

Postup pri hodnotení EKG krivky

EKG záznam sa pacientovi zhotovuje na základe indikácie, t.j. na základe zváženia jeho symptómov, ktoré udáva pri odbere anamnézy (bolesť na hrudi, dýchaviaca, synkopy, palpitácie a iné) a príznakov, ktoré si všimneme počas fyzikálneho vyšetrenia či už *status praesens generalis*, alebo *localis* na hrudníku. Podľa predpokladanej príčiny (predpokladanej diagnózy) budeme porovnávať „to čo vieme o fyziologickej krivke EKG“ s nálezom na zázname pacienta, pretože odchýlky od normy, ktoré sa hodnota systematicky a interpretujú v zmysle klinických nálezov pomôžu určiť správnu diagnózu.

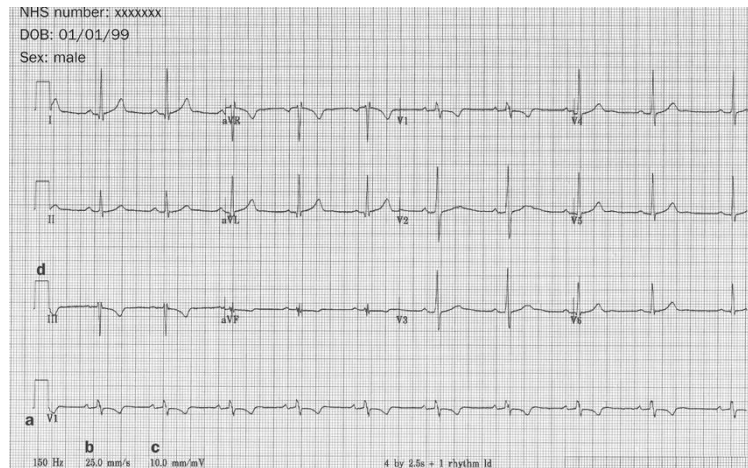
Najprv je potrebné skontrolovať nasledovné údaje

- základné údaje o pacientovi - vek, pohlavie, príčina zápisu EKG
- rýchlosť posunu registračného papiera (štandardne 25 mm/s)
- kalibráciu amplitúdy kmitov a vln (štandardne 1 cm vertikálne = 1 mV)
- dátum a hodinu záznamu, pretože niektoré procesy sú charakteristické svojou dynamikou a je potrebné ju zachytiť

Postupy hodnotenia EKG krivky sa môžu odlišovať medzi jednotlivými zdravotníckymi zariadeniami, prípadne krajinami, ale vždy ide o hodnotenie systematické – t.j. každý záznam hodnotíme rovnako a zaznamenávame numerické a ďalšie údaje, ktoré pozorujeme/ prípadne ich absenciu na EKG krivke. Výsledkom takejto aktivity je potom štandardný popis EKG krivky, ktorý hodnotí: **akciu srdca, rytmus, frekvenciu, el. os, prechodovú zónu, vlnu P, PQ interval, QRS komplex, ST segment a T vlnu v poradí v akom sa na EKG krivke vyskytujú.** Niektoré postupy hodnotia podobne akciu, rytmus, frekvenciu, os, prechodovú zónu a „vlny + kmity“ a „intervaly“ teda všetko ako v prvom príklade ale nie v poradí v akom sa vyskytujú na krivke.

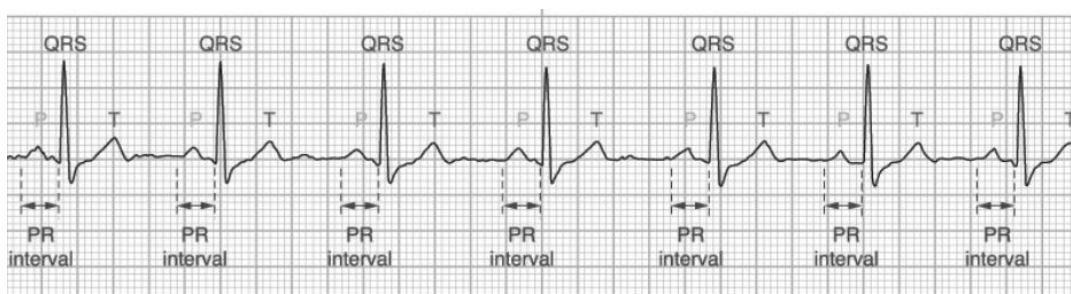
Pri štandardnom zázname sa nám na papieri zobrazujú najprv tri bipolárne končatinové zvody I, II a III a pod nimi (prípadne vpravo od nich) unipolárne zosilnené končatinové zvody

aVR, aVL a aVF (vľavo z nášho pohľadu) a na pravej strane z nášho pohľadu sú to hrudné zvedy V1-V6 (V1-3) v prvom stĺpci a potom V4-6 v druhom stĺpci. Každý z týchto záznamov sa vyhotovuje počas 2,5 sekundy a v dolnej časti EKG niekedy býva 10 sekundový záznam (predĺžený) zvedu V1 alebo II pre zisťovanie prípadných patológií, ktoré sa na 2,5 s zázname nemusia zobrazíť (napr. výpadok jedného QRS komplexu pri AV blokáde). Údaje o kalibrácii a rýchlosti posunu papiera sú dolu pod záznamom – pozri obrázok.



1. Akcia srdca

Pri pohľade na EKG krivku si môžeme všimnúť určitú pravidelnosť (nepravidelnosť) výskytu jednotlivých depolarizácií srdca. Ak zoberieme pravítko a odmeriame vzdialenosti R-R kmitov zistíme, že vzdialenosti medzi vrcholmi kmitov R sú približne rovnaké – pozri obrázok. Slovo približne je na mieste z dôvodu respiračnej sínusovej arytmie – úplne rovnaké by boli napríklad v prípade, že rytmus srdca určuje pacemaker, ktorý pravidelne (s pravidelnosťou prístroja) aktivuje srdce, čo v biologických podmienkach ľudského tela možné nie je, pretože aktivita srdca je pod vplyvom autonómneho nervového systému.



Čiže akcia srdca môže byť pravidelná – ak sú vzdialenosti RR rovnaké, nepravidelná – ak sú vzdialenosti RR rozdielne a ešte existuje alternatíva, ktorá si trochu odporuje a síce, že akcia srdca je pravidelne nepravidelná. To znamená, že existuje určitá odchýlka (nepravidelnosť), ktorá sa pravidelne opakuje napríklad po každých dvoch systolách prichádza extrasystola, alebo po každom QRS komplexe ďalší QRS vypadáva. Už pri tomto prvom „zistovaní“ pravidelnosti akcie srdca vieme určiť prítomnosť predsieňovej fibrilácie, ktorá je jedinou arytmiou, kde je akcia srdca nepravidelná. Pozrime sa na obrázky: Horný – akcia srdca pravidelná, stredný – akcia srdca nepravidelná, spodný – akcia srdca pravidelne nepravidelná – tento posledný výraz znamená, že na EKG zázname sa vyskytuje nejaká nepravidlenosť (odchýlka od sínusového rytmu) a táto sa opakuje s určitou pravidelnosťou (napr. výpadok QRS komplexu po každej druhej P vlne, prítomnosť extrasystoly po dvoch normálnych systolách a podobne).



