



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

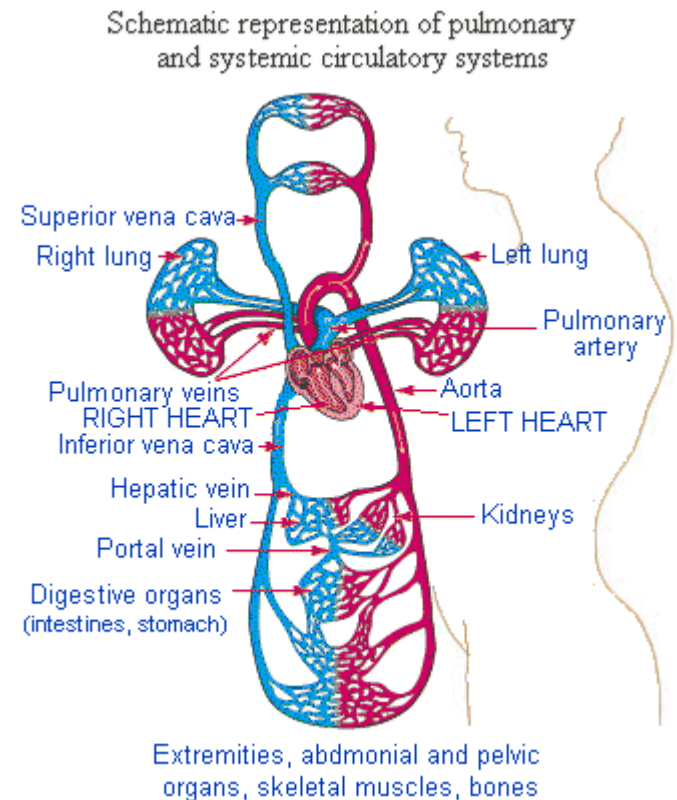
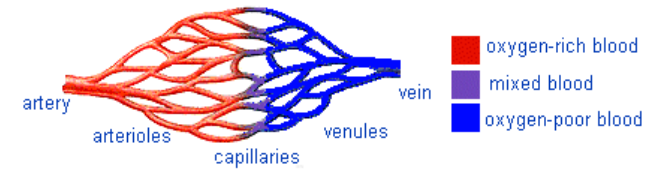
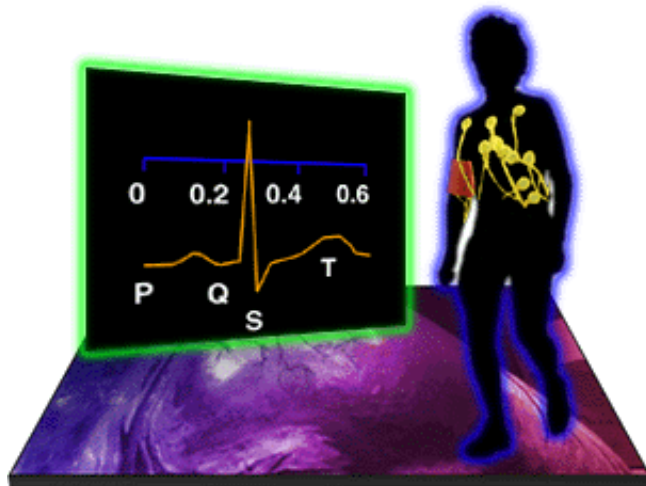
EKG a EEG

“Tento výukový materiál vznikl za přispění Evropské unie, státního rozpočtu ČR a Středočeského kraje“

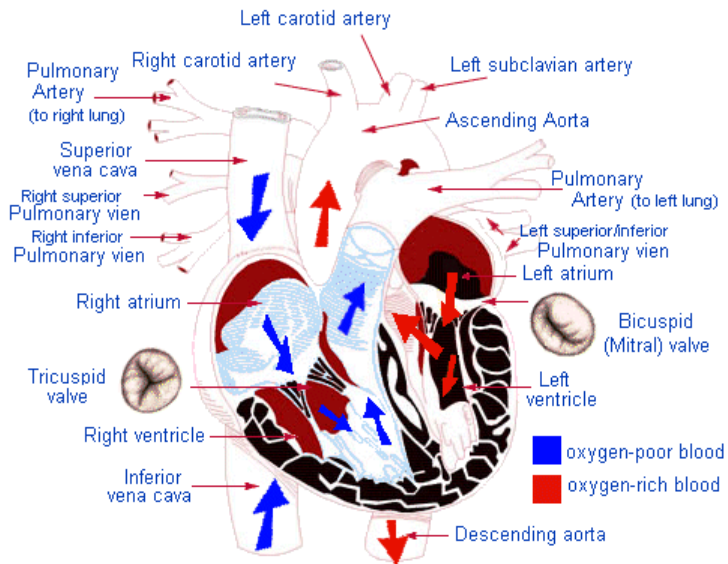
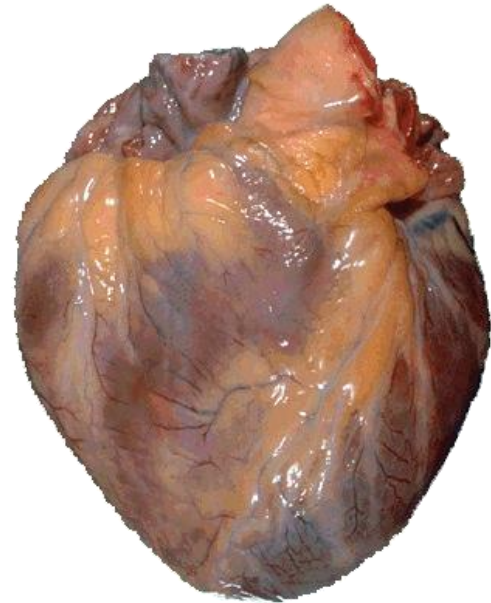
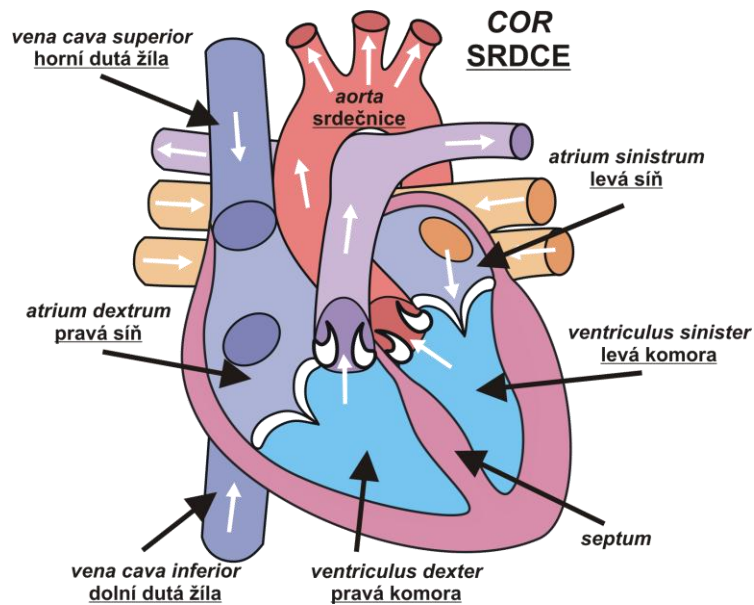
7.4.2009 autor Mgr. Helena Kollátorová

