

Η ιστορία της διύλισης και της μεταμόσχευσης



Toni Smith Nicola Thomas

■ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

| | |
|---------------------|----|
| Στόχοι μάθησης | 25 |
| Εισαγωγή | 27 |
| Αιμοκάθαρση | 27 |
| Περιτοναϊκή κάθαρση | 41 |
| Μεταμόσχευση | 49 |
| Περίληψη | 53 |
| Βιβλιογραφία | 54 |

■ ΣΤΟΧΟΙ ΜΑΘΗΣΗΣ

- Η κατανόηση της εξέλιξης της αιμοκάθαρσης (ΑΚ), της περιτοναϊκής κάθαρσης (ΠΚ) και της μεταμόσχευσης
- Η κατανόηση των δυσκολιών που έχουν να αντιμετωπίσουν οι επαγγελματίες υγείας κατά την εξέλιξη της νεφρολογικής ειδικότητας
- Η αξιολόγηση της εστίασης της νεφρολογικής φροντίδας κατά τη διάρκεια του 20^{ού} αιώνα
- Η αναγνώριση των προκλήσεων της νεφρολογικής νοσηλευτικής στο μέλλον

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εφαρμογή της διύλισης, ως σωτήριας μεθόδου θεραπείας για τη νεφρική ανεπάρκεια, δεν ήταν το αποτέλεσμα κάποιων ερευνητικών προγραμμάτων μεγάλης κλίμακας. Ήταν αποτέλεσμα δραστηριοτήτων μερικών πρωτοπόρων ατόμων, που μπόρεσαν να συνδυάσουν ιδέες, υλικά και μεθόδους μιας ποιικιλίας αναπτυσσόμενων τεχνολογιών.

Η αιμοκάθαρση (ΑΚ) ως μέθοδος θεραπείας για τη νεφρική ανεπάρκεια πρωτοεμφανίστηκε στη δεκαετία του '60, ακολουθούμενη από τη συνεχή φορητή περιτοναϊκή κάθαρση (ΣΦΠΚ) στη δεκαετία του '70. Η αναγνώριση, στη δεκαετία του '60, της ανάγκης για ανοσοκαταστολή στη μεταμόσχευση οδήγησε στο να γίνει αυτή η μέθοδος η θεραπεία εκλογής για πολλούς ασθενείς.

ΑΙΜΟΚΑΘΑΡΣΗ

Η αρχή

Οι Ρωμαίοι ήταν οι πρώτοι που χρησιμοποίησαν μια μορφή διύλισης, κάνοντας ζεστά μπάνια σε ασθενείς για να απομακρύνουν την ουρία. Η δράση του ζεστού νερού έκανε τους ασθενείς να ιδρώνουν έντονα και έτσι, μαζί με τις τοξίνες που αποβάλλονταν από το δέρμα στο ζεστό νερό, ανακουφίζονταν προσωρινά από τα συμπτώματα. Παρόλα αυτά, οι Ρωμαίοι δεν καταλάβαιναν για ποιο λόγο η θεραπεία είχε αποτελέσματα. Το αποτέλεσμα ήταν να νιώθει ο ασθενής κόπωση, αλλά, μια και ήταν η μοναδική του ελπίδα, αυτή η θεραπεία χρησιμοποιούνταν σε ορισμένες περιπτώσεις ως και τη δεκαετία του '50.

Η πρώτη φορά που χρησιμοποιήθηκε ο όρος «διύλιση» ήταν το 1854 από τον Thomas Graham (Εικ. 1.1), έναν Σκωτσέζο χημικό (Graham, 1854). Χρησιμοποίησε τη λέξη διύλιση για να περιγράψει τη μεταφορά ουσιών μέσα από την κύστη βοδιού. Αυτός ήταν ο καταλυτικός παράγοντας για να αρχίσουν και άλλοι ερευνητές, που εργάζονταν σε παρόμοια πεδία, να εστιάζουν την προσοχή τους στη μεμβράνη.

Οι μεμβράνες γίνονταν από πολλά υλικά, όπως κατεργασμένες μεμβράνες ζώων και κολλόδιο (Eggerth, 1921). Το κολλόδιο είναι ένα κολλοειδές υγρό που, όταν ξεραίνεται, γίνεται μια πορώδης μεμβράνη και επιτρέπει τη διόδο ουσιών με χαμηλό μοριακό βάρος, ενώ δεν είναι διαβατή από ουσίες με μοριακό βάρος μεγαλύτερο από 5 KDa. Το 1889, ο B. W. Richardson ασχολήθηκε με τη χρήση των κολλοειδών μεμβρανών στη διύλιση του αίματος. Έτσι, με αυτήν τη μέθοδο, ζωντανά ζώα υποβάλλονταν σε διύλιση κάτω από πειραματικές συνθήκες (Richardson, 1889), αλλά ο ανασταλτικός παράγοντας που εμπό-



Εικόνα 1.1 Thomas Graham 1805-1869 (γκραβούρα του C. Kook, μετά από φωτογράφιση του Claudet).

