

Advanced Pediatric Life Support 2011

Inleiding en verantwoording

Voor u ligt de reader Advanced Pediatric Life Support (APLS), bedoeld als onderlegger voor de cursus APLS. Van elke IC-, SEH- of OK-verpleegkundige werkzaam in het Erasmus MC-Sophia Kinderziekenhuis wordt verwacht dat hij/zij de richtlijnen van de APLS kan toepassen. Als leidraad is genomen de reanimatierichtlijnen van het Erasmus MC-Sophia Kinderziekenhuis, met daarin de organisatie en procedures rondom een reanimatie. De APLS reader is gebaseerd op de richtlijnen van de Nederlandse Reanimatie Raad van 2011, voortvloeiend uit het advies van de European Resuscitation Council (ERC) en de International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR) van oktober 2010. De nieuwe richtlijnen zijn met ingang van 1 april 2011 overgenomen binnen het Erasmus MC-Sophia Kinderziekenhuis en zijn uitgewerkt in deze reader.

De herkenning van een acuut ziek kind, evenals het voorkomen van verdere verslechtering, is van groot belang. Zeker omdat het succesvol reanimeren bij kinderen slechts in 10 % van de gevallen lukt, is er dus alles aan gelegen om een reanimatie te voorkomen. Indien het kind toch een adem- en/of circulatiestilstand krijgt, moet u daar snel en adequaat op reageren door te starten met Basic Life Support (BLS), eventueel gevolgd door APLS. Deze ondersteuning, zowel bij de BLS als bij de APLS, dient te gebeuren in een vaste volgorde van prioriteiten: eerst de **Airway** (bovenste luchtweg) vrijmaken, dan de ademhaling beoordelen (**B**reathing) en vervolgens de **C**irculatie herstellen. APLS, waarbij met gebruik van hulpmiddelen de vitale functies worden ondersteund, kan alleen met succes worden uitgevoerd, na een gedegen BLS.

In deze reader zult u dan ook eerst een deel theorie vinden, die van belang is bij het verrichten van de BLS en APLS. Dan wordt de herkenning van het acuut zieke kind beschreven, omdat men het liefst een reanimatie wil voorkomen. Hierna worden de handelingen en procedures van de BLS en APLS uitvoerig beschreven, ook volgens het ABC-principe. Als iedereen die betrokken is bij een reanimatie volgens deze principes werkt, dan bevordert dat de samenwerking en zeker ook de kansen van het kind!

De cursus APLS zal voornamelijk gericht zijn op de praktische handelingen, die u als verpleegkundige uit moet voeren bij de BLS en APLS. Daarom worden deze deelvaardigheden behandeld en geoefend, onder meer door het gebruik van scenario. U dient voor aanvang van deze cursus de syllabus goed te bestuderen, omdat er op de cursusdag zelf geen tijd voor is. Bij de opzet van deze reader en cursus is er van uitgegaan, dat u al kennis heeft over de anatomie en (patho)fysiologie van het hart, circulatie en respiratie. Daarnaast moet u in staat zijn om de meest voorkomende ECG-afwijkingen te kunnen interpreteren. Voor protocollen, die behoren bij de handelingen die in deze reader beschreven staan, verwijzen we u graag naar KIS, welke gebruikt worden in het Erasmus MC-Sophia Kinderziekenhuis.

Reanimatiecoördinatoren:
dr. C.M.P. Buysse, kinderarts-intensivist
E.N. de Jager, reanimatiecoördinator

Sector Bedrijfsopleidingen Erasmus MC Rotterdam
Tel.010-7047866/61
E-mail: m.kollau@erasmusmc.nl

Copyright © (2011) Zorgacademie Erasmus MC, Rotterdam, en reanimatiecoördinatoren

Niets uit deze module mag verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie, microfilm, geluidsband, elektronisch of op welke andere wijze dan ook en evenmin in een retrieval systeem worden opgeslagen zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van het Erasmus MC - Zorgacademie–Sector Bedrijfsopleidingen.

Hoofdstuk 1. Zijn kinderen anders dan volwassenen?

Kinderen zijn geen kleine volwassenen. Zowel de anatomie als pathofysiologische processen zijn anders bij kinderen. Voordat ingegaan wordt op de specifieke anatomie en fysiologie van het kind, noodzakelijk om inzicht te krijgen in de reanimatievaardigheden, zal eerst de leeftijdsindeling nader worden toegelicht. De huidige richtlijnen zijn vereenvoudigd en de verhouding hartmassage: beademing is gelijk getrokken voor alle kinderen tot de puberteit. Omdat bij het begin van een reanimatie veelal onduidelijk is, hoe oud een kind is en de leeftijd moeilijk te schatten is, is er een makkelijkere leeftijdsverdeling gemaakt. Men gaat nu uit van een kind onder het jaar en het kind boven het jaar tot de puberteit. De uitwendige kenmerken van de puberteit zijn immers gemakkelijk te bepalen, hoewel er geen tijd verloren moet gaan met de bevestiging van deze kenmerken. De grens tussen het volwassen reanimatie schema en het kinderreanimatie schema is dus arbitrair.

De verdeling is nu als volgt:

- pasgeborene enkele uren post partum
- zuigeling <1 jaar
- kind >1 jaar tot de puberteit

Indien het kind in de puberteit is, moeten de volwassen richtlijnen gebruikt worden. Deze zijn in de bijlage toegevoegd. Via de e-learning site van de Zorgacademie is de volwassen reanimatie te bekijken, net als de reader.

Gewicht: Naast lengte is ook het gewicht verschillend tussen volwassenen en het kind. De snelste veranderingen vinden plaats in de eerste 5 levensjaren. Vanaf de geboorte verdrievoudigt het gewicht binnen 1 jaar. Na die periode neemt het gewicht minder snel toe tot aan de puberteit. Hoewel niet direct noodzakelijk bij basale reanimatie, is het voor de behandeling noodzaak om het gewicht van het kind te weten, daar op basis hiervan tijdens de Advanced Life Support medicatie - en vochtbeleid worden bepaald als dosis/per kilogram lichaamsgewicht. In acute situaties is dat soms niet voorhanden. In dat geval bestaat er een rekenmethode om het gewicht te schatten zoals in de tabel aangegeven.

Leeftijd	Geschat gewicht
6 maanden	2 x geboortegewicht
1 jaar	3 x geboortegewicht
1-10 jaar	$\text{gewicht (kg)} = (2,5 \times \text{leeftijd}) + 8$

Lichaamsverdeling: De lichaamsverhoudingen veranderen met de leeftijd, zo heeft een kind een relatief groot hoofd. Bij een val van enige hoogte zal het kind dan ook vaak met het hoofd naar beneden vallen en daardoor dus eerder hoofd- en nekletsel hebben dan een

volwassene. Het totale lichaamsoppervlak per kilogram lichaamsgewicht is bij kleine kinderen groter. Hierdoor koelen ze sneller af en zullen ze relatief meer verdampen dan volwassenen. Dit is zeker van belang bij brandwonden.

Ontwikkelingsfase: Kleine kinderen kunnen vaak niet goed aangeven wat er aan de hand is. Omdat in een acute situatie de ouders vaak nog niet aanwezig zijn, is het van belang om goed te kijken wat het kind non-verbaal aangeeft. Het kind zal zeker angstig zijn, niet alleen door stress of pijn, maar ook door de onbekende situatie waarin het beland is. Vele parameters (zoals hartfrequentie, ademhaling en bloeddruk) kunnen dan ook verhoogd zijn en kunnen soms een vertekend beeld geven. Van groot belang is om het kind zo rustig mogelijk te houden en handelingen uit te leggen op een zoveel mogelijk voor het kind te begrijpen manier. Indien mogelijk moeten de ouders in de buurt van hun kind blijven.

Basale fysiologische parameters: De anatomische en fysiologische verschillen uit zich ook in basale fysiologische parameters, zoals ademhaling-, hartfrequentie en bloeddruk. Deze parameters verschillen per leeftijdscategorie.

Leeftijd in jaren	Ademfrequentie per minuut	Hartfrequentie per minuut	Systolische bloeddruk (mm Hg)
<1 jaar	30-40	110-160	70-90
1-2 jaar	25-35	100-150	80-95
2-5 jaar	25-30	95-140	80-100
5-12 jaar	20-25	80-120	90-110
>12 jaar	15-20	60-100	100-120

(bron: Advanced Paediatric Life Support Nederlandse editie, 2006)

Anatomische kenmerken en pathofysiologie:

Door de anatomische en fysiologische verschillen tussen het kind en de volwassene kan bij een (basale) reanimatie het kind niet als een 'kleine volwassene' beschouwd worden. De kenmerken zullen beschreven worden aan de hand van de volgorde waarin de BLS/APLS wordt uitgevoerd; het ABC-principe.

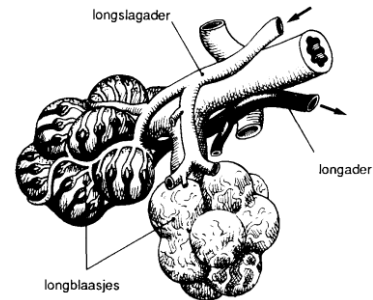
1.1. A: Airway (Luchtwegen)

De belangrijkste verschillen betreffende de luchtwegen zijn:

- Het hoofd is relatief groot bij het kind. De onderkaak is klein en de tong is groot. Hierdoor is er meer risico op het ontstaan van een bovenste luchtwegobstructie. Bovendien kan een grote tong een belemmering zijn tijdens de intubatie.
- Het strottenhoofd (larynx) is hoger en meer naar voren gelegen. Het strottenklepje (epiglottis) is relatief groot, slap en U-vormig. Deze hangt ook nog vaak over de ingang van het strottenhoofd, waardoor de stembanden soms moeilijk zichtbaar zijn. Bij kinderen jonger dan 10 jaar bevindt het nauwste gedeelte van het strottenhoofd zich niet, zoals bij volwassenen, bij de stembanden, maar onder de stembanden ter hoogte van het cricoïd. Bovendien is de luchtpijp trechtervormig.
- De luchtpijp is zacht, kort en gemakkelijk in te drukken, in een borstkas, die relatief klein is ten opzichte van de buik.
- De luchtwegdiameter is veel kleiner. Aangezien de weerstand voor lucht, die door een buis heen moet evenredig is met de 4^{de} macht van de straal, betekent dit, dat bij een straal die de helft is van die van een volwassene, de luchtwegweerstand 16 x zo hoog is. Dit betekent ook dat oedeem van de luchtweg bij kinderen veel meer gevolgen heeft dan bij volwassenen, gezien de kleine diameter.

1.2 B: Breathing (Ademhaling)

De longen zorgen voor het contact tussen het bloed en de buitenlucht, waaruit zuurstof kan worden opgenomen. Het zuurstofarme bloed wordt in de capillairen rondom de longblaasjes voorzien van zuurstof (O₂) en ontdaan van kooldioxide (CO₂). Na de geboorte blijven de longen groeien tot de volwassen leeftijd. Het aantal longblaasjes stijgt van 30 naar 300 miljoen. Na ± het 8^e levensjaar neemt alleen de grootte van de alveoli en de luchtwegen verder toe. Ook de ademhalingsspieren veranderen, waarbij het diafragma de belangrijkste ademhalingsspier is. Kinderen hebben nog onvoldoende 'i-spiervezels' in de ademhalingsspieren, die een langer durende inspanning beter kunnen volhouden. Een toename in de ademarheid bij kinderen leidt dan ook sneller tot een vermoeidheid van de ademhalingsspieren dan bij volwassenen. De thoraxwand is bovendien nog makkelijk *compliant*, waardoor de ademhaling minder efficiënt kan verlopen.



Zodra, om welke reden dan ook, de ademhaling verstoord raakt wordt minder zuurstof (O₂) in het bloed opgenomen en minder kooldioxide (CO₂) uit het bloed afgegeven. In eerste instantie zal een hoger CO₂ leiden tot een adem prikkel en een hogere ademfrequentie en/of diepere ademhaling. Blijft de ademhaling inadequaats dan zal een gestoord bewustzijn (eerst agitatie/onrust, later bewustzijnsverlies) optreden. De rustverbranding van kinderen (=basaal metabolisme) ligt hoger. Dit betekent dat kinderen, per kg lichaamsgewicht, meer zuurstof verbruiken dan volwassenen. Dit verklaart ten dele de hogere ademfrequentie. De ademfrequentie van een kind is leeftijdsafhankelijk: hoe jonger het kind hoe sneller het ademt. Ruwweg kan men zeggen dat: $30 - \text{leeftijd} = \text{ademfrequentie}$. De hogere ademfrequentie houdt ook in dat de ademarheid in rust voor een jong kind meer energie vergt dan voor een ouder kind. Voorwaarde voor een normale ademhaling is een open luchtweg. Een abnormale ademhaling kan worden onderverdeeld in:

- tachypnoe: te snel;
- bradypnoe: te langzaam;
- apnoe: afwezig;
- dyspnoe: intrekkingen, neusvleugelen, gebruik van de hulpademhalingsspieren;
- oppervlakkige en/of irregulaire ademhalingsfrequentie.

Een te snelle ademhalingsfrequentie is, zoals eerder beschreven, het eerste teken van een ademnood bij het kind. Een te langzame of irregulaire ademhaling bij een ernstig ziek kind is zeer verontrustend. Dit wordt mogelijk veroorzaakt door onderkoeling, depressie van het centraal zenuwstelsel of uitputting. De efficiëntie van de ademhaling kan snel beoordeeld worden, dit zal later besproken worden in 'Herkenning van het acuut zieke kind'. Acute ademhalingsstoornissen kunnen veroorzaakt worden door afwijkingen aan de luchtwegen, longziekten maar ook door neurologische ziekten die de ademfrequentie en -diepte negatief beïnvloeden. Dit heeft een gestoorde zuurstofuitwisseling (oxygenatie) en uitscheiding van kooldioxide (ventilatie) tot gevolg. Er is dan sprake van respiratoire insufficiëntie.

De symptomen van een acute ademhalingsstoornis bij kinderen zijn:

- onrust, later bewustzijnsverlies, door oplopend CO₂ wat een preterminaal teken is;
- geen of gaspende ademhaling;
- cyanose (blauwe verkleuring van huid en slijmvliezen). Veranderende huidskleur, -temperatuur en -doorbloeding zijn tekenen dat de ademhaling niet naar behoren functioneert;
- tachycardie, later overgaand in een bradycardie tot asystolie.

1.3 C: Circulatie

Bij de pasgeborene vindt door middel van het op gang komen van de ademhaling na de geboorte, een verandering plaats in de circulatie (de overgang van de foetale circulatie naar de normale circulatie). De (definitieve) structurele veranderingen treden in de loop van de eerste maanden op. Zo is de ductus arteriosus na 1 maand en zijn de navelvaten pas na 2-3 maanden anatomisch gesloten. Ook in het eerste levensjaar treden nog belangrijke veranderingen op. De longvaatweerstand daalt de eerste levensmaanden verder tot uiteindelijke volwassenen waarde. De hoeveelheid hartspierweefsel neemt gedurende de kinderjaren toe evenals de soepelheid (*compliance*) waarmee het hart zich kan vullen. Dit betekent dat een jong kind zijn rondgepompte bloedvolume meer kan vergroten door het verhogen van de slagfrequentie en minder door het verhogen van het slagvolume. Circulatorie insufficiëntie kent vele oorzaken. Van 'shock' wordt gesproken als het aanbod van zuurstof en brandstof (glucose) aan de weefsels de behoefte niet dekt. Door de gebrekkige aan- en afvoer van stofwisselingsstoffen ontstaan er beschadigingen aan de cellen evenals functieverlies van de cellen. Door cardiovasculaire collaps kan de dood snel intreden of pas later ten gevolge van multi-organ-failure (MOF).

Shock kan worden ingedeeld in:

- *hypovolemische shock*: Er is te weinig intravasculair volume, meestal door vocht- en/of bloedverlies. Het is de meest voorkomende vorm van shock die bij kinderen wordt gezien bij uitdroging of hemorrhagie ten gevolge van verbranding, sepsis en gastro-enteritis.
- *distributieve shock*: Hierbij staan de vaten 'open', terwijl ze juist zouden moeten dichtknijpen. Deze vorm van shock wordt vooral waargenomen bij sepsis en een anafylactische reactie.
- *cardiogene shock*: De knijpkracht van het hart is niet goed, waardoor het uitstroomvolume van het hart gestoord is. Dit wordt vooral waargenomen bij sepsis en cardiomyopathie.
- *obstructieve shock*: als er in- of uitstroombelemmeringen voor het hart bestaat, zoals bij een harttamponade of pneumothorax.
- *dissociatieve shock*: Er is wel voldoende circulatie, maar het ontbreekt aan de mogelijkheden om aan- en afvoerstoffen te vervoeren. Te denken valt aan intoxicaties, zoals koolmonoxidevergiftiging of een anemie.

Zoals te zien, is een septische shock een combinatie van verschillende soorten shock. Afnemende doorbloeding van de huid kan wijzen op een vroeg teken van shock. Onder normale omstandigheden voelen de handen en voeten warm en droog aan en is de kleur roze. Transpireren, bleekheid, vertraagde capillaire refill (>2 seconden) en perifere cyanose zijn tekenen van een slechte doorbloeding. (zie ook 'Herkenning van het acuut zieke kind'). De urineproductie (mictie) is een belangrijke maat voor het functioneren van de circulatie. Het geeft immers een indirecte indicatie hoe goed de doorbloeding van de nieren is en de vullingtoestand van de patiënt. Ook is het bewustzijn een belangrijke maat voor de doorbloeding (van de hersenen).

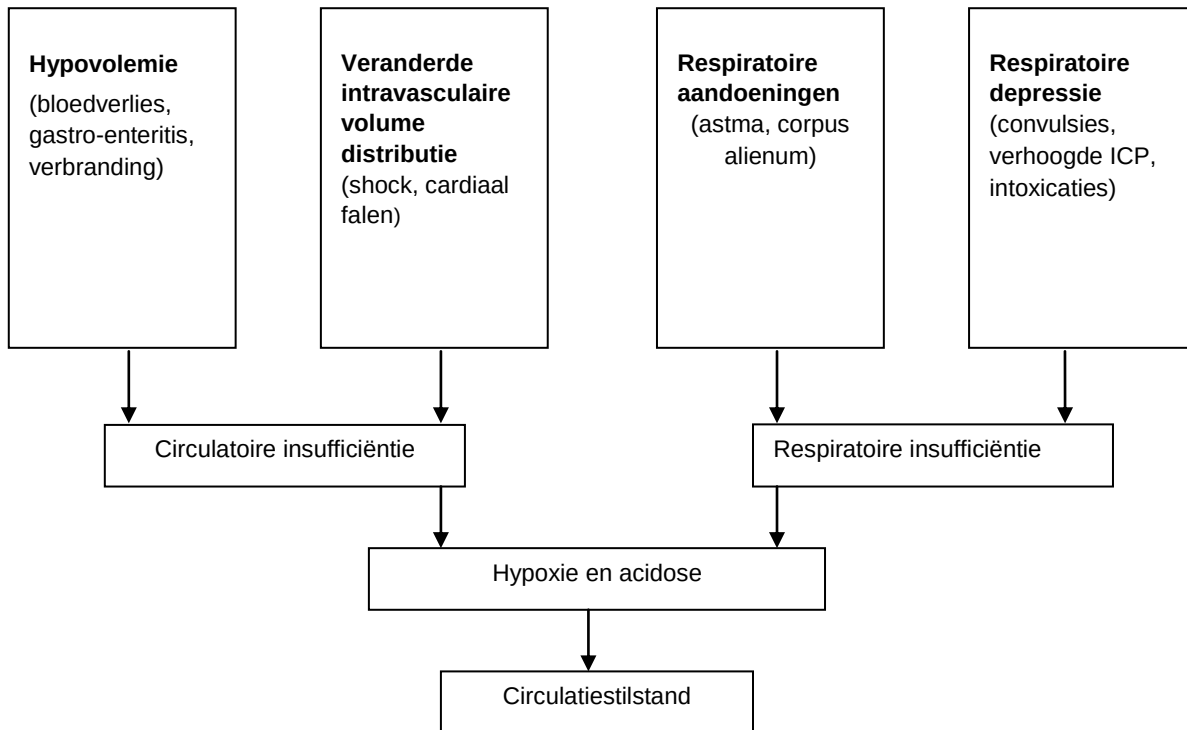
Wanneer een ademhalingsstilstand overgaat in een adem- en circulatiestilstand treden ook de symptomen van een circulatiestilstand op:

- afwezigheid van circulatie, geen pulsaties;
- geen tekenen van leven, diepe bewusteloosheid, gekenmerkt door het niet reageren op pijnprikkels;
- wasbleek uiterlijk;
- gaspende ademhaling of apnoe.

Epidemiologie van adem- en circulatiestilstand

Het verschil tussen een volwassen reanimatie en een pediatrische reanimatie is met name gebaseerd op de verschillende etiologie, dit wordt beschreven aan het eind van dit hoofdstuk. Reanimatie van kinderen komt vaker voor dan algemeen wordt aangenomen. Bij kinderen is respiratoire insufficiëntie de belangrijkste oorzaak voor zuurstoftekort wat kan leiden tot een circulatiestilstand. Bij kinderen komt een circulatiestilstand van primair cardiale oorsprong vrijwel nooit voor, uitgezonderd de kinderen met een aangeboren hartafwijking. Dit in tegenstelling tot de volwassenen, waarbij ritmestoornissen de meest voorkomende oorzaak van een circulatiestilstand zijn. De meeste circulatiestilstanden bij kinderen zijn secundair (het gevolg van hypoxie en respiratoire acidose). Deze combinatie leidt tot celbeschadiging met als gevolg orgaanfalen, met name in de hersenen, lever en nieren. Als laatste treedt het cardiale falen op. Op het moment van de circulatiestilstand is er dus al grote kans op orgaanbeschadiging. De kans op herstel is daardoor beperkt. Als men echter een dreigende respiratoire en/of circulatorie insufficiëntie vroegtijdig herkent en er op anticipeert, is de kans op herstel vele

malen groter. De twee belangrijke oorzaken van hypoxie en acidose zijn de respiratoire insufficiëntie en de circulatoire insufficiëntie, c.q. shock. Bij respiratoire insufficiëntie kan het probleem zowel de ademhaling zijn, (astma, corpus alienum, epiglottitis), als het gevolg zijn van aansturing van de ademhaling, zoals convulsies, neurotrauma e.d..



