

Die künstliche Niere

Autor(en): **Cottier, P.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Das Schweizerische Rote Kreuz**

Band (Jahr): **66 (1957)**

Heft 4

PDF erstellt am: **30.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-975665>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

DIE KÜNSTLICHE NIERE

Von Dr. med. P. Cottier,

Oberarzt an der Medizinischen Poliklinik der Universität Bern

Die verschiedenen Modelle von künstlichen Nieren dienen dem Zweck, im Blut zirkulierende Giftstoffe zu entfernen. Der Name «künstliche Niere» hat sich deshalb eingebürgert, weil ihre Anwendung zur Hauptsache für die Wegschaffung von körpereigenen Giftstoffen bei Nierenversagen in Frage kommt. In gewissen Fällen von Vergiftungen (mit Schlafmitteln zum Beispiel) ist sie auch geeignet, die im Uebermass zugeführten Gifte aus dem Blute zu entfernen. Die künstlichen Nieren, die sich bewährten, beruhen auf dem Prinzip der Hämodialyse. Als Dialyse wird allgemein der zwischen zwei verschiedenen Lösungen durch eine halbdurchlässige Membran stattfindende Austausch von gelösten Stoffen bezeichnet. Im Falle der Hämodialyse wird Vollblut gegen eine wässrige Elektrolyt-Zuckerlösung dialysiert. Der Austausch der dialysierbaren Stoffe, das heisst derjeniger Moleküle, welche die Poren der Membran passieren können, erfolgt entsprechend ihrem Konzentrationsgefälle und ihrer Diffusionskonstante. Für Kolloide (Bluteiweisse) und Krankheitserreger (Bakterien und Viren) ist die Membran nicht durchlässig, so dass die die Cellophanmembran umspülende Dialysierflüssigkeit nicht steril zu sein braucht. Die verschiedenen Typen von Hämodialysatoren verwenden Cellophanschläuche oder Cellophankammern als blutführendes System, die in die Dialyselösung eintauchen.

Durch geeignete Zusammensetzung der Dialyselösung kann der folgende Stoffaustausch erzielt werden:

1. Die im Urämikerblut (Urämie = Vergiftung durch Harnbestandteile bei erheblich gestörter Harnabsonderung) vermehrten stickstoffhaltigen Substanzen und organischen Säuren treten in die Dialyselösung über, weil die Konzentration dieser Stoffe im Blut des Urämiikers höher ist als in der Dialyselösung.
2. Das bei Urämie meist erhöhte Blutkalium kann ungehindert und schnell weggeschafft werden, indem die Kaliumkonzentration in der Dialyselösung entsprechend niedrig angesetzt wird.
3. Abnorme Natrium- und Chloridkonzentrationen im Blutplasma können durch entsprechende Zusammensetzung der Dialysierlösung weitgehend normalisiert werden.
4. Dadurch, dass der Dialyselösung mehr osmotisch (Osmose = Stoffübergang zwischen zwei Flüssigkeiten von verschiedener Art und verschiedener

Dichtigkeit durch eine sie trennende poröse Scheidewand) aktive Teilchen (in Form von Zucker und Salzen) zugegeben werden als das Blutplasma enthält, kann dem Urämikerblut bei Bedarf auch Wasser entzogen werden. Dies ist vor allem bei drohendem Lungenoedem (Wasseraustritt in die Lungenbläschen) wichtig.

5. Indem man Kohlensäure und Sauerstoff durch die Dialyselösung perlen lässt, steigen der Kohlensäuregehalt des Blutes, der bei Urämikern meist stark vermindert ist, sowie die Sauerstoffsättigung im Verlauf der Dialyse an.
6. Die hohe Konzentration des Traubenzuckers (Glukose) in der Dialyselösung (1%) führt zu einer Diffusion (die bei direkter Berührung eintretende langsame Durchdringung und Mischung von Flüssigkeiten) eines Teiles dieser Lösung in das Blut, womit die Kalorienzufuhr des urämischen Patienten, dessen Ernährung wegen Appetitlosigkeit und Erbrechen oftmals ein Problem darstellt, gleichzeitig unterstützt wird.

