

Het metabolisme bij CRRT onder de loep

Natasja Alsemgeest^a, P.L. Tangkau^b, Dr. P.L.J. van der Heiden^b.

A) Renal Practitioner in opleiding, b) Internist-Intensivist. Werkzaam op de Intensive Care afdeling in Reinier de Graaf Gasthuis te delft.

Samenvatting

Achtergrond: Op veel Nederlandse intensive care afdelingen wordt er tijdens continue nierfunctie vervangende therapie (CRRT) gebruik gemaakt van regionale citraatantistolling (RCA). Er wordt meestal gebruik gemaakt van ofwel CVVH (continue venoveneuze hemofiltratie) danwel CVVHD (continue venoveneuze hemodialyse). Het doel van deze studie is om te onderzoeken of er verschil is tussen CVVH en CVVHD voor wat betreft de incidentie van therapie gerelateerde zuur-base stoornissen waarbij gebruik gemaakt wordt van RCA.

Setting: Het is een single-center retrospectief observationeel onderzoek op een algemene intensive Care (IC) afdeling in het Reinier de Graaf Gasthuis, een topklinisch opleidingsziekenhuis met een level 2 Intensive Care afdeling.

Methode: Bij alle patiënten die in de periode van 1 januari 2017 tot 1 januari 2019 CRRT hebben ondergaan is onderzocht of er sprake was van een zuur-base stoornis, die gerelateerd kon worden aan de behandeling met RCA. Per behandeldag is de meest afwijkende bloedgas geanalyseerd.

Resultaten: Er zijn 74 patiënten geïncludeerd waarvan er 50 CVVH hebben ondergaan en 24 CVVHD. In totaal betroffen het 364 bloedgasen. All-over werd er geen significant verschil gezien in de incidentie van zuur-base stoornissen tussen CVVH en CVVHD. Met name wordt er geen significant verschil gezien voor wat betreft metabole alkaloses.

Uiteindelijk is er op 58 behandeldagen een zuur-base stoornis geconstateerd die gerelateerd kon worden aan RCA. In de CVVHD groep worden significant meer zuur-base stoornissen gezien die gerelateerd zijn aan RCA dan in de CVVH groep. Er is geen verschil in incidentie van citraatintoxicaties tussen CVVH en CVVHD.

Conclusie: Uit deze studie blijkt dat er meer zuur-base stoornissen zijn in de CVVHD groep dan in de CVVH groep die gerelateerd zijn aan RCA. Een aanbeveling is om meer onderzoek te doen naar systemische oorzaken (zoals verzadiging van het filter) als mogelijke oorzaak hiervoor.

Trefwoorden: Continuous Renal Replacement Therapy, CVVH, CVVHD, Regionale citraatantistolling, Citraat gerelateerde stoornissen.

Inleiding

Het RdGG is een topklinisch ziekenhuis in Delft. De Intensive Care (IC) afdeling heeft 12 bedden, waarvan 3 bedden de mogelijkheid hebben voor het uitvoeren van continue nierfunctie vervangende therapie, ook wel CRRT genoemd (continuous renal replacement therapy). Sinds 1999 wordt CVVH-behandeling (continue venoveneuze hemofiltratie) toegepast, initieel met heparine als antistolling. Sinds 2004 wordt gebruik gemaakt van regionale citraat antistolling (RCA). In 2018 is er overgegaan op nieuwe CRRT-machines die gebruik maken van CVVHD-techniek (continue venoveneuze hemodialyse) met RCA: de MultiFiltratePro® van de firma Fresenius. Bij de toepassing van RCA is het bekend dat er metabole complicaties kunnen optreden in de vorm van alkalose, acidose en hypernatriëmie.^{1 3 4} Een ernstige en bekende metabole complicatie is de citraat-intoxicatie.^{1 3 4 6} Een citraatintoxicatie is gedefinieerd als een high anion gap metabole acidose waarbij er ondanks calciumsuppletie sprake is van een persisterend verlaagd geïoniseerd calcium, relatief hoog totaal calcium met een calciumratio (dit is de ratio tussen totaal en geïoniseerd calcium) groter dan 2,4.^{1 4 6 7 8} Metabole complicaties gerelateerd aan RCA treden bij elke CRRT-techniek op, dus zowel bij CVVH als CVVHD. Bij de introductie in 2018 van CVVHD-therapie was er naar aanleiding van een aantal casuïstieken, het vermoeden op frequentere metabole alkaloses in vergelijking met CVVH-therapie. Goed inzicht in het vóórkomen van RCA-gerelateerde metabole stoornissen op de IC RdGG was er echter niet. Dit vormde de aanleiding tot het huidige onderzoek naar zuur-base stoornissen.

