

Ralph Haberl

EKG do kapsy

Překlad 4. vydání



Ralph Haberl

EKG do kapsy

Překlad 4. vydání

GRADA Publishing

EKG do kapsy

Základy EKG

1

Normální EKG

2

Srdeční hypertrofie

3

Raménkové blokády

4

Atrioventrikulární převodní poruchy

5

Ischemie myokardu

6

Bradyarytmie

7

Tachyarytmie

8

Záněty srdce, kardiomyopatie

9

Poruchy iontů, efekt léků

10

Rušení EKG křivky, artefakty

11

Dodatek, rejstřík

Upozornění pro čtenáře a uživatele této knihy

Všechna práva vyhrazena. Žádná část této tištěné či elektronické knihy nesmí být reprodukována ani šířena v papírové, elektronické či jiné podobě bez předchozího písemného souhlasu nakladatele. Neoprávněné užití této knihy bude **trestně stíháno**.

Prof. Dr. med. Ralph Haberl

EKG do kapsy

Překlad 4. vydání

TIRÁŽ TIŠTĚNÉ PUBLIKACE:

Přeloženo z německého originálu EKG pocket, 4. Auflage, ISBN 978-3-89862-221-9, vydaného v roce 2011 nakladatelstvím Börm Bruckmeier Verlag GmbH, Grünwald.

© 2011 Börm Bruckmeier Verlag GmbH, Deutschland
All Rights Reserved

Překlad: MUDr. Branislav Štrauch, Ph.D.

Czech Edition © Grada Publishing, a.s., 2012

Cover Design © Grada Publishing, a.s., 2012

Vydala Grada Publishing, a.s.

U Průhonu 22, Praha 7

jako svou 4800. publikaci

Odpovědná redaktorka PhDr. Alena Palčová

Sazba a zlom Antonín Plicka

Počet stran 288

1. české vydání, Praha 2012

Vytiskly Tiskárny Havlíčkův Brod, a.s.

Názvy produktů, firem apod. použité v této knize mohou být ochrannými známkami nebo registrovanými ochrannými známkami příslušných vlastníků, což není zvláštním způsobem vyznačeno.

Postupy a příklady v knize, rovněž tak informace o lécích, jejich formách, dávkování a aplikaci jsou sestaveny s nejlepším vědomím autorů. Z jejich praktického uplatnění ale nevyplyvají pro autory ani pro nakladatelství žádné právní důsledky.

ISBN 978-80-247-4192-5

ELEKTRONICKÉ PUBLIKACE:

ISBN 978-80-247-8031-3 (pro formát PDF)

ISBN 978-80-247-8032-0 (pro formát EPUB)

Obsah

Předmluva ke 4. vydání	9
1. Základy EKG	11
1.1 Převodní systém srdeční	11
1.2 Popis jednotlivých úseků EKG	12
1.3 EKG svody	13
1.4 Metodika měření	17
2. Normální EKG	18
2.1 Charakteristika normálního EKG	18
2.2 Stanovení elektrické osy srdeční	20
2.3 Postup při hodnocení EKG	25
2.4 Normální parametry EKG u dětí	32
3. Srdeční hypertrofie	33
3.1 Hypertrofie pravé síně	33
3.2 Hypertrofie levé síně	35
3.3 Hypertrofie pravé komory	36
3.4 Hypertrofie levé komory	40
4. Raménkové blokády	45
4.1 Obecný úvod	45
4.2 Levá přední hemiblokáda	50
4.3 Levá zadní hemiblokáda	52
4.4 Inkompletní blokáda levého raménka Tawarova	54
4.5 Kompletní blokáda levého raménka Tawarova	55
4.6 Funkční blokáda levého raménka Tawarova	60
4.7 Inkompletní blokáda pravého raménka Tawarova	62

