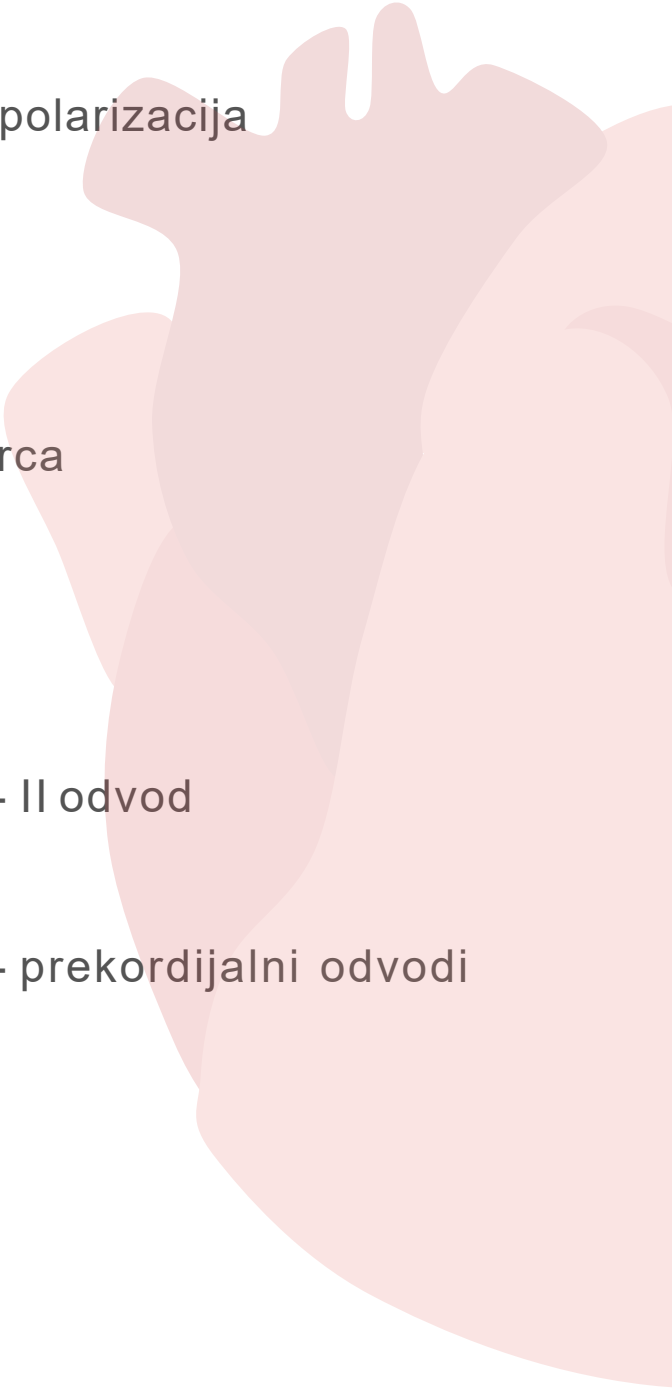


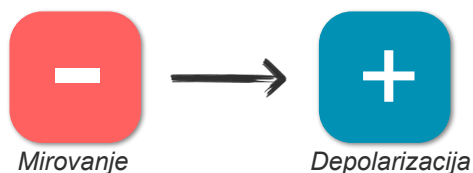
The background features a large, stylized heart in a light pink color on the right side. In the top right corner, there are colorful, swirling lines in red, green, and blue, resembling a stylized rainbow or abstract pattern. In the bottom left corner, there are similar swirling lines in red and green. The text is centered on the left side of the image.

OSNOVE FIZIOLOŠKOG EKG-A

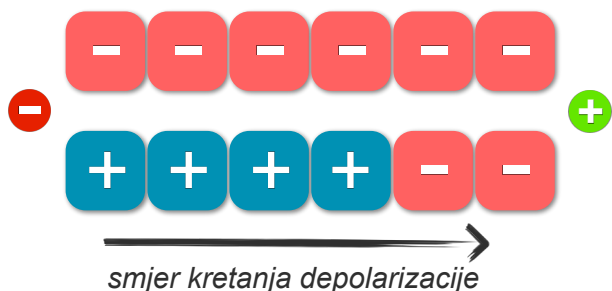
VATRA MEDICINE

Sadržaj

- 
- 1** Depolarizacija i repolarizacija
 - 2** Elektrode, odvodi
 - 3** Provodni sistem srca
 - 3** Dijelovi EKGtrake
 - 4** Nastajanje talasa - II odvod
 - 6** Nastajanje talasa - prekordijalni odvodi
 - 7** Osovina srca
 - 9** Frekvenca srca



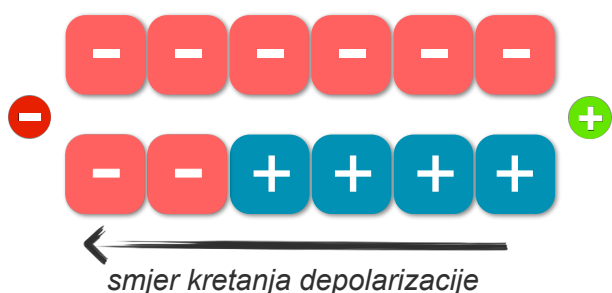
Ćelija u stanju mirovanja posjeduje određeni mirovni membranski potencijal **koji je negativan**. Tokom ekscitacije dolazi do depolarizacije, odnosno taj potencijal **postaje pozitivan**.



