



České vysoké učení technické v Praze Fakulta biomedicínského inženýrství

Předmět: F7DIMMEP Mapování a modelování elektrického pole srdce v kardiologické diagnostice

Popis EKG křivky

Mgr. Ksenia Sedova, Ph.D.

Teoretický úvod

Elektrokardiografie je metodou grafického znázornění změn elektrických potenciálů srdce, registrovaných pomocí elektrod umístěných na povrchu těla. Princip spočívá ve měření rozdílu potenciálů vznikajících v důsledku šíření akčního potenciálu myokardem.

Běžná vyšetřovací metoda v klinické praxi využívá 12 základních (standartních) svodů:

- Bipolární (standardní končetinové svody Einthovenovy) - I, II, III
- Zesílené (polo-unipolární) končetinové svody Goldbergerovy – aVR, aVL, aVF.
- Unipolární (hrudní svody Wilsonovy) - V₁, V₂, V₃, V₄, V₅, V₆

I. Charakteristika normální EKG

Normální EKG křivka obsahuje následující kmity a vlny: P, Q, R, S, T.

Vlna P vzniká v důsledku depolarizace síní. Je to obvykle pozitivní kulovitá vlna, jejíž výška je maximálně 0,25 mV a netrvá déle než 0,10 s. Normálně musí být vždy pozitivní ve svodu II. a negativní ve aVR.

Interval PQ (PR) ukazuje na čas potřebný na šíření elektrického impulsu od SA uzlu přes AV uzel do komor. Interval PQ je měřen od začátku vlny P do začátku kmitu Q, pokud Q chybí - do kmitu R. Fyziologické hodnoty se pohybují v rozmezí 0,12 – 0,20 s.

Úsek PQ je normálně izoelektricky, odpovídá době šíření vzruchu AV-uzlem a Hissůvým svazkem. Úsek PQ začíná koncem P vlny a končí kmitem Q (nebo R, pokud Q není přítomně), normálně trvá ne déle než 0,1 s.

QRS komplex je tvořen kmity Q, R a S a znázorňuje šíření elektrického impulsu v myokardu komor srdce. Pozitivní kmit komplexu je vždycky kmit R, negativní kmit před R je kmitem Q, negativní kmit po R je kmitem S. Normální délka trvání QRS komplexu je do 0,11 s.

Úsek ST reprezentuje depolarizovaný myokard komor (fáze plato akčního potenciálu), proto rozdíl napětí je nulový a segment se normálně nachází na izolínii. Posuv ST segmentu je považován za normální pokud: ve svodu I, II, III, aVR, aVL, aVF nepřesahuje 0,1 mV; ve svodu V₁- V₆ nepřesahuje 0,2 mV. Elevace (stoupání) nebo deprese (pokles) ST segmentu je vždycky projevem patologických dějů. Úsek ST začíná bodem, ve kterém končí QRS komplex (J bod), a končí začátkem T vlny.

T vlna reprezentuje fázi rychle repolarizace komor. Ve všech svodech je pozitivní (kromě aVR, kde vždy je negativní), trvá normálně 0,2 s a její amplituda je 0,2-0,8 mV.



