

**TUIJA POUTANEN**  
LT, lastenkardiologi  
TAYS, lastenlinikka

**ANITA HIIPPALA**  
LL, lastenkardiologi  
HUS, Lasten ja nuorten sairaala,  
sydäntutkimusyksikkö

## Miten tulkitseen lapsen EKG:n?

- EKG on perustutkimus sydänsairautta ja rytmihäiriöitä epäiltäessä.
- Iän mukana muuttuvien viitearvojen ymmärtäminen ja järjestelmällinen analyysi helpottavat tulkintaa.
- Lapsen EKG:ssa oikeavoittoisuus ja oikean kammion hypertrofia tulevat helpommin esille kuin vasemman kammion kuormitusmuutokset. Vähäinen vasemman kammion volttkriteerien ylittyminen on yleensä merkityksetön ilman muita vasemman kammion hypertrofian liittyviä muutoksia.
- Superiorinen akseli, osittainen oikea haarakatkos ja positiivinen T-aalto kytkennässä  $V_1$  ennen murrosikää ovat aiheita sydäntutkimuksiin.
- Lapsen rytmi- ja johtumishäiriöitä tulkitaan samoin periaattein kuin aikuisten.

Lapsesta tai nuoresta otetaan EKG tavallisesti silloin, kun epäillään sydämen sivuäänien perusteella sydämen rakennepoikkeavuutta tai seurataan jo todetun sydänvian aiheuttamia kuormitusmuutoksia. EKG:n aiheita on lueteltu taulukossa (taulukko 1). EKG tulee tutkia myös rytmihäiriöitä epäiltäessä, mielellään oikean aikana. Seulontaluonteiseen käyttöön EKG:tä ei suositella (1).

EKG-rekisteröinti olisi hyvä tehdä jo perusterveydenhuollossa, koska löydökset voivat vaikuttaa lisätutkimusten ja niiden kiireellisyyden suunnitteluun. Lapsilta rekisteröidään peruskytkeäntöjen lisäksi rintakytkeäntä  $V_4R$  oikean puolen kuormituksen toteamiseksi. Tulkin-

Tämän katsauksen viitearvotaulukot on laadittu käyttäen hollantilaiseen 1 912 lapsen aineistoon perustuvia viitearvoja (3). Vastasyntyneiden viitearvot perustuvat laajaan, 2 141 kanadalaislasta käsittävään lasten EKG:n viitearvoaineistoon (4,5). Hollantilaiset viitearvot sallivat korkeammat R- ja S-heilahdukset ja syvemmät Q-aallot kuin vanhempaan EKG-tekniikkaan perustuvat kanadalaiset viitearvot (6).

### EKG muuttuu lapsen kasvaessa

Vastasyntyneellä oikea kammi on lihasmassaltaan kookkaampi kuin vasen. Keuhkovastuksen pienetessä ja systeemivastuksen suuretessa vasen kammi muuttuu oikeaa kookkaammaksi noin kuukauden ikään mennessä. Kuuden kuukauden iässä kammioiden keskinäiset suhteet ovat samanlaiset kuin aikuisella. Oikeavoittoisuus näkyy vastasyntyneen EKG:ssä korkeina R-aaltona ja positiivisina T-aaltona oikeanpuoleisissa rintakytkennoissä sekä sähköisen akselin suuntautumisenä oikealle.

T-aaltojen muutokset vastasyntyneellä heijastavat oikean kammion painemuutoksia. Ensimmäisten elinpäivien jälkeen T-aallot ovat positiiviset kytkennöissä  $V_5$  ja  $V_6$  ja säilyvät positiivisina kuten aikuisilla. T-aalto kääntyy negatiiviseksi kytkennässä  $V_1$  noin viikon iässä ja säilyy negatiivisena ainakin 7 vuoden ikään asti. T-aalto muuttuu yleensä positiiviseksi kytkennässä  $V_1$  samanaikaisesti murrosiän fyysisen kasvun kanssa.

Frontaalitason QRS-akselin suunta heijastaa kammioiden kokojen muutoksia. Vastasyntyneen sähköinen akseli on useimmiten oikealla, viitealue noin  $+60 - +180^\circ$ . Samanaikaisesti oikeanpuoleisissa rintakytkennoissä nähdään

### Aikuiselle poikkeavat EKG-muutokset voivat olla lapselle normaaleja.

nassa on otettava huomioon rekisteröinnin piirrosnopeus ja vahvistus (yleensä 50 mm/s ja 10 mm/mV).

Sähköisen impulssin johtuminen sydämessä ja repolarisaatio ovat lapsilla ja aikuisilla samankaltaiset. Lapsilla tapahtuu kuitenkin iän myötä sekä sydämen rakenteessa että fysiologiassa muutoksia, joiden vuoksi lasten iänmukaiset normaaliarvot eroavat aikuisten arvoista. Aikuiselle poikkeavat EKG-muutokset voivat olla lapselle normaaleja iänmukaisia muutoksia (2). Ikäryhmiin perustuvat viitearvot vaikeuttavat lapsen EKG:n tulkintaa, koska lapsi voi poiketa kooltaan ja kehitysasteeltaan merkittävästi iänmukaisesta viiteryhmästä.

