

3 ELEKTROKARDIOGRAFIE



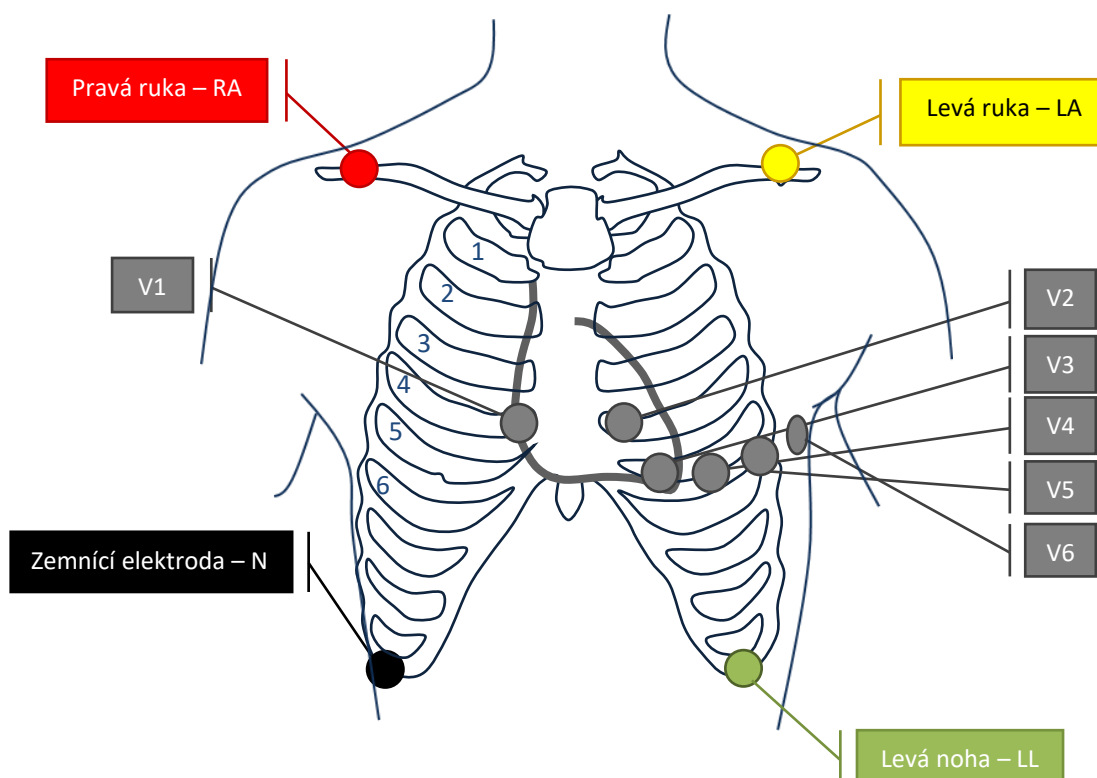
Klíčová slova

Elektrokardiografie, vlna P, komplex QRS, vlna T, akční potenciál pracovního myokardu a sinoatriálního uzlu, převodní systém srdeční, srdeční automacie, unipolární a bipolární svody, končetinové a hrudní svody, zóna přechodu, Einthovenův trojúhelník, Holterovo monitorování EKG.

Pracovní část

Potřeby

Sada 10 elektrod (balónkových, klapkových nebo samolepících), EKG gel, svodové kabely, program na hodnocení EKG, buničitá vata.



Obrázek 3-1 Správné umístění elektrod pro snímání 12 svodového EKG.

Komentář: V1 – 4. mezižebří parasternálně vpravo, V2 – 4. mezižebří parasternálně vlevo, V4 – 5. mezižebří parasternálně vlevo na spojnici medioklavikulární čáry, V3 – umístíme mezi V2 a V4 (umístíte až po V4), V5 – 5. mezižebří v levé přední axilární čáře, V6 – pokračování linie V5 v oblasti střední axilární čáry. Zelená čára určuje medioklavikulární osu.

Postup práce

1. Zapojte elektrody 12 svodového EKG. Pro měření 12 svodového EKG si připravte 6 balónkových nebo samolepících elektrod pro hrudní svody (V1-V6), 4 klapkové elektrody pro měření končetinových svodů, svodové kabely, buničitou vatu a misku s vodou. V případě hrudních svodů umístěte elektrody na hrudník podle schématu (Obrázek 3-1)
2. Pro končetinové svody použijte klapkové elektrody. Pro zlepšení vodivosti nejdříve lehce navlhčí elektrody na jejich vnitřní straně. Jednotlivé klapky jsou barevně odlišeny pro snadnější kontrolu správného zapojení (dle mezinárodních standardů je červená barva určena pro pravou ruku, žlutá pro levou ruku, zelená pro levou nohu a černá – zemnicí svod pro pravou nohu).

