

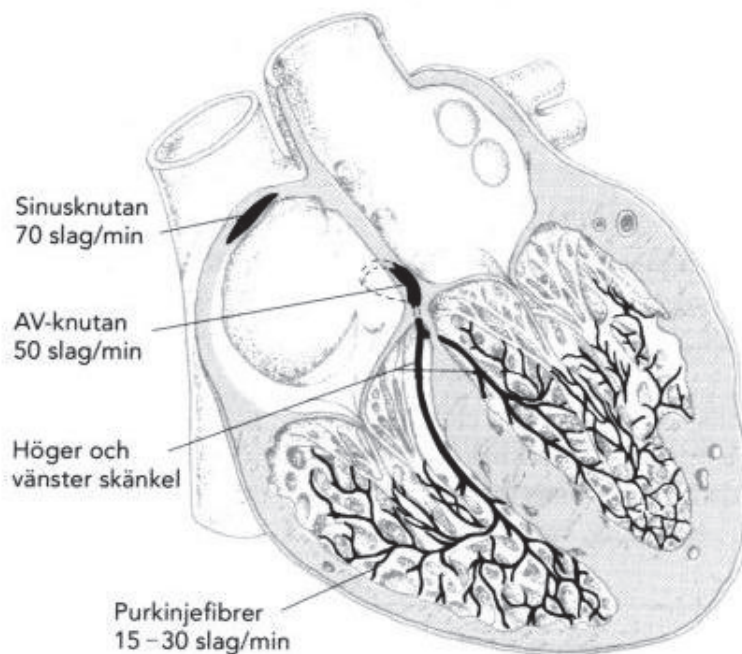
Elektrokardiografi (EKG)

Den viktigaste metod vi idag har för att ställa diagnosen hjärtsjukdom är elektrokardiogrammet (EKG). Hjärtats mekaniska arbete kan studeras genom att avleda elektriska potentialer på kroppsytan. Elektrokardiografi används främst för att kontrollera hjärtats arbetsgång genom att studera den kurva som bildas av potentialskillnaderna, ett så kallat EKG. Denna kurva har ett karakteristiskt utseende och ett tränat öga kan ställa noggranna diagnoser genom att studera avvikelser. Kontinuerlig EKG-övervakning används vid operationer och intensivvårdsavdelningar.

1. Hjärtats arbete

Hjärtats arbetsgång delas in i arbetsfas och vilofas som hela tiden upprepas, den sk hjärtcykeln.

- Diastole (vilofas): hjärtmuskeln är i vila, det större trycket i lungpulsådern och aorta håller fickklaffarna stängda. Förmaken fylls med blod från hålvenerna och lungvenerna. Trycket i förmaken öppnar segelklaffarna och blodet strömmar in i kamrarna.
- Förmakssystole: Förmaken sammanpressas och resterande blod pressas in i kamrarna.
- Systole (arbetsfas): alla klaffar är stängda inledningsvis, trycket ökar och fickklaffarna öppnas, kamrarna pressar ut allt blod via aorta och lungpulsådern.



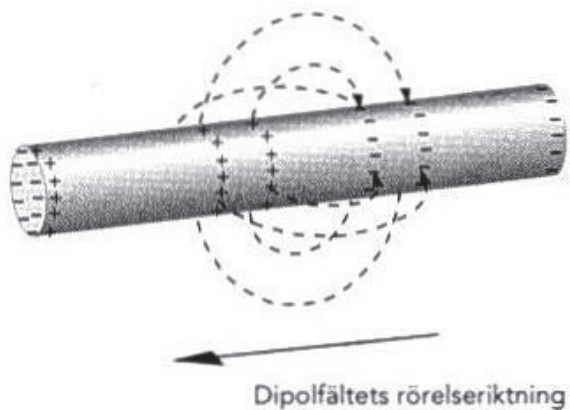
Figur 3:38. Hjärtats retledningssystem.

Medicin och Teknik, Bertil Jacobsson, 1995

Hjärtat är ett av våra organ som fungerar automatiskt, detta beror på att hjärtat innehåller celler som har förmågan att spontant urladda sig. Dessa urladdningar retar sedan muskelfibrerna som i sin tur urladdas och kontraheras. Dessa celler utgör hjärtats

retledningssystem. I höger förmaksvägg finns sinusknutan, som rytmiskt alstrar ca 70 slag/min. Denna frekvens kan påverkas av autonoma nervsystemet, dvs det nervsystem som agerar utanför viljans kontroll, sympatikus ökar och parasympatikus minskar frekvensen. Sinusknutans impuls leder till att förmaken kontraheras och sprids sedan till AV-knutan. AV-knutan sprider retningen i sin tur via His'ska bunten och två skänklar på var sin sida av kammarskiljeväggen ned till de båda kamrarna via fina trådar, purkinjefibrerna, som förgrenar sig i kammarmuskulaturen och får kamrarna att kontraheras.

