

CVVH

Het renale systeem

Aandoeningen in het renale systeem; primair of secundair, kunnen de patiënten op een intensive care afdeling in levensbedreigende situaties brengen. De patiënt zal bij ernstige nierfunctiestoornissen of ATN aan de CVVH gaan om op deze manier ondersteund te worden.

Algemene begrippen

- Diffusie: is het verschijnsel dat een opgeloste stof in een vloeistof zich gelijkmatig verspreidt totdat overal in de oplossing dezelfde concentratie bestaat;
- Dialyse: is diffusie van klein moleculaire stoffen door een semipermeabele membraan heen. Er vindt net zolang dialyse plaats tot de concentratie aan beide zijden van de membraan gelijk zijn;
- Ultrafiltratie: is het verplaatsen van water door een semipermeabele membraan door een hydrostatisch drukverschil tussen beide compartimenten aan weerszijden van de membraan. Een positief drukverschil perst water door de membraan naar de andere kant; een negatieve druk zuigt water aan;
- Semipermeabele membraan, dit is een poreus membraan dat kleine moleculen, zoals water, ureum, creatinine, urinezuur en keukenzout doorlaat, maar grotere moleculen minder of helemaal niet, afhankelijk van de grootte van deze moleculen. De grootte van een molecuul wordt bepaald door het aantal atomen waaruit het is opgebouwd en door de structuur.

- 1 -

Klaring

Klaring is het verwijderen van opgeloste stoffen uit het bloed, naar het dialysaat, meer specifiek wil dit zeggen; de hoeveelheid bloed, volledig ontdaan van een bepaalde opgeloste stof, uitgedrukt in ml/min. Een normale klaring is 110-130 ml/min. Twee manieren om te klaren 1. Klaring is het verwijderen van opgeloste stoffen uit het bloed naar het dialysaat; 2. Het is de hoeveelheid bloed, volledig ontdaan van een bepaalde opgeloste stof uitgedrukt in ml/min.

3 klaringmechanisme:

- *Diffusie* is het verplaatsen van stoffen van een hoge concentratie naar een lage concentratie;
- *Convectie* is het verwijderen van stoffen die opgelost zijn en die meegaan met de vloeistofstroom (ultrafiltratie) door het semipermeabele membraan;
- *Adsorptie* houdt in dat moleculen zich hechten aan de buiten- of binnenkant van het membraan.

Waarom continue therapie

- bootsen bijna de eigen nierfunctie na in de behandeling van ARF (acuut renal failure) en overvulling;
- geleidelijke therapie die goed verdragen wordt door patiënten met hypotensie of een instabiele RR;
- verwijderen van grote hoeveelheden vocht en afvalstoffen binnen een bepaalde tijd;
- als behandelaar kunnen sturen in de dosering van toegepaste therapie.

Toegangswegen voor CVVH

- vena jugularis interna (voorkeur) hygiënische plaats/ minder kans op afknikken;
- vena subclavia (kans op pneumothorax);
- vena femoralis (meest infectie kans).

Wanneer CVVH

- uremie > 40 mmol/l of met symptomen, het ureum stijgt pas nadat 50% van de nierfunctie is afgenomen;
- kalium > 6,5 mmol/l non responsive;
- niet corrigeerbare metabole acidose -- > pH < 7,25 ;
- acute overvulling non responsive (SCUF);
- oligurie/ anurie/ acute nierinsufficiëntie;
- sepsis;
- intoxicatie (koolfilter), wordt op C38 niet gebruikt;
- nefropathie;
- acute tubulus necrose;
- auto-immuun ziekten.

Doelstelling CVVH

- stabiliseren van vocht, elektrolyten en zuur/ base evenwicht;
- preventie van verdere schade aan de nier;
- stimuleren van algemeen- en nierfunctie herstel;
- convectief verwijderen van afvalstoffen;
- gecontroleerde ultrafiltratie;
- substitutievloeistof nodig;
- vochtverlies patiënt maximaal 2 liter/uur;
- geen dialysaatFlow;
- substitutie vloeistof nodig (0-8 liter/uur);
- verwijderen van afvalstoffen op basis van ingestelde substitutiesnelheid.

Substitutie vloeistof

- zorgt voor convectief transport;
- gebaseerd op de fysische samenstelling en behoefte van de patiënt;
- kan zowel pre- als postdilutie gegeven worden;
- steriele substitutievloeistoffen kunnen zijn:
 - Bicarbonaatvloeistof;
 - Lactaatvloeistof;
 - Electrolyten oplossingen.

Bij ons op de afdeling wordt er gebruik gemaakt van Bicarbonaat of citraatvloeistoffen.

Substitutievloeistof pré-dilutie -- > is de vloeistof die voor het filter toegevoegd wordt

- verlaagt Ht, daardoor bestaat een kleinere kans op stolling;
- hogere ultrafiltratie mogelijk;
- Nadeel: 10-15% lagere klaring dan bij post-dilutie, de oorzaak hiervan is dat het deel gelijk via het filter in de ultrafiltratiezak terecht komt (er worden geen afvalstoffen opgenomen);
- Maximale indikingsfactor 35%.

Substitutievloeistof post-dilutie -- > is de vloeistof die na het filter toegevoegd wordt

- hogere bloedsnelheid nodig;
- kan verhoging van de antistolling vragen;
- betere klaring dan bij pré-dilutie, de reden hiervan is dat het eerst door de hele patiënt heen gaat en daarna door het filter, de tijd om afvalstoffen te verdunnen en op te nemen is langer;
- maximale indikingsfactor 20%.

Problemen met de dubbellumencatheter

- Bloeding;
- Stolling;
- Infectie;
- pneumothorax (subclavia).

Problemen met het systeem

- stolling in het bloedcircuit;
- membraanlekkage;
- lucht in het circuit.

Veranderingen in de cardiovasculaire status

- hypovolemie;
- hypervolemie;
- elektrolytstoornissen;
- viscositeitstoornissen.

Controle op hypothermie

- Speciale aandacht is nodig indien het uitwisselingsvolume > 2 liter / uur (eventueel patiënt opwarmen);
- Op C38 wordt er een vaste temperatuur op de Aquarius gehanteerd -- > 37 graden Celsius.

Mogelijke problemen tijdens aansluiten

- Koppeling dialysekatheter- aanvoer-/teruggavelijn lekt bloed
- oorzaak: aanvoer- / teruggavelijn is niet goed op katheter gedraaid;
- oplossing: op juiste wijze aandraaien van de lekkende koppeling;
- Lucht aanzuigen bij de koppeling dialysekatheter- aanvoerlijn richting Aquarius
- oorzaak onjuiste koppeling van de aanvoerlijn;
- oplossing juiste wijze aandraaien van de koppeling;
- Aanvoerdruk extreem laag
- Allergische reactie op filter (STOP DE BEHANDELING!!)
- Let op reacties zoals: kortademigheid, hypotensie, anafylactische reacties;
- Bij een dergelijke reactie de arts waarschuwen en opdracht uitvoeren.

Controle tijdens de behandeling

- Elke twee uur de aanvoerdruk, filterdruk, effluentdruk en teruggavedruk, drukdaling en TMP noteren;
- Controleer dan ook het niveau van de veneuze druppelkamer (zonodig handmatig aanpassen);
- Balans iedere 2 uur noteren op dialyselijst en overnemen op de controle daglijst;
- Elk uur controle van het systeem op lucht en stolsels;
- Indien de Aquarius aangeeft dat de zak leeg is, volg de aangegeven procedure. Bij voortijdig wisselen van de zakken druk op vervang zakken en volg de beschreven procedure. Trek de weegschaal altijd naar voren en wissel 1 zak tegelijk.

Labwaarden/ waarom?

De citraatspiegel in het bloed van de patiënt is van meerdere factoren afhankelijk, zoals:

- Toedieningsnelheid van het citraat en het verlies van citraat door de nier;
- Het metabolisme van de lever en de spieren;
- De citraatspiegel wordt door een berekening gemeten;
- Bij een laag geïoniseerd calcium < 0,90/ calcium totaal > 2,3 of aniongap > 15.

De aniongap zegt iets over de balans tussen de positieve ionen vooral over het Na+ en de negatieve ionen het Clor en Bicarbonaat.

Citraat is een negatief geladen ion, dat je niet direct kunt meten, als de concentratie stijgt, neemt de aniongap toe. Het geeft dus aan dat er toename is van ionen naast Bic en Cl.

De lever, nier en spieren zetten citraat om in bicarbonaat. Als er dus leverfunctie #, nierfunctie # en spierafbraak door lang liggen ontstaat moet je er rekening mee houden dat het citraat nauwelijks omgezet kan worden naar bicarbonaat.

Labwaarden die 4 x daags gecontroleerd worden zijn

- Geïoniseerd calcium (calcium dat niet gebonden is aan albumine);
- Bloedgas (om tijdig metabole alkalose/acidose op te sporen);
- Na, K, Cl, totaal calcium, en Mg;
- 4 maal daags wordt aniongap berekend.

Berekening

Aniongap -- >	Natrium – Chloor – Bic = aniongap. Dit zegt wat over het omzetten van je citraat naar je Bicarbonaat.
Calcium ratio -- >	Geïoniseerd calcium is een meting. Gecorrigeerd calcium is een berekening. Dit is je calcium ratio.
Aniongap + Calcium ratio -- >	Zeggen wat over je vrije calcium en het omzetten van je citraat naar je Bicarbonaat.

Wanneer je de uitslagen van het bloed binnen hebt, kijk je als eerste naar het bicarbonaat. Naar aanleiding hiervan kan je zien of er een metabole acidose/ metabole alkalose aan het ontstaan is. Daarna kijk je naar de Aniongap, de berekening hiervan staat hierboven beschreven. Als laatste kijk je naar het calcium ratio, dit is je calcium (cor) = berekening/ meting. Wordt al door het lab met je albumine gecorrigeerd. calcium (ion) = afhankelijk van het albumine, het calcium bindt zich aan albumine.

Bij CVVH met heparine als antistolling wordt alleen de APTT gecontroleerd 1 x in de 4-6 uur. En hierop wordt de stand van de heparine pomp aangepast.

Belangrijke alarmgrenzen

Ieder uur controle en opschrijven van de volgende drukken.

1. **Aanvoerdruk**

Deze druk is altijd negatief.

Meting voor de bloedpomp.

Uitleg meet met welke kracht het bloed, via de katheter, uit de patiënt wordt gehaald.

Afhankelijk van bloedflow, soort katheter (ligging, dikte, doorsnede), substantie bloed en vullingstoestand patiënt.

Problemen Problemen met een te negatieve druk zijn altijd gelegen in de katheter of houding van de patiënt. Aanvoer- en teruggavedruk alarmeringen zeggen iets over de katheter; b.v. knik in de slang of slang tegen de wand gezogen.

2. **Teruggavedruk**

Dit geeft je ultrafiltraat aan. Deze druk kan negatief en positief zijn. Hoe gemakkelijker het vocht de patiënt uit gaat dan een positieve druk. Hoe meer weerstand hoe lager de druk hoe minder fibres openstaan. Hoe goed het is het filter, dan heerst er een negatieve druk door het harde zuigen.

Meting Na het filter.

Uitleg Meet met welke kracht het bloed, via de katheter, wordt teruggevoerd naar de patiënt.

Afhankelijk van Bloedflow, katheter, stand (hoogte) van het bed, houding van de patiënt en substantie bloed.

Problemen Problemen met een te positieve teruggavedruk zijn gelegen in de katheter of houding van de patiënt. Aanvoer- en teruggavedruk alarmeringen zeggen iets over de katheter; b.v. knik in de slang of slang tegen de wand gezogen. Indien tijdens de dienst de teruggavedruk begint te stijgen dan dit probleem oplossen door de katheter eerst te controleren op de aanwezigheid van stolsels en nadien met 20 ml NaCl 0.95 te flushen! Als je dit niet doet dan gaat later ook de filterdruk stijgen en krijg je stolling in het filter. Ook als je aanvoerdruk steeds negatiever wordt dit proberen te verhelpen door de katheter eerst te controleren op stolsels en dan te flushen met 20 ml NaCl 0.9% via het eerste arteriële prikpunt.

