

# Preventie en behandeling hypokaliëmie

## Auteurs richtlijn

- Joppe Nijman, kinderarts, fellow KinderIC, UMC Utrecht (J.Nijman@umcutrecht.nl);
- Mandy Keijzer-Veen, kinderarts-nefroloog, UMC Utrecht (M.G.Veen-14@umcutrecht.nl);
- Wim Tissing, kinderoncoloog, Prinses Maxima Centrum voor Kinderoncologie (W.J.E.Tissing@prinsesmaximacentrum.nl);
- Jennifer Walker, kinderarts-intensivist, UMC Utrecht (J.C.Walker-3@umcutrecht.nl);
- Yves Liem, ziekenhuisapotheker, UMC Utrecht (Y.Liem@umcutrecht.nl);
- Klaartje de Kanter, ziekenhuisapotheker, Prinses Maxima Centrum voor Kinderoncologie (c.t.m.dekanter-4@prinsesmaximacentrum.nl)

## Doelgroep richtlijn

De doelgroep betreft kinderen in de leeftijd van 0 – 18 jaar ambulant of opgenomen in het Wilhelmina Kinderziekenhuis en/of Prinses Maxima Centrum, met uitzondering van patiënten opgenomen op de NICU.

## Definitie hypokaliëmie

Een hypokaliëmie wordt gedefinieerd als een serum kalium < 3,5 mmol/L.

Bij voorkeur worden risicopatiënten tijdig geïdentificeerd en wordt een hypokaliëmie voorkomen (zie [Stap 1: preventie van hypokaliëmie](#)). Mocht er een hypokaliëmie optreden dan dienen de volgende vragen beantwoord te worden:

1. Is er sprake van symptomatische hypokaliëmie en daarom een indicatie voor onmiddellijke behandeling (zie [Stap 2: behandeling acute hypokaliëmie](#))?
2. Wat is de oorzaak van de hypokaliëmie (zie [Stap 3: diagnostiek bij onverklaarde hypokaliëmie](#))?

## Stap 1: preventie van hypokaliëmie

### *Risicofactoren op hypokaliëmie*

Ongeveer 20% van de (volwassen) klinische patiënten ontwikkelt gedurende opname een hypokaliëmie.

De volgende groepen lopen een verhoogd risico op hypokaliëmie:

- 1. Langdurige voedingsproblemen (inadequate inname)**
- 2. Diuretica gebruik (verhoogd verlies)**
- 3. Oncologische patiënten met toxisch-medicamenteuze tubulopathie (verhoogd verlies)**
4. Langdurige diarree (verhoogd verlies)
5. Braken (secundair aan metabole alkalose en/of verhoogd verlies)
6. Patiënten met elektrolytproblemen (zoals hypomagnesiëmie)
7. Patiënten met een metabole of respiratoire alkalose
8. Onderliggende ziekten (primaire / secundaire hyperaldosteronisme, Cushing syndroom, Bartter syndroom, syndroom van Liddle)
9. Medicatiegebruik anders dan diuretica (hoge dosering corticosteroiden, insuline, langdurig en hoge dosis salbutamol, bepaalde antimicrobiële middelen)

### *Preventie*

Het is aan te raden om bij de eerste drie patiëntgroepen regelmatig het kalium te controleren én tijdig te starten met kaliumsuppletie en/of het verhogen van de normale enterale intake (zie [Stap 2c. Onderhoud](#)).

In sommige gevallen is het noodzakelijk om direct te starten met kalium suppletie (bijv. bij Ambisome therapie).

In het algemeen gelden de volgende adviezen voor preventie van hypokaliëmie:

- Postoperatieve patiënten > 1 jaar die nog geen enterale intake hebben op postoperatieve dag 1 moeten starten met i.v. kaliumsuppletie (1,5 mmol / kg lichaamsgewicht per dag)
- De (asymptomatische) hypokaliëmie bij patiënten uit de eerste patiëntgroep is vaak chronisch van aard. Meestal kan deze worden behandeld met een enterale suppletie en het ophogen van het onderhoud kalium.

