

# Mis on EKG?

Mida EKG-st oodata?	3
Südame elektriline aktiivsus	4
EKG eri osad	4
EKG – elektrilised pildid	9
QRS-kompleksi kuju	11
EKG salvestamine – praktilised soovitused	19
Kuidas EKG-d protokollida?	32

Lühendiga EKG tähistatakse elektrokardiogrammi või elektrokardiograafiat. Osas riikides on kasutusel ka lühend ECG. Pidage meeles:

- kui te olete selle raamatu lugemise lõpetanud, siis peaksite saama öelda ja arvata, et EKG-st on lihtne aru saada.
- Enamik EKG normist kõrvalekaldeid on igati arusaadavad.

## MIDA EKG-ST OODATA?

Kliiniline diagnoos põhineb enamjaolt patsiendi anamneesil ja vähemal määral arstlikul läbivaatusel. EKG võib anda vajalikku teavet diagnoosi kinnituseks ja osal juhtudel etendab see patsiendi ravis võtmeosa. Samas on tähtis näha EKG-d kui ühte vahendit, mitte „asja iseeneses”.

EKG on südame rütmihäirete diagnoosimisel ja seega ka nende ravis väga tähtis. Samuti aitab EKG selgitada rindkerevalu põhjuseid ja EKG-st sõltub müokardiinfarkti varaste ravivõtete õige kasutamine. EKG aitab lisaks leida peeringluse, süngoobi ja õhupuudustunde põhjuseid.

Kliinilises praktikas põhineb EKG tõlgendamine sageli teatud leidude äratundmisel. Samas on võimalik EKG-d analüüsida konkreetsete printsiipide alusel, kui arvestada lihtsaid reegleid ja põhifakte. Seda teemat siinses peatükis käsitletaksegi.

## SÜDAME ELEKTRILINE AKTIIVSUS

Mis tahes lihase kontraheerumine on seotud elektriliste muutustega, mida nimetatakse depolarisatsiooniks. Muutusi on võimalik keha pinnale kinnitatud elektroodide abil kindlaks teha. Kuna sellisel juhul registreeritakse kõigi lihaste kontraktsioonid, saab südamelihase kontraktsiooniga seotud elektrilist aktiivsust selgelt eristada üksnes juhul, kui patsient on täiesti lõõgastunud olekus ja skeetilihased ei kontraheeru.

Kuigi südamel eristatakse anatoomiliselt nelja õõnt, on neid elektrilise aktiivsuse vaatevinklist ainult kaks, sest kõigepealt kontraheeruvad koos kaks koda (depolarisatsioon) ja seejärel kontraheeruvad koos kaks vatsakest.

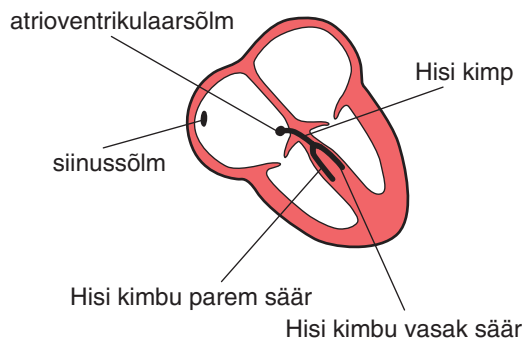
## SÜDAME ERUTUSJUHTESÜSTEEM

Iga südame tsükli jaoks vajalik elektriline laeng tekib tavaliselt parema koja teatud piirkonnas, mida nimetatakse siinussõlmeks ehk sinuatriaalseks sõlmeks (SA sõlm) (joonis 1.1). Seejärel levib depolarisatsioonilaine edasi mööda koja lihaskiude. Võtab mõnevõrra aega, enne kui depolarisatsioon jõuab teise spetsiaalsesse koja piirkonda, mida nimetatakse atrioventrikulaarseks sõlmeks (AV sõlm). Edasi levib depolarisatsioonilaine kiiresti allapoole mööda erutusjuhtekude, mida tuntakse Hisi kimbuna. Hisi kimp jaguneb vatsakeste vaheseinas paremaks ja vasakuks sääreks. Hisi kimbu vasak sääre jaguneb veel omakorda kaheks haruks. Vatsakeste lihasmassis levib erutuslaine mõnevõrra aeglasemalt mööda

4

Joonis 1.1.

