

# Renal resistive index meting bij de acuut zieke patiënt op de intensive care, een observationele studie.

F. Janssen Kemperman, M. Blans, M. Koning  
Intensive care, ziekenhuis Rijnstate, Arnhem  
Januari 2021 - [femyjanssen@gmail.com](mailto:femyjanssen@gmail.com)

---

## Abstract

## Achtergrond

## Methode

In deze observationele studie met een gemixte IC populatie, werd de RRI gemeten met behulp van echo-doppler <24 uur na opname en gedurende drie dagen achtereenvolgend. Acute kidney injury (AKI) werd gedefinieerd volgens de KDIGO AKI criteria.

## Doel

De primaire doelen van deze studie zijn de haalbaarheid en de betrouwbaarheid van de meting van de RRI te onderzoeken. Als secundair doel is de correlatie tussen de RRI en het ontstaan van AKI te onderzoeken.

## Resultaten

In 114 van de 122 gevallen was het mogelijk om succesvol de RRI te meten (93%). De variatie tussen de 3 metingen waarover een gemiddelde RRI werd bepaald was 0.00 [IQR -0.01-0.02]. Het verschil tussen RRI-metingen in beide nieren op dezelfde dag was 0.00 (IQR-0,02-0,03). De RRI-metingen tussen de rechter en linker nier toonde een sterke correlatie. Er is een verschil geobserveerd tussen de AKI en de non-AKI groep in RRI-metingen, en tussen de dagen, waarbij de mediaan hoger was in de AKI groep echter statistisch niet significant.

## Conclusie

Deze observationele studie toont dat het meten van de RRI mogelijk is in 93% van de patiënten. Bij deze meting wordt weinig verschil tussen de linker en de rechter nier gezien. Er kon geen statistisch significant verschil worden gevonden tussen de AKI en de non-AKI groep op basis van de RRI-metingen, ook niet over drie dagen. Wel lijkt er een trend te zichtbaar te zijn waarbij de AKI groep hogere RRI waarden hebben dan de non-AKI groep, dit zou kunnen betekenen dat er wel een relatie is maar dat door de kleine aantallen dit niet significant is.

## Inleiding

AKI is een syndroom en wordt bepaald door een snel stijgend serum kreatinine, een daling van de diurese of beiden en kan voorkomen in 50% van de IC populatie [1]. Bij patiënten met septische shock is de zestig dagen mortaliteit drie tot vijf keer hoger in de groep die AKI ontwikkeld [1]. Het syndroom leidt zelf ook tot een toename van mortaliteit door elektrolyten stoornissen, zuur-base verstoringen, vocht accumulatie, metabole disfunctie en het verlaagd het vermogen om een infectie te klaren [1]. Hoewel de pathofysiologie van AKI meerdere oorzaken zoals inflammatie, oxidatieve stress en nefrotoxiciteit omvat, speelt de renale perfusie ook een rol. De veranderingen in renale perfusie zijn in de microcirculatie en in de macrocirculatie. Door dit te optimaliseren, is de hypothese dat verdere ischemische schade aan de nier beperkt wordt.

De Renal Resistive Index (RRI) is een manier om de renale perfusie te meten. Dit is een non-invasieve meting op basis van een met echo Doppler-berekende verschil tussen de systolische en diastolische stroomsnelheid in de interlobaire arteriën (zie afbeelding 1.) De formule is

$$RRI = \frac{\text{Peak Systolic Velocity} - \text{End Diastolic Velocity}}{\text{Peak Systolic Velocity}}$$

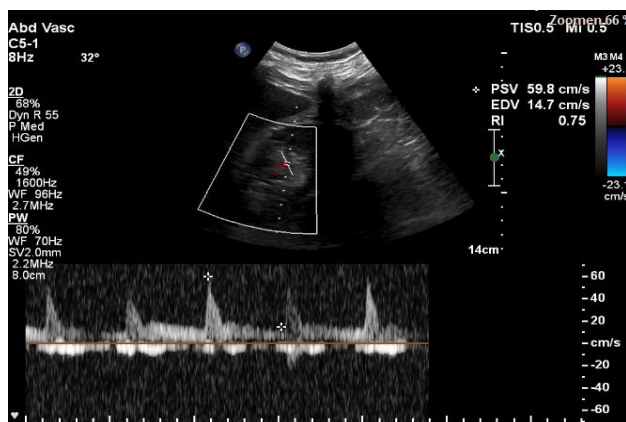
waarbij de normaalwaarden tussen de 0.60 en 0.70 zijn met een verschil van minder dan 5% tussen beide nieren.

Deze echografische meet-methode toont veranderingen in de renale perfusie bij ernstig zieke patiënten [6]. De RRI wordt gebruikt om het optreden van AKI te voorspellen aangezien renale vasoconstrictie een vroege manifestatie van AKI is. Verhoogde RRI waarden hebben een prognostische waarde bij IC-mortaliteit. Een recente meta-analyse laat zien dat een verhoogde RRI een goede voorspeller is voor persisterend, maar niet voor reversibele AKI [4]. Ook blijkt er met een fluid challenge geen duidelijk verschil te zien in de RRI tussen responders en non-responders op vochttoediening [2]. Tevens is er een grote heterogeniteit tussen de verschillende IC RRI studies mogelijk veroorzaakt door onvoldoende validatie van de RRI meting.

Wat betreft de betrouwbaarheid van de RRI metingen is uit een studie is gebleken dat deze meting gemakkelijk te leren is aan non experts en dat de metingen betrouwbaar zijn bij gezonde vrijwilligers [6] echter in een editorial wordt erop gewezen dat het identificeren, meten en interpreteren van RRI met Doppler echografie specifieke competenties in renale echografie vereist[7].

