

I. Medizinische Klinik
der Städtischen Krankenanstalten Nürnberg
NÜRNBERG
Flurstr. 17

Arbeitsanleitung

HAEMODIALYSATOR nach Dr. med. C. Moeller

Modell III/2

23.08.1961

Jeder HAEMODIALYSATOR sowie die Zubehörteile sind vor dem Versand im Laboratorium geprüft. Hierbei wurden Dichtigkeitsproben, Durchströmungsversuche und Druckversuche vorgenommen. Gleichzeitig wurde der innere Widerstand bestimmt. Die Pumpleistung des Thermostaten und die Leistung der Blutpumpe wurden kontrolliert.

Obwohl diese Arbeiten unter größtmöglicher Schonung der Geräte vorgenommen werden, lässt es sich manchmal nicht vermeiden, dass sich durch die Wasserfüllung Lötstellen verfärben oder dass bei der Montage Schleifspuren an den Dialyierzylindern auftreten. Diese durch die notwendige Prüfung gegebenenfalls auftretenden Merkmale sind in keinem Falle ein Grund, eine Qualitätsminderung anzunehmen oder daraus irgendeinen Garantieanspruch abzuleiten.

Inhaltsverzeichnis

=====

	Seite
I. Allgemeines	1
II. Beschreibung des HAEMODIALYSATORS Modell III/2 mit Blutpumpe	3
III. Erfordernisse für den Dialysebetrieb mit dem HAEMODIALYSATOR	8
IV. Vorbereitung und Justierung der Blutpumpe	10
V. Einstellung der Pumpleistung des Thermostaten	12
VI. Sterilisation	13
VII. Montage des HAEMODIALYSATORS Modell III/2 und Dichtigkeitsprüfung	16
VIII. Stellung des HAEMODIALYSATORS am Patientenbett	22
IX. Ansatz der Spüllösung	22
X. Auffüllung des blutführenden Systems, Sterilisierung des trocken aufgezogenen Dialyserschlauches	27
XI. Vorbereitung und Auffüllung des Konserven-Infusionsgerätes	29
XII. Auffüllung des Spülsystems	29
XIII. Präparation der Blutgefäße	31
XIV. Heparinisierung	33
XV. Beginn der Blut-Dialyse	34
XVI. Maßnahmen während der Dialyse	39
XVII. Hinweise auf Strömungsmöglichkeiten während der Dialyse	42
XVIII. Ende der Dialyse	46
XIX. Abbau und Reinigung des HAEMODIALYSATORS nach der Dialyse	47
XX. Vorbereitung des HAEMODIALYSATORS zum erneuten Gebrauch	49
XXI. Laborbestimmungen	50
XXII. Pflege des HAEMODIALYSATORS	50
XXIII. Schlußbemerkung	50

Zur Bestimmung der Blutviskosität	fehlt	Anlage	1
Diagramm zur Bestimmung der absoluten Blutviskosität aus dem Haematokritwert	fehlt	Anlage	2 a
Viskositätskurve zur Bestimmung des wahren Blutminutenvolumens	fehlt	Anlage	2 b
Betriebsanweisung für den Ultra Thermostaten	fehlt	Anlage	3

Anweisung zur Siliconisierung der Glasteile des blutführenden Systems und der Gerinnselfängersiebe	fehlt Anlage	4
Gebrauchsanweisung für den Unitas-Heber	fehlt Anlage	5
Anleitung zum Öffnen des Dialysierschlauches	fehlt Anlage	6
Anweisung zur Ultrafiltration	fehlt Anlage	7
Anschluß des HAEMODIALYSATORS von Vene zu Vene	fehlt Anlage	8
Kurzanweisung für den Einsatz des HAEMODIALYSATORS	Anlage	9
Anweisung zur Blut-Dialyse mit einem Dialysierzylinder des Modells III/2 des HAEMODIALYSATORS	Anlage	10
Technische Daten	Anlage	11
Literaturverzeichnis	Anlage	12
Schematische Darstellung von Blut- und Spüllösungsverlauf für die Dialyse mit dem HAEMODIALYSATOR Modell III/2	fehlt Anlage	13
Schematische Darstellung von Blut- und Spüllösungsverlauf für die Ultrafiltration mit dem HAEMODIALYSATOR Modell III/2	fehlt Anlage	14
Schematische Darstellung von Blut- und Spüllösungsverlauf für die gleichzeitige Dialyse und Ultrafiltration mit dem HAEMODIALYSATOR Modell III/2	fehlt Anlage	15
Schematische Darstellung von Blut- und Spüllösungsverlauf für die Dialyse mit dem HAEMODIALYSATOR Modell III/1	fehlt Anlage	16
Schematische Darstellung von Blut- und Spüllösungsverlauf für die Ultrafiltration mit dem HAEMODIALYSATOR Modell III/1	fehlt Anlage	17
Legende zu den Anlagen 13 bis 17	Anlage	18
Montageschema des blutführenden Systems zur Sterilisierung der Einzelteile (siehe hierzu Kapitel VI. der Arbeitsanleitung) Modell III/2	fehlt Anlage	19
Montageschema des blutführenden Systems zur Sterilisierung der Einzelteile (siehe hierzu Anlage 10 der Arbeitsanleitung) Modell III/1	fehlt Anlage	20

I. Allgemeines

=====

Ein sorgsames Studium dieser Arbeitsanleitung muß am Beginn der Arbeiten mit dem HAEMODIALYSATOR stehen. Nach theoretischer Vertrautheit mit dem Prinzip und der Folge der Arbeitsgänge sollte der praktische Ablauf von Dialysen in „Leerversuchen“ geübt werden: einige betriebsfertige Montagen mit Sterilisierungs- und Auffüllmaßnahmen, einige Dialysen mit Harnstoff- oder NaCl-Lösungen oder mit Urea angereichertem Konserven- oder Aderlaßblut bei kreisendem Durchstrom, einige Arterien-Präparationen an der Leiche.

1.) Entwicklung

An der Entwicklung des HAEMODIALYSATORS wird seit 1948 gearbeitet. Er ist das erste deutsche Gerät mit exakt eingehaltener und immer gleichbleibender Spülgangstiefe und kann sowohl als Dialysator als auch als Ultrafiltrator Verwendung finden. Unter steter Einbeziehung der gesammelten Erfahrungen steht seit fünf Jahren das Modell III der Klinik zur Verfügung. Das Modell III/1 des HAEMODIALYSATORS mit einer aktiven Oberfläche von 9.000 cm² besitzt einen Dialysierzylinder, das Modell III/2 mit einer Oberfläche von 18.000 cm² besteht aus zwei Zylindern. Die sonstige Ausrüstung ist bei beiden Modellen gleich. Die in dieser Arbeitsanleitung gegebenen Hinweise beziehen sich in der Hauptsache auf das Modell III/2, eine Anweisung zur Durchführung der Dialyse mit einem Zylinder ist beigeheftet.

2.) Zum Prinzip der Blut-Dialyse

Dialyse ist selektive Diffusion. Eine Dialysiermembran läßt entsprechend ihrer Porenweite bei bestehendem Konzentrationsgefälle Lösungswasser und Ionen ungehindert, die kleinmolekularen Substanzen nur bis zu einer gewissen Größe diffundieren, die großmolekularen Stoffe werden zurückgehalten. So können bei der Dialyse von Blut Korpuskeln und die gelösten großmolekularen kolloidalen Substanzen, also die Eiweißkörper, nicht diffundieren. Von den kleinmolekularen Substanzen und Ionen diffundieren nur die Anteile, die im umströmenden Spülmilieu in geringerer Konzentration oder überhaupt nicht enthalten sind. So läßt sich dialytisch ein gestörter Elektrolythaushalt leicht normalisieren, indem sich das Blut durch Ein- oder Auswanderung von Ionen dem Normalspiegel, den die Spüllösung repräsentieren muß, angleicht. Weiter lassen sich kleinmolekulare Substanzen - besonders solche toxischer Art - aus dem Blut entfernen, ohne daß, bei physiologischer Ionenkonzentration der Spüllösung, der Elektrolythaushalt beeinflußt wird.

Die Intensität der dialytischen Vorgänge ist von verschiedenen Faktoren abhängig, von denen die Umlaufgeschwindigkeit von Blut und Spüllösung, das Konzentrationsgefälle, die Temperatur und insbesondere die wirksame Oberfläche der Dialysiermembran neben deren besonderen physikalischen Eigenschaften die bedeutsamste Rolle spielen.

3.) Ultrafiltration

Bei Steigerung des hydrostatischen Druckes in einer Lösung über den osmotischen Druck tritt Lösungswasser aus der osmotisch stärkeren in die osmotisch schwächere Lösung über. Hierbei ist es gleichgültig, ob der erforderliche hydrostatische Mehrdruck durch Überdruck auf der einen oder durch Unterdruck auf der anderen Seite der Membran erzeugt wird. Beide Möglichkeiten können auch kombiniert werden. Den Effekt dieses Geschehens nennt man Ultrafiltration.

Da durch die Ultrafiltration die Wirksamkeit der Dialyse beeinträchtigt wird, kann mit einem Dialysator zur Erreichung der optimalen Leistung entweder nur dialysiert oder nur ultrafiltriert werden. Durch seine Konstruktion (Aufteilung in zwei getrennte Zylinder) gestattet der HAEMODIALYSATOR Modell III/2 jedoch die gleichzeitige wirksame Durchführung beider Methoden; ein Zylinder dient hierbei der Dialyse, der andere der Ultrafiltration (Einzelheiten siehe Anlage 7).

4.) Technisches Spektrum

Es ergeben sich somit für das Modell III/2 folgende fünf Einsatzmöglichkeiten:

- 1) Dialyse mit beiden Zylindern
- 2) Ultrafiltration mit beiden Zylindern
- 3) gleichzeitige Dialyse und Ultrafiltration (beide Zylinder)
- 4) Dialyse mit einem Zylinder
- 5) Ultrafiltration mit einem Zylinder

Welche der verschiedenen technischen Möglichkeiten jeweils zur Anwendung gelangen, muß von Fall zu Fall entschieden werden. Bei Verwendung der Doppelbestückung zur Dialyse oder zur Ultrafiltration erzielt man in kürzester Zeit den größtmöglichen Effekt. Bei gleichzeitiger Dialyse und Ultrafiltration ist eine wirksame Therapie nach beiden Richtungen in der normalen Zeitspanne durchzuführen. Bei Verwendung nur eines Zylinders zu jeweils einer Methode muß zum Erreichen der gleichen Leistung hinsichtlich der Dialyse oder Ultrafiltration das Gerät entsprechend länger in den Kreislauf eingeschaltet werden. In keinem Fall wird jedoch der Einsatz länger als 4 bis 7 oder 8 Stunden dauern.

5) Vorteile des HAEMODIALYSATORS

Der HAEMODIALYSATOR ist ein Schlauchdialysator. Er besitzt gegenüber anderen Systemen (Membran - oder Plattendialysator, Dialysator mit rotierender Trommel, Dialysator zum einmaligen Gebrauch) erhebliche konstruktive und wirtschaftliche Vorteile. So bietet der HAEMODIALYSATOR Gewähr, daß die aktive Oberfläche wegen der Unmöglichkeit von Stasen voll genutzt wird, der Blutfilm an allen Stellen im Dialysator exakt immer die gleiche reproduzierbare Dicke hat und daß das Blut keine bewegten Teile

passieren muss. Die festgelegte, immer reproduzierbare Spülgangstiefe bietet besonders bei der gezielt durchführbaren Ultrafiltration erhebliche Vorteile gegenüber anderen Systemen. Eine ungewollte Ultrafiltration wird nicht durchgeführt, der Wasserhaushalt des Patienten wird bei der Dialyse also nicht beeinflusst. Durch den geringen inneren Widerstand des blutführenden Systems, der immer gleichbleibend ist, können unkontrollierbare größere Druckdifferenzen nicht auftreten. Weiterhin stehen die Größe des Gerätes (Transportabilität), sein geringes Auffüllvolumen und seine große aktive Oberfläche in einem klinisch ausgewogenen optimalen Verhältnis. Da die Werkstoffe des blutführenden Systems chemisch indifferent sind, eine völlig glatte Oberfläche besitzen (Silicon) und da das zugehörige Pumpaggregat ohne Ventile und ohne totale Kompression des Schlauches arbeitet, besteht die Gefahr der Haemolyse nicht.

Mit dem Modell III/2 des HAEMODIALYSATORS besteht erstmalig die Möglichkeit zur gleichzeitigen, nach beiden Richtungen voll wirksamen Durchführung von Dialyse und Ultrafiltration.

II. Beschreibung des HAEMODIALYSATORS Modell III/2, mit Blutpumpe

=====

1.) Einzelteile

- 2 Dialysatorgehäuse aus Hartgummi, mit Halterung für Strömungsmesser und Luftfänger,
je 3 Spannbändern mit Knebel und je einer großen zentralen Spindel mit Stahlkreuz und Flügelmutter
- 2 Strömungsmesser für Blut, JENAer Glas, mit angesetztem Normalschliff NS 19 und Normalschliff NS 24, mit Schwimmer und Ersatzschwimmer
- 4 Gerinnselfängeransätze für Strömungsmesser, JENAer Glas, mit Ringeinschmelzung, mit NS 24
- 6 Siebe aus V4A-Stahl, für Gerinnselfängeransatz
- 4 Schliffaufsätze für Strömungsmesser, JENAer Glas, mit NS 19
- 2 Luftfänger, JENAer Glas, mit NS 24, mit Entlüftungshahn
- 10 Einbindkanülen, JENAer Glas geeicht
- 15 kleine Verbindungsstücke, JENAer Glas
- 5 kleine Y-Stücke, JENAer Glas
- 4 Rollen Dialysierschlauch, ca. 200 m (ausreichend für 8 Dialysen)
- 1 Dialysierschlauchöffner mit Haftstreifen

6 Winkelstücke, JENAer Glas, zur Verbindung von Dialysierschlauch mit Siliconschlauch

6 gebohrte Gummistopfen dazu, 19 x 24 mm

20 kleine Gummihütchen, rot

2 m Siliconschlauch, 8 mm Innendurchmesser, 12 mm Außendurchmesser, zur Armierung der Winkelstücke

30 m Siliconschlauch, 3 mm Innendurchmesser, 5 mm Außendurchmesser, für das blutführende System

8 Peanklemmen, vernickelt weich

8 Dichtungsringe aus Zellkautschuk

15 Spiralfedern für Schliffverbindungen

100 g Siliconöl

1 modifizierter Ultrathermostat nach Höppler, korosionsgeschützt gegen Spüllösungen, für 220 V Wechselstrom, mit Elektrothermometer und Kontrollthermometer 0+50° C, 2 Relais, 2 Heizungen, Rührwerk, Pumpwerk und Einleitungsrohr für Carbogen, mit Füllwinkel und Verlängerungsschnur von 5 m, mit Schuko-Armierung

2 Polyäthylen-Flaschen, 25 Ltr. Inhalt, mit Transportgriffen, mit Schraubverschluß

1 doppelt gebohrter Gummistopfen 45 x 55 x 40 mm, für Polyäthylen-Flaschen

1 Glaswinkelrohr, lang

1 Glaswinkelrohr kurz

10 m Transparenzschlauch, 7 mm Innendurchmesser, 11 mm Außendurchmesser, für das Spüllösungssystem

7 große Y-Stücke, JENAer Glas

4 große Verbindungsstücke, JENAer Glas

1 Unitas-Heber mit Klemme und Glasrohr, aus Polyäthylen, für Aqua dest.

1 Gummischlauch, rot mit Glasrohr, für Carbon

1 Gummischlauch, rot ohne Glasrohr, für Carbogen

1 Pipettenflasche mit Gummiball, 100 ml Inhalt, Pipette mit Normalschliff und Graduierung bei 10 ml, für Calcium-Magnesium-Lösung

- 3 Schraubklemmen nach Hofmann, 25 mm
- 1 Gerinnungsbesteck, bestehend aus: Petrischale 80 x 20 mm, 2 Uhrgläsern 50 mm Ø,
- 5 Rührstäbchen im Behälter
- 1 Meßzylinder, 500 ml n.F.
- 1 Gummischaber
- 1 ausführliche Arbeitsanleitung mit Diagramm zur Korrektur des Blutminutenvolumens bei unterschiedlicher Blutviskosität
- 1 Blutpumpe Modell T-6S, kontinuierlich regelbar für Blutvolumen von 0-500 ml/Min., mit rechts und links laufendem Repulsionsmotor, mit Getriebeansatz und Keilriemenübertragung, für 220 V Wechselstrom, Motor und Pumpe auf transportablem Stahlrohrgestell montiert.
- 3 m Siliconschlauch 8 x 12 mm, zum Einlegen in die Blutpumpe
- 2 Nachlaufkontrollgefäße, mit NS 24, JENAer Glas
- 1 Klemme für Nachlaufkontrollgefäß
- 2 Übergangsstücke von weiten Siliconschlauch auf engen Siliconschlauch, JENAer Glas
- 4 Spiralfedern
- ½ Ltr. Öl für Blutpumpe SAE 20/30
- 1 Konserven-Infusionsgerät mit 2 gegenläufig graduierten Büretten aus JENAer Glas, mit NS 45, in weiß lackiertem Holzkasten mit 8 Spiralfedern
- 1 Stahlrohrtisch, fahrbar, für beide Dialysierzylinder, Platte aus Resopal
- 1 Stahlrohrtisch, fahrbar, für Thermostat, Platte aus Resopal

für die Ultrafiltration

- 1 Saugpumpe mit kompletten Anschlüssen (im Ultra-Thermostaten eingebaut), mit Rückschlagventil
- 1 Unterdruckmanometer 0 bis -750 mmHg, für das Spülsystem
- 1 Unterdruckmanometer 0 bis +600 mmHg, für das blutführende System

- 1 Spezialmuffe für das obere Kreuz des Dialysators, mit Haltestab und einer Doppelklemme für beide Manometer
- 5 m Unterdruckschlauch, 8 mm Innendurchmesser, 20 mm Außendurchmesser, rot
- 4 kleine T-Stücke, JENAer Glas
- 4 große T-Stücke, JENAer Glas
- 2 kleine Manometeranschlußstücke, JENAer Glas
- 2 große Manometeranschlußstücke, JENAer Glas
- 2 Drosselklemmen, 40 und 60 mm Spannweite
- 1 m Schlauch zum Anschluß der Saugpumpe an das T-Stück am Auspumpstutzen des Ultra-Thermostaten, 13 mm Innendurchmesser, 19 mm Außendurchmesser, rot
- 5 Ronden aus Zellkautschuk, zur Abdichtung

2.) Beschreibung der Einzelteile

- a) Der eigentliche Dialysator ist ein Hartgummikörper, der aus einem Innenzylinder und zwei abnehmbaren Außenzylinderhälften sowie je einer Boden- und Deckplatte besteht. Die einander zugewandten Flächen haben korrespondierende, schraubenförmige Einfräsungen, die den Spülkanal bilden in den der Dialysierschlauch eingelegt wird. Auf Einzelheiten hierzu wird weiter unten noch eingegangen. Die Abdichtung dieses Spülkanals erfolgt vertikal durch zwei Längsgummisteifen und horizontal durch drei Zellkautschukringe. Die Dialysatorteile werden durch eine vertikale Spindel mit zwei Stahlkreuzen und durch drei zirkuläre Spannbänder aneinander gepreßt. Das Gerät steht auf drei gummigepufferten Füßen. Der Innenzylinder hat zwei Bohrungen zum Einsetzen der Winkelstücke, welche den Dialysierschlauch mit zu- und ableitenden Siliconschlauch verbinden. Eine Außenschale trägt zwei Klötze mit Gewindebuchsen für die Halterungen des Strömungsmessers, an der anderen Außenschale befinden sich die Zu- und Ableitstutzen für die Spüllösung, an der Deckplatte zwei Buchsenpaare zum Befestigen der Luftfängerhalterung.
- b) Als Reservoir für die Spüllösung findet ein modifizierter Ultra-Thermostat nach Höppler Verwendung, der gleichzeitig für deren Umlauf und Temperierung sorgt. Zwischen Dialysator und Thermostat wird in den Rückfluß der Spüllösung während der Dialyse zusätzlich eine Polyäthylen-Flasche von 25 Ltr. Nutzinhalt eingeschaltet, die mit Gummistopfen, Zu- und Ablaufrohr sowie einem Überbrückungsschlauch versehen ist. Sämtliche mit der Spüllösung in Berührung kommenden Teile sind gegen diese höchst korrosionsbeständig, der Thermostat nimmt in sich Kontaktthermometer, Rührwerk, Umwälzpumpe und zwei Heizkörper auf. Außen ist ein Relaiskasten angesetzt. Auf der Deckplatte befinden sich die beiden Stutzen für Carbogen. Der Austrittstutzen für die Spüllösung ist als T-Stück ausgebildet. Der eine Schenkel wird mit einem Schlauch mit der Niederdruckpumpe verbunden, die der Ultrafiltration dient.

- c) Die Blutpumpe dient - besonders bei schlechten Kreislaufverhältnissen - zur Aufrechterhaltung des erforderlichen Blutminutenvolumens. Sie besitzt keinerlei Ventile und arbeitet als Fingerpumpe ohne völlige Kompression des eingelegten Siliconschlauches absolut haemolysefrei. Ein rechts und links laufender Repulsions-Getriebemotor gestattet die kontinuierliche Einstellung zwischen 0 und ca. 500 ml Blut pro Minute. Ein vorgeschaltetes Nachlaufkontrollgefäß dient der individuellen optimalen Pumpeneinstellung bei jeder arterio-venösen Dialyse.

d) Zubehörteile:

Stömungsmesser:

Dieser gestattet jederzeit das im Augenblick durchströmende Blutminutenvolumen abzulesen. Der in dem konischen Glasrohr befindliche Schwimmer stellt sich rotierend auf eine bestimmte Höhe ein; die Ablesung erfolgt an der Graduierung in Höhe der Oberkante des Schwimmers. Das gerät ist geeicht für eine Temperatur von +37 °C und eine mittlere Blutviskosität in 2,5 cP. Bei abweichender Viskosität ist das wahre Blutminutenvolumen dem beigegebenen Diagramm zu entnehmen (siehe Anlage 2a und 2b).

Gerinnselfänger:

Dieser ist als Ansatzstück mit NS 24 ausgebildet und wird von unten auf den Strömungsmesser aufgesteckt. Er enthält ein silikonisiertes V4A Sieb, das über den an der Basis befindlichen Glasring gestülpt wird und dient zum Zurückhalten etwa auftretender Coagula.

Luftfänger:

Dieser hat den Zweck etwa noch von der Auffüllung her im blutführenden System zurückgebliebene oder durch Manipulation während der Dialyse eingebrachte Luftblasen vor dem Einströmen in die Vene aufzufangen.

Winkelstücke:

Sie dienen zur Verbindung von Dialysierschlauch mit zu- und ableitendem Siliconschlauch. Das weitleumige Ende wird mit einer Manschette aus Siliconschlauch von 30 mm Länge (8 mm Innendurchmesser) versehen und in den Dialysierschlauch eingebunden. Das Ende dient dem Anschluß des dünneren Zu- und Ableitungsschlauches aus Silikonkautschuk (3 mm Innendurchmesser). Jedes Winkelstück wird mit einem durchbohrten Gummistopfen in der zugehörigen Bohrung des Innenzylinders gehalten.