Prezentace je rozdělena na tři části:

1. Stavba srdce, převodní systém
2. Elektro Kardio Grafie – historie, svodové systémy, konstrukce přístroje
3. Interpretace EKG – tepová frekvence, srdeční rytmus, normální a abnormální EKG



Stavba srdce



Historie EKG

zakladatel:

Willem Einthoven
(1860 – 1927)

Ø profesor fyziologie na univerzitě v Leydenu

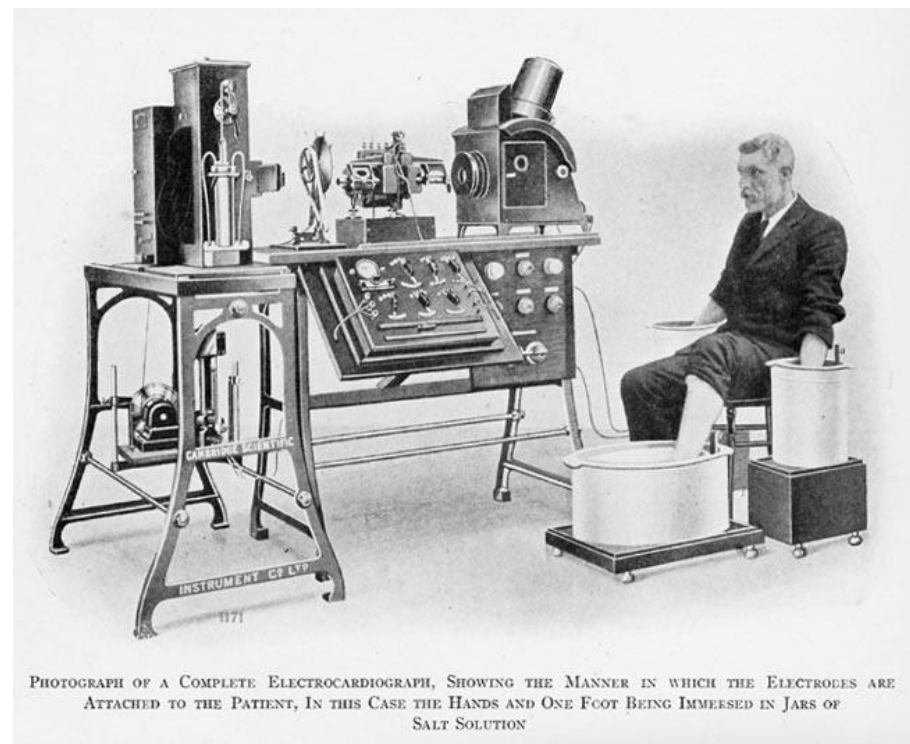
Ø zkoumal (mimo jiné) akční proudy srdeční činnosti

Ø sestrojil strunový galvanometr (nebyly zesilovače!)

