



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

«ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΔΙΠΛΩΜΑ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ ΣΤΗ ΝΕΦΡΟΛΟΓΙΚΗ ΦΡΟΝΤΙΔΑ»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΘΕΜΑ: ΕΙΔΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΧΡΟΝΙΑΣ ΠΕΡΙΟΔΙΚΗΣ
ΑΙΜΟΚΑΘΑΡΣΗΣ»**

Βασιλική Βακάλη

Τριμελής εξεταστική επιτροπή:

- **ΣΤΕΦΑΝΙΔΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ**, Καθηγητής Παθολογίας / Νεφρολογίας Πανεπιστημίου Θεσσαλίας (Επιβλέπων)
- **ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΔΗΣ ΘΕΟΔΩΡΟΣ**, Αναπληρωτής Καθηγητής Νεφρολογίας Πανεπιστημίου Θεσσαλίας
- **ΛΙΑΚΟΠΟΥΛΟΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ**, Αναπληρωτής Καθηγητής Νεφρολογίας Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης.

Λάρισα, Μάιος, 2022



UNIVERSITY OF THESSALY
SCHOOL OF HEALTH SCIENCE
FACULTY OF MEDICINE



MASTER PROGRAM IN

«MASTER OF SCIENCE DIPLOMA IN NEPHROLOGICAL CARE»

MASTER THESIS

TITLE: Types and description of chronic periodic hemodialysis

Vakali Vasiliki

Examination committee:

- STEFANIDIS IOANNIS, Professor of Medicine/Nephrology University of Thessaly, (Supervisor).
- ELEFThERIADIS THEODOROS, Assistant professor of Nephrology at University of Thessaly.
- LIAKOPOULOS VASILIOS, Associate Professor of Nephrology, Aristotle University of Thessaloniki.

Larisa, May, 2022

Βεβαιώνω ότι είμαι ο συγγραφέας αυτής της πτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια που είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην πτυχιακή εργασία. Επίσης, έχω αναφέρει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Επίσης βεβαιώνω ότι αυτή η διπλωματική εργασία προετοιμάστηκε από μένα προσωπικά ειδικά για τις απαιτήσεις του προγράμματος σπουδών του Μεταπτυχιακού διπλώματος ειδίκευσης στη Νεφρολογική Φροντίδα, του Ιατρικού Τμήματος Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αυτή η διπλωματική είναι μία ανασκόπηση – μελέτη των ειδών της χρόνιας περιοδικής αιμοκάθαρσης. Καθώς η χρόνια περιοδική αιμοκάθαρση αποτελεί μία από τις κύριες θεραπείες της νεφροπάθειας τελικού σταδίου και συνεισφέρει στην επιβίωση των ασθενών και καθώς ο επιπολασμός της ασθένειας συνεχίζει να αυξάνεται σήμερα είναι απαραίτητο να εξετάσουμε τις μεθόδους για την αναστολή αυτού του επιπολασμού. Κάνοντας βιβλιογραφική επισκόπηση ανακαλύψαμε ότι τα είδη της αιμοκάθαρσης είναι κυρίως τέσσερα, η συμβατική – τυπική αιμοκάθαρση, η καθημερινή αιμοκάθαρση, η αιμοδιαδιήθηση και η περιτοναϊκή κάθαρση, τα οποία χωρίζονται σε υπότυπους. Κάθε είδος χρόνιας αιμοκάθαρσης έχει ευεργετικά αποτελέσματα για την υγεία και την ποιότητα ζωής του ασθενούς. Ωστόσο, πιο κατάλληλες φαίνονται να είναι η καθημερινή αιμοκάθαρση, η HDF μετά την αραίωση και η HDF μικτής αραίωσης.

Λέξεις – κλειδιά: «αιμοκάθαρση», «χρόνια αιμοκάθαρση», «είδη χρόνιας αιμοκάθαρσης».

ABSTRACT

This dissertation is a review - study of the types of chronic periodic dialysis. As chronic periodic dialysis is one of the main treatments for end-stage renal disease and contributes to the survival of patients and as the prevalence of the disease continues to increase today it is necessary to consider methods to inhibit this prevalence. Doing a literature review we found that there are four main types of dialysis, conventional - standard dialysis, daily dialysis, hemodiafiltration and peritoneal dialysis, which are divided into subtypes. Each type of chronic dialysis has beneficial effects on the patient's health and quality of life. However, daily dialysis, post-dilution hemodiafiltration and mixed hemodiafiltration appear to be more appropriate.

Key words: “hemodialysis”, “chronic periodic hemodialysis”, “types of hemodialysis”.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	4
ABSTRACT.....	5
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	7
1. ΑΙΜΟΚΑΘΑΡΣΗ.....	9
1.1 Η διαδικασία της αιμοκάθαρσης.....	13
1.2 Το μηχάνημα της αιμοκάθαρσης.....	14
1.3 Δόση της αιμοκάθαρσης.....	17
1.4 Ο χρόνος της αιμοκάθαρσης.....	18
1.5 Η συχνότητα της αιμοκάθαρσης.....	18
1.6 Ο τρόπος πρόσβασης στην αιμοκάθαρση.....	19
1.7 Επιπλοκές της αιμοκάθαρσης.....	23
1.7.1 Επιπλοκές λόγω αρτηριοφλεβικής πρόσβασης.....	23
1.7.2 Επιπλοκές λόγω αιμοκάθαρσης.....	24
2. ΤΥΠΟΙ ΤΗΣ ΑΙΜΟΚΑΘΑΡΣΗΣ.....	26
2.1 Συμβατική αιμοκάθαρση.....	27
2.2 Καθημερινή αιμοκάθαρση.....	29
2.3 Αιμοδιαδιήθηση.....	35
2.3.1 HDF μετά την αραιώση (Post – dilution HDF).....	36
2.3.2 HDF πριν την αραιώση (Pre – dilution HDF).....	38
2.3.3 HDF μέσης αραιώσης.....	39
2.3.4. HDF μικτής αραιώσης.....	39
2.4 ΠΕΡΙΤΟΝΑΪΚΗ ΚΑΘΑΡΣΗ-ΑΙΜΟΔΙΗΘΗΣΗ.....	41
ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	46
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	57
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	58

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι νεφροί είναι πολύ σημαντικά όργανα του σώματος καθώς η βασική τους λειτουργία είναι να διατηρούν την ισορροπία στην ομοιόσταση φροντίζοντας να είναι το ίδιο ισορροπημένα τα υγρά, οι ηλεκτρολύτες και τα οργανικά διαλύματα του οργανισμού. Ένα υγιές νεφρό εκτελεί την παραπάνω βασική του λειτουργία μέσα σε ένα εύρος διακυμάνσεων του νατρίου, του νερού και διαφόρων άλλων διαλυμάτων. Αυτό, το πετυχαίνει με το να φιλτράρει συνεχώς το αίμα και να μεταβάλει (έκκριση κι επαναρόφηση) το φιλτραρισμένο αυτό υγρό. Το νεφρό λαμβάνει περίπου το 20% της καρδιακής απόδοσης, το οποίο επιτρέπει το φιλτράρισμα περίπου 1600 λίτρων αίματος την ημέρα. Περίπου 180 λίτρα υγρού, το οποίο ονομάζεται και υπερδιήθημα παράγεται κατά την παραπάνω διαδικασία φιλτραρίσματος και η σύνθεσή του αλλάζει στα 1.5 λίτρα ούρων που απεκκρίνονται σε μια ημέρα κατά μέσο όρο. Κάθε νεφρό αποτελείται από 1 εκατομμύριο λειτουργικές μονάδες που ονομάζονται νεφρώνες, οι οποίοι με τη σειρά τους αποτελούνται από ένα σπείραμα που συνδέεται με μια σειρά σωληναρίων.

Βλάβες σε αυτά τα σωληνάκια καθώς και ένα μεγάλο εύρος άλλων βλαβών (π.χ. βακτηριακή λοίμωξη του νεφρού, χρόνια διάμεση νεφρίτιδα κ.ά.) χαρακτηρίζονται από αργή, σταθερή μείωση στη νεφρική λειτουργία. Το στοιχείο αυτό που «κρίνει» και κατατάσσει τον ασθενή στο στάδιο προ – νεφροπάθειας τελικού σταδίου για μήνες – χρόνια ενώ έναν άλλον σε νεφροπάθεια τελικού σταδίου και νεφρική ανεπάρκεια δεν είναι ακόμη γνωστό. Ωστόσο, εφόσον χάνονται έως και τα 2/3 της λειτουργίας ανεξάρτητα από την υποκείμενη νόσο, είναι εμφανές ότι θα υπάρξει και περαιτέρω προοδευτική απώλεια.

Η νεφροπάθεια τελικού σταδίου μπορεί να προκύψει από ένα μεγάλο εύρος ασθενειών του νεφρού. Οι ασθενείς με τη συγκεκριμένη νόσο εμφανίζουν προβλήματα όσο αφορά την ανικανότητα του νεφρού να αποβάλει τα απόβλητα, να διατηρεί την ισορροπία των υγρών και των ηλεκτρολυτών και να παράγει ορμόνες. Αυτή η κατάσταση, όπως

αναφέραμε και προηγουμένως είναι προοδευτική, οδηγώντας τελικά σε συμπτώματα ουραιμίας (άζωτο ουρίας αίματος > 100 mg/dl και κρεατινίνη 10 – 12 mg/dl).

Η αντιμετώπιση της νεφροπάθειας τελικού σταδίου απαιτεί είτε μεταμόσχευση είτε αιμοκάθαρση. Η αιμοκάθαρση μαζί με την περιτοναϊκή διάλυση είναι από τις βασικές μεθόδους της διάλυσης.

Η αιμοκάθαρση προϋποθέτει να υπάρχει συνεχόμενη και μόνιμη πρόσβαση στην κυκλοφορία του αίματος μέσω συριγγίου, ενώ η περιτοναϊκή διάλυση χρησιμοποιεί την ημιπερατή μεμβράνη του περιτόναιου με τη χρήση καθετήρα (Mahan & Escott - Stump, 2014).

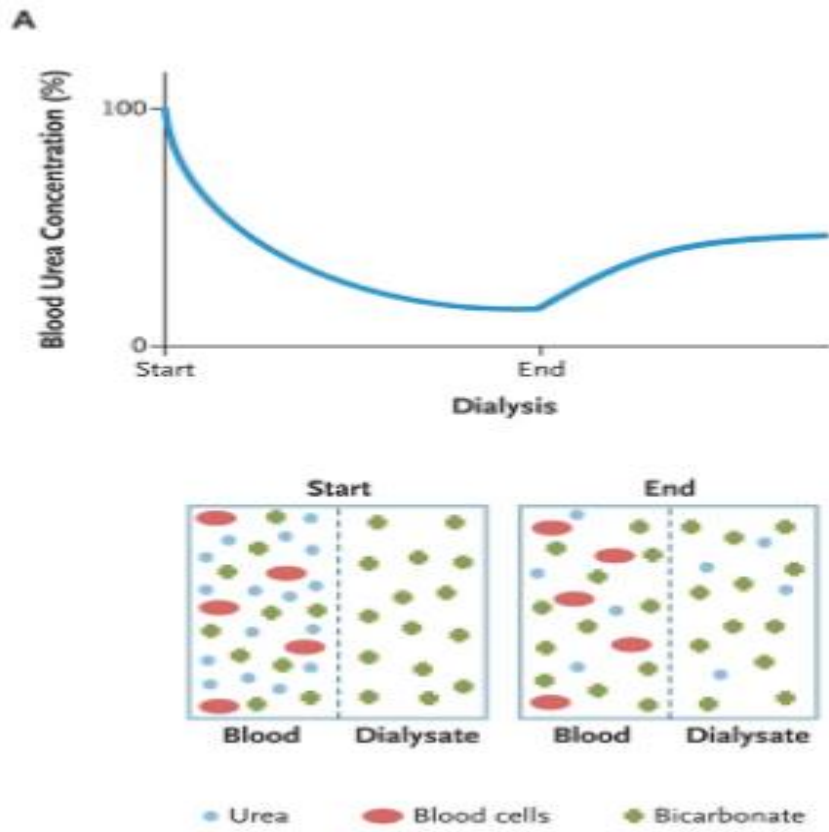
Στη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία θα επικεντρωθούμε και θα ερευνήσουμε τη διάλυση ως μέσο αντιμετώπισης της νεφρικής νόσου τελικού σταδίου και πιο συγκεκριμένα θα μελετήσουμε τα είδη της χρόνιας περιοδικής αιμοκάθαρσης και θα τα περιγράψουμε αναλυτικά.

1. ΑΙΜΟΚΑΘΑΡΣΗ

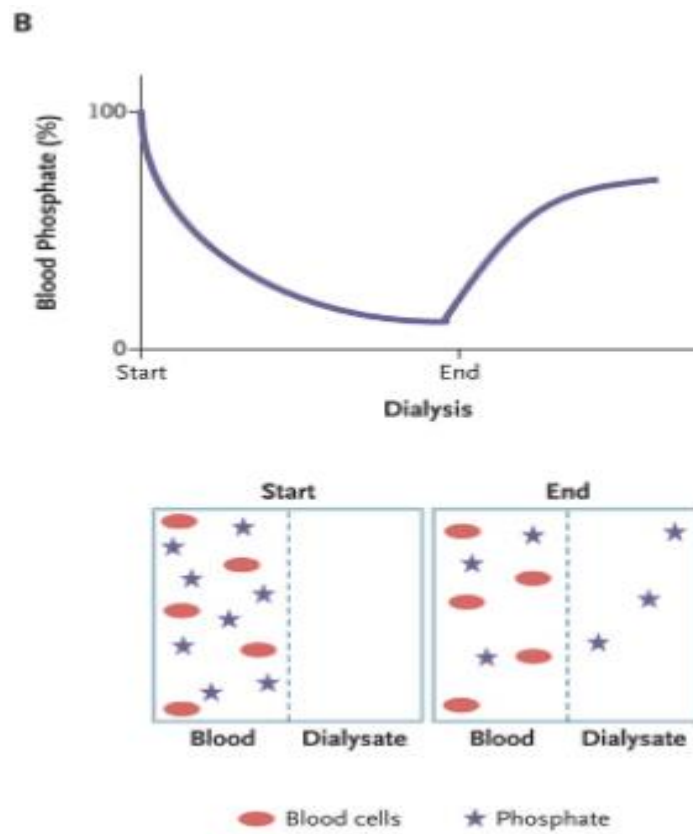
Τα τελευταία χρόνια ο επιπολασμός της νεφροπάθειας τελικού σταδίου έχει αυξηθεί δραματικά με 400.000 άτομα στις ΗΠΑ (Sala & Allon, 2017) και 442 νέα περιστατικά για κάθε 1 εκατομμύριο άτομα στην Αίγυπτο (Ahmed, et al., 2020) να βρίσκονται σε αιμοδιάλυση. Ο παγκόσμιος επιπολασμός της είναι 2.5 εκατομμύρια εγγεγραμμένοι ασθενείς (Stegmayer, et al., 2020).

Η διάλυση ορίζεται ως η διάχυση μορίων σε διάλυμα μέσα στην ημιπερατή μεμβράνη κατά μήκος μιας βαθμίδας ηλεκτροχημικής συγκέντρωσης. Ο κύριος στόχος της αιμοκάθαρσης είναι να επαναφέρει το διαταραγμένο εσωκυττάριο και εξωκυττάριο υγρό περιβάλλον στη φυσιολογική του λειτουργία, δηλαδή όταν τα νεφρά λειτουργούν κανονικά. Για να πραγματοποιηθεί αυτό πρέπει να μεταφερθούν οι διαλυμένες ουσίες όπως η ουρία από το αίμα στο προϊόν αιμοκάθαρσης και οι διαλυμένες ουσίες όπως το όξινο ανθρακικό άλας από το προϊόν αιμοκάθαρσης στο αίμα (Himmelfarb & Ikizler, 2010).

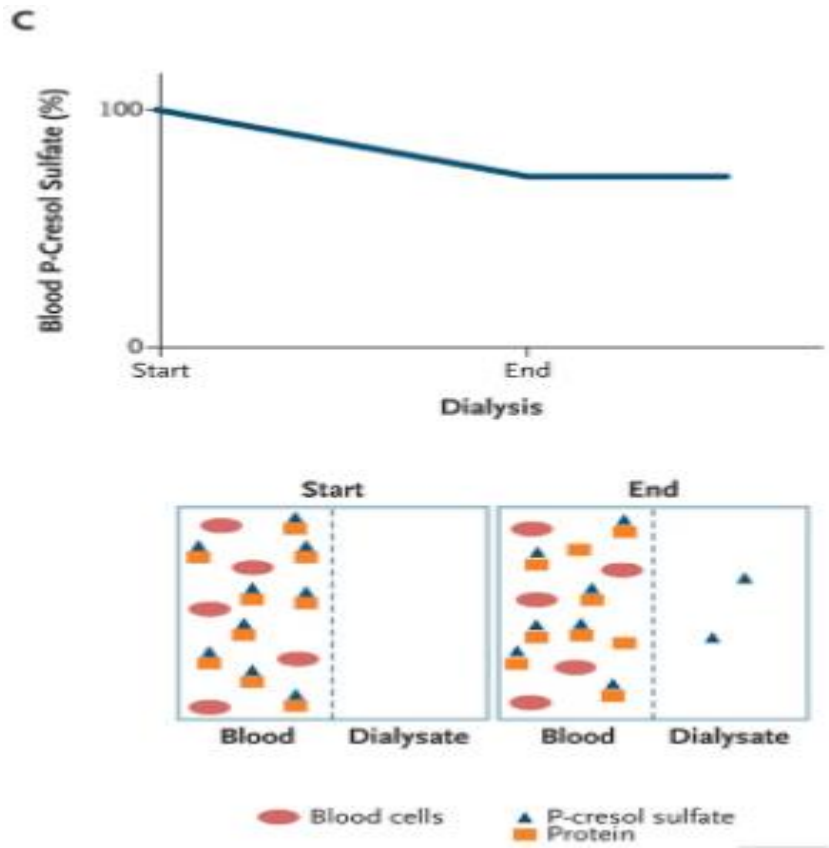
Το 1960 η χρόνια αιμοκάθαρση κυρίως στις χώρες της Δύσης περιλάμβανε μια μεγάλη ποικιλία από «συνταγές» που πρότειναν αιμοκάθαρση από δύο έως πέντε φορές την εβδομάδα. Με το πέρασμα των χρόνων όμως και με την εξέλιξη της επιστήμης, της γνώσης και της τεχνολογίας η διαδικασία της χρόνιας αιμοκάθαρσης άλλαξε και κυριάρχησαν κάποια μοντέλα – «συνταγές», τις οποίες θα αναλύσουμε διεξοδικά στα επόμενα κεφάλαια (Rocco, 2015). Φυσικά, διαφορές υπάρχουν σε πολλά σημεία αναλόγως τη χώρα διεξαγωγής των συνεδριών, όπως για παράδειγμα τα συστατικά της συμβατικής αιμοκάθαρσης ή ο τύπος της μεμβράνης, αλλά στην πλειονότητα των περιπτώσεων υπάρχει μια κοινή βάση (Keir, 2011).



Εικόνα 1. Σχέδιο Α αφαίρεσης διαλυμένων ουσιών με αιμοκάθαρση (Himmelfarb & Ikizler, 2010).



Εικόνα 2. Σχέδιο Β αφαίρεσης διαλυμένων ουσιών με αιμοκάθαρση (Himmelfarb & Ikizler, 2010).



Εικόνα 3. Σχέδιο C αφαίρεσης διαλυμένων ουσιών με αιμοκάθαρση (Himmelfarb & Ikizler, 2010).

1.1 Η διαδικασία της αιμοκάθαρσης

Η συγκέντρωση και το μοριακό βάρος της διαλυμένης ουσίας καθορίζουν τους διαφορετικούς ρυθμούς διάχυσης. Μικρά μόρια, όπως η ουρία, διαχέονται γρήγορα, ενώ τα διαμερισματοποιημένα και μεγαλύτερα μόρια, όπως ο φώσφορος, η β2 μικροσφαιρίνη, η αλβουμίνη και διαλυμένες ουσίες δεμένες με πρωτεΐνες (π – κρεζόλη) διαχέονται πολύ πιο αργά. Εκτός από τη διάχυση, οι διαλυμένες ουσίες μπορούν να περάσουν μέσα από τους πόρους της μεμβράνης μέσω μιας διαδικασίας που οδηγείται - ρυθμίζεται από υδροστατικές ή οσμωτικές κλίσεις πίεσης και ονομάζεται υπερδιήθηση. Κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας δεν υπάρχει αλλαγή στις συγκεντρώσεις της διαλυμένης ουσίας. Ο κύριος στόχος της υπερδιήθησης είναι να απομακρύνει το υπερβάλλον συνολικό νερό του σώματος (Himmelfarb & Ikizler, 2010).

