

Bij kinderen met een aangeboren hartaandoening worden in de loop van het leven vaak meerdere cardiochirurgische ingrepen uitgevoerd, waarna regelmatig supraventriculaire tachycardiën optreden. Het diagnosticeren van de oorsprong van deze supraventriculaire tachycardiën wordt vaak bemoeilijkt door de hoge hartfrequentie. In dit artikel behandelen we diverse methoden om de oorsprong van supraventriculaire tachycardiën te onderscheiden en vervolgens te behandelen.

Marjon van Beelen, Intensive Care kinderen verpleegkundige, Angela Verhoosel en Johan Lindhout, Intensive Care kinderen verpleegkundigen; allen LUMC

E-mail: J.W.N.Lindhout@lumc.nl

Diagnostiek voor gevorderden

Supraventriculaire ritmestoornissen bij kinderen

Inleiding

Onderzoek toont aan dat bij een groot percentage kinderen, 15-47%, hartritmestoornissen voorkomen na cardiochirurgische ingrepen. Van deze groep bestaat een aanzienlijke deel, wel tot 60%, uit supraventriculaire tachycardiën. Dit zijn hartritmestoornissen waarbij de atria en/of de AV-knoop bij het mechanisme van de tachycardie betrokken zijn.

Een belangrijke eigenschap van supraventriculaire tachycardiën is dat de QRS-complexen in principe smaller zijn dan 0,12 seconden. Heeft de patiënt echter al een bestaand linker- of rechterbundeltakblok dan zal dit blijven bestaan bij een supraventriculaire tachycardie. Dit mag niet verward worden met een ventrikeltachycardie waarbij sprake is van verbrede QRS-complexen met een andere morfologie dan de normale QRS-complexen van de patiënt. Er bestaan natuurlijk uitzonderingen, waarbij er tijdelijk een (gedeeltelijk) bundeltakblok optreedt door de hoge frequentie van de tachycardie, zogenaamde aberrante geleiding.

Oorzaken

Aan het ontstaan van supraventriculaire tachycardiën liggen twee verschillende mechanismen ten grondslag. De eerste groep ritmestoornissen ontstaat door

zogenaamde abnormale automaticiteit. Dit houdt in dat naast de sinusknop ook andere cellen gaan fungeren als pacemakercel. Hierdoor depolariseren zij voordat de sinusknop depolariseert en ontstaat een tachycardie. Kenmerkend op het ECG is een geleidelijk begin van de ritmestoornis waarna het ritme kan variëren in frequentie.

Het tweede mechanisme bestaat uit het zogenaamde re-entry mechanisme. Hierbij ontstaat een tachycardie doordat een elektrische prikkel als het ware gaat rondzingen in bijvoorbeeld de AV-knoop of via een accessoire bundel. Kenmerken hiervan zijn een abrupt begin en vrijwel constante frequentie. Deze vorm treedt ook vaak paroxysmaal op.

Er zijn verschillende groepen supraventriculaire tachycardiën te onderscheiden die allemaal een eigen oorsprong hebben. Ze zijn in drie groepen onder te verdelen, al naar gelang de oorsprong. Tachycardiën op basis van een accessoire bundel vormen een aparte, vierde groep.

1. De sinustachycardie

Een sinustachycardie is geen hartritmestoornis. Het is een normaal hartritme vanuit de sinusknop, dat echter sneller is dan de leeftijd zou doen vermoeden. Een sinusritme heeft op het ECG een regelmatige

positieve P-top in afleiding I, II en aVF (figuur 1).

2. Atriale tachycardiën

Deze groep behelst de atriale tachycardie, atriumflutter en atriumfibrillatie.