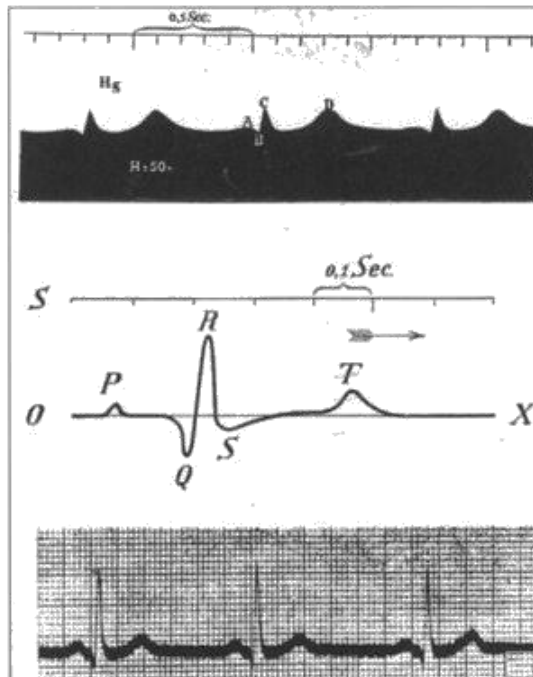
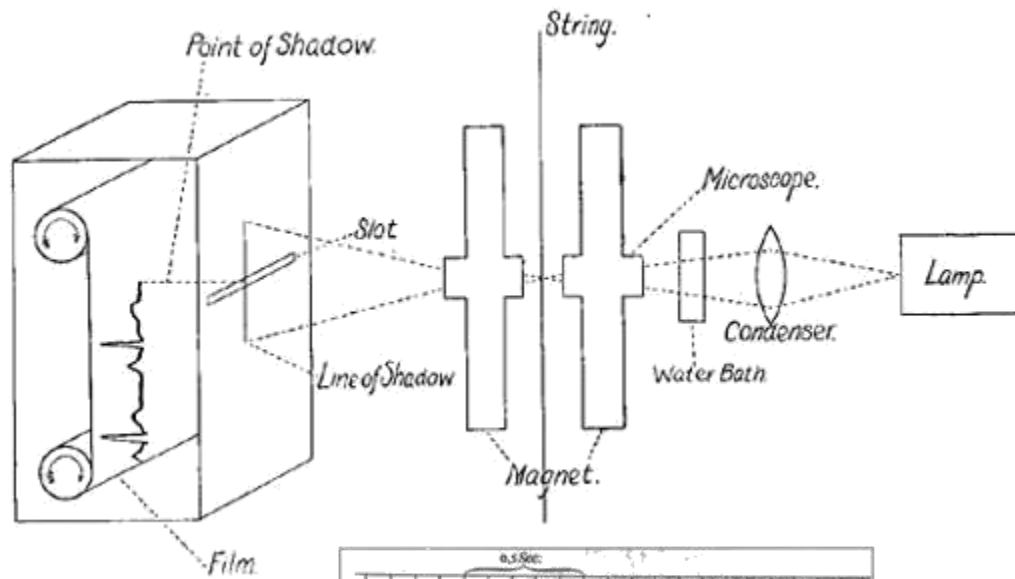
Ø zavedl končetinové svody (viz dále)

Ø „Einthovenův trojúhelník (viz dále)

Ø Nobelova cena za fyziologii a lékařství
1924



Historie EKG

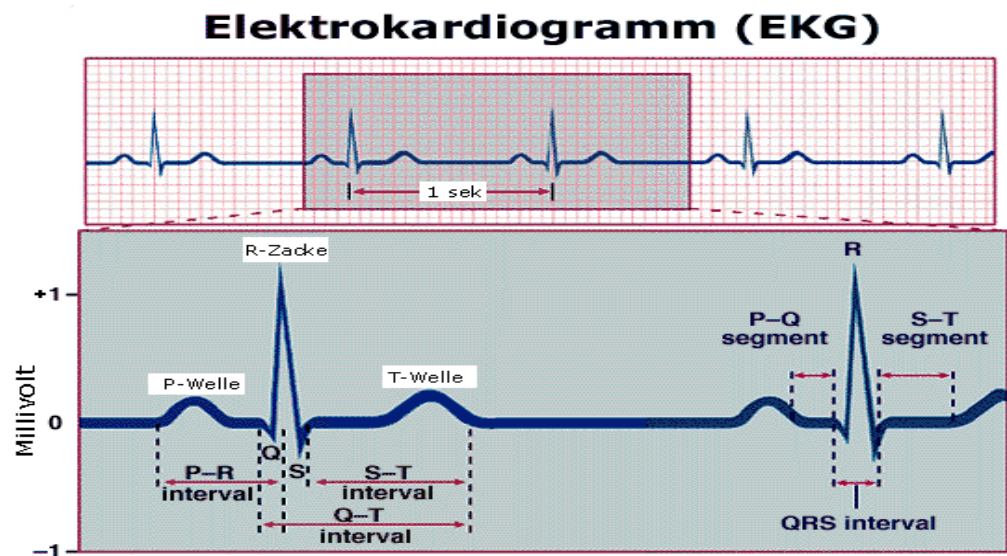


EKG

ElektroKardioGram – je záznam elektrické srdeční činnosti v závislosti na čase.

ElektroKardioGraf – je přístroj, který elektrickou aktivitu srdce zaznamenává.

ElektroKardioGrafie – je obor, který se zabývá el. aktivitou srdce



Elektrokardiografie

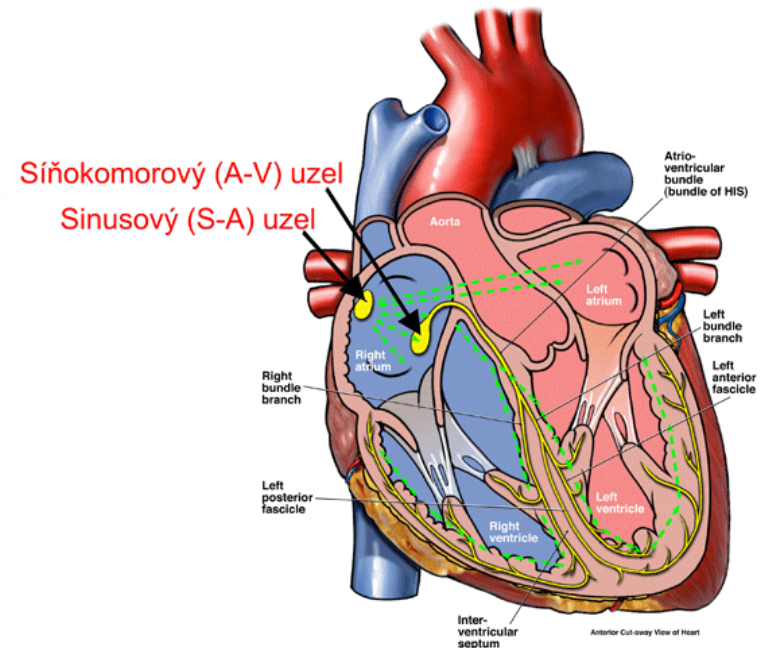
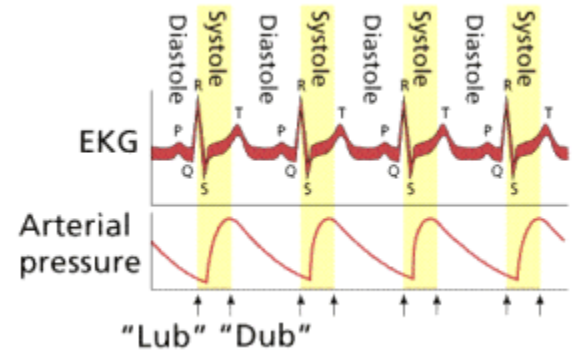
je standardní neinvazivní metodou funkčního vyšetření elektrické aktivity myokardu.

