

## Hoofdstuk 17 Enkel naald systemen

### Inleiding

Bij de keuze van een nieuwe dialysemachine rezen er vragen over waar een dubbelpompsysteem aan moet voldoen. Daarover bestond weinig duidelijkheid. Als vervolg daarop is onderstaande bijdrage ontstaan.

Hemodialyse: bloed wordt langs een kunstnier geleid, waar er netto vocht en afvalstoffen aan onttrokken worden.

Nodig is een toegang tot de bloedbaan.

Liefst 2! Dan kan volstaan worden met één pomp en dan stroomt het bloed in principe gelijkmatig en steeds met dezelfde snelheid langs de kunstnier.

Bij één toegang is het aanmerkelijk ingewikkelder:

### **Nodig is een tijdelijke opslag van bloed in het Extra Corporele Systeem, het zogenaamde slagvolume.**

Dat kan gerealiseerd worden met één of twee pompen in combinatie met één of meerdere expansievaten. In deze vaten wordt het bloed tijdelijk buiten het lichaam opgeslagen. (het slagvolume) .

Eén pomp: wordt meestal gezien als noodgreep, komt hier verder niet aan de orde.

Twee pompen bieden de mogelijkheid om het slagvolume zo efficiënt mogelijk uit de patiënt te pompen en ook zo efficiënt mogelijk weer terug te geven.

Maar wat is efficiëntie in dit opzicht?

Gedachtebepaling:

- A. een absoluut goed systeem pompt per cyclus het slagvolume aan puur "arterieel" bloed uit de patiënt, en geeft dit weer terug (minus ultrafiltratie). (in vaktermen: er is géén recirculatie).
  - B. Ook stroomt het bloed gelijkmatig langs de kunstnier, zonder wisselingen in stroomsnelheid.
- A. Dit ideaal is bij definitie niet haalbaar: daarvoor geef ik twee redenen.

A1

Elke naald of katheter heeft een **eigen volume**, en dat wordt iedere cyclus gevuld met "veneus" bloed, dat vervolgens opgezogen wordt wanneer de opzuigfase start. ("dode" volume.)

Voorbeeld 1: Y-naald: geschat: 0,275 ml "dood" volume: bij een slagvolume van 11 ml is dat 2,5%, bij een slagvolume van 44 ml: 0,6 %. Oftewel: de maximale efficiency daalt met 2,5 tot 0,6%  
Het verschil in slagvolume maakt niet zoveel uit.

Voorbeeld 2: enkellumen katheter: opvulvolume 1.1 ml. Bij een slagvolume van 11 ml is dat 10%, bij een slagvolume van 44 ml is dat 2,5 %.

Een groter slagvolume is dan duidelijk gunstiger.

Voorbeeld 3: één poot van een dubbellumen Tesio achtige katheter: 2,2 ml opvulvolume. Bij een slagvolume van 11 ml is dat 20%, bij 44 ml 5%.

Een groter slagvolume is dan noodzakelijk om enigermate efficiënt bezig te zijn!

A2

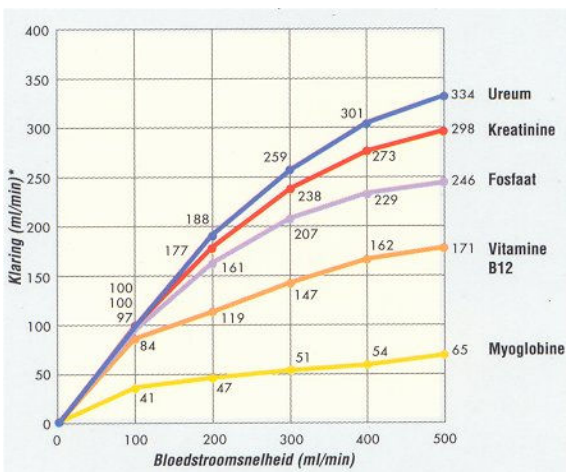
Een tweede vorm van recirculatie vindt plaats in het Extra Corporele Systeem. Dit is minder makkelijk te kwantificeren. Daarvoor is het nodig om naar het gebruikte dubbelpompsysteem te kijken.