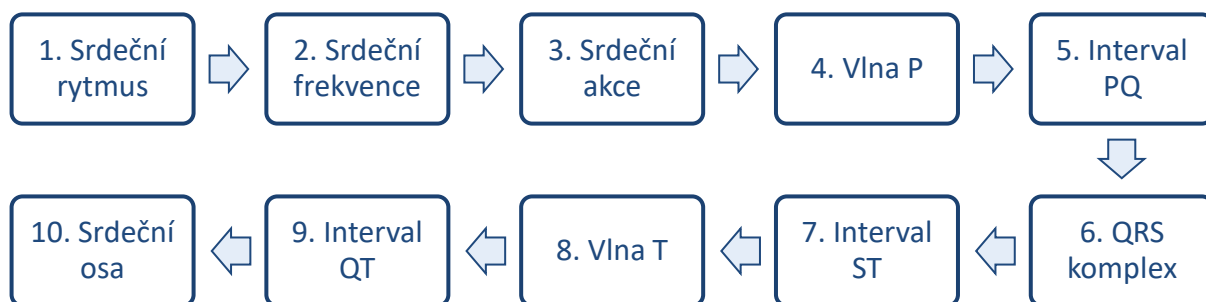
Končetinové EKG svody jsou dle svého názvu umístěny na končetinách. Z hlediska korektnosti obdrženého výstupního signálu nezáleží na přesné lokalizaci v rámci jednotlivých končetin (je jedno zda je elektroda či svorka na rameni, paži či ruce). Vzhledem k omezenému rozevření klapkových elektrod je však dobré zvolit následovné umístění: horní končetina – zápěstí z boku, dolní končetina – oblasti kotníku zepředu, resp. seshora. V klinické praxi (při monitorování pacienta na oddělení) se standardně končetinové svody zapojují pomocí jednorázových elektrod nalepených do oblasti pod klíčními kostmi a boky břicha nebo dolní části zad).

3. Spustíte program EKG-Seiva (ikona se nachází na ploše).
4. Stiskněte klávesu Ins (insert) a zadejte jméno a příjmení měřené osoby. Stiskněte CTRL+ENTER a odsouhlaste upozornění „Beru na vědomí“ (2x).
5. Stiskněte klávesu F4, čím se aktivuje režim pro snímání EKG. Dalším stisknutím F4 spustíte 10s záznam EKG, při kterém pacient leží v klidu na lehátku. Paže a končetiny se navzájem nedotýkají, stejně tak se nedotýkají navzájem elektrody.
6. Po automatickém ukončení záznamu se zobrazí zaznamenaný signál z jednotlivých svodů. Zkontrolujte kvalitu EKG záznamu. Pokud je dostatečná, můžete přejít k tisku a následnému hodnocení (Obrázek 3-2).
7. Vytiskněte záznam stiskem F6.
8. Další měření provedte návratem do menu přes příkaz ALT+F4 a pokračujte znovu od bodu 2.

Hodnocení záznamu

Hodnocení záznamu je vždy komplexní a je potřeba projít všemi kroky tak, abyste se vyhnuli zanedbání patologie z nepozornosti. Stejně tak i v klinické praxi budete muset provádět standardizovaný záznam EKG.

Základní hodnocení EKG vychází z tzv. EKG desatera. Jde o sérii na sebe navazujících úkonů hodnocení různých informací, které EKG poskytuje.



Obrázek 3-2 EKG desatero. Postup při hodnocení EKG hodnotící různé informace, které EKG poskytuje.

1- 3. Rytmus, frekvence a akce

Základem hodnocení EKG je určení zdroje elektrické aktivity – tj. typu rytmu, jeho akce (pravidelnost) a frekvence.

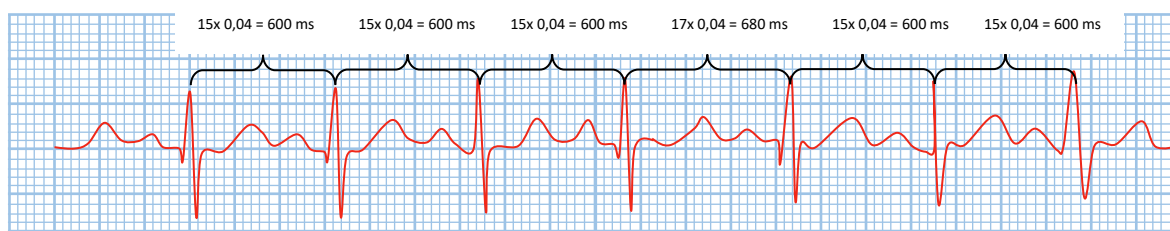
Srdeční rytmus

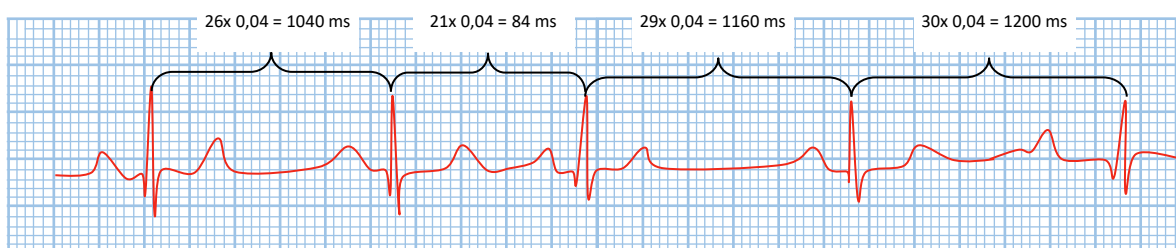
Srdeční rytmus podává informaci o zdroji akčního potenciálu (řídícího vzruchu) v srdci. Typ rytmu se určuje pomocí vlny P (např. ve svodu II). Pokud je vlna P přítomna a předchází QRS komplex, vychází akční potenciál z SA uzlu. V tomto případě se tedy jedná o sinusový rytmus (SA uzel je pacemaker). Pokud vlna P chybí, jedná se o další typy pacemakerové aktivity jako je junkční rytmus (AV uzel je pacemaker) nebo fibrilaci či flutter síní atd.