## KIRJALLISUUTTA

- 1 Dubin AM. Screening ECGs for young competitive athletes: it is complicated. *Curr Opin Pediatr* 2015;27:604–8.
- 2 Aro A, Parikka H. EKG-poikkeavuuksien kliininen merkitys. *Suom Lääkäril* 2015;70:301–7.
- 3 Rijnbeek PR, Witsenburg M, Schrama E, Hess J, Kors JA. New normal limits for the paediatric electrocardiogram. *Eur Heart J* 2001;22:702–11.
- 4 Schwartz P, Garson AJ, Paul T ym. Guidelines for the interpretation of the neonatal electrocardiogram. *Eur Heart J* 2002;23:1329–44.
- 5 Davignon A, Rautaharju P, Boisselle E ym. Normal ECG standards for infants and children. *Pediatric Cardiol* 1980;1:123–31.
- 6 Dickinson DF. The normal ECG in childhood and adolescence. *Heart* 2005;91:1626–30.
- 7 Salameh A, Gebauer RA, Grollmuss O ym. Normal limits for heart rate as established using 24-hour ambulatory electrocardiography in children and adolescents. *Cardiol Young* 2008;18:467–72.
- 8 Poutanen T, Hiippala A, Happonen J-M. Lasten rytmihäiriöt. *Suom Lääkäril* 2010;65:1705–11.

## TAULUKKO 1.

### EKG-rekisteröinnin aiheet lapsilla.

Synnynnäisen sydänvian tutkiminen ja seuranta  
Rytmihäiriön diagnostiikka  
Kawasakin tauti  
Perikardiitti, myokardiitti  
Tajunnanmenetys  
Rintakipu tai muu merkittävä oire rasitukseen liittyen  
Äkkikuolema suvussa (epäily perinnöllisestä rytmihäiriösaireudesta)  
Vakavat elektrolyyttihäiriöt  
Lääkeintoksikaatio  
Sydämen johtumisaikeihin vaikuttavien lääkkeiden käyttö

korkeat R-aallot ja vasemmanpuoleisissa syvät S-aallot. Vuoden ikään mennessä akseli kääntynyt on alas vasemmalle. 1–3 vuoden ikäisen lapsen EKG on jo yleensä vasenvoittoinen ja 3 vuoden iästä lähtien jo lähes aikuistyyppinen.

Syketaso laskee iän myötä. Keskimääräinen syketaso on vastasyntyneellä noin 140/min,

## TAULUKKO 2.

### Eri-ikäisten lasten sykkeen normaaliarvot lepo-EKG:ssä sekä alarajataajuudet sydänfilmin pitkäaikaisrekisteröinnin (Holter) tulkintaan.

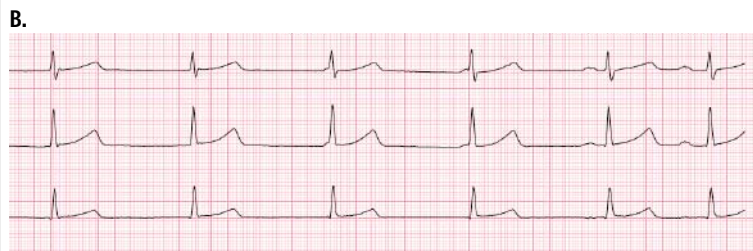
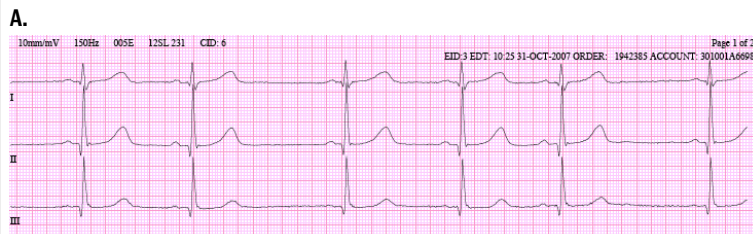
Ikä	Lepo-EKG syketaajuus/min	Holter syketaajuus/min
1–7 vrk	90–165	> 60 unessa > 80 hereillä
alle 1 v	100–195	
1–3 v	95–180	> 50
3–8 v	60–120	> 45
8–12 v	55–100	> 40
12–16 v	45–100	> 35

## KUVA 1.

### A. Sinusarytmia ja B. terveen lapsen junktionaalinen rytmi.

Ylempänä olevassa EKG:ssä nähdään epäsäännöllinen syke hengitykseen liittyvän sinusarytmian takia. Syke tihenee sisäänhengityksessä ja harvenee uloshengityksessä. Sinusarytmia on normaali ilmiö lapsilla.

Alemmassa kuvassa näkyy junktionaalista rytmiä, joka vaihtuu liukuen sinusrytmiksi. P-aallot ovat QRS-kompleksiin liittyneenä nauhoituksen kolmannen ja neljännen QRS-kompleksin kohdalla.



1-vuotiaalla 120/min, ja 5-vuotiaalla 100/min. Syke on aikuistasolla noin 10 vuoden iästä lähtien. PQ-aika, QRS-kesto ja QT-aika pitenevät iän myötä. QT-ajan arviointiin käytetään syketaajuuteen korjattua QT-aikaa (QTc).