διζε την εφαρμογή της θεραπείας στους ανθρώπους ήταν η έλλειψη κατάλληλων υλικών.

Έως τη δεκαετία του '20

Το 1913 εμφανίστηκε το πρώτο άρθρο για την τεχνική της αιμοκάθαρσης, που ονομαζόταν «τεχνητός νεφρός». Πειραματική διύλιση εφαρμόστηκε σε ζώα, χρησιμοποιώντας διαφορετικής σύνθεσης υγρά διύλισης (Abel και συν., 1914). Διάφορες ουσίες ήταν δυνατόν να προστεθούν στο διάλυμα, για αποφυγή της απομάκρυνσής τους. Ο κύριος στόχος των πειραμάτων ήταν η απομάκρυνση των σαλικυλικών οξέων. Δεν δόθηκε σημασία στην απομάκρυνση των υγρών και των τοξινών, μια και η νεφροπάθεια δεν ήταν γνωστή ακόμα.

Το 1914 ο Hess και ο McGuigan πειραματιζόταν με τη διύλιση σε ένα φαρμακολογικό εργαστήριο στο Σικάγο. Έτσι μπόρεσαν να μεταφέρουν σάκχαρο από τους ιστούς προς και από το αίμα μέσω μια κολλοειδούς μεμβράνης. Ο σχεδιασμός του φίλτρου ελάττωσε την απόσταση των σωλήνων από τον

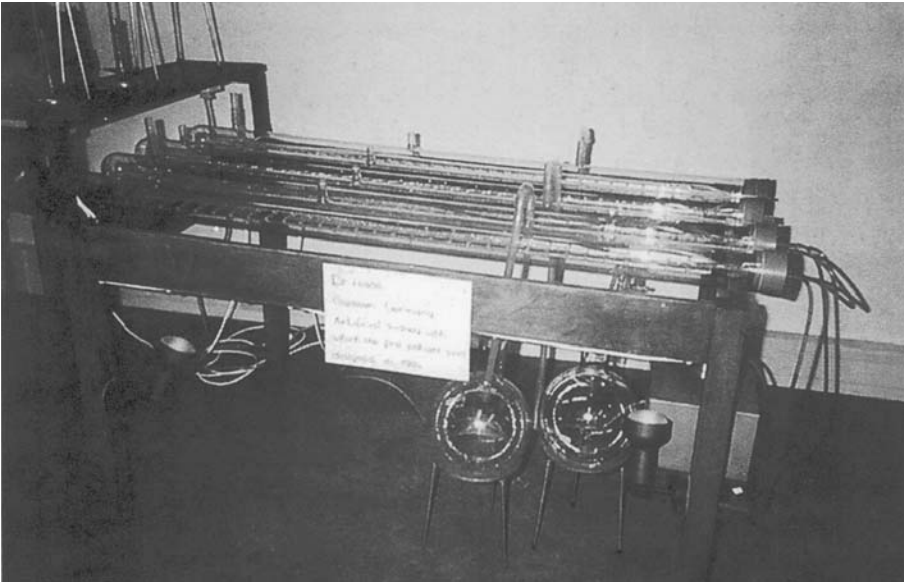
ασθενή. Με τη σύνδεση στην καρωτίδα επιτεύχθηκε μεγάλη αιματική ροή, σε μια προσπάθεια να ελαττωθεί η ανάγκη για χρήση αντιπηκτικού. Ένας μονός σωλήνας σχήματος U εισαγόταν σε έναν γυάλινο κύλινδρο, που είχε ένα λαστιχένιο stop στην άλλη άκρη. Η αιματική ροή από και προς το φίλτρο βρισκόταν στο ένα άκρο και υπήρχε, επίσης, ένας δείκτης για καθορισμό της πίεσης μέσα στον σωλήνα. Αυτά τα πειράματα για την ώρα εκτελούνταν μόνο σε ζώα. Το μόνο διαθέσιμο αντιπηκτικό ήταν μια μορφή αποστάγματος από λιωμένα κεφάλια βδέλλας, που ονομαζόταν hirudin. Οι βδέλλες ήταν άφθονες και εύκολο να βρεθούν σε οποιοδήποτε μαγαζί με κόστος περίπου 25 λίρες οι 1000.