Bei der etwas vereinfachten Schilderung des bei der Hämodialyse stattfindenden Stoffaustausches sei mit Nachdruck daran erinnert, dass dieser nur einen Teil des sich tatsächlich ereignenden Stoffwechsels darstellt.

Die Entwicklung zuverlässiger Hämodialysatoren scheiterte trotz manchen Versuchen während Jahre am Mangel eines geeigneten Antikoagulans (gerinnungshemmender Substanz), denn ohne künstliche Herabsetzung der Gerinnbarkeit des Blutes ist eine Hämodialyse undenkbar. Zudem fehlte es nicht an technischen Schwierigkeiten aller Art. Den Amerikanern *Abel, Rowntree* und *Turner* gelang im Jahre 1913 erstmals eine erfolgreiche Hämodialyse am Hund. Zur Hemmung der Blutgerinnung verwendeten diese Autoren das aus Blutegeln gewonnene Hirudin. Es ist das Verdienst des Holländers *W. J. Kolff* und des Schweden *N. Alwall*, unabhängig voneinander erste, für klinische Zwecke taugliche Dialysegeräte konstruiert zu haben. Beide Autoren publizierten ihre Methode und ersten Ergebnisse im Jahre 1947. Beide Methoden verwenden als blutführendes System einen Cellophanschlauch, der um eine Trommel gelegt wird. Im Falle der *Kolff-Niere*, die in den folgenden Jahren von *Merrill und Mitarbeitern* technisch vervollständigt wurde, rotiert die Trommel mit dem aufgespannten Cellophanschlauch in der Dialyselösung. Bei der *Alwall-Niere*, auf die wir näher eingehen werden,

da dieses Modell an der Medizinischen Poliklinik der Universität Bern in Betrieb steht, ruht die Trommel im Dialysebehälter. Die Dialyselösung wird dabei mittels eines Rührers dauernd aufgewirbelt. Um eine möglichst grosse Dialysoberfläche

Heizkörper mit Thermostatvorrichtung (TS) sorgen für eine konstante Temperatur von 40 Grad Celsius. Oxycarbon, ein Gemisch von Kohlensäure und Sauerstoff, perlt beständig in den Tank und in den Dialysator zur Speisung des Kohlensäure-