Impuls pro kontrakci myokardu vzniká v tzv. sinoatriálním (SA) uzlu v oblasti pravé předsíně, odkud se šíří dál.

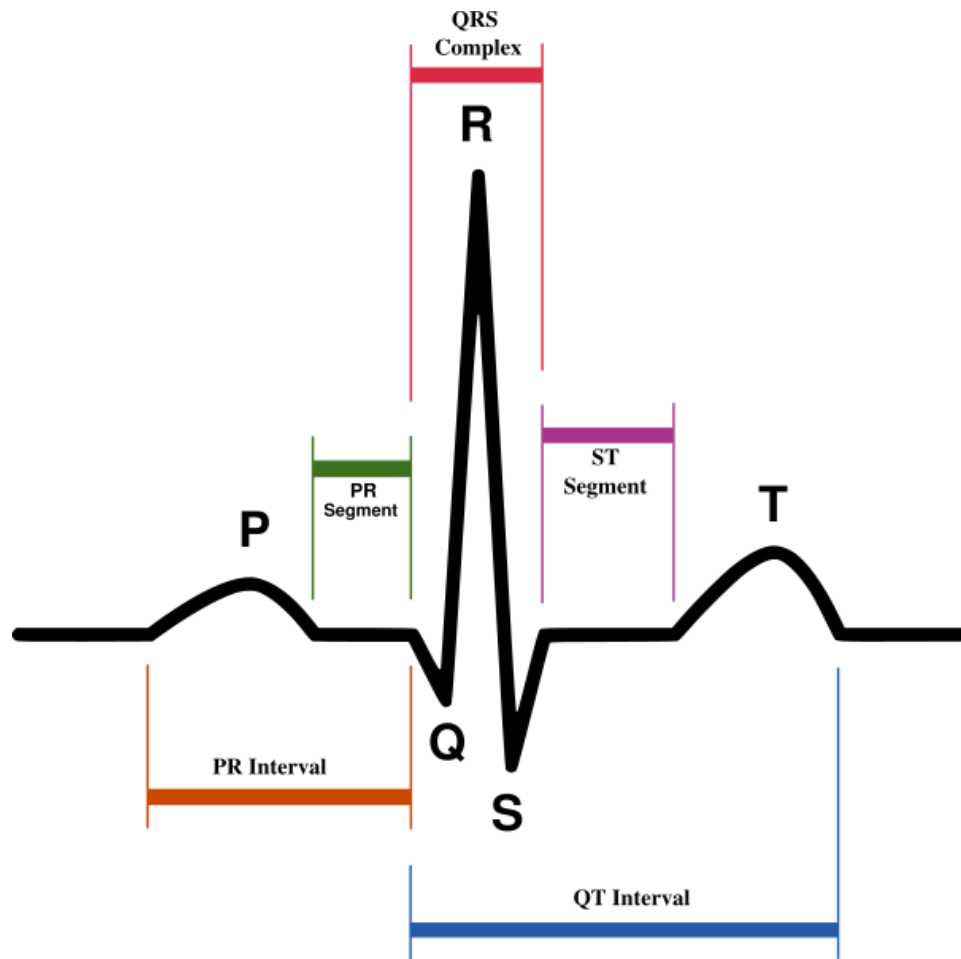
První vlna EKG záznamu, kterou můžeme na EKG záznamu vidět, je **vlna P**, která svědčí o depolarizaci předsíní, tedy o jejich počínající kontrakci.

Depolarizace komor je (bipolární) svody charakterizována **komplexem vln QRS**.

Následující **vlna T** svědčí o následné repolarizaci komor.



EKG křivka



Einthovenovy (bipolární) svody

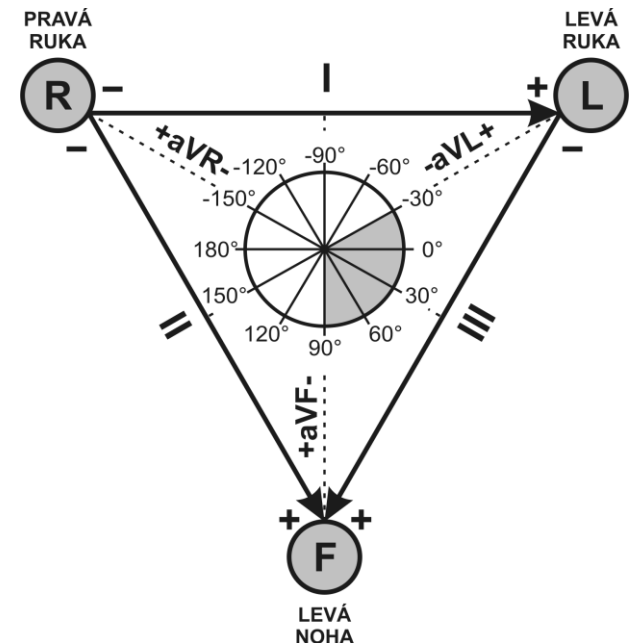
Bipolární zapojení / snímá ze dvou elektrod /.

Označíme-li **pravou ruku** písmenem R (right) a **levou ruku** L (left) signál L-R označujeme jako **I**.

Později byla další elektroda připevněna poblíž kotníku **levé nohy** F (foot) měří rozdíl potenciálů F-R **II**.

A F-L **III**.