### Südame erutusjuhtesüsteem



spetsiaalset kude, mida nimetatakse Purkinje kiududeks.

## SÜDAMERÜTM

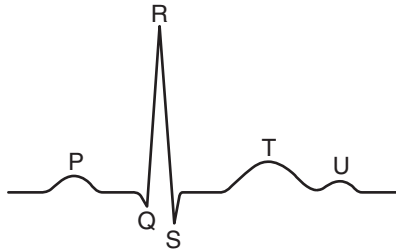
Allpool näeme, et osal juhtudel võib südame elektriline aktiveerumine tekkida muudes piirkondades kui siinussõlm. Terminit „rütm” kasutatakse südame selle piirkonna tähistamiseks, mis kontrollib elektriliste aktiveerumiste järgnevust. Normaalsel südamerütmil, mille korral elektriline aktiveerumine algab siinussõlmest, nimetatakse siinusrütmiks.

## EKG ERI OSAD

Kodade lihasmass on võrreldes vatsakeste lihasmassiga väike, mistõttu ka kodade kontraktsiooniga kaasnev elektriline muutus on tagasihoidlik. Kodade kontraktsiooni

Joonis 1.2.

## Normaalse EKG kuju koos U-sakiga



tähistab EKG-s P-sakk (joonis 1.2). Vatsakeste lihasmass on suur, mistõttu tekib vatsakeste depolarisatsiooni korral EKG-s ulatuslik väljalöökk, mida nimetatakse QRS-kompleksiks. T-saki teke on EKG-s seotud vatsakeste lihasmassi naasmisega oma rahuoleku elektrilisse seisundisse (repolarisatsioon).

Tähed P, Q, R, S ja T võeti EKG eri osade tähistamiseks kasutusele juba EKG varases

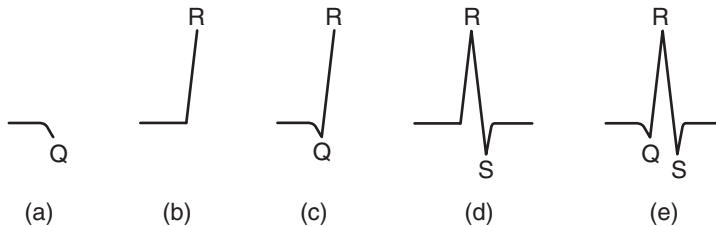
ajaloos ning need valiti juhuslikkuse alusel. P-, Q-, R-, S- ja T-väljalööke nimetatakse sakkideks, kusjuures Q-, R- ja S-sakk moodustavad koos ühe kompleksi. Intervalli S-saki lõpust kuni T-saki alguseni nimetatakse ST-segmenndiks.

Mõnel juhul võib EKG-s näha pärast T-sakki veel ühte sakk, mida nimetatakse U-sakiks. U-saki päritolu ei ole päris selge, arvatakse, et see võib tähistada papillaarlihaste repolariseerumist. Kui U-sakk järgneb normaalse kujuga T-sakile, siis võib seda pidada normaalseks. Kui see aga järgneb lamenenud T-sakile, siis võib see olla patoloogiline (vt 4. peatükk).

QRS-kompleksi eri osade tähistus on toodud joonisel 1.3. Kui esimene väljalöökk on suunatud allapoole, siis nimetatakse seda Q-sakiks (joonis 1.3a). Ülespoole suunatud väljalööki nimetatakse R-sakiks, sõltumata sellest, kas sellele eelneb Q-sakk või mitte (joonised 1.3b ja 1.3c). Allapoole isoelektrilist ehk nulljoont jäävat väljalööki pärast R-sakki nimetatakse S-sakiks, sõltumata sellest, kas sellele eelneb Q-sakk või mitte (joonised 1.3d ja 1.3e).

