



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

«ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΔΙΠΛΩΜΑ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ ΣΤΗ ΝΕΦΡΟΛΟΓΙΚΗ ΦΡΟΝΤΙΔΑ»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Θέμα: Η ιστορία της αιμοκάθαρσης

Σμαρνάκη Θεώνη Μαρίνα

Τριμελής εξεταστική επιτροπή:

- Στεφανίδης Ιωάννης, Καθηγητής Παθολογίας – Νεφρολογίας Ιατρική Σχολή Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας (Επιβλέπων καθηγητής)
- Λιακόπουλος Βασίλειος, Καθηγητής Νεφρολογίας, Τμήμα Επιστημών Υγείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
- Ελευθεριάδης Θεόδωρος, Αν. Καθηγητής Νεφρολογίας Τμήμα Επιστημών Υγείας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Λάρισα, Ιανουάριος 2023



UNIVERSITY OF THESSALY
SCHOOL OF HEALTH SCIENCE
FACULTY OF MEDICINE



MASTER PROGRAM IN

«MASTER OF SCIENCE DIPLOMA IN NEPHROLOGICAL CARE»

MASTER THESIS

TITLE: History of Hemodialysis

Smarnaki Theoni - Marina

Three-member examination committee:

- Stefanidis Ioannis, Professor of Pathology – Nephrology, School of Medicine, University of Thessaly (Supervisor)
- Liakopoulos Vassilios, Professor of Nephrology, School of Medicine,, AUTh
- Eleftheriadis Theodoros, Associate Professor , School Medicine, University of Thessaly

Larisa, January, 2023

Περιεχόμενα

Πίνακας περιεχομένων

Περιεχόμενα	iii
Πρόλογος-Ευχαριστίες	vi
Περίληψη.....	vii
Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή.....	1
1.1 Οι νεφροί	1
1.2. Νεφρική ανεπάρκεια.....	2
1.3. Σταδιοποίηση.....	3
1.4. Επιδημιολογία	4
1.5. Αιτιολογία.....	6
1.6. Συμπτώματα-σημεία	6
1.7. Διάγνωση.....	7
1.8. Θεραπεία νεφρικής ανεπάρκειας τελικού σταδίου	8
1.8.1. Εξωνεφρική κάθαρση	9
1.8.1.1. Περιτοναϊκή κάθαρση	9
1.8.1.2. Αιμοκάθαρση.....	13
1.8.1.2.1. Βασικές αρχές αιμοκάθαρσης.....	14
1.8.1.2.2. Τεχνικές εφαρμογής	15
1.8.2. Μεταμόσχευση νεφρού	18
Κεφάλαιο 2: Η ιστορία της αιμοκάθαρσης.....	21
2.1. Από την ουροσκοπία στην ομοιόσταση και στην όσμωση.....	21
2.2. Thomas Graham: ο «πατέρας» της αιμοκάθαρσης.....	26
2.3. John J. Abel - Το πρώτο «τεχνητό νεφρό» (1913)	28
2.4. Georg Haas - Η πρώτη ανθρώπινη αιμοκάθαρση (1924).....	30
2.5. Willer Kolff και Berk - Το περιστρεφόμενο τύμπανο (1943).....	31
Κεφάλαιο 3: Εξελίσσοντας τη θεραπεία αιμοκάθαρσης	33
3.1. Εξελίσσοντας τις συσκευές αιμοκάθαρσης	33
3.2. Εξελίσσοντας τις μεμβράνες αιμοκάθαρσης	36
3.3 Εξελίσσοντας το διάλυμα αιμοκάθαρσης.....	38
Κεφάλαιο 4: Η ιδέα της αιμοκάθαρσης στο σπίτι και η περιτοναϊκή κάθαρση	42

Κεφάλαιο 5: Τα στοιχεία της αιμοκάθαρσης στην Ελλάδα.....	46
Κεφάλαιο 6: Ο ρόλος του νοσηλευτή στην αιμοκάθαρση	49
Κεφάλαιο 7: Συμπεράσματα.....	52
Βιβλιογραφία	53

Υπεύθυνη δήλωση

Βεβαιώνω ότι είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία 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 εμένα προσωπικά ειδικά για τις απαιτήσεις του προγράμματος σπουδών του Μεταπτυχιακού διπλώματος ειδίκευσης στη Νεφρολογική Φροντίδα, του Ιατρικού Τμήματος Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Πρόλογος-Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερω τον επιβλέποντα καθηγητή μου, Στεφανίδα Ιωάννη, τόσο για την ιδιαίτερη συμπαράσταση που προσέφερε καθ' όλη την διάρκεια των μεταπτυχιακών μου σπουδών, όσο και για τις υποδείξεις και την καθοδήγησή του, κατά την διάρκεια εκπόνησης της μεταπτυχιακής μου διατριβής. Επίσης ευχαριστώ θερμά την κ. Τσούγια Παναγιώτα, τ. Διευθύντρια Νοσηλευτικής Υπηρεσίας Γ.Ν. Παίδων Παναγιώτη & Αγλαίας Κυριακού & Πρόεδρο της Ελληνικής Νεφρολογικής Εταιρείας Νοσηλευτών (Ε.Ν.Ε.Ν.) που με πίστεψε και με ενθάρρυνε, την κ. Ουσταμπασίδου Νίκη, Προϊσταμένη Νεφρολογικής Κλινικής και Μονάδων Εξωνεφρικής Κάθαρσης Π.Γ.Ν ΛΑΡΙΣΑΣ για τις συμβουλές της καθώς και την κ. Ζωρζ Ναρκισσία που στάθηκε αρωγός και με κατανόηση σε όλες τις απορίες μου.

Τέλος, ευχαριστώ τον σύντροφό μου, Σαμαντά Κώστα, ιατρό για την αμέριστη ενθάρρυνση, συμπαράσταση και στήριξη σε όλα τα επίπεδα που μου έδειξε στην ολοκλήρωση αυτής της προσπάθειας.

Η ιστορία της αιμοκάθαρσης

Περίληψη

Είναι γεγονός αναμφισβήτητο ότι με την πάροδο του χρόνου οι μέθοδοι στην ιατρική και στη νοσηλευτική φροντίδα αλλάζουν. Η εξέλιξη όσον αφορά τη διάγνωση των νεφρικών παθήσεων, τις μεθόδους υποκατάστασης της νεφρικής λειτουργίας και η αύξηση των νεφροπαθών, δημιούργησαν την ανάγκη για εξειδικευμένη φροντίδα από ιατρούς και νοσηλευτές που είναι ειδικευμένοι στη νεφρολογία (Thomas, 2002).

Η εφαρμογή της αιμοκάθαρσης πρωτοεμφανίστηκε τη δεκαετία του 50' και ακολούθως εφαρμόστηκε η συνεχή φορητή περιτοναϊκή κάθαρση τη δεκαετία του 70'. Η αναγνώριση στη δεκαετία του 60' της ανάγκης για ανοσοκαταστολή στη μεταμόσχευση οδήγησε στο να γίνει η μέθοδος ή θεραπεία για πολλούς ασθενείς. Ανατρέχοντας στα ιστορικά δρώμενα οι Ρωμαίοι ήταν οι πρώτοι που χρησιμοποίησαν μια μορφή διύλισης, κάνοντας ζεστά μπάνια σε ασθενείς για να απομακρύνουν την ουρία. Ο όρος διύλιση χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά το 1854 από τον Thomas Graham. Το 1913 από τον Abel εμφανίστηκε το πρώτο άρθρο για την τεχνική της αιμοκάθαρσης, που ονομαζόταν «τεχνητός νεφρός». Η πρώτη αιμοκάθαρση που έγινε σε άνθρωπο εφαρμόστηκε από τον Georg Hass το 1924 ενώ το 1943 οι Willen Kolff & Berk δημιούργησαν το πρώτο τεχνητό μηχάνημα αιμοκάθαρσης νεφρού, το οποίο βελτίωσε λίγα χρόνια αργότερα (1946), ο Nils Alwall από τη Σουηδία. Τον Οκτώβριο του 1956 η συσκευή του Kolff κυκλοφόρησε στο εμπόριο και έτσι άνοιξε η συζήτηση για την οικονομική υποστήριξη από το κράτος για την παροχή της θεραπείας. Ο Scribner δημιούργησε το Shunt που ήταν ένα κεντρικό σύστημα διανομής υγρού διύλισης για πολλαπλή χρήση. Η έλλειψη χρηματοδότησης επέφερε την ιδέα της εφαρμογής της αιμοκάθαρσης στο σπίτι. Το 1966 οι Michael Brescia και ο James Cimino δημιούργησαν μια υποδμία αναστόμωση της κερκιδικής αρτηρίας με την κεφαλική φλέβα.

Μέχρι και σήμερα οι εξελίξεις στον τομέα της αιμοκάθαρσης δεν σταματούν. Το αποτέλεσμα των προσπαθειών όλων αυτών των πρωτοπόρων, που με την επιμονή και το όραμά τους δίνουν ζωή σε εκατομμύρια ανθρώπους παγκοσμίως, οδήγησαν στο σύστημα αιμοκάθαρσης που εφαρμόζεται σήμερα, ένα μηχάνημα που παρακολουθεί όλες τις παραμέτρους της διύλισης με την χρήση μικρών υπολογιστών και επιτρέπει στους νοσηλευτές να παρέχουν εξατομικευμένη θεραπεία.

Abstract

It is an undeniable fact that over time methods in medicine and nursing care change. Advances in the diagnosis of kidney disease, methods of replacing kidney function, and the increase in kidney patients have created a need for targeted care by physicians and nurses who are specialized in nephrology (Thomas, 2002).

The application of hemodialysis first appeared in the 1950s, followed by continuous portable peritoneal dialysis in the 1970s. The recognition in the 1960s of the need for immunosuppression in transplantation led to it becoming the method or treatment for many patients. Going back in history the Romans were the first to use a form of purification, giving patients hot baths to remove urea. The term dialysis was first used in 1854 by Thomas Graham. In 1913, Abel published the first paper on the dialysis technique, called the "artificial kidney". The first human hemodialysis was performed by Georg Hass in 1924 while in 1943 Willen Kolff & Berk created the first artificial kidney dialysis machine, which was improved a few years later (1946), by Nils Alwall from Sweden. In October 1956, Kolff's device was released on the market and thus opened the debate about financial support from the state to provide the treatment. Scribner created the Shunt and due to lack of financial support home dialysis was implemented. In 1966 Michael Brescia and James Cimino created a subcutaneous anastomosis of the carotid artery with the cephalic vein. Until today, all the technology regarding dialysis is updating.

The result of the efforts as well as the perseverance and the vision of all these pioneers, led to the dialysis system that is used today, a machine that monitors all the parameters of dialysis using small computers and allowing nurses to provide personalized treatment. A treatment that gives life to millions of people worldwide.

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

1.1. Οι νεφροί

Ο όρος νεφρός παράγεται εκ του ρήματος νεώ που σημαίνει ανανεώνω και το ρήμα φρέω-ω που σημαίνει εισάγω, αφήνω κάτι να εισέλθει.

Οι νεφροί, δυο από τα σημαντικότερα και ζωτικής σημασίας όργανα για τον ανθρώπινο οργανισμό, βρίσκονται στο οπίσθιο μέρος της κοιλιακής κοιλότητας (οπισθοπεριτοναϊκή χώρα), εκατέρωθεν της σπονδυλικής στήλης με την κορυφή κάθε νεφρού βρίσκεται να απέναντι από το 12ο θωρακικό σπόνδυλο, ενώ το κάτω τμήμα βρίσκεται απέναντι από τον τρίτο οσφυϊκό σπόνδυλο. Ο δεξιός νεφρός βρίσκεται ελαφρώς χαμηλότερα από τον αριστερό.

Χρειάστηκαν να περάσουν πολλοί ακόμη αιώνες, μετά την ανατομική περιγραφή του ουροποιητικού συστήματος από τον Γαληνό, έως ότου, το 1662 ο Ιταλός Bellini περιγράψει τα αθροιστικά σωληνάρια της μυελώδους μοίρας των νεφρών και ο Malpighi το 1666 κάνει γνωστά τα ομώνυμα σφαιρικά σωματίδια της φλοιώδους νεφρικής μοίρας. Δυο αιώνες αργότερα ο Άγγλος ανατόμος Bowman περιέγραψε την κάψα που περιβάλλει το σωματίο του Malpighi και της οποίας συνέχεια αποτελεί η βασική μεμβράνα του ουροφόρου σωληναρίου. Την ίδια εποχή, περίπου το 1844, ο Γερμανός Ludwig διατύπωσε τη θεωρία της παραγωγής ούρου στο νεφρικό σπείραμα κατόπιν αποχωρισμού του υπερδιηθήματος. Παρ'όλα αυτά οι νεφροί εξακολουθούσαν από πλείστους να θεωρούνται όργανα αποκλειστικώς απεκκριτικά, διαδραματίζοντας κύριο ρόλο στη διατήρηση της ομοιοστασίας του οργανισμού των υγρών και ηλεκτρολυτών καθώς και στην αποβολή τοξικών ουσιών από το αίμα, που παράγονται κατά το μεταβολισμό των κυττάρων μέσω της διαδικασίας της διήθησης αυτού, με αποτέλεσμα την παραγωγή των ούρων. Αυτό επιτυγχάνεται διατηρώντας σταθερό τον όγκο και τη σύσπαση των διαλυμάτων του ανθρώπινου σώματος και εξισορροπώντας τις τυχόν διακυμάνσεις που προκύπτουν από τη λήψη τροφής, τον κυτταρικό μεταβολισμό και άλλους παράγοντες (Stevens , Coresh , Greene , & Levey 2006).

Όμως οι νεφροί δεν επιτελούν μόνο απεκκριτική λειτουργία. Επιπλέον, είναι υπεύθυνοι για την παραγωγή και την έκκριση ορμονών (ερυθροποιητίνη, ρενίνη, προσταγλανδίνες, ενεργός βιταμίνη D) αλλά και την ρύθμιση της αρτηριακής πίεσης.

Ο νεφρώνας είναι η λειτουργική μονάδα του νεφρού. Αποτελείται από το νεφρικό σωματίο, το εγγύς εσπειραμένο σωληνάριο, την αγκύλη του Henle, το άπω εσπειραμένο σωληνάριο και το αθροιστικό σωληνάριο. Το νεφρικό σωματίο αποτελείται από το αγγειώδες σπείραμα και την κάψα του Bowman (Moore et al.).

Σε κάθε φυσιολογικό νεφρό, οι νεφρώνες είναι περίπου 700.000 - 1.200.000, από τους οποίους ένα μεγάλο μέρος καταστρέφεται και εξαφανίζεται με την πάροδο των ετών. Η καταστροφή των νεφρώνων, δυστυχώς, επιταχύνεται σε περιπτώσεις επίδρασης τοξικών ουσιών καθώς και από διάφορες νόσους.

Ο GFR θεωρείται ως σημείο αναφοράς για την εκτίμηση της νεφρικής λειτουργίας. Ορίζεται ως ο όγκος υγρών του πλάσματος τα οποία διηθούνται στην κάψα του Bowman από όλα τα σπειράματα ανά μονάδα χρόνου (Murloney & Myers 2010, Widmaier et al. 2016). Ο ρυθμός σπειραματικής διήθησης εξαρτάται από την καθαρή πίεση διήθησης [καθαρή πίεση = υδροστατική P- (κολλοειδοσμητική P + P κάψας Bowman)] και την διαπερατότητα των σπειραματικών διηθηματικών μεμβρανών. Σε ένα ενήλικα οι φυσιολογικές τιμές είναι 100-125 ml/min/1,73m² (180 L/24h). Κρίνεται σημαντική η διατήρηση των φυσιολογικών τιμών του GFR για την αποβολή υγρών και ηλεκτρολυτών από το πλάσμα και για την διατήρηση της ομοιόστασης (Murloney & Myers 2010). Η προοδευτική απώλεια της νεφρικής λειτουργίας συχνά περιγράφεται ως νεφρική ανεπάρκεια.

1.2. Νεφρική ανεπάρκεια

Η νεφρική ανεπάρκεια είναι μια κατάσταση, κατά την οποία οι νεφροί αδυνατούν να διατηρήσουν την φυσιολογική τους λειτουργία, και καθορίζεται κυρίως από τη μείωση του ρυθμού σπειραματικής διήθησης. Διαχωρίζεται σε οξεία νεφρική ανεπάρκεια και χρόνια νεφρική ανεπάρκεια. Η οξεία νεφρική ανεπάρκεια (ONA) είναι μια σοβαρή κατάσταση, η οποία εγκαθίσταται αιφνίδια και γρήγορα. Στην ONA, ο ρυθμός σπειραματικής διήθησης (GFR) μειώνεται απότομα, με αποτέλεσμα την συσσώρευση άχρηστων ουσιών, την διαταραχή του ισοζυγίου υγρών-ηλεκτρολυτών και της οξεοβασικής ισορροπίας (DeWit 2009, Holleran et al. 2013). Πολλές καταστάσεις μπορούν να είναι υπεύθυνες για την εμφάνιση ONA, όπως ο φυσικός τραυματισμός, οι λοιμώξεις, η φλεγμονή, η απόφραξη ή η βλάβη από τοξικές ουσίες. Τα συμπτώματα της ONA -πρήξιμο στα πόδια, αίσθημα κόπωσης, έμετο, απώλεια

όρεξης ή σύγχυση (Kidney Failure, 2017) - ποικίλουν ανάλογα με τη φάση στη οποία βρίσκεται και συνήθως εμφανίζονται αργά κατά την πορεία της νόσου, καθώς δεν είναι εμφανείς μέχρι η κατάσταση να αποβεί ιδιαίτερα σοβαρή (Holleran et al. 2013, Bauldoff et al. 2014). Η χρόνια νεφρική ανεπάρκεια ή νόσος ορίζεται ως η προοδευτική απώλεια της νεφρικής λειτουργικότητας και των δύο νεφρών, η οποία εξελίσσεται σε διάστημα τουλάχιστον τριών μηνών έως χρόνων και είναι μη αναστρέψιμη (Ζυγά και συν. 2019). Αιτίες χρόνιας νεφρικής ανεπάρκειας περιλαμβάνουν διαβήτη, υψηλή αρτηριακή πίεση, νεφρωσικό σύνδρομο και πολυκυστική νεφρική νόσο (Polzin, 2014) ενώ οι επιπλοκές της να περιλαμβάνουν καρδιακές παθήσεις, υψηλή αρτηριακή πίεση ή αναιμία (Liao et al., 2012).

1.3. Σταδιοποίηση

Το Εθνικό Ίδρυμα Νεφρολογίας κατηγοριοποίησε τη ΧΝΑ σε πέντε στάδια, ανάλογα με τη λειτουργικότητα των νεφρών, έτσι ώστε να βελτιωθεί και να εξατομικευτεί η παροχή φροντίδας σε κάθε περίπτωση (NEPHCURE 2021). Η λειτουργία των νεφρών εκτιμάται με τον GFR(100- 125mL/min/1,73m²), ο οποίος σύμφωνα με τις τιμές που παίρνει καθορίζει και την έκταση της νόσου. Τα στάδια είναι τα ακόλουθα:

Στάδιο 1: Νεφρική βλάβη με φυσιολογικό ή αυξημένο GFR (> 90 mL / min / 1,73 m²) Στο στάδιο αυτό οι νεφροί λειτουργούν σωστά και είναι υγιή, όμως εμφανίζουν σημεία βλάβης. Είναι ασυμπτωματικό στάδιο και σε μερικές περιπτώσεις οι τιμές της ουρίας και της κρεατινίνης είναι φυσιολογικές, ενώ σε άλλες αυξημένες. Σε αρκετά περιστατικά παρατηρείται αίμα και πρωτεΐνη στα ούρα (Bauldoff et al. 2014, Davita Kidney Care 2021).

Στάδιο 2: Νεφρική βλάβη με ήπια μείωση του GFR (60-89 mL / min / 1,73 m²) 25 Το στάδιο αυτό έχει τα ίδια χαρακτηριστικά με το πρώτο, με τις διαφορές ότι ρυθμός σπειραματικής διήθησης είναι μειωμένος και μπορεί να επιφέρει αύξηση της αρτηριακής πίεσης (Bauldoff et al. 2014, Davita Kidney Care 2021).

Στάδιο 3: Νεφρική βλάβη με μέτρια μείωση του GFR (30-59 mL / min / 1,73 m²) Το τρίτο στάδιο χωρίζεται στα παρακάτω σκέλη: • 3α με GFR από 45 έως 59 mL / min / 1,73 m² • 3β με GFR από 30 έως 44 mL / min / 1,73 m² Οι πιθανές εκδηλώσεις του σταδίου αυτού είναι οι αυξημένες τιμές της ουρίας και κρεατινίνης,

τα οιδηματώδεις άκρα, η υψηλή αρτηριακή πίεση, η κόπωση, η υποθρεψία, η αναιμία, οι διαταραχές ούρησης και ο οστικός πόνος (American Kidney Fund 2021, Davita Kidney Care 2021).

Στάδιο 4: Νεφρική βλάβη με μέτρια ή σοβαρή μείωση του GFR (15-29 mL / min / 1,73 m²) Το στάδιο αυτό θεωρείται πολύ σημαντικό, διότι η νεφρική βλάβη βρίσκεται σε προχωρημένο επίπεδο και είναι ένα βήμα πριν την νεφρική ανεπάρκεια. Εμφανίζει όλες τις επιπλοκές του τρίτου σταδίου, καθώς και καρδιαγγειακές παθήσεις, ουραιμία, μεταβολική οξέωση και αζωθαιμία (Bauldoff et al. 2014, Davita Kidney Care 2021).

Στάδιο 5: Νεφρική ανεπάρκεια σε GFR των 15ml/ min/ 1.73m² και έναρξη αιμοκάθαρσης σε GFR < 15ml/ min/ 1.73m².

1.4. Επιδημιολογία

Ο αριθμός των ασθενών με χρόνια νεφρική νόσο (XNN) και η επακόλουθη ανάγκη για θεραπεία νεφρικής αποκατάστασης έχουν λάβει διαστάσεις επιδημίας και αναμένεται να αυξηθούν ακόμα περισσότερο. Η χρόνια νεφρική νόσος προσβάλλει περίπου 10% του πληθυσμού παγκοσμίως και εκτιμάται ότι σήμερα περισσότεροι από 1,1 εκατομμυρίων ασθενείς με χρόνια νεφρική νόσο τελικού σταδίου χρήζουν θεραπείας συντήρησης με εξωνεφρική κάθαρση, ο αριθμός που αυξάνεται με ρυθμό 7% ανά έτος. Αν αυτή η τάση συνεχιστεί ο αριθμός θα υπερβεί τα 2 εκατομμύρια. Οι υπολογισμοί αυτοί δεν έχουν συμπεριλάβει τις χώρες του τρίτου κόσμου στις οποίες υπάρχει περιορισμένη δυνατότητα και πρόσβαση στις μεθόδους κάθαρσης, συνεπώς υποτιμούν τις πραγματικές ανάγκες. (USRDS, 2016) Πιο συγκεκριμένα στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής (ΗΠΑ) ο αριθμός των ασθενών με τάση σε ΧΝΑ το 2014 ήταν 120.688 με συχνότητα εμφάνισης 379 περιπτώσεις \ 1.000.000\έτος. Ο επιπολασμός της νόσου ήταν 3,7 φορές μεγαλύτερος στους μαύρους , 1,4 φορές μεγαλύτερος στους γηγενείς Αμερικανούς και 1,5 φορές μεγαλύτερος στους Ασιάτες. Περίπου 9.6% των ενηλίκων πάσχουν από χρόνια νεφρική νόσο ,19 εκατομμύρια άτομα και σχεδόν 3% των ατόμων του πληθυσμού εμφανίζει τιμή κρεατίνης ορού > 1.4 mg/dl. Οι ΗΠΑ ξοδεύουν το 10% του προϋπολογισμού για την υγεία, για τη ΧΝΝ, ποσό 48,5 δισεκατομμύρια δολάρια. Τα 42 δισεκατομμύρια για την τάση σε ΧΝΝ. Περίπου 8.8% παρουσιάζουν ήπια αλβουμινουρία (αλβουμίνη ούρων > 30mg/24h) , ποσοστό 4.7% των ενηλίκων του γενικού πληθυσμού στις ΗΠΑ παρουσιάζει GFR <

60 ml/min/ 1.73 m² δηλαδή ΧΝΑ σταδίου 3. Ασθενείς με ΧΝΑ σταδίου 1 και 2 εμφανίζονται με ανάλογα ποσοστά στο γενικό πληθυσμό δηλαδή 3- 3.5% .Ασθενείς με ΧΝΑ σταδίου 4 και 5 αποτελούν το μικρότερο ποσοστό (0.2%). Στο Ηνωμένο Βασίλειο η επίπτωση της χρόνιας νεφρικής ανεπάρκειας τελικού σταδίου έχει διπλασιαστεί μέσα στην τελευταία δεκαετία και πλέον ανέρχεται σε 101 ασθενείς ανά εκατομμύριο πληθυσμού, ενώ στην Ευρώπη και στην ΗΠΑ η μέση επίπτωση είναι μεγαλύτερη και ανέρχεται περίπου σε 135 και 336 ανά εκατομμύριο πληθυσμού αντίστοιχα (Plantinga L. C., et al,2010). Στην Ελλάδα η καταγραφή δεδομένων ασθενών με τάση ΧΝΝ ξεκίνησε το 1973 , ενώ το 1985 ξεκίνησε να λειτουργεί η Υπηρεσία Συντονισμού και Ελέγχου (ΥΣΕ) χρόνιας νεφρικής νόσου με στόχο την κατανομή του πληθυσμού των ασθενών που πάσχουν από τη νόσο ανά μέθοδο θεραπείας ,πρωτοπαθούς νόσου ή άλλων μεταβλητών καθώς και την παρακολούθηση του επιπολασμού και της θνησιμότητας. Στην χώρα μας περισσότεροι από 10.000 ασθενών πάσχουν από ΧΝΑ τελικού σταδίου οι οποίοι για να επιβιώσουν υποβάλλονται σε αιμοκάθαρση με τεχνητό νεφρό , περιτοναϊκή κάθαρση και μεταμόσχευση νεφρού. Η ΧΝΝ έχει σχέση με την εμφάνιση πολλών επιπλοκών σε πολλά όργανα όπως οστά αγγεία, καρδιά. Το 10%-14% του ενήλικα πληθυσμού (περίπου 500 εκ.) έχει κάποια μορφή ΧΝΝ. Το 2010 >1,5 εκ. πληθυσμού ήταν σε θεραπεία υποκατάστασης νεφρικής λειτουργίας .Σήμερα περίπου 2 εκ. ασθενείς με ΧΝΝ (αντιπροσωπεύουν 10% όσων έχουν ανάγκη θεραπείας) , ενώ 50% των ασθενών με ΧΝΝ πάσχουν από ΣΔ και καρδιαγγειακή νόσο. Η ΧΝΝ κοστίζει στη παγκόσμια κοινότητα κάθε χρόνο χιλιάδες νεκρούς και δισεκατομμύρια ευρώ είναι το κόστος σε όλο τον κόσμο λόγω της ιδιαίτερα υψηλής νοσηρότητας και θνητότητας των ασθενών και του υψηλού κόστους της εξωνεφρικής κάθαρσης καθώς και των φαρμάκων που χορηγούνται για την αντιμετώπιση των επιπλοκών της νόσου . Από στοιχεία του ΙΚΑ για το κόστος της αιμοκάθαρσης το 2001, υπολογίζεται ότι το κόστος ανά ασθενή ανέρχεται περίπου σε 30.000 ευρώ το χρόνο. Για το σύνολο των ασφαλισμένων ασθενών σε αιμοκάθαρση κατά τη διάρκεια του 2001 το ΙΚΑ δαπάνησε συνολικά 134.080. 500 ευρώ, και αν στο ποσό αυτό συνυπολογισθούν και τα έξοδα μετακίνησης (8.200.467 ευρώ) και οι συντάξεις αναπηρίας (28.879.920 ευρώ) η δαπάνη ξεπερνά τα 171 εκ. ευρώ το χρόνο (Σουλιώτης και συν., 2009).