Obrázek 3-3 Rozdíl mezi rytmem a frekvencí. Vpravo – frekvence závisí na časovém rozestupu sousedních R kmitů (R-R intervalu v milisekundách), z délek R-R intervalů lze určit také pravidelnost srdeční aktivity. Vlevo – rytmus definuje pacemakerovou aktivitu – místo vzniku řídícího vzruchu (SA uzel, AV uzel nebo jiná místa).

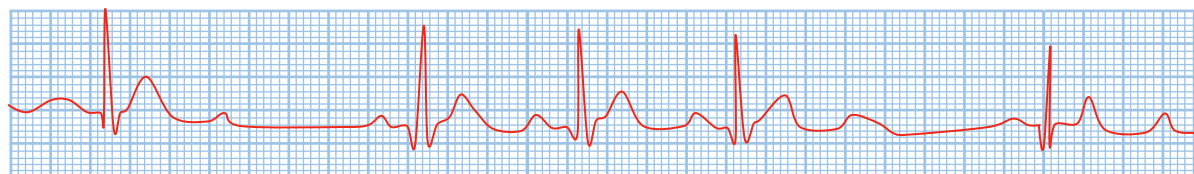
Pravidelnost srdeční aktivity (neboli srdeční akci) určíme dle délky tzv. R-R intervalů (Obrázek 3-4): Pokud jsou intervaly stejně dlouhé, srdeční akce je pravidelná. Pokud se jedná o nepravidelnou srdeční akci, ta je u mladých lidí nejčastěji spojena s tzv. dechovou arytmií.





Obrázek 3-4 Nahoře – Pravidelná srdeční akce; jednotlivé R-R intervaly mají prakticky stejnou dobu trvání. Dole – nepravidelná srdeční akce; jednotlivé doby trvání R-R intervalu se od sebe navzájem významně liší. Doby trvání R-R intervalu lze jednoduše určit i z hlavy rozpočítáním čtverečků podkladu EKG. Při standardní rychlosti posunu EKG papíru 25 mm/s představuje jeden malý čtvereček dobu trvání 0,04 s (větší čtverec 5x5 pak 0,2 s).

Srdeční frekvence: Na základě délky R-R intervalu možno také určit srdeční frekvenci – počet R-R intervalů v jedné minutě.

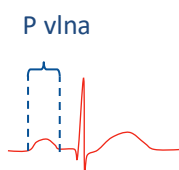


5 kmitů R v 6s (30 malých čtverečků) x 10 = 50 tepů/1 minutu.

Obrázek 3-5 Určení srdeční frekvence z hlavy pomocí počtu R kmitů v definovaném časovém úseku na EKG. Při pravidelné srdeční akci lze počítat např. s 30 čtverečky 5x5, které se rovnají 6 sekundám (30 x 0,2 s). Při výrazně nepravidelné srdeční akci se z tak krátkého časového úseku jedná jen o odhad (je potřeba zvážit delší časový úsek snímání EKG).

4. Hodnocení vlny P

Vlna P je projevem depolarizace síní. Obvykle je pozitivní (negativní je vždy ve svodu aVR, většinou pozitivní je ve svodech III a V1). Hodnocení tvaru P vlny je nejvýhodnější provádět na svodech II a V1. Kromě přítomnosti vlny P lze hodnotit její délku a výšku. Vlna P trvá maximálně 120 ms a její výška je maximálně 2,5 mm.

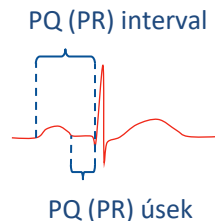


Obrázek 3-6 Vymezení vlny P v jednom srdečním cyklu.

Dlouho trvající nebo abnormálně vysoká vlna P je nejčastěji znakem tzv. *cor pulmonale*. Pokud je vlna P dvojrcholová, ukazuje to na postižení obou síní nebo na mitrální vady.

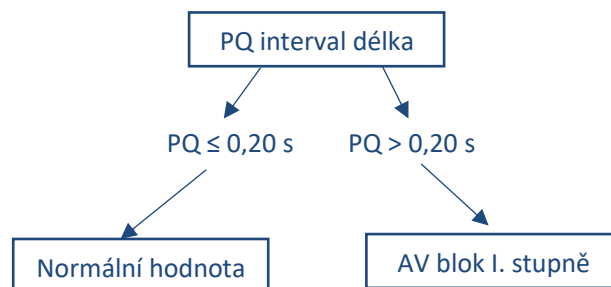
5. PQ interval

V tomto bodě se zaměříme na hodnocení PQ intervalu, který definuje dobu převodu signálu z SA uzlu na komory (doba síňokomorového převodu).



Obrázek 3-7 Rozdíl mezi PQ intervalem a úsekem: PQ interval zahrnuje vnější hranice vlny P a Q kmitu (interval obsahuje také kmity nebo vlny); PQ úsek zahrnuje pouze vnitřní hranice vlny P a kmitu Q (úsek obsahuje jen izoelektrickou linii). V případě, že není viditelný Q kmit, uvažujeme pro výpočet místo něj kmit R (PR interval/úsek). Bez ohledu na konfiguraci QRS komplexu se však v klinické praxi častěji dává přednost označení PQ interval/úsek.