## Stap 2: behandeling acute hypokaliëmie

### *Risicofactoren voor een symptomatische hypokaliëmie*

Er wordt onderscheid gemaakt tussen patiënten met een hoog en een normaal risico op een symptomatische hypokaliëmie.

### Hoog risico op symptomatische hypokaliëmie

Alle patiënten op de PICU en patiënten met een voorgeschiedenis van (levensbedreigende) hartritmestoornissen, (familiaal) lang QT-syndroom of antiarrhythmica gebruik en patiënten met een gecombineerde hypomagnesiëmie, hypocalciëmie en hypokaliëmie.

Zie voor deze patiënten [Stroomdiagram 1: hoog risico op symptomatische hypokaliëmie](#).

### Normaal risico op symptomatische hypokaliëmie

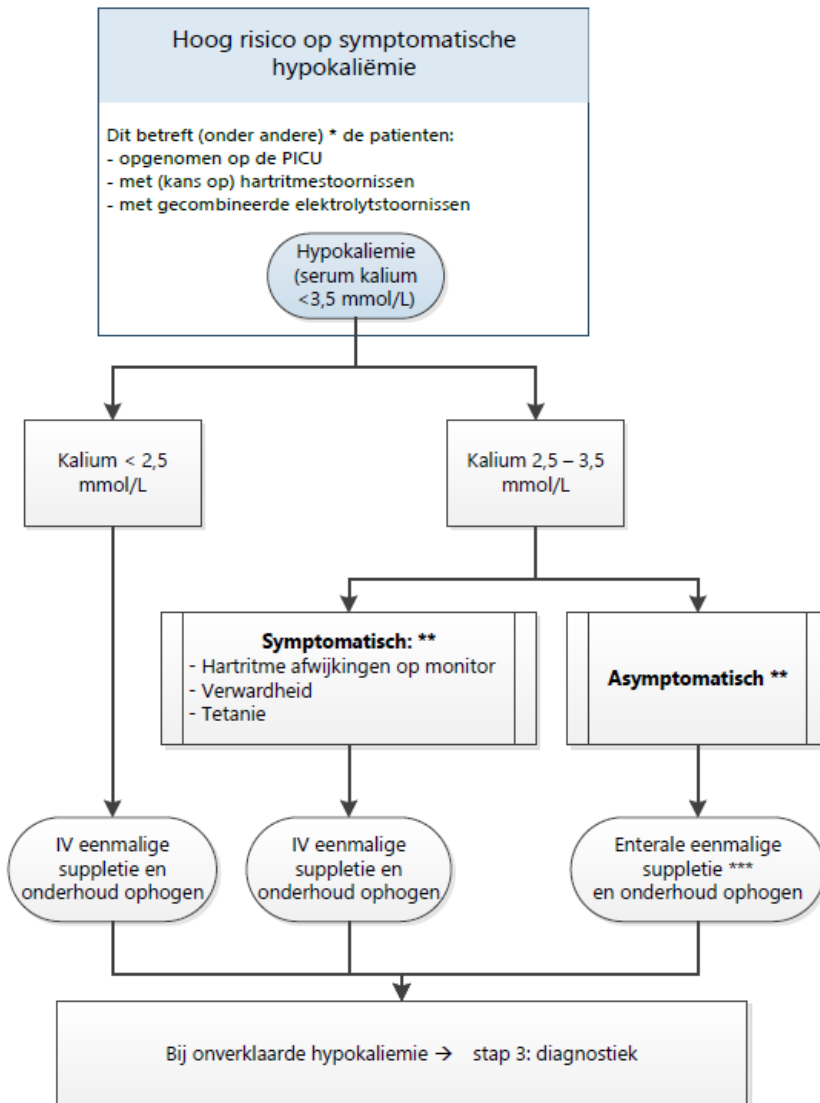
Patiënten op de verpleegafdelingen (WKZ / PMC), met uitzondering van patiënten met een voorgeschiedenis van (levensbedreigende) hartritmestoornissen, (familiaal) lang QT-syndroom of antiarrhythmica gebruik. Zie voor deze patiënten [Stroomdiagram 2: normaal risico op symptomatische hypokaliëmie](#).