De belangrijkste doodsoorzaken naar leeftijd zijn:

- pasgeborenen: deze zijn gerelateerd aan prematuriteit, aangeboren afwijkingen en zuurstoftekort tijdens de geboorte. Met name bij pasgeborenen onder de 1500 gram zijn zeer vaak maatregelen nodig ter ondersteuning van de vitale functies;
- zuigelingen: vooral aangeboren afwijkingen en infectie;
- jonge kinderen: infectieziekten, verdrinking, ongevallen en luchtwegobstructie door een vreemd lichaam;
- oudere kinderen: ongevallen en verdrinking.

Hoofdstuk 2. Herkenning van het acuut zieke kind

Zoals bekend is de outcome van kinderen na een circulatiestilstand slecht. Het is dan ook van essentieel belang, dat men vroegtijdig mogelijke respiratoire, circulatoire en neurologische problemen herkent en behandelt, omdat men dan de kans op een circulatiestilstand kan verkleinen. Door middel van een eerste beoordeling, volgens het ABC-schema, kan men snel een beeld krijgen van de toestand van het kind.

2.1 A: Luchtwegen (Airway)

Als een kind praat of huult, is de luchtweg open en is er spontane ademhaling. Indien er geen sprake is van een open luchtweg, is het noodzakelijk om de openingsmanoeuvres uit te voeren. Deze worden beschreven in het deel Basic Life Support.

2.2 B: Ademhaling (Breathing)

De eerste beoordeling.

Een open luchtweg, met of zonder openingmanoeuvres, staat niet garant voor een adequate ventilatie. Gelet moet worden op de volgende onderwerpen:

Ademarbeid: toe- of afname van de inspanning om te ademen geeft een indicatie van de ernst van de respiratoire problematiek aan.

- **Intrekkingen:** inter-, subcostale of sternale intrekkingen geven aan dat het kind meer moeite moet doen om te ademen. Jonge kinderen trekken sneller in, daar de thoraxwand meer *compliant* is dan bij oudere kinderen. Intrekkingen bij een ouder kind zijn dan ook een ernstiger teken dan bij het jonge kind.
- **In - of expiratoire geluiden:** een hoge obstructie (dat wil zeggen buiten de thorax) geeft een inspiratoire stridor. Lager gelegen problemen geven een expiratoire stridor (met name het zogenaamde piepen). Het volume van de stridor zegt niets over de ernst van de obstructie.
- **Kreunen:** door de glottis gedeeltelijk te sluiten bij de uitademing, bouwt het kind positieve druk op aan het eind van de uitademing (PEEP) op, zodat de alveoli niet dichtklappen. Dit is een ernstig teken van maximale compensatie van de ademhaling, die meestal bij kleine kinderen te zien is, bij aandoeningen zoals pneumonie.
- **Hulpademhalingspijpen:** de sternocleidomastoidspier kan hiervoor gebruikt worden, wat bij kleine kinderen leidt tot het zogenaamde bobbing (heen en weer schudden van het hoofd). Hierdoor wordt de ademhaling ineffectief.
- **Neusvleugelen:** met name bij zuigelingen met respiratoire insufficiëntie te zien. Dit is een poging om de bovenste luchtweg maximaal te openen.

Soms is bovenstaande niet van toepassing. Bij het kind dat dreigt uit te putten, ten gevolge van een langere periode van respiratoire problemen, zal de ademarbeid normaliseren, terwijl bij de ontstane insufficiënte ademhaling uiteindelijk een apneu optreedt. De ademarbeid is niet meer te verrichten door het kind. **Uitputting is een preterminaal teken!** Ook kinderen met neurologische aandoeningen kunnen een respiratoire insufficiëntie hebben zonder toename van de ademarbeid te laten zien.

Effectiviteit van de ademarbeid:

Auscultatie geeft een indruk van de hoeveelheid ingeademde lucht. **Een stille thorax is een preterminaal teken!** De thoraxexcursies geven ook zinvolle informatie (komen beide thoraxhelften beide gelijk op). Een saturatiemeter geeft aan wat de arteriële zuurstofverzadiging is. Normaal >95%. Echter bij een saturatie van <70%, bij shock en bij aanwezigheid van koolmonoxide is de meting niet betrouwbaar.

Systemische effecten van een insufficiënte ademhaling:

- **Hartfrequentie:** de hartfrequentie loopt op bij een hypoxie, omdat het hart wil proberen om zoveel mogelijk zuurstof rond te pompen. Een ernstige of langdurig bestaan van een hypoxie zal leiden tot een bradycardie. Dit is dan ook **een preterminaal teken!**
- **Huidskleur:** door de vasoconstrictie die ontstaat door de uitstorting van catecholaminen ten gevolge van de hypoxie, wordt de huid bleek. Cyanose is een laat en ernstig teken van hypoxie. Indien centrale cyanose zichtbaar is bij een acute respiratoire insufficiëntie dan zal de patiënt snel stoppen met ademen. Bij anemische kinderen zal een cyanose zeer laat of helemaal niet te zien zijn, ondanks ernstige hypoxie. Centrale cyanose ten gevolge van een hartafwijking zal niet reageren op zuurstoftoediening.
- **Bewustzijn:** een kind dat hypoxisch is zal angstig en onrustig zijn. Later zal het bewustzijn dalen en wordt het kind suf en hypotoon. De ouders zullen vertellen dat hun kind anders dan anders is.

Eerste behandeling.

Bij kinderen met een respiratoir probleem moet men via een non-rebreathing masker een hoge flow (minimaal 8 l) 100% zuurstof geven. Indien nodig moet men de insufficiënte ademhaling ondersteunen met behulp van masker-ballonbeademing. Intubatie dient men te overwegen.

2.3 C: Circulatie (Circulation)

De eerste beoordeling op circulatoir niveau bestaat uit:

- *Hartfrequentie*: een jong kind is zoals in het fysiologiegedeelte al omschreven is voornamelijk in staat om zijn cardiac output te verhogen door zijn hartfrequentie te verhogen. Bij shock verhoogt de hartfrequentie door uitstoot van catecholamines en ter compensatie van het verminderde slagvolume. Een bradycardie is een zeer slecht teken.
- *Polsvolume*: een indruk van de perfusie kan verkregen worden door palpatie van de perifere en centrale pulsaties. Duidelijk mag zijn dat afwezigheid van de perifere pulsaties en zwakke centrale pulsaties ernstige tekenen zijn!
- *Capillaire refill*: de centrale refill kan men bepalen door op de huid te drukken op het sternum. Door in het topje van een vinger of teen licht te knijpen bepaalt men de perifere refill. De normale refiltijd is ≤ 2 sec. Na 5 sec. de huid in te drukken, en dan los te laten, moet de huid binnen 2 sec. weer doorbloed zijn. Omgevingstemperatuur en ondertemperatuur spelen wel een rol.
- *Bloeddruk*: een normale systolische bloeddruk kan met de volgende formule bij benadering gegeven worden: $80 + 2x \text{ de leeftijd (in jaren)}$. De onderste acceptabele waarde is $70 + 2x \text{ de leeftijd (in jaren)}$. Dit geldt voor kinderen >1 jaar en ouder. Hypotensie is een zeer laat teken van circulatoir falen en is dan ook een ongunstig teken! Als de bloeddruk nog normaal is, spreekt men van een gecompenseerde shock. Is de bloeddruk laag, doordat de compensatiemechanismen falen, spreekt men van een gedecompenseerde shock.
NB: de bloeddruk kan lang goed blijven en geeft dus geen informatie over de ernst van de shock.

Systemische effecten van circulatoire insufficiëntie

Een gevekte, koude en bleke huid, is een uiting van verminderde doorbloeding. Ook zal door verminderde cerebrale perfusie het bewustzijnsniveau veranderen. Allereerst zijn deze kinderen geagiteerd, waarna ze suffer worden en zelfs bewusteloos kunnen worden. Doordat de kinderen een metabole acidose ontwikkelen zal het kind tachypnoe worden. Op een later tijdstip is het van belang dat het kind een urinekatheter gaat krijgen, om een indruk te geven van de nierperfusie en vullingstoestand. Is een urineproductie minder dan 2 ml/kg/uur bij zuigelingen of minder dan 1 ml/kg/uur bij kinderen dan is er sprake van een verminderde nierperfusie.

Eerste behandeling.

Zuurstof (100% via neusbril of non-rebreathing-masker) en een i.v. of i.o. toegangsweg om een vochtbolus te geven van 20 ml/kg.

2.4 D: Disability

Bewustzijnsniveau: de mate van activiteit van het kind kan informatie verschaffen over de algehele toestand.

Afhankelijk van de leeftijd dient het kind te reageren op vertrek van ouders of op pijn. Plotselinge psychische veranderingen kunnen de eerste tekenen zijn van een dreigende circulatoire insufficiëntie. Zo kunnen bijvoorbeeld onrust, irritatie, verwardheid of sufheid plotseling optreden. Deze verschijnselen dienen te worden opgemerkt omdat zij directe interventies noodzakelijk maken. Het bewustzijn kan gestoord worden door verminderde doorbloeding van de hersenen ten gevolge van zuurstoftekort (ademhaling- en/of circulatiestoornis). Een snelle indruk van de neurologische situatie waar het kind zich in bevindt, kan verkregen worden met de AVPU.

A: alert:	kind reageert adequaat
V: responds to voice:	kind reageert op aanspreken
P: responds to pain:	kind reageert op een pijnprikkel
U: unresponsive:	kind reageert niet

Pas op een later tijdstip (bij de tweede beoordeling) kan men de neurologische status nauwkeuriger in kaart brengen met behulp van de Glasgow Coma Scale om het beloop gedetailleerd te kunnen bepalen. Zie onder D: Disability van APLS.

2.5 E: Exposure

Bij een reanimatie is een kind meestal (gedeeltelijk) ontbloot, hierdoor heeft het kind een grote kans om af te koelen, naast de infusie van koude vloeistoffen. Door hypothermie (een centrale lichaamstemperatuur beneden de 35°C) verbrandt het kind veel glucose en de hogere verbranding is ongunstig voor het zuurstofgebruik. Bij temperaturen tussen 32°C en 35°C treedt tachycardie en vergroting van de cardiac output op. Bij verdere daling van de temperatuur eindigt de elektrische geleiding van het hart via een sinusbradycardie in een asystolie. Onder de 28°C wordt het myocard toenemend prikkelbaar, waarbij ventrikelfibrilleren aanvangt. Near-drowning is de meest voorkomende oorzaak van ernstige hypothermie. Snelle diepe afkoeling van de hersenen beschermt

enigszins voor hypoxische schade. Bij een temperatuur boven de 37°C neemt de cerebrale metabole behoefte toe. Daarom is het belangrijk een normale temperatuur na te streven.

2.6 G: Glucose

Bij elk ernstig ziek kind is een normale glucose van belang, maar zeker bij een bewusteloos kind. Een hypoglycaemie kan snel leiden tot neurologische schade. Daarom dient bij laboratoriumonderzoek zeker een glucose afgenomen en snel bepaald te worden met behulp van Haemocue® of glucosetest. Hyperglycaemie is ook schadelijk en zo nodig dient insuline gegeven te worden. Dit speelt vooral na de eerste opvang.

Samenvatting

Herkenning van een acuut ziek kind en de anticipatie op te verwachten problemen zullen de mortaliteit en secundaire morbiditeit verminderen. Als A (luchtweg), B (ademhaling) en C (circulatie) stabiel of gestabiliseerd zijn, kan de definitieve behandeling plaats gaan vinden en de onderliggende problematiek aangepakt worden. Herhaaldelijk moet men herbeoordelen, zodat men het beleid in geval van verdere achteruitgang tijdig kan bijsturen. De gehele eerste beoordeling van ABC vergt ongeveer **ÉÉN** minuut tijd!

Airway

- luchtweg open
- luchtweg open maar bedreigd
- luchtweg niet meer open

Breathing

- ademarbeid
 - ademhalingsfrequentie
 - intrekkingen
 - stridor
 - kreunen
 - neusvleugelen
 - hulpademhalingsspieren
- ademefficiëntie
- effect op andere organen

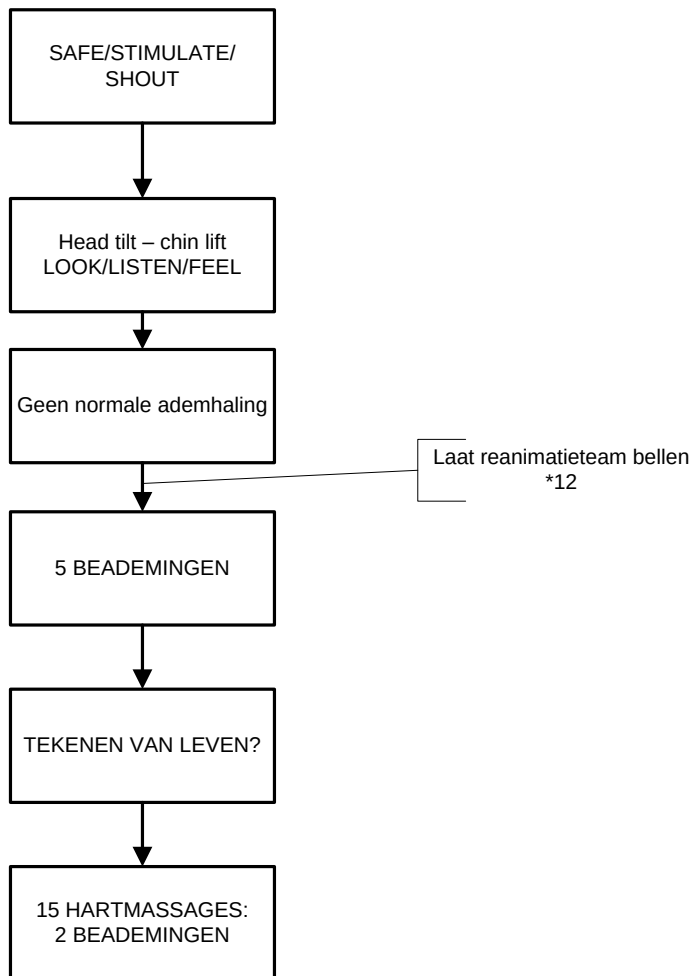
Circulatie

- circulatoire status
 - hartfrequentie
 - pulsaties
 - capillaire refill

Disability

- mentale status/bewustzijnsniveau
- houding

Algoritme Pediatric Basic Life Support



Hoofdstuk 3. Algoritme Basic Life Support bij kinderen

Het algoritme van de reanimatievaardigheden bij kinderen is geen 'verkleinde versie' van het algoritme dat bij volwassenen gebruikt wordt. Tot de puberteit gelden er andere regels en technieken, zie hiervoor ook Hoofdstuk 1. Evenals bij volwassenen bestaat de BLS uit een gestructureerde aanpak die niet meer dan één minuut tijd vergt! Bij BLS wordt er geen gebruik gemaakt van hulpmiddelen. In het Erasmus MC-Sophia Kinderziekenhuis is er echter een uitzondering, namelijk de self-inflating bag. Deze mag, indien men bekwaam is, gebruikt worden om het kind te beademen, in plaats van mond-op-mond (neus) beademing. Het verdient dan zelfs de voorkeur. Het direct gebruik maken van hulpmiddelen wordt ook wel Immediate Life Support (ILS) genoemd. Het gehele algoritme zoals op de voorgaande bladzijde weergegeven is zal hieronder uitgebreid beschreven worden. Waar nodig zal per leeftijdscategorie een stappenplan beschreven worden.

NB: de reanimatierichtlijnen voor pubers (c.q. volwassenen) zijn hieronder niet opgenomen. Hiervoor verwijzen we naar de bijlage, waarin ze kort beschreven worden. Voor een uitgebreide richtlijn verwijzen we naar de e-learning van de Zorgacademie.

3.1 Veilig benaderen

Zorg ervoor dat men het kind veilig benadert en dat men zelf ook veilig is. Hierbij valt te denken aan een verkeerssituatie, of een natte vloer op de afdeling.

3.2 Beoordelen van het bewustzijn

Spreek het kind luid en duidelijk aan. Stimuleer het kind door het voorzichtig te schudden. Wees voorzichtig bij een kind, dat verdacht wordt van letsel aan de wervelkolom, omdat als er geen adequate stabilisatie van de wervelkolom is, deze handeling aanleiding kan geven tot een dwarslaesie.

3.2.1 Indien het kind reageert door te antwoorden of te bewegen

- Laat het kind in de positie waarin u het vond, zorg ervoor dat er geen gevaar dreigt.
- Check zijn lichamelijke toestand en haal eventueel hulp indien nodig.
- Beoordeel het kind regelmatig opnieuw.

3.2.2 Indien het kind niet reageert

- Roep om hulp. Het succes van de reanimatie hangt enerzijds af van de snelheid en efficiëntie waarmee het herstel van de aanvoer en transport van de zuurstoftoevoer plaatsvindt. Anderzijds hangt het succes af van het zo snel mogelijk alarmeren van professionele hulp. Hoe sneller de professionele hulp arriveert, hoe groter de kans op een positieve afloop van de reanimatie. Daarom heeft het invoeren van deze hulp (*shout for help*) grote prioriteit. Indien u met zijn tweeën bij het kind bent, dient 1 hulpverlener hulp in te schakelen: het reanimatieteam *12. Vermeld bij het inschakelen van de hulp de locatie waar het kind zich bevindt, ontgrendel zonodig deuren en laat bij voldoende personeel iemand op de uitkijk staan om door te verwijzen. Als u alleen bent, dan reanimeert u 1 minuut lang en dan belt u *12.
- Indien een kind plotseling, in aanwezigheid van een hulpverlener zonder duidelijke oorzaak collapseert dient men, als men alleen is, eerst hulp te gaan halen en dan pas te starten met de reanimatie. Bij deze kinderen ligt veelal een ritmestoornis ten grondslag en moet het kind zo snel mogelijk gedefibrilleerd worden.
- Wanneer het kind niet reageert op aanpreken, spreekt men van diepe bewusteloosheid. Door relaxatie van de spieren kan de tong naar achteren glijden en een luchtwegobstructie veroorzaken. Er dient vooral gezorgd te worden voor een goed toegankelijke luchtweg door deze vrij te maken.

3.3 A: (Airway) Luchtweg

Om de luchtweg vrij te maken moet het hoofd van het kind in de juiste positie worden gebracht middels de zogenaamde 'head tilt-chin lift' methode. Men dient eerst de 'head tilt-chin lift' uit te voeren bij het kind, in de houding waarin men het kind aantrof. Lukt het niet om de luchtweg te openen, dan kan men de jaw thrust proberen. Indien de luchtweg in deze houding niet goed vrij te maken is dient men het kind voorzichtig op zijn rug te draaien. Bij de head tilt- chin lift methode wordt één hand op het voorhoofd geplaatst, waarbij het hoofd achterover geduwd wordt in neutrale positie voor kinderen <1 jaar of lichte extensie ('sniffing air' positie) bij kinderen >1 jaar. Met de top van de wijsvinger van de andere hand wordt de onderkaak naar boven getild door de kin omhoog te 'liften'. Let hierbij op dat de vinger op het bot van de kin rust en niet op het zachte gedeelte, daar dan de tong omhoog gedrukt wordt. Indien het kind wordt verdacht van (nek)wervelletsel mag u de 'head tilt-chin lift' methode niet gebruiken in verband met het risico op een dwarslaesie. In dat geval moet de 'Jaw Thrust' methode worden toegepast. Bij deze methode wordt de nek niet in extensie



Jaw thrust

gebracht, en is alleen mogelijk indien er twee hulpverleners zijn, omdat men het hoofd moet blijven fixeren en de kaak moet liften door twee vingers van iedere hand aan weerszijden achter de kaakhoek te plaatsen. Lukt het niet om een open luchtweg te creëren mag men het hoofd licht in extensie brengen tot de luchtweg open is. Doordat de pasgeborene en zuigeling een relatief groot hoofd hebben, kantelt het hoofd naar voren als het kind op een vlakke ondergrond ligt. U kunt die ruimte opvullen door een handdoek of een hand onder de schouderbladen te leggen. Een voordeel hiervan is, dat het hoofd direct in de neutrale positie komt te liggen. Indien er een vermoeden bestaat dat er zich iets in de mond-/keelholte bevindt, dient men de mond/keel te inspecteren en eventueel uit te zuigen.

Het controleren van de ademhaling

Nadat er door de openingsmanoeuvre een goed toegankelijke luchtweg is gecreëerd, dient u de aanwezigheid van de ademhaling te controleren, met behulp van de 'look-listen-feel' methode. Dit doet u door uw oor boven de mond van het kind te houden en te luisteren of u uitademing hoort. U kunt de uitademingslucht ook voelen aan uw wang. Tevens moet u 'scherend' over de borstkas kijken of deze omhoog en omlaag gaat. Afnemende borstuitzetting kan wijzen op luchtwegobstructie, vreemd lichaam, hypoventilatie, hemothorax etc. Wanneer u in het bezit bent van een stethoscoop kunt u daar ook mee vaststellen of er ademgeruis hoorbaar is. U neemt hier maximaal 10 seconden de tijd voor. Is er sprake van een spontane adequate (regulaire)ademhaling, dan kunt u het kind in stabiele zijligging brengen en het kind regelmatig herbeoordelen.

3.4 B: (Breathing) Ademhaling

Indien er geen ademhaling is, deze insufficiënt is, of het kind gaspt, dan laat u uw collega die op uw *shout for help* gereageerd heeft bellen naar het reanimatieteam *12. Indien u nog steeds alleen bent, reanimeert u eerst 1 minuut alvorens hulp te halen. Dan inspecteert u de mond en verwijdert zichtbare luchtwegobstructies. Daarna geeft u 5 beademingen, bij kinderen tot de puberteit. Let op reacties als braken en kokhalzen, omdat aanwezigheid hiervan tekenen van leven kunnen zijn. Bij het beademen van het kind speelt de leeftijdsfase een rol.