Prodloužení PQ intervalu poukazuje na poruchu tohoto vedení. Pro jeho určení změřte časový interval od začátku vlny P po pík Q kmitu (svod V5, V6 nebo II, na kterých bývá Q kmit dobře viditelný). Normální hodnota PQ intervalu je v rozmezí 0,12 - 0,20 s. Pokud je hodnota delší než 0,2 s, mluvíme o tzv. AV blokádě I. stupně (Obrázek 3-8).

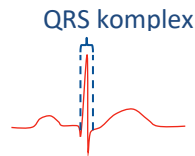


Obrázek 3-8 Zjednodušený diagram hodnocení PQ intervalu zahrnující základní přehled možných diagnostických závěrů. V klinické praxi je hodnocení PQ intervalu složitější a komplexnější problematika zahrnující hodnocení AV blokády I. až III. stupně.

6. QRS komplex

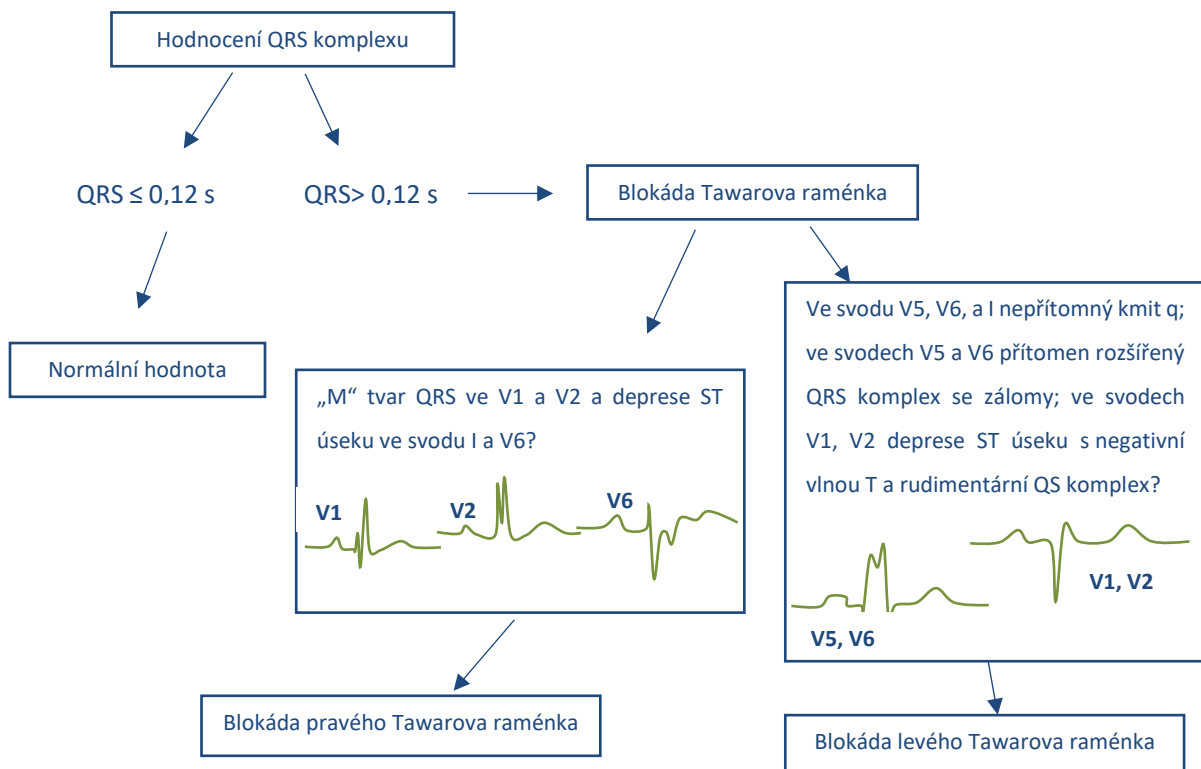
Dalším krokem je zjištění délky trvání QRS komplexu (Obrázek 3-9) – trvání komorové depolarizace (0,08 - 0,12s). Pokud je QRS komplex prodloužen nad hodnotu 0,12 s, jedná se o blokádu jednoho z Tawarových ramének. V pokročilejších hodnoceních se potom hodnotí částečnost nebo úplnost takové blokády.

Nejrychlejší stranové odlišení blokády pro začátečníky lze jednoduše provést ze svodu V1. Pokud je na svodu V1 přítomen M tvar QRS komplexu (Obrázek 3-10), jedná se s největší pravděpodobností o blokádu pravého Tawarova raménka.



Obrázek 3-9 Vymezení QRS komplexu v jednom srdečním cyklu.

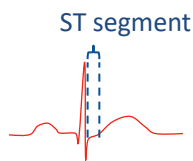
Z diagramu hodnocení QRS komplexu (Obrázek 3-10) **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.** je také patrné, že u blokády pravého Tawarova raménka dochází k jasným známkám patologie především ve svodech V1 a V2 (protože svody V1 a V2 se na pravé raménko „dívají“). Naopak u blokády levého Tawarova raménka jsou patologie M rozštěpení QRS vidět především ve svodech V5 a V6.



