

6

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

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

Hoewel een kinderreanimatie vrij weinig voorkomt, kan iedere zorgprofessional ermee in aanraking komen. Vroegtijdige herkenning en directe adequate behandeling van een ernstig bedreigd kind kunnen een circulatiestilstand voorkomen en zijn dus van levensbelang.

Dit is de belangrijkste boodschap van dit hoofdstuk dat met een beschrijving van de preventie van circulatiestilstand bij kinderen begint. Voor verdere informatie en behandelprotocollen wordt verwezen naar de APLS- en EPALS-boeken en landelijke therapeutische richtlijnen van bijvoorbeeld de Nederlandse Vereniging voor Kindergeneeskunde.

Jaarlijks zijn er ongeveer 100 kinderreanimaties buiten het ziekenhuis in Nederland. De kans op overleving is laag (ongeveer 12%). De incidentie en de kans op overleving van een circulatiestilstand bij kinderen in het ziekenhuis ligt hoger.

Dit hoofdstuk bevat de richtlijnen van basale en specialistische reanimatie van kinderen door medische professionals. De principes zijn toepasbaar op zowel de intramurale als de prehospitalische zorg, waarbij essentiële apparatuur, waaronder masker en beademingsballon voorhanden zijn. Professionals moeten ook geschoold zijn in BLS bij kinderen zonder gebruik van hulpmiddelen (zie hoofdstuk 2).

Deze richtlijn is bedoeld voor kinderen van alle leeftijden, met uitzondering van de opvang van het pasgeboren kind tijdens de transitie van intrauterien naar extrauterien onmiddellijk aansluitend aan de geboorte. Waar relevant, wordt een onderscheid gemaakt tussen kinderen onder de leeftijd van 1 jaar – hierin ‘zuigelingen’ genoemd – en ‘oudere kinderen’. Praktisch gezien mag een adolescent die de lichaamsgrootte van een volwassene benadert volgens de richtlijnen voor volwassenen worden gereanimeerd.

Een team-georiënteerde benadering en goede communicatie en samenwerking zijn ook bij kinderreanimaties van essentieel belang.

Veranderingen in de richtlijnen van de specialistische reanimatie van kinderen

- Bij het beoordelen van een potentieel vitaal bedreigd kind kan de *Pediatric Assessment Triangle* een snelle inschatting van de ernst geven. Deze *quick-look* methodiek vervangt de systematische ABCD-beoordeling niet.
- Het gebruik van preventieve zuurstoftherapie bij kinderen zonder hypoxie (saturatie < 94%) of (dreigend) respiratoir of circulatoir falen wordt afgeraden.
- Bij een bewusteloos kind dat niet normaal ademt worden direct na 5 beademingen begonnen met thoraxcompressies, tenzij er tijdens deze beademingen overtuigende tekenen van leven zijn.
- Gebruik van de twee-duimen-omcirkeltechniek (TDOT) voor thoraxcompressies bij zuigelingen ongeacht het aantal hulpverleners.
- Het gebruik van een AED wordt bij alle prehospital, niet-traumatische reanimaties aanbevolen. In de meeste gevallen wordt de AED gehaald ten tijde van alarmeren. Tenzij een primaire cardiale oorzaak aannemelijk is, blijft het opstarten van thoraxcompressies en beademing een hogere prioriteit dan het halen van de AED.
- Professionele hulpverleners moeten thoraxcompressies rondom defibrilleren en ritmeanalyse van de AED zo kort mogelijk onderbreken.
- Bij een persisterend schokbaar ritme na 5 schokken moeten een hogere energiedosis (tot 8 J/kg, max. 360 J) en een andere positie van de pads voor defibrilleren worden overwogen.
- Na intubatie wordt tijdens reanimatie met een laag-normale ademhalingsfrequentie beademd.
- De plaats van eerste keus voor het ontlasten van een spanningspneumothorax is in de axilla iets anterior van de midaxillaire lijn in de 4e of 5e intercostale ruimte
- Het standaardvolume van een vochtbolus bij kinderen is 10 ml/kg, zo nodig herhalen.



Preventie van circulatiestilstand bij kinderen

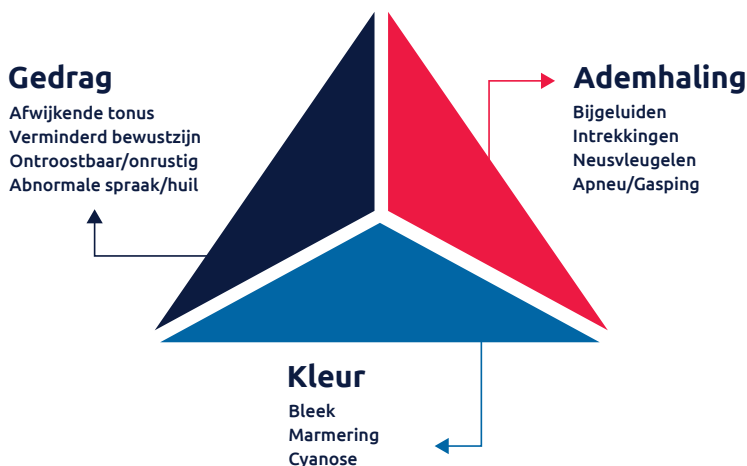
De etiologie en pathofysiologie bij ernstig bedreigde kinderen verschilt van die bij volwassenen. Bij kinderen komt een secundaire circulatiestilstand als gevolg van respiratoir falen, hypoxie of shock (denk aan: verdrinking, trauma, intoxicaties) vaker voor dan een primaire circulatiestilstand door een ritmestoornis. Bij oudere kinderen, adolescenten, kinderen met cardiale afwijkingen en kinderen opgenomen op een intensivereafdeling, komen ritmestoornissen relatief vaker voor.

Herkennen van een ernstig bedreigd kind

De *Paediatric Assessment Triangle* kan gebruikt worden om een ziek kind te screenen op bedreigde vitale functies (de zogenaamde '*quick look*', Figuur 1). Indien het erop lijkt dat op basis van deze '*quick look*' het kind potentieel bedreigd is, moet een systematische beoordeling volgens de ABCD-methodiek onmiddellijk worden uitgevoerd. De ABCD-methodiek wordt gebruikt voor prioriteren en uitvoeren van de benodigde behandeling. De volgende principes zijn hierbij belangrijk:

- Voor elk probleem dat tijdens de beoordeling aan het licht komt, moet de behandeling direct worden ingezet, voordat de beoordeling wordt voortgezet.
- Goede samenwerking binnen het zorgteam is essentieel om de beoordeling en de behandeling zo efficiënt mogelijk te laten verlopen.
- Hoewel ABCD stapsgewijs wordt beschreven, kunnen interventies in de praktijk het beste worden uitgevoerd door meerdere teamleden die op een gecoördineerde manier parallel handelen.
- Beoordeel het effect van elke ingezette behandeling.
- Herbeoordeel het kind frequent en direct bij twijfel over de klinische conditie.
- Voor elke observatie of meting geldt dat de trend belangrijker is dan een enkele meting.

Figuur 1



Het vroeg herkennen van bedreigde kinderen door het gebruik van een scoringsysteem (bv. de *Dutch paediatric early warning score*/Dutch PEWS) in combinatie met tijdige interventie door een spoedinterventieteam (SIT) voor kinderen kan de incidentie van een ademhaling- of circulatiestilstand bij kinderen verlagen. Hierdoor kan de morbiditeit en mortaliteit van vitaal bedreigde kinderen worden verminderd. Ieder ziekenhuis moet een soortgelijk systeem overwegen.

Tekenen van respiratoir falen (A + B)

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

Overweeg gebruik van capnografie, bloedgasanalyse en echografie van de thorax bij de beoordeling van A + B.

Onder bepaalde omstandigheden, waarbij het kind niet in staat is om de ademarheid te verhogen (bv. neurologische aandoeningen, spierziekten en intoxicaties), kan respiratoir falen bestaan zonder bovenstaande tekenen. Ook door uitputting kunnen de tekenen van verhoogde ademarheid minder evident of afwezig zijn.

Tekenen van circulatoir falen (C)

- Tachycardie of bradycardie;
- Afgenomen perifere perfusie (zwakke of afwezige perifere pulsaties, bleekheid, gemarmerde huid en lage huidtemperatuur);
- Verlengde capillaire refill-tijd (echter een normale refill sluit circulatoir falen niet uit);
- Verlaagde bloeddruk (laat teken);
- Afgenomen urineproductie;
- Tekenen van hartfalen zoals: vergrote lever, longcrepitaties, distensie van de vena jugularis, gallopritmie, perifeer oedeem.

Overweeg het meten van serum lactaat en gebruik van echocardiografie om de circulatie te beoordelen.



Tekenen van neurologisch falen (D)

- Verminderd bewustzijn: te beoordelen met behulp van de AVPU (Alert, Verbaal, Pijn, Unresponsive) score of de Glasgow Coma Scale (GCS). Bij een bewustzijnsdaling naar een AVPU-score van P of U of een GCS van <8 of minder worden luchtwegreflexen vaak inadequaet, waarbij ondersteunen van de bovenste luchtweg nodig is;
- Pupilafwijkingen: beoordeel de grootte, symmetrie en reactiviteit op licht van beide pupillen;
- Houdingsafwijkingen: beoordeel of het kind een afwijkende houding aanneemt (strekken, abnormaal buigen, lateralisatie);
- Convulsies en andere abnormale bewegingen.

Controleer de bloedglucose bij elk kind met een veranderd bewustzijn.

Overweeg radiologische beeldvorming bij nieuw ontstane onverklaarde tekenen van neurologisch falen.