Kanülen:

Sämtliche Kanülen sind bezüglich ihrer Durchstrommenge geeicht. Die auf der Kanüle eingravierte Zahl gibt an, welche maximale Blutmenge pro Minute bei einer absoluten

Viskosität von 2,5 cP, einer Temperatur von +37° C und einem Druck von 100 mmHg die Kanüle passieren kann. Beim Einbinden der Kanüle in die Gefäße braucht man also die Lumina nicht visuell abzuschätzen, sondern hat in dem aufgravierten Eichwert einen objektiven Anhalt für deren Durchlässigkeit.

Verbindungsstücke:

Diese dienen zur Koppelung von Schläuchen.

Schläuche aus Siliconkautschuk:

Sie sind ausschließlich für das blutführende System vorgesehen, das dünnere Kaliber für die Verbindung des HAEMODIALYSATORS mit dem Patienten, das Dickere für die Armierung der Winkelstücke und zum Einlegen in die Blutpumpe.

Konserven-Infusionsgerät:

Dieses wird nur bei Beginn der Dialyse benötigt und verbindet absolut haemodynamische Verschiebungen im Patientenkreislauf beim Einstrom des Patientenblutes in den Dialysator. Das Gerät enthält zwei gleiche Büretten, über welche die Menge Blut (Konserven) dem Patienten zugeführt wird, die er ins Gerät abgibt.

Der Verwendungszweck der unter Pos. II. 1.) aufgeführten weiteren Zubehörteile wird später beschrieben.

III. Erfordernisse für den Dialysebetrieb mit dem HAEMODIALYSATOR

1.) Raum

Ein besonders eingerichteter Raum ist für die Dialyse mit dem HAEMODIALYSATOR nicht erforderlich. Das gewählte Krankenzimmer soll so groß sein, daß das Bett von allen Seiten zugänglich ist, damit der Patient ungehindert versorgt werden kann, wenn eine Bettseite vom HAEMODIALYSATOR verstellt wird. Auf günstig liegende Schukosteckdosen mit der richtigen Stromart und Spannung ist zu achten. Nach Möglichkeit soll die Steckdose für die Blutpumpe getrennt abgesichert sein, um den gleichmäßigen Lauf des Pumpenmotors vor Netzschwankungen (Thermostatenregelung) zu bewahren. Da die Spüllösungen am besten in einem anderen Raum vorbereitet werden, ist es günstig, ein Krankenzimmer neben oder gegenüber einem Wasch- oder Baderaum zu wählen. Der Vereinfachung des Betriebes bei nur stationären Dialysen sind keine Grenzen gesetzt; kann man sich den Luxus zweier Räume nur für Dialysen leisten, so wählt man zwei verbundene Räume (ca. 4 x 4 m als Patientenraum und ca. 2 x 4 m als Vorbereitungsraum) mit gekachelten Böden und Bodenabfluß. (Ausführliche Vorschläge zur Raumplanung bitte ich unter Beifügung von Grundrißskizzen anzufordern).

2.) Personal

Das Arbeiten mit dem HAEMODIALYSATOR erfordert neben dem mit dem Gerät vertrauten (am besten auf Dauer betrauten) Arzt nur eine ärztliche Hilfsperson (Praktikant oder auch Famulus); beide sollten manuelles Geschick und technisches Einfühlungsvermögen haben. Eine Pflegeperson für den Patienten soll während der Dialyse zugegen sein, damit den Ärzten die Betreuung des zumeist tief comatösen Patienten abgenommen ist. Die Pflegerin (Schülerin) kann bei zeitweiser Abwesenheit der Ärzte auch den kontinuierlichen Blutumlauf kontrollieren, sie kann auch mit der laufenden Kontrolle der Gerinnungszeit beauftragt werden.

Die Säuberung und Pflege des HAEMODIALYSATORS wird wegen der Stoßempfindlichkeit der Spülkanalrippen am besten verantwortlich einer zuverlässigen Schwester mit Op.-Erfahrung überlassen, die auch für die Sterilisation der Geräte sorgt und bei der Gefäßfreilegung die instrumentelle Assistenz übernimmt.

3.) Geräte

Neben dem HAEMODIALYSATOR und den mitgelieferten Zubehöerteilen muß für die Dialyse folgender Bedarf bereitgestellt werden:

- 1 sterile Infusionsbürette mit Tropfkugel. Diese wird für die Infusion zur Freihaltung der venösen Kanüle gebraucht.
- 1 Rotanda-Spritze (50 oder 100 ml, mit Zwei- oder Dreiwegeanschluß) oder ein ähnliches Gerät als Hilfsmittel bei der Auffüllung des blutführenden Systems vor der Dialyse und bei dessen Entleerung nach der Dialyse.
- 2 Stahlflaschen mit Carbogen „Linde“ (95% O₂ + 5% CO₂) mit je einem Druckminderer; eine Flasche steht neben dem HAEMODIALYSATOR im Krankenzimmer, die zweite im Vorbereitungsraum. Steht nur eine Stahlflasche zur Verfügung, so muß diese zwischen Vorbereitungs- und Patientenraum hin und her transportiert werden.
- 350 Ltr. Aqua dest. nicht steril, aber möglichst frisch.
- 20 Ltr. physiologische Kochsalzlösung, steril
- 2 Ltr. Sterofundin oder Tutofusin o.ä.
sterile Spritzen und Kanülen
- 1 Flasche steriles Paraffin liq. (etwa 20 bis 50 ml)
- 3 für den Patienten geeignete, bereits getestete Blutkonserven á 500 ml. Zwei werden zur Kompensation bei der Auffüllung des blutführenden Systems gebraucht, die dritte steht als Reserve zur Eindämmung der Heparinwirkung bei einer etwa auftretenden Blutung bereit
- 1 Blutdruckmesser (Konstruktion beliebig)

Besteck und Bedarf für die Gefäßfreilegung und für das Einbinden der Glaskanülen:

- 2 Skalpelle
- 4 feine Klemmen (Moskito)
- 1 feiner Déchamp
- 1 Venenheber nach Oelecker
- 3 feine Stieltupfer
- 1 Nadelhalter
- 2 Dreikantnadeln
- Seide und Catgut
- 2 scharfe Pinzetten
- 1 stumpfe Pinzette
- 1 Sonde
- 2 kleine scharfe Haken
- 1 Porzellanschale, Inhalt etwa 20 ml
- 1 feine Venenschere
- 1 gepolsterte Kramerschiene mit Mullbinden, zur Ruhigstellung des Armes (notfalls auch eine gepolsterte Beinschiene)
- Abdecktücher
- Gummihandschuhe
- Anaesthesielösung (1% Novocain ohne Suprarenin)
- Topostasin
- Baktolspiritus zur Hautdesinfektion

4.) Bereitzustellende Medikamente:

- Heparin (Liquemin, Thrombophob, Heparin-Novo o.ä.)
- Supracillin (oder gleichwertige Penicillin-Streptomycin-Präparat)

Kreislaufmittel

Narkotika

Protaminsulfat i.v. 1 %ig

Protaminsulfat i.m. 5 %ig

Solu-Decortin i.v.

IV. Vorbereitung und Justierung der Blutpumpe

=====

Um eine weitgehende Geräuschkämpfung und Verminderung der Lagerreibung der Blutpumpe zu erzielen, muss das Lagergehäuse mit Öl gefüllt werden. Die seitlich schräg angeetzte große Verschlußschraube mit Vierkant wird geöffnet und von dem mitgelieferten Pumpenöl (bei gerader Stellung der Pumpe) so viel dort eingefüllt, bis der steigende Ölspiegel am Einfüllstutzen sichtbar wird (ca. 400 - 450 ml). Nach Verschluss der Einfüllöffnung ist die Pumpe betriebsbereit. Sie darf jetzt nicht mehr gekippt werden, da das Öl sonst aus dem Lagergehäuse nach oben ausläuft. Das Öl soll in größeren Zeitabständen (etwa halbjährlich) gewechselt werden. Hierzu wird die untere (kleine) Vierkantschraube geöffnet und das verbrauchte Öl abgelassen. Nach Verschluss der Ablassschraube erfolgt Neufüllung wie oben angegeben. Steht das Original Öl nicht zur Verfügung, so kann ein anderes, gutes säurefreies Motoröl 20/30 Verwendung finden.

Nunmehr muss die Blutpumpe justiert werden, um eine volle Kompression des Siliconschlauches zu verhindern und gleichzeitig die optimale Pumpleistung zu erzielen. Der zugehörige Pumpenschlauch ist für die mittlere Öffnung der vorderen Klappe vorgesehen (gelb markiert). Die Kompressionsplatte an dieser Seite wird mit den vier äußeren Flügelschrauben, die aus dem Gehäuse herausragen, ganz nach außen gezogen (Rechtsdrehung dieser Schrauben bis zum Anschlag). Danach wird ein unsteriles Siliconschlauchstück (8 x 12 mm, mit Wasser gefüllt) mit beliebigem Zu- und Ableitungsschlauch in die mittlere Aussparung der Pumpe eingelegt, die beiden freien Enden werden in die Blutpumpe eingelegt, die beiden freien Enden werden in ein Becherglas mit Wasser getaucht. Das Gehäuse wird geschlossen und die Blutpumpe angestellt (Betätigung des seitlichen Kippschalters) und mit dem Regulierhebel auf maximale Umdrehungsgeschwindigkeit eingestellt (Regulierhebel ganz nach rechts oder links legen). In den meisten Fällen wird eine Förderung von Wasser durch die Pumpe jetzt noch nicht bemerkt. Die beiden oberen und beiden unteren Flügelschrauben werden nunmehr gleichmäßig durch jeweils eine halbe Linksdrehung gelöst, bis eine Förderung von Wasser sichtbar wird. Am Rücklaufschlauch wird nunmehr mittels Meßzylinder und Stoppuhr das Minutenvolumen bestimmt. Durch weiteres Regulieren an den Flügelschrauben wird die Fördermenge so eingestellt, daß etwa 500 ml Wasser/Min. fließen. Dieses kann durch wechselweises Betätigen des oberen oder unteren Schraubenpaares geschehen, zweckmäßigerweise wird man die beiden oberen Flügelschrauben etwas mehr lockern als die unteren. Die Platte darf oben jedoch nicht soweit nach innen gelangen können, daß die Pumpenfinger anschlagen, was durch leichtes Klappern bemerkt werden würde. In diesem Falle sind die oberen Flügelschrauben durch Rechtsdrehung wieder soweit anzuziehen, daß das Klappergeräusch verschwindet und darauf die unteren Flügelschrauben

durch weitere Linksdrehung zu lösen, bis die geforderte Fördermenge von 500 ml Wasser wieder erreicht ist.

Nach erfolgter Einstellung ist die Blutpumpe einsatzbereit, die so gefundene Stellung der Flügelschrauben wird in der Regel nicht mehr verändert. Eine Regulierung des Minutenvolumens erfolgt nur noch durch Veränderung der Motordrehzahl mit dem stirnseitig angebrachten Regulierhebel. Sollte eine Verringerung der Förderleistung bemerkt werden, so muß der Siliconschlauch ausgewechselt oder gedreht werden.

Die Kompressionsplatte der anderen Pumpenseite wird zur Geräuschkämpfung durch Rechtsdrehung aller vier Flügelschrauben ganz nach außen gezogen.

Um im Ruhestand eine dauernde Stromaufnahme des Pumpenmotors zu verhindern, soll die Pumpe immer durch Umlegen des seitlichen Kippschalters außer Betrieb gesetzt werden und nicht durch Mittelstellung des Regulierhebels.

Die Stellung des Regulierhebels (rechts oder links) markiert im Übrigen immer die Strömungsrichtung.

Wird der Hebel nach rechts gelegt (Ansicht von der Stirnseite des Motors auf den Regulierhebel), so fördert die Pumpe von links nach rechts. Wird der Regulierhebel unter den gleichen Bedingungen nach links gelegt, so fördert die Pumpe von rechts nach links.

V. Einstellung der Pumpleistung des Thermostaten

=====

Für den Betrieb des Modells III/2 muß die Pumpleistung des Thermostaten so eingestellt werden, daß durch jeden Dialysezylinder 2.000 ml/Min. an Spüllösung fließen. Der Auspumpstutzen am Thermostaten ist als T-Stück ausgebildet, das eine gleichmäßige Förderung von Spüllösung durch beide Dialysatoren gestattet. Durch etwas unterschiedliche Widerstände im Gesamtumlauf wird die Strömungsgeschwindigkeit später jedoch nicht völlig gleich sein, so daß eine Abstimmung durch Anlegen zweier Drosselklemmen notwendig ist. Vor der Dialyse werden zu diesem Zweck an die beiden Schenkel des T-Stückes zwei ca. 0,75 m lange Transparenzschlauchstücke angesetzt. An jeden der Schläuche wird unmittelbar hinter dem Verteiler eine Schraubklemme nach Hofmann (25 mm) angelegt. Der mitgelieferte Füllwinkel wird so auf die Deckplatte des Thermostaten gelegt, daß der kurze Schenkel in die große Öffnung der Deckplatte hineinragt. Man füllt den Thermostaten soweit, bis der steigende Flüssigkeitsspiegel den kurzen Schenkel des Winkels eben berührt (Füllwinkelniveau). Nach der Füllung wird der Thermostat in Betrieb gesetzt (siehe Betriebsanleitung für den Ultra-Thermostaten, Anlage 3). Die beiden Schraubklemmen werden zuerst ganz geschlossen (diese völlige Drosselung schadet weder der Pumpe noch dem Motor). Die beiden Schläuche werden in die große Thermostatenöffnung gehalten und die Schraubklemme nur soweit geöffnet, bis durch jeden Schlauch 2.000 ml/Min. fließen. Das Durchlaufvolumen wird mittels Meßzylinder und Stoppuhr bestimmt (Auslaufmenge 500 ml/15 Sek.). Die Messungen an jedem Schlauch muß ohne Beeinflussung des anderen Schlauches geschehen, damit nicht durch Querschnittsveränderungen das Minutenvolumen während der Messung verändert wird. Die in den Meßzylinder geflossene Lösung ist nach jeder Messung in den

Thermostaten zurückzugießen, damit das Niveau dort nicht wesentlich absinkt. Die so eingestellte Pumpleistung bleibt für die Normal-Dialyse meistens unverändert, eine geringe Nachregulierung der Schraubklemme zur Feineinstellung kann erst nach Einschaltung der Dialysatoren in den Spüllösungskreislauf erfolgen (siehe hierzu Abschnitt XII).

Für eine evtl. Ultrafiltration muss die Umlaufgeschwindigkeit der Spüllösung erniedrigt werden (siehe Anlage 7 dieser Arbeitsanleitung). Bei relativ geringem Blutminutenvolumen ist eine Drosselung der Umlaufgeschwindigkeit möglich und sogar anzuraten. Bei allen Änderungen des Spüllösungsumlaufs ist jedoch der Blutumlauf zu kontrollieren, damit es keinesfalls zu einer Kompression des Dialysierschlauches kommt.

VI. Sterilisation

=====

Vorbemerkung: die Glasteile des blutführenden Systems, also auch die Kanülen und der Strömungsmesser mit Schwimmer sowie die Siebe für den Gerinnselfängeransatz müssen vor der ersten Benutzung siliconisiert werden, um eine Optimale glatte Oberfläche zu schaffen (siehe hierzu Anlage 4).

1.) Sämtliche Glasteile bestehen aus JENAer Geräteglas 20 und werden in Heißluft bei +150 bis +180°C sterilisiert. Der Siliconüberzug der Glasteile leidet nicht unter der Erhitzung. Die Schläuche für das blutführende System bestehen aus Siliconkautschuk und sind ebenfalls in Heißluft bei +150 bis +180°C sterilisierbar. Auch eine Sterilisation im Autoklaven ist möglich.

2.) Die Gummihütchen zum Verschluß der Winkelstücke bei der Montage des HAEMODIALYSATORS (siehe VII. 1.) sind auszukochen. Sofern man zum Verschluß der Winkelstücke kleine, einseitig abgebundene Siliconschlauchstücke des engen Kalibers benutzt, können diese mit den Winkelstücken zusammen in Heißluft sterilisiert werden.

3.) der Dialysierschlauch verträgt keine Heißluftsterilisation. Aufgrund des Herstellungsverfahrens wird er praktisch keimarm geliefert. Wie eingehende bakteriologische Untersuchungen gezeigt haben genügt es, den Dialysierschlauch nach dem Aufziehen im Inneren durch eine Penicillin-Streptomycin-Lösung zu entkeimen. Hierzu wird das fertig montierte blutführende System mit einer je 100 Einheiten Penicillin und Streptomycin pro ml enthaltenden sterilen physiologischen Kochsalzlösung aufgefüllt. Zur Herstellung dieser Sterilisationslösung löst man den Inhalt einer Ampullenflasche Supracillin (500.000 E. Penicillin + 500.000 E. Streptomycin) in 10 ml sterilen Aqua dest. und gibt davon 2 ml in 1 Ltr. sterile physiologische Kochsalzlösung. Eine Einwirkdauer dieser Lösung von max. 10 Minuten ist voll ausreichend (siehe hierzu IX).

4.) Eine Sterilisation des Spülsystems, also des Dialysatorgehäuses, des Thermostaten und der Polyäthylen-Flasche ist nicht erforderlich, da der Dialysierschlauch für Keime und Viren nicht passierbar ist.

5.) Die nachfolgend aufgezählten Einzelteile müssen für eine Armierung des HAEMODIALISATORS sterilisiert werden. Zur Vereinfachung bei der Montage empfiehlt es sich, die Verbindungen **a** bis **j** unsteril herzustellen (siehe Sterilisationsschema nach Anlage 20) und die entsprechenden Glasteile mit den Siliconschläuchen nach dem gewählten Verfahren zusammen zu sterilisieren. Zur besseren Lösbarkeit der Verbindungen bei der späteren Demontage oder bei notwendigen Maßnahmen während der Dialyse sind die Glasoliven gut mit sterilem Paraffin liq. einzufetten.

Die Teile **k** bis **r** sind einzeln nach dem angegebenen Verfahren zu sterilisieren.

- a) 1 Siliconschlauch (3 mm Innendurchmesser), 80 cm lang, einseitig mit kleinem Verbindungsstück versehen, an der anderen Seite ist das Nachlaufkontrollgefäß (ohne Aufsatz) mit seinem engen Rohrstutzen angesetzt (Verbindung: Patient (Arterie) - Blutpumpe).
- b) 1 Schliffaufsatz für das Nachlaufkontrollgefäß mit herausgenommen Hahnkücken (der Schliff des Hahnkückens ist nicht genormt, Hahnkücken daher am besten an dem Aufsatz anbinden, damit ein Vertauschen vermieden wird)
- d) 2 Siliconschläuche (3 mm Innendurchmesser), 60 cm lang, einseitig mit dem Gerinnsel-fängeransatz verbunden, der mit Drahtsiebeinsatz versehen ist (Verbindung: Dialysator - Stömungsmesser)
- e) 1 Siliconschlauch (3 mm Innendurchmesser), 120 cm lang, einseitig mit Übergangsstück Siliconschlauch eng - Siliconschlauch weit versehen, an der anderen Seite wird der gerade Schenkel des Luftfängers angesetzt (Luftfänger ohne Aufsatz). An den abgelenkten Schenkel des Luftfängers wird ein 12 cm langes Siliconschlauchstück (13 mm Innendurchmesser) angesetzt, das an seinem freien Ende mit dem geraden Schenkel des kleinen Y-Stück verbunden wird. An die beiden freien Schenkel des Y-Stückes kommt jetzt ein Siliconschlauchstück (3 mm Innendurchmesser) von 60 cm und 8 cm Länge, beide Siliconschläuche tragen an ihren freien Enden einen Schliffaufsatz für je 1 Strömungsmesser (Verbindung: beide Strömungsmesser - Konserven-Infusionsgerät resp. Patient (Vene)).
- f) 1 Schliffaufsatz für den Luftfänger, mit herausgenommen Hahnkücken (der Schliff des Hahnkückens ist nicht genormt, Hahnkücken daher am besten an dem Ansatz anbinden, damit ein Vertauschen vermieden wird).
- g) 3 Siliconschläuche (3 mm Innendurchmesser): je 20 cm lang, zum spätern Ansetzen an die gewählten Kanülen.
- h) eine Bürette des Konserven-Infusionsgerätes mit 39 cm langem Siliconschlauch (3 mm Innendurchmesser) mit angesetztem kleinen Verbindungsstück.
- i) die andere Bürette des Konserven-Infusionsgerätes mit 60 cm langem Siliconschlauch (3 mm Innendurchmesser), mit angesetztem kleinen Verbindungsstück.
- j) beide Schliffaufsätze für die Büretten des Konserven-Infusionsgerätes, verbunden durch ein 8 cm langes Siliconschlauchstück (3 mm Innendurchmesser).

Die in der Anlage 20 verzeichneten offenen Enden werden vor der Sterilisation mit Kompressen oder Tupfern umwickelt.

- k) beide Strömungsmesser mit eingelegten Schwimmern (Schwimmer vor Herausfallen sichern!)
- l) 4 Winkelstücke, deren weite Schenkel vom Ende an mit 30 cm weitem Siliconschlauch überzogen sind.
- m) alle Kanülen
- n) 2 x 1 m Siliconschlauch, 3 mm Innendurchmesser, zum Anschluß des Manometers und der Carbogenbombe zur Dichtigkeitsprüfung.
- o) 0,30 m Siliconschlauch, 3 mm Innendurchmesser, zum Anschluß der Rotanda-Spritze an den Luftfänger bei der Auffüllung des blutführenden Systems
- p) alle kleinen Verbindungsstücke

Alle diese Teile werden in Heißluft bei + 150 °C bis + 180 °C oder in einen Autoklaven sterilisiert.

- q) 4 Gummihütchen (rot) werden ausgekocht
- r) 35 cm Siliconschlauch (8 mm Innendurchmesser) für Blutpumpe werden autoklaviert.

6.) Zur Reserve werden die folgenden Teile ebenfalls sterilisiert und separat steril aufbewahrt (ebenfalls nach Siliconisierung)

- a) Ersatzschwimmer
- b) 1 Schliffaufsatz für Strömungsmesser
- c) 1 Gerinnselfängeransatz
- d) 1 V4A -Sieb für Gerinnselfänger
- e) 1 Luftfänger (auseinandergenommen)
- f) 1 Nachlaufkontrollgefäß (auseinandergenommen)
- g) 1 Übergangsstück von weitem auf engen Siliconschlauch

VII. Montage des HAEMODIALYSATORS Modell III/2 und Dichtigkeitsprüfung

Die Montage jedes einzelnen Dialysierzylinders geschieht in der gleichen Form, ebenfalls die Dichtigkeitsprüfung. Im Nachstehenden ist daher nur die Montage und Dichtigkeitsprüfung an einem Zylinder beschrieben, der zweite Dialysator wird analog montiert.

- 1.) Das gereinigte, trockene Gerät wird auseinandergenommen. Der Innenzylinder wird umgekehrt (die auf der Oberseite angebrachten Punktmarkierungen befinden sich also unten) auf eine weiche glatte Unterlage gestellt (am besten auf eine Filzplatte von 1 -2 cm Stärke). Nunmehr wird ein im Bohrloch und außen paraffinierter Gummistopfen (Paraffin liq. steril) durch die oben befindliche Bohrung des Innenzylinders von innen nach außen gesteckt bis dieser mit dem Spülkanal bündig abschließt. Der Innenzylinder wird wieder um 180 ° gedreht, so daß der eingeführte Gummistopfen jetzt unten und die Punktmarkierung oben sind.