- 3. TMP**
 Meting
 Uitleg
 Afhankelijk van
 Problemen
- Wordt gemeten over het membraam
 De TMP is de druk die op het filtermembraan wordt uitgeoefend. Het geeft het drukverschil weer tussen de vocht- en bloedcompartimenten van het filter.
 Hoeveelheid substitutievloeistoffen, mate van stolling en ultrafiltratie (vochtverlies bij patiënt).
 Tijdens de behandeling vermindert de permeabiliteit van het membraan, daardoor stijgt de TMP.
- 4. Filterdruk**
 Meting
 Uitleg
 Afhankelijk van
- Hoe gemakkelijk gaat het bloed door je filter heen. Deze druk is altijd positief.
 Na de bloedpomp, direct voor het filter.
 Meet met welke kracht het bloed door het filter wordt gevoerd.
 Vloeistofsnelheid, mate van stolling in de filter, bloedflow en substantie bloed en teruggavedruk.
- 5. Effluentdruk**
 Uitleg
 Afhankelijk van
 Problemen
- Kan negatief en positief zijn. De druk is positief als het vocht makkelijk de patiënt uitgaat.
 de effluentdruk geeft de toestand van de nier weer, dit is een belangrijke graadmeter. Deze druk geeft aan hoe makkelijk of hoe moeilijk het ultrafiltraat door de filterporiën komt.
 hoeveelheid vloeistof, stolling, tijdsduur gebruik filter en hoeveelheid vochtverlies.
 Positieve druk wil zeggen dat het ultrafiltraat gemakkelijk uit het filter kan worden gehaald. Indien negatieve druk ontstaat dan kost dit meer moeite.
- 6. Drukdaling**
- Drukdaling (deltadruk of Δ druk) (filterdruk – teruggavedruk) De drukkaling geeft een indicatie over de mate van stolling in het filter. Indien de drukkaling zal stijgen, is dit een teken dat er stolling aan het ontstaan is in het filter!

Bijlagen

Bijlage 1 Anatomie en fysiologie van de nieren

Het renale systeem

Aandoeningen in het renale systeem; primair of secundair, kunnen de patiënten op een intensive care afdeling in levensbedreigende situaties brengen. De patiënt zal bij ernstige nierfunctiestoornissen aan de CVVH gaan om op deze manier ondersteund te worden.

Algemene begrippen

- Diffusie: is het verschijnsel dat een opgeloste stof in een vloeistof zich gelijkmatig verspreidt totdat overal in de oplossing dezelfde concentratie bestaat;
- Dialyse: is diffusie van klein moleculaire stoffen door een semipermeabele membraan heen. Er vindt net zolang dialyse plaats tot de concentratie aan beide zijden van de membraan gelijk zijn;
- Ultrafiltratie: is het verplaatsen van water door een semipermeabele membraan door een hydrostatisch drukverschil tussen beide compartimenten aan weerszijden van de membraan. Een positief drukverschil perst water door de membraan naar de andere kant; een negatieve druk zuigt water aan;
- Een semipermeabele membraan is een poreuze membraan die kleine moleculen, zoals water, ureum, creatinine, urinezuur en keuzenzout doorlaat, maar grotere moleculen minder of helemaal niet, afhankelijk van de grootte van deze moleculen. De grootte van een molecuul wordt bepaald door het aantal atomen waaruit het is opgebouwd en door de structuur.

Stoffen als glucose en ureum lossen gewoon op in het water tot het verzadigingspunt is bereikt. Andere stoffen, met name zouten, zuren en basen, splitsen zich in ionen, elektrisch geladen deeltjes. Zo'n stof heet dan een elektrolyt.

Een zuur is een stof die in water opgelost H^+ -ionen afsplitst. Een base is een stof die in water opgelost OH^- -ionen afsplitst. Sterke zuren en sterke basen splitsen ionen af, zwakke zuren en basen doen dat veel minder, hetzelfde geldt voor basen. Wanneer een zuur en een base samengevoegd worden, zal een chemische reactie ontstaan. Daarbij wordt een zout gevormd, meestal onder het vrijkomen van warmte.

Anatomie van de nieren

De nier is omgeven door een kapsel van bindweefsel en verder door het niervet, het perirenale vetweefsel. Bovenop de nier ligt de bijnier.

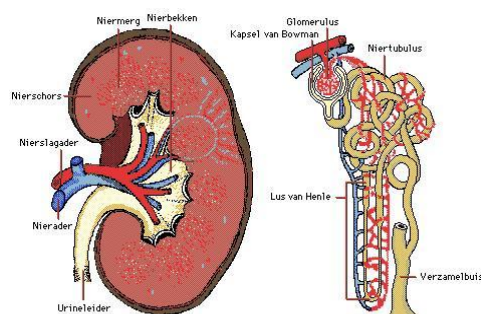
De nier is opgebouwd uit de cortex (schors) en de medulla (niermerg). In de medulla onderscheidt men de piramiden, met daartussen de kolommen van Bertin. Deze kolommen lopen door naar de schors. De punten van de piramiden wijzen naar de hilus en steken uit in het nierbekken. Deze punten heten mergpapillen en hieromheen stulpen zich de kelkjes van het nierbekken, waarin de verzamelbuizen, die in de mergpiramiden lopen, de urine doen uitvloeien. Via het nierbekken loopt de urine de ureter in, waarvan de wand dunne spierlaagjes bevat, die de urine helpen voortstuwten naar de blaas. Als de blaas zich vult zal door spanning op de blaaswand, net zoals bij het uitplassen, voorkomen worden dat de urine terugstroomt in de ureter. De ureter wordt dan door de blaaswand dichtgedrukt. Faalt dit mechanisme en is er een terugstroom van urine in de ureter, dan is er reflux.

De bloedtoevoer gaat via de arteria renalis (een zijtak van de aorta) en de bloedafvoer gaat via meerdere venae renales naar de vena cava inferior.

Binnen de nier verlopen de arteriën en venen als interlobaire vaten, tussen de piramiden, dus in de kolommen van Bertin tot de grens tussen schors en merg. Daarna verlopen ze tussen schors en merg, evenwijdig aan het oppervlak van de nier als arcuaire arteriën en venen.

Uit de arcuaire arteriën ontspringen de interlobulaire arteriën, die verder naar de periferie van de nier gaan. Van deze arteriën ontspringen de afferente arteriolen, die zich vervolgens vertakken in het capillaire netwerk, vertakken zich weer rond de tubuli en monden dan uit in de interlobaire venen. Vervolgens lopen de venen weer parallel aan de arteriën. De glomerulus, het capillaire vaatkluw, omgeven door het kapsel van Bowman, gevormd uit tubulusepitheel, vormt samen met de tubulus de morfologische en functionele eenheid van het nierparenchym. Dit wordt een nefron genoemd, elke nier heeft ongeveer 1 miljoen nefronen.

De glomeruli zijn dus allemaal in de schors gelegen, de tubuli liggen voor het grootste deel in het merg. De tubuli monden uit in verzamelbuizen, die in de mergpapillen liggen. De tubuli hebben een afdalende en een opstijgende lus. Ze gaan dus eerst de mergpiramide in en komen dan weer terug tot in de schors, waarna ze in de verzamelbuizen uitkomen.



Afbeelding nier/ tubulus

De nieren worden gevoed door de arterie renalis. De renalis arterie splits zich uit de aorta. 20% van het hart minuut volume gaat door de nier.

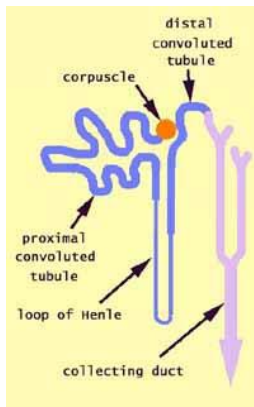
De nier bestaat uit

1. Schors (cortex);
2. Merg;
3. Bekken.

De tubuli zitten in de schors en lopen door in het merg.

De tubuli bestaat uit

- Proximale tubulus;
- Lis van Henle;
- Distale tubulus.

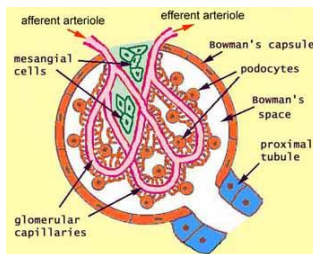


- 6 -

De glomeruli zitten in de schors.

De glomerulus bestaat uit:

- Kapsel van Bowman;
- Arteriën;
- Semipermeabel membraan.



Het basaal membraan.

Alles draait in de nefrologie om de semipermeabel membraan. Dit is het filter van de nier.

De distale tubuli komt altijd terug bij zijn eigen glomerulus.

- Bij het begin van de proximale tubulus is er 100% filtratie.
- In de Lis van Henle werkt de medicatie zoals furosemide etc. Voor de Lis van Henle is er nog 30% over van het filtraat.
- In het begin van de distale tubulus is er 25% over van het filtraat.
- En aan het einde van de distale tubulus is er nog 20% over.
- De afvoerende buis beschikt nog maar over 1% van het filtraat. ADH werkt/ regelt dat er 1% wordt uitgescheiden in de afvoerslang.

Fysiologie van de nier

De fysiologie van de nieren gaat over het normaal functioneren van de nieren. Er zijn vier functies te onderscheiden:

- Volumeregulatie. Het regelen van het gehalte van het extracellulaire volume aan water en van het circulerende bloedvolume en daarmee van de bloeddruk;
- Osmoregulatie. Het regelen van het gehalte aan osmotisch actieve stoffen in de extracellulaire vloeistof en de bloedcirculatie en daarmee het regelen van het evenwicht tussen extracellulair en intracellulair vloeistofcompartiment;
- Excretie van eindproducten van de van de stofwisseling en andere overbodige bestanddelen uit het organisme;
- Een aantal hormonale functies.

De beide eerste functies regelen de water- en zouthuishouding.

De nier scheidt water, zout en afvalstoffen uit.

De nieren filteren 180 liter H₂O per dag, dit doen de glomeruli. De tubuli ziet in de nier 1 liter H₂O teveel en die zal uitgescheiden worden -- > urine.

Volume- en osmoregulatie

De volwassen mens bestaat voor 50 – 60% uit water, verdeeld over drie compartimenten: intracellulair, extracellulair en het plasmawater.

De verdelingsruimten zijn niet strikt van elkaar gescheiden, door diffusie kan voortdurend water van het ene in het andere compartiment overgaan.

- De intracellulaire vloeistof bevindt zich in de cellen van alle weefsels. Het ureumgehalte komt overeen met dat van de extracellulaire vloeistof en het plasmawater. Het kaliumgehalte is echter veel hoger (K⁺ 120 mmol/l) en het natriumgehalte veel lager (Na⁺ 20 mmol/l) dan extracellulair en in plasma. Het verschil in natrium- en kaliumgehalte binnen en buiten de cellen wordt gehandhaafd door de 'natrium-kaliumpomp' in de celmembraan, waar een chemisch proces voortdurend natrium uit de cel werkt en kalium naar binnen stuurt;
- De extracellulaire vloeistof bestaat uit water met daarin opgeloste zouten en zuren en verder vele niet elektrisch geladen stoffen, zoals ureum, glucose, kreatinine;
- Het plasmawater bevat bovendien nog ongeveer zestig gram eiwit per liter. Een teveel aan extracellulaire vloeistof veroorzaakt oedeem en hypertensie als ook het circulerend plasmavolume vergroot is. Een tekort aan extracellulaire vloeistof geeft verminderde huidturgor en een te lage bloeddruk, vooral in staande houding (orthostatische hypotensie).