### *Symptomatische hypokaliëmie*

Symptomen van een hypokaliëmie zijn:

- Afwijkend electrocardiogram (De ECG-afwijkingen die je kunt zien zijn een verlengd PR interval, QT-verlenging, een spitse P-top, ST depressie, een afgeplatte of zelfs inversie van de T-top en een prominente U-golf, na de T-top)
- Hartritmestoornissen (tachycardie met/zonder AV-block, AV dissociatie, ventrikeltachycardie, ventrikelfibrilleren);
- Lethargie, verwardheid;
- Tetanie, spierzwakte;
- Autonome dysregulatie met posturale hypotensie;
- Paralytische ileus;
- Ureterdilatie;
- Myopathie (evt. in combinatie met myolysis, myoglobinurie en nierfalen)

Stroomdiagram 1: hoog risico op symptomatische hypokaliëmie

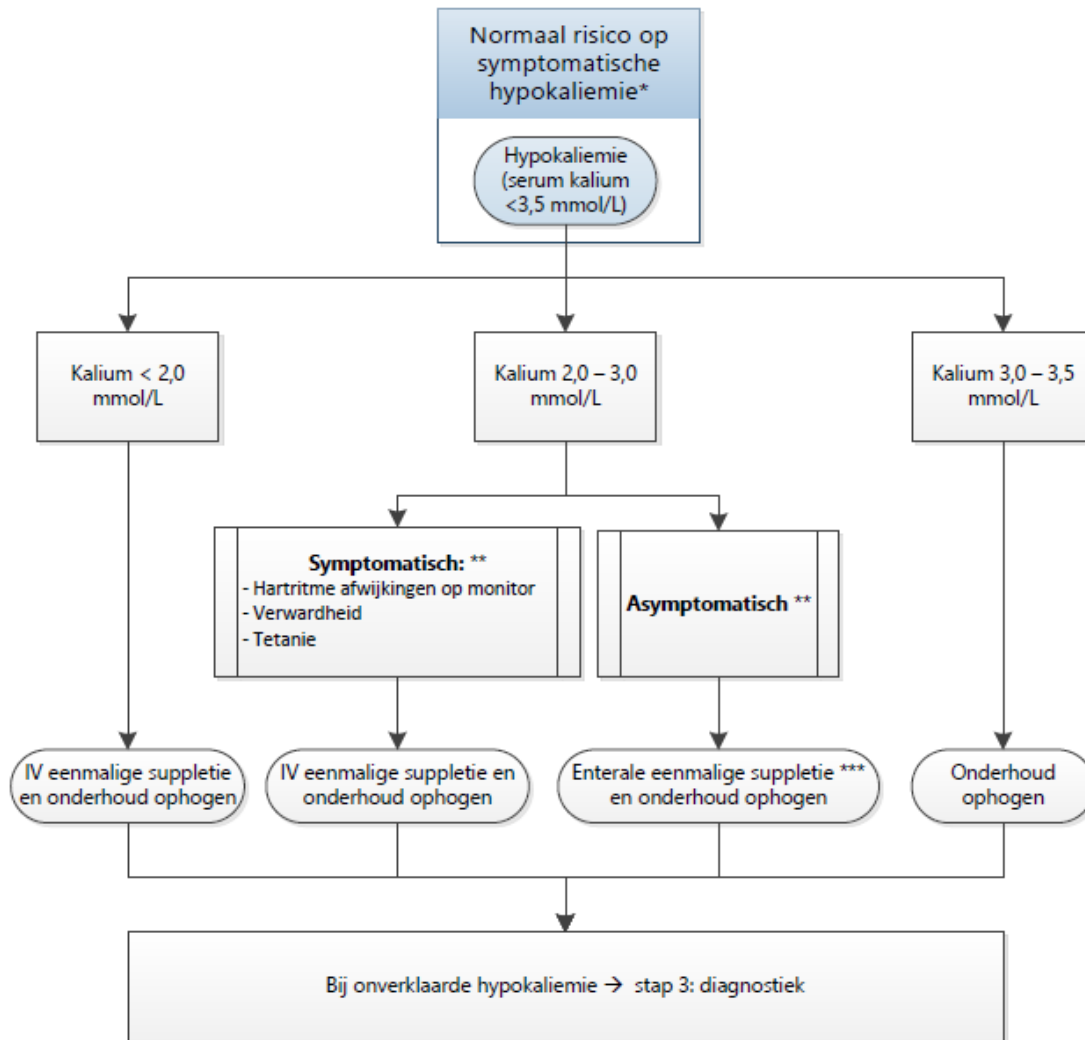


\* Dit betreft alle patiënten op de PICU en patiënten met een voorgeschiedenis van (levensbedreigende) hartritmestoornissen, (familiaal) lang QT-syndroom of antiarrhythmica gebruik en patiënten met een gecombineerde hypomagnesiëmie, hypocalciëmie en hypokaliëmie. Actie: als er reeds pre-existente ventriculaire ritmestoornissen zijn, is het advies om het kalium > 4,0 mmol/L te houden.

\*\* Symptomatische hypokaliëmie, gedefinieerd als hartritmeafwijkingen op de monitor (irregulair ritme en/of afwijkende complexen) en/of verwardheid en/of tetanie Actie: leg patiënt aan de monitor en overweeg een ECG te maken (bij hartritmeafwijkingen of onvoldoende effect van initiële therapie).

\*\*\* Indien enterale medicatie e/o voeding verdragen wordt, zie anders IV suppletie.

Stroomdiagram 2: normaal risico op symptomatische hypokaliëmie