Bradycardie is een laat en ominus teken bij respiratoir, circulatoir of neurologisch falen. Verminderd bewustzijn is een laat en ominus tekenen bij respiratoir of circulatoir falen. Overleg, bij twijfel over de behandeling van een vitaal bedreigd kind, laagdrempelig met een kinderintensivist. Overleg ook altijd vroegtijdig bij een kind met een (dreigende) circulatiestilstand.

De behandeling van respiratoir falen

- Open de luchtweg en houd deze open. Zuig eventuele secreties voorzichtig uit.
- Overweeg een orofaryngeale of nasofaryngeale tube bij kinderen die een verminderd kokhalsreflex hebben. Een nasofaryngeale tube kan ook gebruikt worden bij een kind met intact bewustzijn.
- Behandel hypoxemie en voorkom onnodige hyperoxemie.
- Start zuurstoftherapie bij een gemeten saturatie van < 94%.
- Geef geen preventieve zuurstoftherapie aan kinderen zonder hypoxie of zonder actueel of dreigend respiratoir of circulatoir falen.
- Geef wel 100% zuurstof bij een verdenking van (dreigend) respiratoir of circulatoir falen, wanneer een betrouwbare saturatiemeting niet mogelijk is.
- Titreer zuurstofconcentratie naar een saturatie van > 94% met gebruik van zo min mogelijk zuurstof. Onnodige langdurig gemeten saturaties van 100% moeten voorkomen worden. Bouw zuurstof dus actief af.
- Overweeg Positieve Eind-Expiratoire druk (PEEP).
- Overweeg waar mogelijk het vroegtijdig starten van high-flow zuurstof therapie (bv. Optiflow®) of niet-invasieve beademing bij kinderen met respiratoir falen en/of hypoxemie.

- Beadem bij inadequate spontane ventilatie met een passend gezichtsmasker en ballon. Gebruik hierbij zo nodig een orofaryngeale tube, larynxmasker of ander supraglottisch device, gevolgd door endotracheale intubatie en beademing.
- Intubatie en mechanische beademing is de meest betrouwbare manier om getitreerde zuurstof en PEEP toe te dienen en te beademen. Intubatie moet alleen verricht worden als alle benodigde materialen en expertise aanwezig zijn. Orale intubatie met een gecuffte tube heeft bij de acute opvang de voorkeur.

De behandeling van circulatoir falen

- Breng een perifere infuus in. Overweeg hierbij het gebruik van echografie. In een spoedeisende situatie (niet bij reanimatie) moet binnen vijf minuten een infuus geplaatst zijn. Gebruik anders een botnaald.
- Denk bij het inbrengen van een botnaald aan adequate analgesie, als het kind bij bewustzijn is.
- Geef een vochtbolus van 10 ml/kg bij kinderen met tekenen van shock. Herhaal zo nodig de vochtbolus. Bij sepsis is vaak 40-60 ml/kg in het eerste uur van de opvang nodig.
- Gebruik een isotone kristalloïde vloeistof als eerste keus (bv. ringerlactaat).
- Herbeoordeel na elke bolus de klinische toestand van het kind; kijk actief naar tekenen van overvulling en hartfalen.
- Overweeg het gebruik van echografie voor het beoordelen van de vullingstoestand en contractiliteit van het hart.
- Start in een vroeg stadium met inotropen of vasopressoren als een continue infusie via een perifere infuus (gebruik in dit geval een lage concentratie) of centraal veneuze lijn. Titreer de dosis op basis van vastgestelde cardiovasculaire parameters.
- Geef bij een hemorrhagische shock maximaal 20 ml/kg kristalloïden. Schakel zo vroeg mogelijk over op bloedproducten waarbij de focus moet liggen op het behouden van het zuurstoftransport en het optimaliseren van de stolling (1:1 ratio van plasma en erythrocyten, hiernaast trombocyten, fibrinogeen en andere stollingsfactoren overwegen). Geef zo snel mogelijk (zeker < 3 uur na het trauma) tranexaminezuur 15 mg/kg (max. 1 g) aan alle kinderen met ernstig trauma en of significant bloedverlies.

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



De behandeling van neurologisch falen

Neurologisch falen dient snel herkend en behandeld te worden, omdat secundair cerebraal letsel (als gevolg van bijvoorbeeld hypoxie en hypotensie) toeneemt met uitstel van de behandeling.

- Denk bij convulsies aan hypoglykemie, elektrolytafwijkingen (bv. hyper-of hyponatriëmie), intoxicaties, meningitis, hypoxie en/of shock. Behandel convulsies die langer dan vijf minuten duren volgens de NVK-richtlijn.
- Behandel een hypoglykemie met neurologisch falen direct met intraveneuze glucose toediening (3 ml/kg glucose 10%).
- Behandel tekenen van verhoogde intracranieële druk.

Volgorde van handelen

Volgorde van handelen bij basale reanimatie van kinderen door zorgprofessionals

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

2 Kijk of het kind reageert:

- Spreek het kind luid aan. Schud bij geen reactie het kind voorzichtig, bv. aan de schouders.
- Vraag omstanders om hulp.

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 het kind met behulp van de ABCD-methodiek en haal hulp.
- Herbeoordeel het kind frequent.

3b Als het kind niet reageert:

- Als een tweede hulpverlener aanwezig is, belt deze onmiddellijk om professionele hulp (112 of reanimatorieteam). Zet de luidspreker van de telefoon aan.
- Een andere hulpverlener kan een AED halen. Laat het kind in dit stadium niet alleen.
Indien u alleen bent: geef eerst vijf beademingen voordat u zelf alarmeert.
- Draai het kind voorzichtig op de rug.



ZORG VOOR EEN
VEILIGE OMGEVING

Kind reageert niet

Open de luchtweg

Ademhaling niet normaal

Geef 5 initiële
beademingen

Tenzij overtuigende tekenen van leven

15 thoraxcompressies

2 beademingen
15 thoraxcompressies

Kinder-ALS

Roep iemand erbij



TWEEDE HULPVERLENER:

- Roep om professionele hulp (telefoon op speaker)
- Haal een **AED**

- Masker-en-ballonbeademing 100% O₂ (evt. 2-persoonstechniek)
- Anders mond-op-(neus-en-)mond of pocketmasker

INDIEN ALLEEN:

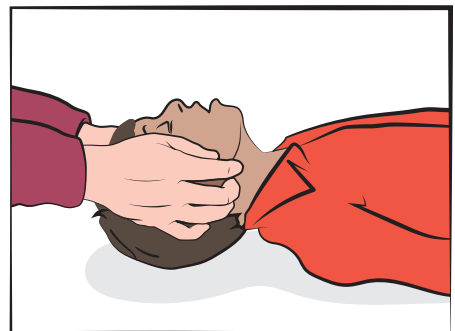
- Roep om professionele hulp (telefoon op speaker)
- Haal en **AED** in geval van plotseling collaps (indien beschikbaar)

- Maak de luchtweg open door het hoofd achterover te kantelen en de kin op te tillen als volgt:
 - ▶ Plaats één hand op het voorhoofd en kantel het hoofd zachtjes naar achteren. Zorg voor een neutrale positie bij de zuigeling en enige extensie van de nek bij het oudere kind;
 - ▶ Plaats tegelijkertijd twee vingers onder het benige gedeelte van de mandibula en til deze op (*head-tilt/chin-lift* manoeuvre). Duw niet op weke delen onder de kin, omdat dit de luchtweg juist kan blokkeren (Figuur 2).
 - ▶ Gebruik de *jaw-thrust* manoeuvre in geval van trauma of als de head-tilt/chin-lift manoeuvre niet effectief is. Plaats de eerste twee vingers van iedere hand aan weerszijden op de ramus van de mandibula en duw deze naar voren (anterior). Indien nodig kantel het hoofd geleidelijk naar achteren totdat de bovenste luchtweg vrij is (Figuur 3).

Figuur 2



Figuur 3



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.
- Beoordelen van de ademhaling is moeilijk. Gedurende enkele minuten na het ontstaan van een circulatiestilstand kan het kind nog trage, irreguliere ademdeugen nemen. Dit is **geen** normale ademhaling.
- Kijk, luister en voel **maximaal** 10 seconden voordat u beslist of het kind normaal ademt. Handel bij twijfel, alsof het kind niet normaal ademt.

- Thoraxbewegingen alleen (zonder dat u ademhaling voelt of hoort) betekenen dat de bovenste luchtweg niet vrij is. Pas dan de hierboven beschreven luchtwegopeningmanoeuvres aan om de luchtweg vrij te maken.

5a Als het kind wel normaal ademt:

- Leg het kind in stabiele zijligging (zie pagina 43). Bij trauma: overweeg immobilisatie van het hoofd en cervicale wervelkolom in de neutrale positie met een vrije bovenste luchtweg.
- Bel om professionele hulp indien dat nog niet is gebeurd.
- Herbeoordeel frequent (bv. elke minuut) of de ademhaling normaal blijft.

5b Als het kind niet normaal ademt:

- Geef 5 beademingen met passend gezichtsmasker en ballon met 100% zuurstof indien beschikbaar. Gebruik hierbij de jaw-thrust-manoeuvre om de bovenste luchtweg vrij te houden.
- Indien u niet in staat bent om met masker en ballon te beademen, beademt u met mond-op-(neus-en-)mondbeademing (zie pagina 32) of met behulp van een pocketmasker.
- Doe niet meer dan vijf pogingen om het kind effectief te beademen.
- Beoordeel de effectiviteit van de beademing **bij iedere poging** door te kijken naar het omhoogkomen van de thorax. Indien het niet mogelijk is om te beademen, is de bovenste luchtweg niet vrij:
 - ▶ Controleer of u de handeling om de luchtweg te openen correct uitvoert, in het bijzonder of u de nek niet overstrekt;
 - ▶ Kijk in de mond van het kind en verwijder zichtbare obstructies. Maak geen blinde of herhaalde pogingen om een vreemd voorwerp te verwijderen.
- Let er tijdens de beademing op of het kind reageert door te kokhalzen of hoesten of andere tekenen van leven toont.
- Ook als het niet lukt om thoraxexcursies te bereiken moet direct worden overgegaan tot thoraxcompressies.

