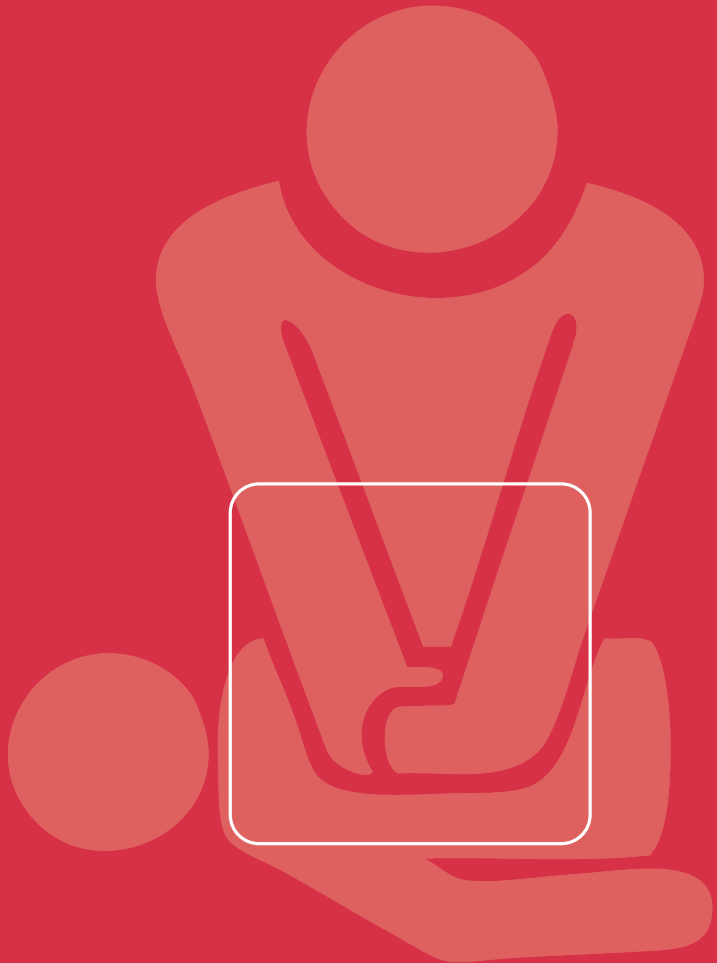


Specialistische reanimatie
van kinderen - met de basale
reanimatie van kinderen
door gespecialiseerde
zorgprofessionals

7



Specialistische reanimatie van kinderen - met de basale reanimatie van kinderen door gespecialiseerde zorgprofessionals

Introductie

Dit hoofdstuk bevat de richtlijnen van basale en specialistische reanimatie van kinderen door medische professionals. Deze richtlijnen zijn bedoeld voor kinderen van alle leeftijden, met uitzondering van de reanimatie van kinderen bij de geboorte.

Veranderingen in de richtlijnen van de specialistische reanimatie van kinderen

In de basale reanimatie:

- De duur van de inspiratoire fase van beademing tijdens basale reanimatie is 1 seconde.
- Het beoordelen van pulsaties is onbetrouwbaar. Daarom berust het besluit om te starten met thoraxcompressies alleen op de afwezigheid van tekenen van leven.

In de specialistische reanimatie:

- Het is niet mogelijk om op basis van 1 enkele voorspellende factor een betrouwbaar besluit te nemen om de reanimatie te staken.

In de behandeling van een ernstig ziek kind:

- Bij een kind met koorts zonder tekenen van shock, moet de zorgverlener terughoudend zijn met het intravasculair toedienen van vocht.

In de behandeling van ritmestoornissen zonder circulatiestilstand:

- De behandeling van ritmestoornissen bij een kind met shock is in deze richtlijn opgenomen.
- De eerste shock bij cardioversie van supraventriculaire tachycardie is 1 J/kg.

In de post-reanimatiefase

- In de post-reanimatiefase kan het kind volgens een temperatuurmanagementprotocol met normothermie of milde hypothermie worden behandeld. Koorts moet vermeden of agressief behandeld worden.

Preventie van circulatiestilstand bij kinderen

Bij kinderen komt een secundaire circulatiestilstand als gevolg van respiratoir falen of shock vaker voor dan een primaire circulatiestilstand door een ritmestoornis. Asfyctische oorzaken van circulatiestilstand komen ook vaak voor bij jonge volwassenen (bijv. verdrinking, trauma, intoxicaties). De kans op overleving van circulatiestilstand is klein; vroegtijdige herkenning en directe adequate behandeling van een ernstig bedreigd kind kunnen een circulatiestilstand voorkomen en zijn dus van levensbelang.

Herkennen van een ernstig bedreigd kind

De volgorde van de beoordeling van een ernstig bedreigd kind gaat volgens de ABCDE-methode. Elk probleem dat tijdens de beoordeling aan het licht komt, moet direct behandeld worden, voordat de beoordeling wordt voortgezet. De teamleider moet hierop toezien. Alle leden van het team moeten bekend zijn met de ABCDE-principes.

Een spoedinterventieteam voor kinderen en het gebruik van een scoringsysteem (bijv. the paediatric early warning score/PEWS) kunnen de incidentie van ademhaling- en circulatiestilstand bij kinderen verminderen. Naast vroegtijdige detectie van een achteruitgang zijn de hierop volgende interventies essentieel om de morbiditeit en mortaliteit van ernstig zieke en gewonde kinderen te verminderen.

Tekenen van respiratoir falen (A + B)

- Te hoge of te lage ademfrequentie voor de leeftijd
- Toegenomen ademarbeid, zoals intrekkingen, neusvleugelen, stridor, wheeze, kreunen, en gebruik van hulpademhalingspijpen
- Afgenomen teugvolume, zich uitend in een oppervlakkige ademhaling, verminderde thoraxexcursie en verminderd of geen ademgeruis bij auscultatie
- Hypoxemie (met of zonder extra zuurstof), zichtbaar als cyanose, maar bij voorkeur gemeten met een saturatiemeter
- Systemische effecten zoals tachycardie of bradycardie, bleekheid, en verminderd bewustzijn

Onder bepaalde omstandigheden (bijv. neurologische aandoeningen, spierziekten en intoxicaties – waarbij het kind niet in staat is om de ademarbeid te verhogen) kan respiratoir falen bestaan zonder bovenstaande tekenen. Ook door uitputting kunnen de tekenen van verhoogde ademarbeid verminderen.

Verschijselen van shock (C)

- Tachycardie of bradycardie
- Afgenomen perifere perfusie (zwakke of afwezige perifere pulsaties, verlengde capillaire refilltijd, bleekheid, gemarmerde huid en lage huidtemperatuur)
- Systemische effecten zoals tachypneu, bradypneu en verminderd bewustzijn
- Verlaagde systemische bloeddruk
- Afgenomen urineproductie
- Onder bepaalde omstandigheden (bijv. septische shock en anafylaxie - ziektebeelden die leiden tot vasodilatatie) kan shock met toegenomen polsvolume en roodheid gepaard gaan.
- Metabole acidose en verhoogde bloedlactaatwaarde
- Hartfalen kan, naast bovengenoemde verschijnselen van shock, ook leiden tot longoedeem, een vergrote lever en gestuwde halsvenen.

Bij zowel respiratoir falen als shock zijn bradycardie en verminderd bewustzijn late en onmineuze tekenen.

De behandeling van respiratoir falen en shock

Luchtweg en beademing

- Open de luchtweg en geef 100% zuurstof.
- Beadem zo nodig met gezichtsmasker en ballon. Maak hierbij zo nodig gebruik van een orofaryngeale airway, larynxmasker of ander supraglottisch device, gevolgd door endotracheale intubatie en beademing.
- Sluit een saturatiemeter aan.
- Gebruik capnografie om de positie van de endotracheale tube en de adequaatheid van beademing te monitoren.