Η δεκαετία του '20

Η πρώτη διύλιση που έγινε σε άνθρωπο εφαρμόστηκε από έναν Γερμανό φυσικό, τον Georg Haas, στην Giessen στο δεύτερο μισό της δεκαετίας του '20. Εφάρμοσε έξι θεραπείες σε έξι ασθενείς. Χρησιμοποιήθηκαν χειροποίητες κολλοειδείς μεμβράνες και αποφεύχθηκε η πήξη του αίματος με τη χρήση hirudin και, αργότερα, μιας πρωτόγονης μορφής ηπαρίνης. Ο Haas χρησιμοποίησε πολλαπλά φίλτρα για να αυξήσει την επιφάνεια του αίματος που εκτίθονταν στο υγρό της διύλισης. Ήταν αναγκαία ως και έξι φίλτρα σε παράλληλη σύνδεση. Ο Haas ανακάλυψε ότι η αρτηριακή πίεση του αίματος δεν ήταν αρκετή για να κινήσει κυκλικά το αίμα μέσα σε όλο το εξωσωματικό κύκλωμα. Έτσι πρόσθεσε μια αντλία στο κύκλωμα (Εικ. 1.2). Ο Haas δεν είχε την υποστήριξη του νοσοκομείου και των συνεργατών του και προς το τέλος της δεκαετίας του '20 εγκατέλειψε τις προσπάθειες. Έτσι η εργασία σταμάτησε. Ο Georg Haas πέθανε το 1971 σε ηλικία 85 ετών και τιμήθηκε ως ο πρωτοργάτης της διύλισης.

Παρά τις θεραπείες αυτές, που εφαρμόζονται από τη δεκαετία του '20 ως και τη δεκαετία του '40, δεν υπήρχε τίποτα άλλο να προταθεί στον ουραιμικό ασθενή, που υπέφερε από έλλειψη όρεξης και εμετούς, εκτός από ανάπαυση και ανάλατη διαίτα, κυρίως με λαχανικά, υδρογονάνθρακες και λίπος, με στόχο τη μείωση του μεταβολισμού των πρωτεϊνών. Η διύλιση δεν θεωρείτο ρεαλιστική εναλλακτική λύση και η συντηρητική θεραπεία ήταν μόνο ένα παρηγορητικό μέτρο.

Ο Heinrich Necheles ήταν ο ιδρυτής της σύγχρονης διύλισης. Το 1923 πειραματίστηκε με την ένωση των μεμβρανών και έτσι πέτυχε μεγαλύτερη επιφάνεια, χωρίς την ανάγκη πολλαπλών φίλτρων. Η μεμβράνη που χρησιμοποιήθηκε ήταν το περιτόναιο ενός προβάτου και, λόγω του ότι η μεμβράνη είχε τάση να τεντώνεται, τοποθετήθηκαν υποστηρίγματα ανάμεσα στα στρώματα των



Εικόνα 1.2 Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε από τον Georg Haas.

μεμβρανών, επιτρέποντας έτσι μια μεγάλη επιφάνεια μεμβράνης να έρθει σε επαφή με το υγρό της διύλισης. Άλλα στοιχεία που πρωτοπαρουσιάστηκαν από τον Necheles ήταν μια θερμοφόρα, το γέμισμα των αιματικών γραμμών και ένα φίλτρο για την αποφυγή επιστροφής θρόμβων στον ασθενή.

Η δεκαετία του '30

Οι δεκαετίες του '20 και '30 παρουσίασαν πολλές εξελίξεις στη συνθετική πολυμερική χημεία, με αποτέλεσμα την παραγωγή οξικής κυτταρίνης, που μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως μεμβράνη αιμοκάθαρσης. Ήταν το 1937 όταν χρησιμοποιήθηκε η πρώτη συνθετική μεμβράνη από έναν Αμερικανό επιστήμονα, τον William Thalhimer. Το υλικό σελοφάν – μια μορφή οξικής κυτταρίνης, που είχε ευρεία χρήση στη βιομηχανία λουκάνικων – είχε δυνατότητες που δεν είχαν εντοπιστεί για πολλά χρόνια. Στα μέσα της δεκαετίας του '30 επιτεύχθηκε η κάθαρση της ηπαρίνης (Thalhimer και συν., 1938) που μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως αντιπηκτικό. Οι δύο αυτές εξελίξεις από κοινού μπόρεσαν να οδηγήσουν στο επόμενο στάδιο ανάπτυξης, που τελικά επιτεύχθηκε το 1943 στην κατεχόμενη Ολλανδία.