4.8	Kompletní blokáda pravého raménka Tawarova	67
4.9	Bifascikulární blokáda	70
5.	Atrioventrikulární převodní poruchy	75
5.1	Obecný úvod	75
5.2	AV blokáda I. stupně	76
5.3	AV blokáda II. stupně, Wenckebachův typ	80
5.4	AV blokáda II. stupně, Mobitzův typ	82
5.5	AV blokáda III. stupně	84
6.	Ischemie myokardu	89
6.1	Ischemie při stenózách koronárních tepen	92
6.2	Infarkt myokardu s elevacemi ST úseku (STEMI, Q infarkt)	98
6.3	Non-Q infarkt (non-STEMI) přední stěny	117
6.4	Zátěžové EKG – ergometrie	120
7.	Bradyarytmie	127
7.1	Náhradní rytmy	127
7.2	AV junkční rytmy	130
7.3	Sinoatriální blokáda	134
7.4	Reflexní bradykardie	137
7.5	Fibrilace síní s pomalou komorovou odpovědí	145
7.6	Trvalá kardiostimulace při bradyarytmiích	147
8.	Tachyarytmie	154
8.1	Obecný úvod	154
8.2	Sinusová tachykardie	155
8.3	Fibrilace síní s rychlou komorovou odpovědí	158
8.4	Flutter síní	166
8.5	AV nodální reentry tachykardie	171

8.6	Wolfův-Parkinsonův-Whiteův (WPW) syndrom	177
8.7	Síňová tachykardie	189
8.8	Bradykardicko-tachykardická forma sick sinus syndromu (brady-tachy SSS)	191
8.9	Supraventrikulární (síňové) extrasystoly	192
8.10	Komorové extrasystoly	194
8.11	Setrvalá komorová tachykardie	201
8.12	Fibrilace komor	210
8.13	Proarytmogenní efekt antiarytmik	214
8.14	Syndrom dlouhého QT intervalu (long QT syndrome)	222
9.	Zánětlivá onemocnění srdce, kardiomyopatie	225
9.1	Akutní perikarditida	225
9.2	Nízká voltáž	229
9.3	Dilatační kardiomyopatie	234
9.4	Hypertrofická kardiomyopatie	235
10.	Poruchy iontů, efekt léků	241
10.1	Hypokalemie	241
10.2	Hyperkalemie	241
10.3	Hyperkalcemie	242
10.4	Hypokalcemie	242
10.5	EKG změny při terapii digoxinem	243
10.6	Beta-blokátory, blokátory kalciového kanálu	247
11.	Rušení EKG křivky a artefakty	250
11.1	Záměna svodů, lokalizace elektrod	250
11.2	Další rušivé vlivy a artefakty	255

Dodatek	261
D.1 Stručný přehled EKG	261
D.2 Léčba fibrilace komor	272
D.3 Lokalizace infarktu myokardu, stadia infarktu myokardu	273
D.4 Délka QT intervalu: závislost na srdeční frekvenci, Bazettův vzorec	274
D.5 Normální parametry EKG	275
D.6 Sokolowův index	275
D.7 Cabrerův kruh, určení sklonu elektrické osy srdeční ...	276
Rejstřík	277

Předmluva ke 4. vydání

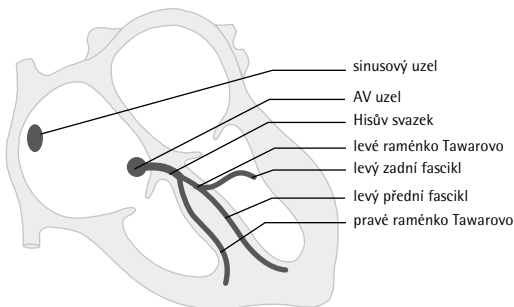
Je svůdné koupit knihu, v níž je napsáno všechno. Množství informací pak často vede k tomu, že po přečtení takové knihy nakonec nevíme vůbec nic. EKG do kapsy nechce nahradit učebnici EKG diagnostiky. Je určena studentům, lékařům ve specializačním vzdělávání i lékařům všech specializací, kteří chtějí dobře poznat časté EKG nálezy, ale i pro ty, kteří chtějí svůj pohled zaostřit na vzácnější nálezy. Názné příklady a schémata by měly být v tom nápomocny. Kniha nezprostředkovává expertní poznatky, ale představuje důležitost EKG diagnostiky po širokou oblast medicíny. Ten, kdo bude dobře ovládat obsah této knihy, bude vybaven pro každodenní praxi. Úspěch EKG do kapsy, který nyní vychází již ve 4. vydání, jak se zdá, to potvrzuje. Potěšilo by nás, pokud by Vám tato knížka o EKG usnadnila vaši práci s pacienty.

Na tomto místě bych chtěl poděkovat mé dlouholeté spolupracovnici paní Regine Pulter za cennou pomoc.

