

*Verdrinking is een belangrijke doodsoorzaak bij jonge kinderen. Het gevolg is een circulatiestilstand die vaak gepaard gaat met hypothermie. Volgens de richtlijnen dient langdurige reanimatie overwogen te worden. De vraag is echter of in Nederland, waar kinderen vooral in relatief warm water verdrinken, reanimatie bij hen tot een goede uitkomst leidt.*

Joke Kieboom, kinderarts-intensivist, kinderintensive care, Beatrixkinderziekenhuis/UMCG, Groningen

E-mail: j.k.w.kieboom@umcg.nl

*Is langdurige reanimatie medisch zinvol?*

## Circulatiestilstand en hypothermie bij kinderen na verdrinking in Nederland

### Inleiding

Verdrinking is de belangrijkste oorzaak van niet-natuurlijke dood bij kinderen tussen de 1 en 5 jaar.<sup>2</sup> Bij verdrinking wordt de ademhaling belemmerd door (gedeeltelijke) onderdompeling in een vloeistof.<sup>3</sup> Het treft vooral jonge kinderen die zich het gevaar van water niet realiseren en die niet kunnen zwemen. Als zij onder water raken, treedt initieel een apneu op met hypoxie tot gevolg. Binnen enkele minuten vinden onvrijwillige ademteugen plaats en stroomt water in de larynx, met laryngospasme en voortschrijdende hypoxie en acidose tot gevolg. Bij zeer ernstige hypoxie verslapt het laryngospasme en stroomt er water in de longen. Uiteindelijk treedt een circulatiestilstand op door ernstige hypoxie en acidose. Snelle redding uit het water en directe start van adequate basic life support kunnen levensreddend zijn. Kinderen die herstellen op basic life support hebben vrijwel altijd een goede uitkomst. Kinderen bij wie advanced life support noodzakelijk is, hebben een veel slechtere prognose. Aangezien vrijwel alle vloeistoffen waarin kinderen verdrinken kouder zijn dan 37°C treedt gedurende dit proces ook afkoeling op. Verdrinking is de meest voorkomende oorzaak van een circulatiestilstand met hypothermie bij kinderen in Nederland.

### Speciale omstandigheden

Een circulatiestilstand met hypothermie is een van de “speciale omstandigheden” in de reanimatierichtlijnen van de European Resuscitation Council (ERC).<sup>4</sup> Aanpassingen aan de standaardreanimatierichtlijnen zijn vereist: bij een centrale lichaamstemperatuur < 30 °C mag geen medicatie

worden toegediend en dient het aantal defibrillaties te worden beperkt tot maximaal 3 pogingen.<sup>4</sup> Bij een centrale lichaamstemperatuur tussen 30 en 35 °C dient de medicatie toegediend te worden met een verdubbelde tijdsinterval; defibrillaties mogen volgens het normale schema worden uitgevoerd.<sup>4</sup> Behalve deze aanpassingen in de reanimatierichtlijnen, vormt een circulatiestilstand met hypothermie nog een andere uitzondering: het is bekend dat hypothermie een beschermend effect kan hebben op de vitale organen (vooral de hersenen) ten tijde van hypoxie of ischemie. Van dit beschermende effect wordt al decennialang gebruik gemaakt. Het belangrijkste voorbeeld is de diepe hypothermie met circulatiestilstand in de openhartchirurgie bij zuigelingen. Het bestaan van hypothermie is een reden om langdurige reanimatie of het gebruik van extracorporele circulatie in de reanimatie te overwegen.<sup>4</sup>