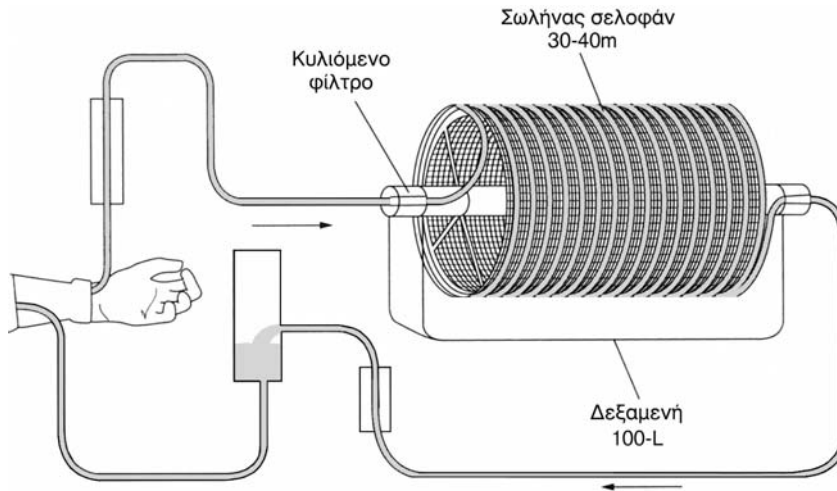
Οι δεκαετίες του '40 και του '50

Ο Willem Kolff, ένας γιατρός που εργαζόταν στο Groningen στην κατεχόμενη από τους Ναζί Ολλανδία, πρόσεξε τη δουλειά ενός συναδέλφου του, που συμπύκνωνε πλάσμα με τη βοήθεια μεμβράνης από οξική κυτταρίνη και την τοποθέτησή του σε αραιό διάλυμα ζάχαρης.

Ο Kolff παρατήρησε ότι με αυτήν τη μέθοδο οι τοξίνες του αίματος μεταβάλλονταν (Kolff, 1950). Έφτιαξε ένα κυλιόμενο φίλτρο (Εικ. 1.3 και 1.4) που παρείχε ικανοποιητική επιφάνεια για την πρώτη απόπειρα διύλισης σε άνθρωπο (Kolff και Berk, 1944). Το μηχάνημα αυτό αποτελούνταν από 30 μέτρα σωλήνα από σελοφάν, που ήταν τυλιγμένος γύρω από έναν μεγάλο κύλινδρο. Ο κύλινδρος ήταν τοποθετημένος μέσα σε μια δεξαμενή που περιείχε αραιό μείγμα αλάτων – το διάλυμα (dialysate). Το αίμα του ασθενή περνούσε μέσα από τον σωλήνα από σελοφάν, του οποίου τα τοιχώματα λειτουργούσαν ως ημιδιαπερατή μεμβράνη. Η ροή του αίματος γινόταν με τη χρήση ενός κυκλώματος που περιείχε ένα βαθμολογημένο γυάλινο δοχείο που, όταν γέμιζε αίμα,



Εικόνα 1.3 Το κυλιόμενο φίλτρο του Kolff.



Εικόνα 1.4 Διάγραμμα του συστήματος κυλιόμενου φίλτρου του Kolff.

μπορούσε να σηκωθεί τόσο ψηλά, όσο να επιτρέψει τη ροή του αίματος μέσα στον διαλύτη. Το δοχείο αυτό έπειτα χαμήλωνε, επιτρέποντας στο αίμα να προχωρήσει προς τα πίσω και ξανασηκωνόταν, επιτρέποντας στο αίμα να γυρίσει στον ασθενή. Ο κύλινδρος ήταν φτιαγμένος από ξύλο λόγω της έλλειψης υλικών, όπως το αλουμίνιο (και ευτυχώς, μια και ξέρουμε σήμερα την τοξικότητα του αλουμινίου). Χρειαζόταν έξι ώρες για τη θεραπεία και αξίζει να σημειωθεί ότι η αποτελεσματικότητα της μεθόδου αυτής είναι παρόμοια με την αποτελεσματικότητα των μεθόδων που χρησιμοποιούνται σήμερα: ήταν δυνατή η επίτευξη κάθαρσης ουρίας 170ml/min. Υγρά μπορούσαν να αφαιρεθούν μόνο με αύξηση της ωσμωτικής πίεσης του υγρού διύλισης με την πρόσθεση γλυκόζης, μια και αύξηση στην πίεση που ασκούνταν στη μεμβράνη θα είχε ως αποτέλεσμα τη ρήξη της (Kolff, 1965).

Η όλη διαδικασία ήταν πολύ χρονοβόρα και απαιτούσε εντατική εργασία και πολλή προσοχή σε όλη τη διάρκειά της, καθώς ήταν απαραίτητο το ανέβασμα και το κατέβασμα του δοχείου καθώς και η παρατήρηση της μεμβράνης για πιθανή ρήξη. Επιδιορθώσεις στη μεμβράνη εκτελούνταν με την εισαγωγή γυάλινου σωλήνα στο σημείο της ρήξης.

