

# Hoofdstuk 6

## Opvang van circulatiestilstand

### Leerdoel

In dit hoofdstuk leer je

- hoe de ritmes te herkennen die bij een cardiaal circulatiestilstand optreden en hoe advanced life support uit te voeren

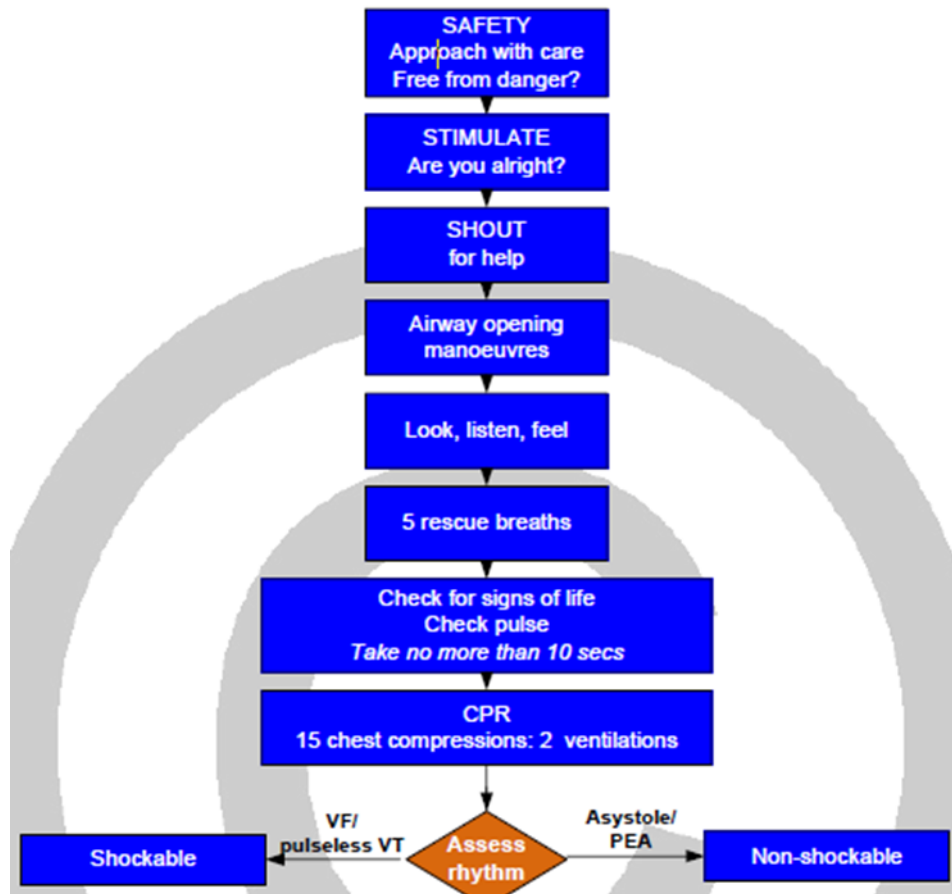
### 6.1 INLEIDING

Een circulatiestilstand is opgetreden wanneer er geen effectief hartdebiet is. Alvorens enige specifieke therapie op te starten, moet correcte basic life support uitgevoerd worden zoals beschreven in hoofdstuk 4.

Vier ritmes die aanleiding geven tot circulatiestilstand worden in dit hoofdstuk beschreven.

1. Asystolie
2. Polsloze elektrische activiteit (waaronder elektromechanische dissociatie)
3. Ventrikelfibrillatie
4. Polsloze ventrikeltachycardie

Deze vier ritmes worden onderverdeeld in twee groepen: twee die geen defibrillatie nodig hebben (“niet shockbaar”), en twee die wel defibrillatie nodig zullen hebben (“shockbaar”). Het algoritme van circulatiestilstand wordt getoond in figuur 6.1.



**Figuur 6.1.** Algoritme circulatiestilstand

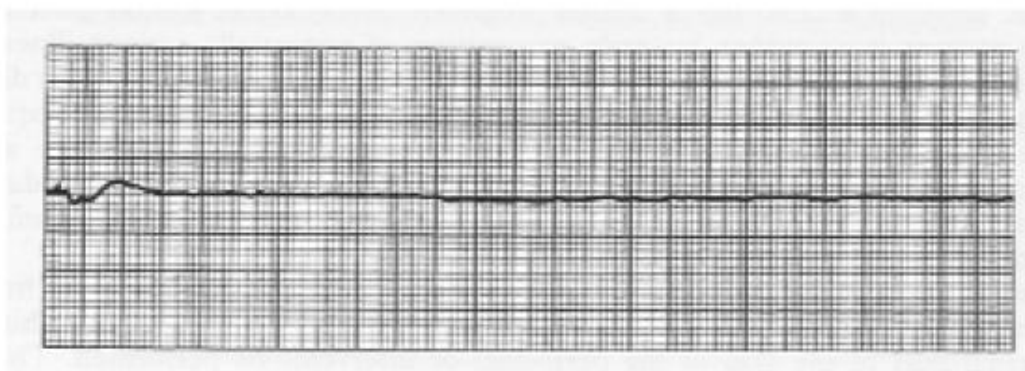
## 6.2 “NIET SHOCKBARE” RITMES

Deze omvatten de asystolie en pulsloze elektrische activiteit.