### Lapsen EKG:n poikkeavuuksia

#### Syketaajuus ja rytmi

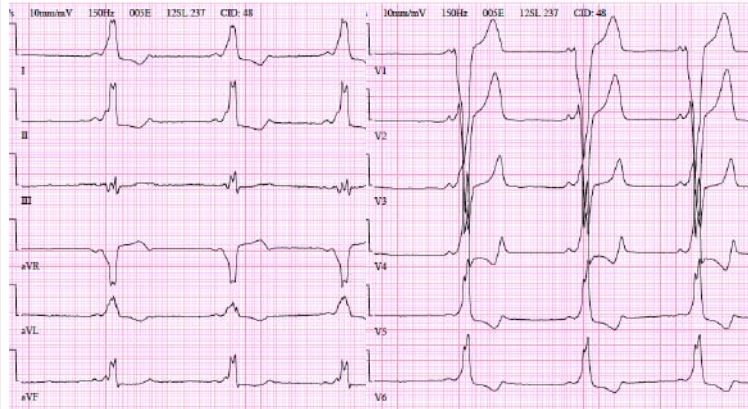
Syketaajuutta arvioidaan iän mukaisten viitearvojen perusteella (taulukko 2). Lepo-EKG:n syketasoa tulkittaessa tulee ottaa huomioon fysiologinen tilanne EKG:n rekisteröinnin aikana. Sinusrytmien taajuus voi imeväisillä ja pienillä lapsilla olla tilapäisesti yli 200/min esimerkiksi vastustelun, kuumeen tai kivun takia. Syke kuitenkin hidastuu lapsen rauhoittuessa, toisin kuin todellisissa eteisperäisissä rytmihäiriöissä. Monitoriseurannassa nähdään matalia syketasoa erityisesti unen aikana. Hitaan sykkeen raja-arvoina voidaan käyttää lasten EKG:n pitkäaikaisrekisteröinnin (Holter) viitearvoja (taulukko 2) (7).

Sinusrytmisissä P-aalto on positiivinen kytkennöissä I, II ja aVF. P-aallon sähköinen akseli muuttuu, mikäli rytmi lähtee muulta kuin sinussolmukkeesta. Sinussolmuketta alemmaa lähtevä eteisperäinen rytmi on vaaraton, jos syketaajuus on normaali. Epäsäännöllinen syke johtuu tavallisesti sinusarytmiaista, jossa hengitykseen liittyen syke tihenee sisäänhengityksessä ja harvenee uloshengityksessä (kuva 1A). P-aaltojen väli voi olla jopa kaksinkertainen. Löydös ei vaadi lisätutkimuksia. Lapsilla nähdään myös normaalina löydöksenä junktionaalista rytmiä sinusrytmien hidastuessa (kuva 1B).

KUVA 2.

### Delta-aalto.

7-vuotias poika tuli tutkimuksiin rytmihäiriötuntemusten vuoksi. Delta-aallon vuoksi QRS-kompleksi on leveä, alustaan deltamaisesti nouseva ja PQ-aika on lyhyt. Ylimääräinen oikorata aiheuttaa myös poikkeavan repolarisaation, ST-laskun ja T-inversion.



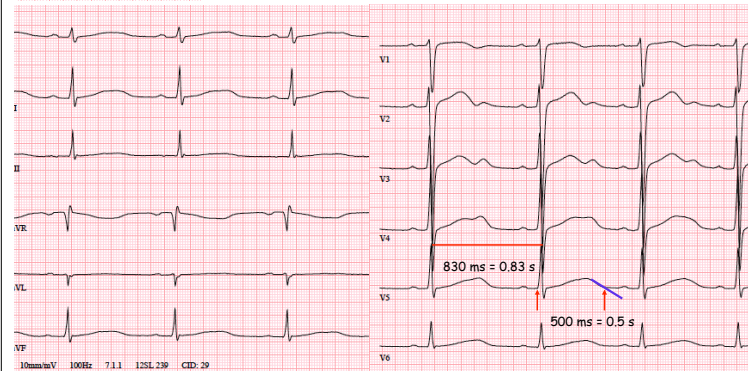
KUVA 3.

### Pitkä QT-aika ja QT-ajan mittaaminen.

14-vuotiaalta pojalta tutkittiin EKG äidillä todetun pitkä QT -oireyhtymän vuoksi. EKG:n automaattianalyysi laskee virheellisesti korjatuksi QT-ajaksi 410 ms. Bazettin menetelmällä laskien QTc on 530 ms. T-aallon muoto on laakea ja T-aalto on kaksihuippuinen. Muutokset sopivat geenitutkimuksella varmistuneeseen LQT2-oireyhtymään. Samassa kuvassa esitetään syketasoon korjatun QT-ajan mittaaminen. QT-aika mitataan Q-aallon alusta T-aallon loppuun ja perusviivan liittymäkohtaan tai T-aallon laskevan osan tangentin ja perusviivan leikkauspisteeseen. Korjattu QT-aika lasketaan Bazettin kaavalla jakamalla mitattu QT-aika (Q-aallon alusta T-aallon loppuun) edeltävän RR-välin neliöjuurella. Laskukaavassa käytetään sekunteina mitattuja aikoja. Sinusrytmian yhteydessä mitattavaksi valitaan lyhintä RR-väliä seuraava QRS-kompleksi.