Η πρώτη κλινική εμπειρία του Kolff ήταν μια 29χρονη γυναίκα με χρόνια νεφρίτιδα. Η ουρία του αίματος παρέμεινε σταθερή για 26 μέρες, αλλά μετά από 12 συνεδρίες διύλισης η ουρία του αίματος άρχισε να ανεβαίνει και τελικά η ασθενής πέθανε.

Μετά τον πόλεμο, το 1945, η τεχνική του Kolff είχε ευρεία χρήση, κυρίως

στη Σουηδία και στις ΗΠΑ. Η θεραπεία αφορούσε αρχικά για την οξεία νεφρική ανεπάρκεια, όταν η νεφρική λειτουργία ήταν αναμενόμενο να επιστρέψει στα φυσιολογικά επίπεδα μετά από μια σύντομη περίοδο θεραπείας με διύλιση. Χρησιμοποιήθηκε ευρέως στον πόλεμο της Κορέας το 1952, για θεραπεία της νεφρικής ανεπάρκειας τραυματικής αιτιολογίας. Μια ομάδα, με αρχηγό τον Paul Teschan, εκπαιδεύτηκε να χρησιμοποιεί το κυλινδρικό φίλτρο και έσωσε πολλές ζωές μειώνοντας το υψηλό επίπεδο καλίου που είχαν τα θύματα (Teschan, 1955).

Μερικές από τις αρχικές έρευνες πάνω στην αφαίρεση υγρών από το αίμα με τη χρήση αρνητικής πίεσης έγιναν από τους M. R. Malinow και W. Korzon στο νοσοκομείο Michael Reese του Σικάγο το 1946 (Malinow και Korzon, 1947). Η συσκευή που χρησιμοποιήθηκε ήταν μια αρχική έκδοση του φίλτρου με πολλαπλούς αιματικούς σωλήνες και δυνατότητα αρνητικής πίεσης. Είχε παράλληλες συνδέσεις σωλήνων από οξική κυτταρίνη και, με την προσθήκη περισσότερων σωλήνων, η επιφάνεια της συσκευής ήταν δυνατόν να αυξηθεί. Δεν υπήρχε δυνατότητα μείξης των υγρών της συσκευής, μια και προοριζόταν μόνο για αφαίρεση υγρών από το αίμα. Η συσκευή απαιτούσε μικρό όγκο γεμίσματος και το κύκλωμα περιείχε και μια αντλία αίματος.

Στη δεκαετία του '40 υπήρξε έντονο ενδιαφέρον για τη διύλιση, ως μεθόδου θεραπείας της νεφρικής ανεπάρκειας, τόσο στην Ευρώπη, όσο και στον Καναδά, καθώς η ανάγκη για θεραπεία αναγνωριζόταν ευρέως. Αφού βρήκε τα σχέδια του φίλτρου του Kolff, ο Russell Palmer και ο συνεργάτης του, στο Βανκούβερ του Καναδά, έφτιαξε ένα αντίγραφο του μηχανήματος και εφάρμοσε τη διύλιση στους πρώτους ασθενείς τον Σεπτέμβριο του 1947 (Palmer και Rutherford, 1949).

Προσκάλεσαν τον Kolff να πάρει τον τεχνητό νεφρό στη Νέα Υόρκη, όπου θα μπορούσε να εκπαιδεύσει ιατρούς στον χειρισμό αυτής της, σωτήριας για τη ζωή των νεφροπαθών, συσκευής. Υπήρξε αντίδραση από το προσωπικό του Νοσοκομείου «Όρος Σινά», το οποίο επέτρεψε η θεραπεία να εκτελείται στο χειρουργείο μόνο μετά το πέρας των προγραμματισμένων χειρουργικών επεμβάσεων. Ο πρώτος ασθενής που ήταν προγραμματισμένος για τη θεραπεία ήταν θύμα δηλητηρίασης με χλωριούχο μερκούριο. Η θεραπεία όμως αναβλήθηκε, όταν παρουσιάστηκε διούρηση.

Η πρώτη επιτυχημένη διύλιση έγινε στο Νοσοκομείο «Όρος Σινά» τον Ιανουάριο του 1948 σε γυναίκα ασθενή που εισήχθη στο νοσοκομείο, γιατί είχε τοποθετήσει ταμπλέτες μερκούριου στον κόλπο της για να προκαλέσει αποβολή (Fishman και συν., 1948). Οκτώ ώρες μετά την πρώτη διύλιση, με την συσκευή του Kolff, η ασθενής είχε διούρηση. Η θεραπεία είχε επιτυχία. Τα θύματα υπερδοσολογίας φαρμάκων αντιμετωπιζόνταν με τη χρήση του κυλιόμε-

νου κυλινδρικού φίλτρου ως το 1950.

