

Software pro analýzu EKG

Software for ECG analysis

Bc. Jana Borovjaková

Diplomová práce
2010



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jana BOROVIKOVÁ**
Studijní program: **N 3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Informační technologie**

Téma práce: **Software pro analýzu EKG**

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte literární rešerši na dané téma.
2. Popište problematiku kardiologie a zaměřte se na diagnostiku EKG.
3. Popište fyziologii a jednotlivé poruchy vedení projevující se na křivce EKG.
4. Navrhněte vhodné uspořádání objektů uvnitř dialogových oken.
5. Vytvořte software, který vykreslí křivku a provede její analýzu.

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. Jan Adamec, Richard Adamec. EKG podle Holtera. ISBN: 80-7262-183-1. 104 str.
2. John R. Hampton. EKG v praxi. Vydavatelství: Grada, 2007. ISBN: 80-2471-448-6. 376 str.
3. Gabriel Khan. EKG a jeho hodnocení. Vydavatelství: Grada, 2005. ISBN: 80-247-0910-4. 348 str.
4. Thaler M. Only EKG Book You'll Ever Need. NBN International LTD, 2006. ISBN: 07-8177-315-6. 342 str.
5. Štefja a kol. Kardiologie. Vydavatelství Grada, 2006. ISBN: 987-80-247-1385-4. 776 str.
6. Cheitlin M., Sokolov M., McIlroy B.M. Klinická kardiologie. H+H nakladatelství, 2005. ISBN: 80-7319-005-2. 848 str.
7. Brenda M. Beasley. Understanding EKGs: A Practical Approach. Prentice Hall, 2009. ISBN-13: 9780135069066, ISBN-10: 0135069068. 288 str.
8. Eliška Sovová. EKG pro sestry. Vydavatelství Grada, 2006. ISBN: 8024715422. 112 str.
9. Václav Chaloupecký. Detská kardiologie. Galén, 2006. ISBN: 8072624067. 444 str.
10. Rudolf Špaček, Petr Widimský. Infarkt myokardu. Galén, 2003. ISBN: 80-7262-197-1. 231 str.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Karel Perůtka, Ph.D.

Ústav řízení procesů

Datum zadání diplomové práce:

19. února 2010

Termín odevzdání diplomové práce:

8. června 2010

Ve Zlíně dne 19. února 2010

prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
děkan



prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Cieľom diplomovej práce je vytvoriť program, ktorý pomôže pri výuke EKG.

V prvej časti sa venujeme anatómii srdca, jeho vodivému systému a vzniku tepu. V druhej kapitole opisujeme vznik a rozbor vln, kmitov a konkrétnej EKG krivky.

V praktickej časti je popísaný normálny sinusový rytmus a jednotlivé arytmie. Nájdem tu ukážky z vytvoreného programu so stručným popisom.

Kľúčové slová: srdce, EKG- elektrokardiograf, krivka, sinusový rytmus, arytmia

ABSTRACT

The aim of this thesis is to create a program that will help in learning ECG.

The first part is dedicated to the anatomy of the heart and its conducting system of heart rate. In the second chapter we describe the creation and analysis of wave, oscillation and specific ECG curve.

The practical part describes the normal sinus rhythm and different arrhythmias. Find the set up of excerpts from a brief description.

Keywords: heart, ECG- electrocardiograph, waveform, sinus rhythm, arrhythmia

Motto:

„Milujem citáty, pretože mi spôsobuje radosť spoznávať myšlienky, ktoré človek môže mať, nádherne vyjadrené niekym, kto je považovaný za múdrejšieho ako ostatní.“

Marlene Dietrich (1901 - 1992)

„Srdce je obdivuhodný orgán. Je to v podstate čerpadlo pozostávajúce zo svalových buniek poháňané elektrickým prúdom, ktorý si samo vyrába.“

J. Černohorský, 1986

PodĎakovanie:

Ďakujem vedúcemu diplomovej práce Ing. Karlovi Perůtkovi, PhD. a odborným lekárom za všetky cenné rady a usmernenia, za všetok čas a ochotu, ktoré mi venovali počas vypracovávanía diplomovej práce.

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

.....
podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD	9
I. TEORETICKÁ ČASŤ	
1 MYOKARD A KORONÁRNY OBEH	11
1.1 VODIVÝ SYSTÉM	12
1.2 KORONÁRNE RIEČIŠTE A PRIETOK KRVI	13
1.3 ELEKTRICKÉ VLASTNOSTI SRDCOVÝCH BUNIEK	14
1.4 VZNIK TEPU V SINOATRIÁLNOU UZLE	16
2 ÚVOD DO EKG	19
2.1 ANALÝZA VĽN A KMITOV	20
2.1.1 <i>Vlna P</i>	22
2.1.2 <i>Kmit Q</i>	22
2.1.3 <i>Kmit R</i>	23
2.1.4 <i>Kmit S</i>	25
2.1.5 <i>Vlna T</i>	25
2.1.6 <i>Interval PQ, komplex QRS a úsek ST</i>	26
2.2 ANALÝZA EKG.....	26
2.2.1 <i>Rytmus</i>	27
2.2.2 <i>Akcia a frekvencia srdca</i>	28
2.2.3 <i>Elektrická os srdca</i>	28
2.3 NAJČASTEJŠIE ARYTMIE.....	29
3 VÝVOJOVÉ PROSTREDIE	32
3.1 ZAKLADNÉ FUNKCIE	32
II. PRAKTICKÁ ČASŤ	
4 NÁVRH A VYTVORENIE PROGRAMU	36
4.1 VYTVORENIE PROJEKTU V MS VISUAL STUDIO 2008	36
4.2 ÚSPORIADANIE V RÁMCI OKIEN	37
4.3 NORMÁLNY SINUSOVÝ RYTMUS A ARYTMIE	40
4.4 GRAF KRIVKY SINUSOVÉHO RYTMU	55
ZÁVER	56

ZÁVER V ANGLIČTINE.....	57
ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY	58
ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK.....	60
ZOZNAM OBRÁZKOV	62
ZOZNAM TABULIEK	64
ZOZNAM PRÍLOH.....	65

ÚVOD

... každý úder srdca je výsledkom prechodu elektrických signálov, ktoré spôsobia, že sa najprv zmrstia predsieň a potom komory. Takýto cyklus sa opakuje približne 60 až 90 krát za minútu alebo viac než 42 milión krát za rok Je všeobecne známe, že srdce v pokoji pracuje úsporne, ale pri zmene nárokov tkanív, dokáže behom niekoľkých sekúnd prispôbiť svoj výkon. Samotné srdce a regulácia jeho činností je úžasná a musím sa priznať, mne veľmi blízka. Vzádom na nie jednoduché zapamätanie a naučenie sa rozdielov medzi jednotlivými rytmami a poruchami rozhodli sme sa vytvoriť elektronickú pomôcku, ktorá môže byť užitočná pri výuke EKG. Program okrem fyziologických a patologických EKG kriviek a záznamov obsahuje aj základné informácie o srdci, jeho elektrickom vedení a tiež jednoduchú navigáciu, ako určiť pomyselnú elektrickú os srdca. Verím, že tento program pomôže pochopiť EKG a vidieť základné rozdiely pri hodnotení EKG záznamov. To ostatné sa získava praxou.

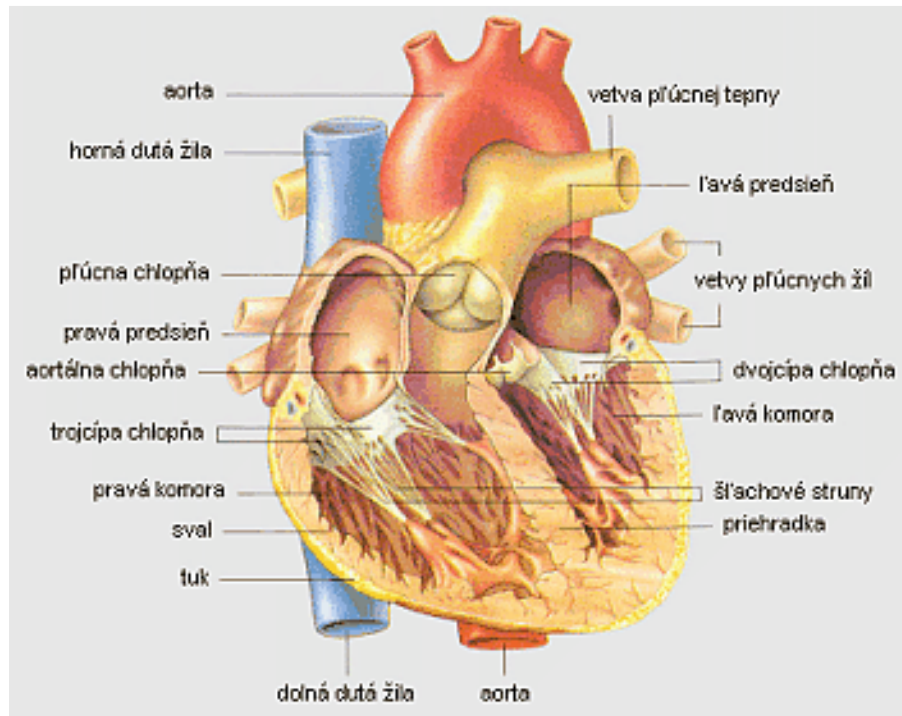
I. TEORETICKÁ ČASŤ

1 MYOKARD A KORONÁRNÝ OBEH

Srdce je dutý, svalnatý orgán, ktorý sa nachádza v centre hrudníka, s veľkosťou dvoch zatiaľ pástí. Dve-tretiny srdca leží vľavo od hrudnej kosti a jedna-tretina vpravo. Za účelom plnenia svojich úloh, srdce musí byť efektívny a účinný čerpací mechanizmus. To je možné pochopiť vzhľadom k jeho funkciám, ktoré môžeme rozdeliť na tri samostatné úrovne:

- Štruktúra - usporiadanie komôr a ventily v srdci.
- Prietok krvi - ako srdce dodáva krv do tela.
- Prevodový systém - elektrické dráhy, ktoré regulujú každý tep.

Srdce je uložené v pevnom väzivovom perikardiálnom vaku, ktorý ho ohraničuje od ostatných orgánov a umožňuje klzanie povrchov listov (epikardiálny a endokardiálny), tvoriacich perikardiálny vak, behom srdcového cyklu. Ľavá komora má tvar ovoidu, v priečnej projekcii tvar kruhu, kým pravá komora sa tvarovo podobá skôr zaoblenému trojuholníku so základňou v medzikomorovom septe. Septum (stena) oddeľuje predsieň a komory od seba navzájom. Srdcové chlopne sú tvorené tenkou väzivovou kostrou pokrytou endokardom a fungujú ako jednosmerný ventil. Cíповé chlopne majú trojuholníkový tvar. Mitrálna chlopňa má predný a zadný cíp, trikuspidálna chlopňa má predný, zadný a septálny cíp, aortálna chlopňa je uložená na bulbe aorty a má tri semilunárne cípy (polmesiačikovité), do dvoch z nich ústia kmene vencovitých tepien. Pulmonálna chlopňa je tvorená pravým, ľavým a predným cípom. [ŠTEJFA, M, et al. *Kardiologie*. [s.l.]: Grada, 2006. 776 s. ISBN 9878024713854.]



Obrázok 1: Anatómia srdca

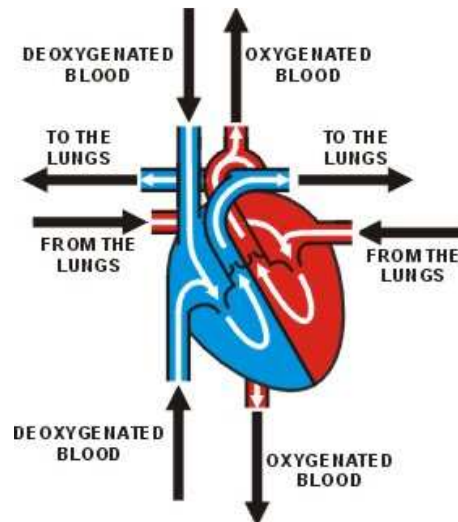
Pracovný myokard predsiení a komôr je zakotvený v srdcovom väzivovom skelete, ktorý oddeľuje predsieň od komôr. Komorový myokard tvorí niekoľko svalových vrstiev. Vonkajšia je spoločná pre obe komory, dutinové vrstvy sú tvorené svalovými snopcami a sú vzájomne skrížené. Ich skrútením dochádza ku sťahu srdca v pozdĺžnom smere. Snopce strednej vrstvy obopínajú len bazálne $\frac{2}{3}$ pravej a predovšetkým ľavej komory. Ich sťah vedie k zmenšeniu priemeru komôr : ľavá komora- max. 15mm; pravá komora- max. 5mm. Pracovný myokard má vegetatívnu inerváciu. Sympatickú inerváciu komôr nachádzame predovšetkým na prednej stene srdca. Vagovú inerváciu nachádzame v posterobazálnej oblasti srdca. [4]

1.1 Vodivý systém

Elektrický signál musí dospieť z centra automacie, k bunkám pracovného myokardu a šíri sa nimi tak, aby vyvolal synchronizovanú kontrakciu predsiení a po malom časovom momente kontrakciu komôr. Prenos signálu z bunky na bunku sa deje pomocou lokálnych prúdov. Vznikajú na rozhraní rôzne polarizovaných buniek. Čím je napät'ové rozhranie príkřejšie, tým sú silnejšie lokálne prúdy a tým rýchlejšie sa šíri signál. To je podstata rozdielnej rýchlosti vedenia bunkami so sodíkovou a vápnikovou depolarizáciou. Behom menej strmnej repolarizácie sa tiež tvoria lokálne prúdy. Sú menej intenzívne, ale môžu sa v krajnom prípade depolarizovať – skoré následné depolarizácie. [4], [5]

1.2 Koronárne riečište a prietok krvi

Tepenná krv je do myokardu privádzaná koronárnymi vencovitými tepnami. Arteria coronaria sin. (ACS) odstupuje zo sinus aortae sin., jej kmeň je dlhý 1-2cm a delí sa na ramus interventricularis ant. (RIA) a ramus circumflexus sin. (RCS). Preteká ňou 85% koronárnej krvi. Arteria coronaria dx. (ACD) odstupuje zo sinus aortae dx. a preteká ňou 15% koronárnej krvi. Takto je tomu u tzv. „vyrovnaného“ typu riečišťa (40% ľudí). U ďalších 40% ľudí nachádzame „pravý typ“ riečišťa, kde dlhá a bohato vetvená ACD zásobuje na úkor časti Rc (ramus circumflexus) celú zadnú, bočnú a spodnú stenu ľavej komory. 20% ľudí má „ľavý“ typ s dlhým vetvením ramus circumflexus, ktorý zásobuje bočnú a spodnú časť ľavej komory so zadným septom a paraseptálne aj pravú komoru, lebo ACD je krátka. Bazálny koronárny prietok je 80-100ml krvi na 100g myokardu (srdce váži 300-350g). Ak dôjde k zmenšeniu priemeru lúmen koronárnej tepny nad 75% tj. s obmedzením priesvitu na 95% ide o kritickú stenózu, kde je koronárna rezerva vyčerpaná a dochádza k ischémii. Na zmenách koronárneho prietoku a rezistencie sa významne podieľa aj srdcová frekvencia, a to ovplyvnením dĺžky diastoly. So stúpajúcou srdcovou frekvenciou sa minútový koronárny prietok zvyšuje. Celková doba pripadajúca na systoly, behom ktorých je prietok nízky, sa síce predlžuje, ale zvýšená spotreba srdcového kyslíka vedie k metabolickej vazodilatácii (rozšírenie ciev), poklesu rezistencie a zvýšeniu prietoku behom diastol. Tachykardia sa stáva limitujúcim činiteľom prietoku až po dosiahnutí kritickej frekvencie, keď je doba na diastolický prietok už príliš krátka. V zdravom koronárnom riečišti koronárny prietok po dosiahnutí maximálnej HR (heart rate) podstatne nepoklesne, u patologických stavov dochádza k ischémii už pri nižších frekvenciách. Krv vracajúca sa z tela vstupuje do srdca cez pravé predsieň, kde sa zhromažďuje a následne je čerpaná do pravej komory. Každým sťahom pravej komory je krv vháňaná do pľúc, kde je obohatená s kyslíkom. Štyroma pľúcnymi žilami sa vracia krv do ľavej predsieň, ktorá ju sťahom posielá do ľavej komory. Z ľavej komory, hlavnej čerpacej komory srdca, odchádza krv cez aortu do hlavnej obehovej siete. Vzhľadom k tomu, že dodáva krv do celého tela, táto komora funguje ťažšie ako ostatné. Jej steny môžu byť dvakrát až trikrát silnejšie, ako steny pravej komory (viď vyššie- pracovný myokard). [ŠTEJFA, M, et al. *Kardiologie*. [s.l.]: Grada, 2006. 776 s. ISBN 9878024713854.]