De primaire doelen van deze studie zijn het onderzoeken van de haalbaarheid en de betrouwbaarheid van de van de RRI meting. Als secundair doel is de correlatie tussen de RRI en het ontstaan en beloop van AKI bij een groep IC patiënten te onderzoeken.

Afbeelding 1. Voorbeeld van een Echo-doppler RRI meting uit deze studie



## Materialen en methodes

Dit is een observationele studie waarin de praktische uitvoerbaarheid en de betrouwbaarheid van de metingen onderzocht zijn. De METC (Commissie Mensgebonden Onderzoek van het Radboudumc) heeft deze studie beoordeeld als een niet-WMO plichtig onderzoek. De studie is uitgevoerd tussen 4 januari 2020 en 11 maart 2020, in het Ziekenhuis Rijnstate, dat topklinische zorg biedt op vier locaties; Velp, Zevenaar, Arnhem-zuid en Arnhem. Het ziekenhuis telt 766 bedden. De intensive care (IC) afdeling van het Rijnstate ziekenhuis in Arnhem is een Level 2 IC met 16 bedden. Deze afdeling bestaat uit een team van 84 intensive care verpleegkundigen, 11 intensivisten, 1 ventilation practitioner en een renal practitioner i.o. Jaarlijks komen gemiddeld op de intensive care 830 opnames (2019) en zijn er 157 dialysedagen (2019). Het betreft een gemixte IC populatie. De patiënten ouder dan 18 jaar op de IC met een verwachte opnameduur van minimaal 3 dagen werden gescreend voor inclusie. De exclusiecriteria waren end stage renal disease (ESRD), anatomische nierafwijkingen, niertransplantatie, nierarteriostenose, zwangerschap, mononier en een niertumor.

### *Studie protocol*

Binnen 24 uur na opname werd de RRI gemeten gedurende drie dagen achtereenvolgend bij patiënten met een verwachte opnameduur van minimaal drie dagen. De meting werd verricht in drie opeenvolgende Doppler signalen, op verschillende posities in de nier in een interlobar arterie. De mean van de drie metingen werd gebruikt voor de data verwerking. Er werd gebruik gemaakt van de Affinity 70 Ultrasound (Philips Medical System, Eindhoven, Nederland) met de C5-1 probe.

De metingen werden verricht door 2 intensivisten (MB en MVK) of een Renal Practitioner i.o. (FJK). Om bias te beperken werd het studieteam getraind door een laborante van klinische neurofysiologie voorafgaand aan deze studie. Nadien hebben de onderzoekers 2 maanden RRI-metingen verricht bij IC-patiënten, voordat met de studie werd begonnen. Tijdens de studie werden de RRI metingen opgeslagen in het systeem en zijn de beelden en metingen beoordeeld door het eigen team.

Gedurende de eerste drie dagen van de opname werd het serum kreatinine, ureum, natrium en kalium bepaald. Dagelijks werd ook het urine kreatinine en natrium bepaald.

### *Uitkomstmaten*

De primaire uitkomsten waren het percentage betrouwbare metingen en de overeenkomst tussen de metingen per nier en tussen de nieren.

Secondaire uitkomst was de correlatie tussen de RRI en de verandering in RRI met het optreden van AKI, gedefinieerd volgens de KDIGO criteria (zie Tabel 2).

### *Data verzameling:*

Uit het elektronisch patiëntendossier (Hix, Chipsoft) werden de demografische gegevens zoals de leeftijd, geslacht, BMI, reden van IC-opname, co-morbiditeit en APACHE-score verzameld. Dagelijks werden drie RRI metingen per nier genoteerd en de gelijktijdige mean arterial pressure (MAP), hartfrequentie en hartritme. Tevens werden de noradrenaline dosering, vochtbalans, diurese en bovengenoemde serum en urine bepalingen genoteerd. Uit het urine natrium werd de Fractionele Natrium Excretie (FeNa) berekend. Tevens werd het serum kreatinine bij ontslag of na 28 dagen bepaald.

Tabel 1. Demografische data

	Weergegeven als	Patienten met AKI	Patienten zonder AKI
	% (N)	57% (12)	43% (9)
Leeftijd	Mediaan (IQ range)	65 [57-72.5]	62 [55-63]
Geslacht	N (%)		
Man		7 (58%)	5 (56%)
Vrouw		5 (42%)	4 (44%)
BMI	Mediaan (IQ range)	25,5 [22-30.5]	26 [21-30]
APACHE 3 score	Mediaan (IQ range)	169,5 [107-174]	168 [88-172]
Opnamereden	% (N)		
Resp. insuff hypoxisch		16% (2)	11% (1)
Resp. insuff hypercapnisch		16%(2)	33% (3)
OHCA		8% (1)	17% (2)
Chirurgisch		16%(2)	11% (1)
Sepsis GI		16%(2)	0% (0)
Sepsis Fascitis		8% (1)	0% (0)
Neuromusculair		0% (0)	11% (1)
Meningitis		0% (0)	11% (1)
(Cardiogene) shock		16% (2)	0% (0)
Risico factoren AKI	% (N)		
DM 2		16% (2)	11% (1)
HT		25% (3)	22% (2)
CKD		16% (2)	0% (0)
HF		16% (2)	22% (2)
Noradrenaline	% (N)	67% (8)	33% (3)
Vochtbalans totaal 3 dagen	Mediaan (IQR range)	7966 (4010-15447)	3184 (1804-4852)
	Dag 1	3558 (2097-9461)	1445 (-421-2168)
	Dag 2	2620 (1310-5567)	1672 (326-2247)
	Dag 3	1405 (-1185-2725)	493 (43-1443)
CRRT	% (N)	58% (7)	0
MAP dag 1	Mediaan (IQR)	75 (70-86)	81 (77-100)
Map dag 2	Mediaan (IQR)	75 (70-80)	85 (70-110)
Map dag 3	Mediaan (IQR)	77 (69-85)	96 (85-105)
Kreat na 28 dagen of bij ontslag	Mediaan (IQR)	82 (62-284)	54 (45-79)
Mortaliteit	N (%)	4 (33%)	2 (22%)

## Definities

AKI werd ingedeeld volgens de AKI classificatie van KDIGO (zie tabel 2).