2. Hjärtats Dipolfält

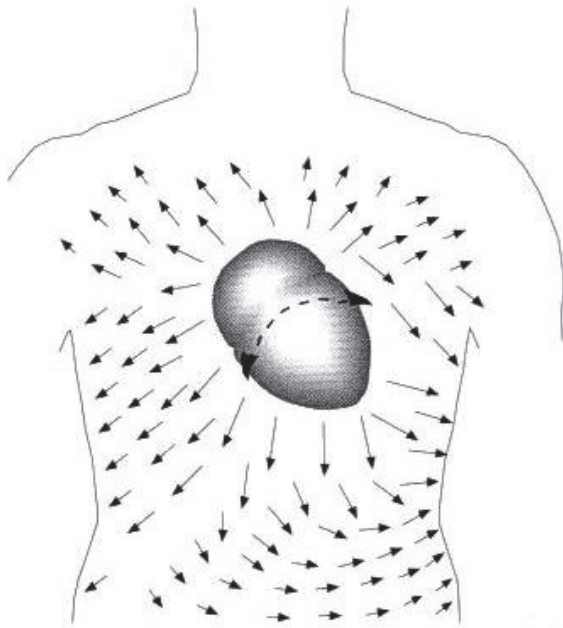


Figur 3:31. Depolarisationen av en muskeltråd åtföljs av ett dipolfält, som förflyttar sig längs muskeltråden i takt med kontraktionen.

Medicin och Teknik, Bertil Jacobsson, 1995

Hjärtat är en muskel som består av ett stort antal muskeltrådar. Varje sådan muskeltråd ger upphov till ett dipolfält vid kontraktion. Summan av alla dessa enskilda dipolfält adderas till hjärtats totala dipolfält som kan studeras genom avledning av potentialer på kroppsytan med hjälp av elektroder, se elektroder 3.1. EKG-kurvan som avleds har ett mycket karakteristiskt utseende som i stort sett ser likadant ut hos alla friska människor. Det är därför fördelaktigt att studera EKG när man misstänker något fel på hjärtat.

3. Avledningssystem

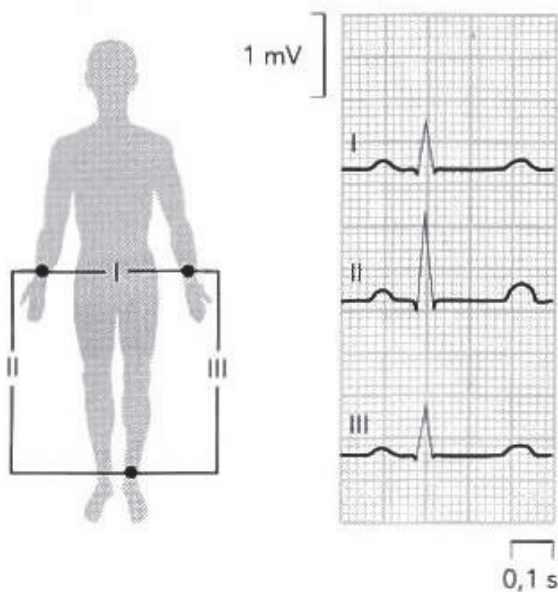


Figur 3:33. De elektriska vektorernas riktning och ungefärliga storlek upptagna under början av systole. Aktionspotentialerna utbreder sig längs muskeltrådarna (streckade pilar). Vektorerna växlar ständigt med fasen i hjärtcykeln.