Δηλαδή, με απλά λόγια με την αιμοκάθαρση λαμβάνει χώρα η παρακέντηση της προσπέλασης. Τα άχρηστα προϊόντα του μεταβολισμού (ουρία, κρεατινίνη, κάλιο κ.τ.λ.) μεταφέρονται με τη λεγόμενη αρτηριακή γραμμή και με τη βοήθεια της αντλίας την οποία περιέχει το μηχάνημα αιμοκάθαρσης στο φίλτρο, το οποίο με τη σειρά του λειτουργεί ως ημιπερατή μεμβράνη, επιτρέποντας την ανταλλαγή ουσιών από το αίμα προς το διάλυμα και το αντίθετο με παράλληλη απομάκρυνση των περιττών υγρών. Το καθαρό αίμα επιστρέφει στον ασθενή μέσω της φλεβικής γραμμής. Η συνολική αυτή διαδικασία, η οποία επαναλαμβάνεται κατά τη διάρκεια της συνεδρίας αιμοκάθαρσης έχει ως πρωταρχικό σκοπό την εξισορρόπηση των υγρών και των ηλεκτρολυτών στο αίμα του ασθενούς και συνεπώς τη βελτίωση της ποιότητας της ζωής του (Αnon., n.d.).

1.2 Το μηχάνημα της αιμοκάθαρσης

Το μηχάνημα της αιμοκάθαρσης λοιπόν τηρεί ουσιαστικά τους παραπάνω κανόνες φυσικής. Δηλαδή, αντλεί το προϊόν αιμοκάθαρσης και το αίμα του ασθενή μέσω ενός διαλύτη. Το αίμα και το διάλυμα χωρίζονται μεταξύ τους με μια ημιπερατή μεμβράνη που επιτρέπει τη μεταφορά της διαλυμένης ουσίας και του νερού. Η διαδικασία αυτή μπορεί να είναι πολύ απλή καθώς ακολουθεί τη φυσική, όμως στην πράξη είναι αρκετά δύσκολο και περίπλοκο. Το λειτουργικό σύστημα μιας μηχανής αιμοκάθαρσης αποτελείται από μια σύνθετη σειρά ανιχνευτών, ελεγκτών, οθονών και συσκευών ασφαλείας για μια ολοκληρωμένη, ασφαλή λειτουργία. Αυτό το σύστημα επιτρέπει στον εκάστοτε χειριστή να ελέγχει την κυκλοφορία του αίματος και των κυκλωμάτων αιμοκάθαρσης και να παρακολουθεί σημαντικές μεταβλητές όπως ο ρυθμός υπερδιήθησης (Ultrafiltration – UF), η επάρκεια, η σύνθεση του διαλύτη και οι πιέσεις του κυκλώματος.

Οι βασικές αρχές του μηχανήματος της αιμοκάθαρσης και συνεπώς η διαδικασία της μπορούμε να πούμε ότι χωρίζονται σε δύο φάσεις, αυτή της κυκλοφορίας του αίματος (blood circuit) και αυτή της κυκλοφορίας του υγρού της διάλυσης (dialysate circuit).

Το κύκλωμα – η κυκλοφορία του αίματος κυρίως περιλαμβάνει οθόνες πίεσης (αρτηριακής και φλεβικής), γραμμές αίματος, αντλία αίματος, αντλία ηπαρίνης, ανιχνευτή απώλειας αέρα και σφινγκτήρες.

- **Η αρτηριακή οθόνη πίεσης** ελέγχει την πίεση μεταξύ της πρόσβασης στο αίμα και της αντλίας αίματος.
- **Η φλεβική οθόνη πίεσης** φροντίζει ώστε να μην αυξηθεί η φλεβική πίεση λόγω της αντίστασης στη φλεβική επιστροφή οπουδήποτε μεταξύ του φλεβικού θαλάμου και της φλεβικής βελόνας. Οι μετρητές φλεβικής πίεσης διαβάζουν θετικές τιμές πίεσης.
- **Οι γραμμές αίματος** είναι βιοσυμβατές και μη τοξικές, ενώ στο σημείο της αντλίας είναι επεξεργασμένες με σιλικόνη έτσι ώστε να ελαχιστοποιείται η πήξη του αίματος.

- **Η αντλία αίματος** έχει συνήθως δύο κυλίνδρους και το αίμα αντλείται στο κύκλωμα με περισταλτική δράση ταχύτητας ροής 200 έως 600 mL/min. Οι δύο κύλινδροι (η περιστροφή του κυλίνδρου συμπιέζει τις γραμμές , αναγκάζοντας έτσι το αίμα να κινηθεί κατά μήκος του σωλήνα) λειτουργούν σε κινητήρα χαμηλής τάσης, έτσι ώστε να είναι πιο ασφαλές. Η αντλία έχει σχήμα σαν ελατήριο για να αποφεύγεται η υπό – και η υπέρ – ένταξη των γραμμών αίματος.
- **Η αντλία ηπαρίνης** είναι συνήθως μια αντλία σύριγγας, αν και μπορεί να χρησιμοποιηθεί και αντλία κυλίνδρων. Η ηπαρίνη εγχέεται καθοδικά στο τμήμα θετικής πίεσης του κυκλώματος αίματος, μετά την αντλία αίματος διότι διαφορετικά αυξάνεται ο κίνδυνος εμβολής.
- **Ο ανιχνευτής απώλειας αέρα** τοποθετείται απομακρυσμένα στη φλεβική γραμμή του αίματος, ελέγχει και εμποδίζει την εμβολή αέρα. Ο συνήθης όγκος αέρα που απαιτείται για να προκύψει αυτή η επιπλοκή της εμβολής κυμαίνεται από 60 έως 125 mL, αλλά μπορεί να ποικίλλει ειδικά στην περίπτωση χορήγησης ταχείας ένεσης. Η ύπαρξη αέρα υποδηλώνεται με την παρουσία αφρού σαν μικροφουσαλίδες.
- **Οι σφινγκτήρες αίματος** πρέπει να είναι ικανοί να αντέξουν πιέσεις μέχρι και πάνω από 800 mmHg και πρέπει να τερματίζουν αμέσως τη λειτουργία τους αν το κύκλωμα χαλάσει ή αν υπάρξει κάποια διακοπή ρεύματος. (Madhukar, 2005).

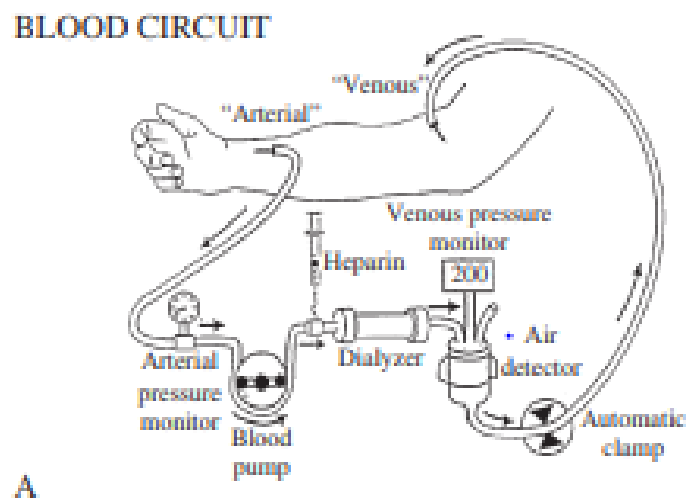
Τα σημερινά μηχανήματα αιμοκάθαρσης χρησιμοποιούν συστήματα μονής διέλευσης που απορρίπτουν το δαπανημένο διάλυμα μόλις κυκλοφορήσει μέσω του υγρού διάλυσης. Η κυκλοφορία – το κύκλωμα του υγρού διάλυσης περιλαμβάνει τη θέρμανση, την απαέρωση, τη δημιουργία αναλογιών, το γενικό έλεγχο, την υπερδιήθηση και την απολύμανση.

- **Η θέρμανση** λαμβάνει χώρα στα περισσότερα μηχανήματα αιμοκάθαρσης φροντίζοντας να αυξάνει τη θερμοκρασία του εισερχόμενου νερού (όχι του υγρού διάλυσης), ώστε να φτάσει τη θερμοκρασία του σώματος και να αποβάλλει το κρύο νερό. Ακόμη, βελτιώνει και την ανάμιξη με το υγρό της

διάλυσης. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση πρέπει να είναι από ανοξείδωτο χάλυβα και η θερμοκρασία θα πρέπει να κυμαίνεται αυστηρά μεταξύ 33 και 39 °C.

- **Η απαέρωση** αποτρέπει τα πιθανά προβλήματα που δύναται να προκύψουν από τον αέρα που διαλύεται στο υγρό της αιμοκάθαρσης. Η ύπαρξη αέρα προκαλεί προβλήματα ροής αλλά και προβλήματα στην υπερδιήθηση. Το νερό θερμαίνεται σε φυσιολογικές θερμοκρασίες και στη συνέχεια υποβάλλεται σε αρνητική πίεση με σκοπό την εξαέρωση του πιθανώς απελευθερωμένου αέρα.
- **Η δημιουργία αναλογιών (proportioning)** φροντίζει να διασφαλίσει την σωστή ανάμιξη του ζεσταμένου και του επεξεργασμένου νερού με ένα ή περισσότερα «ρεύματα» ή ροές (streams) για να προετοιμάσει ένα σωστό υγρό διάλυσης με σωστή αναλογία, θερμοκρασία και αγωγιμότητα εντός φυσιολογικών και σωστών ορίων. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω αναλογικών αντλιών και συμπυκνωμάτων όπως άλατα οξέος – χλωριδίου (Na, K, Ca, Mg, οξικού), διττανθρακικό νάτριο και διττανθρακικό και χλωρίδιο του Νατρίου.
- **Ο γενικός έλεγχος** περιλαμβάνει αρχικά τον έλεγχο του PH, το οποίο πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 6.8 και 7.6. Ακόμη, περιλαμβάνει τη ρύθμιση της θέρμανσης του υγρού διάλυσης που κυμαίνεται μεταξύ 35 και 42 °C, ώστε να αποφεύγονται υποτασικά επεισόδια κατά τη διάρκεια της αιμοκάθαρσης. Ο έλεγχος επίσης περιλαμβάνει και την επιμέλεια της αγωγιμότητας καθώς οι οθόνες (monitors) πρέπει να είναι από υψηλής ποιότητας υλικό, το οποίο παράλληλα να είναι και ανθεκτικό στη διάβρωση. Ουσιαστικά τα ιοντικά συστατικά του υγρού διάλυσης καθορίζουν και την αγωγιμότητά του. Το φυσιολογικό εύρος της αγωγιμότητας κυμαίνεται από 12 μέχρι 16 mS (millisiemens)/cm και πρέπει να ρυθμίζεται με προσοχή λαμβάνοντας υπόψιν και τις αλλαγές λόγω θέρμανσης ή οξικού άλατος.
- **Ο έλεγχος της υπερδιήθησης** συμπεριλαμβάνει και τον έλεγχο της πίεσης του υγρού διάλυσης αλλά και τον έλεγχο της αντλίας. Η ρύθμιση της πίεσης γίνεται όπως και στο κύκλωμα του αίματος, με το εύρος της να κυμαίνεται από -400 σε +350 mm Hg με μια ακρίβεια 10%. Η διαμεμβρανική πίεση ρυθμίζεται για να πετύχει το σωστό ρυθμό της υπερδιήθησης, δηλαδή τα 50 ml/hr.

- **Η απολύμανση** περιλαμβάνει την έκθεση όλων των μερών του μηχανήματος στο απολυμαντικό έτσι ώστε να θανατωθούν τα περισσότερα βακτήρια (Madhukar, 2005).



Εικόνα 4. Περιγραφή της κυκλοφορίας του αίματος κατά τη σύνδεση του ασθενή στο μηχάνημα αιμοκάθαρσης (Madhukar, 2005).

1.3 Δόση της αιμοκάθαρσης

Καταλαβαίνουμε λοιπόν ότι είναι πολύ σημαντικό να ελέγχουμε με προσοχή την «ποσότητα» αλλά και την επάρκεια της αιμοκάθαρσης. Ένα σημαντικό κριτήριο για να καθορίσουμε τα παραπάνω είναι η μέτρηση της κάθαρσης της διαλυμένης ουσίας, η οποία συσσωρεύεται στους ασθενείς με ουραιμία. Δηλαδή, το βασικό κριτήριο είναι η μέτρηση κάθαρσης της ουρίας, η οποία αποτελεί υποπροϊόν του καταβολισμού

πρωτεϊνών. Ο όγκος της κατανομής της ουρίας αντανακλά το συνολικό όγκο νερού του σώματος. Η ποσότητα της ουρίας που πρέπει να αφαιρεθεί υπολογίζεται κυρίως σε συμφωνία με το βάρος του ασθενούς και σε συμφωνία με την εξίσωση συσχέτισης της κάθαρσης της ουρίας με τον όγκο κατανομής της στον ασθενή. Η εξίσωση που χρησιμοποιείται από τους ειδικούς είναι η: Kt/V_{urea} , όπου K είναι η κάθαρση ουρίας του διαλύτη και V_{urea} ο όγκος κατανομής ουρίας στον ασθενή. Έτσι λοιπόν υπολογίζεται και η δόση της αιμοκάθαρσης (Himmelfarb & Ikizler, 2010).

1.4 Ο χρόνος της αιμοκάθαρσης

Μια πολύ σημαντική παράμετρος στη διαδικασία της αιμοκάθαρσης είναι ο χρόνος της. Ο χρόνος της συνεδρίας μπορεί να επηρεάσει την ικανότητα της διάλυσης να αποβάλλει με ασφάλεια τις διαλυμένες ουσίες και την περίσσεια συσσωρευμένων υγρών. Αν κι εδώ και πολλά χρόνια και ειδικά στις ΗΠΑ κυριαρχεί η πεποίθηση ότι η μείωση του χρόνου της συνεδρίας μειώνει το κόστος νοσηλείας αλλά και διατηρεί κι ένα καλό επίπεδο κάθαρσης της ουρίας, έρευνες από Ασία κι Ευρώπη δείχνουν ότι αύξηση του χρόνου της συνεδρίας έχει θετικά αποτελέσματα στη μείωση της σχετιζόμενης με την απόκτηση βάρους θνησιμότητα. Μάλιστα, χρονική διάρκεια της τάξεως των 8 με 12 ωρών η κάθε συνεδρία έχει θετικά αποτέλεσμα στον έλεγχο της πίεσης του αίματος και στην απομάκρυνση του φωσφόρου (Himmelfarb & Ikizler, 2010).

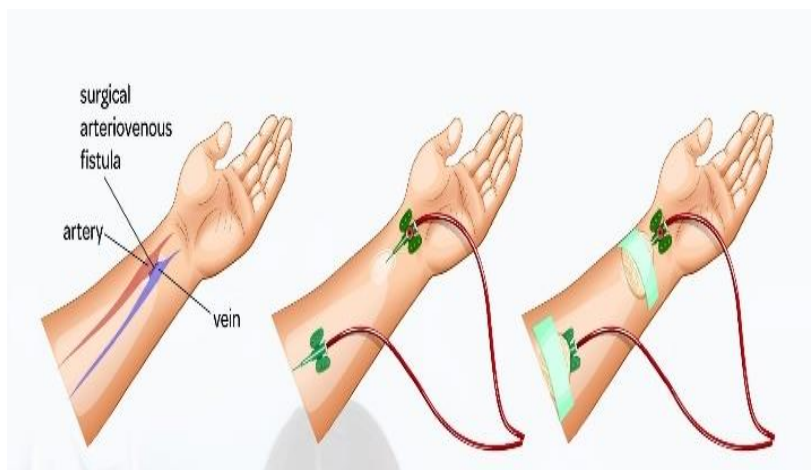
1.5 Η συχνότητα της αιμοκάθαρσης

Για περισσότερες από τέσσερις δεκαετίες η σταθερή συχνότητα για την αιμοκάθαρση ήταν οι τρεις συνεδρίες την εβδομάδα. Ωστόσο, νέες έρευνες διεξάγονται στις οποίες

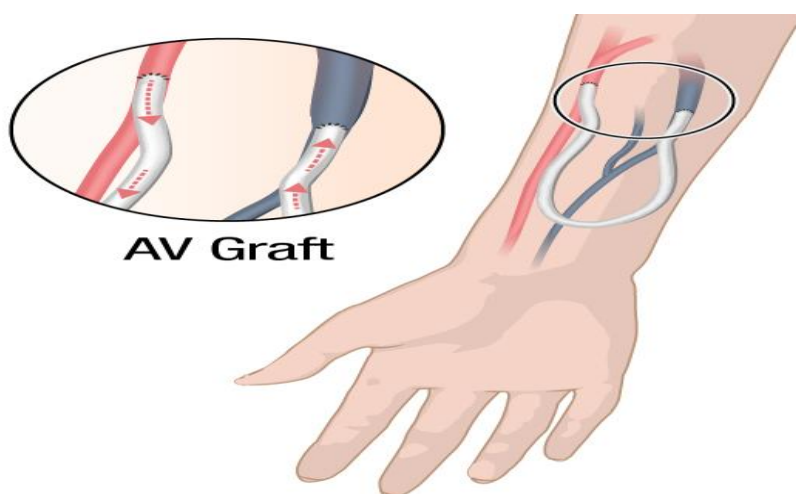
μελετάται μια πιο εντατική συχνότητα (π.χ. καθημερινή ολονύχτια αιμοκάθαρση) και έχουν δείξει θετικά αποτελέσματα όσο αφορά τη μείωση της πίεσης του αίματος και της χρήσης αντι – υπερτασικών φαρμάκων (Himmelfarb & Ikizler, 2010).

1.6 Ο τρόπος πρόσβασης στην αιμοκάθαρση

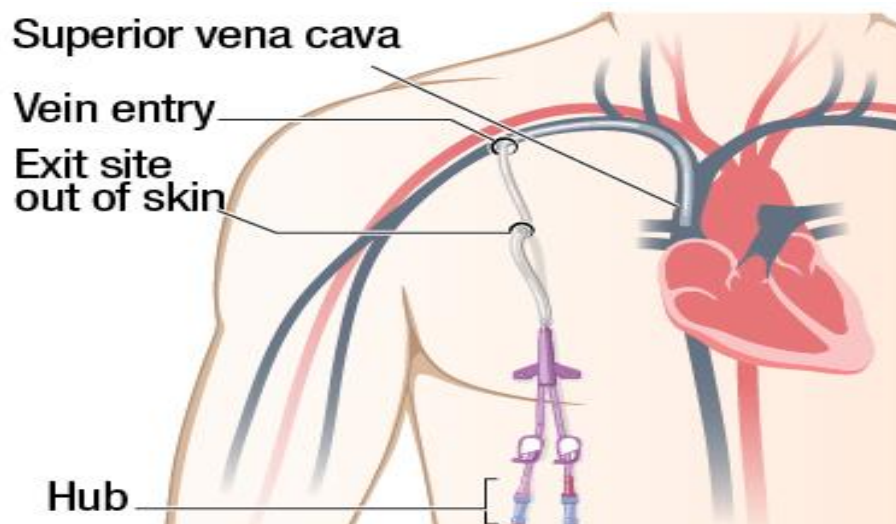
Για να επιτευχθεί η επιθυμητή και κατάλληλη ροή αίματος και κατ' επέκταση μια επιτυχημένη συνεδρία αιμοκάθαρσης θα πρέπει να δημιουργηθεί ένας σύνδεσμος επικοινωνίας μεταξύ του μηχανήματος και του ασθενή. Ο βασικός τρόπος πρόσβασης στο μηχάνημα είναι η αρτηριοφλεβική επικοινωνία (fistula), δηλαδή όπως εξηγεί και το όνομά της η επικοινωνία μεταξύ της αρτηρίας και της φλέβας του ασθενούς. Στην αιμοκάθαρση, η πρόσβαση αποτελεί σημείο κλειδί και συνήθως η πάγια τακτική είναι η μέσω της αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας στο μη κυρίαρχο κάτω βραχίονα. Αν τα αγγεία του ασθενούς δεν είναι επαρκή για την πρόσβαση, κρίνεται απαραίτητη η εισαγωγή ενός συνθετικού αγγειακού μοσχεύματος μεταξύ της αρτηρίας και της φλέβας. Με αυτόν τον τρόπο δημιουργείται μια αρτηριοφλεβική διακλάδωση για παρακέντηση. Ακόμη, σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης, όπως π.χ. σε ηλικιωμένους, ένας καθετήρας διπλού αυλού με μανσέτες τοποθετείται σε μεγαλύτερη φλέβα για χρόνια χρήση (Stegmayer, et al., 2020). Ουσιαστικά δηλαδή, υπάρχουν τρία είδη αγγειακής πρόσβασης : 1) με φίστουλα (fistula), δηλαδή μία πρόσβαση που γίνεται ενώνοντας μια αρτηρία και μια φλέβα στο χέρι, 2) με ένα πλαστικό μόσχευμα (graft), συνήθως ένας πλαστικός σωλήνας που ενώνει την αρτηρία με τη φλέβα στο χέρι και 3) μέσω καθετήρα (Central Venous Catheter – CVC) που συνήθως τοποθετείται σε μια μεγάλη κεντρική φλέβα συνήθως στο λαιμό (Anon., 2017) (Kima , et al., 2019).