Der Dialysierschlauch wird ca. 40 cm ohne Verdrehung von der Vorratsrolle abgerollt, das Ende wird um ca 10 cm gekürzt, das abgeschnittenen Stück verworfen. Hierauf wird der Dialysierschlauch mit dem Schlauchöffner, der mit Haftstreifen versehen ist, geöffnet (siehe Anlage 6). Anschließend entnimmt man dem Sterilisator oder einem sterilen Behälter ein Winkelstück, das mit weitem Siliconschlauch von 30 mm Länge armiert ist. Dieses Winkelstück ist an seinem weiten Ende offen, über sein enges Ende stülpt man eins der ausgekochten, roten Gummihütchen. Das weite Ende des Winkelstückes wird bis zu Schenkel mit dem Gummihütchen soll dabei zur Vermeidung einer Torquierung senkrecht zur Flachbreite des Schlauches stehen und (zur Ausnutzung des durch Wicklung auf der Reserverolle stehenden Dralls) zur Reserverolle zeigen. Das über das Winkelstück gezogene Dialysierschlauchende wird im Kniff beiderseits zweimal gefaltet und mit nicht zu dünner (Nr. 12), Seide fest unter mehrmaliger Umschlingung aufgebunden. Bei dieser Montage muß steril gearbeitet werden, d.h. das Winkelstück darf nur an dem mit Gummihütchen verschlossenen Schenkel berührt werden.

Das Winkelstück wird jetzt mit seinem engen Schenkel durch die Bohrung des Gummistopfens geführt bis dieses im Winkel dem Stopfen aufliegt. Nach Fixierung des Winkelstückes fasst man das freie Dialysierschlauchende mit der rechten Hand, den Innenzylinder von oben mit der linken Hand und legt bei langsamen Drehen des Innenzylinders im Uhrzeigersinn den Dialysierschlauch auf die Ausfräsungen am Innenzylinder so ein, daß sich dieser zwischen den breiten Stegen glatt und straff auflegt und sein unterer Rand auf der ausgefrästen Stufe des breiten Steges aufsteht. Diese wechselweise Bewegung von Drehung des Innenzylinders und Einlegen des Dialysierschlauches wird bis nach oben hin fortgeführt und ist sehr sorgsam und ohne Hast auszuführen, damit eine mechanische Verletzung des Dialysierschlauches unbedingt vermieden wird. Das Abwickeln des Dialysierschlauches von der Reserverolle wird dabei am besten von einer Assistenz durchgeführt. Ist der Innenzylinder in der vorgeschriebenen Weise umwickelt, schneidet man den Dialysierschlauch an der Marke links vor der oberen Bohrung ab und fixiert diesen an Innenzylinder etwa 20 cm vor der oberen Bohrung mit einem Leukoplaststreifen. Das Dialysierschlauchende wird nunmehr geöffnet und das zweite, sterile Winkelstück, welches ebenfalls mit einem roten, ausgekochten Gummihütchen versehen wird, in der be-

schriebenen Weise eingeführt. Hierbei zeigt der enge Schenkel des Winkelstückes selbstverständlich in Richtung des Innenzylinders. Unter Fixierung des Winkelstückes im Dialysierschlauch mit der Hand wird der enge Schenkel durch die obere Bohrung geführt und man prüft, ob dieser zentral in der Bohrung liegt, ist dieses nicht der Fall, so wird das Winkelstück weiter in den Schlauch hineingeschoben oder weiter herausgezogen. Der Schlauch muß in der endgültigen Lage straff sitzen. Nach dieser Anpassung wird das Winkelstück in der schon beschriebenen Weise eingebunden und danach in die Bohrung des Innenzylinders ganz eingeführt. Der zweite, innen und außen paraffinierte Gummistopfen wird von innen über das Winkelstück in die Bohrung eingeschoben. Durch leichtes Drehen des Stopfens bei gleichzeitigem Festhalten des weiten Schenkels des Winkelstückes im Spülkanal kann dieser ausreichend tief eingeschoben werden.

Der fixierende Leukoplaststreifen wird vorsichtig abgezogen und der einwandfreie Sitz des Dialysierschlauches überprüft. Der Dialysierschlauch darf nur im Spülkanal liegen und nicht über die breiten Stege ragen, da sonst beim späteren Gegensetzen der Außenzylinderhälften der Schlauch beschädigt werden kann.

Die weitere Montage des Dialysators wird wie folgt vorgenommen:

Der montierte Innenzylinder wird auf eine feste, plane Unterfläche gestellt und die Außenzylinderhälften so angesetzt, daß die Markierung auf den Oberkanten korrespondieren. Zunächst wird die senkrecht stehende Außenschale mit den Spülstutzen (einfache Punktierung) mit ihrer (in Aufsicht) rechten Seite dem Innenzylinder tangential genähert, bis die recht untere Ecke an dem Widerlager im unteren Schwalbenschwanzring des Innenzylinders liegt. Erst dann wird unter Fixierung der Lage diese Außenschale dem Innenzylinder vorsichtig fest aufgeklappt.

Die zweite Halbschale (doppelte Punktmarkierung) wird zunächst mit ihrer rechten Seite an die schon montierte Halbschale herangeführt und dann vorsichtig angeklappt, wobei die Längsgummidichtungen in die gegenüberliegende Längsnuten eingreifen müssen. Bei dieser Montage ist sorgfältig darauf zu achten, dass der Dialysierschlauch und die Winkelstücke nicht beschädigt werden. Danach werden die drei Spannbänder um den geschlossenen Zylinder gelegt (das mittlere Spannbänder ist länger, es ist mit einem Kreuz markiert) und die Spannschrauben mit der Hand fest angezogen. Sofern die beiden Außenzylinderhälften nicht völlig am Innenzylinder anliegen (die zirkulär verlaufende Trennspalte ist zu breit) wird die Spannung mit dem beigegebenen Knebel so lange vergrößert, bis die Längsgummidichtung komprimiert ist und die Außenschalen fest am Innenzylinder anliegen. Die äußeren Spannbänder stoßen von oben und unten an die kleinen stufenförmigen Absätze des Außenzylinders an, das mittlere Band liegt in der mittleren Ausfräsung. Alle drei Spannschrauben liegen seitenrichtig übereinander und zwar zwischen den beiden Spülstutzen. Der geschlossene Zylinder wird nunmehr in die Bodenplatte, in welche zwei Zellkautschuk-Ringdichtungen gelegt wurden, hineingesetzt. Die Bodenplatte trägt seitlich am Außenring eine punktförmige Markierung, die unter dem unteren Spülstutzen liegt. Abschließend werden mit je zwei Rändelschrauben die Halteklammern für den Strömungsmesser an den zugehörigen Hartgummiklötzen auf der einen Außenschale befestigt. Die Halterungen haben eine gerade Grundplatte, die Blattfedern sollen übereinander liegen. Sodann wird die Halteklemme für den Luftfänger (gewölbte Grundplatte) an ein Buchsenpaar eines Deckelringes angeschraubt. Die Lage dieser Klemme ist ganz davon

abhängig, an welcher Seite (vom Dialysator aus gesehen) der Patient liegen wird. Die anderen Buchsenpaare bleiben frei.

2.) Dichtigkeitsprüfung

Die beiden unter VI. 5n) angegeben sterilisierten Siliconschläuche werden dem Vorratsbehälter entnommen. Ein Schlauchstück wird steril (Paraffin liq. steril benutzen!) an das untere Winkelstück (nach Abziehen des darauf befindlichen roten Gummihütchens) gesetzt. Das andere Ende dieses Schlauches wird mit dem Druckminderer der Carbogen-Flasche verbunden. Das zweite Siliconschlauchstück wird auf das obere Winkelstück gesteckt und sein freies Ende mit dem Überdruckmanometer (Verwendung eines Blutdruckmessers ist ebenfalls möglich) verbunden. Nun öffnet man die Carbogen-Flasche und lässt über den Druckminderer Gas sehr langsam in das System einströmen. Die Entfaltung des trockenen Schlauches ist deutlich hörbar. Sofern man ein geeignetes Manometer an der Einströmseite hat, soll der Gasdruck nicht über 50 mm Hg ansteigen. Nach völliger Entfaltung des Cellophanschlauches zeigt das am oberen Winkelstück angeschlossene Manometer den herrschenden Druck an. Man steigert diesen nunmehr langsam auf 150 mm Hg, klemmt den Siliconschlauch zwischen unterm Winkelstück und Carbogen-Flasche ab und schließt die Carbogen-Flasche. Der herrschende Druck von 150 mm Hg wird bei dichtem System und trockenem Schlauch gehalten und eine Minute lang beobachtet. Er darf dabei ganz langsam bis auf etwa 145 mm Hg abfallen. Das System ist dann als dicht anzusehen. Fällt der Druck stetig oder schnell ab, so ist der Dialysierschlauch undicht, ein neuer Schlauch muss aufgezo-gen werden. Es empfiehlt sich aber vorher die Siliconschlauchverbindung zum Manometer und zur Carbogen-Flasche zu kontrollieren und die Dichtigkeitsprüfung durch Steigern des Druckes auf 150 mm Hg zu wiederholen.

Dieser Dichtigkeitsprüfung ist unbedingt Beachtung zu schenken, damit eine etwaige Beschädigung des Schlauches nicht erst nach Beginn der Dialyse entdeckt wird (eine primäre Undichtigkeit ist selten, zumeist wird der Schlauch durch unsachgemäße Montage sekundär beschädigt).

- 3.)** Bei positiver Dichtigkeitsprüfung werden die beiden Siliconschläuche von den Winkelstücken abgezogen und diese steril gehalten (am besten durch Aufsetzen der steril aufbewahrten roten Gummihütchen). Sodann wird die Montage des HAEMODIALYSATORS fortgesetzt. Zuerst werden die Dialysatoren über die auf dem Boden stehenden zentralen Spindeln gesetzt und zwar so, dass die Schenkel der Bodenkreuze zwischen den Füßen der Bodenplatte liegen. Danach werden die Schlauchverbindungen zwischen den beiden unteren Winkelstücken und den Strömungsmessern hergestellt. Die beiden 60 cm langen sterilisierten Siliconschlauchstücke mit den angesetzten Gerinnselfängern (VI. 5 d.) werden nach leichtem Kippen der Geräte von unten in den Innenraum geführt, der schützende Tupfer wird entfernt und jedes Ende nach Abnahme des roten Gummihütchens auf eine Olive des Winkelstückes (gut steril paraffinieren) aufgesetzt. Danach entnimmt man der Vorratsstrome den zuleitenden Schlauch mit dem Y-Stück (VI. 5 c.) und schiebt das 40 cm und 80 cm lange Ende über je ein oberes Winkelstück eines Dialysators. Das 40 cm lange Schlauchende wird an den Dialysator angesetzt, der dem Patienten am nächsten steht. Das am geraden Schenkel dieses Y-Stückes befindliche 70 cm lange Siliconschlauchstück bleibt vorerst frei.

Über die zentral die Deckplatte überragende Spindelenden werden die oberen Stahlkreuze so aufgelegt, dass zwei Schenkel das Namensschild „HAEMODIALYSATOR“ zwischen sich haben. An jedem Dialysator sollen die Schenkel des oberen und untern Kreuzes übereinanderliegen. Die medialen Absätze an den Stahlkreuzen müssen dabei genau in die Öffnung von Boden- und Deckplatte eingreifen. Nach Auflegen der Unterlegscheiben aus Nylon werden die Flügelschrauben aufgedreht und fest angezogen.

- 4.) Nunmehr werden die beiden Geräte nebeneinander auf den fahrbaren Rolltisch gestellt und zwar so, daß die beiden Spülpumpenpaare an einer Seite nebeneinander und die Halterung für die Strömungsmesser an der andern Seite nebeneinander stehen (ist ein Rolltisch nicht vorhanden, benötigt das Gerät am Patientenbett einen Unterbau von ca. 20 cm Höhe und mindestens ca. 40 x 85 cm Fläche (2 Böcke mit gekürzten Beinen oder dergl.).

Bei nur stationärem Betrieb wird der Thermostat im Vorbereitungsraum stehen, im anderen Falle wird der Thermostat auf den fahrbaren höheren Rolltisch gesetzt und neben die Dialysatoren an die Seite der Spüllösungsstutzen gefahren.

- 5.) Nunmehr wird nochmals der Sitz der V4A-Siebe kontrolliert und die Gerinnselfängeransätze auf die unteren Schliffe des Strömungsmessers geschoben (Paraffin!) und mit Spiralfedern gesichert. Die Strömungsmesser (mit je einem eingelegten Schwimmer) werden in ihre Halterung mit der Graduierung nach vorn eingeklemmt.

Das Luftfängeroberteil (VI. 5 f) wird mit Hahnkücken versehen und nach Paraffinierung auf das Luftfängerunterteil aufgesetzt und mit Spiralfedern gesichert. Der Hahn ist zu schließen, das Kücken mit einem Gummiring vor dem Herausfallen zu sichern. Der Luftfänger (VI. 5 .e. mit angesetzten Schlauchverbindungen) wird in seine Halterung eingeklemmt - je nach Lage des Schenkels angesetzten Schliffaufsätze auf die oberen Schliffe des Strömungsmessers aufgesteckt (Paraffin) und mit Spiralfedern gesichert. Das am geraden Stutzen des Luftfängers befindliche Siliconschlauchstück mit angesetztem Übergangsstück behält noch seine schützende Komprese.

Die Montage des blutführenden Systems an den Dialysatoren ist damit beendet, der einwandfreie Sitz und die übersichtliche Lage der Schläuche (keine Knicke) werden nochmals kontrolliert. Wenn nötig, sind Korrekturen hinsichtlich der Schlauchlängen vorzunehmen.

- 6.) Nunmehr wird das Nachlaufkontrollgefäß mit angesetztem Schlauch (VI. 5 a) mit Schliffaufsatz, der mit Hahnkücken bestückt ist (VI. 5. b), versehen, der Schliff wird gefettet und mit Spiralfedern gesichert. Der autoklavierte dicke Siliconschlauch (VI. 5.r) wird auf den weiten Stutzen des Nachlaufkontrollgefäßes geschoben und mit einer Ligatur gesichert und sein freies Ende mit dem Übergangsstück am venösen Schlauch (vom Luftfänger kommend) verbunden (ebenfalls mit einer Ligatur sichern!). Die Blutpumpe wird hierbei neben den HAEMODIALYSATOR gestellt, so daß die Schläuche übersichtlich verlaufen.

Das Nachlaufkontrollgefäß wird mit der vorhandenen Klemme mit Muffe an eine Stativstange der Blutpumpe montiert. Die drei Haltearme der Klemme umfassen das Gefäß an seinem untern dicken Teil. Es wird immer die Stange benutzt, die (in Strömungsrichtung) vor der Blutpumpe liegt. Dieses ergibt sich aus der jeweiligen Aufstellung des HAEMODIALYSATORS am Patientenbett. Das Pumpengehäuse ist geöffnet, der Siliconschlauch liegt lose darin.

- 7.) Die an den Auspumpstutzen des Thermostaten befindlichen beiden Transparenzschläuche mit unveränderter Schraubklemme (für die Umlaufregulierung) werden anschließend mit den unteren Spüllösungsstutzen der Dialysatoren verbunden (Zulaufschläuche). Die oberen Spüllösungsstutzen der Dialysatoren werden mit je einem ca. 75 cm langen Transparenzschlauch mit den beiden Rücklaufstutzen am Thermostaten verbunden (Rücklaufschläuche). Beide Zulaufschläuche werden mit einer zusätzlichen Schraubklemme hinter (in Strömungsrichtung) den bereits liegenden Drosselklemmen versehen, diese zweiten Schraubklemmen werden fest geschlossen. Auf die Bedeutung dieser zusätzlichen Klemmen wird weiter unten noch eingegangen.

VIII. Stellung des HAEMODIALYSATORS am Patientenbett

=====

Die Bauhöhe der Dialysierzylinder sowie die Höhe der beiden Tische sind so abgestimmt, daß sich der Auspumpstutzen am Thermostaten, die oberen Spüllösungsstutzen an beiden Dialysierzylindern und die oberen Winkelstücke etwa in einer Höhe befinden. Das Patientenbett muß jetzt so hoch aufgestellt werden, daß das Brustbein des liegenden Patienten sich etwa 30 cm über diesem Niveau befindet. Sofern ein niedrigeres Bett Verwendung findet, ist dieses also entsprechend hoch zu setzen. Dieser Forderung ist unbedingt Beachtung zu schenken, um durch einen ausreichenden hydrostatischen Druckunterschied einen Wasserübertritt in das Patientenblut zu verhindern, der zur Ödembildung führt. So fern eine Bettwaage für den HAEMODIALYSATOR vorhanden ist, kann das Bett nun auf die Waage gesetzt werden. Hierdurch wird der geforderte Niveauunterschied automatisch erreicht.

IX. Ansatz der Spüllösung

=====

- 1.) Zur Erstauffüllung des Thermostaten und des Spülsystems des Dialysators wird eine Spüllösungsmenge von 25 Ltr. angesetzt. Für die Spüllösungswechsel während der Dialyse werden zur Füllung einer Polyäthylen-Flasche jeweils weitere 25 Ltr. angesetzt.

Der Ansatz wird wie folgt durchgeführt:

2.000 ml Spüllösungskonzentrat für 25 Ltr. (Rezept siehe unten) werden in eine Polyäthylen-Flasche geschüttet. Dazu kommen 60,0 g Dextrose. Die Flasche wird nunmehr bis zur Markierung mit Aqua dest. aufgefüllt. Etwaige Reste von Dextrose sind durch Umschütteln aufzulösen. Daran anschließend wird mit dem dünnen Glasrohr, welches durch einen roten Gummischlauch mit dem Druckminderer der Carbogen-Flasche (im Vorbereitungsraum) verbunden ist, die Lösung für 7 Minuten mit etwa 20 Ltr./Min. Carbogen durchblasen. Hierdurch wird das pH der Spüllösung auf ca. 7,4 eingestellt und stabilisiert. Nach herausnehmen des Einblasungsrohres werden aus der Pipettenflasche 2 x 10 ml der Calcium-Magnesium-Lösung (Rezept siehe unten) eingetropf und die Polyäthylen-Flasche kurz umgeschüttelt. Die Spüllösung ist nun gebrauchsfertig und wird in den Thermostaten eingefüllt. Der Flüssigkeitsspiegel reicht bis zum Füllwinkel. Der Rest der Spüllösung verbleibt in der Ansatzflasche, er wird später noch gebraucht. Der

Thermostat wird mit abgeklemmten Schläuchen (VII. 7.) an den Auspumpstutzen zum Aufheizen der Spüllösung in Betrieb gesetzt (siehe hierzu beiliegende Gebrauchsanweisung für den Ultra-Thermostaten). Das Kontaktthermometer ist auf $+ 39^{\circ}\text{C}$ einzustellen, die Aufheizdauer - von Zimmertemperatur an gerechnet - beträgt etwa 12 Minuten (Kontrollthermometer beachten!). Sofern die übrigen Vorbereitungen noch nicht entsprechend fortgeschritten sind, kann der Thermostat nach Erreichen dieser Temperatur wieder abgestellt werden. Bei aufgelegtem Deckel beträgt der Wärmeverlust in einer Stunde nur etwa $2 - 3^{\circ}\text{C}$.

Inzwischen wird der Ansatz der Spüllösung in der zweiten Polyäthylen-Flasche durchgeführt. Hierzu werden 2.000 ml Spüllösungskonzentrat für 25 Ltr. (Rezept siehe unten) sowie 60.0 g Dextrose in die Flasche geschüttet und diese bis zur Marke mit Aqua dest. aufgefüllt. Anschließend wird Carbogen durch die Lösung geblasen und zwar für 7 Minuten mit 20 Ltr./Min.. Nach Herausnehmen des Einblasungsrohres werden aus der Pipettenflasche 2×10 ml Calcium-Magnesium-Lösung (Rezept siehe unten) eingetropf, die Flasche mit dem Schraubdeckel verschlossen und kurz umgeschüttelt. Auch diese Spüllösung ist jetzt gebrauchsfertig.

2.) Nach Beginn der Dialyse werden die weiteren Spüllösungsansätze von 25 Ltr. Abwechselnd in den Polyäthylen-Flaschen durchgeführt. Der Ansatz erfolgt wie oben beschrieben. Sofern das zur Dialyse bereitgestellte Aqua dest. etwa Zimmertemperatur hat, braucht ein Vorheizen der jeweils angesetzten 25 Ltr. Spüllösung nicht zu erfolgen. Nach Einschalten der Polyäthylen-Flasche in den Spüllösungskreislauf heizt der Thermostat die unlaufende Spüllösung auf $+37^{\circ}\text{C}$ bis $+ 38^{\circ}\text{C}$ auf, so daß die Isothermie in jedem Falle gewahrt bleibt. Jeder Spüllösungsansatz wird erst nach der Carbogendurchblasung (siehe oben) mit jeweils 2×10 ml Calcium-Magnesium-Lösung versetzt.

3.) Wie schon gesagt, wird zur Einstellung des pH-Wertes beim Ansatz der Spüllösung Carbogen benutzt. Zur Stabilisierung des pH-Wertes muss während der Dialyse ebenfalls laufend Carbogen in den Thermostaten eingeblasen werden. Hierzu wird die im Patientenraum stehende Carbogen-Flasche über den Druckminderer mit dem am Thermostaten befindlichen Einblasungsrohr verbunden. Die Einblasungsmenge während der Dialyse braucht jedoch nur etwa 1 Ltr./Min. zu betragen. Da dieser Wert an den meisten Druckminderern nicht mehr abzulesen ist, genügt es, wenn man sich vom Aufsteigen der Carbogendurchblasen im Thermostaten überzeugt.

Sofern Carbogen nicht zur Verfügung steht, kann ein entsprechendes Mischgas aus 95 % O_2 und 5 % CO_2 auch selbst hergestellt werden. Dies ist mit entsprechenden Mischventilen, die an den gängigen Narkosegeräten verfügbar sind, durchzuführen. Auf gute Stabilität und intensive Mischung der beiden Gase muss geachtet werden.

Ist auch diese Möglichkeit nicht gegeben, kann die Adjustierung des pH-Wertes der Spüllösung durch tropfenweise Zugabe von Milchsäure erfolgen. In die angesetzte Spüllösung tropft man solange 33 %ige Milchsäure ein, bis ein pH von 7,4 erreicht ist (Kontrolle mit gutem Indikatorpapier genügt, da die Spüllösung stark gepuffert ist). Erst nach der Einstellung des pH-Wertes auf diese Weise wird Calcium-Magnesium-Lösung zugefügt. Für die Konstanthaltung des pH-Wertes der Spüllösung während der Dialyse benutzt man dann gleichfalls die Milchsäurelösung, die nach Bedarf bei viertel-stündlicher Kontrolle des pH-Wertes der gerade benutzten Spüllösung zugesetzt wird.