Tabel 2. KDIGO AKI classificatie

AKI stage	Serum creatinine (SCr)	Urine output
1	1.5-1.9 times baseline OR ≥ 0.3 mg/dL increase	< 0.5 mL/kg/h for 6-12 hours
2	2.0–2.9 times baseline	< 0.5 mL/kg/h for ≥ 12 hours
3	3.0 Times baseline OR Increase in SCr to ≥ 4.0 mg/dL OR Initiation of RRT OR Decrease in eGFR to < 35 mL/ min/1.73 m <sup>2</sup> in patients < 18 years	< 0.3 mL/kg/h for ≥24 hours OR Anuria for ≥ 12 hours

### Statistiek en Sample Size

De patiënten worden gecategoriseerd tussen AKI en non-AKI. Tussen beide groepen wordt een verschil in baseline karakteristieken, RRI-waarden en macrocirculatoire waarden gezocht.

Continue data worden gepresenteerd als mediaan (interquartile range), daar het om niet-normaal verdeelde data gaat. Categorische data wordt als n(%) beschreven.

Als statistische test voor de continue data werd de Mann-Whitney U-test gebruikt. Om een correlatie tussen twee continue variabelen te meten werd de Spearman-test gebruikt. Een P-waarde van <0,05 werd als statistisch significant gezien. Alle statistische testen werden met SPSS 25.0 (IBM, Armonk, NY, USA) verricht.

Wij beschouwen een betrouwbare meting in 80% (met een 90% betrouwbaarheidsinterval van 65-95%) van de patiënten als klinisch waardevol. Hiervoor zijn minimaal 20 patiënten nodig. Om te corrigeren voor missing data werd 10% toegevoegd, waardoor in het totaal 22 patiënten vereist zijn.

## Resultaten

Er werden 22 patiënten geïnccludeerd, van de beoogde 132 RRI -metingen zijn er minder metingen gedaan vanwege logistieke redenen, zoals voortijdig ontslag van IC. Uiteindelijk was in 114 van de 122 gevallen het mogelijk om de RRI te meten (93%), in 7 gevallen lukte het niet om een RRI meting te doen in één of beide nieren. Bij één patiënt lukte het vanwege de slechte echogeniciteit niet de nieren in beeld te brengen, bij een andere patiënt lukte het eenmalig niet om de rechter nier in beeld te brengen vanwege de ligging van de darm. En in vijf gevallen waren er geen doppler signalen zichtbaar in één of beide nieren, waardoor er geen meting mogelijk was (zie flowchart bijlage).

Van de 21 patiënten hadden er 12 (57%) AKI en 9 (43%) geen AKI. De demografische data van deze patiënten staat in tabel 1 beschreven. De groepen waren vergelijkbaar, behoudens een positievere vochtbalans gedurende de drie dagen en een vaker gebruik van noradrenaline in de AKI-groep.

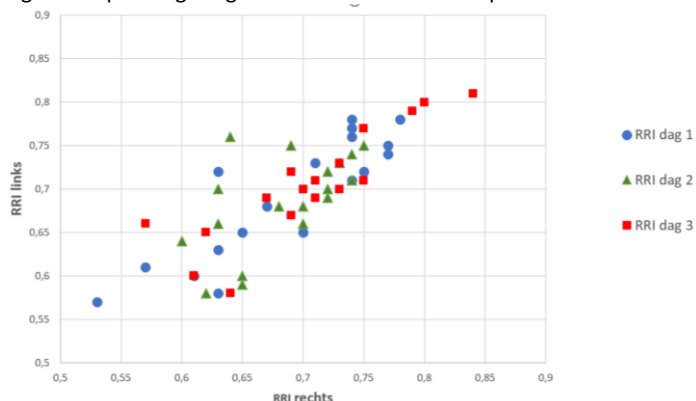
### Primaire uitkomst

In 114 van de 122 gevallen was het mogelijk om de RRI te meten (93%), in 7 gevallen lukte het niet om een RRI meting te doen in één of beide nieren.

De variatie tussen de 3 metingen waarover een gemiddelde RRI werd bepaald was 0.00 [IQR -0.01-0.02]. Het verschil tussen RRI-metingen in beide nieren op dezelfde dag was 0.00 (IQR-0,02-0,03). De RRI-metingen tussen de rechter en linker nier toonde een sterke correlatie (Spearman Rho 0.815, p<.000) over alle metingen.

Dit gold op dag 1 (Spearman Rho 0.845,  $p < 0.000$ ), dag 2 (Spearman Rho 0.590,  $p = 0.008$ ), en dag 3 (Spearman Rho 0.897,  $p < 0.000$ ), (zie figuur 1).

Figuur 1. Spreidingsdiagram van de RRI links ten opzichte van de RRI rechts, uitgedrukt per dag.



## Secundaire uitkomst

De RRI metingen waren vergelijkbaar tussen de AKI en de non-AKI groep (zie tabel 3). Evenmin werd er een verschil in de RRI-meting gevonden tussen de dag 1 en 3 in de AKI en de non-AKI groep (rechter nier: 0.00 (-0.07 – 0.01) versus -0.02 (-0.07 - 0.01),  $p = 0.279$  en linker nier 0.00 (-0.06 – 0.06) versus 0.00 (-0.06 – 0.04),  $p = 0.897$ ).