Heart rate	75	BPM
PR interval	166	ms
QRS duration	96	ms
QTc	366/688	ms
P-R-T axes	22	83

QTc = 0.5 s / 0.83 s = 0.549 s



Lasten rytmihäiriöt tulkitaan samalla tavoin kuin aikuisten rytmihäiriöt. Tulkinnassa tulee ottaa huomioon iänmukaiset johtumisajat sekä lasten rytmihäiriöiden erityispiirteet. Katsaus lasten rytmihäiriöistä on julkaistu aiemmin Lääkärilehdessä (8).

### Johtumisajat

**PQ-aika.** Lasten sydämen johtumishäiriöt luokitellaan vastaavin periaattein kuin aikuisten, mutta tulkinnassa otetaan huomioon PQ-ajan piteneminen lapsen kasvun ja sykkeen hidastumisen myötä. Vähäinen PQ-ajan piteneminen liittyy yleensä vagotoniaan ja on hyvänlaatuinen. II asteen eteis-kammiokatkosta (Wenckebach, Mobitz I), jossa PQ-aika pitenee asteittain, kunnes P-aalto jää johtumatta, esiintyy normaalina ilmiönä unen aikana. Mobitz II -tyyppinen eteis-kammiokatkos (PQ-aika pysyy samana, mutta P-aalto jää yhtäkkiä johtumatta) on patologinen löydös. I tai II asteen eteis-kammiokatkos voi liittyä rakenteelliseen sydänvikaan (9).

Täydellinen eteis-kammiokatkos esiintyy lapsilla tavallisimmin synnynnäisenä, jolloin se usein johtuu äidin sidekudossairaudesta. Se voi myös liittyä synnynnäiseen sydänvikaan tai sydänvian kirurgisen korjauksen jälkitilaan. Myokardiitti on harvinainen täydellisen eteis-kammiokatkoksen syy.

**QRS-kesto.** Leveä QRS voi johtua haarakatkoksesta, kammiohypertrofiasta tai aineenvaihdunnan poikkeavuuksista. Haarakatkos on poikkeava löydös ja vaatii lisätutkimuksia. Oikea haarakatkos on tavallinen löydös sydänleikkauksessa hoidetulla lapsella, ja vertailu aiempaan EKG:hen auttaa tulkinnassa. Oikoradan aiheuttamaan varhaisaktivaatioon (delta-aalto) liittyy normaalia leveämpi QRS-kompleksi (kuva 2). Kun EKG:ssä havaitaan delta-aalto, selvitetään, onko lapsella esiintynyt rytmihäiriöitä, ja tehdään lähete lasten sydänsairauksien hoitoon perehtyneen lääkärin arvioon oikoradan johtumisominaisuuksien määrittämiseksi. Normaalit QRS-kompleksin leveydet eri-ikäisillä lapsilla esitetään taulukossa (taulukko 3).

**QT-aika.** Koska QT-aika muuttuu syketaajuuden myötä, käytetään sykkeeseen korjattua QT-aikaa (QTc). QT-aika mitataan EKG-viivaimen avulla QRS-kompleksin alusta T-aallon loppuun (tai U-aallon loppuun, jos U:n korkeus on yli puolet T:n korkeudesta), luotettavimmin kytkennästä II tai V<sub>3</sub> (kuva 3). QTc lasketaan Bazettin

**TAULUKKO 3.**

**Normaaliarvot eri ikäisten lasten lepo-EKG:n tulkintaa varten: 1–7 vrk:n ikäisten lasten viitearvot Davignonin mukaan (5), muut viitearvot Rijnbeekin mukaan (3).**

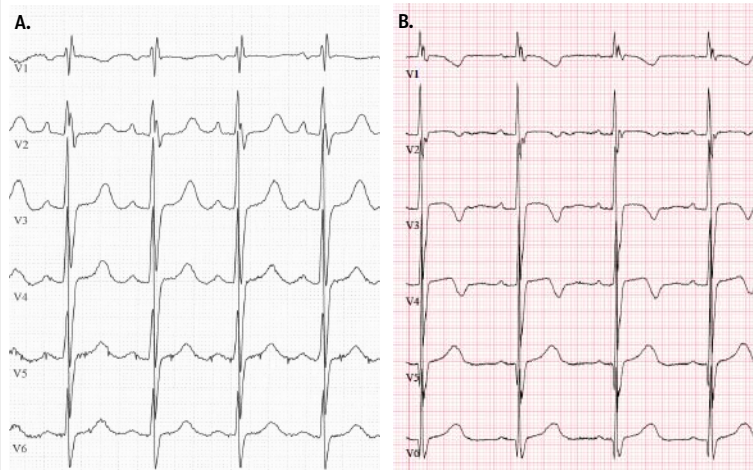
Ikä	QRS-akseli (astetta)	PQ-aika, ms	P-aallon kesto, ms	QRS kesto, ms	III Q-aalto, mm	V <sub>6</sub> Q-aalto, mm	V <sub>1</sub>		V <sub>6</sub>		V <sub>4</sub> R + S mm	SV <sub>1</sub> + RV <sub>6</sub> , mm
							R-aalto, mm	S-aalto, mm	R-aalto, mm	S-aalto, mm		
1–7 vrk	60–190	< 140		< 80	< 5	< 2	< 22	< 11	< 16	< 10	< 52	25
alle 1 v	0–150	< 140	< 100	< 90	< 4 (3 kk) < 8 (1 v)	< 3–4 (6 kk) < 6 (1 v)	< 22	< 20	< 28	< 13	< 57	48
1–3 v		< 150	< 110		< 7	< 5	< 21	< 23	< 30	< 9	< 56	53
3–8 v		< 160	< 110		< 4	< 4	< 18	< 25	< 33	< 9	< 60	58
8–12 v	–10–110	< 170	< 115	< 100	< 3	< 4	< 11	< 26	< 32	< 8	< 56	58
12–16 v		< 180	< 120	< 110	< 3	< 4	< 12	< 24	< 31	< 9	< 53	55