Sa lijeve strane se nalazi negativna elektroda, a sa desne pozitivna. Recimo da depolarizacija kreće sa lijeve strane, odnosno membranski potencijal ćelije postaje pozitivan, idući ka pozitivnoj elektrodi.



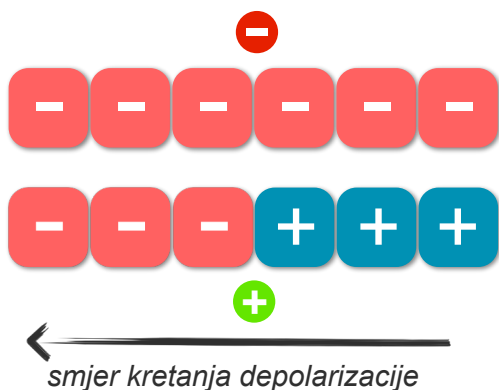
Ćelije postaju **pozitivne** u pravcu **pozitivne** elektrode. Na EKG traci ćemo imati pozitivan talas.



Na drugom primjeru smjer kretanja depolarizacije je suprotan, odnosno ka negativnoj elektrodi. I u ovom slučaju, prethodno negativne ćelije postaju pozitivne, međutim kreću se ka negativnoj elektrodi.



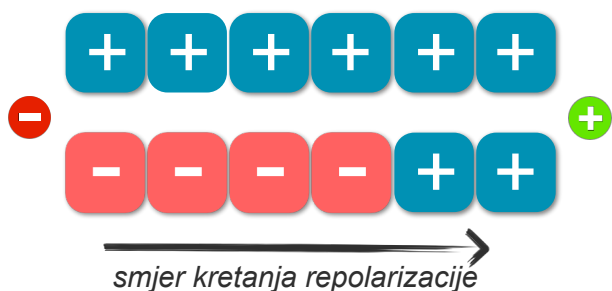
Ćelije postaju **pozitivne** u pravcu **negativne** elektrode. Na EKG traci ćemo imati negativan talas.



Ovdje su elektrode postavljene pod pravim uglom u odnosu na pravac depolarizacije. U tom slučaju, kako se ćelije depolarizuju, odnosno postaju pozitivne i kreću se ka sredini, na EKG zapisu će se registrovati pozitivna defleksija. Na sredini depolarizacije se defleksija vraća na izoelektričnu liniju, da bi zatim nastala negativna defleksija (depolarizacija se udaljava od pozitivne elektrode).



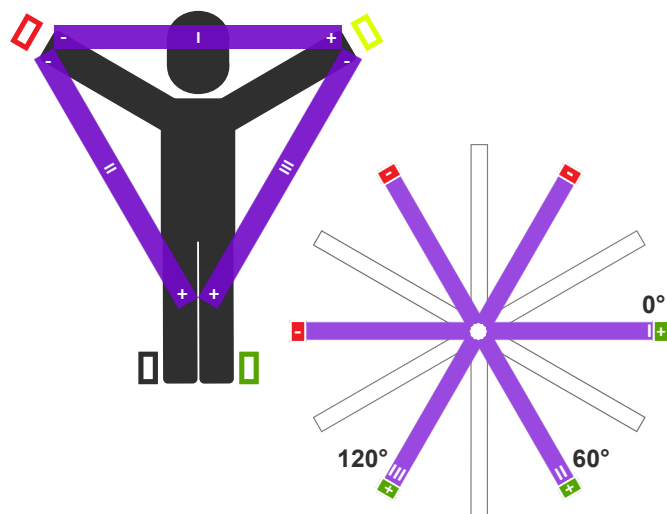
Ćelije postaju **pozitivne**, ali se kreću pod pravim uglom u odnosu na EKG. Na EKG traci ćemo imati **bifazan talas**.



Tokom repolarizacije, sve ćelije koje su postale pozitivne se moraju vratiti u prethodno stanje, odnosno postati negativne. Ovdje se repolarizacija odvija u smjeru pozitivne elektrode - na EKG zapisu ćemo imati negativnu defleksiju.



Ćelije postaju **negativne** u pravcu **pozitivne** elektrode. Na EKG traci ćemo imati negativan talas.