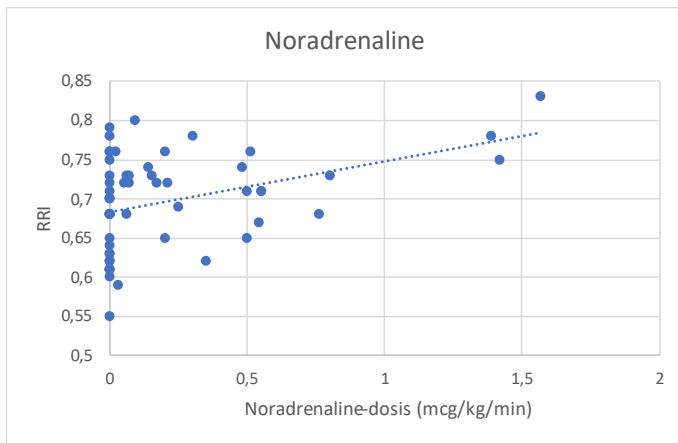
Wel lijkt er een trend zichtbaar te zijn waarbij de AKI groep hogere RRI waarden hebben dan de non-AKI groep, dit zou kunnen betekenen dat er wel een relatie is maar dat door de kleine aantallen dit niet significant is (zie figuur 1 bijlage).

Tabel 3 RRI AKI/Non-AKI, mediaan IQR.

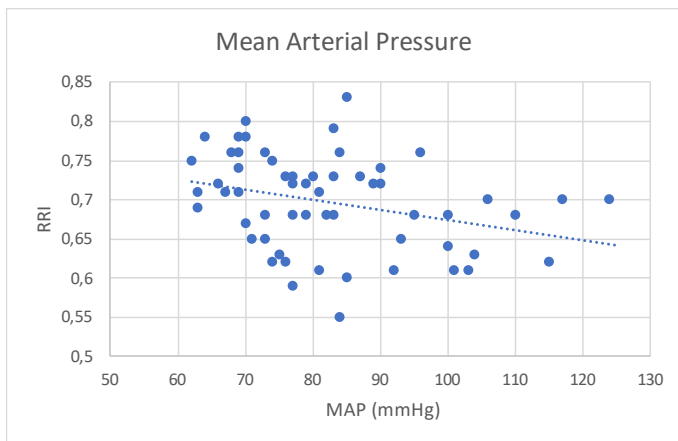
	AKI	Non-AKI	P
RRI dag 1 – rechts	0.74 (0.69 - 0.75)	0.63 (0.62 - 0.74)	0.152
RRI dag 1- Links	0.72 (0.65 - 0.77)	0.68 (0.60 - 0.73)	0.182
RRI dag 2 – rechts	0.72 (0.69 - 0.73)	0.65 (0.64 - 0.71)	0.177
RRI dag 2 – links	0.70 (0.67 - 0.72)	0.72 (0.60 - 0.75)	0.754
RRI dag 3 – rechts	0.73 (0.69 - 0.75)	0.70 (0.66 - 0.72)	0.321
RRI dag 3 – links	0.72 (0.71 - 0.77)	0.69 (0.64 - 0.70)	0.074

De gemiddelde RRI-waarde van beide nieren toonde een correlatie met de dosis noradrenaline (Spearman Rho 0.380,  $p = 0.003$ ) (zie figuur 2), met de Mean Arterial Pressure (Spearman Rho -0.316,  $p = 0.016$ ) (zie figuur 3) en met de vochtbalans (Spearman Rho 0.299,  $p = 0.023$ ) (zie figuur 4). De gemiddelde RRI metingen van de rechter en linker nier toonden geen correlatie met de fractionele natrium excretie (Spearman Rho -0.051,  $p = 0.751$ ).

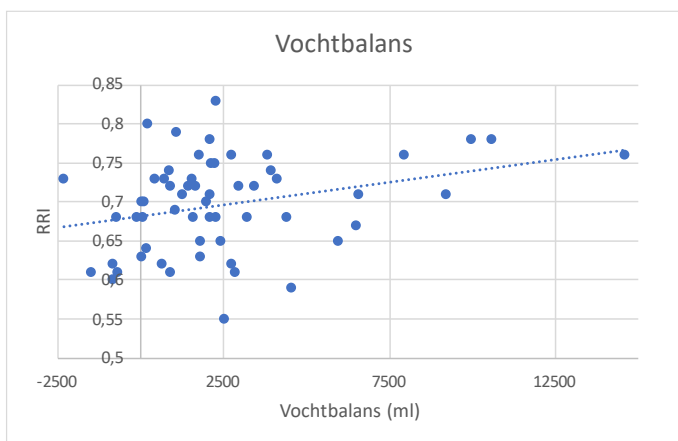
Figuur 2. Spreidingsdiagram noradrenaline-dosis en RRI



Figuur 3. Spreidingsdiagram MAP en RRI



Figuur 4. Spreidingsdiagram Vochtbalans en RRI



## Discussie:

Deze observationele studie toont dat het meten van de RRI mogelijk is in 93% van de patiënten. Bij deze meting wordt weinig verschil tussen de linker en de rechter nier gezien. Er kon geen statistisch onderscheid worden gemaakt tussen de AKI en de non-AKI groep op basis van de RRI-metingen, ook niet over drie dagen. Wel lijkt er een trend te zichtbaar te zijn waarbij de AKI groep hogere RRI waarden hebben dan de non-AKI groep, dit zou kunnen betekenen dat er wel een relatie is maar dat door de kleine aantallen dit niet significant is.