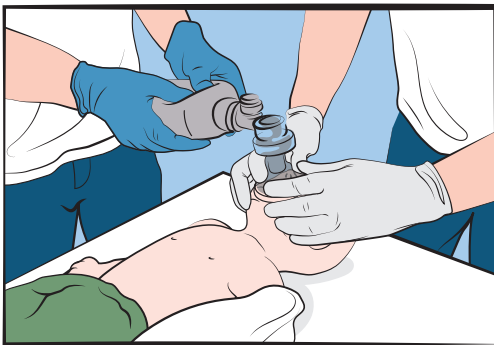


Beademing met gezichtsmasker en ballon (Figuur 4 en 5)

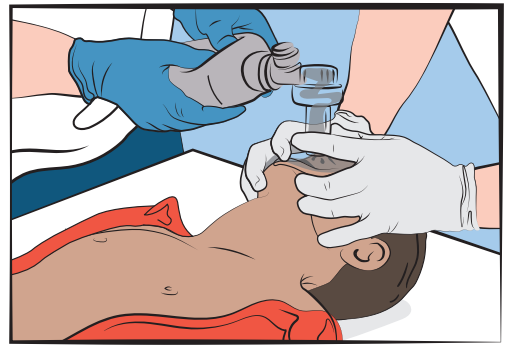
Adequate beademing vereist een goede afsluiting van het masker op het gezicht, de juiste frequentie en inspiratietijd en een adequaat teugvolume.

- Beadem met een inspiratietijd van ongeveer een seconde.
- Zorg ervoor dat de thorax hierbij zichtbaar omhoogkomt. Zo niet, pas de jaw-thrust-manoeuvre aan en controleer op lek rondom het masker. Het is vaak nodig om het hoofd iets achterover te strekken voor een optimale opening van de bovenste luchtweg. De optimale hoofdpositie bij oudere kinderen ligt iets verder naar achteren (meer extensie) dan bij zuigelingen, bij wie een meer neutrale positie vaak beter is.
- Gebruik laagdrempelig de tweepersoonstechniek voor een optimale beademing (een hulpverlener houdt het masker met twee handen en zorgt voor een vrije luchtweg terwijl de andere met de ballon beademt).

Figuur 4



Figuur 5



6a Start thoraxcompressies (tenzij u ervan overtuigd bent dat er tekenen van leven aanwezig zijn)

- Bel eerst om professionele hulp indien dat nog niet is gebeurd. Zet de luidspreker van de telefoon aan en ga door met de volgende stappen terwijl u op een antwoord wacht.
- Start met thoraxcompressies *tenzij* u ervan overtuigd bent dat het kind tekenen van leven toont, zoals spontane beweging, openen van de ogen of hoesten.
- Als het niet mogelijk is om vanuit de positie van het slachtoffer om hulp te bellen, begint men met thoraxcompressies en reanimeert gedurende één minuut alvorens professionele hulp in te schakelen.

6b Als u 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 maar wel adequaat ademhaalt (zie pagina 43).
- Herbeoordeel het kind frequent.

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

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

Thoraxcompressies bij alle kinderen:

De kwaliteit van thoraxcompressies is van essentieel belang. Hulpverleners moeten voor consistente compressies van goede kwaliteit zorgen, waarbij alle onderstaande factoren belangrijk zijn:

- 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 één vingerbreedte hierboven;
- Druk het sternum tot **minstens** een derde van de thorax in (maximaal 6 cm bij het oudere kind). Houd hierbij uw gestrekte arm in een hoek van 90 graden van de thorax. Gebruik indien nodig een bankje of pas de hoogte van het bed aan;
- Geef thoraxcompressies in een frequentie van 100 -120/minuut;
- Laat het sternum na elke thoraxcompressie weer helemaal omhoogkomen voordat u de volgende compressie geeft. Verlies gedurende de thoraxcompressies niet het contact met het sternum.
- Geef thoraxcompressies wanneer mogelijk op een harde ondergrond, maar verplaats het kind alleen als u daarbij de omstandigheden aanzienlijk verbetert (compressiekwaliteit of toegang tot het kind).

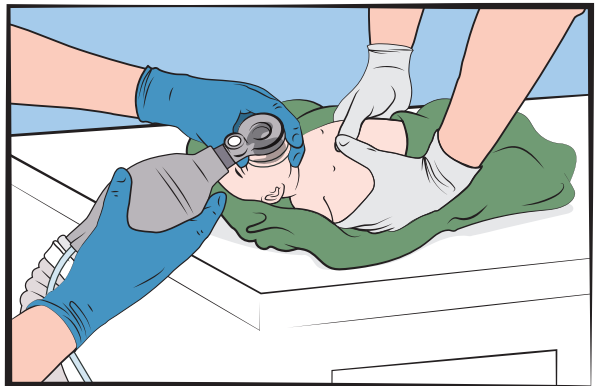


Thoraxcompressies bij zuigelingen:

Professionele hulpverleners dienen bij voorkeur thoraxcompressies te geven met behulp van de zogenaamde twee-duimen-omcirkeltechniek (TDOT), ongeacht het aantal aanwezige hulpverleners (Figuur 6).

- Plaats een duim op de onderste helft van het sternum en plaats de andere duim bovenop de eerste. 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 de zuigeling.
- Zorg dat het sternum na iedere compressie volledig omhoogkomt.

Figuur 6



Alleen wanneer een hulpverlener bovenstaande techniek niet beheerst, drukt men de onderste helft van het sternum in met twee vingers.

Thoraxcompressies bij kinderen ouder dan een jaar:

Gebruik één of twee handen of de TDOT-techniek (zie Figuur 6) afhankelijk van de grootte van het kind ouder dan 1 jaar. Als het met één hand niet mogelijk is om de hierboven beschreven kwaliteitsfactoren te behalen, gebruikt de hulpverlener laagdrempelig beide handen om voldoende druk uit te oefenen.

- 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 (max. 6 cm) (Figuur 7).
- Plaats, afhankelijk van de grootte van het kind, de hiel van de tweede hand bovenop de eerste en vouw de vingers in elkaar (Figuur 8).
- Open de luchtweg na 15 thoraxcompressies en geef 2 beademingen.
- Ga door met het geven van thoraxcompressies en beademingen met een ratio van 15:2.
- Wissel regelmatig de persoon die de thoraxcompressies geeft (minstens iedere twee minuten).
- Verwijder de kleren in dit stadium alleen als deze de reanimatie significant benadelen.

Figuur 7



Figuur 8



8 Onderbreek de thoraxcompressies zo min mogelijk en 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);
- de reanimatie door andere professionele zorgverleners wordt overgenomen;
- het besluit om de reanimatie te staken wordt genomen in teamverband.

Automatische Externe Defibrillator (AED)

Het gebruik van een AED wordt bij alle pre-hospitale (niet-traumatische) kinderreanimaties aanbevolen. Schokbare ritmes komen zelfs bij zuigelingen voor, maar een circulatiestilstand heeft bij hen meestal een niet-cardiale oorzaak, waarbij direct inzetten van een AED de *hands-off*-tijd kan verlengen en hulpverleners kan afleiden van andere essentiële handelingen. Vandaar dat beademing en thoraxcompressies in de meeste gevallen eerst worden opgestart voordat een AED of andere defibrillator wordt aangesloten.

Een uitzondering hierop is het kind of adolescent die plotseling collabeert en/of bij wie een cardiale oorzaak op andere gronden waarschijnlijk is. In dit geval zet u de AED zo spoedig mogelijk in.

Professionele hulpverleners moeten zorgen voor minimale onderbreking van thoraxcompressies rondom het defibrilleren door:

- de defibrillatorpads met minimale of geen onderbreking van de thoraxcompressies aan te brengen;
- thoraxcompressies voort te zetten tot het moment van ritmeanalyse van de AED;
- thoraxcompressies meteen na een schok of niet-schokbesluit van de AED te hervatten.

Volgorde van handelen bij specialistische reanimatie van kinderen

Hieronder wordt de specialistische reanimatie van kinderen stap voor stap beschreven. Men moet zich echter realiseren dat reanimatie altijd in teamverband plaatsvindt en dat met goede samenwerking vele interventies gelijktijdig kunnen verlopen. Reanimatieteams dienen regelmatig te trainen op het gebied van kennis, vaardigheid en alle aspecten van teamwork om de 'choreografie' van het reanimeren te optimaliseren.

Als een kind niet reageert en geen tekenen van leven toont:

Ga door met de basale reanimatie

Zoals hierboven beschreven.