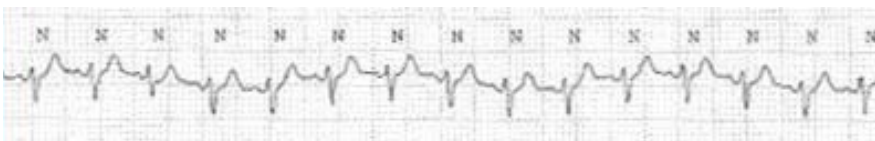
2a. Atriale tachycardie

Een atriale tachycardie is een tachycardie op basis van abnormale automaticiteit waarvan de oorsprong buiten de sinusknop elders in het atrium ligt. De frequentie varieert tussen de 100 en 250 slagen per minuut.

Een atriale tachycardie kenmerkt zich door smalle, regelmatige QRS-complexen, voorafgegaan door een P-top. Belangrijk is dat de P-top een andere morfologie heeft dan de P-toppen uit de sinusknop. De P-toppen kunnen negatief zijn in afleiding I en aVF maar dit is niet vanzelfsprekend. Als de P-toppen positief zijn, is een vergelijking met een eerder ECG van de patiënt noodzakelijk om het onderscheid te kunnen maken tussen sinusknop en een ander atriaal focus (figuur 2).

2b. Atriumflutter

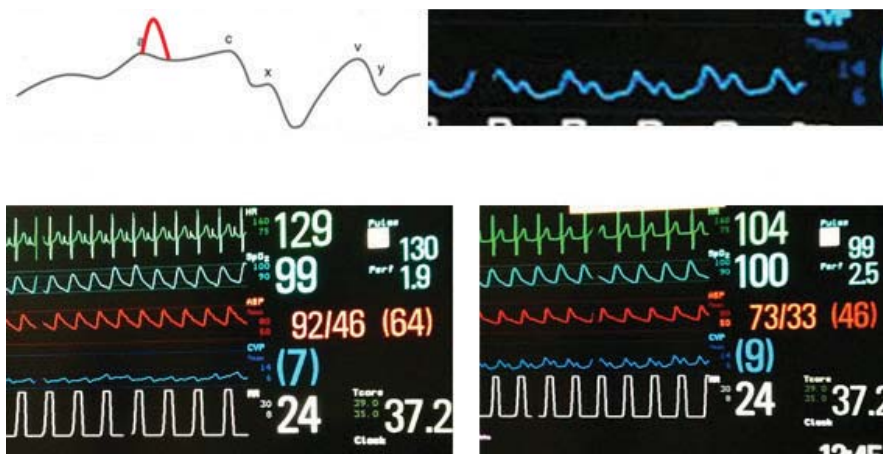
De atriumflutter is een atriale tachycardie die wordt gekenmerkt door zeer snelle atriumdepolarisaties. Aan het ontstaan van een dergelijk circuit kunnen meerdere mechanismen ten grondslag liggen. Vaak betreft het een zogenaamde Isthmus-afhankelijke atriumflutter. Het circuit loopt dan door het gebied tussen de tricuspidaalklepping en de vena cava inferior, de isthmus. Een andere groep berust op het re-entry fenomeen dat



Figuur 1. Sinustachycardie van 174 slagen per minuut bij een kind van 3 jaar oud.



Figuur 2. Sinusritme dat na het 4e complex overgaat in een atriale tachycardie. De frequentie stijgt abrupt en de P-toppen hebben een andere morfologie.



Figuur 3. Rechts een AV-junctional ritme van 104 per minuut met Giant-wave A-toppen in de CVD-curve. De linker foto toont atriaal gepaced ritme met een hogere frequentie dan de frequentie van de patiënt. Er ontstaat weer A-V synchronie waardoor de atrial kick wordt geleverd. De CVD-curve is genormaliseerd en de bloeddruk gestegen.

ontstaat door littekenweefsel, waarbij het circuit om het littekenweefsel heen draait. Hierdoor ontstaat de karakteristieke fluttergolf of zaagtand op het ECG (figuur 3).

Een atriumflutter heeft meestal een atriale frequentie tussen de 300 en 500 slagen per minuut. De vorm van de QRS-complexen op het ECG is normaal. De ventriculaire frequentie is afhankelijk van de blokkade door de AV-knoop. Meestal is dit een vaste verhouding van 2:1, 3:1 of 4:1, waardoor een regelmatig ventriculaire ritme ontstaat.