Για να γίνει ευρύτερη η χρήση του μηχανήματος έπρεπε να γίνουν μετατροπές, ώστε να είναι πιο εύχρηστο. Ο Kolff ζήτησε τη βοήθεια του Dr Carl Walter, που εργαζόταν στο Νοσοκομείο Peter Brent Brigham. Μαζί με τον Edward Olson, έναν μηχανικό από το Fenwal, άρχισαν να σχεδιάζουν και να φτιάχνουν μια νέα έκδοση της συσκευής του Kolff. Χρησιμοποιήθηκε ανοξειδωτο ασάλι για τον κύλινδρο. Τα άλλα υλικά περιελάμβαναν έναν σωλήνα, ένα δοχείο με 100 λίτρα διαλύματος που είχε ζεσταθεί πιο πριν και ένα καπάκι για να καλύπτεται ο κύλινδρος. Στη μεμβράνη από σελοφάν υπήρχε ένας μηχανισμός, που εμπόδιζε το τέντωμά της στη διάρκεια της θεραπείας. Χρησιμοποιήθηκε διχαλωτός σωλήνας για τον ασθενή και έτσι οι σωλήνες παρέμεναν στατικοί, ενώ ο κύλινδρος γύριζε. Αυτά έγιναν για να μην υπάρχει διαρροή. Προστέθηκε, επίσης, ένα επιπλέον καπάκι, για να μην υπάρχει απώλεια θερμότητας από την εξωσωματική αιματική κυκλοφορία. Αυτές οι βελτιώσεις άνοιξαν τον δρόμο για μεγαλύτερη αποδοχή της θεραπείας με διύλιση (Merrill και συν., 1950).

Όταν χρησιμοποιήθηκε ο τεχνητός νεφρός του Kolff-Brigham, η δόση της ηπαρίνης ποίκιλλε από 6.000 ως 9.000 μονάδες και χορηγείτο πριν από την έναρξη της θεραπείας. Το φίλτρο γέμιζε αίμα, το οποίο κινούνταν μέσα σε αυτό με ταχύτητα περίπου 200ml τη φορά, για να αποφευχθεί η υπόταση. Για να βοηθηθεί το αίμα να κυλά, προστέθηκε μια αντλία στο φλεβικό κύκλωμα και όχι στο αρτηριακό, για να ελαχιστοποιηθεί η πιθανότητα η πίεση να αυξηθεί μέσα στη μεμβράνη με αποτέλεσμα τη ρήξη της.

Αυτή η έκδοση του μηχανήματος των Kolff-Brigham χρησιμοποιήθηκε μέχρι το 1948. Κατασκευάστηκαν 40 μηχανήματα και εξήχθησαν σε όλο τον κόσμο. Μέχρι και το 1974 έφταναν παραγγελίες για ανταλλακτικά από χώρες της Νότιας Αμερική και από χώρες του ανατολικού μπλοκ.

Η δεκαετία του '50

Η Εταιρεία Allis-Chalmers ήταν μια από τις πρώτες εταιρείες που παρήγαγε μηχανήματα τεχνητού νεφρού. Η εταιρεία παρακινήθηκε να προχωρήσει στην παραγωγή των μηχανημάτων, όταν ένας εργαζόμενος έπαθε νεφρική ανεπάρκεια. Δεν υπήρχε μηχάνημα και έτσι η εταιρεία στράφηκε στην παραγωγή της συσκευής του Kolff. Η συσκευή που κατασκευάστηκε είχε τιμή \$ 5.600 και περιελάμβανε όλες τις πρόσφατες τεχνολογικές εξελίξεις. Η Εταιρεία Allis-Chalmers κατασκεύασε 14 τέτοιες συσκευές και τις πούλησε στις ΗΠΑ στις αρχές της δεκαετίας του '50.

Τον Οκτώβριο του 1956 η συσκευή του Kolff κυκλοφορούσε στο εμπόριο και έτσι η μη ύπαρξη μηχανημάτων δεν μπορούσε να είναι πλέον πρόφαση για

την άρνηση θεραπείας σε ασθενείς. Τα νοσοκομεία αγόραζαν όλο το σύστημα περίπου \$ 1.200 και τα υλικά μιας χρήσης κόστιζαν περίπου \$ 60. Το σύστημα χρησιμοποιείτο σε αναστρέψιμη οξεία νεφρική ανεπάρκεια από υπερδοσολογία φαρμάκων και σε περίπτωση δηλητηρίασης (Εικ. 1.5).