### Asystolie

Asystolie is het meest voorkomende ritme bij kinderen met circulatiestilstand. Dit komt doordat langdurige ernstige hypoxie en acidose in het jonge hart een progressieve bradycardie veroorzaken die leidt tot asystolie.

Door middel van het ECG zal je asystolie van ventrikelfibrillatie, ventrikeltachycardie en pulsloze elektrische activiteit kunnen onderscheiden. Op ECG presenteert een asystolie zich als een bijna vlakke rechte lijn; soms zijn er P-golven zichtbaar. Kijk steeds goed na dat dit ECG



**Figure 6.2.** Asystole

beeld niet veroorzaakt wordt door een artefact, zoals een losse draad of elektrode. Maximaliseer de complexen op de monitor.

### **Polsloze elektrische activiteit (PEA)**

In dit geval zijn er geen levenstekens of voelbare pulsaties aanwezig, ondanks de aanwezigheid van herkenbare complexen op het ECG, die normaal wel pulsaties produceren. PEA wordt op dezelfde manier behandeld als asystolie en treedt vaak net voor de asystolie op.

PEA kan optreden door een herkenbare en omkeerbare oorzaak. Bij kinderen na trauma, is de oorzaak vaak omkeerbaar, zoals een ernstige hypovolemie, een spanningspneumothorax of een pericardtamponade. PEA wordt ook gezien bij hypothermie en bij patiënten met elektrolytenstoornissen zoals hypocalcemie bij intoxicatie met calciumblokkers. Zeldzaam bij kinderen is massieve pulmonale trombo-embolie de oorzaak.



**Figure 6.3.** Pulseless Electrical Activity (PEA)

### **Opvang van asystolie/PEA**

Het meest essentiële is **onmiddellijk effectieve beademingen en thoraxcompressies** uit te voeren. Beademingen voeren we uit via kapbeademing met masker en ballon, met hoge concentratie zuurstof. Zorg ervoor dat de luchtweg open is, eerst via een openingsmanoeuvre, nadien stabilisatie met een hulpmiddel (mayocanule).

Geef effectief uitgevoerde thoraxcompressies a rato van 100-120 compressies per minuut, met een massage-ventilatieverhouding van 15:2. De borstkas moet minstens één derde van de antero-posterieure diameter worden ingeduwd. Schakel de monitor aan en **beoordeel het ritme**.

We beschrijven de procedures om de luchtweg te stabiliseren en een toegangsweg te verkrijgen na elkaar, maar ze kunnen simultaan uitgevoerd worden, onder leiding van een deskundige leider van het reanimatieteam.

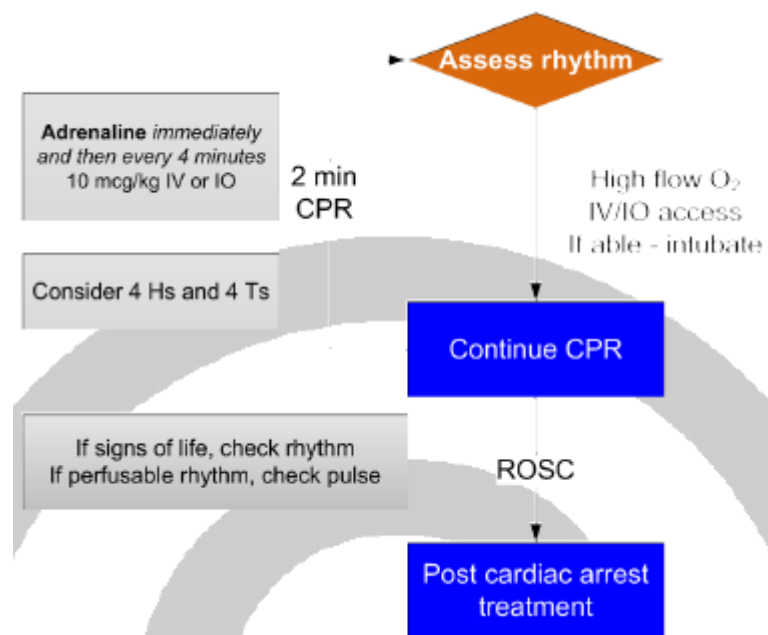
Als je asystolie of PEA herkent op de monitor, geef dan **adrenaline 10 µg/kg IV of IO**. Adrenaline is de eerste keuze bij asystolie. Via  $\alpha$ -adrenerg gemedieerde vasoconstrictie, zal het tijdens thoraxcompressies de diastolische druk in de aorta doen toenemen, met als resultaat een verbeterde coronaire perfusie en een betere doorstroming van zuurstofrijke bloed naar het hart. Het doet tevens de contractiekracht van het hart toenemen, en stimuleert spontane contracties met een stijging in het hartritme. De intraveneuze of intraosseuze dosis is 10mcg/kg (0,1ml/kg van een 1/10.000 oplossing). Heeft het kind geen intraveneuze toegangsweg, dan wordt de intraosseuze route aangeraden. Een centrale lijn is een zekerder lange termijn route, maar biedt

overigens geen voordeel tegenover IO of perifeer veneuze toegang. In alle gevallen wordt na de dosis adrenaline een flush met fysiologisch serum gegeven (2–5 ml).