### Effect

Langdurige reanimatie en extracorporele circulatie hebben bewezen effect

in patiënten bij wie een primaire hypotherme circulatiestilstand bestaat, dat wil zeggen dat de circulatiestilstand is veroorzaakt door hypothermie. In dit geval treedt een ernstige hypothermie op die uiteindelijk leidt tot apneu en circulatiestilstand. Op het moment dat hypoxie en ischemie optreden, is er reeds sprake van ernstige hypothermie. De gedachte is dat onder andere de forse vertraging van het celmetabolisme de vitale organen minder gevoelig maakt voor hypoxie en ischemie. Het is wel van essentieel belang dat de hypothermie al is opgetreden alvorens de hypoxie en ischemie ontstaan. In geval van verdrinking is er sprake van een circulatiestilstand met secundaire hypothermie, dat wil zeggen dat er direct hypoxie optreedt met als gevolg een circulatiestilstand en dat hooguit tegelijkertijd hypothermie optreedt. In een circulatiestilstand veroorzaakt door hypoxie met een secundair opgetreden hypothermie lijkt langdurige reanimatie en extracorporele circulatie veel minder effectief. In de medische literatuur zijn meerdere case reports die een goede uitkomst beschrijven na

### Definities

Goede uitkomst: overleving met PCPC van  $\leq 3$  (1 jaar na verdrinking)

Slechte uitkomst: overlijden of overleving met PCPC van  $\geq 4$  (1 jaar na verdrinking)

PCPC: Paediatric Cerebral Performance Category

PCPC 1: goede neurologische situatie

PCPC 2: milde neurologische handicap

PCPC 3: matige neurologische handicap

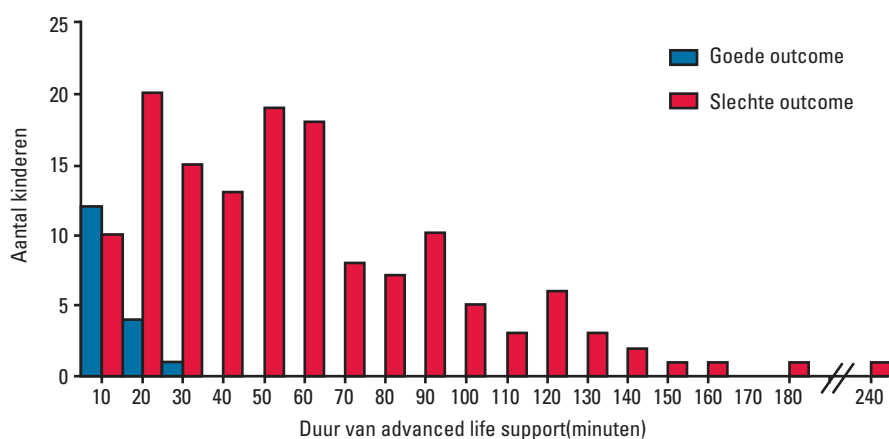
PCPC 4: ernstige neurologische handicap

PCPC 5: vegetatieve toestand

Reanimatieduur: totale duur van advanced life support (buiten en binnen het ziekenhuis)

Extracorporele circulatie: hartlongmachine of extracorporele life support (ECLS) /

extracorporele membraan oxygenatie (ECMO)



**Figuur 1.** De uitkomst van kinderen met circulatiestilstand en hypothermie na verdrinking, gerelateerd aan de duur van de advanced life support.

langdurige reanimatie na verdrinking met hypothermie, echter het betreft in vrijwel alle gevallen verdrinking in (ijs)koud water (water met een watertemperatuur <math><6^{\circ}\text{C}</math>).<sup>5</sup>

**Onderzoek**

De onderzoeksvraag luidde of langdurige reanimatie bij kinderen met een circulatiestilstand met hypothermie na verdrinking in Nederland medisch zinvol is. Alle kinderen (0 tot en met 16 jaar) die in de periode van januari 1993 tot januari 2012 in een van de acht academische centra in Nederland waren opgenomen met een circulatiestilstand en hypothermie na verdrinking in buitenwater zijn geïnccludeerd. Een circulatiestilstand wordt gedefinieerd als de noodzaak van thoraxcompressies door een medisch professional (dat wil zeggen advanced life support) en hypothermie als een centrale lichaamstemperatuur onder de 34°C. Er is gekozen voor 34°C omdat de te bereiken lichaamstemperatuur die wordt geadviseerd alvorens men reanimatie mag, varieert van 32 tot 34°C. Kinderen die bij een verkeers- of bootongeval waren verdronken, zijn geëxcludeerd. Goede uitkomst is gedefinieerd als overleving met een pediatric cerebral performance category (PCPC) score van  $\leq 3$  (gescoord op 1 jaar na verdrinking).