Definities van zuur-base stoornissen: de Henderson Hasselbalch vergelijking.

Bij bloedgas analyse wordt door de analyzer de pCO₂ en de pH gemeten. De serum bicarbonaat (HCO₃⁻) concentratie wordt vervolgens berekend met behulp van de Henderson-Hasselbalch formule.

$$pH = 6.10 + \log \left(\frac{[HCO_3^-]}{[0,03 \times pCO_2]} \right).$$
⁹

De normaalwaarde voor pH is 7.35-7.45. Bij een pH < 7,35 is er sprake van een acidose, bij een pH > 7,45 is er sprake van een alkalose. Een zuur-base stoornis wordt uiteindelijk geclassificeerd op de volgende items:

1. pH: is er sprake van een acidose of alkalose?
2. Is de zuur base stoornis van primair respiratoire danwel metabole origine?
3. Is het een "simpele" zuur-base stoornis (respiratoire óf metabole origine) of "gemengd" (combinatie respiratoir/metabool)?
4. Is er geen, partiële of volledige compensatie?
5. Is de zuur-base stoornis chronisch danwel acuut ontstaan?

Bovenstaande illustreert dat interpretatie van een bloedgas complex is. Dit is zeker het geval bij een kritiek zieke patiënt die CRRT ondergaat . De bloedgas wordt tijdens CRRT behandeling beïnvloed door tal van factoren en interventies zoals bijvoorbeeld:

1. Onderliggend lijden van patiënt (bijv. septische shock, hartfalen)
2. Co-morbiditeit zoals bijvoorbeeld COPD, hartfalen of leverfalen
3. Alternatieve oorzaken naast citraattherapie voor een high anion gap metabole acidose zoals bijvoorbeeld lactatacidose, intoxicaties (metformine, ethyleenglycol)
4. CRRT-therapie: bloedflow, citraat- en calciumflow, filterproblemen
5. Keuze van dialysaat en/of substitutievloeistoffen
6. Beïnvloeding van de CO₂ eliminatie door mechanische beademing
7. Medicatie van invloed op ademhaling (bijv. opiaten), zuurgraad (bijv. carbonhydraseremmers).
8. Interventies op IC zoals bijvoorbeeld een afhankende maagsonde.
9. Afwijken van het CRRT-protocol bijvoorbeeld doordat er te lang doorgaan is met gebufferde substitievloeistoffen (terwijl het bicarbonaat al voldoende gecorrigeerd is).

Bovenstaande overwegingen zijn meegenomen bij ontwikkeling van het CVVHD protocol met regionale citraat antistolling. In het protocol van de IC-afdeling RdGG wordt in het algoritme voor de correctie van het zuur-base evenwicht daarom geanticipeerd op het bicarbonaat en niet op de pH.

Onderzoek

Doelstelling

Inzichtelijk krijgen wat de incidentie is van therapie gerelateerde zuur-base stoornissen bij CRRT waarbij gebruik gemaakt wordt van RCA.

Vraagstelling

Is er een verschil tussen CVVH en CVVHD voor wat betreft de incidentie van therapie gerelateerde zuur-base stoornissen waarbij gebruik gemaakt wordt van RCA?

Subvraag:

1. Is er een verschil in incidentie van metabole alkaloses?
2. Is er een verschil in incidentie van citraat-intoxicaties?

Methode

Het betreft een single-center retrospectief observationeel onderzoek. Onderzoekspopulatie zijn de patiënten die in de periode van 1 januari 2017 tot 1 januari 2019 zijn opgenomen op de IC-afdeling in het RdGG en die CRRT hebben ondergaan met RCA. Inclusie criteria zijn alle patiënten boven de 18 jaar die CRRT behandeling hebben ondergaan met RCA. Exclusie criteria zijn de patiënten onder de 18 jaar alsmede de patiënten die de behandeling CRRT hebben ondergaan met heparine of zonder RCA.