Circulatie

- Sluit bij het kind altijd aan: een saturatiemeter, ECG-monitor en bloeddrukmeting. Beoordeel het kind frequent.
- Breng een intraveneuze toegang of botnaald in.

- Geef een vochtbolus (kristalloïd) 20 ml/kg.
- Wees voorzichtig met vochtbolussen bij een vermoeden van hartfalen (myocarditis, cardiomyopathie).
- Wees bij een kind met koorts zonder tekenen van shock, terughoudend met het intravasculair toedienen van vocht.
- Gebruik geen glucosehoudende vloeistoffen behalve bij bewezen hypoglykemie.
- Gebruik isotone kristalloïde vloeistoffen als initiële vochtbolus voor alle vormen van shock. Ringers lactaat heeft de voorkeur boven NaCl 0,9% in verband met lagere chloorbelasting.
- Gebruik een protocol voor massale transfusie bij hypovolemische shock op basis van acuut massaal bloedverlies.
- Overweeg de toediening van vasoactieve middelen, inotropica en anti-aritmica.

Herbeoordeel het kind frequent. Aanvullende monitoring (arteriële en centraal-veneuze drukmeting, arteriële en centraal-veneuze bloedgasanalyse, ander laboratoriumonderzoek en echocardiografie) zijn vaak nodig om het kind optimaal te bewaken en te behandelen.

Volgorde van handelen bij basale reanimatie van kinderen door gespecialiseerde zorgprofessionals

1 Zorg ervoor dat uzelf en het kind in een veilige omgeving zijn.

2 Kijk of het kind reageert:

- Schud het kind voorzichtig en spreek het kind luid aan.
- Schud het kind niet bij verdenking van letsel van de wervelkolom.
Roep dan alleen.

3a Als het kind reageert door te bewegen, huilen of antwoord te geven:

- Laat het kind in de positie waarin u het heeft gevonden, mits het daar niet in verder gevaar verkeert.
- Beoordeel de lichamelijke toestand en haal hulp.
- Herbeoordeel het kind frequent.

3b Als het kind niet reageert:

- Roep om hulp.
- Draai het kind voorzichtig op de rug.

- Maak de luchtweg open door het hoofd achterover te kantelen en de kin op te tillen als volgt:
 - Plaats 1 hand op het voorhoofd en kantel het hoofd zachtjes naar achteren.
 - Plaats tegelijkertijd 2 vingers onder het benige gedeelte van de mandibula en til deze op (head-tilt/chin-liftmanoeuvre). Duw niet op weke delen onder de kin (dit kan de luchtweg juist blokkeren), (Figuur 1 en 2).



- De jaw-thrust is na een head-tilt/chin-lift manoeuvre alleen geïndiceerd bij een kind met *thoraxbewegingen*, bij wie de head-tilt/chin-liftmanoeuvre niet tot een open bovenste luchtweg leidt: plaats de eerste 2 vingers van iedere hand aan weerszijden op de ramus van de mandibula. Duw deze naar voren. Open de luchtweg met alléén de jaw-thrustmanoeuvre (zonder het hoofd te kantelen) als u denkt dat het kind nekletsel heeft kunnen oplopen. Mocht het niet lukken om de luchtweg op deze manier te openen, kantel dan het hoofd voorzichtig zo min mogelijk naar achteren totdat de luchtweg wel open is.

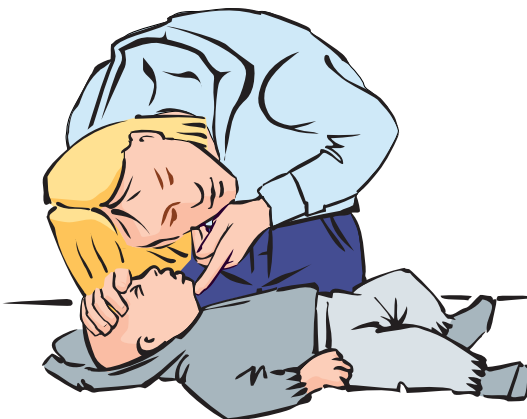
4. Houd de luchtweg open; kijk, luister en voel naar normale ademhaling door uw gezicht vlak bij dat van het kind te houden en naar de thorax te kijken:

- **Kijk** of de thorax omhoogkomt.
- **Luister** boven de mond en neus van het kind of u een ademhaling hoort.
- **Voel** met uw wang of er luchtstroom is.
- Gedurende enkele minuten na het ontstaan van een circulatiestilstand kan het kind nog trage, irreguliere ademdeuken nemen. Dit is **geen** normale ademhaling
- Kijk, luister en voel maximaal 10 seconden voordat u beslist of het kind normaal ademt. Als u twijfelt, handel dan alsof het kind niet normaal ademt.

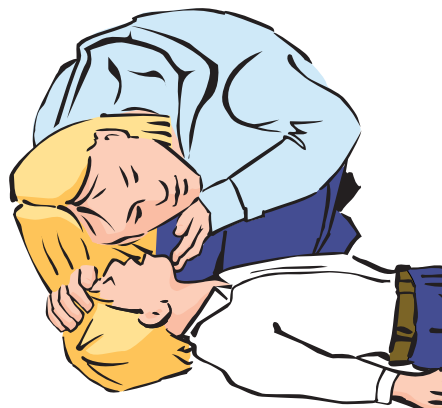
5a Als het kind wel normaal ademt:

- Leg het kind in stabiele zijligging. Bij trauma: overweeg immobilisatie van het hoofd en cervicale wervelkolom in de neutrale positie.
- Stuur iemand om hulp te halen of ga zelf – roep bijvoorbeeld om een ambulance of het reanimatieteam.
- Herbeoordeel frequent (bijv. elke minuut) of de ademhaling normaal blijft.

Figuur 1



Figuur 2



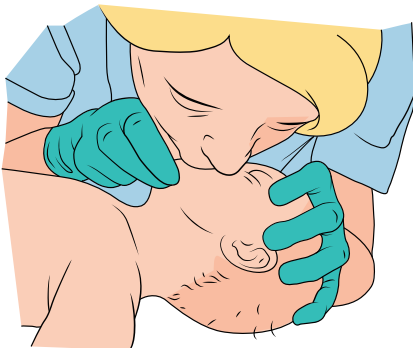
5b Als het kind niet normaal ademt:

- Verwijder voorzichtig duidelijk zichtbare voorwerpen die de luchtweg blokkeren.
- Geef 5 beademingen met uitgeademde lucht of gezichtsmasker en ballon.
- Beoordeel de effectiviteit van de beademing bij iedere poging door te kijken naar het omhoogkomen van de thorax.
- Let er tijdens deze beademingen op of het kind reageert op uw actie door te kokhalzen of hoesten. De aan- of afwezigheid van deze reacties maakt onderdeel uit van uw beoordeling van tekenen van leven (zie later in dit hoofdstuk).

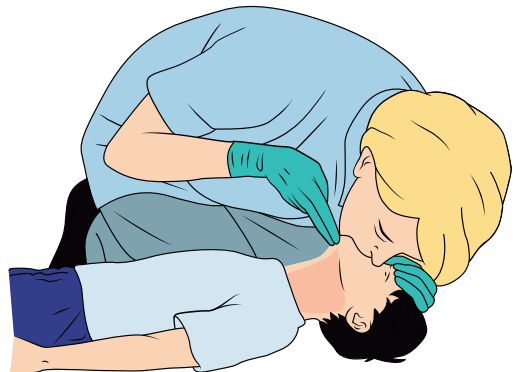
Een zuigeling beademen, (Figuur 3):

- Zorg dat de luchtweg open blijft met een van de hierboven beschreven methoden en houd daarbij het hoofd in de neutrale positie.
- Adem in, plaats uw lippen sluitend om de mond en neus van het kind, zodat er geen lucht kan ontsnappen. Mocht het kind te groot zijn om uw lippen om zowel zijn mond als neus te sluiten, dan beademt u alleen via de neus terwijl u de mond sluit, of beadem alleen via de mond terwijl u de neus sluit.
- Blaas gedurende 1 seconde rustig in de mond en/of neus; de thorax moet omhoogkomen zoals bij een normale ademhaling.
- Haal uw mond van het kind terwijl de lucht weer vrijkomt. De thorax zakt weer naar beneden.
- Adem tussen iedere beademing weer in en geef in totaal 5 beademingen zoals hierboven beschreven. Beoordeel het effect door te kijken of de thorax op en neer gaat zoals bij normale ademhaling.
- Doe 5 pogingen om effectief te beademen en beoordeel vervolgens de circulatie.