R. Haberl, v Mnichově, v listopadu 2002

1. Základy EKG[®]

1.1 Převodní systém srdeční

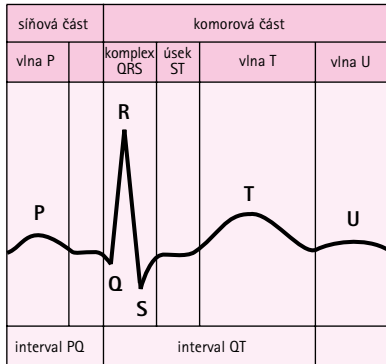


Obr. 1 Převodní systém srdeční

Sinusový uzel je primárním centrem automacie v srdci. Vytváří pravidelné vzruchy o frekvenci 60–80/min. Vzruch se pak šíří svalovinou síní do AV uzlu. AV uzel převádí vzruch se zpomalením dále na komory. **AV uzel** může při výpadku sinusového uzlu převzít i samotnou tvorbu vzruchu, a to o frekvenci 40–60/min. Vzruch se dále šíří přes **Hisův svazek**, který se dělí na pravé a levé **Tawarovo raménko**. Levé Tawarovo raménko se rozděluje relativně časně na přední (levý přední) a zadní (levý zadní) fascikl.

1.2 Popis jednotlivých úseků EKG

Depolarizace sinusového uzlu se na EKG nezobrazuje. Depolarizace síní je reprezentována **vlnou P**. Počáteční část vlny P odpovídá depolarizaci pravé síně, poté následuje depolarizace levé síně. Repolarizace síní probíhá v době zápisu **komplexu QRS**, a tak není na EKG viditelná. Konec vlny P odpovídá maximální depolarizaci síní a začíná převod přes AV uzel a Hisův svazek. **Kmit q** odpovídá depolarizaci septa, která se dále aktivací Purkyňova systému rychle šíří na komory. Konec QRS komplexu odpovídá úplné depolarizaci komor, v tomto okamžiku teprve začíná mechanická kontrakce komor. **Úsek ST** začíná na konci kmitu S a je za normálních okolností izoelektrický. **Vlna T** odráží repolarizaci komor. Význam **vlny U** není jasný.



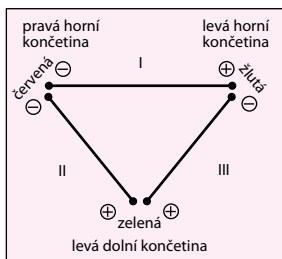
Obr. 2 Názvosloví normálního EKG

1.3 EKG svody

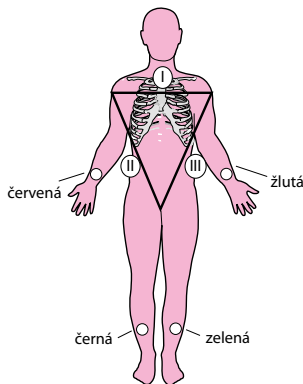
Standardní EKG se skládá z následujících svodů:

1. Končetinové svody podle Einthovena (I, II, III)

Jedná se o bipolární svody se zápisem pozitivní výchylky v případě, že se depolarizace šíří k elektrodě označené +.



Obr. 3 Einthovenův trojúhelník končetinových svodů

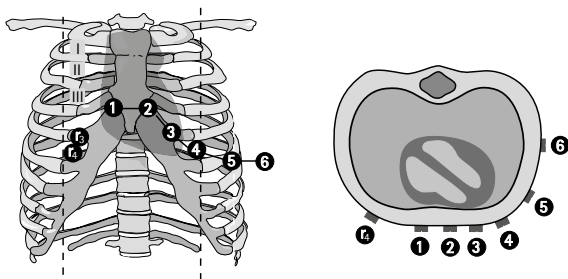


Obr. 4 Schéma přiložení elektrod končetinových svodů

2. Hrudní svody podle Wilsona (V_1-V_6)

Jedná se o unipolární svody se spojnicí k elektroneutrálnímu bodu uprostřed hrudníku. Umístění svodů je přesně definováno:

- V_1 4. mezižebří parasternálně vpravo
- V_2 4. mezižebří parasternálně vlevo
- V_3 mezi V_2 a V_4
- V_4 5. mezižebří medioklavikulárně vlevo
- V_5 5. mezižebří v přední axilární čáře vlevo
- V_6 5. mezižebří ve střední axilární čáře vlevo