\* Dit betreft alle patiënten opgenomen in het WKZ / Prinses Maxima Centrum, m.u.v. de hoog risico patiënten zie, daarvoor [Stroomdiagram 1: hoog risico op symptomatische hypokaliëmie](#)

\*\* Symptomatische hypokaliëmie, gedefinieerd als hartritme afwijkingen op de monitor (irregulair ritme en/of afwijkende complexen) en/of verwardheid en/of tetanie  
Actie: leg patiënt aan de monitor (indien nog niet aan de monitor) en overweeg een ECG te maken (bij hartritmeafwijkingen of onvoldoende effect van initiële therapie).

\*\*\* Indien enterale medicatie e/o voeding verdragen wordt, zie anders IV suppletie.

## a. Enterale suppletie

Er zijn meerdere manieren om een eenmalige dosering en onderhoud kalium te geven. De wijze waarop kalium enteraal gegeven wordt is afhankelijk van meerdere factoren, waaronder andere laboratorium afwijkingen (acidose, hypofosfatemie), toedieningsweg (oraal, sonde) en leeftijd. Tenzij anders vermeld wordt de dosering van het [kinderformularium.nl](http://kinderformularium.nl) aangehouden.

De volgende suppleties voor enterale kaliumsuppletie kunnen worden aangehouden:

### 1. Kalium tabletten

Eén slow K tablet bevat 600 mg kalium en wordt over het algemeen via het dieet goed verdragen.

Samenstelling: 8 mmol kalium / tablet

Dosering als eenmalige dosering: 1 mmol / kg als eenmalige gift, maximum dosis = 50 mmol

Dosering als onderhoud: 1,5 mmol / kg / dag, bijvoorbeeld in 2 giften

Let op: geef deze tabletten *niet* via de sonde (er is dan een verhoogd risico op hyperkaliëmie)

### 2. Kaliumchloride drank (75 mg / ml)

Indien tabletten niet mogelijk zijn dan heeft kaliumchloride drank de voorkeur (bijv. gezien de leeftijd). De drank kan zowel via het dieet als per sonde gegeven worden.