2. Rytmus srdca

Rytmus srdca hovorí o tom, kde sa tvoria vzruchy pre činnosť srdca, ktorá časť prevodového systému udáva tempo činnosti srdca, nakoľko vieme, že existuje gradient automacie v srdci. Najrýchlejšie sa spontánne depolarizujú bunky SA uzla – približne 60-100 x za minútu a sinusový rytmus je fyziologickým rytmom srdca. V prípade, že SA uzol z rôznych príčin nepracuje (sinus arrest), alebo sa vzruchy z neho neprenášajú na svaloviny predsiení (SA

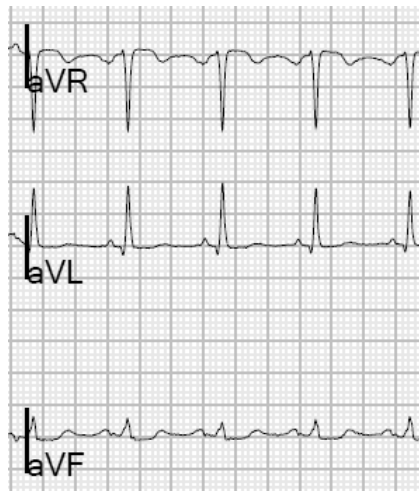
blokáda) tak dochádza k aktivácii náhradných (sekundárnych) pacemakerov a vzniká junkčný, prípadne komorový rytmus. Ak je činnosť prevodového systému nedostatočná a hrozí, že by nebolo možné dosiahnuť potrebný srdcový výdaj, tak je možné pacientovi zaviesť kardiostimulátor – prístroj, ktorý sa implantuje pod kožu hrudníka a jeho elektróda najčastejšie zavedená v komore udáva rytmus (rytmus pacemakera).

Ako spoznáme na EKG sinusový rytmus?

Ak sa vzruchy tvoria v SA uzle, následne depolarizujú svalovinu predsiení, prechádzajú AV junkčnou zónou a na záver depolarizujú svalovinu komôr tak na EKG vidíme nasledovné znaky:

- a) Každá P vlna je nasledovaná komorovým komplexom QRS
- b) P vlna má správnu polaritu – je pozitívna vo zvodoch I, II a aVF a negatívna vo zvode aVR (vzruch pri depolarizácii predsiení sa šíri od SA uzla smerom ku AV zóne – t.j. od zvodu aVR ku zvodu aVF)
- c) PQ interval je fyziologický od 0,12 do 0,20 s a konštantný od úderu k úderu
- d) Frekvencia srdca je od 60 do 100 úderov za minútu.

Nemožno sa uspokojiť s tvrdením, že ak je na EKG prítomná P vlna, tak ide o sínusový rytmus. Nakoľko P vlna môže vychádzať z dolnej časti predsiení, môže ísť o „kráčajúci pacemaker“ alebo inú abnormalitu a preto musíme brať do úvahy predovšetkým polaritu P vlny ako aj ďalšie kritériá a širší kontext.



Podľa ročníka štúdia v ktorom sa nachádzate by ste mali byť schopní určiť, či ide o sínusový rytmus alebo nie. To je základ. Ak rytmus nie je sínusový potom môže byť predsieňový, junkčný alebo komorový a rytmus pacemakera. Navzájom sa odlišujú miestom tvorby vzruchov, prítomnosťou a polaritou P vlny, šírkou QRS komplexu a frekvenciou. Pre zjednodušenie sú v texte uvedené len veľmi stručné charakteristiky jednotlivých rytmov.

Predsieňový rytmus – vzruch sa tvorí kdekoľvek v predsieňach, preto je P vlna prítomná. Jej tvar a polarita závisí od toho, kde je toto miesto vzhľadom k SA uzlu, čím bližšie k SA uzlu, tým viac sa podobá na sínusový, čím bližšie k AV zóne, tým viac sa podobá na junkčný rytmus (s P vlnou negatívnou v aVF a pozitívnu aVR). Príkladom predsieňového rytmu je tzv. kráčajúci pacemaker – wandering pacemaker, kedy funkciu pacemakera preberá vždy iná časť predsiení a na zázname je vidieť rôzne tvary, trvania a polarity P vln. Frekvencia predsieňového rytmu.

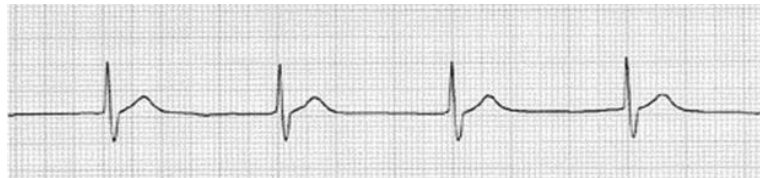
Junkčný rytmus – vzruch sa tvorí v junkčnej zóne s frekvenciou 40-50/min a môže vychádzať zo zóny bližšie pri predsieňach, intermediárnej zóny a zóny bližšie pri komorách. Proximálne junkčné rytmy majú P vlnu s obrátenou polaritou, ktorá predchádza QRS, rytmy z intermediárnej zóny majú P vlnu skrytú v komplexe QRS a distálne junkčné rytmy majú P vlnu, ktoré je paradoxne až sa komplexom QRS, lebo vzduch sa šíri z tejto oblasti rýchlejšie na komory, ktoré podráždi (QRS) a pomalšie retrográdne na predsieň (retrográdna polarita P vlny).

Komorový rytmus – vzruch vzniká v komore a preto mu chýba vlna P. Vzruchy sa tvoria s pomalou frekvenciou okolo 30/min a tvar komorových komplexov je zmenený – ak sa tvoria nad bifurkáciou ramienok môžu mať do 0,12 s, ak sa však tvoria pod bifurkáciou ramienok sú vždy QRS komplexy rozšírené a deformované (nemajú fyziologickú morfológiu), vlna T býva spravidla diskordantná, pretože ak prebieha patologicky depolarizácia, tak repolarizácia tiež nebude prebiehať fyziologickým spôsobom.

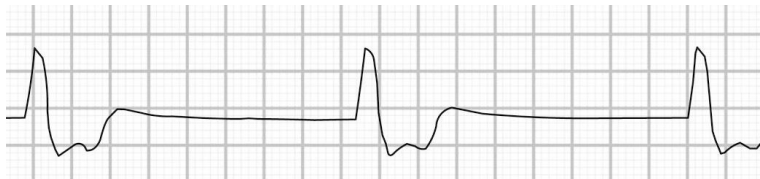
Sínusový rytmus



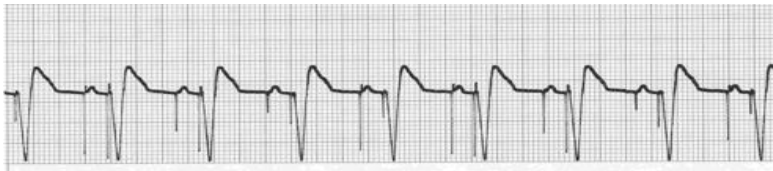
Junkčný rytmus



Komorový rytmus



Rytmus pacemakera



Pri určovaní srdcového rytmu sa teda riadime

- prítomnosťou/absenciou P vlny
- polaritou P vlny
- šírkou a tvarom komorového komplexu



00/1111, poje o aktivny komorovy rytmus.

3. Frekvencia srdca

Frekvencia srdca je číselná hodnota, ktorá vyjadruje koľko krát za minútu srdce vyčerpá krv do aorty, resp. pľúcnice. Je to dôležitý parameter určujúci minútový výdaj srdca (cardiac output). Fyziologická frekvencia srdca je od 60-100/min a je určená charakteristikou sínusového rytmu – v tomto rozpätí je dostatočný srdcový výdaj, pri dostatočnom čase na

relaxáciu srdca v diastole a jeho naplnenie krvou, na všetky elektrofyziologické i mechanické procesy. Pri znižovaní frekvencie srdca sa srdcový výdaj znižuje, rovnako tak pri zvyšovaní frekvencie sa mení – najprv stúpa so zvyšujúcou sa frekvenciou, následne so skracovaním diastoly pri vysokých frekvenciách sa obmedzuje plnenie komôr ako aj čas potrebný pre koronárnu perfúziu a preto srdcový výdaj klesá a dochádza k relatívnemu a u niektorých pacientov aj absolútnemu nepomeru medzi potrebou a dodávkou kyslíka do myokardu.