Obr. 5 Přiložení unipolárních hrudních svodů podle Wilsona (vlevo) a přiřazení elektrod k srdci v příčném průřezu (vpravo)

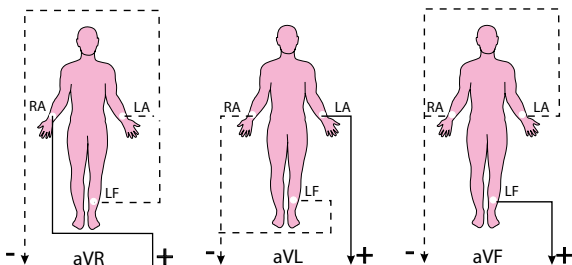
Pozor

Pokud umístíte svody příliš vysoko (například do 2. mezižebří), povede to ke snížení voltáže kmitů R nad přední stěnou a tím k obrazu starého infarktu přední stěny.

Při podezření na infarkt pravé komory se doporučuje umístit svod V_4R zrcadlově ke svodu V_4 na pravou polovinu hrudníku.

3. Svody podle Goldbergera (aVR, aVL, aVF)

Svody podle Goldbergera jsou získány propojením končetinových svodů, a tím mají vyšší amplitudu (z angl. „augmented”).



Obr. 6 Unipolární svody podle Goldbergera

Lokalizační diagnostika

Lokalizace patologických procesů podle EKG svodů má význam zejména při diagnostice infarktu myokardu. Pravidla jsou shrnuta v následující tabulce.

Lokalizace infarktu myokardu											
	II	I	III	aVL	aVF	rV4	V2	V3	V4	V5	V6
hrot levé komory	+			+			+	+	+		
anteroseptální							+	+			
anterolaterální	+			+						+	+
posterolaterální			+		+					+	+
spodní stěna		+	+		+						
pravá komora			+		+	+	(+)				

Obr. 7 Lokalizace infarktu myokardu

1.4 Metodika měření

Standardní EKG je běžně **zapisováno rychlostí 50 mm/s** a se zesílením 1 mV/cm. Posun papíru o 1 cm tak odpovídá 200 ms = 0,2 s. V této knize jsou uvedené EKG křivky natočené obvykle v rychlosti 25 mm/s a * označená rychlostí 50 mm/s.

Frekvenci komor lze vypočítat pomocí následujícího vzorce:

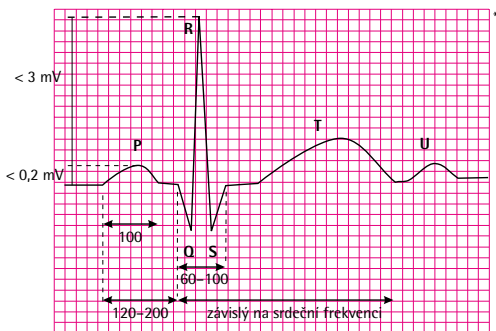
$$\text{srdeční frekvence} = \frac{60}{\text{RR interval [s]}}$$

Obr. 8 Výpočet srdeční (komorové) frekvence

2. Normální EKG

2.1 Charakteristika normálního EKG

Na prvním místě je nutno říct, že poznání patologického EKG je polovinou diagnózy! **Normální délka intervalů** je uvedena na **obr. 9**.

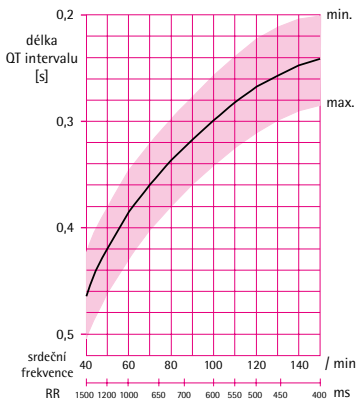


Obr. 9 Normální parametry EKG – maximální délka vlny P 100 ms, PQ interval 200 ms, QRS komplex 100 ms

Pro všechny intervaly na EKG platí, že musí být změřeny ve svodu s největší odchylkou. Vlna P a komplex QRS měří maximálně 100 ms, úsek PQ maximálně 200 ms. Délka intervalu QT je závislá na srdeční frekvenci. Prodloužení QT intervalu, ať už vrozené nebo

sekundárně léky navozené (s. 214), může predisponovat k životu nebezpečným arytmiím.