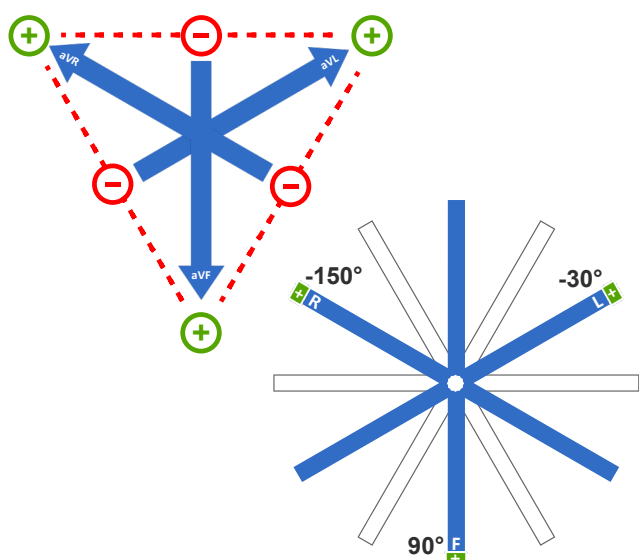
Za odvođe ekstremiteta važne su nam četiri elektrode: desna ruka (crvena), lijeva ruka (žuta) i lijeva noga (zelena). Elektroda koja se nalazi na desnoj nozi (crna) služi kao uzemljenje.

Bipolarni odvodi ekstremiteta

Prvi odvod (I) registruje aktivnost srca pomoću dvije elektrode. U ovom odvodu je desna ruka negativna, a lijeva ruka je pozitivna.

Pozitivna elektroda **drugog odvoda (II)** se nalazi u lijevoj nozi, a negativna u desnoj ruci.

Treći odvod (III) registruje aktivnost srca pomoću negativne elektrode koja se nalazi na lijevoj ruci i pozitivne elektrode koja se nalazi na lijevoj nozi.



Unipolarni odvodi ekstremiteta

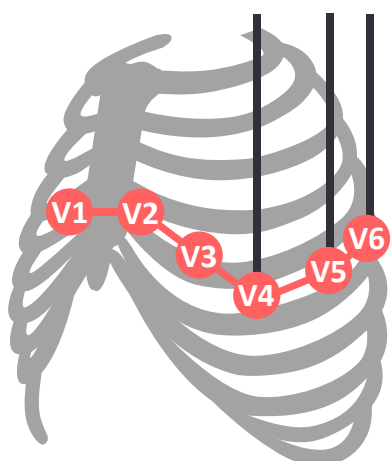
Nastaju pomoću pozitivne elektrode koja se nalazi na odgovarajućem ekstremitetu.

aVR – pozitivna elektroda je na desnoj ruci

aVL – pozitivna elektroda je na lijevoj ruci

aVF – pozitivna elektroda je na lijevoj nozi

Oni u stvari nemaju negativnu elektrodu u pravom smislu, nego kao vrijednost električne aktivnosti negativne elektrode uzimaju srednje vrijednosti elektroda sa preostala dva ekstremiteta.



Prekordijalni unipolarni odvodi

Registruju se pomoću 6 pozitivnih elektroda koje se postavljaju na prednji zid grudnog koša.

V1 - IV interkostalni prostor uz desnu ivicu sternuma

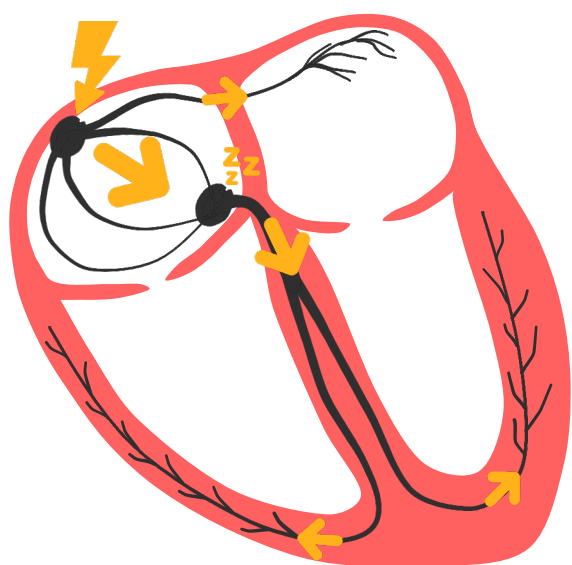
V2 - IV interkostalni prostor uz lijevu ivicu sternuma

V3 - na sredini linije koja spaja V2 i V4

V4 - V interkostalni prostor na medioklavikularnoj liniji

V5 - u liniji sa V4, prednja aksilarna linija

V6 - u liniji sa V4, srednja aksilarna linija



Električni impuls se stvara u **SA čvoru**, koji automatski i potpuno autonomno generiše impulse, frekvencom od 60-80/min, i taj ritam se naziva sinusni ritam. Impuls se duž desne pretkomore širi pomoću tri glavna puta – **internodalni putevi** (prednji, srednji i zadnji). Kako je potrebno stimulirati i kardiomiocite lijeve pretkomore, prema njoj se iz takođe pruža jedan **interatrijalni snop** (Bachmann-ov snop).



