

KLINIESE ERVARING MET DIE KUNSNIER*

L. F. MALHERBE, M.MED. (INT.), LEON JORDAAN M.MED. (CHIR.), en G. E. J. SEYMORE, M.B., CH.B.

Departemente Interne Geneeskunde en Urologie, Algemene Hospitaal, Pretoria

DEEL II

VOORBEREIDING VIR DIALISE

Sodra daar op 'n dialise besluit word, moet die kunsnier en die pasiënt gereed gemaak word. Om die hele prosedure te bespoedig, is dit noodsaaklik dat die kunsnier permanent in 'n goed-ingerigte vertrek gehuisves word. Dit is ook wenslik om laboratoriumfasiliteite byderhand te hê.

Voorbereiding van die Kunsnier

Ons het gevind dat een persoon die Travenol-nier binne ongeveer 1 uur gereed kan hê vir dialise. Die Battezzati-Taddei-nier het 2-3 persone gewoonlik 12-18 uur lank besig gehou voordat 'n dialise begin kon word, terwyl 2 persone die Alwall-nier gereed kon maak in ongeveer 2-4 uur. Vir die laasgenoemde 2 niere moes ons die sellofaanspoele self draai en al die nodige buise en ander apparaat steriliseer. Die vervaardigers van die Travenol-nier verskaf al hierdie dele as 'n reeds voorbereide verbruikbare eenheid.

Die beleid wat ons volg by die voorbereiding van die kunsnier verskil net effens van dié wat deur die vervaardigers van die Travenol-nier aanbeveel word.³³ Ons gaan soos volg te werk:

1. Die sellofaanspoel word in posisie geplaas en die nodige verbindings met die bloedpomp en bloedfilters word gemaak.

2. 'n Tycosmanometer word met die lugruimte van die bloedfilter verbind.

3. Die dialiseringstenk word met kraanwater by 'n temperatuur van 39°C gevul en 10 minute lank oor die sellofaanspoel gesirkuleer.

4. Die bloedbaan word met 4 liters steriele normaaloutoplossing uitgespoel, en die bloedpomp word terselfdertyd gekalibreer.

5. Die dialiseringstenk word geleëdig en daarna gevul met dialiseringsvloei-stof by 'n temperatuur van 39°C (*vide infra*).

6. Een liter normaaloutoplossing wat 5 mg. heparien bevat, word deur die bloedbaan gepomp.

7. Die sellofaanspoel word nou getoets vir lekasie deur 200 ml. bloed wat 50 mg. heparien per liter bevat deur die spoel te pomp en op te volg met 'n liter normaaloutoplossing

* Vervolg van die uitgawe van die *Tydskrif* van 20 Februarie 1960, p.154

wat 5 mg. heparien per liter bevat. Dialiseringsvloei-stof word gedurende die toets oor die sellofaanspoel gesirkuleer en dopgehou vir enige pienkverkleuring wat op 'n lekasie mag dui.

8. Sodra die pasiënt gereed is, word die bloedbaan met bloed wat 50 mg. heparien per liter bevat, gevul tot die verwagte druk wat bereik sal word gedurende dialise. Na die kunsnier met bloed gevul is, moet die dialise onmiddellik begin word.

Die druk, soos gemeet met die manometer aan die uitvloei-kant van die dialiseringseenheid, is afhanklik van die snelheid van bloedvloeï asook van die deursnit en lengte van die kateter waardeur die bloed na die pasiënt teruggevoer word. Die benaderde laaivolume, asook verwagte drukke soos deur ons gevind met die Travenol-nier, is aangegee in Tabel IV.