Εικόνα 5. Πρόσβαση στην αιμοκάθαρση μέσω φίστουλας (Αnon., n.d.).



Εικόνα 6. Πρόσβαση στην αιμοκάθαρση μέσω graft (Αnon., n.d.).



Εικόνα 7. Πρόσβαση στην αιμοκάθαρση μέσω καθετήρα κεντρικής φλεβικής γραμμής (Αnon., n.d.).

Η αιμοκάθαρση λοιπόν συνοψίζοντας είναι μια αρκετά περίπλοκη διαδικασία, της οποίας τα επιμέρους συστατικά πρέπει να ρυθμίζονται με ακρίβεια βάσει των καθορισμένων ορίων των οδηγιών, έτσι ώστε να μην υπάρχουν επιπλοκές που μπορεί να οδηγήσουν σε δυνητικά αποτελέσματα για τη ζωή του ασθενούς.

Τα κύρια συστατικά της αιμοκάθαρσης	
Διαλύτης	
Σύνθεση	Μηχανές κοίλων ινών προτιμώνται για να βελτιώσουν την ασφάλεια. Συνθετικές μεμβράνες χρησιμοποιούνται πιο συχνά σε σχέση με τις μεμβράνες από κυτταρίνη. Μεμβράνες υψηλής ροής κατασκευασμένες με μεγαλύτερους πόρους.
Χρόνος θεραπείας	Ο συνηθισμένος χρόνος θεραπείας είναι περίπου 4 ώρες.

Συχνότητα θεραπείας	Η συνηθισμένη συχνότητα θεραπείας είναι 3 φορές την εβδομάδα.
Ρυθμός ροής αίματος	Η συνήθης οδηγία είναι τα 200 – 400 ml /min.
Ρυθμός ροής του διαλύματος αιμοκάθαρσης	Ο συνηθισμένος ρυθμός θα πρέπει να είναι διπλάσιος του ρυθμού ροής αίματος που επιτυγχάνεται.
Ρυθμός υπερδιήθησης	Θα πρέπει να είναι μικρότερος των 10 ml / kg σωματικού βάρους.
Διάλυμα αιμοκάθαρσης	
Νάτριο	Η συγκέντρωσή του πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 130 και 145 mmol / L.
Κάλιο	Η συγκέντρωσή του πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ των 2 και 3 mmol / L.
Μαγνήσιο	Η συγκέντρωσή του πρέπει να είναι 0.05 mmol/ L.
Αλκαλικά ρυθμιστικά διαλύματα	Η συγκέντρωσή τους κυμαίνεται συνήθως μεταξύ των 30 και 40 mmol / L.
Χλωρίδια	Υπολογίζεται βάσει των συνταγογραφούμενων κατιόντων του διαλύματος και των αλκαλικών ρυθμιστικών διαλυμάτων.
Γλυκόζη	Η συγκέντρωσή της θα πρέπει να κυμαίνεται στα 100 με 200 mg / dL.
Ενδοδιαλυτικά φάρμακα	Ερυθροποιητίνη, σίδηρος, ανάλογα βιταμίνης D, αντιβιοτικά.
Αντιπηκτικά	Ηπαρίνη ή άλλα φάρμακα.

Πίνακας 1. Συγκεντρωτικός πίνακας των επιμέρους συστατικών της αιμοκάθαρσης και τα χαρακτηριστικά τους (Himmelfarb & Ikizler, 2010).

1.7 Επιπλοκές της αιμοκάθαρσης

Όπως αναφέραμε και πιο πάνω στην σύντομη ανακεφαλαίωση, η αιμοκάθαρση είναι μια αρκετά περίπλοκη διαδικασία, η οποία αν δεν ελεγχθεί σωστά μπορεί να έχει δυνητικά αποτελέσματα για την υγεία του ασθενούς, εφόσον πρόκειται και για μια εφ' όρου ζωής διαδικασία. Οι επιπλοκές της αιμοκάθαρσης μπορούμε να θεωρήσουμε ότι χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, αυτές που προκύπτουν από την αρτηριοφλεβική πρόσβαση και αυτές που προκύπτουν από την ίδια τη διαδικασία της αιμοκάθαρσης.

1.7.1 Επιπλοκές λόγω αρτηριοφλεβικής πρόσβασης

- **Στένωση της αγγειακής πρόσβασης:** είναι η πιο συχνή και η πιο σημαντική επιπλοκή, η οποία αυτομάτως μειώνει τη ροή του αίματος κατά την πρόσβαση και επομένως και την ποιότητα της αιμοκάθαρσης.
- **Θρόμβωση της πρόσβασης:** είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την στένωση καθώς η στένωση αποτελεί πρωταρχικό λόγο για την πρόκληση θρομβώσεων τόσο σε φίστουλα όσο και σε graft. Η θρόμβωση αν δεν αντιμετωπιστεί μπορεί να οδηγήσει σε απώλεια της αρτηριοφλεβικής σύνδεσης.
- **Ινοεπιθηλιακό περίβλημα και χρήση των tunneled καθετήρων:** οι επιπλοκές που σχετίζονται με τη χρήση αυτών των καθετήρων είναι αρκετές, με τη βασική δυσλειτουργία να αποτελεί η μείωση της ροής αίματος και συνεπώς και η μείωση της δόσης της αιμοκάθαρσης. Ο σχηματισμός ινοεπιθηλιακού περιβλήματος οδηγεί στη δυσλειτουργία του καθετήρα και στην έμφραξή του (Masud, et al., 2017).
- **Απομάκρυνση φλεβικής βελόνας:** είναι μια σπάνια επιπλοκή, αλλά καθώς ο ρυθμός ροής του αίματος είναι 300 – 500 ml/min είναι λογικό με την απομάκρυνση να προκληθεί αιμορραγικό σοκ. Η επιπλοκή μπορεί να προκληθεί είτε από το νοσηλευτικό προσωπικό είτε από τον ίδιο ασθενή και οδηγεί σε οξεία μειωμένη αρτηριακή πίεση (Saha & Allon, 2016).

1.7.2 Επιπλοκές λόγω αιμοκάθαρσης

- **Σύνδρομο «ανισορροπίας αιμοκάθαρσης» - Dialysis Disequilibrium Syndrome (DDS):** είναι ένα σύνδρομο που λαμβάνει χώρα σχετικά σπάνια και συνήθως στους ασθενείς που παρουσιάζουν αζωταιμία κατά την εκκίνηση της αρχικής διαδικασίας αιμοκάθαρσης. Χαρακτηρίζεται από ναυτία, εμετό, πονοκέφαλο, εγκεφαλοπάθεια και κρίσεις επιληψίας και συνήθως προκαλείται όταν η κάθαρση της ουρίας γίνεται πιο γρήγορα στο αίμα απ' ότι στον εγκέφαλο.
- **Εμβολή αέρα:** είναι μια επιπλοκή που μπορεί να θεωρείται σπάνια καθώς τα συμπτώματα παρουσιάζουν ομοιότητες με άλλες επιπλοκές πιο συχνές. Φυσαλίδες αέρα παγιδευμένες στη συστηματική κυκλοφορία μπορεί να προκαλέσουν τοπική ισχαιμία, κυκλοφορική ανακοπή, ενεργοποίηση του συστήματος πήξης, τοπική φλεγμονή, και αγγειακή ενδοθηλιακή κυτταρική καταστροφή.
- **Αιμόλυση:** τα ερυθρά αιμοσφαίρια υφίστανται διατμητική καταπόνηση όταν κυκλοφορούν κατά τη διάρκεια της αιμοκάθαρσης, γεγονός που αυξάνει τον κίνδυνο για κατακερματισμό. Επιπλέον, οι οσμωτικές αλλαγές που λαμβάνουν χώρα κατά τη διαδικασία αυτή και η αύξηση της θερμοκρασίας ενισχύουν τις πιθανότητες για αιμόλυση. Οι ασθενείς με σοβαρή αιμόλυση εμφανίζουν ναυτία, δυσκολία στην αναπνοή, κοιλιακούς πόνους και πόνους στην πλάτη, κρυάδες και οξεία υπέρταση.
- **Αλλεργική αντίδραση:** μια αλλεργία κατά τη διάρκεια της αιμοκάθαρσης μπορεί να αποτελεί σοβαρό πρόβλημα, ειδικά σε περίπτωση επανέκθεσης του ασθενούς στο αλλεργιογόνο. Αυτές οι αλλεργικές αντιδράσεις μπορεί να οδηγήσουν σε αναπνευστική ανακοπή και θάνατο.
- **Αντίδραση στον ενδοφλέβιο σίδηρο:** η επιπλοκή αυτή μπορεί σπάνια να οδηγήσει σε σοβαρές απειλητικές για τη ζωή του ασθενούς καταστάσεις, ωστόσο τα συμπτώματα όπως ο κνησμός, η έξαψη, δυσφορία στο στήθος, αρθραλγία, μυαλγία και ναυτία δυσκολεύουν τη ζωή του ασθενούς. Μάλιστα, αν ο ασθενής εμφανίσει κνίδωση, η έγχυση σιδήρου πρέπει να διακοπεί.

- **Επιπλοκές λόγω του νερού αιμοκάθαρσης:** είναι ένα σπάνιο πρόβλημα που μπορεί να προκύψει από κάποιο γενικότερο πρόβλημα στην παροχή νερού είτε με το σπάσιμο του σωλήνα που διοχετεύει νερό στο μηχάνημα, είτε στη γενική παροχή του νοσοκομείου, της κλινικής κτλ. Η διακοπή της λειτουργίας του συστήματος νερού μπορεί να οδηγήσει σε αιμόλυση και μεθαιμοσφαιριναιμία (Saha & Allon, 2016).
- **Ενδοδιαλυτική υπόταση (IDH – Intradialytic Hypotension) :** είναι η χαμηλή αρτηριακή πίεση και συνήθως λαμβάνει χώρα κατά μέσο όρο στο 20% των περιπτώσεων. Συνήθως προκαλείται από λανθασμένη απομάκρυνση είτε μεγάλου όγκου υγρών είτε με μεγάλη ταχύτητα. Η ενδοδιαλυτική υπόταση έχει συσχετισθεί με επαναλαμβανόμενους και αθροιστικούς καρδιαγγειακούς και πολυοργανικούς τραυματισμούς, ακόμη και με αυξημένη θνησιμότητα (Willis, et al., 2021).
- **Πονοκέφαλος, ναυτία κι εμετός:** συνήθως προκύπτουν όταν ο χρόνος της συνεδρίας είναι μεγάλος ή με την υπερδιήθηση, καθώς φαίνεται πως ο μεγάλος βαθμός απομάκρυνσης των διαλυμένων ουσιών τα ενισχύει.
- **Πόνος στο στήθος – κυνάγχη:** ο πόνος στο στήθος που νιώθει ο ασθενής τις περισσότερες φορές συσχετίζεται είτε με υπόταση είτε με DDS. Άλλες καταστάσεις που μπορεί να σχετίζονται με αυτό είναι η αιμόλυση, η εμβολή αέρα (πιο σπάνια) αλλά και η κυνάγχη. Η κυνάγχη πρέπει πάντα να αντιμετωπίζεται ως το κύριο αίτιο πίσω από τον πόνο στο στήθος, δεδομένης της υψηλής πιθανότητας καρδιαγγειακών.
- **Αρρυθμίες:** η εμφάνιση κοιλιακών αρρυθμιών είναι πολύ συχνή κατά την αιμοκάθαρση με τη συχνότητα να κυμαίνεται μεταξύ 5% και 75%. Οι παράγοντες κινδύνου για τις αρρυθμίες είναι η στεφανιαία νόσος, η προχωρημένη ηλικία, η δυσλειτουργία του μυοκαρδίου και η υπερτροφία της αριστερής κοιλίας. Κατά τη διάρκεια της αιμοκάθαρσης, ο επιπολασμός των αρρυθμιών πιθανόν να αυξάνεται από τις γρήγορες διακυμάνσεις στην αιμοδυναμική και στις συγκεντρώσεις των ηλεκτρολυτών και από την πρόκληση υποξαιμίας σε ασθενείς με υψηλή συχνότητα νόσου του μυοκαρδίου (Holley, et al., 2010).

Συνοψίζοντας λοιπόν, η αιμοκάθαρση είναι μια πολύ σημαντική διαδικασία για τη ζωή του νεφροπαθούς τελικού σταδίου αφού αποτελεί μία από τις βασικές μεθόδους αντιμετώπισης της νόσου, αλλά και διατήρησης της ζωής του. Ωστόσο, τόσο η αποφυγή της όσο και η ίδια της η χρήση μπορεί να οδηγήσει σε σοβαρές επιπλοκές, μερικές φορές ακόμη και απειλητικές για τη ζωή του νοσηλευόμενου.

2. ΤΥΠΟΙ ΤΗΣ ΑΙΜΟΚΑΘΑΡΣΗΣ

Μετά από περισσότερες από πέντε δεκαετίες εμπειρικής χρήσης της θεραπείας μέσω χρόνιας διάλυσης, η αιμοκάθαρση έχει εξασφαλίσει την επιβίωση πάνω από 1.5 εκατομμυρίου ασθενών. Μέσα σε αυτό το πέρασμα του χρόνου, είναι φυσικό με την εξέλιξη της τεχνολογίας αλλά και της επιστήμης, η διαδικασία της αιμοκάθαρσης να εξελιχθεί. Η εξέλιξη αυτή είχε ως αποτέλεσμα να προκύψουν και καινούργιοι τύποι αιμοκάθαρσης όπως και να εξελιχθούν οι παλιοί (Maduell, 2018).

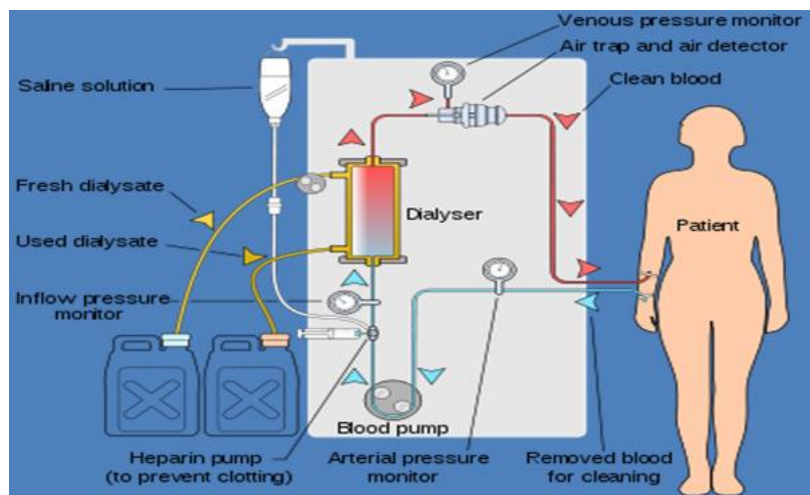
Γι' αυτό ακριβώς το λόγο, στο συγκεκριμένο κεφάλαιο αποφασίσαμε να ερευνήσουμε και να προσπαθήσουμε να περιγράψουμε αναλυτικά τα διαφορετικά είδη της χρόνιας αιμοκάθαρσης που έχουν προκύψει με την πάροδο των χρόνων, το οποίο αποτελεί και το βασικό σκοπό συγγραφής της διπλωματικής μας.

2.1 Συμβατική αιμοκάθαρση

Το 1980 η συμβατική αιμοκάθαρση θεωρούταν ότι είναι η αιμοκάθαρση κατά την οποία χρησιμοποιούταν οξικό άλας, τα μηχανήματα δεν είχαν ογκομετρικό έλεγχο, ήταν χαμηλής ροής τόσο όσο αφορά το αίμα όσο και το φίλτρο αιμοκάθαρσης. Το 1990 με την εξέλιξη της τεχνολογίας, η συμβατική αιμοκάθαρση άλλαξε και τα νέα μηχανήματα επέτρεπαν πλέον τον έλεγχο κυρίως της υπερδιήθησης και την ευρεία χρήση του διττανθρακικού ως φίλτρου αιμοκάθαρσης. Αυτή η αλλαγή επέτρεψε με τη σειρά της την αύξηση και την ανάπτυξη συνθετικών φίλτρων, τα οποία είχαν μεγαλύτερη επιφάνεια και πόρους καθώς και υψηλή υδραυλική διαπερατότητα με αποτέλεσμα την απομάκρυνση ουσιών μεγαλύτερου μοριακού βάρους. Η διαδικασία της συμβατικής αιμοκάθαρσης άλλαξε δραστικά το 1995, όταν με την περαιτέρω εξέλιξη της τεχνολογίας και των μηχανημάτων, έγινε δυνατή η παρασκευή μεγάλων ποσοτήτων υγρού αντικατάστασης on – line για την υπερδιήθηση. Συνέπεια αυτού ήταν να αλλάξουν τα μηχανήματα αιμοκάθαρσης, προσθέτοντας φίλτρα σε ενδιάμεσα σημεία στη γραμμή του διηθήματος, τα οποία παράγουν καθαρό φίλτρο αιμοκάθαρσης και μία αντλία έγχυσης για την εκτροπή του κλάσματος του παραγόμενου φίλτρου. Έτσι, ο συνολικός όγκος έγχυσης καθορίζεται από την υπερδιήθηση, το ιξώδες του αίματος και τη διάρκεια της συνεδρίας (Maduell, 2018).

Η συμβατική αιμοκάθαρση αποτελεί λοιπόν την κοινή πρακτική για σχεδόν όλες τις κλινικές και λαμβάνει χώρα κάθε εβδομάδα με τρεις συνεδρίες των τεσσάρων ωρών (ίσως και πέντε ωρών αναλόγως με τα κιλά του ασθενή) με οποιοδήποτε μηχανήμα αιμοκάθαρσης (Ayus, et al., 2005) (Gesualdo, 2016). Παρόλα αυτά, για λόγους που δεν σχετίζονται με την κατάσταση υγείας του ασθενούς και την κατάσταση της νόσου, οι ασθενείς που υποβάλλονται σε αιμοκάθαρση ρουτίνας παραμένουν χωρίς αιμοκάθαρση για μεγαλύτερο διάστημα πριν την πρώτη τους συνεδρία της εβδομάδας (Georgianos, et al., 2015). Βέβαια, συνήθως εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις δυνατότητες και τη τεχνολογική διαθεσιμότητα της κάθε μονάδας που κάνει αιμοκάθαρση (π.χ. ποιότητα νερού, μηχανήματα με υψηλή ή χαμηλή ροή διαλύματος αιμοκάθαρσης και αίματος, προϊόν αιμοκάθαρσης κ.ά.) (Maduell, 2018). Ακόμη, εξαρτάται και από τις διάφορες χώρες ή περιοχές που λαμβάνει χώρα η συνολική διαδικασία της αιμοκάθαρσης. Για

παράδειγμα, στις ΗΠΑ η διάρκεια της συνεδρίας που στη δεκαετία του 1980 είχε μειωθεί στα 90 min τώρα κυμαίνεται ανάμεσα στις 3.5 και στις 3.75 ώρες, ενώ στην Ευρώπη, στην Αυστραλία, στην Ιαπωνία και στη Νέα Ζηλανδία ο μέσος όρος χρόνου κάθε συνεδρίας είναι οι 4.5 ώρες (Agar, et al., 2007). Τέλος, κατά τη διάρκεια της συμβατικής αιμοκάθαρσης συνήθως το αίμα του ασθενούς λαμβάνεται μέσω ενός σωλήνα με ρυθμό 200 – 400 ml / min (Maduell, 2018).