1.5. Αιτιολογία

Οι παράμετροι για την εμφάνιση ΧΝΑ περιλαμβάνουν τους παράγοντες κινδύνου και διάφορες χρόνιες νόσους. Οι παράγοντες κινδύνου είναι οι κληρονομικοί, οι περιβαλλοντικοί, οι γενετικοί, το φύλο (με μεγαλύτερη συχνότητα στους άνδρες), η φυλή (αυξημένη συχνότητα στους Αφροαμερικανούς), η ηλικία (οι ηλικιωμένοι είναι πιο επιρρεπείς στην νόσο), το χαμηλό βάρος γέννησης, η παχυσαρκία, το κάπνισμα και οι νεφροτοξίνες (αλκοόλ και ψυχαγωγικά φάρμακα) (Kazanciglu 2013, Ζυγά και συν. 2019).

Οι δύο κύριες νόσοι που συμβάλλουν στην εμφάνιση ΧΝΑ είναι η χρόνια υπέρταση και ο σακχαρώδης διαβήτης. Η υπέρταση στενεύει και αποδυναμώνει τα αιμοφόρα αγγεία των νεφρών, με αποτέλεσμα τη μείωση της ροής του αίματος η οποία οδηγεί στη προοδευτική καταστροφή των νεφρών και στη σωληναριακή ατροφία (NIDDK 2020). Ο μη ελεγχόμενος σακχαρώδης διαβήτης οδηγεί σε αυξημένες τιμές σακχάρου στο αίμα, με αποτέλεσμα τη πρόκληση βλάβης στα αιμοφόρα αγγεία. Τα αυξημένα ποσοστά του σακχάρου επιβαρύνουν τη λειτουργία των νεφρών και με τη πάροδο του χρόνου μπορούν να προκαλέσουν νεφρική ανεπάρκεια (Mayo Clinic 2019, NIDDK 2020). Κάποιες ακόμη καταστάσεις που μπορούν να συμβάλλουν στη εμφάνιση ΧΝΑ είναι η χρόνια 24 σπειραματονεφρίτιδα, η χρόνια πυελονεφρίτιδα, η πολυκυστική νόσος των νεφρών, η απόφραξη του ουροποιητικού, ο συστηματικός ερυθματώδης λύκος, οι αυτοάνοσες ασθένειες και η παρατεταμένη ΟΝΑ (Coresh & Levey 2012)

1.6. Συμπτώματα-σημεία

Σύμφωνα με την εξέλιξη της νόσου, τα συμπτώματα εμφανίζονται αργότερα κατά τη πορεία της. Σε πρώιμο στάδιο ο ασθενής μπορεί να είναι ασυμπτωματικός ή τα συμπτώματα να είναι μη ειδικά, γεγονός που δυσκολεύει τη διάγνωση καθώς πολλές καταστάσεις θα μπορούσαν να είναι υπεύθυνες για την εμφάνιση τους (Mayo Clinic 2019). Τα πρώιμα, μη ειδικά σημεία-συμπτώματα που εμφανίζονται είναι ναυτία, έμετος, κνησμός, ολιγουρία ή πολυουρία, αδυναμία, μυϊκές κράμπες, ανορεξία, οίδημα άκρων, διαταραχές ύπνου, δύσπνοια και κεφαλαλγία. Με την εξέλιξη της νόσου, τα μεταγενέστερα σημεία-συμπτώματα που εμφανίζονται είναι

ανουρία, αίμα στα ούρα, κοιλιακός πόνος, έμετος, απώλεια βάρους, διάρροια, πυρετός, εξάνθημα, πόνος στην πλάτη, ρινορραγίες, αυξημένη ανάγκη για ούρηση, πονοκέφαλος, στυτική δυσλειτουργία στους άνδρες, μειωμένη νοητική οξύτητα, πόνος στο στήθος και υψηλή αρτηριακή πίεση (Mayo Clinic 2019, NHS 2019, American Kidney Fund 2021).

1.7. Διάγνωση

Στα πρώτα στάδια της νεφρικής νόσου η διάγνωση είναι δύσκολη, διότι δεν εμφανίζει χαρακτηριστικά σημεία της νεφρικής βλάβης. Καθώς η νόσος εξελίσσεται και σε διάστημα τριών μηνών οι εκδηλώσεις της επιμένουν τότε πραγματοποιούνται οι απαραίτητες διαγνωστικές διαδικασίες (Andreoli et al. 2018). Οι εξετάσεις που διεξάγονται είναι:

- Γενική εξέταση ούρων (μέτρηση ουρίας και κρεατινίνης, μέτρηση ειδικού βάρους των ούρων, έλεγχος αλβουμινουρίας και αιματουρίας)
- Καλλιέργεια ούρων με αντιβιογράμμα (για την ανίχνευση πιθανής λοίμωξης) • Δοκιμή κάθαρσης της κρεατινίνης (για τη σύγκριση της κρεατινίνης στο αίμα με τη κρεατινίνη στα ούρα)
- Γενική εξέταση αίματος και αερίων (για τη μέτρηση του GFR, για τον έλεγχο αναιμίας, των τιμών ερυθρών αιμοσφαιρίων και αιμοπεταλίων, των τιμών ουρίας, κρεατινίνης και των ηλεκτρολυτών)
- Μέτρηση κεντρικής φλεβικής πίεσης (για τον έλεγχο υψηλής αρτηριακής πίεσης, η οποία μπορεί να είναι είτε αποτέλεσμα της ΧΝΑ ή αίτια πρόκλησης της νόσου)
- Υπερηχογράφημα νεφρών και αξονική τομογραφία (έλεγχος μεγέθους νεφρών και πιθανής απόφραξης)
- Σπινθηρογράφημα νεφρών (έλεγχος της αιμάτωσης των νεφρών, της σπειραματικής και της σωληναριακής λειτουργικότητας και της απέκκρισης των ούρων)

- Βιοψία νεφρού(για την επιβεβαιωμένη διάγνωση της ΧΝΑ και την διαφοροποίηση της από την ΟΝΑ) (NIDDK 2016, Andreoli et al. 2018, American Kidney Fund 2021).

Οι προληπτικές εξετάσεις είναι πολύ σημαντικές για άτομα υψηλού κινδύνου με χρόνιες ασθένειες όπως ο σακχαρώδης διαβήτης, η υπέρταση και άτομα με οικογενειακό ιστορικό νεφροπάθειας (Baumgarten & Gehr 2011).

1.8. Θεραπεία νεφρικής ανεπάρκειας τελικού σταδίου

Καθώς η ΧΝΝ εξελίσσεται, κάποια στιγμή η νεφρική λειτουργία μειώνεται σε ένα επίπεδο το οποίο δεν είναι επαρκές για τη διατήρηση της υγείας των ασθενών και συνήθως είναι το επίπεδο στο οποίο ο GFR έχει ελαττωθεί κάτω από τα 15 ml/min/1.73 m² (ΧΝΝ σταδίου 5). Βέβαια, συγκεκριμένες κλινικές εκτιμήσεις και χαρακτηριστικές επιπλοκές της νόσου (υπερκαλιαιμία, υπερφωσφαταιμία, νευρολογικές διαταραχές, αναιμία κ.λπ.) μπορεί να υποδείξουν την έναρξη μιας θεραπείας νεφρικής υποκατάστασης πριν από το στάδιο 5 της ΧΝΝ. Σε αυτό το σημείο οι νεφρολόγοι θα πρέπει να εκτιμήσουν τα οφέλη, τους κινδύνους και τα μειονεκτήματα της έναρξης μιας θεραπείας νεφρικής υποκατάστασης ή μιας συντηρητικής αντιμετώπισης των συμπτωμάτων της νόσου και ο ασθενής θα πρέπει να ενημερωθεί για τις επιλογές της θεραπείας του. Απαραίτητη είναι η συζήτηση μεταξύ του ασθενή, του θεράποντα ιατρού και του νοσηλευτή για την επιλογή της κατάλληλης θεραπείας υποκατάστασης της νεφρικής λειτουργίας και τις επιπλοκές που μπορεί να επιφέρει (Γιαννικουρής και συν. 2018). Τα κριτήρια που καθορίζουν την επιλογή αυτή είναι η οικονομική και η οικογενειακή κατάσταση, ο τρόπος ζωής, η εργασία, η πνευματική διαύγεια κ.λπ. Οι επιλογές της θεραπείας νεφρικής υποκατάστασης περιλαμβάνουν εξωνεφρική κάθαρση και τη μεταμόσχευση. Στην εξωνεφρική κάθαρση συμπεριλαμβάνονται η περιτοναϊκή κάθαρση και η αιμοκάθαρση (National Kidney Foundation, 2006).

1.8.1. Εξωνεφρική κάθαρση

1.8.1.1. Περιτοναϊκή κάθαρση

Η περιτοναϊκή κάθαρση αποτελεί μέθοδο εξωνεφρικής υποκατάστασης της νεφρικής λειτουργίας για ασθενείς, που πάσχουν από χρόνια νεφρική ανεπάρκεια με τηχ αποδοχή της να ποικίλλει σε ολόκληρο τον κόσμο από 40% χρήση στο Ηνωμένο Βασίλειο και τη Νέα Ζηλανδία έως 75% στο Μεξικό

Η περιτοναϊκή κάθαρση φροντίζει ώστε να εξυπηρετούνται τρεις βασικές λειτουργίες:

- ✓ Η απομάκρυνση των ουραιμικών τοξινών,
- ✓ Η αποκατάσταση της οξεοβασικής ισορροπίας και των ηλεκτρολυτών και
- ✓ Το ισοζύγιο ύδατος (αφαίρεση των περιττών υγρών)

Στηρίζεται στα φαινόμενα της διάχυσης και της όσμωσης μέσω της έγχυσης μιας καθορισμένης ποσότητας ειδικού στείρου διαλύματος μέσα στην περιτοναϊκή κοιλότητα, διαμέσου ενός μόνιμου ενδοκοιλιακού περιτοναϊκού καθετήρα.

Το διάλυμα έρχεται σε επαφή με το περιτόναιο (τριχοειδή) που καλύπτει την περιτοναϊκή κοιλότητα. Το περιτόναιο λειτουργεί ως ημιδιαπερατή μεμβράνη και επιτρέπει την ανταλλαγή ουσιών μεταξύ του διαλύματος που βρίσκεται μέσα στην περιτοναϊκή κοιλότητα και του αίματος των τριχοειδών που αιματώνουν την περιτοναϊκή μεμβράνη (Μυλωνά, Μεθοδολογία και και εφαρμογή της ΠΚ),

Το είδος του διαλύματος και η παραμονή του στην περιτοναϊκή κοιλότητα , καθώς και ο τρόπος εξαρτάται ανάλογα με το είδος της Π,Κ, που θα ακολουθηθεί.

Τα βασικά είδη είναι δύο:

α) Η συνεχής φορητή περιτοναϊκή κάθαρση (Σ.Φ.Π.Κ. - C.A.P.D.) κατά την οποία ο ασθενής αλλάζει μόνος του (χειροκίνητα) το περιτοναϊκό διάλυμα, 4 φορές την ημέρα και

β) Η αυτοματοποιημένη - συνεχής κυκλική περιτοναϊκή κάθαρση (Α.Π.Κ - A.P.D) κατά την οποία τα διαλύματα αλλάζουν αυτόματα από το μηχάνημα, στο οποίο ο ασθενής μένει συνδεδεμένος το βράδυ για 8-10 ώρες.

Η Π.Κ. διενεργείται στο σπίτι του ασθενούς, πράγμα που του χαρίζει περισσότερη αυτονομία, όμως ταυτόχρονα δημιουργεί την ανάγκη για ενημέρωση ,συμβουλευτική του ίδιου ή και ενός συνοδού ,καθώς και την εξασφάλιση ενός κατάλληλου γι αυτή την διαδικασία χώρου. Χρειάζεται μέρος αποθήκευσης των διαλυμάτων, των υλικών και ένα απόλυτα καθαρό και φωτεινό δωμάτιο, το οποίο θα χρησιμοποιηθεί ,για να συνεχίσει η εκπαίδευση για τη σύνδεση και την αποσύνδεση κατά την Π.Κ.. (ΚΩΣΤΕΝΙΔΟΥ, ΒΑΣΙΛΙΚΟΥ, & ΧΡΥΣΟΣΠΑΘΗ)

Ο ασθενής ενημερώνεται για την σωστή χρονική στιγμή τοποθέτησης του καθετήρα, ο οποίος θεωρείται ότι είναι το διάστημα μεταξύ της 2ης και 6ης εβδομάδας πριν την έναρξη χρήσης του. Για αυτόν το σκοπό γίνεται μία σειρά εξετάσεων (όπως έλεγχος για κήλες, αν είναι φορέας St.Aerus ή MRSA, αιματολογικές εξετάσεις κ.λπ.). Καθορίζεται η θέση του σημείου εξόδου του περιτοναϊκού καθετήρα, καθώς και το είδος του καθετήρα, που θα χρησιμοποιηθεί. Γίνεται η προεγχειρητική προετοιμασία, όπως σε όλα τα χειρουργεία και αν είναι απαραίτητο, χορηγείται ενδοφλέβια προφυλακτική αγωγή. Μετά την τοποθέτηση του καθετήρα και την επιβεβαίωση της καλής λειτουργίας του γίνεται αλλαγή την 7η μέρα και ελέγχεται για την στεγανότητά του. Όταν ο περιτοναϊκός καθετήρας θα είναι έτοιμος να τεθεί σε λειτουργία ενημερώνουμε τον ασθενή ότι θα πρέπει να γίνεται άσηπτη και ατραυματική περιποίηση του στομίου εξόδου με χρήση ή όχι αντιμικροβιακής αγωγής, ανάλογα με την οδηγία του γιατρού, καθώς και καλή στερέωση. Ενημερώνεται ακόμη πως μετά την αρχική του εκπαίδευση υποχρεούται να επισκέπτεται μια φορά το μήνα το νοσοκομείο για έλεγχο από τον θεράποντα ιατρό. (ΜΑΡΚΗ & ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ, 2018) Ένα άλλο στοιχείο, για το οποίο είναι σημαντικό να γίνει ενημέρωση, είναι η διατροφή και πώς αυτή μπορεί να επηρεάσει την εξέλιξη της νόσου. Στην εκπαίδευση και την ενημέρωση των ασθενών καλό είναι να ληφθούν υπόψιν από τους εξειδικευμένους διατροφολόγους οι διατροφικές τους συνήθειες με πληροφορίες, που θα συλλεχθούν από τον ίδιο τον ασθενή αλλά και από το περιβάλλον του. Υπάρχουν αρκετά εργαλεία αξιολόγησης της θρέψης (αξιολόγηση πρόσληψης τροφής, ανθρωπομετρία, ανάλυση σύστασης σώματος, βιοχημικοί δείκτες, διατροφικά σκορ) που σκοπό έχουν την ενίσχυση και την κατάσταση της θρέψης ,όμως ο πιο αποτελεσματικός τρόπος είναι η εξατομικευμένη θεραπευτική προσέγγιση. Με βάση κάποιους γενικούς κανόνες, που είναι αναγκαίο να τηρηθούν για μία σωστή διατροφή, γίνεται η ενημέρωση του ασθενή ότι αφορά στην

ισορροπημένη διατροφή και στην πρόσληψη ύδατος (500 - 750ml συν την υπολειπόμενη διούρηση) . Τονίζεται η σημαντικότητα του ρόλου των πρωτεϊνών, των υδατανθράκων και των λιπών στην περιτοναϊκή κάθαρση και εκπαιδεύεται στην υιοθέτηση της μεσογειακής διατροφής μιας και βοηθά στην βελτίωση της μεταβολικής οξέωσης και περιορίζει τη νεφρική βλάβη. (ΠΟΖΟΥΚΙΔΟΥ, 2021). Μαζί με την εκπαίδευση για τη διατροφή είναι σημαντική η ενθάρρυνση των ασθενών για διατήρηση ή έναρξη της φυσικής δραστηριότητας και της άσκησης. Αυτό θα επιφέρει θετικά αποτελέσματα στην γενικότερη υγεία τους (ψυχική, σωματική και κοινωνική), καθώς μπορούν να γυμναστούν σε ομάδες, αλλά και σε ατομικό επίπεδο, ανάλογα με το τι ταιριάζει στον κάθε ασθενή. Τον πρώτο καιρό μπορούν να εφαρμοστούν ήπιες αερόβιες ασκήσεις και ασκήσεις μυϊκής ενδυνάμωσης και ευκαμψίας των αρθρώσεων. Τα οφέλη θα είναι σημαντικά για το καρδιαγγειακό σύστημα, καθώς μειώνονται τα επίπεδα της LDL , αυξάνονται τα επίπεδα HDL και αυξάνεται η μεταβλητότητα του καρδιακού ρυθμού. Ακόμη βελτιώνει τη διάθεση μειώνοντας το στρες και την κατάθλιψη, με αποτέλεσμα την ενίσχυση της αυτοπεποίθησης, της αυτοεκτίμησης και έτσι την καλύτερη διάθεσή τους. Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε πως η άσκηση συμβάλει στην διατήρηση της ποιότητας της ζωής αυτών των ασθενών. (ΣΚΡΕΚΑ, 2017). Τέλος, αξίζει να γίνεται συχνά επαναπροσδιορισμός των αναγκών των ασθενών αυτών, επανεκπαίδευση των ίδιων και των οικογενειών τους και επανασχεδιασμός της φροντίδας τους , αν κρίνεται απαραίτητο, με σκοπό να αυξηθεί η ποιότητα και προσδόκιμο ζωής τους. (EDTNA/ERCA Chronic Kidney Disease, 2009) .

Υπάρχουν δύο κύριοι τύποι περιτοναϊκής κάθαρσης με τις αλλαγές να μπορούν να πραγματοποιηθούν είτε κατά τη διάρκεια της ημέρας ή της νύκτας. Ουσιώδης είναι η σωστή εκτέλεση όλων των αλλαγών όπως συνιστάται στις εκάστοτε κατευθυντήριες οδηγίες (Kidney Care UK, 2018, NHS, 2019, Sachdeva et al., 2019).

1. Η Συνεχής Φορητή Περιτοναϊκή Κάθαρση (Continuous Ambulatory Peritoneal Dialysis, CAPD), κατά την οποία πραγματοποιούνται αλλαγές (κύκλοι) κατά τη διάρκεια της ημέρας και η οποία εκτελείται καθημερινά. Η CAPD αποτελεί μία διαδικασία χειροκίνητων αλλαγών, η οποία απαιτεί την εισαγωγή και εξαγωγή περιτοναϊκού διαλύματος από τον ίδιο τον ασθενή. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται αρκετές φορές κατά τη διάρκεια της ημέρας, ώστε να επιτευχθεί η απαιτούμενη απομάκρυνση περίσσειας ύδατος και τοξινών. Πιο συγκεκριμένα, στην CAPD

εκτελούνται συνήθως τέσσερις αλλαγές περιτοναϊκού διαλύματος κατά τη διάρκεια της ημέρας (1 το πρωί, 1 το μεσημέρι, 1 το απόγευμα και 1 το βράδυ πριν από τον νυκτερινό ύπνο), με κάθε αλλαγή να διαρκεί περίπου 20-30 λεπτά. Μία αλλαγή αποτελείται από τα εξής βήματα: (α) Σύνδεση του ειδικού σάκου στον καθετήρα, (β) Εξαγωγή του περιτοναϊκού διαλύματος από την περιτοναϊκή κοιλότητα και (γ) Εισαγωγή του νέου περιτοναϊκού διαλύματος στην περιτοναϊκή κοιλότητα και (δ) αποσύνδεση του σάκου από τον καθετήρα. Το περιτοναϊκό διάλυμα παραμένει στην περιτοναϊκή κοιλότητα μέχρι την επόμενη αλλαγή για την πραγματοποίηση της κάθαρσης (Kidney Care UK, 2018, NHS, 2019, Sachdeva et al., 2019)

2. Η Αυτοματοποιημένη Περιτοναϊκή Κάθαρση (Automated Peritoneal Dialysis, APD), κατά την οποία πραγματοποιούνται αλλαγές (κύκλοι) κατά τη διάρκεια της νύκτας. Η APD αποτελεί μία αυτοματοποιημένη διαδικασία περιτοναϊκής κάθαρσης, η οποία εκτελείται κατά τη διάρκεια του νυκτερινού ύπνου χρησιμοποιώντας ένα απλό μηχάνημα στο οποίο συνδέονται σάκοι περιτοναϊκών διαλυμάτων. Η διαδικασία διαρκεί περίπου οκτώ ώρες. Τα βήματα που εμπλέκονται στην APD είναι τα εξής: (α) Προετοιμασία του μηχανήματος cycler (διάρκεια περίπου 20-30 λεπτών), (β) Σύνδεση του καθετήρα στις γραμμές του μηχανήματος, (γ) Εξαγωγή του περιτοναϊκού διαλύματος, το οποίο παρέμενε στην περιτοναϊκή κοιλότητα κατά τη διάρκεια της ημέρας, (δ) Θέρμανση του νέου περιτοναϊκού διαλύματος και εισαγωγή του στην περιτοναϊκή κοιλότητα, (ε) Παραμονή του νέου περιτοναϊκού διαλύματος και μετέπειτα εξαγωγή του σε κάθε κύκλο, (στ) Επανάληψη των κύκλων αλλαγής καθ' όλη τη διάρκεια της νύκτας, (ζ) Ολοκλήρωση του προγράμματος κατά τις πρωινές ώρες και (η) Αποσύνδεση του καθετήρα από το μηχάνημα και αφαίρεση των γραμμών και των χρησιμοποιημένων σάκων. Αξίζει να σημειωθεί ότι ορισμένα άτομα εκτελούν μία επιπλέον αλλαγή νωρίς το απόγευμα (Kidney Care UK, 2018, NHS, 2019, Sachdeva et al., 2019. Η ΑΠΚ διακρίνεται σε:

- **Συνεχή κυκλική περιτοναϊκή κάθαρση (CCPD)** κατά την οποία γίνονται 3 έως 6 αλλαγές το βράδυ. Αφού γίνει η τελευταία έγχυση, γίνεται αποσύνδεση και ένα μέρος του διαλύματος συνεχίζει να βρίσκεται κατά την διάρκεια της μέρας μέσα στην περιτοναϊκή κοιλότητα.
- **Διαλείπουσα περιτοναϊκή κάθαρση (NIPD)** κατά την οποία γίνονται πάλι την νύχτα οι αλλαγές, όμως τώρα δεν παραμένει διάλυμα στην περιτοναϊκή κοιλότητα κατά την διάρκεια της ημέρας.

- **Παλιρροϊκή περιτοναϊκή κάθαρση (TPD)** κατά την οποία καθορισμένος αρχικός όγκος διαλύματος εισάγεται στο περιτόναιο και ακολουθεί μερική παροχέτευση του χρησιμοποιημένου διαλύματος στο τέλος κάθε αλλαγής (στην περιτοναϊκή κοιλότητα παραμένει ένας σταθερός υπολειπόμενος όγκος). Στη συνέχεια εισάγεται νέο διάλυμα σε ποσότητα ίδια με αυτή που αφαιρέθηκε. Αυτή η μέθοδος εφαρμόζεται σε ασθενείς, που κατά την ώρα της εξαγωγής παρουσιάζουν πόνο και σε αυτούς, που κατά τη διάρκεια παρουσιάζουν πολλούς συναγερμούς λόγω κακής λειτουργίας.

Ο τρόπος που εφαρμόζεται η περιτοναϊκή κάθαρση εξαρτάται από τον τρόπο ζωής του ασθενή και τις απαιτήσεις όσον αφορά στην απομάκρυνση των τοξινών και της περίσσειας του ύδατος. Η συμβουλευτική ομάδα της Μονάδας Περιτοναϊκής Κάθαρσης βοηθάει τον ασθενή να αποφασίσει για την καλύτερη θεραπεία προσαρμοσμένη σε κάθε ασθενή. Επίσης καταρτίζει και εκπαιδεύει τον ασθενή για την ορθή εκτέλεση της περιτοναϊκής κάθαρσης και του προμηθεύει τον απαραίτητο εξοπλισμό και τα αναλώσιμα. Επιπρόσθετα, ορισμένες Νεφρολογικές Μονάδες προσφέρουν υποβοηθούμενη περιτοναϊκή κάθαρση, κατά την οποία επαγγελματίας υγείας επισκέπτεται το σπίτι του ασθενή και τον βοηθάει στην εκτέλεση της περιτοναϊκής κάθαρσης (Kidney Care UK, 2018)..

1.8.1.2. Αιμοκάθαρση

Η αιμοκάθαρση αποτελεί τη μέθοδο υποκατάστασης της νεφρικής λειτουργίας στους ασθενείς που πάσχουν από οξεία ή χρόνια νεφρική ανεπάρκεια. Στην αιμοκάθαρση κυκλοφορεί το αίμα στο μηχάνημα αντλίας αιμοκάθαρσης και με το φίλτρο αιμοκάθαρσης και το υγρό αιμοκάθαρσης επιτυγχάνεται εξωσωματικά η απομάκρυνση των άχρηστων προϊόντων όπως η κρεατινίνη και η ουρία, καθώς και ο πλεονάζων όγκος υγρών από το αίμα του ασθενή (Frederic et al., 2005).