Dataverzameling

Er zijn 74 patiënten geïnccludeerd met een totaal aan 364 behandeldagen. Voor de gegevensverzameling is gebruik gemaakt van een database van de CRRT-commissie. Hierin worden van alle CRRT-patiënten data bijgehouden zoals: instellingen van de machine en de calcium- en citraatpompen, drukparameters van het systeem en laboratoriumuitslagen. Aanvullende laboratoriumdata werden vanuit HIX (het ziekenhuisinformatiesysteem) verzameld. Overige data werden uit patiëntendossiers en PDMS IC (patiënt data management systeem van de IC) verzameld. Alle data zijn geanonimiseerd en kunnen derhalve niet herleid worden naar een individuele patiënt. Er is voor gekozen om de meest afwijkende bloedgas per behandeldag te analyseren. Bij elke bloedgas worden ook andere laboratoriumwaarden geregistreerd die van belang zijn voor interpretatie van de bloedgas en de eventuele metabole stoornis.

Definitie van zuur-base stoornissen

In de inleiding is de Henderson Hasselbalch vergelijking beschreven en de complexiteit van interpretatie van een bloedgas bij de kritieke zieke IC-patiënt tijdens CRRT-therapie. Gezien deze complexiteit én gezien de onderzoeksvraag waarbij uitsluitend gekeken wordt naar zuur-base stoornissen van *primair metabole origine* is er in deze studie een keuze gemaakt.

De keuze bestond er uit om bij het onderzoek naar mogelijke metabole acidoses en alkaloses een *beperkte* classificatie toe te passen.

Beoordeling en classificatie van de bloedgassen in deze studie zijn op basis van:

1. Serum bicarbonaatwaarde: hierbij is een bicarbonaat die kleiner is dan 22 mmol/l suggestief voor een metabole acidose en een bicarbonaatwaarde groter dan 26 mmol/l suggestief voor een metabole alkalose.
2. pH: er is sprake van een acidose bij een pH < 7,35, er is sprake van een alkalose bij een pH > 7,45
3. Er is sprake van een werkelijke metabole acidose indien bicarbonaatwaarde < 22 mmol/l is én de pH < 7,35^{5 7}

4. Er is sprake van een werkelijke metabole alkalose indien bicarbonaatwaarde > 26 mmol/l is én $\text{pH} > 7,45$.^{5 7}

Verdere classificatie zoals beschreven in de inleiding wordt dus niet toegepast. Dus er wordt bijvoorbeeld niet gekeken naar acuut vs chronisch, evt. respiratoire bijdrage, respiratoire compensatie of mengbeelden (gemengd metabool/respiratoir).

Analyse en interpretatie van de bloedgassen

Alleen de bloedgassen met bicarbonaatwaardes < 22 óf > 26 mmol/l zouden volgens de in dit onderzoek gebruikte zuur-base definities (met beperkte classificatie) kunnen worden geïnterpreteerd als een mogelijke metabole acidose danwel alkalose (mits er ook wordt voldaan aan het pH criterium). Een bicarbonaatwaarde van $22 - 26$ mmol/l valt binnen de normaalwaarde. Derhalve zijn alleen de bloedgassen met een bicarbonaatwaarde van < 22 en > 26 mmol/l verder geanalyseerd. Om te bepalen of er sprake was van een RCA gerelateerd zuur-base stoornis werd in het geval van een mogelijke metabole acidose gekeken naar pH, lactaat, totaal calcium en geïoniseerd calcium. Tevens is er een anion gap en een calciumratio berekend. In het geval van een mogelijke metabole alkalose is er gekeken naar de pH en CO_2 om evt. primaire respiratoire acidose met metabole compensatie uit te sluiten. Vervolgens is op basis van data uit PDMS (instellingen CVVH-machine en evt. beademingsmachine), laboratorium (beloop en trend van labwaardes) en statusonderzoek (opnamediagnose, co-morbiditeit) beoordeeld of de zuur-base stoornis gerelateerd kon worden aan de RCA. Er waren bloedgassen waarbij de relatie met RCA *inconclusief* was. Deze zijn in de analyse meegenomen als zijnde *niet* RCA gerelateerd. Wanneer er sprake was van een RCA gerelateerde zuur-base stoornis is vervolgens gekeken naar factoren die gerelateerd waren aan patiënt (opname diagnose /comorbiditeit) de machine (bijvoorbeeld instellingen en drukmetingen) danwel het RCA-protocol (bijv. veranderingen van substitutievloeistof) die wellicht van invloed kunnen zijn geweest op het ontstaan van de RCA gerelateerde zuur-base stoornis.

Data-analyse

Voor analyse van de data is SPSS® Statistics versie 25 programma gebruikt. Voor het vergelijken van continue variable verschillen tussen twee aparte groepen is de Mann-Whitney U toets gebruikt. Omdat de Mann-Whitney geen normaal verdeelde data veronderstelt, kan deze test altijd gebruikt worden voor ordinale data. Een chi-kwadraattoets is gebruikt om kruistabellen te analyseren om zo verschillen in tussen groepen aan te tonen.