Εικόνα 8. Η διαδικασία της συμβατικής αιμοκάθαρσης. (Αnon., 2012).

Μπορεί η συμβατική αιμοκάθαρση να αποτελεί την αιμοκάθαρση ρουτίνας, ωστόσο δεν μπορούμε να παραλείψουμε το γεγονός ότι συγκεντρωτικά οι ώρες που περνούν οι ασθενείς στο μηχάνημα είναι αρκετές, αφού κυμαίνονται μεταξύ των εννιά και δώδεκα ωρών την εβδομάδα. Αυτές οι ώρες είναι μόνο για τη νοσηλεία των ασθενών, δηλαδή αν εξετάσουμε το γεγονός πως πολλές από τις συνεδρίες αιμοκάθαρσης λαμβάνουν χώρα σε διάφορα κέντρα νοσηλείας, οι ώρες αυξάνονται στις έντεκα με δεκατέσσερις την εβδομάδα. Ακόμη, υπόψιν πρέπει να λάβουμε και τις ώρες που χρειάζεται ο ασθενής για την ανάρρωσή του καταλήγοντας έτσι στον υπολογισμό των συνολικών

ωρών για τον ασθενή στις είκοσι εννιά με τριάντα δύο. Καταλαβαίνουμε λοιπόν, πως το φορτίο αυτών των ωρών είναι σημαντικό καθώς δεν αφήνει καθόλου ελεύθερο χρόνο στον ασθενή και έπρεπε να βρεθεί λύση, ώστε να βελτιωθεί η ποιότητα ζωής τους.

Εκτός από τις ώρες που αφιερώνει ο ασθενής, πολύ σημαντικό στοιχείο που οδήγησε στη μελέτη για εύρεση εναλλακτικών ειδών αιμοκάθαρσης ήταν οι επιπλοκές που προκαλούσε η συμβατική αιμοκάθαρση. Μία από τις βασικότερες επιπλοκές αυτού του είδους είναι η **ενδοδιαλυτική υπόταση (IDH- intradialytic hypotension)**. Μία μείωση στην συστολική αρτηριακή πίεση μεγαλύτερη της τάξεως των 30 mm Hg με την συστολική αρτηριακή πίεση να είναι μικρότερη από 90 mm Hg ή μια μείωση μεγαλύτερη της τάξεως των 20 mm Hg με την συστολική πίεση να είναι μικρότερη των 90 mm Hg είναι η βασική κλινική εικόνα. Παθοφυσιολογικά, η ενδοδιαλυτική υπόταση είναι η συνέπεια μίας ανεπαρκούς απάντησης στο μειωμένο ενδοαγγειακό όγκο όταν μία μεγάλη ποσότητα υγρών απομακρύνεται γρήγορα. Η κλινική σημασία της επιπλοκής αυτής είναι πολύ σημαντική καθώς σε μελέτες βρέθηκε ότι αυξάνει κατά 30% τον κίνδυνο θνησιμότητας καθώς επίσης και αύξηση του κινδύνου εμφράγματος του μυοκαρδίου, της νοσηλείας για καρδιακή ανεπάρκεια και αύξηση υγρών και μείζονος ανεπιθύμητου καρδιακού επεισοδίου. Ακόμη, έχει συσχετισθεί με αυξημένο κίνδυνο θρόμβωσης αγγειακής πρόσβασης (Morfin, et al., 2016).

Καταλαβαίνουμε λοιπόν, πως ήταν επιτακτική ανάγκη να βρεθεί μια λύση και να μελετηθούν κι άλλα είδη αιμοκάθαρσης.

2.2 Καθημερινή αιμοκάθαρση

Από το 1969 που αρχικά περιγράφηκε η καθημερινή αιμοκάθαρση υπάρχει ένα συνεχώς αυξανόμενο ενδιαφέρον γι' αυτή τη μέθοδο. Η λογική πίσω από την ημερήσια αιμοκάθαρση βασίζεται στο γεγονός ότι δύο ώρες αιμοκάθαρσης έξι φορές την εβδομάδα, δηλαδή συνολικά δώδεκα ώρες, αυξάνουν σημαντικά την εβδομαδιαία κάθαρση της ουρίας σε σύγκριση με την αντίστοιχη κάθαρση που λαμβάνει χώρα κατά

τη διάρκεια της συμβατικής αιμοκάθαρσης. Η περισσότερη από την ουρία που αποβάλλεται (κατά προσέγγιση το 60%) κατά τη διάρκεια μιας τετράωρης συνεδρίας συμβαίνει κατά τη διάρκεια των πρώτων δύο ωρών. Επομένως, η ελάττωση στις δύο ώρες αν και θα μειώσει την ικανότητα κάθαρσης κατά προσέγγιση 40% για κάθε μεμονωμένη συνεδρία, σε εβδομαδιαίο επίπεδο επαναλαμβανόμενων συνεδριών θα την αυξήσει. Δηλαδή, το κέρδος σε σχέση με τη συμβατική αιμοκάθαρση βασίζεται στο γεγονός πως αυξάνεται η αποτελεσματικότητα της κάθαρσης καθώς αυξάνεται το ποσοστό κάθαρσης τις πρώτες δύο ώρες.

Μάλιστα, αν χρησιμοποιηθεί και το κατάλληλο, υψηλό σε αποτελεσματικότητα φίλτρο – διάλυμα αιμοκάθαρσης το ποσοστό κάθαρσης μπορεί να ξεπεράσει και το 75% και αν το συγκρίνουμε με το αντίστοιχο ποσοστό της συμβατικής, θα το ξεπεράσει κατά 50%. Η χρήση ενός τέτοιου κατάλληλου, αποτελεσματικού φίλτρου – διαλύματος αιμοκάθαρσης είναι λογικό να αυξάνει κι άλλο το κέρδος στον συγκεκριμένο τύπο αιμοκάθαρσης εφόσον πετυχαίνει υψηλή κάθαρση ταυτοχρόνως με αυξημένη συχνότητα παρόλη τη μείωση της διάρκειας (Lindsay & Kortas, 2001).

Ο ακριβής όρος της καθημερινής αιμοκάθαρσης ουσιαστικά περιγράφει την καθημερινή συχνότητα γι' αυτό χωρίζεται σε δύο κατηγορίες: στην σύντομη ημερήσια αιμοκάθαρση και στη νυχτερινή αιμοκάθαρση.

Οποιοδήποτε μηχάνημα είναι ικανό να διεκπεραιώσει την διαδικασία και των δύο υποτύπων της καθημερινής αιμοκάθαρσης. Η σύντομη ημερήσια αιμοκάθαρση μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε στο σπίτι είτε σε νοσοκομείο / κλινική / κέντρο αιμοκάθαρσης, ενώ η νυχτερινή τις περισσότερες φορές πραγματοποιείται στο σπίτι για 8 ώρες συνεχόμενα από έναν ειδικό, τον ίδιο τον ασθενή ή κάποιο κοντινό του πρόσωπο, το οποίο είναι εκπαιδευμένο. Η μέση ροή αίματος κυμαίνεται στα 250 – 300 ml / min ενώ η μέση ροή του διαλύματος αιμοκάθαρσης στα 300 ml / min. Βέβαια σε κάποιες έρευνες έχουν χρησιμοποιηθεί και μικρότερες ροές αίματος και διαλύματος.

Όσο αφορά την ασφάλεια των υποτύπων στις περισσότερες περιπτώσεις ίσως να μην χρειάζεται η παρουσία ή η βοήθεια κάποιου. Ωστόσο, όσο αφορά τη νυχτερινή αιμοκάθαρση πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη σημασία και πρέπει να λαμβάνονται επιπλέον μέτρα. Για παράδειγμα, καθώς οι ώρες της θεραπείας είναι αρκετές, υπάρχει ο κίνδυνος

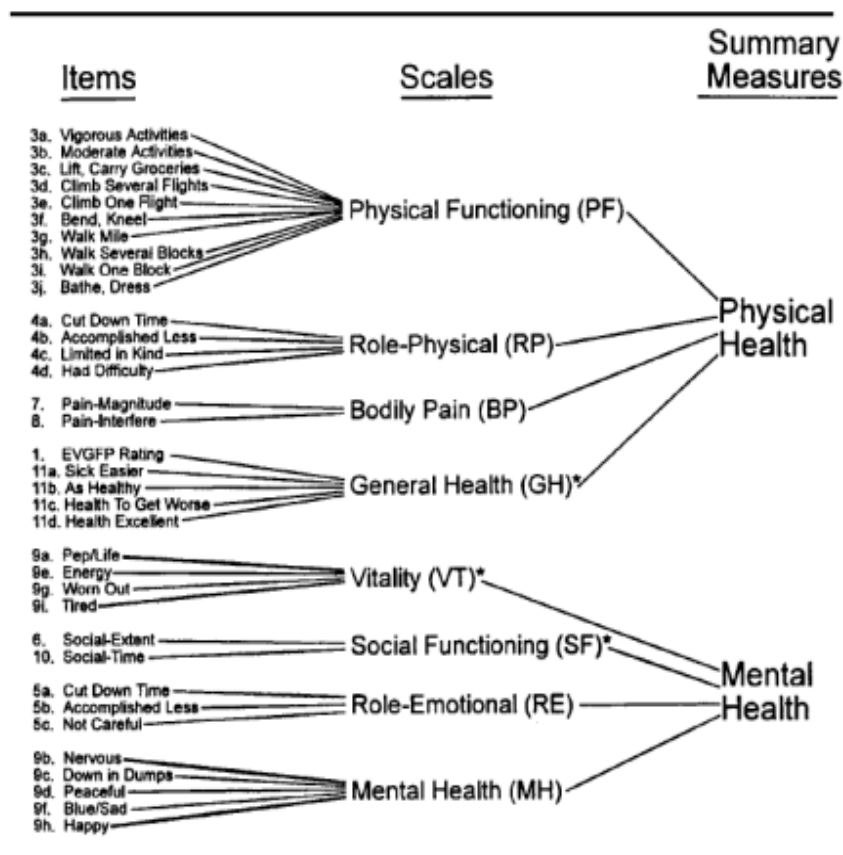
δημιουργίας εμβολής αέρα σε περίπτωση που ο καθετήρας απομακρυνθεί – αποσυνδεθεί από την κεντρική φλέβα. Για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος συνήθως χρησιμοποιούνται αναλώσιμα συσκευές σαν μικρές κλειδαριές γύρω από το σωληνάκι - καθετήρα. Ακόμη ένα παράδειγμα αποτελούν και οι τυχόν διαρροές αίματος ή φίλτρου – διαλύματος αιμοκάθαρσης, οι οποίες όμως αντιμετωπίζονται από τους ειδικούς αισθητήρες «υγρασίας» που τοποθετούνται στο πάτωμα και από τους αισθητήρες «ενούρησης», οι οποίοι είναι τοποθετημένοι τόσο στις αρτηριακές όσο και στις φλεβικές βελόνες.

Και οι δύο υπότυποι, όπως αναφέραμε πιο πάνω, είναι εύκολο να πραγματοποιηθούν και στο σπίτι. Τα βασικά κριτήρια για να συμβεί αυτό είναι η ίδια η θέληση καθώς και η ικανότητα του ασθενή να εκπαιδευτεί, ενώ θα πρέπει παράλληλα να διαθέτει τον κατάλληλο χώρο για τα μηχανήματα. Η εκπαίδευση συνήθως διαρκεί κατά μέσο όρο έξι εβδομάδες, ενώ σε αυτούς που είχαν λάβει παρελθοντικά κάποια εκπαίδευση ο χρόνος μπορεί να είναι μικρότερος. Βέβαια, αν ο ασθενής έχει κάποια αντένδειξη ως προς χρήση ηπαρίνης, δεν συστήνεται η θεραπεία με νυκτερινή αιμοκάθαρση παρά με σύντομη ημερήσια. Άλλες σοβαρές συννοσηρότητες καθώς και η αιμοδυναμική αστάθεια δεν αποτελούν αντενδείξεις για την καθημερινή αιμοκάθαρση, ειδικά αν αυτή γίνεται με τη μορφή της νυκτερινής.

Η πρόσβαση με καθετήρα κεντρικής φλέβας καθώς και η αρτηριοφλεβική πρόσβαση έχουν χρησιμοποιηθεί και στους δύο υπότυπους, όπως επίσης και η φίστουλα και το πλαστικό μόσχευμα (graft). Προσβάσεις με μία βελόνα είναι ιδανικά για τη νυκτερινή αιμοκάθαρση, ενώ η χρήση φίστουλας είναι ιδανική για την σύντομη ημερήσια αιμοκάθαρση.

Η δόση, όπως αναφέραμε και σε προηγούμενο κεφάλαιο, εξαρτάται από τη διάρκεια και την ένταση της αιμοκάθαρσης. Ακολουθώντας τη λογική της κινητικής, δηλαδή του $stdKt/V$, η χαμηλότερη αποδεκτή δόση για την σύντομη ημερήσια αιμοκάθαρση είναι μία ισορροπημένη Kt/V 0,38 ή 1,5 – 2 ώρες αιμοκάθαρσης 6 φορές την εβδομάδα. Η δόση για τη νυκτερινή αιμοκάθαρση καθορίζεται κυρίως από τη διάρκεια του ύπνου του ασθενούς.

Η χρήση ενός από τους δύο υπότυπους της ημερήσιας αιμοκάθαρσης φαίνεται πως έχει θετικά αποτελέσματα στην ποιότητα της ζωής του ασθενούς, όπως αυτή εκτιμήθηκε με το SF – 36 ή το KDQOL (Kidney Disease Quality Of Life).



Εικόνα 9. Μοντέλο κλίμακας ποιότητας ζωής SF - 36 (Κοσμάογλου, 2018).

Εκτός από τα θετικά αποτελέσματα στην ποιότητα ζωής, τόσο η σύντομη ημερήσια όσο και η νυκτερινή αιμοκάθαρση αποφέρουν βελτιώσεις και στα προηγμένα γλυκοποιημένα τελικά προϊόντα, στη β2 μικροσφαιρίνη και στην ομοκυστεΐνη αφού μειώνουν τις συγκεντρώσεις των γλυκοποιημένων τελικών προϊόντων και της ομοκυστεΐνης ενώ αυξάνουν την κάθαρση της β2 μικροσφαιρίνης.

Σημαντικές επίσης είναι και οι θετικές επιδράσεις που έχουν στις καρδιαγγειακές παραμέτρους, αφού σε έρευνες που διεξήχθησαν ο έλεγχος της αρτηριακής πίεσης φαίνεται να βελτιώθηκε, ενώ ακόμη πολλοί ασθενείς οι οποίοι βρισκόντουσαν σε ημερήσια αιμοκάθαρση οποιασδήποτε μορφής σταμάτησαν την αγωγή τους με αντιυπερτασικά φάρμακα. Αν και η παθοφυσιολογία πίσω από αυτό παραμένει εν μέρει άγνωστη, ένας από τους βασικούς λόγους είναι η μείωση του εξωκυτταρικού υγρού που συμβαίνει κατά τις δύο μορφές ημερήσιας αιμοκάθαρσης. Μειώσεις επίσης παρατηρήθηκαν και στη μάζα της αριστερής κοιλίας της καρδιάς κατά τη χρήση σύντομης ημερήσιας αιμοκάθαρσης και κατά τη χρήση της νυκτερινής, ενώ κατά την τελευταία εκτός από τη μείωση βελτιώθηκε γενικά η λειτουργία της αριστερής κοιλίας.

Εκτός από τον έλεγχο της αρτηριακής πίεσης βελτίωση παρατηρήθηκε και στον έλεγχο της αναιμίας, αφού έρευνες έδειξαν μείωση στη δόση ερυθροποιητίνης κατά 30 – 40 % και αύξηση στην αιμοσφαιρίνη. Έρευνες επίσης έδειξαν και βελτιωμένο έλεγχο των φωσφορικών αλάτων στη σύντομη ημερήσια αιμοκάθαρση, αλλά σε πολλές από αυτές δεν παρουσιάστηκε σημαντική συσχέτιση. Στη νυκτερινή αιμοκάθαρση, ο έλεγχος είναι εξαιρετικός με τους ασθενείς να μην απαιτείται να πάρουν δεσμευτές φωσφορικών. Ακόμη, μικρές θετικές αλλαγές παρατηρήθηκαν και στην ανανέωση των οστών σε έρευνα στην οποία μελετήθηκαν 17 ασθενείς που έλαβαν θεραπεία με νυκτερινή αιμοκάθαρση.

Έρευνες που πραγματοποιήθηκαν πάνω στην καθημερινή αιμοκάθαρση έδειξαν βελτίωση και στον τομέα της διατροφής. Πιο συγκεκριμένα, παρατηρήθηκε βελτίωση στην όρεξη αλλά και στη πρόσληψη βάρους. Αύξηση παρατηρήθηκε και στην αλβουμίνη, προαλβουμίνη, χοληστερόλη και στη μυϊκή μάζα των ασθενών. Ένα σημαντικό πρόβλημα που προκύπτει κατά τη διάρκεια της νυκτερινής αιμοκάθαρσης είναι η σημαντική παραγωγή ουρίας, η οποία θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψιν για τον

υπολογισμό του πρωτεϊνικού ισοδύναμου εμφάνισης αζώτου (Npna). Επιπλέον, οι απώλειες αμινοξέων είναι εξίσου σημαντικές και θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν στη μέτρηση του ισοζυγίου αζώτου.

Όταν μελετήθηκαν 14 ασθενείς για την ποιότητα του ύπνου τους κατά τη διάρκεια νυχτερινής αιμοκάθαρσης, παρατηρήθηκε ότι στους 7 ασθενείς που έπασχαν από υπνική άπνοια βελτιώθηκε στο φυσιολογικό η συχνότητα επεισοδίων άπνοιας / υπόπνοιας. Συνεπώς, η νυχτερινή αιμοκάθαρση ίσως να βελτιώνει την υπνική άπνοια σχετιζόμενη με χρόνια νεφρική ανεπάρκεια.

Τέλος, όσο αφορά την επιβίωση των ασθενών, φαίνεται πως και η σύντομη ημερήσια αλλά και η νυχτερινή αιμοκάθαρση έχουν υψηλά ποσοστά επιβίωσης με 92% και 93% αντιστοίχως.

Το μόνο αρνητικό της καθημερινής αιμοκάθαρσης, το οποίο φαίνεται να αποτελεί και το κυριότερο εμπόδιο για τη συχνότερη χρήση τους είναι το αυξημένο οικονομικό κόστος. Κάποια άλλα εμπόδια για την ανάπτυξη της καθημερινής αιμοκάθαρσης είναι η έλλειψη χώρου στο σπίτι καθώς και τα μηχανήματα που μερικές φορές μπερδεύουν τον ασθενή και δεν είναι φιλικά προς χρήση. Όσο αφορά το οικονομικό εμπόδιο, όπως είναι λογικό να συμπεράνουμε, η αυξημένη συχνότητα αυξάνει και το άμεσο κόστος της αιμοκάθαρσης. Ωστόσο σε έρευνες που πραγματοποιήθηκαν και περιλάμβαναν μια εκτίμηση των συνολικών εξόδων φάνηκε πως σε σχέση με την συμβατική αιμοκάθαρση, η νυχτερινή απέφερε κέρδος στον ασθενή.

Αν θελήσουμε να συγκρίνουμε αυτούς τους δύο τύπους ημερήσιας αιμοκάθαρσης θα δούμε ότι δεν υπάρχει κάποια άμεση σύγκριση. Ουσιαστικά η επιλογή θα εξαρτηθεί από τον ίδιο τον ασθενή καθώς και από το διαθέσιμο χώρο στο σπίτι του (Pierratos, 2002) (Rocco, 2009).