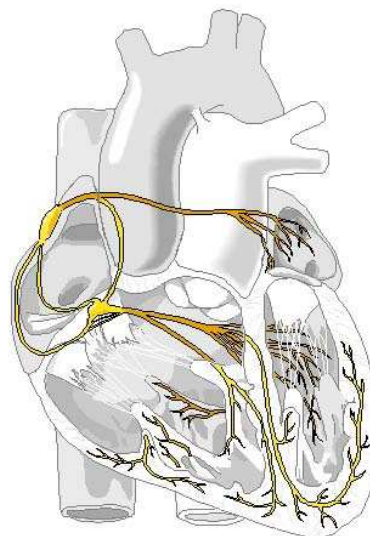
Obrázok 2: Prietok krvi

1.3 Elektrické vlastnosti srdcových buniek

Srdce pracuje všetkými svojimi časťami koordinovane, ako jednotka podľa zákona „všetko, alebo nič“. Komunikácia medzi bunkami je pomocou elektrických signálov. Ide o pomerne uniformné zmeny membránového napätia, ktoré sa z centra vzniku šíria na srdcové štruktúry predeterminovanými dráhami v prísnej časovej postupnosti ako fronta podráždení. Podmienkou na vznik elektrického signálu je kľudové membránové napätie – potenciál na membránach srdcových buniek. Jeho primárnou príčinou je koncentračný gradient na membráne tvorený činnosťou Na/K –ATP (sodíkovo draslíková pumpa). V kľude je membrána pre ióny takmer nepriepustná, s výnimkou selektívnej priepustnosti pre draslík. Jeho difúziou z bunky po koncentračnom spáde sa vnútro membrány stáva oproti povrchu elektronegativným. Elektrický gradient pôsobí na difúziu draslíka opačne ako chemický. Pri tzv. rovnovážnom napätí sa obe sily vyrovnajú a difúzia ustane. Pri poklese koncentrácie K^+ sa kľudové napätie zvýši a dochádza k hyperpolarizácii, naopak pri hromadení K^+ vo vnútri buniek sa napätie o niečo zníži – hypopolarizácia. Kanál, ktorý stráži pomocou difúzie draslíka kľudové napätie, má najväčšiu vodivosť v jeho blízkosti (rovnovážneho napätia). Čím je nižšie kľudové napätie, tým je menšia dráždivosť a pomalšie vedenie. Podstatou vlastného elektrického signálu je charakteristické chovanie sodíkového kanálu, jeho napäťová závislosť. Má selektívny filter, ktorý prepustí len ióny sodíka. Akčné napätie má niekoľko fáz: fáza 0- rýchla depolarizácia, vo vnútri bunky nízka koncentrácia sodíka a záporný náboj na membráne; fáza 1- prúdenie iónov vápnika do bunky; fáza 2- plato; fáza 3- repolarizácia, ukončenie

akčného napätia. Rýchle bunky- majú vysoké kľudové napätie, dopolarizácia rýchlym sodíkovým prúdom je strmá a elektrický signál na ďalšie bunky sa šíri rýchlo; aj medzi nimi existujú zreteľné rozdiely. Napr. predsieňové bunky majú menšiu hustotu vápnikových kanálov, plato je menej nápadné, akčné napätie má triangulárny tvar a jeho trvanie je zhruba polovičné ako u komôr. V subepikarde komôr je akčné napätie kratšie ako v centrálnej zóne komorovej steny, čo je príčinou konkordancie vlny T. Pomalé bunky sa normálne nachádzajú len v SA (sinoatriálnom) a AV (atrioventrikulárnom) uzle. Vzruch sa šíri pomalšie, v tvorbe a vedení signálu sú odkázané na pomalšiu depolarizáciu vápnikovým prúdom, ktorý potrebuje silnejší podnet k dosiahnutiu prahového napätia. U patologických situácií sa aj rýchle bunky začínajú chovať ako pomalé a potenciálne arytmogénne. Pacemakerové bunky sú automatické bunky. Ich kľudové napätie je labilné a v čase sa vytráca – diastolická kľudová depolarizácia. Bunky s vlastnosťami pacemakeru sa fyziologicky nachádzajú v oboch uzloch a v zakončení Purkyňových vlákien. Signál z bunky na bunku sa šíri nízko-odporovými nexami, ktoré sú lokalizované v interskalárnych diskoch, kde umožňujú veľmi rýchle vedenie v axiálnom smere. Lokálne prúdy, ktoré sa nimi šíria radiálne, zjednocujú postup depolarizačnej fronty. To je hlavný rys elektrickej homogenity srdca, ktorej akékoľvek narušenie predstavuje významný arytmogénny faktor. Srdce je ovplyvnené autonómnym nervovým systémom, ktoré môže zvýšiť alebo znížiť srdcovú frekvenciu v súlade s požiadavkami tela. [ŠTEJFA, M, et al. *Kardiologie*. [s.l.] : Grada, 2006. 776 s. ISBN 9878024713854.]

Vzhľadom k vnútornému regulačnému systému, tzv. prevodovému systému, srdce bije bez akéhokoľvek priameho podnetu z nervového systému.



Obrázok 3: Vodivý systém srdca [14]

Tento systém sa skladá zo špecializovaných svalových tkanív, ktoré generujú a distribujú vedenie, spôsobujúce kontrakciu srdcového svalu. Tieto tkanivá sa nachádzajú v sinoatriálnom (SA) uzle, atrioventrikulárnom (AV) uzle, Hissovom mostíku, Tawarových ramienok a vodivých myofibrilov- Purkyňových vlákien.

Akonáhle je stimulovaná elektrická aktivita, svalové vlákna sa sťahujú. V srdci elektrická aktivita je nazývaná depolarizácia. Kontrakcia spôsobí, že krv je čerpaná do celého tela. Sťah komory v srdci sa nazýva systola. Uvoľnenie srdcového svalu je spôsobené elektricky- repolarizáciou. Uvoľnenie komory v srdci sa nazýva diastola. [4], [7]

1.4 Vznik tepu v sinoatriálnom uzle

Normálna kľudová miera self-budenia sínusového uzla je asi 75 krát za minútu u dospelých. Vzhľadom k tomu, že táto sadzba je rýchlejšia ako u iných srdcových svalových vlákien, sínusový uzol sa nazýva kardiostimulátor.

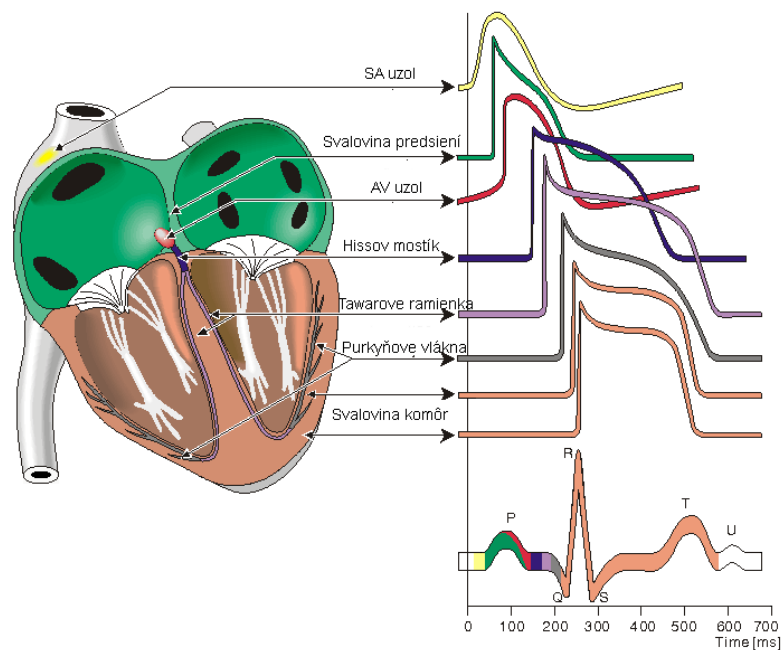
Pri predsieňovej depolarizácii vedenie pokračuje vlnou nadol a doľava, cez obe predsieňe, nedepolarizuje každú bunku a spôsobuje kontrakciu predsieňe. Je to depolarizácia, ktorá môže byť videná ako vlna P na EKG.

Nakoniec sa vedenie depolarizácie stretáva v atrioventrikulárnom uzle v blízkosti centra srdca. Práve AV uzol je hlavnou príčinou oneskorenia pri vykonávaní impulzu z predsiení ku komorám. Toto oneskorenie umožňuje predsieňam vyplniť komory krvou, ešte pred kontrakciou. Vzhľadom k tomu, že AV uzol je malý, nie je zaznamenané depolarizačné napätie a na EKG vidíme izoelektrický PR segment. Depolarizácia putuje na septum a pozdĺž Hissovho mostíku, pred rozdelením sledujeme vľavo a vpravo Tawarové ramienka. Tie pokračujú ďalej k vodivým Purkyňovým vláknam, ktoré distribuujú akčný potenciál, a tým depolarizáciu svalových buniek komôr. Ľavé ramienko je aktivované ako prvé, depolarizácia prebieha zľava doprava a môže viesť k malej negatívnej výchylke na EKG, ide o vlnu Q. Zároveň predsieňe a sínusový uzol začínajú repolarizovať a relaxovať.

Vlna depolarizácie pokračuje nadol septom a do steny komory. Vzhľadom k tomu, hmotnosť stien ľavej komory je podstatne väčšia ako pravej. Stredný vektor depolarizácie komorovej steny je na ľavej strane. Depolarizácia prebieha rýchlo, čo spôsobuje ventrikulárne (komorové) kontrakcie, a je videná ako vlna R na EKG. Okraj komorového svalu je posledná časť kontrakcie. Smer depolarizácie vedie k vlne S na EKG. Po kontrakcii komôr, je izoelektrický S-T segment na EKG, ktorý zodpovedá „plato“ akčného potenciálu všetkých vlákien. Repolarizácia je návrat membránového potenciálu na

základné postavenie a uvoľnenie svalu. To dáva vychýlenie na EKG v rovnakom smere ako depolarizácia, pretože obe polarita a smery (orientácie) sú negatívne - T vlny. Keď sa srdce úplne repolarizuje, komory sú uvoľnené, nie je žiadna elektrická aktivita až do začiatku aktivity sínusového uzla, ktorý opäť spustí celý cyklus. [2], [3], [5], [20]

EKG krivka zaznamenaná z povrchu tela vzniká sumáciou AP (akčný potenciál) všetkých depolarizovaných a následne repolarizovaných buniek pracovného myokardu. Depolarizácia buniek prevodového systému srdca sa na bežnom EKG zázname nezobrazuje, pretože suma AP buniek tohto tkaniva je taká malá, že je pod úrovňou citlivosti EKG prístroja. Ak použijeme intrakardiálne snímacie elektródy, potom môžeme zaregistrovať aj elektrickú aktivitu štruktúr ŠEPS (špecifický excitačný prevodový systém) srdca, čo je využívané v diagnostike niektorých dysrytmií. [Prof. MUDr. HLAVÁČEK, CSc, Jan; Doc.MUDr. PLEVKOVÁ, PhD., Jana. *Elektrokardiografia*. [s.l.] : [s.n.], 2009. 101 s.]



Obrázok 4: Elektrofyziológia srdca. [21]

Tabuľka 1: Elektrické udalosti v srdci [21]

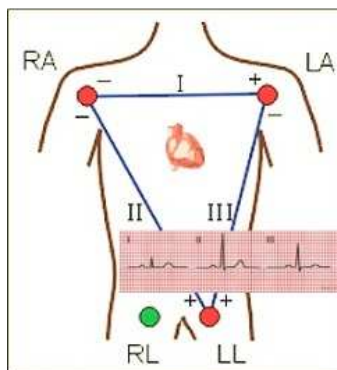
Miesto v srdci	Udalosť	Čas[ms]	Ekg terminológia	Rýchlosť vedenia [m/s]
SA uzol	generovaný impulz	0		0.05
Predsieň: pravá	depolarizácia	5	P	0.8-1.0
	ľavá	depolarizácia	P	0.8-1.0
AV uzol	príchod impulzu	50	P-Q interval	0.02-0.05
	odchod impulzu	125		
Hissov mostík	aktivované	130		1.0-1.5
Tawarove ramienka	aktivované	145		1.0-1.5
Purkyňove vlákna	aktivované	150		3.0-3.5
Endokard				
Septum	depolarizácia	175	QRS	0.3 (axial)
Ľavá komora	depolarizácia	190		-
Epikard				0.8
Ľavá komora	depolarizácia	225		(transverse)
Pravá komora	depolarizácia	250		
Epikard				
Ľavá komora	repolarizácia	400	T	0.5
Pravá komora	repolarizácia			
Endokard				
Ľavá komora	repolarizácia	600		

2 ÚVOD DO EKG

Elektrokardiograf je operačný zosilňovač, ktorý zapisuje elektrickú aktivitu srdca. Elektrokardiografy bývajú jednostopové alebo viacstopové. Elektrokardiogram sa zaznamenáva pri posune EKG papiera rýchlosťou $25 \text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$. Pred každým záznamom sa musí zaradiť „kontrolný impulz“, ktorého výška 1 mV musí zodpovedať vo všetkých zvodoch výške 10 mm. U EKG hodnotíme najskôr rytmus, potom akciu srdca, frekvenciu a nakoniec hodnotíme jednotlivé vlny a kmity. Až potom je vhodné opatrne uvažovať o nejakej diagnóze.

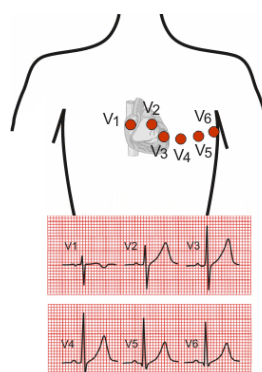
Miesto snímania elektrického signálu z povrchu tela a ich označovanie sú v elektrokardiografii pevne dané. Počas celého cyklu elektrickej aktivácie je vytvárané elektrické pole, ktoré je možné zaznamenávať elektrokardiografickými zvodmi. Elektrokardiogram je záznam snímaný z dvanástich zvodov, ktoré môžeme rozdeliť na tri základné skupiny:

- bipolárne končatinové zvody (I. II. a III.) – Einthoven, zaznamenávaný je elektrický potenciál medzi dvoma miestami ľudského tela



Obrázok 5: Bipolárne zvody

- 6 unipolárnych hrudných zvodov ($V_1 - V_6$) – Wilson, indiferentná elektróda je svorka tvorená spojením káblov zo všetkých troch končatinových elektród

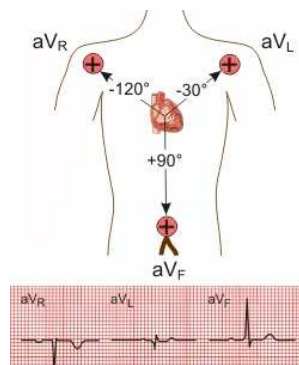


Obrázok 6: Zvody V1-V6

Tabuľka 2: Snímanie hrudníkových zvodov [4]

Hrudníkové zvodov	Časť komory
V1–V2	Anteroseptálna
V3–V4	Anteroapikálna
V5–V6	anterolaterálna

- unipolárne augmentované zvodov (aVR, aVL, aVF) – Goldberg, používa sa exploratívna elektróda a zaznamenáva sa rozdiel elektrického potenciálu medzi ňou a indiferentnou elektródou, ktoré je vytvorením spojenia káblov z ostatných dvoch končatín.



Obrázok 7: Unipolárne augmentované zvodov

2.1 Analýza vln a kmitov

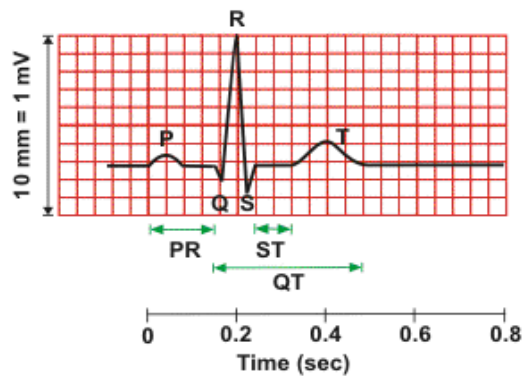
Elektrická aktivita spojená so svalovou činnosťou ide cez rôzne tkanivá a nakoniec dosiahne povrchu tela, kde môže byť zachytená elektródami prichytenými na koži. Záznam získaný z depolarizácie a repolarizácie napätia srdcového svalu sa nazýva elektrokardiogram alebo EKG.

Na EKG rozoznávame nasledujúce vlny, kmity a intervaly:

vlny: P, T, U

kmity: Q, R, S

interval P-Q (P-R), úsek S-T, interval Q-T



Obrázok 8: P-QRS-T komplex

Vlna Pvýška vlny je 1 – 2,5 mm (0,1 až 0,25 mV) a šírka najviac 0,1 s

Úsek PQdĺžka je 0,12 – 0,15 s u detí, 0,15 – 0,20 s u dospelých

Komplex QRScelý komplex trvá 0,06 – 0,08 s, trvanie nad 0,1 s je patologické

Úsek STtrvanie je úmerné srdcovej frekvencii, normálne trvá 0,1 až 0,15 s

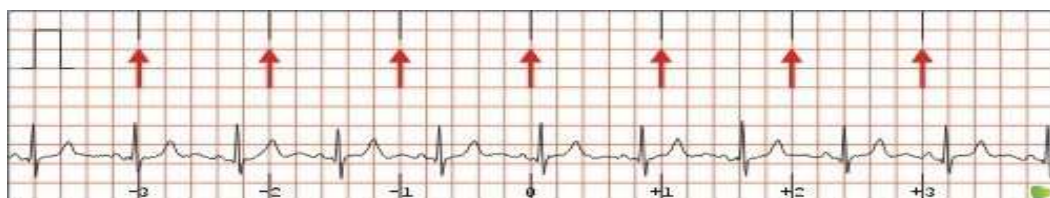
Úsek QTnormálne meria 0,35 – 0,45 s

QTc.....QT korigované, normálne do 0,44 s

Vlna Tnevyskytuje sa vždy, pokiaľ áno, trvá okolo 0,2 s, výška 3 – 8 mm

Vlna Uzapisuje sa 0,2 – 0,4 s po ukončení vlny T, je málokedy viditeľná, výška je asi 0,5 mm (0,05 mV) [8], [15]

Na ďalšom obrázku je EKG stopa. Každých 5 mm štvorcových v mriežke predstavuje 0,2 sekundy trvania a 0,5 mV amplitúdy. Stopa trvá 8 sekúnd dĺžky; každá sekunda je 25 mm (5 štvorcov), indikované je to na obrázku pomocou čiernych čiar (šípka).