Medicin och Teknik, Bertil Jacobsson, 1995

De av hjärtat genererade potentialerna fortplantas ut till kroppens alla delar. Potentialerna varierar under hela hjärtcykeln och eftersom fördelningen är förhållandevis komplicerad är det viktigt att välja rätt avledningsställen vid registreringen. Potentialerna leds ut till armar och ben, och när man vill mäta största möjliga potentialskillnad för att få fina EKG-kurvor blir extremiteterna en utmärkt plats att fästa elektroderna. De vanligaste avledningsmetoderna är:

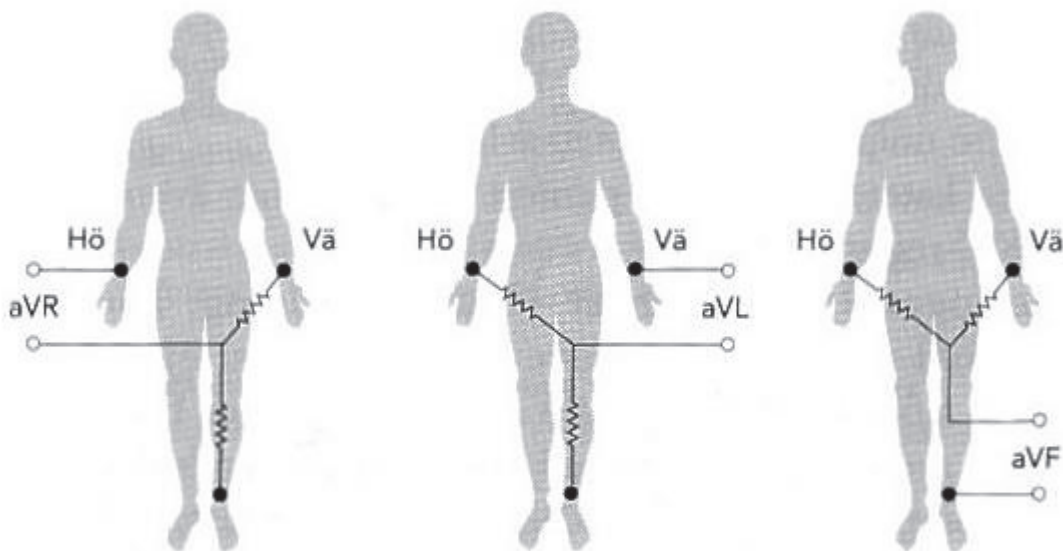
Bipolära extremitetsavledningar, standardavledningar I, II och III – Denna enkla avledningsteknik är den mest praktiskt använda men försvårar för analys av hjärtarbetet eftersom de kurvor man får ut beror på två punkter vars potential samtidigt varierar.



Figur 3:34. Standardavledning för registrering av EKG.

Medicin och Teknik, Bertil Jacobsson, 1995

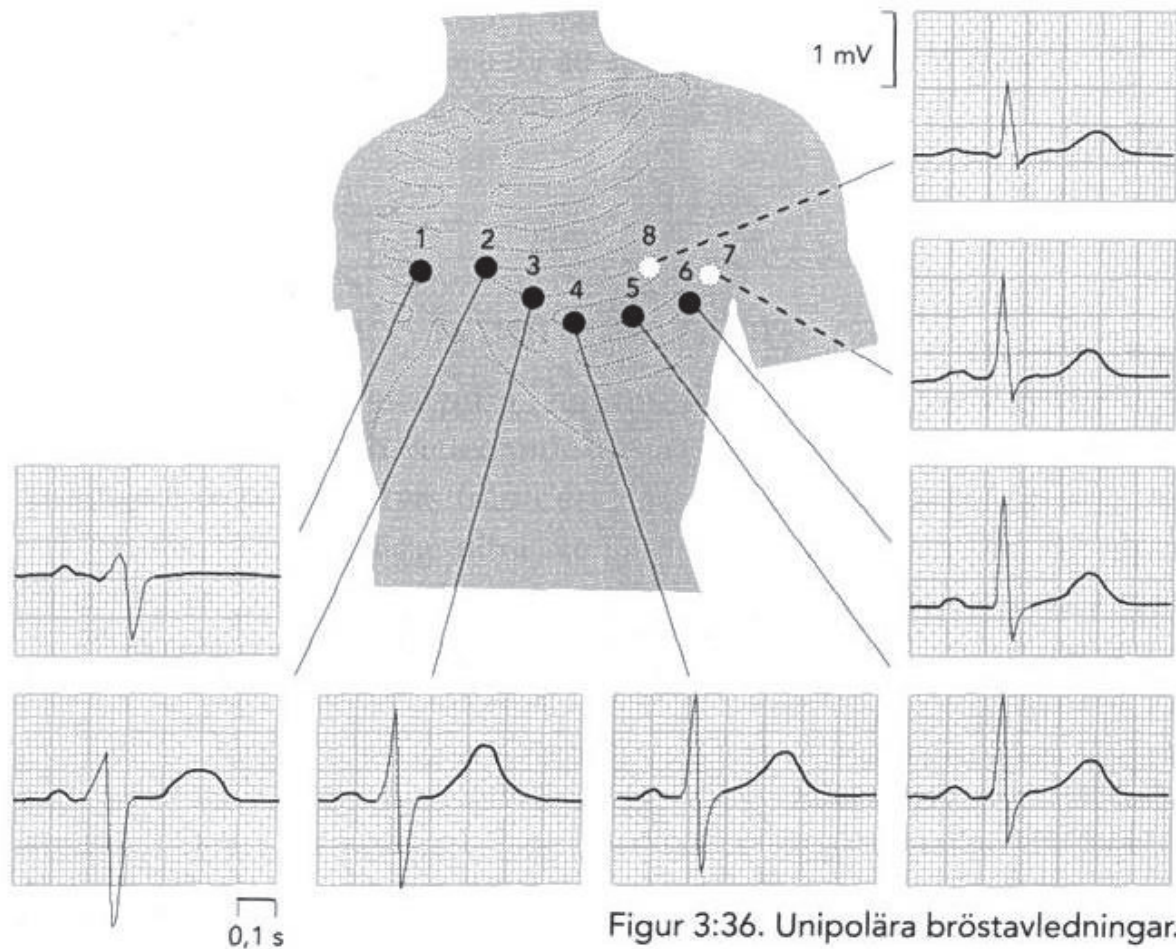
Unipolära extremitetsavledningar, aVR, aVL, aVF – För att underlätta analysen av EKG-kurvan vill man mäta potentialskillnaden mellan en mätpunkt som inte varierar under hjärtcykeln, referenspunkt, och någon av extremiteternas potential. Rent praktiskt åstadkoms denna stabila mätpunkt genom att koppla två lika stora resistanser mellan de två övriga extremiteterna.