Joonis 1.3.

## QRS-kompleksi osad



(a) Q-sakk. (b, c) R-sakid.  
(d, e) S-sakid.

### AJAD JA KIIRUSED

EKG aparaat salvestab elektrilise aktiivsuse muutused graafilise kujutisena liikuvale paberilindile. Kõik EKG aparaadid kasutavad standardset paberi liikumise kiirust 25 mm sekundis ja standardsuuruses ruutudega paberit. Üks suur ruut (5 mm) vastab 0,2 sekundile (s) ehk 200 millisekundile (ms) (joonis 1.4). Seega on ühes sekundis 5 suurt ruutu ja ühes minutis 300 suurt ruutu. Teisisõnu, EKG väljalöök, näiteks QRS-kompleks, mis esineb korra ühes suures ruudus, esineb sagedusega 300 korda minutis. Südame löögisageduse saab kiiresti välja arvutada, kui jätta meelde tabelis 1.1 toodud arvud.

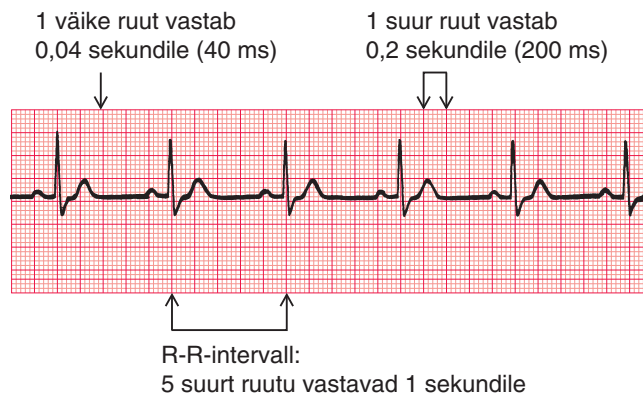
Täpselt samamoodi, nagu paberilindi pikkus kahe R-saki vahel annab südame löögisageduse, näitab P-QRS-T-kompleksi eri osade vahemaa elektrilise laengu liikumise kiirust südame eri osade vahel.

PR-intervalli mõõdetakse P-saki algusest kuni QRS-kompleksi alguseni. See tähistab aega, mille jooksul erutus levib alates siinussõlmest läbi kodade lihaste, atrioventrikulaarsõlme ja Hisi kimbu kuni vatsakeste lihasteni. Õieti peaks seda nimetama PQ-intervalliks, aga levinum nimetus on siiski PR-intervall (joonis 1.5).

PR-intervalli normaalne kestus on 120–220 ms, mis vastab 3–5 väikesele ruudule. Enamiku sellest ajast võtab atrioventrikulaarsõlmes tekkiv viivitus (joonis 1.6).

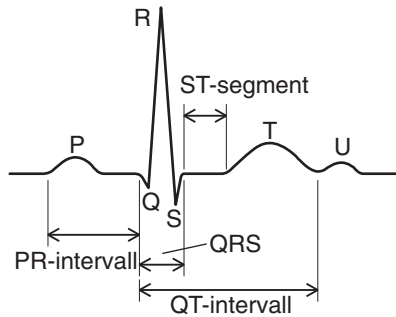
Joonis 1.4.

**Seos EKG paberi ruutude ja aja vahel. Antud juhul esineb üks QRS-kompleks ühe sekundi kohta, seega on südame löögisagedus 60 lööki minutis**



Joonis 1.5.