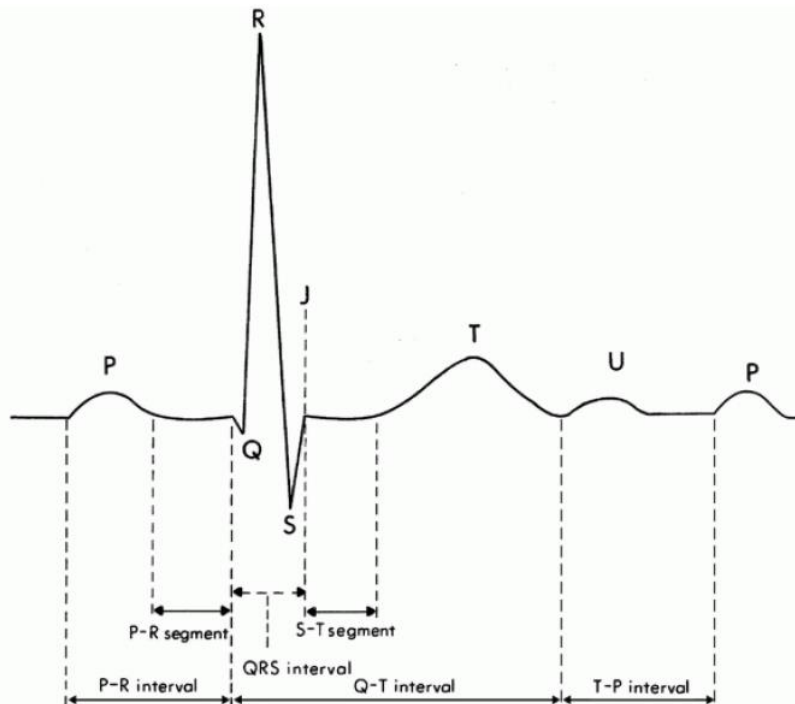
České vysoké učení technické v Praze

Fakulta biomedicínského inženýrství

Předmět: Biosystém člověka

QT interval představuje z hlediska elektrofyziologie součet procesů depolarizace a repolarizace myokardu komor srdce. QT interval se měří od začátku komplexu QRS až po konec T-vlny. Normální hodnoty jsou od 0,33 s do 0,44 s. Hodnota QT intervalu je závislá na tepové frekvence, proto se provádí korekci QT intervalu dle tepové frekvence podle Bazettova vzorce $QTc = QT/\sqrt{RR}$. Normálně QTc se pohybuje mezi 0,34 - ,042 s.

Interval RR charakterizuje délku srdečního cyklu. Používá se pro výpočet tepové frekvence.



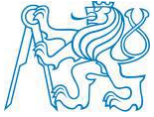
Obrázek 1. Normální EKG křivka.

II. Popis EKG křivky

Algoritmus popisu EKG křivky:

1. Rytmus
2. Akce srdeční
3. Frekvence
4. Elektrická osa srdeční
5. Analýza jednotlivých vln, kmitů a intervalů.

Je důležité si vždy před měřením ujasnit jednotky a jejich poměr v EKG záznamu. Obvykle bývá 1 mm na ose y roven 0,1 mV. Při posunu 25 mm/s je 1 mm na ose x roven 0,04s, při posunu 50 mm/s se 1 mm = 0,02 s.



České vysoké učení technické v Praze

Fakulta biomedicínského inženýrství

Předmět: Biosystém člověka

1. Srdeční rytmus

Určení řidiče vzruchu (lokalizace místa vzniku elektrického impulsu v srdci). Fyziologicky vzniká vzruch v sinoatriálním uzlu (SA uzel). Rytmus se nazývá sinusový.

EKG příznaky sinusového rytmu:

- existence vlny P
- vlna P předchází každému komplexu QRS
- pozitivní ve svodu II. a negativní ve svodu aVR
- forma P vlny je pravidelná v jednom svodu

Nesplnění těchto podmínek je důkazem toho, že depolarizace komor je řízena mimo SA uzel a rytmus je nesinusový.

2. Akce srdeční

Hodnocení pravidelnosti srdeční akce. Pravidelná srdeční akce vyžaduje stejnou hodnotu RR intervalů v záznamu EKG. Každá jiná varianta je charakteristikou nepravidelní akce.

3. Frekvence

Normální frekvence je 60-90 tepů/min. Tachykardie je nad 90 tepů/min. Bradykardie je pod 60 tepů/min.

Tepovou frekvenci lze určit pomocí následujícího jednoduchého vzorce:

$$TF = \frac{60}{RR [s]}$$

Při nepravidelné akci se vypočítávají minimální (nejdelší RR interval) a maximální (nejkratší RR interval) hodnoty tepové frekvence.