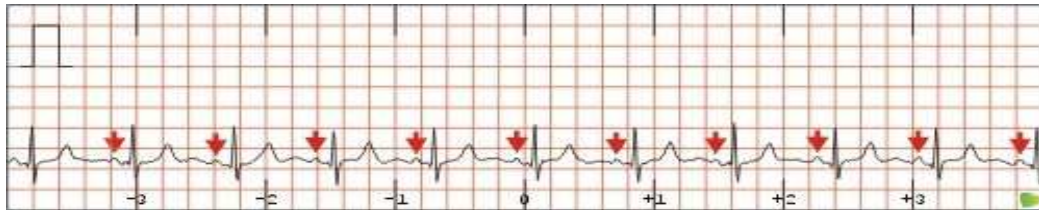


Obrázok 9: EKG stopa [19]

Aby bolo možné pochopiť a interpretovať EKG, existuje špecifická terminológia slúžiaca na definovanie EKG kriviek a EKG intervalov. EKG môže byť použité na detekciu bežnej činnosti, srdcových arytmií a srdcových chorôb. Každá časť tlkotu srdca produkuje rozličné odchýlky, alebo tzv. deformácie na EKG. Tieto sú zaznamenávané ako rad pozitívnych a negatívnych vln.

2.1.1 Vlna P

Prvá deformácia, ktorá reprezentuje úder srdca je malá vzostupná vlna, nazývaná ako vlna P. Indikuje depolarizáciu predsiení. Inicializačná časť P vlny je do značnej miery odrazom depolarizácie pravej predsieni, jej terminálna časť je odrazom depolarizácie ľavej predsieni. Kontrakcia predsiení začína zlomok sekundy po začiatku vlny P. [19]



Obrázok 10: Vlna P (vyznačená) [19]

Všetky vlny P by mali vyzerat' podobne, a nemali by byt' vacšie ako 0,25 mV, čo je 2,5 mm a nemali by trvat' dlhsie než 0,10 s. Vyššie morfológie môžu indikovat' rozšírenie pravej predsieni. Vyššie resp. morfológie v tvare „m“ môžu spôsobovat' rozšírenie ľavej predsieni. Viacnásobné P vlny svedčia pre blokádu II. alebo III. stupňa.

Ich nález je ve všetkých zvodoch pozitívny (mimo event. III, V1 zvodov) a ak nasleduje po nej v pravidelných intervaloch QRS komplex, jedná sa o sinusový rytmus. Negatívna vlna P vo zvodoch II, III, aVF alebo hrudných svedčí pre junkčný rytmus.

Vlna P chýba pri:

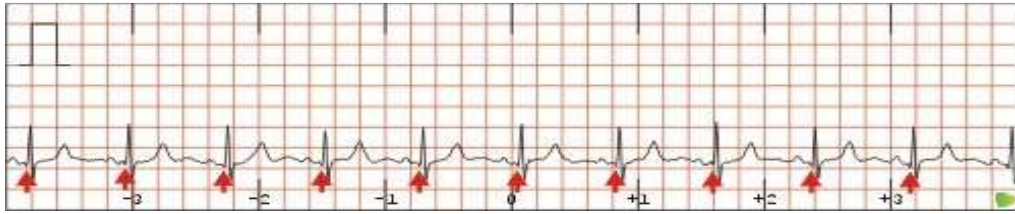
- fibrilácii predsiení (najčastejšia príčina chýbajúcej vlny P)
- flutter-i predsiení
- SA bloku, komorovej a supraventrikulárnej tachykardii
- fibrilácii a flutter-i komôr
- stredného junkčného (nodálneho) rytmu [2][3][15]

2.1.2 Kmit Q

Ak je viditeľný, potom je kmit Q počiatočná deformácia nadol po vlne P. Normálny Q kmit reprezentuje septálnu depolarizáciu.

Normálny (nepatologický) kmit Q:

- je široký do 0,03 s
- je hlboký do 3 mm (0,3 mV)
- nepresahuje 1/4 výchylky R v rovnakom zvide [15]



Obrázok 11: EKG, vlna Q (vyznačená) [19]

Kmit Q, ktorý vidíme po infarte myokardu môže byť široký a hlboký. Mŕtvy sval nepracuje ani neprodukuje prúd, preto EKG sníma prúd od tohoto svalu a produkuje silne negatívnu deflexiu (odchýlku). [19]

Patologické Q je:

- široké 0,04 s a viac
- hlbšie ako 3 mm
- väčšie ako 1/4 príslušného kmitu R

Prehľad príčin patologického kmitu Q:

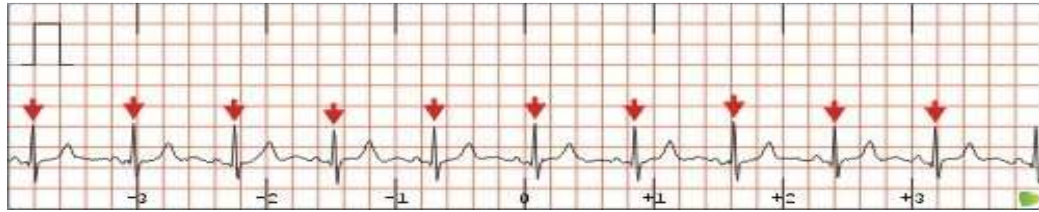
- infarkt myokardu
- hypertrofia komorového septa (napr. pri kardiomyopatii)
- blok ľavého Tawarového ramienka (BLTR resp. RBBB) - vzhľadom k neskoršej aktivácii ľavej komory (až po aktivácii komory pravej) sa objaví patologické Q v III a vo zvode aVF bez toho, aby šlo o prekonaný diafragmatický infarkt. Je ale potrebné povedať, že BLTR má najčastejšie ischemický pôvod práve na podklade prekonaného infarktu myokardu.
- syndróm preexcitácie (WPW syndrom) – môžeme tu tiež nájsť patologické Q vo zvodoch II, III, aVF bez toho aby šlo o infarkt myokardu.

Upozornenie:

- u priečnej polohy srdca alebo u obéznych v ľahu, vplyvom vysokého postavenia bránice v III zvode môžeme registrovať tzv. polohové Q, čo je hlboké Q (hlbšie ako 3 mm). Toto polohové Q je však výhradne len izolované v III zvode, a je hodnotené ako varianta normálu, nie ako známka prekonaného infarktu myokardu. [MUDr. HAMAN, Petr. *Výukový web EKG* [online]. [cit. 2010-03-21]. Dostupné z WW: <ekg.kvalitne.cz>.]

2.1.3 Kmit R

Kmit R je prvá vzostupná deflexia po P vlně (keď Q kmit chýba). Kmit R je najjednoduchšia krivka na identifikáciu na EKG a reprezentuje včasnú depolarizáciu komôr. [19]

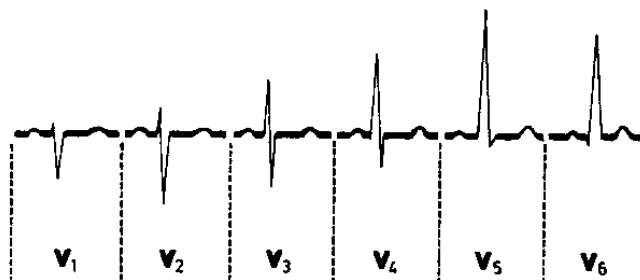


Obrázok 12: EKG, vlna R (vyznačená) [19]

Kmit R môže byť rozšírený pri hypertrofii komory, pri tenkej hrudnej stene alebo pri atletickej postave. Môže byť menší príčinou rôznych mechanizmov vrátane obezity.

Normálna výška kmitu R je:

v končatinových zvodoch	do 10 mm (1 mV)
v hrudníkových zvodoch (V5, V6)	do 25 mm (2,5 mV)
u mladistvých	do 35 mm (3,5 mV), (V1, V2) do 7 mm (0,7 mV)



Obrázok 13: EKG, vlna R vo V1-V6

Patológie kmitu R

- a) Vysoká voltáž - vyššie amplitúdy R ako normálne hodnoty svedčia pre:
- hypertrofiu ľavej komory (vyššie R vo zvodoch V5, V6)
 - hypertrofiu pravej komory (vyššie R vo zvodoch V1, V2)

U astenických mladistvých sú pre amplitúdu kmitu R povolené vyššie hodnoty. Vyššie výchylky sú zrejmé kôli blízkosti exploratívnej elektródy k povrchu srdca.

- b) Nízka voltáž – $R < 5$ mm v končatinových zvodoch, $R < 7$ mm v hrudníkových zvodoch

Príčiny: obezita, anasarka, perikardiálny alebo pleurálny výpotok, konstriktívna perikarditis, hypotyreóza, a veľa ďalších pľúcnych ochorení – pľúcny emfyzém, chronická bronchitis, chronická obštrukčná bronchopulmonálna choroba. Nízka voltáž môže byť aj po rozsiahlych IM.

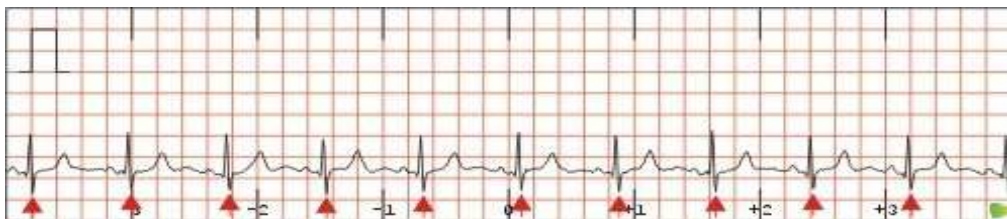
- c) Chýbajúce R – ak má QRS komplex charakter QS, jedná sa o prekonaný IM -prednej steny - chýba R v hrudníkových zvodoch V1-3 (je QS V1-3) -diafragmatickej steny - chýba R v končatinových zvodoch II, III, aVF
- e) Elektrický alternans - je pravidelné kolísanie výšky amplitúdy komorového komplexu (rôzne výšky kmitu R) nezávisle na dýchaní alebo frekvencii. Môže sa vyskytnúť u perikardiálneho výpotku, ale tiež pri supraventrikulárnej tachykardii, tachyfibriácii predsiení a pod. [15]



Obrázok 14: Elektrický alternans

2.1.4 Kmit S

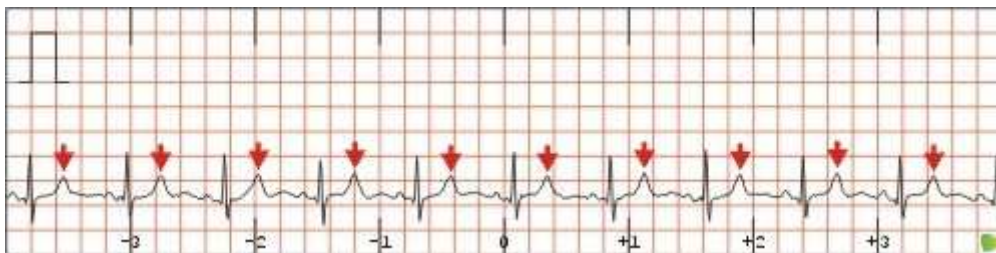
Kmit S je prvá negatívna deflexia po R kmite, reprezentujúca neskorú depolarizáciu komôr. Široké S je u BPRT (blokáda pravého Tawarovho ramienka). [19]



Obrázok 15: Vyznačená vlna S [19]

2.1.5 Vlna T

Vlna T reprezentuje repolarizáciu komôr. Je normálne vzpriamená, mierne zaoblená a jemne asymetrická. Jej morfológia sa mení so zadržiavaním dychu a toxicitou.



Obrázok 16: Vyznačená vlna T [19]

Negatívnu alebo plytkú vlnu T môžeme nájsť pri ischémií myokardu, blokáde Tawarovho ramienka, komorovej (ventrikulárnej) hypertrofii. Ak je vlna T vysoká, ide o vyvrcholenie

hyperkaliemie. Ploché T vlny so zárezmi svedčia pre ochorenia ako je perikarditída, hypothyreóza a kardiomyopatia. Ploché vlny T súvisia s hypokaliémiou. [19]

2.1.6 Interval PQ, komplex QRS a úsek ST

Interval PQ normálne trvá 0,12-0,20 s. Mení sa nepriamo úmerne s frekvenciou. Predĺžený PQ interval svedčí pre bradykardiu, AV blokádu I.stupňa, skrátенý interval nachádzame u tachykardie. Interval PQ je obyčajne izoelektrický a začína na začiatku vlny P a končí na začiatku QRS komplexu. Tento interval reprezentuje čas potrebný na dosiahnutie komôr zo sínusového uzla. Je to koniec intervalu PR, pretože vlna Q včasto chýba.

QRS komplex tvoria kmity Q, R a S. Podkladom tohto komplexu je depolarizácia komôr. Normálne hodnoty QRS komplexu sa pohybujú medzi 0,06- 0,10 s. Rozšírený komplex môžeme nájsť pri komorovom rytme, komorovej tachykardii, komorových extrasystolách, blokáde Tawarových ramienok.

Úsek ST má byť vo všetkých zvodoch približne v izoelektrickej línii, u mladších jedincov sa často nachádza ascendentný priebeh, kedy úsek smeruje od komorového komplexu priamo hore do vlny T, takže zostáva kmit S a úsek ST je len ťažko identifikovateľný. Taký priebeh ST úseku nieje patologický a v popise EKG ho uvádzame ako „syndróm včasnej repolarizácie“. Repolarizácia postupuje opačne ako depolarizácia a sila elektrického poľa je v dôsledku pomalšieho postupu myokardom nižšia ako pri depolarizácii. S výnimkou zvodu V1 by mala byť polarita T vlny v hrudných zvodoch kladná. Pri končatinových zvodoch platí všeobecná zásada, že polarita vlny T má byť rovnaká s polaritou najväčšieho kmitu komplexu QRS. [19][15][6]

2.2 Analýza EKG

Na interpretáciu porúch rytmu z EKG záznamu existuje niekoľko logických postupov na určovanie arytmie. Otázky vedú postupne k určitej diagnóze. Vychádza sa väčšinou z hodnotenia QRS komplexov nasledujúcich po sebe, ktoré sú na EKG zázname vždy najviac nápadné. Najskôr je potrebné zistiť, či sa intervaly medzi QRS komplexmi opakujú pravidelne, alebo nepravidelne. Ďalej si všimame ich frekvenciu. Pri nepravidelných QRS komplexoch sa rozhodujeme, či ide o konštantnú alebo trvalú nepravidelnosť, alebo či sú pri pravidelnom rytme zmenené len niektoré R-R intervaly. V tomto prípade oba úseky hodnotíme samostatne. Pre diagnózu je dôležité, aký majú QRS komplexy tvar. Z tohto hľadiska delíme arytmie na tachykardie so širokým QRS (komorové a supraventrikulárne

s blokádou ramienka) a tachykardie s úzkym QRS komplexom (supraventrikulárne a junkčné). Popis EKG krivky musí zahŕňať:

Srdcovú frekvenciu- môžeme počítať orientačne z intervalu RR: 60/ trvanie RR v sekundách, normálne 60-80 min.

Trvanie vlny P- od začiatku vlny P do konca vlny P, normálne 60-100 ms.

Interval PQ- od začiatku vlny P do začiatku komplexu QRS, normálne 120-200 ms, ale pri trénovaných športovcoch s bradykardiou môže byť aj dlhší.

Šírku QRS- od začiatku do konca komorového komplexu, normálne 60-100 ms.

Interval QT- od začiatku komplexu QRS do konca vlny T, jeho dĺžka závisí na srdcovej frekvencii a preto sa obvykle vyjadruje ako QTc, tj. pri frekvencii 60/ min, normálna hodnota QTc je 0,340 - 0,420 s, ale môže sa predlžovať s vekom. [2], [6], [7], [20]

2.2.1 Rytmus

Rytmus môžeme rozdeliť na sinusový (sinoatriálny) a nesinusový (všetky ostatné).

Hodnotíme ho podľa prítomnosti/ neprítomnosti P vln a tiež podľa frekvencie na:

- **sinoatriálny** (vzruch vzniká v sinoatriálnom uzle)- prítomné sú vlny P v ustálenej vzdialenosti pred komplexom QRS, frekvencia je 60 a viac/ minúta
- **junkčný** (vzruch z AV uzla): frekvencia je 40-60/ min (jedná sa o bradykardiu)

podľa presného miesta vzniku v AV uzle delíme tento typ na:

- a) horný- v II, III a aVF zvodoch bude negatívna vlna P
- b) stredný- vlna P je zdanlivo neprítomná (skrytá v QRS komplexe) akcia je

pravidelná

c) dolný

- **idioventrikulárny** (vzruch vzniká v prevodovom systéme komôr): chýba vlna P a je prítomná ťažká bradykardia (okolo 30/ min)
- **fibrilácia predsiení:** veľmi častá; nieje prítomna vlna P, akcia je nepravidelná, frekvencia predsiení je až 600/ min, AV uzol blokuje prestup väčšiny z nich na komory preto je frekvencia komôr zväčša normálna t.j. 60-90/min
- **flutter predsiení:** akcia býva pravidelná, ale nachádzame flutterové vlnky medzi QRS komplexami. [2][5][7]

2.2.2 Akcia a frekvencia srdca

Akcia srdca:

- **pravidelná:** R-R intervaly sú v rovnakej vzdialenosti od seba
- **nepravidelná:** R-R intervaly sú v rôznej vzdialenosti od seba

Frekvencia:

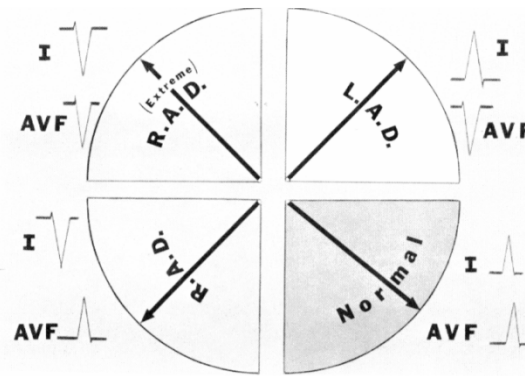
- **normálna frekvencia:** 60-90/ min
- **bradykardia:** pod 60/ min
- **tachykardia:** nad 90/ min

Frekvencia sa dá buď vypočítať zo štandardnej rýchlosti posunu papiera v EKG prístroji (25 mm/ s), kedy jeden **malý štvorček** predstavuje **40 ms**, alebo frekvenciu len tak od oka veľmi približne vypočítame zo vzorca:

frekvencia= $300/x$, pričom x = počet veľkých štvorcov medzi dvoma QRS komplexami (R-R); Pri nepravidelných rytmoch frekvenciu predsieň počítame podľa vzdialeností P-P, kým u komôr je to vzdialenosť R-R.