Samenstelling: 1 mmol kalium / mL drank

Dosering als eenmalige dosering: 1 mmol / kg = 1 mL / kg als eenmalige gift, maximum dosis = 50 mmol

Dosering als onderhoud: 1,5 mmol / kg / dag = 1,5 mL / kg / dag, bijvoorbeeld in 4 giften

### 3. Kaliumcitraat drank

Bij verandering in het serum pH kunnen veranderingen optreden in de serum kalium concentratie. Normaal gesproken resulteert een alkalose in hypokaliëmie door shift van kalium naar intracellulair. Mocht er sprake zijn van een acidose en een hypokaliëmie (bijv. bij renale tubulaire acidose), kan gekozen worden voor correctie met kaliumcitraat drank.

Samenstelling: 144mg kaliumcitraat / mL drank = 1,33 mmol kalium / mL drank

Dosering als eenmalige dosering: 1 mmol / kg = 0,75 mL / kg als eenmalige gift, maximum dosis = 26,7 mmol (bron: ziekenhuisapotheek WKZ) en *op geleide van kalium en bloedgas controle*.

### 4. Kaliumchloride 7.5% enteraal geven, bijv. per sonde (bij voorkeur niet in PMC)

Mocht het niet mogelijk zijn om bovenstaande dranken te gebruiken, dan is het ook mogelijk om iv-vloeistof onverdund enteraal te geven over een sonde.

Samenstelling: 1 mmol kalium / mL infuusvloeistof 7.5%

Dosering als eenmalige dosering: 1 mmol / kg = 1 mL / kg als eenmalige gift

### 5. Via voeding

Bij een (milde) hypokaliëmie kan overwogen worden om de voeding aan te passen om zodanig meer kalium te geven. Vaak gebruikte voedingsmiddelen die relatief veel kalium bevatten zijn:

**Tabel 1.** Hoeveelheid kalium in verschillende voedingsmiddelen

<b>Voedingsmiddel</b>	<b>Hoeveelheid kalium (mg)</b>	<b>Hoeveelheid kalium (mmol)</b>
Banaan	396 mg / 100 gram	10,1 mmol / 100 gram
Aardappelpuree	289 mg / 100 gram	7,4 mmol/ 100 gram
Tarwebrood	239 mg / 100 gram	6,1 mmol / 100 gram
Appelsap	119 mg / 100 mL	3,0 mmol / 100 mL

Risico's

- Alle orale toedieningsvormen van kalium kunnen gastro-intestinale klachten geven als belangrijkste bijwerking (buik-/maagpijn, braken)
- Het risico op overdosering bij doseerfouten is gereduceerd ten opzichte van parenterale toediening omdat een te groot enteraal aanbod van kalium niet wordt opgenomen

## b. Intraveneuze suppletie / eenmalige dosering

Indien er een indicatie is voor het intraveneus toedienen van kaliumchloride wordt bij voorkeur kaliumchloride over een centrale lijn gegeven. Indien de patiënt niet over een centrale lijn beschikt mag kaliumchloride alleen verdund over een perifere infuus worden gegeven.

**Let op: kaliumchloride 7.5% mag nooit onverdund als eenmalige dosering worden toegediend.**

1. Schrijf kalium voor:

- Op de verpleegafdeling WKZ en PMC: medicatieopdracht in EZIS.
- Op de PICU: medicatieopdracht in Metavision onder eenmalige opdracht (PDMS)
- De arts (of PA) bespreekt met de verpleegkundige de medicatieopdracht (zie hieronder).

2. Dosering is afhankelijk van toedieningsweg en oplossing:

### Intraveneuze suppletie via centrale lijn

- Suppleren als 0,5 mmol per kg lichaamsgewicht →

**In het WKZ:**  $0.5 \times \text{lichaamsgewicht (kg)} = \text{aantal mL KCl 7.5\%}$  (want 1 mL KCl 7.5% = 1 mmol kalium), aanvullen met minimaal dezelfde hoeveelheid in mL NaCl 0.9%. Deze nieuwe oplossing bevat dan 0.5 mmol kaliumchloride per mL

**In het PMC:**  $\text{lichaamsgewicht (kg)} = \text{aantal mL KCl 3.75\%}$  (want 1ml KCl 3.75% = 0,5 mmol kalium).

Als VMO in het PMC is deze als volgt te vinden: Kaliumchloride CENTRAAL (0,5 mmol/ml)  
OPLAAD 0,5 mmol/kg in 1 uur.

