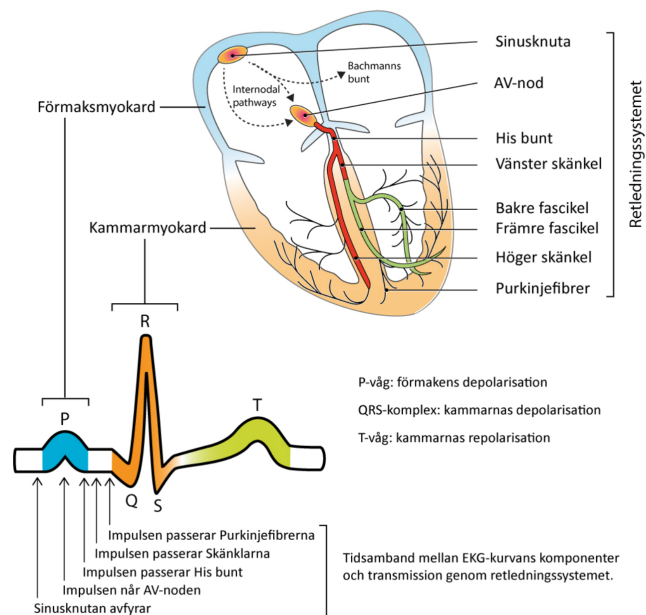


EKG

EKG står elektrokardiografi och är ett sätt att registrera den elektriska aktiviteten av hjärtat. Elektroden är seriekopplade, vilket ökar risken för att EKG visar fel om elektroderna hamnar fel. Av denna anledning är det **viktigt** att vara noggrann vid utplacering av elektroderna, samt att rätt sladd kommer till rätt elektrod.

EKG beskriver hur en polarisationsvåg rör sig i förhållande till två utsatta referenspunkter. En aktionspotential som rör sig mot vår positiva pol ger ett positivt utslag, medan en aktionspotential som rör sig mot vår negativa pol ger ett negativt utslag. Ofta placeras dessa poler med negativ utgångspunkt superiort och positiv pol i apex/inferiort.

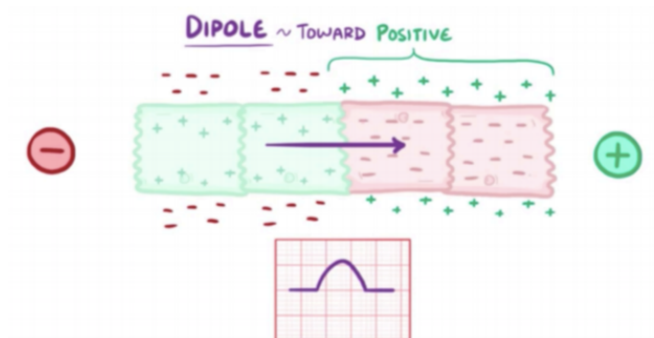


OBS! EKG-signal är inte aktionspotentialen, utan strömmens riktning på utsidan av muskelceller. Fysikaliskt är det mest korrekt att säga att depolarisation ger upphov till elektriska fält i kroppen.

Eftersom kroppens vävnader och vätskor är strömförande kommer hjärtats elektriska potentialer fortplantas ända ut i huden där de kan registreras med hjälp av elektroder. Ytelektrodena på kroppen kommer då att mäta potentialdifferens mellan olika punkter i kroppen. Vid vila kommer hjärtcellerna att vara negativa på insidan och positiva på utsidan med olika vilomembranpotential beroende på om de är pacemakerceller eller hjärtmuskelceller, dvs -70 vs -90mV.

OBS! På EKG-kurvan kan man inte särskilja retledningssystemets elektriska potentialer från de kontraktile cellernas potentialer, i och med att de är för små för att upptäckas individuellt.

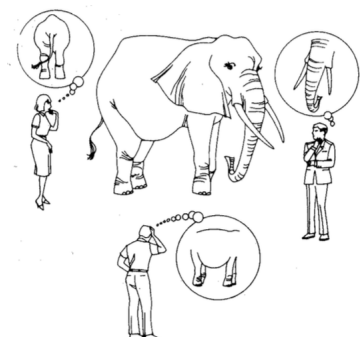
Innan vi går in på hur man avläser ett EKG ska vi gå igenom hur grunden till avläsningen går till. Om vi fryser mitt i en pågående kontraktion av hjärtceller kommer det se ut som följande:



saker olika beroende på varifrån och när man tittar. Likt bilden till höger visar, kan tre personer vid en och samma tidpunkt se tre olika delar av en

Den negativa referens elektroden sitter till höger om muskeln och den positiva explorande elektroden till vänster. I och med att rörelsen av depolarisationen går från höger till vänster kommer det att röra sig mot den positiva elektroden och därmed ge en positiv våg på EKG.

OBS!
Man uppfattar



och samma elefant. Alla avledningar speglar samma tidpunkt, men sett från olika håll av hjärtat.

ELEKTRODER

Totalt sett sätter vi 10 stycken elektroder som registrerar 12 stycken avledningar. Utifrån dessa kan man tolka anatomi, rytm, retledningsförmåga etc. Man kan dela upp elektroder i två grupper, de prekordiala och de på extremiteterna, plus en neutral, jordad elektrod, på exempelvis höger fot.

FRONTALPLAN: EXTREMITETSAVLEDNINGAR

Fångar hjärtats elektriska aktivitet längs 6 linjer i frontalplanet, och dessa elektroder placeras enligt:

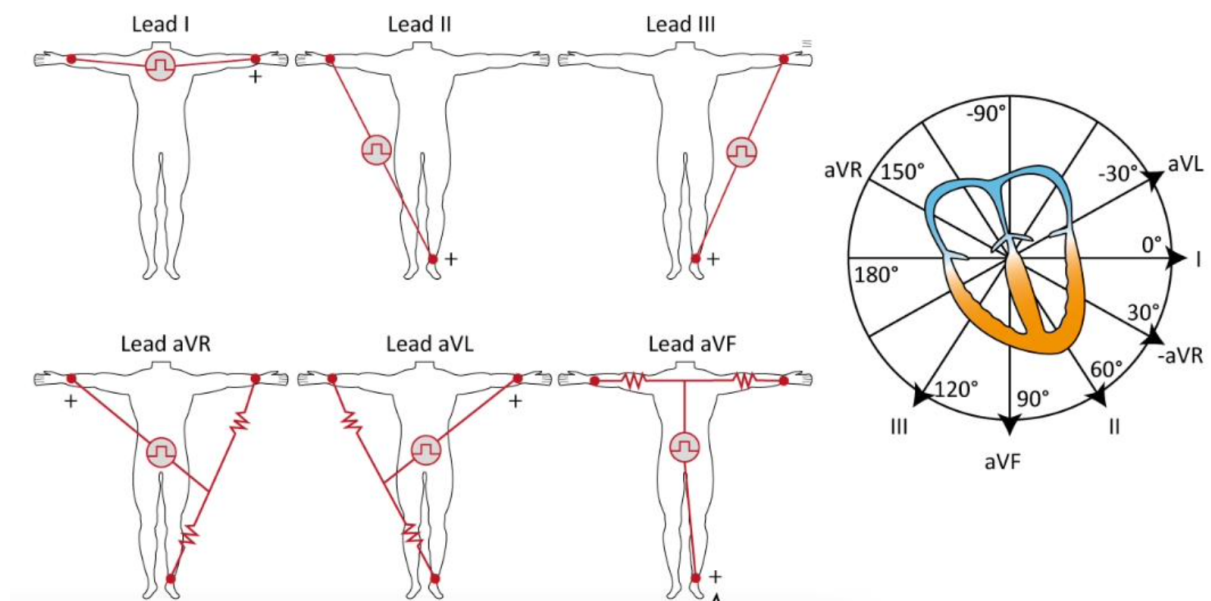
- Höger arm, RA
- Vänster arm, LA
- Vänster fot, LL
- Höger fot, RL (neutral)