RAAS

Bij teveel zout + H₂O in het milieu interna wordt het RAAS systeem ingeschakeld.

De bloeddruk wordt onder andere gereguleerd door het RAAS het renine-angiotensine-aldosteronsysteem. Dit is een enzymstelsel dat instaat voor een stabiele bloeddruk door diverse terugkoppelingen en door aanpassingen van invloeden van buitenaf.

Een te lage bloeddruk wordt geregistreerd op verschillende plaatsen in het lichaam, zoals in het hart, aanliggende vaten, nieren en de lever. Deze sensoren sturen een signaal naar de nieren, waar zich cellen bevinden die renine produceren. Renine is een enzym dat in het bloed de plasmaproteïne angiotensinogeen omzet in angiotensine I. Dit angiotensine I wordt op haar beurt door het Angiotensin Converting Enzyme (ACE) omgezet tot angiotensine II. (Een Ace remmer zorgt dat angiotensine I niet omgezet wordt in angiotensine II. Voor het reguleren van de RR. Dus dat je niet teveel vasoconstrictie krijgt, bijv. Capoten, een A2 antagonist geeft minder bijwerkingen een voorbeeld hiervan is Lasartan).

Dit gebeurt voornamelijk in de longcapillairen. Angiotensine II heeft verschillende werkingen die allen leiden tot verhoging van de bloeddruk. Zo zorgt het voor vernauwing van de bloedvaten en zet het de bijnier aan tot het maken van aldosteron. Aldosteron zorgt voor meer terugresorptie van water en natrium door activatie van natriumkanalen aan de apicale celmembraan in de distale tubuli. Deze antidiuretische werking doet het bloedvolume vergroten en de bloeddruk stijgen.

Zowel angiotensine II als aldosteron hebben een terugkoppelende werking en inhiberen waarschijnlijk hun eigen aanmaak. Bovendien remmen ze de reninesecretie.

In de nier zit de macula densa. De cellen van de macula densa zijn gevoelig voor de concentratie van natriumchloride in de distale tubulus. Een afname in natriumchlorideconcentratie zorgt voor een signaal van de macula densa dat twee effecten heeft.

- 1) het vermindert de weerstand tegen de bloedstroom in de afferente arteriolen, die de glomerulaire hydrostatische druk verhoogt;
- 2) het verhoogt afgifte van renine. De release van renine is een essentieel onderdeel van het renine-angiotensine-aldosteron systeem (RAAS), die de bloeddruk en het volume regelt.

Angiotensine II verhoogt de Natrium- en Waterreabsorptie. Angiotensine II is het krachtigste hormoon in het behoud van Natrium voor het lichaam. Angiotensine II veroorzaakt reabsorptie van Natrium op drie manieren:

- Angiotensine II stimuleert de Aldosteronsecretie, wat de Natriumreabsorptie verhoogt.
- Angiotensine II veroorzaakt een constrictie van de efferente arteriolen, wat de peritubulaire capillaire hydrostatische druk verlaagt en de filtratiefraction verhoogt (door een verlaagde doorbloeding van de nier). Beide veranderingen verhogen de reabsorptie ter hoogte van de peritubulaire capillairen. Ook stijgt de tubulaire reabsorptie van Natrium en water.
- Angiotensine II stimuleert de Natriumreabsorptie. Met name in de proximale tubulus. Deze acties van Angiotensine II veroorzaken een significante Natrium- en waterreabsorptie door de nier, bij een lage bloeddruk, een laag extracellulair vochtvolume, of beide. Een lage bloeddruk en een laag extracellulair vochtvolume kunnen voorkomen bij ernstige bloedingen, of bij een groot verlies van zout en water.

Aldosteron

Aldosteron verhoogt de reabsorptie van Natrium en de uitscheiding van Kalium. Aldosteron wordt uitgescheiden door de nierschors. Aldosteron werkt met name op de principiële cellen van de corticale verzameltubulus in. Aldosteron stimuleert de Natrium/Kalium-ATPase-pomp. Hierdoor neemt de reabsorptie van Natrium en de uitscheiding van Kalium toe. Wanneer er geen Aldosteron uitgescheiden kan worden, door bijvoorbeeld een afname van nierweefsel of slecht functionerende nieren, (Ziekte van Addison) treedt er groot verlies van Natrium op. Kalium hoopt zich op. Een zeer hoge uitscheiding van Aldosteron, veroorzaakt een ophoping van Natrium en verlies van Kalium.

Bij het uitplassen van veel natrium wordt er veel kalium teruggehaald (Na+/K⁺ pomp). Gevolg is dan een hyperkaliëmie.

Een hyperkaliëmie behandeling:

1. Kalium sparend dieet;
2. Resonium oraal;
3. Resoniumklysma;
4. Bicarbonaat -- > dit om de zuren moleculen kwijt te raken;
5. Glucose insuline infusie;
6. Dialyseren.

Een hoog kalium + een H⁺ -- > minder zuur maken, waardoor het kalium weer de cel in gaat. Bij een ketoacidose moet je erop alert zijn dat door het corrigeren een hypokaliëmie kan ontstaan.

H⁺ zit in de cel en verjaagt K⁺, wanneer je de patiënt minder H⁺ laat aanmaken kan K⁺ weer de cel terug in.

Bloedvolumeregulatie

Het lichaam reageert op veranderingen in het bloedvolume via twee stappen: (1) de volumereceptoren nemen de verandering waar, en (2) gepaste reacties vinden plaats om het volume weer op een normaal peil te brengen (o.a. het variëren van de weerstand in de aders, het hartvolume en een variabele uitscheiding van Na⁺ en water). Door een te hoge bloeddruk wordt in de nieren meer vocht afgescheiden. Omdat er meer vocht afgescheiden wordt daalt het bloedvolume, waardoor de bloeddruk daalt. Dit zorgt voor een negatieve terugkoppeling. Analooq aan de hoge bloeddruk heeft dit mechanisme ook een functie bij lage bloeddruk. Door de lage bloeddruk zullen de nieren minder vocht afscheiden, waardoor het bloedvolume stijgt en vervolgens de bloeddruk.

[bewerken] Sympathische regulatie van de bloeddruk

In de baroreceptoren in de aorta en de halsslagers wordt de bloeddruk gemeten. Vanuit deze receptoren worden zenuwimpulsen geleid naar het vasomotor centrum in het verlengde merg. Vanuit dit gedeelte van de hersenen wordt het gladde spierweefsel rondom arteriolen samengetrokken. Hierdoor vernauwen de bloedvaten zich, waardoor de bloeddruk stijgt, omdat de weerstand waartegen het hart moet pompen toeneemt.

Gelijk aan het voorbeeld met hoge bloeddruk werkt dit systeem ook voor lage bloeddruk. In een fractie van een seconde kan dit systeem reageren op veranderende omstandigheden.

Volumeregulatie is vooral natriumregulatie. De volumeregulatie geschiedt via aldosteron en het 'renine-angiotensine systeem'. Angiotensine stimuleert aldosteron, verhoogt de perifere weerstand en heeft invloed op de renale hemodynamica.

Wanneer men zout gebruikt, neemt het natriumgehalte toe in de extracellulaire vloeistof en de circulatie. Hiermee stijgt de osmolariteit en treedt er dorst op.

Osmolariteit is de concentratie van osmotisch actieve stoffen in een oplossing, uitgedrukt in het aantal osmolen (of milliosmolen) per liter.

Het begrip osmolariteit verschilt van het begrip osmolaliteit daar deze laatste wordt bepaald per kg vrij water en niet per liter oplossing.

Wanneer twee oplossingen dezelfde osmotische waarde hebben, dan worden deze oplossingen isotoon genoemd. Verschillen de oplossingen in osmolariteit, dan heet deze met de hoogste osmotische waarde hypertoon en die met de laagste hypotoon.

De patiënt zal water gaan drinken en vervolgens nemen het circulerend en extracellulair volume toe. Het overschot aan water en zout wordt door een remming van de aldosteronsecretie via de nieren weer uitgescheiden. Dit proces vergt ongeveer 24 uur.

ADH verhoogt de waterreabsorptie. ADH verhoogt de permeabiliteit voor water in de distale tubulus, verzameltubulus en verzamelbuis. Hierdoor neemt de reabsorptie van water door het nefron toe en stijgt de concentratie van de urine. Door dit effect van ADH blijft water behouden voor het lichaam. Dehydratie stimuleert

de uitscheiding van ADH. Wanneer ADH niet wordt uitgescheiden blijven de eerder genoemde delen bijna impermeabel voor water, waardoor de nieren veel water uitscheiden.

Diabetes insipidus

Bij diabetici zie je wel glucose in de urine, de reden is een > glucose en het teveel aan glucose zal dan uitgescheiden worden door de tubuli. Het terugresorptie mechanisme van de tubuli kan niet alle glucose terugresorberen en de rest wordt dan dus uitgescheiden. Als er een nierziekte is (renale glucosurie) dan scheidt de tubuli glucose uit door het niet goed kunnen terugresorberen. Dit is bij een normale glucose.

Bij diabetes insipidus is er een ander probleem. Je gaat veel plassen, zonder dat er een glucose verandering zichtbaar is. Dit komt door de Hypofyse -- > De hypofyse is verantwoordelijk voor de aanmaak van ADH. ADH = (anti diuretisch hormoon). Wanneer de ADH ontregelt is ligt het aan de hypofyse en ga je veel plassen. Diabetes geeft neerslag van eiwitten in de kleine vaatjes in de nieren en ogen. De bloedvatjes worden niet goed meer geperfundeeert en gaan dichtzitten. 20% van de diabeten krijgt op latere leeftijd een nierziekte. Type I (insuline spuiten) gaat dit vaak langzamer als bij Type II. Bij Type II gaat dit sneller na aanvang diabetes, dit ivm vaak andere bijkomende ziekten, zoals hypertensie. Metformine geeft verstoring van het pH, je wordt dan zuur.

Nierpatiënten hebben 3 problemen

- Hypertensie;
- Hb;
- Laag calcium → osteoporose. In principe hoort het calcium + fosfaat in evenwicht te zijn.

Hypertensie

Hoge bloeddruk (hypertensie) is een verschijnsel dat bij veel nierziekten voorkomt, ook bij chronische nierinsufficiëntie. Hoge bloeddruk versnelt de achteruitgang van de nieren en vergroot de kans op hart- en vaatziekten, zoals een hersenbloeding of een hartaanval. Een verhoogde bloeddruk zal behandeld moeten worden.

Verhoogde bloeddruk hoeft geen klachten te geven. Als dit wel het geval is kan het gaan om hoofdpijn (vaak in het achterhoofd, meestal 's ochtends). Wanneer er ook hartzwakte bestaat kan er bovendien kortademigheid en pijn op de borst bij inspanning ontstaan.

Factoren die ertoe bijdragen dat de bloeddruk te hoog wordt, zijn bijvoorbeeld een te grote aanmaak van het hormoon renine of het feit dat het lichaam te veel water vasthoudt.

De behandeling bestaat bij een licht verhoogde bloeddruk uit het verminderen van het gebruik van zout, vaak in combinatie met lichaamsbeweging en vermageren. In ernstiger gevallen zullen er medicijnen worden voorgeschreven. Het kan hier gaan om verschillende groepen medicijnen, onder meer plaspillen (diuretica), bètablokkers, medicijnen die de bloedvaten verwijden, ACE-remmers en calciumantagonisten

Anaemie

De belangrijkste oorzaak voor de anaemie is dat de nieren minder van het hormoon erytropoëetine aanmaken. Hierdoor wordt het beenmerg, waar de rode bloedlichaampjes gemaakt worden, minder gestimuleerd. Het beenmerg kan ook minder goed werken door de ophoping van afvalstoffen in het bloed. Ook zijn de rode bloedlichaampjes zwakker waardoor zij sneller worden afgebroken. De behandeling bestaat uit injecties met erytropoëetine (EPO).