Zuigeling

Bij zuigelingen past u de 'mond-op-mond- en neusbeademing' toe. Het hoofd ligt in neutrale positie en de kin wordt nog gelift. Men ademt in, bedekt de mond en de neus met de mond en blaast gedurende 1-1,5 sec. rustig in. Het juiste beademingsvolume is het volume, dat ervoor zorgt, dat de borstkas van de zuigeling zichtbaar omhoog gaat. Men haalt de mond van de mond en neus van de zuigeling en kijkt of de borstkas weer naar beneden komt. Dit herhaalt men tot er 5 beademingen gegeven zijn. Lukt het niet om de mond over neus en mond van de zuigeling te krijgen, dan mag men mond op mond beademen, hierbij moet de neus van de zuigeling dichtknijpen.



Kinderen

Waarborg ook hier de 'head tilt chin lift', waarbij het hoofd meer in sniffing positie ligt. Knijp de neus van het kind dicht met duim en wijsvinger, open de mond van het kind iets en houd hierbij de kin gelift. Men ademt in en blaast gedurende 1-1,5 sec. rustig in, waarbij de mond over de mond geplaatst wordt. Men haalt de eigen mond weg bij het kind, voor de uitademing van het kind en kijkt of de borstkas weer naar beneden komt. Dit herhaalt men tot er 5 beademingen gegeven zijn.

Als u merkt dat tijdens de beademingen de borstkas niet omhoog komt, inspecteert u de mond en verwijdert zichtbare obstructies waarna u repositioneert. Controleer of de luchtwegopeningsmanoeuvre goed uitgevoerd wordt (let op dat de nek niet overstrekt!) Eventueel kunt u nog de 'Jaw Thrust' methode proberen. Men beademt 5 keer achter elkaar. Als het dan nog niet mogelijk is om effectieve beademingen te krijgen gaat men door naar de circulatie. Wanneer men bekwaam is om de self-inflating bag te gebruiken, dan mag men hiermee ook het kind bijblazen. Dit heeft zelfs de voorkeur boven de mond-op-mond-beademing, mits door geoefende hulpverleners gebruikt. Deze handeling zal beschreven worden onder B: beademen, in hoofdstuk 5.

3.5 C: Circulatie

Voor het controleren op de aanwezigheid van circulatie en het eventueel herstellen ervan zijn enkele aandachtspunten van belang. Ten eerste zal er gedurende 10 seconden beoordeeld moeten worden of er tekenen van leven zijn, zoals bewegen, hoesten en/of normaal ademen, dus niet gaspen of onregelmatige ademhaling en reacties zoals braken of kokhalzen. Indien u bekwaam bent, kunt u ervoor kiezen om maximaal 10 seconden pulsaties te voelen. Meer dan 10 seconden is niet nodig, omdat een eventueel bestaande bradycardie binnen deze tijd opgemerkt kan worden.



Bij pasgeborenen is de beste plaats de navelstreng (arteria umbilicalis). Bij kinderen <1 jaar kan dit geschieden aan de bovenarmslagader (arteria brachialis). De keuze voor de halsslagader wordt niet gemaakt in verband met de relatieve mollige en korte hals waardoor de halsslagader moeilijk te voelen is en kinderen <1 jaar zijn gevoelig voor carotismassage. De juiste plaats voor het voelen van de pulsaties aan de bovenarmslagader is de rompzijde van de bovenarm, 1 cm boven de elleboogsplooi, even naast de pees van de biceps. Bij de kinderen >1 jaar is de juiste plaats de halsslagader (arteria carotis). U mag ook in plaats van de a. carotis de a. brachialis of de a. femoralis (tussen de tuberositas pubis en de crista iliaca anterior superior) voelen.



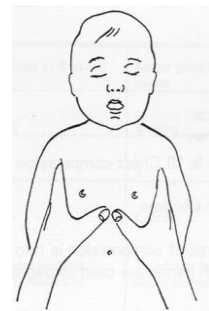
Als er geen tekenen van leven zijn, geen pulsaties of de pulsaties langzamer zijn dan 60 per minuut ligt met tekenen van slechte perfusie of u twijfelt, dan dient gestart te worden met hartmassage. Zijn er wel tekenen van leven dan controleert u de aanwezigheid van de ademhaling en past u zonodig alleen beademingen toe en herbeoordeelt het kind regelmatig.

3.5.1 Plaatsbepaling en diepte van hartmassage

Voor alle leeftijden geldt dat men hartmassage geeft op het onderste helft van het sternum. Deze plaats kan worden bepaald door met 1 hand langs de ribbenboog tot aan de aanhechtingsplaats van de ribben aan het borstbeen te gaan. Hier bevindt zich het zwaardvormige aanhangsel. 1 vingerbreedte hierboven comprimeert men de onderste helft van het sternum. De diepte van de massage is $\frac{1}{3}$ deel van de voorachterwaartse diameter van de borstkas. Dit is circa 4 cm bij kinderen <1 jaar en circa 5 cm bij kinderen >1 jaar. De frequentie van de massage ligt op minstens 100 per minuut (maar niet meer dan 120/minuut) waarbij, voor zover mogelijk, erop gelet moet worden dat de impressie- en relaxatiefase even lang duren. Na 15 compressies wordt het hoofd in de juiste positie gebracht en de kin gelift, waarbij er weer twee beademingen gegeven worden. Wanneer men alleen is mag men een ratio van 30:2 gebruiken, als men problemen heeft met beademen. De manier waarop men de hartmassage moet geven, is verschillend per leeftijd en wordt hierna beschreven.

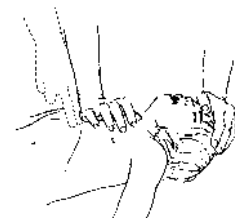
Zuigelingen

Is men alleen dan gebruikt men de tweevingertechniek: met de toppen van 2 vingers van 1 hand wordt de onderste helft van het sternum ingedrukt. Zijn er meerdere hulpverleners dan moet men de methode van Thaler toe passen: de borstkas wordt met beide handen omvat, waarbij de duimen tegen elkaar op de onderste helft van het sternum geplaatst worden. De duimtoppen wijzen naar het hoofd van de zuigeling. Deze methode van Thaler heeft bij de aanwezigheid van 2 hulpverleners de voorkeur, daar de cardiac output meer verhoogd is.



Kinderen

Het comprimeren van de borstkas gebeurt met de 'hiel' van een hand, die geplaatst wordt op de onderste helft van het borstbeen. Lift de vingers, zodat de druk niet verdeeld wordt over de ribben van het kind. Zorg dat men recht boven de borstkas van het kind staat met een rechte arm. Lukt het niet om de borstkas diep genoeg te comprimeren dan is het noodzakelijk om twee handen te gebruiken, waarbij men de 'hiel' van 1 hand op het sternum plaatst en daarboven de andere hand plaatst waarbij de vingers in elkaar gehaakt worden. Is men alleen dan moet men na 1 minuut hulp gaan halen, waarbij een klein kind op de arm genomen kan worden en de reanimatie gecontinueerd kan worden.



Bovenstaande kan in schema worden weergegeven.

	Eventueel controle pulsaties	Methode	Plaats	Frequentie
Pasgeborene (op de verloskamer)	a. brachialis a. umbilicalis	methode van Thaler tweevingertechniek	onderste $\frac{1}{3}$ deel van het sternum	120x per minuut 3 borstcompressies: 1 beademing
Zuigeling	a. brachialis a. femoralis	methode van Thaler tweevingertechniek	onderste $\frac{1}{3}$ deel van het sternum	minstens 100x per minuut maar niet meer dan 120/minuut) 15 borstcompressies: 2 beademing
Kind	a. carotis a. femoralis	muis van de hand, indien nodig twee handen techniek	onderste $\frac{1}{3}$ deel van het sternum	minstens 100x per minuut maar niet meer dan 120/minuut) 15 borstcompressies: 2 beademing

Een absolute voorwaarde voor een effectieve hartmassage is het kind op een harde ondergrond te leggen, omdat u anders het lichaam van het kind in de zachte onderlaag drukt in plaats van het creëren van drukverschillen. Het is niet de compressie van het hart die de voorwaartse bloedstroom veroorzaakt, maar de verhoging van de druk binnen de borstkas, zodat het bloed stroomt van de hoge druk binnen de borstkas, naar de lagere druk buiten de borstkas. De hoogste druk binnen de borstkas wordt bereikt door compressie van het borstbeen. Van belang is dat de thorax na elke compressie geheel omhoog komt, zonder het contact met de borstkas te verliezen. Het indrukken van de thorax en het omhoog laten komen moet even lang duren.



3.6 Coördinatie

De reanimatie van het kind gebeurt bij voorkeur door 2 hulpverleners, daarnaast is er een omloop nodig, die bijv. de medicatie klaarlegt, of intubeert. Indien het kind beademd wordt met een handbeademingsballon moet de reanimatie geschieden door 2 hulpverleners. Het is aan te bevelen om de 2 minuten te wisselen van persoon die de borstcompressies geeft. Door vermoeidheid worden de borstcompressies minder effectief.

3.7 Staken van de reanimatie

Na 20 minuten reanimatie is de kans op overleving klein en moet men overwegen om de reanimatie te staken. Echter redenen om de reanimatie voort te zetten zijn:

- reversibele oorzaken nog niet voldoende uitgesloten (zie Hoofdstuk 5: 4H 4T);
- kerntemperatuur $<32^{\circ}\text{C}$ bereikt is;
- persisterende VF/VT.

Voor leken geldt dat men mag stoppen met reanimeren als er medisch geschoold personeel aanwezig is (bijv. ambulancedienst.). Als men alleen en uitgeput is, mag men ook stoppen met reanimeren. In het ziekenhuis geldt dat er optimaal gereanimeerd moet worden. Optimaal wil zeggen dat er onder andere 100% zuurstof toegediend wordt en er andere hulpmiddelen gebruikt worden, indien nodig. Bij kinderen die onderkoeld zijn, geldt dat er een normothermie moet zijn. Is er na 20 minuten adequate reanimatie geen spontane circulatie kan het staken van de reanimatie geëigend zijn. Een arts is de enige die de reanimatie mag staken. Voor de reanimatie in de thuissituatie geldt dat de reanimatie dient te worden voortgezet, totdat het kind in het ziekenhuis is aangekomen.

Hoofdstuk 4. Het opheffen van een luchtwegbelemmering

Bij kinderen kan een luchtwegbelemmering optreden bij het spelen of het eten. Bij het incident is veelal een volwassene (ouder) aanwezig en het kind is veelal bij bewustzijn als het gebeurt, en er snel ingegrepen kan worden. Een luchtwegbelemmering ontstaat met name bij kleine kinderen door een vreemd lichaam. Zeker wanneer dit gepaard gaat met plotseling hoesten, benauwdheid, braken en 'stridor' moet hieraan gedacht worden. Het kind heeft verder geen tekenen van ziek zijn. Moedig het kind aan te blijven hoesten, daar dit de meest effectieve manier is, om het vreemde lichaam te verwijderen. De *blind sweep*, dat wil zeggen dat men zonder te kijken met een vinger probeert het vreemde lichaam weg te halen, is verboden, omdat men het vreemde lichaam eerder verder duwt dan het verwijderd. Tevens kan dit bij jonge kinderen leiden tot bloedingen in de mondholte. Wel mag geprobeerd worden om het vreemde lichaam te verwijderen, als het te zien is, bijv. met een Magill-tang. Als er een totale blokkade van de luchtweg is kan er geen lucht langs de stembanden stromen waardoor het kind geen geluid kan produceren, zelfs niet hoesten. Indien de blokkade niet wordt opgeheven wordt het kind blauw. Na 2 à 3 minuten krijgen de hersenen zo weinig zuurstof dat het kind het bewustzijn verliest. Wacht niet met het ondernemen van pogingen om de luchtwegbelemmering op te heffen tot het kind het bewustzijn verliest. Tevens moet men 100% zuurstof toe te dienen, om te proberen de oxygenatie optimaal te houden. Een obstructie kan ook ontstaan door een zwelling of bloeding ten gevolge van een trauma of infectie. De behandeling hiervan valt buiten het bestek van deze reader.

4.1 Verwijdering van het corpus alienum

Bij kinderen die ten gevolge van een infectie of trauma een luchtwegobstructie hebben, moet men onderstaande technieken niet toepassen, omdat de situatie van het kind snel kan verslechteren. Deze kinderen moeten zo snel mogelijk naar een ziekenhuis gebracht worden. Er zijn verschillende technieken om een corpus alienum te verwijderen uit de luchtwegen. In de helft van de gevallen zijn vaak meerdere technieken nodig om het vreemde lichaam te verwijderen uit de luchtwegen. Door het slaan op de rug of de thoraxcompressies probeert men een kunstmatige hoest te creëren door de intrathoracale druk te verhogen en daarmee het corpus alienum te verwijderen.

4.2 Tekenen van verstikking door een corpus alienum

Verstikking doordat er in de luchtwegen een obstructie is ontstaan door een corpus alienum, is vaak een plotseling optredend verschijnsel. Het kind zal aan het eten zijn of spelen. De ouders/verzorgers zijn dan ook vaak getuige van het incident. Het kind gaat hoesten of stikt acuut. Als het kind zelf hoest, is dit de beste methode, en men moedigt het kind aan om te blijven hoesten. Als het hoesten ineffectief wordt dan moet men het bewustzijn controleren van het kind en hulp laten inschakelen/hulp roepen. Als het kind niet meer in staat is om door hoesten slijm en/of braaksel uit de mond-, neus en/of keelholte te verwijderen, is uitzuigen van de bovenste luchtwegen nodig. Hiervoor gebruikt men een zo dik mogelijke uitzuigkatheter of een harde slijmzuiger (Yankauer). Regelmatig uitzuigen kan een bradycardie tot gevolg hebben, als gevolg van hypoxie en nervus vagus prikkeling. Monitorbewaking is hier dan ook op zijn plaats. Van belang is dus om te weten of het hoesten nog effectief of ineffectief is:

ineffectief hoesten	effectief hoesten
kan niet praten/huilen	huilt/praat
zacht of stil hoesten	luide hoest
cyanose	kan diep inademen voor het hoesten
bewustzijn verminderd	volledig bij bewustzijn
kan niet inademen	

Hierna moeten de acties plaatsvinden zoals hieronder beschreven. Zie ook de algoritmes.

4.3 Volgorde van acties voor luchtwegbelemmering

1. Waarborg de veiligheid en laat hulp halen of roep om hulp.
2. Als het kind nog bij bewustzijn is, maar het hoest ineffectief, geef dan rugslagen:

Bij de zuigeling:

- Houd het kind in buikligging, met het hoofd iets lager dan de thorax, op de onderarm. Ondersteun het hoofd door de kaak stevig te ondersteunen. Voorkom compressie van de keel. Leg uw onderarm op uw eigen bovenbeen om het kind te ondersteunen of over uw schoot.
- Geef 5 slagen tussen de schouderbladen met de hiel van de hand. Elke slag moet stevig zijn om een kans te hebben het vreemde object te verplaatsen. Probeer met iedere slag het voorwerp los te krijgen.

Bij het kind:

- Geef 5 slagen tussen de schouderbladen met de hiel van de hand. Elke slag moet stevig zijn om een kans te hebben het vreemde object te disloceren. Hierbij is het effectiever als het kind met zijn hoofd lager ligt dan zijn romp. Leg hiervoor het kind over uw schoot, lukt dit niet, probeer dan of het kind voorover kan en wil leunen.

3. Is er nog sprake van een obstructie en is het kind nog bij bewustzijn dan moeten er thoraxcompressies bij de zuigeling en abdominale compressies bij het kind toegediend worden.

Bij de zuigeling:

- Houd de zuigeling in rugligging, met uw onderarm op uw eigen bovenbeen. Houd het hoofd lager dan de thorax.
- Geef maximaal 5 snelle neerwaartse compressies van de thorax, op dezelfde locatie als bij hartmassage, met een frequentie van 1 per seconde. Elke slag moet stevig zijn om een kans te hebben het vreemde object te verplaatsen.
- NB: bij zuigelingen mogen geen abdominale compressies (manoeuvre van Heimlich) uitgevoerd worden, daar deze ernstige schade kan geven aan de buikorganen.

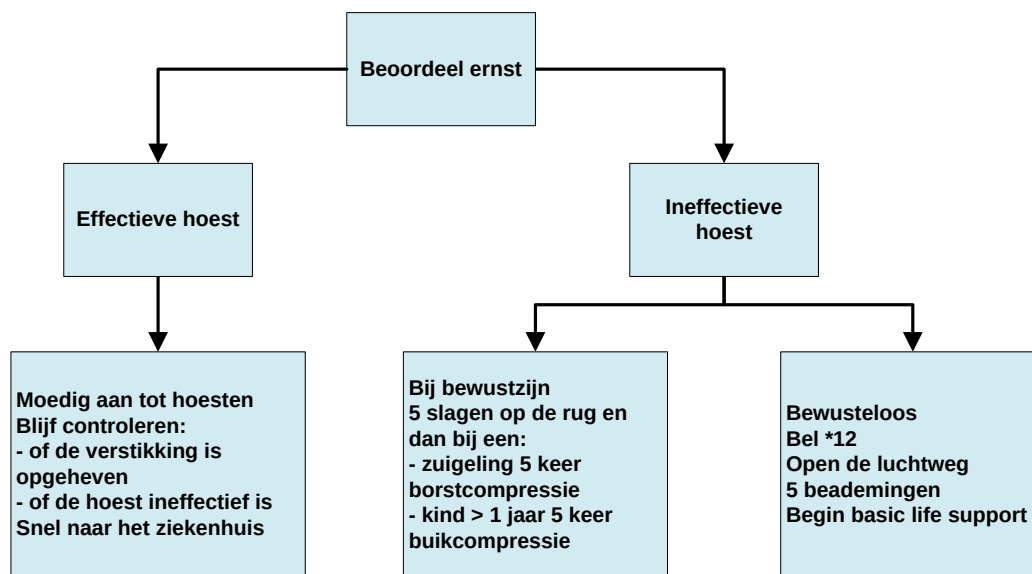
Bij het kind:

- Sta of kniel achter het slachtoffer, en omcirkel de romp van het kind met uw armen vlak onder de oksels
 - Plaats de vlakke duimzijde van 1 vuist tegen het abdomen van het slachtoffer, in de midlijn, iets boven de navel en ruim onder de tip van de processus xiphoideus.
 - Grijp de vuist met de andere hand en voer een serie van maximaal 5 snelle compressies uit. Deze abdominale compressies (manoeuvre van Heimlich) zijn naar binnen en boven gericht. Raak de processus xiphoideus en de onderste rand van de ribkooi niet aan. Kracht op deze structuren kan interne organen beschadigen.
 - Elke compressie moet een aparte, onderscheiden beweging zijn met de intentie om de obstructie op te heffen.
4. Controleer in de mond of een vreemd voorwerp zichtbaar is. Verwijder dit voorwerp alleen als het zichtbaar is.
 5. Laat hulp halen of roep om hulp. Laat het kind niet alleen.
 6. Indien het corpus alienum verwijderd is, beoordeel de klinische conditie van het kind. Het kan zijn dat de obstructie niet helemaal weg is en dus nog problemen veroorzaakt. Schakel medische hulp in.

4.4 Volgorde van acties voor luchtwegobstructie bij bewusteloze zuigeling/kind

1. Als het kind bewusteloos is of wordt leg het kind dan plat neer en roep om hulp of laat iemand hulp halen, indien dit nog niet is gebeurd
2. Open de mond. Probeer eenmalig het zichtbare vreemde lichaam te verwijderen met uw vingers. Probeer dit niet vaker daar er dan risico bestaat om het verder te duwen, de keelholte in. Maak geen blinde pogingen in de mond.
3. Open de luchtweg met de head tilt chin lift en probeer 5 beademingen te geven. Indien een beademing niet effectief is: repositioneer het hoofd en probeer opnieuw.
4. Ga dan over op het geven van hartmassage zonder eerst de circulatie te beoordelen.
5. Geef 15 thoraxcompressies, en dan 2 beademingen een minuut lang.
6. Schakel dan hulp in, als dit nog niet gebeurd is.
7. Kijk als de luchtweg geopend is nogmaals in de mond en probeer het zichtbare vreemde lichaam te verwijderen met uw vingers. Probeer dit eenmaal.
8. Ga verder met BLS, totdat er hulp gearriveerd is, of het kind weer bij bewustzijn komt en een effectieve spontane ademhaling heeft. Leg het kind in stabiele zijligging indien ademhaling en circulatie stabiel zijn.

4.5 Algoritme voor luchtwegbelemmering



Hoofdstuk 5 Advanced Pediatric Life Support

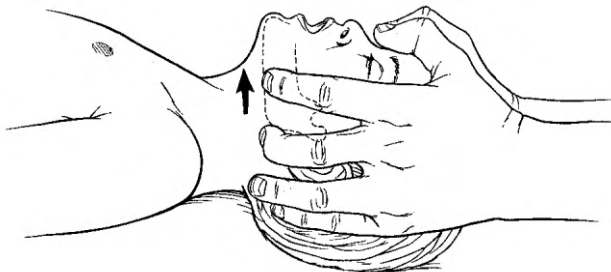
Na het bespreken van de Basic Life support volgt nu de Advanced Paediatric Life Support. Zoals eerder beschreven kan succesvolle APLS alleen uitgevoerd worden, na een gedegen BLS. Bij de APLS wordt gebruik gemaakt van hulpmiddelen om de vitale functies te ondersteunen. Daarbij wordt de ABCDEFG volgorde gehanteerd:

A: Airway	de Guedel, mayo-tube, endotracheale tube, tracheotomie, zuurstof
B: Breathing	ademhaling ondersteunen, zuurstoftoediening, beademen, thoraxdrain
C: Circulation	intra-ossale naald, intraveneuze toegang, defibrillatie/cardioversie, vulling, inotrope middelen,
D: Disability	neurologische toestand, houding, pupillen
E: Exposure	temperatuur, lichaam inspecteren, warmte toedienen, actief koelen
F: Fluid	vocht onderhoud/elektrolyten
G: Glucose	

5.1 A: Luchtweg vrijmaken

5.1.1 Cervicale wervel kolom immobilisatie+ jaw thrust

Normaal gesproken gebruikt men de head-tilt chin-lift methode om de luchtweg te openen. Wordt het kind echter verdacht van een trauma, dan moet de 'jaw thrust' methode worden toegepast. Hoewel letsel aan de halswervelkolom zelden voorkomt, moet men er wel op bedacht zijn bij een (ernstig) ongeval en zeker bij een val van grote hoogte. Stabilisatie van de wervelkolom moet plaatsvinden in een dergelijk geval, tot er zekerheid over het wervelkolomletsel bestaat. Het stabiliseren van de halswervelkolom gebeurt door de hulpverlener, die het hoofd aan weerszijden omvat en daarbij beweging of tractie van de halswervelkolom voorkomt. De halswervelkolom blijft hierdoor in één lijn. Wanneer voorhanden kan de stijve halswervelkraag gebruikt worden. De nekkraag moet wel de juiste maat hebben, omdat het anders zijn doel voorbij streeft. Een stijve halswervelkraag alleen is onvoldoende, het lichaam van het kind moet dan nog met behulp van zandzakken, *head blocks*, banden of tape geïmmobiliseerd worden. Bij voorkeur op een *spinal board*. Als het kind er onrustig van wordt of zeer angstig, dan moet de kraag weggenomen worden en de nek gestabiliseerd worden met de handen.



