

CHEMISCHE MONITORING

Theorie versus praktijk

auteur: **Johan De Mulder**

1. Inleiding

De installatie van een moderne waterinstallatie is een must en algemeen ingeburgerd in de dialysecentra. Met de huidige technologische ontwikkelingen kunnen we een vrij veilige waterkwaliteit veronderstellen en meestal is dit ook zo. Toch loopt het af en toe mis... . Zoals een recente publicatie de verrassende en tevens alarmerende melding deed van de aanwezigheid van onaanvaardbare concentraties benzeen in het reverse osmosis (RO) water na de installatie van nieuwe waterbehandelingssystemen. En dit veroorzaakt door de RO-installaties zelf (1)! Enkel dag en nacht vrij spoelen gedurende 42 tot 63 dagen aan 150 l/u kon het aanwezige benzeen gehalte bij de twee installaties onder de detecteerbare grens brengen. Momenteel wordt benzeen zelfs niet gemeten of voorzien als mogelijke contaminant in de lijst van de Europese Pharmacopee (EP) (2,3). Het een en ander van nabij bekijken is dus zeker geen overbodige luxe.

2. Achtergrond

De richtlijnen voor drinkwaterkwaliteit zijn gebaseerd op een dagelijkse vochtinname van twee liter (4,5). Een hemodialysepatiënt die de klassieke 4 uur behandeling ondergaat, komt in aanraking met ongeveer 120 liter water per dialyse (bij dialysaatflow 500 ml/min en 3/week). Bovendien kunnen mogelijke contaminanten uit het drinkwater enkel de bloedbaan bereiken indien ze opgenomen worden door het gastro-intestinale kanaal terwijl onzuiverheden in de dialysevloeistof alleen het kunstniermembraan hoeven te passeren (6). Doordat de kunstnierpatiënt niet meer in staat is om toxische stoffen via de nieren uit te scheiden, bestaat er reëel gevaar voor opstapeling in de lichaamssweefsels. Over de loop der jaren werden de risico's van sommige bacteriën (7,8), aluminium (9) en chloramines (10,11,12) maar al te duidelijk. Vandaag vreest men ook voor de effecten van bepaalde stoffen zoals bv.: aromatische koolwaterstoffen en pesticiden in lage doses op (middel)lange termijn (13,14,15).

De gehanteerde normen voor de aanmaak van water voor dialyse zullen dus uiteraard veel strenger moeten zijn dan die voor drinkwater (4).

Een algemeen aanvaarde installatie om die vereiste zuiverheid te bereiken bestaat minimaal uit een voorfilter (grof vuil), een ontharder (verwijderen van calcium en magnesium vnl. ter protectie van het fijne membraan van de RO), een actieve koolfilter (chloor, organische stoffen, trihalomethanen, pesticiden,...) en uiteindelijk de reverse osmose (RO) filter (verwijdert nagenoeg alles uitgezonderd bepaalde chloorverbindingen). Uiteraard dient het leidingsysteem uit het geschikte materiaal te bestaan met de nodige bijkomende fijnfilters, mogen er geen dode ruimtes bestaan en dient men zich strikt te houden aan de voorschriften van de leverende firma.

De hierna volgende tekst zal niet ingaan op een uitgebreidere of alternatieve opstelling. Evenmin bespreken we het hergebruik van kunstnieren en het noodzakelijke onderhoud van de RO-installatie maar we focussen ons op het uitvoeren van chemische labo-controles die voorgesteld worden voor een optimale chemische opvolging van de waterkwaliteit.

Naast een beperkte literatuurstudie raadpleegden we een aantal bronnen aan wie we telkens volgende vragen voorlegden:

3. Bevraging

Bestaan er algemeen geldende richtlijnen i.v.m.: chemische kwaliteitsbewaking van de dialysevloeistoffen die op volgende vragen een sluitend antwoord kunnen geven (hoe, wat, waar, wanneer)?

- Methode van analyse?
- Wat analyseren?
- Op welke vloeistoffen ?
(leidingwater? onthard water? na koolfilter? RO? dialysaat?)
- Frequentie?

Hoe wordt in jullie centrum de chemische kwaliteit opgevolgd?

4. Methodologie

We zijn begonnen met de bestaande wettekst op te zoeken om achtereenvolgens een aantal gezaghebbende personen en instanties te contacteren. We mailden en contacteerden telefonisch enkele andere centra- bij wijze van steekproef- om de gebruiken aldaar te bekijken. We gingen te rade bij de industrie. We grasduinden in professionele websites en vroegen de opinie van vooraanstaande nefrologische organisaties, zowel nationaal als internationaal. Tot slot werd een literatuurstudie uitgevoerd en een vergelijkende test i.v.m.: detectie van elektrolyten in dialysaat opnieuw bekeken.