**Reanimatieduur**

De medische statussen van totaal 160 kinderen met circulatiestilstand en hypothermie zijn onderzocht, 17 (11%) van hen hadden een goede uitkomst. De maximale reanimatieduur met een goede uitkomst bedroeg 25 minuten (figuur 1). Achtennegentig

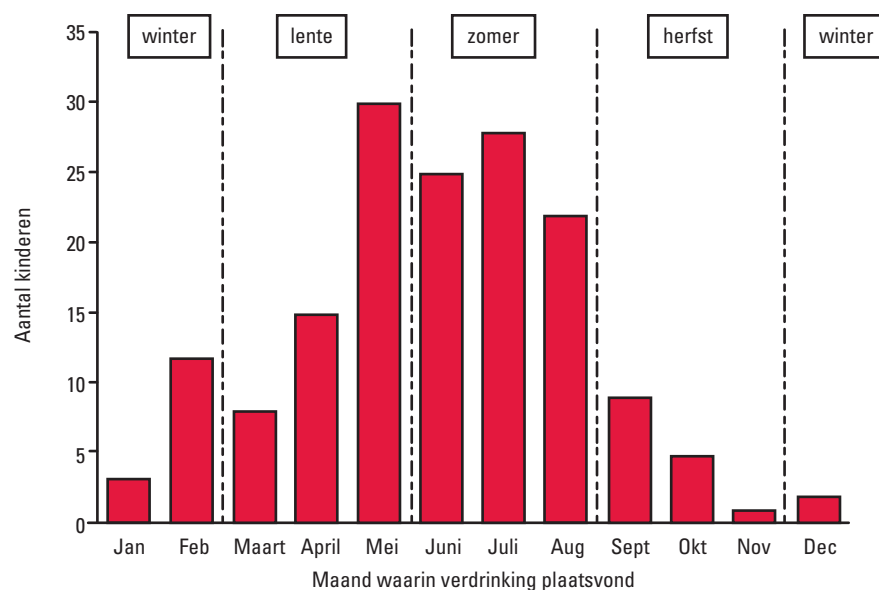
(61%) kinderen zijn langer dan 30 minuten gereanimeerd, van wie 12 kinderen met behulp van extracorporele circulatie. Van deze 98 kinderen had geen enkel kind een goede uitkomst: één jaar na verdrinking waren 87 kinderen overleden en leefden 11 kinderen in een vegetatieve toestand of met ernstige neurologische schade. In een periode van bijna 20 jaar is er in Nederland geen enkel kind met een goede uitkomst na langdurige reanimatie na verdrinking. De meerderheid van de kinderen (143/160, 90%) met circulatiestilstand en hypothermie is verdronken in de lente, de zomer of de herfst (figuur 2). Slechts 27 (10%) kinderen met circulatiestilstand en hypothermie zijn verdronken in de winter (figuur 2). De

kinderen die in de winter verdronken, hadden een grotere kans (29%, 5/27) op een goede uitkomst dan de kinderen die niet in de winter verdronken (8%, 12/143). Ook kinderen die een bradycardie hadden ten tijde van de start van de advanced life support hadden een betere uitkomst (40%, 6/15) dan de kinderen die op dat moment een asystolie hadden (8%, 8/101). Ventrikelfibrilleren kwam slechts bij 3 (2%) kinderen voor.