2c. Atriumfibrillatie

Bij atriumfibrilleren is er sprake van abnormale automaticiteit waarbij de prikkel zich voortbeweegt over de

gehele boezem. Hierdoor ontstaat chaotische atriumactiviteit die irregulair van aard is. Dit uit zich in een 'rommelige' iso-elektrische lijn waar geen duidelijke P-toppen te onderscheiden zijn. De AV-knoop filtert de voorbijkomende prikkels en geeft slechts een deel hiervan door naar de ventrikels. De combinatie van een irregulaire frequentie en rommelige iso-elektrische lijn vormt een duidelijk onderscheid met andere supraventriculaire tachycardiën. Atriumfibrillatie is zeer zeldzaam bij kinderen, daarom wordt er in dit artikel niet verder op ingegaan.

3. AV-nodale tachycardiën

Tachycardiën vanuit de AV-knoop kunnen we onderverdelen in twee

belangrijke groepen: AV-nodale re-entry tachycardiën en Junctional Ectopic Tachycardia's.

3a. De AV-nodale re-entry tachycardie (AVNRT) is een tachycardie waarbij een re-entriecircuit in de AV-knoop een tachycardie veroorzaakt. Deze vorm uit zich op het ECG door een smal complex tachycardie waarbij de P-toppen in of direct achter het QRS-complex vallen (figuur 4). Ze zijn dan ook negatief omdat de atria retrograad worden geactiveerd vanuit de AV-knoop. Hierdoor gaat de prikkel tegen de normale elektrische hartas in en ontstaan negatieve P-toppen in afleiding II.

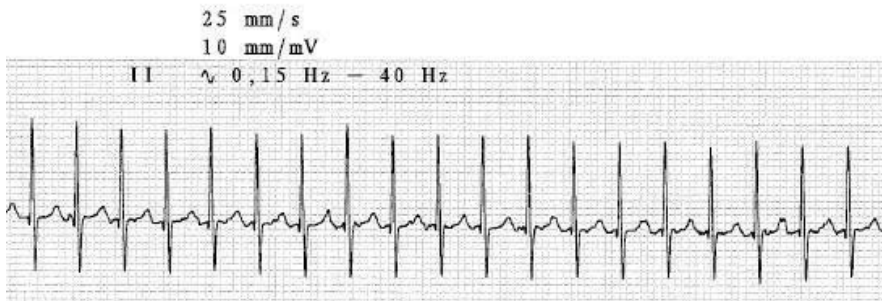
3b. Zogenaamde Junctional Ectopic Tachycardia's (JET) ontstaan door abnormale automaticiteit in de AV-knoop of bundel van His (figuur 5). Hierbij treedt atrioventriculaire dissociatie op waarbij de frequentie van de ventriculaire depolarisatie altijd hoger is dan de atriale depolarisatiefrequentie. De activatie van atria en ventrikels staat volledig los van elkaar, wat op het ECG inhoudt dat eventueel zichtbare P-toppen geen relatie hebben tot de QRS-complexen. Bij een ventriculaire frequentie onder de 170 slagen per minuut spreekt men van AV-dissociatie en bij hogere frequenties van een JET.