5. Wat zegt de wet? De situatie in België en Europa

De Belgische wetgeving (16) schrijft voor dat er een registratie dient te gebeuren van zowel bacteriologische als chemische testen op de samenstelling van het water en dialysaat, wil het centrum erkend worden en erkend blijven als dialysecentrum. Dit is vrij vaag en voor interpretatie vatbaar. Hoe te analyseren, wat, en volgens welke normen monitoren is niet geconcretiseerd.

Ook de frequentie voor chemische bepaling is zowel in België als op Europees niveau nergens wettelijk bepaald. Alleen Zweden en Frankrijk (17) beschikken over wettelijke regelingen. Nederland en Noorwegen zijn er volop mee bezig.

6. Bestaan er (inter)nationale richtlijnen?

Bij de bevraging van verscheidene Vlaamse centra werd het vlug duidelijk dat elk centrum zijn eigen beleid heeft ontwikkeld, zowel qua frequentie, locatie van afnamepunten, welke analyses en de analysemethode zelf.

Ook tussen de verschillende landen onderling bestaat er een amalgaam aan richtlijnen. Een interessant artikel van de uiterst actieve EDTNA-ERCA Research Board toonde trouwens al in 2000 aan dat er nog veel overleg en verdere afspraken op zowel nationaal als Europees niveau noodzakelijk blijken wegens de grote verscheidenheid aan meetmethoden(18). Hierin werden gegevens van 69 hemodialysecentra uit 14 landen verzameld.

Voor bacteriologische monitoring werden vervolgens concrete Europese richtlijnen ontwikkeld vanuit de EDTNA-ERCA (8) maar bij chemische kwaliteitsbewaking bleven de vraagtekens overeind.

Ondertussen zijn er de recente Europese richtlijnen voor de eerste maal gepubliceerd in het gezaghebbende officiële tijdschrift van de Europese organisatie van nefrologen: de

European Renal Association- European Dialysis and Transplant Association (ERA-EDTA) (19). Naast de bacteriologische kwaliteitsbewaking worden nu ook de richtlijnen voor chemische monitoring in hetzelfde supplement voorgesteld.

7. Cijfers & aanbevelingen van de ERA-EDTA

7.1 Richtlijn

“Guideline IV.3.1:

The chemical and bacteriological purity of the dialysis water must be monitored routinely and regularly and the results should be documented. There should be documented procedures, which come into effect once these limits are exceeded. These procedures will include temporary closure of the dialysis unit when the safe limits for contaminants are exceeded.”

7.2 Aanbevelingen:

In het hierna volgend commentaar op de richtlijn van de ERA-EDTA worden enkele aanbevelingen geformuleerd voor verantwoorde chemische monitoring (samenvattende vertaling):

- Monitoring van het waterbehandelingssysteem berust op 2 niveau's: de validatie van een nieuw systeem na installatie en ten tweede het bewaken van dit systeem tijdens de normale werking.
In concreto® nieuwe RO-installatie: 1x/week is aanbevolen de eerste 3 maanden dan 4x/jaar. Voor sommige bestanddelen zal deze frequentie hoger, voor sommige lager liggen.
- Gedetailleerde monitoring (analysemethode, afnamepunten & frequentie) zie tabel 2,3 en 4.
- Validatie van het systeem telkens het is geopend of er aan gewerkt werd.
- De hardheid van de waterverzachter: dagelijks te monitoren voor het starten van de dialyse: manueel (< 1 mg/l) of continue automatische meting (Testomatà) met alarmmelding. De regeneratiecyclus van de waterverzachter moet aangepast zijn aan het volume van het hars en het zout. Ook de regeneratie dient men dagelijks te checken.
- Chloraminetesten: dagelijks met aangepaste kits of continue monitoring door het meten van de vrije chlorine (chlorometer) in het circuit. De verwijdering van chloramine door een actief koolfilter is belangrijk om te voorkomen dat er schade aan het RO-membraan optreedt en hemolyse bij de patiënt geïnduceerd wordt.
- Ionenwisselaar (DI) en/of RO-systeem: dagelijks testen d.m.v. het meten van de conductiviteit van het uitstromende water d.m.v. een conductiviteitsmeter.
- RO-water zelf testen op contaminanten cfr. tabel 4. Alle toxische bestanddelen in RO - frequentie zie tabel 4 .Sommige contaminanten dagelijks te bepalen. De maximum toegestane concentraties respecteren ter preventie van lange termijn intoxicatie.
- Schriftelijke neerslag van resultaten is onontbeerlijk.