2.2.3 Elektrická os srdca

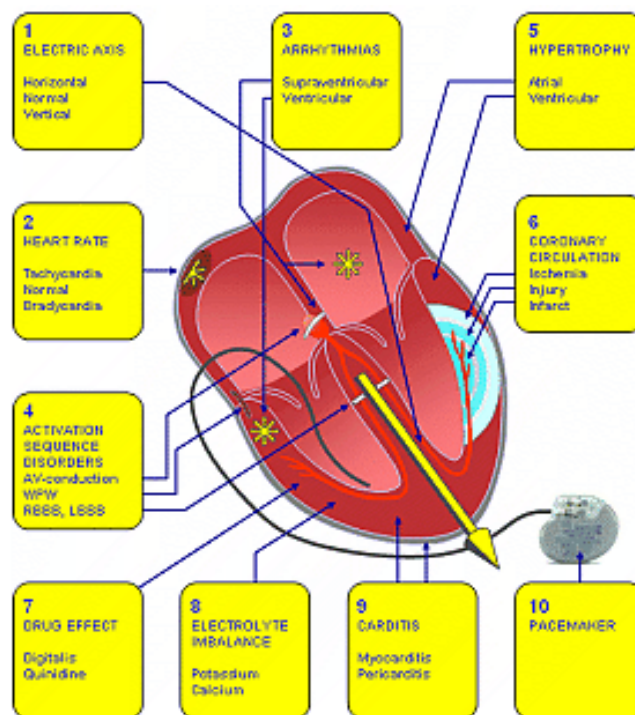
Elektrická os srdca je pomyselná os, ktorá ukazuje výsledný smer a veľkosť elektrického potenciálu, ktorý vzniká pri depolarizácii svaloviny srdcových komôr. Repolarizačný proces v komorách a predsieňach má svoj smer, ktorý vytvára repolarizačnú os srdca. Bežne sa však používa len elektrická os ,ktorá je výsledkom depolarizácie komôr. Elektrická os srdca je určená smerom a veľkosťou , preto môžeme túto os považovať za vektor. Zistenie elektrickej osi srdca pomáha pri diagnostike ochorení ako sú napríklad infarkt myokardu, hypertrofia komôr a podobne. Existuje niekoľko spôsobov, ako určiť elektrickú os srdca, na obrázku môžeme vidieť stanovenie osi podľa výslednej polarity QRS komplexu v I. a aVF zvodoch. [11], [7]



Obrázok 17: Elektrická os srdca [11]

2.3 Najčastejšie arytmie

Ako arytmie sa označujú všetky poruchy tvorby vzruchu, teda rytmy s atypickým miestom vzniku vzruchu, patologické frekvencie a všetky poruchy vedia vzruchu. Srdcové arytmie neznamenaajú hneď nepravidelnú akciu srdca, nakoľko veľké množstvo z nich, má akciu pravidelnú. EKG je suverénnou metódou na nájdenie arytmií. Porúch srdcového rytmu a ich variácií je neúmerne množstvo a ich dopad na organizmus je rôznych. Klinicky závažné a životu nebezpečné arytmie vedú k ťažkej poruche hemodynamického stavu. Niektoré poruchy srdcového rytmu sa môžu prejaviť aj na zdravom srdci, ako napr. extrasystoly, syndróm preexcitácie, ale väčšinou sa vyskytujú ako sprievodný jav srdcových ochorení, ktoré sa môžu hemodynamicky zhoršovať. [2],[5]



Obrázok 18: Miesto vzniku a poruchy vedenia vzruchu [21]

Sinusový rytmus (definícia): srdcový rytmus riadený zo SA uzla rýchlosťou 60-100/min., každú vlnu P nasleduje QRS komplex a každý QRS predchádzala vlna P. Vlna P má normálny tvar a čas trvania a je negatívna vo zvide aVR a pozitívna vo zvide aVF.

Bradykardia: frekvencia nižšia ako sú normálne hodnoty

Tachykardia: frekvencia vyššia ako sú normálne hodnoty

Paroxyzmálna arytmia: arytmia, ktorá sa náhle začína a končí

Arytmie môžeme rozdeliť do niekoľkých skupín:

Poruchy tvorby vzruchu

- Sinusová tachykardia (Sinus Tachycardia)
- Sinusová bradykardia (Sinus Bradycardia)
- Sinusová pauza (Sinus Pause)
- Sinusová zástava (Sinus Arrest)
- Extrasystoly

Poruchy vedenia vzruchu

- Blok pravého Tawarovho ramienka (Right Bundle Branch Block)
- Blok ľavého Tawarovho ramienka (Left Bundle Branch Block)
- Bifascikulárna blokáda
- Trifascikulárna blokáda
- Syndróm preexcitácie (Preexcitation Syndrom)
- AV blok I.stupňa (First Degree AV block)
- AV blok II.stupňa – Mobitz I., Mobitz II. (Second Degree AV block)
- AV blok III.stupňa – kompletný blok (Third Degree AV block Complete)
- SA blok I.-III.stupňa (výpadok P a následného QRS-T)
- Komorová tachykardia (Ventricular Tachycardia)- široký QRS
- Komorová fibrilácia (Ventricular Fibrillation)
- Komorová zástava (Ventricular Arrest)
- Fibrilácia predsiení (Atrial Fibrillation)
- Flutter predsiení (Atrial Flutter)
- Atriálna (supraventrikulárna) tachykardia (Atrial Tachycardia)- úzky QRS
- WPW syndróm (Wolffov-Parkinson-Whiteov syndrom) [13]

V praxi sa môžeme stretnúť s podrobnejším rozdelením. Za zmienku stoja tiež patologické stavy, ktoré sa prejavujú zmenami na EKG:

Ischémia myokardu

Infarkt myokardu

Prednej steny – Anterior Myocardial Infarction

Zadnej steny – Posterior Myocardial Infarction

Spodnej steny – Inferior Myocardial Infarction

Bočnej steny – Lateral Myocardial infarction

Septálny – Septal wall Myocardial Infarction

Pravej komory – Right Ventricular

Hypertrofia komôr

RomanoWard syndrom (syndrom predĺženého P-Q intervalu)

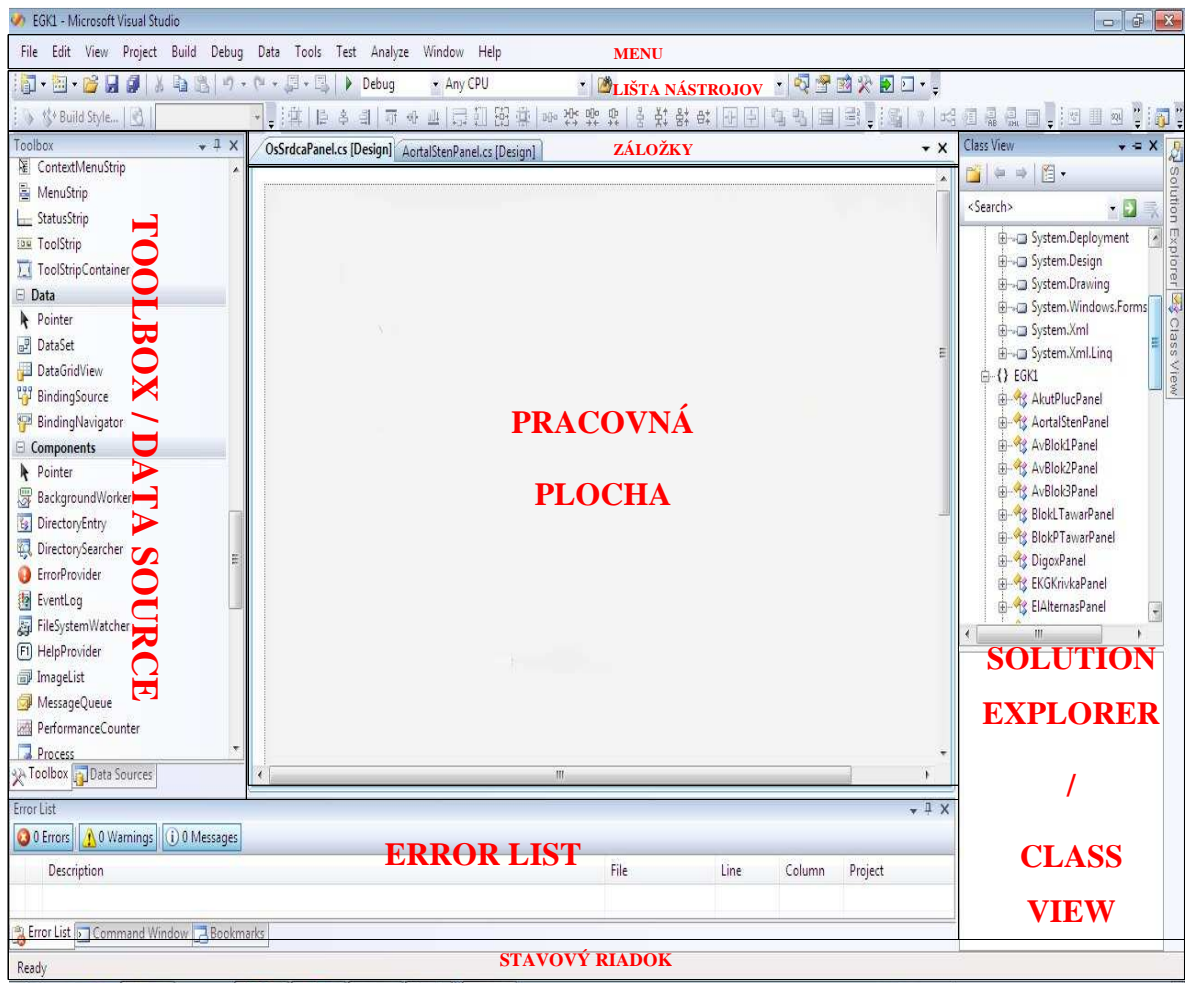
Porúch srdcového rytmu a patologických stavov je oveľa viac. Častokrát sú kombinované a nie tak uhladené. Podrobný rozpis všetkých existujúcich nieje zámerom a bol by nad rozsah tejto práce. Venovať sa budeme len základným arytmiám a niektorým často vyskytujúcim sa ochoreniam, ktoré sú ďalej použité v praktickej ukážke na pomoc výuky.

3 VÝVOJOVÉ PROSTREDIE

Za prostredie, v ktorom sme sa rozhodli ako navrhúť tak aj urobiť náš program, sme si vybrali MS Visual Studio. Ide o integrované vývojové prostredie od spoločnosti Microsoft. Existuje niekoľko verzií, my sme použili na túto prácu MS Visual Studio Team System 2008. Program obsahuje editor kódu podporujúci IntelliSense, integrovaný debugger, fungujúci ako source-level debugger. Ostatné vstavané nástroje zahŕňajú Forms Designer pre vytváranie GUI aplikácií, web designer a iné. V nasledujúcich riadkoch sa stručne oboznámime s niektorými jeho základnými funkciami.

3.1 Zakladné funkcie vo Visual Studio

Okno programu Visual Studio, ako máme možnosť vidieť (Obrázok 19) tvorí ponuka Menu, ktorá je popísaná nižšie, lišta s nástrojmi, záložky, pri otvorených viacerých oknách, aktívne okno pracovnej plochy v režime design alebo text-kód. Vľavo sa nachádzajú dve záložky Data Source (práca s databázou) a Toolbox v množstvom nástrojov, v pravom rohu je Solution Explorer (prieskumník riešení) a Class View (zobrazenie tried). V dolnej časti sa ešte nachádzajú Error List, ktorý tvoria záložky chyba, varovanie a správa. Pod ním nájdeme už len stavový riadok. Visual Studio ponúka veľmi príjemné – User Friendly pracovné prostredie. Veľkou výhodou a pomocou je už spomínaný editor kódu IntelliSense a bohatá nápoveda MSDN knižnice, ktorú ocenia nielen začiatočníci, ale aj profesionálni programátori.



Obrázok 19: MS Visual Studio- Okno aplikácie (Design)

V ponuke Menu nájdeme:

File – možnosť vytvorenia, otvorenia alebo vloženia projektu, web stránky, či súboru, obsahuje možnosti zavrieť, uložiť, exportovať, ukončiť

Edit – obsahuje možnosti úpravy dozadu, dopredu, kopírovať, vložiť, nájsť a premiestniť, prácu so záložkami, editor kódu IntelliSense

View – zobrazenie pomocných okien, prepínanie medzi oknami pracovnej plochy s textovým a design režimom

Project – pridávanie položiek do projektu- formulár, komponent, trieda, možnosť zobrazenia a nastavenia vlastnosti aktuálneho projektu v „Properties“

Build - zostavenie projektu, obsahuje Configuration Manager

Debug – ladenie programu

Data – práca s databázami, porovnanie schém, SQL editor, Refactor

Refactor – v režime písania kódu, obsahuje možnosti premenovanie, extrakcia metód, rozhrania, zapuzdrenie, „povýšenie“ lokálnej premennej na parameter, výmena ich poradia, zrušenie

Tools – nástroje, pripojenie k zariadeniam, k databáze, makrá, tvorba GUID, prispôsobenia a iné

Test – testovanie programu, databázy, nastavenia

Analyze – analýza kódu, nastavenie pre dané riešenie

Window – nastavenie zobrazovaných okien

Help – nápoveda pomocou on-line MSDN Library

II. PRAKTICKÁ ČASŤ

4 NÁVRH A VYTVORENIE PROGRAMU

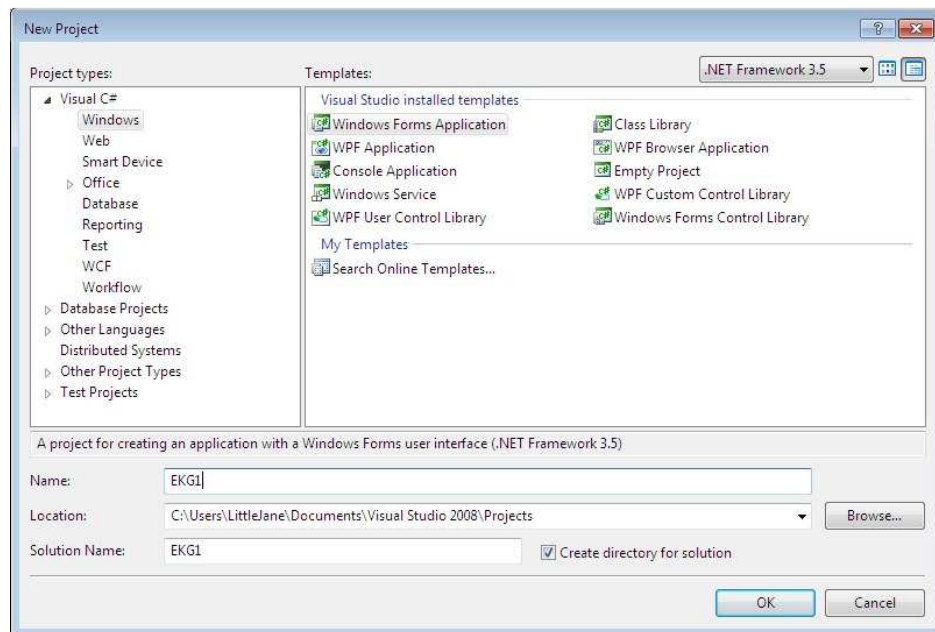
Program je aplikačný software, ktorý umožňuje využiť počítač užívateľom k užitočnej činnosti. Pri návrhu programu sme postupovali obvyklým spôsobom. Bolo potrebné odpovedať na otázky v rámci:

- Špecifikácie úlohy:
 - Určiť, čo má program robiť
 - Aké údaje bude mať počítač k dispozícii
 - Ako sa bude s týmito údajmi pracovať
 - Aké bude dávať program výsledky
- Analýza problému
 - Určiť spôsob riešenia úlohy
 - Určiť spôsob, ako budú vedomosti reprezentované v počítači
- Návrh

Program bol vytvorený v prostredí Visual Studio 2008 od Microsoftu a má pomáhať pri výuke EKG. Mal by zobrazovať fyziologickú a patologickú krivku a popis problému. Nakoľko ide o výukový program, rozhodli sme sa do neho zapracovať aj časť, ktorá vysvetlí vznik a tvar EKG krivky ako takej, stanovenie elektrickej osi srdca a možnosť precvičiť si svoje vedomosti.