Figuur 3



Figuur 4



Een kind ouder dan 1 jaar beademen, (Figuur 4):

- Zorg dat de luchtweg open blijft met een van de hierboven beschreven methoden.
- Knijp het zachte gedeelte van de neus dicht met uw duim en wijsvinger van de hand die op het voorhoofd ligt.
- Open de mond een beetje, maar blijf de kin omhoog tillen.
- Adem in, plaats uw lippen sluitend om de mond van het kind, zodat er geen lucht kan ontsnappen.
- Blaas gedurende 1 seconde rustig in de mond; de thorax moet omhoogkomen zoals bij een normale ademhaling.
- Haal uw mond van die van het kind terwijl de lucht weer vrijkomt. De thorax zakt weer naar beneden.
- Adem tussen iedere beademing weer in en geef in totaal 5 beademingen zoals hierboven beschreven. Beoordeel het effect door te kijken of de thorax op en neer gaat zoals bij normale ademhaling.
- Doe 5 pogingen om effectief te beademen en beoordeel vervolgens de circulatie.

Als u moeite heeft met beademen, kan de luchtweg geblokkeerd zijn:

- Controleer of u de handeling om de luchtweg te openen correct uitvoert, in het bijzonder of u de nek niet overstrekt.
- Open de mond van het kind en verwijder zichtbare obstructies. Veeg niet blind met uw vinger in de mond van het kind.
- Als het met de head-tilt/chin-liftmanoeuvre niet lukt om de ademweg open te maken, probeer dan de jaw-thrustmanoeuvre.
- Doe 5 pogingen om effectieve beademingen te geven. Als het niet lukt om thoraxexcursies te bereiken, ga direct over tot thoraxcompressies.

6 Beoordeel de circulatie:

- Beoordeel tekenen van leven gedurende maximaal 10 seconden. Dit zijn bewegingen, hoesten, of normale ademhalingen (dus geen gaspen of trage, onregelmatige ademhalingen) en reacties als braken of kokhalzen.
- Als u ervoor kiest om de pulsaties te beoordelen, doe dit dan maximaal 10 seconden. Het beoordelen van pulsaties is onbetrouwbaar en daarom berust het besluit om te starten met thoraxcompressies alleen op de afwezigheid van tekenen van leven.

7a Als u binnen 10 seconden ervan overtuigd bent dat tekenen van leven aanwezig zijn:

- Ga zo nodig door met beademen totdat het kind zelf effectief begint te ademen.
- Leg het kind in stabiele zijligging als het bewusteloos blijft.

- Herbeoordeel het kind frequent.

7b Als er geen tekenen van leven zijn of u twijfelt:

- Begin met thoraxcompressies.
- Combineer beademingen met thoraxcompressies in een verhouding van 2 beademingen tot 15 compressies.

Thoraxcompressies bij alle kinderen:

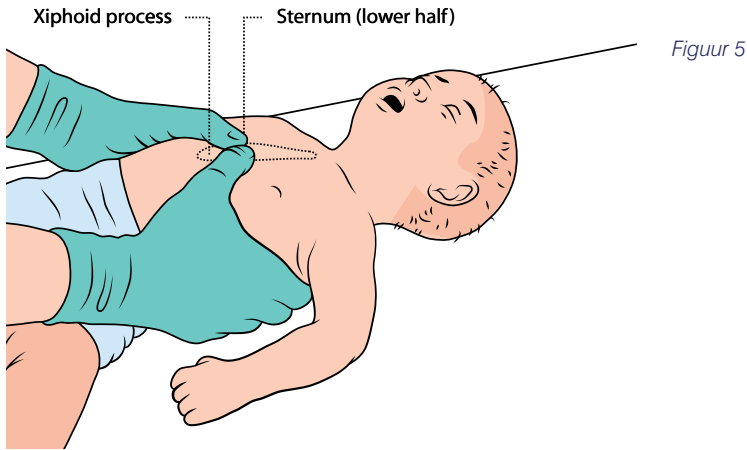
- Bij alle kinderen worden thoraxcompressies op de onderste helft van het sternum gegeven.
 - Lokaliseer de processus xiphoideus; deze bevindt zich in de hoek waar de linker- en rechteronderkant van de ribbenboog bij elkaar komen. Begin de thoraxcompressie een vingerbreedte hierboven. Zo vermijdt u het indrukken van de bovenbuik.
- Druk het sternum tot minstens een derde van de thorax in. Wees niet bang om te hard te drukken – druk hard en snel.
- Geef thoraxcompressies in een frequentie van 100 -120 /minuut
- Laat het sternum na elke thoraxcompressie weer helemaal omhoogkomen voordat u een volgende compressie geeft. Verlies gedurende de thoraxcompressies nooit het contact met het sternum.
- Na 15 thoraxcompressies, open de luchtweg en geef 2 beademingen.
- Ga door met het geven van thoraxcompressies en beademingen met een ratio van 15:2.

Thoraxcompressies bij zuigelingen:

- Wanneer een hulpverlener alleen is, drukt hij op de onderste helft van het sternum in met 2 vingertoppen.
- Twee of meer hulpverleners gebruiken de Thaler-techniek, (Figuur 5):
 - Plaats beide duimen plat tegen elkaar op de onderste helft van het sternum. De toppen van de duimen wijzen naar boven.
 - Omcirkel met de vingers gesloten het onderste deel van de thorax. De vingertoppen steunen de rug van het kind.
 - De techniek van Thaler is effectiever dan het gebruik van 2 vingers.
- Duw het sternum bij beide methodes tot minstens een derde van de thorax in (ongeveer 4 cm).

Thoraxcompressies bij kinderen ouder dan 1 jaar:

- Plaats de hiel van uw hand op de onderste helft van het sternum (zie boven).
- Til uw vingers op zodat u geen druk uitoefent op de ribben van het kind.
- Positioneer uzelf verticaal boven de thorax, en duw met gestrekte arm het sternum



tot minstens een derde van de thorax in (ongeveer 5 cm), (Figuur 6).

- Bij grotere kinderen of in het geval van een kleine hulpverlener moet u de hiel van de tweede hand boven op de eerste plaatsen en de vingers in elkaar vouwen om voldoende druk uit te oefenen, (Figuur 7).

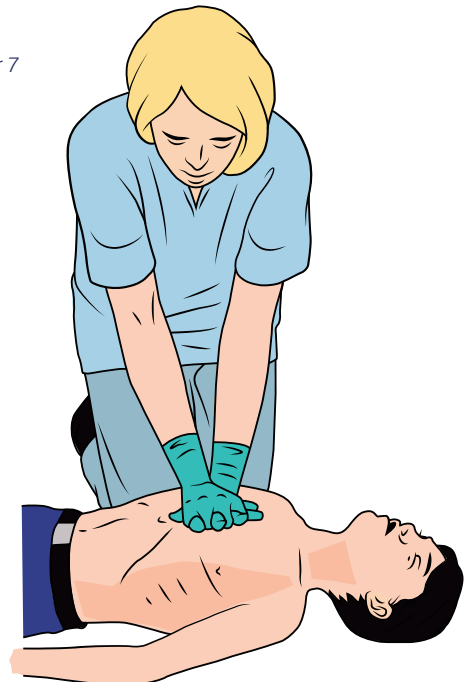
8 Ga door met reanimeren tot:

- het kind tekenen van leven laat zien (het kind bij bewustzijn komt, zich beweegt, zijn ogen opent en normaal begint te ademen);

Figuur 6



Figuur 7



- de reanimatie door andere professionele zorgverleners wordt overgenomen;
- u uitgeput bent.