7.3 Cijfers

Hierna volgen achtereenvolgens tabel 1: de analysemethoden, tabel 2: wat analyseren & maximumwaarden, tabel 3: waar analyseren en tabel 4: frequentie van analyses.

Tabel 1: Aanbevolen analysemethoden voor chemische componenten in water (AAMI & EP) - afgeleid uit tabel 2:

Atomaire absorptie spectrometrie	Moleculaire photoluminescentie
Colorimetrie	Vlamfotometrie
Spectrophotometrie	Turbidimetrische methode

Tabel 2. Comparison of maximum water contaminant levels and methods of analysis recommended by the European Pharmacopoeia and the AAMI

Contaminant	Methods of analysis	Maximum concentration (mg/l)			
		AAMI		European Pharmacopoeia	
Aluminum	Atomic absorption	0.01		0.01	
Antimony	Atomic absorption	0.006		0.006	
Arsenic	Atomic absorption	0.005		0.005	
Barium	Atomic absorption	0.1		0.1	
Beryllium	Atomic absorption	0.0004		0.0004	
Cadmium	Atomic absorption	0.001		0.001	
Calcium	Atomic absorption	2	(0.05 mmol/l)	2	(0.05 mmol/l)
Chloramines	Colorimetry	0.1		0.1	
Chromium	Atomic absorption	0.014		0.014	
Copper	Atomic absorption	0.1		0.1	
Cyanide	spectrophotometric	0.02		0.02	
Fluoride	Molecular	0.2		0.2	
Free chlorines	Colorimetry	0.5		0.5	
Lead	Atomic absorption	0.005		0.005	
Magnesium	Atomic absorption	4	(0.16 mmol/l)	2	(0.08 mmol/l)
Mercury	Atomic absorption	0.0002		0.001	
Nitrate	Colorimetry	2		2	
Potassium	Flame photometry	8	(0.2 mmol/l)	2	(0.08 mmol/l)
Selenium	Atomic absorption	0.09		0.09	
Silver	Atomic absorption	0.005		0.005	
Sodium	Flame photometry	70	(3.0 mmol/l)	50	(2.2 mmol/l)
Sulfate	Turbidimetric	100		100	
Thallium	Atomic absorption	0.002		0.002	
Zinc	Atomic absorption	0.1		0.1	

Tabel 3: Validation and monitoring frequency of water treatment system for

Frequency	Validation for 3 months	Monitoring for 12 months
Tap water	X	X
Soft water	X	
RO/DI/UF water	X	X
Loop entrance	X	
Feeding machine water	X	X

Tabel 4: Validation and monitoring frequency for chemical		
Frequency	Validation* for 3 months	Monitoring** for 12 months
Aluminum	Monthly	Monthly
Antimony	Monthly	Half-yearly
Arsenic	Monthly	Half-yearly
Barium	Monthly	Half-yearly
Beryllium	Monthly	Half-yearly
Cadmium	Monthly	Half-yearly
Calcium	Dailey	Dailey
Chlorine and	Dailey	Dailey
Chromium	Monthly	Quarterly
Copper	Monthly	Monthly
Fluoride	Monthly	Half-yearly
Lead	Monthly	Monthly
Magnesium	Dailey	Dailey
Mercury	Monthly	Half-yearly
Nitrate	Monthly	Half-yearly
Potassium	Dailey	Dailey
Selenium	Monthly	Half-yearly
Silver	Monthly	Half-yearly
Sodium	Dailey	Dailey
Sulfate	Monthly	Half-yearly
Thallium	Monthly	Half-yearly
Zinc	Monthly	Half-yearly
*Re-validation (technical intervention, annual check-up).		
**More frequently according to the local risk or the country		

Bron tabel 2-4: Kessler, M. et al., European Best Practice Guidelines for Haemodialysis, Nephrol Dial Transplant, 2002, vol. 17, suppl 7, p.46-47. (Met dank aan JY De Vos voor het doorspelen.)

7.4 Appendix

In een bijkomend appendix bij de guideline worden nog enkele tips gegeven i.v.m. de staalname zelf:

- Kies representatieve staalafnamepoorten zo dicht mogelijk bij de bron.
- Definieer de frequentie van water en dialysaatstalen afhankelijk van de onderzoeksfase (validatie, normale werking), het type waterbehandelingssysteem en de hiermee verbonden risico's.
- Juiste materiaalkeuze qua opvangrecipiënt en/of spuit -> geleverd door het laboratorium dat de analyses uitvoert. Dit is essentieel om externe niet-water-gerelateerde contaminatie uit te sluiten (verkeerde wijze van staalname, bewaring of ongepast recipiëntmateriaal). Maak nooit gebruik van glas daar hieruit aluminium kan vrijkomen in het afgenomen staal.
- Verstuur de afgenomen waterstalen zo vlug mogelijk naar een bevoegd laboratorium.
- Volg de resultaten op en neem de nodige actie indien vereist.
- Leg een database aan.