TABEL IV. VERWAGTE DRUKKE EN BENADERDE LAAI-VOLUME

Deursnit van terugvoer-kateter	Bloedvloeï ml./min.	Uitvloei-druk mm. Hg	Laaivolume ml. bloed
—	0	0	± 800
3 mm.	± 250	± 70	± 1,000
2 mm.	± 250	± 180	± 1,200

Die Dialiseringsvog

'n Bevredigende formule³³ vir die samestelling van die dialiseringsvloei-stof word aangegee deur die vervaardigers van die Travenol-nier. Kyk na Tabel II in verlede week se uitgawe van die *Tydskrif* (34, 155)

Die kaliumgehalte van die dialiseringsvloei-stof kan verander word soos deur die omstandighede vereis. In gevalle met erge hiperkalemie kan die kaliumgehalte van die dialiseringsvloei-stof baie verlaag word gedurende die eerste uur van dialise. Hierdie prosedure mag egter 'n spoedige hipokalemie veroorsaak soos ons dit ondervind het by een van ons pasiënte met 'n erge uremiese asidose en dehidrasie, waar daar waarskynlik 'n totale kaliumgebrek was nieteenstaande 'n verhoogde serumkaliumkonsentrasie.

Die glukosegehalte van die dialiseringsvloei-stof kan verhoog word om filtrasie van water en sodoende dehidrasie van die pasiënte te bespoedig. Osmotiese filtrasie van water is geneig om sellulêre dehidrasie te veroorsaak, en is alleen van belang by die kunsniere wat teen 'n lae hidrostatiese druk werk.

Ureum kan ook by die dialiseringsvloeistof gevoeg word in gevalle waar dit nie wenslik is om die pasiënt se bloed-ureumgehalte te verlaag nie—soos by pasiënte met chroniese uremie waar die verhoogde bloedureumkonsentrasie diuresis bevorder.¹⁷

Vorbereiding van die Pasiënt

Insnydings word in die teater onder plaaslike verdoving minstens 2 uur voor die begin van 'n dialise gedoen om sodoende die sypling van bloed vanaf die insnydingswonde na heparienisasie te verminder.

Die bloedvoorsiening vir die kunsnier verkry ons gewoonlik deur 'n politeenkater wat tot in die inferior vena cava gestoot is vanaf 'n insnyding in die liesgebied. Die politeenkater moet minstens 'n inwendige deursnit van 3 mm. hê met 2 of 3 laterale openinge naby die punt. Hierdie laterale openinge moet versigtig gemaak word weens die gevaar dat die punt van die kateter mag afbreek en 'n embolus veroorsaak.⁵ Die bloedvoorsiening kan ook vanaf die arteria radialis verkry word. Ons het die kateter in die inferior vena cava al in posisie gelaat en weer later vir 'n tweede en derde dialise gebruik. Tussen die dialises het ons die intraveneuse vog deur hierdie kateter toegedien.

Vir die terugvoer van bloed gebruik ons gewoonlik 'n politeenkater wat tot in die superior vena cava gestoot word vanaf 'n insnyding in elmbog, skouer of supra-klavikulêre gebiede. Hierdie kateter moet minstens 'n inwendige deursnit van 2 mm. hê met geen laterale openinge nie. Om die uitvloedruk te verminder, moet hierdie kateter so kort as moontlik wees.

In 2 dialises het ons sowel die uitvoer- as die terugvoerkateters in die inferior vena cava geplaas met baie bevredigende resultate. Die terugvoerkateter was net hoër opgestoot as die uitvoerkateter. 'n Dubbellumenkateter vir soortgelyke gebruik is nou beskikbaar en gee bevredigende resultate.²⁰

Nadat die kateters in posisie geplaas is, word hulle oopgehou deur 'n stadige infusie van normaaloutsoplossing wat 100 mg. heparien per liter bevat. Ongeveer 20 minute voor die verwagte tyd van aanvang van die dialise gee ons die pasiënt 75 mg. heparien intraveneus.

VERLOOP VAN DIALISE

Tyd	Temperatuur	Polssnelheid	Asemhaling	Bloeddruk	Gewig	Hemolise	Hematokrit	Hemoglobien	Stolyd	Temp. van bad	pH van bad	Uitvloedruk	Berekende vogverlies	Bloed toegedien 0.9% NaCl	toegedien	Opmerkings
0-00																
0-10																
0-20																
0-30																
0-40																
0-50																
1-00																
1-10																
1-20																
ens.																

Afb. 9.

Prosedure gedurende Dialise

Afb. 9 is 'n voorbeeld van die kaart wat ons gebruik om die verloop van die dialise op aan te teken.