A en B

Beadem met 100% zuurstof

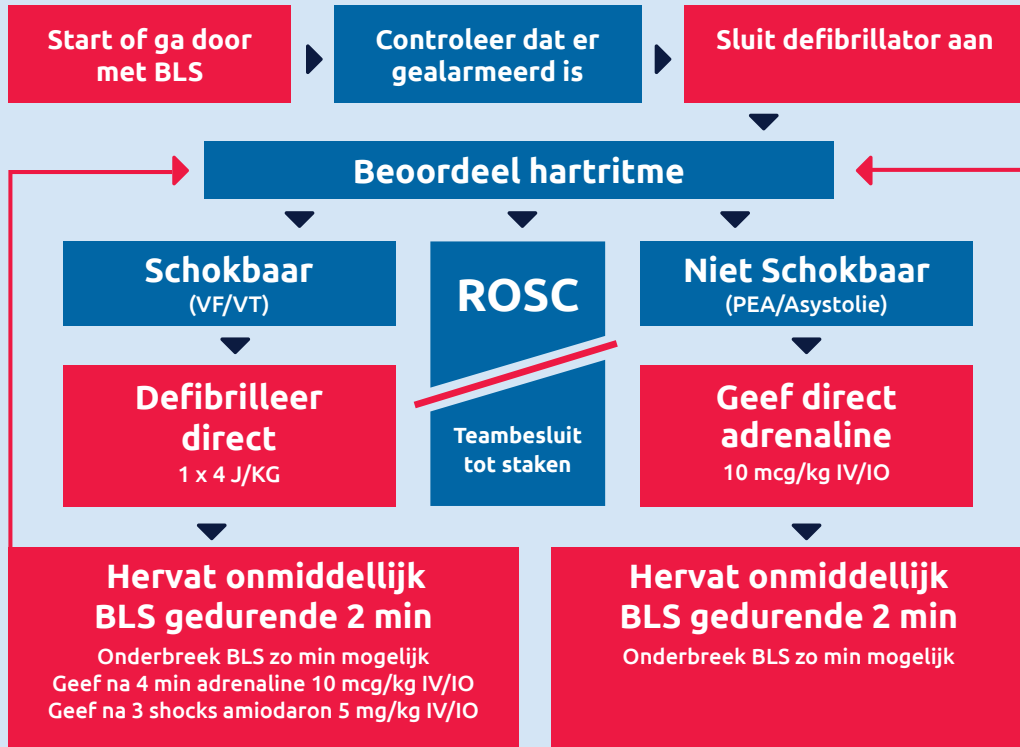
- Beadem met positieve druk met 100% zuurstof met gezichtsmasker en ballon.
- Controleer of de thorax omhoogkomt. Pas waar nodig de luchtwegopeningmanoeuvres aan of gebruik hulpmiddelen om een vrije bovenste luchtweg te waarborgen.

C

Beoordeel het hartritme en kijk naar tekenen van leven

- Sluit direct zelfklevende defibrillatorpads aan. Gebruik, indien de defibrillator nog niet ter plekke is, ECG-elektrodes en plaats deze zodanig dat ze een eventuele defibrillatie niet belemmeren.
- Maak een onderscheid tussen een niet-schokbaar ritme (asystolie of polsloze elektrische activiteit (PEA)) en een schokbaar ritme (ventrikelfibrilleren (VF) of ventrikeltachycardie (VT) zonder output). Bij twijfel moet het ritme als schokbaar worden behandeld.

Specialistische reanimatie van kinderen (Kinder-ALS)



Gedurende CPR:

- Optimale BLS met minimale onderbreking (frequentie, diepte en relaxatie)
- Masker-en-ballonbeademing met 100% O₂ (evt. tweepersoonstechniek). Vermijd hyperventilatie.
- IV/IO toegang
- Herhaal adrenaline elke 3-5 minuten
- Overweeg intubatie met capnografie indien bekwaam
- Herhaal amiodaron 5 mg/kg na de 5^e shock.
- Overweeg na 5 niet succesvolle shocks een hogere energiedosis (tot 8 J/kg, max 360 J) en een andere padpositie
- Na intubatie ononderbroken thoraxcompressies met beademingsfrequentie:
Zuigeling: 25/min 1-8 jr: 20/min
8-12 jr: 15/min >12 jr: 10/min
- Maximumdoses: adrenaline 1 mg; amiodaron 1^e dosis 300 mg, 2^e dosis 150 mg; 1^e x 5 defibrilleren 200 J

Behandel reversibele oorzaken (4 H / 4 T)

- Hypoxie
- Hypovolemie
- Hyper/hypokaliëmie, hypocalciëmie, hypoglykemie etc
- Hypothermie/hyperthermie
- Tension (spannings) pneumothorax
- Tamponade (harttamponade)
- Toxinen (intoxicatie) / iatrogene oorzaken
- Trombose (bv. longembolie / coronaire thrombus)

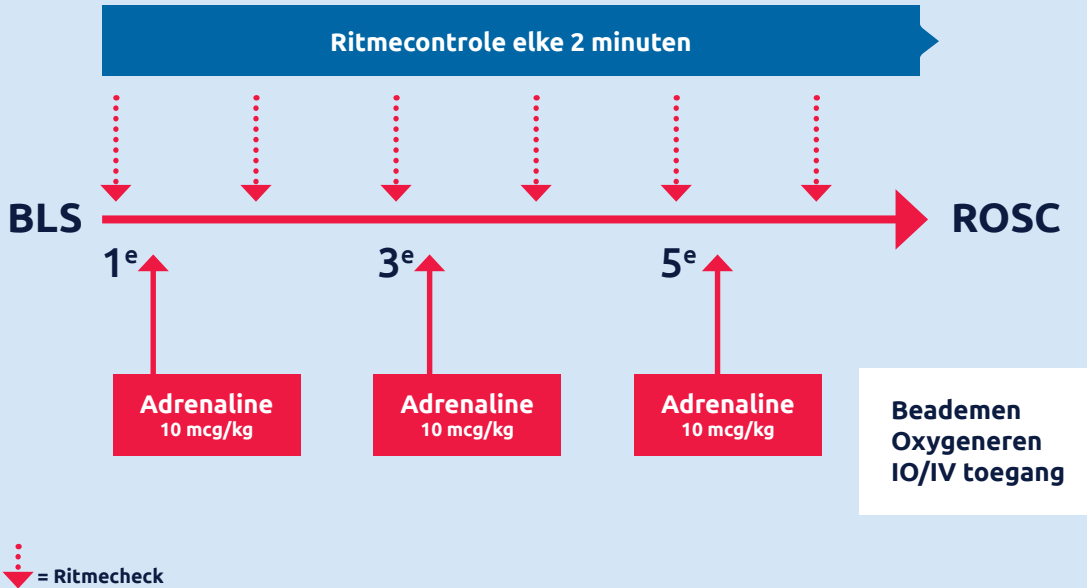
Direct na ROSC

- ABCDE benadering
- SpO₂ 94-98% en normocapnie
- Normotensie
- Behandel de onderliggende oorzaak



PAS HET ALGORITME AAN IN BIJZONDERE SITUATIES (bv. Trauma, Hypothermie)

Circulatiestilstand met een niet-schokbaar ritme (asystolie/PEA)

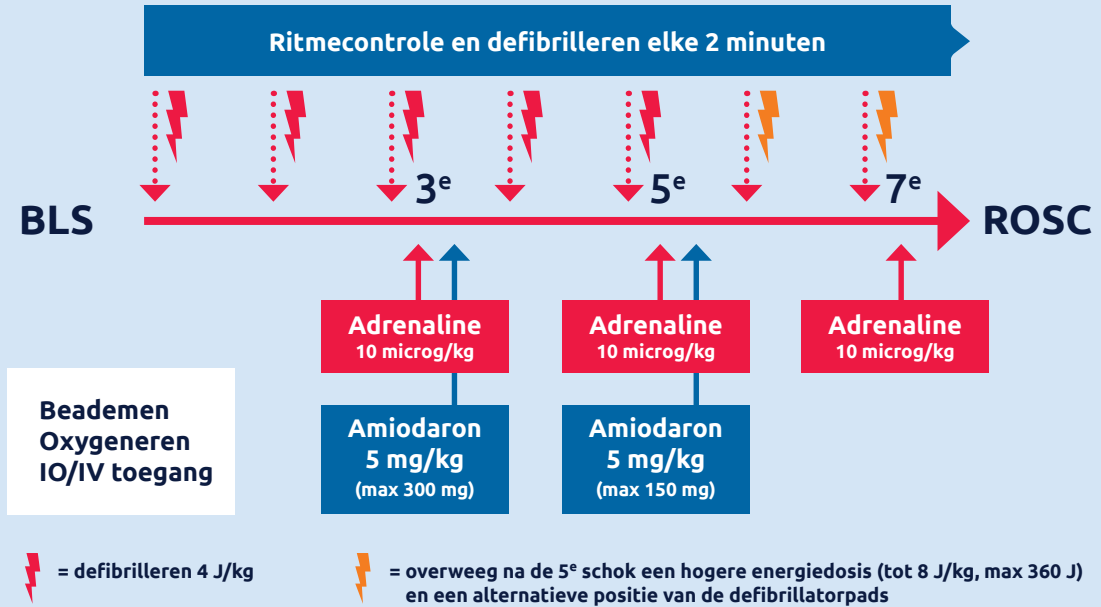


Circulatiestilstand met een niet-schokbaar ritme - asystolie of PEA

Circulatiestilstand met een niet-schokbaar ritme (asystolie of PEA) is de meest voorkomende vorm van circulatiestilstand bij kinderen.

- Zorg zo spoedig mogelijk voor intravasculaire toegang als het kind deze nog niet heeft.
 - ▶ Gebruik hiervoor een intraveneuze toegang of een botnaald. De botnaald is even effectief als, en vaak sneller dan, een intraveneuze toegang.
- Geef zo spoedig mogelijk adrenaline 10 microgram/kg intraveneus of intraossaal (maximaal 1 mg).
- Denk ondertussen aan reversibele oorzaken en behandel deze direct (4 H's en 4 T's, zie onder).
- Herhaal de volgende cyclus:
 - ▶ Beoordeel elke twee minuten het ritme op de monitor.
 - ▶ Herhaal de dosis van 10 microgram/kg adrenaline (max. 1 mg) om de 3 tot 5 minuten zolang de asystolie of PEA persisteert.
- Als circulatiestilstand persisteert en het ritme verandert in VF of VT zonder output, defibrilleer zoals 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 een schokbaar ritme (VF/VT)



Circulatiestilstand met een schokbaar ritme - ventrikelfibrilleren of ventriculaire tachycardie zonder output (VF/VT)

- Defibrilleer onmiddellijk met één schok van 4 J/kg (naar boven afronden, maximaal 200 J) ongeacht de amplitude van VF.
- 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).
- Hervat de reanimatie meteen na de schok met 15 thoraxcompressies zonder eerst het ritme te beoordelen of naar tekenen van leven te zoeken.