Alle nierpatiënten hebben bloedarmoede. De nier heeft een eigen hormoon -- > EPO. EPO stimuleert het beenmerg tot aanmaak van erythrocyten. Bij nierziekte is dit één van de eerste dingen die afneemt bij een slechte NF. Het streef Hb bij nierpatiënten is 7,5. Anders weer meer kans op trombose.

Veel bloedtransfusies geeft ijzerfundering en dit geeft weer LF#.

Calcium en fosfaat regulatie in het lichaam

Fosfaat is een afvalproduct= eiwit. Verhoog je de fosfaat dan krijg je neerslag = verkalking. Je gaat dan meer calcium verbruiken, maar je calcium is lager dan je fosfaat, dus niet meer in evenwicht. Calcium komt vrij uit je botten.

De 4 bijnieren maken PTH, de functie hiervan is de calciumregulatie. PTH haalt calcium uit de botten, het calcium daalt hierdoor. Calcium bindt vervolgens fosfaat aan voedsel, dit gebeurt tijdens het eten. Zodat je het fosfaat weer uitscheidt.

Bij nierpatiënten moet gestreefd worden voor een laag fosfaat, anders krijg je 'kalkneerslag'.

Fosfaatbinders, binden fosfaat aan het voedsel zodat het niet opgenomen wordt in het lichaam, bijv. Renagel.

De regulatie van de calciumconcentratie is een schoolvoorbeeld van een hormonaal negatief feed-back-systeem: verstoring van de calciumconcentratie komt tot uiting in een verandering van een hormoonspiegel; hierdoor worden effectororganen (ook wel 'target-organen') zodanig beïnvloed dat de veranderingen van de calciumconcentratie worden tegengewerkt.

Calcium is in twee hoofdvormen in het bloed aanwezig:

- vrij, als geïoniseerd calcium (ong. 50%)
- gebonden aan plasma-eiwitten (ong. 50%): vnl. aan albuminen.

Het geïoniseerde calcium vormt dus slechts ongeveer de helft van het totale bloedcalcium.

Aangezien het calcium reversibel gebonden kan worden aan de bloed-albuminen hangt de hoeveelheid vrij calcium onder meer af van:

1. de hoeveelheid albuminen in het bloed
2. de zuurgraad van het bloed: bij alkalose komen H⁺-ionen van de albuminen vrij waardoor zich meer calcium bindt aan de albuminen (d.w.z. er is een soort competitie tussen calcium- en waterstofionen). Het gevolg is een hypocalciëmie.

De regulatie van de calciumconcentratie is van groot belang aangezien calcium uiteenlopende functies heeft in het menselijk lichaam, zoals:

1. prikkelbaarheid, permeabiliteit, membraanpotentiaal en actiepotentiaal;
2. excitatie-contractie koppeling;
3. release neurotransmitter;
4. regulatie zuurgraad;
5. opbouw van het skelet;
6. rol bij stolling.

Verstoringen van de calciumionenconcentratie hebben een invloed op twee endocriene organen.

1. de Bijnndklieren scheidt het parathormoon uit. Daling van de calciumspiegel stimuleert de secretie;
2. de schildklier produceren calcitonine. De secretie wordt gestimuleerd door stijging van de calciumspiegel.

Beide systemen staan zeer waarschijnlijk niet onder invloed van de hypofyse.

Deze beide hormonen werken in op specifieke effectorganen, namelijk:

- de nieren: het parathormoon stimuleert de calcium-resorptie in de tubulus (bovendien beïnvloedt het de fosfaatresorptie).
- het maagdkanaal: de calcium-resorptie wordt gestimuleerd door het parathormoon, op voorwaarde dat voldoende vitamine D aanwezig is.
- het skelet: het gemineraliseerde calcium in het skelet staat in een dynamische wisselwerking met het bloedcalcium. Botweefsel is dus geenszins een dode structuur: via de doorbloeding van de botten vindt een continue 'uptake' en 'release' van calcium en fosfaat plaats.

Het parathormoon-regelsysteem is een traag werkend systeem: het werkt echter wel op meerdere fronten. Het calcitoninesysteem is een snelreagerend systeem.

Stel dat door een of andere oorzaak een daling van het bloedcalcium ontstaat, dan zullen de volgende mechanismen in werking treden:

de concentratie parathormoon stijgt zodat:

1. in de nier calcium wordt vastgehouden
2. via maagdkanaal meer calcium wordt opgenomen
3. calcium uit het bot vrijkomt -- de concentratie calcitonine neemt af zodat de blokkade van calcium in het bot wordt opgeheven. Al deze veranderingen werken de daling van de calciumspiegel tegen.

Nierinsufficiëntie

Bij een nierinsufficiëntie gaat het om het kreatinine. Dit is spierafbraak, de aanvoer van kreat is altijd constant.

Dus de hoogte zegt iets over de functie van de nier. Als een patiënt lang op de IC ligt, is er op een gegeven moment nog maar weinig spierafbraak. Bij een normale NF zie je dan een laag kreat. Om dan wat te kunnen zeggen over de NF moet je 24 uren urine sparen en daarbij een kreatklaring + in het bloed. Dan kan je pas wat zeggen over de NF. Ureum zegt niks over de NF dat komt omdat dit een afbraak product is van de eiwitstofwisseling. Het is een maat voor hoeveel afvalstoffen er in het lichaam zijn. Ureum wordt in de lever aangemaakt. Als je LF# hebt kan je niks zeggen over het ureum of een laag ureum. Door LF# is alles katabool en wordt alles afgebroken ook het ureum, er wordt dan geen ureum uitgescheiden. Toch dialyseren, omdat het ureum nu geen graadmeter is. Ureum is een afvalstof van eiwit.

Eiwitten in de urine kunnen uit de blaas komen tijdens een blaasontsteking, maar wat nog veel belangrijker is dat dit kan betekenen dat het semipermeabel membraan kapot is.

Ureum blijft in de hersenen nog wat langer zitten, dit zorgt ervoor dat dialyse patiënten zich na het dialyseren vaak niet lekker voelen.

Wanneer een patiënt een bloeding heeft (maagbloeding) wordt er veel eiwit afgebroken, dit zie je terug in een hoog ureum.

ATN

Op de intensive care hebben we vaak te maken met patiënten die een ATN ontwikkelen. Dit doordat zij tijdens een septische fase vaak een lage RR hebben. De nieren hebben hier direct last van. De tubuli is het onderdeel van de nier waar veel energie gevraagd wordt. Wanneer er een lage RR is gaan de tubuli kapot en kan er Acute Tubuli Necrose (ATN) ontstaan. Je NF houdt dan op. Tubuli hebben wel een enorm regeneraties vermogen, dus om weer te herstellen. Bij corticale necrose herstelt de nier niet, de cortex doet dan ook mee.

De definitie voor acute tubulus necrose is een abrupte afname van de glomerulaire filtratie snelheid veroorzaakt door een ischemische of toxische beschadiging. De ischemische of toxische beschadiging leidt tot resten bij weefselafbraak en cellen in het tubulaire lumen met als gevolg een verhoogde druk, een afname van de glomerulaire filtratie en een teruglekage van glomerulair filtraat in het interstitium en veneuze bloed. Daarnaast neemt ook de capillaire permeabiliteit in de glomerulus af en vindt intra-renale vasoconstrictie plaats. Voor het herstel van de acute tubulus necrose is het noodzakelijk dat beschadigde cellen vervangen worden door nieuwe. Dit vervangen is afhankelijk van een aantal groei factoren.

Op de intensive care afdeling moeten pre-renale nierinsufficiëntie en acute tubulus necrose gezien worden als de twee uitersten van een continue schaal. Aan de ene kant pre-renale nierinsufficiëntie, volledig reversibel indien de perfusie van de nier wordt hersteld en aan de andere kant acute tubulus necrose waarvoor meestal langdurig nierfunctie vervangende therapie noodzakelijk is. Oorzaken van pre-renale nierinsufficiëntie zijn hypovolemie (alle oorzaken), cardiale disfunctie, verlies van vaattonus, medicamenten die renale vasoconstrictie veroorzaken (NSAID's) en medicamenten die de glomerulaire filtratie druk verlagen (ACE-remmers).

Refinding proces bij ATN

- Polyurie;
- Tubuli werken nog niet goed, dus zullen nog niet de juiste hoeveelheden aan afvalstoffen uitscheiden;
- Cave recidief ATN.

Bufferwerking

Zodra extra H^+ ionen in het bloed terecht komen daalt de pH van het bloed. De H^+ wordt weggevangen in het bloed door het buffer systeem, waarbij HCO_3^- omgezet wordt in CO_2 . De CO_2 wordt via de longen afgeblazen. Op deze manier kan door aanpassing van de ademhaling op een snelle manier invloed worden uitgeoefend op de zuurgraad van het bloed. Verder zijn de nieren in staat om HCO_3^- aan te maken. Het aanmaken van HCO_3^- duurt uren tot dagen en heeft dus tijd nodig om goed te gaan werken.

Respiratoire ontregeling

Door middel van de ademhaling wordt CO_2 uit het bloed gewassen. Uit het bovenstaande volgt dan ook dat bij een toename van de ademhalingsfrequentie de pCO_2 daalt, dit leidt tot een stijging van de pH. Vandaar dat hyperventilatie leidt tot een respiratoire alkalose. Hypoventilatie leidt dus tot het tegenovergestelde.

Metabole ontregeling

Indien er zuren aan het bloed worden toegevoegd (bijvoorbeeld ketonen bij ontregelde diabetes) ontstaat er een metabole acidose. Hetzelfde geldt als er bicarbonaatverlies (HCO_3^-) is (diarree). Bij toevoeging van alkalische stoffen ontstaat een metabole alkalose of een verlies aan zuren (braken).

Metabole acidose is een te lage pH van het bloed, dat wordt veroorzaakt door een overschot aan zure of een tekort aan basische stoffen. Dit overschot of tekort kan door veel oorzaken ontstaan, zoals een stoomis in het metabolisme van cellen, het innemen van zure stoffen, of in een gestoorde uitscheiding van waterstof ionen door de nieren.

Een metabole acidose kan onder andere veroorzaakt worden door ontregeling van diabetes, shock, hyperglycemie, uremie of nierfalen.

De drie basis renale processen

- glomerulaire filtratie;
- tubulaire reabsorptie;
- tubulaire secretie.

Functies van de nier

- uitscheiden van afvalstoffen;
- reguleren van de pH;
- reguleren van de RR;
- Productie van hormonen;
- Reguleren van water en elektrolyten balans.

Klaring

Klaring is het verwijderen van opgeloste stoffen uit het bloed, naar het dialysaat, meer specifiek wil dit zeggen; de hoeveelheid bloed, volledig ontdaan van een bepaalde opgeloste stof, uitgedrukt in ml/min. Een normale klaring is 110-130 ml/min. Twee manieren om te klaren 1. Klaring is het verwijderen van opgeloste stoffen uit het bloed naar het dialysaat; 2. Het is de hoeveelheid bloed, volledig ontdaan van een bepaalde opgeloste stof uitgedrukt in ml/min.

3 klaringmechanisme:

- *Diffusie* is het verplaatsen van stoffen van een hoge concentratie naar een lage concentratie;
- *Convectie* is het verwijderen van stoffen die opgelost zijn en die meegaan met de vloeistofstroom (ultrafiltratie) door het semipermeabele membraan;
- *Adsorptie* houdt in dat moleculen zich hechten aan de buiten- of binnenkant van het membraan.

Wat is CVVH

- continue venose veneuze haemofiltratie;
- minder haemodynamische wisselingen dan bij intermitterende dialyse;
- minder elektrolyt wisselingen.