Frekvenciu srdca môžeme určiť rôznymi spôsobmi. Uvádzame jednoduchý spôsob, ktorý určí približnú – orientačnú hodnotu frekvencie srdca, čo nie je zásadný problém, lebo vzhľadom k hodnote srdcového výdaja je jedno, či je frekvencia srdca 75-72-78/min (v rozpätí normálnych hodnôt), či je 30-33-37 (bradykardia), alebo 178-175-184 (tachykardia), preto sa môžeme uspokojiť s orientačnou hodnotou.

Pri posune papiera 25 mm/s je možné frekvenciu srdca vypočítať pomocou vzorca 300: počet veľkých štvorcov (5x5 mm) na papieri, ktoré sa nachádzajú medzi R-R kmitmi. Totižto: vzdialenosť medzi tenkými kolmými čiarami je 1 mm, čo je 0,04s (1s delená 25 = 0,04s). Medzi hrubými kolmými čiarami je vzdialenosť 5 mm, čo je 0,2s. Tieto časové charakteristiky nám stačia na stanovenie frekvencie

300: 1 (ak je medzi RR kmitmi jeden štvorček – frekvencia srdca je 300/min)

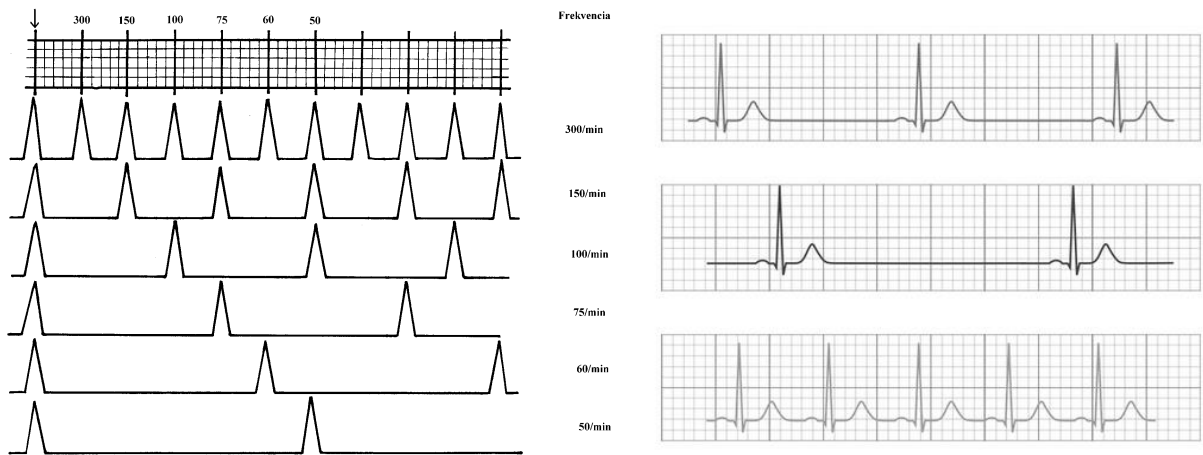
300:2 (ak sú medzi RR kmitmi dva štvorčeky, frekvencia srdca je 150/min)

300:3 (ak sú medzi RR kmitmi tri štvorčeky, frekvencia srdca je 100/min)

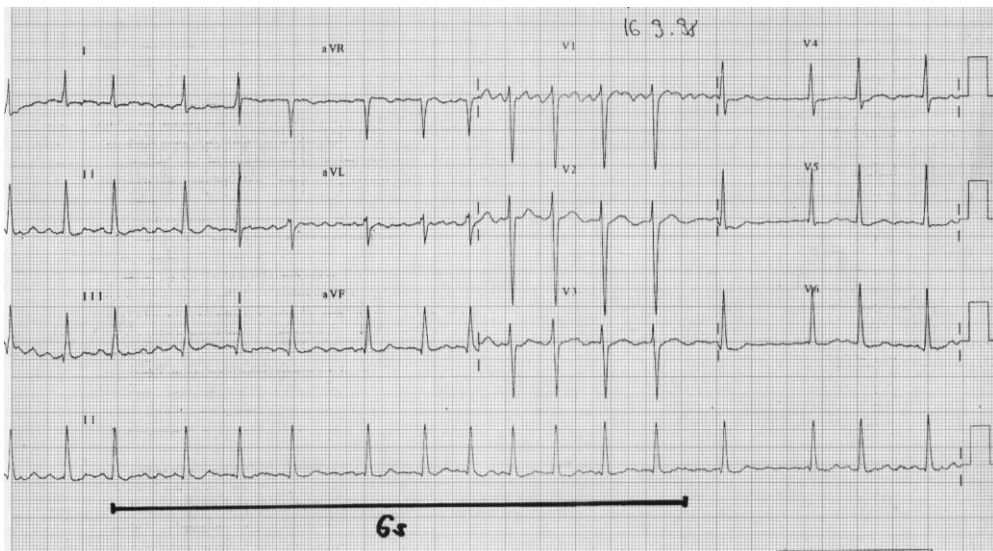
300:4 (ak sú medzi RR kmitmi štyri štvorčeky, frekvencia srdca je 75/min)

300: 5 (ak je štvorčekov 5 – frekvencia srdca je 60/min) a takto by sme mohli pokračovať.

Vždy nájdeme taký R kmit, ktorý leží na hrubej čiare, a odpočítame počet štvorcov po najbližší R kmit – tento postup je možné použiť vtedy, ak je akcia srdca pravidelná, pretože pri nepravidelnej akcii budú naše výpočty veľmi nepresné a je nutné použiť iný postup.



Pri nepravidelnej akcii srdca je nutné stanovovať frekvenciu srdca z dlhšieho úseku EKG záznamu, ktorý obsahuje časti záznamu s vyššími aj nižšími frekvenciami, aby sme mohli objektívnejšie určiť ich minútovú hodnotu. Uvedenú podmienku spĺňa napr. vybratie troj-, šesť-, či desať sekundového úseku na zázname ekg krivky. V týchto úsekoch potom zistíme počet QRS komplexov a násobíme ich 20, 10 alebo 6. Dostaneme tak reálnu minútovú hodnotu frekvencie QRS komplexov.



Záznam Ekg v II. štandardnom zvide (dolná časť záznamu) je dosť dlhý na to, aby sme pod ním mohli urobiť úsečku predstavujúcu 6 s úsek a v tomto úseku spočítame všetky QRS komplexy.

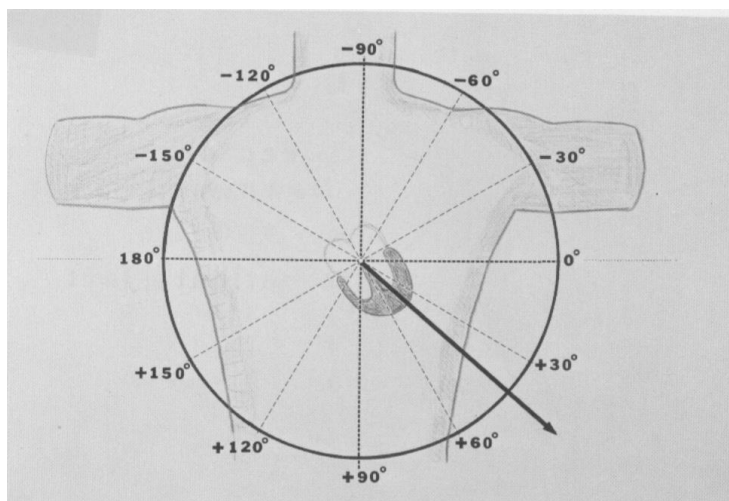
4. Elektrická os srdca

Elektrickou osou srdca nazývame virtuálnu os, ktorá ukazuje výsledný smer a veľkosť elektrického potenciálu vznikajúceho pri depolarizácii svaloviny srdcových komôr. Samozrejme, že aj depolarizácia predsiení má smer a ten tvorí virtuálnu os predsiení vzhľadom na pomer svaloviny predsiení a komôr je os predsiení pri hodnotení EKG krivky zanedbateľná.