Na twee minuten:

- Laad de defibrillator weer op. Ga door met thoraxcompressies en beademing terwijl de defibrillator wordt opgeladen. Onderbreek de thoraxcompressies en beademing zo kort mogelijk om het ritme te bepalen en eventueel te defibrilleren.
- Als VF of VT persisteert, dien een tweede schok toe van eveneens 4 J/kg (max. 200 J).
- Hervat de reanimatie meteen na de schok met 15 thoraxcompressies zonder eerst het ritme te beoordelen of naar tekenen van leven te zoeken.

Na twee minuten:

- Laad de defibrillator weer op. Ga door met thoraxcompressies en beademing, terwijl de defibrillator wordt opgeladen. Onderbreek de thoraxcompressies en beademing zo kort mogelijk om het ritme te bepalen en eventueel te defibrilleren.
- Als VF of VT persisteert, dien een derde schok toe van eveneens 4 J/kg (max. 200 J).
- Hervat de reanimatie meteen na de schok met 15 thoraxcompressies zonder eerst het ritme te beoordelen of naar tekenen van leven te zoeken.
- Geef vier minuten na start van de reanimatie adrenaline 10 microgram/kg (maximaal 1 mg) IV/IO
- Geef na de derde schok amiodaron 5 mg/kg (max. 300 mg) IV/IO. Alle tot hiertoe toegediende schokken tellen hierbij mee.
- Hervat na elke schok direct de thoraxcompressies (dus voordat u medicatie toedient).

Herhaal deze cyclus:

- Geef elke twee minuten een schok van eveneens 4 J/kg.
- Geef elke 3 - 5 minuten adrenaline 10 microgram/kg (max. 1 mg).
- Geef nog één keer amiodaron 5 mg/kg (**max. 150 mg**) na de vijfde schok.

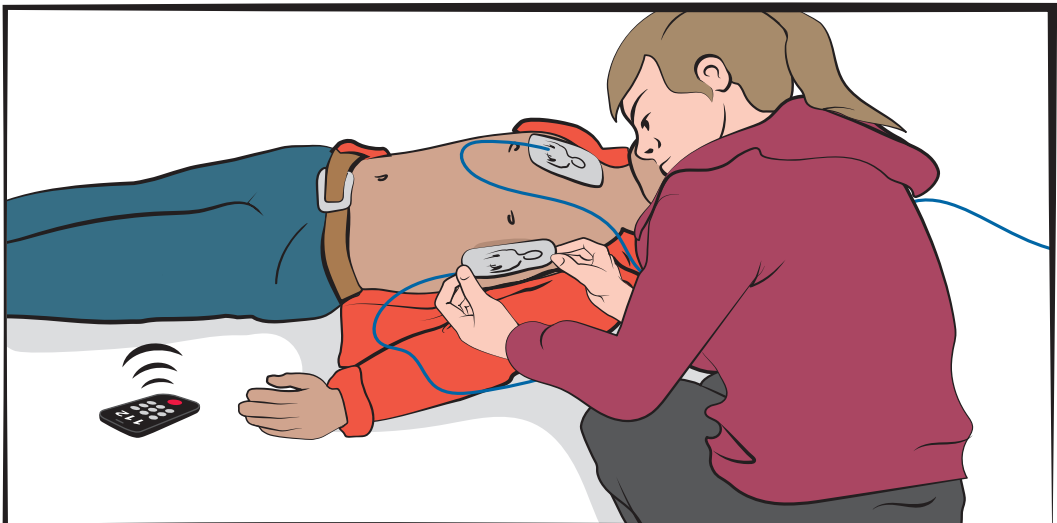
- Indien een schokbaar ritme na 5 pogingen tot defibrilleren persisteert, overweeg een hogere energiedosis (tot 8 J/kg, max. 360 J) voor de volgende pogingen. Overweeg ook een alternatieve positie van de plakelektrodes (bv. anteroposterior i.p.v. anterolateraal – zie onder).

- Denk ondertussen aan en corrigeer reversibele oorzaken (4 H's en 4 T's, zie onder).
- Als asystolie ontstaat, ga door met de reanimatie en volg het algoritme voor circulatiestilstand met asystolie en PEA.
- Als de schok initieel succesvol was, maar VF of VT zonder output terugkeert, hervat direct de reanimatie, geef amiodaron (tenzij twee doses reeds zijn gegeven) 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 (zie pagina 119).

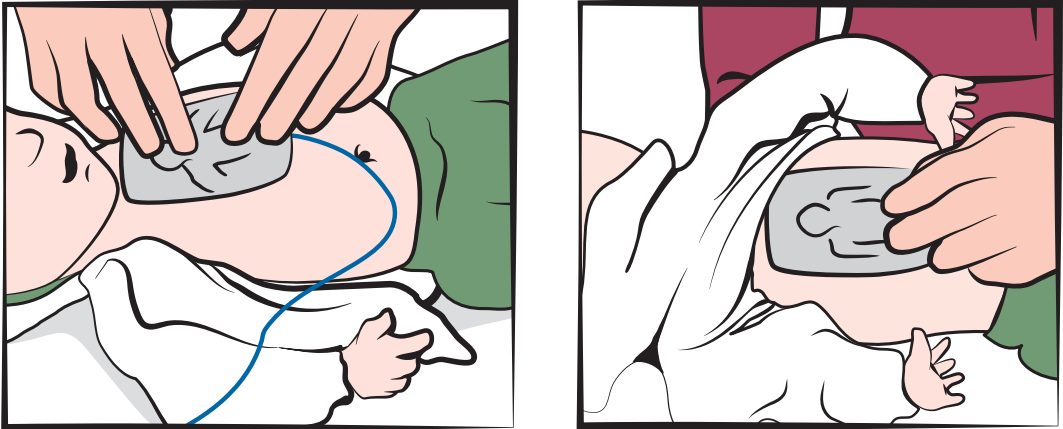
Techniek van defibrilleren

- Het gebruik een manuele defibrillator verdient de voorkeur. Zelfklevende defibrillatorpads dienen overal in Nederland de standaard te zijn.
- Plaats bij oudere kinderen de ene plakelektrode onder de rechter clavicula en de andere in de linker axilla, (Anterolaterale (AL) positie; Figuur 9).
- Plak bij een zuigeling een elektrode op de voorkant van de thorax onmiddellijk links van het sternum en de andere op het midden van de rug tussen de schouderbladen (Anteroposterior (AP) positie; Figuur 10).
- Gebruik bij voorkeur kleinere pads (4,5 cm doorsnee) bij zuigelingen (onder 10 kg) en standaardpads (8-12 cm doorsnee) bij oudere kinderen.
- Het gebruik van defibrillator-paddles wordt afgeraden. Deze worden alleen ingezet bij gebrek aan zelfklevende defibrillatorpads. Druk bij gebruik van paddels deze stevig aan tegen de thorax op dezelfde plaats als hierboven beschreven voor de zelfklevende defibrillatorpads .
- Gebruik een AED als een manuele defibrillator niet beschikbaar is:
 - ▶ Gebruik de standaard AED voor kinderen ouder dan 8 jaar.
 - ▶ Gebruik bij kinderen **jonger dan** 8 jaar en zuigelingen bij voorkeur een voor kinderen aangepaste AED, anders een standaard AED.

Figuur 9



Figuur 10



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

De definitieve behandeling van een circulatiestilstand is het behandelen van de oorzaak. Ongeacht of er sprake is van een schokbaar of niet-schokbaar ritme, moeten de volgende reversibele oorzaken altijd vroeg tijdens de reanimatie overwogen, en zo nodig direct behandeld worden:

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

- Tension (spannings) pneumothorax
- Tamponade (harttamponade)
- Toxinen (intoxicatie) / iatrogene oorzaken
- Trombose (bv. longembolie/coronaire trombus)

Echografie en biochemische bepaling van bloed of beenmerg (bij voorkeur bedside) zijn behulpzaam bij het opsporen van de oorzaak van de circulatiestilstand. Onderbreek thoraxcompressies niet of zo kort mogelijk voor essentieel onderzoek zoals echocardiografie.

Hypoxemie als gevolg van hypoxie of hypoventilatie moet behandeld worden door adequaat te beademen met 100% zuurstof.

Hypovolemie wordt behandeld met één of meerdere intravasculaire bolussen van 10 ml/kg kristalloïd (bv. ringerlactaat, max. 500 ml/bolus). Geef intravasculaire vocht alleen als hypovolemie aannemelijk is of niet kan worden uitgesloten. Vermijd overvulling.

Hyperkaliëmie en andere metabole stoornissen (bv. hypocalciëmie) worden conform bestaande richtlijnen behandeld. Elektrolyetstoornissen en intoxicaties zijn vaak voorkomende oorzaken van VF/VT.

Behandel de hyperkaliëmie met:

- Calciumchloride snel intraveneus: 0,12 mmol/kg (0,2 ml/kg 10% oplossing, max. 8 ml) óf Calciumgluconaat snel intraveneus: 0,12 mmol/kg (0,5 ml/kg 10% oplossing, max. 20 ml);
- Glucose 20% 2,5 ml/kg/uur met insuline 0,05 EH/kg/uur continu intraveneus onder controle van bloedglucose;
- Geef bij ernstige acidose (pH < 7,2) of nierfalen ook natriumbicarbonaat 1 mmol/kg;
- Overweeg na ROSC dialyse, diuretica, vernevelen met salbutamol en gebruik van kaliumbindende stoffen.