Utifrån dessa ger man namn till tre avledningar, I, II och III som jämför potentialskillnaden mellan två elektroder. Ytterligare tre avledningar kan tas ut, vilka då jämför en explorerande elektrod med en referens som baseras på två andra elektroder. Ingen ny information kan fås fram genom dessa avledningar, utan endast nya vinklar att betrakta informationen

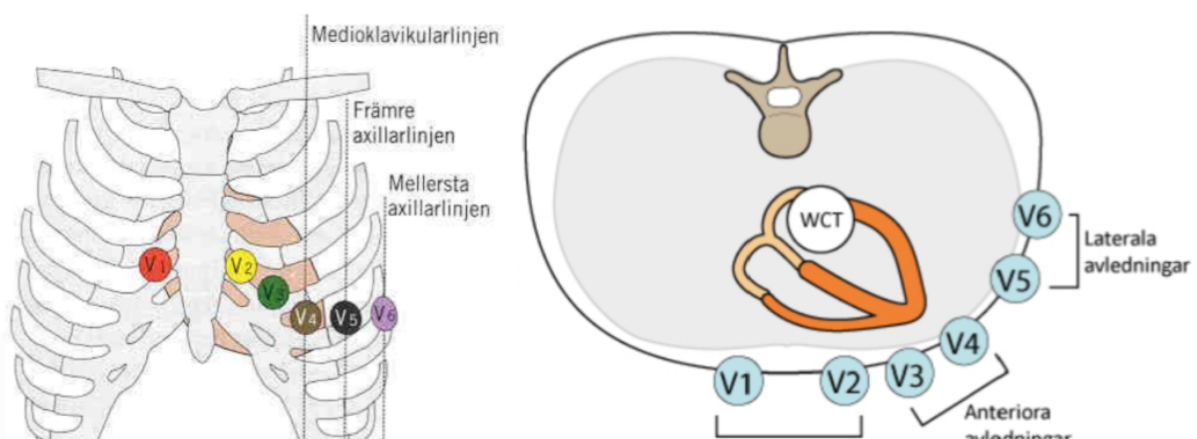
$$aVL: \frac{\text{Avledning I} - \text{Avledning III}}{2}$$

$$-aVR: \frac{\text{Avledning I} + \text{Avledning II}}{2}$$

$$aVF: \frac{\text{Avledning II} + \text{Avledning III}}{2}$$



från.



HORISONTALPLAN: BRÖSTAVLEDNINGAR

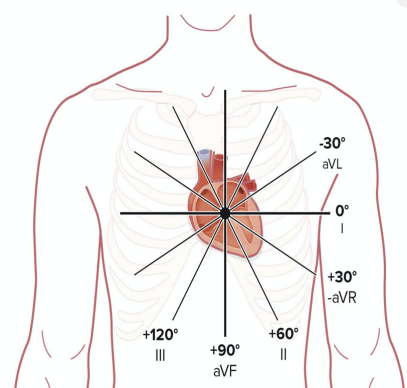
Runt hjärtat sätter vi 6 stycken **prekordialavledningar**, V1 till V6. Dessa är alltså de explorande elektroderna som har sin teoretiska referenspunkt i thorax, **WCT**. WCT hamnar i mitten av Einthovens triangel. Utifrån dessa punkter kan man få unik information som inte kan härledas matematiskt utifrån andra avledningar och vi kan nu observera hjärtat i **horisontalplanet**.

VAD "SER" DE OLIKA AVLEDNINGARNA?

Elektrod	Placering	Betraktar
V1	Höger om sternum, i fjärde interkostalrummet	Höger kammare och kammarseptum
V2	Vänster om sternum, i fjärde interkostalrummet	Höger kammare och kammarseptum
V3	Diagonalt mellan V2 och V4	Framväggen, dvs vänster kammars anteriora vägg.
V4	Längs medioclavicularlinjen, i femte interkostalrummet	Framväggen, dvs vänster kammars anteriora vägg.
V5	I höjd med V4 i främre axillarlinjen	Laterala segment
V6	I höjd med V4 och V5, i mittaxillarlinjen	Laterala segment
I (einthovens triangel)	Höger till vänster arm	Laterala segment
II (einthovens triangel)	Höger arm till vänster ben	Inferiora sidan, vilket får blod från a. coronaria dextra
III (einthovens triangel)	Vänster ben till vänster arm	Inferiora segment
aVF	Referens: mittpunkt I Explorerande; vänster ben	Inferiora segment
aVR	Referens; mittpunkt III Explorerande; höger arm	Inferiora segment
aVL	Referens: mittpunkt II Explorerande: Vänster arm	Laterala segment

MINNESREGEL: GER AVLEDNINGEN ETT POSITIVT ELLER NEGATIVT UTSLAG?

Utgår från bilden nedan som visar en **enhetscirkel** med alla avledningarna. Vid frågor där du får en given vektor kan du enkelt sätta in den i cirkeln. De avlednings vektorer som då pekar **MER** än 90° från den givna vektor kommer då visa ett **negativt** utslag.



OBS 1! Notera att aVR skrivs in som ett negativt värde i cirkeln, vid flervalsfrågor skrivs de inte alltid så!

OBS 2! Den givna vektorn kommer anges i patientens riktningar, dvs du kan inte utgå från ditt eget höger och vänster när du ritar in den givna vektor.

HUR TAR MAN SIG AN ETT EKG?

Vid tolkning av ett EKG är det viktigt att ha ett (1) **systematiskt tillvägagångssätt** som leder vidare till en (2) **sammanfattning och bedömning**, vilket slutligt ger en (3) **klinisk betydelse**. För att EKG-tolkningen ska kunna utföras på bästa sätt finns "Checklista vid EKG-tolkning".

BRA ATT KÄNNA TILL

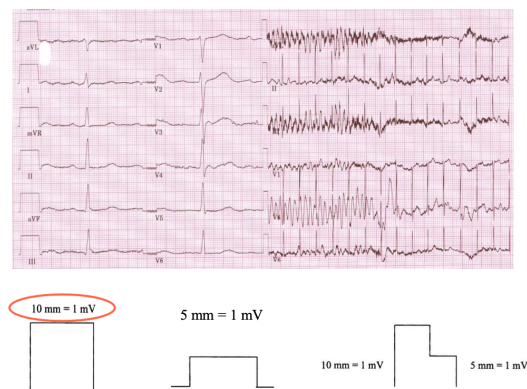
- En avledning som uppvisar avvikelser → behöver inte ta hänsyn till, men två eller fler avledningar som uppvisar samma avvikelse → bör dra öronen åt sig.
- Många små avvikelser i QRS-komplexet beror oftast på retledningshinder (kan se ut som en liten "knick") → inget konstigt
- Avledningar i ytterlägen, främst aVL, III och V₁ tenderar ibland till att se lite konstiga ut (mer känsliga). Men likt första punkten säger, om det endast är där → inte konstigt. Det är även okej med både negativa P- och T-vågor i dessa avledningar.

PUNKT 1: FÖRSTÄRKNING OCH KVALITET

Det första man betraktar vid en EKG-tolkning är **förstärkningen**, vilket innebär vilken amplitud olika utslag har. 10 mm brukar, i vuxna sammanhang, motsvara 1 mV. Vid en hackig baslinje (som på bilden till höger) är EKGt svårt att tolka → gör ett nytt!

Vid generellt små utslag rakt igenom, ex extremitetsavledningarna (EKG 32), kallas det för **low voltage**.

Ett EKG-papper har två olika sidor:



Vänster sida visar medianvärden för alla avledningar. Denna sida är mer högupplöst, vilket beror på att pappershastigheten här är 50 mm/s. Ju snabbare pappershastighet, desto mer utdragen kurva.

OBS! Håll utkik efter "upp- och nedvända" registreringar. Detta tyder på en felkoppling av elektroderna och kan ses i EKG 37.