Als het niet mogelijk is een IV toegangsweg te bekomen, dan kan je eventueel de tracheale tube gebruiken. Het is beter deze route te vermijden omdat de opname erg onvoorspelbaar is en adrenaline langs endotracheale weg voorbijgaande  $\beta$ -adrenerge effecten kan geven, met verminderde coronaire perfusie tot gevolg. Als je toch de endotracheale route gebuikt, vertienvoudig dan de dosis (100mcg/kg). Injecteer de medicatie snel via een smalle suctiekatheter met de tip voorbij het uiteinde van de tube. Hierop volgt een flush van 1 of 2 ml fysiologisch serum.

Zo spoedig mogelijk volgt **intubatie** door een ervaren hulpverlener. Dit controleert en beschermt de luchtweg, en maakt het mogelijk thoraxcompressies continu verder te geven, wat de coronaire perfusie verbetert. Zowel gefuete als ongefuete ETT (endotracheale tubes) zijn aanvaardbaar bij zuigelingen en kinderen voor dringende intubatie (zie Hoofdstuk 5 en 20). Na de intubatie ga je zonder onderbreking verder met thoraxcompressies, en beadem je het kind met een frequentie van 10-12 keer per minuut. Het is belangrijk dat de leider van het reanimatieteam in de gaten houdt dat de beademingen effectief blijven, als overgegaan wordt op continue thoraxcompressies.

Het protocol voor asystolie en PEA wordt getoond in figuur 6.4.



**Figuur 6.4.** Protocol bij asystolie en PEA

Tijdens en na de toediening van adrenaline moeten de thoraxcompressies en de beademing ononderbroken verder gegeven worden. Het is van levensbelang dat thoraxcompressies en beademing ononderbroken verder gegeven worden tijdens het APLS-protocol. De enige reden om BLS te onderbreken is het toedienen van een elektroshock (wanneer nodig) en bij het controleren van het ritme. Het kan noodzakelijk zijn kortstondig te onderbreken bij een

moeilijke intubatie. Het uitvoeren van thoraxcompressies is vermoeiend; de teamleider moet regelmatig nakijken om de paar minuten de hulpverlener vervangen en continu controleren dat de beoogde frequentie (100-120/' en de juiste diepte (1/3 van de antero-posterieure diameter) worden aangehouden.

Elke **twee** minuten volgt een korte pauze in de thoraxcompressies om snel het ritme op de monitor te evalueren. Wanneer het kind in asystolie blijft, wordt CPR verder gegeven en ondertussen snel de elektrodes en draden gecheckt. Indien er een herkenbaar ritme is, kijk dan na of er levenstekenen of pulsaties zijn. Als de spontane circulatie is teruggekeerd (ROSC: return of spontaneous circulation), ga dan voort met de postreanimatie zorg, verhoog de ventilatiefrequentie naar 12-20 ademhalingen per minuut. Wanneer er geen tekens van leven of voelbare pulsaties zijn, vervolg dan het protocol. Geef elke 4 minuten (3-5 min) een volgende dosis adrenaline van 10 µg/kg.

## Omkeerbare oorzaken

Denk tijdens CPR steeds aan omkeerbare of reversibele oorzaken en als je ze vindt, corrigeer ze dan. Baseer je hiervoor op hoe het arrest ontstaan is, de gekende voorgeschiedenis van het kind en alle aanwijzingen die je vindt tijdens de reanimatie. De oorzaken van circulatiestilstand bij zuigelingen en kinderen zijn velerlei, maar de meest voorkomende gemeenschappelijke syndromen zijn hypoxie en hypovolemie.

Alle oorzaken zijn terug te vinden in de 4 H's en 4 T's:

**Hypoxie** is de belangrijkste oorzaak van circulatiestilstand op de kinderleeftijd en het corrigeren ervan vormt de sleutel tot een succesvolle reanimatie

**Hypovolemie** speelt een grote rol bij arrest geassocieerd aan trauma, anafylaxie en sepsis en wordt gecorrigeerd door vochttoediening (zie hoofdstuk 13)

**Hyperkaliaemie**, hypokaliaemie, hypocalcemie en andere metabole afwijkingen kan je vermoeden bij bepaalde onderliggende aandoeningen van het kind (bijv. renaal falen), onderzoeken gedaan tijdens de reanimatie of ECG afwijkingen (zie appendices A en B). IV calcium (0.3ml/kg calciumgluconaat 10%) kan geïndiceerd zijn bij hyperkaliaemie, hypocalcemie en intoxicatie met calciumblokkers

**Hypothermie** treedt vaak op bij verdrinking, correctie wordt behandeld in hoofdstuk 19. Om het vast te stellen heb je een lage-temperatuur thermometer nodig.

**Spanningspneumothorax (Tensionpneumothorax)** en **harttamponnade** treden vaak geassocieerd aan PEA op bij trauma (zie hoofdstuk 14)

**Toxische stoffen**, accidenteel ingenomen of bij suïcidepogingen, kunnen soms gecorrigeerd worden door antidota. (Appendix H)

**Trombo-embolie** treedt bij kinderen minder op dan bij volwassenen.

## De dosis adrenaline

Adrenaline wordt al jarenlang gebruikt, hoewel er nooit placebogecontroleerde studies uitgevoerd werden bij kinderen. Bij volwassenen toonde een prospectieve gerandomiseerde studie betreffende medicatie bij reanimatie waaronder adrenaline, een verhoging van de kans op ROSC, maar geen verbetering van de neurologische outcome op lange termijn. Het gebruik ervan wordt verder ondersteund door dierproeven en het gekende effect van adrenaline om relatief de cerebrale en coronaire perfusie te verbeteren. Er is in het verleden een trend geweest om hogere dosissen te gebruiken, maar er is nu bewijs dat hogere dosissen een slechtere outcome hebben, vooral bij arrest door asfyxie. Hoge dosissen adrenaline (100mcg/kg) mogen alleen maar in specifieke omstandigheden gebruikt worden, zoals bijv. bij arrest door intoxicatie met  $\beta$ -blokkers.