Jaw-thrust met (gedeeltelijke) stabilisatie van de cervicale wervelkolom

5.1.2 Zuurstof

Zuurstof is essentieel bij een reanimatie. Zoals eerder beschreven hebben kinderen een hogere rustverbranding dan volwassenen. Kinderen met een respiratoire insufficiëntie zullen nog sneller gaan ademen en soms insufficiënter gaan ademen (intrekken), hierdoor gaat het verbruik van de zuurstof nog meer omhoog. Op weefselniveau vindt in de cellen al (door het zuurstof tekort) anaërobe verbranding plaats, met als gevolg metabole acidose. Een acuut ziek kind moet dan ook 100% zuurstof toegediend krijgen op een zo min mogelijk belastende manier. De voorkeur gaat uit naar een non-rebreathing masker met bevochtigde zuurstof. Men behaalt dan namelijk een $FiO_2 > 90\%$, als de flow 8 l/min. is. Soms volstaat een neusbril, hier kan echter maximaal een FiO_2 van 40% gegeven worden. Dit geldt ook voor een neussonde. Gebruikt men een zuurstofmasker dan bedraagt de FiO_2 maximaal 50%. Worden deze hulpmiddelen echter niet geaccepteerd door het kind, kan het soms nodig zijn om alleen een zuurstofmasker/trechter in de buurt van de neus te houden. Het benauwde kind moet immers zo rustig mogelijk gehouden worden. In geval van een reanimatie moet altijd 100% zuurstof gegeven worden! Na de reanimatie moet hyperoxemie voorkomen worden. De zuurstof kan verminderd worden op geleide van de saturatie. Zorg dat de saturatie tussen 94-98% is.

5.1.3 De oropharyngeale tube

Om de weerstand in de bovenste luchtwegen (met name van de tong) te verminderen en een additionele stabilisatie van de luchtwegdiameter te verkrijgen, maakt men bij handbeademing vaak gebruik van oropharyngeale tubes. Dit is alleen mogelijk bij de comateuze patiënt, omdat de patiënt, die bij bewustzijn is, een braakreflex krijgt, bij een oropharyngeale tube. Na plaatsing van de oropharyngeale tube is het nog steeds

noodzakelijk om een 'head tilt-chin lift' methode toe te passen om de luchtweg adequaat vrij te houden. Het hoofd moet immers nog in de juiste positie gebracht en gehouden worden. De oropharyngeale tubes zijn ook wel bekend onder de merknamen Mayo-tube®, Guedel®. Het voornaamste effect van de oropharyngeale tube is dat de tong naar voren wordt geplaatst. Deze oropharyngeale tubes hebben een vraagtekenachtige vorm en zijn ter hoogte van de voorste tandenrij verstevigd om dichtbijten van de oropharyngeale tube door het kind te voorkomen. De flens rust op de lippen/tanden en voorkomt hiermee dat de tube verder achter in de keel kan zakken.

De oropharyngeale tubes zijn in verschillende maten verkrijgbaar. In de tabel staan de verschillende maten per leeftijdscategorie vermeld. Het kiezen van de juiste maat is belangrijk voor het effect, namelijk het voorkomen van een blokkade van de ingang van de luchtpijp door de tong. De juiste maat neemt men door het distale uiteinde ter hoogte van de snijtanden te leggen. Het proximale uiteinde moet dan ter hoogte van de kaakhoek liggen. Zowel een te korte als een te lange oropharyngeale tube leidt tot een averechtse werking. In beide gevallen wordt de toegang tot de luchtwegen geblokkeerd. Bij een te korte oropharyngeale tube rolt de tong als het ware op achter in de mond en blokkeert daarmee de luchtweg. Bij een te lange oropharyngeale tube bestaat er een kans op oedeem van de epiglottis door de constante druk van het onderste uiteinde van de oropharyngeale tube. In het analyseschema staat een gedetailleerde beschrijving van deze handeling.

Leeftijd	Maat	Lengte
Prematuur	000	3,5 cm
	00	4,5 cm
Neonaat -3 maanden	0	5,5 cm
3-12 maanden	1	6,0 cm
1-5 jaar	2	7,0 cm
>5 jaar	3	8,0 cm

5.1.4 Endotracheale tube

Als een kind (langdurig) gereanimeerd wordt, is het zinvol om het kind te intuberen. Men is dan in ieder geval verzekerd van een open luchtweg en men heeft een toegangsweg voor bepaalde medicatie. Echter een endotracheale tube is geen garantie, dat deze toegangsweg ook open blijft. Immers door bijv. het overtilen van de patiënt kan de tube verplaatsen en in de oesofagus terecht komen. Bij de geïntubeerde patiënt, waarvan plots de situatie verslechterd, is er een snelle manier om een aantal veel voorkomende problemen na te gaan en eventueel te verhelpen. Dit wordt **DOPE** genoemd. DOPE staat voor: Detubatie, Obstructie, Pneumothorax, Equipement.

Debutatie

Zoals hierboven beschreven kan een tube door het overtilen van de patiënt snel verschuiven en in de oesofagus komen. Als het kind beweegt of hoest, of door manipulatie van de tube bij uitzuigen en/of bijblazen, kan dit echter ook gebeuren. Een andere mogelijkheid is, dat de tube te diep zit en dan meestal in de rechter hoofdbronchus terecht komt. Ook hierdoor zal er een slechte ventilatie plaatsvinden en zal de situatie van het kind verslechteren. Bij auscultatie van de vier longvelden en de maag, hoort men verminderd ademgeruis over de longen en eventueel borrelen in de maag. Indien de tube te diep zit hoort men minder ademgeruis aan de kant waar de long niet geventileerd wordt. Met behulp van de laryngoscoop, kan men kijken of de tube inderdaad verkeerd zit. Is dit het geval dan extubeert men de patiënt en beademt verder met masker en ballon, waarna weer geïntubeerd kan worden.

Obstructie

Indien er een obstructie van de endotracheale tube is, dan zal de beademingsmachine een *upper pressure limit* alarm geven, mits de grenzen goed ingesteld zijn (behalve bij een drukbeademing). Als de patiënt met de hand of met PRVC beademd wordt, zal men de druk waarmee men bijblaast zien oplopen. Dit is wel afhankelijk van de mate van obstructie. Natuurlijk moet men goed naar het kind kijken: zijn er beiderzijds thoraxexcursies aanwezig. Ausculteer de longen en observeer de overige parameters zoals de saturatie en hartfrequentie. Is er sprake van tubeobstructie, dan moet men de patiënt in ieder geval bijblazen met de Jackson Rees®/self-inflating bag/Waters® set, en goed uitzuigen en eventueel flink bijbevochtigen met NaCl 0,9%. Indien de obstructie niet te verwijderen is, dan moet de patiënt geëxtubeerd worden en met masker en ballon beademd worden.

Pneumothorax

Door verschillende soorten pneumothorax kan de ventilatie acuut bedreigd worden, te weten:

- Fladderthorax: waarbij door meerdere ribfracturen er een paradoxale ademhaling plaatsvindt. Omdat dit een zeer insufficiënte beweging is, liggen deze kinderen vaak zeer lange tijd aan de beademing. Dit is zeer zeldzaam, en komt alleen voor bij een ernstig trauma.
- Open pneumothorax: er is een opening met de buitenlucht, meestal veroorzaakt door een ongeval of scherp voorwerp. U hoort de lucht in en uit gaan. De wond moet afgeplakt worden met een vaseline gaas, welke aan drie zijden wordt afgeplakt met pleisters. Zo kan de lucht ontsnappen bij de expiratie.
- (Spannings)pneumothorax: er gaat lucht bij inademen door het gat in de pleurabladen heen, er zit dan lucht tussen de pleurabladen. Als door ventielwerking lucht niet meer terug naar buiten kan, is er sprake van een spanningspneumothorax. Hierdoor neemt het longvolume sterk af door compressie van de long. U neemt stuwung van de halsvenen en verschuiving van de trachea naar de niet-aangedane zijde waar.

- Hematothorax: er zit bloed tussen de pleurabladen en het longvolume neemt af. Dit wordt veroorzaakt door beschadiging van vaten van de longen of de borstwand (bijv. postoperatief).

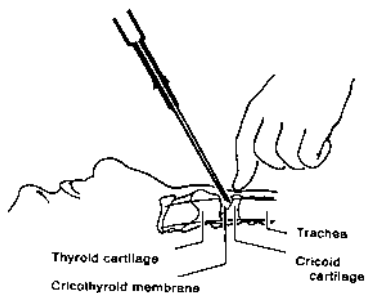
Behandeling van alle soorten pneumothorax bestaat uit het toedienen van 100% O₂ via het non-rebreathing masker of via een endotracheale tube, eventueel moet de patiënt ondersteund worden, door middel van (masker- en ballon-) beademing. Bij de spanningspneu en hematothorax moet er een spoedthoracocentese plaatsvinden, ter hoogte van de midclaviculaire lijn, in de tweede intercostale ruimte. Later kan een thoraxdrain geplaatst worden, waardoor de lucht/bloed tussen de pleurabladen uit kan en de longen zich kunnen ontplooien. Deze wordt meestal geplaatst in de 5^e intercostale ruimte in de voorste axillaire lijn, aan de zijde van de pneumothorax of haematothorax. Bij de haematothorax moet er voor het draineren een infuus ingebracht worden, in verband met de kans op massaal bloedverlies. Tevens moet er kruisbloed afgenomen worden en bloed besteld worden.

Equipement

Door een technisch mankement wordt de ventilatie acuut bedreigd. Dit mankement kan zeer divers zijn; van een beademingsapparaat, dat een defect vertoont tot een tubescheur. Van belang is dus om het kind met de ballon bij te blazen en na te gaan wat het probleem is.

5.1.5 Naaldcricothyroïdotomie

Als manuele technieken om de bovenste luchtweg vrij te maken mislukken, kan deze techniek levensreddend zijn. Een vastzittend voorwerp, acuut oedeem van keelholte en/of strottenhoofd of een halstrauma kan de oorzaak van obstructie van de bovenste luchtwegen zijn. Bij acuut benauwde, kwijlende, (koortsige) kinderen moet u hierop bedacht zijn. Een spoedtracheotomie in niet ideale omstandigheden heeft ernstige tot fatale bloedingen als grootste complicatie. Uiteraard dient de KNO-arts met spoed opgeroepen te worden voor het creëren van een definitieve luchtweg. De snelste manier om toegang tot de onderste luchtwegen te verkrijgen, met zo weinig mogelijk complicaties, is dan de naaldconiotomie. Een kind in ademnood zal zich echter nog verzetten en door het proberen te ademen of slikken de larynx heen en weer bewegen. Bij punctie moet er met een punctienaald (14 of 16 Gauge) met daarop een 5cc spuit door het cricothyroid membraan wat tussen het thyroid en cricoïd (net onder de adamsappel) zit geprikt worden. Je komt dan onder de stembanden in de trachea uit, waarlangs direct zuurstof toegediend kan worden. 100% Zuurstof moet met een flow van 1 l/jaar (leeftijd van het kind) toegediend worden via een zuurstofslang met een driewegkraantje. De flow ophogen tot er thoraxexcursies te zien zijn, of oxygenatie is gewaarborgd. Laat 1 seconde de zuurstof de longen instromen door het driewegkraantje dicht te houden naar buiten. Geef dan 4 sec. de tijd om de lucht weer te laten ontsnappen. Het driewegkraantje moet dan open staan naar buiten, zodat dan geen zuurstofstroom van de zuurstofslang naar binnen wordt geblazen. Lucht uit de patiënt ontsnapt niet via het kraantje maar langs de naald. Let ook op dat de borstkas weer daalt. Indien nodig kan er beademd worden op de cricothyroïdnaald. Hiervoor moet de naald verwijderd worden en een tube in de trachea geplaatst worden, over een mandrin. Op de tube kan dan beademd worden.



Ten aanzien van de coniotomie komt er een protocol. Voor een beknopte beschrijving zie de bijlage. Gezien het spoedeisende karakter hiervan is het belangrijk te weten voor diegene die de naald plaatst, wat gezien de locatie meestal de intensivist/anesthesioloog zal zijn, dat deze aan kan geven welke spullen hij/zij nodig heeft.

5.2 B: Breathing/ademhaling

Indien een kind een ademstilstand of insufficiënte ademhaling heeft moet er beademd worden. Het doel van het beademen is een optimale oxygenatie en ventilatie van het kind bewerkstelligen. De indicatie voor beademing wordt gesteld op de combinatie van de volgende factoren, waarbij punt 1 het belangrijkste is.

1. Klinische tekenen van respiratoire insufficiëntie

- apnoe
- dyspnoe, tachypnoe
- tachycardie
- cyanose
- uitputting (o.a. uitend in oppervlakkig ademen, apnoes, verminderd bewustzijn)

2. Onderliggend ziektebeeld en pathologie
3. Bloedgas (arterieel, centraal veneus of "betrouwbaar" capillair) en saturatie
 - Inadequate alveolaire ventilatie
 - hoog $\text{CO}_2 > 7 \text{ kPa}$ (niet bij chronische hypercapnie)
 - oplopend CO_2
 - Tekortschietende arteriële oxygenatie
 - saturatie $< 95\%$ bij $\text{FiO}_2 \geq 60\%$
 - $\text{PaO}_2 < 10 \text{ kPa}$ bij $\text{FiO}_2 \geq 60\%$
4. X-thorax
5. Zeker stellen van de ademhalingsfunctie en patroon bij:
 - circulatoire insufficiëntie
 - neurologische conditie (GCS < 8 , status epilepticus, verhoogde hersendruk)

5.2.1 Methoden van beademen

Bij APLS dient masker- en ballonbeademing dan wel endotracheale beademing worden gebruikt voor het opvangen van respiratoire insufficiëntie.

5.2.1.1 Handbeademing

Handbeademing is bij het juist toepassen van de techniek, effectiever dan de mond-op-mond (-en-neus) beademing en is een ogenschijnlijk eenvoudige manier van beademing. De techniek om deze beademingsvorm optimaal uit te voeren vereist oefening en onderhoud van de vaardigheid.

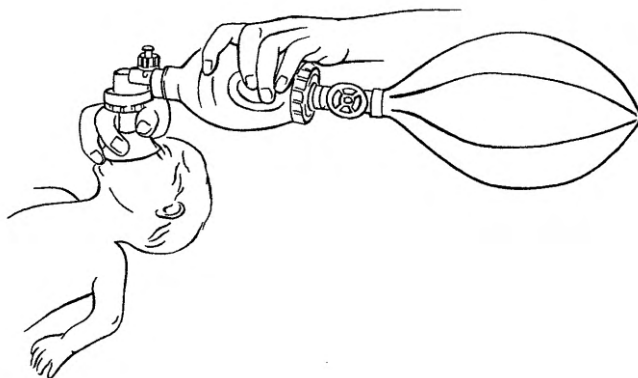
Voordelen van de handbeademingsballon zijn:

- beademing met 21-100% O_2 is mogelijk;
- mogelijkheid om hogere drukken te geven;
- geen fysiek contact meer met het kind, dus minder besmettingsgevaar.

Aandachtspunten bij het gebruik van de beademingsballon zijn:

- het is moeilijk om het masker goed tegen het kind aan te drukken en tegelijkertijd ook de ballon samen te knijpen en een vrije luchtweg te behouden. Immers, na plaatsing van het mond-neus masker moet men, ter voorkoming van luchtlekkage, dit masker aandrukken op het gezicht van het kind. Tegelijkertijd moet men met deze hand de kaak naar voren verplaatsen met behulp van de 'Head tilt-chin lift' methode om een optimale doorgankelijkheid van de luchtweg te garanderen. Het resultaat is vaak luchtlekkage langs het masker of een (gedeeltelijk) geobstrueerde luchtweg;
- het knijpen in de beademingsballon en het ogenschijnlijk geven van een juist beademingsvolume kan snel een vals gevoel geven van een correcte beademing;
- de controle van het 'omhoog komen' van de thorax of de buikwand tijdens de insufflatie is van groot belang;
- er kan relatief gemakkelijk een maagdilatatie door insufflatie van lucht via de oesofagus ontstaan. Dit kan echter ook bij mond-op-mond beademing voorkomen.

Aan de handbeademingsballon wordt een masker bevestigd. Bij kinderen wordt bij voorkeur gebruik gemaakt van een doorzichtig masker met een zo'n klein mogelijke dode ruimte. Hierdoor is een betere observatie mogelijk van eventueel braken en bloedingen. De maat van het masker is afhankelijk van het gewicht van het kind. Dit beademingsmasker wordt over mond en neus van het kind geplaatst, er mag geen lucht lekken tijdens het beademen.



De handbeademingsballon kan worden onderverdeeld in 2 soorten:.

5.2.1.1.1 De zelfontplooiende ballon (Laerdal®/AMBU®)

Dit is een samendrukbare, elastische ballon, die via een kleppensysteem in verbinding staat met het beademingsmasker. Het kleppensysteem zorgt ervoor, dat de uitgeademde lucht van het kind in de atmosfeer verdwijnt. Door een hogedruk ventiel voorkomt men dat er een te hoge druk gegeven wordt aan het kind. Bij de Laerdal-ballon® (die in het ErasmusMC-Sophia gebruikt wordt en in de volksmond 'de ambu' genoemd wordt) gaat het ventiel open bij een druk >45 cm H₂O. Door ritmisch samendrukken van de ballon kan een degelijke beademing uitgevoerd worden. Indien alleen een beademingsballon gebruikt wordt, kan er slechts 21% zuurstof gegeven worden (percentage in de buitenlucht). Er moet zo snel mogelijk 100% zuurstof gegeven worden. De ballon moet daarvoor aangesloten worden aan een externe zuurstofvoorziening via een aparte nippel aan de ballon. Van essentieel belang is het aansluiten van het zuurstofreservoir. Zonder reservoir wordt maximaal 40-60% zuurstof toegediend, de zuurstof mengt immers met de buitenlucht. Met reservoir kan de zuurstofconcentratie oplopen naar 98%. Er zijn drie maten van deze ballon: 240 ml voor de prematuren, 500 ml voor jonge kinderen tot ca. 8 jaar, en 1600 ml voor de kinderen boven de 8 jaar.

5.2.1.1.2 Slappe ballon (Jackson Rees-systeem® en Waters-set®).

De slappe ballon kan alleen functioneren, als die is aangesloten op een zuurstofbron. Met deze ballon kan 100% O₂ worden toegediend. Doordat de ballon zich vult met O₂, ontplooit de ballon zich. Door het gebruik van een manometer, kan men de juiste drukken geven bij het beademen. De slappe ballon mag alleen gebruikt worden door hulpverleners die hierin bekwaam zijn. Door het beademen met een slappe ballon kan de ervaren hulpverlener informatie krijgen over de weerstand van de luchtwegen of de compliantie van de longen. Voordeel is dat er ook PEEP gegeven kan worden. Bij het Jackson Rees-systeem® moet er een verse zuurstoftoevoer van minimaal 6 liter zijn, omdat anders de zuurstof zich vermengt met het CO₂ van de patiënt en de lucht zich niet ververst. Dit wordt het zogenaamde 'rebreathing' genoemd. Bij de inademing wordt de ballon met de hand afgesloten en leeggeknepen. Gedurende de uitademing moet de ballon licht open gehouden worden (om PEEP achter te houden) en verlaat het 'uitademingsgas' via de opening de ballon. Tussen de ballon en het masker zit een 'harmonicaslang', die het makkelijker maakt om de ballon te manipuleren ten opzichte van het kind.

Bij de Waters-set® is de ballon weliswaar gesloten, maar zorgt de (vooraf ingestelde) expiratieklep ervoor, dat het uitgeademende gas kan ontwijken. Als deze klep te zwaar is ingesteld en de gastoevoer onvoldoende is, zal niet al het uitgeademende gas via het expiratieklepje ontwijken, maar terugstromen in de ballon en treedt rebreathing op. De zuurstoftoevoer gaat via een dunne slang, die uitmondt vlak bij het endotracheale verbindingstuk. Aan dit verbindingstuk is de ballon bevestigd net als het expiratieventiel. Met een Waters-set® beademen is een lastige handeling, omdat het juist instellen van de klep lastig is en het meestal twee handen vergt om de juiste hoeveelheid lucht in te blazen. Iemand anders moet dan het masker vasthouden en het hoofd in positie houden. Vanaf ongeveer het achtste levensjaar moet een Waters-set® gebruikt worden.

Gewicht	Maat beademingsmasker
<7 kg	0-1
8 -1 kg	2
12-15 kg	3
16-24 kg	4
>25 kg	5

Beademingsfrequentie

Bij kinderen tot de puberteit start u met maximaal 5x achter elkaar te beademen met een frequentie van 1 seconde insufflatietijd. Daarna is de frequentie $\pm 30x$ per minuut. Indien er ook hartmassage plaatsvindt dan masseren en beademen in de verhouding 15:2. Zie onder C: circulatie. (BLS en APLS gedeelte) Als het kind geïntubeerd is dan continue hartmassage toepassen met een frequentie van 100/ minuut en beademen 10/minuut. Indien na de eerste 5 beademingen de ademhaling spontaan op gang komt, legt u het kind in stabiele zijligging (tenzij het kind nekletsel heeft).