Obrázek 3-10 Zjednodušený diagram hodnocení QRS komplexu zahrnující základní přehled možného hodnocení QRS komplexu. V klinické praxi je hodnocení QRS komplexu složitější a komplexnější problematikou.

7. ST úsek

ST úsek reprezentuje konec depolarizace celého komorového myokardu a odpovídá fázi plató membránového potenciálu. Délka trvání je přibližně 0,12 s.



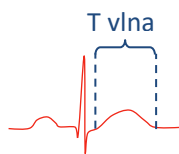
Obrázek 3-11 Vymezení ST úseku v jednom srdečním cyklu

ST úsek je velice důležitým parametrem pro hodnocení infarktu myokardu. V první řadě je potřeba určit jeho deviaci od izolinie – ta se projeví jako jeho elevace nebo deprese.

- **Elevace ST** úseku se hodnotí jako odchylka nad izolinii o 1 mm (ve svodech V1 – V4 se tolerují 2 mm). Pokud se elevace ST úseku nachází ve více sousedních svodech (o více než 1 mm na končetinových a o více než 2 mm na hrudních), jedná se pravděpodobně o patologii.
- **Deprese ST** úseku se hodnotí jako odchylka pod izolinii. Základním hodnocením deprese je její hloubka a doba trvání. Trvání deprese déle než 0,08 s a hloubka více než 1 mm na končetinových i v hrudních svodech již značí klinicky relevantní změny. Protože variabilita tvarů ST deprese je poměrně veliká, je její hodnocení dosti složité. Za fyziologickou depresi můžeme považovat ascendentní depresi ST úseku (tzv. junkční). Ta má počátek ST úseku pod izolinií, ale dále stoupající charakter. Je dána sympatikotonickými změnami způsobenými například námahou, stresem nebo bolestí.

8. T vlna

Vlna T značí repolarizaci komor. I když se jedná o velmi variabilní parametr, v základním hodnocení je nejdříve nutné se přesvědčit o její správné polaritě. Negativní (diskonkordantní) je T vlna vždy ve svodu aVR, v ostatních svodech je pozitivní (nebo též konkordantní, tedy stejnosměrná s QRS komplexem). Dalším krokem je zhodnocení její délky a výšky. Doba trvání vlny T má být maximálně 200 ms a výška 2–8 mm. Pokud souhlasí polarita a výška, je vše pravděpodobně v normě.



Obrázek 3-12 Vymezení T vlny v jednom srdečním cyklu.

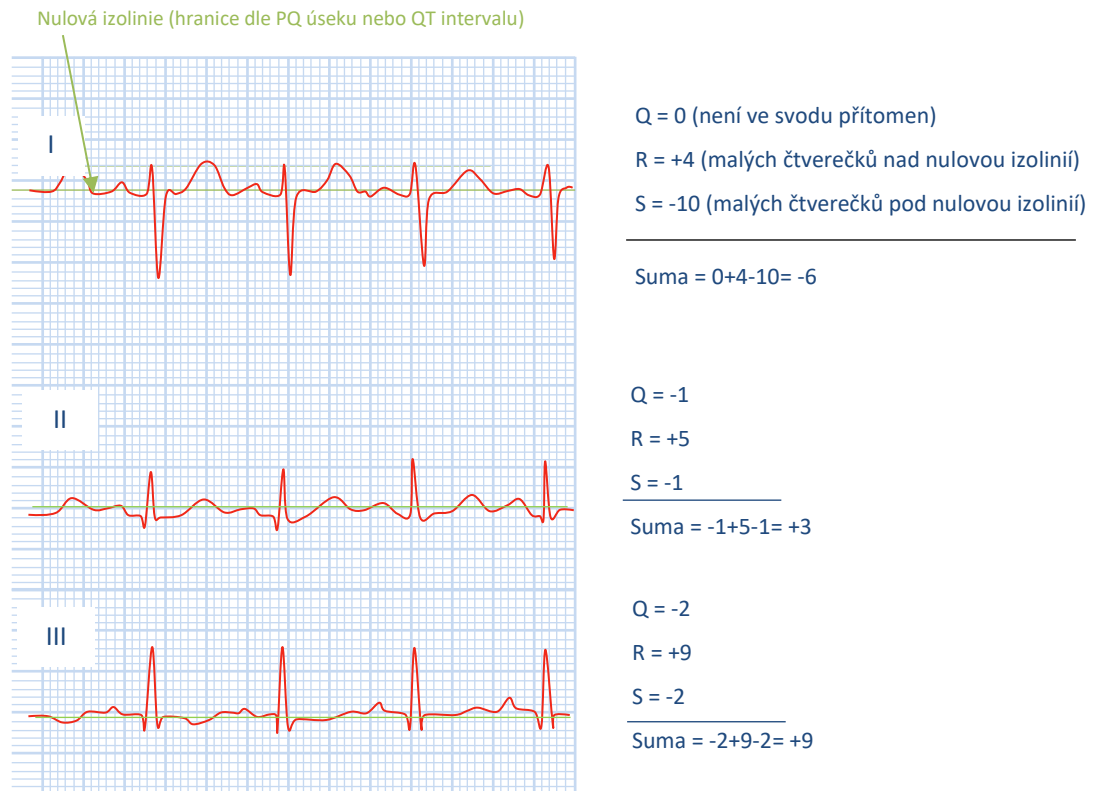
9. Určení elektrické srdeční osy

Srdeční osa patří k základním parametrům, které se při hodnocení EKG sledují. V klinické praxi stačí její orientační zhodnocení odhadem (Metoda I a aVF svodu). V případě potřeby není problém ji určit přesně.