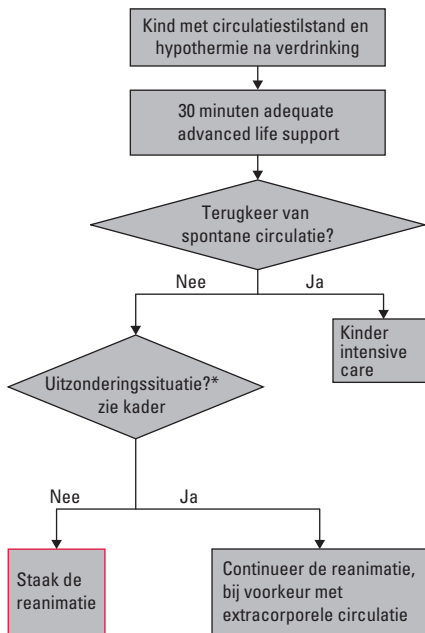
Van de 160 kinderen waren er 139 (87%) tussen de 0 en 5 jaar oud. De belangrijkste plekken van verdrinking waren vijvers en sloten (114/160, 71%), meestal in de directe omgeving van het ouderlijk huis. De exacte onderdompelingsduur was zelden bekend, aangezien slechts in 5 gevallen (3%) een volwassene getuige was van de verdrinking. De mediaan van de geschatte onderdompelingsduur was 20 minuten.

**Conclusie**

In een periode van bijna 20 jaar heeft in Nederland geen enkel kind met circulatiestilstand en hypothermie na verdrinking een reanimatie langer dan 30 minuten overleefd zonder ernstige neurologische schade. De resultaten van ons onderzoek lijken erop te wijzen dat de omstandigheden waarin kinderen in Nederland verdrinken over het algemeen leiden tot een circulatiestilstand met secundaire hypothermie, waarbij de secundaire



**Figuur 2.** Distributie van kinderen met circulatiestilstand en hypothermie na verdrinking per maand van het jaar en seizoen.



**Figuur 3. Concept beslisboom voor het staken van reanimatie langer dan 30 minuten in kinderen met circulatiestilstand en hypothermie na verdrinking in Nederland.**

hypothermie niet snel genoeg optreedt om een beschermend effect op de hersenen te hebben. Dit past bij de bevinding dat de meerderheid van de kinderen hypothermie had na een verdrinking die niet in de winter plaatsvond. Tevens kan men beredeneren dat hypothermie na verdrinking in relatief warm water vooral een uiting is van een lange onderdompelingsduur. Bij verdrinking in koud water kan hypothermie ook na een korte onderdompelingsduur optreden. Mogelijk verklaart dit mechanisme de bevinding dat kinderen met hypothermie na verdrinking in de winter een grotere kans op goede uitkomst hadden.

Langdurige reanimatie na verdrinking in Nederland lijkt dus medisch niet zinvol. Ons onderzoek geeft echter onvoldoende uitsluitsel in specifieke uitzonderingssituaties. Deze uitzonderingssituaties zijn in de eerder genoemde case reports beschreven en kwamen in onze onderzoeksgroep niet of zelden voor, zodat geen conclusie over het nut van langdurige reanimatie kan worden getrokken in deze uitzonderingssituaties.<sup>5</sup> Het betreft situaties waarin hypothermie snel zou kunnen hebben ontstaan dan wel waarin hypothermie zou kunnen

hebben ontstaan alvorens de hypoxie optrad. Deze uitzonderingssituaties zijn verdrinking in de winter/ijskoud water, verdrinking in een voertuig of boot, langdurige immersie in het water alvorens te verdrinken en verdrinking in snelstromend water.<sup>5</sup> Ook kinderen met initieel een bradycardie of ventrikelfibrilleren hebben grotere kans op een goede uitkomst.