4. Accessoire bundels

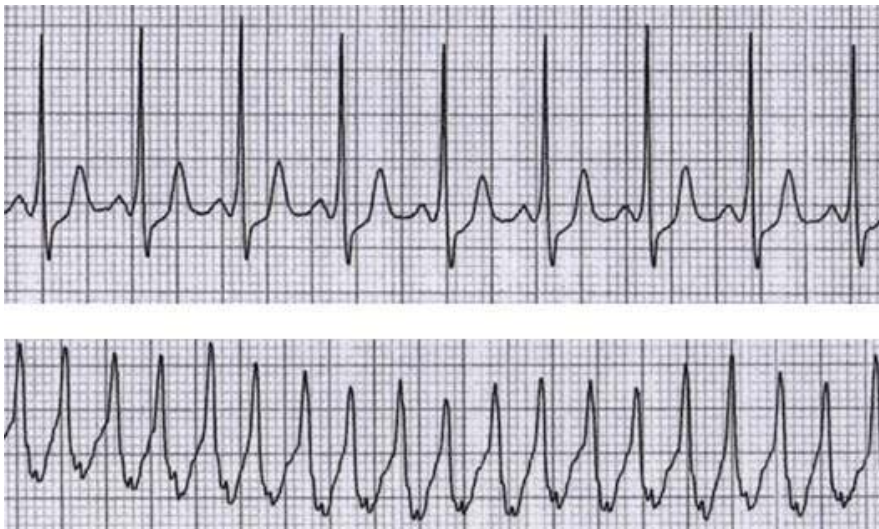
Een aparte groep tachycardiën wordt gevormd door re-entri tachycardiën op basis van een accessoire bundel. Er is



Figuur 4. SVT 250/min waar na adenosine zichtbaar wordt dat er geen atriale activiteit aanwezig is, en er sinusritme ontstaat. Dit bewijst dat deze SVT een AVNRT was. Het re-entri circuit is onderbroken door de werking van adenosine waarna de sinusknop het ritme oppakt.



Figuur 5. Supraventriculaire tachycardie van 214 slagen per minuut met het ECG op normale snelheid. Onduidelijk is door de hoge frequentie of er P-toppen zichtbaar zijn.



Figuur 6. Bovenste strook toont een sinusritme met deltagolf in het QRS-complex. In de onderste strook dezelfde patiënt, nu met een AVRT met aberrante geleiding.

naast de AV-knoop nog een doorgang door de annulus fibrosus waarover elektrische activiteit naar de ventrikels kan. Deze prikkel kan op verschillende manieren een re-entry tachycardie veroorzaken. Het Wolff Parkinson White syndroom is een veel voorkomende vorm van deze accessoire bundel. Daarnaast zijn er echter nog meerdere plaatsen mogelijk waar myocarbundels de annulus passeren (figuur 6).

Diagnostiek

Naast de gebruikelijke beoordeling van een twaalf-afleidingen-ECG zijn er handige tools om het type ritmestoornis te diagnosticeren.

Papiersnelheid

Door de papiersnelheid van het ECG te versnellen naar 50mm/sec worden de QRS-complexen breder geprint. Maar niet alleen de QRS-complexen worden verbreed, ook de tijd tussen de complexen. Hierdoor is de aanwezigheid van P-toppen soms duidelijker vast te stellen. Belangrijk is dat de verbrede QRS-complexen te wijten zijn aan het feit dat de papiersnelheid is verdubbeld. Het QRS-complex is dus onjuist verbreed. Om een verkeerde interpretatie te voorkomen is het van belang duidelijk aan te geven dat het een 50mm/sec ECG betreft.

Adenosine

Adenosine kan worden gebruikt om de oorsprong van de ritmestoornis te diagnosticeren. In bepaalde gevallen is adenosine daarnaast ook de behandeling. Adenosine vertraagt na snelle toediening de geleiding over de AV-knoop. Er ontstaat een kortdurend AV-blok, waardoor atriale prikkels niet voorgeleid worden naar de ventrikels. Hierdoor wordt eventuele activiteit van het atrium zichtbaar. Dit betekent dat een sinus tachycardie wordt herkend door regelmatige P-toppen die zichtbaar worden. Een atriale tachycardie en atriumflutter worden op dezelfde manier zichtbaar. Bij de atriale tachycardie worden regelmatige P-toppen zichtbaar die anders van vorm zijn dan de P-toppen van de sinusknop. Bij een atriumflutter wordt (figuur 7) de aanwezige fluttergolf duidelijk zichtbaar tussen de QRS-complexen. AV-nodale tachycardiën kunnen verschillend reageren op adenosine. Een JET reageert meestal niet op adenosine, omdat het focus meestal onder de AV-knoop ligt in de bundel van His; hoogstens vertraagt het ritme even. Een AVNRT zal door toediening van adenosine vertragen en meestal worden er geen P-toppen zichtbaar. Tevens kan adenosine het re-entry circuit doorbreken en de ritmestoornis beëindigen. Figuur 4 is daar een mooi voorbeeld van.