Höger sida visar rytmen för 6 valbara avledningar, där det syns tydligt ifall något våg uteblir eller om mellanrummet mellan två utslag varierar. Denna sida visar en 10 sekunders episod, där **hjärtfrekvensen** kan bestämmas (på ett ungefär) genom att räkna antalet slag (= "mellanrum") mellan ex. QRS-komplexen och multiplicera det med 6. Pappershastigheten är vanligen 12,5 mm/s.

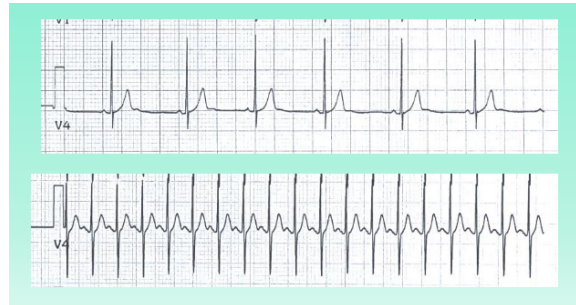
Högst upp i vänster hörn kan en frekvens avläsas. Detta är ett förinställt filter, som sorterar bort alla eventuella störningar så inga andra elektriska signaler i kroppen stör EKG. Detta filter kan exempelvis ha värdet 150 Hz.

PUNKT 2: RYTM DIAGNOSTIK

Först och främst bedöms hjärtfrekvensen, vilken görs genom att studera hur många slag EKGt registrerar under 10 sekunder. Visas i rytm delen (höger sida på pappret).

- Få slag - Övre bilden, tyder på en långsam puls
- Många slag - Nedre bilden, tyder på en hög puls

En normal sinusrytm ligger mellan 50-100 slag/min. Mindre än 50 slag/min kallas för **bradykardi** och fler än 100 slag/min kallas för **takykardi**. Ibland har förmak och kammare olika frekvens (vid oregelbundna rytmer) → bra att beräkna och ange både förmaks- och kammarfrekvens.



Ett hjärtslag = Ett RR-intervall (från en R-våg till nästkommande)

GRUNDRYTM

Efter hjärtfrekvensen ska **grundrytmen** bestämmas, vilket görs genom de två frågorna nedan. En rytm, definieras som tre eller flera slag i följd med samma impulsursprung.

1. Är kammarrytmen regelbunden eller oregelbunden?
2. Vad "styr" kammarens aktivering? Är det sinusknutan, AV-noden eller purkinjefibrerna?

SINUSRYTM?

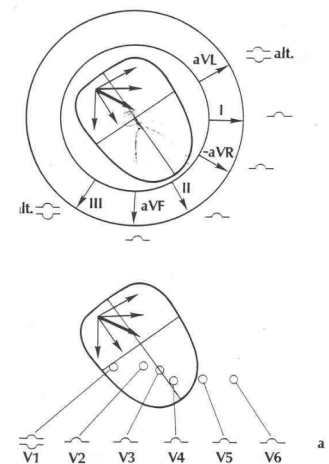
Efter att ha besvarat de två ovanstående frågorna, övergår man direkt till att bedöma **sinusrytmen**. Detta görs genom frågorna nedan.

1. Finns det P-vågor?
2. Är P-vågorna positiva där de ska? P-vågorna ska i normala fall vara positiva i samtliga avledningar, med undantag för V1, aVL och III. Mot dessa tre avledningar är den resulterande vektorn i princip vinkelrät, vilket gör att utslaget antingen registreras som lite positivt eller lite negativt (studera bilden till höger)..
3. Styr P-vågorna kamrarnas aktivering? Följs varje P-våg av ett QRS-komplex?

Om svaret är JA på alla tre frågor, tyder detta på att grundrytmen är en sinusrytm. För att det ska klassas som en normal sinusrytm ska även:

- Kammarrytmen vara mellan 50 - 100 slag/min.
- P-vågen i avledning II vara positiv och med konstant utseende. Det är även i denna avledning som P-vågen tenderar att vara som störst.
- Konstant PQ-tid

Bilden till höger visar en sinusrytm, med viss **sinusarytmi**. Slagrytmen är inte helt regelbunden (inte lika långt mellan QRS-komplexen), men det syns P-vågor innan varje QRS-komplex.



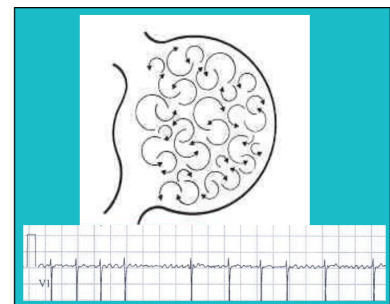
OBS! Det finns andra regelbundna rytmer utöver sinusrytm. Sinusrytmen är den normala, men andra celler i hjärtat kan ta över rytmen om det av någon anledning inte kommer impulser från sinusknutan.

ANNAN REGELBUNDEN RYTM?

- **Ektopiskt fokus i förmaken** - Detta innebär att det är andra delar än sinusknutan i förmaken som depolariserar i riktning mot AV-noden → snäppet lägre hjärtfrekvens. Ordet ektopi betyder "sker på fel plats". Detta kan bero på en sjuk sinusknuta, vilken även kan vakna till lite då och då → kompensatorisk paus (ses på EKG 9). På EKG ses detta vanligast som negativa P-vågor i flera avledningar.
- **Nodal ersättningsrytm** - AV-noden sköter slagfrekvensen, då ingen impuls kommer från SA-noden → lägre hjärtfrekvens. Kännetecknen för en nodal rytm är:
 - Antingen ingen P-våg alls eller en P-våg som inte har koppling till QRS-komplexet.
 - Normalt QRS-komplex
 - Regelbunden kammarrytm, 40-60 slag/min
- **Ventrikulär ersättningsrytm** - Pacemakercellerna i ventriklarna sköter slagrytmen → ännu lägre frekvens. Kännetecknen för ventrikulär rytm är:
 - Breddökade QRS-komplex (ser annorlunda och bredare ut)
 - Långsam kammarrytm, <40 slag/min
 - Ingen relation mellan QRS-komplexet och förmaksimpulser alt. ingen förmaksaktivitet alls. Finns ingen förbindelse mellan kammare och förmak → depolariseras separat.
 - Denna typ av rytm kan lätt förväxlas med vänstersidigt grenblock, men i dem fallen **följs P-vågorna av QRS-komplex**.
 - Patienter med ventrikulär ersättningsrytm behandlas vanligen med **pacemaker**

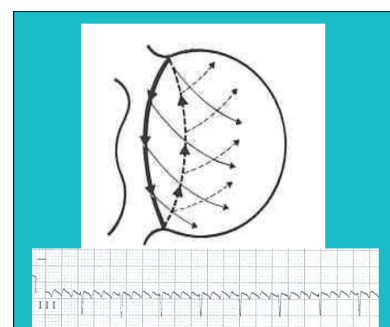
ANNAN OREGELBUNDEN RYTM?

Förmaksflimmer - Den vanligaste oregelbundna rytmen är förmaksflimmer, och kännetecknas vanligast med att hjärtat oftast slår med oregelbunden rytm och fort. På ett EKG upptäcks förmaksflimmer lättast genom att studera P-vågorna (förslagsvis i avledning 2), vilka vid förmaksflimmer helt saknas. Kammarrytmen (QRS) är normal, men uppkommer med oregelbunden rytm. Vid förmaksflimmer blir det störningar i hjärtats rytm. Förmakens elektriska signal startas inte från sinusknutan. I stället kommer det elektriska signalerna från andra ställen. T-vågen går fortfarande att se.



OBS! Förmaksflimmer kan urskiljas på EKG som en **hackig baslinje**. Förmaksflimmer kan även (om hackig baslinje är svår att urskilja) ses genom en oregelbunden rytm, smala QRS-komplex samt en avsaknad av P-vågor → bara T-vågor.