AED

Omdat circulatiestilstand bij kinderen en adolescenten meestal een respiratoire oorzaak heeft, moet basic life support (BLS) eerst worden opgestart voordat u een AED of andere defibrillator aansluit. Een uitzondering hierop is het kind of de adolescent die plotseling collabeert bij wie een cardiale oorzaak waarschijnlijk is. In dit geval zet u de AED zo spoedig mogelijk in.

Gezichtsmasker en ballonbeademing

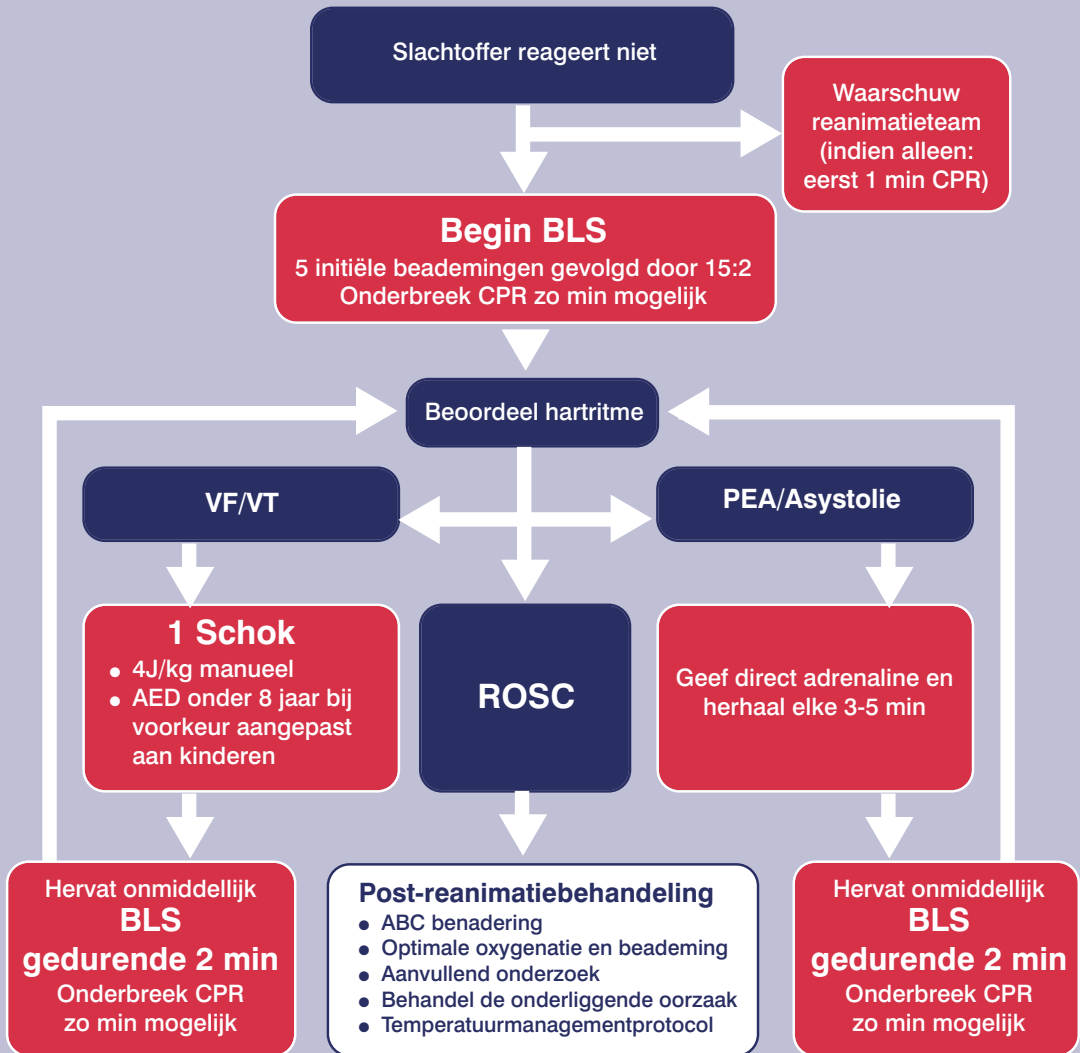
Als de apparatuur en expertise aanwezig zijn, moet u tijdens BLS het gezichtsmasker en de ballonbeademing toepassen, in plaats van beademen met uitgedemde lucht.

Assistentie roepen

Het is van levensbelang dat hulpverleners zo snel mogelijk hulp halen als een kind collabeert:

- Bij aanwezigheid van meer dan 1 hulpverlener start de eerste de reanimatie op terwijl een ander hulp haalt.
- Bij 1 hulpverlener – reanimeer eerst 1 minuut (5 cycli van borstcompressies en beademing) voordat u om hulp roept. Neem een klein kind of zuigeling mee als u hulp gaat halen, om de onderbreking van de reanimatie zo kort mogelijk te houden.
- Echter als u alleen bent, het kind plotseling collabeert en u een cardiale oorzaak vermoedt, haal dan eerst hulp voordat u met de reanimatie begint. Er is dan zo snel mogelijk een AED of manuele defibrillator nodig, aangezien het kind in dit geval mogelijk moet worden gedefibrilleerd.

Specialistische reanimatie van kinderen



Gedurende CPR:

- Optimale basic life support met minimale onderbreking (frequentie, diepte en relaxatie)
- Geeft 100% zuurstof
- IV/IO toegang
- Geef adrenaline elke 3-5 minuten
- Overweeg intubatie met gebruik capnografie
- Ononderbroken thoraxcompressies na intubatie
- Corrigeer reversibele oorzaken

Reversibele oorzaken

- Hypoxie
- Hypovolemie
- Hypo-/hyperkaliemie/metabool
- Hypothermie
- Tension (spannings) pneumothorax
- Tamponade van het hart
- Toxinen
- Thrombo-embolie

Volgorde van handelen bij specialistische reanimatie van kinderen.

Als een kind niet reageert en geen tekenen van leven (ademhaling, hoesten of spontane beweging) toont:

Ga door met de basale reanimatie.

Zoals hierboven beschreven.

Los de hulpverlener die thoraxcompressies geeft, minstens om de 2 minuten af, om kwaliteitsverlies door vermoeidheid te voorkomen.

A en B

Beadem met 100% zuurstof.

- Beadem met positieve druk met 100% zuurstof met gezichtsmasker en ballon.
- Controleer of de thorax omhoogkomt.

C

Beoordeel het hartritme en kijk naar tekenen van leven

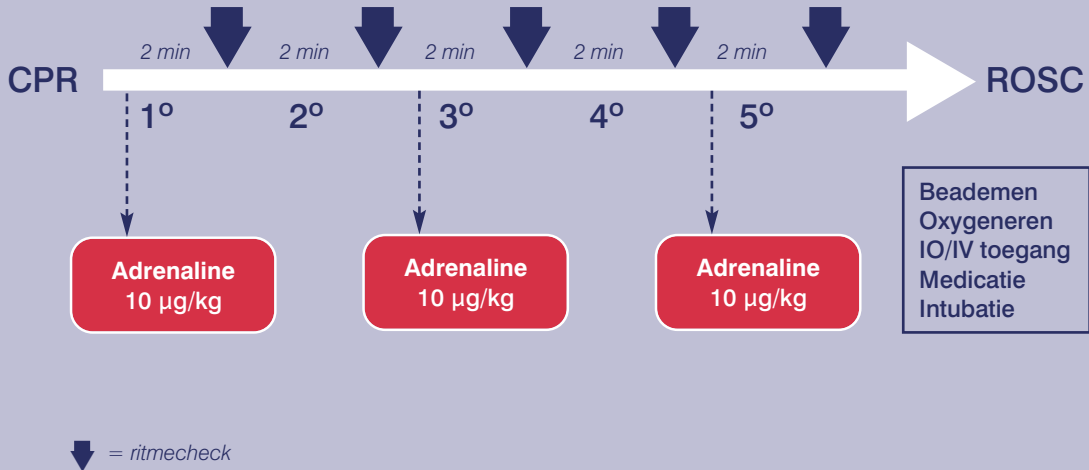
- Sluit een ECG-monitor aan en beoordeel het ritme.
- Plaats de ECG-elektroden zodanig, dat ze een eventuele defibrillatie niet belemmeren (zie onder).
- Onderscheid: asystolie of polsloze elektrische activiteit (PEA) versus ventrikelfibrilleren (VF) of ventrikeltachycardie (VT).