Za normálních okolností sleduje elektrická osa mechanickou osu srdce, nicméně variabilita je značná (odchylky zdaleka nemusejí znamenat patologii). Důležitá je při hodnocení hypertrofií komor, při plicních emboliích atd.

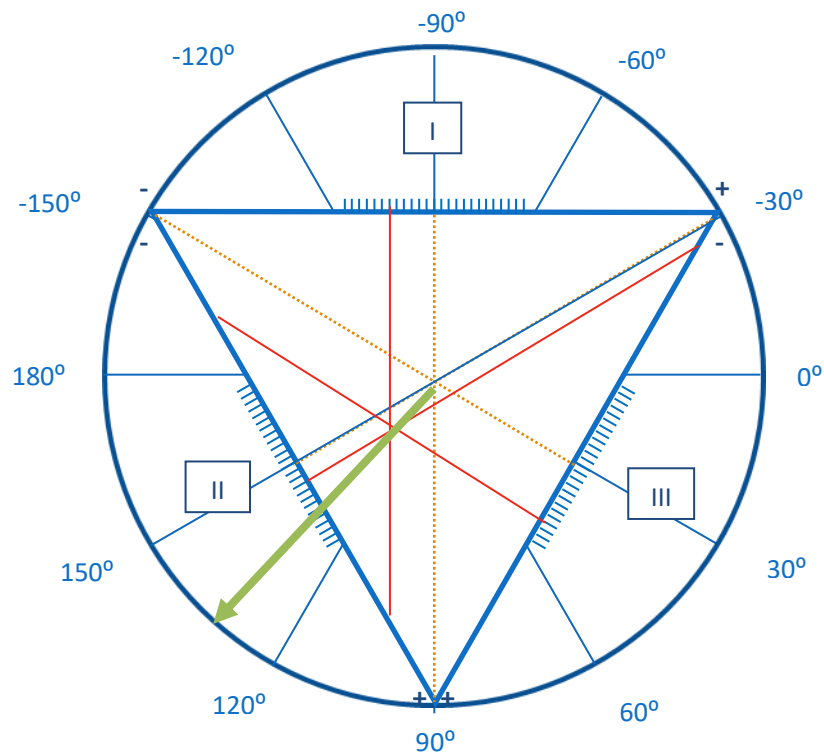
1. Hodnocení dle Einthovenova trojúhelníku:

1. Spočítejte sumu výchylek QRS komplexu na svodu I, II a III (Obrázek 3-13).



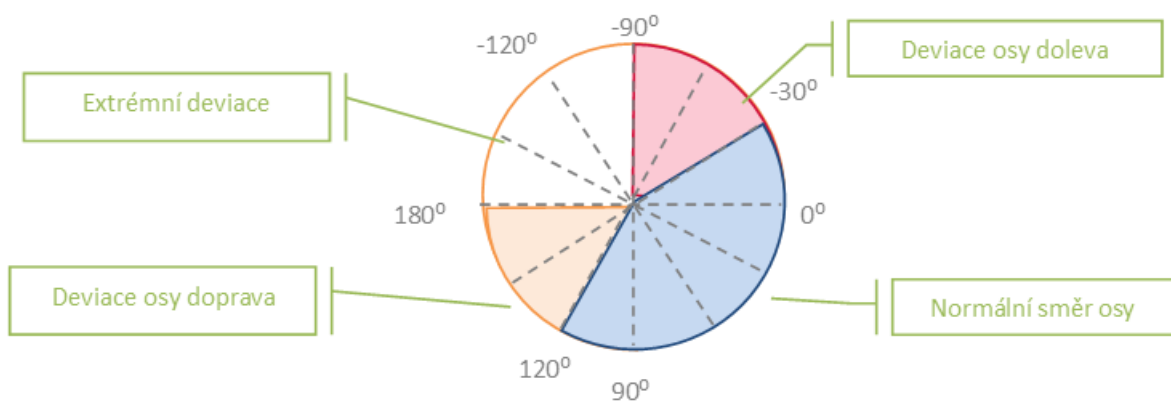
Obrázek 3-13 Výpočet výchylek QRS komplexu v bipolárních končetinových svodech

2. Dosadte hodnoty z předešlého kroku do Einthovenova trojúhelníku (1 mm na EKG = 1 mm na trojúhelníku). Suma I svodu -6 bude na trojúhelníku zanesena vlevo (směrem k negativní elektrodě). Od tohoto místa vedte kolmici. Stejný postup aplikujte u dalších svodů. Výsledkem je průnik 3 přímek. Spojte tento bod se středem trojúhelníku a vedte přímkou do kruhu pro určení směřování vektoru QRS (Obrázek 3-14)



Obrázek 3-14 Dosazení hodnot výchylek QRS komplexu v jednotlivých bipolárních končetinových svodech do Einthovenova trojúhelníku.