Συμβατική αιμοκάθαρση

Η συμβατική αιμοκάθαρση πραγματοποιείται συνήθως τρεις φορές την εβδομάδα, για περίπου τρεις έως τέσσερις ώρες για κάθε θεραπεία (Μερικές φορές πέντε ώρες για μεγαλύτερους ασθενείς), κατά τη διάρκεια της οποίας το αίμα του ασθενούς εξάγεται μέσω ενός σωλήνα με ρυθμό 200-400 mL / min. Ο σωλήνας

συνδέεται με βελόνα εύρους 15, 16 ή 17 που εισάγεται στο συρίγγιο αιμοκάθαρσης ή στο μόσχευμα, ή συνδέεται σε μία θύρα καθετήρα αιμοκάθαρσης. Στη συνέχεια, το αίμα αντλείται μέσω της συσκευής διάλυσης και στη συνέχεια το επεξεργασμένο αίμα αντλείται πίσω στην κυκλοφορία του αίματος του ασθενούς μέσω ενός άλλου σωλήνα (συνδεδεμένο με μια δεύτερη βελόνα). Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας, η αρτηριακή πίεση του ασθενούς παρακολουθείται στενά και εάν γίνει χαμηλή, ή εάν ο ασθενής εμφανίσει άλλα σημάδια χαμηλού όγκου αίματος όπως ναυτία, ο συνοδός αιμοκάθαρσης μπορεί να χορηγήσει επιπλέον υγρό μέσω του μηχανήματος. Κατά τη διάρκεια της θεραπείας, ο συνολικός όγκος αίματος του ασθενούς (περίπου 5000 cc) κυκλοφορεί μέσω του μηχανήματος κάθε 15 λεπτά. Κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας, ο ασθενής αιμοκάθαρσης εκτίθεται σε νερό μιας εβδομάδας για το μέσο άτομο.

Καθημερινή αιμοκάθαρση

Η καθημερινή αιμοκάθαρση χρησιμοποιείται συνήθως από εκείνους τους ασθενείς που κάνουν τη δική τους αιμοκάθαρση στο σπίτι. Είναι λιγότερο αγχωτικό (πιο ήπια) αλλά απαιτεί πιο συχνές προσπελάσεις των αγγείων. Αυτό είναι απλό με καθετήρες, αλλά πιο προβληματικό με συρίγγια ή μοσχεύματα. Η καθημερινή αιμοκάθαρση πραγματοποιείται συνήθως για 2 ώρες έξι ημέρες την εβδομάδα.

Νυκτερινή αιμοκάθαρση

Η διαδικασία της νυκτερινής αιμοκάθαρσης είναι παρόμοια με τη συμβατική αιμοκάθαρση, εκτός εάν εκτελείται τρεις έως έξι νύχτες την εβδομάδα και μεταξύ έξι και δέκα ωρών ανά συνεδρία ενώ ο ασθενής κοιμάται.

1.8.1.2.1. Βασικές αρχές αιμοκάθαρσης

Οι βασικές αρχές, που διέπουν την αιμοκάθαρση είναι:

- **Υπερδιήθηση** Στην διαδικασία της αιμοκάθαρσης το νερό απομακρύνεται με υδροστατική υπερδιήθηση. Η υπερδιήθηση επιτυγχάνεται συνήθως με τη μείωση της υδροστατικής πίεσης του διαμερίσματος αιμοκάθαρσης μιας συσκευής διάλυσης, επιτρέποντας έτσι στο νερό που περιέχει ηλεκτρολύτες και άλλες διαπερατές ουσίες να μετακινούνται από ένα σημείο υψηλότερης πίεσης σε ένα χαμηλότερης, δηλαδή από το πλάσμα στο προϊόν διαπίδυσης. Οπότε κάθε φορά που

ο ασθενής υποβάλλεται σε αιμοκάθαρση το υγρό αφαιρείται. Παράλληλα, το νάτριο που λαμβάνεται μεταξύ των θεραπειών αιμοκάθαρσης απομακρύνεται συνήθως κατά τη διάρκεια της αιμοκάθαρσης με τη διαδικασία της υπερδιήθησης και όχι με διάχυση. (Sam, 2014)

- **Διάχυση** Η διάχυση στην αιμοκάθαρση είναι η κίνηση διαλυμένων ουσιών ως αποτέλεσμα τυχαίων μοριακών κινήσεων σε μια ημιδιαπερατή μεμβράνη. Οι διαλυμένες ουσίες μεταφέρονται από τη πλευρά υψηλότερης συγκέντρωσης στη πλευρά χαμηλότερης. Η διαδικασία της διάχυσης στηρίζεται στη διαφορά συγκέντρωσης ουσιών στο διάλυμα κάθαρσης και στο αίμα. Το ποσοστό της ουσίας που μεταβιβάζεται με διάχυση εξαρτάται από το συντελεστή διάχυσης της μεμβράνης, τη ποσότητα του διαλύματος και τη πυκνότητα του διαλύματος για τη συγκεκριμένη ουσία. (Sam, 2014)

- **Όσμωση** Η αιμοκάθαρση στοχεύει στην αποκατάσταση του ισοζυγίου του ύδατος. Η ώσμωση είναι η διαδικασία με την οποία μεταφέρεται το νερό διαμέσου μιας διαπερατής μεμβράνης χωρίς την ταυτόχρονη διαπίδυση ουσιών. Η διαδικασία αυτή επιτρέπει τη μετακίνηση διαλύτη αλλά όχι διαλυμένων ουσιών. (Sam, 2014)

1.8.1.2.2. Τεχνικές εφαρμογής

Οι τεχνικές, που χρησιμοποιούνται για την εφαρμογή της, είναι η κλασική αιμοκάθαρση (HD), η αιμοδιήθηση (HF), η αιμοδιαδιήθηση (HDF).

Αιμοκάθαρση (HD)

Σε αυτή τη μέθοδο το διάλυμα περνά με αντίθετες ροές από το φίλτρο και με τον μηχανισμό της διάχυσης – όσμωσης – διήθησης πραγματοποιείται η απομάκρυνση των άχρηστων παράγωγων του οργανισμού. Η απομάκρυνση των επιπλέον υγρών, που έχουν κατακρατηθεί στον εξωκυττάριο χώρο επιτελείται με την υπερδιήθηση. Η αντλία αίματος ρυθμίζεται στα 300ml/min και η αντλία του διαλύματος στα 500ml/min. Ο συνολικός όγκος υγρών, που αφαιρείται, υπολογίζεται μεταξύ 2000 – 3000 ml ανά συνεδρία. (EDTNA/ERCA Chronic Kidney Disease, 2009)

Σε αυτόν τον τύπο αιμοκάθαρσης διακρίνουμε δύο είδη :

- **Την αιμοκάθαρση χαμηλής διαπερατότητας (low – flux)**, η οποία εξαρτάται από τη μεμβράνη του φίλτρου, που χρησιμοποιείται. Εδώ επιλέγονται φίλτρα με μεμβράνες χαμηλής απόδοσης , με μέτρια επιφάνεια , με χαμηλή διαπερατότητα στα προϊόντα ουρίας και χαμηλή ροή διαλύματος και αίματος. Χρησιμοποιούνται διαλύματα με οξείκ.

- **Την αιμοκάθαρση υψηλής διαπερατότητας (high – flux)**. Στην περίπτωση αυτή τα φίλτρα, που χρησιμοποιούνται, αποτελούνται από μεμβράνες μεγάλης επιφάνειας με δυνατότητα υψηλής κάθαρσης ουσιών με μικρό μοριακό βάρος, ενώ ταυτόχρονα επιτρέπουν μεγάλες ροές αίματος – διαλύματος και τη χρήση διττανθρακικών. Με αυτή τη μέθοδο επιτυγχάνεται η απομάκρυνση ουσιών μικρού και μεγάλου μοριακού βάρους. Για την εφαρμογή της χρειάζεται υπερκάθαρο νερό απαλλαγμένο από βλαβερά στοιχεία και μικρόβια.

Η αιμοκάθαρση με φίλτρα χαμηλής διαπερατότητας τείνει να εξαλειφθεί, καθώς η χρήση των διττανθρακικών είναι πιο ανεκτή και αποτελεσματική.

Με τη χρήση διττανθρακικών επιτυγχάνεται:

- Σταδιακή διόρθωση του PH του αίματος.
- Μείωση επεισοδίων υποξαιμίας.
- Πρόληψη υποτασικών επεισοδίων.
- Πρόληψη οξέωσης.
- Μικρότερη ελάττωση του κατά λεπτό όγκου αίματος. (ΜΟΥΡΒΑΤΗ, 2000)

Αιμοδιήθηση (HF)

Σε αυτή την μέθοδο αιμοκάθαρσης η μετακίνηση των ουσιών γίνεται με συμμεταφορά ή υπερδιήθηση, έτσι απομακρύνονται και ουσίες μεγάλου μοριακού βάρους μαζί με νερό. Δεν χρειάζεται διάλυμα, οπότε δεν υπάρχει εδώ το φαινόμενο της διάχυσης. Ο τρόπος, που πραγματοποιείται αυτή η μέθοδος, είναι όμοιος με την πειραματική διήθηση, που επιτελείται από τους νεφρούς.

Στην αιμοδιήθηση η μεμβράνη του φίλτρου υφίσταται μεγάλες υδροστατικές πιέσεις . Έτσι παράγονται μεγάλες ποσότητες νερού, που απομακρύνει τις βλαβερές ουσίες από το πλάσμα του ασθενούς(υπερδιήθηση). Η ποσότητα των υγρών, που

απομακρύνεται(υπερδιήθημα), αποκαθίσταται ταυτόχρονα με διάλυμα υποκατάστασης στείρο μικροβίων. Το είδος των φίλτρων, που επιλέγεται, έχει υψηλή διαβατότητα και πόρους αναλόγου μεγέθους με αυτό των ουσιών, που θα αποβληθούν (συμμεταφορά). (EDTNA/ERCA Chronic Kidney Disease, 2009)

Επομένως, για να επιτευχθεί η αιμοδιήθηση, το φίλτρο θα πρέπει να:

- Αντέχει την υδροστατική πίεση, που θα αναπτυχθεί μέσα σε αυτό.
- Έχει υψηλή διαβατότητα.
- Έχει την ικανότητα κάθαρσης ουσιών μεσαίου και μεγάλου μοριακού βάρους.

Η χορήγηση του υποκατάστατου μπορεί να γίνει πριν ή και μετά το φίλτρο.

Η αιμοδιήθηση χρησιμοποιείται συνήθως σε υπερήλικες ασθενείς και σε ασθενείς με:

- Καρδιαγγειακή αστάθεια.
- Υπερλιπιδαιμία.
- Οξέωση.
- Δευτεροπαθή υπερπαραθυρεοειδισμό.
- Σακχαρώδη διαβήτη.
- Αμυλοείδωση της αιμοκάθαρσης. (ΜΟΥΡΒΑΤΗ, 2000)

Αιμοδιαδιήθηση (HDF)

Η αιμοδιαδιήθηση επιτυγχάνεται με την όσμωση – διάχυση και συμμεταφορά. Αποτελεί μία μέθοδο συνδυασμού απλής αιμοκάθαρσης και αιμοδιήθησης. Όπως και στην αιμοκάθαρση το διάλυμα και το αίμα κινούνται με αντίθετη ροή ανάμεσα στη μεμβράνη. Τα φίλτρα, που χρησιμοποιούνται και εδώ, είναι μεσαίας προς υψηλής ή υψηλής διαπερατότητας σαν αυτά που χρησιμοποιούνται στην αιμοδιήθηση. Το ίδιο συμβαίνει και με την αναπλήρωση των υγρών, που απομακρύνεται από τον ασθενή. Γίνεται ταυτόχρονη αναπλήρωση με υποκατάστατο διαλύματος απαλλαγμένο από πυρετογόνα, το οποίο παράγεται κατά τη διάρκεια της συνεδρίας. Το υποκατάστατο μπορεί να χορηγείται πριν ή μετά το φίλτρο.

Στην προ φίλτρου χορήγηση υποκατάστατου έχουμε:

- Αραιώση του αίματος.
- Μεγαλύτερη δόση υποκατάστατου.
- Μικρότερη αιμοσυμπύκνωση στο φίλτρο.

Στην μετά φίλτρου χορήγηση έχουμε:

- Μεγαλύτερη αιμοσυμπύκνωση μέσα στο φίλτρο.
- Μεγαλύτερα αποτελέσματα κάθαρσης
- Μικρότερη ποσότητα υποκατάστατου.

Καλύτερα αποτελέσματα κάθαρσης επιτυγχάνονται, όταν η σύνδεση του υποκατάστατου γίνεται μετά το φίλτρο και χρησιμοποιείται μεμβράνη μεγάλης διαπερατότητας, η οποία βοηθά στην απομάκρυνση των μικρών, των μεσαίων και των μεγάλων μοριακού βάρους σωματιδίων. (ΡΑΠΤΗΣ & ΓΡΕΚΑΣ, 2008)

1.8.2. Μεταμόσχευση νεφρού

Η μεταμόσχευση, η επέμβαση δηλαδή κατά την οποία υγιή όργανα ή ιστοί μεταφέρονται από ένα νεκρό ή ζωντανό δότη σε έναν χρονίως πάσχοντα άνθρωπο με σκοπό την αποκατάσταση της λειτουργίας των οργάνων του, αποτελεί μια από τις μεγαλύτερες κατακτήσεις της ιατρικής του 20ου αιώνα και έχει καθιερωθεί ως μια θεραπευτική πρακτική που επιτρέπει την αποκατάσταση των λειτουργιών του σώματος που είχαν μέχρι εκείνη τη στιγμή χαθεί και είχαν μερικώς υποκατασταθεί (Μυσερλής, 2021). Η ανάπτυξη και η διάδοσή των μεταμοσχεύσεων δεν εξαρτάται μόνο από την επιστημονική και τεχνολογική πρόοδο, αλλά κυρίως από τη Δωρεά Οργάνων, ύψιστο δώρο ζωής και ελπίδας, μια αξεπέραστη εκδήλωση κοινωνικής αλληλεγγύης, που όμως είναι σε πολύ χαμηλά επίπεδα δημιουργώντας μεταμοσχευτικό χάσμα.

Την 1η Ιανουαρίου 2020 οι ασθενείς στον κατάλογο αναμονής προς μεταμόσχευση στην ΕΕ ανέρχονταν στον αριθμό των 150.000. 48.000 νέοι ασθενείς εντάχθηκαν σε λίστες αναμονής το 2019 ενώ κάθε ώρα προστίθενται 6 νέοι ασθενείς. 41.000 ασθενείς μεταμοσχεύονται κατά μέσο όρο ετησίως, ωστόσο 6.000 απεβίωσαν

την προηγούμενη χρονιά αναμένοντας ένα μόσχευμα. 18 άνθρωποι πεθαίνουν κάθε ημέρα (Council of Europe, 2020).

Κάθε ασθενής με χρόνια νεφρική νόσο τελικού σταδίου, ο οποίος υποβάλλεται σε αιμοκάθαρση ή περιτοναϊκή κάθαρση, έχει το δικαίωμα να εγγραφεί στο Εθνικό Μητρώο Υποψηφίων Λήπτων νεφρικού μοσχεύματος (Λίστα Αναμονής). Για να γίνει αυτό, απαραίτητη προϋπόθεση είναι η ολοκλήρωση συγκεκριμένου προμεταμοσχευτικού ελέγχου (Π.Ε.), μέσω του οποίου κρίνεται η καταλληλότητα του ασθενούς για μεταμόσχευση. Το έντυπο του Π.Ε. βρίσκεται στη διάθεση όλων των Μονάδων Τεχνητού Νεφρού (Μ.Τ.Ν.) και περιλαμβάνει στοιχεία όπως η ομάδα αίματος, η HLA τυποποίηση, το ποσοστό κυτταροτοξικών αντισωμάτων αλλά και κλινικές, αιματολογικές και απεικονιστικές εξετάσεις. Το έντυπο αυτό συμπληρώνεται και υπογράφεται από το νεφρολόγο της Μ.Τ.Ν. του ασθενούς, ο οποίος εγκρίνει και υπογράφει την καταλληλότητα του υποψήφιου λήπτη και στη συνέχεια επικυρώνεται από τον υπεύθυνο νεφρολόγο και χειρουργό του μεταμοσχευτικού κέντρου στο οποίο επιθυμεί να μεταμοσχευθεί ο ασθενής. Ακολούθως, αντίγραφο του Π.Ε. κατατίθεται στον Εθνικό Οργανισμό Μεταμοσχεύσεων, ο οποίος έχει την ευθύνη της τήρησης και της λειτουργίας της Εθνικής Λίστας Αναμονής. Σκοπός του προμεταμοσχευτικού ελέγχου των ασθενών είναι η αποτελεσματική εκτίμηση του κινδύνου και η διερεύνηση των τροποποιήσιμων παραγόντων κινδύνου, ούτως ώστε να ελαχιστοποιηθούν τα ανεπιθύμητα συμβάματα.

(https://anesthesia.gr/download/TOMOS_20/tefhos_41/61.pdf & ΜΥΣΕΡΛΗΣ). Ακόμη και αν υποθέσουμε ότι κάθε αιμοκαθαιρόμενος μπορεί να λάβει κάποιο νεφρικό μόσχευμα, δεν είναι όλοι κατάλληλοι λήπτες νεφρικού μοσχεύματος. Έτσι διαπιστώθηκε ότι υπάρχουν ειδικές αντενδείξεις (απόλυτες και σχετικές όπως η προχωρημένη ηλικία, τα καρδιακά νοσήματα, το AIDS, οι ψυχικές ασθένειες, ο καρκίνος, οι σοβαρές λοιμώξεις και η κατάχρηση αλκοόλ ή ναρκωτικών) στη μεταμόσχευση νεφρού, που αυξάνουν την εγχειρητική νοσηρότητα και ή τον κίνδυνο από την ανοσοκατασταλτική αγωγή, οι οποίες υπαγορεύουν το αν μπορεί να γίνει μεταμόσχευση νεφρού.

Για την επιβίωση του μοσχεύματος χορηγούνται εφόρου ζωής ανοσοκατασταλτικά φάρμακα για να αποτραπεί η απόρριψη από το ανοσοποιητικό σύστημα, οι επιπλοκές και η μείωση της νοσηρότητας. Κάποια από τα

ανοσοκατασταλτικά που χρησιμοποιούνται ευρέως είναι τα κορτικοστεροειδή, οι αναστολείς καλσινευρίνης, οι αντιμεταβολιτές, οι αναστολείς mTor κ.α. Η δόση των φαρμάκων αυτών είναι διαφορετική για το κάθε ασθενή και ρυθμίζεται ανάλογα με την ανταπόκριση που έχουν και τις ανάγκες του κάθε οργανισμού (UCSF 2014, Collins 2019). Ωστόσο η λήψη ανοσοκατασταλτικών σε βάθος χρόνου αποδυναμώνει τον ασθενή, γεγονός που τον καθιστά ευάλωτο σε επιπλοκές (όπως οι λοιμώξεις). Εκτός από τη φαρμακευτική αγωγή, για την ενδυνάμωση του οργανισμού σημαντική θεωρείται η ρύθμιση της διαίτας, η αποφυγή καπνίσματος και αλκοόλ καθώς και η σωματική άσκηση σε καθημερινή βάση (NHS 2018). Αν και η μεταμόσχευση προσδίδει πολλά οφέλη για τον οργανισμό του λήπτη, μπορεί να επιφέρει διάφορες επιπλοκές και προβλήματα όπως κάθε χειρουργική επέμβαση που πραγματοποιείται. Κάποιες από τις κύριες είναι η απόρριψη μοσχεύματος, η αιμορραγία, οι λοιμώξεις, η αγγειακή θρόμβωση, η στένωση αρτηριών, το αγγειακό και καρδιακό επεισόδιο. Οι δευτερεύοντες επιπλοκές που μπορεί να εμφανιστούν είναι η απόφραξη ουρητήρα και η διαρροή ούρων, η προσωρινή νεφρική δυσλειτουργία, η υπέρταση, ο διαβήτης, και η αύξηση βάρους (Collins 2019, Fresenius Kidney Care 2020, John Hopkins Medicine 2021).

Κεφάλαιο 2: Η ιστορία της αιμοκάθαρσης

2.1. Από την ουροσκοπία και την αφαίμαξη στην ομοιόσταση και στην όσμωση

Ο όρος νεφρός παράγεται εκ του ρήματος νεώ που σημαίνει ανανεώνω και το ρήμα φρέω-ω που σημαίνει εισάγω, αφήνω κάτι να εισέλθει.

Μέσα στους μύθους των Προϊνδουιστικών πληθυσμών διακρίνεται το πρώιμο ενδιαφέρον του ανθρώπου για την κατανόηση της φυσικής λειτουργίας της ούρησης. Παρατηρούνται έτσι τελετουργίες που προσδίδουν θρησκευτική διάσταση τόσο στο φαινόμενο της ούρησης όσο και στα ίδια τα ούρα αλλά και στα όργανα παραγωγής τους, τους νεφρούς (Damar Tantra, στίχοι 1–4). Στο Damar Tantra το οποίο χρονολογείται από το 5000 π.Χ., καταγράφεται μία θρησκευτική τελετουργία κατά την οποία γίνονταν κατάποση των ούρων για θεραπευτικούς λόγους (στίχοι 8-9). Ο Αιγυπτιακός πάπυρος του Έβερου, ένας από τους παλαιότερους και σημαντικότερους ιατρικούς παπύρους της Αρχαίας Αιγύπτου βοτανικής γνώσης που χρονολογείται περίπου το 1550 π.Χ., αναφέρεται επίσης στη μελέτη των ούρων. Ο πάπυρος γράφτηκε το 1500 π.Χ και αναφέρεται στην πολουρία που οφείλεται στο διαβήτη. Οι πηγές όμως του κειμένου αναφέρονταν σε γνώσεις που είχαν καταγραφεί σε παπύρους ήδη από το 5000 π.Χ. Από τα βάθι της Αρχαιότητας έρχονται επίσης Βαβυλώνιοι πάπυροι που αναφέρουν για πρώτη φορά το χρώμα και τη σύσταση των ούρων (Λιάππα Σ., Καρκαλούσος Π. 2008)

Ως ίαση σε ποικίλες ασθένειες προτεινόταν η αφαίμαξη. Εικόνες σε αιγυπτιακούς τάφους δείχνουν βδέλλες που χρησιμοποιούνταν για αφαίμαξη ενώ στον πάπυρο Έβερου, υποδηλώνεται η χρήση εν τω βάθει τομών του δέρματος, δηλ. ουλών, ως μια μορφή θεραπείας ώστε να αφαιρείται το αίμα.

Επιπλέον η αφαίμαξη είχε μία εξαιρετικά ευρεία γεωγραφική κατανομή και πραγματοποιείτο από του αρχαίους λαούς της Μεσοποταμίας, του Αιγυπτίου, τους Έλληνες τους Μάγια και τους Αζτέκους καθώς και από του κατοίκους της Ινδικής χερσονήσου Στην εβραϊκή παράδοση, το Ταλμούδ συνιστούσε μία συγκεκριμένη ημέρα της εβδομάδας και συγκεκριμένες ημερομηνίες για τις αφαιμάξεις,

Μερικούς αιώνες αργότερα ο Ιπποκράτης (460-370 π.Χ) στο έργο του «Προγνωστικά», σχολιάζει τις μεταβολές της σύστασης, του χρώματος και της οσμής των ούρων κατά τη διάρκεια του πυρετού σε ενήλικες και παιδιά. Παρόλα αυτά ο Ιπποκράτης δεν είχε κατανοήσει τη λειτουργία των νεφρών αφού θεωρούσε ότι τα ούρα σχηματίζονταν στην ουροδόχο κύστη. Όλα τα έργα του Ιπποκράτη με τον γενικό λατινικό τίτλο «Corpus Hippocraticum», αποτέλεσαν την πρώτη στη δυτική επιστήμη ιατρική βιβλιογραφία. Από τον 4ο π.Χ. αιώνα, ο Ιπποκράτης είχε ήδη παρατηρήσει, ότι μια νόσος, που χαρακτηριζόταν από «ωχρότητα, οίδημα και ύδρωπα ανά σάρκα, καρηβαρία και υπνηλία, καθίστατο μοιραία για τη ζωή του ασθενή, όταν αυτός εμφάνιζε επί πλέον και σπασμούς». Προφανώς, επρόκειτο για το τελικό στάδιο της χρόνιας νεφρικής ανεπάρκειας, χωρίς να ήταν τότε γνωστή η αιτιοπαθογενετική συσχέτιση αυτού του κλινικού συνδρόμου με τους νεφρούς. Προκειμένου να αντιμετωπίσει μια μεγάλη σειρά παθήσεων όπως η επιληψία, η αποπληξία, η περιπνευμονία και οι πλευρικές λοιμώξεις ο Ιπποκράτης χρησιμοποιούσε την αφαίμαξη αφού “οι φλεβοτομές κατέχουν την πρώτη θέση προσέγγισης της θεραπείας”.

Ο Αριστοτέλης (384 - 324 π.Χ) γύρω στο 336 π.Χ. πρώτος περιέγραψε αλλά και σχεδίασε το ουροποιητικό – γεννητικό σύστημα αναφερόμενος στους νεφρούς, την ουροδόχο κύστη, τους ουρητήρες και τα σχετικά αγγεία³.

Αργότερα ο Ερασίστρατος από την Αλεξάνδρεια (290 – 250 π.Χ.) μελέτησε το νεφρικό σύστημα και πρώτος παρατήρησε ότι τα ούρα σχηματίζονται στους νεφρούς με διαδικασία διήθησης.