Circulatiestilstand met asystolie of PEA

Dit komt het meest voor bij kinderen.

- Zorg voor intravasculaire toegang als het kind deze nog niet heeft.
 - Gebruik hiervoor een intraveneuze toegang of een botnaald. De botnaald is even effectief en in veel omstandigheden sneller dan een intraveneuze toegang.
- Geef adrenaline:
 - Geef 10 microgram/kg intraveneus of intraossaal (0,1 ml/kg van een 1:10.000 oplossing).
- Denk ondertussen aan reversibele oorzaken en behandel hierop zo nodig (4 H s en 4 T s, zie onder).
- Herhaal de cyclus:
 - Beoordeel om de 2 minuten het ritme op de monitor.
- Als asystolie of PEA persisteert, geef 10 microgram/kg adrenaline intraveneus of intra-ossaal om de 3 tot 5 minuten.

Circulatiestilstand met asystolie/PEA



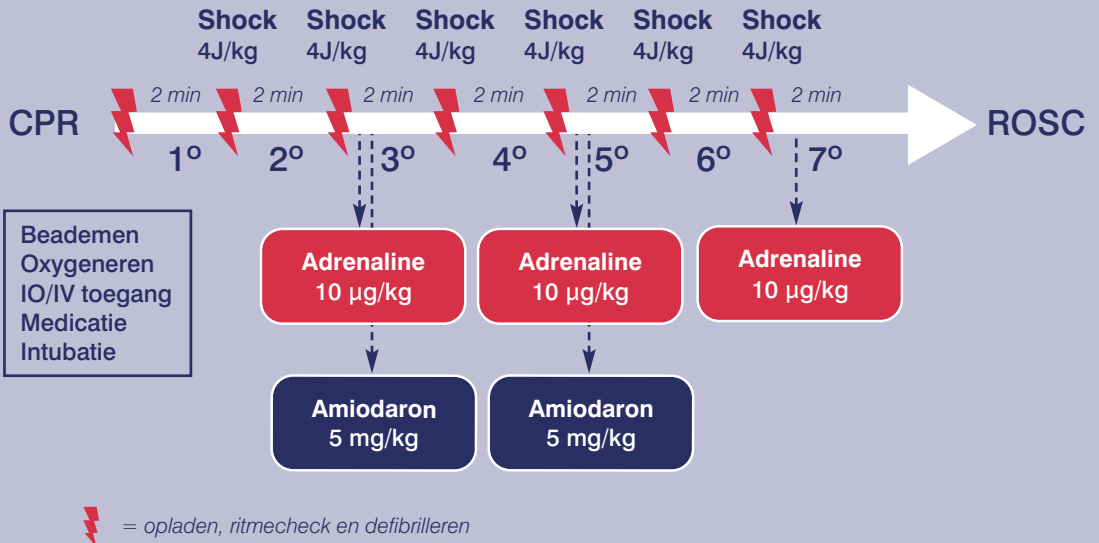
- Als circulatiestilstand persisteert en het ritme verandert in VF of VT, defibrilleer als hieronder beschreven.
- Als het ECG georganiseerde elektrische activiteit toont, controleer tekenen van leven.
- Als het kind tekenen van leven laat zien, ga over op post-reanimatiebehandeling.

Circulatiestilstand met ventrikelfibrilleren of ventriculaire tachycardie (VF/VT)

Defibrilleer onmiddellijk met 1 schok van 4 J/kg. Ga door met thoraxcompressies en beademing terwijl de defibrillator wordt opgeladen. Zodra de defibrillator is opgeladen, moet iedereen afstand houden en wordt de schok toegediend. De onderbreking van de thoraxcompressies moet zo kort mogelijk zijn (maximaal 5 seconden).

- Begin meteen na de schok met 15 thoraxcompressies en hervat CPR zonder eerst het ritme te beoordelen of naar pulsaties te voelen.
- Na 2 minuten: laad de defibrillator en beoordeel kort het ritme op de monitor.
- Als VF of VT persisteert, dien een tweede schok toe van eveneens 4J/kg. Onderbreek de thoraxcompressies zo kort mogelijk om het ritme te bepalen en te defibrilleren (maximaal 5 seconden).
- Begin meteen na de schok met 15 thoraxcompressies en hervat CPR zonder eerst het ritme te beoordelen of naar pulsaties te voelen.
- Na 2 minuten: laad de defibrillator en beoordeel kort het ritme op de monitor.