Obr. 10 ukazuje normální délku intervalu QT (včetně dolní a horní meze) v závislosti na srdeční frekvenci. Pokud je prodlouženo trvání komplexu QRS, jde o raménkovou blokádu, při prodloužení intervalu PQ se jedná o AV blokádu I. stupně.



Bazettův vzorec

($n = 0,40 - 0,44$)

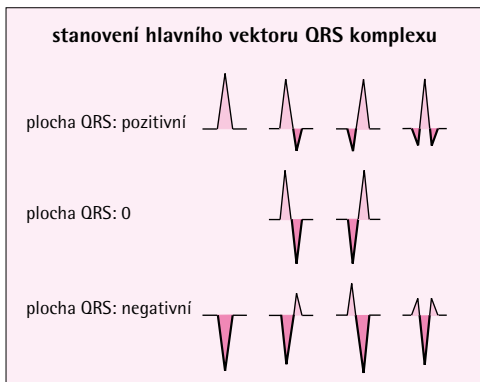
$$QT_c = \frac{QT [s]}{\sqrt{RR [s]}}$$

Obr. 10 Závislost délky QT intervalu na srdeční frekvenci (střední hodnota a rozsah tolerance)

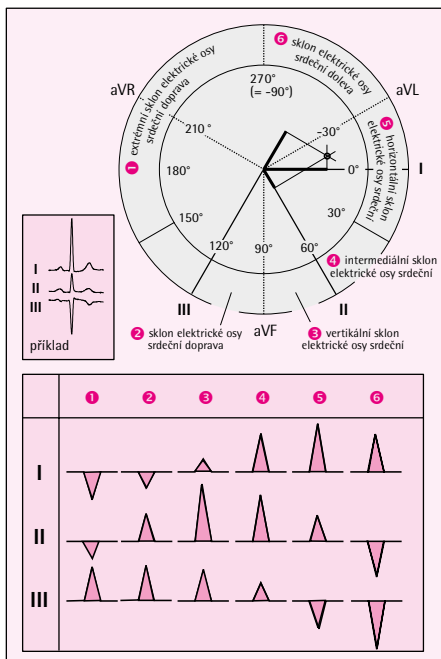
RR = časový odstup 2 QRS komplexů [s]

2.2 Stanovení elektrické osy srdeční

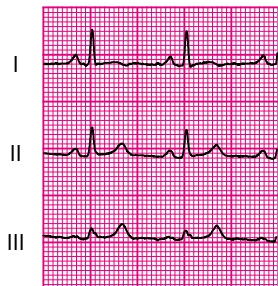
Sklon elektrické osy srdeční odráží výsledný vektor depolarizace myokardu, tj. maximálních výchylek komplexu QRS. Sklon elektrické osy srdeční je stanovován z končetinových svodů I, II a III. Praktické schéma stanovení elektrické osy srdeční je uvedeno na **obr. 12**. U mladých osob je fyziologický sklon elektrické osy srdeční vertikální až intermediální, u dospělých intermediální až horizontální. Ke stanovení elektrické osy nebereme v úvahu pouze maximální amplitudu komplexu QRS v daném svodu, ale jeho celkovou plochu se započtením pozitivního i negativního podílu (**obr. 11**).



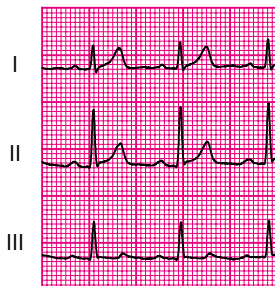
Obr. 11 Varianty sklonu elektrické osy srdeční: stanovení hlavního vektoru QRS komplexu pomocí integrálu plochy QRS komplexu



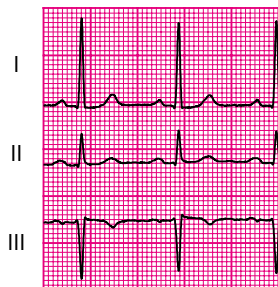
Obr. 12 Cabrerův kruh a schematické znázornění jednotlivých variant sklonu elektrické osy srdeční. **Příklad:** Hlavní vektory QRS jsou zaneseny do osy jednotlivých svodů. Průsečík kolmic vycházejících z koncových bodů definuje sklon elektrické osy srdeční.