Elektroda N (neutrální), která se připojuje na **pravou nohu**, se do vlastního snímání nezapočítává a slouží pouze jako uzemnění.



Goldbergovy (unipolární) svody

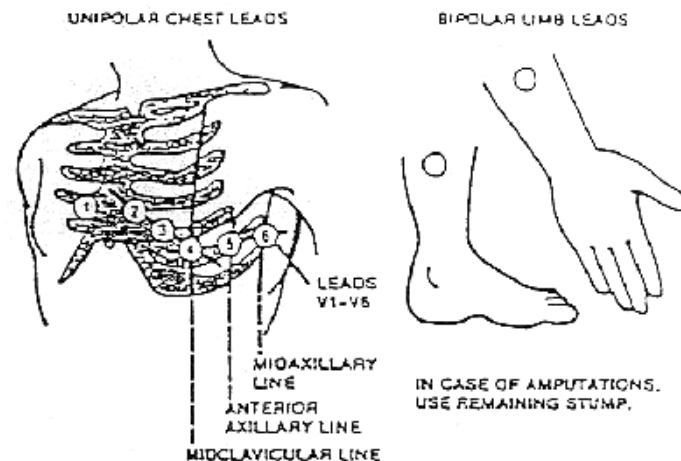
„augmentované“, tj. prodloužené. Tímto způsobem osvětlujeme dodnes používané označení odpovídajících svodů jako aVR, aVL, aVF. Říkáme jim Goldbergovy svody a snímají pouze z jedné elektrody.

Standardní končetinové svody

Doplněním Einthovenových bipolárních svodů I, II, a III o Goldbergovy unipolární svody aVR, aVL a aVF získáme celkem 6 standardních končetinových svodů.

Hrudní svody

Pomocí šesti elektrod V1 až V6, umístěných přímo na hrudníku vyšetřované osoby tak, že elektrody V1 a V2 leží ve čtvrtém mezižebří vpravo a vlevo od sterna, dále vlevo elektroda V3 a dále umístěvané elektrody V4, V5 a V6 leží v pátém mezižebří: V4 v čáře probíhající středem levého klíčku, V5 v čáře probíhající přední řasou podpažní jamky a konečně V6 v čáře pod středem podpažní jamky.



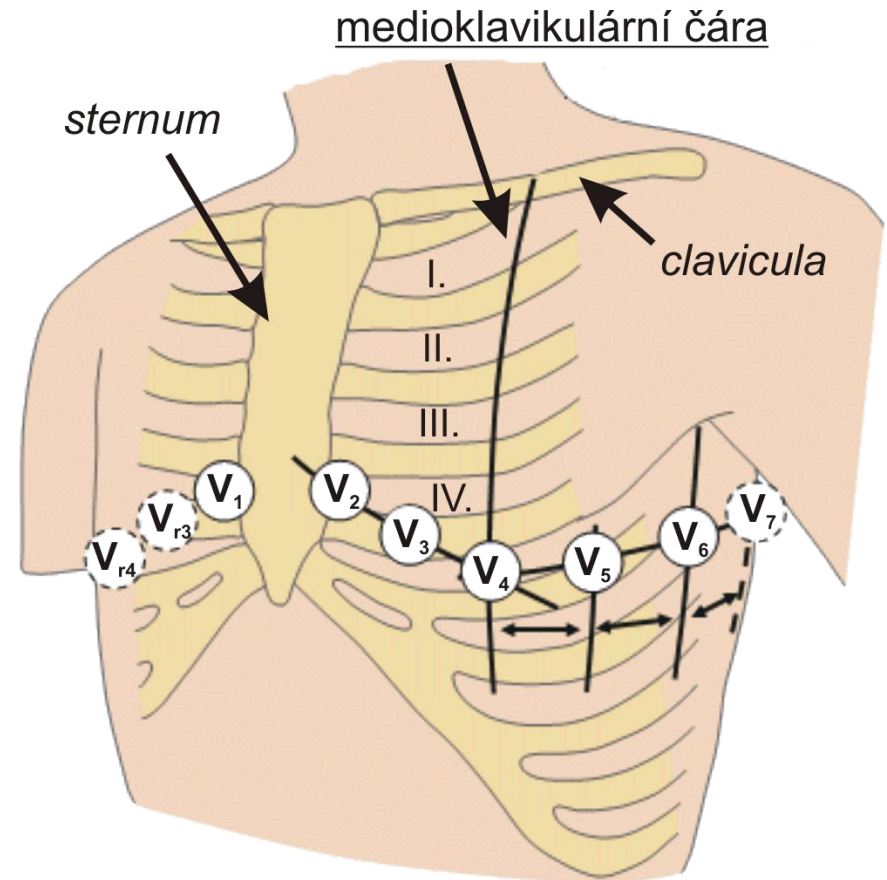
12-ti svodové EKG

Měří se napětí mezi místy na hrudníku a tzv. Wilsonovou svorkou (což je průměr končetinových potenciálů). Základní svodu se značí V1 – V6 Pro speciální případy se využívají i další svody (viz obrázek)

Napětí ve svodech:

$$V_n = V_n - W$$

$$W = (R + L + F)/3$$



6 unipolárních svodů podle Wilsona (V1 – V6)

12-ti svodové EKG

Ø svod jsou dvě místa, mezi kterými měříme biopotenciály (v medicínské terminologii se slovo „svod“ používá ve významu obrazu srdeční činnosti)