8. Bespreking / discussie

Eerst en vooral is het waardevol dat er uniforme Europese richtlijnen werden opgesteld. Als elk centrum in elk land zou gebruik maken van dezelfde meetmethoden wordt het voor wetenschappers uiteraard al een stuk eenvoudiger om zaken te vergelijken, niet alleen in eigen land maar ook internationaal. Net zoals voorheen met bacteriologische monitoring zouden de behaalde analyse resultaten wel eens sterk afhankelijk kunnen zijn van de gevoeligheid van de toegepaste meetmethode (18). (zie ook 8.3) Ook voor de mensen op het veld wordt het meteen een stuk duidelijker waaraan zich te houden. Aan de andere kant zullen er maar weinig centra beschikken over de hoog gespecialiseerde apparatuur die nodig blijkt om de aanbevolen analysemethoden uit te voeren.

Als we dan nog even het kostenplaatje bekijken zullen velen misschien al iets minder enthousiast reageren.

8.1 Wat mag het kosten

Afhankelijk van het labo, kan men er ruwweg een kost opplakken tussen de 260 euro (10.000 BEF) en 420 euro (17.000 BEF) voor een éénmalige analyse op basis van de parameters in tabel 4 en volgens de gewenste analysemethoden in tabel 2. Zeker in de opstartfase van een installatie waarbij men gedurende drie maanden gaat meten op vijf verschillende punten, kan de factuur zeer hoog oplopen. Hoeveel geld men aan veiligheid wil of kan spenderen ligt uiteraard gevoelig en het valt nog af te wachten wat de verscheidene centra in praktijk zullen brengen zolang er geen wettelijke omkadering en financiële regeling is voorzien.

Tenslotte zijn deze richtlijnen niet bedoeld tegen wantoestanden maar om de artsen en andere verantwoordelijken (o.a. dialysetechnici) te helpen de juiste beslissingen te nemen om de optimale veiligheid van de dialysepatiënt te verzekeren (20).

8.2 Klinische relevantie van contaminanten

Erover waken dat de dialysevloeistoffen geen ongewenste stoffen bevatten is één ding. Normen vastleggen is een andere zaak en voer voor discussie onder specialisten.

Bijkomend kan men zich ook afvragen of de officieel aangeboden lijst van contaminanten wel voldoet gezien de recente ontwikkelingen. We denken hierbij terug aan het voorbeeld uit de inleiding waarbij hoge doses benzeen werden teruggevonden na de installatie van een nieuw RO en waarvoor helemaal geen voorgeschreven meting bestaat. Het is trouwens gebleken dat installaties van verschillende leveranciers dezelfde benzenen loslieten en het zou dus eigen zijn aan het productieproces van de membranen. Men kon dus perfect voldoen aan de richtlijnen van de EP en toch ongewenste en potentieel schadelijke stoffen toedienen omdat het gewoon niet gemeten en niet geweten was. Sinds het bekend raken van de aanwezigheid van benzeen in nieuwe RO-membranen ondergaat elke nieuwe installatie systematisch een voorspoeling in de fabriek van herkomst.

Een ander voorbeeld waarbij wetenschappers nog geen consensus bereikt hebben is de potentiële schadelijkheid van elementen zoals silicium en strontium (21,22,23,24). Er werden sterk verhoogde serumwaarden bij dialysepatiënten aangetroffen en volgens sommige auteurs mogen we een correlatie met de ontwikkeling van een aantal neurodegeneratieve ziekten en hun rol op de botvorming niet uitsluiten.

Niettegenstaande de wetenschappelijke controverse (24) hieromtrent raadde deze groep wetenschappers uit voorzichtigheid reeds in 1995 aan om ook silicium te monitoren in de dialysevloeistoffen (23).

Voor andere stoffen is de toxiciteit duidelijk bewezen en zou er uitgebreid moeten gecontroleerd worden. We spreken hier uiteraard over Aluminium (9) en chloor (10,11,12)

Er is al eerder gepubliceerd over het risico van chloor maar het eerste rapport dat een verband aantoonde tussen chloramine blootstelling en erythropoietine (rHuEpo) resistentie verscheen in 1999 (10). Er werd hier slechts een lichte vorm van hemolyse gevonden waardoor de patiënten in eerste instantie hogere doses rHuEpo toegediend kregen. De oorzaak lag bij een te lage capaciteit van de actief koolfilter die de toevoer van verhoogde chloramineniveau's niet aankon. Over hetzelfde onderwerp werd verder gepubliceerd en men raadde commerciële meetkits voor totale en vrije chlorine (voor indirecte berekening van de chloramine) aan maar vond het uiteindelijk praktischer om tevens twee actief koolfilters in serie te plaatsen (11,12).