## EKG kompleksi osad



**Tabel 1.1.** Järjestikuste R-sakkide vahele jäävate suurte ruutude arvu ja südame löögisageduse seos

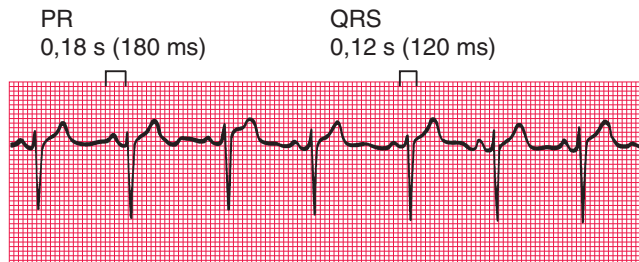
R-R-intervall (suured ruudud)	Südame löögisagedus (lööki minutis)
1	300
2	150
3	100
4	75
5	60
6	50

Kui PR-intervall on väga lühike, siis on kojad atrioventrikulaarsõlme läheduses depolariseerunud või esineb ebaloomulikult kiire erutusjuhte levik kodadelt vatsakestele.

QRS-kompleksi kestus näitab, kui kaua võtab aega erutuse levik vatsakestes. QRS-kompleksi normipärane kestus on 120 ms (vastab kolmele väikesele ruudule) või vähem, mis tahes

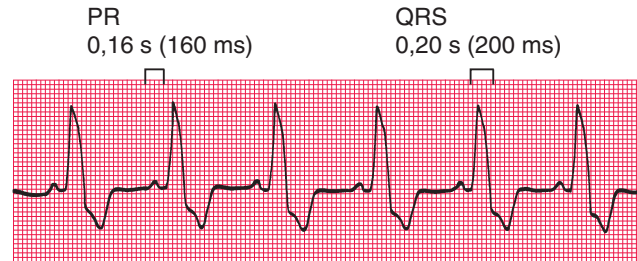
Joonis 1.6.

## Normaalne PR-intervall ja QRS-kompleks



**Joonis 1.7.**

**Normaalne PR-intervall ja laienedud QRS-kompleks**



erutusjuhtehäire korral kestab see aga kauem ja põhjustab QRS-komplekside laiendamise (joonis 1.7). Siinjuures tuleb silmas pidada, et QRS-kompleks tähistab vatsakeste depolarisatsiooni, mitte kontraheerumist – kontraheerumine kestab veel EKG ST-segmendi ajal.

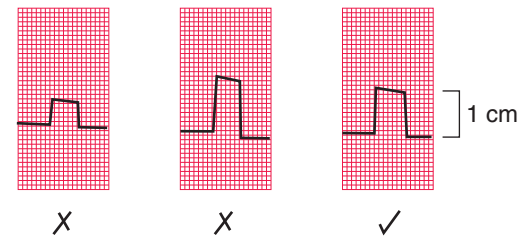
QT-intervalli pikkus sõltub südame löögisagedusest. QT-intervall on pikenenud mõne elektrolüütide tasakaalu häire korral, veel olulisem on aga, et seda pikendavad mõned ravimid. Pikenenud QT-intervall (üle 450 ms) võib põhjustada ventrikulaarse tahhükardia tekke.

**KALIBREERIMINE**

Kui EKG aparaat on õigesti kalibreeritud, siis annab P-sakkide, QRS-komplekside ja T-sakkide kõrgus suhteliselt vähe teavet.

**Joonis 1.8.**

**EKG salvestamise kalibreerimine**



Standardne 1-millivoldine (mV) signaal peab liigutama EKG nõela paberil 1 cm võrra vertikaalselt ülespoole (joonis 1.8), sellist kalibratsiooniindeksit tuleb kasutada EKG igal salvestamisel.

## EKG – ELEKTRILISED PILDID

Sõna „lülitus” põhjustab mõnikord segadust. Vahel kasutatakse seda juhtmete tähistamiseks, mille abil patsient ühendatakse EKG aparaadiga. Tegelikult on lülitus südame elektriline kujutis.

Südame elektriline signaal salvestatakse keha pinnal elektrootide abil, mis on juhtmete abil ühendatud EKG aparaadiga. Iga jäsemele on kinnitatud üks elektroot ja rindkerele on kinnitatud veel kuus elektrooti.