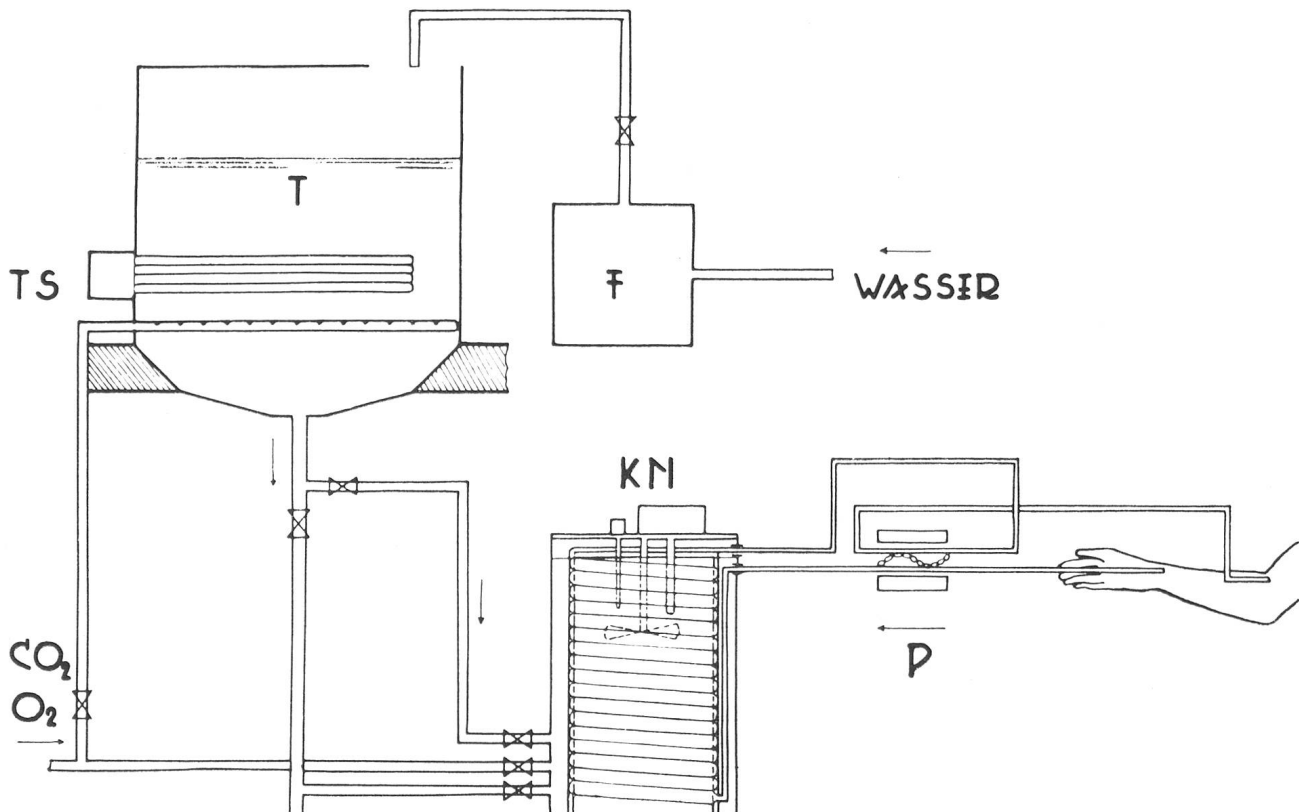


Abb.1. Schematische Darstellung der künstlichen Niere von Alwall.

KN: Hämodialysator oder eigentliche künstliche Niere. P: Sigmumpumpe für den Blutkreislauf im Hämodialysator. F: Filter zur Enthärtung des Wassers. T: Tank mit einem Fassungsvermögen von 700 l. Darin wird die Stammdialyselösung zubereitet. TS: Heizkörper mit Thermostat. O₂CO₂: Oxycarbon, welches dauernd in die Dialyselösung einperlt.

bei kleinem Blutvolumen zu erlangen, wird im Falle der Alwall-Niere ein gegitterter Metallzylinder über die Trommel mit dem spiralgig aufgewundenen Cellophanschlauch gestülpt, so dass das Querkaliber des Cellophanschlauches bei Druckschwankungen nicht grösser als der Abstand zwischen Trommel und Zylinder wird. Dies ist vor allem wichtig bei Verwendung der Alwall-Niere als Ultrafiltrator, wobei Blutwasser durch Erzeugen eines Vakuums im leeren und luftdicht abgeschlossenen Trommelbehälter abfiltriert werden kann. Diese Verwendungsmöglichkeit kommt in seltenen Fällen von Wassersucht, die auf Medikamente nicht mehr ansprechen, in Frage.

Anhand der Abbildung 1 sei das Wesentliche der künstlichen Niere von Alwall erläutert. Gewöhnliches Leitungswasser wird durch den Enthärter F (Filter) geleitet. Im Tank (T), der 700 l fasst, werden 7000 g Zucker, 4270 g Kochsalz, 1400 g Natriumbicarbonat und 57 g Magnesiumchlorid mit Wasser bis zu 700 l gelöst. Diese Lösung wird als Stammlösung bezeichnet und dient zur jeweiligen Speisung der eigentlichen künstlichen Niere (KN).

Bicarbonatpuffersystemes. Der Hämodialysator (KN), die künstliche Niere im eigentlichen Sinne des Wortes, fasst 130 l. Zusätze zur Stammlösung von Calciumchlorid, Kaliumchlorid, Natriumchlorid, deren Dosis je nach Elektrolytsituation im Patientenblut variiert, vervollständigen die endgültige Zusammensetzung der Dialyselösung in der künstlichen Niere. Die Dialyselösung in der künstlichen Niere wird in der Regel alle anderthalb bis zwei Stunden gewechselt. Das Patientenblut fliesst aus der Arteria radialis (der entlang der Speiche verlaufenden Vorderarm-Arterie) durch eine Sigmumpumpe, die gleiche arterielle und venöse Blutmengen pro Zeiteinheit fördert, das heisst die gleiche Blutmenge, die pro Zeiteinheit aus der Arterie entnommen wird, wird in die Cellophanschlauchspirale des Hämodialysators und via Pumpe in die Ellbeugvene zurückbefördert.