## Alkaliserende stoffen

Kinderen in asystolie zullen acidotisch zijn, daar hun circulatiestilstand meestal voorafgegaan werd door een respiratoir arrest of shock. Het routinematige gebruik van alkaliserende stoffen biedt echter geen voordeel. Natriumbicarbonaat doet intracellulair het koolstofdioxidegehalte stijgen. Als het dan toch gebruikt zou worden, kan dat dus pas na starten van een goede ventilatie met zuurstof en effectieve BLS. Eenmaal ventilatie bezig is en je adrenaline plus thoraxcompressies geeft om de circulatie te verbeteren, kan natriumbicarbonaat overwogen worden voor die patiënt die een langdurig circulatiestilstand heeft. Deze stoffen mag je alleen toedienen als je ervan uitgaat dat de ernstige acidose het effect van adrenaline negatief beïnvloedt. Aan alkaliserende agentia kan je denken als er na de tweede dosis adrenaline geen terugkeer is van spontane circulatie. Daarnaast kan natriumbicarbonaat ook gebruikt worden bij hyperkalieaemie (zie Appendix B) of bij een intoxicatie met tricyclische antidepressiva (zie Appendix H).

Bij het kind met circulatiestilstand correleert de arteriële pH niet goed met de weefsel-pH. Gebruik gemengd veneuze of centraal veneuze pH om eventuele alkaliserende therapie te titreren. Bovendien moet onthouden dat goede basic life support veel effectiever is dan alkaliserende agentia om de myocard-pH te laten stijgen.

Bicarbonaat wordt meestal gebruikt als alkaliserende stof; de dosis is 1mmol/kg (1ml/kg van een 8.4% oplossing). Er zijn een aantal opmerkingen:

- Bicarbonaat mag niet gegeven worden via dezelfde IV lijn als calcium omdat anders neerslag optreedt.
- Natriumbicarbonaat inactiveert adrenaline en dopamine en dus moet je de lijn na iedere toediening spoelen met fysiologisch serum.
- Bicarbonaat kan niet endotracheaal gegeven worden.

## Calcium

In het verleden werd toediening van calcium aangeraden bij de behandeling van PEA en asystolie, maar er is geen bewijs dat dit effectief is. Er is echter wel bewijs dat calcium schade kan toebrengen, omdat het bijdraagt tot de accumulatie van calcium in het cytoplasma, wat plaatsvindt vlak voor celdood optreedt. Dit komt doordat calcium de cel binnentreedt na de ischemieperiode, gedurende de reperfusie van ischemische organen. Routinematige toediening

van calcium tijdens de reanimatie van asystoliepatiënten is niet aangewezen. Calcium is wel aangewezen voor behandeling van bewezen hypocalcemie en hyperkaliaemie, en voor de behandeling van hypermagnesiaemie of intoxicatie met calciumblockers.

## **Atropine**

Atropine heeft geen plaats in de behandeling van circulatiestilstand. Het wordt gebruikt bij vagale reacties die bradycardie veroorzaken bij een patiënt mét circulatie.

## 6.3 “SHOCKBARE” RITMES

### Ventrikelfibrillatie en polsloze ventrikeltachycardie

Ecg's van ventrikelfibrillatie en ventrikeltachycardie worden getoond in figuren 6.5 en 6.6

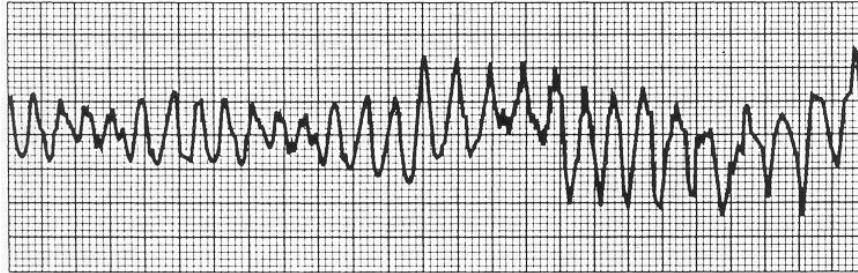


Figure 6.5. Ventriculaire fibrillatie

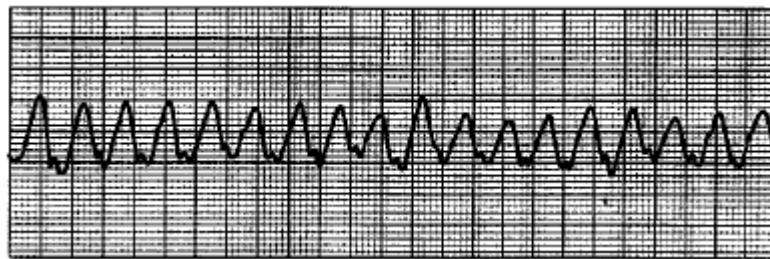


Figure 6.6. Ventriculaire tachycardie

Deze ritmes komen minder frequent voor op de kinderleeftijd, doch kunnen aanwezig zijn bij plotse dood, bij onderkoelde kinderen, kinderen met een intoxicatie door tricyclische antidepressiva, of bij kinderen met een hartziekte. Het protocol voor ventrikelfibrillatie en polsloze ventrikeltachycardie zie je in figuur 6.7.