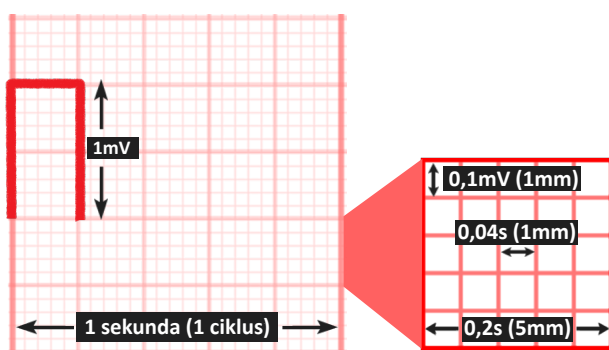
Slijedeća struktura je **AV čvor**, koja služi kao ulazna vrata u komore. Međutim ovdje će doći do zadržavanja električnog impulsa, dajući šansu pretkomorama da završe pražnjenje krvi u komore prije nego što se komore počnu kontrahovati. Razlog za ovo usporavanje je taj što ovdje postoji znatno manje interćelijskih pukotinastih veza, čime se usporava širenje impulsa.



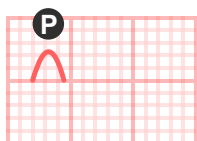
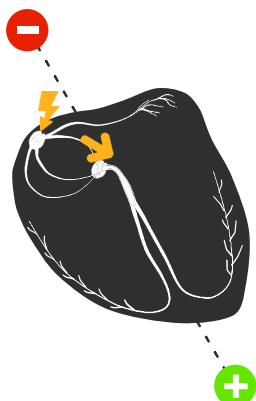
Zatim se nastavlja **Hisov snop** koji polazi od AV čvora i ulazi u interventrikularnu septu. U septi se ovaj snop dijeli na **dvije grane, lijevu i desnu**, snabdijevajući tako lijevu i desnu komoru. Ovdje nećemo ulaziti u dalje detalje anatomije ovih grana. Od ovih grana se u zidovima komora odvajaju mnogobrojna vlakna koja stimuliraju ćelije zida – **Purkinjeova vlakna**.

Dijelovi EKG trake

Traka je podijeljena na kvadrate, a najmanja jedinica trake je kvadrat dimenzija 1x1mm. Pri normalnom baždarenju koje se uobičajeno koristi, visina kvadrata od 1 mm odgovara voltaži od 0,1mV, dok širina kvadrata od 1mm odgovara vremenu od 0,04s. Inicijalno na traci se vidi električna aktivnost koja je pri standardnom baždarenju visine 10 mm (odgovara 1 mV) i širine 5mm (odgovara brzini od 25mm/s).



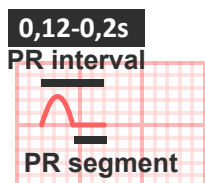
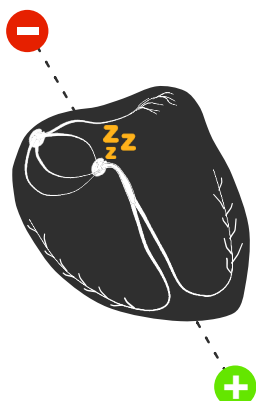
Gledaćemo prikaz električne aktivnosti srca u **drugom odvodu**. Negativna elektroda se nalazi na desnoj ruci, dok se pozitivna nalazi na lijevoj nozi, odnosno pozitivna elektroda „gleda“ srce iz ugla od 60 stepeni.



Prvo što se dešava jeste nastanak impulsa u SA čvoru, a zatim širenje tog impulsa kroz pretkomore. Vektor protoka struje, odnosno srednja vrijednost kretanja svih električnih impulsa je usmjeren slijeva nadesno i naniže. Ovaj talas predstavlja depolarizaciju pretkomora, a naziva se P talas.



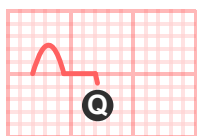
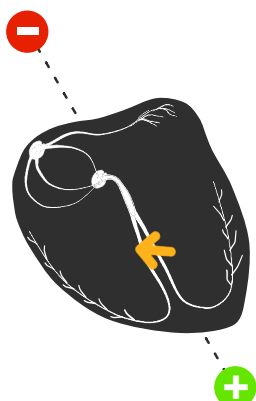
Ćelije postaju **pozitivne** u pravcu **pozitivne** elektrode. Na EKG traci ćemo imati pozitivan talas.



Zatim slijedi period bez aktivnosti. To se odnosi na zadržavanje impulsa u AV čvoru.

Bez električne aktivnosti.