**KUVA 4.**

**Osittainen oikean puolen haarakatkos (A) ja normaali löydös (B).**

**A.** 4-vuotiaalta lapselta otettiin EKG sivuäänien vuoksi. Kytkenässä V<sub>1</sub> on osittainen oikean puolen haarakatkos, jossa R' > r viitteenä oikean kammion kuormituksesta. Lapsella oli merkittävä eteisväliseinäaukko.

**B.** Oikeanpuoleisessa 3-vuotiaan lapsen EKG:ssä on solmuinen R-heilahdus kytkenässä V<sub>1</sub>. Tämä löydös (oikean kammion johtumisviive) ei vaadi lisätutkimuksia.



kaavaa käyttäen  $QTc (s) = QT (s) / \sqrt{RR (s)}$  (10). Mittaukset tehdään säännöllisen, tasaisen rytmien aikana. Huomattava sinusarytmia vaikeuttaa mittaamista ja tällöin saadaan poikkeavia tuloksia. Automaattimittaus on epäluotettava.

Normaali QTc on pojilla  $\leq 450$  ms ja tytöillä  $\leq 460$  ms. Vastasyntyneillä nähdään 10–20 ms normaalia pidempiä QT-aikoja, mutta ne normalistuvat. Tärkeimpiä pitkän QT-ajan aiheuttajia ovat pitkä QT-oireyhtymä (LQTS) ja monet lääkkeet. QT-aikaan vaikuttavia lääkkeitä käytettäessä on hyvä tutkia EKG ennen lääkityksen aloittamista ja lääkevaikutuksen aikana. Lääkevaikutuksen aikana sallitaan QT-ajan piteneminen normaalin QTc-ajan rajoissa.  $QTc \geq 470$  ms on poikkeavan pitkä. QT-aika voi olla pidentynyt myös hypokalemiassa, hypokalsemiassa ja sydänlihassairauksissa. Yli 500 ms:n QTc-aikaan liittyy kääntyvien kärkien kammiotakykardian riski.

**P-aalto**

P-aaltoa arvioidaan kytkenästä II tai V<sub>1</sub>. P-aallon amplitudi ei muutu merkittävästi iän myötä. Leveä P-aalto voi merkitä vasemman eteisen ja korkea P-aalto oikean eteisen kuormitusta. P-aalto on poikkeava, jos sen korkeus on yli 2,5 mm kytkenässä II. Sinusrytmisissä P-aalto on positiivinen kytkenöissä I, II ja aVF. Jos eteisaktivaatio saa alkunsa muualta, P-aallon akseli muuttuu, eikä tuolloin voi käyttää P-aallon kuormituskriteerejä.

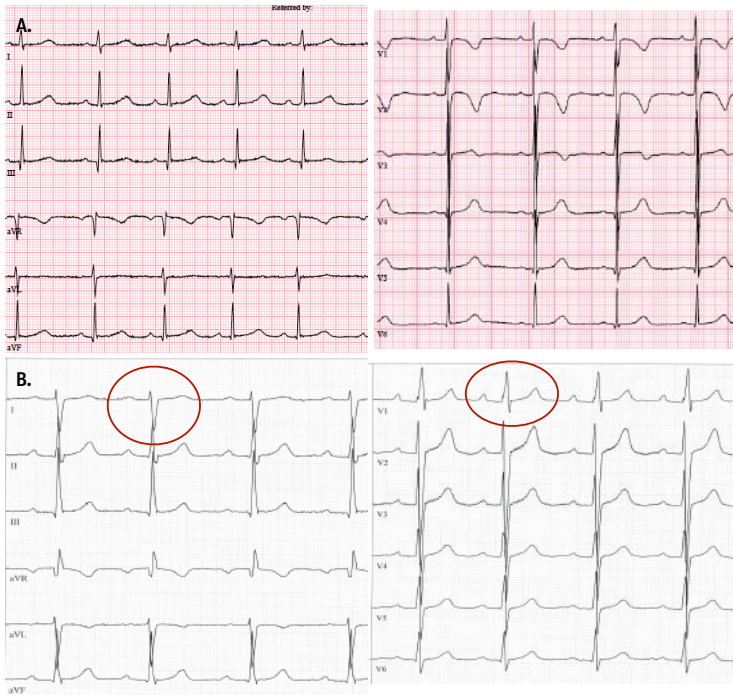
**QRS-kompleksi**

R-heilahdukset madaltuvat ja S-heilahdukset syvenevät oikeanpuoleisissa kytkenöissä lapsen kasvaessa. Keskimäärin R/S-suhde kytkenässä V<sub>1</sub> on > 1 alle kolmen vuoden ikäisellä lapsella.