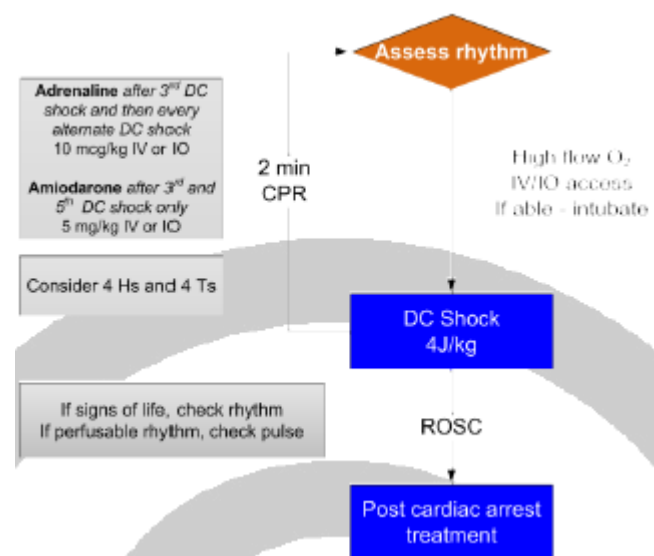


Figure 6.7. Protocol voor ventriculaire fibrillatie and ventriculaire tachycardie

Er is weinig directe evidentie betreffende de beste aanpak bij circulatiestilstand ten gevolge van VF/pVT bij kinderen. De richtlijnen zijn gebaseerd op deze die werden ontwikkeld voor volwassenen. Nochtans weten we dat de ziekte toestanden die aanleiding geven tot VF/pVT minder frequent voorkomen bij kinderen en bovendien zijn ze meer gevarieerd dan bij volwassenen. Gekende oorzaken van VF/pVT bij kinderen zijn een onderliggende hartaandoening (vaak aangeboren), hypothermie en sommige intoxicaties. Plotse collaps (met getuigen) moet ook aan VF/pVT doen denken.

De voorgestelde richtlijnen zijn bedoeld voor hulpverleners die **geen** expert zijn in pediatrie cardiologie. In de cardiale kinderintensieve eenheden of hartkatheterisatie labs dient de aanpak individueel te worden aangepast.

Als de patiënt gemonitord wordt, kan je het ritme snel herkennen, nog voor er achteruitgang optreedt. Wanneer VF/polsloze VT snel wordt, kan onmiddellijk asynchroon gedefibrilleerd worden met 4 J/kg, waarop je het protocol volgt zoals op de volgende pagina beschreven staat.

Als het kind niet aan de monitor ligt, zal BLS al zijn opgestart als antwoord op de collaps en de herkenning van VF/polsloze VT zal pas gebeuren nadat de monitor wordt aangeschakeld.

Geef onmiddellijk een **asynchrone shock van 4 joules/kg** en **herstart direct daarna CPR**, zonder het ritme na te kijken of naar een pols te zoeken. Onmiddellijk herstarten van CPR is noodzakelijk omdat er soms een pauze is tussen succesvolle defibrillatie en het terugkeren van een ritme op de monitor. Onderbreking van thoraxcompressies zal de kans op een succesvolle outcome verminderen als verder defibrillatie nodig is. Er zal geen schade optreden door “onnodige” thoraxcompressies.

Pediatrie paddles (4.5cm) worden best gebruikt bij kinderen onder de 10kg. Eén elektrode wordt geplaatst op de apex (midaxillair), de andere net onder de clavicula juist rechts van het sternum. Indien de pads te groot zijn dient men één ervan op de rug te plaatsen onder het linker schouderblad en de andere vooraan links van het sternum

Automatische Externe Defibrillatoren (AEDs) vind je tegenwoordig op vele plaatsen. De standaard shock voor volwassenen kan gebruikt worden bij kinderen ouder dan 8 jaar. Bij kinderen onder 8 jaar moet een AED worden gebruikt met geattenueerde (lagere dosis) pediatrie pads.

Bij een kind jonger dan een jaar wordt een manuele defibrillator aangeraden waarbij de dosis van de shock correct kan worden ingesteld. Indien echter een AED de enig beschikbare defibrillator is, dan dient het gebruik ervan te worden overwogen, liefst met geattenueerde pediatrie pads. De voorkeursvolgorde voor het gebruik van defibrillatoren onder het jaar is dus als volgt:

1. Manuele defibrillator
2. AED met geattenueerde dosis
3. AED zonder geattenueerde dosis

De meeste AEDs kunnen VF/VT bij kinderen op alle leeftijden herkennen en maken met een hoge graad van sensitiviteit en specificiteit het onderscheid tussen shockbare en niet-shockbare hartritmes.

Als defibrilleren niet lukt, moet je je aandacht weer toespitsen op het ondersteunen van cerebrale en coronaire perfusie, zoals bij asystolie. Hoewel we de procedures om de luchtweg te stabiliseren en een toegangsweg te verkrijgen na elkaar beschrijven, kunnen ze simultaan worden uitgevoerd onder het deskundige toezicht van de leider van het reanimatieteam.