Die pasiënt se bloeddruk, polssnelheid, asemhalingsnelheid en temperatuur, asook die uitvloedruk en die temperatuur van die dialiseringsvloeistof, word aan die begin en daarna elke 10 minute gelees en geëskat. Die pH van die dialiseringsvloeistof word elke 30 minute bepaal.

Die pasiënt se hematokrit- en hemoglobienwaardes word aan die begin en daarna minstens elke uur bepaal en terselfder tyd word opgelet na tekens van hemolise.

Die bloedstollingstyd word ook minstens elke uur bepaal en, indien dit onder 20 minute daal, word 25—50 mg. heparien toegedien behalwe gedurende die laaste uur van dialise.

Normaalsoutoplossing word van die begin af toegedien teen die berekende snelheid om te kompenseer vir die verlies van water as gevolg van filtrasie. Die snelheid van filtrasie van water kan bepaal word deur gebruik te maak van die uitvloedruk, soos reeds bespreek is. Sodra die hematokrit- en hemoglobienwaardes begin daal, word bloed toegedien in plaas van normaaloutsoplossing.

Die dialiseringsvloeistof word elke 2 uur vervang. 'n Bloedmonster, sowel as 'n badwatermonster, word aan die einde van elke 2-uur periode vir chemiese ontleding geneem. 'n Bloedmonster vir dieselfde doel word ook aan die begin van die dialise geneem.

TABEL V. TOTALE AANTAL PASIËNTE BEHANDEL

Kunsnier	Aantal pasiënte	Aantal dialises	Pasiënte herstel	Dialises vir herstel	Oorlede na diuresis
Battezzati-Taddei (2 modelle) ..	7	9	1	1	1
Alwall-nier	4	5	—	—	—
Travenol-nier	15	27	5	11	2
Totaal	26	41	6	12	3

BESPREKING VAN RESULTATE

Soon Tabel V aantoon, het ons in ongeveer 3 jaar sedert Desember 1955 'n totaal van 41 dialises op 26 pasiënte uitgevoer met die gebruik van 4 verskillende kunsniere. Van die 26 pasiënte het 6 bevredigend herstel. Drie verdere pasiënte is in die diuretiese fase oorlede; 1 aan 'n long-embolus nadat sy reeds op was, die tweede aan 'n bekken-infeksie wat die gevolg was van 'n septiese miskraam, en 'n derde pasiënt met Henoch-Schonlein purpura aan 'n serebrale insident met konvulsies nadat diuresis reeds goed aan die gang was.

'n Ontleding van die groep pasiënte wat ons sedert Maart 1958 met behulp van die Travenol-nier behandel het, word in Tabel VI aangetoon. Uit 'n totaal van 15 pasiënte op wie 27 dialises uitgevoer is, het 5 pasiënte bevredigend herstel en 'n verdere 2 pasiënte is oorlede nadat diuresis reeds begin het. Volgens die kliniese beeld en bevindinge by toelating kan hierdie reeks pasiënte hoofsaaklik in 3 groepe verdeel word, soos volg:

1. Akute uremie; geaardheid van nierletsel duidelik by toelating.
2. Akute uremie; geaardheid van nierletsel onduidelik by toelating.
3. Chroniese uremie.

Tabel VI toon aan dat 4 van die 7 pasiënte in groep 1, bevredigend herstel het en dat 2 verdere pasiënte uit hierdie groep oorlede is aan komplikasies nadat diuresis reeds begin