Resultaten

Er zijn 74 patiënten geïncludeerd. In **tabel 1** worden de demografische gegevens weergegeven van de onderzoekspopulatie. Behoudens gewicht zijn er geen demografische base-line verschillen tussen de CVVH- en CVVHD-groep. Er zijn in totaal 364 bloedgassen geanalyseerd. Bij 67 bloedgassen viel het bicarbonaat binnen de normaalwaarde van $22-26$ mmol/l (50 in CVVH-groep, respectievelijk 17 in CVVHD). Bij 297 bloedgassen waren de bicarbonaatwaardes < 22 mmol/l danwel > 26 mmol/l (188 in CVVH-groep, respectievelijk 109 in de CVVHD-groep). Hierbij is geen significant verschil in CVVH versus CVVHD. Van deze 297 bloedgassen zijn er totaal 129 bloedgassen met een werkelijke metabole acidose (bic < 22 én $\text{pH} < 7,35$) of metabole alkalose (bic > 26 én $\text{pH} > 7,45$). Ook hierbij wordt geen statistisch significant verschil gezien tussen CVVH en CVVHD. (85 in CVVH en 44 bij CVVHD, zie **tabel 2**). Interpretatie van afwijkende bicarbonaatwaardes toont aan dat in 58 van de 297 gevallen sprake is van een RCA gerelateerde zuur-base-stoornis (zie **tabel 3**). Zowel in de CVVH als CVVHD groep worden 29 RCA gerelateerde zuur-base stoornissen gezien. Echter statistisch wordt er bij vergelijking van de CVVH en CVVHD groep wél een verschil gezien. Er zijn significant *meer* RCA gerelateerde stoornissen in de CVVHD-groep dan in de CVVH-groep (27% versus 15%, $p = 0,005$, zie **figuur 1**). RCA gerelateerde stoornissen betreffen voor het grootste gedeelte bicarbonaatwaardes van > 26 mmol/l (zie **figuur 2**). De 6 metingen met bicarbonaatwaardes van < 22 mmol/l betreffen 5 patiënten met sepsis/septische shock. Bij alle 5 patiënten was er sprake van een citraatintoxicatie. Er zijn bij 8 behandel dagen bicarbonaat waardes gemeten van > 35 mmol/l. Het betroffen

behandeldagen bij 3 patiënten die alle CVVHD ondergingen. De hoogst gemeten bicarbonaatwaarde was 46 mmol/l. Er is ook nog een analyse verricht van de serum natriumwaarden. Er zijn 362 serum natrium waardes meegenomen die bij 364 bloedgasen zijn mee bepaald, bij 2 bloedgasen was de natriumbepaling niet verricht. De 67 bloedgasen waarvan het bicarbonaat binnen de normaalwaardes (22-26 mmol/l) vallen zijn mee- gerekend in de groep van de niet RCA gerelateerde stoornissen. Statistisch blijkt het serum Natrium in de RCA gerelateerde stoornissen significant hoger te zijn (**tabel 4**, $p=0,002$).

Tabel 1. Demografische gegevens

Onderzoek populatie	N= 74	CVVH N=50	CVVHD N=24	Significant
Mediane leeftijd in jaren	68 jaar	68,5 jaar	65 jaar	Niet significant
Geslacht: Man (%)	60,8 % (45)	62 % (31)	58,3 % (14)	Niet significant
Vrouw (%)	39,2 % (29)	38% (19)	41,7 % (10)	
Mediaan gewicht in kg.	81,5 kg	80,5 kg	96 kg	p 0,025
Geen beademing (%)	39,2 % (29)			
Geassisteerde beademing (%)	10,8 % (8)			
Gecontroleerde beademing (%)	50 % (37)			
Opname indicatie: Sepsis met MOF (%)	58,1 % (43)	54 % (27)	66,7 % (16)	Niet significant
Hartfalen	1,4 % (1)	2 % (1)	0	
Combinatie van 1 & 2	8,1 % (6)	12 % (6)	0	
Nierfalen	13,5 % (10)	10 % (5)	20,8 % (5)	
Intoxicatie	13,5 % (10)	14 % (7)	12,5 % (3)	
Overig	5,4 % (4)	8 % (4)	0	
Co morbiditeit: Geen co morbiditeit	54,1 % (40)	54 % (27)	54,2 % (13)	Niet significant
Chronische nierinsufficiëntie	10,8 % (8)	12 % (6)	8,3 % (2)	
Hartfalen	13,5 % (10)	12 % (6)	16,7 % (4)	
Levercirrose	4,1 % (3)	4 % (2)	4,2 % (1)	
COPD	17,6 % (13)	16 % (8)	20,8 % (5)	
Diabetes Mellitus	23 % (17)	24 % (12)	20,8 % (5)	
Apache Mediaan		106 Min. 29 – Max. 176	88 Min. 24 – Max. 154	Niet significant