Trihalomethanen (THM) zijn het stokpaardje van de Nederlanders. THM worden toxisch geacht en worden gevormd door de toevoeging van chloor aan drinkwater. Zij zijn in verband gebracht met carcinoomvorming, neurologische en maagdarmproblemen. Zij werden reeds in de jaren 80 gerapporteerd zowel in de dialysevloeistoffen als in het bloed én in de uitademingslucht van dialysepatiënten. (25) De kwaliteitscommissie van Nederland stelt voor om THM 1x/jaar te meten, zowel voor en na de koolfilter en in het dialysaat (26). Momenteel zijn THM niet opgenomen in de lijst van de ERA.

De concentratie van verscheidene spoorelementen in het bot van patiënten met terminaal nierlijden blijkt verstoord (22). Het klinische belang van deze verhoogde of verlaagde concentraties blijft, behalve voor aluminium, voorlopig onduidelijk maar is onderwerp van verdere studies.

Om aluminium toxiciteit (dementie, osteomalacie, anemie en erythropoietineresistentie) vroegtijdig op te sporen wordt naast een tweejaarlijkse meting in het bloed, ook een frequente monitoring op de dialysevloeistoffen als noodzakelijk beschouwd (9). Men mag niet vergeten dat er in het gemeentelijke waterzuiveringstation gebruik wordt gemaakt van een aantal hulpstoffen waaronder een aluminiumverbinding als vlokmiddel (27) en het inkomende leidingwater steeds aluminium zal bevatten. Eveneens is geweten dat de actief koolfilter (AK) zelf een bron is van aluminium productie en dus zeer nauwkeurig moet opgevolgd worden. Het plaatsen van een "acid washed coconutshell carbon" vermindert de productie van aluminium drastisch. Praktisch: de meting op aluminium na de AK moet < 0,1 mg/l bedragen wil men geen risico lopen op het passeren van de RO-membraan die zelf iets meer dan 90% van het aluminium uit het water kan halen (28, 29).

Onlangs nog werd aangetoond dat bij het gebruik van citraat in glazen flessen een belangrijke verhoging van het aluminium in het serum werd veroorzaakt (30). Analyses van aluminium op het dialysaat zelf zijn dus niet te ver gezocht.

Soms kan ook het aanbod van nitraten in het drinkwater periodiek te hoog oplopen t.g.v. de intensieve landbouw en veeteelt zodat de RO niet kan volgen. Aangezien de actieve koolfilter en de waterverzachter nitraten niet kunnen tegenhouden raden sommigen aan een ionenwisselaar bij te plaatsen (31). Uiteraard moet men deze ionenwisselaar even optimaal controleren als de rest. Denk maar aan de eerste melding in 1993 van 3 doden door acute fluoride-intoxicatie t.g.v. een verzadigde ionenwisselaar in Chicago (32). Om maar te zeggen dat we steeds alert moeten blijven en voortdurend nadenken over een veilige bewaking.

Bij de organische stoffen zijn aromatische koolwaterstoffen (benzeen, benzopyreen,...) verdacht op hun potentiële cancerogeniciteit. Zij passeren moeiteloos het RO-membraan. Accumulatie van pesticiden in uremische patiënten is reeds aangetoond en zou kunnen geassocieerd worden met polyneuropathie (13,14,15). Het risico voor de dialysepatiënt is moeilijk in te schatten gezien hun waarschijnlijke lange termijneffect en gezien elk land andere maximumconcentraties hanteert. (Denk aan de onkruidverdelger atrazine, in België overvloedig gebruikt in de maiscultuur en enkele jaren geleden verhoogd aanwezig gevonden in het drinkwater in sommige Vlaamse regio's!). Opsporen hiervan is technisch moeilijk en duur en wordt beschouwd als de verantwoordelijkheid van de drinkwatermaatschappij.

In Frankrijk (17) -circulaire van 2000- raadt men toch aan pesticiden te controleren zowel bij het begin als op de retour van de RO.

8.3 Nauwkeurigheid van dialysaatanalyses

Centra die op dialysaat controleren doen dit meestal op ionen om de afstelling van het hemodialysetoestel te checken.