TABEL VI. GROEP BEHANDEL MET TRAVENOL-NIER

Diagnose by toelating	Akute uremie; patogenese duidelik	Akute uremie; patogenese onduidelik	Chroniese uremie	Aantal dialises	Herstel	Outopsie en ander opmerkings
1. Gastro-enteritis		1		1		Suppuratiewe piëlonefritis.
2. 8 weke swanger		1		1		Geen.
3. Swartwaterkoors	1			2	H	Anurie 18 dae.
4. Obstruktiwiese piëlonefritis			1	1		Geen.
5. Porfirie en pneumonie		1		2		Geen.
6. Akute anurie en brongopneumonie		1		2		Chroniese piëlonefritis, Brongopneumonie.
7. Vorige sampioenvergiftiging en geelsug			1	1		Chroniese piëlonefritis
8. Eklampsie	1			2	H	Anurie 12 dae.
9. Eklampsie	1			2	H	Anurie 12 dae.
10. Miskraam, bekkeninfeksie en pneumonie	1			4	H	Anurie 16 dae.
11. Hidronefrose en piëlonefritis			1	1	H	
12. Miskraam, bekkeninfeksie en pneumonie	1			3		Anurie 20 dae. Oorlede in diuretiese fase pneumonie, bekkeninfeksie, tubulêre nekrose.
13. Septisemie en cholangiolitis		1		1		Membraneuse glomerulonefritis en cholangiolitis
14. Swartwaterkoors en Ludwig se angina	1			3		Anurie 35 dae.
15. Henoch-Schonlein purpura	1			1		Outopsie: Bilaterale kortikale nekrose. Anurie 10 dae. Oorlede na diuresis a.g.v. konvulsies.
Totaal	7	5	3	27		
Totaal herstel	4	0	1			
Aantal dialises	17	7	3			

het. Van die pasiënte in groep 2, waar die geaardheid van die nierletsel wat verantwoordelik was vir die akute uremie onduidelik was by toelating, het nie een van die 5 pasiënte herstel nie.

Verskeie werkers het aangetoon dat wanneer die kliniese beeld van 'n pasiënt met akute uremie deur bykomstige of kompliserende faktore oorskadu word, die vooruitsigte om sukses met behandeling te behaal swak is. Dit was ook ons ondervinding gewees veral met die laaste 4 pasiënte in hierdie reeks.

Soos mens sou verwag kan van Tabel VI gesien word dat die pasiënte met akute uremie, gekompliseerd deur infeksies of weefselnekrose, meer dikwels gedialiseer moes word as die pasiënte sonder komplikasies. Pasiënt nr. 10 is byvoorbeeld 4 maal gedialiseer oor 'n tydperk van 10 dae gedurende 'n anuriese fase wat 16 dae geduur het.

Aldrie die pasiënte in groep 3 met tydelike verergering van 'n chroniese uremie het goeie verbetering getoon net na dialise. By 2 van die pasiënte het die verbetering net 'n paar dae geduur, terwyl die derde pasiënt verbeter het totdat hy 'n bykomstige komplikasie opgedoen het 2 maande later.

AANWYSINGS VIR GEBRUIK VAN KUNSNIER

1. Akute omkeerbare uremie met anurie of erge oligurie.
2. Chroniese uremie; uitgesoekte gevalle.
3. Vergiftiging met stowwe sonder primêre nefrotoksiese werking. Bromiedes,²¹ barbiturate,¹⁹ salisilate,⁶ alkohol²⁹ en streptomisien.⁷
4. Pre- en post-operatief.¹⁷
5. Ammoniakvergiftiging by lewerversaking.¹²
6. Eksperimenteel.^{1,8,23}

1. Akute Omkeerbare Uremie

Ten aanvang is dit weereens belangrik om te beklemtoon dat dialise geensins die beproefde konserwatiewe behandelingsprogram vervang nie, maar alleenlik aanvul. Elke geval moet individueel gehanteer word en die optimale tyd vir dialise, indien nodig, moet bepaal word. Hier is ons neiging tot vroeër eerder dan later dialise. So dikwels word gevalle na ons verwys in 'n terminale bewustelose toestand nadat alle ander maatreëls misluk het en dan word 'n wonderwerk verwag.

Dialise is 'n veilige prosedure en vroeë dialise kan alleenlik tot voordeel van die pasiënt strek.^{5,27} Tussentydse konserwatiewe behandeling word hierdeur baie makliker gemaak en die latere komplikasies van uremie word vermy; die dialise is ook veel makliker in die afwesigheid van hierdie komplikasies (soos bv. uremiese ingewandsulserasies met bloeding).

Wanneer moet gedialiseer word in gevalle met akute omkeerbare uremie? Dringende indikasies tot dialise, wanneer die pasiënt goed onder beheer met konserwatiewe behandeling is, is soos volg:

(a) *Kliniese toestand van pasiënt.* Daar moet gelet word op (i) enige waarneembare kliniese agteruitgang te wyte aan toenemende uremie wat op sigself as 'n indikasie tot dialise dien. In ons reeks van gevalle het ons die volgende simptome en tekens opgemerk en as belangrike indikasies beskou: verstandelike beneweldheid, naarheid, braking, uremiese enteritis, hartaritmieë, en, een keer, perikarditis; en op (ii) dreigende longedeem en hartversaking as gevolg van oorhidrasie wat onmiddellike dialise vereis.