Aj repolarizačný proces v komorách a predsieňach má určitý smer a tvorí repolarizačnú os príslušných častí srdca. Pre praktické potreby v elektrokardiografii sa však bežne používa len elektrická os vznikajúca ako výsledok depolarizácie srdcových komôr a nazýva sa **elektrickou osou srdca**. Os je určená nielen jej **smerovaním, ale aj veľkosťou**. Môžeme ju teda považovať za **vektor**.

Vieme, že depolarizácia v srdci sa v prípade fyziologického sínusového rytmu šíri smerom od SA uzla ku AV junkcii a následne na myokard komôr, pričom orientačne môžeme konštatovať že smeruje sprava zhora, doľava dolu. Teda akoby od pravého ramena smerom do ľavej dolnej končatiny.

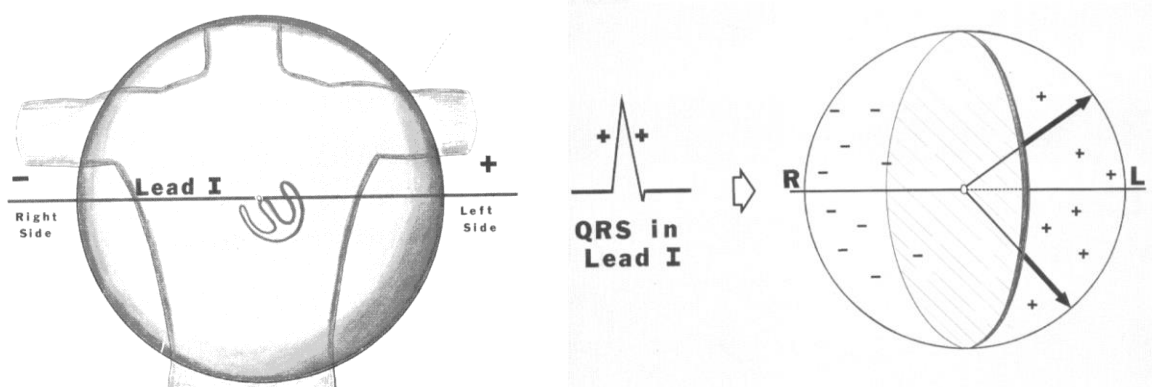
Existuje niekoľko spôsobov ako určiť elektrickú os srdca, niektoré sú náročnejšie, iné menej, my si ukážeme spôsob, v ktorom budeme využívať dva zvody ako to I. štandardný zvod, ktorý smeruje „sprava doľava“, lebo on prebieha horizontálne (keď si predstavíme stojaceho človeka s rozpaženými končatinami, tak akoby smeroval z pravej končatiny do ľavej. Druhým zvodom, ktorý použijeme je zvod aVF, ktorý je na zvod I. kolmý a smeruje „zhora dolu“. Tieto dva zvody vytvárajú systém súradníc, ktorý rozdeľuje 360°kruh na štyri základné kvadranty, v ktorých budeme určovať lokalizáciu el. osi. Pri tomto spôsobe teda nebudeme presne vedieť koľko „stupňov“ je odchýlená el. os, budeme vedieť orientačne, či sa nachádza vo fyziologickom kvadrante (0 až + 90°), alebo je vychýlená smerom doľava (0 až -90 °), prípadne doprava (+90 až + 180°), alebo extrémne doprava (+180 až -90 °) podľa orientácie polarity QRS kmitov v daných zvodoch.

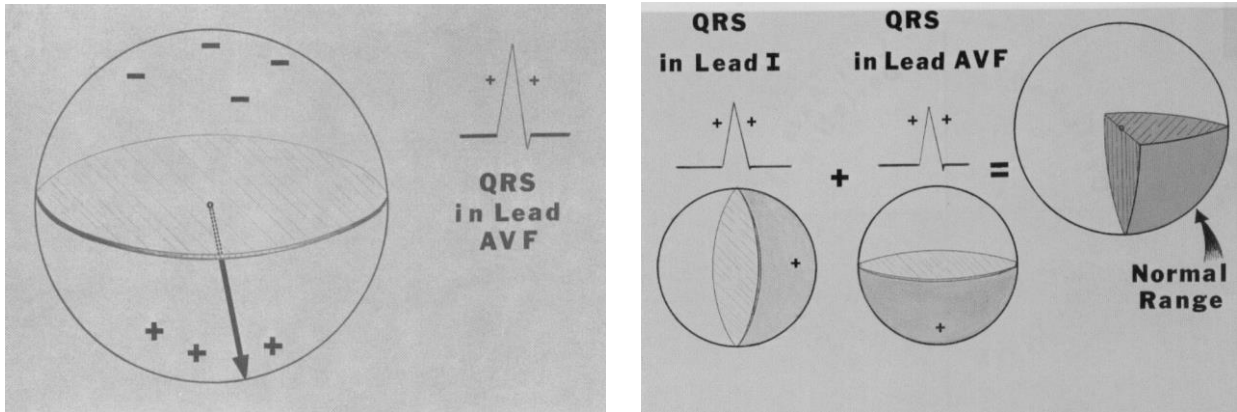


Stanovenie elektrickej osi srdca napomáha určiť smer šírenia depolarizácie v srdci a môže poukazovať napríklad na hypertrofiu komôr, alebo ich „elektrickú“ prevahu pri poruchách prevodu v komorách, či ich preťažení. Ide o metodiku určovania el. osi srdca podľa Dubina publikovanú v roku 1989.

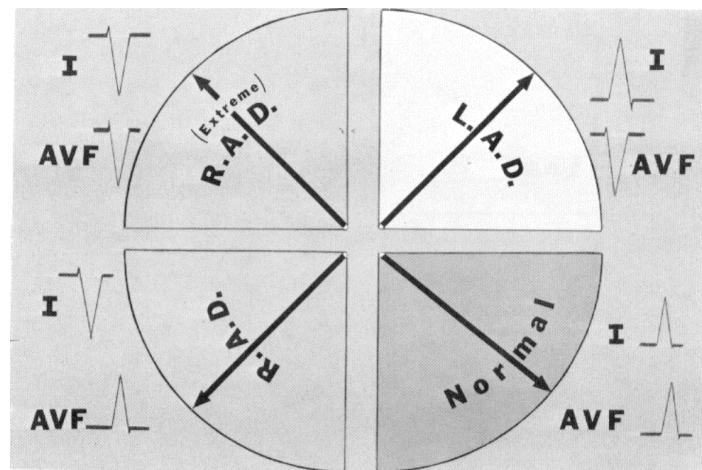
Ako presne uplatníme tento postup?

Pozrieme sa do zápisu I. štandardného zvodu, či je celková amplitúda QRS komplexu pozitívna, alebo negatívna. Ak je QRS komplex vo zvide I. pozitívny (prevažne pozitívny) – nemusíme presne merať na mm jednotlivé kmity – v tom prípade to znamená, že depolarizácia sa šíri sprava (z SA uzla, ktorý je v pravej predsieni) smerom doľava. Ešte zistíme, či sa depolarizácia šíri aj zhora dolu (od SA uzla smerom do junkčnej zóny a potom ďalej do komôr. O tom sa presvedčíme vo zvide aVF. Ak je aj vo zvide aVF QRS komplex prevažne pozitívny, tak elektrická os srdca leží vo fyziologickom kvadrante.