Zur Vorbereitung einer Hämodialyse gehört das Aufspannen des in Wasser eingeweichten Cellophanschlauches, die Schaffung dichter Verbindungen zwischen Gummischläuchen und den Enden der Cellophanschlauchspirale sowie die Dichtepfung

des Cellophanschlauches mittels Oxycarbons, das bis zu einem Druck von 150 mm vorsichtig eingeblasen wird. Die Sterilisation des bereits aufgespannten Cellophanschlauches, wobei nur die mit dem Blut in Berührung tretenden Cellophanflächen keimfrei sein müssen, erfolgt mit Hilfe eines Industrietauchsieders. Um Gasreste des Oxycarbons und etwaige Pyrogene, das heisst Fieber erzeugende Substanzen, im Cellophanschlauch zu entfernen, wird dieser vor Einfüllen des Blutes mit heparinierter Kochsalzlösung (Lösung, der Heparin beigegeben worden ist) von 0,9 % durchspült. Zur Füllung des blutführenden Systems des Hämodialysators benötigen wir rund 1,4 l Vollblut, das nach Prüfung der Verträglichkeit jeweils prompt vom Blutspendedienst des Schweizerischen Roten Kreuzes geliefert wird.

Während der laufenden Dialyse sind die Blutgerinnung, der Blutdruck und die Aenderung des Blutchemismus dauernd zu kontrollieren. Die Blutentnahme für die chemischen Analysen wird eine halbe Stunde vor dem Wechsel der Dialyselösung, der alle anderthalb bis zwei Stunden erfolgt, vorgenommen. Auf diese Weise ist es möglich, die Salzzusätze zur Dialysetammlösung je nach Befund der chemischen Analysen zu dosieren. Die Steuerung der Blutgerinnung ist von grosser Wichtigkeit; die Gerinnungszeit muss alle 15 Minuten kontrolliert werden. Durch Gaben von Heparin wird die Gerinnbarkeit des Blutes künstlich niedergehalten. Das im Kapillarröhrchen aufgezogene Blut sollte nicht vor einer halben Stunde gerinnen. Bei zu starker Heparinisierung droht die Gefahr von Blutungen aus Operationswunden oder von Schleimhäuten. Nach Abschluss der Hämodialyse, die je nach Fall vier bis acht Stunden dauert, kann die gerinnungshemmende Wirkung des Heparins durch Gaben von Protaminsulfat aufgehoben werden.

Bei Beachten aller Vorsichtsmassnahmen können Komplikationen, wie Blutdruckschwankungen, Bildung von Blutgerinnseln, Blutungen sowie Hämolyse vermieden werden.

Abbildung 2 gibt Auskunft über die Wirksamkeit der künstlichen Niere. Der Verlauf des Reststickstoffes im Blutserum — ein Mass für die Schwere der urämischen Vergiftung — während 16 verschiedener Dialysen ist dargestellt. Im Durchschnitt konnte der Reststickstoff im Verlauf einer siebenstündigen Behandlung um 50 % gesenkt werden. Andere körpereigene Stoffe wie Kalium, Phosphate und organische Säuren, deren Blutkonzentration bei Nierenversagen erheblich ansteigen und dadurch zur urämischen Vergiftung beitragen kann, können mittels der Hämodialyse in erheblichem Umfang aus dem Blut ausgeschieden werden. (Vergleiche Abbildung 3.)

Bei welchen krankhaften Zuständen ist die Anwendung der künstlichen Niere angezeigt?