2.3 Αιμοδιαδιήθηση

Όπως αναφέραμε παραπάνω, η συμβατική αιμοκάθαρση είναι σίγουρα η πιο διαδεδομένη και πιο χρησιμοποιούμενη από κάθε άλλο είδος. Όμως, η μειωμένη αποτελεσματικότητά της όσο αφορά την απομάκρυνση διαλυμένων ουραιμικών ουσιών μεγαλύτερου μοριακού βάρους, όπως π.χ. β2- μικροσφαιρίνη, ακόμη κι όταν χρησιμοποιούνται μεμβράνες υψηλής ροής, έκρινε αναγκαία την εύρεση εναλλακτικών ειδών θεραπείας.

Ήταν από καιρό γνωστό ότι η μεταφορά των διαλυμένων ουσιών διαμέσω των μεμβρανών μειώνεται με μικρότερη ταχύτητα καθώς αυξάνεται το μέγεθος της διαλυμένης ουσίας σε σχέση με τη μεταφορά διάχυσης. Αυτό συμβαίνει διότι κατά την απλή μεταφορά οι συντελεστές που συμμετέχουν εξαρτώνται λιγότερο από το μοριακό βάρος σε σχέση με τους συντελεστές της διάχυσης. Χάρη λοιπόν σε αυτή τη γνώση, τη δεκαετία του 1970, αναπτύχθηκαν μεταγωγικές διαδικασίες (αιμοδιήθηση), ακολουθούμενες από συνδυασμένες θεραπείες μεταφοράς και διάχυσης (αιμοδιαδιήθηση – HDF).

Σήμερα, πολλές θεραπείες που βασίζονται στη μεταφορά χρησιμοποιούνται για την αντιμετώπιση τόσο της οξείας νεφρικής βλάβης όσο και της νεφρικής νόσου τελικού σταδίου. Για τη νεφροπάθεια τελικού σταδίου, η αιμοδιαδιήθηση είναι η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη μεταγωγική θεραπεία.

Ο όρος αιμοδιαδιήθηση χρησιμοποιείται για να περιγράψει ένα εύρος από μοντέλα θεραπείας που περιλαμβάνουν τόσο τη μεταφορά – διαβίβαση – μεταγωγή όσο και τη διάχυση. Αυτά τα μοντέλα δεν είναι ισοδύναμα μεταξύ τους οδηγώντας έτσι σε σύγχυση όσο αφορά την ερμηνεία των κλινικών αποτελεσμάτων τους. Ακόμη, οι θεραπείες που υπάγονται στον ορό αιμοδιαδιήθηση περιλαμβάνουν την ανταλλαγή μεγάλων όγκων υγρού με τον εκάστοτε ασθενή. Αυτή η διαδικασία, όπως είδαμε και με τη διαδικασία της τυπικής – συμβατικής αιμοκάθαρσης ελλοχεύει παραπάνω κινδύνους κι ο μετριασμός αυτός του κινδύνου είναι ο βασικός στόχος για τη διασφάλιση μιας αποτελεσματικής και ασφαλούς θεραπείας.

Η HDF είναι ο μόνος τρόπος για να αυξήσεις την κάθαρση ουσιών μεγάλου μοριακού βάρους. Ουσιαστικά, η HDF είναι θεραπεία καθαρισμού του αίματος που συνδυάζει μεταφορά μέσω διάχυτης και μεταγωγικής διαλυμένης ουσίας χρησιμοποιώντας μεμβράνη υψηλής ροής. Αυτή η μεμβράνη χαρακτηρίζεται από συντελεστή υπερδιήθησης μεγαλύτερο από 20 ml/h/mm Hg/m² και από συντελεστή διαβατότητας για τη β2 μικροσφαιρίνη μεγαλύτερο από 0.6. Η μεταφορά με συναγωγή (convective transport) επιτυγχάνεται με αποτελεσματικό όγκο μεταφοράς τουλάχιστον 20% του συνολικού όγκου αίματος που επεξεργάζεται. Η κατάλληλη ισορροπία υγρών διατηρείται με εξωτερική έγχυση ενός αποστειρωμένου, μη πυρετογόνου διαλύματος στο αίμα του ασθενούς.

Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι αιμοδιαδιήθησης που χωρίζονται και διαφέρουν ανάλογα με το σημείο έγχυσης του υγρού αντικατάστασης.

2.3.1 HDF μετά την αραιώση (Post – dilution HDF)

Σε αυτή τη μέθοδο, το υγρό αντικατάστασης εγχέεται κατά τη ροή της συσκευής διάλυσης, συνήθως στην συσκευή παγίδας φλεβικών φυσαλίδων. Για τις διαλυμένες ουσίες, οι οποίες μπορούν να περάσουν τη μεμβράνη χωρίς εμπόδια (συντελεστής διαβατότητας = 1), η συγκέντρωση στο υπερδιήθημα είναι ίδια με την συγκέντρωση του νερού πλάσματος. Οι υψηλοί ρυθμοί υπερδιήθησης που χρησιμοποιούνται σε αυτή τη μέθοδο αποτρέπουν αποτελεσματικά την επαναδιήθηση που συνήθως λαμβάνει χώρα όταν η αιμοκάθαρση γίνεται με υψηλή ροή. Είναι η πιο αποτελεσματική μέθοδος όσο αφορά την απομάκρυνση των διαλυμένων ουσιών. Ωστόσο, ένα πιθανό μειονέκτημα είναι ότι λόγω των υψηλών ρυθμών υπερδιήθησης μπορεί να προκληθεί εναπόθεση πρωτεϊνών του πλάσματος στην επιφάνεια της μεμβράνης με αποτέλεσμα να φράσσει τους πόρους της μεμβράνης και των καναλιών αίματος του μηχανήματος αιμοκάθαρσης. Αυτά με τη σειρά τους προκαλούν αύξηση της διαμεμβρανικής πίεσης και κατά συνέπεια μείωση της κάθαρσης και πρόκληση θρόμβων στο εξωσωματικό κύκλωμα.

2.3.1.1 Διαδοχική HDF μετά την αραίωση (Post – dilution sequential HDF)

Η αιμοδιαδιήθηση μετά την αραίωση φαίνεται πως είναι η πιο αποτελεσματική μέθοδος νεφρικής κάθαρσης στην κλινική πράξη, όντας πιο αποτελεσματική όσο αυξάνεται ο ρυθμός έγχυσης. Λαμβάνοντας υπόψιν το παραπάνω, οι ειδικοί έχουν έρθει σε συμφωνία όσο αφορά την ανάγκη επίτευξης τουλάχιστον 20 L όγκου αιμοδιήθησης και τουλάχιστον 70% ρυθμού κάθαρσης της β2 – μικροσφαιρίνης. Ωστόσο, αυτοί οι ρυθμοί έγχυσης και κάθαρσης περιορίζονται κατά την HDF μετά την αραίωση λόγω της προοδευτικής αιμοσυγκέντρωσης πλάσματος στο μηχάνημα – συσκευή αιμοκάθαρσης. Όταν κατά τη διαδικασία της αιμοδιαδιήθησης μετά την αραίωση ο συντελεστής διήθησης ξεπεράσει το 25% του ρυθμού ροής αίματος, θα προκληθεί αιμοσυγκέντρωση στην συσκευή αιμοκάθαρσης, γεγονός που θα παρεμποδίσει τη διάχυση, με επακόλουθη μείωση στην κάθαρση των διαλυμένων ουσιών μικρού μοριακού βάρους και μία τάση πήξης στα τριχοειδή, τα οποία γεγονότα μειώνουν κι αυτά με τη σειρά τους την κάθαρση. Μερικές φορές μάλιστα, μπορεί να παρουσιαστεί και πήξη του κυκλώματος ολικού αίματος. Ακόμη, αυξάνεται και η διαμεμβρανική πίεση και οι ακραίες τιμές (>300 mmHg) σχετίζονται με τη μετουσίωση πρωτεϊνών και αιμόλυση, με αποτέλεσμα τη μη αναστρέψιμη μείωση της αποτελεσματικότητας της συσκευής αιμοκάθαρσης.

Για την επίλυση αυτών των προβλημάτων ουσιαστικά έχουν επινοηθεί άλλες μέθοδοι, τις οποίες και θα αναλύσουμε παρακάτω όπως η HDF πριν την αραίωση, η HDF μέσης αραίωσης και η HDF μικτής αραίωσης. Αυτές είναι οι κύριες εναλλακτικές μέθοδοι για την ελαχιστοποίηση των επιπλοκών και των αρνητικών αποτελεσμάτων, ωστόσο κάποιες φορές δεν είναι ακόμα διαθέσιμες είτε στη χώρα διεξαγωγής της αιμοκάθαρσης, είτε στο κέντρο νοσηλείας, ενώ άλλες φορές απαιτούν εξειδικευμένα υλικά που αυξάνουν το κόστος κι έτσι αποφεύγονται.

Μία επιπλέον εναλλακτική είναι η επιλογή μεθόδων που περιλαμβάνουν μεταγωγικές διαδικασίες, οι οποίες συνδυάζουν αιμοδιήθηση με αιμοδιαδιήθηση κι έχει αποδειχθεί ότι βελτιώνουν την αιμοδυναμική ανοχή των ασθενών, καθώς και τους ρυθμούς

κάθαρσης διαλυμένων ουσιών – μορίων μεσαίου μοριακού βάρους. Μία τέτοια μέθοδος είναι η διαδοχική HDF μετά την αραίωση.

Σε μία προσπάθεια για να επιτευχθούν υπερδιηθήσεις ισοδύναμες με 20 L σε μετά – αραίωση για πιθανή μελλοντική χρήση σε ασθενείς με περιορισμένο ρυθμό ροής αίματος, αναπτύχθηκε μια διαδικασία που όπως αναφέραμε παραπάνω ονομάζεται διαδοχική HDF μετά την αραίωση. Κατά το συγκεκριμένο υπότυπο της αιμοδιαδιήθησης μετά την αραίωση η όλη διαδικασία ξεκινάει φυσικά με έγχυση μετά την αραίωση, με ρυθμό κατά προσέγγιση τα 100 mL/min και μόλις η διαμεμβρανική πίεση φτάσει τα 250 mmHg, η έγχυση αλλάζει χειροκίνητα σε προ – αραίωση, αυξάνοντας παράλληλα το ρυθμό έγχυσης κατά 50% μέχρι το τέλος της συνεδρίας. Εξ' ου κι όρος «διαδοχική», επειδή η έγχυση δεν είναι ταυτόχρονη αλλά διαδοχική με την πάροδο του χρόνου, χωρίς να απαιτούνται φίλτρα ή οθόνες ή άλλα εξειδικευμένα υλικά διαφορετικά από τα συνηθισμένα.

Αν και η διαδοχική αιμοδιαδιήθηση μετά την αραίωση έδειξε καλύτερα αποτελέσματα από την τυπική αιμοδιαδιήθηση μετά την αραίωση για την κάθαρση διαλυμένων ουσιών – μορίων μεσαίου μοριακού βάρους, στο γενικότερο επίπεδο όταν συγκρίθηκαν βρέθηκαν παρόμοια αποτελέσματα και γι' αυτό το λόγο δεν προτείνεται σε ασθενείς που βρίσκονται σε σταθερή κατάσταση και έχουν βέλτιστο ρυθμό ροής αίματος (Kanter, et al., 2008).

2.3.2 HDF πριν την αραίωση (Pre – dilution HDF)

Τα μειονέκτημα της προηγούμενης μεθόδου και κυρίως η αιμοσυγκέντρωση που παρατηρείται, η οποία μειώνει το κλάσμα διήθησης στο 20 – 25%, μπορούν να λυθούν με τη χρήση της pre – dilution HDF. Σε αυτή τη μέθοδο, το υγρό αντικατάστασης εγχέεται αντίθετα από τη ροή της συσκευής διάλυσης, επιτρέποντας έτσι υψηλότερους ρυθμούς διήθησης και ρυθμούς υπερδιήθησης έως και 100% του ρυθμού ροής αίματος. Βέβαια, η HDF πριν την αραίωση μειώνει την αποτελεσματικότητα και των διαχυτικών αλλά και των συναγωγικών συστατικών της απομάκρυνσης της διαλυμένης ουσίας,

μειώνοντας κατά συνέπεια και τις συγκεντρώσεις της διαλυμένης ουσίας στο διαμέρισμα του αίματος. Σε ορισμένες περιπτώσεις, η κάθαρση διαλυμένων ουσιών μικρού μοριακού βάρους μπορεί να είναι χαμηλότερη συγκριτικά με την συμβατική αιμοκάθαρση υψηλής ροής. Για να ισοσταθμιστεί αυτό, ο ρυθμός υπερδιήθησης πρέπει να είναι τουλάχιστον δύο φορές μεγαλύτερος για την pre – dilution HDF σε σχέση με την post – dilution HDF.

2.3.3 HDF μέσης αραιώσης

Σε αυτή τη μέθοδο, το υγρό αντικατάστασης εγχέεται εν μέρει στην οδό του αίματος χρησιμοποιώντας ειδικά σχεδιασμένα μηχανήματα ή συστήματα αιμοκάθαρσης. Έτσι, το πρώτο μέρος του κυκλώματος αίματος λειτουργεί σύμφωνα με τις αρχές της HDF μετά την αραιώση και το δεύτερο μέρος σύμφωνα με HDF πριν την αραιώση. Ενώ η αιμοδιαδιήθηση μέσης αραιώσης παρέχει πιο αποτελεσματική αφαίρεση των μεσαίων μορίων από την αιμοδιαδιήθηση μετά την αραιώση, υπάρχει κίνδυνος για υψηλή διαμεμβρανική πίεση στο τμήμα που λαμβάνει χώρα η αιμοδιαδιήθηση πριν την αραιώση. Η υψηλή διαμεμβρανική πίεση βέβαια μπορεί να αντιμετωπιστεί χρησιμοποιώντας φίλτρα μεγάλης επιφάνειας και αντιστρέφοντας τη ροή από την πλευρά του αίματος.

2.3.4. HDF μικτής αραιώσης

Εδώ το υγρό αντικατάστασης εγχέεται τόσο κατά τη ροή της συσκευής διάλυσης όσο και αντίθετά της. Η αναλογία αυτών των ρυθμών έγχυσης μπορεί να ποικίλλει για να επιτευχθεί ο βέλτιστος συμβιβασμός μεταξύ της μεγιστοποίησης της κάθαρσης και της αποφυγής των συνεπειών μιας υψηλής διαμεμβρανικής πίεσης και αιμοσυγκέντρωσης.

Έρευνες έχουν δείξει ότι από όλους τους υπότυπους της αιμοδιαδιήθησης, η HDF μετά την αραιώση είναι ο πιο αποτελεσματικός όσο αφορά την κάθαρση διαλυμένων ουσιών μεσαίου και μεγάλου μοριακού βάρους. Ωστόσο, η αποτελεσματικότητα αυτή εξαρτάται από τους υψηλούς ρυθμούς εξωσωματικής ροής αίματος (συνήθως > 350 mL/min), από μία αξιόπιστη και ασφαλή αγγειακή πρόσβαση (ιδανικά μια αρτηριοφλεβική φίστουλα με ρυθμό ροής >600 mL/min), από την ικανότητα να επιτυγχάνεται επαρκής αντιπηκτική δράση καθόλη τη διάρκεια της συνεδρίας της αιμοκάθαρσης και από την απουσία οποιασδήποτε κατάστασης, η οποία δύναται να αυξήσει το ιξώδες του αίματος (υψηλός αιματοκρίτης, κρυσταλλιναιμία και γαμμαπάθειες). Σε περίπτωση που μία από τις παραπάνω καταστάσεις λαμβάνει χώρα καλό θα ήταν να χρησιμοποιηθεί είτε αιμοδιαδιήθηση πριν την αραιώση είτε μικτής αραιώσης παράλληλα με στενή παρακολούθηση της διαμεμβρανικής πίεσης (Tattersall, et al., 2013).

Το μειονέκτημα της μεθόδου κι εδώ φαίνεται να είναι το υψηλό κόστος σε σχέση με την συμβατική αιμοκάθαρση, ενώ αν συνοψίσουμε τα κύρια προτερήματα της φαίνεται πως είναι η καλύτερη απομάκρυνση της β₂ μικροσφαιρίνης, του φωσφορικού άλατος και η επίτευξη καλύτερης αιμοδυναμικής σταθερότητας. Σε έρευνα, ωστόσο, που σύγκρινε ασθενείς που έλαβαν αιμοδιαδιήθηση με ασθενείς που έλαβαν συμβατική αιμοκάθαρση υψηλής ροής με την ίδια συχνότητα, δεν βρέθηκε καμία διαφορά όσο αφορά την αιμοδυναμική σταθερότητα και τα επίπεδα φωσφορικών αλάτων στο πλάσμα. Αλλαγές υπήρξαν μόνο στις τιμές της β₂ – μικροσφαιρίνης καθώς και στις τιμές της αλβουμίνης (Jean, et al., 2015). Ένα ακόμη πλεονέκτημα της συγκεκριμένης μεθόδου είναι η ικανότητά της να προστατεύει τον ασθενή από την ενδοδιαλυτική υπόταση, η οποία αποτελεί μία από τις κύριες επιπλοκές της χρόνιας περιοδικής αιμοκάθαρσης, αφού έρευνες έχουν δείξει ότι μειώνει σημαντικά τον επιπολασμό της. Στις ίδιες έρευνες βρέθηκαν και θετικά αποτελέσματα ως προς την αιμοδυναμική σταθερότητα (Αnon., 2016).

Συνοψίζοντας λοιπόν, η αιμοδιαδιήθηση είναι ένα είδος χρόνιας αιμοκάθαρσης και θεραπείας υποκατάστασης νεφρού, η οποία χρησιμοποιεί τόσο τη μεταφορά όσο και τη διάχυση. Συγκριτικά με την συμβατική αιμοκάθαρση είναι πιο αποτελεσματική στην κάθαρση διαλυμένων ουσιών μεσαίου μοριακού βάρους, ενώ οι περισσότερες έρευνες

δείχνουν πως η αιμοδιαδιήθηση έχει συσχετισθεί με βελτιωμένα κλινικά αποτελέσματα, δεδομένου του γεγονότος πως παρέχουν επαρκή όγκο μεταφοράς (Grooteman & Blankestijn, 2021).

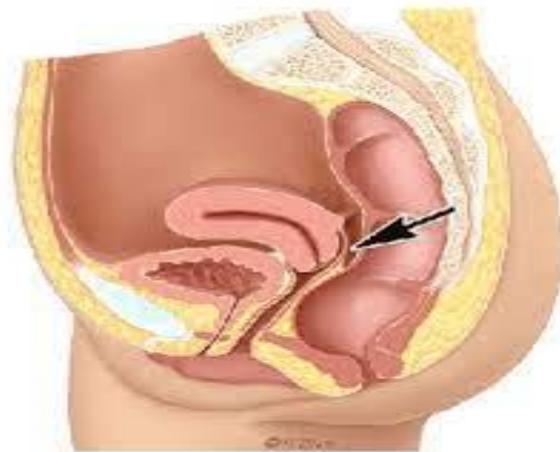
2.4 ΠΕΡΙΤΟΝΑΪΚΗ ΚΑΘΑΡΣΗ-ΑΙΜΟΔΙΗΘΗΣΗ

Η περιτοναϊκή κάθαρση – διήθηση (Peritoneal Dialysis – PD) είναι μία απλή μέθοδος υποκατάστασης της λειτουργίας του νεφρού, η οποία δεν απαιτεί τη χρήση υψηλής τεχνολογίας. Σε πολλές χώρες η χρήση της περιτοναϊκής αιμοδιήθησης αντί της συμβατικής αιμοκάθαρσης κοστίζει λιγότερο, αν και η χρήση της φαίνεται να μην προτιμάται τόσο ειδικά στις ΗΠΑ (Bargman, 2012).

Η πρώτη απόπειρα να χρησιμοποιηθεί το ανθρώπινο περιτόναιο για την αιμοκάθαρση διαλυμένων ουσιών κατακράτησης ουραιμίας ήταν σχεδόν πάνω από 100 χρόνια πριν. Ωστόσο από τότε και για τις επόμενες 5 δεκαετίες η συγκεκριμένη θεραπεία εξελίχθηκε τόσο ως απόρροια της αναβάθμισης – εξέλιξης της διαθέσιμης τεχνολογίας όσο και της επέκτασης των γνώσεων και της κατανόησης των επιστημόνων για την κινητικότητα των διαλυμένων ουσιών και του υπερδιηθήματος (Mehrotra, et al., 2016) .