4.1 Vytvorenie projektu v MS Visual Studio 2008

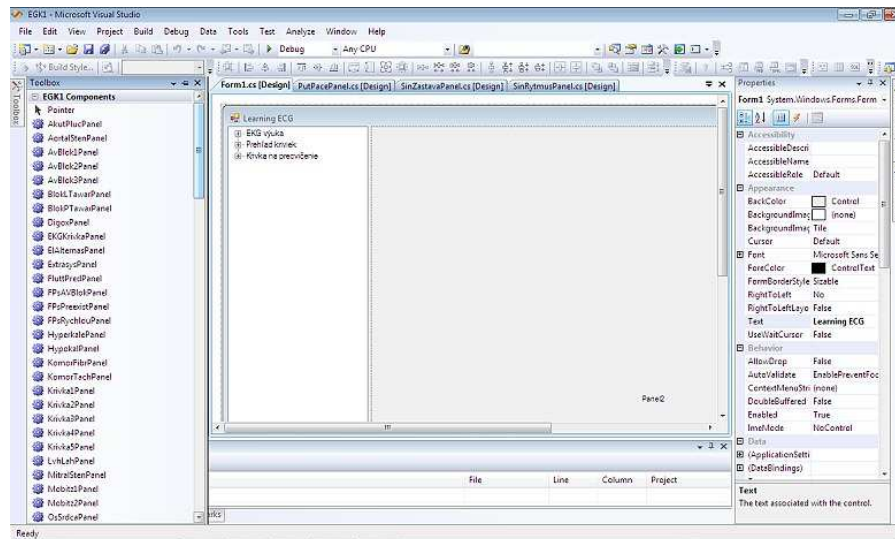
Po otvorení základného okna vybraného vývojového prostredia, sme sa cez ponuku Menu File=> New=> Project dostali k oknu, v kotom sme mali na výber niekoľko možností. V ponuke "Project Types" sme si vybrali C# => Windows, a v ponuke "Templates" WindowsFormApplication. Projekt sme nazvali EKG1 (zapísané v poli Name), čo sa automaticky prepíše aj v poli Solution Name, zaškrtili sme políčko "Create directory for solution" a potvrdili tlačidlom OK.



Obrázok 20: MS Visual Studio- New Project

4.2 Usporiadanie v rámci okien

Hlavné okno (Form1) je rozdelené na dve časti pomocou komponentu SplitContainer.



Obrázok 21: MS Visual Studio 2008- Form1

V ľavej časti je komponent TreeView, kde sú pridané jednotlivé prvky (Node). Po označení prvku na TreeView sa v pravej časti zobrazia príslušné texty a obrázky (Obrázok 21- 27). Pravá časť je vytvorená pomocou UserControl, tzn. každý prvok na TreeView má vždy svoj vlastný UserControl, ktorý sa pripája na pravú stranu formulára.

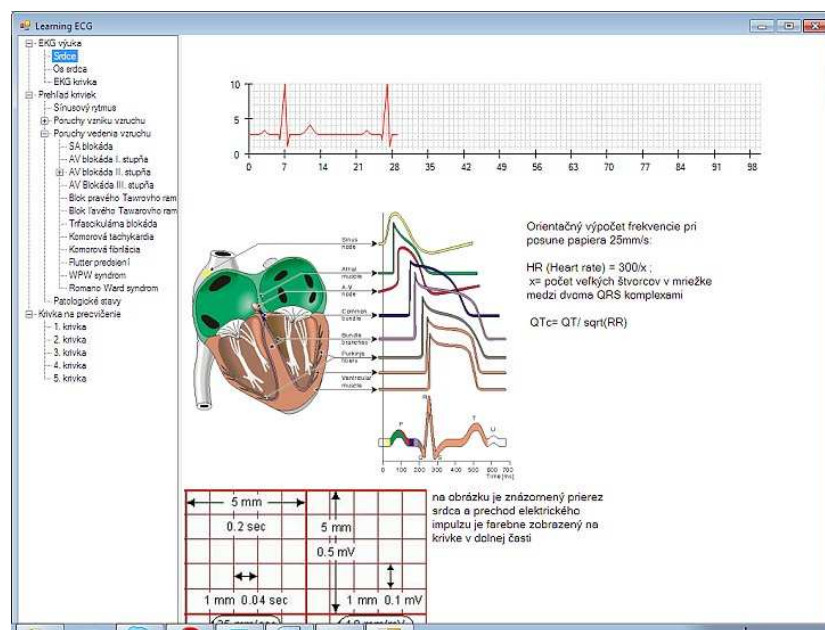
Pri kliku na prvok sa podľa názvu prvku vyberie príslušný komponent (UserControl) a pomocou metódy Controls.Add() a Dock sa "prilepí" do formulára.

```

...
22 if (e.Node.Name == "Node1")
23     {
24         var p = new SrdcePanel();
25         splitContainer1.Panel2.Controls.Add(p);
26         p.Dock = DockStyle.Fill;
27         var g = new GraphCount(p.sgaGraphControl1);
28         g.Start();
29     }
...

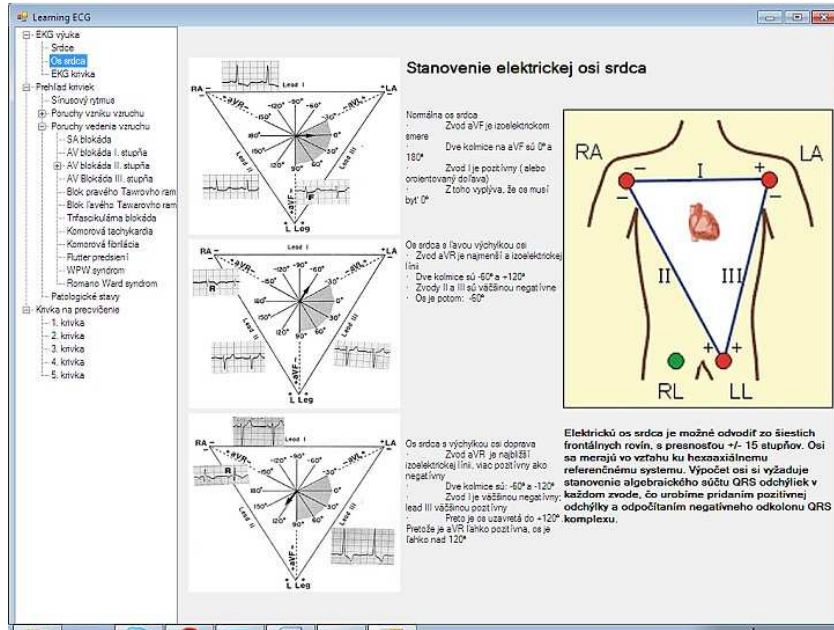
```

Celý program je rozdelený do troch tématických okruhov. V prvom okruhu „Výuka EKG“ máme možnosť vidieť, čo je dôležité vedieť skôr ako začneme posudzovať samotný Ekg záznam. Konkrétne sme sa rozhodli pre zobrazenie srdca ako celku a jeho vodivého systému.



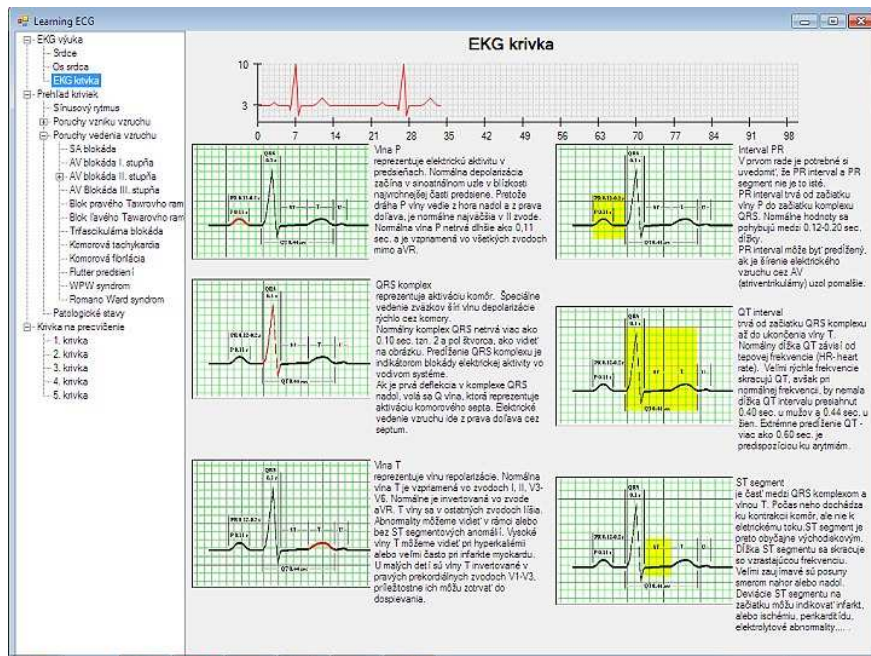
Obrázok 22: Ekg výuka - Srdce

V druhom okne je zobrazenie pomyslenej elektrickej osi srdca a jej popisu s následnou ukážkou tejto deviácie, ako ju vidíme na Ekg, ktorá hrá pri diagnostike dôležitú úlohu.



Obrázok 23: EKG výuka – Elektrická os

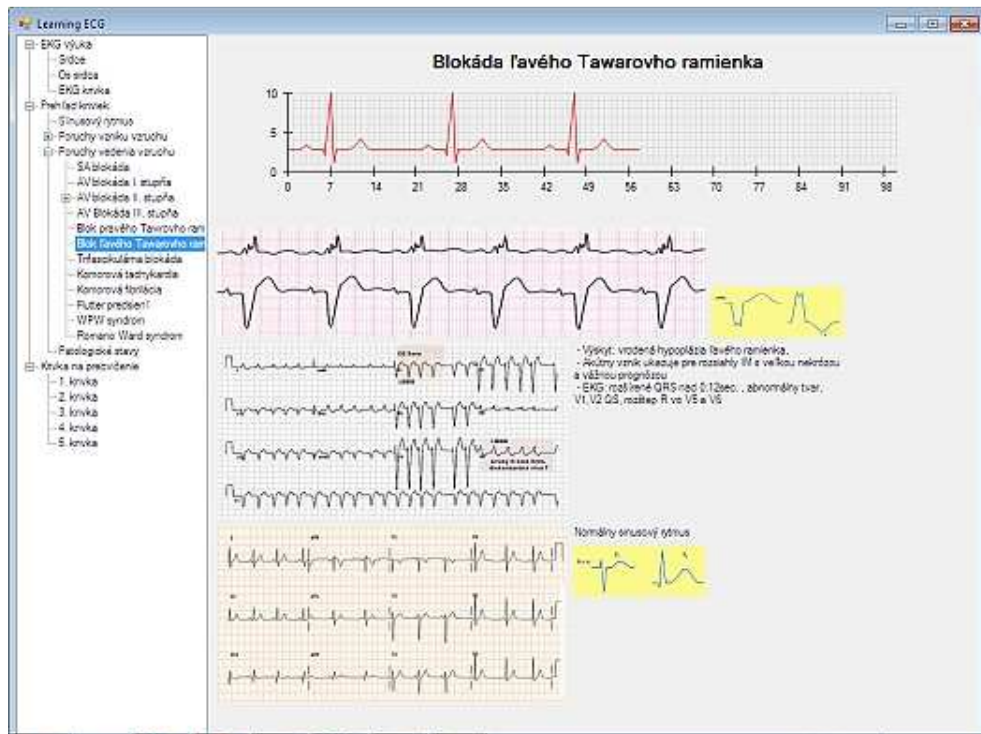
V ďalšom okne sa venujeme rozboru jednotlivých vln a intervalov, ich vzhľadu a fyziologickému trvaniu. Vlna, segment, či konkrétny interval je na príslušnom obrázku farebne označený, aby bolo jasné, o ktorej časti krivky sa v texte píše.



Obrázok 24: EKG výuka - Krivka

V druhom okruhu sa venujeme už konkrétnym poruchám rytmu, ktoré sme rozdelili podľa typu poruchy. V rámci jedného okna máme možnosť vidieť bežiaci EKG graf sinusového rytmu, časť EKG záznamu- krivku, kde je patologická zmena najlepšie viditeľná, 12

zvodový EKG záznam normálneho sinusového rytmu a súčasne záznam práve zvolenej arytmie, pri ktorej je uvedený stručný popis s trvaním kmitov a zmenami v priebehu krivky. V tejto časti nájdeme niekoľko „bežných“ (bežných - vo význame častejšie sa vyskytujúcich) ochorení prejavujúcich sa patologickými zmenami na EKG.



Obrázok 25: Prehľad kriviek- Blokáda ľavého Tawarovho ramienka

4.3 Normálny sinusový rytmus a arytmie

(Táto kapitola je zostavená z [1], [2], [5], [6], [7], [8], [9], [13], [16], [17], [18].)

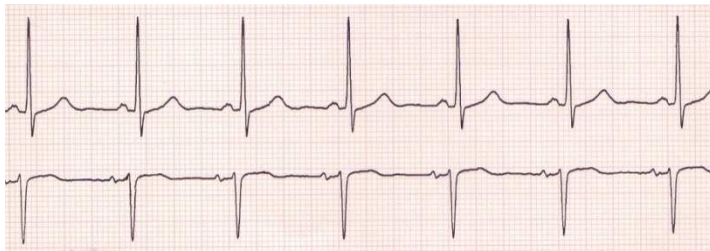
Definícií sinusového rytmu je veľa ale všetky hovoria o splnení nasledujúcich kritérií:

- Vlna P musí existovať a byť pravidelná
- Frekvencia vlny P má byť v rozpätí 60-100 za minútu
- Jedna vlna P musí pripadať na každý QRS komplex
- Vlna P musí predchádzať každý QRS komplex
- RR interval musí byť normálny a konštantný
- Morfológia vlny P a komplexu QRS musí byť bežnej formy pre pacienta

V tejto časti uvádzame krivku sinusového rytmu a arytmií ako ich môžeme vidieť a diagnostikovať na ekg.

Normálny sinusový rytmus (Normal sinus rhythm)

- **Srdcová frekvencia (HR)** : 60 až 100 úderov za minútu
- **P vlna**: pred každým QRS komplexom, vlny sú totožné
- **PR interval**: 120 až 200ms
- **QRS interval**: menej ako 120ms

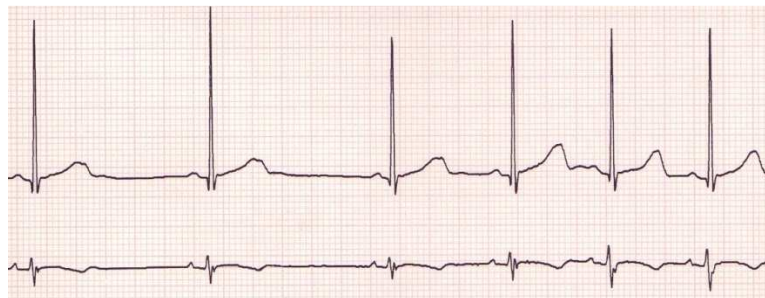


Obrázok 26: Sinusový rytmus

Sinusová arytmia (Sinus Arrhythmia)

Nepravidelný rytmus, väčšinou súvisí s dýchaním tzv. respiračná arytmia

- **Srdcová frekvencia (HR)**: 60 až 100 úderov za minútu
- **P vlna**: pred každým QRS komplexom, vlny P sú totožné
- **PR interval**: 120 až 200ms
- **QRS interval**: menej ako 120ms

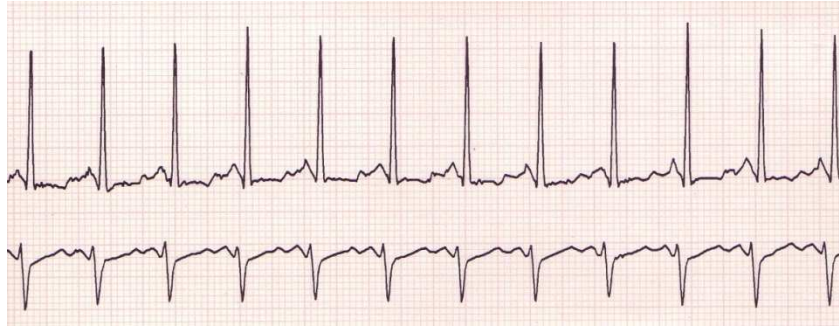


Obrázok 27: Sinusová arytmia

Sinusová tachykardia (Sinus Tachycardia)

Pravidelný rytmus, nacházame ho pri hyperfunkcii štítnej žľazy, zvýšení telesnej teploty (zrýchlený metabolizmus aj elektrická aktivita), emocionálnej aj fyzickej záťaži

- **Srdcová frekvencia (HR)**: viac ako 100 úderov za minútu
- **P vlna**: pred každým QRS komplexom, vlny P sú totožné
- **PR interval**: 120 až 200ms
- **QRS interval**: menej ako 120ms



Obrázok 28: Sinusová tachykardia

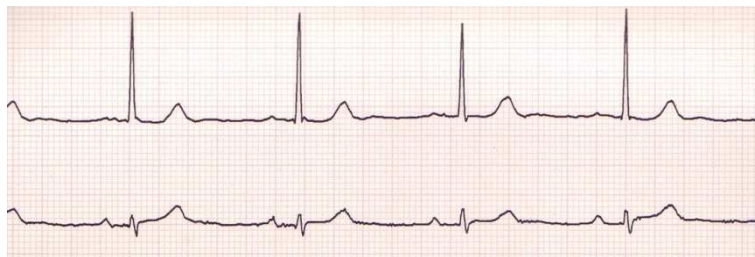
Sinusová bradykardia (Sinus Bradycardia)

Pravidelný rytmus, nachádzame ho

fyziológicky : u trénovaných športovcov a v spánku a zdravých ľudí,

patologicky: hypofunkcia štítnej žľazy, hyperkaliemia, hypotermia, zvýšený ICP (stimulácia nervus vagus)