Man sollte nach Möglichkeit die Einstellung des pH-Wertes mit Milchsäure vermeiden, erstens ist Milchsäurelösung ein wesentlich schlechterer Puffer als das System Bicarbonat - CO_2 und zweitens dürfte Milchsäurelösung in der erforderlichen Menge unphysiologisch sein, da Milchsäure stark diffundiert.

4.) Einige Worte noch zur Bevorratung des Spüllösungskonzentrates:

Es ist zweckmäßig, etwa 15 Flaschen à 2.000 ml Spüllösungskonzentrat vorrätig zu haben. Aus Gründen der chemischen Verträglichkeit wird in diesen Flaschen jedoch nicht das Calciumchlorid und das Magnesiumchlorid gelöst. Die Calcium-Magnesium-Lösung bewahrt man separat in zwei Flaschen von je 250 ml Inhalt auf und füllt für eine Dialyse daraus nach Bedarf die Pipettenflaschen voll. Die Dextrose hält man in Beuteln oder Weithalsflaschen aus Polyäthylen zu je 60,0 g vorrätig. Die Konzentrate sind in der geschilderten Form gut haltbar. Bewährt haben sich zur Aufbewahrung des Spüllösungskonzentrates und der Calcium-Magnesium-Lösung Polyäthylen-Flaschen mit Schraubverschluß.

5.) Rezept der Spüllösung

a) Spüllösungskonzentrat: für 25 Ltr.

NaCl	(Merck 6404 p.a.)	150,50 g
NaHCO_3	(Merck 6329 p.a.)	73,50 g
Kcl	(Merck 4933 p.a.)	7,63 g
$\text{NaH}_2\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O}$	(Merck 6346 p.a.)	4,03 g
Aqua dest.		ad 2.0000 ml

b) Dextrose für 25 Ltr

Glukose H_2O	reinst, zur Infusion	60,00 g
------------------------------	----------------------	---------

c) Calcium-Magnesium-Lösung:

$\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	(Merck 2080 p.a.)	342,50 g
$\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	(Merck 5833 p.a.)	101,88 g
Aqua dest.		ad 500 ml

Von der Calcium-Magnesium-Lösung werden für jeden 25 Ltr. Ansatz 2 x 10 ml benötigt, die aus der Pipettenflasche - wie vorstehend beschrieben - abgefüllt werden. Beim Ansatz der Calcium-Magnesium-Lösung darf höchstens 50 ml Aqua dest. vorgelegt werden, da die Konzentration an der oberen Grenze des Löslichkeitsvermögens liegt.

6) Chemische Daten der Spüllösung:

Konzentrationen:	mg%	Vol. %
Na ⁺	319,621	-
K ⁺	16,000	-
Ca ⁺⁺	10,028	-
Mg ⁺⁺	1,950	-
Cl ⁻	403,656	-
HCO ₃ ⁻	78,019	-
HPO ₄ ⁼	9,905	-
P (in HPO ₄ ⁼)	3,200	-

mEq/Ltr.

	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	HPO ₄ ⁼
NaCl	103,002	-	-	-	103,002	-	-
NaHCO ₃	34,986	-	-	-	-	34,986	-
KCl	-	4,096	-	-	4,096	-	-
CaCl ₂ 6H ₂ O	-	-	5,004	-	5,004	-	-
MgCl ₂ 6H ₂ O	-	-	-	1,604	1,604	-	-
NaH ₂ PO ₄ 2H ₂ O	1,032	-	-	-	-	-	1,032
	139,020	4,096	5,004	1,604	113,706	34,986	1,032

Gesamt-Kationen: 149,724 mEq/Ltr.
Gesamt-Anionen: 149,724 mEq/Ltr.

Gefrierpunktniedrigung (gesamt) -0,5711°C
Osmotischer Druck (gesamt) 5,254,3 Torr

7.) Daß die Möglichkeit besteht, einer Störung im Elektrolytspiegel im Serum des Patienten rascher zu begegnen, indem man die Spüllösung dieser Störung anpaßt (Verminderung des KCl bei Hyperkaliaemien, Erhöhung des NaCl bei Hyponatriaemien) sei nur am Rande vermerkt. Man muß sich in diesem Falle natürlich mit einer größeren Abhängigkeit von rasch und exakt gewonnen Laborwerten abfinden (Flammenphotometer).

Da - auch stärkere - Hyperkaliaemien öfter gesehen werden, empfiehlt es sich, Spüllösungskonzentrate ohne KCl zu bevorraten und zwar 10 bis 12 Flaschen. In der Regel wird man mit dieser Menge auskommen. Das Weglassen des Kaliumchlorid aus der Spüllösung schafft keine wesentlichen osmotischen Veränderungen und berührt auch kaum die Isoionie.

Bezüglich der Dialyse mit kaliumfreier Spüllösung kann man nach einer Faustregel verfahren: bei Serum-Kalium-Werten zwischen 20 und 24 mg% (ca. 5,0 bis 6,2 mEq/Ltr.) werden 4 Flaschen Spüllösung ohne KCl benutzt. Bei Kalium-Werten zwischen 25 und 30 mg (ca. 6,2 bis 7,6 mEq/Ltr.) verwendet man 8 Flaschen ohne KCl; bei Werten über 30 mg% (ca. 7,7 mEq/Ltr.) kann die ganze Dialyse ohne KCl durchgeführt werden, in diesem Falle ist eine flammenphotometrische Kontrolle jedoch unerlässlich.

X. Auffüllung des blutführenden Systems, Sterilisation des trocken aufgezogenen Dialyserschlauches

=====

Nach Beendigung der Montage mit trockenem Dialyserschlauch gemäß Ziffer VII. wird zuerst die Sterilisation des Dialyserschlauches durchgeführt. Da das blutführende System jetzt noch Luft enthält, müssen beide Dialysierzylinder retrograd, d.h. vom venösen Schlauch her, aufgefüllt werden. Zu diesem Zweck wurde bereits bei der Montage der venöse Schlauch mit der Blutpumpe verbunden. An das vom Nachlaufkontrollgefäß kommende Siliconschlauchstück mit Verbindungsstück setzt man den sterilen Saugschlauch der Rotanda-Spritze mit dem schweren, runden Saugstück und hängt diesen unter/sterilen Kautelen in ein Gefäß mit der oben angegeben Penicillin-Streptomycin-Lösung (VI. 3.). Nun befestigt man das 30 cm lange sterile Siliconschlauchende (VI. 5.0.) einerseits am oberen Rohr des Luftfängeraufsatzes, andererseits wird es mit der Rotanda-Spritze verbunden. Zwischen Luftfänger und kleinem Y-Stück legt man eine Peanklemme und öffnet sodann den Hahn am Luftfängeraufsatz. Durch Aspirieren der Rotanda-Spritze saugt man die Sterilisationslösung an und füllt die Schlauchverbindungen einschließlich des weiten Siliconschlauches sowie das Nachlaufkontrollgefäß und den Luftfänger luftfrei mit Sterilisationslösung. Das Nachlaufkontrollgefäß wird hierzu aus seiner Halterung genommen und durch mehrmaliges, kurzes Kippen mit geschlossenem Hahn gefüllt. Ist der Luftfänger gefüllt, wird der Hahn am Luftfängeraufsatz geschlossen und die Rotanda-Spritze mit Schlauch abgezogen. Anschließend wird der Siliconschlauch in die markierte Aussparung der Blutpumpe eingelegt, das Pumpengehäuse geschlossen und die Blutpumpe langsam in Betrieb gesetzt. Gleichzeitig wird die liegende Klemme zwischen Luftfänger und Y-Stück gelöst und an die eine Schlauchverbindung Y-Stück - Strömungsmesser wieder angesetzt. Die durch die Pumpe geförderte Sterilisationslösung hat somit Zutritt zu einem Dialysatorgehäuse. Es ist hierbei darauf zu achten, daß am Schlauchsystem des zu füllenden Dialysators keine Klemmen liegen, damit die Sterilisationslösung ungehindert in das Gerät eintreten kann. Auch eine etwaige Abbindung des arteriellen Schlauchendes muß gelöst werden. Um den Strömungsmesser mit angesetztem Gerinnselfänger Luftfrei zu machen, wird der Strömungsmesser sofort nach Beginn des Einpumpens der Sterilisationslösung aus seiner Halterung genommen (der Luftfänger muß ebenfalls aus seiner Halterung genommen werden). Der Strömungsmesser wird waagrecht gehalten, so daß alle Luft durch die einströmende Sterilisationslösung in das Gerät verdrängt werden kann. Nach luftfreier Füllung von Strömungsmesser und Gerinnselfängeransatz (kleine Restluftblasen schaden nicht und werden später abgeführt) klemmt man diese und den Luftfänger wieder in ihre Halterungen ein. Nach Auffüllung des Dialyserschlauches im Inneren des einen Dialysators tritt die Sterilisationslösung durch das Obere Winkelstück aus dem arteriellen Schlauch aus. Man klemmt jetzt am arteriellen Y-Stück den Siliconschlauch zum anderen

Dialysator ab und verwirft die am arteriellen Ende austretende Sterilisationslösung. Durch den ersten Dialysator werden insgesamt 1.000 ml Sterilisationslösung durchgepumpt, wobei

Luftblasen, die sich noch in den Glasstücken befinden, abgeführt werden. Nach Einlauf dieser 1.000 ml Sterilisationslösung stellt man die Blutpumpe kurzfristig ab und versetzt die an den beiden Y-Stücken liegenden Klemmen an den zu- und abführenden Schlauch des eben aufgefüllten Dialysators. Danach wird die Blutpumpe wieder angestellt und in gleicher Weise der zweite Dialysierzylinder im blutführenden System mit Sterilisationslösung aufgefüllt. Auch hier muß der Strömungsmesser mit Gerinnselfänger aus seiner Halterung genommen werden, damit die Luft aus dem Glasrohr ausgetrieben wird. Nach Austritt der Sterilisationslösung aus dem oberen Winkelstück des zweiten Zylinders wird der Rest der noch vorhandenen Lösung durchgepumpt, danach die Blutpumpe abgestellt und an das arterielle und venöse Siliconschlauchende vor Eintreten von Luft eine Peanklemme gelegt. Die Sterilisationslösung läßt man 10 Minuten einwirken.

Nach Ablauf dieser Zeit werden durch beide Geräte insgesamt 20 Ltr. sterile physiologische Kochsalzlösung gepumpt; einmal um die Reste der Sterilisationslösung mit Sicherheit auszutreiben, zum zweiten, um eine wirklich physiologisches Milieu im blutführenden System zu schaffen. Hierzu wird wie folgt vorgegangen: die am arteriellen und venösen Schlauchende befindlichen Klemmen werden gelöst, die beiden Klemmen an den Y-Stücken wieder umgesetzt und vorerst 2 Ltr. Kochsalzlösung (immer noch retrograd) durch den einen Dialysator gepumpt. Danach werden die Klemmen an den kleinen Y-Stücken erneut umgesetzt und ca. 2 Ltr. Kochsalzlösung durch den anderen Dialysator retrograd gepumpt. Anschließend wird der Zulaufschlauch an der Blutpumpe umgesetzt. Hierzu werden das arterielle und venöse Schlauchende vor Eindringen von Luft abgeklemmt. Der weite und enge Siliconschlauch wird beiderseits vom Übergangsstück abgeklemmt, der enge Schlauch steril vom Übergangsstück abgezogen. Nunmehr wird der arterielle Siliconschlauch ohne Lufteinschluß mit dem Übergangsstück verbunden und das freigewordene abgeklemmte venöse Siliconschlauchende mit einem sterilen Tupfer versehen. Nach Lösen aller Klemmen werden jetzt auf dem richtigen Wege (also so, wie später das Blut strömt) die verbleibenden ca. 16 Ltr. sterile physiologische Kochsalzlösung durch das blutführende System beider Geräte gepumpt. Die am gemeinsamen venösen Schlauch austretende Lösung wird verworfen. Beim Durchpumpen der Kochsalzlösung kann - sofern erforderlich - bereits jetzt eine Drosselklemme an den Zulaufschlauch des einen oder anderen Dialysators gelegt werden, um den Durchfluß beider Geräte aufeinander abzustimmen. Nach Durchlauf der Kochsalzlösung werden 2 Ltr. Sterofundin (Tutofusin o.a. Plasmaersatzmittel) mit 2 ml = 10.000 I.E. Heparin versetzt und in der gleichen Art ohne Lufteintritt in die Geräte eingepumpt. Schließlich wird das arterielle und venöse Siliconschlauchende nach Druckausgleich abgeklemmt, der Saugschlauch der Rotanda-Spritze vom arteriellen Schlauch abgezogen und beide Schlauchenden durch eine sterile Kompresse geschützt. Das blutführende System ist nunmehr zum Anschluß an den Patienten vorbereitet.

XI. Vorbereitung und Auffüllung des Konserven-Infusionsgerätes

=====

Die beiden sterilisierten und mit Schlauchansätzen versehenen Büretten (VI. 5 h. und i.) werden in den Holzkasten eingesetzt. Eine bereitgestellte, bereits getestete Blutkonserve von 500 ml wird mit 1 ml = 5.000 I.E. Heparin versetzt und durch eine sterile Mullkompreße in die

Bürette mit den 60 cm langen Siliconschlauch unter sterilen Kautelen eingefüllt. Der ange-setzte Siliconschlauch wird luftfrei gefüllt und abgeklemmt (das Einfüllen der Konserve soll erst kurz vor dem Anschluß des Gerätes an den Patienten vorgenommen werden. Zur Ver-meidung eines Kalorienverlustes wird die Konserve zweckmäßigerweise vorher leicht ange-wärmt). Der Bürettenschliff wird mittels sterilem Stieltupfer von Blutresten befreit und die beiden verbundenen Aufsatzstücke (VI. 5. j) unter guter Paraffinierung auf die Bürette aufge-setzt und mit je 4 Spiralfedern gesichert. In dieser Form wird das Gerät bei Beginn der Blut-Dialyse in den Strömungsverlauf eingeschaltet (siehe XV.).

XII. Auffüllung des Spülsystems

=====

Der gefüllte und vorgeheizte Thermostat wird nunmehr wieder eingeschaltet und am Zulei-tungsschlauch zu einem Dialysator die geschlossene zweite Schraubklemme langsam geöffnet (nicht die Schraubklammer, die zur Regulierung der Umlaufgeschwindigkeit der Spüllösung angelegt wurde). Hierdurch strömt Spüllösung in einen Dialysator ein. Die Schraubklemme, die den Einlauf der Spüllösung in den einen Dialysator freigibt, darf nicht ganz geöffnet werden, da die Gesamtleistung der Förderpumpe (wesentlich mehr als 2.000 ml/Min.) sonst Spüllösung in einen Dialysator fördert. Die Auffüllung soll also nur langsam vor sich gehen. Der Deckel des Thermostaten ist geöffnet, der fallende Flüssigkeitsspiegel wird beobachtet. Sofern dieser bis zum oberen Rand des Pumpengehäuses gefallen ist, wird aus der schon benutzten Polyäthylen-Flasche erneut Spüllösung bis zur Berührung des Füllwinkels in den Thermostaten nachgefüllt der Rücklaufschlauch wird vom Thermostaten abgezogen und in einen großen Behälter (Wassereimer etc.) gehalten. Nach kurzer Zeit tritt die Spüllösung aus dem oberen Stutzen des in der Füllung befindlichen Dialysators aus und läuft durch den Rücklaufschlauch ab. Ist die Auffüllung soweit fortgeschritten, wird der erste Dialysator vorsichtig in Richtung des Strömungsmessers etwas gekippt, damit die im oberen Spülgang befindliche Luft durch den Spüllösungsstutzen entweichen kann. Sobald während dieses Kippens größere Luftblasen im Rücklaufschlauch nicht mehr sichtbar werden, stellt man den Dialysator in die Normallage zurück und läßt ca. 3 bis 4 Ltr. Spüllösung durch das Spül-system durchlaufen. Hierbei ist der Thermostat aus der Polyäthylen-Flasche immer wieder bis zum Füllwinkelniveau aufzufüllen.

Sind max. 4 Ltr. Spüllösung durchgeflossen, wird die am Einlaufschlauch des aufgefüllten Dialysators befindliche zweite Schraubklemme fest geschlossen. Dann wird der zweite Dialysator analog des oben Gesagten aufgefüllt. Auch hierbei ist die zweite Schraubklemme am Zulaufschlauch zu diesem Gerät langsam und nur wenig zu öffnen, damit die Spüllösung nicht mit hoher Geschwindigkeit in den Dialysierzylinder einströmen kann. Nach Auffüllung des zweiten Zylinders werden ebenfalls ca. 3 bis 4 Ltr. Spüllösung durchgepumpt und verworfen. Danach wird der Thermostat abgestellt, der Rücklaufschlauch auf den Rücklauf-stutzen des Thermostaten wieder aufgeschoben und alle noch liegenden Schraub- und Peanklemmen außer den beiden Drosselklemmen zur Umlaufregulierung an den Zulauf-schläuchen entfernt. Mit dem Rest der in der benutzten Polyäthylen-Flasche befindlichen Spüllösung wird der Thermostat letztmalig bis zum Füllwinkelniveau aufgefüllt und das Gerät wieder ein-geschaltet. Die Spüllösung strömt jetzt durch beide Dialysatoren mit ca. 2.000 ml pro Minute und heizt die Geräte im Innern auf physiologische Temperatur auf. Der kreisenden Spüllösung wird 1 ml = 5.000 I.E. Heparin zugesetzt. Man läßt die Spüllösung

durch beide Geräte so lange kreisen, bis das Kontrollthermometer am Thermostaten wieder +39°C anzeigt.

Zu diesem Zeitpunkt ist der Dialysator im Inneren aufgeheizt, womit das Gesamtgerät anschlußfertig ist. Sind die anderen Arbeiten noch nicht beendet, kann der Thermostat nach Erreichen der genannten Temperatur abgeschaltet werden. Hierbei sind die beiden Zulaufschläuche und die Rücklaufschläuche durch eine Peanklemme zu schließen, um eine Heberentleerung des Systems zu verhindern.

Die im Absatz V. beschriebene Einstellung der Pumpleistung der des Thermostaten war nur annähernd auf 2.000 ml/Min. durchgeführt. Sofern man diese Umlaufgeschwindigkeit genau erzielen möchte, ist jetzt eine Messung an beiden Rücklaufschläuchen der Dialysatoren möglich. Das Minutenvolumen wird in der beschriebenen Weise bestimmt, wobei die beiden Drosselklemmen an den Zulaufschläuchen entsprechend reguliert werden können. Es kommt nicht so sehr auf die absolute Geschwindigkeit von 2.000 ml/Min. pro Gerät an, sondern mehr auf eine gleichmäßige Durchströmung beider Dialysatoren, die etwa in der genannten Größenordnung liegen soll.

Die für diese Messung in Meßgefäße abfließende Spüllösung muß jeweils wieder in den Thermostaten zurückgegossen werden, damit das Niveau dort nicht absinkt und die ursprünglich eingestellte Spüllösungsmenge erhalten bleibt.

XIII. Präparation der Blutgefäße

=====

Hat man sich bei einem Patienten zur Dialyse entschlossen, so hat es sich zur Vermeidung von Sickerblutungen während der Dialyse bewährt, als erste Maßnahme die Gefäßfreilegung vorzunehmen. Am besten nimmt man die A. radialis und eine weitlumige Vene des gleichen Armes, es kann aber auch die A. dorsalis pedis und irgendeine andere Vene genommen werden. Je nach Auswahl oder gegebener Möglichkeit muß evtl. der Zu- und Ableitungsschlauch des HAEMODIALYSATORS in der Länge auf diese Gefäße passend bemessen werden.

1.) Die Venasectio wird in üblicher Weise durchgeführt. Das Gefäß wird auf 2 - 3 cm freigelegt, proximal und distal werden mit einem Dèchamp Seidenfäden unter der Vene durchgeschoben. Auf die Präparationswunde wird ein Tupfer mit Topostasin mit Verband fixiert.

Nunmehr wird die gewählte Arterie im Bereich von 2 - 3 cm freigelegt und mit Stieltupfern stumpf präpariert, ohne sie im Wundbett allzu stark zu mobilisieren; mit einem Dèchamp wird proximal und distal ein Seidenfaden unter der Arterie durchgeschoben. Auf die so präparierte Arterie wird ein Tupfer mit Topostasinlösung mit Verband fixiert.

Prinzipiell soll bei der Gefäßfreilegung möglichst stumpf und unblutig gearbeitet werden, die Hautschnitte sollen nicht länger als nötig sein. Um ein sicheres Stehen der Wundblutung zu garantieren, wartet man nach der Gefäßfreilegung 2 bis 3 Stunden ab; in dieser Zeit kann der HAEMODIALYSATOR in Ruhe betriebsfertig gemacht werden.

- 2.) Das Einbinden der Kanülen erfolgt erst unmittelbar vor Beginn der Dialyse. In die Vene wird eine möglichst weitleumige Glaskanüle eingebunden, die mit einem 20 cm langen Siliconschlauch (VI. 5 g) versehen wurde. Der Schlauchansatz wird zur Freihaltung der Kanüle mit einer langsam tropfenden Infusionsbürette (physiol. Kochsalzlösung oder physiol. Dextrose-Lösung) verbunden. Die Vene wird peripher abgebunden, die Wunde durch Situationsnähte geschlossen, die Kanüle fixiert.

Nach Einbinden der venösen Kanüle wird unter kurzzeitiger Steigerung des Tropfens eine Ampulle = 25 mg Solu-Decortin (i.v.-Präparat) in den Schlauch injiziert. Diese Maßnahme hat sich bewährt, man verringert ganz erheblich auch leichte Konserven-Reaktionen bei den später erforderlichen Infusionen, da die Konserve relativ schnell einläuft. Außerdem werden Heparin-Überempfindlichkeiten der Patienten abgedämpft. Sofern ein i.v.-Präparat einer Hydro-Cortison-Verbindung nicht zur Verfügung steht, kann eine i.m.-Präparat benutzt werden, die Injektion erfolgt dann am besten drei Stunden vor Beginn der Dialyse, als bereits bei dem Freilegen der Gefäße.

Etwa eine Minute nach der Solu-Decortin-Injektion wird 1 bis 1,5 ml = 5.000 bis 7.500 I.E. Heparin wieder unter kurzzeitiger Steigerung der Tropfinfusion in den Schlauch injiziert (Menge nach Konstitution und Gewicht der Patienten abschätzen).

Die freigelegte Arterie wird mittels der durchgezogenen Seidenfäden vorsichtig angebunden, die Arterienwand mit einer feinen Venenschere geschlitzt, ein Venenheber in das Lumen eingeführt und eine möglichst weitleumige Glaskanüle, die ebenfalls mit 20 cm Siliconschlauch (VI. 5. g.) versehen wurde, in das gespreizte Lumen unter gleichzeitigem Rückziehen der Venenhebers eingeschoben. Schießt das Blut in die eingeführte Kanüle ein, so wird der daran befindliche Siliconschlauch nach Auffüllung abgeklemmt. Mit proximalen Seidenfäden wird die Kanüle hinter der Olive im Gefäß fixiert. Evtl. ist während dieser Manipulation eine kurzzeitige Kompression der Oberarmarterie an typischer Stelle durch eine Assistenz erforderlich. Danach wird das distale Gefäßlumen mit dem bereits liegenden zweiten Seidenfaden abgebunden (wird die Arterie peripher primär abgebunden so kann es zu einer störenden Gefäßkontraktion kommen, die das Einbinden der Kanüle sehr erschwert. Bei solchen Gefäßspasmen empfiehlt sich die lokale Gabe von Papaverin). Durch eine Hautnaht distal von der Einbindungsstelle wird die Kanüle in günstiger Lage fixiert, die Wunde mit 2 bis 3 Hautnähten versorgt, mit steriler Schlitzkompressen abgedeckt und der Arm in möglichst bequemer Lage auf einer gepolsterten Kramerschiene fixiert. Am Siliconschlauch der richtig liegenden arteriellen Kanüle sind die Pulsationen der Radialis gut fühlbar.