Aus dem Gesagten geht hervor, dass die künstliche Niere eine äusserst wirksame Entgiftungsmethode darstellt, die allerdings die natürliche Nierenfunktion auch bei mehrmaligem Einsatz nie-

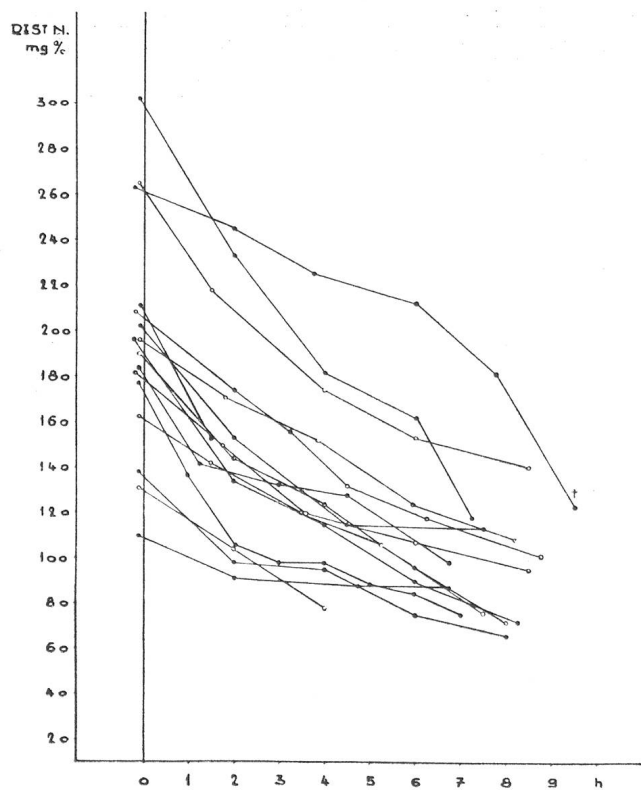


Abb. 2. Darstellung des Reststickstoff-Verlaufes während 16 verschiedener Behandlungen. Die Dialysedauer in Stunden ist entlang der Koordinaten aufgetragen.

mals ersetzen kann. Sie kann einzig eine der wichtigsten normalen Nierenfunktionen, die in der Ausscheidung körpereigener Stoffwechselgifte besteht, für eine zeitlich beschränkte Dauer übernehmen. Die künstliche Niere wird also vor allem dann in Frage kommen, wenn es darum geht, den durch einen vorübergehenden Krankheitsprozess geschädigten Nieren Zeit zur Erholung einzuräumen, bis sie wiederum in der Lage sind, ihre Funktion in genügendem Masse zu übernehmen. Dies bedeutet, dass die künstliche Niere vor allem bei sogenannt reversiblen, sich also wiederholenden Nierenerkrankungen zur Anwendung kommen muss. Solche vorübergehende Nierenschädigungen kommen vor beim sogenannten Schock nach schweren Blutverlusten, nach Verschüttungen mit ausgedehnten Weichteilverletzungen und nach Transfusionszwischenfällen. Auch Schwermetallvergiftungen mit Blei und Quecksilber zum Beispiel können zu schweren Nierenschädigungen führen, die jedoch nicht irreparabel zu sein brauchen. Akute Entzündungen der Nieren können in seltenen Fällen die Anwendung der künstlichen Niere notwendig machen. Bei Verbrennungen kann die künstliche Niere lebensrettend sein. Bei Vergiftungen mit Schlafmitteln und anderen Arzneimitteln konnte die künstliche Niere bereits erfolgreich eingesetzt werden. Bei chronisch entzündlichen Nierenerkrankungen, die einen akut entzündlichen Schub durchmachen, kann die Anwendung der künstlichen Niere nutzbringend sein.