Förmaksfladder - Förmaken står och slår i väldigt hög frekvens, där endast vissa elektriska signaler fortleds till kamrarna. P-vågor saknas, och istället syns regelbundna fladdervågor (F-vågor) med "sågtandsmönster" (se bild till höger) → en förmaksfrekvens omkring 250-350/min, men oftast en regelbunden kammarfrekvens med normala QRS-komplex. Detta beror



dock av blockeringsgraden i AV-noden, vilken kan variera. Ett exempel är att var fjärde F-våg överleds till kamrarna → en s.k. 4:1-blockering. Tänk på att fladdret kan gömmas i QRS-komplexet när du ska räkna blockeringsgraden. Blockerigen tenderar att antingen vara 2:1 eller 4:1 → ovanligt med 3:1!

- Begreppet **paroxysmalt förmaksfladder** innebär att det kommer lite då och då, vilket dock är omöjligt att urskilja från ett EKG på 10s.

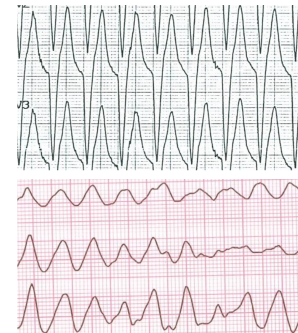
TAKYKARDIER

Vid takykardi genereras över 100 hjärtslag/min, vilket kan uppstå av flera anledningar:

- Sinustakykardi - En hög sinusrytm
- Förmaksfladder med hög överledning till kamrarna
- Snabbt förmaksflimmer
- Supraventrikulär takykardi (SVT) - Retledningen uppkommer från annat ställe i förmaken än sinusknutan.
- Takykardi som uppstår från AV-noden eller pacemakercellerna i ventriklarna.

Bra tillstånd att känna till kliniskt är:

Ventrikeltakykardi - Breddökade QRS-komplex som uppkommer med hög frekvens. Beror på att kamrarna inte kan depolariseras normalt (övre bilden). Breddökningen beror på att det går långsammare för signalen att ta sig framåt "signalen tar grusvägen istället för E4an". **OBS!** Denna rytm är **regelbunden**, **monomorf** (slagen i samma avledning ser likadana ut) samt med en **vänsterställd elaxel**.



Ventrikelflimmer - Snabba depolarisationer i kamrarna (nedre bilden). Ett potentiellt livshotande tillstånd som på EKG ser kaosartat ut. Vid ventrikelflimmer har vi flera områden som depolariseras helt oregelbundet och vi får ingen cardiac output. VF är aldrig pulsgivande och innebär att patienten alltid blir medvetslös. **OBS!** Denna rytm är **inte regelbunden!**

Både ventrikeltakykardi och ventrikelflimmer är livshotande tillstånd där man ska göra sig redo med defibrillator, men elchockning för först göras när patienten blivit **medvetslös**.

BRADYKARDI

Vid bradykardi förekommer en hjärtfrekvens på mindre än 50 slag/min, vilket också kan uppstå av flera anledningar:

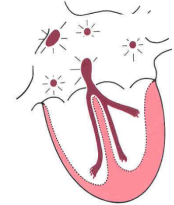
- Sinusbradykardi - Låg sinusrytm
- AV-block II respektive III (kommer mer om detta nedan)
- Nodal rytm → smala QRS-komplex utan överförda P-vågor
- Ventrikulär rytm → breda QRS-komplex utan koppling till förmaksaktiviteten. Uppstår bland annat vid AV-block III.

Vid bradykardi ses ibland ett extra utslag kort efter T-vågen → U-våg.

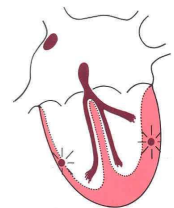
EXTRA SLAG?

Ett extraslag uppstår när ett ektopiskt fokus avfyra en impuls som lyckas aktivera kamrarna (innan nästkommande sinusimpuls, vilket således kan beskrivas som ett "för tidigt slag". Vid detta läge kallas detta extra slag för ett **ektopiskt slag**, vilket är ett hjärtslag som inte initieras i SA-knutan utan från en annan myokardcell. Depolarisationen börjar alltså på "fel ställe". Ektopiska slag kan uppkomma i förmak, AV-nod eller kammare.

Supraventrikulära extraslag (SVES) - Uppstår i förmak eller AV-noden → ger normala QRS-komplex. Ser i regel lika ut som övriga QRS-komplex, men saknar P-våg innan (pga impuls kommer inte från sinusknutan).



Ventrikulära extraslag (VES) - Uppstår i kamrarna, och kännetecknas av att P-våg saknas före QRS-komplex. Breddökat QRS-komplex. Om varannat slag är ett VES kallas det VES i **bigemini**. Om det är var tredje kallas det **trigemini**.



Det finns även så kallade **ersättningsslag**, vilket är de slag som utlöses från ett annat fokus när den normala sinusimpulsen uteblivit. Dessa slag kan på detta vis beskrivas som "försenade slag".

OBS! Vid bedömning av rytm måste även eventuella extraslag tas hänsyn till.

PACEMAKER

Pacemaker kan bland annat sättas in vid en sjuk sinusknuta, vilket leder till bradykardi eller vid AV-block III, vilket kan leda till ventrikulär ersättningsrytm.

Pacemakerrytm kan vara av två typer:

- **Fungerade sinusknuta** → pacemaker stimulerar enbart i kammaren i takt med sinusrytmen i förmaket. Ett svart streck ses innan QRS-komplex på EKG.
- **Ej fungerande sinusknuta** → pacemaker stimulerar i både förmak och kammare. Två svarta streck kan urskiljas efter varandra på EKG.

RETLEDNINGSHINDER

Vid ett retledningshinder är det vanligtvis någonting som inte fungerar som det ska. Dessa hinder finns av olika typer, och kan även inträffa på olika ställen.

AV-BLOCK

Det finns tre olika typer av AV-block:

AV-block I - Det uppstår en fördröjning i AV-noden → förlängd PQ-tid. Alla P-vågor följs dock av QRS-komplex.



AV-block II - Vissa P-vågor följs inte av QRS-komplex, vilket kan uppstå på två olika sätt:

- Typ 1 (även kallat Mobitz typ 1) uppkommer när PQ-tiden blir längre och längre för varje impuls, vilket till sist leder till att en viss impuls blockeras helt → inget QRS (se bild till höger). Denna typ kallas för **Wenckebach**.
- Typ 2 (även kallat Mobitz typ 2) kallas det när PQ-tiden är konstant, men vissa impulser blockeras ändå. När impulsen blockeras kallas det sinusarrest → P-vågen lägger av och ersätts vanligen av nodala ersättningslag.

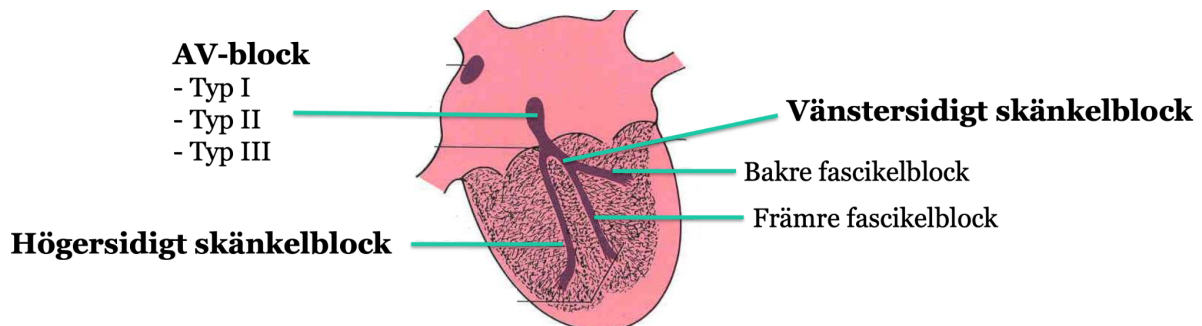


AV-block III - Kallas även för totalblock och innebär att det inte finns någon överföring av impulser från förmak till kammare → förmaket har en rytm och kammaren en annan rytm, som dock är väldigt långsam. Samma sak som ventrikulär rytm.