An dieser Stelle sei nachdrücklich darauf hingewiesen, dass das Einbinden der Kanülen (besonders der arteriellen Kanüle) ohne Hast und mit größter Sorgfalt vorgenommen werden muss, da von der sorgsamsten Technik des Einbindens das spätere Blutminutenvolumen entscheidend abhängt.

XIV. Heparinisierung

Vor Beschreibung der Einschaltung des HAEMODIALYSATORS in den Kreislauf sollen erst einige Bemerkungen zur Heparinisierung eingefügt werden.

Eine absolute Voraussetzung für die apparative Blut-Dialyse ist die Ungerinnbarkeit des Blutes, diese ist mit Heparin in zuverlässiger Weise zu erreichen. Diese Voraussetzung umschließt sogleich das einzige Risiko der Dialyse überhaupt: die mögliche akute innere Blutung aus nicht erkennbarer Blutungsquelle (ureamische Erosionen, Ulcera).

Nach allgemeinem Urteil der sich mit der Dialyse beschäftigenden Autoren wird dieses Risiko im Vergleich zur Bedrohlichkeit des ureamischen Zustandes für gering erachtet; eine vor der Dialyse offenbare Blutungsquelle muß bei der Indikationsstellung zur Dialyse aber mit in die Waagschale gelegt werden. Leichte Schleimhautblutungen werden während der Dialyse öfter gesehen (Mundschleimhaut), sie sind kein Grund zur Unterbrechung. Nach Operationen und Geburten soll mit einer Dialyse 24 bis 48 Stunden gewartet werden. Sollte eine massive Blutung auftreten, so wird die Dialyse abgebrochen, Protaminsulfat intravenös gegeben und an den venösen Schlauch eine Frisch- oder Konservenblut-Infusion angeschlossen.

Die Wahl des Heparinpräparates ist grundsätzlich gleichgültig üblicherweise wird man solche benutzen, deren Konzentration 5.000 I.E./ml beträgt.

Bei anderen Heparinpräparaten ist die entsprechende Menge zu wählen.

XV. Beginn der Blut-Dialyse

1.) Der im blutführenden und im Spüllösungssystem aufgefüllte und anschlussfertige HAEMODIALYSATOR Modell III/2 mit Blutpumpe steht einsatzbereit am Patientenbett. Das montierte und aufgefüllte Konserven-Infusionsgerät wird auf das Bett oder auf einen kleinen Beistisch gestellt. Der Schieber wird waagrecht von hinten in die Bodennut eingeführt und dient als Fuß.

2.) Der Thermostat ist eingeschaltet, die liegenden Peanklemmen (nicht die Drosselklemme zur Umlaufregulierung) sind geöffnet, die Spüllösung kreist.

3.) Unmittelbar nach dem Einbinden der arteriellen Kanüle und nach der Wundversorgung wird der venös einlaufende Tropf abgesetzt und der Anschlußschlauch der venösen Kanüle mit dem Siliconschlauch der mit Blut gefüllten Bürette des Infusionsgerätes verbunden. Die abgesetzte Infusionsbürette bleibt steril und einsatzbereit.

4.) Der Anschluß des HAEMODIALYSATORS an den Patienten geschieht bei Modell III/2 so, daß zuerst ein Dialysierzylinder aufgefüllt wird und im Anschluß daran, der zweite.

möglichst gleichzeitig mit dem Anschluß des Konserven-Infusionsgerätes an die venöse Kanüle wird der Anschlußschlauch der arteriellen Kanüle mit dem Zuleitungsschlauch

zum Nachlaufkontrollgefäß (also zur Blutpumpe) verbunden. Schließlich wird der vom Luftfänger kommende Siliconschlauch mit dem Anschlußschlauch der leeren Bürette des Konserven-Infusionsgerätes verbunden. Das Pumpengehäuse ist geöffnet, die dort liegenden Klemmen werden gelöst. Gleichzeitig legt man zwei Peanklemmen an den zu- und abführenden Siliconschlauch eines Dialysierzylinders, so daß nur ein Gerät mit Blut von der Arterie her aufgefüllt werden kann. Die beiden Klemmen sind unmittelbar hinter die entsprechenden Gabelarme der Kleinen Y-Stücke anzulegen (die eine Klemme also hinter (in Strömungsrichtung) den einen Gabelarm des arteriellen Y-Stückes; die andere Klemme vor (in Strömungsrichtung) das venöse Y-Stück, welches vor dem Luftfänger sitzt). Es ist hierbei darauf zu achten, daß auf keinem Falle der falsche Ableitungsschlauch abgeklemmt wird, da es sonst zu Stauungen kommt. Folgender Strömungsweg für das Blut ist danach geöffnet: Arterie - Nachlaufkontrollgefäß und Blutpumpe - arterielles Y-Stück - oberes Winkelstück des einen Dialysators - Strömungsmesser dieses Dialysators - venöses Y-Stück - Luftfänger - Konserven-Infusionsgerät - Vene.

Bei ausreichendem arteriellen Druck strömt das Blut von der Arterie her in den einen Dialysator ein und das im Gerät befindliche Plasmaersatzmittel verläßt das blutführende System aus dem venösen Siliconschlauch und füllt die leere Bürette des Infusionsgerätes. Durch die einströmende Lösung fließt aus der anderen Bürette des Konserven-Infusionsgerätes genau so viel Blut zur Vene ab, wie Lösung in die erste Bürette einströmt. Haemodynamische Verschiebungen im Blutvolumen des Patienten werden also mit Sicherheit vermieden.

Strömt das Blut sehr träge ins Gerät ein, so kann die Blutpumpe bereits jetzt in Betrieb gesetzt werden, es soll jedoch noch sehr langsam gepumpt werden. Am besten wird die Blutpumpe intermittierend betätigt, in den Abschaltphasen wird das Pumpengehäuse geöffnet. Ein zu großer Überdruck im Konserven-Infusionsgerät wird durch vorsichtiges Pumpen vermieden.

Ist das Konservenblut in dieser Art eingeflossen, so wird vor Eindringen von Luft in den venösen Kanülenschlauch arteriell und venös abgeklemmt (Blutpumpe abstellen!). Die beiden an den Büretten befindlichen Siliconschläuche werden beiderseits der Verbindungsstücke abgeklemmt, dort getrennt und der vom Luftfänger kommende Siliconschlauch direkt mit dem venösen Kanülenschlauch verbunden. Alle liegenden Klemmen werden gelöst und die Blutpumpe wieder angestellt.

Für das Protokoll (siehe unten) ist dies der Zeitpunkt des Beginns der Blut-Dialyse.

Die Auffüllung des zweiten Dialysators geschieht nicht unmittelbar an die Auffüllung des ersten, sondern man wartet 10 bis 15 Minuten ab, einmal um das Auftreten einer evtl. Überempfindlichkeitsreaktion durch die infundierte Konserve beobachten zu können, zum anderen um den Patientenkreislauf an die veränderten Bedingungen sich anpassen zu lassen. Während dieser Zeit wird das Konserven-Infusionsgerät für die zweite Infusion vorbereitet. Die beiden Schliffaufsätze der Büretten werden unter sterilen Kautelen abgenommen und die zweite Konserve, die mit $\frac{1}{2}$ ml = 2.500 I.E. Heparin versetzt wird, in die Blutbürette eingefüllt (wie oben beschrieben). Das Plasma-Ersatzmittel aus dem ersten Dialysator wird verworfen, die zweite Bürette also entleert. Der Anschlußschlauch an der Blutbürette wird wiederum luftfrei gefüllt und abgeklemmt, die beiden Schliff-

aufsätze nach Säuberung der Schliffe mittels sterilem Stieltupfer auf die Bürette aufgesetzt.

Nach Ablauf der Wartezeit wird die Blutpumpe abgestellt und das Konserven-Infusionsgerät zum zweiten Mal in den Kreislauf eingeschaltet. Hierzu wird der venöse Schlauch am Verbindungsstück zur venösen Kanüle von diesem abgezogen und nach Abklemmen mit der leeren Bürette des Infusionsgerätes verbunden. Der Siliconschlauch von der mit Konservenblut gefüllten Bürette wird mit der venösen Kanüle ebenfalls verbunden. Die an den Dialysatoren liegenden Peanklemmen werden an den Y-Stücken umgesetzt, so daß jetzt der bereits mit Patientenblut gefüllte Dialysator im Zu- und Rücklauf abgeklemmt ist. Nach Öffnung der liegenden Klemmen an den venösen Schläuchen wird die Blutpumpe langsam angestellt und man füllt das zweite Gerät mit Patientenblut auf. Hierbei wird ebenfalls langsam gearbeitet, die Pumpe läuft intermittierend (siehe oben).

Nach Infusion der Konserve und nach Füllung der leeren Bürette mit Plasma-Ersatzmittel aus dem zweiten Dialysator wird das Konserven-Infusionsgerät in der beschriebenen Weise aus dem Kreislauf herausgenommen und der vom Luftfänger kommende Siliconschlauch wieder direkt mit der venösen Kanüle verbunden. Die beiden an den Y-Stücken der Dialysatoren liegenden Klemmen werden gelöst und die Blutpumpe wieder angestellt. Das Blut kreist jetzt von der Arterie her über die Blutpumpe parallel durch beide Dialysatoren, beide Strömungsmesser und gemeinsam über den Luftfänger zur Vene zurück.

An dieser Stelle soll darauf hingewiesen werden, daß die beiden oberen Schliffe an den Büretten des benutzten Konserven-Infusionsgerätes möglichst sofort nach dem Herausnehmen des Gerätes aus dem venösen Schlauch abgenommen werden sollen, damit ein Verkleben der Schliffe durch gerinnendes Blut vermieden wird. Die Reinigung der Büretten sollte anschließend so bald als möglich vorgenommen werden.

Das durch jeden Dialysator fließende Blutminutenvolumen wird an den Strömungsmesser angezeigt. Ein anfänglich geringer Blutumlauf wird öfter gesehen und ist noch kein Grund, die Dialyse zu unterbrechen. Bei laufender Blutpumpe muß besonders zuerst streng darauf geachtet werden, daß nicht mehr Blut aus dem Nachlaufkontrollgefäß abgesaugt wird, wie von der Arterie nachströmt. Um dieses zu kontrollieren, wird der Hahn im Nachlaufkontrollgefäß vorsichtig geöffnet, damit die Blutpumpe den Spiegel in den engen Teil des Gerätes herunterzieht. Nach Einstellung wird der Hahn sofort wieder geschlossen. Sollte der Spiegel zu weit abgefallen sein, so wird die Blutpumpe abgestellt, der Hahn am Nachlaufkontrollgerät vorsichtig geöffnet, so dass von der Arterie her wieder Blut bis zur richtigen Höhe in das Gefäß einströmen kann. Der Blutspiegel darf den engen Teil des Gefäßes nach unten nicht verlassen, da sonst Luft angesaugt wird und die Pumpenförderung unregelmäßig werden kann.

Sofern die beiden Strömungsmesser unterschiedliche Werte anzeigen, ist der Blutstrom in beiden Dialysatoren aufeinander abzustimmen. An den Zuleitungsschlauch des Dialysierzylinders, dessen Strömungsmesser das höhere Blutminutenvolumen anzeigt, wird unmittelbar hinter (in Strömungsrichtung) das arterielle Y-Stück eine Schraubklemme angelegt und mit dieser der Zustrom so lange leicht gedrosselt, bis beide Strömungsmesser den gleichen Wert an der Graduierung anzeigen. Hierbei wird man beobachten, dass das Blutminutenvolumen des zuerst stärker durchströmten Dialysators etwas abfällt und gleichzeitig das Blutminutenvolumen des anderen Dialysators äquivalent ansteigt. Da es bei der

hier beschriebenen Anordnung um eine Parallelschaltung beider Dialysatoren handelt, ergibt sich das Gesamtblutminutenvolumen aus der Summe der beiden an Strömungsmesser angezeigten Werte.

Unmittelbar nach Beginn der Dialyse wird die vorbereitete mit 25 Ltr. Spüllösung gefüllte Polyäthylen-Flasche in den Spüllösungskreislauf eines Dialysators eingeschaltet. Hierzu wird der Schraubverschluss von der Flasche entfernt. Der doppelt gebohrte Gummistopfen wird mit den beiden Winkelrohren aus Glas versehen. Auf die abgebogenen Schenkel der Glasrohre wird je ein kurzes Stück Transparenzschlauch von ca. 10 bis 12 cm Länge gesteckt, an die beiden Schlauchstücke wird je ein großes Y-Stück mit einem Gabelarm befestigt. Die beiden freien Gabelarme werden direkt durch ein entsprechend langes Stück Transparenzschlauch verbunden. Diese Schlauchleitung wird später als Überbrückungsschlauch bezeichnet. Der armierte Gummistopfen wird in die Polyäthylen-Flasche eingeführt, bis er fest sitzt.

Nun werden beide Zuleitungsschläuche des Spülsystems unmittelbar hinter den Auspumpstutzen am Thermostaten gleichzeitig abgeklemmt. Ein Rücklaufschlauch wird vom Stutzen des Thermostaten abgezogen und abgeklemmt (um Stauungen zu verhindern, müssen bei derartigen Manipulationen an Spülsystem immer zuerst die Zulaufschläuche abgeklemmt werden). Der andere Rücklaufschlauch bleibt unverändert. Der abgezogenen Transparenzschlauch des gewählten Dialysators wird mit dem Y-Stück am langen Winkelrohr an der Polyäthylen-Flasche verbunden. An das andere Y-Stück (am kurzen Winkelrohr) wird ein etwa 75 cm langes Transparenzschlauchstück angesetzt und mit dem freien Rücklaufstutzen am Thermostaten verbunden. Nach Öffnung der Klemmen (zuletzt die Klemme im Zulauf öffnen!) fließt also jetzt die verbrauchte Spüllösung von einem Dialysierzylinder direkt zum Thermostaten zurück, während sie vom anderen durch die Polyäthylen-Flasche zum Thermostaten strömt.

Der Überbrückungsschlauch an der Polyäthylen-Flasche wird abgeklemmt. Die Heizleistung des Thermostaten reicht aus, um die mit 2.000 ml/Min. mit Zimmertemperatur in den Thermostaten einströmende Spüllösung auf physiologische Temperatur aufzuheizen. Für den Fall, daß die angesetzten Spüllösungen doch zu kalt ist und die Temperatur im Thermostaten unter $+36^{\circ}\text{C}$ abfällt, ist durch Öffnen des Überbrückungsschlauches und durch Abklemmen der beiden Transparenzschläuche an den Y-Stücken die Polyäthylen-Flasche kurzzeitig aus dem Strömungsumlauf herauszunehmen. Der Thermostat ist dann sehr schnell wieder auf $+39^{\circ}\text{C}$ aufgeheizt. Danach werden die Klemmen an den Y-Stücken gelöst und der Überbrückungsschlauch wieder abgeklemmt. Nach Zwischenschalten der Polyäthylen-Flasche prüft man nochmals das Minutenvolumen, daß aus beiden Rücklaufschläuchen kommt und gleicht notfalls durch Bestätigung der an den Zulaufschläuchen liegenden Drosselklemmen gegeneinander ab.

Nach Einschalten der Polyäthylen-Flasche wird die zweite Carbogen-Bombe an den Thermostaten angesetzt. Das Carbogen-Einleitungsrohr wird mit dem Druckminderer dieser Flasche verbunden und von hier während der ganzen Dialyse Carbogen durch den Thermostaten geblasen. Man überzeugt sich im Inneren des Thermostaten vom Aufsteigen der Carbogenblasen. Über die Durchblasungsmenge wurde bereits im Abschnitt (IX. 3.) gesprochen.

XVI. Maßnahmen während der Dialyse

=====

1.) Kontrolle der Gerinnungszeit und Heparininjektion

Die ausreichende Heparinisierung kann nur mittels laufender Gerinnungszeitbestimmung kontrolliert werden, da der Heparinverbrauch individuell sehr unterschiedlich ist. Die einfache Uhrglas-Stäbchen-Methode hat sich voll ausreichend erwiesen.

Die Heparindosierung wird so ausgerichtet, daß die Gerinnungszeit während der Dialyse über 30 Minuten liegt. Aus dem arteriellen Siliconschlauch werden einige Tropfen Blut entnommen und auf ein Uhrglasschälchen gebracht. Der Zeitpunkt der Blutentnahme wird protokolliert. Ist eine Gerinnung 30 Minuten nach einer Probeentnahme auf dem Uhrglasschälchen nicht eingetreten, so wird die Probe verworfen und eine weitere abgenommen. Ist vor dem Ablauf von 30 Minuten eine Gerinnung festzustellen, so werden zunächst 2.500 bis 5.000 I.E. = 0,5 bis 1 ml Heparin in den venösen Schlauch gegeben und die nächste Blutentnahme für die Gerinnungskontrolle erst nach einigen Minuten durchgeführt.

2.) Probeentnahme und Injektionen

Proben zur Kontrolle der Blutchemie werden während der Dialyse ohne Störung des Patienten aus dem arteriellen Schlauch entnommen. Etwa notwendige Injektionen werden in den venösen Schlauch gegeben. Die Schläuche werden dazu mit Spiritus abgerieben und die Wandung mit einer dünnen Kanüle (Nt. 14 oder 16) schräg in Strömungsrichtung durchstoßen.

Die Leistungsfähigkeit des Dialysators kann durch gleichzeitige Probeentnahme aus dem arteriellen und venösen Siliconschlauch gut kontrolliert werden. Die Dauer der Dialyse wird nach dem im Verlauf erhaltenen Laborwerten ausgerichtet.

Welche Bestimmungen durchgeführt werden müssen, ist für jeden Fall individuell zu entscheiden. Die Kontrolle des Rest-Stickstoffes allein gibt noch kein umfassendes Bild für den Verlauf und den Effekt der Dialyse. Daneben ist eine Kontrolle der Elektrolyte notwendig, zumindest die Bestimmung des Kaliums. In vielen Fällen werden die Werte von Kreatinin, Xanthoprotein und die Alkali-Reserve von Wichtigkeit sein. Ein voller Blutstatus (Haemoglobin, Haematokrit, Erythrocyten und Leukocyten) ist obligatorisch.

3.) Wechsel der Spüllösung

Ein ½ - stündlicher Wechsel hat sich als voll ausreichend erwiesen. Die jeweils in einer Polyäthylen-Flasche vorbereitete Spüllösung (25 Ltr.) wird folgendermaßen in den Spüllösungskreislauf des HAEMODIALYSATORS eingeschaltet: die Klemme am Überbrückungsschlauch der im Betrieb befindlichen Polyäthylen-Flasche wird gelöst. Die Schlauchverbindung zwischen beiden Y-Stücken und den Winkelrohren werden gleichzeitig abgeklemmt. Der Gummistopfen wird aus der Polyäthylen-Flasche mit der verbrauchten Spül-

lösung herausgezogen und in die andere Polyäthylen-Flasche eingeführt. Danach wird die an den Verbindungsschläuchen zu den Y-Stücken liegende Klemme wieder gelöst und der Überbrückungsschlauch abgeklemmt. Während des Spüllösungswechsels dialysiert das umlaufende Blut ununterbrochen weiter, Blutumlauf und Spüllösungsumlauf werden nicht unterbrochen.

Sofern man quantitativ die während der gesamten Dialyse eliminierten Rest-N-Substanzen erfassen will, entnimmt man aus jeder verbrauchten Spüllösung aus der Polyäthylen-Flasche eine Probe von 500 ml und sammelt diese Proben in einem sauberen Gefäß. Nach Beendigung der Dialyse wird aus den gesammelten Proben ein Rest-N bestimmt, welcher den Durchschnitt sämtlicher Spüllösungen darstellt. Der erhaltene Rest-N-Wert wird mit 2,14 multipliziert, man erhält dann den Harnstoff in mg%. Diesen Harnstoffwert bezieht man auf die insgesamt verbrauchte Spüllösungsmenge, die sich aus der Anzahl der Spüllösungswechsel während der Dialyse x 25 Ltr. zuzüglich 25 Ltr. Spüllösung für am Schluß der Dialyse noch umlaufende Spüllösung sowie zugleich der Spüllösungsmenge für die Erstauffüllung (ca. 22 Ltr.) ergibt.

4.) Kontrolle des Blutumlaufes

Das Minutenvolumen des Blutumlaufes wird an den Strömungsmessern angezeigt. Es ist zu beachten, daß die Schwimmer rotieren müssen, tun sie das nicht, so ist die Anzeige ungenau. In diesem Falle versucht man durch kurzzeitiges Abklemmen des zum Strömungsmesser führenden Siliconschlauches das adhäsive Haften des Schwimmers an der Wandung durch die entstehenden Strömungsstöße zu beseitigen. Bei Dialysen ohne Blutpumpe ist man vom Druck und Auswurf der gewählten Arterie abhängig, das Blutminutenvolumen ist nicht zu beeinflussen.

Bei Dialysen mit Blutpumpe wird man einen anfänglich langsameren Umlauf bald steigern können und Blutminutenvolumen von 200 ml/Min. und mehr leicht erzielen. Obwohl eine größere Umlaufgeschwindigkeit des Blutes angestrebt werden soll, kann und soll aus einer Arterie niemals gesaugt werden. Man soll die Pumpengeschwindigkeit immer nur soweit steigern, dass im Nachlaufkontrollgefäß der Blutspiegel nicht aus dem engen Teil absingt, die Arterie also ohne Widerstand „ins Leere“ fördert.

Hierbei ist zu bedenken, dass durch die Parallelschaltung der Dialysatoren an jedem Strömungsmesser nur die Hälfte des Gesamt-Minuten-Volumens angezeigt wird. Es kann notwendig werden, durch strömungstechnisch bedingte Änderungen, das Blutminutenvolumen durch beide Geräte auch während der Dialyse ab und zu durch Betätigung der liegenden Drosselklemme einander anzugleichen.

5.) Protokoll

Es ist zu empfehlen, von jeder Dialyse ein genaues zeitliches Protokoll zu führen, in dem auch die primär weniger wichtig erscheinenden Ereignisse während der Dialyse sowie die Gerinnungszeitbestimmungen, die Heparindosen, sowie sonstige Injektionen, das Blutminutenvolumen etc. festgehalten werden.

6.) Pflege des HAEMODIALYSATORS während der Dialyse

Nicht nur des äußern Bildes wegen, sondern auch aus Gründen der Pflege des Gerätes sollen während der Dialyse auftretende Benässungen sowohl des Dialysators als auch des Thermostaten möglichst bald entfernt werden, damit eine bleibende Fleckenbildung vermieden wird.

7.) Überwachung des Patienten während der Dialyse

Es wurde schon gesagt, daß dem überwachenden Arzt die pflegerische Sorge um den Patienten möglichst abgenommen werden soll, da diese bei comatösen, häufig motorisch unruhigen Patienten größere Anforderungen stellt.