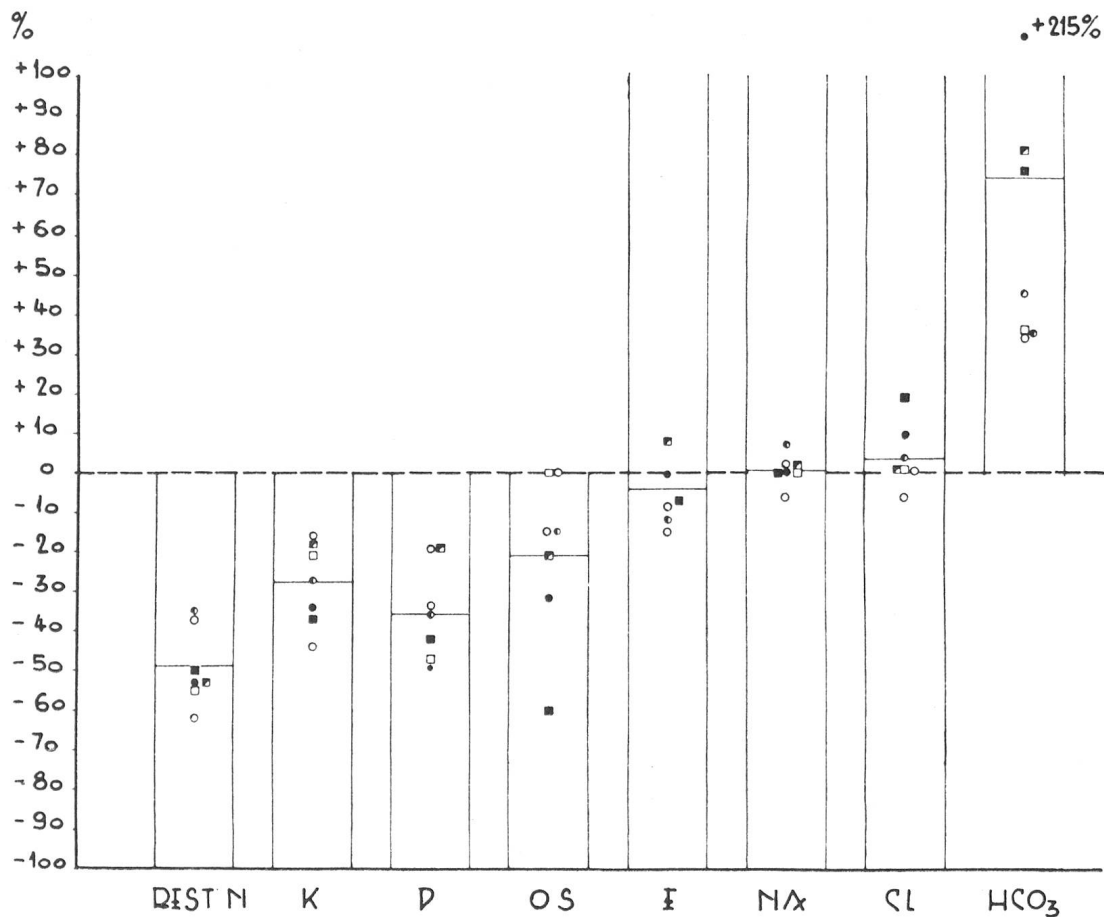


Abb. 3. Darstellung der prozentualen Abweichung (Werte vor der Dialyse = 100 %) einiger Blutmetaboliten (Serum) nach beendeter Hämodialyse (7 Fälle).
 Reststickstoffe (Rest N), Phosphate (P) in mg%. Kalium (K), organische Säuren (OS), Natrium (Na), Chloride (Cl) und Alkalireserve (HCO₃) in mEq/l. Eiweiss (E) nach Kjeldahl in g%.