Ο Γαληνός από την Πέργαμο (περίπου 129 – 200 μ.Χ), (Seufert W. 1996) ο διασημότερος γιατρός της Ρωμαϊκής περιόδου και ιδρυτής της κλινικής φαρμακολογίας, έκανε σημαντικές παρατηρήσεις πάνω στην ανατομία των νεφρών, της ουροδόχου κύστης και του νευρικού συστήματος. Πρότεινε ότι το αίμα δεν διέρχεται μέσω των νεφρών αλλά τα διάφορα προϊόντα αποδόμησης «έλκονται» από αυτούς. Ο Γαληνός ήταν ο θεμελιωτής της θεωρίας των τεσσάρων χυμών η οποία επηρέασε την ιατρική σκέψη μέχρι την Αναγέννηση. Σύμφωνα με τη θεωρία αυτή το ανθρώπινο σώμα αποτελείται από τέσσερις ζωτικούς χυμούς τη μαύρη χολή, τη κίτρινη χολή, το φλέγμα και το αίμα. Όλες οι παθήσεις οφείλονταν στη μεταβολή της κατανομής των τεσσάρων χυμών. Η κατανομή τους μπορούσε να διαγνωστεί με την εξέταση των ούρων και γι’ αυτό πρότεινε την καθημερινή τους εξέταση. Τα ούρα

σύμφωνα με τον Γαληνό αποτελούσαν το μέσο διάγνωσης ασθενειών των νεφρών, της ουρήθρας και της ουροδόχου κύστεως. Όπως και ο Ιπποκράτης, ο Γαληνός, υπερασπιζόταν επίσης την αφαίμαξη αφού η ισορροπία μεταξύ των τεσσάρων χυμών αποτελούσε τη βάση της υγείας ή της ασθένειας. Ο Γαληνός πίστευε πως το αίμα ήταν ο κυρίαρχος χυμός και αυτός που χρειαζόταν να ελέγχεται περισσότερο. Για να εξισορροπήσει τους χυμούς, ο ιατρός έπρεπε είτε να αφαιρέσει την «περίσσεια» (πληθώραν) αίματος από τον ασθενή, είτε να του χορηγήσει κάποιο εμετικό ή διουρητικό φάρμακο. Ο Γαληνός συνέταξε ένα σύνθετο πρόγραμμα για το πόσο αίμα θα έπρεπε να αφαιρείται, ως συνάρτηση της ηλικίας και της κράσεως του ασθενούς, της εποχής, του καιρού και της τοποθεσίας. Τα συμπτώματα της περίσσειας αίματος πιστευόταν ότι περιελάμβαναν τον πυρετό, την αποπληξία και τον πονοκέφαλο. Ο τύπος του αίματος που έπρεπε να αφαιρεθεί καθοριζόταν από την ασθένεια, είτε αρτηριακό, είτε φλεβικό, και από κοντά ή μακριά από τη νοσούσα περιοχή του σώματος. Κατά τον Γαληνό, διαφορετικά αγγεία συνδέονταν με διαφορετικά όργανα, π.χ. η φλέβα στο δεξιό χέρι έπρεπε να αφαιμάσσεται για προβλήματα στο ήπαρ, ενώ η φλέβα στο αριστερό χέρι για προβλήματα του σπλήνα. Η ποσότητα του αίματος που αφαιρούσαν ήταν ανάλογη με τη βαρύτητα της ασθένειας. Οι μεγαλύτερες αφαιμάξεις γίνονταν σε περιπτώσεις υψηλού πυρετού. (Greenstone, 2010)

Την ίδια εποχή με το Γαληνό, στην Έφεσο, ο Έλληνας γιατρός Ρούφος ο Εφέσιος έκανε σπουδαίες παρατηρήσεις για το ουροποιητικό σύστημα. Στο έργο του «Πραγματεία πάνω στις Ασθένειες των Νεφρών και της Κύστης» περιγράφει για πρώτη φορά τμήματα του ουροποιητικού συστήματος, ασθένειές του αλλά και συμπτώματα αυτών όπως η αιματουρία. Σύγχρονος του Ρούφου και του Γαληνού ήταν ο Αρεταΐος ο Καππαδόκης (2ος αιώνας μ.Χ) ο οποίος μελέτησε τη λειτουργία του νεφρού και ανέφερε ότι το νεφρό χρησιμεύει για το διαχωρισμό των ούρων από το αίμα. Ο Αρεταΐος περιέγραψε τη λοβώδη υφή των νεφρών καθώς και αρκετές ασθένειες του ουροποιητικού όπως το νεφρωσικό σύνδρομο (Diamantopoulos A, 1977)

Στα βυζαντινά χρόνια ο Θεόφιλος Πρωτοσπαθάριος (603 - 641 μ.Χ) ήταν ο πρώτος που συνέλαβε την ιδέα ότι τα ούρα προέρχονται από τη διήθηση του αίματος. Επιπλέον περιέγραψε την πρωτεϊνουρία και την διάγνωσή της με θέρμανση των

ούρων. Στο βιβλίο του «Περί Ούρων», τα μακροσκοπικά χαρακτηριστικά των ούρων συνδέονταν με συγκεκριμένες παθήσεις (Βογιατζάκης Δ)

Η συμβολή των Αράβων στα γράμματα και στις επιστήμες στα χρόνια του Μεσαίωνα ήταν σημαντική σε όλους τους τομείς της διανόησης συμπεριλαμβανομένης της ιατρικής. Ο Άραβας ιατρός Αβικένας (Ibn Sinâ, 980 – 1037 μ.Χ.) παρατήρησε για πρώτη φορά τη διαφορετική σύσταση των ούρων σε διαφορετικές ώρες της ημέρας. Κατέγραψε την επίδραση της ηλικίας, της διατροφής και των φαρμάκων στο χρώμα των ούρων.

Και στον ευρωπαϊκό Μεσαίωνα κανόνες ανιχνεύονται σε κείμενα που συμβούλευαν για το ποιων αγίων οι εορτές ήταν ευνοϊκές για αφαίμαξη, ενώ συνήθειες ήταν και οι αστρολογικοί χάρτες που έδειχναν συγκεκριμένα σημεία αιμοληψίας σε σχέση με τις θέσεις των πλανητών και των ζωδίων. Η ισλαμική ιατρική συμβούλευε επίσης την αφαίμαξη, ιδίως σε περιπτώσεις πυρετού.

Τόσο οι Άραβες όσο και οι Έλληνες ιατροί συνέβαλαν τα μέγιστα στη εξέλιξη της ιατρικής στην Ευρώπη κατά το Μεσαίωνα και την Αναγέννηση αφού όλα τα έργα τους μεταφράστηκαν στα λατινικά από μοναχούς – γραφείς.

Ο Richard Bright ίδρυσε πραγματικά την παθολογία των νεφρών περιγράφοντας το 1836 τη νόσο του Bright, μια φλεγμονώδη νόσο των νεφρών γνωστή πλέον ως οξεία σπειραματική νεφρίτιδα. Περιέγραψε την ασθένεια τως φλεγμονή και σκλήρυνση των νεφρών, πληρότητα και σκληρότητα του σφυγμού (υπέρταση) και λευκωματουρία.. Ο Bright περιέγραψε 25 περιπτώσεις υδρωπικίας (οίδημα) τις οποίες απέδωσε σε νεφρική νόσο. Τα συμπτώματα και τα σημεία περιελάμβαναν: φλεγμονή των ορωδών μεμβρανών, αιμορραγίες, αποπληξία, σπασμούς, τύφλωση και κόμα. Πολλές από αυτές τις περιπτώσεις βρέθηκαν να έχουν λευκωματίνη στα ούρα τους (που ανιχνεύθηκε από την πήξη του κουταλιού και της θερμότητας του κεριού) και έδειξαν εντυπωσιακές νοσηρές αλλαγές των νεφρών κατά την αυτοψία. Η τριάδα της υδρωπικίας, της αλβουμίνης στα ούρα και της νεφρικής νόσου θεωρήθηκε ως χαρακτηριστικό της νόσου του Bright. Αργότερα επέκτεινε αυτές τις παρατηρήσεις για να συμπεριλάβει μειωμένο ειδικό βάρος των ούρων με αυξημένη ουρία, καθώς και αποπληξία, οροσίτιδα, υπερτροφία της αριστερής κοιλίας και εγκεφαλικό επεισόδιο. Η νόσος του Bright αντιμετωπιζονταν ιστορικά με ζεστά λουτρά, αιμοληψία, ενώσεις υδραργύρου, όπιο, διουρητικά, καθαρτικά και διαιτητική

θεραπεία, συμπεριλαμβανομένης της αποχής από αλκοολούχα ποτά, τυρί και κόκκινο κρέας. (Peitzman, 1989). "

Στις αρχές του 1800, η Θεωρία της Εξέλιξης του Δαρβίνου σε συνδυασμό με την αναγνώριση ότι οι χημείες του σώματος πολλών διαφορετικών ειδών ήταν εντυπωσιακά παρόμοιες οδήγησαν τον Claude Bernard να αναπτύξει τη θεωρία του για το εσωτερικό περιβάλλον (internal milieu): «Η σταθερότητα του εσωτερικού περιβάλλοντος είναι η προϋπόθεση μιας ελεύθερης και ανεξάρτητης ύπαρξης». Με αυτό, εννοούσε ότι η ικανότητα των προγονικών οργανισμών μας να φεύγουν από τους ωκεανούς απαιτούσε να αναπτύξουν την ικανότητα να «κουβαλούν τον ωκεανό μαζί τους» με τη μορφή ενός εσωτερικού ωκεανού, λούζοντας τα κύτταρά τους συνεχώς σε υγρά που μοιάζουν με τις ίδιες τις θάλασσες από που εξέλιξαν. Αυτή η έννοια, αν και θυμίζει την έννοια της χυμοφυσιολογίας του Ιπποκράτη, σηματοδότησε μια τεράστια πρόοδο επειδή ο Bernard περιέγραψε τόσο τα χαρακτηριστικά των σωματικών υγρών όσο και την ανάγκη διατήρησης αυτού του εσωτερικού περιβάλλοντος (Milieu intérieur). Οι οργανισμοί λοιπόν, επρεπε να διατηρήσουν τη σταθερότητα αυτού του εσωτερικού ωκεανού παρά τις μεγάλες διακυμάνσεις στη διατροφή, την πρόσληψη υγρών και άλλες περιβαλλοντικές συνθήκες. Ο Bernard ενδιαφέρθηκε να εξετάσει τον τρόπο με τον οποίο το σώμα χειριζόταν το νερό. Μόλις είχε ξεκινήσει την έρευνα σε αυτόν τον τομέα όταν το 1844 ο Bowan ανακοίνωσε ότι το νεφρό ήταν ένας αδένας που εκκρινε απλά ουρία και ουρικό οξύ στα ούρα. Λίγο αργότερα ο Carl Ludwig σημείωσε τον ρόλο της αρτηριακής πίεσης στη σπειραματική διήθηση ενώ ένας συνάδελφος του Bernard, ο Poiseuille έφτασε σε ένα παρόμοιο συμπέρασμα. Ο Bernard ξεκίνησε τη μελέτη του νεφρού απορρίπτοντας την ιδέα της παραγωγής ούρων ως την κύρια λειτουργία των νεφρών και υποστήριξε ότι οι νεφροί έχουν πιο ουσιαστική λειτουργία πέρα από αυτή της διήθησης, στηριζόμενος στην φυσιολογική καθυστέρηση της νεφρικής απέκκρισης μετά τη χορήγηση όγκου νερού. Το 1929 Walter Cannon, βασισμένος στην αρχή της διατήρησης του Bernard συγγράφει το *Organisation for physiological homeostasis* και επινοεί τον όρο ομοιόσταση (από το ομοιος και το στάση) για να περιγράψει τις φυσιολογικές διεργασίες που, συνολικά, διατηρούν τη σταθερότητα των εσωτερικών χημικών ουσιών. (Hoenig MP, Zeidel ML, 2014).

Ο τρόπος μεταφοράς του νερού και των διαλυτών ουσιών μεταξύ των μεμβρανών προβλημάτιζε διάφορους κλάδους επιστημόνων ήδη από τον 17ο αι. Ένας

γάλλος φυσικός και αβάς, ο Jean-Antoine Nollet (1700-1770) το 1748 πήρε ένα κύλινδρο με κρασί και σκέπασε το στόμιό του με κύστη ζώου. Στη συνέχεια βύθισε τον κύλινδρο μέσα σε νερό και παρατήρησε ότι περνούσε νερό μέσα από την κύστη και έμπαινε στο κρασί. Αυτό του έκανε εντύπωση και αναρωτήθηκε ποια ήταν η δύναμη που προκαλούσε τη μετακίνηση του νερού. Ο Henri Dutrochet (1776-1847) επέκτεινε τα πειράματα και εισήγαγε τον όρο όσμωση από το αρχ. ὄσμος «ώθηση», παράγωγο του ρήματος ὠθῶ) για να περιγράψει την μετακίνηση ύδατος μεταξύ δυο διαμερισμάτων διαμέσου ημιδιαπερατής μεμβράνης, αλλά όχι διαλυμένων ουσιών. Αν και μέτρησε τις δυνάμεις που δημιουργούνται από αυτή την μεταφορά, ήταν ο χημικός Thomas Graham (1805-1869) που εισήγαγε τον όρο ωσμωτική πίεση και ασχολήθηκε επισταμένως με τους όρους της όσμωσης και της διάχυσης ώστε να αποκαλείται «ο πατέρας της αιμοκάθαρσης».

2.2. Thomas Graham: ο «πατέρας» της αιμοκάθαρσης

Γιος ενός ευκατάστατου κλωστουφαντουργού ο Thomas Graham (1805-1869) ενέγραφεται στο Πανεπιστήμιο της Γλασκώβης το 1819 σε ηλικία 14 ετών, ακολουθώντας την πατρική επιθυμία να ενταχθεί στους κύκλους της Εκκλησίας της Σκωτίας, όπως και πολλά άλλα μέλη της οικογένειας. Αποφοιτά το 1824 έχοντας όμως έρθει σε επαφή με την Χημεία υπό την καθοδήγηση ενός χαρισματικού δασκάλου, του Thomas Thomson. Η ποιμαντική δίνει τη θέση της στη φοίτηση στη χημεία, αν και θα χρησιμοποιηθεί ως δικαιολογία για τη συνέχιση των σπουδών του στο Εδιμβούργο. Εκεί όμως θα εγγραφεί στην ιατρική σχολή, θα παρακολουθήσει μαθήματα χημείας και θα εγκαταστήσει ένα μικρό εργαστήριο στην κατοικία του όπου θα διεξάγει πειράματα και θα συγγράψει την πρώτη του εργασία το 1826, σε ηλικία μόλις 21 ετών, για την απορρόφηση των αερίων από τα υγρά. Η ανακάλυψη της αλήθειας από τον πατέρα του ωστόσο, θα τον αφήσει χωρίς οικονομική βοήθεια και έτσι θα επιστρέψει στη Γλασκώβη, επικουρούμενος κρυφά από την μητέρα και την αδερφή του και το 1830 διορίζεται ως καθηγητής χημείας στην Anderson's University Institution. Το 1831, 26 ετών, ο Graham κάνει την πρώτη του ανακάλυψη, τη διάχυση των αερίων διατυπώνοντας τον νόμο, που έγινε γνωστός με το όνομά του, ως εξής: «Η ταχύτητα διάχυσης των αερίων είναι αντιστρόφως ανάλογη με την τετραγωνική ρίζα της πυκνότητάς τους». Σε αναγνώριση της σημαντικής προσφοράς

του στην χημεία σε τόσο νεαρή ηλικία, το 1836 ανακηρύσσεται μέλος της Βασιλικής Εταιρείας λίγο πριν μετακομίσει για να αναλάβει τη θέση του καθηγητή στο Πανεπιστήμιο του Λονδίνου, μια θέση που κρατάει μέχρι το 1842, και τελικά διορίζεται ως Warden και Master Worker of the Mint το 1855.

Οι πρώτες μελέτες του Graham για την όσμωση και τη διάχυση ξεκίνησαν με το έργο του Motion of Gases που δημοσιεύτηκε το 1846 αλλά αναπτύχθηκαν στο έργο On Osmotic force του 1851, στο οποίο επέκτεινε τις μελέτες του Dutrochet χρησιμοποιώντας ημιδιαπερατές μεμβράνες. Το πιο σημαντικό έργο του όμως σχετικά με τις όσμωση και τη διάχυση είναι το Liquid diffusion applied to analysis (1861) στο οποίο περιέγραψε τις διαφορές μεταξύ αυτού που όρισε ως **κρυσταλλοειδή** (νάτριο, κάλιο, ουρία, γλυκόζη) και στα **κολλοειδή** (= από την ελληνική κόλλα) τα οποία διαχέονται πιο αργά και έχουν υψηλό μοριακό βάρος. Ένας αριθμός διαφορετικών διαλυτών χρησιμοποιήθηκε σε αυτές τις μελέτες προκειμένου να διερευνηθεί η διαφορετική συμπεριφορά των ουσιών μεμονομένων ή συνδυασμένων σε μείγματα. Όρισε και μελέτησε τις ημιπερατές μεμβράνες σε σχέση με τις διάφορες κατηγορίες ενώσεων και απέδειξε ότι η περγαμινή (μεμβράνη ζωικής προέλευσης) λειτούργησε ως ημιδιαπερατή μεμβράνη. Αφού επικάλυψε την περγαμινή με λευκωματίνη, για να κλείσει τις όποιες οπές, το τέντωσε πάνω σε ένα ξύλινο στεφάνι, το οποίο επεπλέε στο νερό. Σε αυτό, έβαλε ένα υγρό που περιείχε κρυσταλλοειδή και κολλοειδή και διαπίστωσε ότι μόνο το κρυσταλλικό υλικό διαχέεται μέσω της περγαμινής στο νερό. Για αυτό το φαινόμενο ο Graham έγραψε

*«τα μόρια διαπερνούν αυτό το διάφραγμα και κινούνται με τη δύναμη της διάχυσης... Ίσως να μου επιτρέπεται να χρησιμοποιήσω τον όρο κάθαρση του διαχωρισμού με τη μέθοδο της διάχυσης μέσω ενός συστήματος μεμβράνης (*dialysis of separation by the method of diffusion through a system of gelatinous matter*)».*

επανεφευρίσκοντας τον όρο dialysis με την σημερινή του σημασία, αυτή της αιμοκάθαρσης.

2.3. John J. Abel - Το πρώτο «τεχνητό νεφρό» (1913)

Η προσέγγιση του Graham για την απομάκρυνση διαλυτών ουσιών από υγρά που περιέχουν κολλοειδή και κρυσταλλοειδή δεν δοκιμάστηκε in vivo παρά μόνο μετά από 50 χρόνια στη Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής από τον John J. Abel και τους συνεργάτες του Rowntree και Turner του Εργαστηρίου Φαρμακολογίας της Ιατρικής Σχολής Johns Hopkins στη Βαλτιμόρη.

Γεννημένος στο Οχάιο το 1857 από γονείς που είχαν γερμανικές ρίζες, ο Abel σπούδασε αρχικά στο Πανεπιστήμιο του Μισιγκαν απ' όπου αποφοίτησε το 1883 με Ph.B. Αν και εργάστηκε για κάποια χρόνια ως διευθυντής σε ένα σχολείο, επέστρεψε στα ακαδημαϊκά έδρανα στο Πανεπιστήμιο John Hopkins και μετέπειτα στο Στρασβούργο όπου και έλαβε την ιατρική ειδικότητα. Με την επιστροφή του στις ΗΠΑ, ανέλαβε καθήκοντα καθηγητή στο Πανεπιστήμιο του Μίσιγκαν και αργότερα μετακινήθηκε στο Εργαστήριο Φαρμακολογίας της Ιατρικής Σχολής Johns Hopkins στη Βαλτιμόρη.

Στις 6 Μαΐου 1913 ο Abel παρουσίασε μια εργασία με τίτλο «The removal of diffusible substances from the circulating blood by means of dialysis» η οποία περιέγραφε μία μέθοδο με την οποία θα ήταν εφικτό το αίμα ενός ζωντανού ζώου, σκύλου ή κουνελιού, να υποβληθεί σε αιμοκάθαρση και να επιστρέψει ξανά στη φυσική κυκλοφορία χωρίς καμία επιμόλυνση με τη βοήθεια μιας συσκευής που ονόμασαν «τεχνητό νεφρό». Η συσκευή αυτή αποτελούντο από ένα ή μια σειρά από σειρές σωλήνων από κυτταροειδίνη διαμέτρου 8 mm και μήκους 40 mm στερεωμένους με ένα κορδόνι μέσα σε ένα γυάλινο δοχείο με διακλαδώσεις γεμάτο με αλατούχο ή τεχνητό ορό. Στο αίμα του ζώου χρησιμοποιήθηκε ιρουδίνη ώστε να καταστεί αδιάλυτο και μέσω μιας αρτηριακής κάνουλας το διοχέτευσαν από το δοχείο με τον ορό σε μια φλέβα του ζώου επιστρέφοντας το αίμα οριζόντια, δύο φορές σε κάθε κατεύθυνση μέσω οκτώ παράλληλων σωλήνων. Με τη συσκευή τους, απομάκρυναν από το ζώο είτε ενδογενείς είτε ξένες ουσίες των οποίων η παρουσία σε υπερβολικές ποσότητες έθετε σε κίνδυνο τη ζωή.

Οι Abel, Rowntree και Turner δημοσίευσαν επίσης μια άλλη εργασία με τίτλο: «Αφαίρεση πλάσματος με επιστροφή σωματιδίων (πλάσμαφαίρεση). Περιέγραψαν σε αυτό το άρθρο μια εντελώς ξεχωριστή διαδικασία αφαίρεσης πλάσματος που είχαν επινοήσει κατά την οποία αφαιμάζαν αίμα από σκύλους, φυγοκεντρούσαν το πλάσμα

και επέστρεφαν τα ερυθρά αιμοσφαίρια «με σκοπό την τελική χρήση της μεθόδου για την ανακούφιση της τοξαιμίας». Εφάρμοσαν πλασμαφαίρεση σε φυσιολογικά ζώα καθώς και σε άλλα στα οποία είχαν κάνει αμφοτερόπλευρη νεφρεκτομή. Στόχος τους ήταν να εξακριβώσουν εάν θα μπορούσαν να παρατείνουν τη ζωή των πειραματόζωων και να καθορίσουν εάν αυτή η θεραπεία θα ανακουφίσει τα συμπτώματα που προκαλούνται από την αμφοτερόπλευρη νεφρεκτομή. Ανέφεραν ότι, ενώ μπορούσαν να εκτελέσουν τη διαδικασία με επιτυχία, τα ζώα είχαν μικρή βελτίωση στην επιβίωση.

Οι ανακοινώσεις αυτές προσέκλυσαν το ιδιαίτερο ενδιαφέρον των μέσων μαζικής ενημέρωσης και κατ' επέκταση του κοινού. Σε ένα από αυτά τα ειδησεογραφικά δημοσιεύματα χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά ο όρος «τεχνητός νεφρός»: στο τεύχος της 11ης Αυγούστου 1913 οι Times του Λονδίνου στο ρεπορτάζ τους για την παρουσίαση της συσκευής στο University College αναφέρει, «Ο καθηγητής Abel έχει κατασκευάσει αυτό που είναι πρακτικά ένας τεχνητός νεφρός...που μπορεί να υιοθετηθεί τελικά στη θεραπεία της νόσου» . Ο όρος «τεχνητός νεφρός» υιοθετήθηκε στη συνέχεια από τον Abel και χρησιμοποιήθηκε στη συνέχεια σε δηλώσεις που υποθέτουν ότι η συσκευή θα ήταν ένα πολύτιμο εργαλείο για να αφαιρέσουν τις τοξικές ουσίες που βλάπτουν τον οργανισμό ώστε με τη σειρά τους να ανακουφίσουν τους νεφρούς.

Τον Δεκέμβριο του 1914 ο Abel έλαβε μια πρόσκληση να βοηθήσει στην θεραπεία μιας ασθενούς του νοσοκομείου, της κ.Β.Β., η οποία είχε διαγνωστεί με χρόνια νεφρίτιδα, καρδιακή ανεπάρκεια, αναιμία και ουραιμία. Ως μέθοδο αντιμετώπισης πρότεινε την πλασμαφαίρεση ωστόσο δεν χρησιμοποιήθηκαν ικανοποιητικά άσηπτες τεχνικές με αποτέλεσμα οι κλινικοί ιατροί να θεωρήσουν τη θεραπεία βλαπτική. Αν και ο Abel δεν έκανε καμμία νύξη για την συγκεκριμένη ασθενή, έκτοτε απέφυγε τη διενέργεια πειραμάτων είτε σε ανθρώπους είτε σε ζώα, αποδίδοντας το σε έλλειψη ιρουδίνης. Μεταγενέστερα, ο Rowntree χρησιμοποίησε μια απλοποιημένη μορφή της συσκευής για να μελετήσει in vivo τη διαμόρφωση θρόμβων από την εξωσωματική κυκλοφορία του αίματος. Το ενδιαφέρον ήταν η χρήση ιρουδίνης μαζί με ηπαρίνη, προαναγγέλλοντας το μέλλον της αιμοκάθαρσης.

2.4. Georg Haas - Η πρώτη ανθρώπινη αιμοκάθαρση (1924)

Οι πρώτες θεραπείες αιμοκάθαρσης που αφορούσαν ανθρώπους πραγματοποιούνται από έναν γερμανό γιατρό, τον Georg Haas (1886-1971) το 1924 στο πανεπιστήμιο της πόλης Giessen, κοντά στη Φρανκφούρτη.

Ο Haas καταγόταν από μια πλούσια οικογένεια που κατείχε ένα χυτήριο σιδήρου και ένα εργοστάσιο μηχανικής. Έτσι, αν και γιατρός, είχε πολλή επαφή με μηχανές από μικρή ηλικία στη Νυρεμβέργη. Ο Haas εκπαιδεύτηκε στην ιατρική στο Φράιμπουργκ και για τη μεταπτυχιακή του εκπαίδευση στο Στρασβούργο. Εκεί, υπό την εποπτεία του υπεύθυνου του εργαστηρίου φυσιολογίας Franz Hofmeister ο Haas μελέτησε την organ perfusion αιμάτωση των οργάνων συμπεριλαμβανομένης της αιμοκάθαρσης. Το 1914 αποφασίζει να εργαστεί στην πόλη Giessen όπου και το ενδιαφέρον του στρέφεται στην διάλυση ως μέσο απομάκρυνσης των ενδιάμεσων μεταβολικών παραγώγων.

Αν και οι έρευνές του διακόπτονται από τον 1^ο παγκόσμιο πόλεμο, στον οποίον υπηρέτησε 1914-1916 στη Ρουμανία, οι εμπειρίες του πολέμου ενδυνάμωσαν την προσπάθεια να βοηθήσει αυτούς που πέθαιναν από νεφρική ανεπάρκεια και έτσι κατορθώνει να αναπτύξει ένα dialyzer, κατάλληλο για χρήση σε σκύλους και κουνέλια, παρόμοιο με του Abel, αν και δεν γνώριζε την ερευνα του. Το Haas Dialyzer ήταν μια συσκευή διάλυσης με σωλήνες κολλοδίου μέσα σε μεμονωμένους γυάλινους σωλήνες με διάλυμα Ringer, ο αριθμός των οποίων θα μπορούσε να είναι ποικίλος.

Τον Οκτώβριο του 1924, χρησιμοποιώντας τοπική αναισθησία για την είσοδο αγγειακών σωληνίσκων, ο Haas υπολόγισε ότι καθάρισε 150 ml αίματος. Η διάρκεια αυτής της πρώτης αιμοκάθαρσης διήρκεσε 15 λεπτά, ατελέσφορη μεν για τον ασθενή, η πρώτη δε αιμοκάθαρση.

Ο Haas, μέχρι το 1928, χρησιμοποιώντας το Haas Dialyzer εφάρμοσε αιμοκάθαρση σε έξι επιπλέον ασθενείς. Στους τέσσερις από αυτούς ως αντιπηκτικό χρησιμοποιήθηκε η ιρουδίνη, προκαλώντας μαζικές επιπλοκές που προέκυψαν από αλλεργικές αντιδράσεις επειδή δεν καθαρίστηκε επαρκώς και προήλθε από ένα είδος πολύ μακρινό από τον άνθρωπο. Το 1927 ο Haas χρησιμοποίησε ηπαρίνη στο έβδομο και τελευταίο του πείραμα. Η ηπαρίνη προκάλεσε σημαντικά λιγότερες επιπλοκές

από την ιρουδίνη - ακόμη και όταν καθαρίστηκε ανεπαρκώς - και θα μπορούσε να παραχθεί σε πολύ μεγαλύτερες ποσότητες.