Een mini multilabo onderzoek naar de representativiteit van de gebruikte laboanalyses op dialysaat bracht afwijkende waarden aan het licht in vergelijking met de ingestelde waarden van het dialysetoestel (3 labo's, 3 meetmethoden). Hierbij werden significante afwijkingen gevonden tussen de verschillende analysemethoden. In ons klinisch labo werden bij wijze van proef aparte oplossingen van NaCl samengesteld. In de ene reeks oplossingen werden er naast gedistilleerd water ook verschillende concentraties bicarbonaat bijgevoegd en in de andere reeks alleen gedistilleerd water. In de oplossingen zonder bicarbonaat kwam de gemeten Na perfect overeen met de theoretische waarden. In de oplossingen mét bicarbonaat was de gemeten Na belangrijk lager dan de theoretische waarde. Hieruit bleek dat de afwijkende waarden van natriumrecovery vooral zouden te wijten zijn aan de aanwezigheid van bicarbonaat in een waterige oplossing.

Over het meten van natrium, conductiviteit en de geijkte laboanalyse in dialysaat is trouwens al veel discussie geweest (33,34,35). Het meest "illustere" voorbeeld van onderlinge verschillen tussen labo's werd ons gemeld over een eenvoudige test op fysiologisch serum, uitgevoerd door twee verschillende labo's waarbij het ene labo 154 mmol/l terugvond maar het andere labo 168 mmol/l! Dit om aan te tonen dat er best afspraken gemaakt worden tussen de kunstnier en het labo over wat aanvaardbare afwijkingen zijn, eigen aan de meetmethode. En misschien niet onbelangrijk: werk steeds met hetzelfde labo zodat eventuele afwijkingen kunnen besproken en indien mogelijk, via een conversietabel omgerekend worden. Analysemethoden kunnen perfect meten bij bloed en urine stalen maar mogelijk afwijkende (natrium)waarden weergeven in andere vloeistoffen.

Bovenstaande voorbeelden tonen aan dat chemische kwaliteitsbewaking zeer moeilijk is en een never-ending-story zal worden.

Ook de Amerikanen (36) zijn ondertussen weer bezig met het herzien van hun richtlijnen (RD52).

9. Beperkingen bij monitoring van de chemische kwaliteit:

- Expertise labo?
- Gevoeligheid van laboratoriumapparatuur?
- Geschikte afnamepoorten aanwezig? Geschikte afnamerecipiënt? (Aluminium!)
- Kostprijs? (zie hoger)

- Tijd?

10. Praktisch

Wat zeker gestandaardiseerd én schriftelijk gedocumenteerd moet zijn (37):

- Contact met de plaatselijke drinkwaterleverancier om vlug te kunnen inspelen op bepaalde schommelingen in de waterkwaliteit.
- Analysemethode.
- Procedure staalafname zelf.
- Frequentie van staalname (x/jaar én na openen of wijzigingen in het waterbehandelingssysteem).
- verantwoordelijke personen voor staalnames.
- Bewaren en transporteren van de stalen.
- Opvolging met interpretatie van de resultaten mét procedure in geval van overschrijding normale waarden.

Bijkomende adviezen (38) naar apparatuur toe voor optimale veiligheid naast labo analyses:

- Een perfect werkende actieve koolfilter met voldoende volume waarin het water een voldoende lange tijd (10 min) met de koolstof in contact komt (EBCT: empty bed contact time). Mét monitoring van de verzadigingsgraad (chloraminetest).
- Continue bewaking van de RO (/ionenwisselaar) dmv conductiviteitsalarm visueel + akoestisch. Afgesteld op een werkbare maar veilige begrenzing.
- Goed geplande RO cleaning en sterilisatie. Om de membraankwaliteit te evalueren is het raadzaam ook de conductiviteit schriftelijk op te volgen zodat men een stijgende trend qua conductiviteit vlugger opmerkt.
- Dubbele RO in serie.

In praktijk komt het er op neer een perfect werkende installatie te garanderen door een gericht en systematisch preventief onderhoud en controles door de hiervoor getrainde dialysetechnici.

11. Opties / Besluit

Men kan opteren voor een uitgebreide analyse waarbij men alles bekijkt cfr. ERA/EDTA of men kan gerichte steekproeven uitvoeren op specifieke topics naargelang het inzicht van het eigen centrum.

We beschikken nu over de recente guidelines van de Europese nefrologen waar we niet aan voorbij kunnen gaan.

In een ideale wereld met onbeperkte financiële middelen zou het absoluut geen probleem zijn alle richtlijnen perfect uit te voeren. Maar de meningen zullen waarschijnlijk ook verdeeld blijven over de frequentie en het al dan niet achterwege laten of toevoegen van andere analyses (bv.: Nederlandse (26) richtlijnen: THM. Franse regering (17): pesticiden en die de parameters van de EP 4x/jaar controleert en nitraten, organische stoffen en aluminium maandelijks).