Waarom continue therapie

- bootsen bijna de eigen nierfunctie na in de behandeling van ARF (acuut renal failure) en overvulling;
- gelijdelijke therapie die goed verdragen wordt door patiënten met hypotensie of een instabiele RR;
- verwijderen van grote hoeveelheden vocht en afvalstoffen binnen een bepaalde tijd;
- als behandelaar kunnen sturen in de dosering van toegepaste therapie.

Toegangswegen voor CVVH

- vena jugularis interna (voorkeur);
- vena subclavia (kans op pneumothorax);
- vena femoralis (meest infectie kans).

Wanneer CVVH

- uremie > 40 mmol/l of met symptomen, het ureum stijgt pas nadat 50% van de nierfunctie is afgenomen. Dit is geen vast gegeven, het kan ook een andere oorzaak hebben. Ureum is een afvalproduct van eiwit. Bij een bloeding kan je ook een hoog ureum verwachten, omdat eiwit een afvalproduct van bloed is.
- kalium > 6,5 mmol/l non responsive;
- niet corrigeerbare metabole acidose -- > pH < 7,25 ;
- acute overvulling non responsive (SCUF);
- oligurie/ anurie/ acute nierinsufficiëntie;
- sepsis;
- intoxicatie (koolfilter);
- nefropathie;
- acute tubulus necrose;
- auto-immuun ziekten.

Doelstelling CVVH

- stabiliseren van vocht, elektrolyten en zuur/ base evenwicht;
- preventie van verdere schade aan de nier;
- stimuleren van algemeen- en nierfunctie herstel;
- convectief verwijderen van afvalstoffen;
- gecontroleerde ultrafiltratie;
- substitutievloeistof nodig;
- vochtverlies patiënt maximaal 2 liter/uur;
- geen dialysaatFlow;
- substitutie vloeistof nodig (0-8 liter/uur);
- verwijderen van afvalstoffen op basis van ingestelde substitutiesnelheid.

CVVH -- > Convectorie

Het bloed wordt door een bloedpomp vanuit de patiënt rondgepompt door een filter met een semipermeabel membraan. Een semipermeabel membraan is een filter met gaatjes, het plasma wordt doorgelaten en grote moleculen worden tegengehouden. Op deze manier wordt het bloed gefiltreerd. Kort gezegd is CVVH convectorie, dit is het verwijderen van stoffen die opgelost zijn en die meegaan met de vloeistoffen (ultrafiltrat) door het semipermeabel membraan. De afvalstoffen zitten in het bloed en worden door convectorie eruit gedrukt/getrokken. De stoffen die door het semipermeabele membraan gaan, zijn de afvalstoffen en een deel van de substitutievloeistof. De vloeistof die om het semipermeabele membraan zit, is de substitutie/ afvalstof en kleine moleculaire delen uit het bloed -- > effluent.

CVVHD

Deze vorm van dialyse is gericht op diffusie. Dit houdt in dat : is het dat een opgeloste stof in een vloeistof zich gelijkmatig verspreidt totdat overal in de oplossing dezelfde concentratie bestaat. Op C38 wordt deze vorm van dialyseren niet toegepast. Bij deze vorm van dialyseren loopt de Bloedflow naar beneden en je dialysaat omhoog, dit om een continue druk/ contact door bloedflow te houden en om osmose te genereren.

SCUF

Met deze vorm kan er snel vocht onttrokken worden, maar er wordt niet geklaard. Voor deze vorm kan gekozen worden bij een astma cardiale. Vochtverlies maximaal 2 li/uur. Het vochtverlies is op basis van ultrafiltratie. Bij SCUF wordt geen gebruik gemaakt van pre + postdilutie.

Substitutie vloeistof

- zorgt voor convectief transport;
- substitutie doe je voor je filter ratio (dat het bloed niet teveel indikt);
- gebaseerd op de fysische samenstelling en behoefte van de patiënt;
- kan zowel pre- als postdilutie gegeven worden;
- steriele substitutievloeistoffen kunnen zijn:
 - Bicarbonaatvloeistof;
 - Lactaatvloeistof/ citraatvloeistof;
 - Electrolyten oplossingen.

Bij ons op de afdeling wordt er gebruik gemaakt van Bicarbonaat of citraatvloeistoffen.

Substitutievloeistof pré-dilutie -- > is de vloeistof die voor het filter toegevoegd wordt

- verlaagt Ht, daardoor bestaat een kleinere kans op stolling;
- hogere ultrafiltratie mogelijk;
- Nadeel: 10-15% lagere klaring dan bij post-dilutie, de oorzaak hiervan is dat het deel gelijk via het filter in de ultrafiltratiezak terecht komt (er worden geen afvalstoffen opgenomen);
- Maximale indikkingsfactor 35%.

Substitutievloeistof post-dilutie -- > is de vloeistof die na het filter toegevoegd wordt

- hogere bloedsnelheid nodig;
- kan verhoging van de antistolling vragen;
- betere klaring dan bij pré-dilutie, de reden hiervan is dat het eerst door de hele patiënt heen gaat en daarna door het filter, de tijd om afvalstoffen te verdunnen en op te nemen is langer;
- maximale indikkingsfactor 20%.

Indicaties CVVH

- nierfunctiestoornissen;
- sepsis;
- pre + postdilutie -- > behandelingsvorm.

Omdat het bloed in aanraking komt met alle slangen van de cvvh, ontstaat er een stollingsreactie. En zal het bloed in het filter gaan stollen. Om dit te voorkomen dient er antistolling gebruikt te worden. De meeste patiënten verdragen het systemisch ontstollen met heparine goed, maar in een aantal gevallen kan dit problemen geven en is lokaal ontstollen (citraat) aangewezen en geeft dus minder bloedingcomplicaties.

Het doel is het verwijderen van overtollige hoeveelheden extracellulair vocht, correctie van stoornissen van de elektrolyten concentratie in het extra-cellulaire compartiment, het verwijderen van endogene toxinen en het verwijderen van een aantal exogene toxische producten.

Het kan worden toegepast bij patiënten met een acute/ chronische nierinsufficiëntie, patiënten met een HIT of met een ernstige stollingsstoornis.

De indicaties voor het gebruik van citraat zijn onder andere: CVVH kort na chirurgie of trauma, een actief bloedende patiënt, intracranieële laesies, uremische pericarditis, ernstige diabetische retinopathie, maligne hypertensie of een HIT.

Voor het filter wordt het citraat geïnfundeerd en dit bindt calcium. In het filter ontstaat een zeer lage concentratie van het actieve vrije ofwel geïoniseerde Calcium ($\text{Ca}^{2+} = 0,25 \text{ mmol/l}$ of minder). Als gevolg hiervan komt de stolling in het filter niet op gang, want calcium is een belangrijke factor voor de activatie van stollingsfactoren. Systemisch (weer terug in het lichaam) wordt het citraat in de lever, nieren en in de spieren gemetaboliseerd waarbij bicarbonaat ontstaat, dit dient vervolgens als buffer. Een voorwaarde is dat de lever en de spieren goed doorbloed dienen te zijn omdat anders het metaboliseren van citraat afneemt en er juist een acidose en hypocalciëmie ontstaat. Een hypocalciëmie ontstaat doordat het niet gemetaboliseerde Citraat in de patiënt wel het calcium in de patiënt weet te binden. Het door citraat gebonden calcium voor het filter komt weer vrij, wanneer het citraat wordt omgezet in bicarbonaat. De stolling in het lichaam van de patiënt zal normaal zijn.

De belangrijkste problemen bij CVVH zijn stolling van het filter en het optreden van bloedingen onder anti-stolling. Bij een goede substitutie vloeistof worden elektrolyt problemen maar zelden gezien. De klaring is vaak voldoende ook bij extreem katabole patiënten. Indien het filter bij herhaling na korte tijd stolt kan dit soms behandeld worden door de volgende maatregelen: pre-dilutie i.p.v. post-dilutie, hogere bloed flow, hogere heparine dosering, combinatie van heparine met prostacycline en het gebruik van filters en lijnen met een heparine coating. Soms is ook het verplaatsten van de dubbellumen katheter een oplossing. Bij ernstige bloedingen moet uiteraard de anti-stolling worden gestaakt en gecoupeerd. Bij patiënten met een gestoord stollingsmechanisme lukt CVVH vaak heel goed zonder verdere anti-stolling. Men moet zich goed realiseren dat het regelmatig en wat vaker vervangen van de filters niet opweegt tegen een ernstige intracerebrale bloeding als gevolg van een doorgesloten anti-stolling. Indien het filter meer dan 24 uur functioneert is de hoeveelheid anti-stolling adequaat.

Contra-indicaties voor citraat gebruik

Wanneer er sprake is van leverinsufficiëntie, of ernstige shock met een shocklever, bloeding, zwangerschap, post ok en hypoperfusie.

De lever is dan niet in staat om het citraat dat terugkomt in het lichaam om te zetten in bicarbonaat, dat de nier uiteindelijk moet uitscheiden.

Het citraat wordt voor het filter toegevoegd. Het citraat bindt het calcium. Calcium zorgt voor stolling en doordat dit nu gebonden wordt aan het citraat zorgt dit ervoor dat er geen stolling in het filter ontstaat.

Weer terug in het lichaam, wordt de citraat in de lever en in de spieren gemetaboliseerd waarbij bicarbonaat ontstaat en dit dient vervolgens als buffer. Één voorwaarde is wel dat de lever en spieren goed doorbloed zijn, anders heeft de patiënt kans op een citraat intoxicatie, dit is in het volgende kopje beschreven.

Ophopen van citraat

Oorzaak: verminderde metabolisme, door leverproblemen of verminderde doorbloeding van spieren.

Symptomen: Metabole acidose, verhoogde aniongap, daling geïoniseerd calcium.

Wat is priming

Het primen is het ervoor zorgen dat de Aquarius de lijnen vult. Het klaarmaken van de Aquarius voor gebruik.

Wat erg belangrijk is dat je niet mag primen met pure citraat, dit geeft een enorme citraat belasting voor de patiënt. Het kan een citraat intoxicatie geven.

Bijwerkingen die kunnen optreden bij een citraat intoxicatie zijn:

- hypocalciëmie (teveel calcium gebonden aan citraat). De oorzaak hiervan is het teveel aan citraat;
- metabole acidose (teveel aan citraat = citroenzuur). De oorzaak is een falende lever, het citraat kan niet worden omgezet (gemetaboliseerd);
- metabole alkalose (teveel citraat omgezet in bicarbonaat). Dit kan veroorzaakt worden doordat er in de substitutievloeistof teveel bicarbonaat in tegenstelling tot de ultrafiltratie flow. Een tweede oorzaak kan liggen bij een slechtere werking van het filter door bijvoorbeeld stolling in tegenstelling van het ingestelde citraat infuus;
- hypomagnesiëmie (binden van magnesium aan citraat). Het verliezen van magnesium als gevolg van binding aan citraat dat gefilterd wordt in de nier;
- hypernatriëmie (de citraat oplossing bevat veel natrium). De citraat-flow is te hoog ten opzichte van het ultrafiltratie-flow. Dus een te hoge natrium concentratie en te weinig Na-citraat uitscheiding;
- hyponatriëmie (de substitutie vloeistof bevat weinig natrium). Citraat-flow is te laag ten opzichte van de ultrafiltratie-flow.

De citraatspiegel is van meerdere factoren afhankelijk

- toedieningssnelheid citraat;
- verlies citraat door de nier;
- metabolisme door lever en spieren;
- bij hoger ultrafiltratie meer verlies citraat.

Er dient geprimed te worden met substitutie-vloeistof en NaCl 0,9%.

Na het primen van de lijnenset en de nier voert de Aquarius een druk koepel en lucht klem test uit, denk hierbij aan:

- de aanvoerlijn uit de priming opvangzak halen en deze te bevestigen aan de vrije aansluiting van de bereidings-spike naast de teruggave lijn in de NaCl zak;
- bloed pomp handmatig starten, dit moet omdat anders de druk koepel test niet uitgevoerd kan worden.