Circulatiestilstand met VF/VT

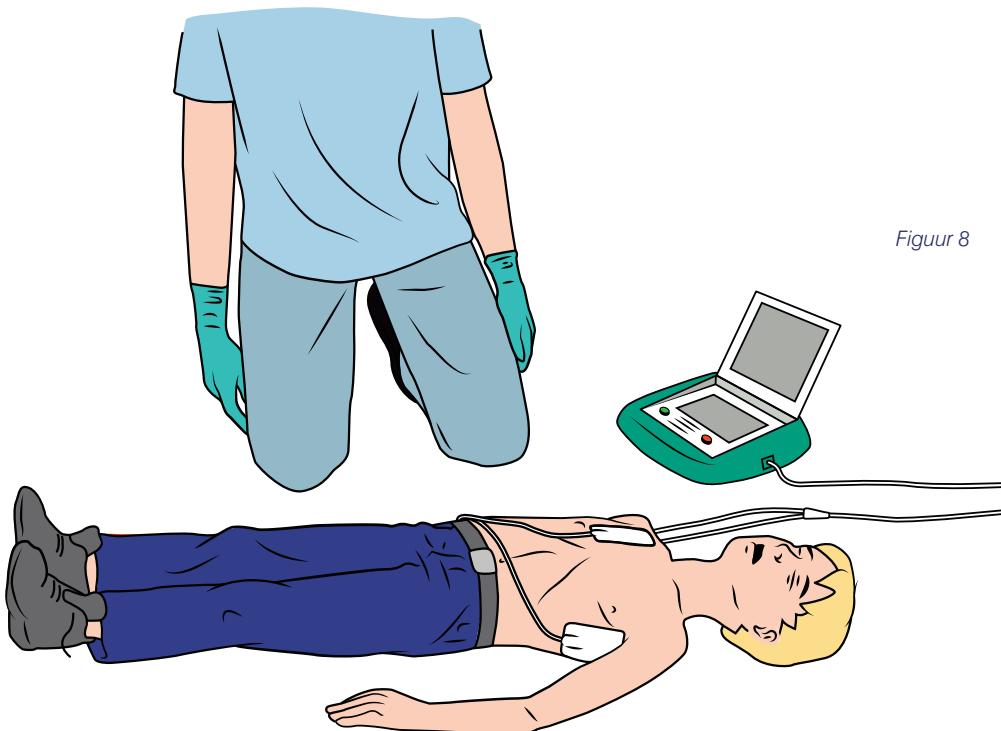


⚡ = opladen, ritmecheck en defibrilleren

- Als VF of VT nog persisteert, dien een derde schok toe van eveneens 4 J/kg. Onderbreek de thoraxcompressies zo kort mogelijk om het ritme te bepalen en te defibrilleren (maximaal 5 seconden).
- Begin meteen na de derde schok met 15 thoraxcompressies en hervat CPR.
- Geef na de derde schok adrenaline (10 microgram/kg) en amiodaron (5 mg/kg) intraveneus of intraossaal. Alle tot hier toegediende schokken tellen hierbij mee.
- Herhaal de cyclus:
 - Geef elke 2 minuten 1 schok van eveneens 4 J/kg.
 - Geef elke 3 - 5 minuten adrenaline (10 microgram/kg).
- Geef nog 1 keer amiodaron (5 mg/kg) na de vijfde schok.
- Denk ondertussen aan en corrigeer reversibele oorzaken (4 H's en T's, zie onder).
- Als asystolie ontstaat, ga door met CPR en volg het algoritme voor circulatiestilstand met asystolie en PEA.
- Als de schok initieel succesvol was, maar VF/VT zonder pulsaties terugkeert, hervat direct CPR, geef amiodaron (als u die niet al 2 keer gegeven heeft) en defibrilleer nogmaals. Overweeg een continu infuus met amiodaron.
- Als een georganiseerd hartritme ontstaat, controleer tekenen van leven.
- Als het kind tekenen van leven laat zien, ga over op post-reanimatiebehandeling.

Defibrilleren

- Het gebruik van plakelektroden verdient de voorkeur.
- Bij gebruik van plakelektroden: plaats de ene elektrode onder het rechter clavicula en de andere in de linker axilla, (Figuur 8). Plak bij een klein kind 1 elektrode op de rug onder de linker scapula en de andere op de voorkant van de thorax links van het sternum. Gebruik bij voorkeur kleinere plakelektroden (4,5 cm doorsnee) bij kinderen onder 10 kg en standaardplakelektroden (8-12 cm doorsnee) bij grotere kinderen.
- Bij het gebruik van paddles en gelpads: druk de paddles stevig aan tegen de thorax op dezelfde plaats als hierboven beschreven voor de plakelektroden.
- Gebruik een AED als een manuele defibrillator niet beschikbaar is:
 - Gebruik de standaard-AED voor kinderen ouder dan 8 jaar.
 - Gebruik bij voorkeur een voor kinderen aangepaste AED bij kinderen van 1 tot 8 jaar.
 - Het gebruik van een AED (bij voorkeur aangepast voor kinderen) is acceptabel voor kinderen onder 1 jaar, als er geen andere opties zijn.



Figuur 8

Nadere toelichting bij de richtlijnen

Basale reanimatie tijdens specialistische reanimatie

- Ononderbroken kwalitatief goede basale reanimatie is van levensbelang.
- Onderbreek de thoraxcompressies en ventilatie zo kort mogelijk om het ritme te analyseren na 2 minuten basale reanimatie en/of te defibrilleren.
- Het geven van thoraxcompressies is vermoeiend. De teamleider moet de kwaliteit van de thoraxcompressies continu bewaken en teamleden moeten elkaar iedere 2 minuten aflossen voor de thoraxcompressies.
- Geef bij een geïntubeerde patiënt continu thoraxcompressies in een frequentie van 100 - 120/min. Beadem in een frequentie van 10 /min. Blijf hierbij de kwaliteit van de beademingen bewaken. Na ROSC beademen in een voor de leeftijd van het kind passende frequentie.

Endotracheale tubes en larynxmaskers

- Alleen als het niet lukt om met een gezichtsmasker en orofaryngeale airway te beademen, overweeg een larynxmasker of intubatie om adequate ventilatie te bewerkstelligen.
- Alleen ervaren en bekwame hulpverleners mogen een kind intuberen voor het verkrijgen van een blijvend open luchtweg. Zorg tijdens de intubatie voor geen of minimale onderbreking (maximaal 5 seconden) van thoraxcompressies, beademing en andere handelingen.
- Bij een reanimatie heeft orale intubatie de voorkeur.
- In ervaren handen is een larynxmasker een alternatieve methode als masker- en ballonbeademing en intubatie niet mogelijk zijn.

Toedieningswegen voor medicijnen

- De botnaald is een veilige en effectieve toedieningsweg. Bij een kind met een circulatiestilstand, mag de botnaald als eerste keus worden ingebracht naar de keuze van de hulpverlener.
- Pogingen tot een intraveneuze canulering mogen maximaal 60 seconden duren, daarna moet een botnaald worden ingebracht.
- Via een botnaald kan ook beenmerg voor onderzoek van onder meer elektrolyten worden afgenomen.
- De endotracheale toedieningsweg voor adrenaline wordt niet meer aanbevolen.

Medicijngebruik tijdens de reanimatie

Adrenaline

De aanbevolen intravasculaire dosis adrenaline is voor kinderen 10 microgram/ kg met een maximum van 1 mg. Tien microgram/kg komt overeen met 0,1 ml/kg van een 1:10.000 oplossing (1 mg in 10 ml) adrenaline. Herhaal deze dosis om de 3-5 minuten. Hogere doseringen dragen niet bij aan de overleving of kwaliteit van leven na een reanimatie. Na succesvolle reanimatie kan een op het effect getitreerd continu infuus adrenaline nodig zijn. Adrenaline wordt bij VF/VT samen met amiodaron pas ná hervatten van thoraxcompressies na de derde schok toegediend.

Amiodaron

Geef bij circulatiestilstand met VF/VT een snelle bolus 5 mg/kg amiodaron na de derde schok. Een tweede dosis wordt gegeven na de vijfde schok. Bij het behandelen van overige ritmestoornissen moet amiodaron langzaam of als een continu infuus worden toegediend wegens het risico op hypotensie.

Calcium

Routinematig gebruik van calcium verbetert niet de outcome van circulatiestilstand. Calcium wordt alleen bij hypocalciëmie, hypermagnesiëmie, hyperkaliëmie, ernstige overdosering van calciumantagonisten en massale bloedtransfusie geadviseerd. De aanbevolen dosis is 0,12 mmol/kg calciumchloride.

Natriumbicarbonaat

Natriumbicarbonaat wordt niet routinematig gebruikt tijdens een circulatiestilstand, maar heeft een plaats bij hyperkaliëmie, overdosis van tricyclische antidepressiva of een langdurige circulatiestilstand met metabole acidose. De dosis is 1-2 mmol/kg langzaam IV/IO.

Vasopressine- terlipressine

Deze vasoconstrictoren hebben mogelijk een plaats in de behandeling van een circulatiestilstand die niet reageert op herhaalde toediening van adrenaline.

Lidocaïne

Het gebruik van lidocaïne wordt niet aanbevolen.

End-tidal CO₂

Meting van end-tidal CO₂ (ETCO₂) is een goede methode om de plaatsing van de endotracheale tube en de kwaliteit van beademing te controleren bij een kind, als er voldoende circulatie is.

De ETCO_2 tijdens circulatiestilstand is in het algemeen laag. Een ETCO_2 tijdens reanimatie >15 mmHg (>2 kPa) kan een teken zijn van effectieve thoraxcompressies, maar er is onvoldoende evidence voor het gebruik van ETCO_2 als een monitor van de kwaliteit van reanimatie of bij het besluit om de reanimatie te staken.

Reversibele oorzaken van circulatiestilstand (4 H's en 4 T's)

De volgende reversibele oorzaken van circulatiestilstand moeten altijd vroeg tijdens de reanimatie worden overwogen, en zo nodig worden behandeld:

- Hypoxie
- Hypovolemie
- Hyper/hypokaliëmie, hypocalciëmie, acidose en andere metabole afwijkingen
- Hypothermie

- Trombose (bijvoorbeeld longembolie/coronaire thrombus)
- Tension (spannings) pneumothorax
- Tamponade (harttamponade)
- Toxinen (intoxicatie) / iatrogene oorzaken

In het bijzonder hypoxie en hypovolemie komen vaak voor bij kinderen met een circulatiestilstand. Elektrolyetstoornissen en intoxicaties zijn vaak voorkomende oorzaken van VF/VT.