Εικόνα 1.5 Ένα τυπικό μηχάνημα διύλισης από τη δεκαετία του '50. Fresenius.

Η εξέλιξη του φίλτρου

Οι Jack Leonards και Leonard Skeggs δημιούργησαν ένα πλακέ φίλτρο που επέτρεπε μείωση του όγκου γεμίσματος. Επέτρεπε, επίσης, τη χρησιμοποίηση της αρνητικής πίεσης για την αφαίρεση των υγρών από τον ασθενή (Skeggs και συν., 1949). Μια τροποποίηση αυτού του μοντέλου περιελάμβανε και ένα σύστημα που επέτρεπε την αλλαγή της επιφάνειας χωρίς αλλαγή της διανομής του αίματος. Ακολούθησαν μεγαλύτερα φίλτρα, που έκαναν απαραίτητη την προσθήκη αντλίας αίματος.

Στα τέλη της δεκαετίας του '50 ο Νορβηγός Fredrik Kiil δημιούργησε ένα πλακέ παράλληλο φίλτρο, με μεγάλη επιφάνεια (1m²), που απαιτούσε μικρό



Εικόνα 1.6 Το μηχάνημα διύλισης του Kiil.

όγκο γεμίσματος (Εικ. 1.6). Χρησιμοποιήθηκε μια νέα μεμβράνη από σελοφάν, η κουπροφάνη, που επέτρεπε σε μεγάλα μόρια να διέρχονται από αυτήν καλύτερα από οποιοδήποτε άλλο γνωστό μέχρι τότε υλικό. Το φίλτρο του Kiil μπορούσε να χρησιμοποιηθεί χωρίς αντλία. Ο Kiil εφάρμοσε διύλιση σε ασθενείς χρησιμοποιώντας τη δική τους αρτηριακή πίεση. Αυτό το φίλτρο χρησιμοποιήθηκε ευρέως, καθώς τα μιας χρήσης φίλτρα ήταν σχετικά φτηνά, σε σύγκριση με άλλα φίλτρα που κυκλοφορούσαν εκείνο το διάστημα.

Δημιουργήθηκε μια νέα έκδοση μηχανήματος μικροκυκλοφορίας, το παράλληλο φίλτρο, με τη χρησιμοποίηση μιας αντλίας αίματος και μια πιο εξελιγμένη έκδοση του φίλτρου Alwall (MacNeill, 1949). Παρόλα αυτά, ο John Guarino ήταν αυτός που σκέφτηκε το σημαντικό στοιχείο του κλειστού κυκλώματος, μια ορατή αιματική οδός.

Για να μειωθεί το μέγεθος του φίλτρου, χωρίς να μειωθεί η επιφάνειά του, οι William Y. Inouye και Joseph Engelberg δημιούργησαν ένα πλαστικό δίκτυο για να προστατευθεί η μεμβράνη. Αυτό μείωνε τον κίνδυνο που υπήρχε, να έρθει σε επαφή με το αίμα το διάλυμα της κάθαρσης. Επειδή ήταν ένα κλειστό κύκλωμα, το υγρό μπορούσε να μετρηθεί για να καθοριστεί η απώλεια υγρού του ασθενή. Πρόκειται για τον πραγματικό πρόγονο του φίλτρου θετικής και αρνητικής πίεσης που χρησιμοποιείται σήμερα.

Το πρώτο εμπορικά διαθέσιμο φίλτρο κατασκευάστηκε από την Baxter και βασιζόταν στον νεφρό του Kolff. Παρείχε κάθαρση ουρίας περίπου 140ml/min, που είναι παρόμοια με τα σημερινά μοντέλα και βασιζόταν σε ένα μοντέλο που έμοιαζε με πηνίο. Ο όγκος γεμίσματος ήταν 1200-1800ml και τα υγρά στο τέλος της θεραπείας πήγαιναν σε ένα δοχείο, διατηρούνταν στο ψυγείο και χρησιμοποιούνταν για το επόμενο γέμισμα. Το 1956 κυκλοφόρησε στο εμπόριο σε τιμή \$ 59.

Ο πρόγονος του σημερινού φίλτρου μικροκυκλοφορίας δημιουργήθηκε από τον Richard Stewart το 1960. Τα κριτήρια του σχεδιασμού αυτού του φίλτρου με ίνες ήταν ο χαμηλός όγκος γεμίσματος και η μηδαμινή αντίσταση στη ροή. Το βελτιωμένο μοντέλο περιείχε 11.000 ίνες που παρείχαν επιφάνεια 1 m².