3. Určení elektrické srdeční osy odhadneme z tabulky nebo z vizuálně naznačených rozmezí jednotlivých deviací (Obrázek 3-15).



Obrázek 3-15 Rozložení směrů elektrické srdeční osy a jejich možné úhlové rozmezí.

B. Hodnocení dle odhadu izovoltáže svodů:

1. Ve svodech I, II, III, aVR, aVL a aVF nalezněte QRS komplex, který má na obě strany stejné výchylky - izovoltáž. V tomto případě se depolarizační vlna šíří kolmo na svod – QRS není dominantně ani pozitivní, ani negativní (Obrázek 3-16).

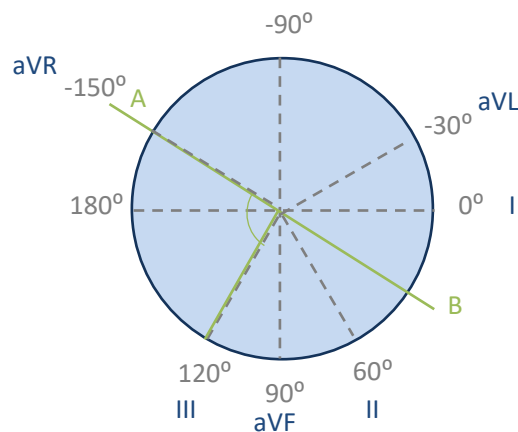


Obrázek 3-16 Hodnocení III. svodu pro izovoltáž.

Pokud mají kmity R a S stejnou velikost výchylky, ale opačnou polaritu, jedná se o tzv. izovoltáž.

Depolarizační vlna se šíří ve směru kolmém na daný svod.

2. Na vektorové růžici si najděte uložení daného izovoltážního svodu (v našem případě svod III). Spojte svod se středem růžice. Od vzniklé úsečky ved'te kolmou přímkou. Tato přímka bude procházet středem růžice a protne ji ve dvou bodech (body A, B na Obrázek 3-17). Izovoltáž jako vlastnost svodu III způsobí, že nevíme, zda se depolarizační vlna šíří po přímce AB směrem k bodu A nebo B (tzn. zleva doprava nebo obráceně).



Obrázek 3-17 Rozdělení svodů na vektorové růžici.

3. Pro rozhodnutí o směru šíření je nutno provést další krok. Jeden z bodů A, B odpovídá konkrétnímu EKG svodu (na Obrázek 3-17 odpovídá bod A svodu aVR). Najděte si tento svod na EKG a sledujte, zda je komplex QRS pozitivní nebo negativní - tzn. největší část výchylky směřuje nahoru nebo dolů (Obrázek 3-18).

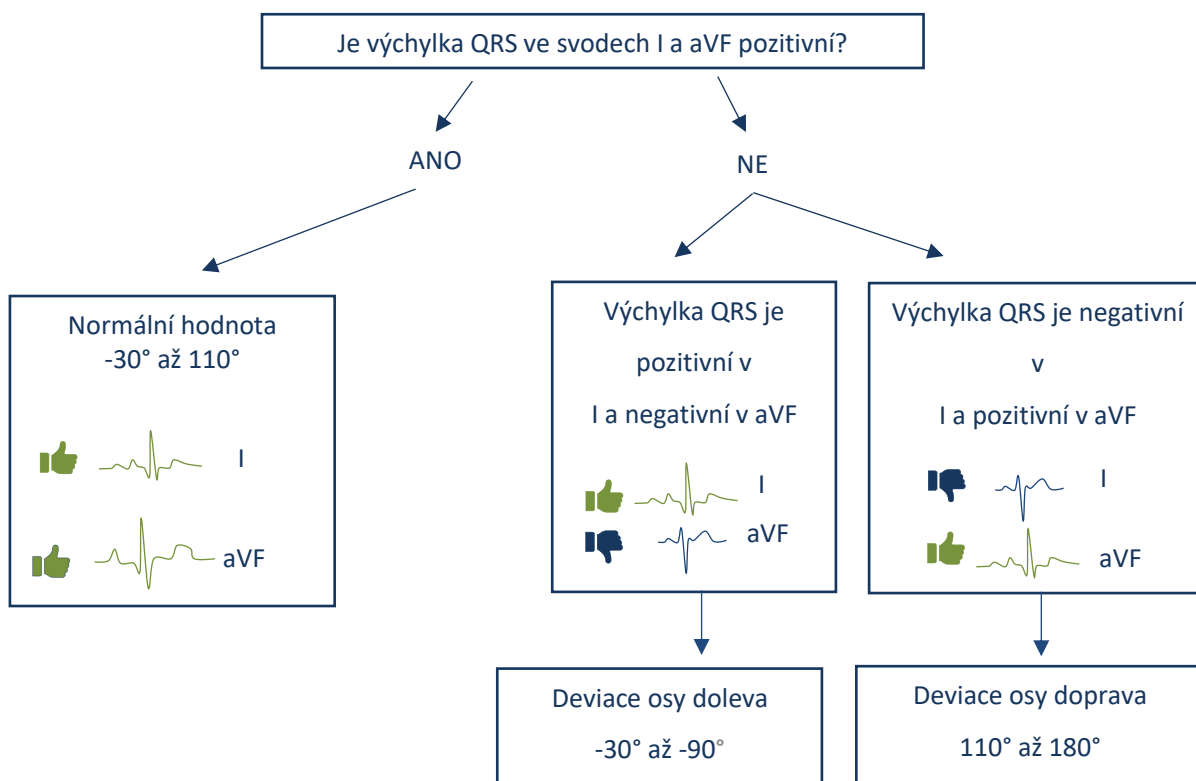


Obrázek 3-18 Hodnocení polarity QRS komplexu ve svodu aVR; kmit R výrazně převyšuje kmit S a celý QRS komplex je tedy pozitivní.