Recirculeren en aansluiten van de Aquarius op de patiënt

Als de machine gereed is voor gebruik terwijl de patiënt nog niet aangesloten kan worden is het aan te raden om het filter goed te ontplooien, dit doe je dmv het systeem te laten recirculeren. Dit bevordert het goed ontplooien van de capillairen van het filter. Je kan tijdens het recirculeren de parameters die je wilt hanteren invoeren.

Als je alle parameters hebt ingevoerd kan je de patiënt aansluiten. Op de afdeling wordt er gekozen voor de witte aansluiting, dit houdt in dat zowel de aanvoer lijn (rood) als de teruggave lijn (blauw) bij de patiënt aangesloten wordt. Na het aansluiten kan er gestart worden met de therapie. Bij stilstaan van het systeem, dan verwarmd de vloeistof hierdoor krijg je een \uparrow CO₂ in het systeem en dit is slecht om in een keer aan de patiënt terug te geven.

CVVH met heparine als antistolling

Het doel is hier ook weer het verwijderen van overtollige hoeveelheden extracellulair vocht, correctie van stoornissen van de elektrolyten concentratie in het extra-cellulaire compartiment, het verwijderen van endogene toxinen en het verwijderen van een aantal exogene toxische producten.

Verder om stolling van het bloed in het filter tegen te gaan is het nodig om het bloed te ontstollen. Dit stollings proces kan worden tegen gegaan met heparine. De heparine wordt via het anticoagulantie lijntje op de lijnenset voor het filter aan het bloed toegevoegd dit is niet perse noodzakelijk omdat het hier gaat om een systemische ontstollen. Het kan dus direct bij de patiënt geïnfundeed worden. Heparine werkt snel binnen 3-5 minuten en heeft een halfwaardetijd van 4-6 uur. De dosering wordt bepaald op geleide van de APTT controles. (Streef APTT 50-60 sec tenzij anders is afgesproken).

CVVH met hoogvolume

Hierbij wordt gebruik gemaakt van 4000 ml substitutievloeistof per 24 uur. Deze behandeling mag maximaal 24 uur uitgevoerd worden. Dit wordt vooral gedaan bij een sepsis om de cytokines extra uit te kunnen scheiden, deze zijn erg schadelijk voor de nieren.

Belangrijke alarmgrenzen

Ieder uur controle en opschrijven van de volgende drukken.

<u>Aanvoerdruk</u>	
Meting	Deze druk is altijd negatief voor de bloedpomp.
Uitleg	meet met welke kracht het bloed, via de katheter, uit de patiënt wordt gehaald.
Afhankelijk van	bloedflow, soort katheter (ligging, dikte, doorsnede), substantie bloed en vullingstoestand patiënt.
Problemen	Problemen met een te negatieve druk zijn altijd gelegen in de katheter of houding van de patiënt. Aanvoer- en teruggavedruk alarmeringen zeggen iets over de katheter; b.v. knik in de slang of slang tegen de wand gezogen.
<u>Teruggavedruk</u>	
	Dit geeft je ultrafiltraat aan. Deze druk kan negatief en positief zijn. Hoe gemakkelijker het vocht de patiënt uit gaat dan een positieve druk. Hoe meer weerstand hoe lager de druk hoe minder fibres openstaan. Hoe goed het is het filter, dan heerst er een negatieve druk door het harde zuigen.
Meting	Na het filter.
Uitleg	Meet met welke kracht het bloed, via de katheter, wordt teruggevoerd naar de patiënt.
Afhankelijk van	Bloedflow, katheter, stand (hoogte) van het bed, houding van de patiënt en substantie bloed.
Problemen	Problemen met een te positieve teruggavedruk zijn gelegen in de katheter of houding van de patiënt. Aanvoer- en teruggavedruk alarmeringen zeggen iets over de katheter; b.v. knik in de slang of slang tegen de wand gezogen. Indien tijdens de dienst de teruggavedruk begint te stijgen dan dit probleem oplossen door de katheter eerst te controleren op de aanwezigheid van stolsels en nadien met 20 ml NaCl 0.95 te flushen! Als je dit niet doet dan gaat later ook de filterdruk stijgen en krijg je stolling in het filter. Ook als je aanvoerdruk steeds negatiever wordt dit proberen te verhelpen door de katheter eerst te controleren op stolsels en dan te flushen met 20 ml NaCl 0.9% via het eerste arteriële prikpunt.
<u>TMP</u>	
Meting	Wordt gemeten over het membraam
Uitleg	De TMP is de druk die op het filtermembraan wordt uitgeoefend. Het geeft het drukverschil weer tussen de vocht- en bloedcompartimenten van het filter.
Afhankelijk van	Hoeveelheid substitutievloeistoffen, mate van stolling en ultrafiltratie (vochtverlies bij patiënt).
Problemen	Tijdens de behandeling vermindert de permeabiliteit van het membraan, daardoor stijgt de TMP.
<u>Filterdruk</u>	
Meting	Hoe gemakkelijk gaat het bloed door je filter heen. Deze druk is altijd positief.
Uitleg	Na de bloedpomp, direct voor het filter.
Afhankelijk van	Meet met welke kracht het bloed door het filter wordt gevoerd. Vloeistofsnelheid, mate van stolling in de filter, bloedflow en substantie bloed en teruggavedruk.
<u>Effluentdruk</u>	
Uitleg	Kan negatief en positief zijn. De druk is positief als het vocht makkelijk de patiënt uitgaat.
Afhankelijk van	de effluentdruk geeft de toestand van de nier weer, dit is een belangrijke graadmeter. Deze druk geeft aan hoe makkelijk of hoe moeilijk het ultrafiltraat door de filterporiën komt.
Problemen	hoeveelheid vloeistof, stolling, tijdsduur gebruik filter en hoeveelheid vochtverlies. Positieve druk wil zeggen dat het ultrafiltraat gemakkelijk uit het filter kan worden gehaald. Indien negatieve druk ontstaat dan kost dit meer moeite.
<u>Drukdaling</u>	
	<u>Drukdaling (deltadruk of Δ druk)</u> (filterdruk – teruggavedruk) De drukdaling geeft een indicatie over de mate van stolling in het filter. Indien de drukdaling zal stijgen, is dit een teken dat er stolling aan het ontstaan is in het filter!

- TMP (trans membraan druk)
 - TMP loopt langzaam op → Filter is langzaam aan het stollen of het filter raakt verzadigd door de afvalstoffen → Verlaag post-dilutie en verhoog pre-dilutie;
 - TMP is snel opgelopen → Filtraat lijn / zakken afgeklemd → Verwijder knik of klem;
 - TMP hoog vanaf het begin → Ratio bloedflow vs filtratieflow te hoog → Verhoog bloedflow / verlaag filtratieflow;
 - $TMP = \text{filterdruk} + \text{teruggavedruk} - \text{effluentdruk}$;
 - $\Delta P = \text{filterdruk} - \text{teruggavedruk}$.

- Filter begint te stollen

In korte tijd een forse stijging van de druksdaling (filterdruk – teruggavedruk) en/of stijging TMP.

Mogelijke oorzaak

 - afgeknikte lijnen in het bloedflow-pad;
 - snelheid substitutievloeistof is te hoog voor het gebruikte filter;
 - stolsels in hele filter.

Mogelijke oplossing indien geen stolling

 - open de afgeknikte lijn;
 - verhoog de bloedflow en verlaag de snelheid van de substitutievloeistof.

- Vloeistof balans alarm
 - Zakken bewegen teveel of hangen tegen frame;
 - Connectie van de zakken niet goed doorbroken;
 - Een van de lijnen van de spin is geknikt / afgeklemd.

- Bloedlek alarm
 - Indien ultrafiltraat verkleurt dan is het membraan beschadigd, de behandeling moet dan gestopt worden;
 - Het kan zijn dat de sensor niet goed kan functioneren, doordat deze vies is/ beschadigd;
 - Bekijk of de bloedlek capsule goed in de houder zit.

- Luchtdetector alarm
 - Luchtbelletjes aanwezig in veneuze lijn, je moet dan het lucht uit de kamer verwijderen met een 10cc spuit;
 - Bloedniveau te laag in veneuze vangkamer, je moet dan het niveau aanpassen met een 10cc spuit;
 - Veneuze lijn niet juist in detector geplaatst, plaats de detector op de juiste manier.

- Luchtalarm

De klem op de teruggave lijn slaat dicht.
oplossing: Desinfecteer met chloorhexidine het blauwe aanprikpunt van de teruggave lijn, plaats een kocher boven het blauwe aanprikpunt van de teruggave lijn, prik het blauwe aanprikpunt aan met een spuit met een sub-cutane naald, aspireer de lucht uit de teruggave lijn met de spuit en trek tegelijkertijd de klem open. Indien alle lucht verwijderd is de kocher verwijderen en op doorgaan drukken.

- Filter ratio geeft de hemoconcentratie in het bloed weer (= indikking). $\text{Filter ratio (\%)} =$
$$\frac{\text{Postdilutievolumen (ml/min)} + \text{extra UF volumen (ml/min)} \times 100}{\text{Bloedflow (ml/min)}}$$

Hoe hoger het getal hoe meer kans op indikking.

Voorbeeld
 $\text{Postdilutie (1800:60= 30)} + \text{extra UF (150:60= 2,5)} \times 100 = 3250 : 200 = \underline{16,25}$

- Filtratie fractie geeft klaring percentage van het bloed weer: deel van het bloed dat geklaard wordt door convectie. $\text{Filtratiefractie (\%)} =$
$$\frac{\text{Postdilutievolumen} + \text{predilutievolumen} + \text{extra UF volumen} \times 100}{\text{Bloedflow} + \text{predilutievolumen}}$$

Voorbeeld
 $30 + 11,6 + 2,5 \times 100 = 4410 : 211,6 = \underline{20,84}$

Problemen met de dubbellumencatheter

- Bloeding;
- Stolling;
- Infectie;
- pneumothorax (subclavia).

Problemen met het systeem

- stolling in het bloedcircuit;
- membraanlekkage;
- lucht in het circuit.

Veranderingen in de cardiovasculaire status

- hypovolemie;
- hypervolemie;
- elektrolytstoornissen;
- viscositeitstoornissen.

Controle op hypothermie

- Speciale aandacht is nodig indien het uitwisselingsvolume > 2 liter / uur (eventueel patiënt opwarmen).

Mogelijke problemen tijdens aansluiten

- Koppeling dialysekatheter- aanvoer-/teruggavelijn lekt bloed
- oorzaak: aanvoer- / teruggavelijn is niet goed op katheter gedraaid;
- oplossing: op juiste wijze aandraaien van de lekkende koppeling;
- Lucht aanzuigen bij de koppeling dialysekatheter- aanvoerlijn richting Aquarius
- oorzaak onjuiste koppeling van de aanvoerlijn;
- oplossing juiste wijze aandraaien van de koppeling;
- Aanvoerdruk extreem laag
- Allergische reactie op filter (STOP DE BEHANDELING!!)
- Let op reacties zoals: kortademigheid, hypotensie, anafylactische reacties;
- Bij een dergelijke reactie de arts waarschuwen en opdracht uitvoeren.

Controle tijdens de behandeling

Elk uur de aanvoerdruk, filterdruk, effluentdruk en teruggavedruk, drukdaling en TMP noteren;
 Controleer dan ook het niveau van de veneuze druppelkamer (zodanig handmatig aanpassen);
 Balans iedere 2 uur noteren op dialyselijst en overnemen op de controlelijst;

Elk uur controle van het systeem op lucht en stolsels;

Indien de Aquarius aangeeft dat de zak leeg is, volg de aangegeven procedure. Bij voortijdig wisselen van de zakken druk op vervang zakken en volg de beschreven procedure. Trek de weegschaal altijd naar voren en wissel 1 zak tegelijk.