Vor allem soll neben einer Antibiotika-Medikation der immer drohenden Bronchopneumonie durch Freihaltung der Atemwege, evtl. durch Sekretabsaugung aus dem Rachenraum vorgebeugt werden. Bei der Gabe von Sedativa wegen motorischer Unruhe ist daran zu denken, dass Medikamente auch dialytisch extrahiert werden, daß die Wirkungsdauer also eine kürzere und bei normaler Dosierung geringer ist. Bei der über Stunden anhaltenden Zwangslagerung des fixierten Armes werden gelegentliche kleine Um- oder Höherlagerungen (ohne Beeinträchtigung des Blut- Zu- und Abstromes!) vom Patienten als angenehm empfunden. Dass der Kreislauf des Patienten durch Blutdruck- und Pulszahlbestimmungen überwacht wird, daß evtl. Cardiac und periphere Kreislaufmittel gegeben werden, erübrigt sich zu sagen.

XVIII. Hinweise auf Störungsmöglichkeiten während der Dialyse

=====

Der HAEMODIALYSATOR ist nach Konstruktionsprinzip und Wahl der Materialien als hochgradig betriebssicher anzusprechen. Dennoch können Störungen auftreten, deren Kenntnis und Beseitigungsmöglichkeiten während der Dialyse vermittelt werden müssen.

1.) Undichter Dialysierschlauch

Bei einem sorgsam Einlegen des Dialysierschlauches während der Montage und bei positiver Dichtigkeitsprüfung (siehe VII.) ist es sozusagen ausgeschlossen, dass während der Dialyse noch eine Undichtigkeit auftritt. Diese würde sich sofort dadurch bemerkbar machen, dass die im Thermostaten befindliche Spüllösung zu schäumen anfängt und sich in kurzer Zeit gelblich bis rötlich verfärbt. In diesem (vermeidbaren) Fall ist die Dialyse sofort durch Abklemmen des arteriellen und venösen Schlauches zu unterbrechen und ein neuer Dialysierschlauch einzulegen. Wenn bei Feststellen dieses Schadens sicher ist, in welchem Dialysierzylinder das Leck liegt und ob bereits unsterile Spüllösung in das blutführende System eingedrungen ist müssen aus Sicherheitsgründen beide Dialysatoren mit neuem Dialysierschlauch versehen werden. Die umlaufende Spüllösung wird verworfen, alle Geräte sind vor der Montage des neuen Dialysierschlauches und vor der Auffüllung mit neuer Spüllösung gründlich zu säubern. In diesem Falle müssen Auffüllungen und

Sterilisationsmaßnahmen sowie der unter Abschnitt XV. beschriebene Anschluss des HAEMODIALYSATORS an den Patienten genau wiederholt werden. Zwei neue Blutkonserven sind hierzu erforderlich, die Dichtigkeitsprüfung der neu eingelegten Dialyserschläuche ist ebenfalls durchzuführen.

2.) Stockung des Blutumlaufes

Bei einer Stockung des Blutumlaufes, die sich an den Strömungsmessern oder am Nachlaufkontrollgefäß zeigt, ist möglichst umgehend die Ursache festzustellen, sofern sie nicht in der Verschlechterung des Allgemeinzustandes und der Kreislaufverhältnisse des Patienten ihre offensichtliche Erklärung findet. Liegt diese nicht vor (Blutdruck, Pulszahl, Allgemeinzustand), so ist zunächst der arterielle Ausfluss und der venöse Einfluss zu kontrollieren. Hierbei kann grundsätzlich gelten, dass bei ausreichendem Blutangebot im Nachlaufkontrollgefäß keine Stockung von der Arterie her bestehen wird. Sollten in diesem Falle die Strömungsmesser absinken, so liegt der Hemmung wahrscheinlich in der Vene, es ist dann sofort und zuerst die Blutpumpe abzustellen, wie überhaupt bei allen Stockungen im Umlauf zuerst die Blutpumpe außer Betrieb gesetzt werden soll, um einen zu großen Überdruck in den Dialysatoren zu verhindern. Für die Prüfung des arteriellen Ausflusses und venösen Einflusses sollen trotzdem folgende Hinweise gelten:

a) Prüfung des arteriellen Ausflusses

Hierfür wird der arterielle Schlauch kurz hinter (in Strömungsrichtung) dem kleinen Verbindungsstück abgeklemmt und proximal der Klemme nach Abreiben mit Spiritus oder Alkohol Schräg (gegen Strömungsrichtung) mit einer Kanüle durchstoßen. Fließt unter Druck Blut ab, so ist der arterielle Ausfluss frei. Fließt kein Blut ab, so ist der arterielle Schlauch vom Verbindungsstück zu lösen und die Kanüle in ihrer Lage zu ändern. Ist auch damit kein Blutaustausch zu erzielen, ist die Kanüle verstopft und muss weiter proximal oder an anderer Stelle neu eingebunden werden. In diesem Falle wird das Gerät auch von der Vene getrennt, die freien Enden des Zu- und Ableiteschlauches steril geschützt und die noch bereitstehende Tropfburette venös angeschlossen. Nach Einbinden der Kanüle an anderer Stelle und erneuter Heparin-gabe i.v. kann der HAEMODIALYSATOR unmittelbar wieder angeschlossen werden. In solchen Fällen ist zu beachten, dass die erneute Präparation einer Arterie unter voller Heparinisierung vorgenommen werden muss. Hierbei soll so zügig wie möglich gearbeitet werden. Nimmt die Präparation längere Zeit in Anspruch, ist die Spüllösung aus den Dialysatoren abzulassen.

b) Prüfung des Venösen Einflusses

Der venöse Schlauch wird vor dem Verbindungsstück abgeklemmt und in das Proximale Schlauchende nach Abreiben mit Spiritus oder Alkohol 20 ml sterile physiologische Kochsalzlösung injiziert. Fließt diese Lösung mühelos ohne Dehnung des Schlauches und ohne lokale Ödembildung am Arm ein, so ist der Einfluss frei. Ist dieses nicht der Fall, so muß auch hier eine neue Kanüle eingebunden werden. Für diese Maßnahme ist das gleiche zu beachten wie unter a) gesagt.

- c) Sind Arterie und Vene nicht Ursache der Störung im Blutumlauf, so ist die Hemmung durch Gerinnungsbildung im Gerät bedingt, die nur bei unzureichender Heparinisierung auftreten kann. Um die Störung näher zu lokalisieren, wird wiederum zuerst die Pumpe ausgeschaltet und das Pumpengehäuse geöffnet. Man klemmt zunächst zwischen Arterie und Nachlaufkontrollgefäß ab und injiziert vor dem Luftfänger wiederum sterile physiologische Kochsalzlösung. Fließt diese mühelos zur Vene ab, legt man je eine Klemme vor dem Strömungsmesser. Fließt auch hier injizierte Kochsalzlösung ab, so liegt der Stop im Gerät und das Aufziehen eines neuen Dialyserschlauches ist nicht zu umgehen.

Stellt man einen Stop im Nachlaufkontrollgefäß oder im Luftfänger fest, so werden die beiden Geräte gegen vorhandene Reserve-Geräte ausgewechselt. Hierbei ist darauf zu achten, daß keine Luft in das blutführende System eingetragen wird, zur Entlüftung bei der Auffüllung dieser beiden Gefäße nach dem Auswechseln dient der am Aufsatz befindliche Hahn.

Wird in den Strömungsmessern ein Stop festgestellt, so werden die Schwimmer ausgewechselt. Wenn das Auswechseln nur eines Schwimmers erforderlich ist, wird dieses Gerät durch sinngemäßes Abklemmen am arteriellen und venösen Y-Stück aus dem Blutkreislauf genommen, während der Arbeiten am Strömungsmesser fließt das Blut durch den anderen Dialysierzylinder ungehindert weiter.

d) Auswechseln des Schwimmers

Der Zuleitungsschlauch zum Gerinnselfänger und Strömungsmesser und der Verbindungsschlauch zum venösen Y-Stück werden abgeklemmt, der Zuleitungsschlauch unten vom Gerinnselfänger abgezogen. Danach wird das Rohr aus der Klemmenhalterung genommen und mit dem offenen Ende nach oben gehalten. Nach Lösen der Klemme zwischen Strömungsmesser und venösen Y-Stück läuft das enthaltene Blut zur Vene ab. Kurz vor Eintreten von Luft in den Verbindungsschlauch zu Y-Stück wird dort wieder abgeklemmt, der obere Schliffaufsatz vom Strömungsmesser genommen und der Schwimmer aus dem Schliffaufsatz oder dem Strömungsmesser entfernt (kurzes, schonendes Gegenklopfen).

Der Strömungsmesser kann mit steriler physiologischer Kochsalzlösung durchspült werden und wird dann nach steriler Einführung des Ersatzschwimmers wieder mit dem Zuleitungsschlauch verbunden und in die Halterung eingeklemmt. Die untere Klemme wird geöffnet, bei erhaltenem Blutstrom steigt das Blut im Strömungsmesser an. Kurz vor Erreichen des oberen Randes wird der Zuleitungsschlauch erneut abgeklemmt und der Schliffaufsatz montiert. Nach Öffnen aller Klemmen wird die Dialyse fortgesetzt. Etwa noch enthaltene Luftblasen werden im Luftfänger abgefangen.

Stellt man beim Entleeren des Strömungsmessers (wie vorstehend beschrieben) oder beim Durchspülen mit Kochsalzlösung fest, daß sich Coagula im Gerinnselfänger festgesetzt haben, so wird das Sieb des Gerinnselfängers gleichzeitig mit ausgewechselt. Man zieht von dem sowieso demontierten Strömungsmesser den Gerinnselfänger ab, entnimmt unter sterilen Kautelen mit der Pinzette das V4A-Sieb, spült den Gerinnselfängeransatz mit steriler physiologischer Kochsalzlösung gründlich durch und führt ein sterilisiertes Ersatzsieb in den Gerinnselfänger ein. Daraufhin wird der Gerinnselfän-

geransatz montiert, der Anschluss des Strömungsmessers und die Einführung des Ersatzschwimmers erfolgt sinngemäß wie oben beschrieben.

Bei unregelmäßigen, arteriellen Blutnachfluss kann es durch Unachtsamkeit vorkommen, dass das Nachlaufkontrollgefäß leergepumpt wird und die Blutpumpe Luft saugt. In diesem Falle kommt es zu einer unregelmäßigen Förderung. Um die Luft aus dem Pumpenschlauch (weiter Siliconschlauch) wieder zu entfernen, wird der arterielle Schlauch abgeklemmt und der Regulierhebel am Pumpenmotor kurzzeitig langsam nach der anderen Seite umgelegt, die Pumpe saugt jetzt Blut aus den Dialysatoren heraus. Das der Hahn am Nachlaufkontrollgefäß geschlossen war und im Gefäß ein Unterdruck entstanden ist, kann dieses auf diesem Wege wieder mit Blut aufgefüllt werden. Die im Pumpenschlauch befindlichen Luftblasen werden zum Nachlaufkontrollgefäß zurückgeführt und dort abgefangen. Zur Einstellung des Spiegels und zur Entlüftung ist unter Umständen der Hahn am Aufsatz des Gefäßes kurzzeitig zu öffnen. Ist alle Luft aus dem Pumpenschlauch entfernt, wird die am arteriellen Siliconschlauch liegende Klemme gelöst und die Dialyse fortgesetzt.

3.) Undichtigkeit des Spülsystems

Es kommt vor (vor allem zu Beginn der Dialyse), daß am Bodenring des Dialysator Spannbändern mit dem beigegebenen Knebel um etwa $\frac{1}{2}$ Umdrehungen nach und dreht die große Flügelmutter auf der zentralen Spindel fester. Dieses kann evtl. wiederholt werden, es ist aber zu beachten, daß ein übermäßiges Anspannen wegen der großen Differenz im Ausdehnungskoeffizienten von Stahl und Hartgummi vermieden werden muss.

4.) Auftreten von Sickerblutungen aus den Gefäßwunden

Bei sorgsamer Gefäßpräparation und Einhaltung der Wartezeit sind größere Blutungen kaum zu erwarten. Tritt etwa eine Tropfblutung auf, so muss sie gestillt werden, dafür ist das Auftropfen einer Topostasinlösung auf das Wundgebiet zu empfehlen. Der Fortlauf der Dialyse wird hierdurch nicht gestört.

5.) Weitere Hinweise

Bei Auftreten von Störungen oder plötzlich absinkenden Blutminutenvolumen besteht die Gefahr, dass durch den relativ hohen Druck der umlaufenden Spüllösung der Dialysierschlauch komprimiert wird, wodurch eine Umlaufhemmung vorgetäuscht werden kann.

Bei allen oben angegebenen Prüfungen empfiehlt es sich daher, den Spüllösungsumlauf abzuklemmen (zuerst je eine Klemme an die Zuleitungsschläuche an den Auspumpstutzen des Thermostaten legen, dann einige Sekunden zum Druckausgleich warten, je eine Klemme an die Rücklaufstutzen des Thermostaten legen). Nach Stillsetzen der Spüllösung wartet man gewisse Zeit, damit sich das Blutsystem auffüllen kann und kontrolliert danach nochmals den Blutumlauf.

XVIII. Ende der Dialyse

=====

- 1.) Sofern die Laborwerte zeigen, dass die Dialyse abgeschlossen werden kann, wird die Blutpumpe abgestellt, das Pumpengehäuse geöffnet und die Schläuche am Verbindungsstück zur arteriellen Kanüle beiderseits abgeklemmt und hier getrennt. Der abgelöste Siliconschlauch, der zum Nachlaufkontrollgefäß führt, wird an die Rotanda-Spritze angeschlossen. Nunmehr wird mit ca. 10 bis 20 ml/Min. (am Strömungsmesser ablesen!) Luft in das System eingedrückt. Gleichzeitig wird 5 ml Protaminsulfat i.v. 1%ig in den venösen Schlauch unmittelbar vor der venösen Kanüle injiziert. Diese Injektion soll langsam geschehen, sie kann 3 bis 5 Minuten in Anspruch nehmen. Hierbei wird die Gerinnungszeit nach kurzer Zeit auf Normalwert gesenkt. Eine Stunde nach Abschluss der Dialyse ist eine erneute Gerinnungszeitkontrolle zu empfehlen. Liegt die Gerinnungszeit noch über der Norm, so werden nochmals 5 ml 1%ig Protaminsulfat i.v. langsam injiziert.

Ist das Protaminsulfat in die Vene geflossen, unterbricht man das Pumpen mit der Rotanda-Spritze und trennt nach beiderseitigem Abklemmen die Schläuche am Verbindungsstück der venösen Kanüle.

Dieser Zeitpunkt ist für das Protokoll das Ende der Dialyse.

- 2.) Sofern man sich entschließt, das jetzt noch im Gerät befindliche Blut dem Patienten zu infundieren, wird durch Weiterpumpen mit der Rotanda-Spritze das Blut unter sterilen Kautelen in einer sterilen Infusionsbürette aufgefangen. Nachdem beim Pumpen in den Strömungsmessern Luftblasen aufsteigen, setzt man die Bürette ab und verwirft das noch im Gerät befindliche Blut (siehe Abschnitt XVII, Abbau und Reinigung). Es ist in diesem Falle zu beachten, daß dieses Blut heparinisiert ist und es empfiehlt sich daher, zusätzlich zu der oben angegeben intravenösen Injektion von Protaminsulfat 5 ml einer 5%igen Protaminsulfatlösung i.m. zu injizieren, dieses Depotprotamin kompensiert das mit der Tropfinfusion noch einlaufende Heparin.
- 3.) Die eingebundenen Kanülen sollen noch einige Stunden in den Gefäßen verbleiben. Ein Herausnehmen unmittelbar nach Abschluß der Dialyse ist unzweckmäßig. Die Kanüenschläuche werden samt Klemme in eine Mullkompressen gehüllt und am Arm mit Binden fixiert. Die venöse Kanüle kann für noch nötige Infusionen gebraucht werden, auch die arterielle Kanüle gibt später gewöhnlich noch Blut für Laborbestimmungen ab.

XIX. Abbau und Reinigung des HAEMODIALYSATORS nach der Dialyse

=====

- 1.) Nach Absetzen des Gerätes vom Patienten werden die Transparenzschläuche am Thermostaten in unmittelbarer Nähe des Thermostaten gleichzeitig abgeklemmt. Der Thermostat wird abgeschaltet. Die Schläuche werden vom Thermostaten gelöst. Der Verbindungsschlauch zwischen dem Thermostaten gelöst. Der Verbindungsschlauch zwischen dem Dialysator und der Polyäthylen-Flasche wird in der Nähe des Y-Stückes abge-

klemmt und vom Y-Stück abgezogen. Die Carbogen-Zufuhr wird abgestellt, der Zu-
leitungsschlauch ebenfalls vom Thermostatengetrennt. Zum weitem Abbau wird der
HAEMODIALYSATOR zweckmäßig aus dem Patientenraum entfernt.

Man löst die an den beiden Spülösungsschläuchen befindlichen Klemmen zuerst und läßt
die in den Dialysatoren befindliche Spüllösung ablaufen. Darauf wird das System entleert.
Hierzu wird das Saugstück mit Schlauch, das zur Rotanda-Spritze gehört, an den arteriel-
len Schlauch angeschlossen und mit der Blutpumpe Leitungswasser durch das blutführen-
de System gepumpt. Das aus dem venösen Schlauchende klar austritt. Durch diese Maß-
nahme wird das blutführende System bereits grob gesäubert, bei der spätern Demontage
wird der HAEMODIALYSATOR nicht mehr mit Blut verunreinigt.

Nachlaufkontrollgefäß und weiter Siliconschlauch werden demontiert. An die Silicon-
schläuche zwischen den unteren Winkelstücken und den Strömungsmessern wird je eine
Klemme gelegt, diese Schläuche von den Strömungsmessern abgezogen und beide sowie
der Luftfänger aus ihren Klemmhalterungen genommen; die einzelnen Teile werden da-
raufhin von den Schläuchen getrennt. Die arteriellen Siliconschläuche werden von den
obern Winkelstücken abgezogen. Nunmehr werden die Flügelschrauben an den Zentral-
spindeln gelöst, die Spindeln abgenommen und Boden- und Deckplatte von den Dialysa-
toren abgezogen. Hierbei ist mit „vorsichtiger Gewalt“ zu verfahren. Durch den erheb-
lichen Spanndruck der Spindel sitzen die beiden Platten recht fest. Man unterstützt das
Abnehmen durch leichtes Klopfen mit dem beigefügten Gummihammer. Wenn die
zylindrischen Teile der Dialysatoren freistehen, werden die Spannbänder gelöst. Der
Knebel ist hierzu erforderlich. Man klappt bei jedem Dialysator die beiden Außen-
zylinderhälften ab und entfernt den Dialysierschlauch nach Abschneiden von den Winkel-
stücken vom Innenzylinder. Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass ein
Vertauschen der Innen -und Außenzylinder sowie der beiden Deckplatten nicht
vorkommen soll, da die zu jedem Innenzylinder gehörigen Außenzylinder und Deckplatten
trotz Toleranzen von 5/100 mm in der Fertigung zu vermeiden, sind die fünf genannten
Teile, die zu den Dialysierzylindern gehören, mit der gleichen Zahl markiert. Die Zahlen
sind an folgender Stelle angebracht:

am Innenzylinder:	in der einfachen Punktmarkierung auf der Oberseite
am einen Außenzylinder:	in der einfachen Punktmarkierung auf der Oberseite
am anderen Außenzylinder:	an der doppelten Punktmarkierung auf der Oberseite
am Bodenring:	im seitlich sitzenden Markierungspunkt
am Deckelring:	im seitlich sitzenden Markierungspunkt.

Die Winkelstücke und Gummistopfen werden aus ihren Bohrungen entfernt. Alle demon-
tierten Glasteile legt man zweckmäßigerweise in handwarmes Wasser, dem man einige
Tabletten Okian oder Enzynorm (oder ein anderes eiweißlösendes Mittel) zusetzt. Der

Dialysierschlauch und der weite Siliconschlauch aus der Blutpumpe werden verworfen. Der enge Siliconschlauch kann nach guter Durchspülung erneut Verwendung finden.

Nunmehr wird der Thermostat entleert und das Gerät bis zum Füllwinkelniveau mit Aqua dest. gefüllt. Auspump- und Einlaufstutzen werden Kurzgeschlossen und das Gerät zur Säuberung eingeschaltet. Es ist hierbei zweckmäßig, das Kontaktthermometer bis auf +50 °C zu verstellen, damit das Wasser unter stärkerer Erwärmung den Thermostaten säubern kann. Er wird entleert und innen und außen gründlich trocken gerieben.

Der Gummistopfen wird von der Polyäthylen-Flasche abgezogen und die Flasche entleert (bei quantitativer Urea-Bestimmung die letzte Probeentnahme nicht vergessen!).

2.) Reinigung des Dialysators

Die Glasteile werden nach dem Einweichen (s. oben) mechanisch gesäubert und mit Aqua dest. nachgespült. Die Hartgummiteile sind einzeln auf weicher Unterlage in eine Wanne zu setzen und mit einer weichen Bürste zu säubern. Die Zellkautschuk-Ringdichtungen werden hierzu aus Boden- und Deckplatte entfernt. Anschließend wird das Gerät an der Luft getrocknet. Nur nach völliger Trocknung sämtlicher Hart- und Weichgummiteile darf das Gerät erneut montiert werden. Die Metallteile sind für die Reinigung vom Dialysator zu lösen, soweit dies möglich ist.

XX. Vorbereitung des HAEMODIALYSATORS zum erneuten Gebrauch

=====

Es hat sich als zweckmäßig erwiesen, bereits jetzt einen neuen Dialysierschlauch aufzuziehen, um bei einem erneuten Einsatz Zeit zu sparen. Diese Montage ist jedoch nur mit völlig trockenem Gerät möglich. Man verfährt hierbei genau wie unter Abschnitt VII. eingehend beschrieben.

Die beiden Winkelstücke, die in das Innere des Innenzylinders führen, bleiben durch die aufgesetzten Gummikappen geschlossen. Die Siliconschläuche und Strömungsmesser sowie Luftfänger werden nicht montiert, sondern steril separat aufbewahrt. Es ist nochmals zu betonen, dass für die Aufbewahrung mit aufgezo-genem Schlauch das Gerät innen völlig trocken sein muss, da sonst eine Einweichung des Dialysierschlauches, die über längere Zeit zur Zerstörung führen kann, eintritt. Aus diesem Grunde sind auch die beiden Spüllösungsstutzen mit Gummistopfen zu verschließen. Im Falle einer Aufbewahrung des Gerätes mit trocken aufgezo-genem Dialysierschlauch ist nach dem Aufziehen zur Aufbewahrung eine Dichtigkeitsprüfung gemäß Ziffer VII. 2. vorzunehmen. Sofern das Gerät längere Zeit unbenutzt steht, ist die Dichtigkeitsprüfung vor dem nächsten Einsatz am Patienten zu wiederholen.

XXI. Laborbestimmungen

=====

Exakte Laborbestimmungen während der Dialyse sind Voraussetzung für die Beurteilung des Effektes. Es ist ratsam, von jeder Probe einen Rest zu verwahren, um bei der abschließenden Beurteilung des Gesamtverlaufes einzelne Werte kontrollieren zu können. Die Rest-N-Bestimmungen sind nur nach dem Kjeldalverfahren durchzuführen.