**Beslisboom**

Daarnaast mag men de reanimatie op basis van de richtlijnen van de European Resuscitation Council niet staken indien er sprake is van persisterend ventrikelfibrilleren of bradycardie.<sup>4</sup> Deze specifieke uitzonderingssituaties staan genoemd in een concept beslisboom (figuur 3). Indien besloten wordt dat er sprake is van een specifieke uitzonderingssituatie, met mogelijk een beschermend effect van de hypothermie op de hersenen, is langdurige reanimatie - bij voorkeur met extracorporele circulatie - geïndiceerd. Extracorporele circulatie is de gouden standaard in deze situaties aangezien hiermee de circulatie wordt gegarandeerd en het bloed van het slachtoffer gecontroleerd kan worden opgewarmd. Op basis van ons onderzoek is onze conclusie dat kinderen met circulatiestilstand en hypothermie na verdrinking in Nederland een extreem slechte prognose hebben indien er geen terugkeer van spontane circulatie is na 30 minuten adequate advanced life support. Ons voorstel is dan

ook om in deze gevallen de reanimatie na 30 minuten te staken, tenzij er sprake is van een van de specifieke uitzonderingsgevallen. Een concept beslisboom voor de beslissing de reanimatie na 30 minuten voort te zetten of te staken, wordt gepresenteerd.

*Dit artikel is gebaseerd op een eerdere publicatie in de British Medical Journal.<sup>1</sup>*

**Literatuur**

1. Kieboom JK, Verkade HJ, Burgerhof JG, Bierens JJ, Rheenen PF, Kneyber MC, et al. Outcome after resuscitation beyond 30 minutes in drowned children with cardiac arrest and hypothermia: Dutch nationwide retrospective cohort study. *BMJ* 2015 Feb 10;350:h418.
2. Centraal bureau voor de statistiek. [www.cbs.nl](http://www.cbs.nl).
3. Szpilman D, Bierens JJ, Handley AJ, Orlovski JP. Drowning. *N Engl J Med* 2012 May 31;366(22):2102-2110.
4. Soar J, Perkins GD, Abbas G, Alfonso A, Barelli A, Bierens JJ, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010 Section 8. Cardiac arrest in special circumstances: Electrolyte abnormalities, poisoning, drowning, accidental hypothermia, hyperthermia, asthma, anaphylaxis, cardiac surgery, trauma, pregnancy, electrocution. *Resuscitation* 2010 Oct;81(10):1400-1433.
5. Tipton MJ, Golden FS. A proposed decision-making guide for the search, rescue and resuscitation of submersion (head under) victims based on expert opinion. *Resuscitation* 2011 Jul;82(7):819-824.

**Uitzonderingssituaties**

De specifieke uitzonderingssituaties in de concept beslisboom betreffen situaties waarin ofwel primaire hypothermie (hypothermie alvorens hypoxie) ofwel snelle hypothermie mogelijk zou kunnen zijn. In deze situaties is langdurige reanimatie, bij voorkeur met extracorporele circulatie, geïndiceerd. Daarnaast dient te worden voldaan aan de voorwaarden voor het staken van een reanimatie (conform de richtlijnen van European Resuscitation Council):

- verdrinking in een auto of boot (mogelijke luchtbel in het voertuig)
- langdurige immersie (hoofd boven water) alvorens te verdrinken (bijvoorbeeld bij zwemmen of gebruik van zwemvest)
- verdrinking in de winter (ijskoud water, snelle afkoeling mogelijk)
- verdrinking in snelstromend water (snelle afkoeling mogelijk)
- bradycardie of ventrikelfibrilleren bij de start van advanced life support (beide hebben een betere uitkomst dan asystolie en kunnen duiden op minder ernstige asfyxie, daarnaast is het bij een hypotherme drenkeling heel moeilijk om vast te stellen of er wel of geen output is bij een bradycardie)
- bradycardie of ventrikelfibrilleren na 30 minuten reanimatie (ERC richtlijn)