(b) *Afwykings in bloedchemie.* (i) Kaliumgehalte van serum oor 7 m.Ekw./l. (ii) HCO₃ onder 13 m.Ekw./l. (iii)

bloedureum oor 384 mg.%,²⁷ Barlas en Kolff, in 'n onlangse publikasie,⁴ beskou 'n bloedureum oor 200 mg.% as 'n belangrike indikasie tot dialise. Ons is geneig om saam met Kolff te stem omdat ons ook soms vinnige kliniese agteruitgang bo hierdie syfer waargeneem het. (iv) Verhoging van die magnesium en sulfaat van die serum is so 'n konstante bevinding by akute uremie^{9,11} dat met meer ondervinding in hierdie bepaling, dit as belangrike maatstawwe mag dien by oorweging van dialise.

Dit is dus onmoontlik om die tyd van dialise uit te druk in dae van anurie, veral met variërende spoed van katabolisme, en die oordeel hang dus af van die kliniese en chemiese toestand van die pasiënt wat beïnvloed word deur die patologie aanwesig, bv. infeksie en ander oorsake van weefselafbraak. Een geval met anurie te wyte aan septiese aborsie en bekkeninfeksie en pneumonie het 4 dialises benodig oor 'n periode van 10 dae; 'n ander geval met anurie te wyte aan eklampsie het 6 dae geneem tussen 2 dialises. Albei gevalle het herstel.

Ons beste resultate is verkry in die groep van gevalle waar die kliniese beeld oorheers word deur die simptome van uremie en nie deur simptome van primêre patologie nie, d.w.s. waar die oorsaak van die renale ontoereikendheid opgehef is en ons alleen te doen het met die gevolge daarvan.

Ideaal gesproke is dialise net aangedui in omkeerbare gevalle. Prakties gesproke is daar 'n groep van gevalle wat uiteindelik onomkeerbaar gevind word. In hierdie twyfelagtige groep word die pasiënt gedialiseer om hom alle moontlike voordeel te gee, maar gewoonlik met swak resultate.

Bilaterale kortikale nekrose word beskou as die uiterste graad van tubulêre nekrose en gewoonlik onomkeerbaar. Aanvanklik kan net gespekuleer word oor die graad van die skade. Moontlik sal nierbiopsies hier van waarde wees. Ons het nog nie nierbiopsie in dié tipe van geval gedoen nie, grotendeels omdat hulle almal baie siek is.

Dan is daar chroniese gevalle wat nooit simptome gehad het nie, en akute presenter in die terminale fase. Byvoorbeeld, een pasiënt was simptomevry tot 2 weke voor haar dood toe sy begin siek word het met vae spierpyne; 1 week later was sy in uremiese koma met oligurie. By outopsie na 2 dialises was albei niere klein en verskrimpel met 'n gewig van 20 en 35 g. respektiewelik.

2. Chroniese Uremie

Ons moet dadelik noem dat seleksie van gevalle baie moeilik is. Dialise word hier hoofsaaklik gebruik om simptome te verlig en nie soseer vir bestaande bloedchemie-afwykings nie.

Merrill^{22,24} meen dat die beste tipe geval dié is waar hipertensiewe kardiovaskulêre siekte nie die hoofprobleem is nie en waar die pasiënt nog meer as 1,000—1,500 ml. urine per dag uitskei. Lastige simptome soos naarheid, vomering, swakheid, apatie, tetanie, en konvulsies verbeter na dialise.

Indien remissies van baie korte duur is, is daar geen verdere indikasie vir dialise nie. Die familie behoort vooraf goed ingelig te word. Soms word 'n remissie van 'n paar maande verkry wat definitief die moeite werd is. Een van ons eerste gevalle was 'n geval van chroniese uremie wat ernstig siek was met stuipe, en sy het 'n goeie remissie gekry na dialise.