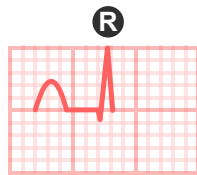
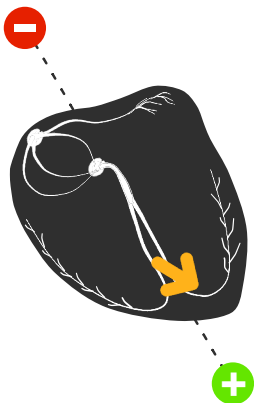
Na EKG traci ćemo imati ravnu liniju.



Nakon ovoga slijedi depolarizacija komora. Prvo što će se desiti jeste depolarizacija septuma, koja polazi uglavnom od lijeve grane Hisovog snopa. Vektor protoka struje će se kretati ka negativnoj elektrodi prvog odvoda, pa ćemo na traci vidjeti negativno kretanje odnosno – Q zubac. On se ne vidi uvijek i normalno njegova amplituda ne prelazi 0,1mV, odnosno nije veći od 1 malog kvadrata.



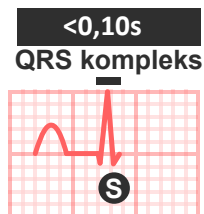
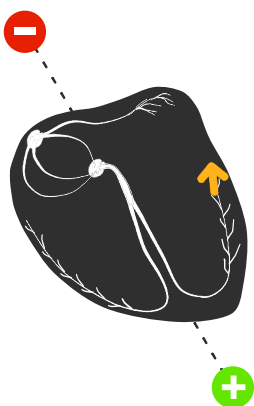
Ćelije postaju **pozitivne** u pravcu **negativne** elektrode. Na EKG traci ćemo imati negativan talas.



Zatim slijedi depolarizacija miokarda komora. Ona se dešava istovremeno u lijevoj i desnoj komori, ali zbog masivnosti zida lijeve komore, srednja vrijednost kretanja električne aktivnosti će biti usmjerena ka lijevo i nadole. Ovo će na EKG traci u drugom odvodu dati pozitivan R zubac.



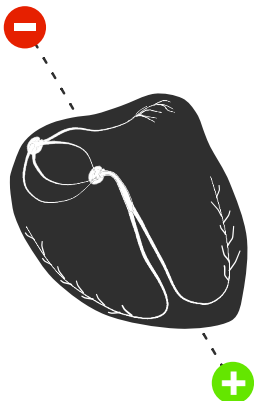
Ćelije postaju **pozitivne** u pravcu **pozitivne** elektrode. Na EKG traci ćemo imati pozitivan talas.



Zadnji dijelovi miokarda koji se depolarizuju su baze, odnosno smjer vektora će biti upravljen ka gore, što znači da se u II odvodu kreće ka negativnoj elektrodi. To će nam na ekg traci u drugom odvodu dati negativan zubac. Depolarizacija miokarda komore je ovim završena.



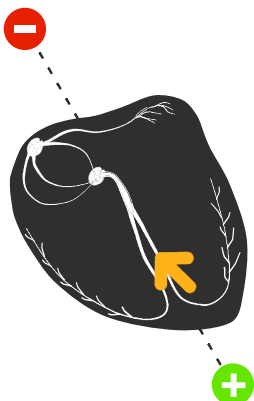
Ćelije postaju **pozitivne** u pravcu **negativne** elektrode. Na EKG traci ćemo imati negativan talas.



Zatim slijedi „pauza“ na EKG-u, odnosno imamo ravnu liniju koja se naziva ST segment. Ćelije miokarda ostaju pozitivne i tokom ST segmenta održavajući kontrakciju, kako bi se dalo vremena krvi da izađe iz komora.



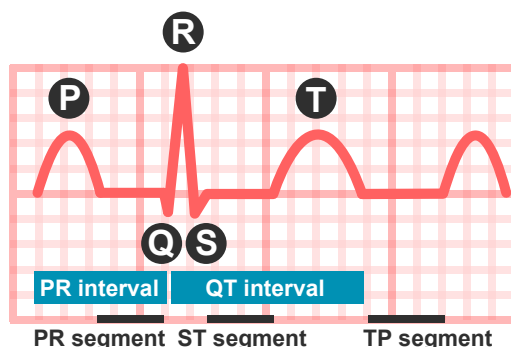
Bez električne aktivnosti u srcu. Na EKG traci ćemo imati ravnu liniju.



Slijedi repolarizacija komora. Repolarizacioni talas putuje unazad, suprotno od smjera depolarizacije. To znači da se ćelije vraćaju u stanje mirovnog potencijala.