CVD-curve

Indien er sprake is van een supraventriculaire ritmestoornis met de oorsprong in de AV-knoop dan kan de CVD-curve hier aanwijzingen voor geven. Bij ritmes vanuit de AV-knoop is de normale fysiologie verstoord. Waar normaal gesproken eerst de atria de 'atrial kick' leveren aan de ventrikels, worden nu atria en ventrikels tegelijk gedepolariseerd. Dit zorgt voor een vrijwel gelijktijdige contractie van atria en ventrikels. Gevolg is dat de atria tegen dichte AV-kleppen knijpen waardoor er kortdurend een sterk verhoogde druk



Figuur 7. Atriumflutter waarbij adenosine de AV-geleiding vertraagt en de fluttergolf zichtbaar wordt.



Figuur 8. Externe atriale pacemakerdraad in elektrode C2.

in de atria ontstaat. Deze verhoogde druk is zichtbaar in de CVD-curve in de vorm van zogenaamde Giant-wave A-toppen (figuur 3).

Pacemakerdraden

Gezien de kans op postoperatieve ritmestoornissen worden er door de congenitaal hartchirurg vaak tijdelijke externe pacemakerdraden aangebracht aan het einde van de ingreep. Als de patiënt externe, atriale pacemakerdraden heeft dan kunnen deze worden gebruikt voor diagnostiek van supraventriculaire ritmestoornissen. De elektrische activiteit over deze draden komt namelijk direct van de boezem af. Als een van deze atriale draden aangesloten wordt op een ECG-apparaat in afleiding V2 wordt de atriale activiteit veel sterker weergegeven dan door middel van een huid-elektrode (figuur 8). Het QRS-complex wordt gelijktijdig geregistreerd, wat betekent dat de atriale en ventriculaire elektrische activiteit door elkaar heen worden weergegeven. Kenmerkend echter voor atriale activiteit zijn kleine 'spikes' die zichtbaar worden. In figuur 11 is een sinusritme met rechterbundeltakblok weergegeven waarbij in afleiding C2 de atriale pacemakerdraad is bevestigd. In figuur 12 is het ritme van dezelfde patiënt zichtbaar, nu terwijl er een AV-junctional ritme bestaat. Er zijn geen kleine spikes zichtbaar. Er is

dus geen activiteit van de boezem. De retrograde activiteit valt samen met het QRS-complex.

De diagnostiek van supraventriculaire tachycardiën kan worden vergemakkelijkt door tal van handige tips. Door logisch redeneren en het



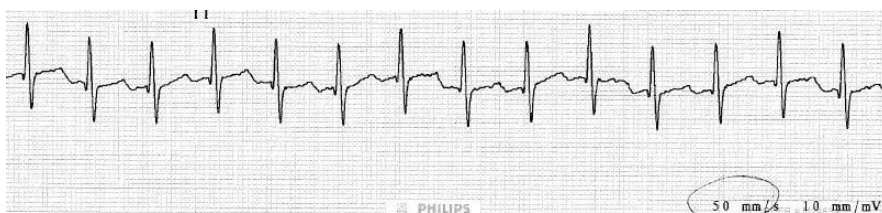
AV-knoop

Groene pijlen geven de normale route van een prikkel aan vanaf de atria naar de ventrikels. De rode pijlen geven het reentrymechanisme aan waardoor een tachycardie ontstaat.

Figuur 9. Re-entrycircuit binnen de AV-knoop.

gebruik van deze tips en trucs kan meestal de juiste diagnose worden gesteld, wat van belang is voor een adequate behandeling.