**4-vuotiaan lapsen normaali (A) ja poikkeava EKG (B).**

**A.** Normaali EKG:ssä akseli on alas vasemmalle (kytkentöjen I ja aVF R/S-heilahdukset positiiviset). Yli 3-vuotiaan lapsen EKG:ssä kytkennän V<sub>1</sub> S-aalto on syvämpi kuin R-aalto liittyen iänmukaiseen vasenvoittoisuuden lisääntymiseen. Ylemmässä EKG:ssä nähdään myös normaalit lapsuusiän rintakytkehtöjen T-aallot (negatiivinen kytkennässä V<sub>1</sub> ja positiiviset kytkennöissä V<sub>5</sub> ja V<sub>6</sub>).

**B.** Poikkeavassa EKG:ssä on oikean kammion kuormituksen merkkeinä oikealle suuntautuva sydämen sähköinen akseli (negatiivinen heilahdus kytkennässä I), iänmukaiset rajat ylittävä korkea R-aalto kytkennässä V<sub>1</sub> ja positiivinen T-aalto kytkennässä V<sub>1</sub>. Muutokset johtuvat rakenteelliseen sydänvikaan liittyvästä pulmonaalihypertensiosta.



- 9 Saleh F, Greene EA, Mathison D. Evaluation and management of atrioventricular block in children. *Curr Opin Pediatr* 2014;26:279–85.
- 10 Garson A Jr. How to measure the QT interval- what is normal? *Am J Cardiol* 1993;72:14B–16B.

Kammioiden hypertrofia arvioidaan ”volttikriteerein” iänmukaisten R- ja S-heilahdusten korkeuden perusteella (taulukko 3). Mitattavan heilahduksen suuruus määritetään millimetreinä (10 mm = 1 mV).

Osittaisessa oikeassa haarakatkoksesta oikean puolen rintakytkehtöjen QRS-heilahdus on samanlainen kuin täydellisessä, mutta sen kesto on alle iänmukaisen QRS-keston. Oikean kammion kuormitukseen viittaavassa osittaisessa oikeassa haarakatkoksesta kytkennän V<sub>1</sub> jälkimmäinen R-heilahdus (R') on korkeampi ja sen korkeus on > 10 mm (rSR'-konfiguraatio) (kuva

4A). Lapsen EKG:ssä kytkennässä V<sub>1</sub> nähdään usein solmuisuutta merkinä oikean kammion johtumisviiveestä (kuva 4B). Tässä normaalissa ilmiössä jälkimmäinen R-heilahdus on pienempi kuin ensimmäinen (Rsr'-konfiguraatio).

Oikean puolen kuormituksen merkkejä ovat rSR'-konfiguraatio kytkennässä V<sub>1</sub>, positiiviset T-aallot oikean puolen rintakytkehtöissä ennen murrosikää, oikealle kääntynyt frontaalitason QRS-akseli ja täysin aikuistyyppisestä poikkeavat R- ja S- aallot rintakytkehtöissä (korkea R-aalto V<sub>1</sub>:ssä ja syvä S-aalto V<sub>6</sub>:ssa). ST-laskut ja Q-aallot oikeanpuoleisissa rintakytkehtöissä voivat liittyä oikean kammion hypertrofiaan. Oikean kammion kuormitus tulee herkästi esille, koska T-aallot kääntyvät positiivisiksi oikean puolen rintakytkehtöissä ja sähköinen akseli kääntyy oikealle jo lievässä kuormituksessa, vaikka volttikriteerit eivät vielä täyty (kuva 5).

Vasemman kammion heilahdusten korkeudet yksinään ennustavat huonosti vasemman kammion hypertrofiaa lapsilla. Vähäinen vasemman kammion volttikriteerien ylittyminen on yleensä merkityksetön ilman muita vasemman kammion hypertrofiaan liittyviä muutoksia. Kuitenkin syvä S-aalto kytkennässä V<sub>1</sub> on viitteellinen vasemman kammion hypertrofialle (kuva 6). ST-tason lasku ja T-aallon inversio lateraalissa rintakytkehtöissä tulevat esiin vasta merkittävässä sydänlihahypertofiassa.

Sähköinen akseli arvioidaan raajakytkehtöistä. Akseli on kohtisuorassa siihen kytkentään nähden, jossa R ja S ovat yhtä isot ja suuntautuu siihen kytkentään päin, missä QRS-heilahdus on positiivinen tai akseli on kytkentöjen I ja aVF R- ja S-heilahdusten summavektori.

Sähköisen akselin iänmukaiset arvot näkyvät taulukossa (taulukko 3). Selvä negatiivinen QRS-heilahdus kytkennässä aVF merkitsee superiorista akselia. Viitearvoista poikkeava superiorinen akseli (–10 °– –180 °) liittyy usein sydämen rakennepoikkeavuuksiin (kuva 7).