SKÄNKELBLOCK

Skänkelblock kan uppstå i någon av de två skänklarna, vilka således kallas för **högersidigt skänkelblock** (i höger kammare) eller **vänstersidigt skänkelblock** (i vänster kammare). Vänster skänkel delar sedan upp sig i två fasciklar, var i vilka det också kan uppstå retledningsförhinder → **bakre** eller **främre fascikelblock**. KRAV är att



QRS är brett och klumpigt för att man skall kunna sätta diagnos skänkelblock. .

PUNKT 3: P-VÅGEN

En normal P-våg visar förmakens depolarisation och är alltid:

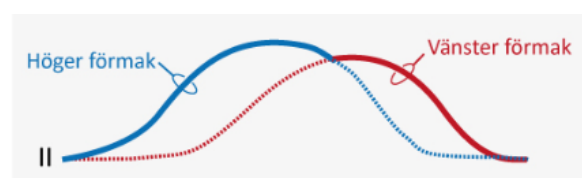
- Positiv i I, -aVR, II, aVF samt V2-V6
- Duration på under 0.12 s
- Amplitud på under 2,5 mm

P-vågen kan vara tvåpucklig i avledning II eftersom höger och vänster förmak inte aktiveras exakt samtidigt.

VANLIGA DIAGNOSER

VÄNSTER FÖRMAKSHYPERTROFI (P-MITRALE)

Upptäcks genom att den är

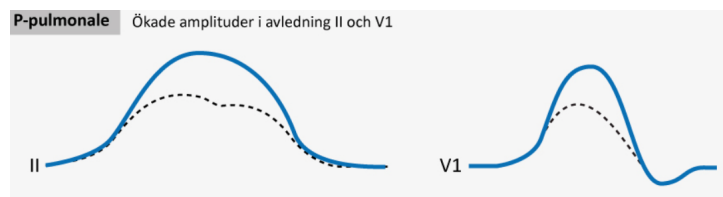


- Bred, dvs längre duration
- Stor negativ andel i V1 (kan vara normalt men ej så djupt)
- Ökad tvåpucklighet i avledning II.



HÖGER FÖRMAKSHYPERTROFI (P-PULMONALE)

I och med att hypertrofi innebär en ökad muskelmassa som kontraherar så får vi en högre amplitud i avledning II och V1.



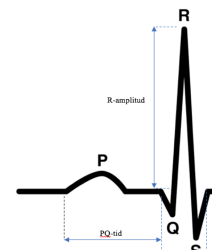
NEGATIVA P-VÅGOR

Vid förekomst av negativa P-vågor i flera avledningar tyder det på att sinusknutan är sjuk, och att det istället är ett annat ektopiskt fokus som sköter rytmen. Bra att känna till är dock att sinusknutan mitt i allt kan vakna till och generera ett par slag innan det ektopiska fokuset återigen tar över. Detta brukar då ses som ett fåtal positiva P-vågor innan QRS-komplex, samt att de ofta följer efter en kompensatorisk paus (kan ses i EKG 9). Man behöver inte mäta amplitud på negativa P-vågor!

PUNKT 4: PQ-TID

PQ-tiden är tiden mellan P-vågens början och QRS-komplexet och visar på fördröjningen av depolarisationsvågen vid AV-noden.

Normalt sett ska den ha en längd på 120-200 ms om man är under 60 år. Är man över 60 år förflyttas den övre referensen till 220 ms.



KORT PQ-TID

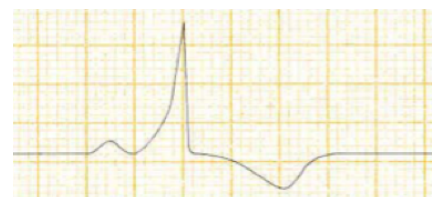
Sker en preexcitation (WPW-syndrom), vilket innebär att det går för fort mellan förmak och kammare.



KORT PQ-TID MED DELTAVÅG

Preexcitation med deltavåg. En del av hjärtkammaren aktiveras tidigt via en extrabanan → läckage av signaler som går en annan väg som leder till att en del av kammaren depolariserar och därmed kan vi se ett tidigare positivt utslag.

- Deltavåg = att den går direkt från P-våg till R-tagg.



Skillnaden mellan kort PQ-tid med/utan deltavåg är att utan deltavåg går hela signalen, väldigt fort, genom AV-noden. Alternativt att signalen tar en annan väg bara att detta inte detekteras av elektroder.

OBS! När man har en preexcitation tolkar man inte vidare.

FÖRLÄNGD PQ-TID

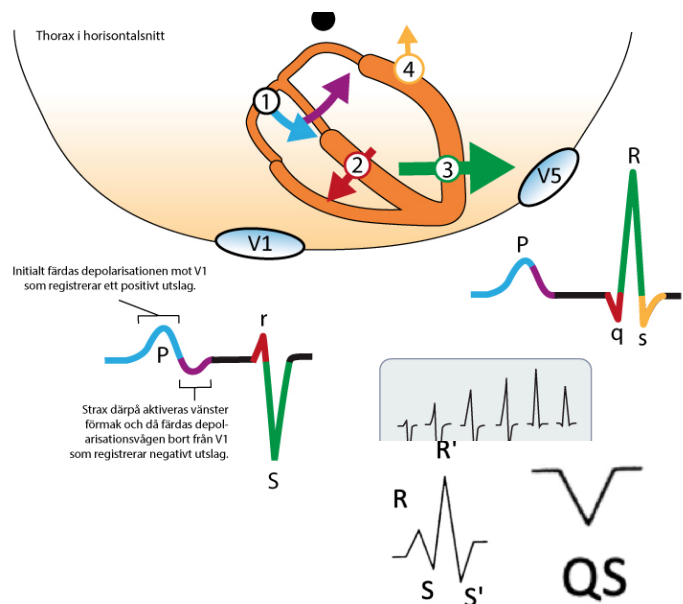
Vid en onormalt långt PQ-tid handlar det om en AV-block 1.



PUNKT 5: QRS-KOMPLEXEN

Grundprinciperna för QRS:

- **Q**= den första negativa vågen som uppkommer när kamrarnas skiljevägg aktiveras. (alla komplex har inte Q-våg)
- **R**= det första positiva utslaget som uppkommer när större delen av vänster kammare aktiveras. Höga R-vågsamplituder i vänstersidiga avledningar tyder på vänsterkammahypertrofi.
- **S**= det första negativa utslaget efter R-vågen som uppkommer nära kamrarnas basala delar (mot förmaken) aktiveras. Vid djup S-våg i V1-V3 kan man misstänka vänsterkammahypertrofi.



Övriga benämningar:

- **R'** = ibland uppstår ytterligare en positiv våg efter S.
- **QS**= när det blir en enda stor negativ våg

Ibland kan man observera små hack i QRS komplexet vilket innebär att huvudvektorn ändrar riktigt. Detta kan man tro är ett skänkelblock men det är enbart ett skönhetsfel och kan uppkomma var som helst. För att det ska vara en skänkelblock måste QRS komplexet vara breddat. Kallas för ett **“litet retledningshinder”**.

KAMMARHYPERTROFIER

HÖGERKAMMARHYPERTROFI

Hypertrofi i den högra kammaren bör misstänkas vid, i regel, höga/djupa amplituder. Två mer specifika kännetecken är:

- $R > S$ i V_1
- Markerad S i V_6

Även ST-sänkningar i högersidiga avledningar (V_1 och V_2)

T-vågsnegatisering i högersidiga avledningar, men det kan också bero på;

- Högerställd elaxel
- Ökad QRS-bredd
- Ökat VAT (ventrikulär aktiveringstid)

VÄNSTERKAMMARHYPERTROFI

Precis som i höger kammare bör vänsterkammarhypertrofi misstänkas vid höga/djupa amplituder. Tre riktlinjer är:

- $R > 12 \text{ mm}$ i aVL
- $R > 26 \text{ mm}$ i V_5 och V_6
- R i V_5 eller $V_6 + S$ i $V_1 > 35 \text{ mm}$

Kan se ST-sänkningar i vänstersidiga avledningar (V_5 och V_6).