Sommigen (39) raden aan om het RO 2x/jaar op aluminium te controleren en de rest van de tabel van de EP 1x/jaar of zelfs 1x/2jaar, kleine koolwaterstoffen (THM e.a.) 1x/jaar. Momenteel zijn er nu centra in België die systematisch 2x jaar een aangepaste versie van de EP analyseren, zowel op inkomend water, RO als op dialysaat.

Wat er nu ook moge beslist worden, de Belgische wet (16) verplicht in ieder geval tot het uitvoeren van een aantal analyses op water én dialysaat. Welke deze uiteindelijk worden is nog altijd de eindverantwoordelijkheid van de hoofdnefroloog die zich uiteraard zal laten bijstaan door een deskundig team van dialysetechnici.

12. Bronvermelding

1. Gietman, H., "Chemical additives in new RO systems", EDTNA-ERCA Journal, 2002, 28, nr.3, pp. 116-120.
2. "Haemodialysis solutions, concentrated, water for diluting", European Pharmacopoeia, 3rd Edition, Suppl. 2001, Monograph 1167, 1997, corrected 2000.
3. "Solutions for haemodialysis", European Pharmacopoeia, 3rd Edition, Suppl. 2001, Monograph 0128, 2000.
4. Besluit van de Vlaamse regering houdende reglementering op het gebied van de kwaliteit en levering van water, bestemd voor menselijke consumptie, Belgisch Staatsblad van 28.01.2003, Ed 2; 2907. Ministerie van de Vlaamse gemeenschap: N2003-368, C-2003/35094.
5. Besluit Vlaamse Executieve, 15.03.1989.
6. Arduino, MJ., Bland, LA., Favero, MS., «Adverse patients reactions due to chemical contamination of hemodialysis fluids», Nephrol Dial Transplant, 1989, 18 (12), pp. 655-658.
7. Ismail, N. et al., « Water treatment for hemodialysis », Am J Nephrol, 1996, vol. 16, pp. 60-72.
8. Lindley, E.J. et al., "Guidelines for the control and monitoring of microbiological contamination in water for dialysis", EDTNA-ERCA Journal, 2002, 28, nr.3, pp. 107-115.
9. D'Haese, P., De Broe, M., "Aluminum toxicity" in Handbook of dialysis. 3rd edition, edited by Daugirdas, JT. et al., Lippincot Williams & Wilkins, Philadelphia, 2000, pp. 548-561.
10. Fluck, S., McKane, W., Cairns, T., Fairchild, V., Lawrence, A., Lee, J., Murray, D., Polpitye, M., Palmer, A., Taube, D., "Chloramine-induced haemolysis presenting as erythropoietin resistance", Nephrol Dial Transplant, 1999, vol. 14, pp. 1687-1691.
11. Perez-Garcia, R. et Rodriguez-Benitez, P., "Chloramine, a sneaky contaminant of dialysate" , Nephrol Dial Transplant, 1999, vol. 14, pp. 2579-2582.
12. Richardson, D., Bartlett, C., Goutcher E., Jones, C., Davison, A., Will, E., "Erythropoietin resistance due to dialysis fluid chloramines: the two-way traffic of solutes in haemodialysis", Nephrol Dial Transplant, 1999, vol. 14, pp. 2625-2627.
13. Botzenhart, K., Schweinsberg, F., "Probleme des chemischen trinkwasserqualität", Deutsches Ärzteblatt, 1997, 94, pp. 33-37.
14. Vanholder, R., De Smet, R., Vogelee, P., Hsu, C., Ringoir, SM., "The uremic syndrome" in "Replacement of renal function by dialysis". Edited by Jacobs, C., Kluwer, Netherlands, 1996, pp. 1-33.
15. Rutten, GA., Schoots, AC., Vanholder, R., De Smet R., Ringoir, SM., Cramers CA., "Hexachlorobenzene and 1,1-di(4-chlorophenyl)-2,2-dichloroethene in serum of uremic patients and healthy persons: determination by capillary gas chromatography and electron capture detection", Nephron, 1988, 48, 3, pp. 217-221.
16. K.B. november 1996, publicatie in Belgisch Staatsblad op 18 februari 1997.
17. Circulaire DGS/DH/AFSSAPS n° 2000-337 du juin 2000 relative à la diffusion d'un guide pour la production d'eau pour l'hémodialyse des patients insuffisants rénaux: www.dialyse.asso.fr/2000-337.htm.
18. Lindley, E.J., Lopot, F., Harrington, M., Elseviers, M.M., "Treatment of water for dialysis: a European survey", EDTNA-ERCA Journal, 2000, 26, nr. 4, pp. 34-40.
19. Kessler, M. et al., "Dialysis Fluid Purity", European Best Practice Guidelines for Haemodialysis (Part 1). Nephrol Dial Transplant, 2002, vol. 17, suppl. 7, pp. 45-62.
20. Locatelli, F. et al., «Difficulties of implementing clinical guidelines in medical practice», Nephrol Dial Transplant, 2000, vol. 15, pp. 1284-1287.