XXII. Pflege des HAEMODIALYSATORS

=====

Der Dialysator soll vor starken Lichtstrahlen, besonders vor Sonnenlicht geschützt werden. Das Gesamtgerät ist trocken aufzubewahren, möglichst staubgesichert. Die Glasteile und die Siliconschläuche sind ebenfalls, sofern sie unsteril aufbewahrt werden, vor Verstaubung und Feuchtigkeit zu schützen. Wasserflecken, die längere Zeit auf irgendeinem Werkstoff bleiben, hinterlassen unansehnliche Spuren.

XXIII. Schlußbemerkungen

=====

Technisches Einfühlungsvermögen, Umsicht und manuelles Geschick können beim besten Wissen und Wollen im Dialyse-Betrieb nicht entbehrt werden; wer die mechanische Gebundenheit der Methodik scheut, wem nicht eine „kleine chirurgische Passion“ erhalten blieb, soll sich nicht mit der apparativen Blut-Dialyse beschäftigen.

Sind die personellen und praktischen Voraussetzungen gegeben, so wird die Leistungsstärke des HAEMODIALYSATORS überraschen, seine bis in den Zellstoffwechsel eingreifende kontinuierliche Normalisierung azotämischer Blutveränderungen wird auch den primär Skeptischen überzeugen und - last not least - die lebensrettenden Einsätze des Gerätes werden nicht ausbleiben.

Anlage 7

Anweisung zur Ultrafiltration

=====

Wie bereits im Abschnitt I. 3. gesagt, ist der HAEMODIALYSATOR auch zur Ultrafiltration einsetzbar. Es wird hierbei in der Regel nur mit einem Zylinder gearbeitet. Die Ultrafiltration ist aber auch mit beiden Geräten möglich. Außerdem ist mit dem Modell III/2 die Ultrafiltration mit gleichzeitiger Dialyse Durchführbar. Eine wirksame Ultrafiltration ist ohne beson-

deren technischen Aufwand möglich, da der erforderliche Unterdruck im Spüllösungssystem durch eine Wasserstrahlpumpe erreicht wird, die in den Ultra-Thermostaten eingebaut ist. Für die Durchführung der Methode sollen nachstehend einige Hinweise gegeben werden:

1.) Ultrafiltration mit einem Dialysierzylinder des Modelles III/2

Die Vorbereitung des Gesamtgerätes, also Montage (VII.), Auffüllung und Sterilisation des blutführenden Systems (X.) und der Anschluss an den Patienten (XV.) erfolgen in gleicher Weise wie in den genannten Abschnitten für die Dialyse beschrieben. Es versteht sich von selbst, dass bei der Montage des Hartgummizylinders für die Ultrafiltration größter Wert auf gute Dichtigkeit des Spülsystems gelegt werden muss. Zu empfehlen ist das Anfeuchten der untern, besonders der oberen Dichtungsringe aus Zellkautschuk (oben werden ebenfalls zwei Dichtungsringe eingelegt). In die Trennspalte der beiden Außenzylinderhälften werden zwischen Innenzylinder und vertikaler Weichgummidichtung zwei entsprechend große angefeuchtete Stücke aus Zellkautschuk eingeführt, die aus den Ronden geschnitten werden.

Die Spüllösung wird in üblicher Weise angesetzt und vorbereitet (IX.). Die Auffüllung und Aufheizung des Spülsystems auf +39°C wird wie bei der Dialyse durchgeführt. Zur Vorbereitung für die Ultrafiltration soll die Spüllösung etwas länger zur Aufheizung des Hartgummizylinders kreisen, um eine gewisse Wärmespeicherung zu erzielen. Ebenfalls ist die Dichtigkeitsprüfung mit einem höhern Prüfdruck vorzunehmen (500 mm Hg), um den Schlauch auf Festigkeit gegenüber der höhern Druckbelastung bei der Ultrafiltration zu kontrollieren. Bei der Dichtigkeitsprüfung ist der Druck sehr langsam zu steigern; das mitgelieferte Manometer von 0 bis + 600 mm Hg wird an den entsprechenden Siliconschlauch angeschlossen. Dabei sind Boden- und Deckplatte bereits montiert. Der Druckausgleich nach der Prüfung ist ebenfalls langsam durchzuführen. Es muss an dieser Stelle gesagt werden, dass die Herstellung von Dialysierschlauch mit absolut gleichmäßiger Wandstärke nicht garantiert werden kann.

Zur Darstellung der notwendigen Druckbedingungen wird einmal der Druck im blutführenden System gesteigert, zum anderen wird der Druck im Spüllösungssystem gesteigert, zum anderen wird der Druck im Spüllösungssystem erniedrigt. Die Differenz beider Drücke soll eine Größe von 500 mm Hg nicht übersteigen, um den Dialysierschlauch nicht zu gefährden. Zur Kontrolle der Druckverhältnisse während der Ultrafiltration ist die Einschaltung zweier Manometer unbedingt erforderlich.

Das Manometer im blutführenden System soll in den arteriellen Schlauch eingeschaltet werden, hierzu setzt man ein kleines T-Stück ca. 20 cm vor das obere Winkelstück in den zuleitenden Siliconschlauch und fixiert es mit einem Leucoplaststreifen an einem Schenkel des oberen Stahlkreuzes. Am senkrechten Schenkel dieses T-Stückes befestigt man ein ca. 1,00 m langes sterilisiertes Siliconschlauchstück, an dessen freien Ende das Überdruckmanometer von 0 bis + 600 mm Hg angesetzt wird. Etwa 30 cm vom Manometer entfernt wird in den Schlauch eine längere Verbindungsstück eingesetzt, damit aufsteigendes Blut beobachtet werden kann und nicht in das Manometer eindringt. Das Manometer wird so befestigt, dass der Siliconschlauch senkrecht verläuft.

Das zweite Manometer, das einen Messbereich von -760 bis 0 mm Hg hat (Unterdruckmanometer), wird in das Spüllösungssystem eingeschaltet, ein großes T-Stück wird hinter (in Strömungsrichtung) den oberen Spüllösungsstutzen im Rücklaufschlauch der Spüllösung eingesetzt und das Manometer in gleicher Weise mit einem Vakuumschlauch daran befestigt. Auch hier setzt man in 30 cm Entfernung vom Manometer ein langes, großes Verbindungsstück ein.

Beide Manometer werden an der Stativstange, die am oberen Stahlkreuz durch eine Spezialmuffe gehalten wird, mit einer doppelten Bürettenklemme befestigt.

Der Rücklaufschlauch der Spüllösung, der vom oberen Spülstutzen des Gerätes zum Zulaufstutzen der Wasserstrahlpumpe im Ultra-Thermostaten führt, muss ein starkwandiger Vakuumschlauch sein (8 mm Innendurchmesser, 20 mm Außendurchmesser), da er im Unterdruck nicht kollabieren darf. Für den Zulaufschlauch der Spüllösung benutzt man wie üblich den Transparenzschlauch. Unmittelbar hinter dem Auspumpstutzen am Thermostaten wird ein großes Y-Stück in den Schlauch eingesetzt. Der eine Schenkel des Y-Stückes wird mit einem entsprechend langen Transparenzschlauch mit dem unteren Spüllösungsstutzen des Gerätes verbunden. An diesen Schlauch wird eine Schraubklemme angelegt. An den anderen Schenkel des Y-Stückes wird ein ca. 75 cm langer Transparenzschlauch angesetzt und mit einer Schraubklemme geschlossen. Dieser Schlauch führt später zur Polyäthylen-Flasche.

Der nach oben zeigende Schenkel des T-Stückes am Auspumpstutzen des Thermostaten wird durch den roten Gummischlauch (13 x 19 mm) mit dem oberen Rohr der Wasserstrahlpumpe verbunden. Dieser Schlauch soll ohne Knicke verlegt werden und bildet einen umgekehrten U-Bogen etwa bis zur Höhe der Motoroberkante am Thermostaten. An diesen Schlauch wird eine mittlere Schraubklemme (40 mm) angelegt.

Für die Auffüllung und Aufheizung des Spülsystems wird die Schraubklemme zur Wasserstrahlpumpe fest geschlossen. Der zum Unterdruckmanometer führende Schlauch wird durch eine große Schraubklemme (60 mm) abgeklemmt. Durch Betätigung der am Zulaufschlauch (Transparenzschlauch) zum Gerät liegenden kleinen Schraubklemme wird wie üblich ein Minutenvolumen der Spüllösung von 2.000 ml/Min. eingestellt und damit das System aufgeheizt. Während der Aufheizung wird der Vakuumschlauch vom Saugstutzen der Wasserstrahlpumpe abgezogen und durch die kleine Öffnung lose in den Thermostaten gehängt, damit das in der Wasserstrahlpumpe eingebaute Rückschlagventil keinen zusätzlichen Widerstand bildet.

Nach diesen Vorbereitungen wird das blutführende System des HAEMODIALYSATORS in der für die Dialyse beschriebenen Weise in den Patientenkreislauf eingeschaltet. Die Spüllösung kreist hierbei mit 2.000 ml/Min. durch das Gerät. Nach Einlauf der Konserve und nach direkter Verbindung des vom Luftfänger kommenden Schlauches mit der Vene legt man zur Erzielung des notwendigen Überdruckes im blutführenden System an den Siliconschlauch zwischen unterem Winkelstück und Strömungsmesser eine kleine Schraubklemme an und schließt diese soweit, dass das im arteriellen Siliconschlauch befindliche Manometer einen Überdruck von 200 bis 250 mm Hg anzeigt, wobei gleichzeitig das Blutminutenvolumen möglichst 200 ml betragen soll. Um dieses zu erreichen, muß die Leistung der Blutpumpe gesteigert werden, wobei das Schließen der venösen Drosselklemme und die Leistungssteigerung der Blutpumpe aufeinander unter Beobach-

tung des Manometer abgestimmt werden sollen. Bei gutem Blutzulauf aus der Arterie kann das Minutenvolumen noch weiter gesteigert werden, der angegebene Druck soll jedoch nicht überschritten werden (venöse Drosselklemme in diesem Falle etwas lockern).

Nach sorgfältiger Einstellung der Betriebsbedingungen im blutführenden System wird der Unterdruck im Spüllösungssystem erzeugt. Zuerst wird die Schraubklemme zwischen Auspumpstutzen des Thermostaten und Wasserstrahlpumpe geöffnet und damit die Wasserstrahlpumpe in Betrieb genommen. Danach wird die Schraubklemme am zum Gerät führenden Transparenzschlauch etwas gedrosselt, um das Minutenvolumen der Spüllösung zu mindern (Klemme nicht völlig schließen). Jetzt öffnet man vorsichtig unter Beobachtung des Unterdruckmanometers die Drosselklemme am Vakuumschlauch, der zu diesem Manometer führt. Sollte beim vorsichtigen Öffnen dieser Klemme das Unterdruckmanometer auf seinem Nullpunkt verharren, schließt man die Drosselklemme am zuführenden Transparenzschlauch so lange langsam weiter, bis am Manometer ein Unterdruck angezeigt wird. Danach öffnet man die große Schraubklemme am Manometerschlauch voll. Die Einstellung und auch die spätere Regulierung des Unterdruckes erfolgt jetzt nur noch mit der Drosselklemme am zuführenden Transparenzschlauch. Durch Zuschrauben oder Öffnen dieser Klemme kann man die Saugleistung der Wasserstrahlpumpe sehr genau regulieren. Je nach anfänglicher Stellung dieser Klemme öffnet oder schließt man diese soweit, daß das Unterdruckmanometer einen Sog von 250 mm Hg anzeigt. Bei Einstellung dieses Unterdruckes, der möglichst nicht überschritten werden soll, ist das Manometer im blutführenden System zu beobachten und evtl. durch Verstellen der Drosselklemme zwischen unterem Winkelstück und Strömungsmesser oder durch Leistungsänderung der Blutpumpe zu korrigieren. Nach Abgleichung beider Manometer zeigt das im blutführenden System eingeschlossene einen Überdruck von 250 mm Hg, das im Spüllösungssystem befindliche einen Unterdruck von 250 mm Hg an. Sofern im blutführenden System infolge schlechten Blutnachstroms aus der Arterie der angegebene Überdruck von 250 mm Hg nicht erreicht werden kann, kann der Unterdruck im Spüllösungssystem so weit gesteigert werden, bis der geforderte Differenzdruck von 500 mmHg wieder erreicht wird. Es ist jedoch immer besser, den Überdruck im blutführenden System möglichst hoch zu halten und den Druck im Spüllösungssystem nicht stärker zu erniedrigen. Bei 250 mm Hg Unterdruck fließen durch das Spüllösungssystem immer noch ca. 500 ml Spüllösung pro Minute, die zur Temperierung des Gerätes ausreichen. Bei stärkerem Sog verringert sich die durchlaufende Spüllösungsmenge, wodurch die Temperatur im Gerät langsam abfallen kann. Sofern man zu einem stärkeren Sog als 250 mm Hg gezwungen ist, ist die Temperatur des in die Vene zurückfließenden Blutes hin und wieder zu kontrollieren. In diesem Falle kann man durch gelegentliches kurzzeitiges Öffnen der Drosselklemme am Transparenzschlauch einen größeren Schub Spüllösung zur Temperierung des Gerätes in die Spülgänge einfließen lassen. Hierzu - wie überhaupt grundsätzlich - soll das Öffnen und Schließen der Schraubklemme langsam geschehen. Während dieses Einstromes sinkt natürlich der Unterdruck im Spüllösungssystem etwas ab. An den noch freien Transparenzschlauch am großen Y-Stück am Auspumpstutzen des Thermostaten wird die Polyäthylen-Flasche 25 Ltr. Inhalt in üblicher Form mit den beiden Winkelrohren angeschlossen, der Rücklaufschlauch wird auf den Einlaufstutzen am Thermostaten gesteckt, der zweite Schenkel des Einlaufstutzens wird mit einer Blindkappe verschlossen. Das Minutenvolumen der Spüllösung durch die Polyäthylen-Flasche wird auf 2.00 ml eingestellt. Hierzu benutzt man die am zuführenden Transparenzschlauch liegende Schraubklemme. Die Spüllösung kreist also im Nebenschluss und erneuert so kontinuierlich die Spüllösung im Thermostaten. Die Polyäthylen-Flasche wird dreiviertelstündlich ausgewechselt.

Die ultrafiltrierte Wassermenge kann am Patienten nur durch genaue Wägung bestimmt werden. Eine Bettenwaage, die auch für sonstige Wägungen bettlägeriger Patienten Verwendung finden kann, ist hierzu erforderlich und zum HAEMODIALYSATOR entwickelt worden.

Gerinnungszeitkontrollen und die sonstigen im Abschnitt XVII. beschriebenen Maßnahmen werden auch bei der Ultrafiltration laufend durchgeführt. Sofern während der Behandlung irgendwelche Eingriffe am blutführenden oder am Spüllösungssystem notwendig werden (Behebung von Störungen etc.), ist immer zuerst der Unterdruck in Spüllösungssystem aufzuheben (Unterdruckmanometer abklemmen, Wasserpumpe außer Betrieb setzen, Spüllösung unter normalen Druckbedingungen wie bei der Dialyse kreisen lassen). Nach Durchführung der erforderlich gewesen Maßnahme wird der Unterdruck in der schon beschriebenen Weise wieder eingestellt.

Zugleich mit der Kontrolle des Blutminutenvolumens sind die beiden Manometer laufend zu kontrollieren. Trotz der Dichtigkeitsprobe mit 500 mm Hg kann der Cellophanschlauch bei vorher nicht erkennbarer, ungleichmäßiger Wandstärke während der Ultrafiltration platzen. Dieses Ereignis ist sofort am Abfallen der beiden Manometer erkennbar. In diesem Falle ist sofort arteriell und venös abzuklemmen und das Gerät vom Patienten zu trennen. Durch das Druckgefälle von Blut zur Spüllösung ist ein Übertreten der unsterilen Spüllösung ins Blut unmöglich. Sofern nach ausreichender Entwässerung des Patienten (Gewichtskontrolle) die Ultrafiltration beendet werden soll, wird zuerst der Unterdruck im Spüllösungssystem aufgehoben. Hierzu wird zuerst der zum Unterdruckmanometer führende Schlauch mit der großen Schraubklemme abgeklemmt. Danach wird die Schraubklemme am Zuleitungsschlauch zur Wasserstrahlpumpe geschlossen. Die vom Thermostaten durchströmende Spüllösung gleicht nunmehr in wenigen Sekunden den Unterdruck im Gerät aus. Nach Einstellung des Normaldruckes im Spülleitungssystem wird der Überdruck im blutführenden System aufgehoben. Die Zwischen unterem Winkelstück und Strömungsmesser liegende Drosselklemme wird langsam unter gleichzeitiger Reduzierung der Leistung der Blutpumpe geöffnet und vom Schlauch gelöst. Nach Herstellung der normalen Betriebsbedingungen (wie bei der Dialyse) erfolgt das Absetzen der HAEMODIALYSATORS und der Abbau des Gerätes genau wie in den Abschnitten XVIII. und XIX. beschrieben. Bei Spülung des Ultra-Thermostaten mit Aqua dest. soll besonders die Wasserpumpe gründlich durchspült werden, damit durch Auskristallisation von Salzen ein Verstopfen der Düse verhindert wird.

Da nach der gegebenen Anweisung ein Überdruck im blutführenden System erzeugt werden muss, der durch Druck und Auswurf der gewählten Arterie allein nicht darzustellen ist, kann die Ultrafiltration nur unter Einschaltung der Blutpumpe durchgeführt werden.

Zur Aufrechterhaltung des pH-Wertes der umlaufenden Spüllösung wird auch bei der Ultrafiltration laufend Carbogen in den Thermostaten eingeblasen (Dosierung siehe Anweisung zur Dialyse).

2.) Ultrafiltration mit beiden Dialysatoren des Modells III/2

Die Ultrafiltration mit beiden Dialysierzylindern wird entsprechend der unter 1. angegeben Hinweise durchgeführt. Nach entsprechender Montage und Vorbereitung wird das Mano-

meter im blutführenden System vor dem arteriellen Y-Stück in den Siliconschlauch eingesetzt. Die Rücklaufschlauche für die Spüllösung werden an einem großen Y-Stück zusammengeführt und mit einem am geraden Schenkel dieses Y-Stückes befestigten Schlauch gemeinsam zur Wasserstrahlpumpe geführt. Das Manometer im Spüllösungssystem sitzt zwischen diesem Y-Stück und der Wasserstrahlpumpe. auch hier mit dem Rücklaufschlauch von beiden Dialysatoren sowie der gemeinsame Rücklaufschlauch zur Wasserstrahlpumpe im Thermostaten durch einen Vakuumschlauch ersetzt werden.

Die Einstellung der Betriebsbedingungen geschieht wie oben angegeben. Die Gesamtströmung von möglichst 200 ml/Min. (oder höher) soll auch hier genau geteilt werden, notfalls durch Abgleichung mittels einer zusätzlichen Drosselklemme zwischen den beiden Dialysatoren.

Sofern beim Ultrafiltrieren mit beiden Dialysatoren die Isothermie nicht ganz gewahrt werden sollte (ungünstige Raumtemperaturen etc.), ist der Unterdruck im Spüllösungssystem etwas zu verringern. Hierzu wird die Schraubklemme am zuleitenden Transparenzschlauch etwas geöffnet, wodurch der Unterdruck abfällt (Manometer ablesen). Bei 200 mm Hg Unterdruck fließen bereits ca. 750 bis 800 ml Spüllösung durch die Geräte, die zur Aufrechterhaltung der physiologischen Temperatur absolut ausreichen. Um die angegebene Druckdifferenz von 500 mm Hg wieder herzustellen, wird die hinter dem venösen Y-Stück sitzende Drosselklemme im blutführenden System etwas stärker geschlossen und die Leistung der Blutpumpe gering gesteigert. Hierdurch ist ein Überdruck von 300 mm Hg im blutführenden System ohne weiteres erzielbar. Sofern die Schliffe am Strömungsmesser und Luftfänger primär zu stark paraffiniert worden sind, neigen sie bei diesen Überdrücken zum Abspringen. Die Schliffe sind deshalb mit insgesamt vier Federn zu sichern.

Die Polyäthylen-Flasche wird in gleicher Art (siehe Position 1.) im Nebenschluss über ein Y-Stück eingeschlossen. Der Wechsel geschieht halbstündlich.

Nach Beendigung der Behandlung wird auch hier zuerst der Unterdruck vorsichtig aufgehoben. Alle weiteren Maßnahmen sind aus dem unter 1.) Gesagten zu entnehmen.

3.) Gleichzeitige Dialyse und Ultrafiltration mit dem Modell III/2 HAEMODIALYSATORS

a) Vormerkungen

Aufgrund des Konstruktionsprinzips des HAEMODIALYSATORS ist es möglich, durch Hintereinanderschalten beider Dialysatoren beide Behandlungsmethoden gleichzeitig durchzuführen. Der erste Zylinder wird dabei zur Ultrafiltration, der zweite zur Dialyse benutzt. Der HAEMODIALYSATOR ist bis heute das einzige bekannte Gerät, mit dem diese kombinierte Behandlung voll wirksam möglich ist.

b) Montage des blutführenden Systems

Die Anweisungen für die Montage der Dialysierzylinder sind in der vorliegenden Anweisung bereits gegeben worden. Für die kombinierte Behandlung werden die Dialy-

satoren im blutführenden System hintereinander geschaltet. Es wird nur ein Strömungsmesser benötigt, der am zweiten Dialysator montiert ist. Auf Einzelheiten der Montage braucht nicht nochmals eingegangen zu werden, es versteht sich von selbst, dass die Dichtheitsprobe (für den ersten Dialysierzylinder mit 500 mmHg), Auffüllung und Sterilisationsmaßnahmen usw. wie üblich durchgeführt werden. Für die Montage des blutführenden Systems soll nachstehend der Strömungsverlauf angegeben werden, aus dem die notwendigen Schlauchverbindungen leicht zu erschen sind. Das Blut strömt: Patient (Arterie) - Nachlaufkontrollgefäß - Blutpumpe - T-Stück am Manometer im blutführenden System - oberes Winkelstück des ersten Zylinders (Ultrafiltrators) - dieser Zylinder - unteres Winkelstück dieses Zylinders - oberes Winkelstück des zweiten Zylinders (Dialysator) - dieser Zylinder - unteres Winkelstück dieses Zylinders - Strömungsmesser - Luftfänger - Patient (Vene).

Das Überdruckmanometer wird an das vorstehend genannte kleine T-Stück im zuführenden Siliconschlauch angeschlossen, die Drosselklemme zur Erzeugung des Überdruckes im blutführenden System wird an den Siliconschlauch zwischen beiden Zylindern gelegt.

c) Montage des Spüllösungssystems

Die Spüllösung kreist mit 2.00 ml/Min. nur durch den zweiten Zylinder, also durch den Dialysator. Die Schlauchverbindungen werden so hergestellt, dass ein vom waagerechten Auspumpstutzen des Thermostaten kommender Transparenzschlauch mit einem großen Y-Stück versehen wird. Ein Schenkel dieses Y-Stückes wird durch einen Transparenzschlauch mit dem unteren Spüllösungsstutzen des Ultrafiltrators verbunden, der andere Schenkel durch einen gleichen Schlauch mit dem unteren Spüllösungsstutzen des Dialysators. An den Transparenzschlauch, der zum Ultrafiltrator führt, wird eine Schraubklemme angelegt. Diese dient später zur Einstellung und Regulierung des Unterdruckes und regelt gleichzeitig die durchlaufende Spüllösungsmenge durch den Ultrafiltrator. An den anderen Transparenzschlauch wird ebenfalls eine Schraubklemme angelegt und diese so eingestellt, daß 2.000 ml/Min. durch den Dialysierzylinder fließen.