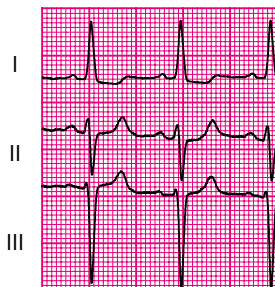
Obr. 13 Intermediální sklon elektrické osy srdeční



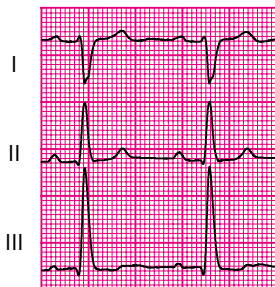
Obr. 14 Vertikální sklon elektrické osy srdeční



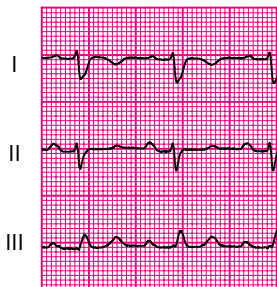
Obr. 15 Horizontální sklon elektrické osy srdeční



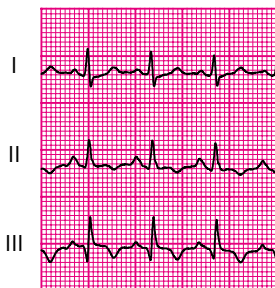
Obr. 16 Sklon elektrické osy srdeční doleva



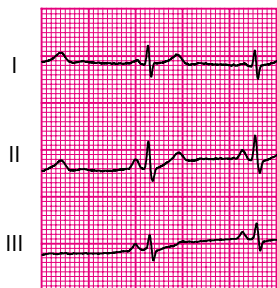
Obr. 17 Sklon elektrické osy srdeční doprava



Obr. 18 Extrémní sklon elektrické osy srdeční doprava



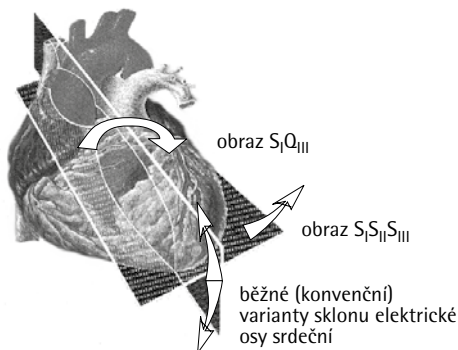
Obr. 19 Obraz S_1Q_{III}



Obr. 20 Obraz $S_1S_{II}S_{III}$

Změny sklonu elektrické osy srdeční mohou být způsobeny nárůstem svalové hmoty (např. horizontální sklon osy při hypertenzi, extrémní sklon osy doprava při hypertrofii pravé komory), změnou uložení srdce v hrudníku (např. nálevkovitý hrudník, vysoký stav bránice) a poruchami vedení vzruchu (např. při raménkových blokádách, hemiblokádách, s. 45). Levá přední hemiblokáda tak vede ke sklonu elektrické osy doleva, levá zadní hemiblokáda k extrémnímu sklonu elektrické osy srdeční doprava.

Klasicky je sklon elektrické osy srdeční stanovován ve frontální rovině. Náklony a rotace srdce v sagitální a horizontální rovině (obr. 21) vedou k obrazu $S_I Q_{III}$ nebo obrazu $S_I S_{II} S_{III}$, který může být způsoben přetížením pravého srdce.



Obr. 21 Elektrická osa srdeční – různé varianty sklonu elektrické osy srdeční

2.3 Postup při hodnocení EKG

Při prohlížení a interpretaci EKG se vždy vyplatí dodržovat určité pořadí, ve kterém posuzujeme jednotlivé jeho části postupně za sebou. K pochopení některých z popsaných kroků je nutná bližší znalost některých speciálních EKG abnormalit, které budou uvedeny v dalších kapitolách. Přesto v zájmu uvedení celého postupu při hodnocení EKG byly zahrnuty i do níže uvedeného přehledu. A nyní následuje postup při hodnocení EKG:

1. Rytmus

Pravidelnost rytmu posuzujeme podle **RR intervalů**. **Tachykardie** je definována jako srdeční frekvence $> 90/\text{min}$. O **bradykardii** mluvíme při frekvenci $< 50/\text{min}$. Sinusový rytmus je definován podle pravidelných pozitivních **vln P** ve svodech I–III.