Η περιτοναϊκή κάθαρση είναι η διαδικασία κατά την οποία το υπερδιήθημα και οι διαλυμένες ουσίες μετακινούνται μεταξύ του αίματος στα περιτοναϊκά τριχοειδή αγγεία και του διαλύτη που ενσταλλάσσεται στην περιτοναϊκή κοιλότητα, κατά μήκος της ημιπερατής μεμβράνης του περιτόναιου.

Στον άνθρωπο, η επιφάνεια του περιτοναίου είναι περίπου ίδια με την επιφάνεια του σώματος (1-2 m²), ενώ το σπλαχνικό περιτόναιο αποτελεί το 80% του συνόλου.



Εικόνα 10. Το περιτόναιο στο ανθρώπινο σώμα (Ανοη., n.d.).

Οι μηχανισμοί με τους οποίους οι διαλυμένες ουσίες και το υπερδιήθημα μεταφέρονται μέσω της περιτοναϊκής μεμβράνης περιλαμβάνουν τη διάχυση, τη μεταφορά και την διήθηση. Η μεταφορά αυτή εξηγείται καλύτερα από τη θεωρία των 3 πόρων. Σύμφωνα με αυτή τη θεωρία, οι μεγάλοι πόροι αντιστοιχούν σε σχισμές στο ενδοθήλιο και επιτρέπουν τη μεταφορά μακρομορίων όπως η αλβουμίνη και συναντιούνται σε μικρό ποσοστό (<0,01% της συνολικής επιφάνειας των πόρων). Οι μικροί πόροι ομοίως αντιστοιχούν σε σχισμές, ωστόσο συναντιούνται σε μεγάλο ποσοστό (>90% της συνολικής επιφάνειας των πόρων) και επιτρέπουν τη μεταφορά μορίων μικρού μοριακού βάρους, όπως η ουρία, η κρεατινίνη και η γλυκόζη. Τέλος, οι πολύ μικροί πόροι είναι συνήθως κανάλια aquaporin 1 που βρίσκονται μέσα στα τριχοειδή αγγεία του περιτοναίου και των επιθηλιακών κυττάρων και μπορούν να μεταφέρουν μόνο νερό. Αυτοί οι πολύ μικροί πόροι είναι υπεύθυνοι για το 50% της υπερδιήθησης και για τη ραγδαία μείωση του διαλύματος νατρίου σε αναλογία πλάσματος κατά την πρώτη ώρα της περιτοναϊκής κάθαρσης (Ross & Labato, 2013).

Το κλειδί για μια επιτυχημένη συνεδρία περιτοναϊκής διήθησης είναι η σωστή χρήση και τοποθέτηση του καθετήρα. Η γνώση των καλύτερων τεχνικών για την τοποθέτηση

του καθετήρα οδηγεί στην αποφυγή των επιπλοκών και κατά συνέπεια στην σωστή θεραπεία του ασθενούς. Η διαδικασία ξεκινάει με τη σωστή προ εγχειρητική αξιολόγηση του ασθενούς για να καθοριστεί ποιο είδος καθετήρα θα του είναι πιο χρήσιμο καθώς επίσης και η θέση εισαγωγής/εξόδου. Αν και η επιλογή των καθετήρων και οι τεχνικές εισαγωγής ποικίλλουν συχνά ανάλογα με τη γεωγραφική διαθεσιμότητα των υλικών πόρων και τον τοπικό πάροχο τεχνογνωσίας, υπάρχουν κάποιοι βασικοί τύποι και κάποιες βασικές μέθοδοι τις οποίες θα αναλύσουμε διεξοδικά παρακάτω.

Οι πιο βασικοί τύποι καθετήρα είναι ο τυπικός διπλός Dacron (από πολυεστέρα) και ο Tenckhoff (είτε ευθύς είτε με τυλιγμένη άκρη) καθώς και οι διάφορες παραλλαγές τους (καθετήρες με «λαιμό κύκνου» με άκρη που κάμπτεται προς το εσωτερικό στο τμήμα διεπαφής), οι οποίοι χρησιμοποιούνται παγκοσμίως. Η κυρίως διαφορά τους έγκειται περισσότερο στην αύξηση του κόστους που παρατηρείται αναλόγως με την επιλογή παρά στην αποτελεσματικότητά τους, αφού έρευνες δεν έχουν παρατηρήσει διαφορές ως προς αυτή. Η επιλογή τους ωστόσο πρέπει να στηρίζεται στα χαρακτηριστικά του ασθενούς, όπως η περιφέρεια μέσης/ισχίου, το αν ο ασθενής είναι παχύσαρκος, οι δερματοπτυχές και πτυχώσεις, η ύπαρξη ουλών, η παρουσία χρόνιων δερματικών παθήσεων, η ακράτεια, διάφοροι άλλοι σωματικοί περιορισμοί, το πρόγραμμα μπάνιου, το επάγγελμα κ.ά.

Η επιλογή ενός από τους παραπάνω τύπους καθετήρα άμεσα καθορίζει και επηρεάζει και την επιλογή της θέσης εισαγωγής και εξόδου. Για παράδειγμα, φαίνεται πως πρέπει να δίνεται περισσότερη προσοχή στους μη ευθείς καθετήρες καθώς υπάρχει ο κίνδυνος περιορισμού και απόφραξης λόγω των μικρών τρυπών αποστράγγισης. Περιομφαλικές θέσεις θα πρέπει να προτιμώνται ενώ θα πρέπει να αποφεύγεται η εισαγωγή του καθετήρα χαμηλά στο κοιλιακό τοίχωμα καθώς μπορεί να προκληθεί δυσφορία λόγω της πίεσης. Παράλληλα, η θέση εισαγωγής πρέπει να λαμβάνει υπόψιν και τη θέση εξαγωγής έτσι ώστε να υπάρχει επαρκής διαμόρφωση υποδόριας σήραγγας.

Η επιλογή της μεθοδολογίας εισαγωγής του καθετήρα εξαρτάται από μία σειρά παραγόντων συμπεριλαμβανομένης της τεχνογνωσίας του χειριστή, την ευκολία έγκαιρης πρόσβασης στην αίθουσα αιμοκάθαρσης, στην κατάσταση του ασθενούς, στο υλικό και στον εξοπλισμό, στο κόστος κ.ά. Ανεξάρτητα από τη προσέγγιση

εμφύτευσης καθετήρα, η τήρηση μιας σειράς καθολικών λεπτομερειών απαιτείται για να εξασφαλιστεί μια επιτυχημένη συνεδρία περιτοναϊκής κάθαρσης. Τέτοιες μέθοδοι εισαγωγής είναι το διαδερμικό σύστημα σύρματος – βελόνας με ή χωρίς καθοδήγηση με εικόνα, ανοιχτή χειρουργική διατομή και χειρουργική λαπαροσκόπηση (Crabtree & Chow, 2017).

Αφού επιλεγθεί το είδος του καθετήρα, το σημείο εισόδου/εξόδου καθώς κι η κατάλληλη διαδικασία εισαγωγής πρέπει επίσης να επιλεγθεί ποιος τύπος περιτοναϊκής κάθαρσης είναι ο πιο αποτελεσματικός για τον ασθενή. Υπάρχουν δύο τύποι περιτοναϊκής διήθησης: η συνεχής ημερήσια φορητή περιτοναϊκή κάθαρση (Continuous Ambulatory Peritoneal Dialysis – CAPD) και η αυτοματοποιημένη περιτοναϊκή κάθαρση. Οι κυρίως διαφορές ανάμεσα σε αυτούς τους δύο τύπους είναι το πρόγραμμα των συνεδριών και ότι η μία χρησιμοποιεί μηχανήματα, ενώ η άλλη γίνεται με το χέρι (CAPD).

Με την CAPD ο ασθενής μπορεί να πραγματοποιήσει τη συνεδρία σε οποιοδήποτε καθαρό μέρος. Με αυτόν τον τρόπο, ο ασθενής μπορεί να κρατήσει το διάλυμα στην κοιλιά του για 4 με 6 ώρες, ή και περισσότερο και συνήθως το διάλυμα αλλάζεται κατά τη διάρκεια της ημέρας τουλάχιστον 4 φορές για να διαρκέσει και για τη διάρκεια του ύπνου το βράδυ.

Με την αυτοματοποιημένη περιτοναϊκή διήθηση, ένα μηχάνημα που ονομάζεται cycler γεμίζει και αδειάζει την κοιλιά του ασθενούς 3 έως 5 φορές κατά τη διάρκεια της νύχτας. Το διάλυμα αλλάζει κυρίως το πρωί και μπορεί να αλλαχθεί το απόγευμα, χωρίς τη χρήση μηχανήματος. Μπορεί να ονομαστεί και συνεχής περιτοναϊκή κάθαρση υποβοηθούμενη από κυκλοποιητή (Continuous Cycler – assisted Peritoneal Dialysis – CCPD).

Το διάλυμα που χρησιμοποιείται διατίθεται σε σάκους των 1.5, 2, 2.5 ή 3 λίτρων και περιέχουν είτε ένα σάκχαρο που ονομάζεται δεξτρόζη είτε μία ουσία που ονομάζεται ισοδεξτρίνη και μέταλλα για να «τραβήξουν» τα απόβλητα και το επιπλέον υγρό από το αίμα στην κοιλιά. Διαφορετικά διαλύματα έχουν διαφορετικές περιεκτικότητες δεξτρόζης ή εικοδεξτρίνης και ο γιατρός τα συνταγογραφεί ανάλογα με τις ανάγκες του ασθενούς.

Η όλη διαδικασία της περιτοναϊκής κάθαρσης πρέπει να γίνεται προσεχτικά και σε μέρος καθαρό, ενώ παράλληλα και τα διαλύματα και οι καθετήρες πρέπει να φυλάσσονται σε καθαρό μέρος για αποφυγή των επιπλοκών. Οι πιο κοινές επιπλοκές της περιτοναϊκής κάθαρσης είναι: η περιτονίτιδα, η μόλυνση του δέρματος στο σημείο εξόδου του καθετήρα, η κήλη από την πίεση των μυών λόγω της ύπαρξης καθετήρα αλλά και διαλύματος στην κοιλιακή χώρα κυρίως στον αφαλό και η πρόσληψη βάρους από το διάλυμα δεξτρόζης που παραμένει πολλές ώρες στην κοιλιά (Diseases, n.d.).

Οι τεχνικές καινοτομίες κατά την πάροδο των χρόνων καθώς και η καλύτερη επιστημονική γνώση, όπως αναφέραμε παραπάνω, έχουν μειώσει σημαντικά τις επιπλοκές που σχετίζονται με τη θεραπεία της περιτοναϊκής κάθαρσης, επιτρέποντας στους ασθενείς να παραμένουν σε θεραπεία για μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα. Πράγματι, πλέον το ποσοστό επιβίωσης για τους ασθενείς που υποβάλλονται στην συγκεκριμένη θεραπεία είναι ισοδύναμο με αυτό της αιμοκάθαρσης. Επιπλέον, οι αλλαγές στη δημόσια πολιτική την κατέστησαν ικανή για χρήση και σε χώρες που δεν είχαν τη δυνατότητα στο παρελθόν (Mehrotra, et al., 2016).

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Για τη διεξαγωγή της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας, η οποία είναι μία ανασκόπηση, κάναμε αναζήτηση σε τρεις μεγάλες ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων (PubMed, Scopus, Google Scholar). Πρόκειται για τρεις από τις μεγαλύτερες βάσεις δεδομένων για το ελληνικό επιστημονικό σύστημα και γι' αυτό χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνά μας. Η κύρια πλειοψηφία των άρθρων που χρησιμοποιήθηκαν ήταν γραμμένα στην αγγλική γλώσσα, ενώ μόνο ένα άρθρο ήταν γραμμένο στην ελληνική γλώσσα.

Η βιβλιογραφική αναζήτηση χωρίστηκε σε δύο μέρη. Στο πρώτο μέρος, κάναμε αναζήτηση και στις τρεις βάσεις δεδομένων με τον όρο «αιμοκάθαρση» και «χρόνια αιμοκάθαρση» και επεκτείναμε την αναζήτηση για κάθε υποκεφάλαιο χρησιμοποιώντας τη λέξη «επισκόπηση» ή «overview», η οποία μας έδωσε τα αποτελέσματα για το μηχάνημα, τη δόση, το χρόνο, την συχνότητα, τον τρόπο πρόσβασης και τις επιλοκές της αιμοκάθαρσης. Κατά την αναζήτηση δεν ορίσαμε χρονικό περιορισμό. Στο δεύτερο μέρος, χρησιμοποιήσαμε τις λέξεις κλειδί «τύποι ή είδη αιμοκάθαρσης» και διευρύναμε την αναζήτησή μας ψάχνοντας μεμονωμένα κάθε τύπο αιμοκάθαρσης. Παρομοίως, ούτε στη δεύτερο μέρος της αναζήτησης τέθηκε χρονικός περιορισμός. Τέλος, οι εικόνες που χρησιμοποιήθηκαν αναζητήθηκαν στη ηλεκτρονική μηχανή αναζήτησης του «Google» κι επιλέχθηκαν αυτές που υπήρχαν σε επιστημονικά άρθρα έγκυρων επιστημονικών περιοδικών.

Είναι ευρέως γνωστό ότι για τα άτομα που πάσχουν από χρόνια νεφρική ανεπάρκεια η πιο «σωστή» και αποτελεσματική θεραπεία είναι η μεταμόσχευση νεφρού. Η μεταμόσχευση νεφρού έχει δείξει τα καλύτερα αποτελέσματα όσο αφορά την επιβίωση αλλά και τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των ασθενών.

Ωστόσο, η τυπική - συμβατική αιμοκάθαρση παραμένει μέχρι και σήμερα η πιο διαδεδομένη θεραπεία για τους ασθενείς με νεφροπάθεια τελικού σταδίου, μάλλον λόγω περιορισμένης διαθεσιμότητας οργάνων. Παρά τους σημαντικούς περιορισμούς της, δηλαδή τη μάλλον κακή ποιότητα ζωής που προκαλεί στους ασθενείς, την υψηλή συχνότητα λοιμώξεων και καρδιαγγειακών ασθενειών, την υψηλή θνησιμότητα και το υψηλό κόστος, η συμβατική αιμοκάθαρση παραμένει ένα μοναδικό είδος θεραπείας, το

οποίο προσφέρει τη δυνατότητα διατήρησης της ζωής στους νεφροπαθείς τελικού σταδίου που βρίσκονται είτε σε λίστα αναμονής είτε δεν μπορούν να λάβουν την επιθυμητή μεταμόσχευση (Basile, et al., 2020).

Τα τελευταία χρόνια ο επιπολασμός της νεφροπάθειας τελικού σταδίου έχει αυξηθεί δραματικά με 400.000 άτομα στις ΗΠΑ (Sala & Allon, 2017). Παρόμοια αύξηση όπως είναι λογικό παρατηρήθηκε και στον επιπολασμό της αιμοκάθαρσης. Συγκεκριμένα, στις ΗΠΑ, ανάμεσα σε 746557 περιστατικά νεφροπάθειας τελικού σταδίου το 62.7% βρισκόταν σε αιμοκάθαρση, με το ποσοστό του πληθυσμού σε αιμοκάθαρση να αυξάνεται έτσι κατά 84.1% μεταξύ του 2000 και του 2017. Στην Ευρώπη και παγκοσμίως υπάρχουν αντιστοίχως 350000 και 3 εκατομμύρια ασθενείς σε αιμοκάθαρση, ενώ το τελευταίο αναμένεται να αυξηθεί κατά προσέγγιση σε 5.4 εκατομμύρια μέχρι το 2030. Αυτοί οι αριθμοί και τα ποσοστά αντικατοπτρίζουν τις εγγεγραμμένες περιπτώσεις ασθενών και δεν πρέπει να ξεχνάμε ένα σημαντικό αριθμό ανθρώπων, οι οποίοι δεν έχουν πρόσβαση στην συγκεκριμένη θεραπεία κυρίως λόγω κόστους (Basile, et al., 2020).

Καθώς η τεχνολογία αλλά και η ίδια η γνώση εξελίσσεται δεν μπορεί παρά να μην επηρεάσει και τη διαδικασία της αιμοκάθαρσης. Όσο περισσότερο γνωρίζουμε για την ουραιμική κατάσταση, τόσο εξελίσσεται και η αιμοκάθαρση. Έτσι, στις ημέρες μας η αιμοκάθαρση χρησιμοποιεί τόσο τη διάχυτη όσο και τη συναγωγική μεταφορά και ο σύγχρονος εξοπλισμός επιτρέπει σε αυτούς τους δύο τύπους μεταφορών να εμφανίζονται ανεξάρτητα ή σε συνδυασμό. Εφόσον ακόμη η αιμοκάθαρση δεν δύναται να αντικαταστήσει τις ενδοκρινικές ή τις μεταβολικές λειτουργίες του νεφρού, περιορίζεται στο να απομακρύνει τις διαλυμένες ουσίες και τα υγρά (Golper, et al., 2014).

Ουσιαστικά, με τη διαδικασία της αιμοκάθαρσης τα άχρηστα προϊόντα του μεταβολισμού (ουρία, κρεατινίνη, κάλιο κ.τ.λ.) μεταφέρονται με τη λεγόμενη αρτηριακή γραμμή και με τη βοήθεια της αντλίας την οποία περιέχει το μηχάνημα αιμοκάθαρσης στο φίλτρο. Το φίλτρο με τη σειρά του λειτουργεί ως ημιπερατή μεμβράνη, επιτρέποντας την ανταλλαγή ουσιών από το αίμα προς το διάλυμα και το αντίθετο με παράλληλη απομάκρυνση των περιττών υγρών. Το καθαρό αίμα επιστρέφει

στον ασθενή μέσω της φλεβικής γραμμής. Η συνολική αυτή διαδικασία, η οποία επαναλαμβάνεται κατά τη διάρκεια της συνεδρίας αιμοκάθαρσης έχει ως πρωταρχικό σκοπό την εξισορρόπηση των υγρών και των ηλεκτρολυτών στο αίμα του ασθενούς και συνεπώς τη βελτίωση της ποιότητας της ζωής του (Anon., n.d.).

Το μηχάνημα της αιμοκάθαρσης ακολουθεί την παραπάνω διαδικασία και εκτελεί διαφορετικές λειτουργίες με αυστηρούς κανόνες και περιορισμούς ανάλογα τη φάση εκτέλεσης, δηλαδή αν πρόκειται για την κυκλοφορία αίματος και την κυκλοφορία του υγρού της διάλυσης της αιμοκάθαρσης. Το κύκλωμα – η κυκλοφορία του αίματος κυρίως περιλαμβάνει οθόνες πίεσης (αρτηριακής και φλεβικής), γραμμές αίματος, αντλία αίματος, αντλία ηπαρίνης, ανιχνευτή απώλειας αέρα και σφικτήρες. Η κυκλοφορία – το κύκλωμα του υγρού διάλυσης περιλαμβάνει τη θέρμανση, την απαέρωση, τη δημιουργία αναλογιών, το γενικό έλεγχο, την υπερδιήθηση και την απολύμανση (Madhukar, 2005).

Η κατάλληλη δόση της αιμοκάθαρσης ουσιαστικά ορίζεται από την εκτίμηση της μέτρησης της κάθαρσης των τοξικών προϊόντων / ουσιών που κατακρατούνται στη νεφρική ανεπάρκεια, η πλειονότητα των οποίων είναι υποπροϊόντα του μεταβολισμού των πρωτεϊνών. Η χρησιμοποίηση της κινητικής της ουρίας, δηλαδή η χρησιμοποίηση της ως υποκατάστατο για την ποσοτικοποίηση της κάθαρσης αζωτούχων ουσιών μικρού μοριακού βάρους είναι η μέθοδος που έχει διερευνηθεί κι έχει επικυρωθεί πλήρως. Η ποσότητα της ουρίας που πρέπει να αφαιρεθεί υπολογίζεται κυρίως σε συμφωνία με το βάρος του ασθενούς και σε συμφωνία με την εξίσωση συσχέτισης της κάθαρσης της ουρίας με τον όγκο κατανομής της στον ασθενή. Η εξίσωση που χρησιμοποιείται ως δείκτης επάρκειας από τους ειδικούς είναι η: Kt/V_{urea} , όπου έχει επικυρωθεί από τυχαιοποιημένες κλινικές μελέτες (Himmelfarb & Ikizler, 2010) (Schulman, 2004).