Tabel 2 Incidentie werkelijke metabole alkalose of acidose in behandeldagen

Werkelijke metabole alkalose óf acidose	CVVH (n=238)	CVVHD(n=126)
Bicarbonaat < 22 mmol/l én pH < 7.35	31 (13%)	10 (8%)
Bicarbonaat > 26 mmol/l én pH > 7.45	54 (23%)	34 (27%)

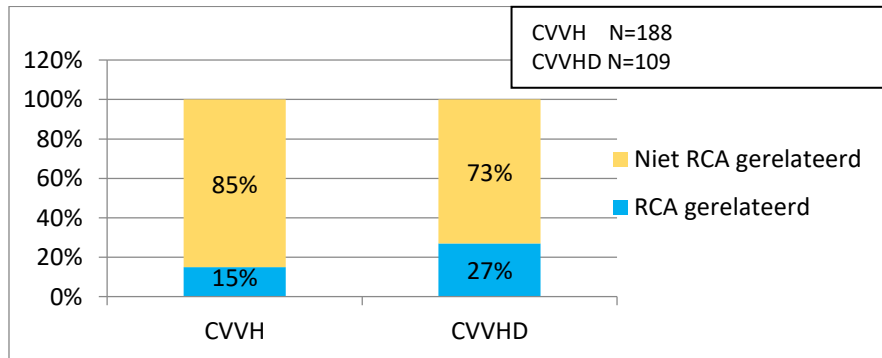
Tabel 3 Zuur base stoornissen en relatie met RCA

N=297	bic < 22 óf bic > 26 mmol/l	Bic < 22 mmol/l	Bic > 26 mmol/l
Niet RCA gerelateerd	239 (80%)	49	190
RCA gerelateerd	58 (20%)	6	52

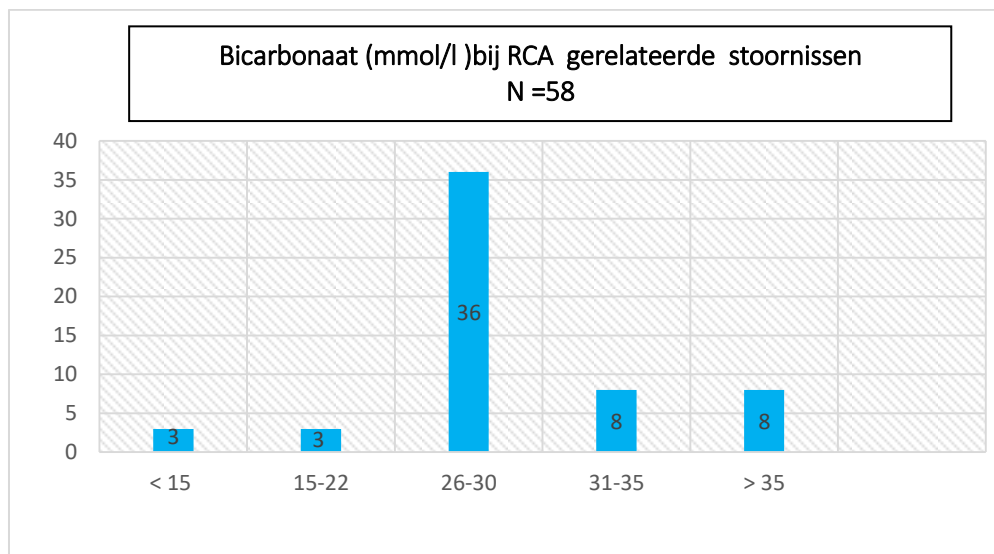
Tabel 4 Serum Natrium waarden bij niet RCA versus RCA gerelateerde stoornissen

Serum Natrium mmol/l	Aantal N=362	Mediaan mmol/l	Minimum mmol/l	Maximum mmol/l
Niet RCA gerelateerd	304	144	133	153
RCA gerelateerd	58	146	137	155

Figuur 1. RCA relateerde zuur-base stoornissen bij CVVH en CVVHD



Figuur 2. Serum bicarbonaatwaarden bij RCA gerelateerde stoornissen.