Behandel hypocalciëmie met calciumtoediening zoals hierboven beschreven.

Hypoglykemie is zelden een oorzaak van circulatiestilstand, maar aandacht voor de glucosehuishouding is van vitaal belang, met name bij kleine kinderen en zuigelingen.

Ernstige hypoglykemie (< 2,8 mmol/l) wordt met 3 ml/kg 10% glucose behandeld (300 mg/kg). Het doel is een stijging van > 2,8 mmol/l of een waarde van minimaal 5,6 mmol/l. Vermijd hyperglykemie omdat dit de neurologische uitkomst kan verslechteren.

Hypothermie/Hyperthermie

Meet de centrale temperatuur. Hypothermie (< 35 °C) wordt behandeld door snel opwarmen; hyperthermie (> 40 °C) met snel afkoelen van het kind. Bij diepe hypothermie wordt het reanimatieprotocol aangepast (zie onder).

Tension (spannings)pneumothorax moet onmiddellijk worden ontlast met behulp van naaldthoracocentese bij voorkeur in de axilla iets anterior van de midaxillaire lijn in de 4e of 5e intercostale ruimte. De tweede intercostale ruimte in de midclaviculaire lijn blijft een alternatief. Gebruik echografie indien onmiddellijk beschikbaar om de diagnose te bevestigen en de dikte van de thoraxwand in te schatten. Bij trauma mag een spanningspneumothorax laagdrempelig met een thoracostomie behandeld worden. Na ontlasten van een spanningspneumothorax dient een thoraxdrain ingebracht te worden.



Harttamponade wordt bij voorkeur door onmiddellijke (re)sternotomie of thoracotomie behandeld, zeker in het geval van trauma. Een alternatief is (bij voorkeur echogeleide) pericardiocentese.

Tromboembolie, in het bijzonder longembolie, komt bij kinderen vaker voor dan men denkt. Trombolytische therapie (bv. alteplase (r-tPA)) en percutane kathetertechnieken kunnen ook bij kinderen toegepast worden.

Nadere toelichting bij de richtlijnen

Alarmeren

Het is van levensbelang dat hulpverleners bij een circulatiestilstand zo snel mogelijk professionele hulp inschakelen (alarmeren). Bel buiten het ziekenhuis 112. Roep in het ziekenhuis het reanimatieteam op. Het alarmeren en het starten van de reanimatie verlopen idealiter tegelijk:

- roep bij het vermoeden van een vitaal bedreigd kind of een circulatiestilstand direct een collega of omstander erbij;
- vraag een omstander of collega onmiddellijk om te alarmeren. Maak buiten het ziekenhuis gebruik van de luidsprekerfunctie van de telefoon;
- **indien u alleen bent:** geef eerst vijf beademingen voordat u zelf alarmeert. Zet buiten het ziekenhuis de luidspreker van de telefoon aan en ga door met thoraxcompressies, terwijl u op een antwoord wacht. Indien u geen telefoon in de buurt heeft; eerst één minuut CPR voordat u hulp inschakelt.

Een uitzondering op bovenstaand advies is het kind of adolescent die plotseling collabeert, bij wie een ritmestoornis waarschijnlijk is en defibrilleren nodig is. Haal indien beschikbaar een AED of defibrillator erbij tegelijk met alarmeren.

Thoraxcompressies

Ononderbroken kwalitatief goede basale reanimatie is van levensbelang. Onderbreek de thoraxcompressies en ventilatie zo kort mogelijk om het ritme te analyseren en/of te defibrilleren.

Het geven van thoraxcompressies is vermoeiend. Gebruik laagdrempelig twee handen voor compressies ook bij kleinere/jongere kinderen. De teamleider moet de kwaliteit van de thoraxcompressies continu bewaken en teamleden moeten elkaar minstens iedere twee minuten aflossen voor de thoraxcompressies.

Geef bij een geïntubeerde patiënt continu thoraxcompressies in een frequentie van 100-120/min.

Thoraxcompressies bij zuigelingen

Thoraxcompressies met twee vingers (TF) zijn minder effectief en vermoeiender dan met de twee-duimen-omcirkeltechniek (TDOT)-methode, die op bijna alle kwaliteitsindicatoren hoger scoort. De *hands-off*-tijd is vergelijkbaar, zelfs bij een alleenstaande hulpverlener. Professional hulpverleners moeten in de TDOT worden getraind en deze methode toepassen bij een reanimatie. Men moet erbij oppassen dat de thorax volledig omhoogkomt na iedere compressie (*recoil*). De TF-methode wordt alleen aanbevolen voor degenen die de TDOT (nog) niet hebben geleerd.

Beademing tijdens reanimatie

Beademingstechniek

Masker en ballonbeademing is de standaard voor professionals in de initiële fase van de reanimatie.

Gebruik laagdrempelig de tweepersoonstechniek (zie boven) en/of een orofaryngeale tube als deze de beademing verbeteren. Als het zo niet lukt om te beademen, overweeg het gebruik van een larynxmasker of ander supraglottisch device indien u hierin getraind bent.

Bekwame hulpverleners mogen een kind intuberen voor het verkrijgen van een blijvende open luchtweg. Zorg tijdens de intubatie voor geen of minimale onderbreking van thoraxcompressies, beademing en andere handelingen. Bij een reanimatie heeft orale intubatie de voorkeur.

Beademen na intubatie

Het bewijs voor een voordeel van beademen op een lager dan normale frequentie tijdens reanimatie is zwak. Er zijn aanwijzingen dat een hogere frequentie de overleving kan vergroten.

Beadem na intubatie op een laag-normale frequentie voor de leeftijd van het kind, zijnde ongeveer:

- 25/min bij zuigelingen;
- 20/min bij kinderen van 1-8 jaar oud;
- 15/min bij kinderen van 8-12 jaar oud;
- 10/min bij kinderen ouder dan 12 jaar.

Zorg tijdens beademing voor een passende frequentie en adequaat volume en voorkom hyperventilatie. Beoordeel het teugvolume aan de hand van de thoraxexcursies en zorg ervoor dat dit tijdens thoraxcompressies adequaat blijft. Monitor de end-tidal CO₂ (etCO₂) na intubatie.



Reanimatie bij een reeds beademd kind

Disfunctie van de ventilator kan de oorzaak van de circulatiestilstand zijn. Als u zeker weet dat de ventilator goed functioneert, mag de mechanische beademing voortgezet worden. Schakel dan eventuele triggers en supportmodus uit, geef 100% zuurstof en verstel de druklimieten. Beadem bij twijfel met masker en ballon.

End-tidal CO₂-meting

Meting van end-tidal CO₂ (etCO₂) bij een kind met een intacte circulatie, is een goede methode om de plaatsing van de endotracheale tube en de kwaliteit van beademing te controleren. De etCO₂ tijdens circulatiestilstand is in het algemeen laag. Een etCO₂ tijdens reanimatie >15 mmHg (>2 kPa) kan een teken zijn van effectieve thoraxcompressies, maar er is onvoldoende bewijs voor het gebruik van etCO₂ als een monitor van de kwaliteit van reanimatie of bij het besluit om de reanimatie te staken.

Toedieningswegen voor medicatie

Echogeleid inbrengen van een infuus is in ervaren handen snel en effectief mits de benodigde apparatuur direct beschikbaar is.

Schakel snel over op de plaatsing van een botnaald als inbrengen van een infuus moeilijk lijkt. Deze is veilig en effectief. Bij een kind met een circulatiestilstand, mag de botnaald ook als eerste keus worden ingebracht. Via een botnaald kan ook beenmerg voor onderzoek naar onder meer bloedgas, lactaat, elektrolyten en glucose worden afgenomen. Deze analyse kan in een *bedside*-apparaat plaatsvinden.

Flush alle medicatie na toediening bv. met NaCl 0,9%.

De endotracheale toedieningsweg voor medicatie wordt niet aanbevolen.

Medicatie tijdens de reanimatie

Adrenaline

Snelle toediening van adrenaline bij een niet-schokbaar ritme lijkt de overleving te verbeteren. De intravasculaire dosis adrenaline is 10 microgram/kg met een maximum van 1 mg. Tien microgram/kg komt overeen met 0,1 ml/kg van een oplossing van 1 mg in 10 ml (1:10.000) adrenaline. Herhaal deze dosis om de 3-5 minuten. Een hogere dosis of een korter dosisinterval draagt niet bij aan de overleving en kan schadelijk zijn. Na succesvolle reanimatie kan een op het effect getitreerd continu infuus adrenaline nodig zijn.

Andere vasopressoren

Er is weinig bewijs dat andere middelen (bv. vasopressine of terlipressine) effectiever zijn dan adrenaline als eerste vasopressor bij een reanimatie. Het gebruik van die middelen wordt alleen in onderzoekverband aanbevolen.

Amiodaron

Geef bij circulatiestilstand met VF/VT een snelle bolus 5 mg/kg amiodaron (max. 300 mg) na de derde schok. Een tweede dosis van 5 mg/kg (max. 150 mg) wordt gegeven na de vijfde schok. Bij het behandelen van ritmestoornissen zonder circulatiestilstand moet amiodaron langzaam of als een continu infuus worden toegediend wegens het risico op hypotensie. Het gebruik van lidocaïne in plaats van amiodaron wordt in Nederland niet aanbevolen.