Labwaarden/ waarom?

De citraatspiegel in het bloed van de patiënt is van meerdere factoren afhankelijk, zoals:

- Toedieningsnelheid van het citraat en het verlies van citraat door de nier;
- Het metabolisme van de lever en de spieren;
- De citraatspiegel wordt door een berekening gemeten;
- Bij een laag geïoniseerd calcium < 0,90/ calcium totaal > 2,3 of aniongap > 15.

De aniongap zegt iets over de balans tussen de positieve ionen vooral over het Na⁺ en de negatieve ionen het Cl⁻ en Bicarbonaat.

Citraat is een negatief geladen ion, dat je niet direct kunt meten, als de concentratie stijgt, neemt de aniongap toe. Het geeft dus aan dat er toename is van ionen naast Bic en Cl.

Labwaarden die 4 x daags gecontroleerd worden zijn

- Geïoniseerd calcium (calcium dat niet gebonden is aan albumine);
- Bloedgas (om tijdig metabole alkalose/acidose op te sporen);
- Na, K, Cl, totaal calcium, en Mg;
- 4 maal daags wordt aniongap berekend.

Berekening

Aniongap -- > Natrium – Chloor – Bic = aniongap. Dit zegt wat over het omzetten van je citraat naar je Bicarbonaat.

Calcium ratio -- > Geïoniseerd calcium is een meting. Gecorrigeerd calcium is een berekening. Dit is je calcium ratio.

Aniongap + Calcium ratio -- > Zeggen wat over je vrije calcium en het omzetten van je citraat naar je Bicarbonaat.

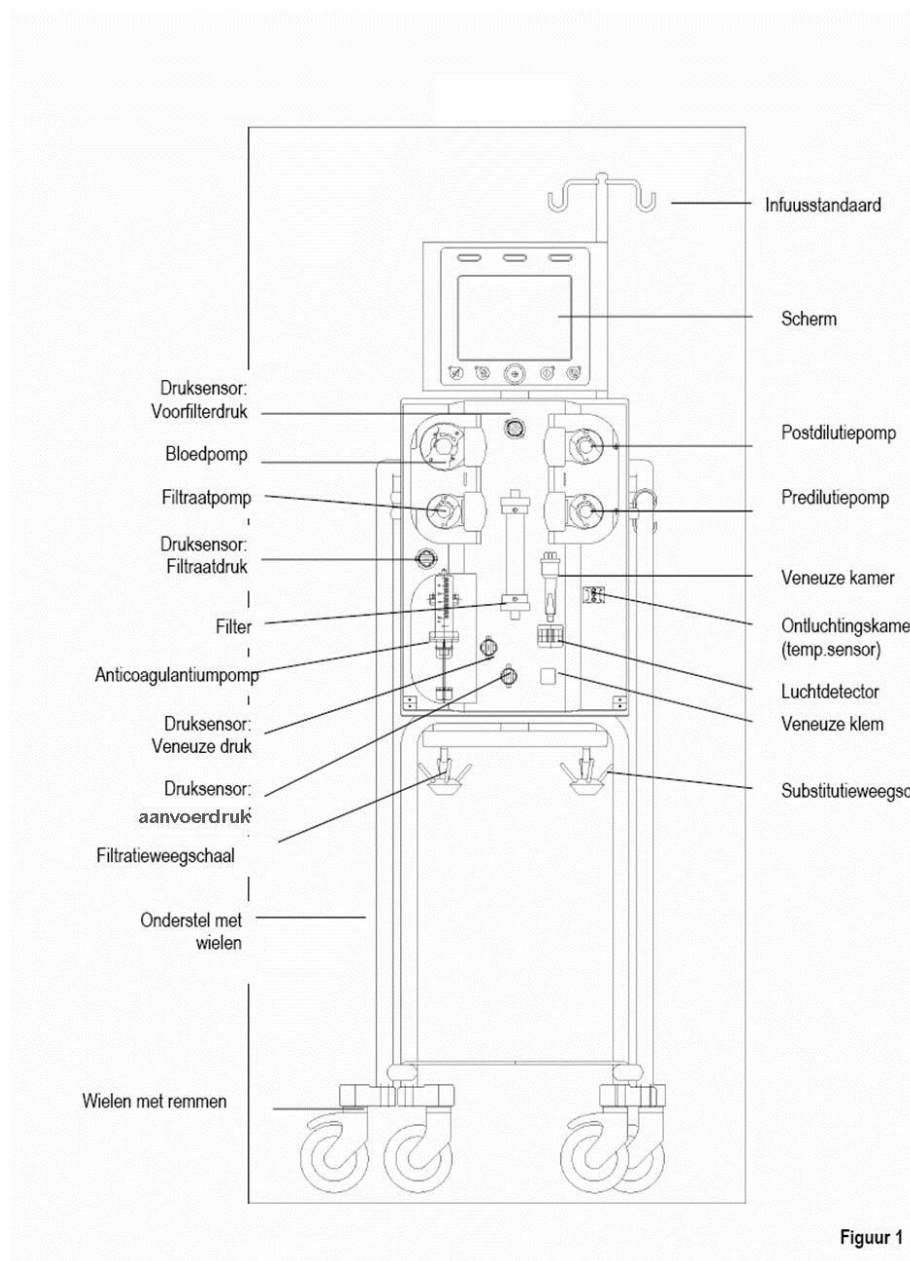
Ik heb hierin de belangrijkste informatie voor mij persoonlijk gehaald om zo goed mogelijk te kunnen werken met de AQUARIUS.

De AQUARIUS bestaat uit twee gescheiden systemen: het extracorporale (bloed) circuit en het substitutie of filtraat circuit.

Toxische stoffen worden door filters verwijderd en het gereinigde bloed wordt teruggegeven aan de patiënt.

De AQUARIUS gebruikt twee weegschalen om de filtratie en substitutie volumes nauwkeurig te meten en in balans te houden.

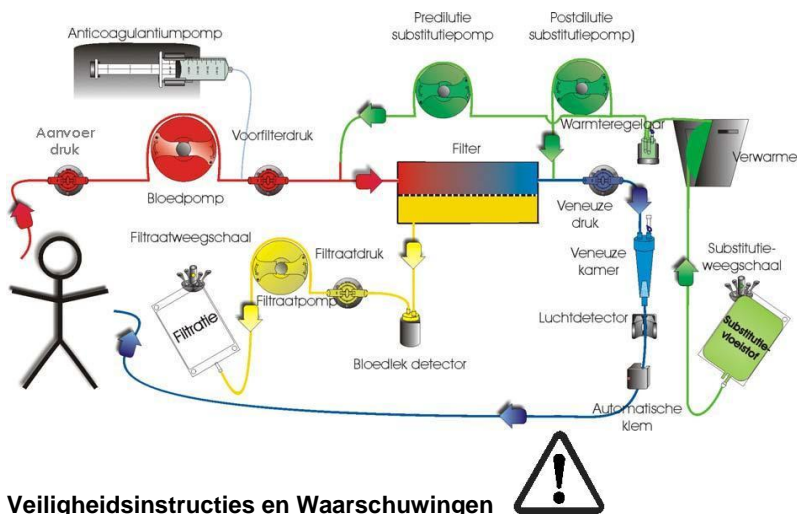
Een anticoagulantium kan aan het extracorporale circuit worden toegevoegd via een anticoagulantumpomp. De voorschrijvende arts kan continue of intermitterende opties selecteren.



Figuur 1

Gedurende Continue Venovenueze Hemofiltratie wordt het bloed via een extracorporaal circuit door een hoog-permeabel filter gevoerd.

Een steriele, fysiologische substitutievloeistof wordt vóór of na het filter toegevoegd aan het bloedcircuit (resp. predilutie of postdilutie) terwijl tegelijkertijd filtraat wordt onttrokken met een gelijke of hogere snelheid. CVVH wordt gebruikt om opgeloste stoffen te verwijderen (kleine en middelgrote moleculen) en de vochtbalans te herstellen. Het principe van onttrekking is Convectie. De substitutievloeistoffen en het filtraat worden geregeld en in evenwicht gehouden door de substitutiepompen, filtraatpomp en de weegschalen.



Veiligheidsinstructies en Waarschuwingen



- Gedurende de zelftest moet de gebruiker wachten tot de visuele en akoestische alarmen worden geactiveerd.
- Indien fouten optreden gedurende de zelftest van de functies van de AQUARIUS mag deze niet worden gebruikt. Raadpleeg het helpscherm en herhaal. Neem contact op met de technische dienst als de zelftest steeds faalt op dezelfde fout.
- Wanneer één of meer veiligheidscontroles door de gebruiker worden omzeild is de gebruiker verantwoordelijk voor het controleren en volgen van de patiënt.
- Wanneer de stroomtoevoer is hersteld na stroomuitval is de gebruiker verantwoordelijk voor het controleren en volgen van de patiënt.
- Bij het invoeren van de parameters moet de gebruiker de ingevoerde waarde vergelijken met de op het scherm weergegeven waarde.
- De patiëntparameters moeten worden ingevoerd en aangepast aan de voorschriften van de verantwoordelijke arts.
- Wees er zeker van dat de vasculaire toegang tot de patiënt (meestal een centraal veneuze catheter) goed is gefixeerd.
- Wanneer de patiënt wordt aangesloten op of afgesloten van de AQUARIUS, is het noodzakelijk de patiënt continu te controleren en te volgen om te voorkomen dat lucht binnendringt in het systeem (luchtinfusie) of bloed wegstroomt uit het systeem (bloedverlies). Alle systeemaansluitingen van de AQUARIUS moeten regelmatig worden gecontroleerd.
- Indien extra toestellen aangesloten worden, kan de maximum toegestane lekstroom worden overschreden. Indien de AQUARIUS in parallel met andere toestellen gebruikt wordt (volgens de geldende normen voor open-hartoperaties), moet de equipotentiaal connector worden aangesloten.
- De AQUARIUS mag uitsluitend worden geïnstalleerd op een correct aangebracht en veilig geaard stopcontact.
- Gebruik in de omgeving van de AQUARIUS geen apparatuur die electro-magnetische straling uitzendt zoals mobiele telefoons.
- De AQUARIUS mag niet gelijktijdig worden gebruikt met hoogfrequente chirurgische apparatuur.
- De veneuze druksensor zorgt ervoor dat geen extracorporaal bloedverlies kan optreden. Indien de druk daalt onder de ingestelde drukwaarde of de absolute grens van 10 mmHg stopt de bloedpomp en sluit de veneuze klem. Zo gaat de AQUARIUS onmiddellijk over in de veiligheidsfase.
- Alle gebruikte oplossingen moeten steriel zijn, de juiste samenstelling hebben en voorgeschreven zijn door de verantwoordelijke arts. Het gebruik van onjuiste oplossingen kan leiden tot schade aan de patiënt of dood van de patiënt.
- De gebruiker moet zich ervan verzekeren dat de juiste substitutie oplossingen en dialysaatvloeistoffen, zoals deze werden voorgeschreven door de arts, op de aangewezen manier worden gebruikt voor alle therapieën.
- Oplossingen van verschillende samenstelling mogen niet tegelijkertijd worden gebruikt op de AQUARIUS.
- Het wordt aanbevolen de filters en lijnensets na 24 uur gebruik te vervangen.

Priming

Een test vergelijkt de gekozen lijnenset met de geplaatste lijnenset (volwassenen of kinderen) aan het begin van het primen.

In de **Priming** fase wordt het bloed- en vloeistofcircuit gespoeld en gevuld:

Aan het einde van de priming procedure kan de gebruiker **Reprimen** of **Volgende** selecteren om door te gaan.