Figur 3:35. Unipolära extremitetsavledningar.

Medicin och Teknik, Bertil Jacobsson, 1995

Unipolära bröstavledningar, CR1...CRn eller V1...Vn – När man vill studera hjärtat mer noggrant vad gäller potentialvariationen i olika delar av hjärtat placeras elektroder runt bröstcorgen på väldefinierade punkter. Som stabil referens används antingen höger arm CR(chest right) eller en mätpunkt som med tre lika resistanser är kopplade till höger och vänster arm samt vänster ben (V).



Figur 3:36. Unipolära bröstavledningar.

Medicin och Teknik, Bertil Jacobsson, 1995

Inom klinisk fysiologi brukar man använda ett standardsystem med 12 avledningar. Dessa 12 avledningar består av 3 bipolära extremitetsavledningar, 3 unipolära extremitetsavledningar samt 6 bröstavledningar.

4. Tolkning av EKG

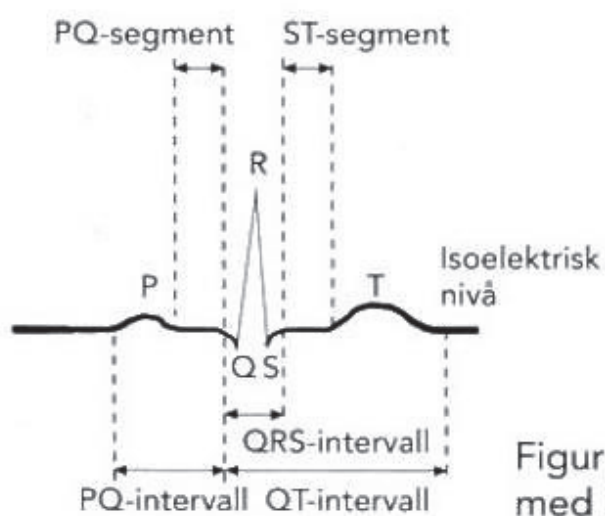
För att tolka EKG har man delat in EKG-kurvan i perioder med bokstavs-beteckningar som identifierar de olika komplexen, PQRST. Genom att mäta tider och amplituder på EKG-kurvan kan man diagnosticera olika hjärtsjukdomar genom att titta på avvikelser från ett normalt EKG.

P-vågen – representerar förmakens depolarisation och omedelbart efter denna följer förmakskontraktionen.

PQ-segmentet – impulstiden från sinusknutan till kamrarna.

QRS-komplexet – representerar depolarisationen av kamrarna.

ST-segmentet och T-vågen – Repolarisation av hjärtmusken. Under STsegmentet sker själva kontraktionen och under T-vågen den snabba repolarisationen.



Figur 3:40. Normal EKG-kurva med beteckningar.