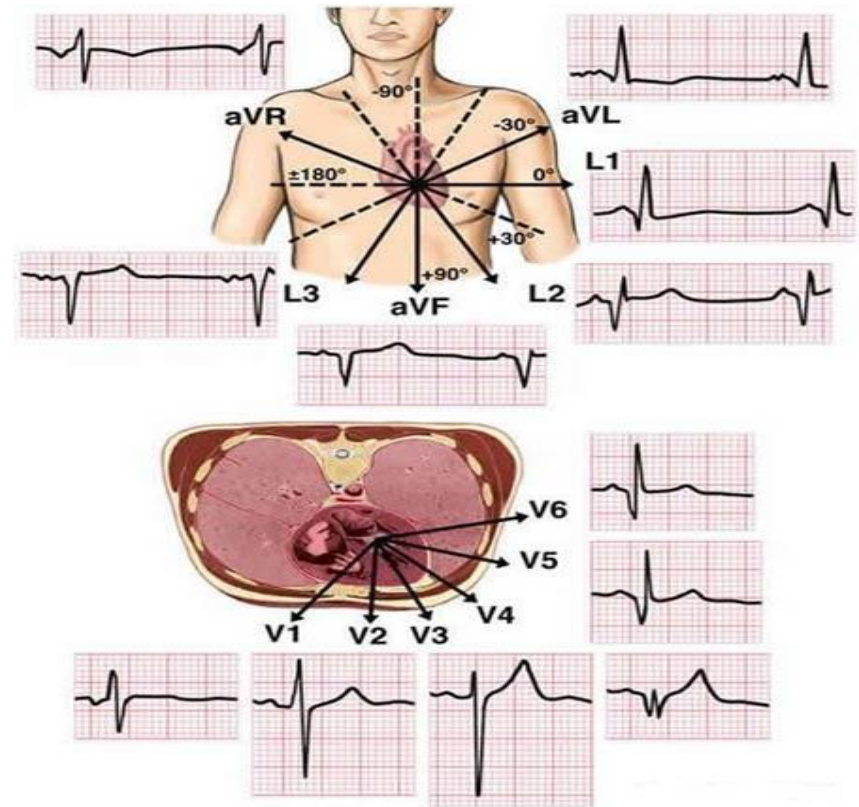
Ø nejpoužívanější je 12-ti svodový systém EKG

Ø elektrody jsou umístěny na končetinách a hrudníku, jejich umístění a značení se pevně ustálily

Ø 3 bipolární končetinové svody podle Einthovena (I, II, III)

Ø 3 unipolární zvětšené končetinové svody podle Golberga (aVL, aVR, aVF)

Ø 6 unipolárních hrudních svodů podle Wilsona (V1 – V6)



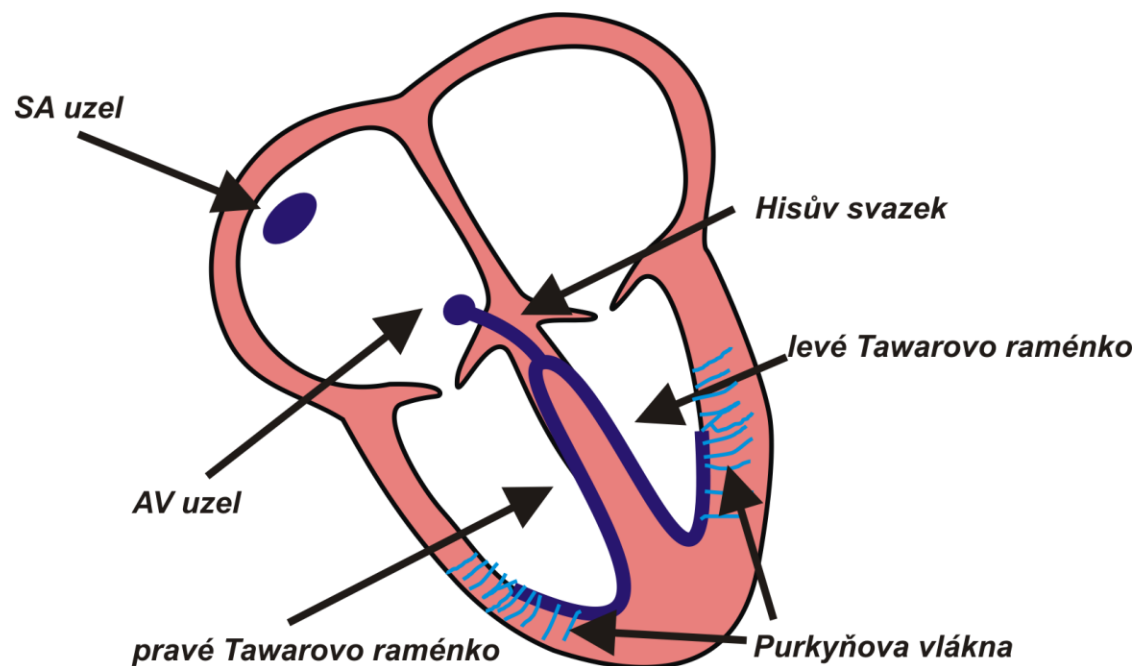
Převodní systém

Frekvence depolarizací:

Ø SA uzel cca 72 tep/min

Ø AV uzel a oblast junkce cca 50 tep/min

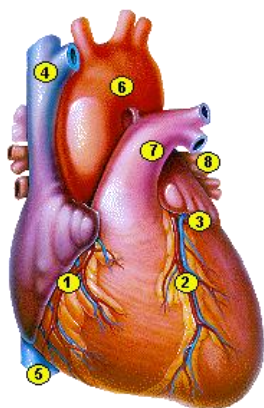
Ø komorový myokard cca 30 tep/min



Nervy se na činnosti srdce podílejí jen na regulaci tepu a tlaku, neřídí přímo činnost

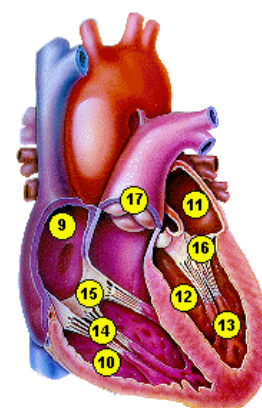
(sympatikus × parasympatikus).

!!!SRDCE PRACUJE AUTONOMNĚ!!!