Veneuze luchtklem/druktest

Tijdens deze test wordt de klemfunctie getest, alsmede de aanvoer druk functie, de veneuze druk functie en de voorfilter druk functie. Deze test is alleen mogelijk wanneer de luchtdetector heeft vastgesteld dat het extracorporale circuit luchtvrij is. Een luchtvrij systeem wordt aangegeven met een continu brandend groen lampje in de Lucht/Klem toets. Na een succesvolle test gaat het systeem door naar de Start Aansluiten fase. De gebruiker kan de volgende opties kiezen: **Ga naar programmering**, **Ga naar recirculatie**, **Ga naar rode aansluiting**, of **Ga naar witte aansluiting**.

Recirculatie

Tijdens de fase **Recirculatie** wordt het extracorporale circuit gespoeld totdat de gebruiker klaar is om de patiënt aan te sluiten. Deze fase wordt handmatig gestart en gestopt door de gebruiker. De patiënt parameters kunnen gedurende recirculatie worden ingevoerd door **Ga naar programmering** te selecteren. Wanneer de patiënt parameters niet gedurende de fase **Recirculatie** worden ingevoerd dan MOETEN ze worden ingevoerd voordat de behandeling wordt gestart. De patiënt parameters moeten worden ingevoerd volgens het voorschrift van de verantwoordelijke arts. Om de fase **Recirculatie** te beëindigen kiest men **Ga naar aansluiten** om de patiënt op de AQUARIUS aan te sluiten of **Einde behandeling verwijder lijnenset** om door te gaan naar het uitschakelen van het toestel.

Tijdens de fase **Witte aansluiting** wordt de gebruiker gevraagd om het aanvoer (rode) segment en het veneuze (blauwe) segment van de AQUARIUS lijnenset tegelijkertijd aan te sluiten op respectievelijk de aanvoerende poort (rood) en de afvoerende poort (blauw) van de catheter van de patiënt. Na het selecteren van de Start bloedpomp toets worden de aanvoer en veneuze segmenten van de AQUARIUS lijnenset met bloed gevuld en gaat het toestel automatisch over naar de **Behandelingsfase** wanneer de luchtdetector bloed detecteert. De behandeling kan dan starten.

Start Behandeling

Wanneer de gebruiker de patiënt parameters nog niet heeft ingevoerd moet dit gedaan worden vóór het starten van de behandeling. De behandeling begint na het activeren van **Start behandeling** (m.b.v. **balans Start/Stop** knop; de bloedpomp moet lopen om de behandeling te starten). De patiënt parameters worden weergegeven op het scherm en kunnen tijdens de behandeling gewijzigd worden. De gebruiker kan de filtraat/substitutiepompen stoppen om lege of volle zakken te wisselen. Wanneer **Therapie doel bereikt in tijd** of **Therapie doel bereikt in onttrekking** wordt weergegeven op het scherm betekent dit dat het ingestelde tijdsdoel of onttrekkingsdoel is bereikt. De gebruiker kan nu herprogrammeren om de behandeling voort te zetten of doorgaan naar de fase Afsluiten.

Afsluiten van de patiënt

Tijdens de fase **Afsluiten** wordt de gebruiker gevraagd het aanvoer segment van de lijnenset los te koppelen van de patiënt en aan te sluiten op een zak met NaCl 0,9%. Het systeem infundeert het bloed terug in de patiënt. De bloedpomp stopt wanneer de luchtdetector de NaCl 0,9% detecteert. Door **Volgende** te selecteren gaat men door naar de fase **Einde Behandeling**.

Teruggave is de waarde van de hoeveelheid bloed die is teruggegeven aan de patiënt gedurende afsluiting.

1. Statusindicatoren

Drie statuslampen geven de verschillende operationele fasen weer.

- Een brandend **rood** status licht geeft aan:
Waarschuwing ! Alarm of systeemfout
- Een brandend **groen** en **geel** status licht geeft aan:
Let op ! Behandelingstijd is verstreken of de behandeling is stopgezet.
Let op ! Zakwissel moet plaatsvinden
Let op ! Anticoagulantiumspuit is leeg
Let op ! AQUARIUS is in de fase **Vorbereiding of Recirculatie of Aansluiten**
- Een brandend **groen** status licht geeft aan:
Behandeling loopt. Geen alarmen actief
- De drie statuslampen branden beurtelings bij:
Machine voert een zelftest uit.

2. Alarm Stil toets

Door op de **Alarm Stil** toets (Mute) te drukken kan de gebruiker het akoestisch alarm gedurende 2 minuten onderdrukken. Het lichtje in de toets knippert. Indien de oorzaak van het alarm niet binnen 2 minuten kan worden weggenomen zal het akoestisch alarm weer geactiveerd worden. Indien gedurende deze periode een ander alarm ontstaat dan wordt het akoestisch alarm onmiddellijk geactiveerd.

3. Veneuze Klem toets

Door op de **veneuze klem** toets te drukken wordt de veneuze luchtklem geopend waardoor het mogelijk wordt de lucht in het lijnensegment te verwijderen. Het lichtje in de toets knippert. Wanneer de lucht is verwijderd kan de behandeling worden hervat door de **Bloedpomp** toets in te drukken. De veneuze klem wordt automatisch geactiveerd na 1 minuut.

4. Selectieknop

De selectieknop is een multi-functionele draaiknop. De functies zijn:

- Selecteren van vensters door de knop te draaien
- Bevestigen van geselecteerde functies door de knop in te drukken
- Selecteren van in te voeren parameters door de knop te draaien
- Openen van vensters van geselecteerde parameters door de knop in te drukken
- Verhogen van een parameter door de knop naar rechts te draaien
- Verlagen van een parameter door de knop naar links te draaien
- Bevestigen van de geselecteerde waarde door de knop in te drukken. De aangepaste waarde verschijnt op het scherm.

5. Balans Start/Stop toets

Het indrukken van de **Balans Start/Stop** toets stopt de filtraat- en substitutiepompen. Dit kan worden gebruikt om de behandeling tijdelijk stop te zetten om bijvoorbeeld een zakwissel uit te voeren. Wanneer een alarm ontstaat in het filtraat- of substitutiecircuit zullen de pompen stoppen en zal het lichtje in de toets knipperen. Nadat de oorzaak van het alarm is weggenomen kunnen de pompen herstart worden door de **Balans Start/Stop** toets in te drukken. De **Balans Start/Stop** toets wordt ook Start behandeling toets genoemd.

6. Bloedpomp toets

Het indrukken van de **Bloedpomp** toets start of stopt de bloedflow door het bloedcircuit. Wanneer een alarm ontstaat in het bloedcircuit zullen alle pompen stoppen en de lichtjes in de bloedpomp toets en de Balans Start/Stop toets zullen knipperen. Nadat de oorzaak van het alarm is weggenomen kan het systeem herstart worden door de **Bloedpomp** toets weer in te drukken. De behandeling wordt pas weer actief nadat de **Balans Start/Stop** toets geactiveerd is. Filtraatpomp, predilutie- en postdilutiepompen starten met een vertraging in relatie tot de bloedpomp. De **Bloedpomp** toets kan ook worden gebruikt om alle pompen in één keer te stoppen ingeval van een onvoorspelbare situatie.

Alarm type	AQUARIUS veiligheidsfase
Alarmen in het bloedcircuit	<ul style="list-style-type: none"> • Alle pompen stoppen • Veneuze klem sluit • Activeert visuele en akoestische alarmen
Alarmen in filtraat/dialysaatcircuit	<ul style="list-style-type: none"> • Filtraatpomp stopt • Predilutiepomp en postdilutiepomp stoppen • Activeert visuele en akoestische alarmen
Systeemfout	<ul style="list-style-type: none"> • Alle pompen stoppen • Veneuze klem sluit • Activeert visuele en akoestische alarmen

Aanvoer afsluiten en Veneus afsluiten – Afsluiten van de patiënt

Wanneer een behandeling beëindigd is, moet de patiënt van het Aquarius toestel ontkoppeld worden. De richtlijnen in de schermen **Afsluiten** en **Einde Behandeling** leiden de bediener door bloedteruggave naar de patiënt, het verwijderen van de Aqualine lijnenset en het uitschakelen van de Aquarius.

Afsluiten met bloedteruggave

- Wanneer de gebruiker **Afsluiten** selecteert en bevestigt verschijnt een **Bevestig scherm**. Het is BELANGRIJK de scherminstructies op te volgen.
- Selecteer en bevestig **Ja** om door te gaan.
- **Aanvoer afsluiten** wordt weergegeven op het scherm.
- Volg de instructies op het scherm.
- Sluit de klem van de aanvoerende poort van de catheter en de aanvoer lijn (rood).
- Koppel de aanvoer lijn los van de aanvoerende poort van de catheter (rood) en sluit deze aan op een zak met NaCl 0,9%.
- Open de klem van de aanvoer lijn en zak met NaCl 0,9%.
- Druk op de **Bloedpomp** toets om teruggave van het bloed aan de patiënt te starten. Het bloed in het extracorporale circuit wordt geïnfundeerd in de patiënt. Wanneer de luchtdetector de NaCl 0,9% detecteert in plaats van bloed stopt de bloedpomp en klinkt een geluidssignaal.
- **Restitutie bloedvolume** wordt weergegeven in ml.
- Door op de **Bloedpomp** toets te drukken start de bloedpomp, maar slechts voor intervallen van 10 seconden om het bloed tussen de luchtdetector en de veneuze poort van de catheter terug te geven.
- Wanneer de gebruiker tevreden is met de reïfusie moet Volgende worden geselecteerd en bevestigd.
- **Veneus afsluiten** verschijnt op het scherm.
- Sluit de afvoerende poort van de catheter en de veneuze lijn (blauw).
- Koppel de veneuze lijn los van de afvoerende poort van de catheter (blauw)
- Sluit de veneuze lijn aan op de Luer lock aansluiting van de ontluichtingskamer of op de zak met NaCl 0,9% als de afsluiting gedaan is voor **recirculatie**.
- Selecteer en bevestig **Volgende. Einde behandeling** of **Recirculatie** verschijnt op het scherm.

Help verzorgt verdere informatie op het scherm.

Afsluiten bij een gestold systeem

Indien de beëindiging van de therapie veroorzaakt wordt door stolling van het filter (of van een ander deel van het extracorporeel circuit) kan het bloed door overdruk in het filter en in de lijnenset, veroorzaakt door de stolling, niet teruggeven worden aan de patiënt (**Hoge voorfilter druk alarm, hoog TMP alarm, hoge veneuze druk alarm**).

In dit geval blijft er **bloed in het filter en de Aqualine lijnenset** achter en zijn er **hoge drukken in het bloedsircuit**.

Tijdens het ontkoppelen van de patiënt en het verwijderen van de Aqualine lijnenset zouden deze omstandigheden kunnen leiden tot het mogelijk ontstaan **van bloedlekkages in de drukkóme membranen**.

- Ga naar **einde behandeling**, geeft het bloed wat nog in het extracorporele circuit zit **NIET** terug aan de patiënt.

Reactie van de AQUARIUS bij een bloedsircuit alarm:

- Akoestisch en visueel alarm
- Bloedpomp stopt (LED in bloedpomptoets knippert)
- Veneuze klem sluit.
Noot: De veneuze klem sluit alleen wanneer lucht of microschuim is gedetecteerd of wanneer de veneuze druk daalt tot onder de laagste alarmgrens.

Het alarm resetten:

- Hef de oorzaak van het alarm op. Druk op de **Bloedpomp** toets om de behandeling te hervatten.

Reactie van de AQUARIUS bij een filtraat/substitutie/dialysaat circuit alarm:

- Akoestisch en visueel alarm
- Filtraatpomp stopt
- Predilutie/dialysaatpomp en postdilutiepompen stoppen
- LED in **Balans Start/Stop** toets knippert

Het alarm resetten:

- Hef de oorzaak van het alarm op. Druk op de **Balans Start/Stop** toets om de behandeling te hervatten.

Dank aan Eline van der Ven voor het beschikbaar stellen van haar Leittext voor www.icverpleegkundige.com