Er werd een correlatie tussen de RRI en variabelen met betrekking tot de macrocirculatie gevonden, namelijk de dosis noradrenaline, MAP en vochtbalans. Het is dus mogelijk om een RRI te meten met een lage variatie in metingen, maar het is nog onduidelijk of deze meting AKI kan voorspellen of handelen op basis van deze meting AKI kan voorkomen.

RRI is een veelvuldig onderzochte marker van nierperfusie bij patiënten met hypertensie, CKD (chronic kidney disease), nierarteriestenose en bij gezonde vrijwilligers, maar minder bij IC-patiënten [4,5,6]. Na een training is het succespercentage van de meting boven de 80% met een goede interobserver agreement [6]. Ook onze studie toont vergelijkbare resultaten, met relatief weinig variatie tussen de linker en rechter nier. De RRI meting is relatief makkelijk uit te voeren, non-invasief en niet schadelijk voor de patiënt. De duur van het onderzoek is ongeveer 15 minuten en aangezien echografie een grote rol heeft op de IC zou dit onderzoek makkelijk te implementeren zijn naast de long- en cardio echografie.

Een statistische significantie tussen de RRI en AKI werd niet gevonden in onze studie. Ook andere studies tonen dat deze relatie niet eenduidig is [4]. Een studie kon differentiëren tussen reversibele en persisterende AKI op basis van de RRI, maar onze studie was te klein om dat te onderzoeken [9]. Dit is niet verwonderlijk, aangezien de pathologie van AKI niet alleen berust op een verminderde perfusie. Bovendien tonen studies niet een eenduidige relatie tussen de RRI en de response op een fluid challenge [2]. De precieze waarde van RRI bij AKI en het optimaliseren van de perfusie is dus nog niet opgehelderd.

Deze studie vond wel een correlatie tussen de RRI en determinanten van de macrocirculatie. De hypothese is dat bij pre-renale oorzaken van AKI het RAAS-systeem geactiveerd wordt, wat resulteert in vasoconstrictie van de efferente arteriolen en hierdoor een toename van de weerstand en dus RRI. Bij intrarenale oorzaken van AKI is er ook vaak sprake van vasoconstrictie en dus een verhoogde RRI. Maar ook een verhoogde CVD (centraal veneuze druk) verhoogt de weerstand en zal de RRI verhogen. De CVD werd niet gemeten in de patiënten omdat bekend is dat deze meting geen betrouwbare uitslag weergeeft. Wel zagen we de associatie tussen een positieve vochtbalans en een verhoogde RRI, wat hier mogelijk op kan duiden. Ook heeft een verhoogde intra abdominale druk, maar ook een verhoogde intrarenale druk een effect op de RRI. Verder kent het ontstaan van een verhoogde RRI ook andere pathofysiologie, zoals atherosclerose. Ook de systemische vasculaire resistance kan de RRI beïnvloeden, een reden dat voor nierarteriestenose diagnostiek de ratio tussen de RRI en de Splenic Resistive Index wordt gemeten. Bovendien is een stabiel slagvolume van belang voor het meten van een betrouwbare RRI. Bij atriumfibrilleren of een grote slagvolumevariatie zal de RRI ook variëren en daalt hiermee de betrouwbaarheid.

Door deze onzekerheden omtrent de RRI-meting is de rol bij patiënten met AKI op de IC nog onduidelijk. Als voorspeller voor AKI of persisterend AKI worden naast de RRI meerdere metingen onderzocht, zoals de furosemide-response, FeNa en biomarkers (NGAL, metalloproteïnase-2 en IGFBP-7). Geen van deze metingen heeft voldoende betrouwbaarheid om te gebruiken in de klinische situatie. Daarbij zijn de behandelconsequenties vaak beperkt, aangezien het voorkomen van verdere renale schade het doel is. Dit wordt bereikt door het optimaliseren van de circulatie en het voorkomen van verdere toxische schade. Of de RRI kan helpen bij het optimaliseren van de circulatie is tot op heden nog niet aangetoond, mede vanwege eerder genoemde beperkingen van de RRI-meting. Verder is de vraag of het optimaliseren van de systemische circulatie moet plaatsvinden op basis van een perfusie meting van een orgaan, die door schade ook intrinsieke perfusie veranderingen heeft. Als vasoconstrictie een beschermend mechanisme is van AKI, leidt het streven naar normaalwaarden van de RRI tot een hyperperfusie en een bovenmatige systemische circulatie, wat ook negatieve effecten kan hebben.

Op basis van dit onderzoek kunnen enkele aanbevelingen worden gedaan. Een relatief korte training leidt tot een betrouwbare RRI-meting in meer dan 80% van de patiënten. Vroege herkenning en voorspelling van AKI is wenselijk om verdere nierschade te voorkomen. Verder onderzoek is noodzakelijk om te bepalen of de RRI hier een rol in speelt. Een derde aanbeveling is dat verder onderzoek nodig is om te onderzoeken of de optimalisatie van renale perfusie op basis van de RRI leidt tot betere renale uitkomsten en hoe zich dat weerhoudt tot de systemische perfusie.



Dit onderzoek kent meerdere beperkingen. Allereerst, vanwege de observationele aard van dit onderzoek zijn er enkel associaties gevonden en kunnen geen conclusies worden verbonden aan de associatie. Als tweede is dit onderzoek verricht met door drie IC-medewerkers in één ziekenhuis met één echo-apparaat. Hierdoor is de generaliseerbaarheid naar andere ziekenhuizen met andere apparaten beperkt. Als derde beperking is dat de sample size berekening is gedaan op de primaire uitkomst. Hierdoor is het aantal patiënten te laag om met voldoende betrouwbaarheid uitspraken te doen over de secundaire uitkomstmaten. De vierde beperking is dat er geen statistische tests zijn verricht naar de verschillen tussen de AKI en de non-AKI groep. De reden daarvan is de beperkte grootte van de steekproef ( $n=21$ ) en de kans op zowel vals-negatieve als vals-positieve. Als vijfde beperking is de RRI niet door meerdere personen tegelijkertijd gemeten, wat zorgt dat er geen interobserver variatie gemeten kan worden. Echter de lage variatie tussen de 3 individuele RRI metingen en de linker en rechter nier suggereren een betrouwbare meting.