1. [Right Coronary](#)
2. [Left Anterior Descending](#)
3. [Left Circumflex](#)
4. [Superior Vena Cava](#)
5. [Inferior Vena Cava](#)
6. [Aorta](#)
7. [Pulmonary Artery](#)
8. [Pulmonary Vein](#)

9. [Right Atrium](#)
1. [Right Ventricle](#)
2. [Left Atrium](#)
3. [Left Ventricle](#)
4. [Papillary Muscles](#)
5. [Chordae Tendineae](#)
6. [Tricuspid Valve](#)
7. [Mitral Valve](#)
8. [Pulmonary Valve](#)
- [Aortic Valve \(Not pictured\)](#)



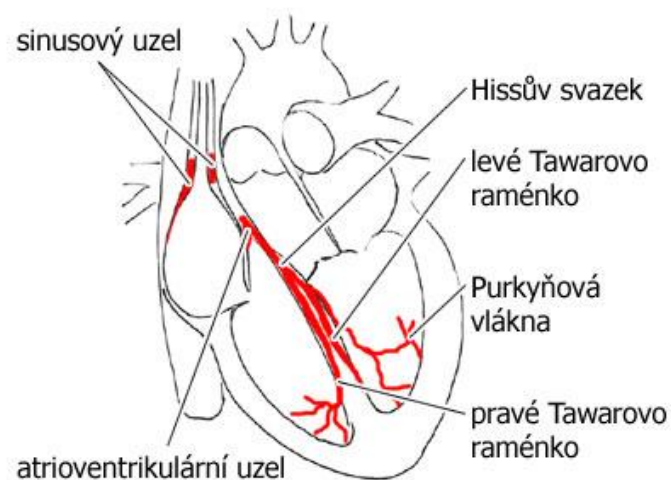
Srdeční automacie:

Ø normálně je zdrojem depolarizací SA uzel

Ø vzruch se šíří myokardem síní do AV uzlu

Ø v AV uzlu dochází ke zpoždění 120 – 200 ms

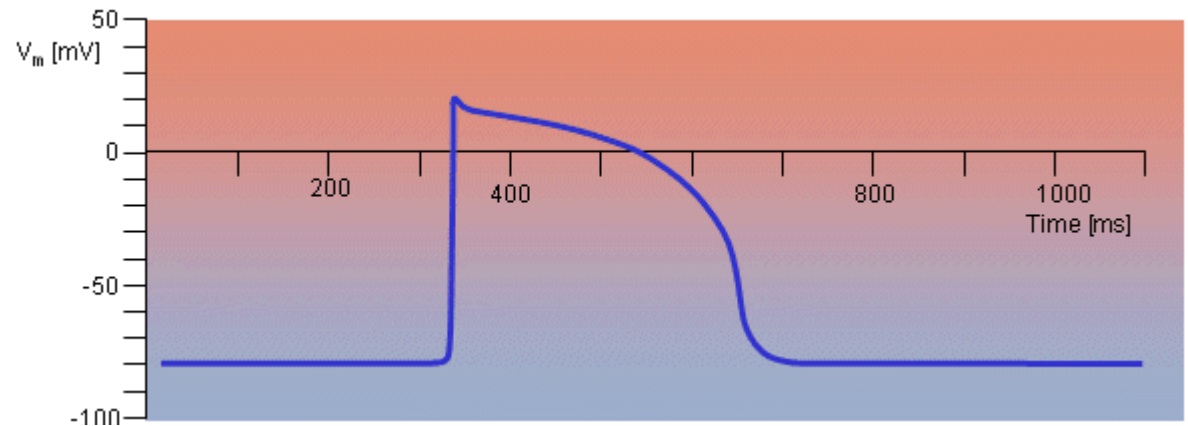
Ø vzruch se dále šíří Tawarovými raménky a prostřednictvím Purkyňových vláken se depolarizace šíří po celém myokardu



Vznik EKG

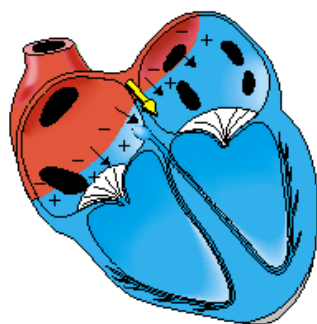
Ø srdcem se šíří
depolarizační a
repolarizační vlny

Ø na povrchu buněčných
membrán můžeme oproti
vnitřku změřit akční
potenciál cca +30 mV, v
normálním stavu je
potenciál cca -90 mV