Chroniese uremie wat in dekompensasie-fase gaan as gevolg van tussenkomende siekte, kan gedialiseer word met die hoop om weer die voorafgaande status te bereik.

3. Dialiseerbare Gifstowwe sonder Primêre Nefrotoksiese Werking

Hiervan het ons nie ondervinding gehad in ons reeks nie. Dialise is veral effektief in bromied-vergiftiging²¹ aangesien die kunsnier bromiede baie meer effektief elimineer as 'n normale nier. In die Necker-Hospitaal, Parys, Frankryk, is dramatiese resultate verkry in moeilike gevalle van delirium tremens.²⁸ Ander vergiftigings wat effektief behandel kan word met die kunsnier is salisilate,⁶ streptomisien,⁷ fenobarbitoon, en, tot 'n mindere mate, pentobarbitoon.^{17,19}

4. Pre- en Post-operatief

Dialise is veral van groot waarde pre-operatief in verwaarloosde urologiese gevalle waar dit onnodige lang periodes van kateterdreinasië uitskakel. Post-chirurgiese anurie is gewoonlik te wyte aan tubuloreksis en dialise kan hier met groot sukses gebruik word. Onverenigbare oortappings moet altyd in gedagte gehou word as oorsaak by hierdie pasiënte.

5. Ammoniak-intoksikasie by Lewerversaking

Volgens die werk van Kiley *et al.* blyk dit dat hemodialise van waarde is by die behandeling van gevalle van lewersaking met ammoniakvergiftiging.¹²

KONTRA-INDIKASIE VIR DIALISE

Aktiewe inwendige bloeding is voorheen as absolute kontra-indikasie beskou alhoewel selfs dit nou in twyfel getrek word.²⁵ Ons beskou dit egter nog as 'n belangrike oorweging teen dialise.

OPSOMMING

Die ervaring opgedoen oor die afgelope 3 jaar, tydens 41 dialises, uitgevoer op 26 pasiënte deur middel van 4 verskillende kunsniere, word beskryf. Die grondbeginsels van ekstrakorporeale hemodialise, asook die werking van sommige kunsniere, word uiteengesit.

Tydens dialise vind daar belangrike volumetriese, sowel as chemiese veranderinge plaas. Hierdie veranderinge word beskryf en voorsorgmaatreëls om moontlike komplikasies te voorkom, veral as gevolg van vogverlies, word aan die hand gedoen.

'n Uiteensetting van ons resultate toon aan dat uit die totale groep van 26 pasiënte wat gedialiseer is, ongeveer $\frac{1}{3}$ bevredigend herstel het. Die 15 pasiënte wat met die Travenol behandel is, het dieselfde herstelsyfer van $\frac{1}{3}$ getoon. Die beste herstelsyfer, 4 uit 7, is gevind in die groep van pasiënte wat voorgedoen het as gevalle van akute uremie, waarvoor daar by toelating 'n duidelike oorsaak gevind kon word.

Die indikasies vir ekstrakorporeale hemodialise word bespreek.

SUMMARY

This article describes our experience with 4 types of artificial kidneys, by means of which we performed 41 dialyses on 26 patients during the course of 3 years. The principles of extracorporeal haemodialysis and the method of operation of some of the artificial kidneys are outlined.

During dialysis important volumetric and chemical changes take place. These changes are described, and precautions for the prevention of complications, especially as a result of fluid loss, are suggested.

Our results show that $\frac{1}{3}$ of the total group of 26 patients made a satisfactory recovery. Similarly $\frac{1}{3}$ of the 15 patients, treated with the Travenol kidney, recovered satisfactorily.

The group of acute uremic patients, with an obvious cause for renal failure on admission, gave the best results, as 4 out of the 7 patients recovered.

The indications for extracorporeal haemodialysis are discussed.

Ons bedank almal wat ons met hulp bygestaan het, in besonder dr. L. de Villiers en die personeel van die Biochemiese Afdeling van die Instituut vir Patologie van die Universiteit van Pretoria vir die chemiese bepalings; dr. I. Venter van die Departement Chirurgie vir die Insnydings; die personeel van die Suid-Afrikaanse Bloedoortappingsdiens aan die Pretoriase Hospitaal vir hulle medewerking; en mnr. S. J. M. van Staden vir die sketse. Ons dank ook aan prof. H. W. Snyman vir die geleentheid aan ons gegee om hierdie werk te doen en die Superintendent van die Pretoriase Hospitaal vir sy toestemming om die gevalle te publiseer.

