. A., & Adaya, S. (2014). Inotropes. *Journal of the American College of Cardiology*. *63*(20), pp.2069–2078. doi: 10.1016/j.jacc.2014.01.016

131. Osborn K.S, Wraa C. E, Watson A. B. (2013). Φροντίδα ασθενούς με φλεγμονώδη αντίδραση, καταπληξία και σοβαρή σηψαιμία. Στο (επίμ.) Κουρκούτα, Λ. : *Παθολογική – Χειρουργική Νοσηλευτική*. 2, σσ. 1626-1630. Κύπρος : Broken Hill Publishers.
132. Smith, M., Bourn, S. (2014). Αξιολόγηση του Ασθενούς. Στο Gupton, C. & Dalton, T.(Επιμ.), *Επείγουσα Ιατρική-Μεταφορά και Αντιμετώπιση Βαρέως Πάσχοντος και Τραυματία*, 2^η ελληνική έκδοση, σ.σ. 242-293. Εκδόσεις: Broken Hill Publishers LTD.
133. Γεωργίου Ε. Αξιολόγηση ασθενών σε καταπληξία. *Cyprus Nursing Chronicles*. 3(3), pp. 15-25 Διαθέσιμο στο: chron_3.315-25.pdf (cyna.org)
134. Βιβιλάκη, Β., Γιαννακοπούλου, Μ., Γκοβίνα, Ο., Ζωγραφάκης, Μ., Θεοδοσοπούλου, Ε., Κλοκαιρινού, Α. (2015). Εισαγωγικές έννοιες στη Νοσηλευτική Διεργασία- Αξιολόγηση. *Εισαγωγή στην Νοσηλευτική Επιστήμη και την Φροντίδα Υγείας*. σσ.379-398. Κύπρος: Broken Hill Publishers LTD
135. Griffith, R. (2016). What to include in a nursing record. *British Journal of Nursing*, 25(9), pp.520–521. doi:10.12968/bjon.2016.25.9.520
136. Scruth, E. A. (2014). Quality Nursing Documentation in the Medical Record. *Clinical Nurse Specialist*. 28(6), pp.312–314. doi:10.1097/nur.0000000000000085
137. Hogan-Quigley, B., Palm, M.L. & Bickley, L. (2018). Θρέψη και Ενυδάτωση Στο *Νοσηλευτικός Οδηγός για την κλινική εξέταση και τη λήψη ιστορικού*. 8. σσ.124-145. Αθήνα: Κωνστανταράς Ιατρικές Εκδόσεις
138. Περλικός, Φ. (2016). Μαζική αιμορραγία-Αιμορραγική καταπληξία. Ανακτήθηκε 25 Ιουλίου 2021, από https://www.evangelismos-hosp.gr/files/epistimoniki_enosi/09_02_19_9_PERLIKOS.pdf
139. Perry, G.A. & Potter, P.A. (2012). Από του στόματος χορήγηση και τοπική χρήση των φαρμάκων στο *Βασική Νοσηλευτική & Κλινικές Δεξιότητες*. (7th Edition), 21, σσ.496-537 Εκδόσεις: Broken Hill Publishers LTD.
140. Perry, G.A. & Potter, P.A. (2012). Χορήγηση φαρμάκων παρεντερικώς στο *Βασική Νοσηλευτική & Κλινικές Δεξιότητες*. (7th Edition), 21, σσ.539-586, Εκδόσεις: Broken Hill Publishers LTD.
141. Hansen, S., Zingg, W., Ahmad, R., Kyratsis, Y., Behnke, M., Schwab, F. Wu, A. W. (2015). Organization of infection control in European hospitals. *Journal of Hospital Infection*, 91(4), 338–345. doi: 10.1016/j.jhin.2015.07.011
142. Βιβιλάκη Β., Γιαννακοπούλου Μ., Γκοβίνα Ο., Ζωγραφάκης Μ., Θεοδοσοπούλου Ε., Κλοκαιρινού Α. (2015). Ασηψία και πρόληψη λοιμώξεων στο *Εισαγωγή στην*

Νοσηλευτική Επιστήμη και την Φροντίδα Υγείας. 27, σσ.437-448. Εκδόσεις: Broken Hill Publishers LTD

143. Αργυρίου, Μ., Γιαμαρέλλου, Ε., Γιαννιτσιώτη, Ε., Δεδεηλίας, Π., Καραγεώργου, Α., Κρανίδης, Α., Πανιάρα, Ό., Πεφάνης, Ά., Πηρουνάκη, Μ., Πουλάκου, Γ., Σαμπατάκου, Ε., Σκουτέλης, Α., Τριανταφυλλίδη, Ε. (2019). Κατευθυντήριες οδηγίες για τη διάγνωση και τη θεραπεία των λοιμώξεων από ενδοαγγειακούς καθετήρες. *Κατευθυντήριες Οδηγίες Για Τη Διάγνωση Και Τη Θεραπεία Των Λοιμώξεων*, 11, σσ.152-156.
144. Ζιώβας Φ., Μπολαράκη Ε., Τσεκάλι Ν. (2019). Διερεύνηση των απόψεων των ογκολογικών ασθενών σχετικά με τη διαχείριση των ενδοαγγειακών καθετήρων. *Πτυχιακή Εργασία*. 2-3, σσ.21-40, ΤΕΙ Κρήτης.
145. Βιβιλάκη, Β., Γιαννακοπούλου, Μ., Γκοβίνα, Ο., Ζωγραφάκης, Μ., Θεοδοσοπούλου, Ε., Κλοκαιρινού, Α. (2015). Βασικές Νοσηλευτικές Δεξιότητες. *Εισαγωγή στην Νοσηλευτική Επιστήμη και την Φροντίδα Υγείας*. σσ.437-575. Εκδόσεις: Broken Hill Publishers LTD