Calcium

Routinematig gebruik van calcium verbetert de uitkomst van een circulatiestilstand niet. Calcium wordt alleen bij hypocalciëmie, hypermagnesiëmie, hyperkaliëmie, ernstige overdosering van calciumantagonisten en massale bloedtransfusie geadviseerd.

Natriumbicarbonaat

Natriumbicarbonaat wordt niet routinematig gegeven tijdens een circulatiestilstand, maar heeft een plaats bij hyperkaliëmie en overdosis van tricyclische antidepressiva. Het kan worden overwogen bij ernstige metabole acidose tijdens een langdurige circulatiestilstand. De dosis is 1 mmol/kg langzaam IV/IO (bv. 2 ml/kg natriumbicarbonaat 4,2%).

Herkennen van circulatiestilstand en voelen naar pulsaties

Het vroegtijdig herkennen van circulatiestilstand is vaak moeilijk en in bepaalde situaties (bv. PICU of OK) bijzonder lastig. Neem een snel besluit op basis van alle onmiddellijk beschikbare informatie van klinische evaluatie en monitoring. Bij twijfel handel alsof er een circulatiestilstand is. Thoraxcompressies bij een intacte circulatie zijn zelden schadelijk. Zelfs medische professionals kunnen niet betrouwbaar de aan- of afwezigheid van pulsaties vaststellen bij kinderen. Bovendien zijn thoraxcompressies soms nodig zelfs als pulsaties aanwezig zijn, bv. bij bradycardie met dreigende circulatiestilstand. Professionals moeten circulatiestilstand op basis van alle tekenen van leven constateren, in plaats van te zoeken naar pulsaties.



Pacing

Cardiale pacing is niet effectief bij asystolie of bij ritmestoornissen veroorzaakt door hypoxie of ischemie. Pacing kan effectief zijn bij sinusknopdisfunctie of een hartblok en direct na cardiochirurgie.

Extracorporale CPR (eCPR)

Extracorporale CPR met behulp van extracorporeel life support (ECLS) kan overwogen worden voor kinderen met een circulatiestilstand zonder ROSC. Cruciaal hierbij zijn onder andere:

- De oorzaak van de circulatiestilstand is potentieel reversibel (bv. ritmestoornis, intoxicatie, cardiomyopathie, hypothermie, hyperthermie en pulmonale hypertensie);
- Er is voorafgaande de ECPR adequaat gereanimeerd;
- Een bekwaam ECLS-team is beschikbaar, opdat eCPR zo snel mogelijk gestart kan worden.

Aanwezigheid van ouders

Veel ouders willen bij de reanimatie 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 of andere zorgprofessional. De teamleider van de reanimatie besluit wanneer de reanimatie te staken (dit besluiten de ouders niet). Hij of zij legt de keuze tot stoppen uit met gevoel en begrip. Teamleiders moeten in dit aspect van communicatie worden getraind.

Stoppen van de reanimatie

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

Bij het nemen van een teambesluit om te stoppen moet men meerdere factoren **tegelijk** meewegen waaronder: duur van de reanimatie; oorzaak van de circulatiestilstand; co-morbiditeit; plaats van de circulatiestilstand; of het een *witnessed arrest* betreft; duur van hartstilstand zonder reanimatie; aanwezigheid van een schokbaar ritme; en bijzondere omstandigheden (bv. verdrinking in ijskoud water, intoxicaties).

De volgende factoren mogen **niet afzonderlijk** worden gebruikt als argument om te stoppen: serumkalium; serumlactaat; etCO₂; bloeddruk tijdens reanimatie; cerebrale zuurstofsaturatie; EEG; echografische afwezigheid van cardiale contracties; pupilreacties; temperatuur; co-morbiditeit; oorzaak van de circulatiestilstand. Het besluit berust altijd op een combinatie van factoren.

Door middel van een 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 te hebben uitgesloten, of adequaat te hebben behandeld;
- een kerntemperatuur < 32 °C;
- persisterend VF/VT;
- anafylaxie.

In geval van twijfel over het al dan niet stoppen van de reanimatie, overlegt men wederom met een kinderintensivist.

Inschatten van het gewicht en cognitieve hulpmiddelen

Inschatten van het gewicht van het kind met behulp van een formule op basis van de leeftijd en inschatten van het gewicht 'met de natte vinger' door professionals zijn onnauwkeurig. Methodes die gebruik maken van de lengte van het kind (bv. het PRIL-lint) zijn beter, met name methodes waarbij het postuur van het kind in de inschatting mee wordt genomen. De ouders weten vaak nog beter hoeveel het kind weegt.

Cognitieve hulpmiddelen, bv. apps, computerprogramma's en voorgedrukte bladen met fysiologische data en doseringen, kunnen medicatie- en andere fouten voorkomen.



Reanimeren van kinderen in bijzondere situaties

Hieropvolgend beschrijven wij enkele bijzondere situaties die aanvullingen op het standaardreanimatieprotocol vereisen.

Witnessed arrest met VF/VT zonder output aan de monitor

De volgorde van handelen wordt aangepast voor een kind dat een witnessed arrest met een schokbaar ritme krijgt terwijl het aan een ECG-monitor ligt én onmiddellijk gedefibrilleerd kan worden (bv. op de hartkatheterisatiekamer of de intensive care). Dit is de zogenaamde 'drieschokkenstrategie'.

- Geef maximaal drie schokken van 4 J/kg snel achter elkaar. Beoordeel na elke kortdurende het ritme op de monitor en dien zo nodig nog een schok tot een maximum van drie.
- Als na drie schokken VF/VT persisteert, start direct met 15 thoraxcompressies afwisselend met twee beademingen en geef zo snel mogelijk amiodaron 5 mg/kg indien dit niet eerder is toegediend.
- Volg hierna het standaardalgoritme met één schok om de twee minuten en het toedienen van adrenaline na 4 minuten.

Pulmonale hypertensie

Kinderen met pulmonale hypertensie hebben een verhoogd risico van een circulatiestilstand. Behandel een pulmonale hypertensieve crisis met speciale aandacht voor een hoge concentratie zuurstof en hyperventilatie/alkalose om de longvaatweerstand te verlagen. Start specifieke pulmonale vasodilatoren (bv: NO-beademing, sildenafil IV/IO en epoprostenol IV/IO/verneveld) zodra deze beschikbaar zijn.

Indien circulatiestilstand optreedt, wordt het standaard reanimatieprotocol gevolgd met aanvulling van therapie gericht op pulmonale vasodilatatie. Beadem met normale volumina en frequentie voor de leeftijd. Overweeg vroegtijdig eCPR.

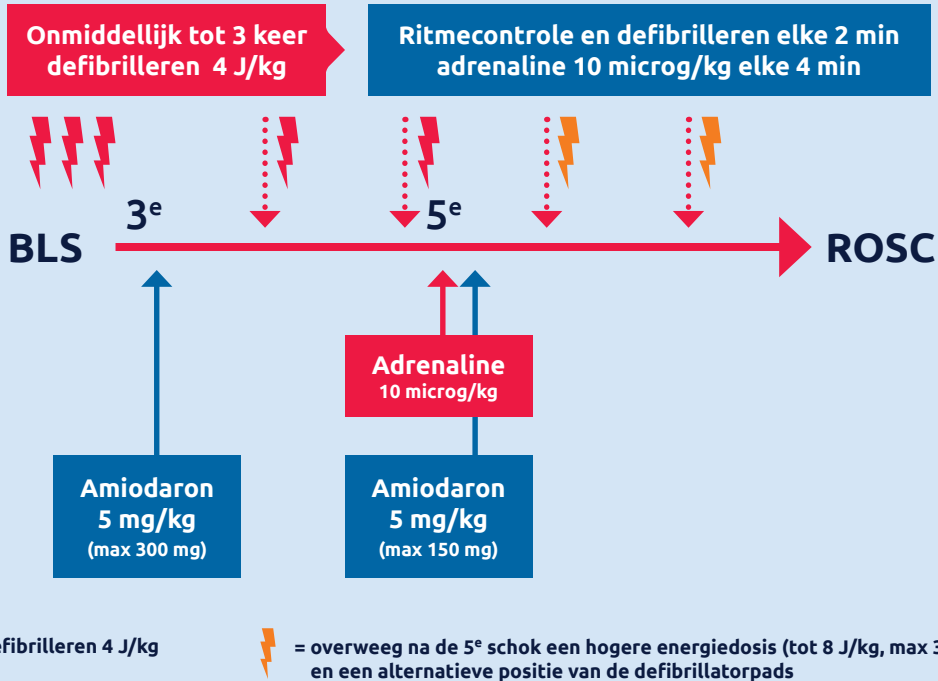
Hypothermie

Bij hypothermie met een kernlichaamstemperatuur van $< 35^{\circ}\text{C}$ wordt de reanimatie aangepast als volgt:

Lichaamstemperatuur $< 30^{\circ}\text{C}$:

- Geef geen adrenaline of amiodaron;
- Voer drie pogingen tot defibrilleren uit volgens het standaardprotocol. Stel verdere schokken uit als VF/VT na 3 schokken persisteert, totdat de kerntemperatuur $> 30^{\circ}\text{C}$ is.

Witnessed arrest met een schokbaar ritme (VF/VT) bij aangesloten defibrillator



Lichaamstemperatuur 30-35 °C:

- Defibrilleer volgens het standaardprotocol;
- Geef de eerste dosis adrenaline en amiodaron volgens het standaardprotocol en verdubbel het dosisinterval (bv. adrenaline á 8 minuten).

Boven 35 °C wordt het standaardreanimatieprotocol gebruikt.