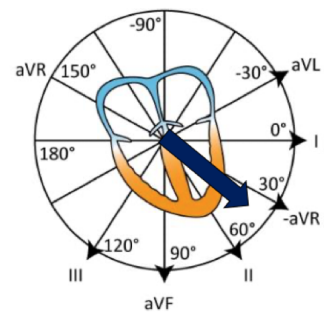
T-vågsnegativisering i vänstersidiga avledningar. Men det kan också bero på;

- Vänsterställd elaxel
- Ökad QRS-bredd
- Ökat VAT (ventrikulär aktiveringstid)

ELEKTRISK AXEL

EKG-avdelningarna har vi för att kunna studera hur den elektriska aktiviteten sprids i hjärtat under ett hjärtslag. I genomsnitt kommer en riktning att dominera, vanligen nedåt vänster. Denna dominerande riktning kallas hjärtats *elektriska axel*. Detta anges som ett gradtal i frontalplanet och bestäms med hjälp av extremitetsavledningarna.

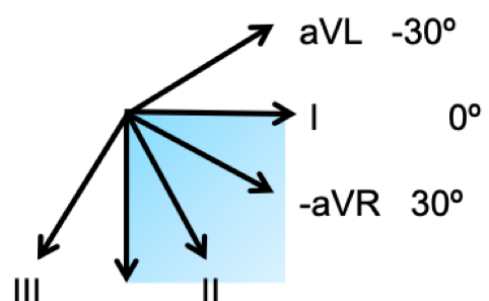
Gradtalet har en stor individuell variation, bland annat kan unga vältränade män som Gustav vara vänsterställda då de har större vänsterkammare. I ett **friskt hjärta** har man en elaxel **ner mot vänster fot** som går någonstans mellan avledning I och aVF (-30 grader till +90 grader). Däremot om man har en elektrisk rubbning i hjärtat eller om hypertrofi föreligger i höger kammare kan elaxeln bli högerställd så att den största amplituden och R-vågen istället ses i avledning III (dvs +120 grader). Elaxelns riktning beror dels på anatomin, dvs hjärtats position i thorax, och dels på förhållandet mellan höger och vänster hjärthalva.



Att bestämma elaxel:

1. I vilken av extremitetsavledningarna har QRS-komplexet störst positivt netto utslag kvar? Elaxeln är riktad ungefär mot den avledningen. (Nettoutslaget får man genom att "dra bort" negativ yta från den positiva i en avledning.) Se upp om elaxeln bestäms till en av "ytteravledningarna" aVL eller III. Då är nästa metod bättre.
2. I vilken extremitetsavledning har QRS-komplexet lika stor positiv yta som negativ yta? Addera eller subtrahera 90° (3 avledningar) åt det håll R-vågsamplituden växer → hoppa upp eller ned (beroende på vilket håll R-taggen blir mer positiv) tre steg i själva utskriften. **Bäst.**

När vi har hittat den avledningen som man kommer fram till genom en av de två metoderna kan vi ange huruvida den elektriska axeln är vänster, höger- eller normalställd:



Högerställd: Om axeln är **MER än 90°** klassas den som högerställd. Detta föds man med då höger kammare belastas mer under fostertiden, men stabiliseras under de första tre månaderna. Patologiskt kan detta uppstå vid högerkammarmhypertrofi eller akut högerkammarmbelastning.

Lätt vänsterställd: Om axeln är mellan **0 och -30°**. Vanligt hos äldre eller små människor.

Vänsterställd: Om axeln är **mer än -30°** är fyndet patologiskt som kan bero på patologiska retledningshinder, VK-hypertrofi och även hjärtinfarkt när balansen mellan krafter i olika riktningar ändras

BREDD

Här tittar man på bredden/durationen av QRS-komplexen.

- Normalt skall det vara under 100 ms (ska få plats i en ruta).

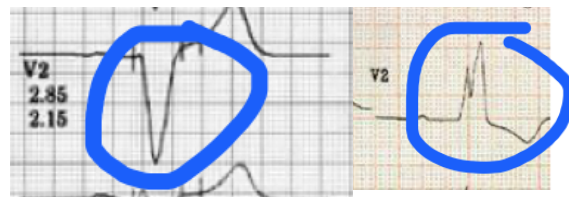
Vi har en gråzon mellan 100-120 ms. Då kan det vara;

- Intraventrikulärt ledningshinder
- Deltavåg
- Kammarhypertrofi



Ökad QRS-bredd; över 120 ms

- Skänkelblock (impuls behöver gå en annan väg)
 - Högersidigt → M-format i avledning V2.
 - Vänstersidigt → V-format i avledning V2. Breda och klumpiga QRS. Vanligt förekommande på tentan.
- Pacemaker
- Kammarutlöst rytm
- Deltavåg



OBS!! Om man har ett ökad bredd pga skänkelblock, deltavåg, pacemaker eller ventrikulär ersättningsrytm måste man avbryta att följa checklisten och utvärderingen här. Vid högersidigt skänkelblock kan man göra en fortsatt försiktig bedömning. Anledningen att det inte går på vänster är för att samtliga avledningar ofta påverkas och därmed kan man inte bedöma ST-sträckan och T-vågen då dessa är störda.

AMPLITUD

Vid höga amplituder:

- Mycket muskelmassa
- Bra elektriska transmissions-förhållanden
- Delvis åldersrelaterat

Vid låga amplituder

- Låg elektrisk aktivitet
- Dämpning av signalerna → vätska, fett, luft

När man tittar på elektrodläget nära hjärtat, dvs bröstavledningar har dess position stor betydelse för spänningsförloppet på EKG. Tittar man på extremitetsavledningarna har de deras position betydelselös inverkan på avvikelser.

FUNDERA PÅ: Hur påverkas QRS-komplexen av ökad kammarmassa på höger respektive vänster sida?

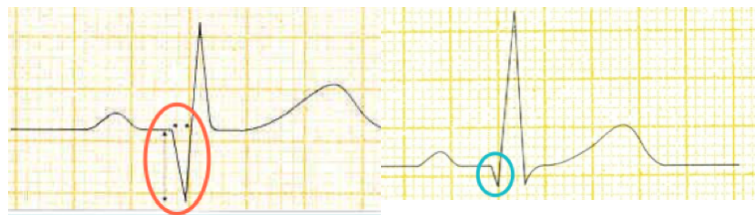
- Höga amplituder?
- Djupa amplituder
- Elaxel?
- QRS-bredd?

Q-VÅG

En **normal** Q-våg är små i extremitetsavledningar pga septums aktivering.

Patologiska Q-vågor är:

- Mer än 25% av R-vågen i samma avledning
- Q-våg i V2 och/eller V3
- Längre än 40 ms

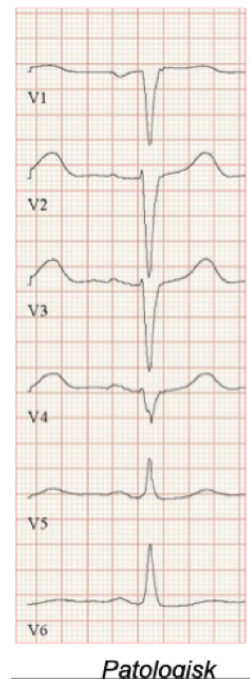


Om vi har QS-våg i III och V1 är det okej om hjärtat är vänsterställt. Men om QS-vågor finns i två avdelningar på rad är det patologiskt.