Τα επόμενα μοντέλα του φίλτρου θα εστιαστούν στη βελτίωση της απομάκρυνσης υγρών και αλάτων, καθώς και στη μείωση του μεγέθους και των απαιτήσεων σε γέμισμα, επιτρέποντας, έτσι, μεγαλύτερο επίπεδο εξατομικευμένης φροντίδας.

Η εφαρμογή της διύλισης στο σπίτι

Το shunt του Scribner ήταν αυτό που παρείχε την αγγειακή προσπέλαση, οδηγώντας έτσι στη δημιουργία της πρώτης μονάδας διύλισης για χρόνιους ασθενείς στο Πανεπιστημιακό Νοσοκομείο της Ουάσινγκτον. Ο Belding Scribner δημιούργησε ένα κεντρικό σύστημα διανομής υγρού διύλισης για πολλαπλή χρήση και το τοποθέτησε στο κέντρο χρόνιας φροντίδας, που είχε 12 κρεβάτια. Τα κρεβάτια αυτά γρήγορα καταλήφθηκαν από άλλες κλινικές και έτσι το σχέδιό του για επέκταση της μονάδας απορρίφθηκε. Η μόνη εναλλακτική λύση ήταν να σταλούν οι ασθενείς στο σπίτι τους. Οι ασθενείς και οι οικογένειές τους εκπαιδεύτηκαν στη διύλιση και στη φροντίδα των shunts. Η διύλιση στο σπίτι προωθήθηκε με θέρμη από τον Scribner (Εικ. 1.7).

Ο Stanley Shaldon ανέφερε το 1961 ότι ένας ασθενής που υποβαλλόταν σε διύλιση στο Νοσοκομείο Royal Free του Λονδίνου, θα μπορούσε να φροντίζει τον εαυτό του σπίνοντας και ρυθμίζοντας το μηχάνημά του, αρχίζοντας και τελειώνοντας την αιμοκάθαρση μόνος του. Με αυτό τον τρόπο πραγματοποιήθηκε για πρώτη φορά αιμοκάθαρση στο σπίτι στη Μεγάλη Βρετανία. Το shunt, για αγγειακή προσπέλαση, δημιουργούνταν στο πόδι για να είναι ελεύθερα και τα δύο χέρια του ασθενή προκειμένου να εκτελεί τους χειρισμούς. Ο Shaldon κατάφερε, το Νοέμβριο του 1964, να παρουσιάσει τα αποτελέσματα από τον πρώτο του ασθενή που εφάρμοσε ολονύχτια αιμοκάθαρση στο σπίτι. Με προσεκτική επιλογή των ασθενών το επιχείρημα είχε αποτελέσματα. Ο Scribner άρχισε να εκπαιδεύει ασθενείς για αιμοκάθαρση στο σπίτι και η πρώ-



Εικόνα 1.7 Ο Belding H. Scribner.

τη του ασθενής ήταν μια έφηβη που τη βοηθούσε η μητέρα της. Η αιμοκάθαρση στο σπίτι επιλέχθηκε ως μέθοδος για τη συγκεκριμένη ασθενή για να μην χάνει τα μαθήματα του σχολείου της. Ο μέσος χρόνος θεραπείας ποίκιλλε. Στην αρχή δόθηκε έμφαση στην επιλογή των κατάλληλων ασθενών και οικογενειών. Ελέγχθηκε ακόμα και η συνοχή της οικογένειας, πριν ο ασθενής αρχίσει την εκπαίδευση για αιμοκάθαρση στο σπίτι (Baillod και συν., 1965).

Με αυτά τα πρώτα βήματα αναπτύχθηκαν στις ΗΠΑ και τη Μεγάλη Βρετανία μεγάλα προγράμματα αιμοκάθαρσης στο σπίτι, επιτρέποντας έτσι την αύξηση του αιμοκαθαιρόμενου πληθυσμού, χωρίς να αυξάνονται οι νοσοκομειακές εγκαταστάσεις. Πολλοί ασθενείς μπορούσαν να κάνουν αιμοκάθαρση στο σπίτι, συχνά με εκπληκτικά αποτελέσματα, καθώς η θεραπεία προσαρμοζόταν στις ατομικές ανάγκες του καθενός και δεν προσαρμοζόταν το άτομο σε προκαθορισμένες διαδικασίες. Παρόλα αυτά, με την καθιέρωση της ΣΦΠΚ στα τέλη της δεκαετίας του '70 και στις αρχές της δεκαετίας του '80 ως θεραπείας εκλογής για το σπίτι, η χρήση της αιμοκάθαρσης στο σπίτι άρχισε να περιορίζεται.