Für den Rücklaufschlauch vom Ultrafiltrator wird ein Vakuumschlauch benutzt, der unmittelbar hinter dem oberen Spüllösungsstutzen dieses Zylinders ein großes T-Stück erhält, an welches das Unterdruckmanometer mit einem Vakuumschlauch angeschlossen wird. Dieser Rücklaufschlauch führt zum Saugstutzen der Wasserstrahlpumpe. Der obere Spüllösungsstutzen des Dialysators wird mit einem Transparenzschlauch versehen, der in üblicher Weise über die zwischengeschaltete Polyäthylen-Flasche zum Rücklaufstutzen des Thermostaten führt.

Die Auffüllung beider Zylinder mit Spüllösung geschieht in der beschriebenen Weise, wobei der Rücklaufschlauch vom Ultrafiltrator temporär vom Saugstutzen der Wasserstrahlpumpe abzuziehen und lose in die Thermostatenöffnung einzuhängen ist.

d) Weitere Hinweise

Wie bereits gesagt, muss im Ultrafiltrator ein Überdruck im blutführenden System erzeugt werden. Dies geschieht in der beschriebenen Art durch Leistungssteigerung der Blutpumpe

und Betätigung der oben angelegten Drosselklemme, die zwischen den beiden Zylindern am Siliconschlauch liegt. Bei fließendem Blutstrom wird diese Drosselklemme langsam geschlossen, bis das Überdruckmanometer vor dem Ultrafiltrator 250 mm Hg anzeigt.

Zu erwähnen wäre noch, daß bei der Auffüllung und Sterilisation des blutführenden Systems beide Zylinder hintereinander durchströmt werden müssen. Hierzu sind nach der Sterilisation mit 2 Ltr. Penicillin-Streptomycin-Lösung 20 Ltr. sterile physiologische Kochsalzlösung durchzupumpen. Daran anschließend werden 2 Ltr. Plasmaersatzmittel, die mit 2 ml = 10.000 I.E. Heparin versetzt sind, in das blutführende System eingepumpt.

e) Anschluß des HAEMODIALYSATORS bei der kombinierten Behandlung an den Patienten

Die Auffüllung des blutführenden Systems von der Arterie her geschieht genau wie in der vorliegenden Anweisung in Abschnitt XV. ausführlich beschrieben. Es müssen zwei heparinisierte Konserven venös infundiert werden; nach Einlauf der eSpüllösung bereits durch den Dialysator.

Erst nach dem venösen Anschluss wird der Unterdruck in der Spüllösung des Ultrafiltrators erzeugt und der Überdruck im blutführenden System dieses Zylinders herbeigeführt. Dies geschieht in der beschriebenen Art durch Einschalten der Wasserstrahlpumpe, d.h. durch Öffnen der am Zulaufschlauch der Wasserstrahlpumpe liegenden Drosselklemme. Der erforderliche Unterdruck im Ultrafiltrator wird in der beschriebenen Weise durch die Drosselklemme am zuführenden Transparenzschlauch des Ultrafiltrators eingestellt und reguliert.

f) Maßnahmen während der Behandlung

Hierfür sind die in Abschnitt XVII. gegebenen Hinweise zu beachten. Zusätzlich sind die Unter- und Überdruckverhältnisse zu kontrollieren und dem Blutminutenvolumen anzupassen.

Das Auswechseln der Polyäthylen-Flasche geschieht wie bei der Dialyse halbstündlich, hierdurch wird der Ultrafiltrator laufend mit frischer Spüllösung versorgt. Während des Auswechselns der Polyäthylen-Flasche wird weder die Ultrafiltration noch die Dialyse, noch der umlaufende Blut- und Spüllösungsstrom unterbrochen. Auch bei der kombinierten Behandlung kann die dem Patienten entzogene Wassermenge nur durch Gewichtskontrolle mit einer Bettenwaage festgestellt werden.

g) Absetzen des Gerätes und Schlußbemerkungen

Wenn man sich zur Beendigung der Behandlung entschließt, ist zuerst der Unterdruck im Ultrafiltrator aufzuheben, daran anschließend wird die Drosselklemme zwischen beiden Zylindern gelöst und dadurch der Überdruck im blutführenden System des Ultrafiltrators aufgehoben. Der weitere Abbau erfolgt wie in Abschnitt XVIII. usw. beschrieben.

Kuzranweisung für den Einsatz des HAEMODIALYSATORS

Modell III/2

(Die in Klammern angegebenen Seitenzahlen beziehen sich auf die in der Arbeitsanleitung
gegeben ausführlichen Hinweise)

- 1.) Sterilisation der Einzelteile des blutführenden Systems
- 2.) Venaesection, Abdecken mit Topostasin-Tupfer
- 3.) Freilegung der Arterie, Abdecken mit Topostasin-Tupfer
- 4.) Ansatz der Spüllösung
- 5.) Montage des HAEMODIALYSATORS, Dichtigkeitsprüfung
 - a) Aufziehen der Dialysierschläuche
 - b) Zusammenbau der Dialysatoren
 - c) Dichtigkeitsprüfung
 - d) Montage der Strömungsmesser, des Luftfängers
und der blutführenden Siliconschläuche
 - e) Verbindung der Dialysatoren mit dem Thermostaten
 - f) Auffüllung des Thermostaten und Vorwärmen der
Spüllösung
- 6.) Auffüllung und Sterilisation des blutführenden Systems
 - a) Füllung mit Penicillin-Streptomycin-Lösung
(Einweichdauer 10 Minuten)
 - b) Nachspülung mit 20 Ltr. heparinisiertem Plasma-
ersatzmittel
- 7.) Auffüllung des Spülsystems
- 8.) Vorbereitung und Auffüllung des Konserven-Infusions-
gerätes
- 9.) Einbinden der Kanülen
 - a) Einbinden der venösen Kanüle und Anschluß
eines langsam laufenden NaCl-Tropfes
 - b) Solu-Decortin i.v.
 - c) Heparin i.v.
 - d) Einbinden der arteriellen Kanüle
- 10.) Beginn der Blut-Dialyse
 - a) Thermostat einschalten, Spüllösung kreisen lassen
 - b) Absetzen der laufenden NaCl-Tropfinfusion und
Anschluß des Konserven-Infusionsgerätes mit der

- heparinisierten Konserve an die Vene
- c) Verbindung der arteriellen Kanüle mit dem zur Blutpumpe führenden Siliconschlauch
 - d) Verbindung des vom Luffänger kommenden Siliconschlauches mit der leeren Bürette des Konserven-Infusionsgerätes
 - e) Konserven-Infusion und Auffüllung eines Dialysators mit dem aus der Arterie strömenden Blut (der andere Dialysator ist abgeklemmt)
 - f) Absetzen des Konserven-Infusionsgerätes und Verbindung der Vene mit dem Dialysator
 - g) Einschalten der Polyäthylen-Flasche in den Spüllösungskreislauf
 - h) Carbogen-Zufuhr am Thermostaten anstellen
 - i) Nach Abwarten von etwa 15 Minuten Einfüllen der zweiten heparinisierten Konserve in die Blutbürette des Konserven-Infusionsgerätes, Entleerung der anderen Bürette
 - j) Blutpumpe abstellen, Konserven-Infusionsgerät erneut zwischenschalten, den mit Patientenblut aufgefüllten Dialysator abklemmen und den zweiten Dialysator mit Blutauffüllen
 - k) Absetzen des Konserven-Infusionsgerätes und Verbindung der Vene mit dem Dialysator
 - l) Öffnen der Klemme am zuerst gefüllten Dialysator und Dialyse parallel durch beide Geräte
- 11.) Maßnahmen während der Dialyse
- a) Gerinnungszeitbestimmung und Heparinisierung
 - b) Probenentnahmen
 - c) Spüllösungswechsel (1/2 stündlich)
 - d) Kontrolle des Blutumlaufes
 - e) Überwachung des Patienten
- 12.) Ende der Dialyse
- a) Trennung der Arterie vom Dialysator
 - b) Protaminsulfat-Injektion
 - c) Trennung der Vene von Dialysator
 - d) Entleerung des Dialysators
 - e) Gerinnungszeitbestimmung
- 13.) Abbau und Reinigung des HAEMODIALYSATORS

**Anweisung zur Blut-Dialyse mit einem Dialysierzylinder
des Modelles III/2 des HAEMODIALYSATORS**

=====

In bestimmten Fällen genügt es, die Dialyse mit einem Dialysierzylinder durchzuführen, z.B. zur Normalisierung eines stark erhöhten Serum-Kaliumspiegels oder bei Einsatz des Gerätes an Kindern. Für die dann erforderliche Anordnung, die im Wesentlichen dem Modell III/1 entspricht, sollen einige Hinweise gegeben werden.

- 1.) Die in den Abschnitten I. bis IV. gegebenen Anweisungen gelten sinngemäß.
- 2.) Für den Dialysierbetrieb muss der Thermostat auf eine Pumpleistung von 2.000 ml/Min. eingestellt werden. Ein Rohr des Verteilerstückes wird mit einer Schraubkappe verschlossen. An das andere Rohrstück wird ein 75 cm langes Transparenzschlauchstück angesetzt und an dieses in der Nähe des Verteilerschlauches am Thermostaten eine Schraubklemme gelegt, die der Drosselung des Umlaufvolumens dient. Damit wird in der schon beschriebenen Weise das oben genannte Minutenvolumen der Spüllösung eingestellt und während der Dialyse nicht mehr verändert.
- 3.) Die Sterilisation der Einzelteile des blutführenden Systems erfolgt wie für das Modell III/2 beschrieben. Zur Vereinfachung der Montage empfiehlt es sich, die folgenden Verbindungen unsteril herzustellen und zusammen in Heißluft zu sterilisieren:
 - a) 1 Siliconschlauch (3 mm Innendurchmesser), 80 cm lang, einseitig mit kleinem Verbindungsstück versehen, an der anderen Seite ist das Nachlaufkontrollgefäß (ohne Aufsatz) mit seinem engen Rohrstutzen angesetzt (Verbindung: Patient (Arterie) - Blutpumpe)
 - b) 1 Schliffaufsatz für das Nachlaufkontrollgefäß mit herausgenommenem Hahnküken (der Schliff des Hahnküken ist nicht genormt, Hahnküken daher am besten an den Aufsatz anbinden, damit ein Vertauschen vermieden wird)
 - c) 1 Siliconschlauch (3 mm Innendurchmesser), 30 cm lang (Verbindung: Blutpumpe - Dialysator)
 - d) 1 Siliconschlauch (3 mm Innendurchmesser), 60 cm lang, einseitig mit dem Gerinnselfängeransatz verbunden, der mit Drahtsiebeinsatz versehen ist (Verbindung-Dialysator - Strömungsmesser).
 - e) 1 Siliconschlauch (3 mm Innendurchmesser), 25 cm lang, einseitig mit dem Schliffaufsatz für den Strömungsmesser, auf der anderen Seite mit dem gebogenen Rohrstutzen des Luftfängers verbunden (der Luftfänger ohne Aufsatz!). An den geraden Rohrstutzen des Luftfängers wird 1 Siliconschlauch (3 mm Innendurchmesser) 120 cm lang angesetzt, an dessen anderen Ende ein Übergangsstück befestigt wird (Verbindung: Strömungsmesser - Konserven-Infusionsgerät resp. Patient (Vene)).

- f) 1 Schliffaufsatz für den Luftfänger, mit herausgenommenem Hahnkükens (der Schliff des Hahnkükens ist nicht genormt, Hahnkükens daher am besten an dem Aufsatz anbinden, damit ein Vertauschen vermieden wird)
- g) 3 Siliconschläuche (3 mm Innendurchmesser), je 20 cm lang, zum späteren Ansetzen an die gewählten Kanülen
- h) eine Bürette des Konserven-Infusionsgerätes mit 30 cm Längen Siliconschlauch (3 mm Innendurchmesser) mit angesetztem kleinen Verbindungsstück
- i) die andere Bürette des Konserven-Infusionsgerätes mit 60 cm langem Siliconschlauch (3 mm Innendurchmesser), mit angesetztem kleinen Verbindungsstück
- j) beide Schliffaufsätze für die Büretten des Konserven-Infusionsgerätes, verbunden durch ein 8 cm langes Siliconschlauchstück (3 mm Innendurchmesser).

4.) Die Montage und Dichtigkeitsprüfung erfolgt wie in Abschnitt VII. angegeben. Dort wurden bereits die Arbeitsgänge zur Vorbereitung eines Dialysierzylinders eingehend beschrieben.

Nach positiver Dichtigkeitsprüfung wird das blutführende Schlauchsystem montiert, der Strömungsverlauf ist klar, da sich jetzt keine Abzweigungen mehr im Verlauf befinden (siehe hierzu Verlaufsschema Anlage 17).

Nach fertiger Montage des Dialysierzylinders und nach sinngemäßem Anbringen des Nachlaufkontrollgefäßes an die Blutpumpe (bei Dialysen mit nur einem Zylinder steht der Dialysator und die Blutpumpe zusammen auf dem Rolltisch) wird die Schlauchverbindung zum Thermostaten hergestellt. Ein Schenkel am Auspumpstutzen des Thermostaten wird mit dem vorhandenen Blindverschluss verschlossen, vom anderen Schenkel wird ein Transparenzschlauch von ca. 75 cm Länge mit den unteren Spülstutzen des Dialysators verbunden (dieser Schlauch trägt eine Schraubklemme, die zur Einstellung des Spüllösungsumlaufes dient). Mit einem zweiten 75 cm langen Transparenzschlauch wird der obere Stutzen des Dialysators mit dem Rücklaufstutzen des Thermostaten verbunden. Der zweite Schenkel am T-Stück des Rücklaufstutzens wird ebenfalls mit einer Blindkappe verschlossen.

5.) Der Ansatz der Spüllösung erfolgt wie in Abschnitt IX. beschrieben.

6.) Die Auffüllung und Sterilisation des blutführenden Systems ist in Abschnitt X. bereits eingehend beschrieben worden. Für den Betrieb mit nur einem Dialysator wird nur 1 Ltr. Penicillin-Streptomycin-Lösung der angegebenen Konzentration benötigt. Die Durchspülung nach 10 Minuten Wartezeit erfolgt hier mit 19 Ltr. steriler physiologischer Kochsalzlösung. die Auffüllung mit 1 Ltr. Plasmaersatzmittel mit 1 ml - 5.000 I-E- Heparin. Der Strömungsverlauf für diese retrograd durchzuführende Maßnahme ist klar, da sich im blutführenden System keine Abzweigungen mehr befinden.

7.) Für die Auffüllung des Spülsystems gelten die Hinweise des Abschnittes XII. Nachdem der Dialysator im Spülsystem aufgefüllt ist, wird die gesamte in der Polyäthylen-Flasche verbliebene Spüllösung zur Durchspülung benutzt. Danach wird 1 ml - 5.000 I-E. Heparin der kreisenden Spüllösung zugesetzt.

8.) Für den Anschluss des HAEMODIALYSATORs mit einem Dialysierzylinder sollen folgende Hinweise gelten:

- a) Nach der in der beschriebenen Weise durchgeführten Präparation der Blutgefäße wird nach dem Einbinden der venösen Kanüle der in gleicher Weise eine Tropfinfusion angeschlossen und kurz vor dem Einbinden der arteriellen Kanüle 1 Ampulle = 25 mg Solu-Decortin und danach 1 ml = 5.000 I.E. Heparin i.v. injiziert.
- b) Der im blutführenden und im Spülösungssystem aufgefüllte und anschlussfertige HAEMODIALYSATOR mit Blutpumpe steht einsatzbereit am Patientenbett. Das Konserven-Infusionsgerät ist montiert und aufgefüllt. Konserve mit 1 ml = 5.000 I.E. Heparin versetzen
- c) Der Thermostat ist eingeschaltet, die liegenden Peanklennen (nicht die Drosselklemme zur Umlaufregulierung) werden geöffnet, so dass die Spüllösung kreisen kann.
- d) Unmittelbar nach dem Einbinden der arteriellen Kanüle und nach der Wundversorgung wird der venös einlaufende Topf abgesetzt und der Anschlußschlauch der venösen Kanüle mit dem Siliconschlauch der mit Blut gefüllten Bürette des Infusionsgerätes verbunden. Die angesetzte Infusionsbürette bleibt steril und einsatzbereit.
- e) Gleichzeitig mit dem Anschluss des Konserven-Infusionsgerätes an die venöse Kanüle und Blutpumpe und zwischen Luftfänger und leerer Bürette im Infusionsgerät hergestellt. Die Auffüllung so wie in der Arbeitsanleitung für das Modell III/2 beschrieben. Nach Einfluß der Konserve wird das Infusionsgerät abgesetzt und demontiert.

Für das Protokoll ist dieses der Zeitpunkt des Beginns der Blut-Dialyse.

Nach Sicherung des Blutumlaufes wird die Polyäthylen-Flasche in den Spüllösungskreislauf eingeschaltet und der Thermostat mit Carbogen durchblasen (siehe vorn).

9.) Für die Maßnahmen während der Dialyse und zur Behebung evtl. auftretender Störungen gelten die Abschnitte XVI. und XVII.. Ein $\frac{3}{4}$ stündlicher Spüllösungswechsel ist beim Betrieb mit einem Dialysator ausreichend.

10.) Am Ende der Dialyse wird sinngemäß so verfahren, wie in Abschnitt XVIII. beschrieben. Nach Trennung des arteriellen Schlauches wird 5 ml Protaminsulfat 1%ig i.v. injiziert und danach auch venös getrennt.

11.) Die weiteren Angaben der Abschnitte XIX. usw. gelten sinngemäß.

Technische Daten des HAEMODIALYSATORS MODELL III/1

Aktive Oberfläche	0,9 m ²
Gesamt-Auffüllmenge des Spülsystems einschließlich Thermostat und Polyäthylen-Flasche	42,5 Ltr
Inhalt des Thermostaten bis zum Füllwinkelniveau	13,9 Ltr
Spüllösungsmenge für die Erstauffüllung (Thermostat und Dialysator	17,5 Ltr.
Länge des Dialysierschlauches	11,25 m
Flachbreite des Dialysierschlauches	40 mm
Radiäre Ausdehnung des Dialysierschlauches zwischen den Spülgangstegen	400 µ
Wandstärke des Dialysierschlauches	80 µ
Größe des Dialysators	700 x 360 mm
Gewicht des Dialysators	49,5 kg
Größe des Thermostaten leer	12,5 kg
Anschlusswert des Thermostaten einschließlich Motor	2.100 Watt
Anschlußspannung des Thermostaten	220 V, 50 Hz
Anschlußspannung des Blutpumpe	220 V, 50 Hz

Anlage 12

Literaturverzeichnis

- 1.) Moeller C. Neue Wege in der Behandlung des akuten temporären
Nierenversagens
Med. Klinik 44, 397, 1949
- 2.) Jacobi J. Therapie der Urämie
Ther. Woche Heft 8/9 1952

- 
- 3.) Moeller C. Unsere erfahrungen bei Blut-Dialysen
Vhdl. dtsh.Ges.f.Inn.Med. Bd. 60 1954
- 4.) Moeller C. Die Blut-Dialyse (Künstliche Niere)
Technik und Indikation
Ham. Ärztebl. 61. 255, 1954
- 5.) Moeller C. Über die Entwicklung einer künstlichen Niere
und ihre Anwendung
3. Freib. Symp. S. S. 254-258 1954
- 6.) Moeller C. Zum Thema „Künstliche Niere“
Dtsch. med. Wschr. 80 1578, 1955
- 
- 7.) Moeller C. Zur Technik der Blut-Dialyse
XVI. Tag .d. Dtsch.Ges. f. Urologie 2.-6.9.55
- 8.) Moeller C. und H. Köhling Die apparative Blutdialyse („künstliche Niere“) Überblick und eigene Erfahrungen
Klin. Wschr. 34 569-577 1957
- 9.) Moeller C. Die Indikation der apparativen Blut-Dialyse
künstliche Niere)
Ther. d. Gegw. 96, 55-57 1957
- 10.) Moeller C. Zur Frage der Bildung von sogenannten
„Nieren-Zentren“
Der Krankenhausarzt 30, 242-244 1957
- 11.) Moeller C. Organisation und Einrichtung eines „Nieren-Zentrums“
Med. Markt 6, 114-117 1958
- 
- 12.) Moeller C. Akutes Nierenversagen nach Unfällen
Hf. z. Unfallheilk. 62. 134, 1960
- 13.) Moeller C. Exogene und endogene Vergiftungsschäden der
Nieren und der Einsatz der künstlichen Niere in ihrer
Behandlung
22. Regensburger Fortbildungskurs
1959, Heft 3; Band 8
- 14.) Moeller C. Die aktive Behandlung des akuten Nierenversagens
NwD. Ges. Inn.Med. 54. Kongr.Ber. 1960 S. 15-17
- 15.) Moeller C. Zur Technik der Künstlichen Niere
Ham. Ärztebl. 15, 127, 1961
- 

Anlage 18

Legende zu den Anlagen 13 bis 17

=====

.....	Siliconschlauch, eng (Blut)
.-.-.-.-.-	Siliconschlauch, weit (Blutpumpe)
-----	Transparenzschlauch (Spüllösung)
=====	Vakuumschlauch
A ₁	Dialysierzylinder (Dialyse)
A ₂	Dialysierzylinder (Ultrafiltration)
B	Thermostat
C	Blutpumpe
D	Polyäthylen-Flasche 25 Ltr.
E	Wasserstrahlpumpe
F	Überdruckmanometer
G	Unterdruckmanometer

Blutführendes System

1	arterielle Kanüle
2	venöse Kanüle
3	kleines Verbindungsstück
4	Nachlaufkontrollgefäß
5	Übergangsstück Siliconschlauch eng - Siliconschlauch weit
6	kleines T-Stück
7	kleines Y-Stück
8	oberes Winkelstück
9	unteres Winkelstück
10	Gerinnselfängeransatz mit Sieb
11	Stömungsmesser
12	Schliffaufsatz
13	Luftfänger
14	Schraubklemmen zur Umlaufregulierung
15	Schraubklemme zur Drucksteigerung

Spüllösungssystem

16	Auspumpstutzen des Thermostaten mit Verteilerstück
17	unterer Spüllösungsstutzen am Dialysierzylinder
18	oberer Spüllösungsstutzen am Dialysierzylinder
19	großes Y-Stück
20	großes T-Stück
21	Überbrückungsschlauch der Polyäthylen-Flasche
22	Peanklemme
23	langes Winkelrohr
24	kurzes Winkelrohr
25	Schraubklemme zu Unterdruckregulierung.

Anmerkung:

Die Schraubklemmen zur Einstellung des Spüllösungsumlaufes sind nicht gezeichnet.