Endotracheale tube

Voor langdurige beademing is het noodzakelijk dat het kind een endotracheale tube krijgt en machinaal beademd gaat worden. Er zijn gecuffte en ongecuffte tubes, die beide gebruikt kunnen worden bij kinderen. In principe wordt er een ongecuffte tube gebruikt, maar indien er sprake is van luchtlekkage, (verwachte) hoge weerstand in de longen of slechte inflatie van de longen, kan men een gecuffte tube inbrengen. Bij een reanimatie wordt het kind, zodra het kan, geïntubeerd om een vrije luchtweg te creëren en optimaal te kunnen ventileren. De diameter en de lengte van de tube zijn, voor kinderen >1 jaar tot ca. 10 jaar, te berekenen met de volgende formules:

Interne diameter (mm) = (leeftijd: 4) + 4

Lengte (cm) = (leeftijd:2) + 12 oraal

Lengte (cm) = (leeftijd:2) + 15 nasaal

Voor een neonaat wordt doorgaans een tube met diameter 3,0-3,5 mm gebruikt. Bij prematuren is dit 2,5 mm. Na intubatie moet er auscultatie plaatsvinden van de longen en een X-thorax gemaakt worden om de positie van de tube te bepalen. De gouden standaard voor de tubepositie is CO₂-detectie. NB: op de X-thorax is niet vast te stellen of de tube daadwerkelijk in de trachea zit. De oesofagus ligt immers in dezelfde lijn. De intubatie zelf is een handeling die voorbehouden is aan anesthesiologen en/of kinderartsen, en valt daarom buiten het bestek van deze syllabus. Ook de machinale beademing wordt niet behandeld, daarvoor verwijzen we graag naar het afdelingsbeleid hierin.

Larynxmasker

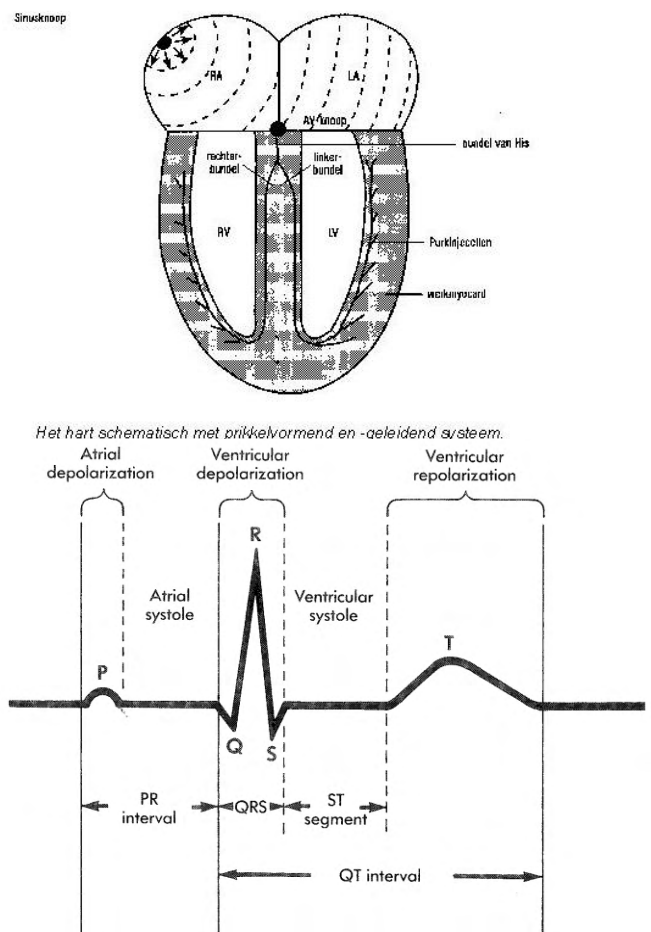
Indien bij een reanimatie een kind niet goed beademd kan worden met masker en ballon en/of endotracheale intubatie niet lukt, dan kan de arts een larynxmasker inbrengen. Realiseer wel dat de luchtweg minder goed beschermd is dan bij endotracheale intubatie.

5.3 C: Circulatie

5.3.1 Basiskennis elektrocardiografie

Prikkelgeleiding

De belangrijkste gangmaker in het hart, de sinusknoop, bestaat uit een groepje cellen hoog in het rechteratrium vlakbij de inmonding van de vena cava superior. Van hieruit verspreidt de prikkel zich radiair uit over de wand van de beide atria. Als gevolg van deze prikkel contraheren de atria. (p-top). Vanuit de atria loopt de elektrische prikkel tegen het skelet van het hart aan. Hierdoor kan de prikkel niet makkelijk de ventrikels bereiken. De enige elektrische verbinding is de atrioventriculaire knoop, de AV-knoop, die laag in het interatriale septum ligt. Hier wordt de prikkel min of meer "vastgehouden": de cellen van de AV-knoop geleiden zo traag dat de prikkel pas weer 120 milliseconde later verder wordt doorgegeven. Dit is bijzonder gunstig voor de pompfunctie van het hart want het geeft de atria, die net met hun contractie zijn begonnen, de gelegenheid zich goed te ontledigen in de nog niet geactiveerde, ventrikels. De AV-knoop activeert de bundel van His. Normaal gesproken is de bundel van His het enige geleidende weefsel dat door het bindweefselskelet loopt en atria en ventrikels met elkaar verbindt. Hij splitst zich aan de ventriculaire kant al snel in een rechterbundeltak voor de rechterkamer en een linkerbundeltak voor de linkerkamer. De linkerbundeltak vertakt zich kort na zijn ontstaan. Er kunnen dan twee delen of fasciculi worden onderscheiden.



Het voorste deel, de fasciculus anterior, verzorgt normaal gesproken de geleiding naar de voorwand en de laterale wand (de zijwand) van de linkerventrikel, het achterste deel, dat fasciculus posterior wordt genoemd, naar de onder- en achterwand. De uiteinden van de bundeltakken vormen een groot aantal kleine vezeltjes, de Purkinje-vezels. Deze komen uit bij de cellen aan de binnenste, endocardiale zijde van de hartspierwand. Zo krijgen de spiercellen de elektrische prikkel die ze doorgeven naar omliggende meer naar buiten gelegen spiercellen. Als de hartspiercellen zijn geactiveerd, trekken ze samen (QRS complex). Hierna vindt repolarisatie van de linkerventrikel plaats (T-top).

Het ECG is dus een grafische voorstelling van de elektrische activiteit van het hart in de tijd. Versnelling/vertraging van het ritme en de plaats in het hart waar het ritme ontstaat, bepaalt de ernst van de problemen.

5.3.2 Algemene benadering bij ritmestoornissen

Bij alle plotselinge ritmeveranderingen geldt, dat deze alleen acute behandeling behoeven, als er geen output is, dus geen pulsaties voelbaar zijn of de patiënt in shock is. Tevens geldt dat altijd, om artefact uit te sluiten, alle elektroden gecontroleerd moeten worden, net als de aansluitingen. Probeer een andere afleiding en de gain van de monitor. Check ook de patiënt, door de pulsaties te voelen. Om snel inzicht te krijgen in de ernst van de ritmestoornis, kan men het volgende nagaan:

- Is er shock aanwezig?
- Is het ritme snel of langzaam?
- Is de vorm van het QRS-complex breed of smal?

Is er sprake van shock of circulatiestilstand, dan moet er acuut ingegrepen worden. Zo niet dan heeft men wat langer de tijd om de behandeling in te zetten. De snelheid en vorm van het ritme bepalen, naast de circulatie, of medicamenteus ingrijpen of defibrillatie/cardioversie (bijv. VT/VF) nodig is. Frequentie herbeoordeling is noodzakelijk.

5.3.3 Ritmestoornissen met output

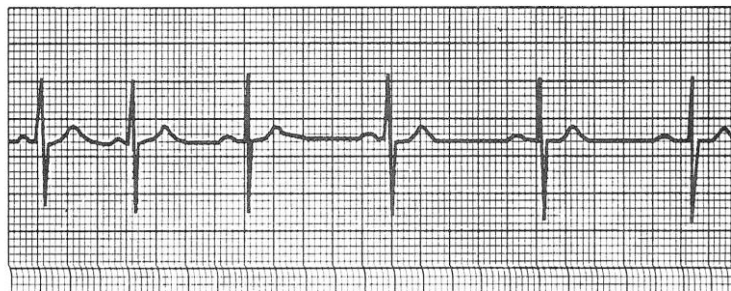
Er zijn ook ritmestoornissen waarbij er nog wel sprake is van output:

- sinusbradycardie;
- SVT (Supra ventriculaire tachycardie);
- VT (ventrikeltachycardie) met output.

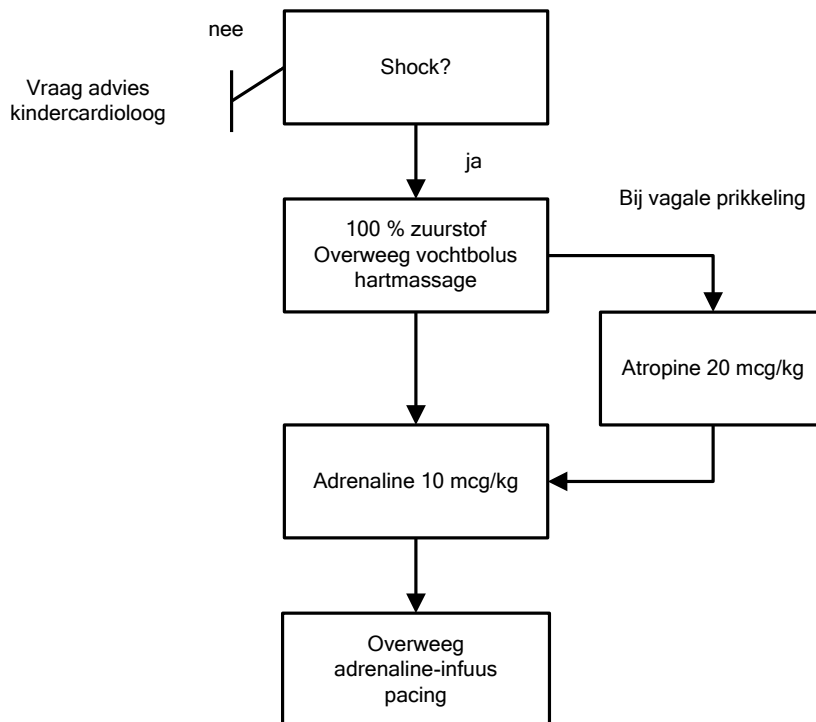
Deze ritmestoornissen komen ook voor bij kinderen en zullen daarom beschreven worden.

5.3.3.1 Sinusbradycardie

Een sinusbradycardie is een te lage hartactie voor de leeftijd en conditie waarin het kind verkeert. Een sinusbradycardie bij een ernstig ziek kind is het gevolg van hypoxie/ischaemie en een omineus teken, wat direct ingrijpen vereist. (oxygenatie, ventilatie en massage). Een te lage hartactie voor de leeftijd van het kind bij een gezond ogend, gecirculeerd kind behoeft in alle rust overleg met een kindercardioloog. De sinusbradycardie ontstaat bij een te trage frequentie van de sinusknoop. Het QRS-complex is normaal. Bij een frequentie van <60/min. kan er sprake zijn van een sinusbradycardie. Bestaat er tevens een slechte perfusie dan moet er direct geventileerd, geoxygeneerd en hartmassage plaatsvinden. Indien de bradycardie wordt veroorzaakt door vagale prikkeling, kan toediening van atropine geïndiceerd zijn. De dosering is 20 mcg/kg, met een minimale dosering van 100 mcg, anders is er kans op een paradoxe bradycardie. De maximale dosering is 0.5 mg voor het kind. De dosis kan elke vijf minuten herhaald worden tot een totale dosis van 1 mg.

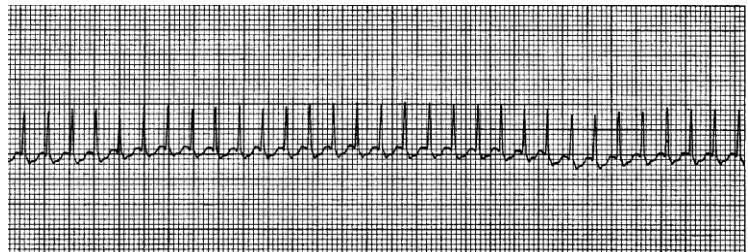


Algoritme sinusbradycardie



5.3.3.2 SVT: supra ventriculaire tachycardie

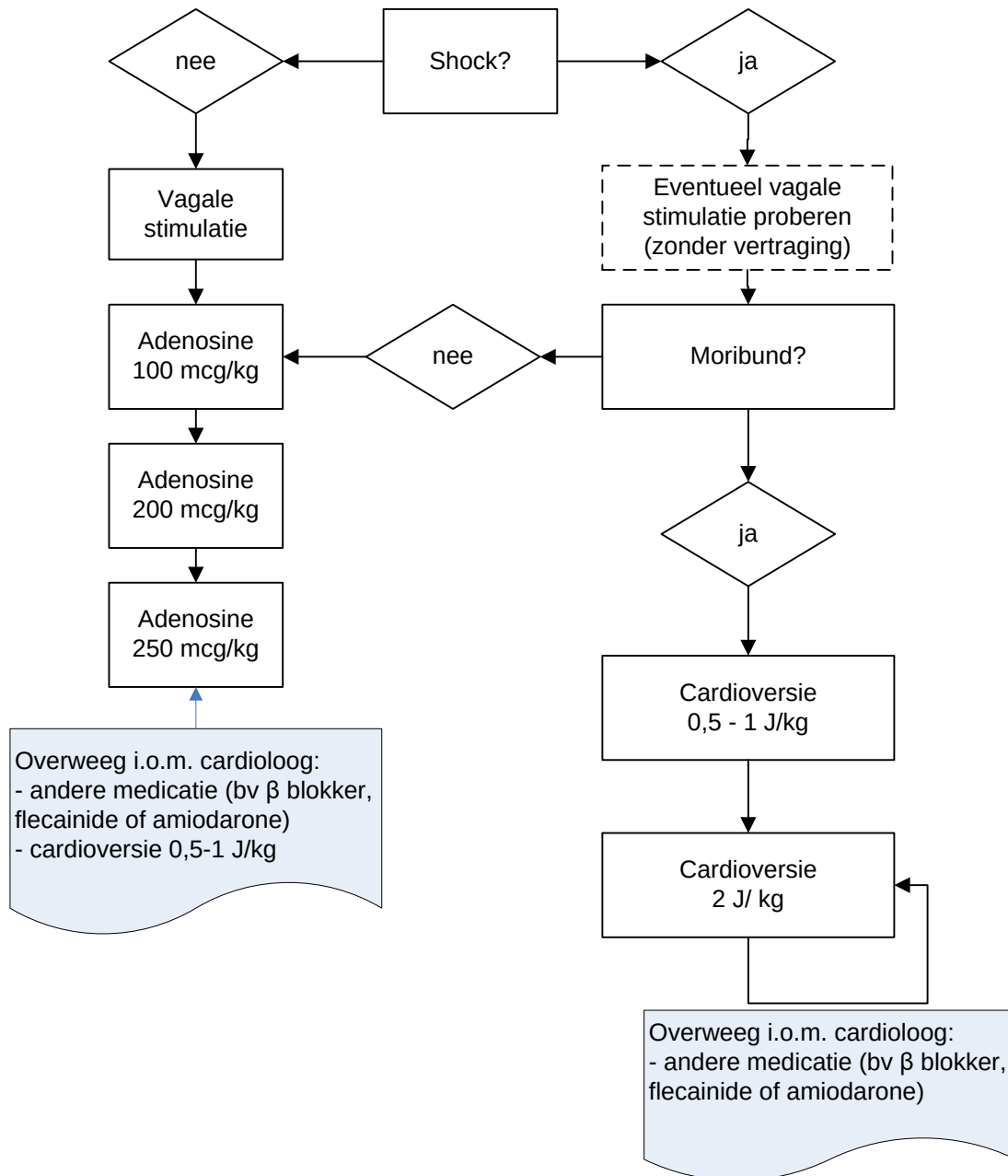
Bij kinderen is een SVT meestal een re-entry-mechanisme. De frequentie is groter dan 180-220/min. Het begin en het einde is vaak abrupt, en niet zoals bij een sinustachycardie variërend van snelheid. Op het ECG zijn de P-toppen niet altijd herkenbaar. Hoewel deze ritmestoornis vaak tijdelijk goed verdragen wordt door kinderen, kan het echter ook gepaard gaan met shockverschijnselen. Kinderen met een SVT hebben een vergrote lever, als hartfalen is opgetreden ten gevolge van de tachycardie, terwijl kinderen met een sinustachycardie een normale tot kleine lever hebben.



Behandeling

Deze is afhankelijk van het feit of het kind in shock is of niet. Zie hiervoor het algoritme. De vagale manoeuvres zijn handelingen om de nervus vagus te prikkelen, waardoor het ritme weer normaal wordt. Deze manoeuvres zijn alleen werkzaam, als de SVT net begonnen is en bestaan uit een ijskoude washand in het gezicht, of een maagsonde inbrengen. Oudere kinderen kunt u hard op hun hand laten blazen. Oogboldruk wordt niet meer toegepast! De SVT kan ook medicamenteus behandeld worden. Adenosine is een middel welke de AV-geleiding remt en moet zeer snel toegediend worden, daar het effect topspiegel afhankelijk is. Van belang is dat de crashkar met defibrillator bij de patiënt staat en de adenosine onder ECG-controle gegeven wordt. Zie voor nadere gegevens over Adenosine onder medicatie. Na de behandeling in de eerste fase kan in overleg met de kindercardioloog onderhoudsmedicatie worden gestart afhankelijk van de ernst en de frequentie van de aanvallen. Voor details verwijzen we naar het Compendium Kindergeneeskunde.

Algoritme SVT

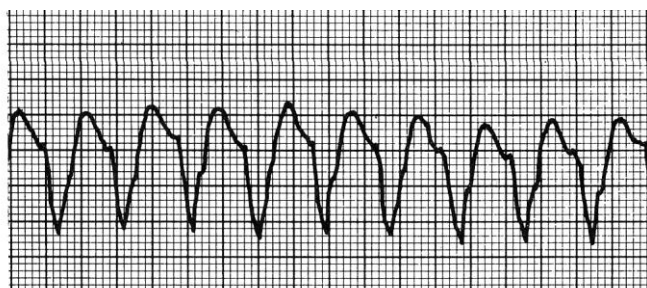


5.3.3.3 VT: ventrikeltachycardie met output

Hiervan is sprake indien er vier of meer premature ventriculaire complexen opeenvolgen. De frequentie is minimaal 120/min. Het ritme is regulair, de QRS-complexen zijn verbreed en de P-toppen afwezig of niet gerelateerd aan het QRS. De T-top is tegenovergesteld aan het QRS.

Oorzaken o.a.:

- verlengd QT-syndroom;
- aangeboren hartafwijking;
- hyperkaliemie;
- status epilepticus;
- onderkoeling;
- difantoïne gebruik.

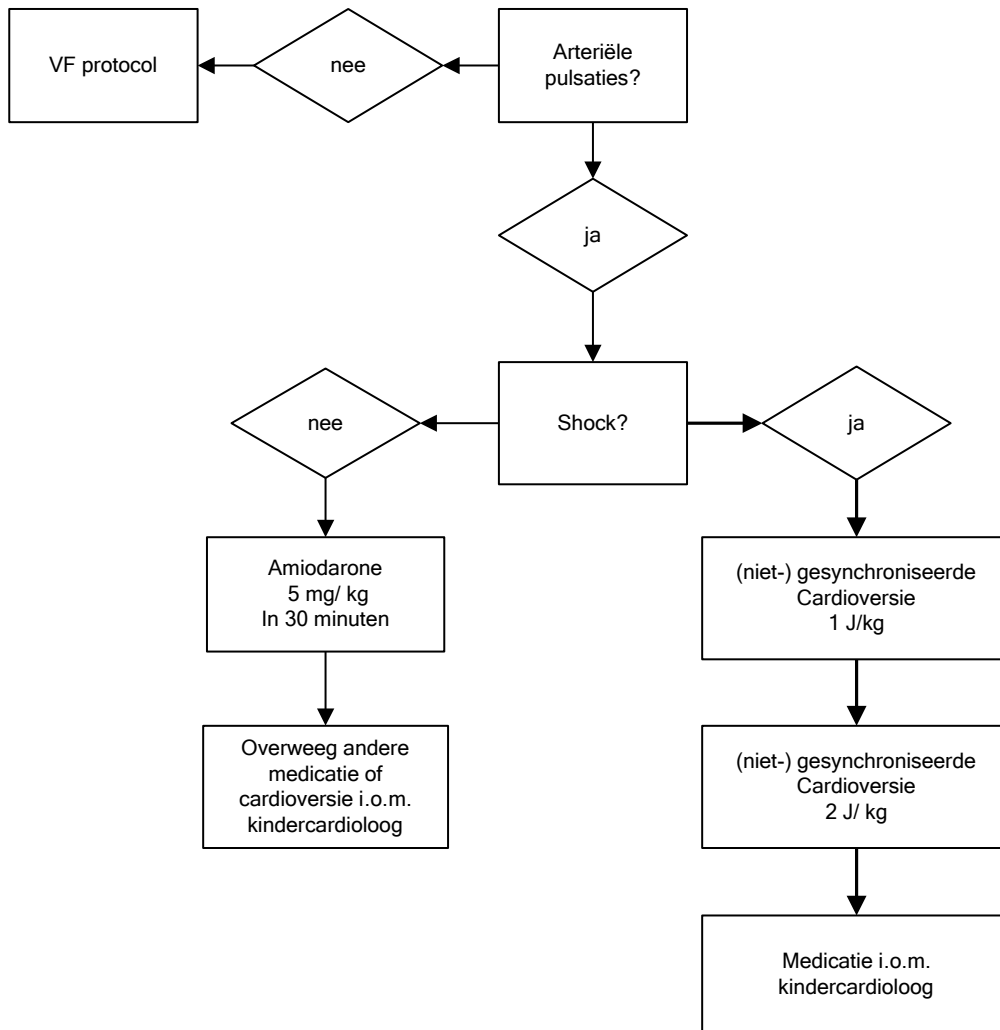


Behandeling

Betreft het een VT zonder output (er zijn dus geen pulsaties waarneembaar!), dan moet de VT behandeld worden als VF/VT zonder output, zie punt 5.3.5. Zijn er wel arteriele pulsaties te voelen en is het kind in shock, dan moet er cardioversie worden toegepast (eventueel onder anesthesie): 0,5-1J/kg, dan 2J/kg. Wordt het QRS-complex echter niet gedetecteerd door de defibrillator en kan deze dus niet ontladen, dan is een niet-gesynchronyseerde schok nodig met hetzelfde aantal Joules/kg. Is het kind niet in shock, dan dient men amiodarone toe; 5 mg/kg in 30 minuten. Is dit zonder effect dan kan men cardioversie overwegen.