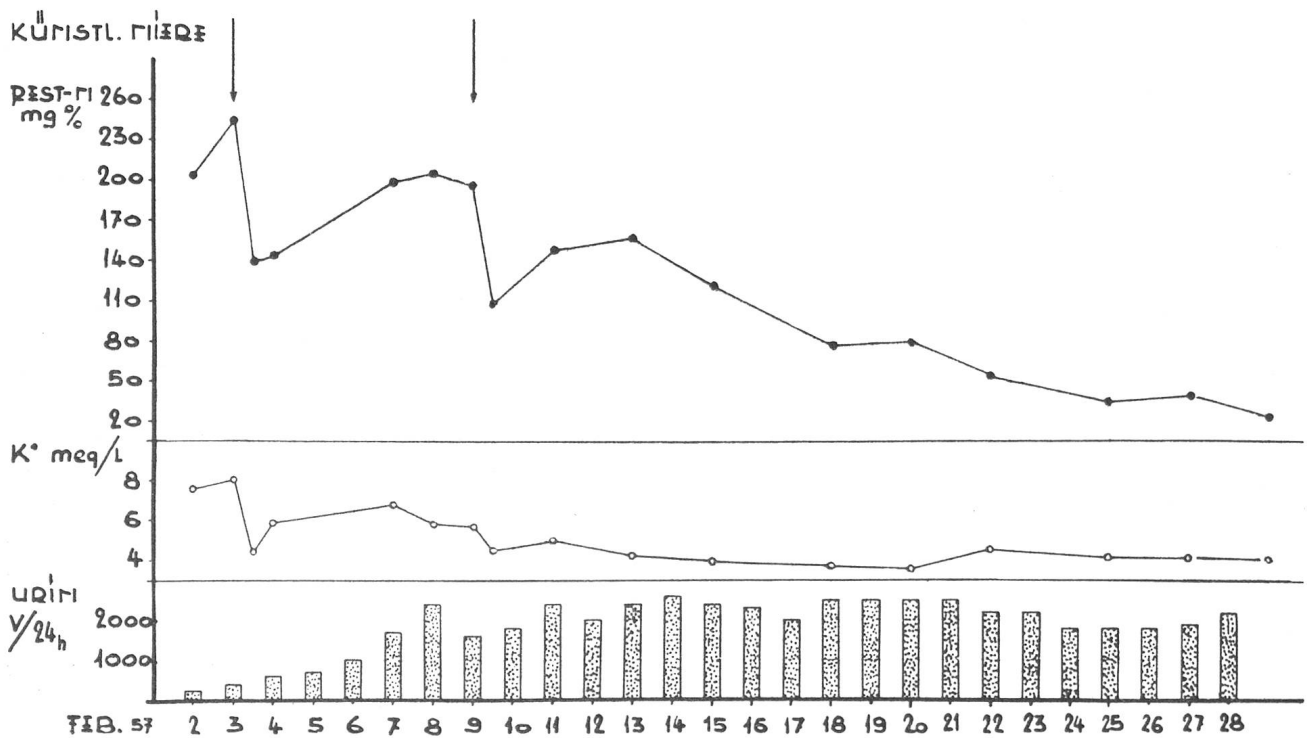


Abb. 4. Verlauf des Rest N (Reststickstoffes), Blutkaliums und des Urinvolumens pro 24 Stunden (in ml) beim Patienten, der wegen einer akuten Anurie zufolge einer diagnostischen Untersuchung mit Urographin zweimal dialysiert werden musste.

Als wertvoll hat sich diese Methode auch zur Operationsvorbereitung urämischer Patienten erwiesen.

Die therapeutische Bedeutung und Wirksamkeit der künstlichen Niere zeigt sich eindrücklich beim Betrachten des in Abbildung 4 dargestellten Falles. Ein 43jähriger Mann erlitt nach einer diagnostischen Untersuchung mit Urographin eine Anurie (Versagen der Harnproduktion). Am 14. Tag nach dem betreffenden Eingriff betrug der Reststickstoff 240 mg% (Normal nicht mehr als 30 mg%). Das Blutkalium war mit 8 mEq/l (Normal: 5 mEq/l) deutlich erhöht. Trotz Einsetzen der Harnproduktion musste eine zweite Hämodialyse durchgeführt werden, da der Reststickstoff und das Kalium erneut anstiegen. Die Erholung der Nierenfunktion im weiteren Verlauf wird aus der Abbildung 3 ohne weiteres ersichtlich. Ohne Uebertreibung kann gesagt werden, dass die zweimalige Anwendung der künstlichen Niere in diesem Fall lebensrettend wirkte.