4. Pokud je QRS komplex pozitivní, znamená to, že se depolarizační vlna šíří směrem k tomuto svodu. Úhel výsledného vektoru srdeční osy tudíž odpovídá hodnotě v bodě A na Obrázek 3-17, tzn. přibližně -150° , což by v této imaginární situaci označovalo extrémní deviaci. Pokud by byl QRS komplex ve svodu aVR vychýlen záporně, znamenalo by to, že srdeční vektor míří právě opačným směrem (ve směru od svodu aVR). Výsledný vektor bychom tedy hledali na opačné straně růžice (hodnota odpovídající průsečíku B na Obrázek 3-17, tzn. přibližně 30° , což by označovalo normální sklon elektrické srdeční osy).

C. Metoda zvednutých palců (metoda odhadu ze svodu I a II nebo aVF a I)

Jedná se o nejméně přesnou metodu odhadu sklonu elektrické srdeční osy. Její hlavní výhodou je rychlý odhad přímo z EKG bez nutné znalosti vektorové růžice nebo jiných potřeb (Obrázek 3-19).



Obrázek 3-19 Určení srdeční osy metodou odhadu ze svodu aVF a I.

Hodnocení a výsledky

Výsledky měření zanepte do tabulek:

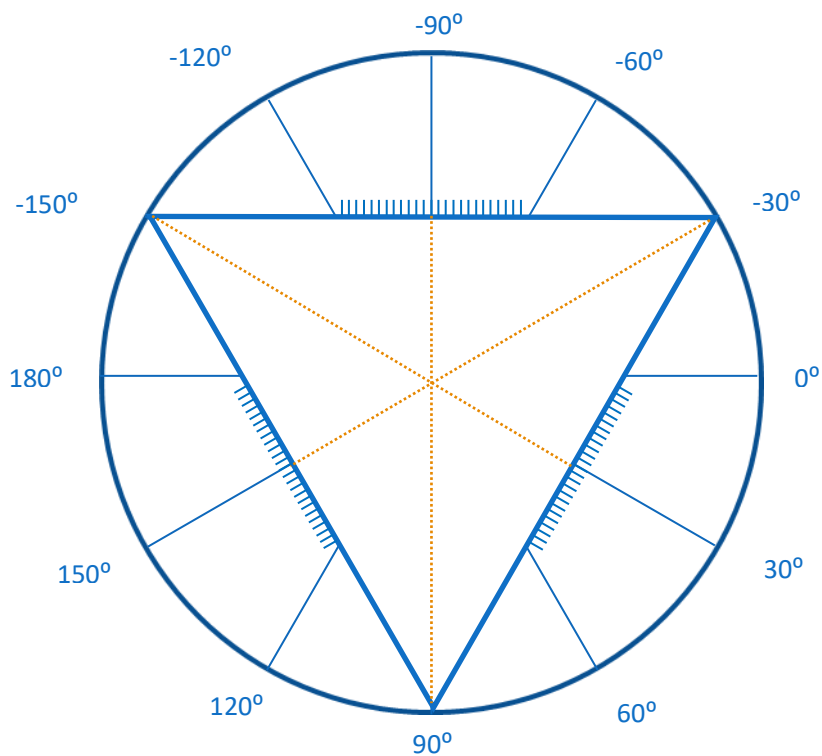
Měřená osoba:
---------------	-------

1. Rytmus, akce a frekvence			
	Výsledek	Norma [ANO/NE]	Pokud NE
Srdeční frekvence	BPM		Tachykardie, Bradykardie
Srdeční rytmus (Sinusový, junkční atd.)			
Srdeční akce [RR interval]	RR1 ms		
	RR2 ms		
	RR3 ms		

2. Hodnocení segmentů a úseků				
	Doba trvání [ms]	Pozitivní ve svodech	Negativní ve svodech	Výška [mm od isolinie]
P vlna				
PQ interval		 	 	
QRS komplex (hodnoťte R kmit)				
ST úsek		 	 	
T vlna				
QT interval		 	 	

3. Hodnocení srdeční osy

Zakreslete výsledek měření a určete srdeční osu dle Einthovenovy metody.



4. Tabulka hodnocení srdeční osy

Zaneste výsledek metody Einthovenova trojúhelníku a alespoň jedné další metody.

Typ hodnocení	Osa [°]	Deviace osy
Metoda Einthovenova trojúhelníku		Norma/doleva/doprava/extrémní
Metoda izovoltáže		Norma/doleva/doprava/extrémní
Metoda odhadu ze svodu I a aVF		Norma/doleva/doprava/extrémní

Závěr

Shrňte všechna naměřená data tak, jako byste hodnotili EKG dle pravidel desatera. Ke každé kolonce stačí stručná shrnující věta. Jedná se o fyziologické hodnoty? Pokud ne, o jaké se může jednat patologie?