Ο Haas διέκοψε τα πειράματα του πάνω στην αιμοδιάλυση πριν τον 2^ο παγκόσμιο πόλεμο χωρίς, ωστόσο, να είχε την αναγνώριση που θα επιθυμούσε από την ιατρική κοινότητα (Todd S Ing, Mohamed Rahman, Carl M Kjellstrand).

2.5. Willem Kolff και Berk - Το περιστρεφόμενο τύμπανο (1943)

Στα τέλη του 1930 ένας νεαρός γιατρός με το όνομα Willem Johan Kolff ξεκινάει να εργάζεται στο πανεπιστημιακό νοσοκομείο Groningen στην Ολλανδία, αφού μόνο εκεί δέχονταν παντρεμένους ιατρούς (Noordwijk, 1998). Εκεί τυχαίνει να αναλάβει ως ασθενή έναν ουραιμικό 22χρονο, ο οποίος πεθαίνει. Το γεγονός του θανάτου του, συνταράσσει τον Kolff και τον κάνει να αισθάνεται ανίσχυρο και καταβεβλημένο και αυτό γιατί, ως ο μεγαλύτερος γιος του ιατρού Dr. Jaap Kolff, διευθυντή του σανατορίου στο Beekbergen, έχει ενστερνιστεί την βαριά ευθύνη που φέρει ο ιατρός για τους ασθενείς του.

Έτσι ξεκινάει να σκέφτεται κατά πόσο μπορεί να υπάρξει μια σύσκευή που να αντικαταστήσει τη νεφρική λειτουργία και κατά συνέπεια να σώσει τη ζωή των ουραιμικών ασθενών. Υπό την καθοδήγηση του καθηγητή της Βιοχημείας στο πανεπιστήμιο Dr.Brinkman, ο οποίος και τον μύησε σε ένα καινούργιο υλικό της βιομηχανίας τροφίμων, την αναγεννημένη κυταρίνη ή cellophane, ο Kolff ξεκινάει πειράματα προκειμένου με τη χρήση του νέου αυτού υλικού να δημιουργήσει ένα τεχνητό νεφρό.

Με την είσοδο των γερμανών στην Ολλανδία, η ευθύνη του νοσοκομείου στο Groningen δίνεται σε έναν γερμανό ναζί και ο Kolff αποφασίζει να μετακομίσει σε ένα μικρό νοσοκομείο στο Κάμπεν, στο Zuider Zee, για να ξεφύγει. Στο Κάμπεν συνεχίζει τις μελέτες του και τελικά, με την βοήθεια του Berk, ενός μηχανικού και διευθυντή του τοπικού εργοστασίου σμάλτου, κατορθώνει να κατασκευάσει το πρώτο μηχανήμα τεχνητού νεφρού.. Η συσκευή αυτή ο αποτελούταν από ένα περιστρεφόμενο τύμπανο από ξύλινες γρίλιες, όπου υπήρχαν γύρω του σωλήνες κατασκευασμένοι από αναγεννημένη κυταρίνη, μέσα στους οποίους κυκλοφορούσε το αίμα των ασθενών.

Ο Ολλανδός στηρίχτηκε στις θεωρίες του Abel και Haas για την επιτυχή κατασκευή του τεχνητού νεφρού. Ως διάλυμα αιμοκάθαρσης χρησιμοποίησε τον φυσιολογικό ορό. Οι πρώτες προσπάθειες απέτυχαν και οι 16 ασθενείς απεβίωσαν. Συνεχίζοντας την προσπάθειά του το 1945 κατάφερε να κρατήσει στην ζωή μια γυναίκα 67 ετών, με οξεία νεφρική ανεπάρκεια η οποία πέθανε μετά από 7 χρόνια από κάποια άλλη αιτία. Ωστόσο η νεφρική της λειτουργία είχε υποκατασταθεί προσφέροντάς την βελτίωση στην καθημερινότητα της.

Οι Kolff & Berk έφτιαξαν συσκευές τεχνητού νεφρού, τις οποίες και δώρισαν σε άλλα νοσοκομεία προκειμένου να εξοικειωθούν με τη νέα τεχνολογία. Στην Ευρώπη, ο Kolff έστειλε μηχανές στο Λονδίνο, το Άμστερνταμ και την Πολωνία. Ένα άλλο μηχάνημα που στάλθηκε στον Δρ. Isidore Snapper στο νοσοκομείο Mount Sinai της Νέας Υόρκης χρησιμοποιήθηκε για να πραγματοποιηθεί η πρώτη ανθρώπινη αιμοκάθαρση στις Ηνωμένες Πολιτείες στις 26 Ιανουαρίου 1948 υπό την επίβλεψη των Dr. Alfred, P. Fishman και Irving Kroop.

Ο Kolff έφτασε στην Αμερική το 1950, φέρνοντας μαζί του ένα μηχάνημα τεχνητού νεφρού. Οι γιατροί στο νοσοκομείο Mount Sinai στο Μανχάταν και στο νοσοκομείο Peter Bent Brigham στη Βοστώνη συνεργάστηκαν με τη συσκευή τόσο ως πρωτότυπο όσο και σε επακόλουθες βιομηχανικές αναβαθμίσεις.

Η έρευνα του Δρ Kolff για τα τεχνητά όργανα δεν σταμάτησε με τους νεφρούς γι' αυτό και ονομάστηκε “πατέρας των τεχνητών οργάνων». Λίγο μετά την άφιξή του στις Ηνωμένες Πολιτείες, προσχώρησε στην Κλινική του Κλίβελαντ, όπου άρχισε να εργάζεται σε έναν τεχνητό πνεύμονα για την διατήρηση της πνευμονικής και καρδιακής λειτουργίας κατά τη διάρκεια καρδιολογικής εγχείρησης ενώ μετά ασχολήθηκε με την ανάπτυξη τεχνητής καρδιάς.

Κεφάλαιο 3: Εξελίσσοντας τη θεραπεία αιμοκάθαρσης

3.1. Εξελίσσοντας τις συσκευές αιμοκάθαρσης

Σύντομα, μετά την έκδοση του έργου του Kolff, άλλα μηχανήματα αιμοκάθαρσης ξεκινούν να κατασκευάζονται, όλα βασισμένα στις ίδιες αρχές και χρησιμοποιώντας το cellophane ως μεμβράνη. Ο σκοπός τώρα ήταν να κατασκευαστεί ένα μηχάνημα με μεγάλη ενεργή επιφάνεια και περιορισμένο όγκο αίματος (William Drukker, Frank M. Parsons, J.F. Maher).

Ο Nils Alwall (Σουηδία, 1946) κατασκεύασε την πρώτη αιμοκάθαρση με ελεγχόμενη υπερδιήθηση εφαρμόζοντας αρνητικές πιέσεις στη δεξαμενή αιμοκάθαρσης. Ο διαλυτής του αποτελείται από σωλήνες σελοφάν που τυλίγονται γύρω από ένα στάσιμο κάθετο μεταλλικό τύμπανο, το οποίο περιβάλλεται από μια δεύτερη επιφάνεια και τοποθετείται σε μια γυάλινη δεξαμενή γεμάτη με το διαλύτη. Η συσκευή αυτή, η οποία γνώρισε πολλές μετατροπές και βελτιώσεις, αλλά και η σημαντική προσωπικότητα του Alwall, η αποφασιστικότητά και τα επιχειρήματά του κάνουν πραγματικότητα την χρήση της αιμοκάθαρσης στη Σουηδία ως μέσο αντιμετώπισης της νεφρικής νόσου τελευταίου σταδίου. Η δε συνεργασία του με τον επιχειρηματία Holger Crafoord θα οδηγήσει στη ίδρυση της Gambro, μιας από τις βασικές εταιρείες κατασκευής εξοπλισμού αιμοκάθαρσης.

Κατά τη διάρκεια του 2^{ου} παγκοσμίου πολέμου οι Murray, Delorme και Thomas, χωρίς να γνωρίζουν το έργο των Kolff και Alwall, κατασκευάζουν στο Τορόντο (Καναδά) ένα στατικό πηνίο, το οποίο, μετά από πολλές προσπάθειες και πειραματισμούς σε σκύλους, χρησιμοποιούν το 1946 σε ασθενείς, χρησιμοποιώντας μια ατραυματική παλμική αντλία αίματος. Για να συνδέσουν τον ασθενή στη συσκευή τους, πέρασαν έναν καθετήρα μέσω της σαφενώδους φλέβας και έναν άλλο καθετήρα στην αντίθετη μηριαία φλέβα, μια μέθοδος που εξακολουθεί να χρησιμοποιείται συχνά σε ασθενείς με οξεία νεφρική ανεπάρκεια.

Ο Von Garrelts (Σουηδία, 1947) ανέπτυξε έναν διαλυτή στον οποίο η σωλήνωση με σελοφάν τυλίγεται μαζί με ένα διαχωριστικό. Το διαχωριστικό προοριζόταν να στηρίξει τη μεμβράνη αλλά και να επιτρέψει στον διαλυτή να διαποτιστεί από το αιμοκάθαρο.

Στην άλλη πλευρά του Ατλαντικού, στην Αμερική ο MacNeill (ΗΠΑ, 1947) δημιούργησε έναν παράλληλο διαλυτή ροής που κατασκευάστηκε από 28 κοντούς πεπλατυσμένους σωλήνες, οι οποίοι χωρίστηκαν με ένα νάιλον φίλτρο και οι Skeggs και Leonards (ΗΠΑ, 1948) άλλαξαν το σχεδιασμό αυτού του πρωτοτύπου χρησιμοποιώντας δύο φύλλα σελοφάν και δύο αυλακωτές λαστιχένιες επενδύσεις

Μέχρι το 1955 η αιμοδιάλυση ήταν διαθέσιμη μόνο σε λίγα νοσοκομεία και χρησιμοποιείτο σε εξαιρετικές περιπτώσεις, αφού θεωρείτο από πολλούς μια πειραματική, πειραματική, ακριβή και επικίνδυνη διαδικασία. Η ανακοίνωση των Kolff και Watschinger για έναν τύπο διάλυσης δίδυμων πηνίων που ήταν συμπαγής, μίας χρήσης θα μπορούσε να αποστειρωθεί εκ των προτέρων με ατμό ή αιθυλενοξειδίο και να παραχθεί μαζικά άνοιξε νέους ορίζοντες στη χρήση της αιμοδιάλυσης. Αν και το ποσοστό επιβίωσης των ασθενών με οξεία νεφρική ανεπάρκεια που υπέστησαν αιμοκάθαρση με αυτό το δίδυμο πηνίο ήταν αρκετά υψηλό αρκετά προβλήματα εξακολουθούσαν να υπάρχουν: απαιτείται ακόμη αντλία αίματος, οι υψηλές πιέσεις στο εξωσωματικό κύκλωμα θα μπορούσαν να προκαλέσουν βλάβη στη μεμβράνη, απαιτείται υψηλός όγκος πίεσης εκκίνησης και, επιπλέον, υπήρχε υψηλή συχνότητα βακτηριακής μόλυνσης που προκλήθηκε από το ανοιχτό σύστημα δεξαμενών. Ωστόσο το δυσκολότερο πρόβλημα που έπρεπε να ξεπεραστεί ήταν το πρόβλημα της αγγειακής πρόσβασης.

Αρκετές αναφορές που περιγράφουν διάφορες συσκευές και τεχνικές για αγγειακή προσπέλαση εμφανίζονται μεταξύ 1950-1960 με σημαντικά ωστόσο μειονεκτήματα όπως τοπική μόλυνση ή δημιουργία θρόμβων που τις καθιστούσαν επικίνδυνες για παρατεταμένη χρήση. Αν και ο Alwall (Σουηδία, 1949) είχε δημιουργήσει μια αρτηριοφλεβική παράκαμψη μεταξύ της καρωτιδικής αρτηρίας και της σφαγίτιδας φλέβας μέσω ενός σιλικόνης ηπαρινοποιημένου γυάλινου σωλήνα, η εφεύρεση μιας εξωτερικής παράκαμψης Teflon από τους Quinton, Dillard και Scribner (ΗΠΑ, 1960) άνοιξε την πόρτα για τη θεραπεία ασθενών με χρόνια νεφρική ανεπάρκεια. Στην παράκαμψη αυτή δύο σωληνίσκοι Teflon, λυγισμένοι πάνω από 180 ° κάτω από το δέρμα, εισήχθησαν στην ακτινική αρτηρία αντίστοιχα στην κεφαλική φλέβα κοντά στον καρπό του ασθενούς και παρέμεναν μόνιμα. Στις 9 Μαρτίου 1960 η παράκαμψη τοποθετήθηκε στο χέρι του 39χρονου μηχανικού Clyde Shields, ο οποίος υποβαλλόταν σε αιμοκάθαρση. Η Αχίλλειος πτέρνα των χρόνιων

ασθενών παρέμεινε η αρτηριοφλεβική (A-V) παράκαμψη. Το 1966 οι Brescia, Cimino, et al. (ΗΠΑ) δημιούργησαν χειρουργικά ένα συρίγγιο αρτηριοφλεβικής παράκαμψης. Επειδή ορισμένοι ασθενείς είχαν επαναλαμβανόμενα προβλήματα, ο May εισήγαγε το 1969 τη σαφενώδη φλέβα ως βρόχο ή ευθεία γέφυρα μεταξύ αρτηρίας και της φλέβας.

Η συμβολή του Scribner δεν σταμάτησε με την εφεύρεση της παράκαμψης. Ο αρχικός σκοπός του ήταν η εκτέλεση συνεχιζόμενης low flow διάλυσης χωρίς την χρήση αντλίας αίματος. Προκειμένου να το επιτύχουν ο Scribner και η ομάδα του στηρίχτηκαν στο Kiil dialyzer, μια συσκευή που αναπτύχθηκε από τον Frederik Kiil (Νορβηγία, 1960) στην οποία ένας διυλιστήρας δύο στρωμάτων (4 στην αρχική συσκευή) cuprophane με ένα μικρό δοχείο συλλογής αίματος, το οποίο καθιστούσε περιττή την προετοιμασία με αίμα δότη και ο συνδυασμός της χαμηλής αντίστασης ροής στο διαμέρισμα αίματος και της χρήσης ενός αρτηριοφλεβικού συστήματος σωληνίσκων έκανε τη χρήση μιας αντλίας αίματος περιττή. Για να αποφευχθούν προβλήματα με τη μόλυνση με διάλυμα, εισήχθη η τεχνική του single pass (1963). Ταυτόχρονα αντικαταστάθηκε η χρήση του οξικού οξέος με όξινο ανθρακικό άλας στο υγρό αιμοκάθαρσης. Το οξικό νάτριο, σε αντίθεση με το διττανθρακικό ιζηματοποίησης, θα μπορούσε να αναμιχθεί εύκολα με άλλα άλατα και δεξτρόζη στην κατάλληλη συγκέντρωση βοηθώντας στην δημιουργία ενός κεντρικού συστήματος ταυτοχρονής χορήγησης υγρών αιμοδιάλυσης σε 15 άτομα.

Την ίδια περίοδο στην κλινική του Κλίβελαντ, ο Kolff and Dr. Bruno Watschinger, ανέπτυξαν τον νεφρό με δίδυμη σπείρα μιας χρήσης disposable twin coil dialyser. Συνεργάστηκαν με την Travenol Laboratories (αργότερα γνωστή ως Baxter Travenol Co.), μια εταιρεία παραγωγής ενδοφλεβίων και αλατούχων διαλυμάτων, για την εμπορία του τεχνητού νεφρού το 1956. Ο Kolff προσπάθησε να κρατήσει χαμηλό το κόστος χρησιμοποιώντας ένα πλυντήριο Maytag ως δεξαμενή του τεχνητού νεφρού, αλλά ο κατασκευαστής, φοβούμενος δικαστικές αγωγές, απαγόρευσε αργότερα αυτή τη χρήση του προϊόντος του. Το Travenol RSP (single pass recirculating hemodialysis machine), φίλτραρε τα απόβλητα από την κυκλοφορία του αίματος περνώντας το αίμα του ασθενούς μέσα από σωλήνα σελοφάν τυλιγμένο σε πηνίο, ανάμεσα σε υφαντά φύλλα από υαλοβάμβακα. Ολόκληρο το πηνίο βυθιζόταν σε διάλυμα διαπίδυσης. Τα μικρότερα απόβλητα σωματίδια στο αίμα

διαχέονταν στο διάλυμα διαπίδυσης ενώ τα μεγαλύτερα αιμοσφαίρια και πρωτεΐνες παρέμεναν στη σωλήνωση σελοφάν για να αντληθούν πίσω στον ασθενή.

Σήμερα, το μηχάνημα του τεχνητού νεφρού αποτελείται από μία οθόνη παρέχοντας την παρακολούθηση μέσω της ανίχνευσης και τον έλεγχο, για την ασφαλή λειτουργία της διαδικασίας της αιμοκάθαρσης. Το σύστημα αυτό βοηθά τον χειριστή να ελέγχει το αίμα και το διάλυμα της αιμοδιάλυσης. Επίσης, παρακολουθείται η επάρκεια του διηθήματος (dialysate), ο ρυθμός της υπερδιήθησης, η σύνθεση του διηθήματος καθώς και η πίεση του κυκλώματος (αίμα –διήθημα) (Madhukar Misra, 2005) . Είναι πλήρως αυτοματοποιημένο με λειτουργίες που παρακολουθούν συνεχώς κρίσιμες για την ασφάλεια του ασθενούς παραμέτρους όπως παρακολούθηση των πιέσεων, έλεγχος ισοζυγίου υγρών, θερμοκρασία και προβαίνει σε ανάλυση του προϊόντος διαπίδυσης για ενδείξεις διαρροής αίματος ή παρουσίας αέρα προκειμένου να ενεργοποιηθούν ηχητικές ειδοποιήσεις,

3.2. Εξελίσσοντας τις μεμβράνες αιμοκάθαρσης

Ο Heinrich Necheles, το 1923 πειραματίστηκε με αλληπάλληλες μεμβράνες, πετυχαίνοντας αύξηση της επιφάνειας, χωρίς τη χρήση πολλαπλών συσκευών πέρα από τις υπόλοιπες καινοτομίες όπως η προσθήκη θερμαντικής συσκευής στο μηχάνημα και η τοποθέτηση φίλτρου για να συγκρατεί θρόμβους από το αίμα που επέστρεφε στον ασθενή

Το 1964 ο Αμερικανός Richard Stewart έκανε μια πρωτοποριακή αναβάθμιση των επίπεδων μεμβρανών τις οποίες και αντικατέστησε με τις μεμβράνες κοίλης ίνας, δηλαδή τα πρώτα τριχοειδή φίλτρα (Κυρίτσης Η., 2012). Η τελική μορφοποίηση όσον αφορά την τεχνολογική κατασκευή των μηχανημάτων τεχνητού νεφρού πραγματοποιήθηκε το 1964 – 1967 από τον Dr. Ben Lipps. Οι συσκευές διάλυσης κοίλων ινών χρησιμοποιούνται ακόμη, των οποίων οι μεμβράνες θεωρούνται ανεκτικές, λόγω ότι τα υλικά είναι από συνθετικά πολυμερή (Fresenius Medical Care). Την δεκαετία του '70 παρήχθη η πρώτη συνθετική μεμβράνη η οποία δεν στηριζόταν στην τροποποίηση της κυτταρίνης. Το πλεονέκτημά της σε σχέση με την κυτταρίνη είναι η βιοσυμβατότητα, δηλαδή η ελάχιστη διέγερση του συμπληρώματος και της μικρότερης έντασης της ουδετεροπενίας (Κυρίτσης Η., 2012). Το 1972

εισάγονται οι συνθετικές μεμβράνες (π.χ. πολυακρυλονιτρίλιο PAN, πολυμεθυλομεθακρυλικό PMMA, πολυσουλφόνη PSu), οι οποίες είναι πολύ πιο βιοσυμβατές από τις μεμβράνες κυτταρίνης. Το 1960 εφαρμόστηκε για πρώτη φορά το φίλτρο κοίλης ίνας σε μηχάνημα τεχνητού νεφρού και η προέλευση του ήταν από μη τροποποιημένη κυτταρίνη. Το υλικό της μεμβράνης παίζει σημαντικό ρόλο για την αποφυγή επιπλοκών ως προς τους αιμοκαθαιρούμενους ασθενείς κατά τη διάρκεια της συνεδρίας (Clark William R. et al, 2002). Στόχος είναι η ελαχιστοποίηση της ενεργοποίησης του συμπληρώματος και η απομάκρυνση των μορίων ανεξάρτητα μεγέθους, όπου σε αντίθεση η παραμονή τους θα μπορούσε να ενεργοποιήσει διάφορες φλεγμονώδεις αντιδράσεις στους ασθενείς. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η παραμονή της μικροσφαιρίνης β₂, όπου η συσσώρευση της στον οργανισμό των αιμοκαθαιρούμενων ασθενών δημιουργεί αμυλοείδωση (Kerr Peter G. et al, 2010). Σήμερα, τα υλικά που χρησιμοποιούνται για τη κατασκευή των μεμβρανών είναι η τροποποιημένη κυτταρίνη, η μη τροποποιημένη κυτταρίνη και τα συνθετικά υλικά (Hoenich N.A. et al, 1986, Clark William R. et al, 2002). Οι μεμβράνες έχουν την ικανότητα να μειώσουν τον κίνδυνο κλινικών εκδηλώσεων κατά τη διάρκεια της αιμοκάθαρσης, όπως η υποξία, η ενεργοποίηση του συμπληρώματος και η λευκοπενία (Hoenich N.A. et al, 1986). Η κατασκευή των συσκευών κυτταρίνης είναι από έναν σακχαρίτη (κελλοβιόζη). Οι μεμβράνες κυτταρίνης έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως στην αιμοκάθαρση η οποία βασίζεται στο μηχανισμό της διάχυσης. Ωστόσο, η μη τροποποιημένη κυτταρίνη προκαλεί ευαισθησία ως προς την ενεργοποίηση του συμπληρώματος και για το λόγο αυτό δεν προτιμάται ως υλικό κατασκευής για τις μεμβράνες. Βέβαια το πλεονέκτημα της είναι η συμμετρία σε σχέση με τη σύνθεση της, όπου υποβοηθά στην μεταφορά του υγρού σε όλο το πάχος του τοιχώματος. Παράλληλα αποβάλλονται μόνο οι μικρές σε μέγεθος διαλυμένες ουσίες, όπως η ουρία και η κρεατινίνη. Όσον αφορά για τις μεμβράνες από τροποποιημένη κυτταρίνη χρησιμοποιήθηκαν για πρώτη φορά στην αιμοκάθαρση το 1980. Σε αντίθεση από τη μη τροποποιημένη κυτταρίνη προκαλούν μικρότερη ενεργοποίηση του συμπληρώματος και επιτρέπουν την απομάκρυνση διαλυμένων ουσιών μεσαίου μεγέθους. Οι μεμβράνες αυτού του είδους οι οποίες είναι από οξική κυτταρίνη επιτυγχάνουν την μείωση ενεργοποίησης του συμπληρώματος, διότι οι ομάδες υδροξυλίου αντικαθίστανται από μια οξική ομάδα. Το 1970 χρησιμοποιήθηκε η συνθετική μεμβράνη (πολυαμίδιο, πολυσουλφόνη), με στόχο την απομάκρυνση των διαλυμένων ουσιών και την μείωση της ενεργοποίησης του συμπληρώματος (Clark

William R. et al, 2002). Παράλληλα οι μεμβράνες αυτού του είδους μπορούν να απομακρύνουν τις ενδοτοξίνες με την απορρόφηση τους στην επιφάνεια, εμποδίζοντας την είσοδο τους στο διάλυμα της αιμοδιάλυσης και στη συνέχεια στη κυκλοφορία του αίματος (Brunet Philippe et al, 2000, Lonnemann G. et al, 1996). Η δομή του τοιχώματος αυτών των μεμβρανών είναι αρκετά παχύ και οι πόροι μεγάλου μεγέθους εξασφαλίζοντας την υπερδιήθηση (ultrafiltration) στην αιμοδιήθηση.

Το 1975 εισάγεται η αιμοδιήθηση από τον Henderson και το 1977 η συνεχής αρτηριοφλεβική αιμοδιήθηση από τον Kramer. Και οι δυο μέθοδοι απαιτούν μεμβράνες με υψηλή διαμεμβρανική ροή υγρών (high flux). Έτσι, η αρχικά χρησιμοποιούμενη μεμβράνη από οξική κυτταρίνη των Loeb-Sourirajan δεν επαρκεί για την εφαρμογή των τεχνικών αυτών και η βιομηχανική παραγωγή στρέφεται στην κατασκευή μεμβρανών από άλλα πολυμερή. Πρώτη παράγεται η μεμβράνη από πολυακρυλονιτρίλη (AN69) στα μέσα της δεκαετίας του 70. Ακολουθούν στη δεκαετία του 80 οι μεμβράνες από πολυαμίδη (PA), πολυσουλφόνη (PS) και πολυμεθυλομεθακρυλικό (PMMA). Τη δεκαετία του 90 εφαρμόζονται οι μεμβράνες από πολυεστερικό πολυαιθέρα (PEPA) τριοξική κυτταρίνη (CTA) και πολυαιθεροσουλφόνη (PES).

Η Ευρωπαϊκή Ένωση Αιμοκάθαρσης και Μεταμόσχευσης (EDTA) συνιστά με κάποια επιφύλαξη (evidence level B) ότι πρέπει να προτιμώνται οι βιοσυμβατές με μεγάλους πόρους /υψηλή διαμεμβρανική ροή μάζας μεμβράνες. Έτσι το 2001 οι Bowry SK & Ronco C ανακοινώνουν την εφαρμογή σύγχρονης τεχνικής μικροελέγχου με ηλεκτρονικό μικροσκόπιο και υπολογιστή στη μέθοδο κατασκευής μεμβρανών με διέλαση (nano-controlled membrane spinning technology). Παράλληλα, νέες μεμβράνες κατασκευάζονται έχοντας υπόψη την ικανότητα προσρόφησης (Ανάσης, 2006).