Beveilig de luchtweg, **beadem** de patiënt met een hoge flow zuurstof, en ga door met **effectief uitgevoerde thoraxcompressies** a rato van 100-120 compressies per minuut, met een massage-ventilatieverhouding van 15:2. De borstkas moet minstens één derde van de antero-posterieure diameter worden ingedruwd. Zo spoedig mogelijk volgt **intubatie** door een ervaren hulpverlener. Dit controleert en beschermt de luchtweg, en maakt het mogelijk om thoraxcompressies continu verder te geven, waarbij de coronaire perfusie verbetert. Eenmaal het kind geïntubeerd is en je de thoraxcompressies ononderbroken toedient, beadem je het kind met een frequentie van 10-12/min. Het is belangrijk dat de teamleider in de gaten houdt dat de beademingen effectief blijven als overgegaan wordt op continue thoraxcompressies. **Zorg voor een vasculaire toegangsweg.** Wanneer niet snel een IV toegangsweg kan bekomen worden, dan, wordt de intraosseuze route aanbevolen, daar deze snel en effectief is. Een centrale lijn geeft een veilige lange termijn toegang, maar bidet daarnaast geen voordeel tegenover IO of perifere veneuze toegang. In alle gevallen wordt medicatietoediening gevolgd door een flush met fysiologisch zout (2-5 ml).

Na twee minuten, worden de compressies kortstondig onderbroken om het ritme te beoordelen. Als VF/VT nog steeds aanwezig is, dien dan een **tweede shock van 4 j/kg** toe en **herstart onmiddellijk CPR** startend met borstkascompressies.

Denk aan **de 4H's en 4T's** en behandel of corrigeer zo nodig, terwijl CPR continu verder gegeven wordt gedurende twee minuten. Stop kortstondig de compressies om het ritme te evalueren.

Als VF/VT nog steeds aanwezig is, geef een **derde shock van 4 j/kg.**

**Herstart onmiddellijk CPR** mits borstkascompressies en geef **adrenaline 10 µg/kg** én **amiodarone 5mg/kg** IV of IO, gevolgd door een flush met fysiologisch zout. Na twee minuten, worden de compressies kortstondig onderbroken om het ritme te beoordelen. Als VF/VT nog steeds aanwezig is, dien dan een **vierde shock van 4 j/kg** toe en **herstart onmiddellijk CPR**

Na nog eens twee minuten worden de thoraxcompressies kortstondig onderbroken om het ritme te beoordelen en indien er nog steeds een shockbaar ritme aanwezig is dien je onmiddellijk een **vijfde shock van 4 j/kg toe.**

Herstart onmiddellijk CPR mits borstkascompressies en geef **adrenaline 10 µg/kg** én een tweede dosis **amiodarone 5mg/kg** IV of IO.

Na twee minuten CPR worden de thoraxcompressies kortstondig onderbroken om de monitor te checken alvorens opnieuw te shocken.

Ga verder door elke twee minuten te defibrilleren, waarbij de pauzes in thoraxcompressies zo kort mogelijk gehouden worden. Geef Adrenaline om de andere shock. Ondertussen zoek je verder naar onderliggende behandelbare oorzaken.

Noot: na elke twee minuten komt er dus een korte pauze in de compressies om het ritme te beoordelen. Indien er daarnaast op enig ogenblik tekens van leven worden vastgesteld zoals een

regelmatige ademhaling, hoesten, het openen van de ogen of een plotse toename in de eind-respiratoire CO<sub>2</sub> (zie verder), stop dan de borstkascompressies en controleer de monitor.

- Als persisterend VF/VT: ga voort zoals boven beschreven
- Als asystolie: ga over op het asystolie/PEA protocol
- Georganiseerde elektrische activiteit: controleer pulsaties. Als de spontane circulatie is weergekeerd (ROSC), ga over op postreanimatie zorg. Als er geen pulsaties of levensteken zijn, ga verder met het asystolie/PEA protocol.

## Precordiale slag

Een precordiale slag mag toegediend worden bij kinderen aan de monitor wanneer men getuige is van de start van de aritmie, er verschillende hulpverleners aanwezig zijn en een defibrillator niet onmiddellijk voorhanden is. Deze handeling is echter zelden succesvol zodat vroegtijdige activatie van het MUG-systeem en het aanbrengen van een AED betere acties zijn; start zo snel mogelijk CPR.

## Anti-aritmica

*Amiodarone* is de voorkeurmedicatie in de behandeling van shock-resistente ventrikelfibrillatie of polsloze ventrikeltachycardie. Dit is gebaseerd op bewijs vanuit de volwassen reanimatie en op ervaring met het gebruik ervan bij kinderen tijdens hartkatheterisatie. De dosis van amiodarone voor VF/pVT is 5mg/kg door middel van een snelle IV/IO bolus.

Er zijn omstandigheden waarbij het routinematige gebruik van amiodarone niet aangewezen is: bijv. bij VF/pVT door intoxicatie met een aritmogeen medicament. In dat geval moet onmiddellijk het antigifcentrum gecontacteerd worden. Amiodarone werkt waarschijnlijk minder goed bij onderkoelde kinderen, maar het gebruik ervan kan toch geprobeerd worden.