**Q-aallot**

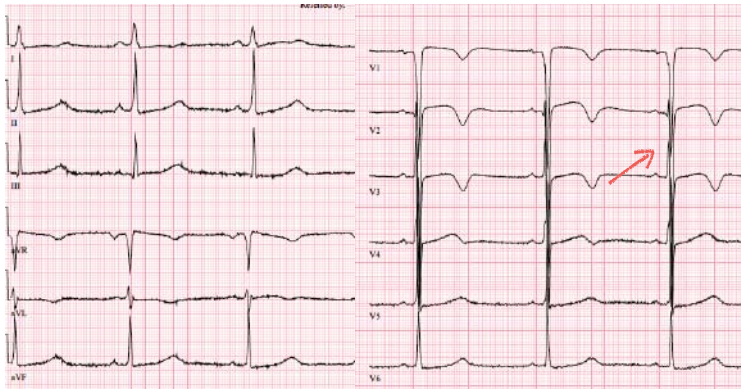
Q-aallot syvenevät lähes kaksinkertaisiksi ensimmäisten elinkuukausien aikana ja ovat syvimmillään 1–3 vuoden ikäisillä lapsilla. Muissa ikäryhmissä Q-aallot ovat matalampia. Syvät Q-aallot ovat normaaleja ikävälillä 6 kuukaudesta 3 vuoteen kytkennöissä III (ad 8 mm) ja V<sub>6</sub> (ad 6 mm). Q-aaltojen viitearvot esitetään taulukossa (taulukko 3).

**SIDONNAISUUDET**  
Ei sidonnaisuuksia.

KUVA 6.

**Vasemman kammion hypertrofia.**

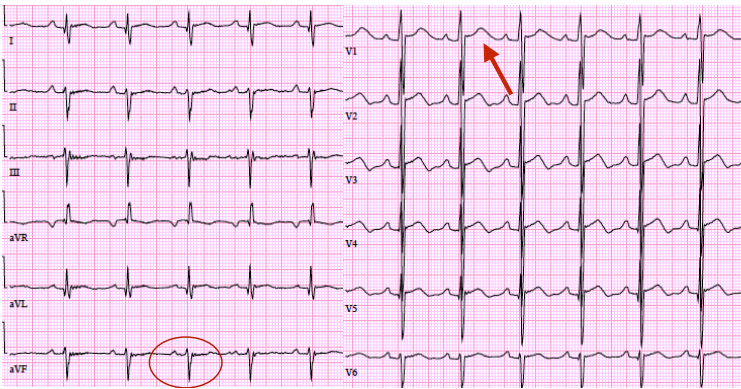
7-vuotiaalta tytöltä on tutkittu EKG suvussa esiintyvän hypertrofisen kardiomyopatian vuoksi. EKG:ssä on nähtävissä syvä S-aalto kytkennässä V1 (31 mm, iänmukainen raja < 25 mm), V6-kytkennän R-aalto 23 mm on normaali. EKG:ssä ei ole poikkeavia Q- eikä T-aaltoja. Kytkennän V1 ST-nousu alle 2 mm on normaali. Kaikukuvauksessa todettiin merkittävä kammioväliseinä paksuntuma, joka sopi hypertrofiseen kardiomyopatiaan.



KUVA 7.

**Superiorinen akseli.**

3 vuorokauden ikäisen vastasyntyneen EKG:ssä on nähtävissä superiorinen akseli (negatiivinen R/S-heilahdus kytkennässä aVF). T-aalto on positiivinen kytkennässä V1 merkinä oikean kammion kuormituksesta. Superiorinen akseli liittyy tyypillisesti eteis-kammioväliseinäaukkoon.

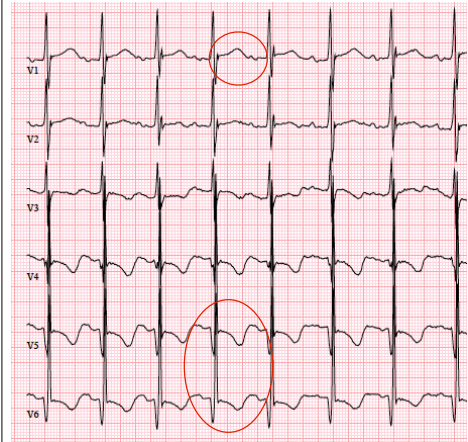


Q-aallot ovat normaalisti nähtävissä kytkennöissä II, III, aVF, V5 ja V6 eli inferiorisesti ja lateraalisesti. Muissa kytkennöissä nähtävät Q-aallot herättävät epäilyn sairaudesta (esim. Kawasakin taudin tai sepelvaltimopoikkeavuuden ai-

KUVA 8.

**Patologiset Q-aallot.**

4 kuukauden ikäisen lapsen EKG:ssä T-aallot ovat poikkeavat (positiivinen T-aalto kytkennässä V1 ja negatiiviset T-aallot kytkennöissä V4-V6). Lisäksi nähdään poikkeavat, syvät Q-aallot kytkennöissä V5 ja V6. Sydänlihaskuormituksen syytä oli poikkeavasti keuhkovaltimosta lähtenyt vasen sepelvaltimo.



heuttama infarkti). Syvät Q-aallot vasemmalla lateraalisesti liittyvät myös vasemman kammion hypertrofiaan. Kuvassa 8 nähdään poikkeavat Q-aallot kytkennöissä V5 ja V6 sekä poikkeavat negatiiviset T-aallot samoissa kytkennöissä. Muutokset liittyvät poikkeavasti keuhkovaltimosta lähtevän sepelvaltimon aiheuttamaan sydänlihaskuormitukseen imeväisikäisellä lapsella (kuva 8).