Die einwandfreie Durchführung der Hämodialyse benötigt einen erheblichen Aufwand an Personal und Laboruntersuchungen. Nach unseren Erfahrungen sind drei Aerzte, zum Teil im Schichteinsatz, eine bis zwei Krankenschwestern und mindestens zwei

Laborantinnen für die Bewältigung der Aufgabe nötig. Aus diesem Grunde sollte die Methode der künstlichen Niere nur spezialisierten Zentren vorbehalten bleiben. Wenn neuerdings auch scheinbar einfachere Modelle von künstlichen Nieren auf den Markt gebracht werden, so bedeutet dies keineswegs eine Erleichterung des mit der Durchführung einer Hämodialyse verbundenen Aufwandes an Personal und Laboruntersuchungen.

An dieser Stelle sei noch einmal daran erinnert, dass jede Behandlung mit der künstlichen Niere von Alwall rund 1,4 Liter Konservenblut benötigt. Dies stellt eine erhebliche Belastung für den Blutspendedienst des Schweizerischen Roten Kreuzes dar. Zudem nimmt die Zahl der zu behandelnden Fälle ständig zu. An unserer Poliklinik werden zurzeit sechs bis acht Hämodialysen pro Monat durchgeführt. Es ist somit ohne weiteres verständlich, dass die erfolgreiche Behandlung mit der künstlichen Niere im wesentlichen auch von der Spende-freudigkeit der Blutspender abhängt.

Den Blutspender darf es mit Genugtuung erfüllen, dass die künstliche Niere nur dank seinem persönlichen Beitrag in manchen Situationen lebensrettend eingesetzt werden kann.

SESSION DES EXEKUTIVKOMITEES DER LIGA DER ROTKREUZGESELLSCHAFTEN

Von Dr. Hans Haug,

Zentralsekretär des Schweizerischen Roten Kreuzes

Vom 15. bis 17. April tagte in Genf unter dem Vorsitz des Präsidenten des Schwedischen Roten Kreuzes, Richter Emil Sandström, das Exekutivkomitee der Liga der Rotkreuzgesellschaften. 35 nationale Rotkreuzgesellschaften hatten an diese Tagung stimmberechtigte Delegierte oder Beobachter entsandt. Das Schweizerische Rote Kreuz war durch seinen Präsidenten, Vizepräsidenten und Zentralsekretär vertreten.

Im Mittelpunkt der Session standen Berichterstattungen über den bisherigen Verlauf der Ungarnhilfe des Internationalen Roten Kreuzes und Beschlussfassungen über die künftige Gestaltung der Hilfsaktion. Vertreter des Internationalen Komitees vom Roten Kreuz berichteten über die Hilfeleistung an die ungarische Bevölkerung und teilten mit, dass diese Hilfsaktion im wesentlichen Ende Juni abgeschlossen werden soll. Bis zu diesem Zeitpunkt soll die Hilfe auf den verschiedenen Gebieten sowohl in der Hauptstadt als auch in den Provinzen

mit Unterstützung der nationalen Rotkreuzgesellschaften, verschiedener Regierungen sowie privater Organisationen intensiv weitergeführt werden. Die Hilfe soll in der letzten Phase vor allem auf das medizinisch-soziale Gebiet verlagert werden.

Ueber die *Hilfsaktion für die ungarischen Flüchtlinge* in Oesterreich und Jugoslawien orientierten der Generalsekretär der Liga und der Chefdelegierte der Liga in Wien. Auf dringenden Wunsch der österreichischen Regierung, des Oesterreichischen Roten Kreuzes und des an der Sitzung anwesenden Hochkommissärs der Vereinten Nationen für die Flüchtlinge beschloss das Exekutivkomitee einmütig, die Hilfsaktion in Oesterreich nicht, wie ursprünglich vorgesehen, Ende Juni einzustellen, sondern vorerst bis zum 30. September 1957 weiterzuführen. Die zuständigen Stellen schätzen, dass sich nach dem 30. Juni noch ungefähr 25 000 ungarische Flüchtlinge in Oesterreich aufhalten werden, wovon 15 000 bis 20 000 in Lagern.