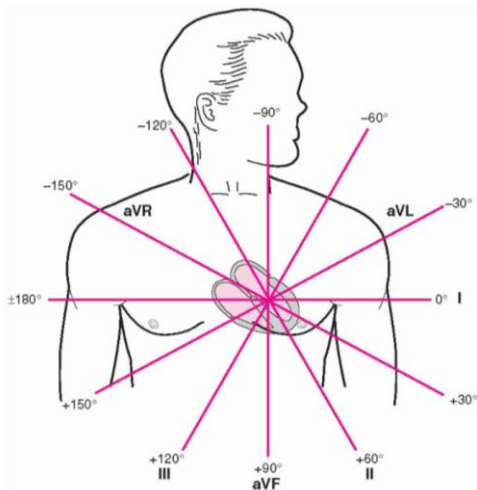
4. Elektrická osa srdeční

Elektrická osa srdeční určuje směr výsledného elektrického vektoru během depolarizace komor (QRS komplex) ve frontální rovině. Za normálních okolností je výsledný vektor komplexu QRS ve frontální rovině mezi -30° a $+90^\circ$. Pokud je elektrická osa srdeční stočena doleva o méně než -30° , jde o sklon elektrické osy srdeční doleva. Pokud je osa srdeční stočena doprava o více než 90° , jde o sklon elektrické osy srdeční doprava.

Hexaaxiální referenční systém je zobrazením orientace šesti končetinových EKG svodů vzhledem k srdci ve frontální rovině (Obr. 2). Pomocí hexaaxiálního systému je možné vypočítat sklon elektrické osy srdeční s velkou přesností.

Stanovení elektrické osy srdeční podle svodů I. a III.:

- Určení polarity a amplitudy jednotlivých kmitů QRS komplexu ve svodů I. a III.;
- Součet amplitud jednotlivých kmitů, kdy negativní kmity mají záporné znaménko. Výsledkem je jedna hodnota (kladná, záporná či nulová) reprezentující daný QRS komplex;
- Vynesení vypočítané hodnoty na související osy hexaaxiálního systému;
- Vzniknou dva vektory (na osách svodů I. a III.);
- Ze špiček těchto vektorů provedeme kolmice k daným svodům;
- Průmět kolmic vytvoří bod, který se spojí se středem - výsledný QRS vektor.



Obrázek 2. Osy elektrokardiografických svodu od končetin (Hexaaxiální systém).

Sklon elektrické osy doprava/doleva lze hodnotit alternativou metodou na základě následujícího pravidla:

$R_{II} > R_I > R_{III}$.	normální poloha elektrické osy srdce
$R_I > R_{II} > R_{III}$.	horizontální poloha elektrické osy srdce
$R_{III} - \text{max.}$	sklon elektrické osy srdeční doprava
$R_{aVL} - \text{max.}$	sklon elektrické osy srdeční doleva

5. Analýza jednotlivých vln, kmitů a intervalů.

EKG parametr	Normální rozsah, ms
P	< 100
PQ	120 – 200
QRS	< 110
QT	330 – 440

Literatura:

BENNETT, David H. Srdeční arytmie: praktické poznámky k interpretaci a léčbě. Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-5134-4.

WAGNER, Galen S. Marriott's Practical Electrocardiography. 11th Edition. Philadelphia: Wolters Kluwer Lippincott Williams & Wilkins, 2008. ISBN: 9780781797382

Guyton & Hall physiology review. Editor John E HALL. Edinburgh: Elsevier Saunders, 2006. ISBN 0-7216-8307-X.



České vysoké učení technické v Praze

Fakulta biomedicínského inženýrství

Předmět: Biosystém člověka

Popis EKG křivky

Protokol k vyplnění

1. Rytmus	
2. Akce srdeční	
3. Frekvence	
4. EOS	
Analýza jednotlivých vln, kmitů a intervalů	
P	
PQ	
QRS	
QT	