Discussie

Er zijn uiteindelijk 58 bloedgasen geïnterpreteerd als een RCA gerelateerde stoornis waarbij er in veel gevallen verdenking was op een probleem gerelateerd aan het CVVH(D)-systeem en/of filter. Bij 43 bloedgasen was er een sterke verdenking op verzadiging/stolling van het filter. Bij de CVVH was dit duidelijk door hoge prefilterdrukken/transmembraamdrukken en sneuvelen van het filter. Bij de CVVHD was dit meer zichtbaar door hoge drukken van het filter en/of een post filter calcium >0,40 mmol/l. Als het post filter calcium > 0,40 mmol/l is wordt de citraatdosering volgens protocol verhoogd om een adequate antistolling te bereiken in het filter. Hierdoor ontstaat er een toename van citraatcalcium-complexen. Deze toename zorgt er weer voor dat er meer bicarbonaat is na metabolisatie van de citraatcalcium-complexen. In het geval van CVVHD zou een tweede verklaring voor een RCA gerelateerde stoornis de koppeling van de citraat infusie met de bloedflow kunnen zijn.

De citraatinfusie is namelijk afgestemd op wijzigingen van de bloedflow. Dat houdt in dat bij een hogere bloedflow door de machine meer citraat wordt afgegeven in het extracorporale systeem. Met het wijzigen van de bloedflow worden dus het zuur-base evenwicht bijgestuurd. Wanneer te laat wordt bijgestuurd kan dit bijvoorbeeld resulteren in een “overshoot” met daarbij een overload aan citraat met als gevolg een metabole alkalose.

Er zijn bij 8 bloedgasen bicarbonaat waardes gemeten van > 35 mmol/l. Deze werden alle waargenomen bij 3 patiënten die CVVHD ondergingen. Deze zijn hoogstwaarschijnlijk veroorzaakt door snelle verzadiging en sneuvelen van het filter in combinatie met een citraatoverload (tgv. koppeling van citraatinfusie met bloedflow).

De RCA gerelateerde stoornissen met bicarbonaatwaardes <22 mmol/l betreffen 6 citraatintoxicaties, waarvan 4 bij CVVH en 2 bij CVVHD. Tijdens 364 behandeldagen is uiteindelijk maar op 6 dagen een citraat intoxicatie geïdentificeerd. De 6 citraatintoxicaties zijn geïdentificeerd bij 5 patiënten van de 74. Dat is een incidentie van 6,75%. In de literatuur wordt een incidentie van een citraatintoxicatie gezien van 6%.² In deze studie wordt dus een vergelijkbare incidentie gezien.

Wat nog op te merken is dat het serum natrium significant hoger is in de groep van de RCA gerelateerde stoornissen. In een studie staat beschreven dat door het gebruik van een hyponatriëmisches dialysaat een hypernatriëmie als complicatie van CVVHD zeldzaam zou moeten zijn.¹ Het dialysaat wat gebruikt wordt bevat 133 mmol/l natrium.⁸ Dat er desondanks een hypernatriëmie kan optreden kan worden verklaard doordat citraat gebonden is aan 3 moleculen natrium en derhalve een significante natrium belasting kan geven bij de patiënt.^{1 4} Metabolisatie van 1 Mol Na₃Citraat geeft 3 mol HCO₃⁻ en 3 mol Na⁺. Een hypernatriëmie kan optreden bij verzadiging van het filter waardoor het complex van calcium met Na₃Citraat minder goed geklaard wordt. Met als gevolg dat er meer complexen van Na₃Citraat en calcium de patiënt in gaan. Hierdoor kan er een hypernatriëmie ontstaan met een metabole alkalose. De 8 bloedgasen met bicarbonaat waardes > 36 mmol/l, laten een natrium zien variërend van 149 – 155 mmol/l. In de literatuur is RCA vergeleken met heparine. Hierbij wordt in de groep die RCA ontving een significant hoger natrium gezien dan de groep die heparine ontving. Een duidelijke verklaring hiervoor wordt in die studie niet gegeven.⁶

In de demografische gegevens zijn de patiënten in de CVVHD groep significant zwaarder. Het is onduidelijk in hoeverre dit gewichtsverschil invloed heeft gehad op de onderzoeksresultaten.