Q OCH R

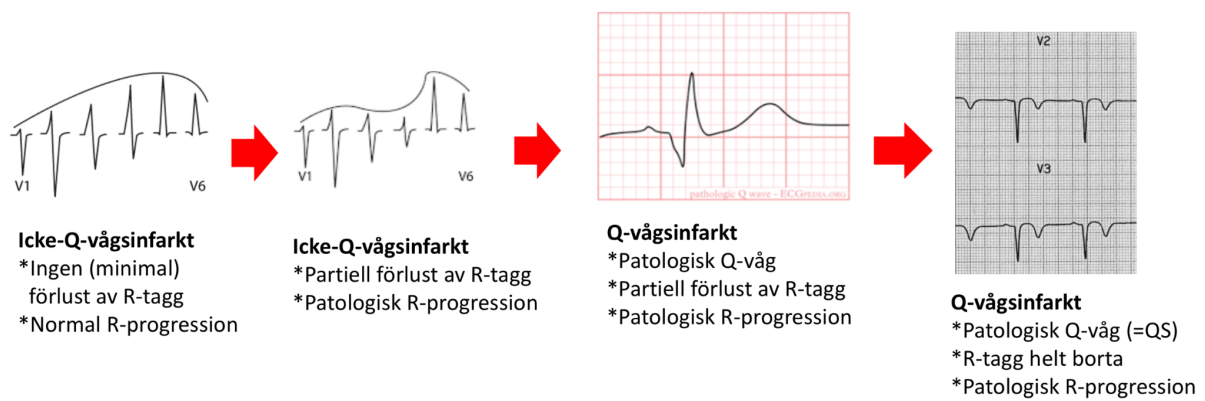
Här kan man se tecken på genomgången hjärtinfarkt som är mer specifik än R-våg progressionen som kommer nedan eftersom man kan bedöma om det är en genomgången infarkt eller en subendokardiell → bedöma om det är NSTEMI eller STEMI.

1. Reducerad R-taggen - indikerar ischemi under längre tid: fortfarande normal R-progression. Ett bra tecken då det finns mycket som går att rädda
2. Patologisk R-vågsprogression tyder på en större skada.
3. Patologiska Q-vågor. Tecken på att en större skada har skett. Dock är en del av myokardiet frisk vilket gör att R-vågen fortfarande finns → dock patologisk progression.
4. Transmuralt Q-vågsinfarkt som avläses genom ett QS-komplex. Detta innebär att inga signaler går igenom varvid R-taggen uteblir.



Infarkt	ST-höjning i avledningar	Övrigt
Proximal LAD-ocklusion (anterior)	V1-V4 Reciproka ST-sänkningar i aVF & III	Ju mer proximalt, desto fler avledningar har ST-höjningar. Vid ST-sänkning i V1-V2 →

		misstänk en posterior infarkt
Distal LAD-ocklusion (anterior)	V2-V6 Reciproka ST-sänkningar uteblir	För att göra det ännu mer specifikt; V2= septalt V3= anteriort
LCx (posterolateral))	V7-V9 (ev V4-V6 om lateralt) Reciproka ST-sänkningar i V1-V3	
RCA (inferior och posterior)	avF och III Reciproka ST-sänkningar i aVL (tänk cirkeln)	



R-vågens höjd i V5/V6 (välj den största) och S-vågens djup i V1 får tillsammans inte överstiga 35 mm.

R-VÅGSPROGRESSION

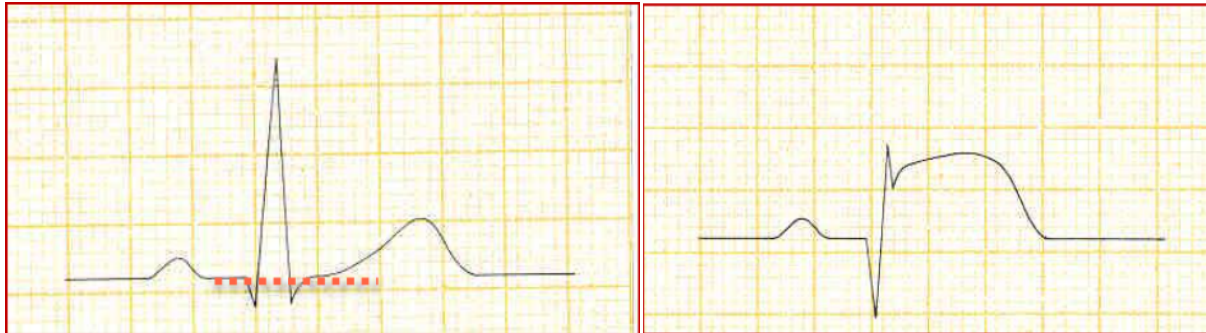
Normal R-vågsprogression innebär en successiv ökning av R-vågens amplitud från V1 till V4/V5, för att sedan sjunka igen vid V6. Hos unga och tränade kan R-taggen dock vara som högst i V3. Om denna stegring är bruten indikerar detta på en icke-Q-vågsinfarkt som stör myokardiets funktion → låga R-vågor/inga R-vågor. Detta ses både vid NSTEMI och STEMI. Det kan även tyda på en **tidigare infarkt**.

PUNKT 6: ST-STRÄCKAN

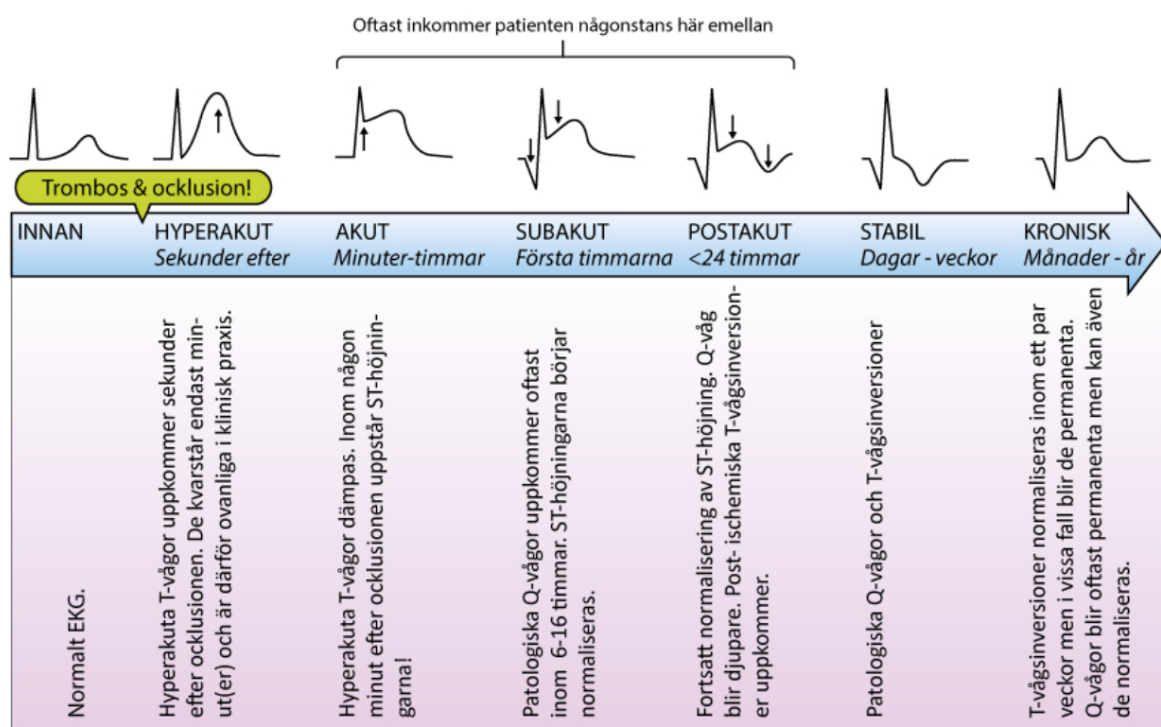
ST-sträckan motsvarar den tid då laddningsskillnaden är noll, mellan depolarisation och repolarisation. OBS! Epikard börjar repolarisera innan endokardet, trots att epikardet depolariserats sist → blir som en våg (från in till ut, och sedan ut till in)

Bild 1 - Visar en normal ST-sträcka, som är i jämnhöjd med PQ-sträckan.

Bild 2 - Visar en ST-höjning, vilket är vanligt förekommande vid akut hjärtinfarkt (transmural ischemi = skadan sträcker sig genom hela väggen). Dessa typer av utslag kan ibland liknas med en kyrka. **DENNA SKA VI**



KUNNA!!!