Algemeen: door de druk waarmee in de “veneuze” pompfase het bloed wordt teruggegeven zal er “veneus” bloed de “arteriële” lijn in geperst worden. Dit blijft daar (in ieder geval gedeeltelijk) totdat de “arteriële” fase weer start: dan wordt dit al eerder gereinigde bloed opgezogen door de arteriële pomp en nogmaals aan de KN aangeboden, waarna het echte “arteriële” bloed aan de beurt komt. Dit recirculerend volume moet opgeteld worden bij het “dode” volume van de naald of katheter.

Om hoeveel bloed het gaat is erg afhankelijk van het toegepaste dubbelpompsysteem: de combinatie van dialysemachine en bloedlijnsset.

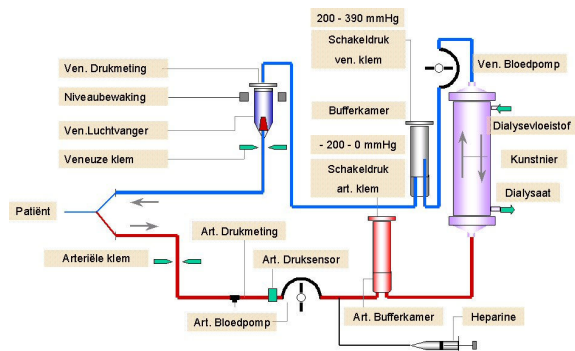
Wanneer er geen arteriële klem aanwezig is kan er bloed het lijntje van de arteriële drukmeter inlopen. Dit lijntje fungeert dan als bufferkamertje: de aanwezige lucht kan samengeperst worden. Dit kan enkele milliliters bedragen. Ook kan er bloed geborgen worden in het arteriële pompsegment: dit is soepel materiaal en kan in volume veranderen. De wisselende drukken die er heersen in het pompsegment maken het waarschijnlijk dat dit effect iets voorstelt: bij de arteriële pompslag is de druk negatief (tot -200 mmHg), bij de veneuze positief. (tot +250 mmHg). De aanwezigheid van een arteriële klem lijkt mij noodzakelijk om vermijdbare recirculatie te voorkomen.

B: kunstnieren klaren bij lage snelheden per hoeveelheid langsstromend bloed beter dan bij hoge snelheden.



Figuur 1: klaring versus bloedstroomsnelheid

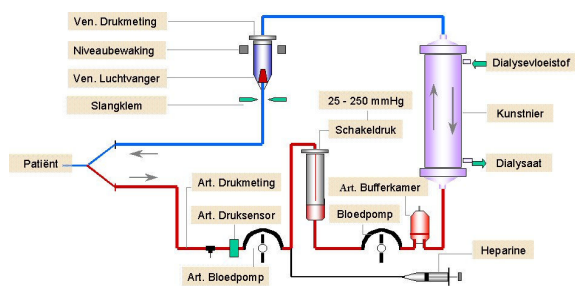
Vandaar dat het volgens mij gunstiger is wanneer er een gelijkmatige bloedstroom in de kunstnier bestaat dan dat er een afwisseling bestaat van perioden met snel stromend bloed en perioden met stilstaand bloed.



Beide pompen draaien continue. Door het strategisch sluiten en openen van de arteriële en veneuze klem (gestuurd door de veneuze respectievelijk de arteriële drukmeter), worden de bufferkamers om en om gevuld en geleegd, waarbij er een continue stroom tussen de bufferkamers gerealiseerd wordt, en dus ook door de kunstnier. De flow in de lijnen is uiteraard wel om en om (Bij een rollerpomp van 200 is dit afwisselend 400 en 0 ml/min.) Door de aanwezigheid van de arteriële en veneuze klem is de recirculatie in het Extra corporele Systeem minimaal.

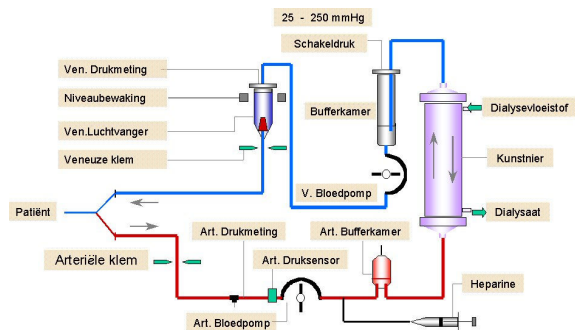
Figuur 2: single needle cross over systeem