Een beperking van deze studie is dat het observationele retrospectieve studie betreft met een beperkt aantal casussen en behandeldagen. Een tweede beperking is de eerder genoemde complexiteit van interpretatie van de bloedgasen. Dit vereiste uitgebreid statusonderzoek en onderzoek van PDMS-data. De onderzoeker moest uiteindelijk het finale oordeel geven of er sprake was van een RCA-gerelateerde stoornis. Het eindoordeel was helaas niet altijd conclusief. Daarnaast kan er intra-intraobserver bias zijn. Er is getracht om deze bias te reduceren door een intensivist de analyses mede te beoordelen. Dit alles kan resulteren in een *onderschatting* van het aantal RCA-gerelateerde zuur-base stoornissen. Een derde beperking van het onderzoek is dat er een beperkte classificatie is toegepast bij de interpretaties van de bloedgasen. Hiervoor is gekozen omdat het doel van de studie was om te kijken naar metabole stoornissen en niet naar respiratoire stoornissen. Er is daarom voornamelijk gekeken en gescreend op bicarbonaat en pH. Met deze beperkte classificatie zijn geen metabole acidoses of alkalose gemist, omdat er naast het pH criterium per definitie een HCO₃⁻ <22 danwel >26 mmol/l moet bestaan. Het is wel mogelijk dat er bij een bloedgas met een bicarbonaat van bijvoorbeeld 27 mmol/l sprake is van een chronische respiratoire acidose met metabole compensatie. Bij de beoordeling op een RCA gerelateerde stoornis is in die gevallen wel altijd gekeken naar pCO₂, comorbiditeit (COPD), en evt. invloed van mechanische beademing, waardoor respiratoire acidoses danwel alkaloses uit gefilterd zijn.

Conclusie

- Deze studie toont geen significant verschil in afwijkende serum bicarbonaat waardes tussen CVVH vs CVVHD waarbij gebruik gemaakt wordt van regionale citraat antistolling .
- Er is geen significant verschil in de incidentie van metabole alkaloses of citraatintoxicaties tussen CVVH en CVVHD.
- Wel worden er in de CVVHD-groep significant meer zuur-base stoornissen gezien die gerelateerd zijn aan regionale citraat antistolling.
- De incidentie van citraat-intoxicaties tijdens CRRT behandeling in de RdGG is conform de incidentie in de literatuur.

De volgende aanbevelingen worden gedaan:

- De database van de CRRT-commissie RdGG continueren en uitbreiden.
- Onderzoek doen naar verzadiging filters bij CVVHD en de mogelijke oorzaken hiervoor.
- Deze studie resultaten vergelijken met andere ziekenhuizen en bespreken met de produktspecialisten.
- Gerichte scholing voor artsen en ic-verpleegkundige over RCA bij CVVHD.
- Bestaande protocollen in het RdGG mogelijk aanpassen met name het verlagen van het aantal postfilter calcium metingen teneinde grote fluctuaties in bloodflow-citraatflow te voorkomen.

Referentielijst

1. Andrew Davenport and Ashita Tolwani, Citrate anticoagulation for continuous renal replacement therapy. *NDT Plus* (2009) 2: 439-447
2. Louise Schilder, S Azam Nurmohamed, Frank H Bosch, Ilse M Purmer, Sylvia S den Boer, Cynthia G Kleppe, Marc G Vervloet, Albertus Beishuizen, Armand RJ Girbes, Pieter M ter Wee, AB Johan Groeneveld and for the CASH study group. Citrate anticoagulation versus systemic heparinisation in continuous venovenous hemofiltration in critically ill patients with acute kidney injury: a multi-center trial. *Critical Care* 2014, 18:472.
3. Chris Higgins. Citrate anticoagulation during CRRT for acute kidney injury. Article downloaded from acute-care-testing.org. April 2017.
4. G. Schneider, Didier Journois and Thomas Rimmelé. Complications of regional citrate anticoagulation: accumulation or overload? *Critical Care* (2017) 21:281.
5. Hans Delwig, Jan Harm Zwaveling, 2014, boek Het zuur-base evenwicht. Een praktische handleiding. Venticare.
6. Sebastian Hafner, Wolfgang Stahl, Theresa Fels, Karl Träger, Michael Georgieff and Martin Wepler, Hafner. Implementation of continuous renal replacement therapy with regional citrate anticoagulation on a surgical and trauma intensive care unit: impact on clinical and economic aspects, an observational study. *Journal of Intensive Care* (2015) 3:35
7. Peter van der Voort, 2018, boek Nieren en nierfunctievervanging op de IC. Een praktische handleiding. Venticare
8. Protocollen RdGG, afdeling IC, multiFiltratePro van Fresenius CVVHD.
9. Michael Emmett, MD, Biff F Palmer, MD Section Editor: Richard H Sterns, MD Deputy Editor: John P Forman, Simple and mixed acid-base disorders. *UptoDate*®. Literature review current through: Aug 2019. | This topic last updated: Oct 10, 2018.