**Tabel 1.2. EKG lülitused**

Lülitus	Elektrilise aktiivsuse võrdlus
I	LA ja RA
II	LL ja RA
III	LL ja LA
aVR	RA ja (LA + LL) keskmine
aVL	LA ja (RA + LL) keskmine
aVF	LL ja (LA + RA) keskmine
V <sub>1</sub>	V <sub>1</sub> ja (LA + RA + LL) keskmine
V <sub>2</sub>	V <sub>2</sub> ja (LA + RA + LL) keskmine
V <sub>3</sub>	V <sub>3</sub> ja (LA + RA + LL) keskmine
V <sub>4</sub>	V <sub>4</sub> ja (LA + RA + LL) keskmine
V <sub>5</sub>	V <sub>5</sub> ja (LA + RA + LL) keskmine
V <sub>6</sub>	V <sub>6</sub> ja (LA + RA + LL) keskmine

Lühendite selgitus: LA – vasak käsi; RA – parem käsi; LL – vasak jalg.

EKG aparaat võrdleb eri elektrootide salvestatud elektrilist aktiivsust ja saadud elektrilist pilti nimetatakse lülituseks. Need võrdlused vaatavad südant eri suundadest. Näide: kui EKG aparaat on seatud I lülitusele, siis võrdleb see elektrilisi aktiivsusi, mis on registreeritud paremale ja vasakule käele kinnitatud elektrootide abil. Iga lülitus annab erineva vaate südame elektrilisest aktiivsusest, mistõttu ka EKG muster on eri lülituste korral erinev. Rangelt võetuna tuleb iga EKG mustrit tähistada vastava lülituse nimetusega, aga sageli jäetakse see ära.

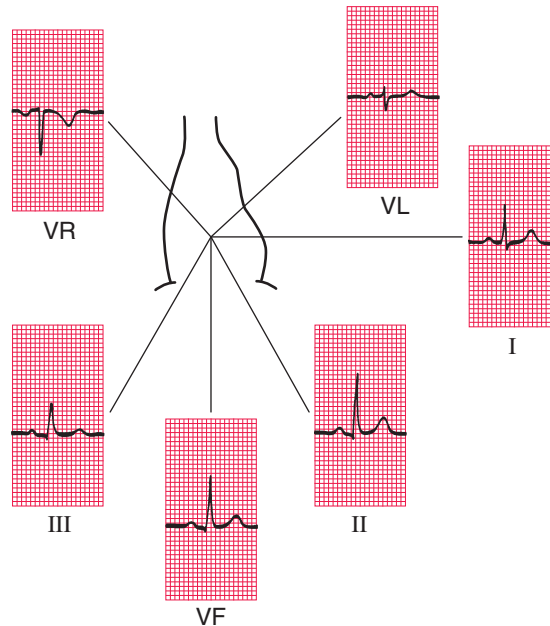
EKG koosneb 12-st südant iseloomustavast vaatest, millest kuus on saadud jäsemelülitustest (I, II, III, aVR, aVL, aVF) ja kuus rinnalülitustest (V<sub>1</sub>–V<sub>6</sub>). Ilmselt pole vaja meelde jätta, kuidas EKG aparaat need lülitused (või vaated südamele) kokku paneb, aga nendele, kes tahavad seda siiski teada, on see teave esitatud tabelis 1.2. Parema jala külge kinnitatud elektrooti kasutatakse maandusena ja seda ei kasutata mitte üheski lülituses.

## 12-LÜLITUSELINE EKG

EKG-d on lihtne tõlgendada, kui pidada meeles suunad, kust eri lülitused südant vaatavad. Kuut standardlülitust, mille salvestavad jäsemetele kinnitatud elektrootid, võib käsitleda lülitustena, mis vaatavad südant vertikaalsel tasapinnal (st külgedelt või jalgade poolt) (joonis 1.9).

Joonis 1.9.

Kuue standardlülitusega salvestatud EKG mustrid



I, II ja aVL-lülitus vaatavad südame lateraalset pinda, III ja aVF-lülitus südame alumist pinda ning aVR-lülitus paremat koda.