Podobným spôsobom vieme určiť, či sa el. os nachádza v kvadrantoch poukazujúcich na ľavotyp, pravotyp, prípadne extrémnu dextropozíciu el. osi srdca. Ak sú QRS komplexy v oboch týchto zvodoch negatívne, os je otočená extrémne doprava. Ak je QRS v I. zvide pozitívne a v aVF negatívne ide o rotáciu osi doľava a ak je QRS v I. zvide negatívne a v aVF pozitívne, ide o rotáciu osi doprava. Ide o určovanie el. osi vo frontálnej rovine.



5. Prechodová zóna

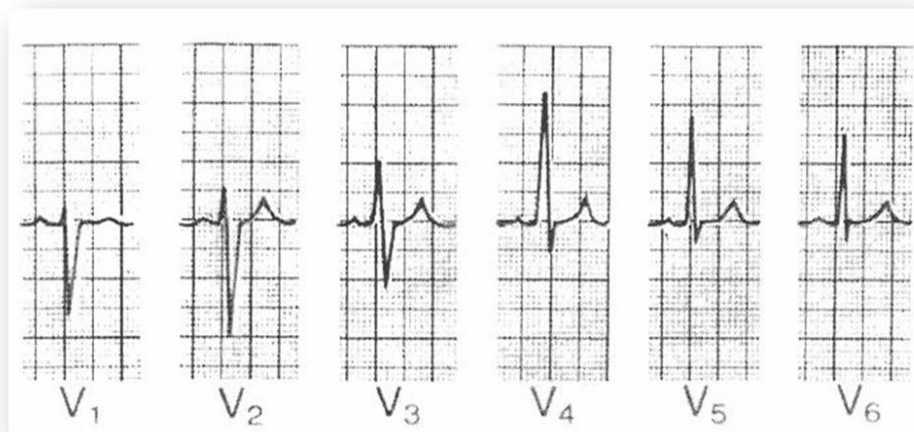
Srdce je trojrozmerný orgán a preto nie je celkom možné sa uspokojiť len s konštatovaním, či sa el. os srdca vo frontálnej rovine nachádza vo fyziologickom kvadrante, prípadne mimo neho. Preto pre doplnenie informácie o spôsobe šírenia depolarizácie v komorovom systéme sledujeme, kde sa nachádza v prekoridálnych zvodoch tzv.

prechodová zóna. Tento parameter nám napovie, či sa depolarizácia šíri správne a síce, že rovnováha medzi depolarizáciou pravej a ľavej komory sa nachádza vo zvodoch V3-V4.

Z fyziológie vieme, že depolarizácia komorového systému je trojfázová (preto 3 kmity Q, R, S) a v každej fáze depolarizácie el. vektor depolarizácie smeruje určitým smerom.

1. fáza je depolarizácia septa zľava doprava (začína ľavým ramienkom). V tejto fáze vektor smeruje doprava ku zvodom V1a V2 (tieto zvody zaznamenávajú malú pozitívnu výchylku – kreslí sa malé r) a smeruje od zvodov V5 a V6 (tieto zvody zaznamenávajú negatívnu výchylku – malé q).
2. fáza je depolarizácia oboch komôr súčasne od subendokardu k epikardu, šíri sa rýchlo po Purkyňových vláknach, avšak, keďže ľavá komora má hrubšiu svalovinu (pravá komora je cca 1/3 z ľavej komory) tak aj el. vektor, ktorý sa v tejto fáze generuje smeruje prevažne doľava. Jeho amplitúda je v porovnaní s predchádzajúcim kmitom veľké, tento kmit „kreslí“ svalovina ľavej komory. Vo zvodoch z pravého prekordia preto vidíme zápis kmity S a vo zvodoch z ľavého prekordia vidíme zápis kmity R, pričom R postupne narastá od V1-V6.
3. fáza je dokončenie depolarizácie výtokového traktu ľavej komory, kde je svalovina hrubšia ako inde, vektor v tejto fáze smeruje dohora a „doprava“ a preto sa zapíše vo zvodoch V5 a V6 ako malé s a vo zvodoch V1 a V2 sa nezapíše, lebo jeho amplitúda je malá.

Keď sa pozrieme na rozloženie fyziologických tvarov komplexov QRS okolo „srdca“ všimneme si, že rovnako pozitívne ako negatívne kmity R a S sa nachádzajú približne vo zvodoch V3 a V4 – vidíme, že QRS komplex sa mení z primárne negatívneho do pozitívneho práve v týchto zvodoch a to je naša hľadaná prechodová zóna.



Keď sme zhodnotili týchto 5 základných bodov – akcia srdca, rytmus, frekvencia, el. os a prechodová zóna, vrátime sa na začiatok EKG záznamu a budeme jedno za druhým hodnotiť vlny, kmity, intervaly – tu existuje niekoľko spôsobov, my predstavíme postup P, PQ, QRS, ST, T – čiže postup hodnotenia vln, kmitov, intervalov v takom poradí ako sa fyziologicky na EKG nachádzajú.

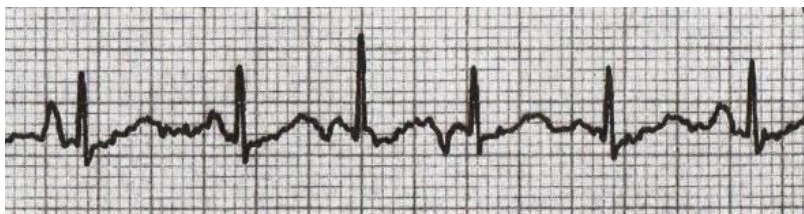
6. P vlna

Vlna P predstavuje depolarizáciu predsiení a už sme sa ňou zaoberali, keď sme zisťovali, či je rytmus srdca sínusový, alebo nie, nakoľko bolo potrebné zistiť, či je vlna P prítomná, či každá je nasledovaná komorovým komplexom a či je v aVR negatívna a v aVF pozitívna.

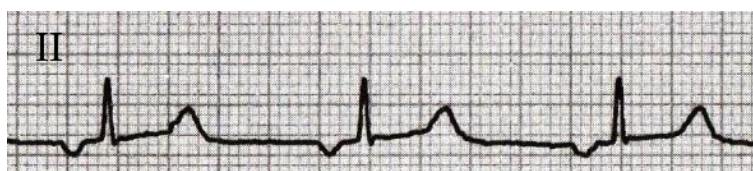
Fyziologická vlna P teda

- je prítomná
- má správnu polaritu (aVR negatívna a v aVF pozitívna)
- má správny tvar jednoduchého oblúčika, je skôr malá a nenápadná tak, že niekedy nie je možné s určitosťou zistiť, či ju na zázname vidieť. Mali by sme ju vidieť vo zvodoch II a V1, pretože sa pozerajú na predsieň z „najlepšieho“ uhla. Vo zvodoch V1 a V2 môže byť vlna P aj bifázická, nakoľko zachytáva dva rôzne vektory (vektor pravej predsieň a vektor ľavej predsieň), ktoré v končatinových zvodoch skôr splývajú.
- má trvanie 0,09-0,11 s
- má amplitúdu max 2,5 mm.

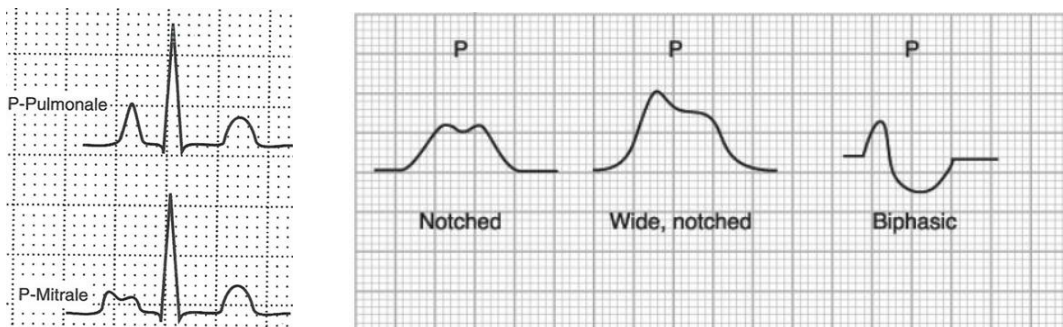
Vlna P môže vykazovať rôzne odchýlky amplitúdy, trvania, tvaru, či polaritu, ku ktorým dochádza pri poruchách tvorby vzruchov, alebo pri zväčšení (hypertrofii) predsiení.