- **Srdcová frekvencia (HR):** menej ako 60 úderov za minútu
- **P Wave:** pred každým QRS komplexom, vlny P sú totožné
- **PR interval:** 120 až 200ms
- **QRS interval:** menej ako 120ms

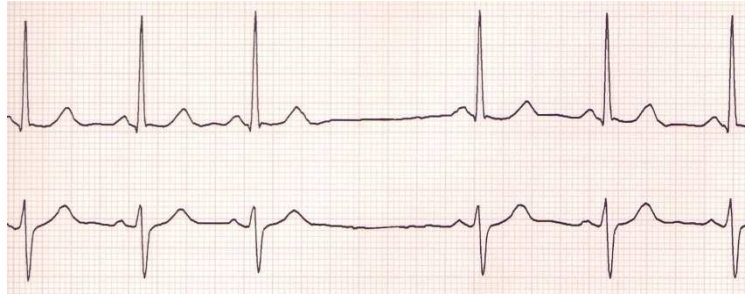


Obrázok 29: Sinusová bradykardia

Sinusová pauza (Sinus Pause)

Nepravidelný rytmus

- **Srdcová frekvencia (HR):** neurčená
- **P vlna:** pred každým QRS komplexom, vlny P sú totožné, pokles úderov, p na p nie je rušená
- **PR interval:** 120 až 200ms
- **QRS interval:** menej ako 120ms

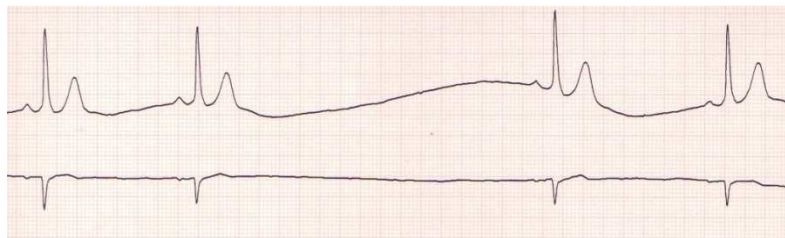


Obrázok 30: Sinusová pauza

Sinusová zástava (Sinus Arrest)

Nepravidelný rytmus

- **Príčiny:** výrazné zvýšenie aktivity nervus vagus, poškodení SA uzla patologickým procesom
- **Srdcová frekvencia:** nedefinovaná
- **P vlna:** pred každým komplexom QRS, vlny sú identické, pokles úderov, p na p nerušený
- **PR interval:** 120 až 200ms
- **QRS interval:** menej ako 120ms



Obrázok 31: Sinusová zástava

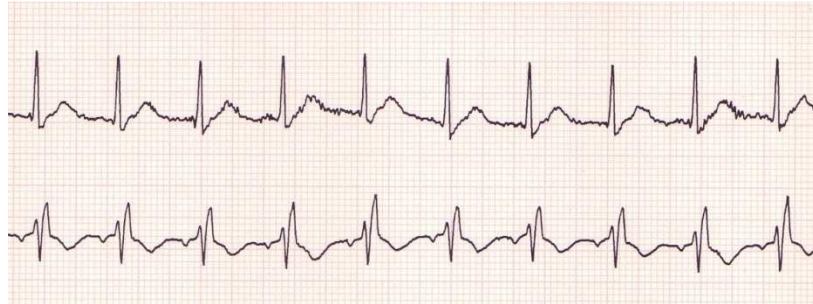
Uvedené arytmie spadajú do kategórie sinusových arytmií. Ďalšou kategóriou sú arytmie zapríčinené poruchou vedenia vzruchu.

Blokáda pravého Tawarovho ramienka (Right Bundle Branch Block - RBBB)

Nepravidelný rytmus

- **Os:** horizontálna
- **P vlna:** pred každým QRS komplexom, vlny sú identické
- **PR interval:** od 120 do 200ms
- **QRS interval:** viac ako 120ms

- **Poznámka:** pravidelný sinusový rytmus (RSR= regular sinus rhythm) vo V1

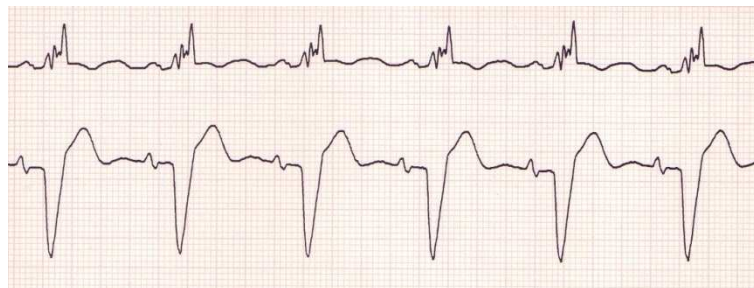


Obrázok 32: RBBB

Blokáda ľavého Tawarovho ramienka (Left Bundle Branch Block- LBBB)

Nepravidelný rytmus

- **Os:** horizontálna
- **P vlna:** pred každým QRS, vlny sú rovnaké
- **PR interval:** 120 - 200ms
- **QRS Interval:** viac ako 120ms
- **Poznámka:** pravidelný sinusový rytmus (RSR = regular sinus rhythm) vo V5

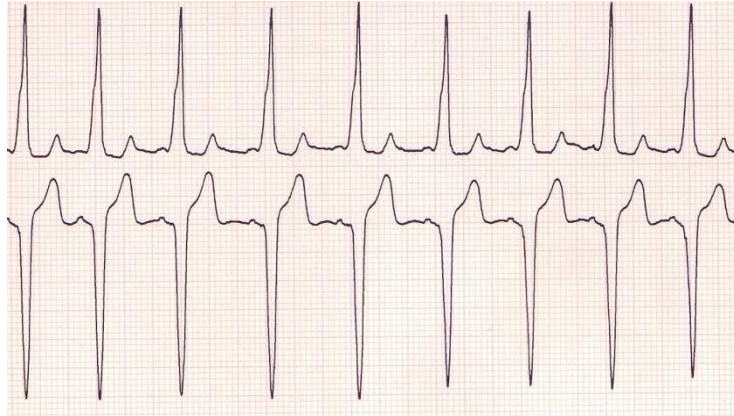


Obrázok 33: LBBB

Preexcitačný syndrom (Preexcitation Syndrome)

Nepravidelný rytmus

- **P vlna:** pred každým QRS komplexom, vlny sú rovnaké
- **PR interval:** menej ako 120ms
- **QRS interval:** viac ako 100ms
- **Poznámka:** delta vlna skresľuje komplex QRS

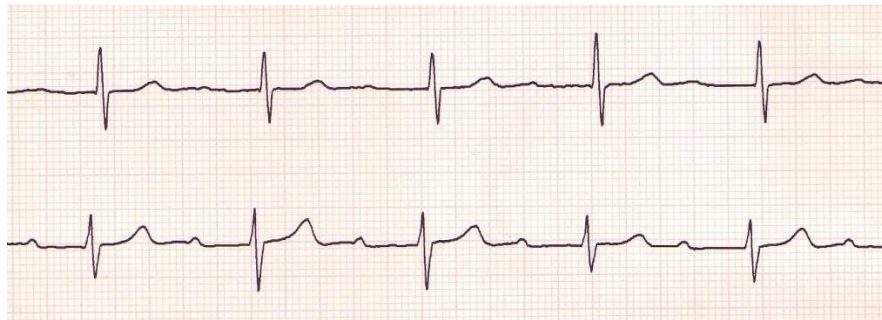


Obrázok 34: Preexcitačný syndrom

AV Blokáda I. Stupňa (First Degree AV Block)

Pravidelný rytmus

- **Os:** semihorizontálna
- **P vlna:** pred každým komplexom QRS, identická
- **PR interval:** 120 - 200ms
- **QRS interval:** viac ako 200ms
- **Poznámka:** Pravidelný sinusový rytmus (RSR= regular sinus rhythm)

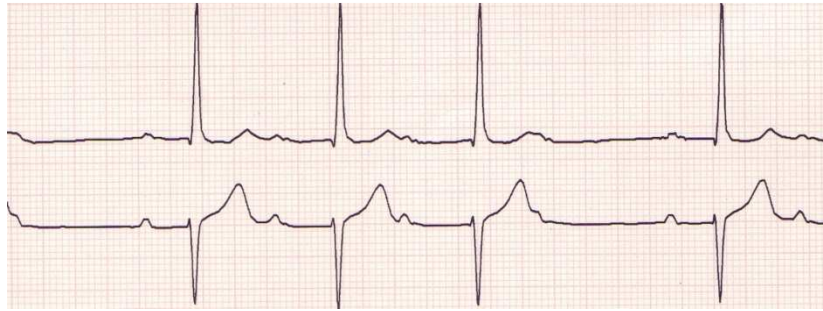


Obrázok 35: AV blokáda I.st.

AV blokáda II. stupňa (Second Degree AV Block) Mobitz I

Nepravidelný rytmus

- **Os:** intermediálna
- **P vlna:** prerušované vedenie
- **PR interval:** stále viac predĺžený
- **QRS interval:** menej ako 120ms
- **Poznámka:** QRS klesá opakovaním vzoru

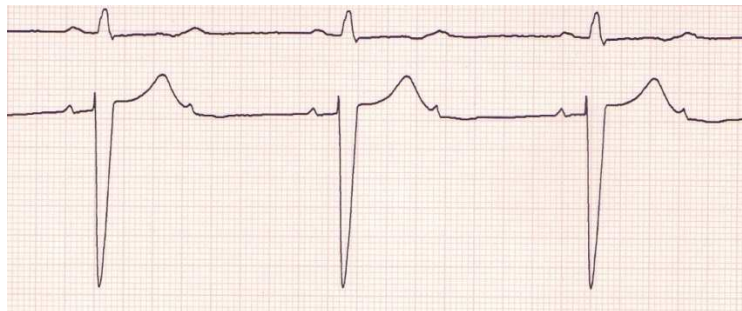


Obrázok 36: AV blokáda II.st. Mobitz I

AV blokáda II. stupňa (Second Degree AV Block) Mobitz II

Nepravidelný rytmus

- **Os:** intermediálna
- **P vlna:** prerušované vedenie
- **PR interval:** interval je konštantný
- **QRS interval:** menej ako 120ms
- **Poznámka:** pevný pomer vedenia P:QRS

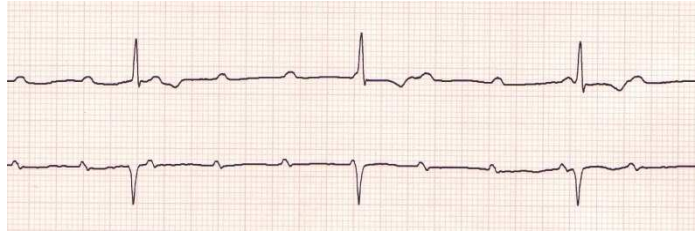


Obrázok 37: AV blokáda II.st. Mobitz II

AV blokáda III. Stupňa (Third Degree AV Block Complete)

Pravidelný rytmus, kompletná blokáda

- **P vlna:** Normálna ale nieje viazaná na QRS komplex
- **PR interval:** chýba
- **QRS interval:** chýba
- **Poznámka:** neexistuje vzťah medzi P a QRS



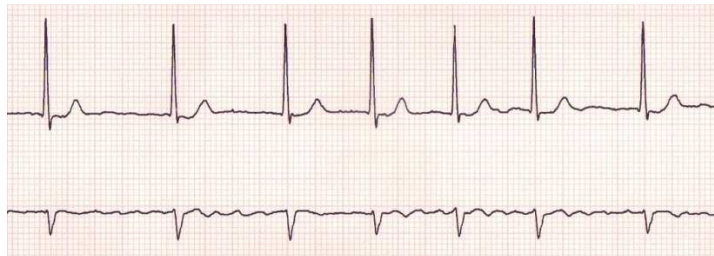
Obrázok 38: AV blokáda III.st.

Supraventrikulárne a ventrikulárne arytmie

Fibrilácia predsiení (Atrial Fibrillation)

Nepravidelný rytmus

- **Srdcová frekvencia:** Predsiene: 350 - 650 Komory: od pomalšej k rýchlejšej odozve
- **P vlna:** fibrilujúca
- **PR Interval:** chýba
- **QRS Interval:** menej ako 120ms

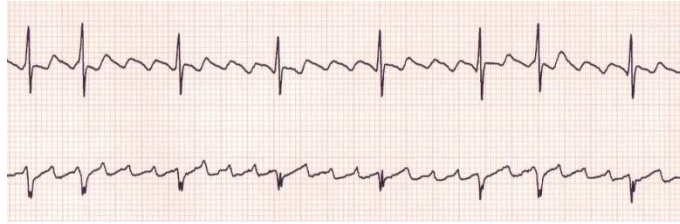


Obrázok 39: Fibrilácia predsiení

Flutter predsiení (Atrial Flutter)

Pravidelný rytmus

- **Srdcová frekvencia:** Predsiene: 220 - 430 Komory: menej ako 300 bpm (úder za minútu)
- **P vlny:** majú vzhľad zubov
- **PR interval:** chýba
- **QRS interval:** menej ako 120ms

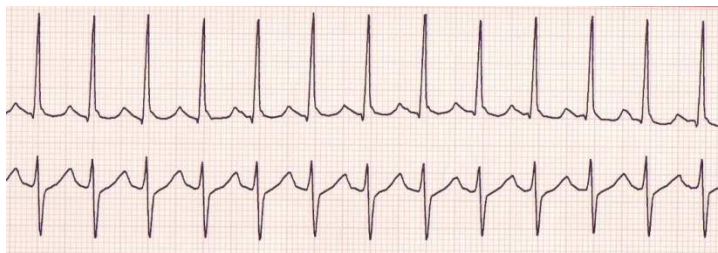


Obrázok 40: Flutter predsiení

Predsieňová tachykardia (Atrial Tachycardia)

Pravidelný rytmus

- **Srdcová frekvencia:** 140 – 250 bpm
- **P vlna:** abnormálna vlna P pred každým komplexom QRS
- **PR interval:** menej ako 200ms
- **QRS interval:** menej ako 120ms

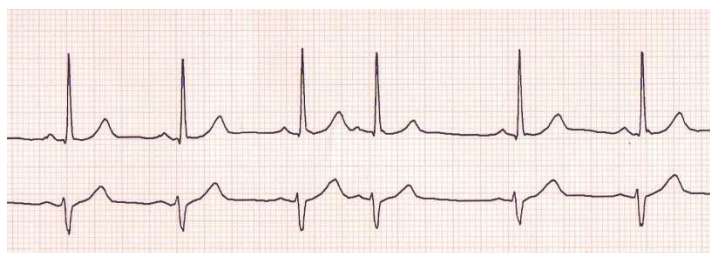


Obrázok 41: Predsieňová tachykardia

Predčasný sťah predsiení (Premature Atrial Contraction- PAC Isolated)

Nepravidelný rytmus, vznik vzruchu mimo SA uzla

- **P vlna:** predčasná a abnormálna alebo skrytá
- **PR interval:** menej ako 200ms
- **QRS interval:** menej ako 120ms

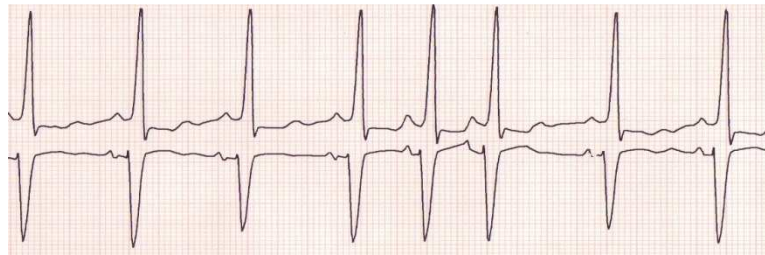


Obrázok 42: PAC izolovaná

Předčasný s'ah presiení – párový (Premature Atrial Contraction Paired)

Nepravidelný rytmus

- **P vlna:** predčasná a abnormálna alebo skrytá
- **PR interval:** menej ako 200ms
- **QRS interval:** menej ako 120ms

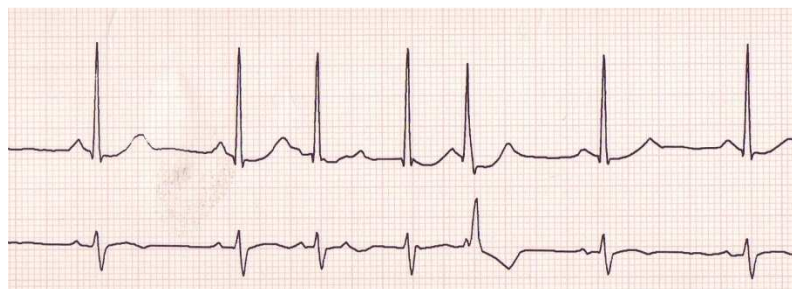


Obrázok 43: PAC párová

Předčasný aberantný s'ah presiení (Premature Atrial Contraction Aberrantly Conducted)

Nepravidelný rytmus

- **P vlna:** predčasná a abnormálna alebo skrytá
- **PR interval:** menej ako 200ms
- **QRS interval:** abnormálna

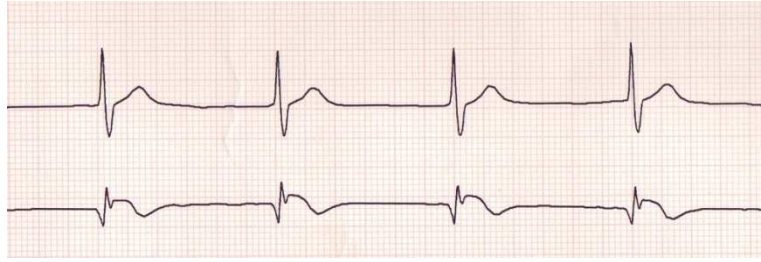


Obrázok 44: PAC aberantná

Junkčný rytmus (Junctional Rhythm)