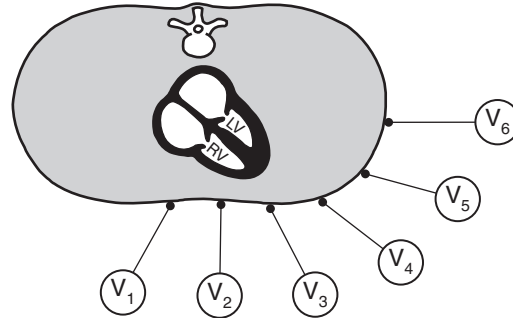
Kuus V-lülitust ( $V_1$ - $V_6$ ) vaatavad südant horisontaalsel tasapinnal eest ja vasakult küljelt. Seega,  $V_1$ - ja  $V_2$ -lülitused vaatavad

paremat vatsakest,  $V_3$ - ja  $V_4$ -lülitused vatsakeste vaheseina ja vasaku vatsakese eesseina ning  $V_5$ - ja  $V_6$ -lülitused vasaku vatsakese eesmist ja lateraalset seina (joonis 1.10).

Nagu jäsemelülituste puhul, on ka rinnalülitustel erinev EKG muster (joonis 1.11).



Joonis 1.10.

**Seos kuue rinnalülituse ja südame vahel**

Iga lülituse muster on just sellele lülitusele iseloomulik, olles normaalse südamega isikutel sarnane.

Südamerütm määratakse kindlaks lülituse alusel, millel P-sakk on kõige selgemalt äratuntav – tavaliselt on selleks II lülitus. Kui registreeritakse ainult ühte lülitust, et näha südamerütmi, siis nimetatakse seda rütmiribaks. Ühe lülituse alusel aga ei saa püstitada ühtegi diagnoosi, seda saab kasutada üksnes südamerütmi kindlakstegemiseks.

**QRS-KOMPLEKSI KUJU**

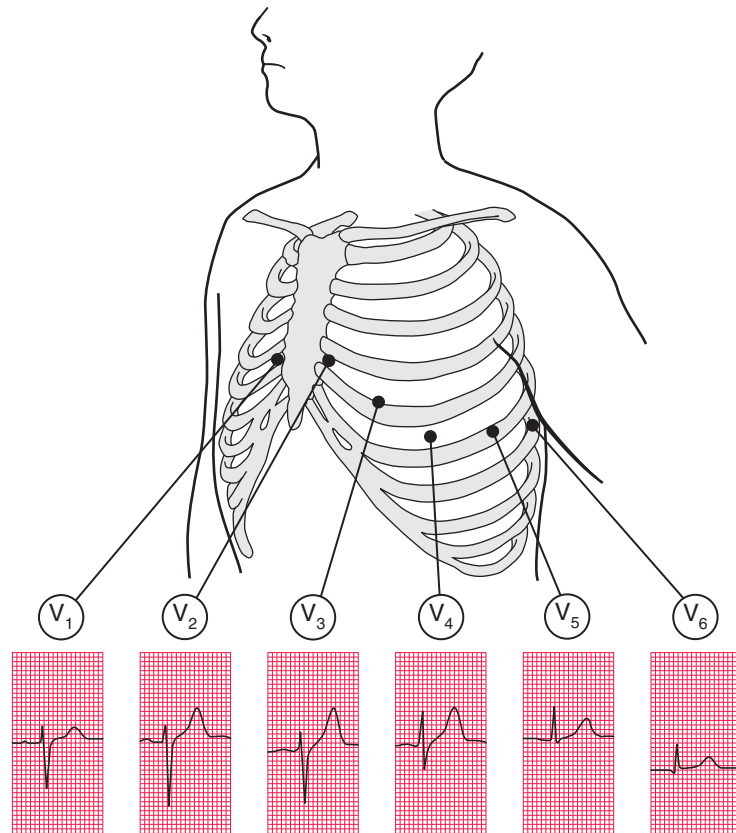
Alljärgnevalt selgitame, miks on igas EKG lülituses antud lülitusele iseloomulik muster.