Ο χρόνος της αιμοκάθαρσης είναι εξίσου σημαντικός για τον καθορισμό της αποτελεσματικότητας της θεραπείας καθώς μπορεί να επηρεάσει την ικανότητα της διάλυσης να αποβάλλει με ασφάλεια τις διαλυμένες ουσίες και την περίσσεια συσσωρευμένων υγρών. Παρομοίως με το χρόνο σημαντική είναι και η συχνότητα με την οποία λαμβάνει χώρα η διαδικασία, η οποία κυρίως καθορίζεται από το είδος της

αιμοκάθαρσης που θα επιλεγθεί. Για παράδειγμα, η συμβατική αιμοκάθαρση πραγματοποιείται συνήθως 3 φορές την εβδομάδα (Himmelfarb & Ikizler, 2010).

Εξίσου καίριας σημασίας για την επιτυχία της συνεδρίας αιμοκάθαρσης είναι και η σωστή πρόσβαση του ασθενούς στο μηχάνημα. Υπάρχουν τρία είδη αγγειακής πρόσβασης : 1) με φίστουλα, 2) με ένα πλαστικό μόσχευμα (graft) και 3) μέσω καθετήρα (Central Venous Catheter – CVC) που συνήθως τοποθετείται σε μια μεγάλη κεντρική φλέβα συνήθως στο λαιμό (Anon., 2017) (Kima , et al., 2019) (Stegmayer, et al., 2020).

Φυσικά αν κι η αιμοκάθαρση ως μέσο θεραπείας είναι επιστημονικά τεκμηριωμένο ότι έχει θετικά αποτελέσματα στη διαβίωση και στην ποιότητα ζωής των ασθενών, εμφανίζει κι αρκετές επιπλοκές. Οι επιπλοκές αυτές είναι μάλιστα αρκετά συχνές και χωρίζονται είτε σε αυτές που προκαλούνται από τη μέθοδο πρόσβασης είτε από την ίδια την διαδικασία. Κάποιες από τις πρώτες είναι η στένωση της αγγειακής πρόσβασης, η θρόμβωση της πρόσβασης, το ινοεπιθηλιακό περίβλημα, η απομάκρυνση της φλεβικής βελόνας κ.ά. Κάποιες από τις δεύτερες είναι οι DDS, εμβολή αέρα, αιμόλυση, αλλεργική αντίδραση, αντίδραση στον ενδοφλέβιο σίδηρο, επιπλοκές λόγω του νερού αιμοκάθαρσης (Saha & Allon, 2016), ενδοδιαλυτική υπόταση (Willis, et al., 2021), πονοκέφαλος, ναυτία, εμετός, πόνος στο στήθος και κυνάγχη, αρρυθμίες κ.τ.λ. (Holley, et al., 2010).

Όπως η εξέλιξη της τεχνολογίας βοήθησε στη βελτίωση των μηχανημάτων αιμοκάθαρσης, παρομοίως η εξέλιξη της γνώσης αλλά και η επιτακτική ανάγκη για να λυθούν κάποιες από τις παραπάνω παρενέργειες οδήγησαν στην εξέλιξη των ειδών της αιμοκάθαρσης. Σήμερα, συναντάμε δύο κύρια είδη αιμοκάθαρσης, την τυπική – συμβατική αιμοκάθαρση και την λεγόμενη «καθημερινή». Η τελευταία, χωρίζεται σε δύο υπότυπους την ημερήσια και τη νυχτερινή. Φυσικά, υπάρχει και η ευρύτερη περιγραφή βασισμένη στη δυνατότητά τους να γίνεται σε κέντρο / κλινική αιμοκάθαρσης ή στο σπίτι. Δηλαδή, η τυπική αιμοκάθαρση συμβαίνει μόνο σε κέντρα ή κλινικές, η ημερήσια μπορεί να συμβεί και στα δύο, ενώ η νυχτερινή μόνο στο σπίτι.

Η τυπική – συμβατική αιμοκάθαρση αποτελεί τη βασική πρακτική για την πλειονότητα των κλινικών και πραγματοποιείται κάθε εβδομάδα με συχνότητα τριών συνεδριών των

τεσσάρων ωρών με οποιοδήποτε μηχάνημα αιμοκάθαρσης (Ayus, et al., 2005) (Gesualdo, 2016). Κατά τη διάρκεια της συμβατικής αιμοκάθαρσης συνήθως το αίμα του ασθενούς λαμβάνεται μέσω ενός σωλήνα με ρυθμό 200 – 400 ml / min (Maduell, 2018), ενώ ο συνολικός όγκος έγχυσης καθορίζεται από την υπερδιήθηση, το ιζώδες του αίματος και τη διάρκεια της συνεδρίας (Maduell, 2018).

Το υπόβαθρο της καθημερινής αιμοκάθαρσης στηρίζεται στο γεγονός ότι δώδεκα ώρες εβδομαδιαίας αιμοκάθαρσης χωρισμένες σε έξι φορές, αυξάνουν σημαντικά την κάθαρση της ουρίας, καθώς η πλειονότητα της ουσίας αποβάλλεται κατά τη διάρκεια των πρώτων δύο ωρών της συνεδρίας. Ο ακριβής όρος της καθημερινής αιμοκάθαρσης ουσιαστικά περιγράφει την καθημερινή συχνότητα γι' αυτό χωρίζεται σε δύο κατηγορίες : στην σύντομη ημερήσια αιμοκάθαρση και στη νυχτερινή αιμοκάθαρση.

Όπως αναφέραμε παραπάνω, η σύντομη ημερήσια – ημερήσια αιμοκάθαρση μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε σε κέντρο / κλινική αιμοκάθαρσης είτε στο σπίτι από οποιοδήποτε μηχάνημα. Η μέση ροή αίματος κυμαίνεται στα 250 – 300 ml / min ενώ η μέση ροή του διαλύματος αιμοκάθαρσης στα 300 ml / min. Η πρόσβαση στη σύντομη ημερήσια αιμοκάθαρση μπορεί να πραγματοποιηθεί με κεντρικό φλεβικό καθετήρα αλλά και με φίστουλα ή graft. Βέβαια, ο ιδανικός τρόπος είναι η χρήση φίστουλας. Ακολουθώντας τη λογική της κινητικής, δηλαδή του $stdKt/V$, η χαμηλότερη αποδεκτή δόση για την σύντομη ημερήσια αιμοκάθαρση είναι μία ισορροπημένη Kt/V 0,38 ή 1,5 – 2 ώρες αιμοκάθαρσης 6 φορές την εβδομάδα.

Η νυχτερινή αιμοκάθαρση πραγματοποιείται στο σπίτι, σίγουρα προϋποθέτει την εκπαίδευση του ίδιου του ασθενή αλλά και του φροντιστή του, ενώ πραγματοποιείται για 8 ώρες συνεχόμενα. Κατά τη διάρκεια της νυχτερινής αιμοκάθαρσης πρέπει να παρατηρείται στενά η διαδικασία για να διασφαλίζεται η ασφάλειά της συνεδρίας, καθώς υπάρχει αυξημένη δυνατότητα επιπλοκών (όπως π.χ. απομάκρυνση της αρτηριοφλεβικής πρόσβασης, εμβολή αέρα κ.ά.). Παρομοίως και σε αυτόν τον υπότυπο δύναται να έχουμε είτε πρόσβαση με κεντρικό φλεβικό καθετήρα είτε με φίστουλα και graft, αλλά κυρίως προτιμάται πρόσβαση με μόνο μία βελόνα. Η δόση κι εδώ εξαρτάται από την κινητική της ουρίας ωστόσο κυρίως βασίζεται στη διάρκεια ύπνου του ασθενούς. Τέλος, μία από τις βασικές αντενδείξεις για τη θεραπεία με νυχτερινή

αιμοκάθαρση αποτελεί οποιαδήποτε αντένδειξη για χρήση ηπαρίνης (Pierratos, 2002) (Rocco, 2009).

Τα αποτελέσματα των μελετών που αφορούν την εκτίμηση του κατάλληλου τύπου αιμοκάθαρσης συγκλίνουν προς τη χρήση της καθημερινής αιμοκάθαρσης. Κάποιες παράμετροι που μελετήθηκαν αφορούσαν τόσο την επιβίωση όσο και την ποιότητα ζωής των ασθενών σε αιμοκάθαρση έδειξαν ενθαρρυντικά αποτελέσματα αφού οι ασθενείς εμφάνισαν υψηλό ποσοστό επιβίωσης τόσο με την σύντομη ημερήσια όσο και με τη νυκτερινή αιμοκάθαρση (92% και 93% αντίστοιχα) αλλά και βελτίωσαν την ποιότητα της ζωής του ασθενούς σύμφωνα με το SF – 36 ή το KDQOL (Rocco, 2009) (Pierratos, 2002). Ακόμη, σε μία έρευνα που μελετήθηκε η αποτελεσματικότητα των δύο υποτύπων σε σύγκριση με την συμβατική με δείκτες μοντέλα κινητικής της ουρίας (spKt/V, stdKt/V και eKt/V), τα αποτελέσματα έδειξαν ότι και οι δύο υπότυποι είναι πιο αποτελεσματικοί στη βελτίωση της εβδομαδιαίας κάθαρσης της ουρίας (Suri, et al., 2003). Τα αποτελέσματα αυτά επιβεβαίωσαν και τα αποτελέσματα μιας προηγούμενης έρευνας στην οποία βρέθηκε επίσης βελτιωμένη κάθαρση, ειδικά σε όσους λάμβαναν νυκτερινή αιμοκάθαρση (Lindsay, et al., 2001).

Εκτός από τα παραπάνω θετικά αποτελέσματα, τόσο η σύντομη ημερήσια όσο και η νυκτερινή αιμοκάθαρση φαίνεται πως βελτιώνουν τα προηγμένα γλυκοποιημένα τελικά προϊόντα, τη β2 μικροσφαιρίνη και την ομοκυστεΐνη αφού μειώνουν τις συγκεντρώσεις των γλυκοποιημένων τελικών προϊόντων και της ομοκυστεΐνης, ενώ παράλληλα αυξάνουν την κάθαρση της β2 μικροσφαιρίνης.

Όσο αφορά την αποτελεσματικότητά τους στις καρδιαγγειακές παραμέτρους, σε έρευνες φάνηκε βελτίωση της αρτηριακής πίεσης και μείωση της χρήσης αντιυπερτασικών φαρμάκων. Μειώσεις επίσης παρατηρήθηκαν και στη μάζα της αριστερής κοιλίας της καρδιάς κατά τη χρήση σύντομης ημερήσιας αιμοκάθαρσης και κατά τη χρήση της νυκτερινής, ενώ κατά την τελευταία εκτός από τη μείωση βελτιώθηκε γενικά η λειτουργία της αριστερής κοιλίας.

Βελτίωση ακόμη παρατηρήθηκε και στον έλεγχο της αναιμίας, αφού έρευνες έδειξαν μείωση στη δόση ερυθροποιητίνης κατά 30 – 40 % και αύξηση στην αιμοσφαιρίνη. Ακόμη, μικρές θετικές αλλαγές παρατηρήθηκαν και στην ανανέωση των οστών σε

έρευνα στην οποία μελετήθηκαν 17 ασθενείς που έλαβαν θεραπεία με νυχτερινή αιμοκάθαρση.

Έρευνες που πραγματοποιήθηκαν πάνω στην καθημερινή αιμοκάθαρση έδειξαν βελτίωση και στον τομέα της διατροφής αφού οι ασθενείς εμφάνισαν βελτίωση στην όρεξη και στη πρόσληψη βάρους, αύξηση αλβουμίνης, προαλβουμίνης, χοληστερόλης και μυϊκής μάζας.

Τέλος, όταν μελετήθηκαν 14 ασθενείς για την ποιότητα του ύπνου τους κατά τη διάρκεια νυχτερινής αιμοκάθαρσης, παρατηρήθηκε ότι στους 7 ασθενείς που έπασχαν από υπνική άπνοια βελτιώθηκε στο φυσιολογικό η συχνότητα επεισοδίων άπνοιας / υπόπνοιας. Συνεπώς, η νυχτερινή αιμοκάθαρση ίσως να βελτιώνει την υπνική άπνοια σχετιζόμενη με χρόνια νεφρική ανεπάρκεια (Pierratos, 2002) (Rocco, 2009).

Καταλαβαίνουμε λοιπόν ότι η καθημερινή αιμοκάθαρση μάλλον θα έπρεπε να χρησιμοποιείται περισσότερο. Ωστόσο, κάποια μειονεκτήματα που αφορούν κυρίως το υψηλό κόστος που εμφανίζει λόγω αυξημένης συχνότητας, καθώς και κάποια αποτελέσματα ερευνών που δεν δείχνουν σημαντική διαφορά στα ποσοστά επιβίωσης / θνησιμότητας, αποτελούν τροχοπέδη στη συχνότερη χρήση της (Lindsay, et al., 2001) (Rocco, 2009) (Pierratos, 2002).

Ένα τρίτο είδος χρόνιας περιοδικής αιμοκάθαρσης είναι η αιμοδιαδιήθηση. Η αιμοδιαδιήθηση συνδυάζει τα πλεονεκτήματα της αιμοκάθαρσης, δηλαδή τον υψηλό ρυθμό μεταφοράς διαλυμένων ουσιών – μορίων χαμηλού μοριακού βάρους με διάχυση και της αιμοδιήθησης, δηλαδή την υψηλή μεταφορά ουσιών με μετααγωγικές διαδικασίες. Η HDF χρησιμοποιείται τόσο ως συνεχής όσο κι ως διαλείπουσα θεραπεία νεφρικής υποκατάστασης. Τα πιθανά πλεονεκτήματα της αιμοδιαδιήθησης σχετίζονται με τη διόρθωση της αναιμίας, τη φλεγμονή, το οξειδωτικό στρες, το λιπιδικό προφίλ και το προϊόν ασβεστίου – φωσφορικού (Kotanko, et al., 2010).

Η αιμοδιαδιήθηση περιλαμβάνει τέσσερις κυρίως υπότυπους, ενώ ο ένας από αυτούς τους υπότυπους περιλαμβάνει ακόμη έναν υπότυπο. Οι υπότυποι αυτοί είναι η HDF μετά την αραίωση (με υπότυπο την διαδοχική HDF μετά την αραίωση), η HDF πριν την αραίωση, η HDF μέσης αραίωσης και η HDF μικτής αραίωσης. Αυτοί οι τέσσερις

υπότυποι ουσιαστικά διαφέρουν ως προς τη θέση που χορηγείται ο όγκος αντικατάστασης στο εξωσωματικό κύκλωμα. Δηλαδή, στην HDF μετά την αραίωση το διάλυμα – φίλτρο της αιμοκάθαρσης εγχέεται μετά από την είσοδο του αίματος στην συσκευή αιμοκάθαρσης, ενώ στην HDF πριν την αραίωση όπως καταλαβαίνουμε εγχέεται πριν. Στην HDF μέσης αραίωσης, απαιτείται μία ειδική συσκευή διάλυσης στην οποία το αίμα εισέρχεται μέσω μιας κεντρικής δέσμης ινών και επιστρέφει προς την αντίθετη κατεύθυνση μέσω των περιφερειακών ινών. Το υγρό επανέγχυσης ενσωματώνεται μεταξύ των δύο τμημάτων της συσκευής διάλυσης, ως εκ τούτου, στην πρώτη ενότητα λαμβάνει χώρα HDF μετά την αραίωση και στη δεύτερη προ – αραίωσης. Τέλος, στην μικτής αραίωσης το διάλυμα – υγρό αντικατάστασης εγχέεται ταυτόχρονα πριν και μετά την αραίωση, με το ποσοστό έγχυσης πριν και μετά την αραίωση να ελέγχεται αυτόματα μέσω της ανατροφοδότησης της διαμεμβρανικής πίεσης και της υπερδιήθησης.

Ο πιο ευρέως χρησιμοποιούμενος τρόπος αιμοδιαδιήθησης είναι αυτός της μετά – αραίωσης και συνήθως τα αποτελέσματα των κλινικών μελετών – ερευνών που αναφέρουν τα προτερήματα της μεθόδου βασίζονται σε αυτό το είδος. Ωστόσο και σε αυτό το είδος υπάρχουν επιπλοκές όπως η πρόκληση θρόμβων στο εξωκυττάριο σύστημα. Η αιμοδιαδιήθηση προ – αραίωσης επίσης εμφανίζει κάποια μειονεκτήματα καθώς φαίνεται πως μειώνει την απομάκρυνση της διαλυμένης ουσίας, μειώνοντας κατά συνέπεια και τις συγκεντρώσεις της διαλυμένης ουσίας στο διαμέρισμα του αίματος. Επίσης, έχει παρατηρηθεί ότι σε ορισμένες περιπτώσεις, η κάθαρση διαλυμένων ουσιών μικρού μοριακού βάρους μπορεί να είναι χαμηλότερη συγκριτικά με την συμβατική αιμοκάθαρση υψηλής ροής (Tattersall, et al., 2013) (de Sequera-Ortiz, et al., 2013). Γι' αυτούς τους λόγους φαίνεται πως αναπτύχθηκαν οι δύο άλλοι τύποι αιμοδιαδιήθησης.

Όταν συγκρίθηκαν η μετά - και η μικτή HDF αραίωσης όσο αφορά την κάθαρση ουραιμικών τοξινών δεν βρέθηκαν ουσιαστικές διαφορές σε καθένα από τα μόρια που αναλύθηκαν. Οι περισσότερες βέβαια μελέτες συγκρίνουν κυρίως την μετά – με την προ – αραίωσης HDF και συστήνουν πως η μετά – αραίωσης είναι πιο αποτελεσματική όσο αφορά την κάθαρση διαλυμένων ουσιών τόσο μικρού αλλά και μεσαίου μοριακού βάρους. Αυτό αποδίδεται στο γεγονός ότι στην αιμοδιαδιήθηση πριν την αραίωση, η

μεταφορά διάχυσης μειώνεται. Έτσι, ερχόμαστε στο συμπέρασμα ότι η μικτή αιμοδιαδιήθηση δεν είναι κατώτερη από τη μετά την αραίωση αιμοδιαδιήθηση, δεδομένου του γεγονότος ότι χρησιμοποίησαν τις ίδιες παραμέτρους κατά την τεχνική διαδικασία τους (de Sequera-Ortiz, et al., 2013).

Σε ακόμη μία έρευνα που επίσης συγκρίθηκε η αποτελεσματικότητα της HDF μικτής αραίωσης με τις άλλες μορφές αιμοδιαδιήθησης, παρατηρήθηκε μεγαλύτερη κάθαρση των διαλυμένων ουσιών στην πρώτη από ότι με την έγχυση πριν και μετά την αραίωση. Ωστόσο, σε αυτήν την έρευνα μελετήθηκε μόνο η απομάκρυνση – κάθαρση της β2 – μικροσφαιρίνης (Pedrini, et al., 2000).

Μελέτες που συνέκριναν την αποτελεσματικότητα την HDF μετά την αραίωση με τη HDF μέσης αραίωσης, αν και οι διαδικασίες πραγματοποιήθηκαν με διαφορετικές μεμβράνες κι επιφάνειες, βρήκαν ότι τα ποσοστά απομάκρυνσης – κάθαρσης διαλυμένων ουσιών μικρού μοριακού βάρους, όπως η ουρία και η κρεατινίνη, είναι υψηλότερα κατά την πρώτη, ενώ μόρια μεγαλύτερου μοριακού βάρους, όπως η β2 – μικροσφαιρίνη, μυοσφαιρίνη, προλακτίνη κ.τ.λ., εμφανίζουν υψηλότερα ποσοστά κάθαρσης με τη δεύτερη.

Λαμβάνοντας υπόψη όλες αυτές τις μελέτες προτάθηκε από τους ειδικούς να χρησιμοποιείται η απομάκρυνση β2 – μικροσφαιρίνης ως βιοχημικός δείκτης για την αποτελεσματικότητα της αιμοδιαδιήθησης (de Sequera-Ortiz, et al., 2013).

Όταν συγκρίθηκε η HDF μετά την αραίωση με τη διαδοχική HDF μετά την αραίωση, η δεύτερη έδειξε καλύτερα αποτελέσματα από την τυπική αιμοδιαδιήθηση μετά την αραίωση για την κάθαρση διαλυμένων ουσιών – μορίων μεσαίου μοριακού βάρους, στο γενικότερο επίπεδο όταν συγκρίθηκαν βρέθηκαν παρόμοια αποτελέσματα και γι' αυτό το λόγο δεν προτείνεται σε ασθενείς που βρίσκονται σε σταθερή κατάσταση και έχουν βέλτιστο ρυθμό ροής αίματος (Kanter, et al., 2008).