- Dit toedienen in 1 uur intraveneus
- Controle kaliumgehalte 1 uur na voltooiing van suppletie

### Intraveneuze suppletie via perifere infuus (**let op: dit is een minder sterke concentratie**):

- Suppleren als 0,5 mmol per kg lichaamsgewicht →

**In het WKZ:**  $0.5 \times \text{lichaamsgewicht (kg)} = \text{aantal mL KCl 7.5\%}$  (want 1 mL KCl 7.5%= 1 mmol kalium). Dit verdunnen met een berekende hoeveelheid NaCl 0.9% tot een **maximale kaliumconcentratie van 0.08 mmol/mL of 80 mmol/L**: het aantal mL KCl 7.5% x 12,5 = aantal mL NaCl 0.9%.

Voorbeeld 1: een kind van 40 kg krijgt 20 mL KCl 7.5% wat wordt opgelost in 250 mL NaCl 0.9%

Voorbeeld 2: aan een 500 mL infuuskolf NaCl 0.9% mag maximaal 40 mL KCl 7.5% worden toegevoegd.

**In het PMC:** bij voorkeur niet over een perifere infuus, indien toch noodzakelijk:

$\text{lichaamsgewicht (kg)} = \text{aantal mL KCl 3.75\%}$  (want 1 mL KCl 3.75%= 0.5 mmol kalium). Dit verdunnen met een berekende hoeveelheid NaCl 0.9% tot een **maximale kaliumconcentratie**



**van 0.08 mmol/mL of 80 mmol/L:** het aantal mL KCl 3.75% x 6,25 = aantal mL NaCl 0.9%.

Voorbeeld 1: een kind van 40 kg krijgt 40 mL KCl 3.75% wat wordt opgelost in 250 mL NaCl 0.9%

Voorbeeld 2: aan een 500 mL infuuskolf NaCl 0.9% mag maximaal 80 mL KCl 3.75% worden toegevoegd

Als VMO in het PMC is deze als volgt te vinden: Kaliumchloride PERIFEER (0,08 mmol/ml) OPLAAD 0,5 mmol/kg in minimaal 2 uur.

- Dit toedienen in minstens 2 uur intraveneus, afhankelijk van de totale hoeveelheid.
  - Controle kaliumgehalte 1 uur na voltooiing van suppletie
3. De verpleegkundige dient de kalium suppletie vervolgens aan de patiënt toe. Voor het klaarmaken en toedienen maak gebruik van het protocol [Parenteralia klaarmaken en toedienen](#) en het [Handboek Parenteralia](#).

#### Risico's

- Intraveneus kalium heeft een bewezen groot risico op voorschrijffouten (overdosering) en daarmee hyperkaliëmie
- Kalium via perifere infuus kan pijnlijk zijn: zo nodig nog verder verdunnen (let daarbij wel op totaal aan extra volume)
- Check frequent het infuus: subcutaan (verdund) kaliumchloride kan necroseplekken geven, [zie ook het protocol extravasatie geneesmiddelen](#).

### **c. Onderhoud**

Een normaal dieet bevat voldoende kalium om bij afwezigheid van risicofactoren geen hypokaliëmie te ontwikkelen.

#### *Normale intake*

- Een normaal zuigelingendieet (<1 jaar) bevat 1,5 tot 2 mmol kalium / kg lichaamsgewicht per dag.
- Na de zuigelingenleeftijd (>1 jaar) is de normale intake van kalium 1 tot 1,5 mmol kalium / kg lichaamsgewicht per dag.