3.3 Εξελίσσοντας το διάλυμα αιμοκάθαρσης

Η επιβίωση και η ποιότητα ζωής των αιμοκαθαιρόμενων ασθενών εξαρτώνται από την ποιότητα της παρεχόμενης κάθαρσης. Σημαντικό ρόλο γι' αυτή παίζει και το διάλυμα κάθαρσης. Στην πραγματικότητα αυτό είναι παρόμοιο με το πλάσμα και ικανό, τόσο για την αφαίρεση τοξινών και ύδατος, όσο και για την παροχή

διαλυμένων μορίων στον ασθενή. Βασικός λοιπόν στόχος της αιμοκάθαρσης μεταξύ των άλλων είναι να επαναφέρει τα επίπεδα ηλεκτρολυτών του πλάσματος στο φυσιολογικό. Φυσικά σημαντική είναι και η επαρκής αποβολή νατρίου και ύδατος, έτσι ώστε ο ασθενής να προστατεύεται από σημειολογία υπερογκαιμίας (πνευμονικό οίδημα). Η ρύθμιση του καλίου του πλάσματος είναι επίσης σημαντική, αφού προστατεύει από επικίνδυνες για τη ζωή αρρυθμίες. Όσο αφορά το ασβέστιο και το μαγνήσιο, το διάλυμα συμβάλλει ώστε τα επίπεδά τους στο πλάσμα να ρυθμίζονται, προστατεύοντας το καρδιαγγειακό σύστημα και τα οστά του ασθενή, αλλά και αποφεύγοντας τις εξωοστικές εναποθέσεις αλάτων τους. Η ρύθμιση των διττανθρακικών του πλάσματος είναι ύψιστης σημασίας για τον οργανισμό (μεταβολισμός, κυτταρικές λειτουργίες). Τέλος σε διαβητικούς, η επαρκής συγκέντρωση γλυκόζης στο διάλυμα προστατεύει από υπογλυκαιμίες κατά τη διάρκεια της συνεδρίας. Το διάλυμα κάθαρσης παρασκευάζεται από τη μίξη τριών διαφορετικών διαλυμάτων (όξινο διάλυμα, διάλυμα διττανθρακικών και επεξεργασμένο νερό). Πιο ειδικά αυτό παρασκευάζεται από τη μίξη συγκεκριμένης ποσότητας από το καθένα από τα μέρη του, σύμφωνα με πρότυπα συστήματα που υπάρχουν όπως για παράδειγμα, το σύστημα 45X, όπου 1 μέρος όξινου διαλύματος, με 1,72 μέρη διττανθρακικών αναμιγνύονται πριν φτάσουν στο φίλτρο μαζί με 42,28 μέρη επεξεργασμένου ύδατος ή το σύστημα όπου αναμιγνύονται 1 μέρος όξινου διαλύματος, 1,83 διττανθρακικών και 34 μέρη επεξεργασμένου ύδατος.

Η σύνθεση του διαλύματος αιμοκάθαρσης για να φτάσει στη σημερινή του μορφή, έχει περάσει από σημαντικές μεταβολές στο πέρασμα του χρόνου. Το διάλυμα της αιμοκάθαρσης είναι υδατικό διάλυμα, με ηλεκτρολυτική σύνθεση όμοια προς την αντίστοιχη του εξωκυττάριου υγρού, προσομοιάζοντας έτσι την σύσταση του πλάσματος. Δεν περιέχει ουσίες που πρέπει να αφαιρούνται από το αίμα των ασθενών, όπως είναι η ουρία, η κρεατινίνη και άλλα άχρηστα προϊόντα και η ηλεκτρολυτική του σύνθεση είναι έτσι σχεδιασμένη ώστε να διορθώνει τις διαταραχές που αναπτύσσονται κατά τα μεσοδιαστήματα των συνεδριών αιμοκάθαρσης. Διαμέσου της ημιδιαπερατής μεμβράνης του φίλτρου, περίπου 350-500 λίτρα διαλύματος αιμοκάθαρσης έρχονται σε επαφή με το αίμα του αιμοκαθαιρόμενου κάθε εβδομάδα, ανάλογα με την χρόνο θεραπείας και το ρυθμό ροής του διαλύματος αιμοκάθαρσης, καθιστώντας αυτονόητη την σημασία ποιότητας του διαλύματος αιμοκάθαρσης. Από το 1964 το πυκνό διάλυμα ηλεκτρολυτών περιείχε οξεϊκά ανιόντα, τα οποία στον

οργανισμό μεταβολίζονται σε διττανθρακικά ιόντα. Η είσοδος των οξικών στο αίμα των αιμοκαθαρομένων συνδέθηκε με ορισμένα συχνά συμπτώματα κατά την διάρκεια των συνεδριών, όπως η κυκλοφοριακή αστάθεια και υπόταση. Κατά συνέπεια, τη δεκαετία του 1980 αφαιρέθηκαν από το διάλυμα αιμοκάθαρσης και την θέση τους πήραν τα διττανθρακικά ιόντα, όπως και κατά τα πρώτα χρόνια εφαρμογής της αιμοκάθαρσης (Μαυροματίδης, Καλογιαννίδου 2018).. Η χρήση διττανθρακικών αντί οξικών ανοιόντων έχει βελτιώσει την οξεοβασική σταθερότητα του διαλύματος αιμοκάθαρσης. Τα διαλύματα με διττανθρακικά σε σχέση με τα οξεικά είναι καλύτερα ανεκτά από τον νεφροπαθή, βελτιώνουν την οξυγόνωση του αίματος, μειώνουν την συχνότητα και την εμφάνιση των υποτασικών επεισοδίων και έχουν μικρότερη ελάττωση του κατά λεπτού όγκου αίματος. Επιπρόσθετα, στην αιμοκάθαρση με διττανθρακικά, η ανοχή των ασθενών στην αφαίρεση υγρών είναι καλύτερη και η διόρθωση της οξέωσης γίνεται πιο ομαλά και πιο γρήγορα. Επίσης, το ύδωρ αρχικά αφαιρούνταν με τη βοήθεια υπέρτονων διαλυμάτων γλυκόζης και το νάτριο με διάλυμα κάθαρσης χαμηλού νατρίου, ωστόσο όταν επιτεύχθηκε η δυνατότητα άσκησης μεγάλων πιέσεων στα τριχοειδή της μεμβράνης των φίλτρων, η αφαίρεση και των δύο στηρίχθηκε κυρίως στη συμμεταφορά (διήθηση) και λιγότερο στη διάχυση, οπότε και έπαψε να χρησιμοποιείται η γλυκόζη ως ωσμωτικός παράγοντας, ενώ το νάτριο του διαλύματος έφτασε στα 138-140 mEq/L. Το κάλιο αφαιρείται με διάχυση, όμως είναι πολύ σημαντική η γνώση για την ιδεατή σχέση καλίου πλάσματος και καλίου διαλύματος, έτσι ώστε ο ασθενής να μη κινδυνεύει από τις μεγάλες μεταβολές των επιπέδων του στο πλάσμα, αλλά και ενδοκυττάρια. Το ασβέστιο του διαλύματος επίσης πέρασε από πολλές μεταβολές που σχετιζόνταν με τις νέες θεραπείες που προσθέτονταν με την πάροδο του χρόνου. Η χρήση των δεσμευτικών του φωσφόρου με ασβέστιο και η ανακάλυψη και χρήση της βιταμίνης D3, οδήγησε σε υπερασβεστιαμίες (χωρίς να έχει μεταβληθεί το ασβέστιο του διαλύματος), οπότε και μειώθηκε το ασβέστιο του διαλύματος, ενώ η χρήση της σινακαλσέτης οδήγησε σε υποασβεστιαμίες, οπότε απαιτήθηκε η αύξηση του ασβεστίου του διαλύματος. Το μαγνήσιο πάντοτε ήταν αυξημένο στους νεφροπαθείς και έπρεπε να αφαιρεθεί (με διάχυση), ωστόσο το πρόβλημα που υπήρχε και υπάρχει ήταν η ιδανική συγκέντρωσή του στο διάλυμα, αν δηλαδή θα έπρεπε να είναι χαμηλή ή κάπως υψηλότερη. Τέλος η γλυκόζη στο διάλυμα αποτελεί ένα άλλο πρόβλημα, το οποίο ίσως εξατομικευμένα έχει απάντηση (ναι στους διαβητικούς, όχι στους μη

διαβητικούς και καλύτερα να χρησιμοποιείται σε πυκνότητα <100 mg/dl)
(Μαυροματίδης, Καλογιαννίδου 2018).

Κεφάλαιο 4: Η ιδέα της αιμοκάθαρσης στο σπίτι και η περιτοναϊκή κάθαρση

Στις αρχές της δεκαετίας του 1960, η μακροχρόνια αιμοκάθαρση με μηχάνημα κέρδισε την αποδοχή, χάρη στους βελτιωμένους σωληνίσκους και τις παρακάμψεις, την αποτελεσματικότερη χρήση αντιπηκτικών και την άνοδο των κέντρων αιμοκάθαρσης κερδοσκοπικού χαρακτήρα. Ταυτόχρονα, η μεταμόσχευση νεφρού έγινε πραγματικότητα χάρη σε ανοσοκατασταλτικά και αντιβιοτικά. Οι βελτιώσεις στην αντιμετώπιση της χρόνιας νεφρικής νόσου οδηγούν στην ύπαρξη σαράντα κέντρων που παρέχουν θεραπείες αιμοκάθαρσης σε πάνω από 160 ασθενείς το 1965.

Πρωτοπόρο ήταν το Κέντρο Τεχνητού Νεφρού του Σιάτλ (Seattle Artificial Kidney Center), που αργότερα μετονομάστηκε σε Northwest Kidney Centers. Ιδρύθηκε από τον Dr. Scribner, με τη βοήθεια του Dr. James Haviland προέδρου της Ιατρικής Εταιρείας της Κομητείας Κινγκ και άνοιξε στις 9 Ιανουαρίου 1962 ως το πρώτο κέντρο θεραπείας αιμοκάθαρσης εκτός νοσοκομείου στον κόσμο. Διέθετε τρία κρεβάτια, επιτρέποντας σε έως και εννέα ασθενείς να λαμβάνουν θεραπείες αιμοκάθαρσης κατά τη διάρκεια της νύχτας δύο φορές την εβδομάδα.

Ωστόσο, δεν είχαν όλοι οι ασθενείς πρόσβαση σε αυτή την σωτήρια θεραπεία αλλά μόνο επιλεγμένοι αφού οι διαθέσιμες πηγές χρηματοδότησης ήταν λιγιστές και συγκεκριμένες, η αιμοκάθαρση δεν καλυπτόταν από ιδιωτικές ασφάλειες ή άλλες πηγές χρηματοδότησης.

Σαν πρώτη γραμμή αντιμετώπισης, το Κέντρο Τεχνητού Νεφρού του Σιάτλ και η Βασιλική Εταιρεία Ιατρικής διόρισαν μια ανώνυμη επταμελή επιτροπή για την εξέταση πιθανών υποψηφίων για θεραπεία. Η επιτροπή γνωστή αργότερα και ως God Committee αποτελείτο από έναν ιερωμένο, ένα δικηγόρο, έναν τραπεζίτη, μια νοικοκυρά, έναν δημόσιο υπάλληλο, έναν συνδικαλιστή και έναν χειρουργό. Αυτοί αποφάσιζαν ποιος θα υποβληθεί σε θεραπεία και θα έχει πρόσβαση στη χρηματοδότηση, η οποία προερχόταν κυρίως από δημόσιες δωρεές (Alexander, S. 1967). Η επιτροπή συμφώνησε ότι η «κοινωνική αξία», μια αξιολόγηση της αναμενόμενης συνεισφοράς του ασθενούς στην κοινωνία, θα ήταν το πρωταρχικό κριτήριο για τον προσδιορισμό του ποιος θα λάβει τη θεραπεία διατήρησης της ζωής. Εκείνα τα άτομα που θεωρούνταν ιδιαίτερα πολύτιμα για την κοινωνία θα

υποβληθούν σε αιμοκάθαρση, φαινομενικά για να διευκολυνθεί η σωματική τους αποκατάσταση και να επιστρέψουν στις δουλειές, τις οικογένειες και τα πολιτικά τους καθήκοντα. Η κοινωνική αξία, ωστόσο, αποδείχθηκε εξίσου υποκειμενική όσο ακούγεται, και η πρακτική χαρακτηρίστηκε ως άκρως μεροληπτική (Jonsen, 2007).

Αυτή η ανησυχητική κατάσταση έληξε μόλις το 1972 στις ΗΠΑ, όταν η ομοσπονδιακή νομοθεσία (Δημόσιος Νόμος 92-603) επέβαλλε την κάλυψη του κόστους της θεραπείας της νεφρικής νόσου στο τελικό στάδιο της Medicare για όσους δεν μπορούσαν να ανταπεξέλθουν οικονομικά. Είχε προηγηθεί το 1971 μια συναισθηματικά φορτισμένη κατάθεση ενώπιον του Κογκρέσου του Shep Glazer, αντιπροέδρου της Εθνικής Ένωσης των ασθενών σε αιμοκάθαρση, ενώ έκανε αιμοκάθαρση (Emanuel, E. 1991). Πολλοί φοβήθηκαν σύντομα ότι το κόστος αυτού του προγράμματος θα έβγαινε εκτός ελέγχου, χρεοκοπώντας τη Medicare. Αυτό δεν συνέβη, αλλά ο αντίκτυπος δεν ήταν ασήμαντος: την πρώτη δεκαετία το τελικό στάδιο της νεφρικής νόσου αντιπροσώπευε το 3% των δαπανών του Medicare. Αυτό, με τη σειρά του, τόνωσε την αναζήτηση μέτρων περιορισμού του κόστους που θα μπορούσαν να εφαρμοστούν σε όλες τις ιατρικές τεχνολογίες, όχι μόνο στην αιμοκάθαρση.

Μέχρι το 1967, το Κέντρο Τεχνητού Νεφρού του Σιάτλ αντιμετώπιζε σοβαρά οικονομικά προβλήματα, αν και υποστήριζε μόλις 47 ασθενείς. Κατά συνέπεια, το διοικητικό συμβούλιο αποφάσισε ότι όλοι οι νέοι ασθενείς πρέπει να κάνουν αιμοκάθαρση στο σπίτι, ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν κεφάλαια για τη θεραπεία όσο γίνεται μεγαλύτερου δυνατού αριθμού ασθενών (Blagg, 1996). Οι ασθενείς που ήδη έκαναν αιμοκάθαρση στο Κέντρο Τεχνητού Νεφρού του Σιάτλ ενθαρρύνθηκαν επίσης, και πείστηκαν να κάνουν αιμοκάθαρση στο σπίτι. Η παρότρυνση για αυτές τις αλλαγές προήλθε από τον Scribner και τους συναδέλφους του, οι οποίοι είχαν πρόσφατα αναπτύξει την εγκατάσταση αιμοκάθαρσης του Coach House του Πανεπιστημίου της Ουάσινγκτον σε ένα τοπικό μοτέλ, τροποποιώντας διάφορα δωμάτια για να γίνουν μια ανεξάρτητη μονάδα κατάρτισης οικιακής αιμοκάθαρσης. Περισσότεροι από 50 ασθενείς από το Κέντρο Τεχνητού Νεφρού του Σιάτλ και από αλλού στις Ηνωμένες Πολιτείες και στο εξωτερικό εκπαιδεύτηκαν εκεί για αιμοκάθαρση στο σπίτι κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1960 (Blagg, Hickman, Eschbach, & Scribner, 1970). Προσωπικό από το Coach House βοήθησε το

Κέντρο Τεχνητού Νεφρού του Σιάτλ να αναπτύξει το δικό του εκπαιδευτικό πρόγραμμα, και έως το 1970 περισσότερο από το 90% των ασθενών σε αιμοκάθαρση στη δυτική Ουάσιγκτον έκαναν αιμοκάθαρση στο σπίτι. Με τη βοήθεια ενός εκπαιδευτικού συμβούλου, το Κέντρο Τεχνητού Νεφρού του Σιάτλ πρωτοστάτησε επίσης στη χρήση βιντεοταινιών κατάρτισης που μείωσε σημαντικά τον μέσο χρόνο εκπαίδευσης

Το 1963-1964, τρεις ομάδες σε Βοστώνη, Σιάτλ και Λονδίνο εξέταζαν την αιμοκάθαρση στο σπίτι ως μια λιγότερο δαπανηρή εναλλακτική λύση έναντι της αιμοκάθαρσης εξωτερικών ασθενών σε νοσοκομείο (Shaldon, S. 1964). Στη Βοστώνη, οι John Merrill et al (1964) άρχισαν να χρησιμοποιούν τη συσκευή διαπίδυσης διπλού πηνίου για αυτό, με μια νοσοκόμα να πηγαίνει στο σπίτι για να παρέχει κάθε θεραπεία (Merrill, Schupak, Cameron, & Hampers, 1964). Ταυτόχρονα, στο Λονδίνο, ο Stanley Shaldon και οι συνεργάτες του άρχισαν την αιμοκάθαρση στο σπίτι χρησιμοποιώντας μια ρύθμιση παρόμοια με το σύστημα του Σιάτλ (Baillod et al., 1965), και ήταν ο Baillod που χρησιμοποίησε για πρώτη φορά την ολονύκτια αιμοκάθαρση στο σπίτι. Η αιμοκάθαρση στο σπίτι βρέθηκε σύντομα εξίσου αποτελεσματική και πολύ λιγότερο δαπανηρή από την αιμοκάθαρση εξωτερικών ασθενών, επειδή δεν απαιτούσε την παρουσία νοσηλευτικού προσωπικού. Κατά συνέπεια, οι Scribner και Shaldon επιδίωξαν την ανάπτυξη εξοπλισμού και διαδικασιών για την απλοποίηση της αιμοκάθαρσης στο σπίτι και για τη διασφάλιση της μέγιστης ασφάλειας. Η παρακολούθηση ασφαλείας που είχε αναπτυχθεί ήταν πλέον χαρακτηριστικό σχεδόν όλων των συσκευών αιμοκάθαρσης ενός ασθενή.

Ωστόσο, μια σειρά από λόγους, όπως το προφίλ των ασθενών, η πολυπλοκότητα της αιμοκάθαρσης στο σπίτι, η αύξηση των κέντρων αιμοκάθαρσης καθώς και η οικονομική υποστήριξη από το κράτος, οδήγησε στη μείωση του ποσοστού των ασθενών που επέλεξαν να υποβάλλονται σε αιμοκάθαρση στο σπίτι.

Καθώς συνέβησαν αυτές οι εξελίξεις με την αιμοκάθαρση, η ομάδα του Scribner εργαζόταν επίσης για περιτοναϊκή κάθαρση για ορισμένους ασθενείς με χρόνια νεφρική νόσο. Οι Boen et al (1962) και Tenckhoff et al (1969) δημιούργησαν ένα κλειστό σύστημα παροχής υγρού περιτοναϊκής αιμοκάθαρσης για να ελαχιστοποιήσουν τον κίνδυνο περιτονίτιδας (Boen, Mulinari, Dillard, & Scribner, 1962). Ο Tenckhoff επινόησε επίσης τον πρώτο αποτελεσματικό μόνιμο περιτοναϊκό

καθετήρα, που εξακολουθεί να είναι το βασικό εξάρτημα για όλες τις μορφές μακροχρόνιας περιτοναϊκής αιμοκάθαρσης (Tenckhoff, Shilipetar, Van Paasschen, & Swanson, 1969).

Ως αποτέλεσμα, κατέστη δυνατή η διαλείπουσα οικιακή περιτοναϊκή κάθαρση (IPD). Οι Tenckhoff et al (1972) ακολούθησαν αυτό αναπτύσσοντας ένα αυτοματοποιημένο σύστημα περιτοναϊκής κάθαρσης χρησιμοποιώντας αντίστροφη όσμωση για on-line προετοιμασία αποστειρωμένου προϊόντος διαπίδυσης (Tenckhoff, Meston, & Shilipetar, 1972). Αν και αυτό χρησιμοποιήθηκε με επιτυχία από ορισμένους ασθενείς στο πρόγραμμα του Σιάτλ και αλλού, η οικιακή περιτοναϊκή κάθαρση δεν χρησιμοποιήθηκε ευρέως πριν από την εισαγωγή συνεχούς περιπατητικής περιτοναϊκής αιμοκάθαρσης από τους Robert Popovich και Jack Moncrief στο Ώστιν του Τέξας, το 1976 (Popovich, Moncrief, & Dechard, 1976). Από τότε, η περιπατητική περιτοναϊκή αιμοκάθαρση και τροποποιήσεις όπως η συνεχής κυκλική περιτοναϊκή κάθαρση (Diaz-Buxo, 1989) έχουν γίνει οι πιο ευρέως χρησιμοποιούμενες μορφές οικιακής αιμοκάθαρσης στις Ηνωμένες Πολιτείες.

Κεφάλαιο 5: Τα στοιχεία της αιμοκάθαρσης στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα, η εφαρμογή της αιμοκάθαρσης άρχισε πρώιμα και αναπτύχθηκε ραγδαία. Ο τεχνητός νεφρός εισήχθη στην χώρα μας το 1958, όταν ο Κωνσταντίνος Τούντας και ο Κυριάκος Κυριακού, στη Χειρουργική Κλινική του Κρατικού Νοσοκομείου του Πειραιά, αντιμετώπισαν με επιτυχία και για πρώτη φορά στη χώρα μας, περίπτωση βαριάς δηλητηρίασης από βαρβιτουρικά.

Η περιοδική εξωνεφρική αιμοκάθαρση με τεχνητό νεφρό σε χρόνιους ουραιμικούς ασθενείς εφαρμόστηκε από τις αρχές της δεκαετίας του '60, σε περιορισμένο αριθμό, αρχικά στο Ιπποκράτειο Νοσοκομείο της Αθήνας (1959), από τον καθηγητή Ιπποκράτη Γιατζίδη και στη συνέχεια, στο Νοσοκομείο ΑΧΕΠΑ της Θεσσαλονίκης, από τους καθηγητές Παναγιώτη Μεταξά, και Δημήτριο Βαλτή (1962)

Με την εξέλιξη αυτή κατέστη επιβεβλημένη η οργάνωση και στη χώρα μας Μονάδων Τεχνητού Νεφρού με πλήρες πρόγραμμα χρόνιας περιοδικής αιμοκάθαρσης. Η πρώτη, που εγκαινιάστηκε, ήταν του Νοσοκομείου ΑΧΕΠΑ της Θεσσαλονίκης, το 1967, υπό τον καθηγητή τον Βαλτή, ενώ τον επόμενο χρόνο στο ίδιο νοσοκομείο, ο καθηγητής Κωνσταντίνος Τούντας πραγματοποίησε με επιτυχία την πρώτη νεφρική μεταμόσχευση στην Ελλάδα από ζώντα δότη.

Κατά τη περίοδο 1968-1971 ιδρύθηκαν άλλα 7 κέντρα ΧΠΑ σε νοσοκομεία και ιδιωτικές κλινικές και από το 1972 έως και σήμερα σημειώθηκε ταχύτατη αύξηση του αριθμού των κέντρων για την αντιμετώπιση του καθημερινά αυξανόμενου αριθμού νέων ασθενών που έχουν ανάγκη θεραπείας με ΧΠΑ.

Στη χώρα μας μοναδική πηγή πληροφοριών για επιδημιολογικά στοιχεία σχετικά με τους νεφροπαθείς και τις μεθόδους υποκατάστασης της νεφρικής λειτουργίας παρέχει η Υπηρεσία Συντονισμού και Ελέγχου προγράμματος τελικού σταδίου χρόνιας νεφρικής ανεπάρκειας (ΥΣΕ) η οποία ιδρύθηκε από το Υπουργείο Υγείας, Πρόνοιας και Κοινωνικών Ασφαλίσεων το 1985 στο ΓΝΑ «Γ.Γεννηματάς».(Παπαδάκης, Ιωαννίδη 2013)

Το 2000 δημιουργήθηκε και άρχισε να λειτουργεί το Εθνικό Αρχείο Καταγραφής Νεφροπαθών της Υπηρεσίας Συντονισμού και Ελέγχου ασθενών χρόνιας νεφρικής ανεπάρκειας του και έκτοτε αποτελεί και συστατικό τμήμα του European Dialysis and Transplant Association Registry.

Σύμφωνα με την έκθεση δεδομένων της 12ετούς λειτουργίας του Εθνικού Αρχείου Καταγραφής Νεφροπαθών το 2000 λειτουργούσαν 105 μονάδες εξωνεφρικής κάθαρσης (ΜΕΚ), το σύνολο των ασθενών σε Θεραπείες Υποκατάστασης Νεφρικής Λειτουργίας ΘΥΝΛ ανέρχονταν στους 8.550, ο δε αριθμός των ασθενών με έναρξη θεραπείας κατά τη διάρκεια του έτους ήταν 1.672.

Οι ανωτέρω αριθμοί αυξήθηκαν κατά τη διάρκεια της 12ετίας και το 2011 λειτουργούσαν 164 ΜΕΚ, το σύνολο των ασθενών σε ΘΥΝΛ ήταν 12.475, ο δε αριθμός των ασθενών με έναρξη θεραπείας κατά τη διάρκεια του έτους ανέρχονταν σε 2.294.

Το σύνολο των 8.550 ασθενών σε ΘΥΝΛ του έτους 2000 αντιστοιχεί σε 783,1 ασθενείς ανά εκατομμύριο πληθυσμού (ανά εκ. πλ.). Από αυτούς 6.256 ήταν σε αιμοκάθαρση (ΑΚ), 741 σε περιτοναϊκή κάθαρση (ΠΚ), ενώ οι μεταμοσχευμένοι (ΜΕΤ) ήταν 1.553, αριθμοί που αυξάνονταν κατά τη διάρκεια της 12ετίας.

Ο αριθμός των ασθενών με έναρξη θεραπείας το έτος 2000 ήταν 1.672 ή 153,1 ανά εκ. πλ. Από αυτούς 1.440 εντάχθηκαν σε ΑΚ, 226 σε ΠΚ, και 6 μεταμοσχεύθηκαν χωρίς προηγούμενη άλλη μορφή θεραπείας.

Το σύνολο των ασθενών σε ΘΥΝΛ του έτους 2011 ήταν 12.475 ή 1.104 ασθενείς ανά εκ. πλ. Από αυτούς 9.260 σε ΑΚ, 723 σε ΠΚ οι δε ΜΕΤ ανέρχονταν σε 2.492 ασθενείς. Ο αριθμός των ασθενών που άρχισαν θεραπεία στη διάρκεια του έτους 2011 ήταν 2.294 ή 203 ασθενείς ανά εκ. πλ. Από αυτούς 2.161 εντάχθηκαν σε ΑΚ, 128 σε ΠΚ, και 5 μεταμοσχεύθηκαν χωρίς προηγούμενη άλλη μορφή θεραπείας.

Κατά τα έτη 2000 – 2011 οι ασθενείς σε Θεραπείες Υποκατάστασης Νεφρικής Λειτουργίας ΘΥΝΛ αυξήθηκαν κατά 46%. Το έτος 2011 η αύξηση της δεξαμενής του συνόλου των ασθενών σε ΘΥΝΛ ήταν 2,2% και ως πρώτη αιτία ΧΝΑ, από τις διαγνωσμένες, στους νέους ασθενείς που εντάσσονται σε ΘΥΝΛ καταγράφεται ο σακχαρώδης διαβήτης (ΣΔ), με ποσοστό 27% (επί του συνόλου) για το 2011. Αναφορικά με τις ηλικιακές ομάδες, το 2000 οι ηλικίες 65-74 κατείχαν ένα ποσοστό 34,4%, ενώ το 2011 η ηλικιακή ομάδα άνω των 75 κατείχε το 47% επι του γενικού συνόλου.