Συμπερασματικά, η αιμοδιαδιήθηση είναι ένας καλός τρόπος υποκατάστασης της νεφρικής λειτουργίας. Αν και ο περισσότερο χρησιμοποιούμενος υπότυπος είναι ο HDF μετά την αραίωση, παρουσιάζει σίγουρα κάποια μειονεκτήματα από τις επιπλοκές (πρόκληση θρόμβων). Για την εξάλειψη αυτών των επιπλοκών καθώς και για των

μειονεκτημάτων της αιμοδιαδιήθησης πριν την αραίωση (μειωμένος ρυθμός κάθαρσης) μπορούν να χρησιμοποιηθεί οι άλλοι δύο υπότυποι. Από τους δύο αυτούς θετικά αποτελέσματα κυρίως εμφανίζει η HDF μικτής αραίωσης, αφού δεν είναι κατώτερη από την μετά – αραίωσης HDF σχετικά με την κάθαρση διαλυμένων ουσιών – μορίων μικρού και μεσαίου μοριακού βάρους και την κάθαρση μορίων, τα οποία είναι δεσμευμένα με πρωτεΐνες (δεδομένου ότι εφαρμόζονται τα ίδια πρωτόκολλα, δηλαδή οι ίδιοι συντελεστές σε κάθε είδος). Το μόνο μειονέκτημα που μπορούμε να προσδώσουμε σε αυτό το είδος αιμοδιαδιήθησης είναι το πιο αυξημένο κόστος και τα διαφορούμενα αποτελέσματα των ερευνών ως προς την αποτελεσματικότητά τους στην αιμοδυναμική σταθερότητα των ασθενών. Ωστόσο, είναι σίγουρα καλύτερη η χρήση της στους ασθενείς με προβλήματα ροής ή / και συγκέντρωσης αίματος (de Sequera-Ortiz, et al., 2013) (Anon., 2016) (Tattersall, et al., 2013).

Όσο αφορά τη γενικότερη σύγκριση των δύο ευρύτερων αυτών ειδών υποκατάστασης νεφρικής λειτουργίας, δηλαδή της αιμοκάθαρσης και της αιμοδιαδιήθησης, τα αποτελέσματα ερευνών είναι κάπως διαφορούμενα. Για να το εξηγήσουμε περαιτέρω, γνωρίζουμε ότι η αιμοδιαδιήθηση παρέχει καλύτερη καρδιαγγειακή σταθερότητα στους ασθενείς που λαμβάνουν αιμοδιάλυση, ωστόσο σε έρευνες δεν βρέθηκαν κάποιες διαφορές στις καρδιαγγειακές παραμέτρους (δεδομένου πάλι ότι και στις δύο διαδικασίες οι παράμετροι της διάλυσης ήταν ίδιοι). Ωστόσο, κατά την αιμοδιαδιήθηση η κάθαρση της ουρίας ήταν σημαντικά βελτιωμένη, όπως και η κάθαρση της β2 μικροσφαιρίνης. Καταλήγουμε λοιπόν στο συμπέρασμα ότι η αιμοδιαδιήθηση ίσως είναι καλύτερη μέθοδος στους ασθενείς που βρίσκονται σε σταθερή κατάσταση, αφού και παρουσιάζει καλύτερη κάθαρση των μορίων μικρού μοριακού βάρους και δεν αυξάνει το χρόνο που απαιτείται για τη διάλυση (Kerr, et al., 1992) (Shroff, et al., 2019).

Όσο αφορά τη γενικότερη σύγκριση της αιμοκάθαρσης με την περιτοναϊκή κάθαρση, πρέπει αρχικά να αναφερθούμε ότι η αιμοκάθαρση απαιτεί ένα μηχάνημα τεχνητού νεφρού για να φιλτράρει το αίμα, ενώ η περιτοναϊκή κάθαρση όχι. Η τελευταία, αντί να χρησιμοποιεί μηχάνημα, χρησιμοποιεί το εσωτερικό της κοιλιάς ως φυσικό φίλτρο για το αίμα. Η επιλογή των δύο αυτών ειδών βασίζεται κυρίως στο κίνητρο και την επιθυμία του ασθενούς, τη γεωγραφική απόσταση από τη μονάδα αιμοκάθαρσης, την προκατάληψη των γιατρών/νοσηλευτών και την εκπαίδευση των ασθενών. Οι

περισσότερες έρευνες δείχνουν ότι ο σχετικός κίνδυνος θανάτου είναι χαμηλότερος για τους ασθενείς σε περιτοναϊκή διήθηση, ειδικά τους πρώτους 3 μήνες της θεραπείας. Φαίνεται πως καθώς αυξάνεται το διάστημα της θεραπείας, αυτός ο σχετικός κίνδυνος γίνεται ίδιος με αυτόν της αιμοκάθαρσης, οπότε συμπερασματικά μπορούμε να πούμε πως η επιβίωση των ασθενών σε περιτοναϊκή κάθαρση είναι καλύτερη στους αρχικούς μήνες της θεραπείας. Αν συγκρίνουμε το κόστος των δύο μεθόδων, φαίνεται πως η περιτοναϊκή κάθαρση εμφανίζει χαμηλότερο και επομένως μεγαλύτερη ικανοποίηση στον ασθενή. Και οι δύο μέθοδοι εμφανίζουν σημαντικές επιπλοκές κυρίως από ελλιπή γνώση του ιατρονοσηλευτικού προσωπικού (Sinnakirouchenan & Holley, 2011) (Aparour, et al., 2015). Τέλος, καταλαβαίνουμε λοιπόν πως δεν υπάρχουν ουσιαστικές διαφορές, αλλά κυρίως έγκειται στην επιλογή του ασθενούς. Για παράδειγμα, με την αιμοκάθαρση ο ασθενής μπορεί να χρειάζεται να πηγαίνει σε κέντρο αιμοκάθαρσης, πράγμα που δεν είναι απαραίτητο με την περιτοναϊκή κάθαρση. Αντίθετα, ο ασθενής μπορεί να μην επιθυμεί να κάνει συνεδρίες καθημερινά, πράγμα το οποίο είναι αδύνατο με την περιτοναϊκή κάθαρση, ενώ είναι δυνατό με την αιμοκάθαρση (Anon., χ.χ.).

Συνοψίζοντας, είναι αδιαμφισβήτητο το γεγονός πως η χρόνια αιμοκάθαρση έχει βελτιώσει με την πάροδο των χρόνων το ποσοστό επιβίωσης των ασθενών με νεφρική ανεπάρκεια τελικού σταδίου, που είτε περιμένουν είτε δεν μπορούν να λάβουν μόσχευμα. Αυτό συμβαίνει ανεξάρτητα από το είδος της αιμοκάθαρσης (Karkar, 2012).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η χρόνια αιμοκάθαρση είναι σαφώς ένα αποτελεσματικός τρόπος για την επιβίωση και τη βελτίωση της ζωής των ασθενών με νεφροπάθεια τελικού σταδίου. Τα είδη της χρόνιας αιμοκάθαρσης, η συμβατική και η καθημερινή (σύντομη ημερήσια και νυχτερινή), είναι εξίσου αποτελεσματικές ως προς τα παραπάνω αλλά και ως προς άλλες συννοσηρότητες που προκύπτουν κατά τη διαδικασία της. Πιο αποτελεσματική φαίνεται να είναι η νυχτερινή με μικρή απόκλιση από την σύντομη ημερήσια, ωστόσο όλες οι μέθοδοι δεν είναι τέλειες και σίγουρα χρειάζονται περισσότερες έρευνες και μελέτες για τη βελτιστοποίησή τους.

Το ίδιο αποτελεσματική φαίνεται να είναι και η αιμοδιαδιήθηση ως προς την υποκατάσταση της νεφρικής λειτουργίας. Τα είδη της αιμοδιαδιήθησης δηλαδή η HDF μετά την αραίωση (και ο υπότυπος αυτής, η διαδοχική HDF μετά την αραίωση), η HDF πριν την αραίωση, η HDF μέσης και η HDF μικτής αραίωσης είναι εξίσου αποτελεσματικές και για τη βελτίωση της ποιότητας της ζωής των ασθενών και για την επιβίωσή τους. Φαίνεται πως η καλύτερη επιλογή είναι είτε η HDF μετά την αραίωση είτε η HDF μικτής αραίωσης. Βέβαια, όλες οι μέθοδοι χρειάζονται περαιτέρω έρευνες και κλινικές δοκιμές για να είμαστε απόλυτα βέβαιοι για τη χρησιμότητά τους.

Επίσης αποτελεσματική φαίνεται να είναι και η μέθοδος της περιτοναϊκής κάθαρσης, αφού έρευνες έδειξαν τα ίδια αποτελέσματα με τις άλλες μεθόδους υποκατάστασης της νεφρικής λειτουργίας. Οι δύο τύποι περιτοναϊκής διήθησης : η συνεχής ημερήσια φορητή περιτοναϊκή κάθαρση (Continuous Ambulatory Peritoneal Dialysis – CAPD) και η αυτοματοποιημένη περιτοναϊκή κάθαρση φαίνεται πως λειτουργούν εξίσου αποτελεσματικά και η επιλογή τους έγκειται στις προτιμήσεις του ασθενούς.

Τέλος, όσο αφορά την επιλογή αιμοκάθαρσης ή αιμοδιαδιήθησης, δεν υπάρχει τόσο μεγάλη διαφορά αφού τα αποτελέσματα είναι αμφιλεγόμενα όσο αφορά τη βελτίωση των καρδιαγγειακών παραμέτρων. Ωστόσο, η αιμοδιαδιήθηση φαίνεται πως δουλεύει καλύτερα σε ασθενείς που βρίσκονται σε σταθερή κατάσταση και εμφανίζει καλύτερη κάθαρση σε διαλυμένες ουσίες – μόρια μικρού και μεσαίου μοριακού βάρους όπως η ουρία, η κρεατινίνη, η β2 μικροσφαιρίνη κ.ά.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Basile, C. και συν., 2020. Frontiers in hemodialysis: Innovations and technological advances. *Artificial Organs*, pp. 1-8.

Golper, T. A. και συν., 2014. Hemodialysis: Core Curriculum 2014. *American Journal of Kidney Diseases*, 63(1), pp. 153-163.

Kima , D. H. και συν., 2019. The effects of vascular access types on the survival and quality of life and depression in the incident hemodialysis patients. *Renal Failure*, 42(1), pp. 30-39.

Agar, J. W. M., MacGregor , M. S. & Blagg, C. R., 2007. Chronic Maintenance Hemodialysis : Making sense of the terminology. *Hemodialysis International*, Τόμος 11, pp. 252-262.

Ahmed, H. . A., Zahran, A. M. & Issawi, R. A. A. H., 2020. Prevalence and etiology of end-stage renal disease patients on maintenance hemodialysis. *Menoufia Medical Journal*, 33(3), pp. 766-771.

Anon., 2012. *Magnum Heart Institute*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://magnumheartinstitute.com/department-of-nephrology.htm>
[Πρόσβαση 29 October 2021].

Anon., 2016. *The Effect of On-Line Hemodiafiltration Versus High Flux Hemodialysis on Hemodynamic Parameters in Patients With Intra-Dialytic Hypotension*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://clinicaltrials.gov/ct2/show/study/NCT02719223>
[Πρόσβαση 2 December 2021].

Anon., 2017. *National Kidney Foundation*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.kidney.org/atoz/content/hemoaccess>
[Πρόσβαση 24 October 2021].

Anon., χ.χ. *Centers for Disease Control and Prevention*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.cdc.gov/dialysis/patient/index.html>
[Πρόσβαση 24 October 2021].

Anon., χ.χ. *Euromedica*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://hipeceuromedica.gr/el/%CF%84%CE%AF-%CE%B5%CE%AF%CE%BD%CE%B1%CE%B9-%CF%84%CE%BF-%CF%80%CE%B5%CF%81%CE%B9%CF%84%CF%8C%CE%BD%CE%B1%CE%B9%CE%BF>
[Πρόσβαση 11 March 2022].

Anon., χ.χ. *Kidney Care UK*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://www.kidneycareuk.org/about-kidney-health/treatments/dialysis/haemodialysis-access-arteriovenous-fistula/>
[Πρόσβαση 24 October 2021].

Anon., χ.χ. *ΧΡΟΝΙΑ ΑΙΜΟΚΑΘΑΡΣΗ - ΝΕΦΡΟΛΟΓΙΚΗ ΑΕ*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://www.nefrologiki.gr/1514/default>
[Πρόσβαση 10 October 2021].

Atapour, A., Eshaghian, A., Taheri, D. & Dolatkah, S., 2015. Hemodialysis versus peritoneal dialysis, which is cost-effective?. *Saudi Journal of kidney diseases and transplantation : an official publication for the Saudi Center for organ transplantation, Saudi Arabia*, 26(5), pp. 962-965.

Ayus, J. C. και συν., 2005. Effects of Short Daily versus Conventional Hemodialysis on Left Ventricular Hypertrophy and Inflammatory Markers: A Prospective, Controlled Study. *Journal of the American Society of Nephrology*, 16(9), pp. 2778-2788.

Bargman, J. . M., 2012. Advances in Peritoneal Dialysis : A Review. *Seminars in Dialysis*, 25(5), pp. 545-549.

Crabtree, J. H. & Chow, K.-M., 2017. Peritoneal Dialysis Catheter Insertion. *Seminars in Nephrology*, 37(1), pp. 17-29.

de Sequera-Ortiz, P. και συν., 2013. A comparison of the effectiveness of two online haemodiafiltration modalities: mixed versus post-dilution. *Nefrologia*, 33(6), pp. 751-868.

Diseases, N. I. ο. D. α. D. α. K., χ.χ. *NIH*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://www.niddk.nih.gov/health-information/kidney-disease/kidney->

failure/peritoneal-dialysis

[Πρόσβαση 12 March 2022].

Georgianos, P., Sarafidis, P., Sinha, A. & Agarwal, R., 2015. Adverse Effects of Conventional Thrice Weekly Hemodialysis: Is it time To Avoid 3-day Interdialytic Intervals?. *American Journal of Nephrology*, 41(4-5), pp. 400-408.

Gesualdo, L., 2016. *US National Library of Medicine - Clinical Trials.gov*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT02002949>

[Πρόσβαση 29 October 2021].

Grooteman, M. P. & Blankestijn, P. . J., 2021. *UpToDate*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: https://www.uptodate.com/contents/chronic-intermittent-high-volume-hemodiafiltration?topicRef=94765&source=see_link

[Πρόσβαση 2 December 2021].

Himmelfarb, J. & Ikizler, T. A., 2010. Hemodialysis. *The New England Journal of Medicine*, pp. 1833-1845.

Holley, J. L., Berns, J. S. & Post, T. W., 2010. Acute complications during hemodialysis. *Academia*.

Jean, G. και συν., 2015. Online-haemodiafiltration vs. conventional haemodialysis: a cross-over study. *BMC Nephrology*, 16(70).

Kanter, J. και συν., 2008. On-line sequential hemodiafiltration (OL-S-HDF): a new therapeutic option. *Nefrologia*, 28(4), pp. 361-473.

Karkar, A., 2012. Modalities of hemodialysis: quality improvement. *Saudi journal of kidney diseases and transplantation : an official publication of the Saudi Center of Organ Transplantation, Saudi Arabia*, 23(6), pp. 1145-1161.

Kerr, P. B. και συν., 1992. Comparison of hemodialysis and hemodiafiltration: a long-term longitudinal study. *Kidney International*, 41(4), pp. 1035-1040.

- Kerr, P. G., 2011. International differences in hemodialysis delivery and their influence on outcomes. *American Journal of kidney diseases : the official journal of The National Kidney Foundation*, 58(3), pp. 461-470.
- Kotanko, P., Kuhlmann, M. K. & Levin, N. W., 2010. Hemodialysis : Principles and Techniques. Στο: *Comprehensive Clinical Nephrology*. s.l.:s.n., pp. 1053-1059.
- Lindsay, R. M. & Kortas, C., 2001. Hemeral (Daily) Hemodialysis. *Advances in Renal Replacement Therapy*, 8(4), pp. 236-249.
- Lindsay, R. M. και συν., 2001. Short daily versus long nocturnal hemodialysis. Daily/Nocturnal Dialysis Study Group. *ASAIO Journal*, 47(5), pp. 449-455.
- Madhukar, M., 2005. The basics of hemodialysis equipment. *Hemodialysis International*, pp. 30-36.
- Maduell, F., 2018. Hemodiafiltration versus conventional hemodialysis: Should "conventional" be redefined?. *Seminars in Dialysis*..
- Mahan, L. & Escott - Stump, S., 2014. Ιατρική Διατροφική Θεραπεία για Νεφρικές Διαταραχές . Στο: *Krause's Θεραπευτική Διατροφή*. s.l.:s.n., pp. 270-296.
- Masud, A., Costanzo, E. . J., Zuckerman, R. & Asif, A., 2017. The Complications of Vascular Access in Hemodialysis. *Seminars in Thrombosis and Hemostasis*, 44(1), pp. 57-59.
- Mehrotra, R., Devuyst, O., Davies, S. J. & Johnson, D. W., 2016. The Current State of Peritoneal Dialysis. *Journal of the American Society of Nephrology*, 27(11), pp. 3238-3252.
- Morfin, J. A. και συν., 2016. Intensive Hemodialysis and Treatment Complications and Tolerability. *American Journal of Kidney Diseases*, 68(5), pp. 43-50.
- Pedrini , L. A., De Cristofaro, V., Pagliari, . B. & Samà, F., 2000. Mixed predilution and postdilution online hemodiafiltration compared with the traditional infusion modes. *Kidney International*, 58(5), pp. 2155-2165.
- Pierratos, A., 2002. Daily hemodialysis: an update. *Current opinion in Nephrology and Hypertension* , 11(2), pp. 165-171.

- Rocco, M. V., 2009. Short daily and nocturnal hemodialysis: new therapies for a new century?. *Saudi journal of kidney diseases and transplantation : an official publication of the Saudi Center for Organ Transplantation, Saudi Arabia*, 20(1), pp. 1 -11.
- Rocco, M. V., 2015. Chronic Hemodialysis Therapy in the West. *Kidney Diseases*, 1(3), pp. 178-186.
- Ross, L. . A. & Labato, M. A., 2013. Current techniques in peritoneal dialysis. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care*, 23(2), pp. 230-240.
- Saha, M. & Allon, M., 2016. Diagnosis, Treatment, and Prevention of Hemodialysis Emergencies. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*, 12(2), pp. 357-369.
- Sala, M. & Allon, M., 2017. Diagnosis, Treatment, and Prevention of Hemodialysis Emergencies. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*, Τόμος 12, pp. 357-369.
- Schulman, G., 2004. The dose of dialysis in hemodialysis patients: impact on nutrition. *Seminars in Dialysis*, 17(6), pp. 479-488.
- Shroff, R. και συν., 2019. Effects of Hemodiafiltration versus Conventional Hemodialysis in Children with ESKD: The HDF, Heart and Height Study. *Journal of the American Society of Nephrology*, 30(4), pp. 678-691.
- Sinnakirouchenan, R. & Holley, J. L., 2011. Peritoneal dialysis versus hemodialysis: risks, benefits, and access issues. *Advances in chronic kidney disease*, 18(6), pp. 428-432.
- Stegmayer, B. και συν., 2020. Arteriovenous access in hemodialysis: A multidisciplinary perspective for future solutions. *The international journal of artificial organs*, 44(1).
- Suri, R. και συν., 2003. Adequacy of quotidian hemodialysis. *American Journal of kidney diseases : the official journal of the National Kidney Foundation*, pp. 42-48.
- Tattersall, J. . E. και συν., 2013. Online haemodiafiltration: definition, dose quantification and safety revisited. *Nephrology, Dialysis, Transplantation*, 28(3), pp. 542-550.
- Willis, M. A. και συν., 2021. Feeling better on hemodialysis: user-centered design requirements for promoting patient involvement in the prevention of treatment complications. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 28(8), pp. 1612-1631.

Κοσμάογλου, Σ., 2018. *Τμήμα Στατιστικής και Ασφαλιστικής Επιστήμης - Πανεπιστήμιο Πειραιώς*. [Ηλεκτρονικό]

Available at:

https://dione.lib.unipi.gr/xmlui/bitstream/handle/unipi/11494/Kosmaoglou_16009.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[Πρόσβαση 13 November 2021].