21. De Broe, ME., D'Haese, PC., "Strontium and osteomalacia in renal failure patients", *Nephrol Dial Transplant*, 2003, vol. 18, pp. 215-216.
22. D'Haese, PC., Couttenye, MM., Lamberts, LV. et al., "Aluminum, iron, lead, cadmium, copper, zinc, chromium, magnesium, strontium, and calcium content in bone of end-stage renal failure patients", *Clin Chem*, 1999, sep, vol. 45, pp. 1548-1556.
23. D'Haese, PC., Shaheen, FA., Huraib, SO. Et al., "Increased silicon levels in dialysis patients due to high silicon content in the drinking water, inadequate water treatment procedures, and concentrate contamination: a multicentre study", *Nephrol Dial Transplant*, 1995, vol. 10, pp. 1838-1844.
24. Birchall, D., Bellia, J., Roberts, N., Discussion (letter & reply by authors) about toxicity of silicon in *Nephrol Dial Transplant*, 1996, vol. 11, pp. 1188-1189. Reference article: ref.: 23.
25. Cailleux, A., Subra, JF., Riberi, P., Allain, P., « Uptake of trihalomethanes by patients during hemodialysis », *Clin Chim Acta*, 1989, Apr 28 ; 181(1), pp. 75-80.
26. Commissie Kwaliteitsbewaking van de Dialyse Groep Nederland: "Waterbereiding voor hemodialyse".
27. "From the source to the tap". Infobrochure AWW, Antwerpen, 2001, 56 p.
28. Traeger, H., "Aluminum in dialysis water: an activated carbon and laboratory problem", lezing 31e EDTNA/ERCA meeting, Den Haag 14-17 september 2002.
29. Stockman, P., "Technologische trends in de dialysewereld", 2e post-EDTNA/ERCA meeting "Management of Fluids", Brussels, 22 oktober 2002, pp. 23-25.
30. De Vos, J-Y., Hombrouckx, R., "Management of Fluids : adverse effects of citrate solutions", lezing 31e EDTNA/ERCA meeting, Den Haag 14-17 september 2002.
31. Murcutt, G., "Nitrates in water: Managing the risks", lezing 31e EDTNA/ERCA meeting, Den Haag 14-17 september 2002.
32. Arnow, PM., Bland LA., Garcia-Houchins, S., Fridkin, S., Fellner, SK., "An outbreak of fatal fluoride intoxication in a long term hemodialysis unit", *Annals of Internal Medicine*, 1994, sept 1, vol. 121, pp. 339-344.
33. Flanigan, MJ., "Sodium flux and dialysate sodium in hemodialysis", *Seminars in Dialysis*, 1998, vol. 11, n° 5 (sept-oct), pp. 298-304.
34. Stragier, A., "Conductiviteit en dialysaatnatrium- Hoe zit dat?", 28 feb 2003, voordracht DTV Ronse.
35. Online Discussion Forum ivm "Dialysis Fluids electrolytes tolerances", gestart op 20.02.2003. In EP: no standard for the composition of the dialysis fluid only for the concentrates (2% tolerance on Na and 5% on the other cations (ref: Lindley, E.). In Swedish pharmacy: regulation for dialysis fluid during hdf-online: Na: 2,5% of selected Na and all other ions 5% tolerance of values on the concentrate canister (ref: Malström,G.) www.edtna-erca.org.
36. "Dialysate for hemodialysis", van de AAMI Working Group Draft, Recommended Practice RD52: 2003, ontwikkeld door de AAMI Renal Disease and Detoxification Committee. Dit document is echter nog volop in de studiefase.
37. Bonnie-Schorn, E., Grassmann, A., Uhlenbus- Körwer, I., Weber, C., Vienken, J., *Water Quality in Hemodialysis*. Pabst Science Publishers, Lengerich, 1998, 153 p.
38. Stragier, A. "Water treatment for haemodialysis: not as safe as anticipated", *EDTNA-ERCA Journal*, 1996, 12,4.
39. Matthijs, E., "Waterbereiding voor hemodialyse", presentatie wetenschappelijke vergadering NBVN.

Over de auteur

Johan De Mulder is Verpleegkundige-Klinisch Expert in het Departement nefrologie, kunstnier te AZ St Augustinus, Wilrijk