Το έτος 2000 το 61,5% των ασθενών αιμοκαθαίρονταν στις 76 μονάδες του κρατικού τομέα και το 38,5% στις 29 μονάδες του ιδιωτικού, το δε 2011 το 45,6% αιμοκαθαίρονταν στις 92 μονάδες του κρατικού τομέα και το 54,4% στις 72 μονάδες του ιδιωτικού. Κατά τα έτη 2000 – 2011 οι ιδιωτικές μονάδες που προσφέρουν Θεραπείες Υποκατάστασης Νεφρικής Λειτουργίας ΘΥΝΛ υπερδιπλασιάστηκαν.

Όσον αφορά την γεωγραφική κατανομή των μονάδων εξωνεφρικής κάθαρσης, το έτος 2011 από το σύνολο των κρατικών μονάδων οι 30 λειτουργούσαν στην Αθήνα και την Θεσσαλονίκη και οι 62 στην υπόλοιπη χώρα. Όσον αφορά τις ιδιωτικές κλινικές από τις 35 συνολικά οι 28 λειτουργούσαν στην Αθήνα και την Θεσσαλονίκη και 7 στην υπόλοιπη χώρα. Όσον αφορά τις μονάδες χρόνιας αιμοκάθαρσης το ίδιο έτος, από τις 37 συνολικά, οι 20 λειτουργούσαν στην Αθήνα και την Θεσσαλονίκη και οι 17 στην υπόλοιπη χώρα.

Κεφάλαιο 6: Ο ρόλος του νοσηλευτή στην αιμοκάθαρση

Σε χρόνιες νόσους όπως η νεφρική ανεπάρκεια η νοσηλευτική φροντίδα είναι ιδιαίτερα σημαντική, καθώς ο ειδικός νοσηλευτής είναι ο κύριος υπεύθυνος για τη θεραπεία νεφρικής υποκατάστασης. Στην αιμοκάθαρση, ο νοσηλευτής επικεντρώνεται στην παρακολούθηση του ασθενή κατά την όλη διαδικασία, στην εκπαίδευση του, της οικογένειάς του και του υπόλοιπου νοσηλευτικού προσωπικού. Πέρα από την εκπαίδευση της οικογένειάς για να μπορεί να υποστηρίξει τον ασθενή στη διαδικασία αυτή, ο νοσηλευτής οφείλει να ενημερώσει τα συγγενικά άτομα και για την πρόγνωση της νόσου αλλά και για τις θεραπευτικές ανάγκες. Κύριος ρόλος του νοσηλευτή είναι η ενθάρρυνση του ασθενή μέσω της φιλικής διάθεσης που διαθέτει και των επικοινωνιακών δεξιοτήτων του (Μαυροματίδης 2016). Για τη πραγματοποίηση της αιμοκάθαρσης είναι απαραίτητη η αγγειακή προσπέλαση μακράς διάρκειας γι' αυτό δημιουργείται μια αρτηριοφλεβική επικοινωνία. Ο νοσηλευτής σε συνεργασία με τον αγγειοχειρουργό και τον νεφρολόγο ιατρό είναι υπεύθυνοι για τη δημιουργία και τη παρακέντηση της αρτηριοφλεβικής αναστόμωσης (ή αλλιώς φίστουλα). Κύριες νοσηλευτικές προτεραιότητες αποτελούν η περιποίηση της φίστουλας, η εκτίμηση της ωρίμανσης της και η αντιμετώπιση τυχόν επιπλοκών της (Πρεβύζη 2013). Απαραίτητος είναι ο συχνός έλεγχος του σημείου της αγγειακής προσπέλασης για τυχόν τραυματισμούς, θρόμβους, λοιμώξεις ή αιμορραγία τουλάχιστον 4 φορές την ημέρα. Επιπλέον, ο νοσηλευτής πρέπει να παρακολουθεί τη βατότητα της αναστόμωσης κάθε 8 ώρες, με την ακρόαση του αγγείου και να ψηλαφά συχνά το διογκωμένο αγγείο για την ύπαρξη ροΐζου. Όταν κατά την ακρόαση δεν εντοπίζεται ένα φύσημα σημαίνει ότι έχει φράξει το αγγείο ή παρεμποδίζεται η κυκλοφορία και πρέπει να ενημερωθεί ο ιατρός για να αντιμετωπιστεί η κατάσταση αναλόγως (Rushing 2010, Sheppard 2011, Μαυροματίδης 2016). Ο νοσηλευτής πρέπει να ενημερώσει και τον ίδιο τον ασθενή για το πως να περιποιείται ο ίδιος την φίστουλα και να αξιολογεί τη κατάσταση της (Πρεβύζη 2013). Ο σχεδιασμός και η διαχείριση του πλάνου φροντίδας των ασθενών που υποβάλλονται σε αιμοκάθαρση πρέπει να είναι ενδεδειγμένη, εξατομικευμένη και να στοχεύει στην καλύτερη δυνατή αντιμετώπιση της νόσου. Το πλάνο φροντίδας χωρίζεται σε τρεις φάσεις, τη φάση πριν την αιμοκάθαρση, τη φάση κατά τη διάρκεια της αιμοκάθαρσης και τη φάση μετά. Αρχικά, στη πρώτη φάση γίνεται παρακολούθηση των ζωτικών σημείων (πίεσης, σφίξεων, αναπνοών και θερμοκρασίας) και ακρόαση των πνευμονικών ήχων

σε τρεις διαφορετικές θέσεις όπως καθιστή, όρθια και ύπτια (Bauldoff et al. 2014, Davita 2021). Τα ευρήματα από τις ενέργειες αυτές μπορούν να βοηθήσουν τον νοσηλευτή στην πρόληψη επιπλοκών ή στην έγκαιρη αντιμετώπιση τους. Τέτοια ευρήματα μπορεί να είναι η αύξηση της θερμοκρασίας που να υποδηλώνει πιθανή λοίμωξη, η υπερφόρτωση της κυκλοφορίας, που μπορεί να οδηγήσει σε δύσπνοια, μεταβολές στη καρδιακή συχνότητα κ.λπ. Ο κλινικός νοσηλευτής που έχει αναλάβει τη φροντίδα του ασθενή είναι υπεύθυνος να ενημερώσει το προσωπικό για την απαγόρευση λήψης αρτηριακής πίεσης από το χέρι που έχει δημιουργηθεί η φίστουλα, καθώς υπάρχει κίνδυνος δημιουργίας πήξης και απώλειας πρόσβασης (Sheepard 2011, Bauldoff et al. 2014). Πριν την αιμοκάθαρση, ο νοσηλευτής καταγράφει το σωματικό βάρος για να προσδιορίσει τη ποσότητα του υγρού που θα πρέπει να αφαιρεθεί κατά τη διάρκεια της αιμοκάθαρσης, ώστε να μην δημιουργήσουμε υπερφόρτωση και να έχουμε το ίδιο βάρος πριν και μετά (Sheepard 2011). Μια ακόμη νοσηλευτική διεργασία είναι ο έλεγχος της καρτέλας φαρμάκων του ασθενή, έτσι ώστε να αποτραπεί η χορήγηση κάποιας λάθος αγωγής. Ο νοσηλευτής ενημερώνει τον ασθενή ότι ορισμένα φάρμακα πρέπει να χορηγούνται πριν την έναρξη της αιμοκάθαρσης (π.χ. αντιρρυθμικά, υδατοδιαλυτές βιταμίνες κ.λπ.) ενώ, ορισμένα πρέπει να αποφεύγονται εντελώς, όπως τα αντιυπερτασικά. Οι βιταμίνες πρέπει να χορηγούνται πριν τη συνεδρία διότι αν χορηγηθούν κατά τη διάρκεια περνούν το μηχάνημα αιμοκάθαρσης και δεν προσδίδουν καμία ιδιότητα στον οργανισμό (Sheepard 2011, Μαυροματίδης 2016). Κατά τη διάρκεια της αιμοκάθαρσης, ο νοσηλευτής πρέπει να παρακολουθεί στενά τον ασθενή για τυχόν εμφάνιση επιπλοκών ή παρενεργειών όπως, ναυτία, έμετος, αιμορραγία κ.λπ. Πρέπει να παρακολουθούνται επίσης, τα ζωτικά σημεία κάθε 30 λεπτά και η στάση σώματος, θυμίζοντας στον ασθενή να κάνει συχνές αλλαγές θέσης (RNpedia 2021). Όταν ο ασθενής ολοκληρώσει τη διαδικασία της αιμοκάθαρσης και αποσυνδεθεί από το μηχάνημα ο νοσηλευτής οφείλει να ελέγξει τη γενικότερη κατάσταση του ξεκινώντας από τον επανέλεγχο των ζωτικών σημείων και του σωματικού βάρους. Σε ορισμένες περιπτώσεις όταν το φίλτράρισμα και η απομάκρυνση των άχρηστων προϊόντων γίνεται με πολύ γρήγορο ρυθμό τότε μπορεί να προκύψουν συμπτώματα όπως υπόταση, απώλεια βάρους κ.λπ. Σε αυτές τις περιπτώσεις, ο νοσηλευτής πρέπει να είναι ικανός να αναγνωρίζει πρώιμα τα σημεία αυτά και να τα αντιμετωπίζει κατάλληλα. Για τον προσδιορισμό της αποτελεσματικότητας μεταξύ των συνεδριών είναι σημαντικός ο έλεγχος της ουρίας, της κρεατινίνης, των ηλεκτρολυτών του

πλάσματος κ.λπ. (Sheepard 2011, Bauldoff et al. 2014). Μετά από μια συνεδρία αιμοκάθαρσης, ο κλινικός νοσηλευτής οφείλει να παρακολουθεί διεξοδικά τον ασθενή για τυχόν επιπλοκές. Τέτοιες επιπλοκές μπορεί να είναι η αφυδάτωση, η ναυτία, ο έμετος, το σύνδρομο ανισορροπίας κ.λπ. Ο κίνδυνος αιμορραγίας κατά την αιμοκάθαρση αυξάνεται όχι μόνο λόγω της νόσου αλλά και του ηπαρινισμού που πραγματοποιείται κατά τη συνεδρία. Γι' αυτό κρίνεται υψίστης σημασίας ο έλεγχος για αιμορραγία, γενικότερα αλλά με ιδιαίτερη προσοχή στη θέση της αγγειακής προσπέλασης. Στη περίπτωση που χρειαστεί μετάγγιση κατά τη διάρκεια της αιμοκάθαρσης ο νοσηλευτής πρέπει να είναι ιδιαίτερα προσεκτικός για πιθανές επιπλοκές (Bauldoff et al. 2014). Η ΧΝΑ ως μια χρόνια νόσος, σχετίζεται στενά με την εμφάνιση συμπτωμάτων άγχους, κατάθλιψης, απελπισίας, αντιδραστικής συμπεριφοράς κ.λπ. καθώς ο ασθενής καλείται να προσαρμοστεί σε μια νέα πραγματικότητα. Αυτή η νέα πραγματικότητα περιλαμβάνει πολλές αλλαγές στον τρόπο ζωής του ασθενή από τις διατροφικές συνήθειες έως τις διαπροσωπικές του σχέσεις καθώς και θεραπείες υποκατάστασης, όπως η αιμοκάθαρση. Ο νοσηλευτής αιμοκάθαρσης πέρα από τη νοσηλευτική φροντίδα που προσφέρει οφείλει να υποστηρίξει και ψυχολογικά τον ασθενή ενισχύοντας αρχικά τη προσπάθεια της οικογένειας και του ιδίου να αποδεχτούν τη νόσο. Επιπλέον, ο νοσηλευτής οφείλει να ενθαρρύνει τον ασθενή να αντιμετωπίσει τυχόν αρνητικές σκέψεις μέσω της ακρόασης και της συζήτησής και να εστιάσει στις θετικές. Πολλές φορές η ψυχολογική υποστήριξη του νοσηλευτή που ενασχολείται με τον ασθενή δεν είναι αρκετή και στο σημείο αυτό να χρειάζεται επιπρόσθετες υπηρεσίες υποστήριξης για να μπορέσει ο ασθενής να αποδεχθεί τη νόσο και να εξοικειωθεί με τον νέο τρόπο ζωής (Μαυροματίδης 2016, Bauldoff et al. 2014).

Κεφάλαιο 7: Συμπεράσματα

Σήμερα, σχεδόν τρία εκατομμύρια άτομα ζουν χάρη στην κάθαρση, με τα τέσσερα πέμπτα να λαμβάνουν εξωσωματική αιμοκάθαρση με τη μία ή την άλλη μορφή. Αυτή είναι μια μοναδική μεταστροφή μιας, νωρίτερα, θανατηφόρας έκβασης της ΧΝΑ τελικού σταδίου, και όλα αυτά έχουν επιτευχθεί από το 1960 με μια σειρά από πρωτοπόρους επιστήμονες διαφόρων πεδίων και την ανάπτυξη της τεχνολογίας, όπως αυτή η εργασία αποπειράθηκε να παρουσιάσει.

Οι τωρινές προκλήσεις, σε αντίθεση με αυτές του παρελθόντος που σχετίζονταν με την έλλειψη τεχνολογίας, προέρχονται από τον ολοένα αυξανόμενο και ετερόκλητο αριθμό ασθενών. Το 2005 ο συνολικός αριθμός των ασθενών σε αιμοκάθαρση ήταν λίγο πάνω από 1.800.000 (Tzamaloukas, Raj, 2006) με πολύ διαφορετικά δημογραφικά, κοινωνικά και οικονομικά χαρακτηριστικά. Πλέον, η χρόνια νεφρική ανεπάρκεια αποτελεί ζήτημα δημόσιας υγείας, καθώς επηρεάζει μεγάλο ποσοστό του πληθυσμού.

Καθώς η ιδανική λύση της μεταμόσχευσης δεν έχει φτάσει στα ποσοστά που θα επιθυμούσαμε και η πρόληψη της ΧΝΑ δεν αποδίδει όσο θα θέλαμε, οι διεπιστημονικές ομάδες συνεχίζουν να προσπαθούν να προσφέρουν την καλύτερη δυνατή ποιότητα θεραπείας αιμοκάθαρσης ενώ απαραίτητη θεωρείται η ανακάλυψη νέων θεραπειών, που θα συμβάλλουν στην επιβράδυνση της νόσου και την καταπολέμηση των συμπτωμάτων.

Βιβλιογραφία

Ξένη βιβλιογραφία

Abel, J. J., Rowntree, L. G., & Turner, B. B. (1914a). ON THE REMOVAL OF DIFFUSIBLE SUBSTANCES FROM THE CIRCULATING BLOOD OF LIVING ANIMALS BY DIALYSIS. *Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics*, 5(3), 275-316.

Abel, J. J., Rowntree, L. G., & Turner, B. B. (1914b). PLASMA REMOVAL WITH RETURN OF CORPUSCLES (PLASMAPHAERESIS). *FIRST PAPER*, 5(6), 625-641.

Andreoli E.T., Fitz J. G., Griggs C.R., Ivor J.B., Wing E.J. (2018). *Cecil Βασική Παθολογία*. Μετάφραση από Αγγελάκη Μ., Γαβρανοπούλου Μ., Δημητρακάκη Α., Διαμαντόπουλος Π., Καλαϊτζή Χ., Κούβελας Κ., Κουρούκλης Σ., Κωστίκας Κ., Μαρίνος Γ., Μπαρτζιώκας Κ., Μπουλάς Π., Μυστακέλης Χ., Ξωχέλλη Α., Πιπέρος Θ., Ρουμελιώτης Α., Σαμάρκος Μ., Σγάντζου Ι.Κ., Σιάσος Γ., Φιλιππάτου Α. 6η ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΚΔΟΣΗ. Κύπρος: Εκδόσεις Π.Χ. ΠΑΣΧΑΛΙΔΗΣ

Alexander, S.(1962) LIFE magazine διαθέσιμό <http://www.nephjc.com/news/godpanel>

Appel, L. J., Wright, J. T., Jr., Greene, T., Kusek, J. W., Lewis, J. B., Wang, X., . . . Agodoa, L. Y. (2008). Long-term effects of renin-angiotensin system-blocking therapy and a low blood pressure goal on progression of hypertensive chronic kidney disease in African Americans. *Arch Intern Med*, 168(8), 832-839. doi:168/8/832 [pii] 10.1001/archinte.168.8.832

Baillod, R. A., Comty, C., Ilahi, M., Konotey-Ahulu, F. I. D., Sevitt, L., & Shaldon, S. (1965). Overnight haemodialysis in the home. *Proc Eur Dial Transpl Assoc*, 2, 99-103.

Barnas, M. G., Boer, W. H., & Koomans, H. A. (1999). Hemodynamic patterns and spectral analysis of heart rate variability during dialysis hypotension. *J Am Soc Nephrol*, 10(12), 2577-2584.

Barth, C., Boer, W., Garzoni, D., Kuenzi, T., Ries, W., Schaefer, R., . . . Passlick-Deetjen, J. (2003). Characteristics of hypotension-prone haemodialysis patients: is there a critical relative blood volume? *Nephrology Dialysis Transplantation*, 18(7), 1353-1360. doi:10.1093/ndt/gfg171

- Bauldoff G., Burke K., Lemone P. (2014). *Παθολογική – Χειρουργική ΝΟΣΗΛΕΥΤΙΚΗ Κριτική Σκέψη κατά τη Φροντίδα του Ασθενούς*. Τόμος Α. Μετάφραση από τη μεταφραστική ομάδα των εκδόσεων Λαγός δημήτριος.5Η ΕΚΔΟΣΗ. Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις Λαγός δημήτριος
- Baumgarten M., Gehr T. (2011). *Chronic Kidney Disease: Detection and Evaluation*. *AFP Journal*, 84(10), 1138-1148.
- Blagg, C, A Brief History of Home Hemodialysis, *Advances in Renal Replacement Therapy*, Volume 3, Issue 2, 1996, Pages 99-105,
- Blagg, C. R., Cole, H., Irvine, G., Marr, T., & Pollard, T. L. (1972). *How much should dialysis cost?* Paper presented at the Workshop on Dialysis and Transplantation, Trans ASAIO, American SOCIety for Artificial Internal Organs.
- Blagg, C. R., Hickman, R. O., Eschbach, J. W., & Scribner, B. H. (1970). Home hemodialysis: six years' experience. *N Engl J Med*, 283(21), 1126-1131. doi:10.1056/NEJM197011192832102
- Boen, S. T., Mulinari, A. S., Dillard, D. H., & Scribner, B. H. (1962). Periodic peritoneal dialysis in the management of chronic uremia. *ASAIO Journal*, 8(1), 256-262.
- Cameron, J. S. (2000). Practical haemodialysis began with cellophane and heparin: the crucial role of William Thalhimer (1884–1961). *Nephrology Dialysis Transplantation*, 15(7), 1086-1091. doi:10.1093/ndt/15.7.1086
- Canadian Organ Replacement Register. (1995). *Annual Report*. Canadian Institute for Health Information. Retrieved from Ontario, Canada:
- Cashion, A. K., Cowan, P. A., Milstead, E. J., Gaber, A. O., & Hathaway, D. K. (2000). Heart rate variability, mortality, and exercise in patients with end-stage renal disease. *Prog Transplant*, 10(1), 10-16. doi:10.7182/prtr.10.1.96058260p25t75t5
- Cashion, A. K., Holmes, S. L., Arheart, K. L., Acchiardo, S. R., & Hathaway, D. K. (2005). Heart rate variability and mortality in patients with end stage renal disease. *Nephrol Nurs J*, 32(2), 173-184.
- Caskey, F. J., Kramer, A., Elliott, R. F., Stel, V. S., Covic, A., Cusumano, A., . . . Jager, K. J. (2011). Global variation in renal replacement therapy for end-stage renal

disease. *Nephrology Dialysis Transplantation*, 26(8), 2604-2610. doi:10.1093/ndt/gfq781

Chamney, P. W., Kramer, M., Rode, C., Kleinekofort, W., & Wizemann, V. (2002). A new technique for establishing dry weight in hemodialysis patients via whole body bioimpedance. *Kidney Int*, 61(6), 2250-2258. doi:10.1046/j.1523-1755.2002.00377.x

Chan, C. T. (2008). Heart rate variability in patients with end-stage renal disease: an emerging predictive tool for sudden cardiac death? *Nephrol Dial Transplant*, 23(10), 3061-3062. doi:10.1093/ndt/gfn280

Chen, S., Sun, P., Wang, S., Lin, G., & Wang, T. (2016). Effects of heart rate variability biofeedback on cardiovascular responses and autonomic sympathovagal modulation following stressor tasks in prehypertensives. *J Hum Hypertens*, 30(2), 105-111. doi:10.1038/jhh.2015.27

Cheung, A. K. (2005). *Primer on Kidney Diseases*: Elsevier Health Sciences.

Cheung, A. K. (1990). Biocompatibility of hemodialysis membranes. *Journal american society nephrology*, 1(2), 150-161.

Copie, X., Hnatkova, K., Staunton, A., Fei, L., Camm, A. J., & Malik, M. (1996). Predictive power of increased heart rate versus depressed left ventricular ejection fraction and heart rate variability for risk stratification after myocardial infarction. Results of a two-year follow-up study. *J Am Coll Cardiol*, 27(2), 270-276. doi:10.1016/0735-1097(95)00454-8

Culleton, B. F., Walsh, M., Klarenbach, S. W., Mortis, G., Scott-Douglas, N., Quinn, R. R., . . . Manns, B. J. (2007). Effect of frequent nocturnal hemodialysis vs conventional hemodialysis on left ventricular mass and quality of life: a randomized controlled trial. *JAMA*, 298(11), 1291-1299. doi:10.1001/jama.298.11.1291

Curtis, F. K., Cole, J. J., Tyler, L. L., & Scribner, B. H. (1965). Hemodialysis in the Home. *Trans Am Soc Artif Intern Organs*, 11, 7-10. doi:10.1097/00002480-196504000-00003

Daugirdas, J. T. (2001). Pathophysiology of dialysis hypotension: an update. *Am J Kidney Dis*, 38(4 Suppl 4), S11-17. doi:10.1053/ajkd.2001.28090

- Depner, T. A., Keshaviah, P., Ebben, J., Emerson, P., Collins, A., Jindal, K., . . . Pu, K. (1996). Multicenter clinical validation of an on-line monitor of dialysis adequacy. *Journal of the American Society of Nephrology : JASN*, 7, 464-471.
- Diaz-Buxo, J. A. (1989). *Continuous cyclic peritoneal dialysis*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Diamantopoulos, A. (1977) Uroscopy in Byzantium, *Am J Nephrol*; 17: 222 – 227
- Replacement of Renal Function by Dialysis: A textbook of dialysis
 από William Drukker, Frank M. Parsons, J.F. Maher
- Dunham, C., Mattern, W. D., & McGaghie, W. C. (1985). Preferences of nephrologists among end-stage renal disease treatment options. *Am J Nephrol*, 5(6), 470-475. doi:10.1159/000166986
- Eddy, C. V., & Arnold, M. A. (2001). Near-infrared spectroscopy for measuring urea in hemodialysis fluids. *Clin Chem*, 47(7), 1279-1286.
- Eknoyan, G., Beck, G. J., Cheung, A. K., Daugirdas, J. T., Greene, T., Kusek, J. W., . . . Hemodialysis Study, G. (2002). Effect of dialysis dose and membrane flux in maintenance hemodialysis. *N Engl J Med*, 347(25), 2010-2019. doi:10.1056/NEJMoa021583
- Eknoyan, G., Lameire, N., Barsoum, R., Eckardt, K. U., Levin, A., Levin, N., . . . Wang, H. (2004). The burden of kidney disease: improving global outcomes. *Kidney Int*, 66(4), 1310-1314. doi:10.1111/j.1523-1755.2004.00894.x S0085-2538(15)50261-5 [pii]
- El-Agroudy, A. E., Bakr, M. A., Shehab El-Dein, A. B., & Ghoneim, M. A. (2003). Death with functioning graft in living donor kidney transplantation: analysis of risk factors. *Am J Nephrol*, 23(3), 186-193. doi:10.1159/000070864 70864 [pii]
- el-Agroudy, A. E., Hassan, N. A., Bakr, M. A., Foda, M. A., Shokeir, A. A., & Shehab el-Dein, A. B. (2003). Effect of donor/recipient body weight mismatch on patient and graft outcome in living-donor kidney transplantation. *Am J Nephrol*, 23(5), 294-299. doi:10.1159/000072819 72819 [pii]

- El-Agroudy, A. E., Sabry, A. A., Wafa, E. W., Neamatalla, A. H., Ismail, A. M., Mohsen, T., . . . Ghoneim, M. A. (2007). Long-term follow-up of living kidney donors: a longitudinal study. *BJU Int*, *100*(6), 1351-1355. doi:BJU7054 [pii] 10.1111/j.1464-410X.2007.07054.x
- Emanuel, Ezekiel J. (1991). *The Ends of Human Life: Medical Ethics in a Liberal Polity*. Harvard University Press.
- Fox, R. C., & Swazey, J. P. (1974). *The Courage to Fail: A Social View of Organ Transplants and Dialysis*. Chicago: University of Chicago.
- Friedman, E. A. (1985). Physician bias in uremia therapy. *Kidney Int Suppl*, *17*, S38-40.
- Friedman, E. A. (2003). Effect of dialysis dose and membrane flux in maintenance hemodialysis. *N Engl J Med*, *348*(15), 1491-1494; author reply 1491-1494.
- Jonsen AR. The God Squad and the origins of transplantation ethics and policy. *J Law Med Ethics*. 2007;35(2):238-240.
- Gabrielli, D., Krystal, B., Katzarski, K., Youssef, M., Hachache, T., Lopot, F., . . . Gaulty, A. (2009). Improved intradialytic stability during haemodialysis with blood volume-controlled ultrafiltration. *J Nephrol*, *22*(2), 232-240.
- Gal, G., & Grof, J. (1980). Continuous UV photometric monitoring of the efficiency of hemodialysis. *Int J Artif Organs*, *3*(6), 338-341.
- Garzoni, D., Keusch, G., Kleinoeder, T., Martin, H., Dhondt, A., Cremaschi, L., . . . Passlick-Deetjen, J. (2007). Reduced complications during hemodialysis by automatic blood volume controlled ultrafiltration. *Int J Artif Organs*, *30*(1), 16-24. doi:10.1177/039139880703000104
- Gore, J. L., Singer, J. S., Brown, A. F., & Danovitch, G. M. (2012). The socioeconomic status of donors and recipients of living unrelated renal transplants in the United States. *J Urol*, *187*(5), 1760-1765. doi:S0022-5347(11)06061-7 [pii] 10.1016/j.juro.2011.12.112
- Gerry Greenstone, (2010) *The history of bloodletting* vol. 52, No. 1, January February 2010, Pages 12-14 , BC Medical Journal

- Gross, M., Maierhofer, A., Tetta, C., Senecal, L., & Canaud, B. (2007). Online clearance measurement in high-efficiency hemodiafiltration. *Kidney Int*, 72(12), 1550-1553. doi:10.1038/sj.ki.5002551
- Hayano, J., Takahashi, H., Toriyama, T., Mukai, S., Okada, A., Sakata, S., . . . Kawahara, H. (1999). Prognostic value of heart rate variability during long-term follow-up in chronic haemodialysis patients with end-stage renal disease. *Nephrol Dial Transplant*, 14(6), 1480-1488. doi:10.1093/ndt/14.6.1480
- Held, P. J., Levin, N. W., Bovbjerg, R. R., Pauly, M. V., & Diamond, L. H. (1991). Mortality and duration of hemodialysis treatment. *JAMA*, 265(7), 871-875. doi:10.1001/jama.1991.03460070053041
- Henderson, L. W. (2003). The beginning of clinical hemofiltration: a personal account. *ASAIO J*, 49(5), 513-517. doi:10.1097/01.mat.0000085985.34472.91
- Henderson, L. W., Sanfelippo, M. L., & Beans, E. (1978). "On line" preparation of sterile pyrogen-free electrolyte solution. *Trans Am Soc Artif Intern Organs*, 24, 465-467.
- Hoening, N. A. (2003). Effect of dialysis dose and membrane flux in maintenance hemodialysis. *N Engl J Med*, 348(15), 1491-1494; author reply 1491-1494.
- Hoening MP, Zeidel ML.(2014) Homeostasis, the milieu intérieur, and the wisdom of the nephron. *Clin J Am Soc Nephrol*. Jul;9(7):1272-81. doi: 10.2215/CJN.08860813. Epub 2014 May 1. PMID: 24789550; PMCID: PMC4078957.
- Johner, C., Chamney, P. W., Schneditz, D., & Kramer, M. (1998). Evaluation of an ultrasonic blood volume monitor. *Nephrol Dial Transplant*, 13(8), 2098-2103. doi:10.1093/ndt/13.8.2098
- Küchle, C., Fricke, H., Held, E., & Schiffl, H. (1996). High-Flux Hemodialysis Postpones Clinical Manifestation of Dialysis-Related Amyloidosis. *Am J Nephrol*, 16(6), 484-488. doi:10.1159/000169048
- Kamath, M. V., & Fallen, E. L. (1993). Power spectral analysis of heart rate variability: a noninvasive signature of cardiac autonomic function. *Crit Rev Biomed Eng*, 21(3), 245-311.