Pravidelný rytmus

- **Frekvencia:** 40 - 60 bpm
- **P vlna:** inverzná, chýbajúca alebo nasleduje po QRS
- **PR interval:** menej 120ms
- **QRS interval:** menej ako 120ms
- **Poznámka:** každý druhý úder je pre predĺžením kontrakcie presiení

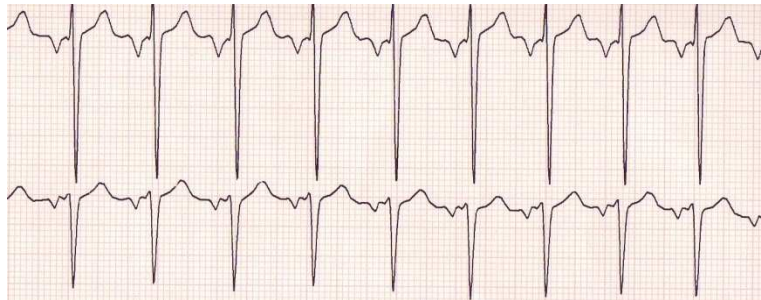


Obrázok 45: Junkčný, náhradný, rytmus

Junkčná tachykardia (Junctional Tachycardia)

Pravidelný rytmus

- **Frekvencia:** viac ako 100 bpm
- **P vlna:** inverzná, chýbajúca alebo nasledujúca po QRS
- **PR interval:** menej ako 120ms
- **QRS interval:** menej ako 120ms



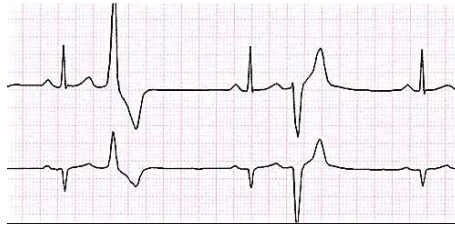
Obrázok 46: Junkčná tachykardia

Predčasný sťah komôr (Premature Ventricular Contraction - PVC)



Obrázok 47: PVC interpolovaná

Nepravidelný rytmus, tvar bloku ľavého Tawarovho ramienka



Obrázok 48: PVC multifokálna



Obrázok 49: PVC Couplet

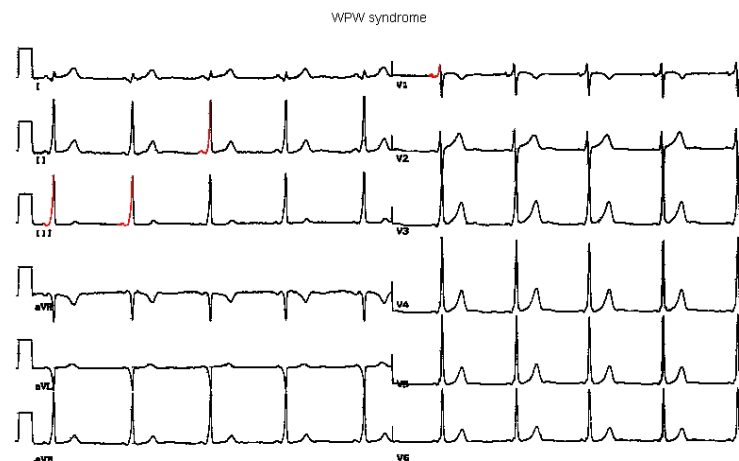


Obrázok 50: PVC Bigeminie

WPW syndrom

rytmus sinusový, porucha AV prevodu (zrýchlený), je prítomná akcesórna dráha mimo AV uzol

- frekvencia 74/min, os (semi)vertikálna
- PQ = 0,10 s
- QRS = 0,11
- delta vlna takmer vo všetkých zvodoch
- ST v izoelektrickej línii, T normálny smer



Obrázok 51: WPW syndrom

Malígne arytmie

Do tejto kategórie patrí tiež AV blokáda II. stupňa-Mobitz II a AV blokáda III. stupňa už spomínané vyššie.

Ventrikulárna tachykardia

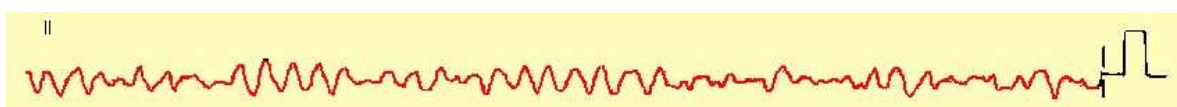
Komorová tachykardia je výsledkom vysokej aktivity (150-250) jedného ektopického ložiska v komorách srdca. Ide o rýchly sled PVC. Z toho hľadiska majú všetky komorové komplexy podobný, alebo rovnaký tvar.



Obrázok 52: Ventrikulárna tachykardia

Ventrikulárna fibrilácia

chaotická elektrická aktivita vedúca k hemodynamicky neúčinným kontrakciám myokardu komôr, na EKG vidíme len nepravidelné vlny



Obrázok 53: Ventrikulárna fibrilácia

Patologické stavy

Pod týmto názvom sú v praktickej časti uvedené kombinácie jednotlivých porúch a ochorenia, ktoré hovoria o sebe zmenou ekg krivky. Vieme, že vznik arytmie nie je vecou náhody. Názorné ukážky 12 zvodových ekg záznamov sú uvedené v prílohách (PrilohaP III-V).

Infarkt myokardu

Akútny infarkt myokardu prebieha v niekoľkých etapách, ktoré začínajú akútnou ischémiou.

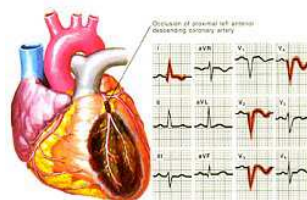
Tabuľka 3: EKG znaky akútnej ischémie myokardu [4]

Elevácia S-T úsekov	novovzniknuté elevácie S-T segmentov aspoň v dvoch priľahlých zvodoch, vo V1-V3 $\geq 0.2\text{mV}$, v ostatných $\geq 0.1\text{mV}$
Depresia S-T úsekov	horizontálne alebo descendentné depresie S-T $\geq 0.1\text{mV}$, ascendentné $\geq 0.2\text{mV}$
Zmeny T vlny	Symetrická inverzia T vlny $\geq 0.1\text{mV}$ aspoň v dvoch priľahlých zvodoch

– Anterior MI (myocardial infarction)

ST elevácie v hrudníkových zvodoch V1, V2, V3, V4

ST depresie v končatinových zvodoch II, III, aVF, môžu sa pridružiť priinfarktové blokády zväzkov. Na obrázku je infarkt- nekróza časti myokardu znázornená hnedou farbou

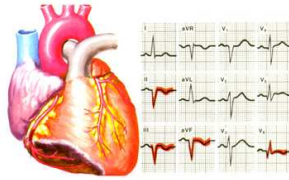


Obrázok 54: IM anterior

– Inferior MI

ST elevácie vo zvodoch II, III, aVF

ST depresie vo zvodoch V1, V2, V3, alebo I, a aVL

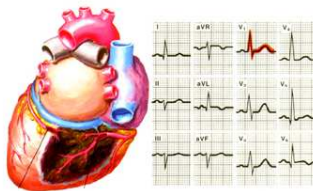


Obrázok 55: IM inferior

– Posterior MI

Vysoké a široké vlny R, depresie ST segmentu vo V1 alebo častejšie vo V2

Depresia S-T a negatívna vlna T

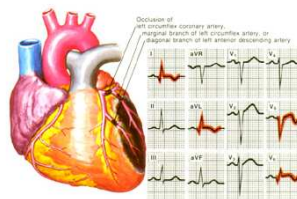


Obrázok 56: IM posterior

– Lateral MI

ST elevácie vo zvodoch I, aVL, V5, V6

ST depresie vo zvodoch II, III, aVF



Obrázok 57: IM lateral

Opakovanie

Program ponúka aj možnosť preveriť svoje naučené vedomosti. V časti „precvičenie krivky“ je možné nájsť niekoľko príkladov 12 zvodového ekg. Samostatne si ho môže užívateľ vyskúšať diagnostikovať a následne overiť správnosť svojich tvrdení po stlačení button „Zobraz popis“ / „Skry popis“.



Obrázok 58: Krivka na precvičenie

4.4 Graf krivky sinusového rytmu

V niektorých komponentoch sa nachádza prvok `SgaGraphControl`, ktorý v cykloch vykresľuje krivku EKG. Na vykreslenie krivky EKG sa používa trieda `GraphCount` (Príloha P I), ktorá prijíma do konšuktora ako parameter práve `SgaGraphControl`. Samotné spustenie sa vykonáva cez metódu `Start()` v ktorej sa spustí `Timer` (časovač) a ktorý v intervale 1ms vykresľuje hodnoty. V závislosti od nastavenia hodnoty `xT` dochádza k rýchlejšiemu alebo pomalšiemu vykresľovaniu vzoru.



Obrázok 59: Krivka sinusového rytmu

ZÁVER

Cieľom diplomovej práce bolo vytvoriť funkčný a praktický program na pomoc výuky EKG. Po naštudovaní danej problematiky a sumarizácií požiadaviek na program sme sa pustili do práce.

V diplomovej práci je rozobraná a popísaná problematika kardiológie, konkrétne anatómia srdca, vodivý systém a EKG krivka. V rámci analýzy je uvedený postup hodnotenia EKG, definované rytmy, srdcová frekvencia, elektrická os srdca, základná a patologické krivky, ku ktorým sú priradené obrázky a popis. V záverečnej časti sa nachádza popis a ukážky programu a grafu sinusového rytmu, ktorý je jeho súčasťou.

Výsledkom praktickej časti je funkčný program, ktorý je tvorený z viac tématických celkov. Program zobrazuje srdce, jeho vodivý systém a vznik EKG krivky, ďalej jednotlivé vlny, kmity, intervaly – ich fyziologický vzťah a dĺžku trvania. Nachádza sa tu ukážka jednej z možností určenia elektrickej osi srdca, prehľad jednotlivých najčastejšie sa vyskytujúcich EKG kriviek a 12 zvodové EKG záznamy pre ucelený pohľad. Program je praktický a použiteľný pre akéhokoľvek užívateľa so záujmom o danú problematiku. Je obohatením v rámci klasickej výuky, nakoľko je tu možnosť aj svoje vedomosti precvičiť na niekoľkých EKG záznamoch.

ZÁVER V ANGLIČTINE

The aim of this thesis was to create a workable and practical program to help learning ECG. When studied by the problem and summary of requirements for the program we started to work.

The thesis describes and discusses the issue of cardiology, particularly anatomy heart conductive system and ECG curve. The study appears in ECG evaluation procedure defined rhythms, heart rate, cardiac electrical axis, base curve and pathological, which are associated with images and descriptions. The final section is a description and demonstration of sinus rhythm and a chart that is part of it.

The result is of practical functional program, which is composed of more thematic units. The program shows the heart and its conducting system and the emergence of the ECG curve, below the individual waves, oscillations, timing - the physiological appearance and duration. There is one example of the possibilities of determining electrical axis of heart, an overview of each najčastešie occurring ECG curves and 12 lead ECG records for an integrated view. The program is practical and applicable to any user with an interest in a topic. The enrichment of the traditional teaching, since there is the possibility to practice their skills on several ECG records.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

- [1] Jan Adamec, Richard Adamec. Ekg podle Holtera. ISBN: 8072621831. 104 str.
- [2] John R. Hampton. Ekg v praxi. Vydavatel'stvo: Grada, 2007. ISBN: 8024714486. 376str.
- [3] Gabriel Khan. Ekg a jeho hodnocení. Vydavatel'stvo: Grada, 2005. ISBN: 8024709104. 348 str.
- [4] Štejfka M. et al. Kardiologie. Vydavatel'stvo Grada, 2006. ISBN: 9878024713854. 776 str.
- [5] Cheitlin M., Sokolov M., McIlroy B. M. Klinická kardiologie. H+H nakladatel'stvo, 2005. ISBN: 8073190052. 848str.
- [6] Thaler M. Only ECG Book. You'll Ever Need. NBN International LTD, 2006. ISBN: 0781773156. 342 str.
- [7] Brenda M. Beasley. Understanding ECGs: A pPractical Approach. Prentice Hall, 2009. ISBN-13: 9780135069066, ISBN-10: 0135069068. 288str.
- [8] Eliška Sovová. EKG pro sestry. Vydavatel'stvo Grada, 2006. ISBN: 8024715422. 112 str.
- [9] Rudolf Špaček, Petr Widimský. Infarkt myokardu. Galén, 2003. ISBN: 8072621971. 231 str.
- [10] Václav Chaloupecký. Detská kardiologie. Galén, 2006. ISBN: 8072624067. 444str.
- [11] Prof. MUDr. Ján Hanáček, Doc. MUDr. Jana Plevková. Elektrokardiografia. Učebná príručka na semináre z vnútorného lekárstva. Ústav patologickej fyziológie JLF UK Martin, 101 str.
- [12] Robinson S., et al. C# Programujeme profesionálne. Computer Press, 2003. ISBN: 8025100855. 1160 str.
- [13] Poruchy srdečního rytmu. In *Wikiskripta* [online]. Praha : MEFANET, 2009-04-16, stránka naposledy zmenená 2010-05-19 [cit. 2010-06-02]. Dostupné z WWW: <http://www.wikiskripta.eu/index.php/Poruchy_srdečního_rytmu>.
- [14] *Human* [online]. 2003 [cit. 2010-05-18]. Physiologie cardiaque et systemes de regulations cardio-vasculaire. Dostupné z WWW: <humans.be>.
- [15] MUDr. HAMAN, Petr. *Výukový web EKG* [online]. [cit. 2010-03-21]. Dostupné z

WWW: <ekg.kvalitne.cz>.

- [16] Yanowitz, Frank G., MD. *ECG Learning Center* [online]. 2006-05-12 [cit. 2010-04-09]. Dostupné z WWW: <library.med.utah.edu>.
- [17] KRAWITZ, Ph.D., Len. *The University Of New Mexico* [online]. [cit. 2010-06-02]. EKG. Dostupné z WWW: <unm.edu/~lkravitz/EKG/localization MIs.html>.
- [18] *ECG library* [online]. 1996, 07-2009 [cit. 2010-05-25]. Dostupné z WWW: <ecglibrary.com>.
- [19] *Cardionetics. Cardiac Inteligence.* [online]. 1999, 2010 [cit. 2010-03-21]. Dostupné z WWW: <cardionetics.com/cardiology>.
- [20] KLABUNDE, Ph.D., Richard E. *Cardiovascular Physiology Concepts* [online]. 2007 [cit. 2010-04-17]. Dostupné z WWW: <cvphysiology.com>.
- [21] MALMIVUO, Jaakko; PLONSEY, Robert. *Bioelectromagnetism* [online]. New Your Oxford : Oxford University Press, 1995 [cit. 2010-06-02]. Dostupné z WWW: <bem.fi>.

ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK

ACS	Arteria Coronaria Sinistra, koronárna- srdcová tepna vľavo
RIA	Ramus Interventricularis Anterior
RCS	Ramus Circumflexus Sinister
ACD	Arteria Coronaria Dextra, koronárna- srdcová tepna vpravo
HR	Heart Rate, srdcová frekvencia
EKG	Elektrokardiograf
Na/K –ATP	Sodíkovo-draslíková pumpa
SA (resp. S-A)	Sino-atriálny
AV (resp. A-V)	Atrio-ventrikulárny
AP	akčný potenciál
ŠEPS	špecifický excitačný prevodový systém
BLTR	Blok pravého Tawarovho ramienka
RBBB	Right bundle branch block
BPTR	Blok ľavého Tawarovho ramienka
LBBB	Left bundle branch block
WPW syndrome	Wolf – Parkinson- White syndrom
IM	Infarkt myokardu
bpm	Beat Per Minute
PVC	Premature ventricular contraction
PAC	Premature atrial contraction
KES	Komorová extrasystola
ICP	IntraCranial Pressure - intrakraniálny, vnútrolebečný tlak
tzv.	takzvaný
t.j.	to je

max	maximum, maximální
resp.	respektíve
event.	eventuální

ZOZNAM OBRÁZKOV

Obrázok 1: Anatomia srdca	12
Obrázok 2: Prietok krvi.....	14
Obrázok 3: Vodivý systém srdca [14]	15
Obrázok 4: Elektrofyziológia srdca. [21]	17
Obrázok 5: Bipolárne zvody	19
Obrázok 6: Zvody V1-V6	19
Obrázok 7: Unipolárne.....	20
Obrázok 8: P-QRS-T komplex	21
Obrázok 9: EKG stopa [19]	21
Obrázok 10: Vlna P (vyznačená) [19]	22
Obrázok 11: EKG, vlna Q (vyznačená) [19]	23
Obrázok 12: EKG, vlna R (vyznačená) [19].....	24
Obrázok 13: EKG, vlna R vo V1-V6.....	24
Obrázok 14: Elektrický alternans	25
Obrázok 15: Vyznačená vlna S [19]	25
Obrázok 16: Vyznačená vlna T [19].....	25
Obrázok 17: Elektrická os srdca [11]	29
Obrázok 18: Miesto vzniku a poruchy vedenia vzruchu [21].....	29
Obrázok 19: MS Visual Studio- Okno aplikácie (Design)	33
Obrázok 20: MS Visual Studio- New Project.....	37
Obrázok 21: MS Visual Studio 2008- Form1	37
Obrázok 22: Ekg výuka - Srdce	38
Obrázok 23: EKG výuka – Elektrická os.....	39
Obrázok 24: EKG výuka - Krivka	39
Obrázok 25: Prehľad kriviek- Blokáda ľavého Tawarovho ramienka.....	40
Obrázok 26: Sinusový rytmus.....	41
Obrázok 27: Sinusová arytmia.....	41
Obrázok 28: Sinusová tachykardia	42
Obrázok 29: Sinusová bradykardia.....	42
Obrázok 30: Sinusová pauza.....	43
Obrázok 31: Sinusová zástava	43
Obrázok 32: RBBB	44