VERWYSINGS

1. Abel, J. J., Rowntree, L. G. en Turner, B. B. (1913): *Trans. Assoc. Amer. Phycns.*, 28, 51.
2. Alwall, N. (1947): *Acta med. scand.*, 128, 317.
3. Battezzati, M. en Taddei, C. (1956): *S. Afr. T. Geneesk.*, 30, 100.
4. Barlas, G. M. en Kolff, W. J. (1959): *J. Amer. Med. Assoc.*, 169, 1969.
5. Brink, A. J., Botha, P. W., Arndt, T. C. H. en de Klerk, J. N. (1959): *S. Afr. T. Geneesk.*, 33, 374.
6. Doolan, P. D., Walsh, W. P., Kyle, L. H. en Wishinsky, H. (1951): *J. Amer. Med. Assoc.*, 146, 105.
7. Edwards, K. D. G. en Whyte, H. M. (1959): *Brit. Med. J.*, 1, 752.
8. Grollman, A., Muirhead, E. E. en Vanatta, J. (1949): *Amer. J. Physiol.*, 157, 21.
9. Hamburger, J. en Richet, G. (1956): *Extrait des Acquisitions Médicales Recentes*. Paris: *Éditions Médicales Flammarion*.
10. *Idem* (1956): *Rev. franç. Ét. clin. biol.*, 1, 39.
11. Hamburger, J. (1957): *Clin. Chem.*, 3, 332 (byvoegsel).
12. Kiley, J. E., Pender, J. C., Welch, H. F. en Welch, C. S. (1958): *New Engl. J. Med.*, 259, 1156.
13. Kolff, W. J. (1946): *De Kunstmatige Nier*. Kampen: Kok.
14. Kolff, W. J. (1947): *New Ways of Treating Uraemia*. Londen: Churchill.
15. *Idem* (1954): *Arch. Intern. Med.*, 94, 142.
16. Kolff, W. J. en Watschinger, B. (1956): *J. Lab. Clin. Med.*, 47, 969.
17. Kolff, W. J. (1957): *Circulation*, 15, 285.
18. *Idem* (1958): Persoonlike mededeling.
19. Kyle, L. H., Jeghers, H., Walsh, W. P., Doolan, P. D., Wishinsky, H. en Pallotta, A. (1953): *J. Clin. Invest.*, 32, 364.
20. McIntosh, H. D. en Thompson, H. K. (Jr.) (1959): *J. Amer. Med. Assoc.*, 169, 835.
21. Merrill, J. P. en Weller, J. M. (1952): *Ann. Intern. Med.*, 37, 186.
22. Merrill, J. P. (1955): *Treatment of Renal Failure*. New York: Grune & Stratton.
23. Merrill, J. P., Smith, S., Callahan, E. J. en Thorn, G. W. (1950): *J. Clin. Invest.*, 29, 425.
24. Merrill, J. P. (1957): *J. Chron. Dis.*, 5, 138.
25. Meroney, W. H. en Herndon, R. F. (1954): *J. Amer. Med. Assoc.*, 155, 877.
26. Muirhead, E. E. en Reid, A. F. (1948): *J. Lab. Clin. Med.*, 33, 841.
27. Parsons, F. M. en McCracken, B. H. (1959): *Brit. Med. J.*, 1, 740.
28. Pierce, J. M. (1958): *J. Urol.*, 80, 170.
29. Richet, G. (1957): Persoonlike mededeling.
30. Skeggs, L. T. (Jr.) en Leonards, J. R. (1948): *Science*, 108, 212.
31. Skeggs, L. T., Kahn, J. R. en Shumway, N. P. (1951): *Circulation*, 3, 384.
32. Thalheimer, W. (1938): *Proc. Soc. Exp. Biol. (N.Y.)*, 37, 641.
33. Travenol Laboratories Inc. (1959): *Instructions for Disposable Coil Kidnev*. Illinois: Morton Grove.