Concluderend toont deze observationele studie dat het meten van de RRI goed mogelijk en betrouwbaar is bij patiënten op de IC. Daarbij werd een associatie tussen de RRI en factoren van de macrocirculatie gevonden. Verder onderzoek is nodig om de rol van de RRI in de diagnostiek en ondersteuning bij AKI op de IC te bepalen.

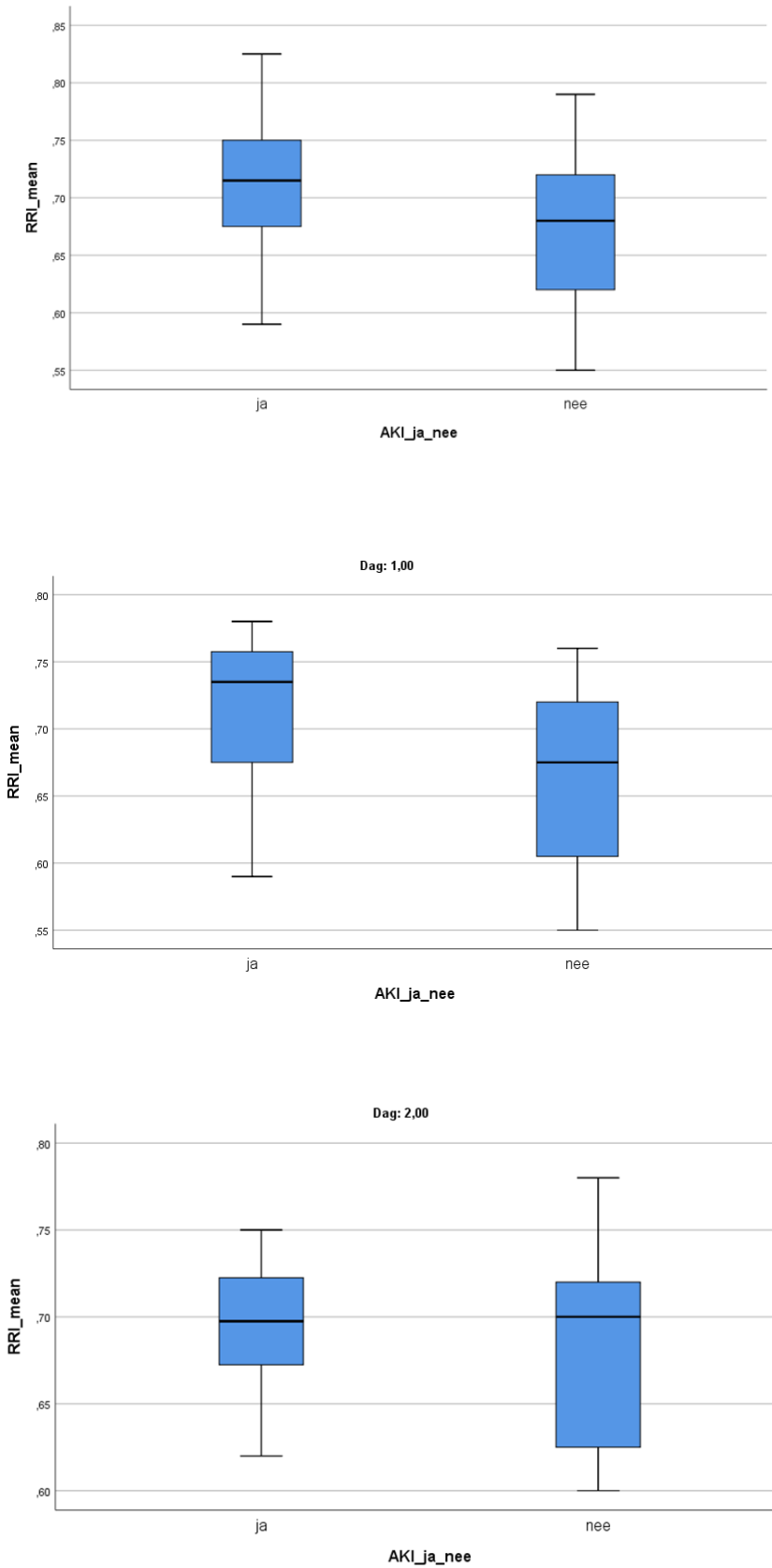
## Referenties

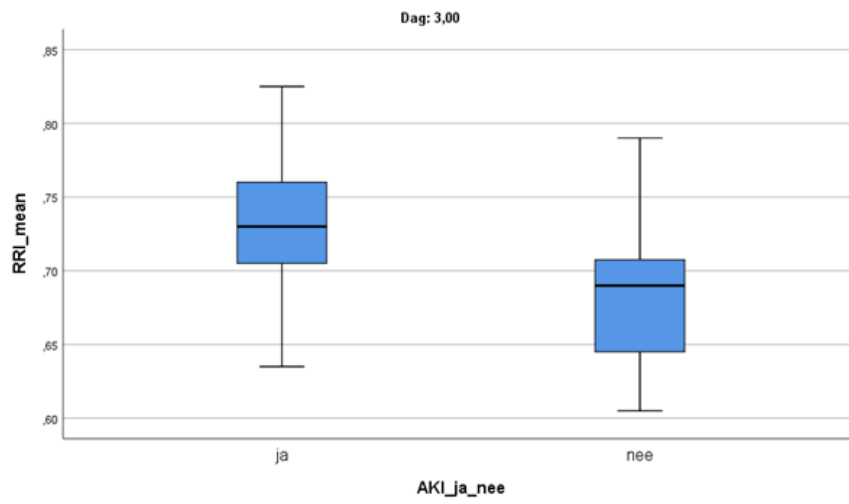
- [1] Ronco, C., Bellomo, R., & Kellum, J. A. (2019). Acute kidney injury. *The Lancet*, 394(10212), 1949–1964. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(19\)32563-2](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(19)32563-2)
- [2] Lahmer, T., Rasch, S., Schnappauf, C., Schmid, R. M., & Huber, W. (2016). Influence of volume administration on Doppler-based renal resistive index, renal hemodynamics and renal function in medical intensive care unit patients with septic-induced acute kidney injury: a pilot study. *International Urology and Nephrology*, 48(8), 1327–1334. <https://doi.org/10.1007/s11255-016-13121>
- [3] Beloncle, F., Rousseau, N., Hamel, J.-F., Donzeau, A., Foucher, A.-L., Custaud, M.-A., Asfar, P., Robert, R., & Lerolle, N. (2019). Determinants of Doppler-based renal resistive index in patients with septic shock: impact of hemodynamic parameters, acute kidney injury and predisposing factors. *Annals of Intensive Care*, 9(1), 118–122. <https://doi.org/10.1186/s13613-019-0525-8>
- [4] Ninet, S., Schnell, D., Dewitte, A., Zeni, F., Meziani, F., & Darmon, M. (2015). Doppler-based renal resistive index for prediction of renal dysfunction reversibility: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Critical Care*, 30(3), 629–635. <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2015.02.008>