**T-aallot**

Vastasyntyneellä kaikkien rintakytkeäntöjen T-aallot ovat positiiviset. Ensimmäisten elinpäivien aikana T-aallot muuttuvat nopeasti kuvastaan kammion paineolosuhteiden muutoksista. T-aalto on kytkennöissä V5 ja V6 positiivinen 3 päivän iästä ja kytkennässä V1 negatiivinen viikon iästä lähtien. T-aalto kääntyy positiiviseksi kytkennässä V1 murrosiän kynnyksellä. Positiivinen T-aalto kytkennässä V1 on poikkeava löydös viikon iästä noin 10 vuoden ikään ja herättää epäilyn oikean kammion hypertrofiasta. Kytkentöjen V4-V2 T-aallot kääntyvät vähitellen positiiviseksi lapsen kasvaessa. Näiden kytkentöjen T-aaltomuutoksissa on suurta vaihtelua eikä niiden arviointi ole oleellista, ellei

epäillä peri- tai myokardiittia. T-aallon poikkeavuuksia voi esiintyä myös sydänkontuusiassa. Hyperkalemia voi aiheuttaa poikkeavan korkean T-aallon. Kuvan 5 ylemmässä kuvassa

### *Vastasyntyneen oikeavoittainen EKG muuttuu vähitellen aikuistyyppisen vasenvoittoiseksi.*

nähdään normaalit rintakytkentöjen T-aallot ja kuvassa 8 poikkeavat T-aallot.

#### **ST-taso**

Varhaisen repolarisaation aiheuttama, rintakytkennöissä  $V_2$  ja  $V_3$  nähtävä, ylöspäin viettävä ST-tason nousu on normaali löydös teini-ikäisillä. ST-segmentin muutokset voivat olla myös merkinä sairaudesta (myokardiitti, perikardiitti, sydäninfarkti). Normaali ST-tason muutos saa olla 1 mm:n nousu tai lasku raajakytkennöissä ja 2 mm:n nousu tai lasku rintakytkennöissä.

#### **Lopuksi**

Lapsen EKG on useimmiten normaali, joten poikkeava EKG on tärkeä löydös ohjaamaan lisätutkimuksiin. EKG-muutokset tulee kuitenkin suhteuttaa anamneesiin ja statuslöydöksiin.

Lapsen EKG:ssä tapahtuu muutoksia lapsen kasvaessa, ja vastasyntyneen oikeavoittainen EKG muuttuu vähitellen aikuistyyppisen vasenvoittoiseksi. Muutokset näkyvät sydämen sähköisessä akselissa, rintakytkentöjen heilahduksissa sekä syketason laskuna ja johtumisaikojen pitenemisellä. Iänmukaisten muutosten ymmärtäminen ja järjestelmällinen tulkinta viitearvojen mukaisesti helpottavat löydösten arviointia. Aikuiselle poikkeavat EKG-muutokset voivat olla lapselle normaaleja iänmukaisia muutoksia ja päinvastoin. Lasten rytmii- ja johtumishäiriöiden tulkinnessa voidaan noudattaa samoja periaatteita kuin aikuisilla. ●

*Kiitokset LL Juha-Matti Happoselle ja LT Markku Leskiselle.*

**English summary** | [www.laakarilehti.fi](http://www.laakarilehti.fi) | in english  
How to interpret an ECG of a child

**TUIJA POUTANEN**  
M.D.  
Department of Pediatrics, Tampere  
University Hospital  
E-mail: [tuija.poutanen@pshp.fi](mailto:tuija.poutanen@pshp.fi)

**ANITA HIIPPALA**

# How to interpret an ECG of a child

The most common indications for paediatric electrocardiography (ECG) are congenital heart disease and arrhythmias. Other indications include syncope, cardiac symptoms during exercise and medication. The basic principles of ECG interpretation in children are identical to those of adults. However, age-related changes in cardiac anatomy and physiology produce features that differ significantly from the normal adult pattern. Knowledge of these differences is the key to correct interpretation of paediatric electrocardiograms.

The neonatal ECG shows right axis deviation and right ventricular dominance. After the age of 3 years, ECG tracings begin to resemble those of an adult. ECG findings between 1 month and 3 years show an intermediate pattern with left ventricular dominance.

The amplitude of R-waves in the right precordial leads decreases with age while the amplitude increases in the left precordial leads. The rightward axis of a neonate changes gradually to reach 10–100 degrees after one year. A superior axis is abnormal and raises suspicion of a heart disease. The T wave pattern in the precordial leads is very different from in adults. The T wave in lead V1 remains inverted between 7 days and at least 7 years. Before puberty, a positive T wave in lead V1 is an abnormal finding indicating right ventricular hypertrophy.

There is a wide variation in children's heart rate with age and activity. The resting heart rate decreases from about 140 beats/min (bpm) at birth to 120 bpm at the age of one year, 100 bpm at 5 years and adult values by 10 years. The PQ interval and QRS duration increase throughout childhood. The QT interval increases with age and decreasing heart rate. The QT interval must be corrected for heart rate. Marked sinus arrhythmia is a common finding in children.

The interpretation of arrhythmias in children is performed in the same way as in adults. Heart rate and differences in intervals and durations have to be taken into consideration.