BIJLAGE

MIJN HUIDIGE POSITIE ALS RENAL PRACTITIONER I.O.

Op de IC afdeling is er een duidelijk draagvlak gecreëerd voor de positie en rol van de Renal Practitioner. In mijn huidige positie als Renal Practitioner i.o. heb ik de taak van het voorzitterschap van de CRRT commissie vorig jaar overgenomen in verband met het vertrek van 2 Renal Practitioners. In deze commissie vergaderen we elke 2/3 maanden waarin we de voortgang bespreken omtrent CRRT, of de protocollen goed gevolgd worden, de materialen, enz. Tijdens de opleiding heb ik een scholingsplan geïmplementeerd voor de arts assistenten en geef dus regelmatig scholing aan de nieuwe arts assistenten op de IC afdeling. Daarnaast ben ik bezig met het begeleiden en scholen van de leerling IC verpleegkundige. Verder draag ik zorg voor het up to date houden van de protocollen en stuur deze indien nodig bij. Wat opvalt tijdens het scholen en de instructies bij het opbouwen van een dialyse machine is dat er bij sommige collega's de kennis wat is weggezakt. Het is een periode wat rustiger geweest ten aanzien van CRRT bij de IC patiënt. Ik ga me richten op het geven van klinische lessen en instructielessen om de kennis bij de collega's te vergroten of op te frissen.

MIJN GEWENSTE POSITIE ALS RENAL PRACTITIONER

In de rol als gediplomeerd Renal Practitioner zal ik nog meer moeten groeien. Daar wil ik het komende jaar veel gebruik van maken om meer praktijkervaring op te doen. Met de feedback vanuit mijn management opdrachten wil ik meer mijn rol laten zien als Renal Practitioner en mee participeren in het beleid van de patiënt met nierfunctie problemen. Ik wil mij zekerder voelen met de opgedane kennis tijdens de opleiding zodat ik deze zo goed mogelijk kan over brengen. Mijn gewenste positie is dat ik graag wil streven naar de excellentie in de skills omtrent CRRT bij collega's. Vanuit mijn missie:

”Als practitioner ben ik de verbinder tussen artsen ,managers en collega's als het gaat om CRRT. Ik wil graag mijn collega's enthousiasmeren, trainen en optimaal scholen zodat zij zo goed mogelijk op de hoogte zijn van CRRT en de nieuwste ontwikkelingen hierin.”

Dit wil ik bereiken door:

- Elke 2 maanden klinische lessen te geven
- Bed side teaching
- Laag drempelig bereikbaar zijn
- Veilig leeromgeving creëren
- Netwerken met andere Renal Practitioners
- Lid zijn van Practitioners Nederland
- Naar symposia en scholing gaan om mijn kennis up to date te houden
- Elke 2 maanden vergaderingen organiseren met de CRRT commissie
- Protocollen up to date houden

Ten aanzien van mijn research zou ik meer onderzoek willen doen naar de verzadiging van filters. Mogelijk de protocollen herzien en aanpassen ten aanzien van het postfilter calcium. De bevindingen bespreken met de product specialisten van Fresenius en de resultaten vergelijken met andere ziekenhuizen. Te beginnen met het Haga ziekenhuis. Daarmee hebben we een samenwerkingsrelatie en werken ze met dezelfde machines.

MIJN POSITIE ALS RENAL PRACTITIONER OVER 1 JAAR.

- Scholen van collega's, artsen en studenten door middel van klinische lessen en instructielessen
- Goed lopende CRRT-commissie
- bezig zijn met innovaties te implementeren
- Vraagbaak van de afdeling ten aanzien van nierfunctie vervangende therapie

- Voor mijn opdracht coaching en begeleiding heb ik een klinische les gegeven over vitamine bij de kritisch zieke IC patiënten. Naar aanleiding van deze klinische les zou ik meer onderzoek willen doen naar vitamines/vitamineverlies bij CVVHD.
- Optimale samenwerking met de Renal Practitioners Haga
- 2x per jaar naar symposia gaan

MIJN POSITIE ALS RENAL PRACTITIONER OVER 3 JAAR.

- Mijn kennis en kunde zijn verder verbreed
- Actief lid van Practitioners Nederland
- Actief mee participeren bij het organiseren van symposia