2. AV převod

Při normálním AV převodu uplyne od začátku vlny P po začátek QRS komplexu < 200 ms. **PQ interval** je tedy $< 0,2$ s. Při prodloužení PQ intervalu jde o AV blokádu.

3. Sklon elektrické osy srdeční

Posouzení sklonu elektrické osy srdeční probíhá podle již výše uvedeného postupu (**obr. 12**).

4. QRS komplex

Normální QRS komplex trvá ≤ 100 ms. Pokud je QRS komplex prodloužen > 100 ms, jde o raménkovou blokádu. V hrudních svodech dochází k postupnému zvyšování amplitudy kmitu R od svodu V_1 směrem ke svodu V_6 (tzv. *progrese R*) a amplituda kmitu S se postupně snižuje. Ve svodech V_5 a V_6 se může amplituda kmitu R díky vzdálenosti od hrudní stěny opět snížit. Kromě toho

se při prohlížení EKG zaměříme na signifikantní Q kmity a známky srdeční hypertrofie.

5. Úsek ST

ST úsek je za normálních okolností izoelektrický. Pouze ve svodech V_2 a V_3 se mohou objevit nevýznamné elevace úseku ST do 0,2 mV. Při ischemii myokardu může dojít ke změnám (např. depresi) úseku ST.

6. Vlna T

Vlna T je ve svodech I–III a V_1 – V_6 trvale pozitivní. Ve hrudních svodech je negativní vlna T vždy patologická. Výjimkou jsou svody V_1 a III, kde vlna T může být naznačeně negativní.

7. QT interval

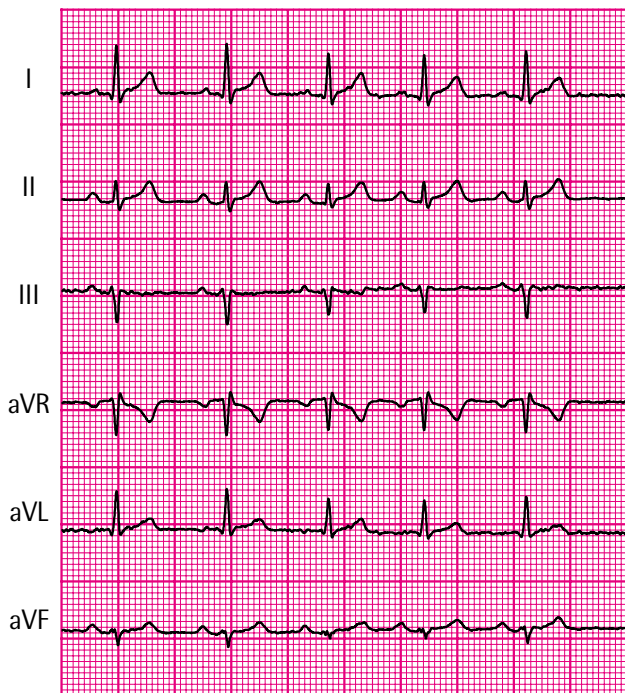
Nakonec změříme QT interval. Prodloužení QT intervalu korigovaného podle srdeční frekvence může být známkou vyššího rizika poruch srdečního rytmu.

8. EKG diagnóza

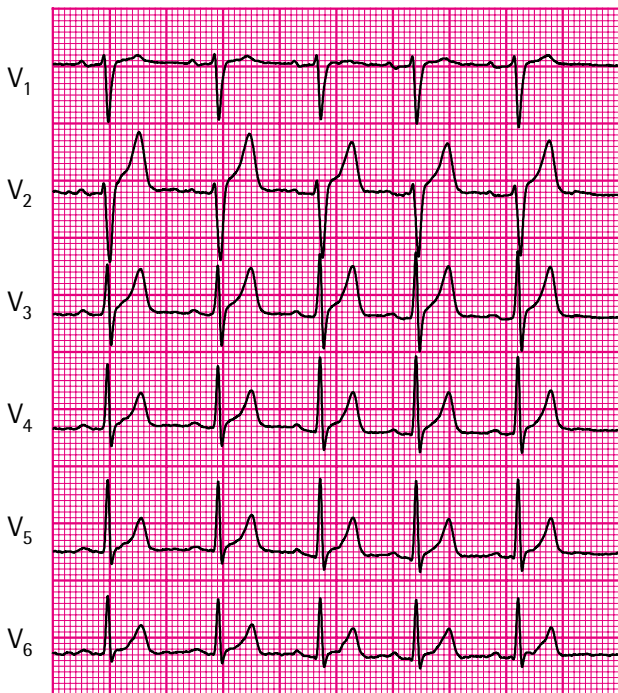
Závěrem popisu EKG by měla být formulace diagnózy, a to s ohledem na klinický obraz pacienta. Na následujícím obrázku je uveden odpovídající **vyhodnocovací formulář**. Tento formulář najdete také v dodatku. Můžete jej použít po příslušném zvětšení k hodnocení EKG pro vlastní účely.