**QRS-KOMPLEKSID JÄSEMELÜLITUSTES**

EKG aparaat on seadistatud selliselt, et kui depolarisatsioonilaine levib lülituse suunas, siis liigub EKG nõel ülessuunas, ja kui depolarisatsioonilaine levib lülitusest eemale, siis liigub EKG nõel allasuunas.

**Joonis 1.11.**

**Kuue rinnalülitusega salvestatud EKG mustrid**



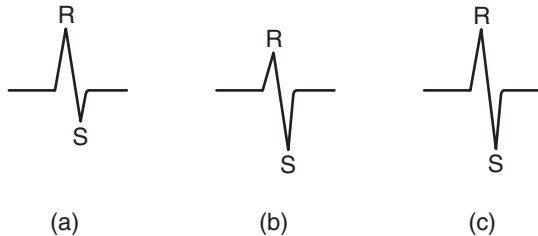
Depolarisatsioonilaine levib üle südame korruga mitmes suunas, aga QRS-kompleksi kuju näitab keskmist suunda, kuhu depolarisatsioonilaine läbi vatsakeste liikudes liigub (joonis 1.12).

Kui QRS-kompleks on valdavalt suunatud üles ehk see on positiivne (st R-sakk on suurem kui S-sakk), siis liigub depolarisatsioon lülituse suunas (joonis 1.12a). Vastupidisel juhul, kui

see on valdavalt suunatud allapoole ehk on negatiivne (st S-sakk on suurem kui R-sakk), liigub depolarisatsioon lülitusest eemale (joonis 1.12b). Kui depolarisatsioonilaine liigub lülituse suunas 90-kraadise nurga all, siis on R- ja S-sakk ühesuurused (joonis 1.12c). Q-sakkidel, kui need esinevad, on eriline tähtsus, mida me käsitleme allpool.

**Joonis 1.12.**

### Depolarisatsioon ja QRS-kompleksi kuju



(a) Depolarisatsioon levib lülituse suunas, põhjustades valdavalt ülessuunalist QRS-kompleksi; (b) depolarisatsioon levib lülitusest eemale, põhjustades valdavalt allasuunalist QRS-kompleksi; ja (c) depolarisatsioon levib lülituse suhtes 90-kraadise nurga all, põhjustades võrdse R- ja S-saki.

## SÜDAME ELEKTRILINE TELG

aVR- ja II lülitus vaatavad südant vastandsuundadest. Kui vaadata eestpoolt, siis levib depolarisatsioonilaine läbi vatsakeste normaalselt kella 11 suunast kella 5 suunda, seetõttu on ka väljalöögid VR-lülituses peamiselt allasuunas (negatiivsed) ja II lülituses peamiselt ülessuunas (positiivsed) (joonis 1.13).

Depolarisatsioonilaine levimise keskmist suunda läbi vatsakeste nimetatakse südame elektriliseks teljeks. Alati on kasulik vaadata, kas südame elektriline telg on normaalse

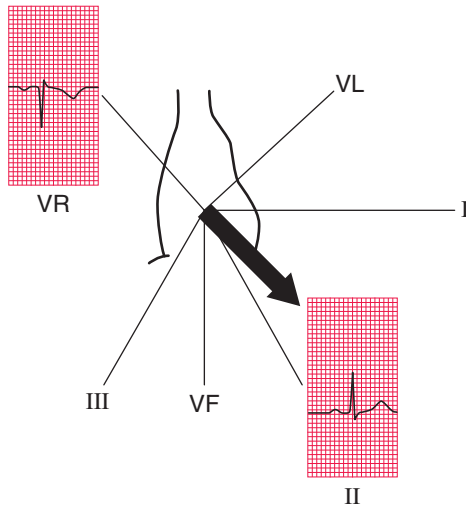
suunaga või mitte. Kõige hõlpsamalt saab südame elektrilise telje suuna üle otsustada QRS-komplekside alusel I, II ja III lülituses.