Hierbij zijn de pompen met de tussenliggende bufferkamer vóór de kunstnier geplaatst. Voorbeeld : beide pompen draaien op 400 ml/min. Gemiddelde flow is 200 ml/min. Stel: slagvolume = 40 ml. Cyclustijd = 40 ml / 200ml / 60sec = 12 sec. Beide pompen draaien dan om de beurt 6 seconden. (Bij een UF van 0). Het bloed stroomt dus 6 seconden met een snelheid van 400ml/min door de kunstnier, om daarna 6 seconden stil te staan. Gezien de eigenschappen van de kunstnier (klaring per hoeveelheid langstromend bloed neemt af naarmate de flow groter is), lijkt me dit minder efficiënt dan wanneer de flow constant is. Wanneer er geen arteriële klem aanwezig is zal de recirculatie in het Extra Corporele Systeem de efficiëntie van het gehele systeem nadelig beïnvloeden.



Figuur 3: single needle met beide pompen voor de kunstnier

Door de symmetrische plaatsing van de pompen en bufferkamers tov. de kunstnier is er voortdurend een bloedstroom door de kunstnier: de beide bufferkamers lopen tegelijk vol en ook weer leeg, afhankelijk van welke pomp draait. (De arteriële en veneuze klem sluiten wanneer de andere pomp stil staat, daardoor een minimum aan recirculatie in het Extra Corporele Systeem.) Gemiddelde flow 200, en dat is ook de feitelijke bloedstroom door de kunstnier. Helemaal kloppen doet dit verhaal niet: de bufferkamers zijn niet even groot: daardoor wisselt de flow in de KN toch. Stilstand komt echter niet voor. Bij toepassing van 2 levensgrote buffervaten is de flow inderdaad constant.



Figuur 4: single needle met symmetrisch geplaatste pompen

### Afsluitend

Bovenstaande is een theoretisch verhaal over hoe de efficiency van dubbelpompsystemen nadelig beïnvloed kan worden door eigenschappen van de katheter en van het toegepaste dubbelpompsysteem.

Wanneer dubbelpompen op een afdeling incidenteel ingezet worden in afwachting van een snelle realisatie van een goede toegang tot de bloedbaan, is er niet zoveel aan de hand. Wanneer het beleid is dubbelpompsystemen langdurig in te zetten in de patiëntenzorg, (bijvoorbeeld voor elke dag / nacht dialyse), kan het wel een belangrijk item worden in het keuzeprocés van nieuwe machines.

En verder is het wellicht nuttig dat er een soort Consumentenbond komt in dialyseland die regelmatig machines onderling vergelijkt op het gebied van prestaties etc.

## Hoofdstuk 18

### Richtlijnen voor dialysevloeistof

De richtlijnen voor waterkwaliteit voor Nederland zijn opgesteld door de Nederlandse Federatie voor Nefrologie. (NFN)

Deze richtlijn is opgesteld door de waterkwaliteitscommissie van de vroegere DGN Dialyse Groep Nederland, de huidige NfN.

In de commissie waren vertegenwoordigd:

- Internisten-Nefrologen
- Ziekenhuis-apothekers
- Medische Microbioloog
- Dialysetechnicus
- Rijks Instituut voor Volksgezondheid (RIVM)
- Inspecteur voor de Gezondheidszorg

De richtlijn refereert aan wettelijke eisen van de Europese Farmacopee

In de richtlijn staat beschreven:

- De eisen waaraan het water moet voldoen dat gebruikt wordt voor de bereiding van de dialyse-vloeistof in de verschillende omstandigheden
- Hoe deze kwaliteit bereikt kan worden
- Hoe deze kwaliteit gewaarborgd kan blijven

Er is onderscheid gemaakt tussen haemodialyse en on-line haemo(dia)filtratie

#### Terminologie

Met de term "Dialyse-vloeistof" wordt bedoeld de vloeistof die naar de kunstnier gaat. Dus de vloeistof waarmee de patiënt uiteindelijk wordt gedialyseerd.

De term "dialysaat" wordt gehanteerd voor de vloeistof die terugkomt uit de kunstnier, de "afgewerkte" dialyse-vloeistof.

#### Eisen bij haemodialyse

De richtlijn beschrijft drie vloeistoffen die bij haemodialyse van toepassing zijn.

Het leidingwater moet voldoen aan de eisen die vastgelegd zijn in het "Waterleidingbesluit" van 9 januari 2001.