Popis EKG

pacient	iniciály	datum narození	pohlaví ☐ M ☐ Ž
	hlavní klinická diagnóza:		
	antiarytmika: digoxin ☐		
RR intervaly	pravidelné ☐ A ☐ N		
frekvence	/ min tachykardie (> 90/min) ☐ bradykardie (< 50/min) ☐		
vlna P	pozitivní ve sv. I, II, III (sinusový rytmus) ☐ A ☐ N		
	pravidelná, následovaná komplexem QRS ☐ A ☐ N ☐ absolutní arytmie (fibrilace síní) ☐ obraz „zubů pily“ (flutter síní) ☐		
PQ interval	0,12–0,20 s ☐ A ☐ N ☐ zkrácený, < 0,12 s ☐ prodloužený, > 0,2 s (AV blokáda) ☐		
sklon el. osy srdeční	odpovídající věku ☐ A ☐ N	obraz S_1Q_3 ☐ extr. sklon doprava ☐ sklon doprava ☐ sklon doleva ☐	
		vertikální ☐ intermediální ☐ horizontální ☐	
komplex QRS	délka QRS normální < 0,1 s ☐ A ☐ N ☐ inkompletní raménková blokáda (0,10–0,12 s) ☐ kompletní raménková blokáda (> 0,12 s) ☐ horní obr. bod ve sv. V_1 opožděný (> 0,03 s) → BPRT ☐ horní obr. bod ve sv. V_6 opožděný (> 0,05 s) → BLRT ☐		
	normální ☐ A ☐ N ☐ pomalá progresse R ve svodu V_1 V_2 V_3 V_4 V_5 V_6		
progrese R kmitů	signifikantně patologický ☐ A ☐ N ☐ ve svodu V_1 V_2 V_3 V_4 V_5 V_6 I II aVF		
Q kmit	signifikantně patologický ☐ A ☐ N ☐ $S_{V_1} + R_{V_5} > 3,5$ mV (Sokolow – LK) ☐ $R_{V_2} + S_{V_5} > 1,05$ mV (Sokolow – PK) ☐		
známky hypertrofie	A ☐ N ☐ $S_{V_1} + R_{V_5} > 3,5$ mV (Sokolow – LK) ☐ $R_{V_2} + S_{V_5} > 1,05$ mV (Sokolow – PK) ☐		
úsek ST	izoelektrický ☐ A ☐ N ☐ elevace ST ve sv. V_1 V_2 V_3 V_4 V_5 V_6 I II III aVR aVL aVF		
	elevace ST ve sv. V_1 V_2 V_3 V_4 V_5 V_6 I II III aVR aVL aVF ascend. ☐ horizont. ☐ descend. ☐ obloučkovitá ☐		
vlna T	pozitivní ve sv. I–III, V_1 – V_6 ☐ A ☐ N ☐ negativita T symetrická ☐ preterminální ☐ terminální ☐		
QT interval	QT normální ☐ A ☐ N	délka QT	délka QT korigovaná dle SF podle Bazetta: $\frac{QT}{\sqrt{RR}}$ (s)
závěr (EKG diagnóza)			
	normální nálezy ☐ možný patolog. nálezy ☐ patolog. nálezy ☐ kód MKN		
	podpis		datum



Obr. 22 Normální EKG: sinusový rytmus, PQ interval $< 0,2$ s, délka QRS $< 0,1$ s, horizontální sklon elektrické osy srdeční. Nad přední stěnou je normální progrese kmitů R, ST úsek je izoelektrický



(ve svodu V₂ se mohou objevit nevýznamné elevace ST úseku do 0,2 mV). Vlna T je ve všech hrudních svodech pozitivní.