*Lidocaine (lignocaine)* is een alternatief wanneer amiodarone niet beschikbaar is. De dosis is 1 mg/kg IV of IO. Het is niet het medicijn maar de elektroshock die het hartritme zal converteren. Het doel van elk anti-aritmicum is om het geconverteerde ritme te stabiliseren, het doel van adrenaline is de myocardoxygenatie te verbeteren door een toegenomen coronaire perfusie. Adrenaline doet ook de kracht en intensiteit van de ventrikelfibrillatie toenemen, waardoor het succes op defibrillatie tijdens shocken toeneemt.

*Magnesium* 25-50 mg/kg (max 2 gr) is geïndiceerd in geval van hypomagnesaemie, of bij polymorfe VT (torsades de pointes) onafhankelijk van de oorzaak.

## Omkeerbare oorzaken

Denk tijdens CPR steeds aan omkeerbare oorzaken en als je ze vindt, corrigeer ze dan. Baseer je hiervoor op hoe het arrest ontstaan is en alle aanwijzingen die je vindt tijdens de reanimatie.

Deze omkeerbare oorzaken zijn terug te vinden in de **4 H's en 4 T's**:

**Hypoxie** is de belangrijkste oorzaak van circulatiestilstand op de kinderleeftijd en het corrigeren ervan vormt de sleutel tot een succesvolle reanimatie

**Hypovolemie** speelt een grote rol bij arrest geassocieerd aan trauma, anafylaxie en sepsis en wordt gecorrigeerd door vochttoediening (zie hoofdstuk 13)

**Hyperkaliëmie**, hypokaliaemie, hypocalcemie en andere metabole afwijkingen kan je vermoeden bij bepaalde onderliggende aandoeningen van het kind (bijv. renaal falen) of ECG afwijkingen (zie appendices A en B), of bevestigen door labonderzoeken. IV calcium chloride is geïndiceerd bij hyperkaliaemie, hypocalcemie en intoxicatie met calcium blokkers. Hyperkaliaemie wordt behandeld met bicarbonaat, insuline en glucose (cfr. Appendix A en B).

**Hypothermie** treedt vaak op bij verdrinking en vraagt speciale zorg: een lage-temperatuur thermometer moet gebruikt worden en defibrillatie is vaak onmogelijk tot de centrale temperatuur gecorrigeerd is. Actieve opwarming moet worden gestart (cfr. hoofdstuk 19).

**Spanningspneumothorax (Tension pneumothorax)** en **harttamponnade** treden vaak geassocieerd aan PEA op bij trauma (zie hoofdstuk 14)

**Toxische stoffen**, accidenteel ingenomen of bij suïcidepogingen of ten gevolge van iatrogene oorzaken, kunnen soms gecorrigeerd worden door antidota. In geval van VF/VT ten gevolge van overdosis door tricyclische antidepressiva, dan dien je te alkaliseren en antiarrhythmica te vermijden tot specialistisch advies (cfr. Appendix H).

**Trombo-embolie** treedt bij kinderen minder op dan bij volwassenen.

Wanneer defibrillatie desondanks niet lukt, kan je opnieuw proberen met de paddles in een andere positie of met een andere defibrillator. Bij de zuigeling bij wie pediatrie paddles gebruikt werden, kan je een poging doen met grotere paddles in de antero-posterieure positie.

Als het ritme initieel converteert en dan weer overgaat in fibrillatie of polsloze VT, vervolg dan het protocol, met uitzondering van een nieuwe dosis amiodarone indien er al twee werden toegediend. Als men toch denkt amiodarone nog nodig te hebben, is het beter een continu infuus aan te leggen van 300 µg/kg/u tot een maximum totaal van 1.2 g per 24 u.

## **Automatische Externe Defibrillatoren (AED's)**

De introductie van automatische externe defibrillatoren in de pre-hospitaal setting en vooral de toegankelijkheid ervan voor het publiek, heeft de outcome van VF/VT arrest bij volwassenen aanzienlijk verbeterd. In de pre-hospitaal setting worden AED's vaak gebruikt bij de reanimatie van volwassenen om het ritme te evalueren en te defibrilleren. Bij kinderen kunnen AED's accuraat VF/VT detecteren op alle leeftijden, en ze kunnen shockbare van niet-shockbare ritmes onderscheiden met een hoge sensitiviteit en specificiteit. Daarom dient een AED, wanneer het de enig beschikbare defibrillator is, te worden overwogen (liefst met pediatrie pads) zoals hierboven beschreven.

Vele modellen hebben nu pediatrie attenuatiepads die de energie verminderen tot een niveau dat adequater is voor het kind (1-8jaar), of leads die de totale energie reduceren tot 50-80 joules. Voor het kind onder het jaar wordt een manuele defibrillator aanbevolen die de correcte shock kan afleveren. Indien echter een AED de enig beschikbare defibrillator is, dan moet je het gebruik ervan overwegen, liefst met pediatrie geattenueerde pads. De voorkeursvolgorde voor het gebruik van defibrillatoren onder het jaar is dus als volgt:

1. Manuele defibrillator

2. AED met geattenueerde dosis
3. AED zonder geattenueerde dosis

Moderne defibrillatoren zijn tegenwoordig bifasisch. Bij volwassenen lijkt bifasische defibrillatie even effectief te zijn bij lagere energie doses in vergelijking met de conventionele monofasische defibrillatoren. Bovendien lijkt er minder myocarbeshadiging op te treden. Zowel monofasische als bifasische defibrillatoren zijn bruikbaar op de kinderleeftijd.