Het gezuiverde water, Reverse Osmose water, dient te voldoen aan de eisen "Water for dilution concentrated haemodialysis solutions" van de Europese Farmacopee

De dialyse-vloeistof, het RO-water met de toegevoegde elektrolyten, dient te voldoen aan de eisen "Solutions for haemodialysis" van de Europese Farmacopee.

In deze beschrijving ligt vast aan welke eisen de verschillende vloeistoffen dienen te voldoen met betrekking tot (an)organische stoffen, micro-organismen, endotoxinen en de samenstelling van de elektrolyten

#### Eisen bij On-line haemo(dia)filtratie

Bij on-line haemo(dia)filtratie worden de eisen behoorlijk aangescherpt. Bij deze behandeltechniek dient de dialyse-vloeistof aangemaakt te worden met extra gezuiverd water en dit extra gezuiverde water dient te voldoen aan de eisen van "Highly purified water" van de Europese Farmacopee. Dit extra gezuiverde water, ook wel Ultra-puur water genoemd, wordt verkregen door een extra

filtratie van het RO-water. Er worden extra eisen aan de water-behandelingsinstallatie gesteld indien men on-line haemodiafiltratie wil toepassen. De dialyse-vloeistof die bereid is met ultra-puur water wordt in de richtlijn "extra gezuiverde dialyse-vloeistof" genoemd. De steriele substitutievloeistof moet voldoen aan de Europese Farmacopee "Solutions for haemofiltration and haemodiafiltration" (01/2002:0861). Dit moet bereid worden uit de extra gezuiverde dialyse-vloeistof.

### **Eisen aan waterbehandelingsinstallaties**

Met betrekking tot de waterbehandelingsinstallaties heeft de NfN uitgebreid stilgestaan. De volgende items komen aan de orde;

- afspraken die er gemaakt moeten worden met het waterleidingbedrijf.
- het ontwerp van de installatie
- het ontwerp van het leidingnet
- de validatie
- de bewaking
- de preventieve maatregelen
- de periodieke controles

kortom van het binnenkomend leidingwater tot aan de ingang van de dialysemachine heeft de NfN in de richtlijn een beschrijving gegeven.

### **Waterbehandelingsinstallaties voor HDF-kwaliteit**

Om een hoge mate van zekerheid te verkrijgen, dat de kwaliteit van het water in alle gevallen gehaald kan worden, dient de water-behandelingsinstallatie minimaal te bestaan uit twee in serie geschakelde RO's of een RO gevolgd door een EDI en/of filtratie. Elke andere installatie welke aantoonbaar voldoet aan de gestelde eisen is ook geoorloofd. Met een "dubbeltraps" uitvoering wordt het principe van cumulatieve risicoreductie toegepast.

Als monitoring en bewaking dient de geleiding van het product water continu gemeten te worden. De ingestelde grenswaarden dienen tijdens een validatiefase bepaald te worden.

Ook het distributienet, de ringleiding, dient aan bepaalde eisen te voldoen. De materialen RVS, PVDF en PEX zijn toegestaan. Om het ontstaan van biofilm te voorkomen mogen in het ontwerp geen dode einden en hoeken voorkomen, de binnenwand van de leiding dient en glad oppervlak te hebben, er dient een continue hoge flow aanwezig te zijn en periodiek dient er desinfectie plaats te vinden.

### **Uitvoering bij on-line haemodiafiltratie**

Ondanks de strenge eisen ten aanzien van het gezuiverde water, dient bij de bereiding van de extra gezuiverde dialyse-vloeistof en de substitutievloeistof extra filtratie plaats te vinden.

Dialyse-machines waarmee on-line haemo(dia)filtratie kan worden uitgevoerd, zijn daarom met extra filters uitgevoerd. Bij uitvoering van deze behandeltechniek dient de steriliteit en functionaliteit van de filters gewaarborgd te blijven. Ook hier is dus bewaking en controle noodzakelijk.

### **Controle**

De richtlijnen geven duidelijk aan welke controles er periodiek uitgevoerd dienen te worden.

Buiten de (an)organische onderzoeken, dienen er, met een vaste frequentie, microbiologische kweken plaats te vinden. De afnamepunten moeten zich in de gehele keten bevinden, dus vanaf de RO tot aan de substitutievloeistof. De wijze van afname, de methode van de kweek en welk kweekmedium, wordt in de richtlijn aangegeven. Voor de juiste tekst van de richtlijnen verwijzen we naar

[www.nefro.nl](http://www.nefro.nl)