#### *Intraveneus*

**In het WKZ:** In principe is de afspraak dat een intraveneuze onderhoudsdosering kalium (zie hierboven) als kaliumchloride 7.5% (WKZ) wordt opgelost in een basis infuus, zoals bijvoorbeeld in een kolf natriumchloride 0.9% / glucose 5%. Daarbij wordt (over een perifere infuus) dezelfde **maximale kaliumconcentratie van 0.08 mmol/mL of 80 mmol/L** aangehouden.

Voor het voorschrijven en bereiden van deze infusen gelden dezelfde afspraken als bij de eenmalige suppleties.

Voorbeeld van intraveneus onderhoud: een kind van 20 kilogram krijgt een basis infuus van 1.500 ml NaCl 0.9% Glucose 5% per dag. Bij een normale intake van 1,5 mmol kalium / kg = 30 mmol kalium, wordt 10

ml kaliumchloride 7.5% (= 10 mmol kalium) in een kolf van 500ml NaCl 0.9% Glucose 5% opgelost. Deze wordt dan ingesteld op een stand van 63 ml / uur (= 1.500 ml / 24 uur).

### **In het PMC:**

In principe is de afspraak dat een intraveneuze onderhoudsdosering kalium (zie hierboven) als kaliumchloride 3.75% (PMC) over een centrale lijn wordt gegeven. **Daarbij wordt de spuit KCl 3.75% voor maximaal 6 uur klaar gemaakt óf maximaal 0,5 mmol/kg KCl in de spuit gedaan óf maximaal 60 ml in de spuit gedaan.**

Hiervoor zijn verschillende VMO's te vinden in EZIS.

Voorbeeld van intraveneus onderhoud: een kind van 20 kilogram krijgt een normale intake van 1,5 mmol kalium / kg / dag = 30 mmol kalium / dag = 60 ml KCl 3.75% verdeeld over 24 uur. Aangezien er maximaal 6 uur in een spuit kan zitten wordt het voorschrift: Kaliumchloride CENTRAAL (0,5 mmol/ml) ONDERHOUD **1,5 mmol/kg/dag**. In Notitie: Voor maximaal 6u in spuit of maximaal 50ml per spuit. Aantal benodigde spuiten: ..... spuiten van ..... ml. Inloopsnelheid = .....mL/uur.

Dus:

Kaliumchloride CENTRAAL (0,5 mmol/ml) ONDERHOUD **1,5 mmol/kg/dag**. In Notitie: Voor maximaal 6u in spuit of maximaal 50ml per spuit. Aantal benodigde spuiten: 4 spuiten van 15 ml. Inloopsnelheid = 2,5 mL/uur.

Mocht het toch noodzakelijk zijn om de intraveneuze onderhoudsdosering kalium over een perifere infuus te geven dan wordt dezelfde **maximale kaliumconcentratie van 0.08 mmol/mL of 80 mmol/L** aangehouden. Voor het voorschrijven en bereiden van deze infusen gelden dezelfde afspraken als bij de eenmalige supplementies.

Als VMO in het PMC is deze als volgt te vinden:

Kaliumchloride PERIFEER (0,08 mmol/ml) ONDERHOUD. In Notitie: Dosering: .... mmol/kg/dag. Verdelen over 4 zakken. Inloopsnelheid = ...ml/uur.

### **In het WKZ en PMC:**

Als verwacht wordt dat er binnen 24 uur veel veranderingen optreden in het onderhoud kalium (bijvoorbeeld bij diabetische ketoacidose of bij het starten van diuretica) kan overwogen worden om een zijlijn kaliumchloride 7.5% (WKZ) of 3.75% (PMC) naast een basaal (perifeer) infuus te laten lopen, om snel veranderingen in de onderhoudsstand te kunnen doorvoeren. **De afspraak is om bij een zijlijn de spuit kaliumchloride voor maximaal 6 uur klaar te maken óf maximaal 0,5 mmol/kg kaliumchloride in de spuit te hebben.** Dit is om te voorkomen dat bij een abusievelijke flush van deze spuit een overdosis kalium wordt gegeven.