NB: een breedcomplex tachycardie hoeft niet een VT te zijn. In het merendeel van de gevallen betreft het op de kinderleeftijd een SVT met aberrante geleiding. Daarom kan het zijn dat er adenosine toegediend wordt alvorens amiodarone te geven. Bij een hemodynamisch kind is het effect van de adenosine dan snel te beoordelen. Zie voor uitgebreide informatie het Compendium Kindergeneeskunde.

Algoritme breedcomplex tachycardie



5.3.4 Circulatiestilstand

Een circulatiestilstand is meestal niet primair bij kinderen, maar voornamelijk het gevolg van respiratoir falen. Bij kinderen is een asystolie dan ook het meest voorkomend. Van belang is dat men een ernstig ziek kind snel leert herkennen en kan anticiperen op het (mogelijke) respiratoire of circulatoire falen. Men moet naast de luchtweg openen, zuurstof toedienen, eventueel beademen, ook de circulatie ondersteunen met medicatie, vochttoediening i.v. of i.o. Zie voor herkenning van het acuut zieke kind, Hoofdstuk 2.

5.3.4.1 Volgorde van handelen niet schokbare ritmes

Start basic life support, zie pbls

1. Beadem met 100% zuurstof. Zorg voor positieve druk beademing. Controleer of er thoraxexcursies zijn. Als masker- en ballonbeademing niet lukt, kan men hier al intuberen of een larynxmasker inbrengen.
2. Sluit de monitor aan, beoordeel het ritme en controleer op tekenen van leven. NB: let erop dat de hartmassage gecontinueerd wordt!
 - Monitor het hartritme.
 - Plaats de defibrillatorpaddles/defibpads op de borstkas; een net onder de rechter clavicula, de andere op de linker midaxillair lijn. Het gebruik van defibpads verdient de voorkeur.
 - Bij zuigelingen, bij gebruik van deze methode voor monitoring, kan het meer geschikt zijn om de paddles/defibpads te plaatsen op de voor- en achterkant van de borstkas.
 - Plaats monitorelektrodes op de conventionele borstkasposities en monitor met een hartmonitor.
3. Beoordeel het ritme op de monitor als zijnde:
 - **niet schokbaar ritme: asystolie of PEA (polsloze elektrische activiteit);**
 - **schokbaar ritme: Ventrikel fibrilleren (VF) of polsloze ventriculaire tachycardie (VT).**

A. Volgorde van handelen bij niet schokbare ritmes:

Niet schokbaar ritme: asystolie of PEA.

Dit komt meer voor bij kinderen.

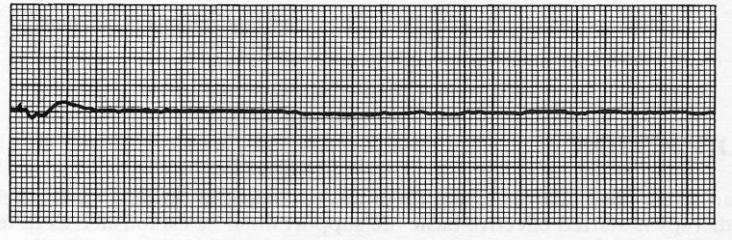
1. Zet hartmassage voort en beadem met 100% zuurstof in de verhouding 15:2 (bij masker- en ballonbeademing). Wanneer het kind geintubeerd is, dan continue hartmassage 100/minuut geven en ventileer ca. 10-12/minuut. Om de 2 minuten wisselen van persoon die borstcompressies geeft!
2. Zorg voor een i.v. of i.o. toegang. I.o. is sneller verkregen en even effectief als een i.v. toegang bij een slecht gecirculeerd kind.
3. Adrenaline moet **direct** gegeven worden intra-ossaal of intraveneus: 10 mcg/kg, elke 3-5 minuten. Hogere doseringen adrenaline verhogen de kans op overleving niet en hebben dus geen zin.
4. Intubeer het kind zodra het kan, terwijl er door gemasseerd wordt.
5. Ga na de intubatie over op continue hartmassage 100/minuut. Ventileer ca. 10-12/minuut.
6. Continueer basic life support, beoordeel om de 2 minuten het hartritme op de monitor. Indien ander ritme volg bijbehorend stroomdiagram.
7. Corrigeer eventuele reversibele oorzaken: 4H, 4T (zie APLS stroomdiagram).
8. Herhaal de cyclus: adrenaline elke 3-5 minuten i.v. of i.o., masseer continu 100/min en ventileer 10-12 keer/minuut.
9. Overweeg andere medicatie.
10. Is er herstel van de circulatie moet men 12-40/minuut beademen onder controle van het pCO₂. Herbeoordeel het kind volgens de ABCD methodiek.

5.3.4.2 Asystolie

De meest voorkomende ritmestoornis bij kinderen. Het ECG laat hierbij een haast rechte lijn zien.

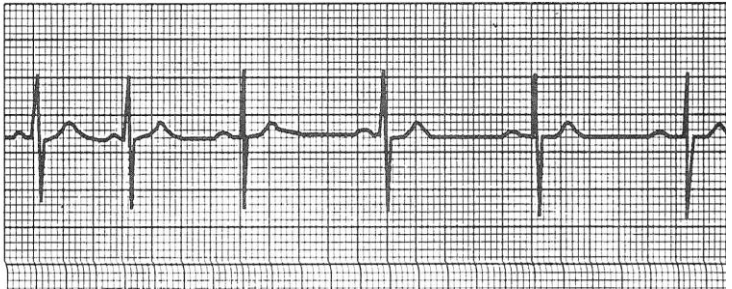
Mogelijke oorzaken zijn o.a.:

- hypoxie;
- ondervulling.



5.3.4.3 Polsloze elektrische activiteit : PEA

Hoewel er een normaal ritme te zien is op de monitor, is er GEEN output. De frequentie kan nog passend zijn voor de leeftijd van het kind, maar zal snel dalen. Indien de PEA persisteert, treedt er een asystolie op. Op de kinderleeftijd is de PEA het meest gezien bij een (relatieve) hypovolemie (sepsis, dehydratie).



Reversibele oorzaken

4H:

- hypoxie;
- hypothermie (meestal VF/VT!);
- hyper-/hypokaliemie (meestal VT!), hypocalcaemie, acidose en andere meetbare afwijkingen;
- hypovolemie.

4T:

- spanningspneumothorax (tension pneumothorax);
- tamponade;
- thrombo-embolische & mechanische obstructie (bijv. longembolie);
- toxische/overgedoseerde therapeutische middelen.

Algoritme Asystolie/PEA

Zie hiervoor het APLS algoritme aan het einde van dit hoofdstuk

5.3.5 Schokbare ritmes (zonder output)

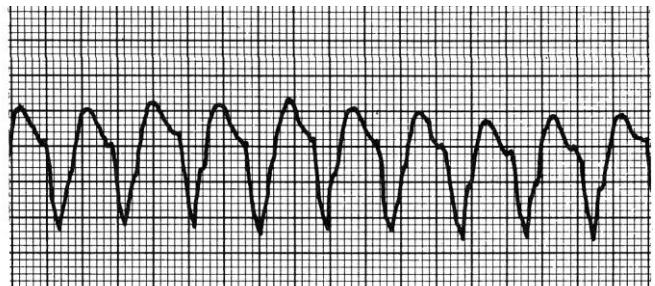
- Ventrikeltachycardie
- Ventrikelfibrilleren

Bij kinderen komt een VF of VT met circulatiestilstand minder vaak voor. Is er sprake van een kind dat plots collabeert dan is de kans groot dat het kind een VF of VT heeft. Men dient dan ook eerst hulp te gaan halen/laten halen. De kans dat het kind het overleeft is groter, als er snel gedefibrilleerd wordt. In het ziekenhuis ziet men vaker een kind met VF of VT dan daarbuiten.

5.3.5.1 VT: ventrikeltachycardie (zonder output)

Hiervan is dus sprake indien er vier of meer premature ventriculaire complexen opeenvolgen. De frequentie is minimaal 120/min. Het ritme is regulair, de QRS-complexen zijn verbreed en de P-toppen afwezig of niet gerelateerd aan het QRS. De T-top is tegenovergesteld aan het QRS. Een breedcomplex tachycardie is zeldzaam bij kinderen en veelal van supraventriculaire aard (re-entry tachycardie met aberrante geleiding). Men moet er echter op bedacht zijn bij kinderen dat het ook van ventriculaire aard kan zijn.

Oorzaken VT : zie hiervoor VT met output.

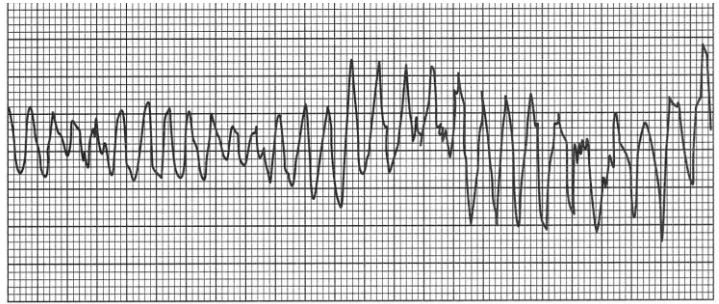


5.3.5.2 VF: ventrikelfibrilleren

Er is geen functionele contractie van de ventrikels, waardoor er geen output meer is. Er is een chaotisch beeld te zien op de monitor, waarbij er geen P-toppen, QRS-complexen of T-toppen waarneembaar zijn.

Oorzaken:

- hypothermie (ook bij het opwarmen van de near-drowning patiënt kan dit optreden!);
- aangeboren hartafwijking;
- intoxicatie (met name tricyclidische antidepressiva);
- myocarditis/cardiomyopathie;
- long QT-syndroom.



5.3.5.3 Volgorde van handelen schokbare ritmes

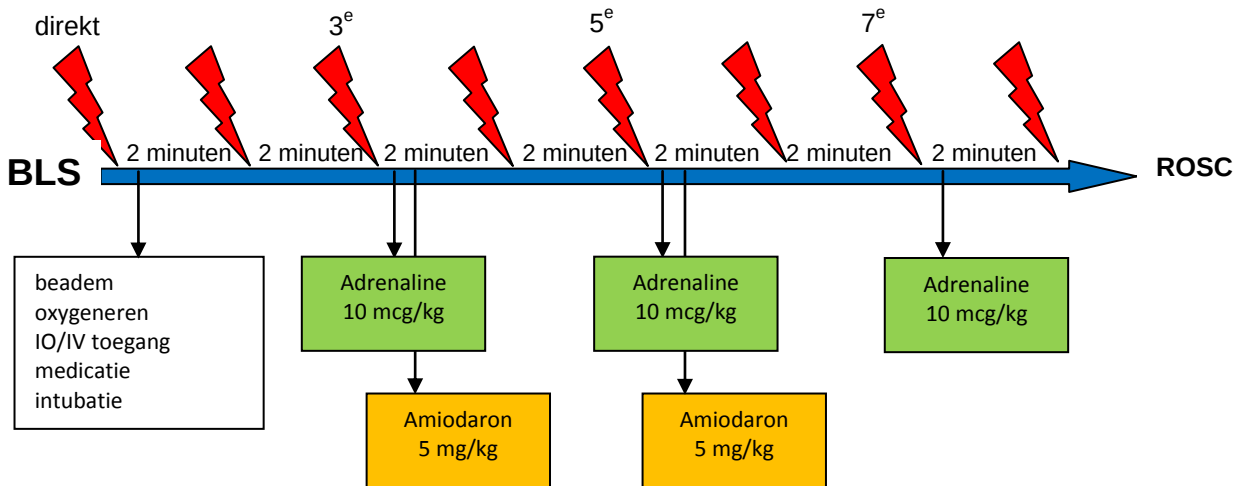
Dit komt minder voor in de pediatrische life support, maar de hulpverlener moet deze aritmie snel en effectief kunnen behandelen.

Het ritme is beoordeeld als schokbaar, hiervoor is de BLS opgestart (zie punten 1 tot 4 van volgorde van handelen).

1. Defibrilleer met 4 J/kg (1 shock), eventueel aantal Joules afronden naar boven.
NB: tijdens het plakken van de pads en het opladen doorgaan met hartmassage!
2. Zet direct na de gegeven shock hartmassage voort en beadem met 100% zuurstof in de verhouding 15:2. Als het kind geïntubeerd is, dan continue hartmassage 100/minuut geven en ventileer ca. 10-12/minuut. Om de 2 minuten wisselen van persoon die borstcompressies geeft!
3. Er wordt dus niet naar pulsaties gevoeld of ritme beoordeeld.
4. Zorg voor een i.v. of i.o. toegang. I.o. is sneller verkregen en even effectief als een i.v. toegang bij een slecht gecirculeerd kind.
5. Corrigeer ondertussen eventuele reversibele oorzaken: 4H, 4T (zie onder).
6. Na 2 minuten kort de hartmassage onderbreken en het ritme op de monitor beoordelen.
7. Indien er een ander ritme ontstaan is, herbeoordeel het kind volgens de ABCD-methode en volg het stroomdiagram APLS. Dit geldt na elke beoordeling van het hartritme!
8. Nog VF/VT, geef een **tweede** shock van 4 J/kg.
9. Zet direct na de gegeven shock hartmassage voort en beadem met 100% zuurstof in de verhouding 15:2. (bij de niet geïntubeerde patiënt).
10. Na 2 minuten kort de hartmassage onderbreken en het ritme op de monitor beoordelen.
11. Nog VF/VT, geef een **derde** shock van 4 J/kg.
12. Zet direct na de gegeven shock hartmassage voort en beadem met 100% zuurstof in de verhouding 15:2. (bij de niet geïntubeerde patiënt) Geef adrenaline 10 mcg/kg IV/IO en geef bolus 5 mg/kg amiodarone IV/IO.
13. Na 2 minuten kort de hartmassage onderbreken en het ritme op de monitor beoordelen.
14. Nog VF/VT, geef een vierde shock van 4 J/kg.
15. Geef elke 2 minuten een schok zolang de VF/VT bestaat.
16. Na de vijfde shock weer adrenaline 10 mcg/kg IV/IO en amiodarone 5 mg/kg IV/IO geven.
17. Na de zevende shock weer adrenaline geven en elke 3-5 minuten blijven herhalen.
18. Intubeer het kind zodra het kan, terwijl er door gemasseerd wordt.
19. Ga na de intubatie over op continue hartmassage 100/minuut. Ventileer ca. 10-12/minuut.
20. Belangrijke aandachtspunten tijdens de reanimatie zijn de kwaliteit van de BLS, die zo weinig mogelijk wordt onderbroken. Zorg ervoor dat aflossing voor hartmassage om de 2 minuten plaatsvindt.

Algoritme VF/VT zonder output

Dit algoritme laat de volgorde van handelingen zien nadat het ritme beoordeeld is. Voor een algemener algoritme zie het APLS algoritme aan het einde van dit hoofdstuk.

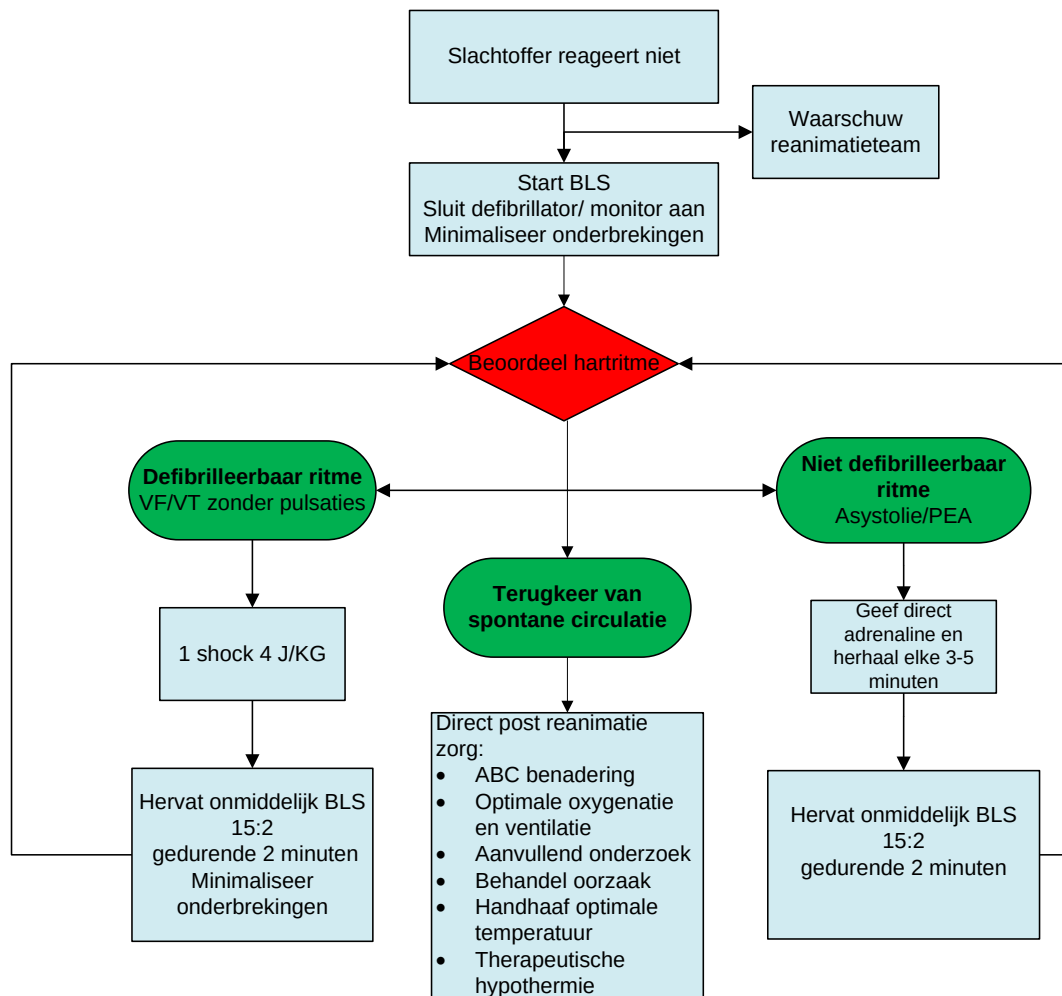


5.3.5.4 Volgorde van handelen bij VF/VT bij hypothermie

De behandeling bestaat natuurlijk ook bij een kind dat hypotherm is en een VF/VT heeft, uit het starten van de BLS etc. Zie hierboven. Hieronder wordt alleen de sequentie van defibrilleren beschreven bij de verschillende temperaturen.

- <30°C: defibrilleren met 4 J/kg, tot maximaal drie pogingen, geen medicatie (bijv. adrenaline) geven
- 30-35°C: defibrilleren volgens schema, adrenaline elke 8 minuten geven
- >35°C: volgens protocol (punt 5.3.3)

Algoritme APLS:



Gedurende BLS:

- Geef adequate BLS; frequentie, diepte, relaxatie
- Geef 100 % zuurstof
- IV/IO toegang
- Corrigeer reversibele oorzaken 4H/4T
- Geef adrenaline 10 mcg/kg elke 3-5 minuten
- Overweeg intubatie met endtidal pCO₂ meting
- Continue borstcompressies na intubatie

Adrenaline/epinefrine: 10 mcg/kg = 0,01 mg/kg = 0,1 ml/kg (1/ 10.000 oplossing (0,1 mg/1 ml) i.v./i.o.

Vulling: 1^e bolus: NaCl 0,9 % 20 ml/kg, 2^e bolus: idem

4 H:

- Hypoxie
- Hypothermie
- Hypovolemie
- Hypo/hyperkaliemie/hypoglycemie

4 T:

- Tension pneumothorax
- Tamponade
- Thrombo-embolisch
- Toxisch

Samengevat

Belangrijk is bij ritmestoornissen, dat men de ABC-systematiek blijft volgen. Van belang is, dat als er een ander ritme ontstaan is, men de patiënt moet herbeoordelen waarbij het van belang is om de pulsaties te voelen van de patiënt. Heeft het kind weer een georganiseerde elektische activiteit start dan de post-reanimatie zorg. Deze complexe zorg valt buiten het bestek van deze reader, maar onder E: exposure zal kort ingegaan worden op de therapeutische hypothermie, die na een reanimatie plaats zou moeten hebben in de behandeling.

5.3.6 Defibrilleren/cardioversie

Defibrilleren is het asynchroon (= niet gestuurd door het ritme van de patiënt) depolariseren van alle myocardiocellen. Hierdoor wordt bereikt dat het reguliere prikkelvormende en geleidingssysteem de activiteit weer over kan nemen. Bij defibrilleren wordt er geen rekening gehouden met het eigen ritme van de patiënt. De schok wordt toegediend op het moment dat de knop wordt ingedrukt. Bij cardioversie wordt er synchroon gedepolariseerd. De elektroshock wordt door het apparaat gegeven tijdens de R-top (= de absoluut refractaire niet beïnvloedbare) fase van de ventrikels. De patiënt heeft nog een eigen hartritme met een redelijk goede output. De defibrillator zal in de synchrone modus een marker zetten op elke R-top en zelf bepalen wanneer de stroom gegeven moet worden. Bij gebruik van paddles: houd de knoppen op de paddles vast tot de stroomstoot is gegeven!