Verdere aandachtspunten bij hypothermie zijn:

- Controleer tekenen van leven gedurende maximaal een minuut. Bij twijfel start reanimatie.
- Intubeer het kind zodra de benodigde apparatuur en expertise aanwezig zijn.
- Thoraxcompressies kunnen moeilijk zijn door stijfheid van de koude thorax.
- Warm het kind snel op. Verwarm intraveneuze vloeistoffen en beademingsgassen om verdere afkoeling te voorkomen. Overweeg inwendig opwarmen bij voorkeur door middel van ECLS.

- Hypothermie in combinatie met asfyxie, zoals bij verdrinking, heeft een slechte prognose. Langdurig reanimeren met ECLS kan 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. Overweeg een hypotherm kind met een circulatiestilstand zo mogelijk naar een centrum met eCPR-faciliteiten te vervoeren.

Hyperthermie

Een kerntemperatuur > 40 °C kan tot een circulatiestilstand leiden. Naast reanimatie volgens het standaardprotocol is agressief koelen cruciaal. Dit kan middels koudwaterimmersie van het gehele lichaam, oppervlakkig spoelen met koud water (20 °C), koeldecken/jas en/of ijs-packs in de nek, oksels en liezen. Gestreefd wordt naar een temperatuur < 39 °C. Intravasale volumesuppletie wordt aanbevolen met controle van elektrolyten en voorkomen van overvulling.

Verdrinking

Begin de reanimatie zodra het veilig is. Overweeg ventilatie zonder, of met intermitterende thoraxcompressies totdat volledige CPR mogelijk is (bv. als het kind nog deels in het water ligt).

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 een seconde kunnen nodig zijn;
- Gebruik prehospitaal een AED. Droog de borst af voor het aanbrengen van de zelfklevende defibrillatorpads;
- Intubeer het kind zodra de benodigde apparatuur en expertise aanwezig zijn. Beademing met hoge positieve eind-expiratoire druk (PEEP) kan nodig zijn;
- Ledig de maag met een maagsonde;
- Overweeg eCPR.

Traumatische circulatiestilstand

De prioriteit bij reanimeren bij een traumatische circulatiestilstand ligt bij het zoeken naar behandelbare oorzaken waarvan de meest voorkomende zijn: **Hypovolemie**, hyp**O**xie/asfyxie, spanningspneumo**T**horax en hart**T**amponade (samengevat in het acronym HOTT, zie ook de 4H's en 4T's).

- Zoek naar, en staak uitwendige bloeding door direct druk uit te oefenen op de wond. Gebruik een tourniquet bij oncontroleerbaar bloedverlies van een extremiteit.
- Behandel hypovolemie met snelle toediening van bloedproducten om hemostase te behouden of herstellen (bv. 1:1 erythrocyten:plasma met toevoeging van trombocyten).
- Geef tranexaminezuur 15 mg/kg (max. 1g) aan ieder kind met bloedtransfusiebehoefte.
- Gebruik de AED **alleen** waar een schokbaar ritme waarschijnlijk is, bv. na elektrocutie.
- Overweeg thoracotomie (op de SEH of prehospital) met name ingeval van penetrerend trauma.
- Voorkom onnodige bewegingen van de wervelkolom, maar dit mag de reanimatie **nooit** belemmeren.

Post-hartchirurgie

Bij een kind in de direct postoperatieve periode na hartchirurgie ligt de prioriteit in geval van een schokbaar ritme bij defibrilleren (3 schokken achter elkaar) en in geval van asystolie of extreem bradycardie bij pacing *boven* het direct starten van thoraxcompressies. Start thoraxcompressies als deze handelingen ineffectief zijn. Sluit direct andere veel voorkomende oorzaken van circulatiestilstand na hartchirurgie uit waaronder spanningspneumothorax, tamponade, elektrolyetstoornissen en hypovolemie. Thoraxcompressies bij een open sternum zijn ineffectief. Overweeg in dit geval direct open hartmassage met aandacht voor steriliteit en extreem voorzichtigheid om cardiale structuren in het recente operatiegebied niet te beschadigen.

Overweeg rethoracotomie vroeg met name bij PEA, maar ook bij andere ritmes als bovenstaande maatregelen ineffectief zijn.

Geef adrenaline in de direct postoperatieve periode weloverwogen, en bij voorkeur in overleg met een expert, gezien adrenaline in deze setting ernstige bijwerkingen kan hebben.

Post-reanimatie behandeling

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 circulatie en het beperken van secundaire schade aan vitale organen zoals nieren en hersenen. Onderstaande aanbevelingen zijn gericht **op het eerste uur na ROSC**.



Oxygenatie en ventilatie

Bepaal direct na ROSC de bloedgassen. Zowel hyper- en hypoxemie als hyper- en hypocapnie kunnen na reanimatie schadelijk zijn. Titreer de geïnspireerde zuurstofconcentratie bij de meeste kinderen om een zuurstofsaturatie te behouden tussen de 94 en 98%. Beadem met een frequentie en teugvolume om normocapnie te krijgen (aan de hand van frequente bloedgasanalyse en etCO_2). Uitzonderingen zijn kinderen met afwijkende prearrest zuurstofsaturatie en/of gemeten bloedgaswaardes (bv. cyanotische hartafwijking of chronische hypercapnie). Streef in zulke gevallen naar normaalwaardes voor het desbetreffend kind.

Circulatie

Myocarddysfunctie komt vaak voor na reanimatie. Getitreerde doses van intravasculaire vulling (10 ml/kg), inotropica (bv. adrenaline) en vasoactieve middelen (bv. noradrenaline, milrinon) kunnen de circulatie verbeteren. Gebruik lage concentraties van vasoactieve middelen wanneer deze via een perifeer infuus worden toegediend. Voorkom hypotensie; handhaaf een systolische bloeddruk in ieder geval boven het 5^e percentiel voor leeftijd. Monitor de klinische tekenen van circulatie en bepaal zo snel mogelijk arterieel lactaat en centraal veneuze saturatie.

Temperatuur

Voorkom een lichaamstemperatuur $> 37,5\text{ }^\circ\text{C}$, alsook ernstige hypothermie ($< 32\text{ }^\circ\text{C}$).

Glucose

Hypo- en hyperglycemie zijn schadelijk na een reanimatie. Bepaal zo snel mogelijk de bloedglucose. Geef bij een bloedglucose $< 2,8\text{ mmol/l}$ 3 ml/kg glucose 10% en start een onderhoudsinfuus.

Neuroprognosestelling

Er is nog geen prognostisch model voor kinderen na een circulatiestilstand. Multiple factoren moeten worden overwogen tijdens een multidisciplinair overleg bij voorkeur minstens 72 uur na de circulatiestilstand, waaronder: pre-arrest (bv. medische voorgeschiedenis), peri-arrest (bv. oorzaak en duur van de circulatiestilstand, of het een witnessed arrest betreft met of zonder bystander BLS, het ritme: schokbaar of niet-schokbaar) en post-arrest factoren (bv. klinisch neurologisch onderzoek, EEG, beeldvorming hersenen). Hierbij kunnen een kinderneuroloog en kinderradioloog belangrijke partners zijn.

Levensbedreigende ritmestoornissen; tachycardie met smal of breed QRS-complex

De volgende aanbevelingen gelden voor een kind in **ernstige, gedecompenseerde shock** op basis van een ritmestoornis, met tekenen van leven:

- Zorg voor een open luchtweg, dien 100% zuurstof toe en beadem indien nodig.
- De behandeling van eerste keuze is synchrone cardioversie 1 J/kg, ongeacht of het een supraventriculaire of ventriculaire tachycardie betreft (resp. SVT met meestal een smal QRS-complex of VT met een breed QRS-complex). Verdubbel de energie bij iedere poging tot een maximum van 4 J/kg (d.w.z. 1 - 2 - 4 J/kg). Indien het kind nog bij bewustzijn is, zorg voor adequate analgoesedatie (bv. IV/IO of nasaal ketamine, midazolam of fentanyl).
- Overleg zo snel mogelijk met een kindercardioloog. Andere anti-aritmica (bv. amiodaron) zijn mogelijk geïndiceerd bij SVT/VT die na 3 cardioversiepogingen persisteert of opnieuw optreedt na succesvolle cardioversie.

Bij SVT **zonder** ernstige, gedecompenseerde shock kunnen vagale manoeuvres (bv. ijswater of de Valsalva-manoeuvere) worden geprobeerd. Geef vervolgens bij uitblijven van effect adenosine IV 100-200 microgram/kg (zuigelingen 200 microgram/kg; alle leeftijden max. 6 mg) als een snelle bolus via een goed infuus gevolgd door een flush NaCl 0.9%. Geef bij geen effect opnieuw adenosine IV 300 microgram/kg (max. 12 mg). Wacht minstens 1 minuut tussen toedieningen. Laat een ritmestroom lopen tijdens de toediening voor verdere diagnostiek. Adenosine wekt een kortdurend (< 10 seconde) blokkade van de atrioventriculaire knop met ventriculaire asystolie en is relatief gecontra-indiceerd bij kinderen met een pre-existente ritmestoornis, na harttransplantatie of met ernstig astma.

Een breedcomplex tachycardie is bij kinderen meestal een VT maar kan ook een SVT zijn. Bij twijfel kunnen vagale manoeuvres worden geprobeerd bij het kind zonder ernstige, gedecompenseerde shock. Behandel anders bij twijfel als VT. Overleg vroeg met een kindercardioloog. Anti-aritmica (bv. amiodaron) met of zonder cardioversie zijn vaak geïndiceerd. Geef bij torsade de pointes magnesiumsulfaat IV 50 mg/kg (max. 2g) in enkele minuten.

Bij alle ritmestoornissen geldt dat zoeken naar en corrigeren van uitlokkende factoren (bv. elektrolyetstoornissen of intoxicaties) een essentieel onderdeel van de behandeling is.