- [5] Haitsma Mulier, J. L. G., Rozemeijer, S., Röttgering, J. G., Spoelstra-de Man, A. M. E., Elbers, P. W. G., Tuinman, P. R., de Waard, M. C., & Oudemans-van Straaten, H. M. (2018). Renal resistive index as an early predictor and discriminator of acute kidney injury in critically ill patients; A prospective observational cohort study. *PLOS ONE*, 13(6), e0197967. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.019797>
- [6] Renberg, M., Kilhamn, N., Lund, K., Hertzberg, D., Rimes-Stigare, C., & Bell, M. (2020). Feasibility of renal resistive index measurements performed by an intermediate and novice sonographer in a volunteer population. *The Ultrasound Journal*, 12(1), 90–96. <https://doi.org/10.1186/s13089-020-00175-6>
- [7] Gao, J. (2015). Doppler-based renal resistive index for prediction of renal dysfunction reversibility: There are still some questions. *Journal of Critical Care*, 30(3), 650. <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2015.02.015>
- [8] Le Dorze, M., Bouglé, A., Deruddre, S., & Duranteau, J. (2012). Renal Doppler Ultrasound. *Shock*, 37(4), 360–365. <https://doi.org/10.1097/shk.0b013e3182467156>
- [9] Darmon, M., Schortgen, F., Vargas, F., Liazdy, A., Schlemmer, B., Brun-Buisson, C., & Brochard, L. (2010). Diagnostic accuracy of Doppler renal resistive index for reversibility of acute kidney injury in critically ill patients. *Intensive Care Medicine*, 37(1), 68–76. <https://doi.org/10.1007/s00134-010-2050-y>