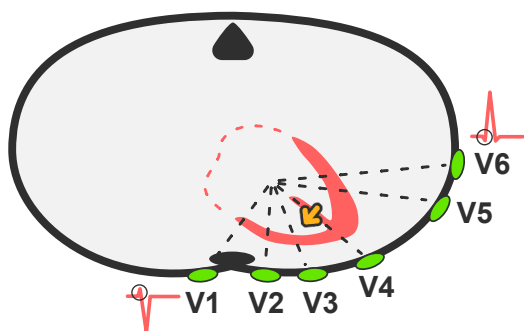
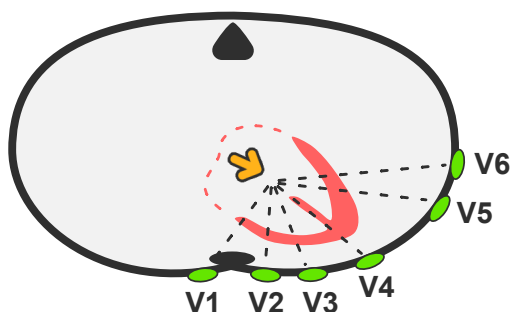
Ćelije postaju **negativne** u pravcu **negativne** elektrode! Na EKG traci ćemo imati negativan talas.



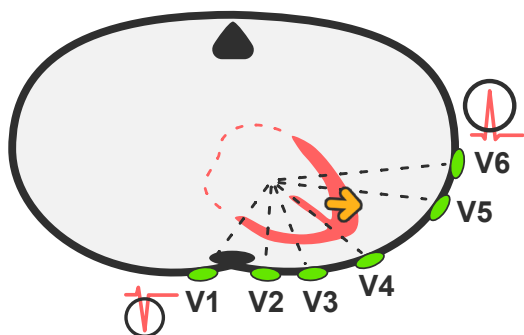
EKG prekordijalnih odvoda

P talas će u V1 odvodu imati bipolarni karakter, odnosno imaće i pozitivan i negativni dio. Glavni vektor kretanja struje u pretkomorama je usmjeren pod pravim uglom u odnosu na V1 odvod.

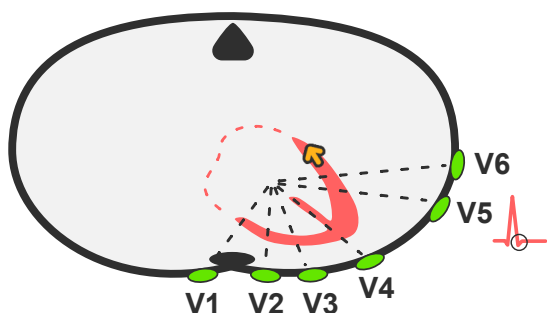
U svim ostalim prekordijalnim odvodima će biti pozitivan, jer se srednji vektor kreće ka pozitivnim elektrodama.



Zatim idemo na QRS kompleks u V1 odvodu. Kako je septum prva struktura koja se depolarizuje, tako ćemo imati mali pozitivan R zubac na EKG-u, jer se depolarizacija kreće ka pozitivnoj elektrodi. Međutim u kasnijim odvodima (V5, V6), talas depolarizacije septuma se udaljava od pozitivne elektrode, pa će se na EKG-u vidjeti mali negativni Q zubac.



Zatim slijedi veći dio QRS-a. R zubac je najmanji, dok je S zubac najveći u V1 odvodu, i taj odnos nam je veoma značajan. Zašto? Zato što se normalno, kako idemo od V1 ka daljim prekordijalnim odvodima, visina R zupca progresivno povećava, dok se S zubac progresivno smanjuje. To je zbog toga što prekordijalni odvodi sa lijeve strane registruju talas depolarizacije koji se kreće prema njima.



Zadnje što nam je ostalo jeste depolarizacija baza komora, odnosno talas depolarizacije se ponovo udaljava od lijevih prekordijalnih odvoda (V4, V5, V6), pa se na EKG-u može vidjeti negativan S zubac. Time je depolarizacija završena.

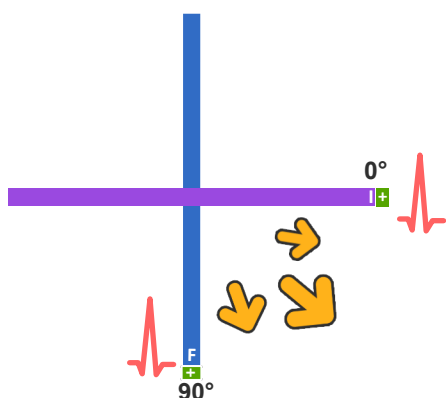
Talas repolarizacije će opet ići suprotno talasu depolarizacije, što će na EKG-u ovih odvoda dati pozitivan T talas. T talas je uglavnom negativan u V1 odvodu, zbog položaja pozitivne elektrode (u ovom odvodu je i R zubac najmanji!).



Prije nego što pređemo na određivanje osovine, veoma je bitno da znamo jednu osnovnu stvar: kada je QRS kompleks pozitivan, negativan ili izoelektričan.