Kawamoto, M., Tanaka, N., & Takasaki, M. (1993). Power spectral analysis of heart rate variability after spinal anaesthesia. *Br J Anaesth*, *71*(4), 523-527. doi:10.1093/bja/71.4.523

Kidney Failure. (2017). National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases.

Kleiger, R. E., Stein, P. K., Bosner, M. S., & Rottman, J. N. (1992). Time domain measurements of heart rate variability. *Cardiol Clin*, *10*(3), 487-498.

Koda, Y., Nishi, S.-I., Miyazaki, S., Haginoshita, S., Sakurabayashi, T., Suzuki, M., . . . Nishi, T. (1997). Switch from conventional to high-flux membrane reduces the risk of carpal tunnel syndrome and mortality of hemodialysis patients. *Kidney International*, *52*(4), 1096-1101. doi:<https://doi.org/10.1038/ki.1997.434>

Kosieradzki, M., & Rowinski, W. (2008). Ischemia/reperfusion injury in kidney transplantation: mechanisms and prevention. *Transplant Proc*, *40*(10), 3279-3288. doi:S0041-1345(08)01356-0 [pii]

10.1016/j.transproceed.2008.10.004

Landray, M. J., Emberson, J. R., Blackwell, L., Dasgupta, T., Zakeri, R., Morgan, M. D., . . . Wheeler, D. C. (2010). Prediction of ESRD and Death Among People With CKD: The Chronic Renal Impairment in Birmingham (CRIB) Prospective Cohort Study. *American Journal of Kidney Diseases*, *56*(6-2), 1082-1094. doi:10.1053/j.ajkd.2010.07.016

Lederer, S. R., & Schiffh, H. (2002). Ultrapure dialysis fluid lowers the cardiovascular morbidity in patients on maintenance hemodialysis by reducing continuous microinflammation. *Nephron*, *91*(3), 452-455. doi:10.1159/000064286

Liao, M.-T., Sung, C.-C., Hung, K.-C., Wu, C.-C., Lo, L., & Lu, K.-C. (2012). Insulin Resistance in Patients with Chronic Kidney Disease. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, *2012*, 691369. doi:10.1155/2012/691369

Locatelli, F. (2003). Effect of dialysis dose and membrane flux in maintenance hemodialysis. *N Engl J Med*, *348*(15), 1491-1494; author reply 1491-1494.

Locatelli, F., Buoncristiani, U., Canaud, B., Kohler, H., Petitclerc, T., & Zucchelli, P. (2005). Haemodialysis with on-line monitoring equipment: tools or toys? *Nephrol Dial Transplant*, *20*(1), 22-33. doi:10.1093/ndt/gfh555

- Locatelli, F., La Milia, V., Violo, L., Del Vecchio, L., & Di Filippo, S. (2015). Optimizing haemodialysate composition. *Clin Kidney J*, 8(5), 580-589. doi:10.1093/ckj/sfv057
- Locatelli, F., Martin-Malo, A., Hannedouche, T., Loureiro, A., Papadimitriou, M., Wizemann, V., . . . Vanholder, R. (2009). Effect of membrane permeability on survival of hemodialysis patients. *J Am Soc Nephrol*, 20(3), 645-654. doi:10.1681/asn.2008060590
- Macleod, A. M., Campbell, M., Cody, J. D., Daly, C., Donaldson, C., Grant, A., . . . Wallace, S. (2005). Cellulose, modified cellulose and synthetic membranes in the haemodialysis of patients with end-stage renal disease. *Cochrane Database Syst Rev*(3), Cd003234. doi:10.1002/14651858.CD003234.pub2
- Maggiore, Q., Pizzarelli, F., Zoccali, C., Sisca, S., Nicolo, F., & Parlongo, S. (1981). Effect of extracorporeal blood cooling on dialytic arterial hypotension. *Proc Eur Dial Transplant Assoc*, 18, 597-602.
- Martinez-Castelao, A., Gorriz, J. L., Segura-de la Morena, J., Cebollada, J., Escalada, J., Esmatjes, E., . . . Tranche, S. (2014). Consensus document for the detection and management of chronic kidney disease. *Nefrologia*, 34(2), 243-262. doi:10.3265/Nefrologia.pre2014.Feb.12455
- Mattern, W. D., McGaghie, W. C., Rigby, R. J., Nissenson, A. R., Dunham, C. B., & Khayrallah, M. A. (1989). Selection of ESRD treatment: an international study. *Am J Kidney Dis*, 13(6), 457-464. doi:10.1016/s0272-6386(89)80002-2
- McIntyre, C. W. (2009). Effects of hemodialysis on cardiac function. *Kidney International*, 76(4), 371-375. doi:10.1038/ki.2009.207
- Mendelson, W. B., Wadhwa, N. K., Greenberg, H. E., Gujavarty, K., & Bergofsky, E. (1990). Effects of hemodialysis on sleep apnea syndrome in end-stage renal disease. *Clinical nephrology*, 33(5), 247-251.
- Merrill, J. P., Schupak, E., Cameron, E., & Hampers, C. L. (1964). Hemodialysis in the Home. *JAMA*, 190, 468-470. doi:10.1001/jama.1964.03070180066018
- Moe, S. M., & Chen, N. X. (2004). Pathophysiology of Vascular Calcification in Chronic Kidney Disease. *Circulation Research*, 95(6), 560-567. doi:10.1161/01.res.0000141775.67189.98

Moissl, U. M., Wabel, P., Chamney, P. W., Bosaeus, I., Levin, N. W., Bosy-Westphal, A., . . . Fuller, N. J. (2006). Body fluid volume determination via body composition spectroscopy in health and disease. *Physiol Meas*, 27(9), 921-933. doi:10.1088/0967-3334/27/9/012

Moore, KL., Dalley, FA, Agur, AMR. (2013) Clinically Oriented Anatomy, Lippincott Williams & Wilkins, 7th ed.

Morrison, G., Michelson, E. L., Brown, S., & Morganroth, J. (1980). Mechanism and prevention of cardiac arrhythmias in chronic hemodialysis patients. *Kidney Int*, 17(6), 811-819. doi:10.1038/ki.1980.93

Nose, Y. (1965). Discussion. *Transactions - American Society for Artificial Internal Organs*, 11(15).

Novice, A. C., Stewart, B. H., & Straffon, R. A. (1980). Extracorporeal Renal Surgery and Autotransplantation: Indications, Techniques and Results. *The Journal of Urology*, 123(6), 806-811. doi:[https://doi.org/10.1016/S0022-5347\(17\)56141-8](https://doi.org/10.1016/S0022-5347(17)56141-8)

Orantes, C. M., Herrera, R., Almaguer, M., Brizuela, E. G., Nunez, L., Alvarado, N. P., . . . Orellana, P. (2014). Epidemiology of chronic kidney disease in adults of Salvadoran agricultural communities. *MEDICC Rev*, 16(2), 23-30.

Ouseph R., Ward R. (2002) Water Treatment for Hemodialysis: Ensuring Patient Safety, *Seminars In Dialysis*, 15(1).

Panichi, V., Rizza, G. M., Paoletti, S., Bigazzi, R., Aloisi, M., Barsotti, G., . . . Group, R. S. (2008). Chronic inflammation and mortality in haemodialysis: effect of different renal replacement therapies. Results from the RISCAVID study. *Nephrol Dial Transplant*, 23(7), 2337-2343. doi:10.1093/ndt/gfm951

Pelosi, G., Emdin, M., Carpeggiani, C., Morales, M. A., Piacenti, M., Dattolo, P., . . . Maggiore, Q. (1999). Impaired sympathetic response before intradialytic hypotension: a study based on spectral analysis of heart rate and pressure variability. *Clin Sci (Lond)*, 96(1), 23-31.

Peitzman, Steven J. (1 January 1989). "From Dropsy to Bright's Disease to End-Stage Renal Disease". *The Milbank Quarterly*. 67: 16-32. doi:[10.2307/3350183](https://doi.org/10.2307/3350183). JSTOR [3350183](https://www.jstor.org/stable/3350183). PMID [2682170](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2682170/).

- Penne, E. L., Visser, L., van den Dorpel, M. A., van der Weerd, N. C., Mazairac, A. H., van Jaarsveld, B. C., . . . Grooteman, M. P. (2009). Microbiological quality and quality control of purified water and ultrapure dialysis fluids for online hemodiafiltration in routine clinical practice. *Kidney Int*, 76(6), 665-672. doi:10.1038/ki.2009.245
- Pitzalis, M. V., Mastropasqua, F., Massari, F., Forleo, C., Di Maggio, M., Passantino, A., . . . Rizzon, P. (1996). Short- and long-term reproducibility of time and frequency domain heart rate variability measurements in normal subjects. *Cardiovasc Res*, 32(2), 226-233. doi:10.1016/0008-6363(96)00086-7
- Polaschegg, H. D. (1993). Automatic, noninvasive intradialytic clearance measurement. *Int J Artif Organs*, 16(4), 185-191.
- Polzin, J. D. (2014). Chronic Kidney Disease *Nephrology and Urology of Small Animals*.
- Popovich, R. P., Moncrief, J. W., & Dechard, J. B. (1976). The definition of a novel portable/wearable equilibrium peritoneal dialysis technique *Trans Am Soc Artif Intern Organs*, 22(65).
- Port, F. K., Johnson, W. J., & Klass, D. W. (1973). Prevention of dialysis disequilibrium syndrome by use of high sodium concentration in the dialysate. *Kidney Int*, 3(5), 327-333. doi:10.1038/ki.1973.51
- Reboredo Mde, M., Pinheiro Bdo, V., Neder, J. A., Avila, M. P., Araujo, E. R. M. L., de Mendonca, A. F., . . . de Paula, R. B. (2010). Effects of aerobic training during hemodialysis on heart rate variability and left ventricular function in end-stage renal disease patients. *J Bras Nefrol*, 32(4), 367-373.
- Redaelli, B. (1996). Electrolyte modelling in haemodialysis--potassium. *Nephrol Dial Transplant*, 11 Suppl 2, 39-41. doi:10.1093/ndt/11.supp2.39
- Redaelli, B., Locatelli, F., Limido, D., Andrulli, S., Signorini, M. G., Sforzini, S., . . . Orlandini, G. (1996). Effect of a new model of hemodialysis potassium removal on the control of ventricular arrhythmias. *Kidney Int*, 50(2), 609-617. doi:10.1038/ki.1996.356
- Reddan, D. N., Szczech, L. A., Hasselblad, V., Lowrie, E. G., Lindsay, R. M., Himmelfarb, J., . . . Owen, W. F., Jr. (2005). Intradialytic blood volume monitoring

in ambulatory hemodialysis patients: a randomized trial. *J Am Soc Nephrol*, 16(7), 2162-2169. doi:10.1681/ASN.2004121053

Rushing J. (2010). *Caring for a patient's vascular access for hemodialysis*. Nursing made incredibly easy!, 41, 51-52.

Santoro, A., Guarnieri, F., Ferramosca, E., & Grandi, F. (2007). Acetate-free biofiltration. *Contrib Nephrol*, 158, 138-152. doi:10.1159/000107244

Santoro, A., Mancini, E., Bolzani, R., Boggi, R., Cagnoli, L., Francioso, A., . . . Strippoli, G. F. (2008). The effect of on-line high-flux hemofiltration versus low-flux hemodialysis on mortality in chronic kidney failure: a small randomized controlled trial. *Am J Kidney Dis*, 52(3), 507-518. doi:10.1053/j.ajkd.2008.05.011

Santoro, A., Mancini, E., Gaggi, R., Cavalcanti, S., Severi, S., Cagnoli, L., . . . Grandi, F. (2005). Electrophysiological response to dialysis: the role of dialysate potassium content and profiling. *Contrib Nephrol*, 149, 295-305. doi:10.1159/000085691

Santoro, A., Mancini, E., & Zucchelli, P. (2000). The impact of haemofiltration on the systemic cardiovascular response. *Nephrol Dial Transplant*, 15 Suppl 2, 49-54. doi:10.1093/ndt/15.suppl_1.49

Scribner, B. H., & Blagg, C. R. (2003). Effect of dialysis dose and membrane flux in maintenance hemodialysis. *N Engl J Med*, 348(15), 1491-1494; author reply 1491-1494. doi:10.1056/NEJM200304103481514

Seufert, W.(1996) Uroscopy, Can Med Assoc J, 11: 154-159

Shaldon S. *Experience to date with home hemodialysis*. Proceedings of the Working Conference on Chronic Dialysis, Seattle, WA. University of Washington Press, Seattle: 1964; 66

Sheepard, H.L. (2011). *Preparing your patient for hemodialysis*. Nursing made incredibly easy!, 9 (6), 4

Skroeder, N. R., Jacobson, S. H., Lins, L. E., & Kjellstrand, C. M. (1990). Biocompatibility of dialysis membranes is of no importance for objective or subjective symptoms during or after hemodialysis. *ASAIO Trans*, 36(3), M637-639.

Sperschneider, H., Gunther, K., Marzoll, I., Kirchner, E., & Stein, G. (1993). Calcium carbonate (CaCO₃): an efficient and safe phosphate binder in haemodialysis patients? A 3-year study. *Nephrol Dial Transplant*, 8(6), 530-534. doi:10.1093/ndt/8.6.530

- Stevens , L. A., Coresh , J., Greene , T., & Levey , A. S. (2006). Assessing Kidney Function — Measured and Estimated Glomerular Filtration Rate. *New England Journal of Medicine*, 354(23), 2473-2483. doi:10.1056/NEJMra054415
- Stewart, W. K., Fleming, L. W., & Manuel, M. A. (1972). Benefits obtained by the use of high sodium dialysate during maintenance haemodialysis. *Proc Eur Dial Transplant Assoc*, 9, 111-118.
- Stiller, S., Bonnie-Schorn, E., Grassmann, A., Uhlenbusch-Korwer, I., & Mann, H. (2001). A critical review of sodium profiling for hemodialysis. *Semin Dial*, 14(5), 337-347. doi:10.1046/j.1525-139x.2001.00086.x
- Tenckhoff, H., Meston, B., & Shilipetar, G. (1972). A simplified automatic peritoneal dialysis system. *Trans Am Soc Artif Intern Organs*, 18(0), 436-440. doi:10.1097/00002480-197201000-00107
- Tenckhoff, H., Shilipetar, G., Van Paasschen, W. H., & Swanson, E. (1969). A home peritoneal dialysate delivery system. *Trans Am Soc Artif Intern Organs*, 15, 103-107.
- Tetta, C., David, S., Marcelli, D., Cogliati, P., Formica, M., Inguaggiato, P., & Panichi, V. (2006). Clinical effects of online dialysate and infusion fluids. *Hemodial Int*, 10 Suppl 1, S60-66. doi:10.1111/j.1542-4758.2006.01194.x
- Tory, K., Horvath, E., Suveges, Z., Fekete, A., Sallay, P., Berta, K., . . . Reusz, G. S. (2004). Effect of propranolol on heart rate variability in patients with end-stage renal disease: a double-blind, placebo-controlled, randomized crossover pilot trial. *Clin Nephrol*, 61(5), 316-323. doi:10.5414/cnp61316
- Tracz, M. J., Alam, J., & Nath, K. A. (2007). Physiology and pathophysiology of heme: implications for kidney disease. *J Am Soc Nephrol*, 18(2), 414-420. doi:ASN.2006080894 [pii]10.1681/ASN.2006080894
- Tzamaloukas, A., Raj, D. (2006) Hemodialysis in the twenty-first century. *Hellen Nephrol ; 18 (3): 181- 189*
- Uhlin, F., Fridolin, I., Lindberg, L. G., & Magnusson, M. (2003). Estimation of delivered dialysis dose by on-line monitoring of the ultraviolet absorbance in the spent dialysate. *Am J Kidney Dis*, 41(5), 1026-1036. doi:10.1016/s0272-6386(03)00200-2
- Uhlin, F., Fridolin, I., Magnusson, M., & Lindberg, L. G. (2006). Dialysis dose (Kt/V) and clearance variation sensitivity using measurement of ultraviolet-absorbance (on-

line), blood urea, dialysate urea and ionic dialysance. *Nephrol Dial Transplant*, 21(8), 2225-2231. doi:10.1093/ndt/gfl147

Uhlen, F., Pettersson, J., Fernstrom, A., & Lindberg, L. G. (2009). Complementary parameter for dialysis monitoring based on UV absorbance. *Hemodial Int*, 13(4), 492-497. doi:10.1111/j.1542-4758.2009.00381.x

US Renal Data System. (1989). *USRDS 1989 Annual Data Report*. Retrieved from Bethesda, M.D.:

van Bommel, E. F., Hesse, C. J., Jutte, N. H., Zietse, R., Bruining, H. A., & Weimar, W. (1997). Impact of continuous hemofiltration on cytokines and cytokine inhibitors in oliguric patients suffering from systemic inflammatory response syndrome. *Ren Fail*, 19(3), 443-454. doi:10.3109/08860229709047730

van Ypersele de Strihou, C., Jadoul, M., Malghem, J., Maldague, B., & Jamart, J. (1991). Effect of dialysis membrane and patient's age on signs of dialysis-related amyloidosis. The Working Party on Dialysis Amyloidosis. *Kidney Int*, 39(5), 1012-1019. doi:10.1038/ki.1991.128

Ward, R. A. (2000). Ultrapure dialysate: a desirable and achievable goal for routine hemodialysis. *Semin Dial*, 13(6), 378-380. doi:10.1046/j.1525-139x.2000.00103.x

Wizemann, V., Wabel, P., Chamney, P., Zaluska, W., Moissl, U., Rode, C., . . . Marcelli, D. (2009). The mortality risk of overhydration in haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant*, 24(5), 1574-1579. doi:10.1093/ndt/gfn707

Yeragani, V. K., Pohl, R., Berger, R., Balon, R., Ramesh, C., Glitz, D., . . . Weinberg, P. (1993). Decreased heart rate variability in panic disorder patients: a study of power-spectral analysis of heart rate. *Psychiatry Res*, 46(1), 89-103. doi:10.1016/0165-1781(93)90011-5

Zhang, L., Yang, S., Chen, J., Ma, J., & Ren, Y. (2017). Associations of parathyroid hormone levels and mineral parameters with heart rate variability in patients with end-stage renal disease. *Int Urol Nephrol*, 49(6), 1079-1085. doi:10.1007/s11255-017-1513-2

Zhang, Q. L., Koenig, W., Raum, E., Stegmaier, C., Brenner, H., & Rothenbacher, D. (2009). Epidemiology of chronic kidney disease: results from a population of older

adults in Germany. *Prev Med*, 48(2), 122-127. doi:S0091-7435(08)00577-X [pii] 10.1016/j.ypmed.2008.10.026

Kazanciglu R. (2013). *Risk factors for chronic kidney disease: an update*. *Kidney International Supplements*, 3(4), 368-371

Coresh J., Levey A.S. (2012). *Chronic kidney disease*. *THE LANCET*, 379(9811), 165-180

Ελληνική Βιβλιογραφία

Ανάσης, Π.Ι. (2006) *Μεμβράνες Αιμοκάθαρσης*, *Dialysis Living*, 15 (40-45)

Βογιατζάκης, Δ. Από την Ουροσκοπία στη σύγχρονη ανάλυση των ούρων, Ιατρική Εταιρεία Αθηνών, Κλινικά Φροντιστήρια, Τόμος 11, Τεύχος 4, σελ. 11 – 16

Κυρίτσης Ηλίας. «Ιστορία και Εξέλιξη της Αιμοκάθαρσης» Ετήσιος οδηγός Νεφρικής Νόσου (2012)

Λιάππα, Σ., Καρκαλούσος, Π., «Η ουροσκοπία και η εξέλιξή της», *Εφαρμ. Κλιν. Μικροβ. Εργ. Διαγν.*, Οκτ. 2008; 13(4): 255-264.

Μαυροματίδης, Κ., Καλογιαννίδου, Ε. (2018) *Ανασκόπηση: σύνθεση διαλύματος αιμοκάθαρσης* *Ελληνική Νεφρολογία*; 30 (3):210 - 228

Πρεβύζη Ε. (2013). *Αυτόχθονη αρτηριοφλεβική επικοινωνία (Fistula): Νοσηλευτική φροντίδα βασισμένη σε ενδείξεις*. Το ΒΗΜΑ του ΑΣΚΛΗΠΙΟΥ, 12(1), 36-46.

Πηγές από το Διαδίκτυο

AAKP <https://aakp.org/about/our-history/>

American Kidney Fund. (2021). *Chronic kidney disease (CKD)*. Available at: <https://www.kidneyfund.org/kidney-disease/chronic-kidney-disease-ckd/>

Davita kidney care. (2021). *Nurses: Taking Care of Patients at the Dialysis Center*. Available at: <https://www.davita.com/treatment-services/dialysis/in-center-hemodialysis/nurses-taking-care-of-patients-at-the-dialysis-center>

National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases (NIDDK). (2020). *High Blood Pressure & Kidney Disease*. Available at: <https://www.niddk.nih.gov/health-information/kidney-disease/high->

bloodpressure?fbclid=IwAR0QIP3VNxHzsf9cmd2lwgVXy9ibXp8DJhiNNBwLuSs
nvRjA8Y9G7R MvdGk

National Health Services (NHS). (2019). *Chronic kidney disease*. Available at:
Chronic kidney disease - NHS (www.nhs.uk)

Mayo Clinic. (2019). *Chronic kidney disease*. Available at:
<https://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/chronic-kidney-disease/symptomscauses/syc-20354521>

RNpedia. (2021). *Dialysis Nursing Care Plan & Management*. Available at:
<https://www.rnpedia.com/nursing-notes/medical-surgical-nursing-notes/dialysis/>

<https://www.eom.gr/metamoscheysi-nefroy>

Ζυγά Σ., Φραδέλος Ε.Χ., Μήτση Δ. (2019). *Χρόνια Νεφρική Νόσος: Κλινικά χαρακτηριστικά και ψυχοκοινωνικές διαστάσεις*. Περιοδικό ΕΝΕ. Διαθέσιμο στο:
<http://journal-ene.gr/wp-content/uploads/2020/05/12-4-arthro1.pdf?fbclid=IwAR0ALB6LHFE9GyKrUDVW2Q1H4LE1A6zgRLYXAYzPLijANjfToKqbbNt3mY>

Μαυροματίδης Κ. (2016). *Νοσηλευτική φροντίδας αιμοκαθαρόμενου που νοσηλεύεται*. Διαθέσιμο στο:
<http://renalkomotini.gr/%CE%BD%CE%BF%CF%83%CE%B7%CE%BB%CE%B5%CF%85%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE-%CF%86%CF%81%CE%BF%CE%BD%CF%84%CE%AF%CE%B4%CE%B1%CF%82-%CE%B1%CE%B9%CE%BC%CE%BF%CE%BA%CE%B1%CE%B8%CE%B1%CE%B9%CF%81%CF%8C%CE%BC%CE%B5/>

Μαυροματίδης Κ. (2016). *Τι είναι οι νοσηλευτές της αιμοκάθαρσης και τι κάνουν*. Διαθέσιμο στο:
<http://renalkomotini.gr/%CF%84%CE%B9-%CE%B5%CE%AF%CE%BD%CE%B1%CE%B9-%CE%BF%CE%B9-%CE%BD%CE%BF%CF%83%CE%B7%CE%BB%CE%B5%CF%85%CF%84%CE%AD-%CF%82-%CF%84%CE%B7%CF%82-%CE%B1%CE%B9%CE%BC%CE%BF%CE%BA%CE%AC%CE%B8%CE%B1%CF%81%CF%83/>

Ο κλάδος της Νεφρολογίας. Παγκόσμια Ημέρα Νεφρού. Πηγή άρθρου:
<https://www.sansimera.gr/worldays/15727>.

Ιωαννίδης, Γ. Παπαδάκη, Ο. *Στατιστικά και επιδημιολογικά δεδομένα θεραπείας υποκατάστασης νεφρικής λειτουργίας στην Ελλάδα, 2000-2011*. Έκθεση δεδομένων

της 12ετούς λειτουργίας του Εθνικού Αρχείου Καταγραφής Νεφροπαθών. Ελληνική Νεφρολογία 2013; 25 (4): 266 – 284

<https://www.sansimera.gr/worldays/157> Παγκόσμια ημέρα νεφρού