Normaalne kella 11 – kella 5 telg tähendab, et depolarisatsioonilaine levib I, II ja III lülituse suunas ning on seetõttu nendes lülitustes seotud eelkõige ülesuunalise väljalöögiga, kusjuures väljalöögid on II lülituses suuremad kui I või III lülituses (joonis 1.14).

Kui QRS-kompleksi R- ja S-sakk on võrdsed, siis on südame elektriline telg lülituse suhtes 90-kraadise nurga all.

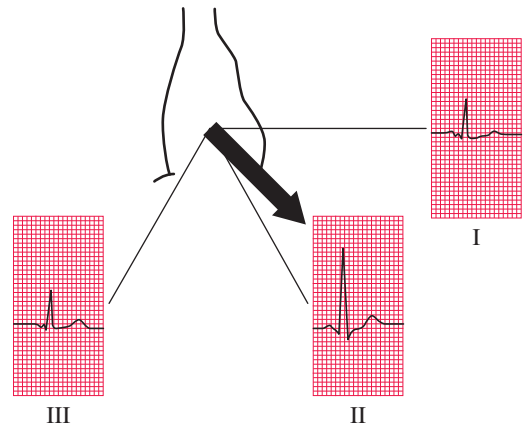
Joonis 1.13.

### Südame elektriline telg



Joonis 1.14.

### Normaalne südame elektriline telg



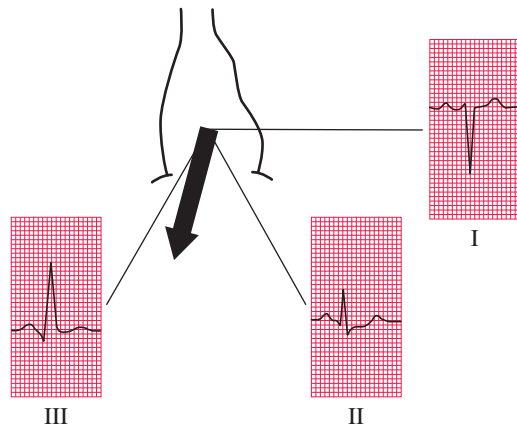
Kui parem vatsake on hüpertrofeerunud, siis mõjutab see QRS-kompleksi rohkem kui vasak vatsake ja depolarisatsioonilaine keskmine suund (ehk südame elektriline telg) nihkub paremale. Väljalöögid I lülituses muutuvad negatiivseks (peamiselt allasuunas), sest depolarisatsioonilaine levib sellest eemale, ja väljalöögid III lülituses muutuvad enam positiivseks (peamiselt ülessuunas), sest depolarisatsioonilaine levib selle suunas (joonis 1.15). Sellist olukorda nimetatakse südame elektrilise telje kaldeks paremale. Säärane olukord tekib eelkõige kopsuhaiguste korral, mis põhjustavad suurema koormuse südame paremale poolele, ja samuti kaasasündinud südamerikete puhul.

Kui vasak vatsake on hüpertrofeerunud, siis mõjutab see QRS-kompleksi rohkem kui parem vatsake. Seetõttu võib ka südame elektriline telg kalduda vasakule ja QRS-kompleks muutub III lülituses valdavalt negatiivseks (joonis 1.16). Südame elektrilise telje kallet vasakule ei loeta oluliseks nii kaua, kuni QRS-kompleksi väljalöök muutub II lülituses peamiselt negatiivseks. Kuigi südame elektrilise telje kalle vasakule võib olla tingitud suurenenud vasaku vatsakese liigsest mõjust, on reaalses elus südame elektrilise telje antud muutus tingitud eelkõige erutusjuhtehäirest, mitte vasaku vatsakese lihasmassi suurenemisest (vt 2. peatükk).

Vahel väljendatakse südame elektrilist telge kraadides (joonis 1.17), ehkki kliinilisest aspektist

Joonis 1.15.

## Südame elektrilise telje kalle paremale



Joonis 1.16.

## Südame elektrilise telje kalle vasakule