## **Zuurstof**

Het gebruik van 100% zuurstof blijft aanbevolen tijdens de reanimatie buiten de neonatale periode. Eens er ROSC is opgetreden kan hyperoxie schade veroorzaken in recupererende weefsels. Daarom wordt perifere saturatiemeting gebruikt om de zuurstofbehoefte in te schatten na een succesvolle reanimatie. De saturatie dient te worden gehouden tussen de 94 en 98 %.

## **Capnografie**

Monitoren van de eind-expiratoire CO<sub>2</sub> (ETCO<sub>2</sub>) kan bijdragen in de aanpak van circulatiestilstand. Het is belangrijk te beseffen dat afwezigheid van een duidelijk golfpatroon eerder het gevolg kan zijn van de afwezigheid van een goede pulmonaire perfusie dan het gevolg van incorrecte intubatie. De aanwezigheid van uitgeademde CO<sub>2</sub> gedurende CPR is dan weer het bewijs van efficiënte CPR of zelfs ROSC. Adrenaline kan het gemeten ETCO<sub>2</sub> doen dalen en bicarbonaat kan het verhogen. Wanneer de ETCO<sub>2</sub> lager is dan 2 kPA dien je de efficiëntie van de thoraxcompressies te herbekijken.

## **Therapeutische hypothermie**

Recente gegevens tonen aan dat hypothermie na circulatiestilstand (centrale temperatuur 32-34°C) een gunstig effect kan hebben op de neurologische outcome bij volwassenen en pasgeborenen. Er is geen rechtstreeks bewijs bij kinderen. De huidige richtlijnen stellen dat patiënten na een circulatiestilstand voordeel kunnen hebben bij kunstmatige koeling tot 32-34°C voor minstens 24 uur, waarna zij dienen te worden opgewarmd. Een toename in kerntemperatuur van 1°C boven de normaalwaarde, zal een stijging van het metabolisme met 10–13% met zich meebrengen. Daarom wordt in de post-arrest patiënt die al een gecompromitteerd hartdebit heeft, hyperthermie actief bestreden. Rillingen (shivering) moeten voorkomen worden, daar het metabolisme dan nog meer toeneemt. Sedatie kan voldoende zijn om de rillingen te bedwingen, anders is een neuromusculaire blokkade noodzakelijk.

## **Hypoglykemie**

Alle kinderen, maar vooral zuigelingen, kunnen een hypoglykemie vertonen wanneer ze ernstig ziek zijn. Bepaal dus frequent de glycemie, en corrigeer ze als hypoglykemie optreedt. Het is belangrijk om geen hyperglykemie te induceren, daar dit een osmotische diurese zal uitlokken. Bovendien is hyperglykemie geassocieerd met een slechtere neurologische outcome in diermodellen na hartstilstand.

## **Reanimatie van de pasgeborene buiten de verloskamer**

Er zijn belangrijke verschillen in de aanbevelingen voor reanimatie bij de bevalling en voor reanimatie van de zuigeling en het kind. Dit kan verwarring scheppen wanneer je wordt geroepen bij een gecollabeerde neonaat buiten de verloskamer. Hierover bestaat geen klinisch

onderzoek en de huidige richtlijn is dan ook dat hulpverleners het reanimatieprotocol dienen toe te passen dat ze goed kennen, dat is het neonatale protocol in de NICU en het zuigeling/kind protocol in de PICU of spoedgevallenafdeling. De uitzondering is de neonat met vermoeden van een cardiale aandoening en een circulatiestilstand; in dat geval wordt het zuigeling/kind protocol aanbevolen.

## **6.4 WANNEER STOPPEN MET REANIMATIE**

Een reanimatie heeft nog weinig kans tot slagen, als er op geen enkel moment een terugkeer was van spontane circulatie na een totaal van 20 min life support, als het niet gaat over weerkerende of hardnekkige ventrikelfibrillatie of ventrikeltachycardie (VF/VT). Uitzonderingen zijn patiënten die mogelijks een intoxicatie hebben of een primair hypotherm insult bij wie langdurige pogingen occasioneel succesvol kunnen zijn. Zoek in dat geval ervaren hulp van een toxicoloog of pediatrische intensivist.

## **6.5 AANWEZIGHEID VAN DE OUDERS**

Het toelaten van de ouders tijdens de reanimatie van hun kind geeft hen een duidelijk en realistisch zicht op al de inspanningen die gedaan werden om hun kind te redden. Nadien vermindert dit de angst en depressie die dergelijke situatie teweegbrengt.

Belangrijke punten hierbij zijn:

- Duid een verpleegkundige of een arts aan die op elk moment de ouders steun en uitleg kan geven over wat er met hun kind gebeurt.
- De teamleider beslist wanneer het tijd is de reanimatie stop te zetten, niet de ouders.
- Wanneer de aanwezigheid van de ouders het normale verloop van de reanimatie hindert, dan zouden ze op een begrijpende manier moeten gevraagd worden om de kamer te verlaten.
- De teamleider richt een debriefing in om de staf te ondersteunen en feedback te geven op de praktijk tijdens de reanimatie

## **6.6 SAMENVATTING**

Dit hoofdstuk volgt de ILCOR richtlijnen, Resuscitation 2010. Er zijn een enorm aantal referenties die hebben bijgedragen tot dit proces. Deze zijn terug te vinden op de ALSG website voor diegenen die geïnteresseerd zijn. Zie details op P.xv