De defibrillator

Er zijn verschillende soorten apparaten. Van belang is dat men het apparaat dat op de afdeling gebruikt wordt goed kent. Elke defibrillator bestaat uit een aantal knoppen, waarmee de verschillende functies ingesteld moeten worden. De defibrillator schakelt aan op de asynchrone modus. Met een knop kunt u overschakelen op de stand synchroon. De stroomstoot wordt aangeduid in Joules (J) of Watts/sec. De knop moet ingesteld worden op het te geven aantal Joules, meestal getrapt aangegeven (dus 5 J, 10 J, 20 J, 30 J, 50 J etc.). Men dient het getal af te ronden naar boven, indien het berekende aantal Joules niet in te stellen is. Verder kan men nog instellen of men een strookje wil draaien tijdens de defibrillatie/cardioversie. Ook bevat het apparaat een scherm waarop het ritme te zien is, door middel van een ECG-snoer, of door plaatsing van de paddles op de borstkas. In het Erasmus MC-Sophia Kinderziekenhuis zijn alleen nog maar bifasische apparaten aanwezig. Deze bifasische defibrillatoren leveren de stroom zogenaamd bifasisch. De berekende hoeveelheid Joules wordt indien nodig afgerond naar boven, bijv. Geven 48 J, defibrillator instellen op 50 J. De automatische externe defibrillator (AED) functie op de defibrillatoren in het Erasmus MC-Sophia Kinderziekenhuis wordt niet gebruikt en zal daarom niet beschreven worden. De AED welke in het gebouw aanwezig is, is onderdeel van de bedrijfshulpverlening.

De paddles

De meeste defibrillatoren zijn voorzien van volwassen paddles (ca. 10 cm diameter) te gebruiken bij kinderen >1 jaar en kinderpaddles (4,5 cm diameter) te gebruiken bij kinderen <1 jaar. In het Erasmus MC-Sophia Kinderziekenhuis worden alleen nog de plakelektroden gebruikt: de defibpads. De ideale positie voor de defibpads is daar waar een maximale stroom door het myocard gaat. Conventioneel plaatst men een defibpad rechts naast het bovenste deel van het sternum, onder de clavicula, en de andere in de vijfde intercostale ruimte links, midaxillair. Een alternatief dat kan worden geprobeerd indien de eerste pogingen tot defibrillatie/cardioversie niet succesvol zijn, is het plaatsen van de ene defibpad links naast de onderste sternumhelft en de andere op de rugzijde onder het linker schouderblad. Vooral bij zuigelingen is deze manier gewenst, opdat de defibpads geen contact maken. Het is van essentieel belang dat de defibpads geen contact met elkaar maken tijdens defibrilleren/cardioverteren. Gelplakken of speciale elektrodengel moet altijd gebruikt te worden bij paddles. Let er hierbij op dat er geen verbinding bestaat of ontstaat tussen de twee plakken of de gel. Na 5 keer defibrilleren/cardioverteren dienen de gelpads vervangen te worden. Dit geldt ook voor de defibpads. Men moet bijzonder voorzichtig zijn wanneer het kind een pacemaker heeft. De stroom kan immers door de pacemakerdraad gaan en schade aan het myocard waar de tip van de elektrode tegen aanligt veroorzaken. Om dit risico te minimaliseren worden de defibpads van de defibrillator minstens 10 cm van een inwendige pacemaker geplaatst. Hierbij wordt ook wel geadviseerd om voorachterwaarts te defibrilleren/cardioverteren. Bij succesvolle defibrillatie/cardioversie moet de inwendige pacemaker zo snel mogelijk worden gecontroleerd, omdat defibrillatie/cardioversie een drempelverhoging kan veroorzaken, waardoor het myocard niet meer reageert op de puls van de pacemaker.

Procedure

Defibrilleren/cardioverteren is een potentieel levensreddende handeling, die veilig is, mits men zich aan de volgende procedure houdt:

- breng elektrodengel dan wel gelpads aan op de juiste plekken;
- bepaal de juiste maat defibpads;
- plak de defibpads;
- zet de defibrillator aan;
- stel de juiste modus in: synchroon/asynchroon;

- stel het aantal Joules in;
- plaats de paddles op de borstkas;
- laat het apparaat opladen;
- roep duidelijk “bed los” “zuurstof weg” (open zuurstoftoevoer moet verwijderd worden gezien brandgevaar, dus handbeademingsballon weg bij de patiënt);
- kijk of iedereen van het bed afstaat;
- druk op de ontladknop.

Let op: tijdens het plakken van de defibpads en tijdens het opladen moet men doorgaan met borstcompressies geven. Na de shock direct weer de reanimatie herstarten.

Voor de juiste procedure en gevaren betreffende defibrilleren/cardioverteren verwijzen wij naar het protocol.

5.3.7 Intraveneuze toegang

Ten aanzien van Advanced Life Support is het erg belangrijk een intraveneuze/intraossale toegangsweg te hebben. De snelheid van het toedienen van medicatie (en vocht) is essentieel bij elke reanimatie. Voor een goed verloop van een reanimatie is het noodzakelijk dat de patiënt twee goed lopende infusen heeft. De voorkeur gaat uit naar een centrale lijn, maar is niet altijd voorhanden.

5.3.7.1 Perifeer infuus

De meest voorkomende plaatsen voor het inbrengen van een perifeer infuus zijn: handrug, onderarm, elleboogsplooi en op de voet. Bij jonge kinderen kan echter door een overmaat aan onderhuids vet, het inbrengen van een perifeer infuus lastig zijn. In het algemeen kan het perifere infuus worden gebruikt voor de toediening van isotone infusievloeistoffen, isotone medicijnoplossingen en bloed of bloedproducten.

Een kind, dat reanimatie nodig heeft, is uitermate slecht gecirculeerd en een perifeer infuus inbrengen gaat vaak zeer moeizaam. Bij zuigelingen kan men dan nog proberen om op het hoofd een infuus in te brengen. Anders moet men een jugularispunctie doen (als men daar bekwaam in is) of een botnaald inbrengen.

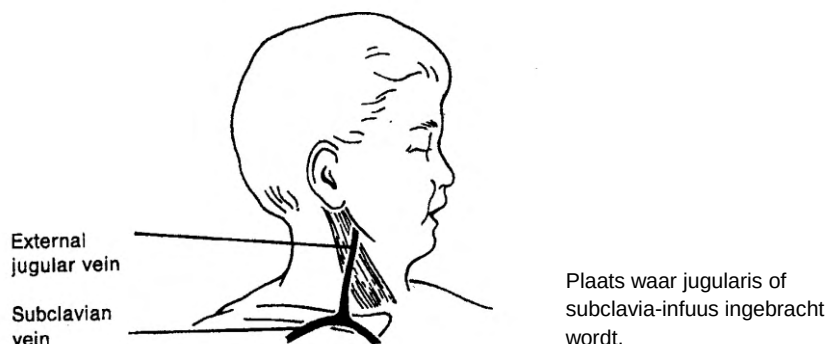
5.3.7.2 Centrale lijn

Voor toediening van medicatie in de reanimatie- en IC-setting heeft deze lijn de voorkeur. Het is een flexibele en zachte katheter, waarvan de tip tot in een grote vene wordt opgeschoven. Er zijn verschillende soorten katheters met verschillende lengte en aantal lumina.

Deze kunnen gebruikt worden voor:

- medicijnen, continu of intermitterend toedienen;
- hyperosmolaire vloeistoffen;
- parenterale voeding;
- bloed en bloedproducten;
- inotropie;
- centraal veneuze drukmeting.

Alle lumina van de katheter dienen te worden open gehouden met minimaal 2 ml/uur lopend infuus (gluc 5% of NaCl 0,9% of heparine 4 EH/ml NaCl 0,9%). Indien er op een lumen inotropie loopt, dan mag dit lumen nooit geflusht worden, daar er anders een levensbedreigende situatie kan ontstaan.



Het inbrengen

Voor het inbrengen zijn de vena jugularis interna, vena jugularis externa, de vena subclavia en de vena femoralis de meest voorkomende plaatsen. Deze plaatsen zijn relatief makkelijk aan te prikken en hebben een min of meer rechte verbinding met de vena cava en het rechter atrium. De plaats waar de lijn ingebracht wordt, is mede afhankelijk van de voorkeur van degene die de lijn inbrengt. Bij het inbrengen wordt de Seldinger techniek

toegepast. Dit wil zeggen, dat het vat eerst aangeprikt wordt met een naald, waardoor een guide-wire wordt geschoven tot in het vat. Dan wordt de naald verwijderd en kan de katheter over de guide-wire geschoven worden. Het grootste risico van de drie eerstgenoemde locaties is een pneumothorax. De vena femoralis is zeer geschikt in noodsituaties, omdat het aanprikken relatief eenvoudig is. De kans op een infectie en sepsis is echter weer groter, dan wanneer voor de bovenste lichaamshelft gekozen wordt. Perforatie van het vat en bloedingen kunnen zich ook voordoen als complicatie.

5.3.7.3 Botnaald

In acuut levensbedreigende situaties (bijv. hypovolemische shock, reanimatie en uitgebreide brandwonden) kan, zoals hierboven beschreven, het inbrengen van een perifeer infuus zeer lastig zijn. Een botnaald of te wel een intra-ossale naald is dan een effectieve oplossing. *Neem niet meer dan 1 minuut tijd om een infuus in te brengen. In de reanimatiesetting is het primair inbrengen van een botnaald een legitieme keuze.* De mergholten van vooral de lange pijpbeenderen kunnen grote hoeveelheden infusie verwerken, die direct in de bloedbaan worden opgenomen. Het intra-ossale infuus is te vergelijken met het centraal veneuze infuus. Het is ingebracht in het beenmerg. Alle infuusvloeistoffen en medicatie kunnen op de hand of met een drukzak gegeven worden op een intra-ossale naald. Zelfs met druk vullen met plasma en/of bloed is mogelijk. In het Erasmus MC-Sophia wordt binnenkort alleen de botnaald gebruikt; welke bij voorkeur ingebracht wordt met de botboor.

Het inbrengen

De naald wordt bij voorkeur in de tibia ingebracht, 2 à 3 cm onder de tuberositas tibiae. Soms wordt er een kleine incisie gemaakt in de huid, om het aanprikken te vergemakkelijken. De naald is hol en heeft aan de zijkanten verschillende gaatjes om de vloeistof in de mergholte te laten lopen. Na het inbrengen van de naald kan, na aspiratie van beenmerg, een infuus worden aangesloten.

De intra-ossale naald zit goed, als:

1. beenmerg geaspireerd kan worden (lukt niet altijd) of er kan geflushd worden met NaCl 0,9%;
2. de botnaald vast zit.

Contra-indicaties om een i.o. naald in te brengen zijn:

- fractuur in het been (NB: ook bovenbeen!) of bekken;
- thrombus in het been;
- (geïnfecteerde) wonden.

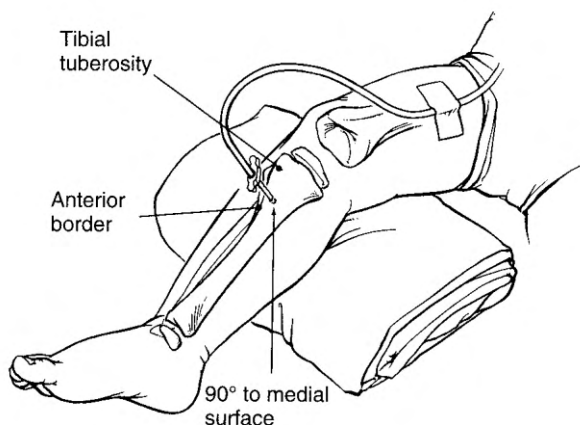
Omdat het een levenslijn betreft, is het van groot belang dat de botnaald gefixeerd wordt. Verbind de insteekopening met twee rolletjes gaas, die tegen de naald en op de huid bevestigd worden. Men moet voor, tijdens en na infusie van vloeistoffen het been en de insteekopening controleren op complicaties. Controleer met name of het been (de kuit) dik wordt.

Complicaties

Deze zijn allen zeer zeldzaam, maar kunnen soms optreden:

- fractuur van het pijpbeen;
- extravasatie van de infusievloeistof;
- osteomyelitis;
- vetembolie;
- compartimentsyndroom: het been zwelt op en de voet gaat in spitsvoetstand staan.

De naald moet na maximaal 24-uur worden verwijderd. In die tijd is er meestal wel tijd geweest om een centrale lijn in te brengen. Via de intra-ossale naald kan ook een bloedmonster worden afgenomen: bloedgassen, elektrolyten, glucose, bloedgroep en kruisserum. Wel moet men aan het lab doorgeven dat het beenmerg betreft; er wordt dan een ander apparaat gebruikt. De intra-ossale naald zal door een arts ingebracht worden, van u wordt verwacht hiervoor de benodigdheden klaar te zetten en de arts te assisteren. (zie protocol)



5.3.8 Vocht en elektrolyten

Ten aanzien van de vocht- en elektrolytenhuishouding van het lichaam is het belangrijk onderscheid te maken in de intracellulaire (= in de cel) en de extracellulaire ruimte (= in de weefsels en in de bloedvaten). Tweederde van het lichaamsvocht bevindt zich intracellulair (ca. 400 ml/kg) en een derde dus extracellulair (200 ml/kg). Naast het volume in deze twee compartimenten, kan er ook vocht in de “derde ruimte” zitten. Hiermee worden de darmen en de buikholtte bedoeld, plaatsen waar normaal geen grote hoeveelheden vocht hoeven te zijn. Behalve de hoeveelheid vocht is ook de concentratie van opgeloste deeltjes in deze ruimte van belang. Bij een shock voldoet vaak een bolus van 20 ml/kg vocht, omdat met name intravasculair het tekort optreedt. Echter bij een ernstige dehydratie, waarbij over alle compartimenten een vochttekort optreedt, is 20 ml/kg vaak te weinig. Bij de berekening van de vochtbehoefte van een kind moet met vier elementen rekening worden gehouden:

1. vervangen van de insensible loss (zweten, excretie);
2. vocht ten behoeve van de minimale urineproductie, zodat afvalstoffen verwijderd kunnen worden;
3. vocht ten behoeve van optimale diurese 2-5 ml/kg/uur;
4. compensatie van extra vochtverlies (diarree, koorts, bloedverlies).

De vocht behoefte van een kind kan berekend worden aan de hand van onderstaande tabel:

Gewicht	Vochtbehoefte per dag
tot 10 kg	100 ml/kg
tweede 10 kg	50 ml/kg
elke kg meer	20 ml/kg

Voorbeeld:

Kind van 6 kg: vochtbehoefte 600 ml per dag

Kind van 14 kg: vochtbehoefte 1000 + 200 = 1200 ml per dag

Kind van 25 kg: vochtbehoefte 1000 + 500 + 100 = 1600 ml per dag

Bij de geboorte heeft een kind een totaal bloedvolume van 100 ml/ kg, wat in de loop van het eerste levensjaar daalt tot 80 ml/ kg. Indien het kind een shock heeft dan moet er een bolus gegeven worden van 20 ml/ kg van een warm NaCl 0,9%. Tenzij er sprake is van een cardiale shock met decompensatio cordis. In dit geval moet juist ontwaterd worden! Eventueel kan er een tweede of zelfs derde bolus gegeven worden van dezelfde hoeveelheid NaCl 0,9%. Is er sprake van een ernstige shock of bloedverlies, dan moet er daarna een bolus plaatsvinden van minimaal 10 ml/ kg bloed. Daar het kruisen van bloed ongeveer een uur in beslag neemt, kan men in een acuut geval beter O negatief bloed geven, indien niet op kruisserum kan worden gewacht.

5.3.8.1 Elektrolyten

Bij een ernstig ziek kind zullen de elektrolyten snel uit balans raken, door welke oorzaak dan ook (bijv. bloedverlies, respiratoire insufficiëntie, diarree, sepsis). Dit kan zowel een absoluut tekort zijn, als ook een verschuiving tussen in- en extracellulair. Van belang is dan ook, dat de elektrolyten zeer regelmatig gecontroleerd worden net als de bloedgassen. Zowel een tekort als een teveel van elektrolyten kan problemen geven en het is dan zaak om hierop te anticiperen. Een correctie moet meestal langzaam plaatsvinden, omdat sterke schommelingen, met name van Na^+ kunnen leiden tot convulsies. Indien er sprake is van een verhoogde hoeveelheid elektrolyten, dan kan men dit soms met medicijnen verlagen. Bijvoorbeeld een hoog Kalium behandelen met Resonium®, of ventolin spray.

De belangrijkste elektrolyten zijn Na^+ (extracellulair), K^+ (intracellulair) en Ca^{2+} , Mg^{2+} en PO_4^{2-} . Onderstaande tabel geeft problemen van ontregeling van deze elektrolyten weer:

Verschuiven bij waarde	Acute symptomen
Hypernatriëmie (>160 mmol/l)	Intracellulaire dehydratie Convulsies Verminderd bewustzijn
Hyponatriëmie (<120-125 mmol/l)	Gedragsverandering Convulsies Verminderd bewustzijn Osmotisch demyelinisatie syndroom
Hyperkaliëmie (>7 mmol/l)	Spitse T-top op ECG PR-interval omhoog VF/VT/asystolie Spierzwakte Darmparalyse
Hypokaliëmie (<3 mmol/l)	Predisponneert voor digitalisintoxicatie Ventriculaire ectopische ritmes Spierzwakte Paralyse Verlaagde vaatwandspanning en tensiedaling Ileus
Hypercalciëmie	Lethargie, coma Braken, pancreatitis Ventriculaire tachy-arrhythmieën
Hypocalciëmie	Tetanie Verlaagde vaatwandspanning Verminderde contractiliteit, shock Convulsies
Hypermagnesiëmie	Spierzwakte Paralyse
Hypomagnesiëmie	Convulsies Tetanie Spierzwakte Tachycardie
Hyperfosfatemie	Mini acute symptomen hypocalciëmie Convulsies Tetanie Spierzwakte Aritmieën

5.4 D: Disability

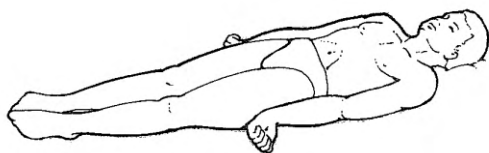
Om een indruk te krijgen van het bewustzijnsniveau scoort men de patiënt allereerst met behulp van de AVPU. Zie onder herkenning van het acuut zieke kind. Indien men een nauwkeurigere indruk wil hebben van de neurologische status waarin het kind verkeert en voor een gedetailleerd oordeel van het beloop scoort men de Glasgow Coma Scale. Men scoort in de GCS de EMV (= Eye, Movement, Verbal response). Er zijn verschillende GCS voor aparte leeftijdscategorieën. Een kind dat alleen op pijn reageert, heeft een GCS van <8 (AVPU = P) en is dus bewusteloos, waardoor de luchtweg bedreigd wordt. Het is dan ook zaak om een intubatie en ventilatie te overwegen.

Pediatrische Glasgow Coma Scale					
Actief openen van ogen	Score	Beste motore reactie	Score	Beste verbale reactie	Score
>1 jaar	E	>1 jaar	M	>5 jaar	V
spontaan	4	voert opdrachten uit	6	georiënteerd	5
op verzoek	3	lokaliseert pijn	5	verwarde taal	4
op pijn	2	terugtrekken op pijn	4	onjuist woord	3
geen reactie	1	abnormaal buigen op pijn	3	onverstaanbaar	2
		strekken op pijn	2	geen reactie	1
		geen reactie	1		

<1 jaar spontaan op verzoek op pijn geen reactie	E 4 3 2 1	<1 jaar voert opdrachten uit lokaliseert pijn terugtrekken op pijn abnormaal buigen op pijn strekken op pijn geen reactie	M 6 5 4 3 2 1	2-5 jaar adequate woorden en zinnen onjuist woord huilen kreunen geen reactie	V 5 4 3 2 1
				<2 jaar adequaate lachen en huilen huilen niet adequaat huilen kreunen geen reactie	128 952 5 4 3 2 1

Pupillen: Pupillen reageren normaal gesproken beiderzijds gelijk op licht door te vernauwen. Enige afwijking van de pupillen (bijv. verwijding, niet reagerend) kan wijzen op cerebrale problematiek. Medicijnen kunnen hun invloed hebben op de pupilgrootte, zoals bekend van adrenaline.

Houding: Ernstig zieke kinderen zijn hypotoon. Echter kinderen met een ernstige neurologische disfunctie laten een verstijfde houding zien. De decorticate houding (gebogen armen, gestrekte benen) of de decerebratie houding (gestrekte armen en benen).



Decerebratie



Decorticate

5.5 E: Exposure

Bij de acute opvang van het kind is het belangrijk het kind te ontkleden en geheel te onderzoeken. Zorg er wel voor dat het kind niet afkoelt met behulp van warmtelamp of warmtedeken. Een kind met verbrandingen bijv. verliest veel warmte, onderkoeling kost veel energie van het kind en kan de situatie in korte tijd ernstig doen verslechteren. Bij mogelijke onderkoeling is het belangrijk de eventueel toe te dienen infuusvloeistoffen op lichaamstemperatuur te brengen alvorens toe te dienen. De kleur en warmte van de huid vertelt u iets over doorbloeding en temperatuur van het kind. Koppel hier altijd de interne (rectaal) gemeten temperatuur aan vast. De huidtemperatuur is anders dan de inwendige (centrale) temperatuur. In combinatie met de omgevingstemperatuur geeft de perifere temperatuur informatie over de mate van warmteafgifte of warmte-isolatie door het lichaam. Een kind met koorts kan bijv. een vergiftiging met XTC, cocaïne of bloedverdunders hebben. Aan de huid is het belangrijk te controleren op huiduitslag bijv. de typisch paarse uitslag bij septische meningitis (in combinatie met circulatoire en neurologische symptomen). Zwelling van huid en slijmvliezen kunnen op een anafylactische reactie wijzen. Bij vergiftiging is het vinden van bewijzen van de veroorzaker belangrijk ten aanzien van de juiste behandeling. Vraag om de originele verpakking waarop gegevens betreffende de inhoud staan en bepaal zo mogelijk om welke hoeveelheid het gaat. Dit zijn belangrijke parameters die bij vroegtijdige signalering en behandeling, verergering met mogelijk fatale afloop kunnen voorkomen.