Echocardiografie kan bijdragen aan het herkennen van oorzaken van circulatiestilstand bij kinderen. Het belang van echocardiografie moet worden afgewogen tegen het onderbreken van basale reanimatie.

Voelen naar pulsaties

Zelfs medische professionals kunnen niet betrouwbaar de aan- of afwezigheid van pulsaties vaststellen bij kinderen. Het constateren dan wel uitsluiten van circulatiestilstand kan daarom niet alleen worden gebaseerd op de aan- of afwezigheid van pulsaties.

Pacing

Cardiale pacing is niet effectief bij asystolie of bij ritmestoornissen veroorzaakt door hypoxie of ischemie. Pacing kan effectief zijn bij sinusknoopdisfunctie en hartblok.

Glucose

Monitoring van glucose is onontbeerlijk tijdens de reanimatie van kinderen. Behandel hypoglykemie direct

Extracorporeal life support / oxygenatie

Extracorporeal life support (ECLS) of extracorporale membraanoxygenatie (ECMO) kunnen overwogen worden voor kinderen met een refractaire circulatiestilstand op basis van een potentieel reversibele oorzaak, mits deze behandeling snel gestart kan worden.

Aanwezigheid van ouders

Veel ouders willen bij de reanimatiepoging van hun kind aanwezig zijn. Het functioneren van het reanimatieteam wordt in het algemeen niet nadelig beïnvloed door de aanwezigheid van ouders. In het uitzonderlijke geval dat ouders de voortgang van de reanimatie hinderen, wordt hun verzocht weg te gaan. Bij voorkeur worden ouders tijdens de gehele reanimatie ondersteund door een verpleegkundige. De teamleider van de reanimatie besluit wanneer de reanimatie te staken (dit besluiten de ouders dus niet) en legt dit uit met gevoel en begrip.

Stoppen van de reanimatie

De kans op overleving neemt af met de duur van de reanimatie. In geval van een langdurige reanimatie moet onder leiding van de teamleider worden overwogen de reanimatie te staken.

Factoren die meegewogen moeten worden zijn: duur van de reanimatie; oorzaak van de circulatiestilstand; nevendiagnoses; leeftijd; plaats van de circulatiestilstand; of het een 'witnessed arrest' betreft; duur van hartstilstand zonder reanimatie; aanwezigheid van een 'schokbaar' ritme; en bijzondere omstandigheden (bijv. verdrinking in ijskoud water, intoxicaties).

Als gevolg van deze multifactoriële prognose is het niet mogelijk om op wetenschappelijke basis te bepalen wanneer een reanimatie zinloos wordt. Asystolie gedurende meer dan 20 minuten ondanks adequate specialistische reanimatie zonder reversibele oorzaak kan een reden zijn om de reanimatie te stoppen. Redenen om de langdurige (> 20 min) reanimatie voort te zetten, kunnen zijn:

- reversibele oorzaken (4 H's en 4 T's) nog niet voldoende hebben uitgesloten, of adequaat hebben behandeld;
- een kerntemperatuur < 32 °C;
- persisterend VF/VT;
- anafylaxie.

In geval van twijfel over het al dan niet stoppen van de reanimatie, overleg met een kinderarts.

Post-reanimatiebehandeling

Een reanimatie stopt niet bij ROSC (*return of spontaneous circulation* - terugkeer van spontane circulatie). De post-reanimatiebehandeling, is een belangrijke schakel in de keten van overleving. De principes van post-reanimatiebehandeling bij kinderen zijn vergelijkbaar met die bij volwassenen. Het doel is het stabiliseren van de hemodynamiek en het beperken van hersenbeschadiging.

A en B

- Hyper- en hypoxemie zijn schadelijk na reanimatie. Titreer de geïnspireerde zuurstofconcentratie om een zuurstofsaturatie te behouden tussen de 94 en 98%.
- Ventileer met een frequentie en teugvolume om normale end-tidal CO₂ en PaCO₂ waarden te krijgen.
- Voorkom zowel hyperventilatie als hypoventilatie. Hyper- en hypocapnie na reanimatie hebben in het algemeen gezien geen bewezen voordelig effect op outcome en kunnen schadelijk zijn. Streef naar normocapnie.

C

Myocarddysfunctie komt vaak voor na reanimatie. Intravasculaire vulling, inotropica en vasoactieve middelen kunnen de hemodynamiek verbeteren.

D

- Behandel epileptische aanvallen en controleer de glucose
- Hypo- en hyperglykemie zijn schadelijk na reanimatie. Het streven naar te strikte glucosewaarden kan ook schadelijk zijn, omdat milde hyperglykemie minder schadelijk is dan hypoglykemie.

E

Koorts (gedefinieerd als lichaams temperatuur $\geq 37,6$ °C) na een reanimatie is schadelijk. Milde hypothermie (32-34 °C) is veilig, maar het is niet bewezen dat dit de outcome verbetert. Handhaaf het temperatuurmanagementprotocol om zowel koorts als ernstige hypothermie (<32 °C) te vermijden.

Nabespreking

Houd na de reanimatie een nabespreking met het team, zodat iedereen op een opbouwende wijze zijn opmerkingen kan uiten en zijn klinische vaardigheden kan evalueren.

Levensbedreigende ritmestoornissen bij kinderen

Initiële behandeling

Controleer tekenen van leven (zie boven). Bij afwezige tekenen van leven start CPR. Als het kind wel tekenen van leven toont, maar in shock is, behandel als volgt:

A en B

Zorg voor een open luchtweg, dien 100% zuurstof toe en beadem indien nodig.

C

Sluit een ECG-monitor aan

Beoordeel het ritme:

- Is de frequentie te snel of te traag?
- Is het ritme regelmatig of onregelmatig?
- Is het QRS-complex smal/ normaal (< 0,08 sec) of verbreed (>0,08 sec)?

Bradycardie

Bradycardie is meestal het gevolg van hypoxie, acidose of ernstige hypotensie en kan snel overgaan in een circulatiestilstand.

- Geef direct 100% zuurstof en beadem indien nodig.
- Als een kind in shock een hartfrequentie van < 60 /min heeft, die niet snel verbetert op beademing, start thoraxcompressies en geeft adrenaline 10 microgram/kg.
- Cardiale pacing is niet effectief bij asystolie of aritmie veroorzaakt door hypoxie of ischemie. Pacing mag worden overwogen in geval van atrioventriculair blok of sinusknopdisfunctie, die onvoldoende reageert op beademing met zuurstof, thoraxcompressies en medicatie.

Tachycardie

Tachycardie met een smal of normaal QRS-complex

- Dit is meestal of een sinustachycardie of een supraventriculaire tachycardie (SVT).
- Bij SVT mogen vagale manoeuvres (Valsalva of duikreflex) geprobeerd worden, mits het kind geen tekenen van shock toont, of de manoeuvres de verdere behandeling niet vertragen.
- Adenosine is meestal effectief bij SVT, mits deze medicatie als een snelle bolus zo dicht bij het hart mogelijk wordt toegediend, gevolgd door een flush (zie onder). De eerste dosis is 100 microgram/kg en de tweede dosis 250 microgram/kg.
- Als het kind tekenen van gedecompenseerde shock toont met een zeer sterk verminderd bewustzijn, sla dan de adenosine over en gebruik onmiddellijk een defibrillator om het kind synchron te cardioverteren.

- Gesynchroniseerde elektrische cardioversie is ook geïndiceerd wanneer intravasculaire behandeling met adenosine niet mogelijk is of het kind in SVT blijft ondanks adenosine. De eerste dosis is 1 J/kg en vervolgdoses zijn 2 J/kg.
- Een kind dat nog reageert op pijn, moet voor cardioversie eerst worden geseedeerd of onder narcose gebracht.
- Als het kind na 2 cardioversiepogingen in SVT blijft, vraag advies over overige anti-aritmica aan een kindercardioloog.