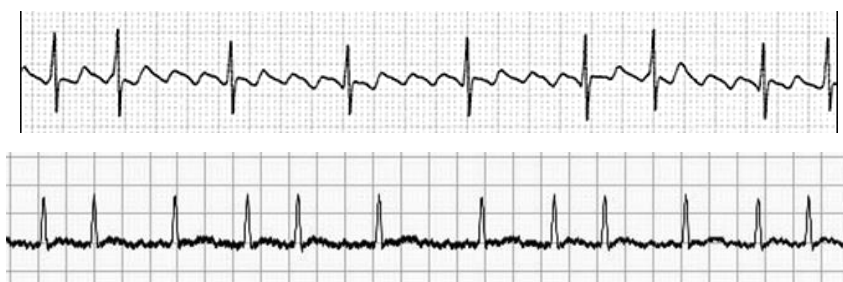
Prítomnosť rôznych tvarov P vln na jednom zázname poukazuje na prítomnosť viacerých ložísk extra vzruchov, ktoré postupne udávajú rytmus srdca – tzv. wandering pacemaker (multifokálna prediseňová tachykardia).



Vo zvode II je P vlna tak ako aj QRS komplex vždy pozitívny (v prípade sin. rytmu) – tu vidím retrográdnú P vlnu – vlnu, ktorá je vo zvode II negatívna – znamená to, že vzniká niekde v dolnej časti predsiení, alebo junkčnej zóny a šíri sa na predsieň „zdola“ – určite by bola pozitívna v aVR zvode.



Tvarové zmeny P vlny – pri hypertrofii pravej a ľavej predsieňe



Flatrové vlny „F“ – pravidelné, vysoké, hrotnaté, podobné zubom píly, fibrilačné vlnky „f“ pri fibrilácii predsiení, kedy sa predsieň nedepolarizuje ako celok, len malé okruhy jej svaloviny.

P vlna mu

7. PQ interval

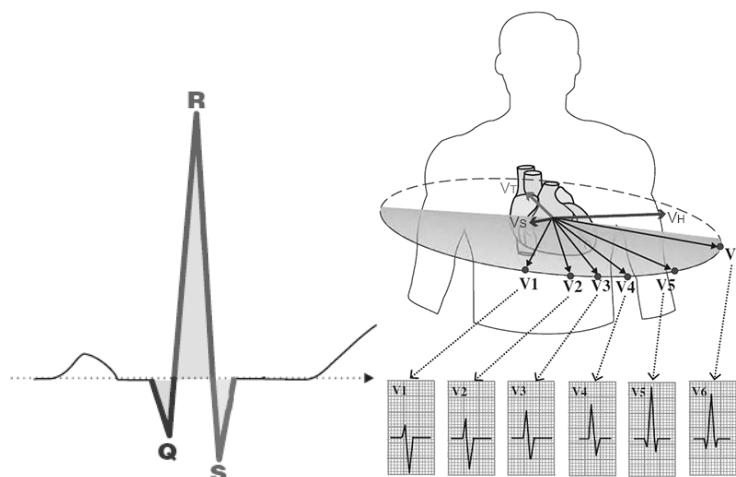
PQ interval (PR interval) je úsek od začiatku vlny P po začiatok komorového komplexu a keďže sa komorový komplex v niektorých zvodoch začína kmitom Q a v iných kmitom R tak názvy PQ interval a PR interval sú vlastne identické a zameniteľné. Hlavnou charakteristikou tejto časti úseku je jeho trvanie a to od 0,12-0,20 s, pri posune papiere 25 mm/s je to od 3 do 5 mm. Je to doba predsieňo-komorového prevodu. PQ interval môže byť fyziologický, kedy dochádza k žiadanému spomaleniu prevodu vzruchu v AV oblasti z dôvodu, aby komora bola pri svojej systole dostatočne naplnená a aby jej v dostatočnom časovom odstupe predchádzala systola predsienií. PQ interval môže byť predĺžený nad 0,21, k čomu dochádza pri poruchách prevodu v AV oblasti (AV blokády), alebo môže byť skrátený z dôvodu zrýchleného prevodu vzruchu na komoru cez akcesórnu patologickú dráhu, ktorá vzruch prevedie na komoru rýchlejšie než AV zóna, ktorej elektrofyziologické vlastnosti rýchly prevod v zásade neumožňujú (bunky s nízkym membránovým potenciálom, málo gap junctions a konvergencia vodivých vlákien). Pri týchto syndrómoch tzv. preexcitácie je PQ skrátené a komorový komplex rozšírený o tzv. delta vlnu, ktorá však nemusí byť prítomná pri všetkých typoch preexcitácie. Nebezpečenstvo tejto akcesórnej dráhy je v tom, že za určitých patologických okolností môže byť príčinou vzniku re-entry okruhu a závažných arytmií, ktoré tento okruh vyvolá.



Fyziologický, predĺžený a skrátený PQ interval.

8. QRS komplex

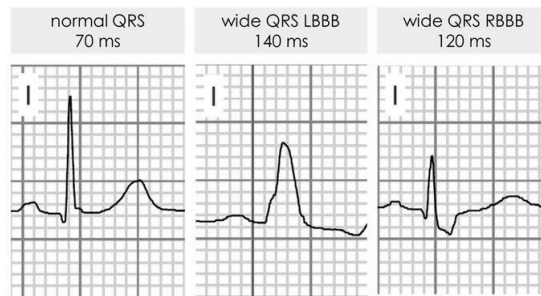
QRS komplex predstavuje depolarizáciu komôr, ktorá prebieha veľmi rýchlo od subendokardu k epikardu tak, aby sa dosiahla koordinovaná depolarizácia a aj koordinovaná kontrakcia komorovej svaloviny ako celku.



Proces depolarizácie komory prebieha v troch fázach, ktorých výsledný vektor vždy smeruje iným smerom (preto kmity Q, R a S majú rozdielnú polaritu), čo bolo detailne vysvetlené v podkapitole o prechodovej zóne.

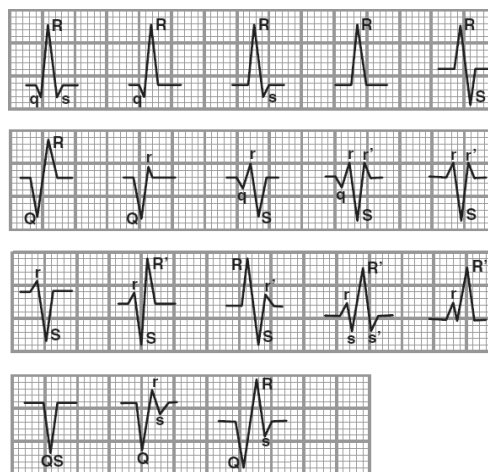
QRS komplex má byť:

- štíhly (0,11 s) a jeho rozšírenie nad 0,12 znamená poruchu vnútrokomorového vedenia
- správne konfigurovaný (tvar rS v pravom prekordiu, prechodová zóna vo V3-4 a tvary qRs v ľavom prekordiu)
- kmit R postupne narastá
- nie je prítomný patologický kmit q (trvanie nad 0,04 s a amplitúda viac ako 1/3 R v príslušnom zvide), ktorý je vždy dôkazom prekonanej nekrózy kardiomyocytov v danej oblasti.