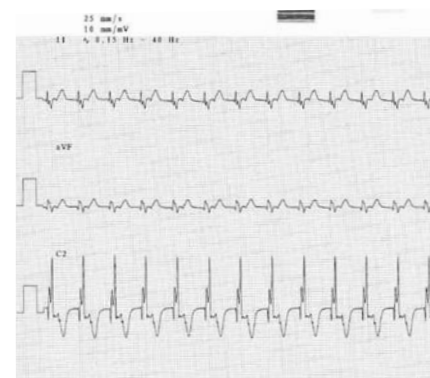
Met dank aan drs. P.P. Roeleveld, Kinderarts-Intensivist LUMC en drs. R.A. Bertels, Kindercardioloog LUMC.



Figuur 10. Dezelfde tachycardie van 214 slagen per minuut opgenomen met 50mm/sec. Duidelijk wordt dat er geen P-toppen zichtbaar zijn en dat dit dus een AVNRT of JET betreft.



Figuur 11. ECG met in C2 de atriale afleiding. Zichtbaar zijn de kleine 'spikes' die overeenkomen met de P-top in afleiding II en aVF.



Figuur 12. AVNRT van 140 slagen per minuut. Er is geen atriale activiteit in afleiding C2 zichtbaar, wat bewijst dat deze tachycardie een AVNRT is.

Behandeling van supraventriculaire tachycardiën

De behandeling van supraventriculaire ritmestoornissen bestaat, afhankelijk van de situatie van de patiënt, uit een aantal verschillende opties. Belangrijk is dat de eerste benadering altijd via de zogenaamde ABCDE-methode gebeurt.

Binnen de Advanced Pediatric Life Support wordt onderscheid gemaakt tussen supraventriculaire ritmestoornissen met stabiele én instabiele kliniek. Afhankelijk hiervan wordt gekozen voor onmiddellijke cardioversie of voor verdere diagnostiek en eventuele medicamenteuze behandeling.

In het schema worden verschillende behandelingen uitgelegd.

Algemene maatregelen

- adequate pijnstilling en sedatie;
- voorkom/behandel hyperthermie/koorts;
- corrigeer elektrolytstoornissen.

Vagale stimulatie

- carotismassage toepassen aan één zijde;
- ijskompres in een doek of koude doek over de neus en mond van de patiënt; hierdoor treedt het duikreflex op waarbij het parasympatische deel van het autonome zenuwstelsel actief is. Hierdoor vertraagt het hartritme;
- persen door op de handrug te blazen (Valsalva manoeuvre).

Adenosine

- indicatie:
 - o als vagale stimulatie niet succesvol blijkt;
 - o zodra een IV toegang aanwezig/beschikbaar is;
 - o als diagnosticum bij vermoeden van onderliggende atriumflutter.
- dosering:
 - o starten met 100mcg/kg., Bij geen effect: ophogen met 250mcg/kg tot een maximum van 500mcg/kg;
 - o dosis snel en onverdund toedienen i.v.m. de korte halfwaardetijd van > 10sec;
 - o altijd toedienen onder ritmebewaking, ritmestroken uitdraaien voor, tijdens en na elke gift.