Figur 73. Det elektrokardiografiska naturalförloppet vid STE-AKS.

OM ST-höjningarna är överallt, dvs i de flesta avdelningarna kan man misstänka att det rör sig om en **perikardit**.

NEDÅTSLUTTANDE ST-SÄNKNINGAR

Ses bland annat vid NSTEMI (vet ej varför detta sker) alternativt att det är en reciprok ST-höjning i någon av motstående avledning. Ser man detta i ex V1 och V2 bör man sätta avledning V7-V9 för att eventuellt finna en transmural ischemi posterior.

Dessa ST-sänkningarna är dock uttalade och syns tydligt.



OSPECIFIKA ST-SÄNKNINGAR

Ser ut som en hängmatta. Kan induceras vid läkemedelsbehandling. Dessa kan dessutom se ut som bara en liten ST-sänkning (se EKG 23, V4).



PUNKT 7: T-VÅGOR

T-vågen speglar kamrarnas repolarisation och bra att känna till är att ett **huvudsakligen positivt QRS-komplex följs vanligen av en positiv T-våg**. Negativa T-vågor ses bland annat vid hjärtinfarkt, vänsterkammarhypertrofi och ischemi. Även hos unga individer (upp till ca 14-16 år) kan negativa T-vågor ses i retledning 1-3.

- T-vågen kan vara lite negativ i ytteravledningarna V1 och III.
- T-vågen kan vara inverterad vid VK eller HK hypertrofi
- Finns ingen gräns för hur hög en T-våg får vara
- T-vågen ska vara relativt symmetrisk mellan avdelningarna. Därav kan flacka T-vågor vara en indikation på något patologiskt (särskilt efter en genomgången infarkt) då både depolarisation och repolarisation störs.
- En negativ T-våg, med samtidig hög R-tagga → något som inte stämmer.

PUNKT 8: QT-TID

QT-tiden är den tid som uppmätts mellan QRS-komplexets början till T-vågens slut, vilket på så vis representerar kamrarnas de- och repolarisering. Durationen varierar med kön och hjärtfrekvens. QT/QT_c över 460 ms = patologiskt! **Ta ENDAST hänsyn till QT_c** . Idag tittar man rätt mycket på denna siffra för den indikerar att något (arytmi) är på gång.

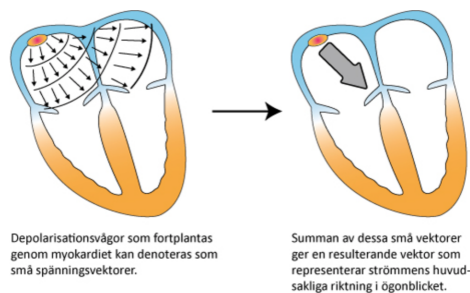
SISTA PUNKTERNA

De två sista punkterna är **sammanfatta fynden** samt **konklusion**, vilket innebär att fynden ska dokumenteras och kombineras med känd klinisk fakta inklusive medicinering. Till sist i konklusionen ska ett utlåtande ske kring huruvida EKG är normalt eller patologiskt.

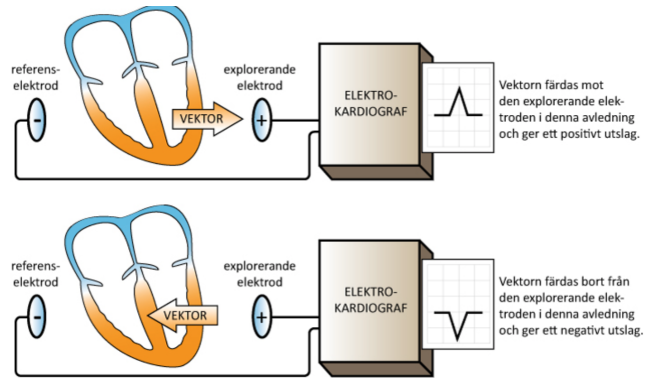
Vid tolkning används ibland datorer som hjälp, med det är alltid viktigt att göra sin egna tolkning innan datorn gör det (då denna kan vara felaktig). Vid tveksamheter, diskutera alltid med någon annan.

Hjärtats vektorer

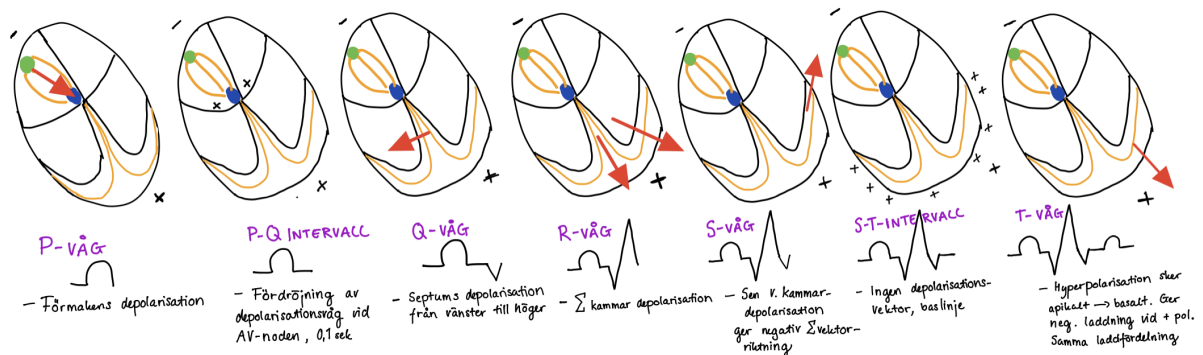
En vektor är en matematisk storhet som både har en storlek och en riktning, varvid en elektrisk ström är en sådan storhet. Depolarisationsvågor som färdas genom myokardiet utgör små spänningsvektorer. Summan av dessa små spänningsvektorer ger en större vektor som indikerar strömmens genomsnittliga riktning i ögonblicket. EKG-kurvans vågor representerar de dominerande vektorernas riktningar under hjärtcykeln. Varje kurva motsvarar en avledning som skapas med hjälp av minst två elektroder



Figur 8. Principen för vektorer.



Figur 9. Varje EKG-kurva representerar en avledning. Minst två elektroder ingår i en avledning eftersom det behövs en explorerande elektrod samt en referens.



P-våg svarar mot förmakens depolarisation (leder till → kontraktion av förmak, diastole). Repolarisationen av förmaken syns inte på EKG eftersom den inträffar under kammarnas depolarisation (QRS-komplexet) eftersom kammarmassan är så stor kommer den att dominera denna fas.

P-Q intervallet avspeglar tidsfördröjningen mellan förmak aktivering och kammar aktivering och därmed fördröjningen i AV-noden. Viktigt för att förmaken skall hinna pumpa ut blodet till kamrarna.

QRS-komplex - kammarens depolarisation, motsvarar hjärtkammarmuskulns elektriska retning (som leder till → kontraktion av kammare, systole).

ST-intervallet - hjärtkamrarnas kontraktion

T-våg - kammarens repolarisation

T-vågen kommer att uppfattas som en ström som rör sig mot den positiva elektroden (syns som ett positivt utslag på EKG). Detta beror på att vi hyperpolariserar apikalt → basalt vilket ger oss ett överskott av negativa laddningar i apex, ett överskott av positiva laddningar superiort. Denna laddningsfördelning är densamma som vid en aktionspotential som rör sig mot apex där de negativa laddningarna ligger apikalt och de positiva där aktionspotentialen vandrat ligger superiort.

Begrepp:

Automaticitet – Celler som besitter automaticitet har förmåga att aktiveras spontant (utan att stimuleras utifrån). I hjärtat har bland annat sinusknutan, AV-noden och Purkinjeceller denna förmågan. Det betyder att samtliga dessa strukturer kan avfyra spontana aktionspotentialer och etablera en rytm. Under normala omständigheter är det sinusknutan som sätter rytmen, vilket förklaras av att den har högst automaticitet.