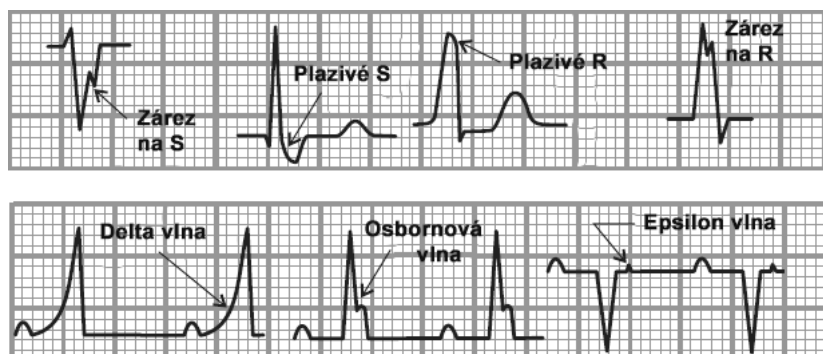


Fyziologické a abnormálne trvanie QRS komplexov

Tvary QRS komplexov majú svoje špecifické názvoslovie v závislosti o veľkosti amplitúdy daného kmitu sa volí malé, či veľké písmeno – Q,R,S sa používa pre dominantné kmity, q, r, s, pre kmity, ktoré nepresahujú polovicu dominantných kmitov.

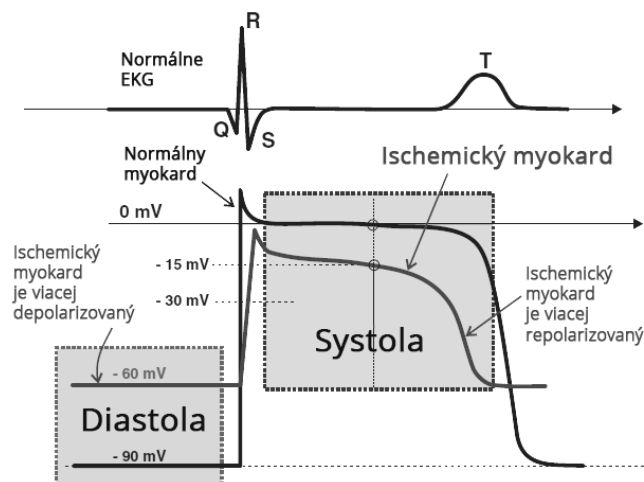


Na QRS komplexe môžeme pozorovať rôzne abnormality v tvare, napríklad zákmity, zárezy, nazývané inak aj fragmentácia QRS. Vznikajú pri blokádach ramienok, pri poruchách koncentrácie iónov, či preexcitácii. Hodnotia sa vždy v kontexte s anamnézou a klinickým stavom pacienta.

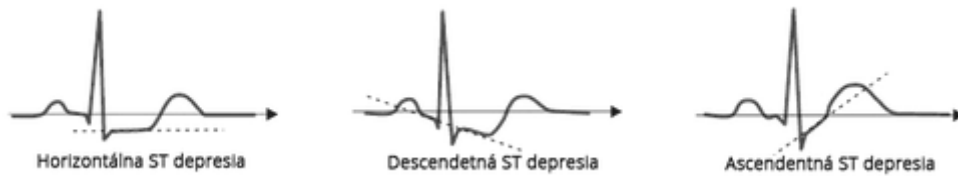


9. ST segment

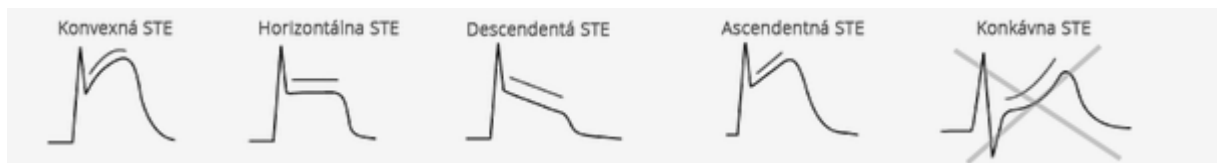
ST segment sa zapisuje na EKG počas elektrickej systoly komôr, kedy sú všetky komorové vlákna nepolarizované a myokardom v danom čase „netečie“ elektrický prúd. Čiže neexistujú dve miesta s rozdielnym potenciálom – všetky vlákna majú rovnaký potenciál – preto sa nezapisujú vlny ani kmity, ale rovná izoelektrická čiara. ST segment prechádza z komorového komplexu v tzv. bode J a ak sa tento bod nenachádza v izoelektrickej línii, sledujeme depresie, alebo elevácie ST segmentov. Tieto odchýlky znamenajú, že myokardom v danom čase „tečie“ prúd, čiže existujú tu dve miesta s rozdielnym potenciálom, ktoré umožňujú tok „prúdu“ – najčastejšie v súvislosti s ischemickou chorobou srdca hovoríme o ranovom prúde – od slova rana, poraniť. Ak sa ranový prúd šíri „ku elektróde“ zaznamenávame pozitívnu deviaciu – eleváciu ST segmentu, ak sa šíri od elektródy, vtedy zaznamenávame negatívnu deviaciu – depresiu ST segmentu.



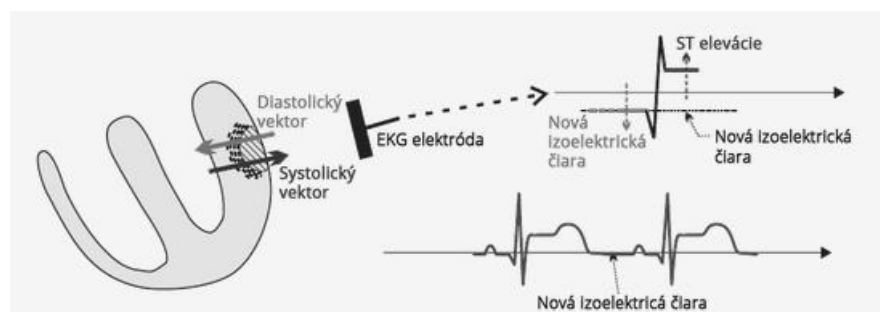
Nie všetky depresie a elevácie hneď musia indikovať poškodenie srdca, niektoré z nich sa môžu vyskytovať aj v rámci fyziologických variácií normálneho elektrocardiogramu. Vo vzťahu k ischemickej chorobe srdca sú dôležitým nálezom depresie ST segmentu – zisťuje sa 80 ms (dva malé štvorčky) po J bode – a to predovšetkým descendentné a horizontálne, ktoré musia nasledovať v minimálne dvoch susediacich zvodoch a depresia má viac ako 0,5 mm. Vždy sa takéto nálezy hodnotia v klinickom kontext s tým, aké má pacient ťažkosti, či boli zaznamenané napríklad v pokoji, alebo počas záťažového EKG, či má pacient iné patologické procesy, ktoré by mohli depresiu ST spôsobiť (napríklad hypertrofia ľavej komory, pri ktorej sa spotrebuje v ľavej komore viac ATP, čo vedie k depresiám ST segmentov vo zvodoch V4, V5, V6 .



Rovnako tak elevácie ST segmentov sú najčastejšie spojené s prítomnosťou akútneho koronárneho syndrómu a vznikajú z dôvodu existencie „ranového prúdu“ – elektrického vektora, ktorý sa šíri medzi dvoma časťami myokardu (zdravou a ischemickou), ktoré majú rozdielny elektrický potenciál. Elevácie ST segmentov musí byť prítomné minimálne v dvoch susediacich zvodoch aby sme mohli uvažovať o tom, že poukazujú na ischemické poškodenie.