Tachycardie met een verbreed QRS-complex

- Bij kinderen is een tachycardie met een verbreed QRS-complex zeldzaam en is dit vaker een SVT dan een ventriculaire tachycardie (VT).
- Behandel desalniettemin een kind met tekenen van shock met een tachycardie met een verbreed QRS-complex alsof het een VT heeft.
- VT komt vooral voor bij kinderen met een onderliggende hartafwijking (zoals na cardiochirurgie, bij cardiomyopathie, myocarditis, elektrolyetstoornissen, lang QT-syndroom en een centraal-veneuze lijn).
- Gesynchroniseerde elektrische cardioversie (1 J/kg, gevolgd door 2 J/kg) is de behandeling van eerste keuze.
- Overweeg anti-aritmica (bijv. amiodaron) in overleg met een kindercardioloog als de tachycardie persisteert na 2 cardioversiepogingen of de tachycardie na succesvolle cardioversie opnieuw optreedt.

Medicatie bij ritmestoornissen

Adenosine

Adenosine wekt een kortdurende (< 10 seconde) asystolie en blokkade van de atrioventriculaire knop en wordt bij supraventriculaire tachycardie gebruikt.

Geef adenosine in een snelle bolus gevolgd door een flush met ECG-bewaking bij voorkeur via een goed zittend infuus in de arm of een centrale vene. Wees voorzichtig met adenosine bij kinderen met reeds bestaand hartblok, een lang QT syndroom of een harttransplantatie.

Atropine

Atropine wordt alleen bij een persisterende vagale bradycardie aanbevolen, waarbij de dosis 20 microgram/kg is (minimumdosis 100 microgram). Er is geen wetenschappelijk bewijs voor een voordelig effect van atropine op outcome bij spoedintubaties van kinderen.

Magnesium

Magnesiumsulfaat 50 mg/kg (maximum 2 gram) wordt alleen bij gedocumenteerde hypomagnesiëmie of polymorfe VT ('torsade de pointes') aanbevolen.

Bijzondere situaties

Hieronder beschrijven wij bijzondere situaties die aanvullingen op het standaardreanimatieprotocol vereisen.

Witnessed arrest met VF/pVT aan de monitor

Geef een kind dat een witnessed arrest met VF/pVT heeft terwijl het aan de monitor ligt én er onmiddellijk gedefibrilleerd kan worden, (bijv. op de hartkatheterisatiekamer of de intensive care), maximaal 3 schokken van 4 J/kg snel achter elkaar. Beoordeel na elke schok kortdurend het ritme op de monitor. Als na drie schokken VF/pVT persisteert, geef 15 thoraxcompressies afwisselend met 2 beademingen en geef direct amiodaron 5 mg/kg. Dit in tegenstelling tot adrenaline die pas na vier minuten, d.w.z. na de vijfde schok, wordt gegeven.

Pulmonale hypertensie

Kinderen met pulmonale hypertensie hebben een verhoogd risico van circulatiestilstand. Behandel hen volgens het standaardkinderreanimatieprotocol met speciale aandacht voor een hoge concentratie zuurstof en hyperventilatie/alkalose, om de longvaatweerstand te verlagen. Start specifieke behandeling met stikstofmonoxidebeademing en epoprostenol intraveneus/intraossaal/verneveld zodra deze beschikbaar zijn. Overweeg rechterventrikel ECLS.

Hyperkaliëmie

Naast het standaardkinderreanimatieprotocol, behandel de hyperkaliëmie met:

- Calciumchloride snel intraveneus: 0,12 mmol/kg (0,2 ml/kg 10% oplossing)
- Glucose 20% 2,5 ml/kg/uur met insuline 0,05 EH/kg/uur continu intraveneus onder controle van bloedglucose
- Geef bij ernstige acidose of nierfalen ook natriumbicarbonaat 1 mmol/kg
- Overweeg dialyse

Hypothermie

Van hypothermie is sprake bij een kernlichaamstemperatuur van $< 35^{\circ}\text{C}$.

Het standaardkinderreanimatieprotocol wordt als volgt aangepast:

- Controleer tekenen van leven gedurende maximaal 1 minuut. Bij twijfel start reanimatie.
- Geef geen adrenaline of amiodaron bij een kerntemperatuur van $< 30^{\circ}\text{C}$. Tussen $30\text{-}35^{\circ}\text{C}$: verdubbel het tijdsinterval tussen doses van deze medicatie. Boven 35°C wordt het standaardreanimatieprotocol gebruikt.

- Volg bij VF/pVT het standaardprotocol voor defibrilleren, tenzij bij een kerntemperatuur < 30 °C VF/pVT persisteert na 3 schokken. Stel verdere schokken uit totdat de kerntemperatuur > 30 °C is.

Verdere aandachtspunten bij hypothermie zijn:

- Intubeer het kind vroeg.
- Thoraxcompressies kunnen moeilijk zijn door stijfheid van de koude thorax.
- Warm het kind uitwendig snel op. Verwarm intraveneuze vloeistoffen en overweeg inwendig opwarmen bij voorkeur ECLS.
- Hypothermie in combinatie met asfyxie, zoals bij verdrinking, heeft een slechte prognose. Langdurig reanimeren met ECLS kunnen echter zinvol zijn onder specifieke omstandigheden, waarbij hypothermie voorafging aan asfyxie, bijvoorbeeld bij verdrinking in ijswater, of als het kind in een auto te water is geraakt.

Verdrinking

Volg het standaardreanimatieprotocol tenzij er sprake is van hypothermie (zie boven).

Aandachtspunten bij verdrinking bij kinderen zijn:

- Een hogere beademingsdruk en een inspiratoire tijd van langer dan 1 seconde kunnen nodig zijn.
- Droog de borst af voor het aanbrengen van de plakelektrodes.
- Intubeer het kind vroeg. Beademing met hoge positieve eind-expiratoire druk (PEEP) kan nodig zijn.
- Ledig de maag met een maagsonde.

Anafylaxie

Volg het standaardreanimatieprotocol. Langdurige reanimatie kan nodig zijn.

Aandachtspunten zijn:

- Intubeer het kind vroeg. Intubatie kan moeilijk zijn door zwelling van de bovenste luchtweg.
- Geef adrenaline volgens het standaardprotocol. Echter, geef de eerste dosis adrenaline intramusculair als een intraveneuze of intraossale toegang niet direct voorhanden is. De aanbevolen doses adrenaline intramusculair zijn:

> 12 jaar	500 microgram
> 6-12 jaar	300 microgram
> 6 maanden-6 jaar	150 microgram
< 6 maanden	150 microgram
- Een continu intraveneus infuus adrenaline kan nodig zijn.
- Behandel hypovolemie met intravasculaire vloeistof.
- Start na ROSC specifieke behandeling met antihistaminen, steroïden en bronchusverwijders.

Trauma

Volg het standaardreanimatieprotocol. Bij penetrerend letsel kan thoracotomie nodig zijn.

Post-hartchirurgie

Volg het standaardreanimatieprotocol. Geef bij *witnessed arrest aan een ECG-monitor* met VF/pVT 3 schokken direct achter elkaar. Overweeg rethoracotomie bij een reanimatie die meer dan 5 minuten duurt.

Astma

Volg het standaardreanimatieprotocol. Aandachtspunten zijn:

- Hoge beademingsdrukken zijn nodig. Er is een groot risico van maagdistentie.
- Intubeer het kind vroeg.
- Sluit een spanningspneumothorax uit.
- Ernstige *airtrapping* belemmert vulling van het hart en ROSC. In dit geval kan loskoppelen van de endotracheale tube tijdens thoraxcompressies behulpzaam zijn.
- Overweeg ECLS.
- Beadem na ROSC met een lagere frequentie in overleg met een ervaren kinderintensivist.