### *Het ophogen van onderhoud*

Ophogen van het onderhoud is erg patiënt- en situatie specifiek. Als vuistregel kan worden aangehouden om het enterale en parenterale onderhoud kalium in stappen van maximaal 0,5 mmol/kg/dag extra op te hogen.

### Stap 3: diagnostiek bij onverklaarde hypokaliëmie

De differentiaal diagnose van hypokaliëmie is breed (zie tabel 2 onderaan dit protocol). Bij een onverklaarde hypokaliëmie verdient het de aanbeveling om (beperkte) aanvullende diagnostiek in te zetten om gericht de oorzaak te kunnen behandelen:

#### *Aanvullend onderzoek bij hypokaliëmie*

1. Bloeddrukmeting, bij voorkeur auscultatoir
2. Laboratoriumonderzoek: capillair bloedgas, natrium, kalium, chloor, geïoniseerd calcium ( $\text{Ca}^{++}$ ), magnesium, fosfaat, osmol, AF, urinezuur, glucose, ureum en creatinine
3. Urineonderzoek: sediment, creatinine, natrium, kalium, chloor, fosfaat, calcium, magnesium, osmol

#### *Ter overweging:*

4. Laboratoriumonderzoek: cortisol, renine, aldosteron / urine steroidprofiel
5. Echo nieren en X-knie (rachitis screening)

**Tabel 2.** Differentiaal diagnose hypokaliëmie

Te weinig kalium inname	Te weinig kalium in dieet of parenterale vloeistof
Verhoogde intracellulaire opname (shift van extracellulair naar intracellulair)	Metabole alkalose Verhoogde insuline activiteit (of toediening van insuline) Verhoogde beta-adrenerge activiteit Hypokaliëmische periodieke paralyse Medicatie (bariumzouten, risperidon, quetiapine, chloroquine)
Extrarenaal verlies	Gastro-intestinaal: - Diarree - Braken (met name door metabole alkalose) Cystic fibrose Verlies door huid (brandwonden)
Renaal verlies (onvermogen van de nier om kalium te heropnemen)	Kalium verlies door verhoogd distaal Na aanbod: - Diuretica - Niet-resorbeerbare anionen (mannitol, $\text{HCO}_3$ ) - Osmotische diurese - Genetische tubulaire aandoeningen (Bartter, Gitelman syndroom) - Tubulopathie door bv cisplatin of interstitiële nefritis Distale renale tubulaire acidose type 1 (RTA type 1) Verhoogde mineralocorticoid activiteit: - Hypovolemie - Andere oorzaken (aldosteron adenomen, familiale hyperaldosteronisme) Overig (amfotericine B nefrotoxiciteit, Liddle syndroom)

## Bronnen

- N. ur Rehman Siddiqui et al. Comparison of enteral versus intravenous potassium supplementation in hypokalaemia in paediatric patients in intensive care post cardiac surgery: open-label randomised equivalence trial (EIPS). *BMJ Open* 2017;7:e011179. doi: 10.1136/bmjopen-2016-011179
- L.A. Rhodes et al. Decreasing IV Potassium in Pediatric Cardiac Intensive Care: Quality Improvement Project. *Pediatr Crit Care Med*. 2016 Aug;17(8):772-8. doi: 10.1097/PCC.0000000000000849.
- B.M. Cummings et al. Potassium abnormalities in a pediatric intensive care unit: frequency and severity. *J Intensive Care Med*. 2014 Sep-Oct;29(5):269-74. doi: 10.1177/0885066613491708.
- J.N. Cohn et al. New Guidelines for Potassium Replacement in Clinical Practice. *Arch Intern Med*. 2000;160:2429-36. doi: 10.1001/archinte.160.16.2429.
- D.F. Geary, F. Schaefer. *Comprehensive Pediatric Nephrology*. First edition 2008. ISBN 978-0-323-04883-5
- Kinderformularium.nl
- E-learning hypo- en hyperkaliemie (BMJ <http://learning.bmj.com/learning/module-intro/.html?moduleid=5003217&searchTerm='electrolytes'&page=0>)