5.5.1 Therapeutische hypothermie

Na een reanimatie is een kind vaak afgekoeld. Als de centrale temperatuur 32-34°C is, kan dit een gunstig effect hebben op de hersenen. Als het kind een spontane circulatie heeft gekregen na een reanimatie, dan kan het mogelijk gunstig zijn om het kind gedurende 24-uur te koelen tot een cortemperatuur van 32-34°C. Heeft het kind een temperatuur van <32°C en een spontane circulatie, dan moet het kind alleen actief opgewarmd worden tot 32°C. Na de periode van milde hypothermie, moet het kind worden opgewarmd met 0,25- 0,5°C per uur. De verschillende methodes om een kind te koelen vallen buiten bestek van deze reader. Kinderen kunnen ook koorts ontwikkelen na een reanimatie. Het mag duidelijk zijn dat koorts agressief behandeld moet worden om de neurologische schade te beperken.

Hoofdstuk 6. Medicamenteuze ondersteuning

6.1 Medicijnen

Zowel tijdens als na een reanimatie wordt er vaak medicatie gegeven. Hieronder volgt een lijst met vaak gegeven medicatie. De beschrijvingen zijn beknopt, omdat u veel medicatie al kent en regelmatig geeft aan de patiënt. Mocht u uitgebreide gegevens willen hebben over een medicijn, dan verwijzen we u graag naar Intranet, waaronder "Handboek parentalia" veel medicatie beschreven staat. U kunt natuurlijk ook het Compendium erop na slaan.

6.1.1 Adenosine

Werking:

Anti-arrhythmicum, het veroorzaakt een zeer kortdurende AV-blok. Adenosine heeft een zeer korte halfwaarde tijd van 10 seconden.

Indicaties:

supraventriculaire tachycardie

Dosering:

Eerste dosis 100 µg/kg (onverdund zo snel mogelijk i.v. door een driewegkraantje, waarvan alle richtingen open staan, direct gevolgd door een snelle flush met NaCl 0,9%. Geef adenosine het liefst via een grote vene, zo dicht mogelijk bij het hart gelegen. Bij langzame injectie kan er een reﬂextachycardie ontstaan. Tweede dosis is 200 µg/kg, dan 250 µg/kg. Maximale totaaldosis 500 µg/kg. Toediening dient plaats te vinden onder monitorbewaking en continue ECG-registratie op papier. De defibrillator moet stand-by staan! Bijwerkingen: negatief-inotroop, vasodilatatie, kramp op de borst, flushing, ventriculaire tachycardie, hypotensie.

6.1.2. Amiodarone/ Cordarone

Werking:

Anti-arrhythmicum. Verlengt de effectieve refractaire periode, vertraagt de spontane depolarisatie en vertraagt de AV-geleiding.

Indicaties:

Atriale tachycardie, WPW-syndroom, levensbedreigende supraventriculaire en ventriculaire aritmieën (ook bij refractaire VF/VT).

Dosering:

5 mg/kg in 20-30 min oplaaddosis (bij ventrikelfibrilleren moet er 5 mg/kg bolus gegeven worden NA de derde schok wordt gegeven), en na de 5^{de} shock
10 µg/kg/min i.v. onderhoudsinfuus.

6.1.3. Adrenaline

Werking:

Adrenaline heeft een $\alpha_{1,2}$ en $\beta_{1,2}$ werking. Er valt een toename te verwachten van:

- systemische vaatweerstand;
- arteriële bloeddruk;
- polsfrequentie;
- cerebrale en coronaire perfusie;
- myocardiale contractiekracht;
- myocardiale zuurstofbehoefte;
- automaticiteit.

Door vasoconstrictie wordt de bloeddruk verhoogd en ontstaat er een verbetering van de cerebrale en coronaire perfusie. Adrenaline zou tevens de cardioversie bij ventrikelfibrilleren vergemakkelijken (α -gemedieerd effecten). Adrenaline geeft ook bronchodilatatie. Als bijwerking geeft adrenaline wijde pupillen, wordt snel afgebroken en is goed doseerbaar. Bij overdosering bestaat het gevaar voor het ontstaan van tachyarritmieën.

Indicaties:

Alle vormen van circulatiestilstand. Adrenaline verhoogt door zijn α -adrenerge werking de perifere vaatweerstand en de bloeddruk tijdens de hartmassage. Hierdoor wordt de circulatie gecentraliseerd, zodat de effectieve bloeddorstrooming van de hersenen en het hart toeneemt. De β -adrenerge werking van adrenaline zou door verhoging van de myocardiale zuurstofbehoefte schadelijk kunnen zijn. Selectieve α -agonisten blijken echter geen voordeel te bieden. Hogere doses adrenaline zijn recent niet effectiever gebleken.

Dosering:

10 µg/kg van de 1:10 000 oplossing i.v./i.o (0,1 ml van de 1:10.000 oplossing). De volgende dosis is ook 10 µg/kg i.v./i.o., te herhalen elke 3 tot 5 minuten, te geven als bolusinjectie. Overweeg een onderhoudsdosering via een infuuspomp, waarbij getitreerd wordt tot het gewenste effect.

Endotracheale toediening is minder effectief en wordt derhalve niet meer geadviseerd. Gebruik het alleen indien een kind een endotracheale tube heeft en geen infuus of botnaald. De dosering dient dan 100 µg/kg te zijn (0,1 ml van de 1:1000 oplossing), gevolgd door 3-5 ml NaCl 0,9 %. Hierna moet men vijf beademingen geven. Het effect van de endotracheaal toegediende adrenaline is onvoorspelbaar en wisselend.

6.1.4. Atropine

Werking:

Atropine blokkeert de invloed van de nervus vagus. In het niet gezonde myocard kan een verhoogde parasympathicotonus geleidingsstoornissen of een asystolie veroorzaken. Atropine is een parasympatholytisch anticholinergicum dat de AV-geleiding bevordert.

Indicaties:

Symptomatische relatieve of absolute sinusbradycardie, symptomatische AV-block op nodaal niveau. Atropine is relatief gecontra-indiceerd bij een myocardinfarct en bij een Mobitz II block. Lage doses zijn parasympathomimetisch. Cave glaucoom en urineretentie.

Dosering:

Aanvangsdosis 20 µg/kg i.v./i.o. Dosering mag nooit minder dan 0,1 mg zijn, daar men anders kans heeft op een paradoxe bradycardie. Herhaal zonodig na een minuut. Voor endotracheale toediening: 40 µg/kg

6.1.5. Dopamine

Werking:

Dopamine stimuleert dopaminerge $\beta_{1,2}$ en α -receptoren op een dosis afhankelijke wijze. Dopamine stimuleert ook de vrijmaking van noradrenaline. In lage doseringen geeft het vasodilatatie van de nier-, mesenteriale en cerebrale arteriën. In hoge dosering zal door β -stimulatie de contractiliteit van het myocard toenemen en zal er een α -gemedieerde vasoconstrictie optreden. Dit resulteert in een toename van de cardiac output en een slechts matige toename van de perifere vaatweerstand en de preload.

Indicatie:

Bradycardie, shock en hypotensie. Nadat de circulatie is hersteld, moet de bloeddruk op peil worden gehouden.

Dosering:

2,5-10 µg/kg/min i.v./i.o., toegediend per infuuspomp. Men geeft tegenwoordig zo weinig en zo kort mogelijk dopamine, omdat het de hypofyse-as remt. Dopamine, zeker in doseringen >5 µg/kg/min, moet via een centraal veneuze lijn of botnaald worden toegediend.

6.1.6. Dobutamine

Werking:

De primaire werking is verhoging van de contractiekracht van de hartspier door stimulering van de β -1 receptoren van het hart. Dobutamine verbetert het hartminuutvolume voornamelijk door vergroting van het slagvolume. Verder verlaagt het de verhoogde ventriculaire vullingsdruk (pre-load) en bevordert het de AV-geleiding. Tijdens een reanimatie is dobutamine gecontra-indiceerd in verband met de vasodilatatie, die dit middel veroorzaakt. In de post resuscitatiefase kan het middel een verbetering van de haemodynamiek geven. De werking treedt zeer snel op. Bij staken dosering uitsluipen.

Indicatie:

Hartfalen ten gevolge van cardiomyopathie of open hartchirurgie. Cardiogene of septische shock, indien sprake van verhoogde vullingsdruk, gestoorde ventrikelfunctie en toegenomen systeemweerstand.

Dosering:

Per voorkeur via een centraal veneuze lijn verdund toedienen, als continu infuus van 2,5-40 µg/kg/min. Dit op geleide van bloedig gemeten drukken, hartfrequentie en diurese.

6.1.7. Nitroglycerine

Werking:

Vermindert de contractiliteit van de wand van de venen en arteriolen. NTG is vaatverwijdend voor het veneuze stelsel en in mindere mate voor het arteriële vaatbed. Hierdoor neemt de veneuze terugvloed naar het hart af en treedt geringe afname in arteriële weerstand op.

Indicatie:

Afterload reductie van zowel de lichaamscirculatie als de longcirculatie, zonder verhoging van de cardiac output. Ernstige cardiogene shock

Dosering:

Titreer tot het gewenste effect

6.1.8. Nitroprusside

Werking:

Vasodilaterend zowel veneus als arterieel, waardoor de afterload verlaagd wordt van het hart. De cardiac output zal toenemen, terwijl de einddiastolische druk en afterload zullen afnemen.

Indicatie:

Hypertensie, ernstig myocardinfarct, ernstig hartfalen.

Dosering:

Lichtgevoelig. Titrezen tot het gewenste effect. NB: bij langdurig gebruik van hoge doseringen kan een thio-cyanaat-intoxicatie optreden. De verschijnselen hiervan zijn: hoofdpijn en metabole acidose.

6.1.9. Noradrenaline

Werking:

Positief chronotroop en inotroop (α en β -1 receptoren), welke perifere vasoconstrictie geeft. Resultaat is een stijging van de tensie met relatief weinig invloed op de hartfrequentie. Doordat de veneuze reservoirs verkleinen treedt er redistributie van de circulatie op ten gunste van het hart en de hersenen.

Indicatie: slechte pompfunctie gecombineerd met lage perifere vaatweerstand, bijv. septische shock

Dosering: 0,1-1 $\mu\text{g/kg/min}$ toegediend door middel van continu infusie via spuitpomp.

Geneesmiddeldoseringen zijn bedoeld voor kinderen en volgens de richtlijnen van het Erasmus MC-Sophia Kinderziekenhuis, tenzij uitdrukkelijk anders vermeld. Medicamenten worden op indicatie door een van de reanimatieteamleden toegediend, per order van de arts, die de leiding heeft tijdens de reanimatie.

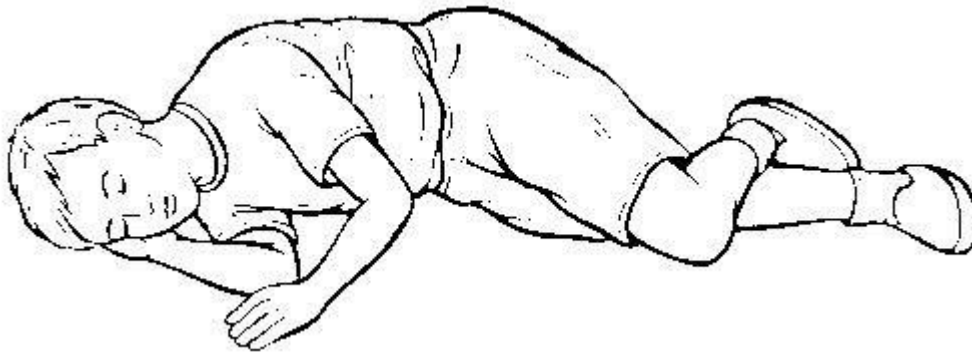
Bijlage

Voor alle protocollen: KIS of voor medische protocollen “Intranet/afdelingen/IC Kinderen/patiëntenzorg/medische informatie”.

Bijlage 1. Stabiele zijligging

Een kind, dat nog bewusteloos is maar een spontane ademhaling heeft, dient men in de stabiel zijligging leggen. Van belang is:

- leg het kind zoveel mogelijk op de zij, waarbij de mond omlaag ligt;
- leg eventueel een kussen of opgerolde deken achter het kind, zodat de zijligging stabiel wordt;
- leg niets tegen de borstkas wat de ademhaling kan bemoeilijken;
- draag er zorg voor dat het kind makkelijk en veilig op de rug gedraaid kan worden en weer terug in zijligging;
- houd rekening met mogelijk nekletsel.



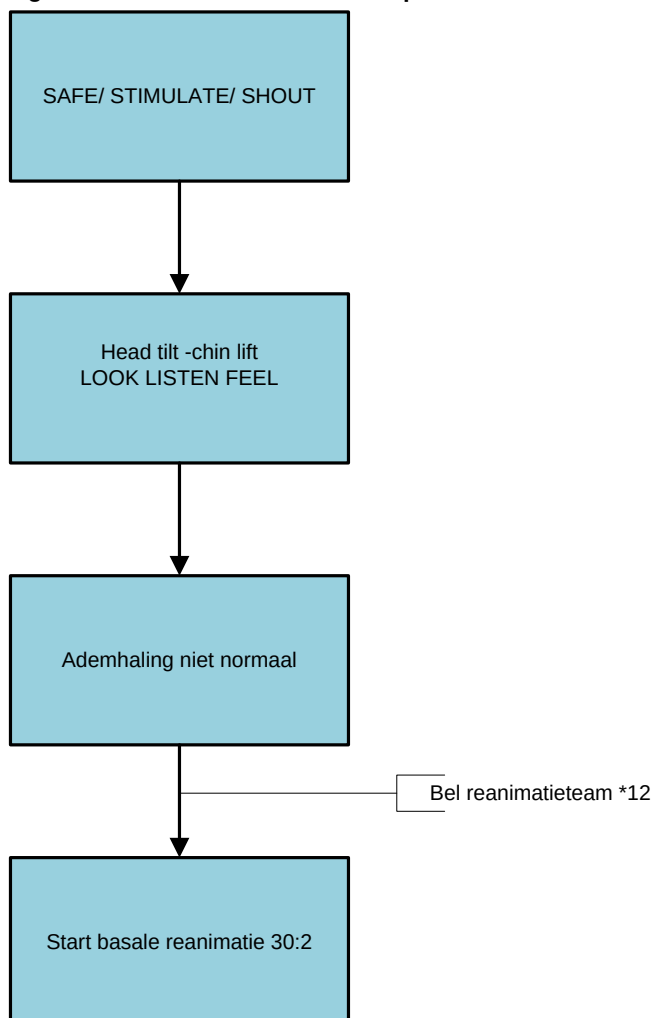
Bijlage 2. Volwassen reanimatie/pubers!

Als een kind in de puberteit is, of men denkt dat het kind in de puberteit is, moet men de richtlijnen voor de volwassen reanimatie toepassen. Zie hiervoor in de reader hoofdstuk 3. Hieronder wordt de volwassen reanimatie richtlijn in het kort beschreven, gevolgd door het algoritme. Voor een uitgebreide tekst en oefening verwijzen we u naar de volwassen reanimatie cursus.

Het kind waarvan u vermoedt, dat deze in de puberteit is, collabeert. Neem de volgende stappen:

1. draag zorg voor uw eigen veiligheid als ook die van het kind;
2. stimuleer het kind, door het zachtjes te schudden en beoordeel de reactie (bij trauma niet schudden);
3. roep om hulp, of laat hulp halen, alsmede een crashkar en defibrillator;
4. open de luchtweg met behulp van de luchtwegopeningmanoeuvres (bij trauma moet u de jaw thrust gebruiken);
5. kijk, luister en voel voor 10 seconden. Ademt het kind dan kunt u hulp gaan halen of laten halen, leg het kind in de stabiele zijligging. Ademt het kind niet dan hulp laten halen of het kind even alleen laten en hulp halen;
6. geef 30 hartmassages, op dezelfde plek als bij het jonge kind, gevolgd door twee beademingen. Continueer dit tot het reanimatieteam er is;
7. laat het reanimatieteam de reanimatie overnemen, assisteer waar nodig.

Algoritme reanimatie kind in/na de puberteit

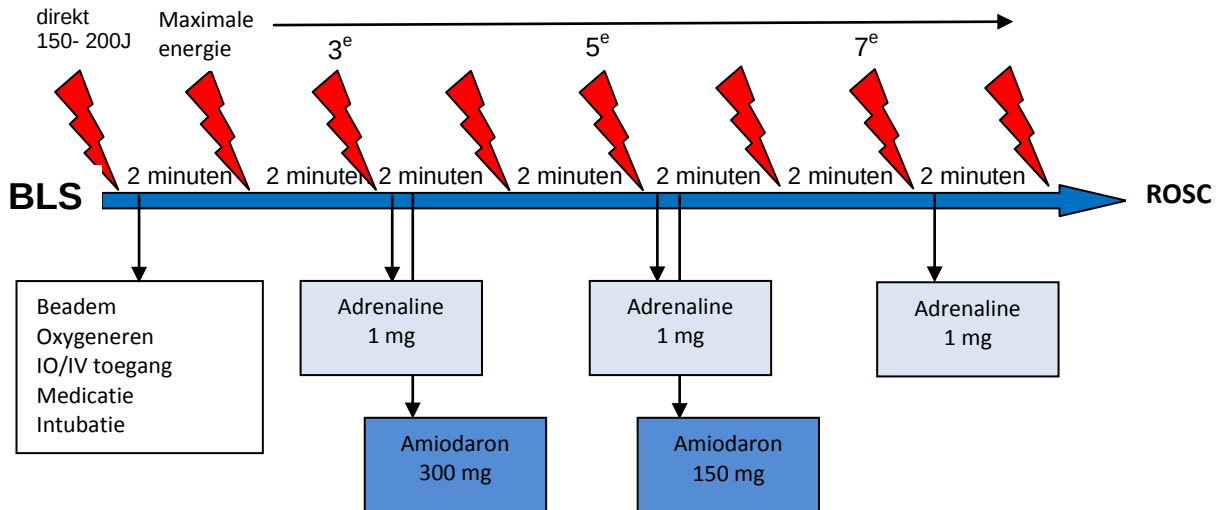


Bijlage 3. Het inbrengen van een oropharyngeale tube

1. Verzamel de benodigdheden.
De benodigdheden zijn:
 - oropharyngeale tubes in diverse maten;
 - laryngoscoop of tongspatel;
 - niet steriele handschoenen;
 - zuigapparatuur inclusief pot en slangstelsel;
 - fingertip;
 - gesiliconiseerde wegwerp-zuigcatheters met afgeronde punt, Char 6-8-10-12;
 - kommetje met gedestilleerd water/kraanwater.
2. Trek de niet-steriele handschoenen aan. Neem zonodig aanvullende maatregelen.
3. Bepaal de maat van de oropharyngeale tube door deze te leggen van het midden van de tandenrij tot aan de kaakhoek.
4. Leg het kind plat neer.
5. Leg uw handpalm op het voorhoofd en kantel het hoofd in neutrale positie of iets achterover.
6. Plaats de top van de wijsvinger van uw andere hand op het bot onder de kin en trek de kin omhoog.
7. Gebruik bij het inbrengen altijd een tongspatel of laryngoscoop bij kinderen onder een jaar, bij voorkeur ook bij kinderen boven een jaar.
8. Pak de oropharyngeale tube in de dominante hand en houd deze recht bij gebruik van spatel/laryngoscoop of 90° gedraaid indien zonder.
9. Breng de oropharyngeale tube volgend over de spatel/laryngoscoop in, of 90° gedraaid in tot deze tegen het palatum molle aanstoot waarna de tube 90° gedraaid wordt.
10. Schuif de oropharyngeale tube op totdat het harde bijtstuk zich tussen de tanden bevindt en de flens op de lippen rust.
11. Observeer de ademhaling.
12. Houd het hoofd in de juiste positie (sniffing of neutraal) door het hoofd met uw ene hand, liggende op het voorhoofd, achterover te houden. Dit is van belang om de luchtweg open te houden.
13. Controleer de oropharyngeale tube regelmatig op doorgankelijkheid.
14. Rapporteer de gegevens.

Bijlage 4. Stroomdiagram defibrilleren puber met bifasische defibrillator

VF/VT bij puber/ volwassene



NB: bij recidief VF/VT opnieuw defibrilleren gevolgd door amiodaron indien totale dosis van 450 mg nog niet bereikt is!

Geraadpleegde literatuur

Berden, J.J.M. (1993). Basic Cardiopulmonary Resuscitation, assesments of skills in training situations. Grave, HHS Uitgeverij.

Butman, A.M. et.al (1995). Comprehensive guide to pre-hospital skills. Akron Ohio, Emergency Training.

Brink, G.T.W.J. et.al (1995). Leerboek Intensive Care Verpleegkundige, Kinderen. Utrecht, Uitgeverij Lemma.

Chameides, L., M.F. Hazinski (1997). Pediatric Advanced Life Support. American Hearth Association/American Academy of Pediatrics.

Have, F. ten (1995). Kliniekboek Anesthesiologie. Utrecht, de Tijdstroom.

Hoog de, M. (2000). *Reanimaties op de kinderleeftijd in het AZR-Sophia*. Rotterdam, Afdeling Kindergeneeskunde AZR/Sophia.

Mackway-Jones, K. et. Al(2001), Advanced Paediatric Life Support. London, BMJ Books.

Meursing, B.T.J. (1995). Leerboek der Spoedeisende Geneeskunde: deel 1 reanimatie. Utrecht, VVAA.

Meursing, B.T.J. e.a. (1988). Reanimatie door EHBO-ers. Leiden: Spruyt, Van Mantgem & De Does BV

Meursing, B.T.J., R.G. van Kesteren (1997). Reanimatie. Utrecht: Wetenschappelijke Uitgeverij Bunge.

Nolan J., European Resuscitation Council Guidelines for resuscitation 2011

Richtlijnen Reanimatie 2011 in Nederland, Nederlandse Reanimatie Raad

Strokap, H., J.J. Buist (1992). Medische technologie en instrumentatie. Leiden, Spruyt Van Mantgem & De Does bijv.

Thelan, L. A. et. Al.(1994). Critical Care Nurse. St. Louis, Missouri. Mosby.

N.M. Turner en A.J. van Vught. Advanced Paediatric Life Support, de Nederlandse editie 2006, Elsevier gezondheidszorg, Maarssen