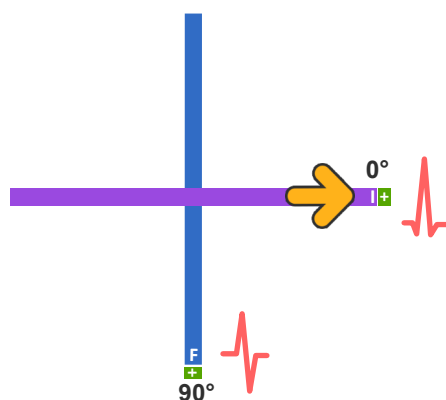
Da bi QRS bio **pozitivan**, visina R zupca mora da bude veća od dubine S zupca. Obrnuto, kada je visina R zupca manja od dubine S zupca, QRS se označava kao **negativan**. **Izoelektrični** QRS pretavlja pojavu kada su R i S zupci jednaki.

Određivanje osovine srca



Prva, i najčešća metoda za određivanje osovine koristi prvi i aVF odvod. Ako se sjetimo da prvi odvod posmatra srce iz ugla od 0 stepeni, a da odvod aVF posmatra srce iz ugla od 90 stepeni, i ako ih predstavimo kao izolovane odvođe, vidjećemo da oni registruju talas depolarizacije i prikazuju ga kao pozitivan upravo u tom opsegu, od 0 do 90 stepeni.

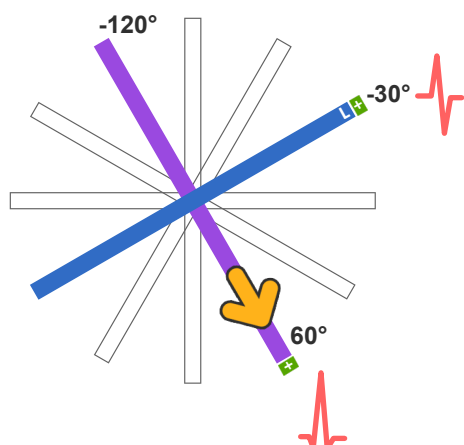
Normalna srčana osovina će uglavnom biti u tom opsegu, pa su nam ova dva odvođa veoma značajna. Šta trebamo vidjeti na normalnom EKG-u? QRS kompleksi će u oba ova odvođa biti pozitivni ako se osovina nalazi u opsegu od 0 do 90 stepeni.



Međutim, ove odvođe možemo koristiti i u slučaju da se osovima nalazi tačno na 0 ili 90 stepeni.

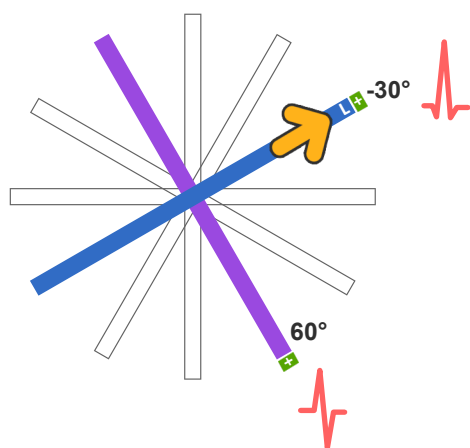
U prvom slučaju, kada se osovina podudara sa prvim odvodom, odnosno ona **iznosi tačno 0 stepeni**, u prvom odvodu ćemo imati pozitivan talas, pošto se talas depolarizacije direktno približava pozitivnoj elektrodi. Ali šta ćemo vidjeti u odvodu aVF? Kako je ovaj odvod pod pravim uglom u odnosu na prvi odvod, tako ćemo u ovom odvodu vidjeti bifazan talas.

Istim principom, ako je QRS kompleks pozitivan u odvodu aVF, a bifazan u prvom odvodu, to će značiti da srčana osovina **iznosi 90 stepeni**.