Obrázok 33: LBBB	44
Obrázok 34: Preexcitačný syndrom	45
Obrázok 35: AV blokáda I.st.	45
Obrázok 36: AV blokáda II.st. Mobitz I.....	46
Obrázok 37: AV blokáda II.st. Mobitz II.....	46
Obrázok 38: AV blokáda III.st.	47
Obrázok 39: Fibrilácia predsiení.....	47
Obrázok 40: Flutter predsiení	48
Obrázok 41: Predsieňová tachykardia	48
Obrázok 42: PAC izolovaná	48
Obrázok 43: PAC párová.....	49
Obrázok 44: PAC aberantná	49
Obrázok 45: Junkčný, náhradný, rytmus	50
Obrázok 46: Junkčná tachykardia.....	50
Obrázok 47: PVC interpolovaná.....	50
Obrázok 48: PVC multifokálna	51
Obrázok 49: PVC Couplet	51
Obrázok 50: PVC Bigeminie	51
Obrázok 51: WPW syndrom.....	52
Obrázok 52: Ventrikulárna tachykardia.....	52
Obrázok 53: Ventrikulárna fibrilácia.....	52
Obrázok 54: IM anterior	53
Obrázok 55: IM inferior.....	54
Obrázok 56: IM posterior	54
Obrázok 57: IM lateral.....	54
Obrázok 58: Krivka na precvičenie	55
Obrázok 59: Krivka sinusového rytmu	55

ZOZNAM TABULIEK

Tabuľka 1: Elektrické udalosti v srdci.....	18
Tabuľka 2: Snímanie hrudníkových zvodov.....	20
Tabuľka 3: EKG znaky akútnej ischémie myokardu.....	53

ZOZNAM PRÍLOH

Príloha P I: Zdrojový kód krivky sinusového rytmu	66
Príloha P II: Infarkt Myokardu	68
Príloha P III: Fibrilácia predsiení	69
Príloha P IV: Romano-Ward syndrome	70

Príloha P I: Zdrojový kód krivky sinusového rytmu

```
internal class GraphCount
{
    private float _x = 0;
    private int _xT = 0;
    private float _y = 2.8f;
    private float _k1 = 0;
    private List<PointF> p = new List<PointF>();
    private bool u;
    Timer timer1 = new Timer();
    private SgaGraphControl graphControl;

    internal GraphCount(SgaGraphControl graphControl)
    {
        this.graphControl = graphControl;
        timer1.Interval = 1;
        timer1.Tick += timer1_Tick;
    }
    internal void Start()
    {
        timer1.Start();
    }
    void timer1_Tick(object sender, EventArgs e)
    {
        if (_x + _xT > graphControl.LineXMax)
        {
            _x = 0;
            _y = 2.8f;
            _xT = 0;
            _k1 = 0;
            p = new List<PointF>();
            graphControl.GetGraph(1).Points.Clear();
        }
        if (((int)_x) % 20 == 0 && ((int)_x) != 0)
        {
            _x = 0;
            _xT += 20;
            _k1 = 0;
        }
        if (!u)
        {
            if (_x > 2f && _x < 2.9f)
            {
                _y += (float)Math.Sin((_k1 += 0.01f));
                p.Add(new PointF(_x + _xT, _y));
            }
            else if (_x > 3.1f && _x < 4f)
            {
                _y -= 0.01f;
                _y -= (float)Math.Sin((_k1 -= 0.01f));
                p.Add(new PointF(_x + _xT, _y));
            }
            else if (_x > 5.8f && _x < 6f)
            {
                _y -= 0.4f;
                p.Add(new PointF(_x + _xT, _y));
            }
        }
    }
}
```

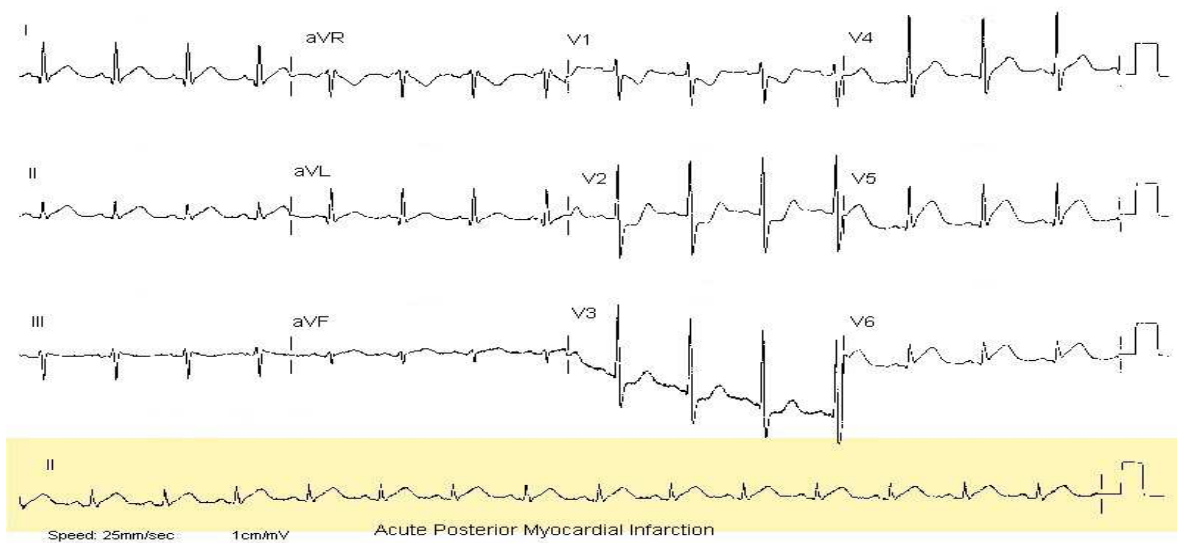
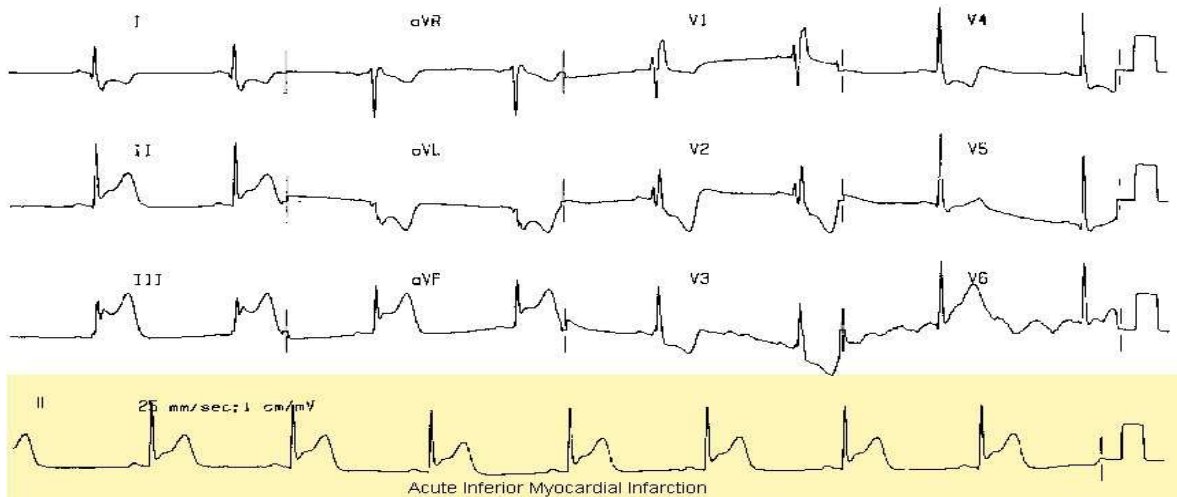
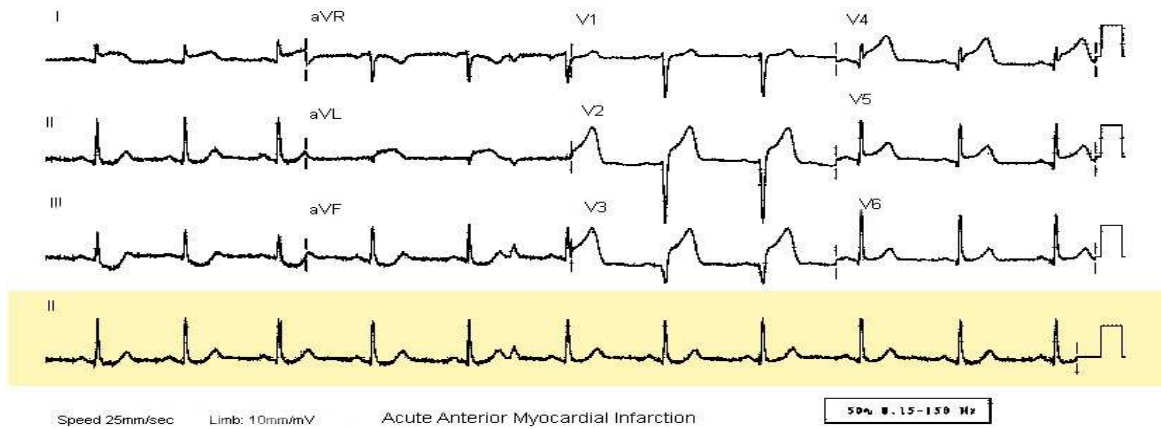
```

    }
    else if (_x > 6f && _x < 7f)
    {
        _y += 0.8f;
        p.Add(new PointF(_x + _xT, _y));
    }
    else if (_x > 7f && _x < 7.5f)
    {
        _y -= 1.79f;
        p.Add(new PointF(_x + _xT, _y));
    }
    else if (_x > 7.5f && _x < 7.9f)
    {
        _y += 0.43f;
        p.Add(new PointF(_x + _xT, _y));
    }
    else if (_x > 10f && _x < 11.9f)
    {
        _y += (float)Math.Sin((_k1 += 0.006f));
        p.Add(new PointF(_x + _xT, _y));
    }
    else if (_x > 12.1f && _x < 13.5f)
    {
        _y -= 0.015f;
        _y -= (float)Math.Sin((_k1 -= 0.006f));
        p.Add(new PointF(_x + _xT, _y));
    }
    else if (_x > 13.5f && _x < 13.7f)
    {
        _y = 2.8f;
    }
    else
    {
        p.Add(new PointF(_x + _xT, _y));
    }
}
else
{
    _y = 2.8f;
    p.Add(new PointF(_x + _xT, _y));
}

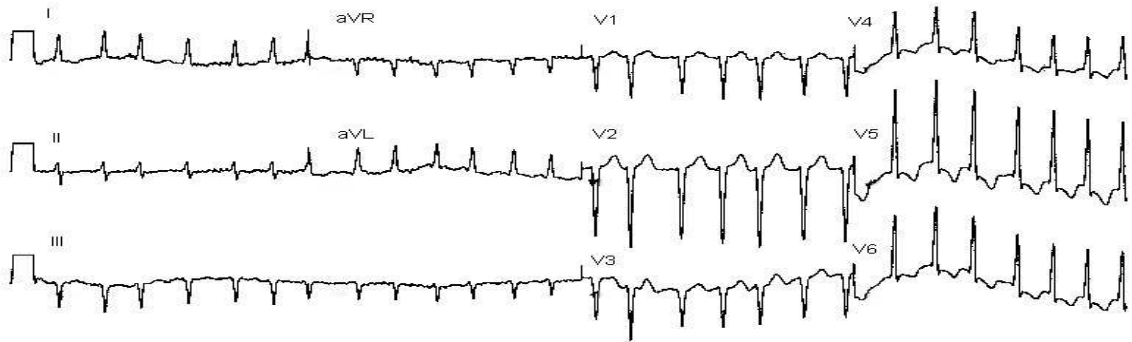
_x += 0.1f;
var gp = new GraphPoints { Id = 1 };
if (graphControl.ContainsGraph(1))
{
    graphControl.GetGraph(1).Points = p;
}
else
{
    graphControl.AddGraph(gp);
}
}
}

```

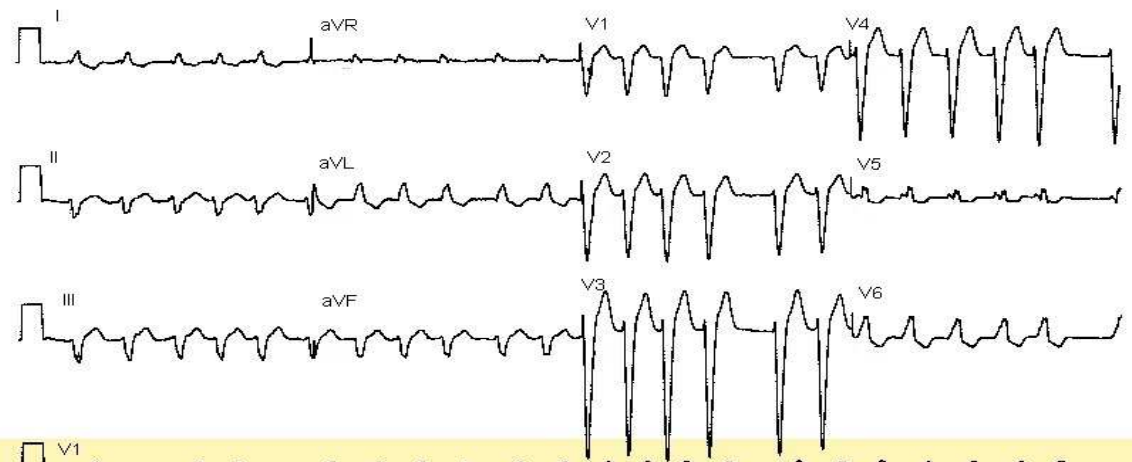
Príloha P II: Infarkt Myokardu



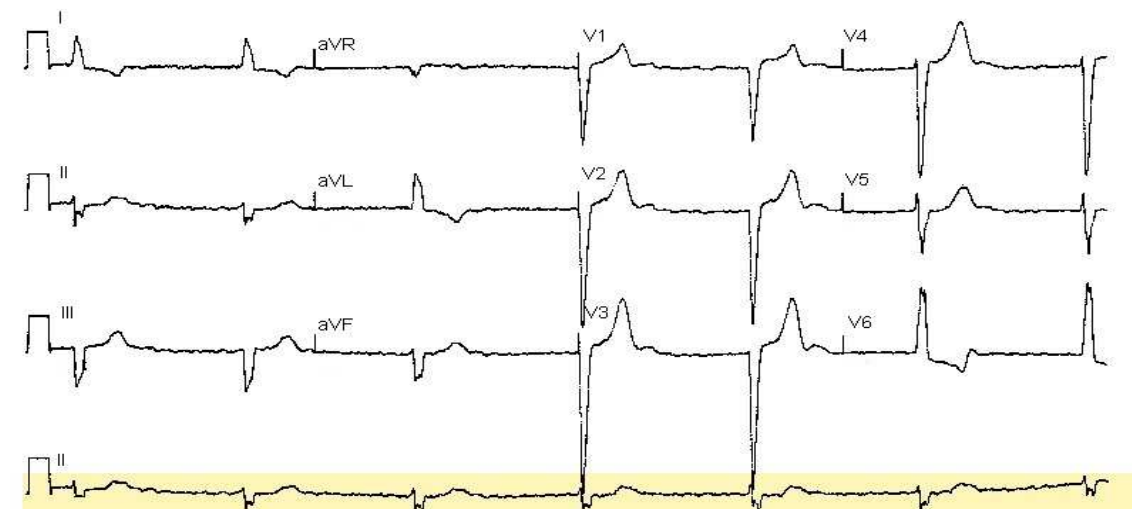
Príloha P III: Fibrilácia predsiení



III
Atrial Fibrillation with Rapid Ventricular Response

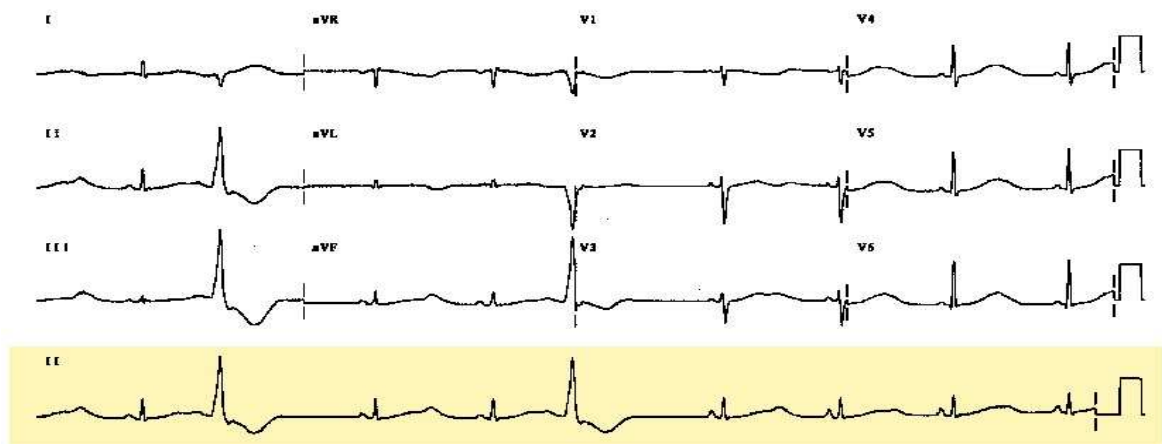


V1
Atrial Flutter with existing LBBB



II
AV block Complete and Atrial Fibrillation

Príloha P IV: Romano-Ward syndrome



Speed: 25mm/s

Romano Ward Syndrome