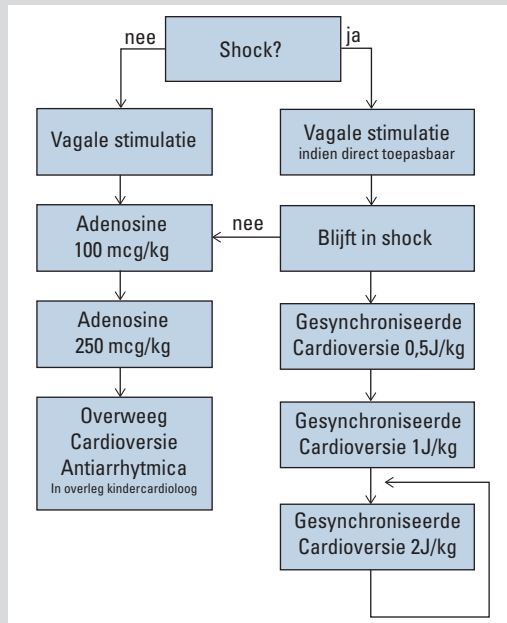
Cardioversie

- indicatie:
 - o hemodynamische instabiliteit;
 - o geen/ onvoldoende respons op adenosine.
- shock synchroon 1 J/kg. Bij geen respons: verhoog het aantal joule naar 2 J/kg;
- sedeer wakkere patiënten alvorens de cardioversie.

Overleg cardioloog

- als bovenstaande behandelingen niet aanslaan, overleg met de cardioloog over het toedienen van andere anti-aritmica (digoxine, verapamil, amiodarone, propranolol, flecaïnide).

Daarnaast leren literatuur en de praktijk dat ook het optimaliseren van de elektrolyten in het serum veel ritmestoornissen verhelpt of voorkomt.



Literatuur

1. Victoria L. Vetter, MD, MPH, a Theresa M. Covington, MPH, b Noreen P. Dugan, RN, BSN, c Danielle Main Haley, MPH, Heather Dykstra, MPA, b Mary Overpeck, Dr. PH, V. Ramesh Iyer, MD, a and Justine Shults, PhD. Cardiovascular death in children: general overview from the National Centre for the review and prevention of Child Deaths. November 2014
2. Avnish Tripathi, George B. Black, Yongmoon Mark Park, Jeanette M. Jerrell. Factors associated with the occurrence and treatment of supraventricular tachycardia in a pediatric congenital heart disease cohort. *Pediatric Cardiology* 2014; 35:368-373
3. Linda Payne, Vicki L. Zeigler. Paul C. Gillette. Acute Cardiac arrhythmias following surgery for congenital heart disease: mechanisms, diagnostic tools and management. *Critical Care nursing clinics* 2011; 23: 255-272
4. Alp H, Narin C, Baysal T, Sarigül A. Prevalence of and risk factors for early postoperative arrhythmia in children after cardiac surgery. *Pediatrics International* 2013
5. Smith G.D, Dyson K, Taylor D, Morgans A, Cantwell K. Effectiveness of the Valsalva manoeuvre for the reversion of supraventricular tachycardia. *Cochrane library of systematic reviews*; chapter 3; 2013
6. Schwartz P.J, Garson Jr. A, Paul T, Stramba-Badiale M, Vetter V.L, Villain E and Wren C, Guidelines for the interpretation of the neonatal electrocardiogram. *European Heart Journal* 2002, 23 1329-1344
7. Ritmestoornissen bij kinderen; richtlijnen intensivisleiding.nl
8. Ritmestoornissen op kindereleeftijd. Presentatie R. Bertels, kinder cardioloog LUMC.
9. A.J. Alkemade, K. Caminida, M.N.M. Slenker. Zakboek Spoedeisende geneeskunde voor artsen op de SEH. Bohn Stafleu van Loghum, 21 november 2003
10. N.M. Turner, A.J. van Vught. *Advanced Paediatric Life Support*. Elsevier Gezondheidszorg; Maarssen 2006
11. Ricardo A. Munez, Victor O. Morell, Eduardo M. da Cruz, Carol G. Vetterly, *Critical care of children with heart disease*. Springer;2010
12. Yaniv Bar-Cohen, Michael J. Silka, Management of post operative arrhythmias in pediatric patients. *Pediatric and congenital heart disease*, 16-08-2012, Springer Media
13. J. Rekawek, A. Kansy, M. Miszczak, M. Manowska, K. Bieganowska, Risk factors for cardiac arrhythmias in children with congenital heart disease after surgical intervention in the early postoperative period; *The journal of thoracic and cardiovascular surgery*, april 2007, volume 133, issue 4
14. Richtlijnen Reanimatie in Nederland 2015, Nederlandse Reanimatieraad, december 2015