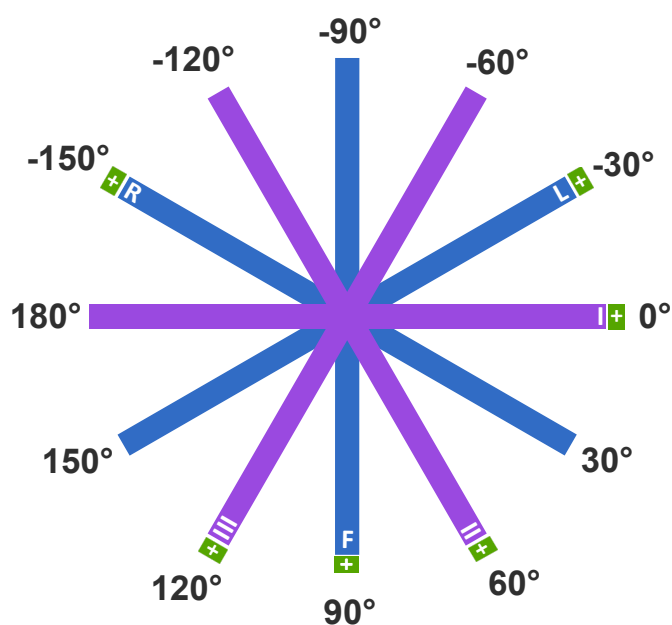


Preciznije određivanje osovine srca

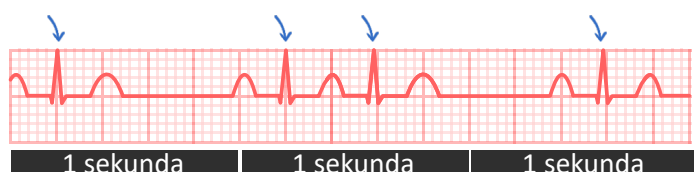
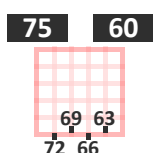
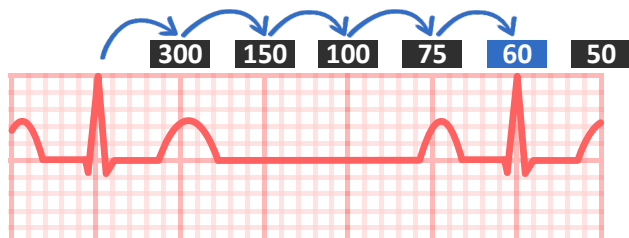
Recimo da na EKG-u imamo pozitivne QRS talase u prvom i aVF odvodu. To nam govori da se osovina nalazi negdje između 0 i 90 stepeni. Da bismo preciznije odredili osovinu, prvo što radimo jeste da tražimo odvod u kojem je QRS kompleks bifazan, odnosno gdje su R i S zupci jednaki. Recimo da smo našli bifazan odvod u aVL odvodu. To će nam reći da je ugao osovine pod pravim uglom u odnosu na ovaj odvod, odnosno da on prati II odvod, a na slici vidimo da to može biti ili -120 stepeni ili +60 stepeni. Pošto vidimo da je QRS kompleks pozitivan u drugom odvodu, to znači da se talas kreće ka pozitivnoj elektrodi, odnosno ka uglu od 60 stepeni, pa u tom slučaju kažemo da osovina iznosi 60 stepeni.



Na ovaj način možemo odrediti osovinu i kada ona iznosi -30 stepeni, što većina kardiologa smatra normalnom pojavom (vrijednosti normalne osovine se kreću između -30 i 90 stepeni). U tom slučaju bifazan talas ćemo naći u drugom odvodu, koji je pod pravim uglom u odnosu na aVL, u kojem će QRS biti pozitivan, a on se nalazi pod uglom od -30 stepeni.



Uglovi posmatranja svih odvoda ekstremiteta.



Ako u 3 sekunde postoje 4 otkucaja, u 60 sekundi će ih biti 80.

Pravilan ritam

Posmatramo II odvod, pošto će u njemu obično biti najrep-
zentativniji R zubac.

Nađemo R zubac koji pada na prvu debelu liniju EKG-a, zato
što će nam to poslužiti kao dobar orijentir za određivanje
frekvence.

Zatim brojimo koliko debelih linija ima poslije tog R zupca,
sve do narednog R zupca, brojeći i tu liniju, međutim to neće
biti standardno brojanje, nego će svaka linija predstavljati
određenu frekvencu, pa je potrebno da te brojeve i
zapamtimo: oni idu ovim redoslijedom: **300, 150, 100, 75,**
60, 50. Tih 6 brojeva nam je dovoljno za početak, pošto se
frekvencija u najvećem broju slučajeva kreće u tom opsegu.

Ovdje možemo odrediti frekvenciju i ako naredni R zubac
pada između dvije debele linije. U tom slučaju računamo
razliku između te dvije linije, odnosno ako te linije npr.
označavaju frekvencije 75 i 60, razlika će nam biti 15. Dalje taj
broj dijelimo sa 5, kako bi vidjeli koliku vrijednost ima svaki
mali kvadrat između te dvije linije. U ovom slučaju svakim
malim kvadratom se frekvencija mijenja za 3.

Nepravilan ritam

Sada ćemo morati posmatrati EKG traku nešto duži
vremenski period nego u prvom metodu. Ovdje ćemo morati
da prebrojimo R zupce u najmanje tri sekunde. 3 sekunde na
EKG traci, pri standardnom baždarenju (25mm/s), će iznositi
15 velikih kvadrata (jedan veliki kvadrat traje 0,2s, što znači
ako pomnožimo sa 15, dobijamo 3 sekunde). Recimo da smo
u tom trajanju prebrojali 4 R zupca kao na slici. To nam znači
da imamo 4 ciklusa u 3 sekunde, i sada sve što treba da
uradimo jeste da taj broj pomnožimo sa 20, kako bismo došli
do broja ciklusa u 60 sekundi, što će u ovom slučaju biti 80
(4*20=80). Time smo približno odredili frekvenciju
nepravilnog ritma srca. Međutim, što više sekundi
posmatramo EKG traku, preciznije ćemo odrediti frekvenciju.
Naravno, u tom slučaju nećemo množiti sa istim brojem:

- Ako koristimo 4 sekunde, množimo sa 15,
- Ako koristimo 5 sekundi, množimo sa 12
- Ako koristimo 6 sekundi, množimo sa 10