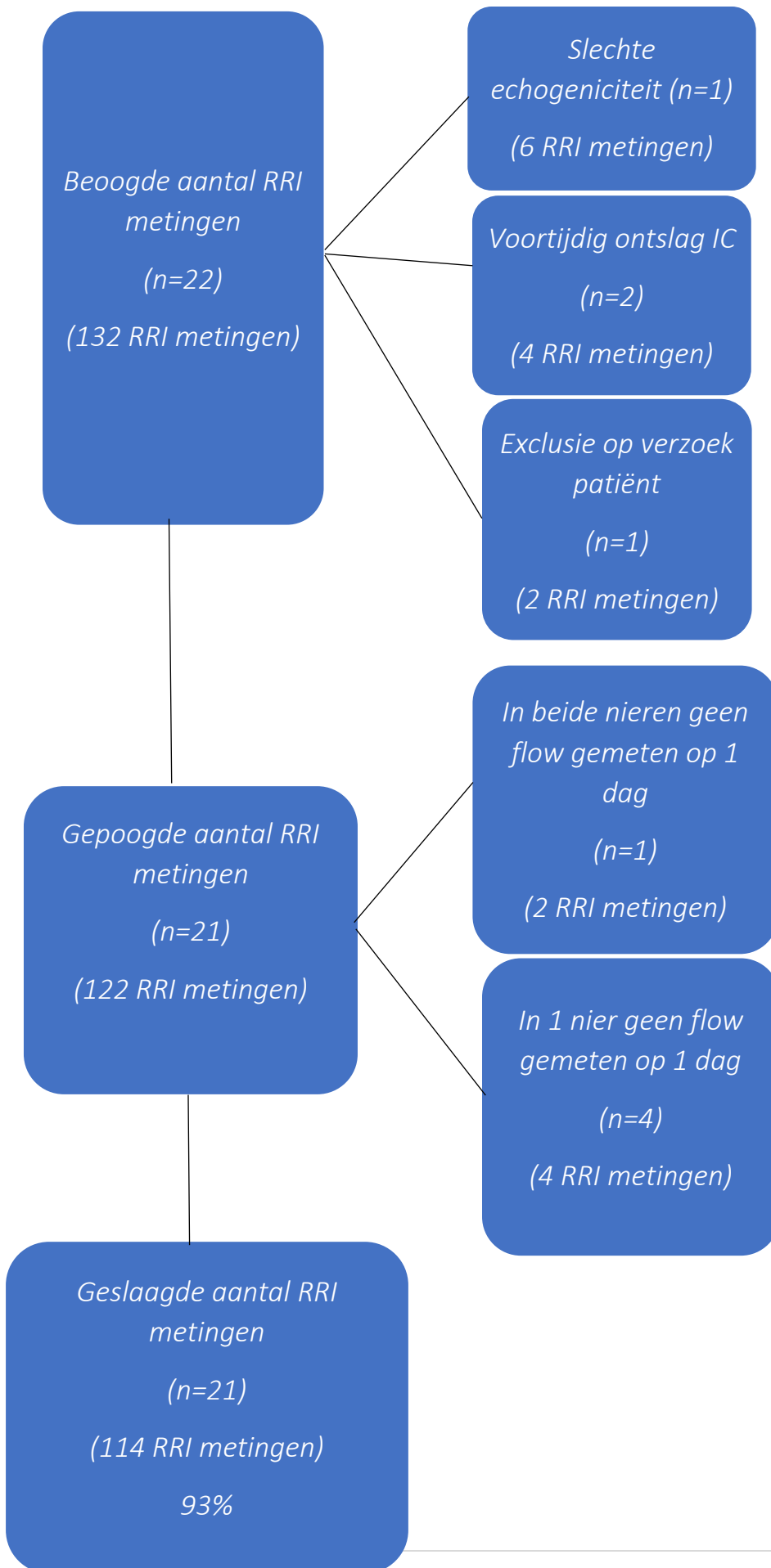
**Bijlage**

**Figuur 1.**

Alle gemiddelde metingen (dus dag 1, 2 en 3); uitgezet per AKI/non-AKI







## Taak & rol renal practitioner

### 1.

Een bijdrage leveren aan het zorginhoudelijk beleid naast de intensivist t.a.v. nier- en nierfunctie vervangende therapie toegespitst op de IC, met als doelstelling het verhogen van de kwaliteit van zorg.

- Een rol spelen in de beleidsontwikkeling en het onderhouden van het beleid op mijn vakgebied, het opzetten van CVVHDF behandeling, vernieuwde protocollen, andere behandelmodaliteit en de renale dosis op lichaamsgewicht.
- Verantwoordelijk voor de overgangsfase van het overhevelen van de taken van de dialyseverpleegkundigen naar IC verpleegkundigen (opbouwen, primen, aansluiten).
- Verantwoordelijk voor de uitvoering van dit beleid op kortere en langere termijn.
- Adviserende, controlerende en evaluerende functie t.a.v. ingezet beleid naar het medisch en verpleegkundig team. Vraagbaak voor de afdeling, en bereikbaar als consulent.

### 2.

Deskundigheidsbevordering op het vakgebied van nier- en nierfunctie vervangende therapie

- Verantwoordelijk voor scholing, vaardigheidstrainingen, en instructies voor het medisch en verpleegkundig personeel op de IC op korte termijn (microniveau), op de langere termijn ook op andere afdelingen binnen het ziekenhuis, IC opleiding in de regio en regionale bijscholing (meso-en macro niveau).
- Introduceren van nieuwe apparatuur, technieken en behandelmethoden t.a.v. nier- en nierfunctie vervangende therapie.
- Scholing afstemmen op de vraag binnen de IC.
- Bed-side teaching.
- Coördinerende rol in werkgroep CRRT.
- Het bijhouden van vakliteratuur en bijwonen van symposia en congressen tenminste twee maal per jaar.

### 3.

Een belangrijke bijdrage leveren in de kwaliteit van zorg op het vakgebied nier- en nierfunctie vervangende therapie toegespitst op de IC.

- Zorg dragen voor bestaande en nieuwe protocollen op mijn vakgebied gebaseerd op best practice en evidence based.
- Zorgdragen voor de invoering van innovaties op dit gebied, o.a. CVVHDF behandeling, circulatieprotocol.
- Afdeling overstijgende taken: t.a.v. scholingen aan verpleegafdelingen voor het beschermen van de nierfunctie.
- Op langere termijn bijdragen aan research op het gebied van nier- en nierfunctie vervangende therapie en de vertaling van de gegevens naar de praktijk, mogelijk in de toekomst vervolgstudie RRI meting.
- Een bijdrage leveren aan een goed overwogen materiaal assortiment op mijn vakgebied en onderhouden van contacten met de industrie en adviseren t.a.v. investeringen.
- Onderhouden van een netwerk met andere renal practitioners en een bijdrage leveren als lid van Practitioners Nederland op de langere termijn.

### 4.

Het uitzetten van een strategie rondom nierfunctie vervangende therapie voor een IC patiënt.

- Het stellen van een indicatie tot nierfunctie vervangende therapie bij patiënten met nierfunctie stoornissen.
- Een ongecompliceerde nierfunctie vervangende therapie zelfstandig managen.
- Strategieën rondom nierfunctie vervangende therapie aanpassen bij problemen.

## Planning

- **2021**  
Opzetten en implementeren CVVHDF met nieuwe apparatuur, opbouwen en aansluiten door IC verpleegkundigen.  
Hiermee zet ik mijn rol en positie als renal practitioner neer op de afdeling intensive care bij het verpleegkundig en medisch team.
- **2022**  
Kwaliteitscontrole CRRT en verbeteringen doorvoeren (signalerende, adviserende en controlerende functie).  
Onderwijs geven op micro-meso en macro niveau op het gebied van nefrologie en CRRT.
- **2023**  
Een actieve bijdrage leveren aan medisch/verpleegkundig onderzoek binnen mijn vakgebied.