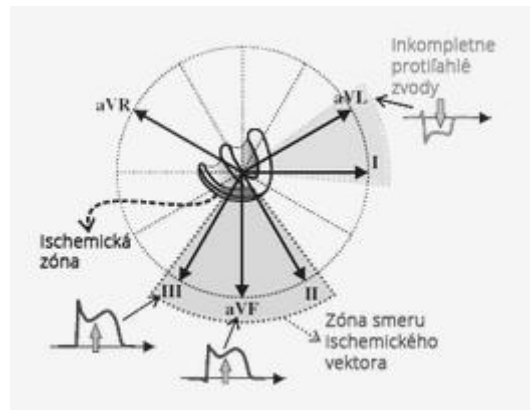


Tento vektor pri akútnom koronárnom syndróme typu STEMI, ktorý je spôsobený úplnou oklúziou koronárnej artérie smeruje od subendokardu k epikardu (k povrchu srdca) a preto sú elevácie ST segmentov prítomné vo zvodoch, ktoré sa „dívajú“ na ischemické ložisko. Zvody, ktoré sú umiestnené na protiľahlej strane vzhľadom k ischemickému ložisku zaznamenávajú zrkadlový obraz – t.j. recipročné, alebo zrkadlové zmeny v podobe depresíí ST segmentov.



Pri akútnom koronárnom syndróme typu STEMI v závislosti od miesta uzáveru koronárnych artérií vznikajú charakteristické obrazy na 12 zvodovom EKG – napríklad pri uzávere pravej koronárnej artérie dochádza k ischemii v diafragmatickej časti komorového

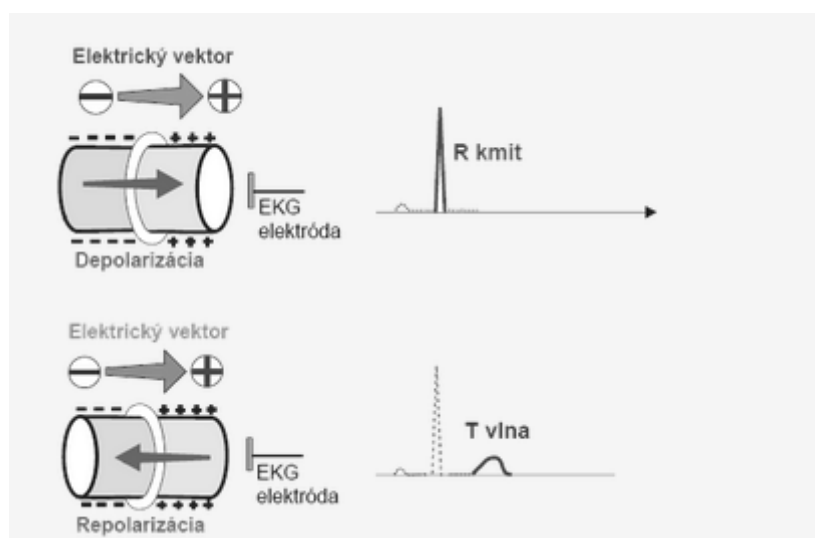
systemu, čo sa prejaví eleváciami ST segmentov vo zvodoch II, III a aVF a depresiami v zvodoch napríklad I, aVL, V1-V3.



10. T vlna

Poslednou časťou EKG krivky je vlna T, ktorá reprezentuje repolarizáciu komorového myokardu a keďže je to proces veľmi citlivý na dostatok energie a správnu koncentráciu iónov, zmeny vlny T často korešpondujú s ischemiou a zmenenou koncentráciou iónov.

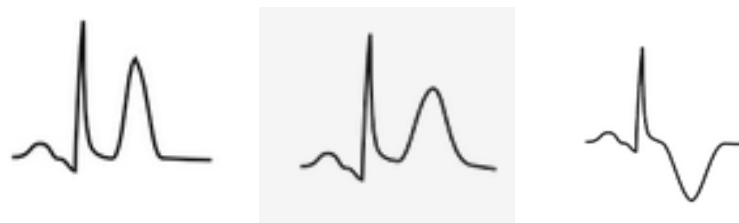
Repolarizácia komôr prebieha opačným smerom ako depolarizácia, t.j. smeruje od subepikardu k endokardu, ale vektor tejto elektrickej aktivity smeruje opačne – teda v identickom smere ako vektor depolarizácie a preto má vlna T rovnakú polaritu ako maximálna výchylka komorového komplexu – hovoríme, že vlna T je konkordantná.



Je negatívna v aVR a pozitívna v I a II zvide a zvodoch V3-V6. Je potrebné poznamenať, že vlna T je najvariabilnejšou vlnou EKG krivky. Okrem jej polaroty si všímame aj jej tvar a amplitúdu. Fyziologická vlna T je vždy asymetrická a jej amplitúda je menšia ako $\frac{1}{2}$ kmitu R v príslušnom zvide. V niektorých literárnych zdrojoch sa dočítame, že má mať menej ako 5 mm v končatinových zvodoch a menej ako 15 mm vo zvodoch hrudných.

Hodnotí sa v kontexte klinického stavu pacienta a sleduje sa dynamika T vlny – teda jej zmena v čase. Zmena T vlny v čase spravidla poukazuje na práve prebiehajúce zmeny v myokarde a môže indikovať závažný stav pacienta.

Niektoré tvary T vlny majú svoje špecifické pomenovanie – napríklad vysoká hrotnatá T vlna tvarom pripomínajúca Eiffelovu vežu je typická pre hyperkalémiu a vysoká oblá vlna T, tzv. hyperakútne T je zas typická pre akútne koronárne syndrómy. Negatívne T vlny sú častým nálezom, napríklad pri blokáde prevodu vzruchu komorami (ramienkové blokády), pri extrasystolách, perzistujúce juvenilné T vlny, ak sú v minimálne dvoch susedných zvodoch môžu poukazovať na nonSTEMI typ akútneho koronárneho syndrómu, Wellensov syndróm a mnohé iné. V rámci predmetu klinická propedeutika je potrebné sa zamerať na identifikáciu fyziologickej T vlny, prípadne jej anomálií, ktoré sú spojené s poruchami elektrofyziológie srdca. Špecifické zmeny T vlny budú preberané v predmete vnútorné choroby a patologická fyziológia, tak, aby ste im správne porozumeli v kontexte nových poznatkov.



Za fyziologických okolností by mal Váš popis vyzerať napríklad takto:

1. akcia srdca je pravidelná
2. rytmus srdca je sínusový
3. frekvencia srdca je približne 75/min
4. el. os srdca leží vo fyziologickom kvadrante
5. prechodová zóna sa nachádza vo zvodoch V3-V4

6. vlna P je prítomná, má správnu polaritu, tvar, amplitúda je do 2.5 mm a trvanie do 0.11 s
7. PQ interval má fyziologické trvanie (0.12-0.20)
8. QRS komplex je štíhly, v trvaní do 0.12 s, tvary vo V1 a V6 sú správne, nie je prítomné patologické Q a kmit R sa rozvíja smerom do ľavého prekordia
9. ST segment je izoelektrický, nie sú prítomné depresie, ani elevácie v bode J
10. T vlna je konkordantná, asymetrická a nepresahuje amplitúdou $\frac{1}{2}$ kmitu R v danom zvide

LITERATÚRA

HANÁČEK J, PLEVKOVÁ J: Elektrokardiografia, 2016, ISSN 1337-7396, <https://portal.ifmed.uniba.sk/clanky.php?aid=88>

FETISOVOVÁ, Ž. a kol. Klinická propedeutika ošetrovatelstva a pôrodnej asistencie. Martin: Osveta, 2012. 228 s. ISBN 978-80-806-3373-8.

BLAHÚT P: EKG a arytmológia. <https://www.techmed.sk/ekg-a-arytmologia-kniha/>