Vznik EKG

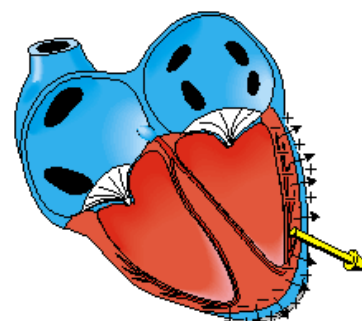
ATRIAL
DEPOLARIZATION
80 ms



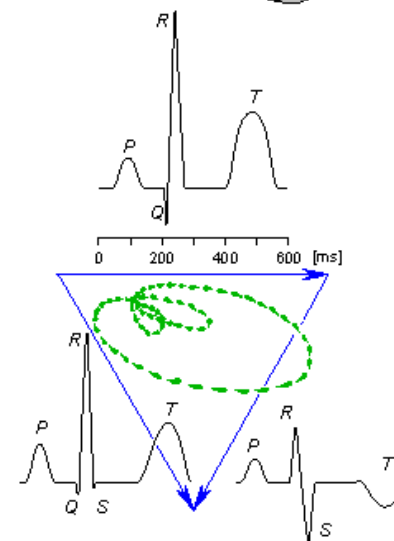
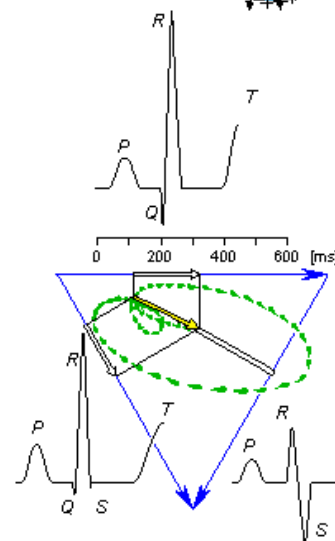
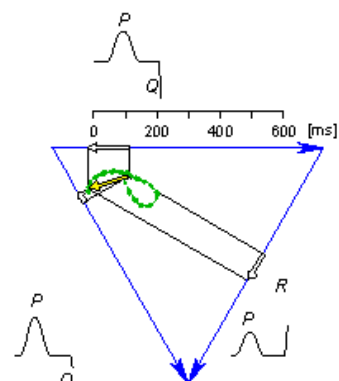
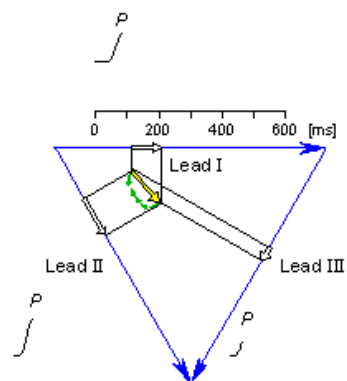
SEPTAL
DEPOLARIZATION
220 ms



VENTRICULAR
REPOLARIZATION
450 ms



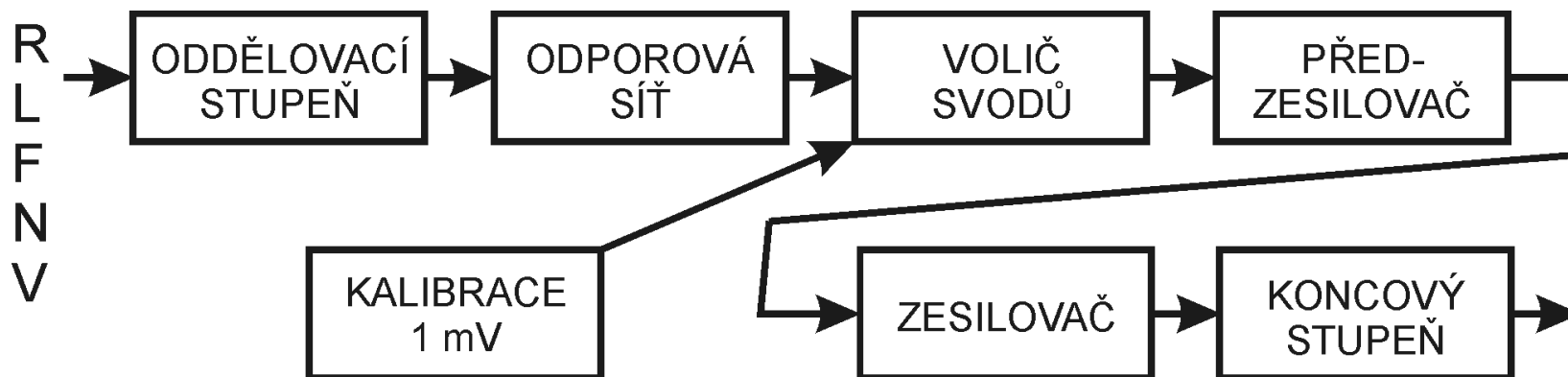
VENTRICLES
REPOLARIZED
600 ms



Záznam EKG

Ø elektrickou aktivitu srdce zaznamenáváme ELEKTROKARDIOGRAFEM

Ø tento přístroj zaznamenává průběhy potenciálů v jednotlivých svodech a vykresluje je v závislosti na čase (jde vlastně o zesilovač)



Technická data:

Ø vstupní odpor řádově MΩ

Ø vstupní filtr 0,5 – 40 Hz (nebo 0,05 – 100 Hz s odrušením sítě a myopotenciálů)

Ø elektrody AgCl (nepolarizovatelnost, definovaný potenciál 0,2225 V)

Ø posuv papíru 25 mm/sec

Problémy

Na co je třeba dát pozor:

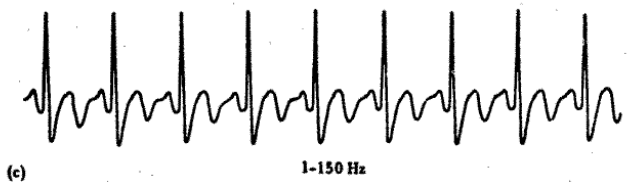
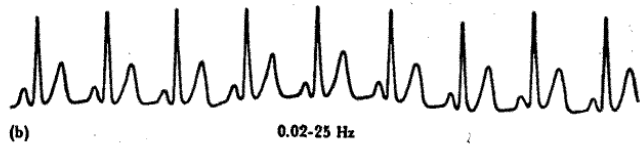
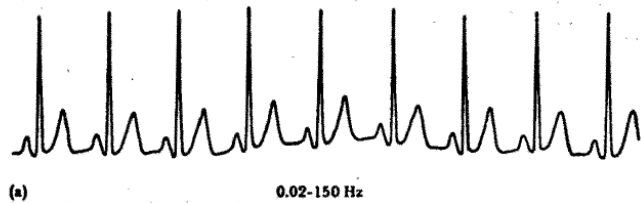
Ø rušení elektrické rozvodné sítě 50 Hz (filtrace)

Ø nízké frekvence (dýchání, časová konstanta RC článku)

Ø galvanické oddělení EKG přístroje od sítě!!!

Ø ovlivnění symetrie rezistorové sítě Wilsonovy svorky (oddělovací stupeň)

Ø patientský kabel musí být stíněný, obsahuje 10 vodičů



obr. vlevo:

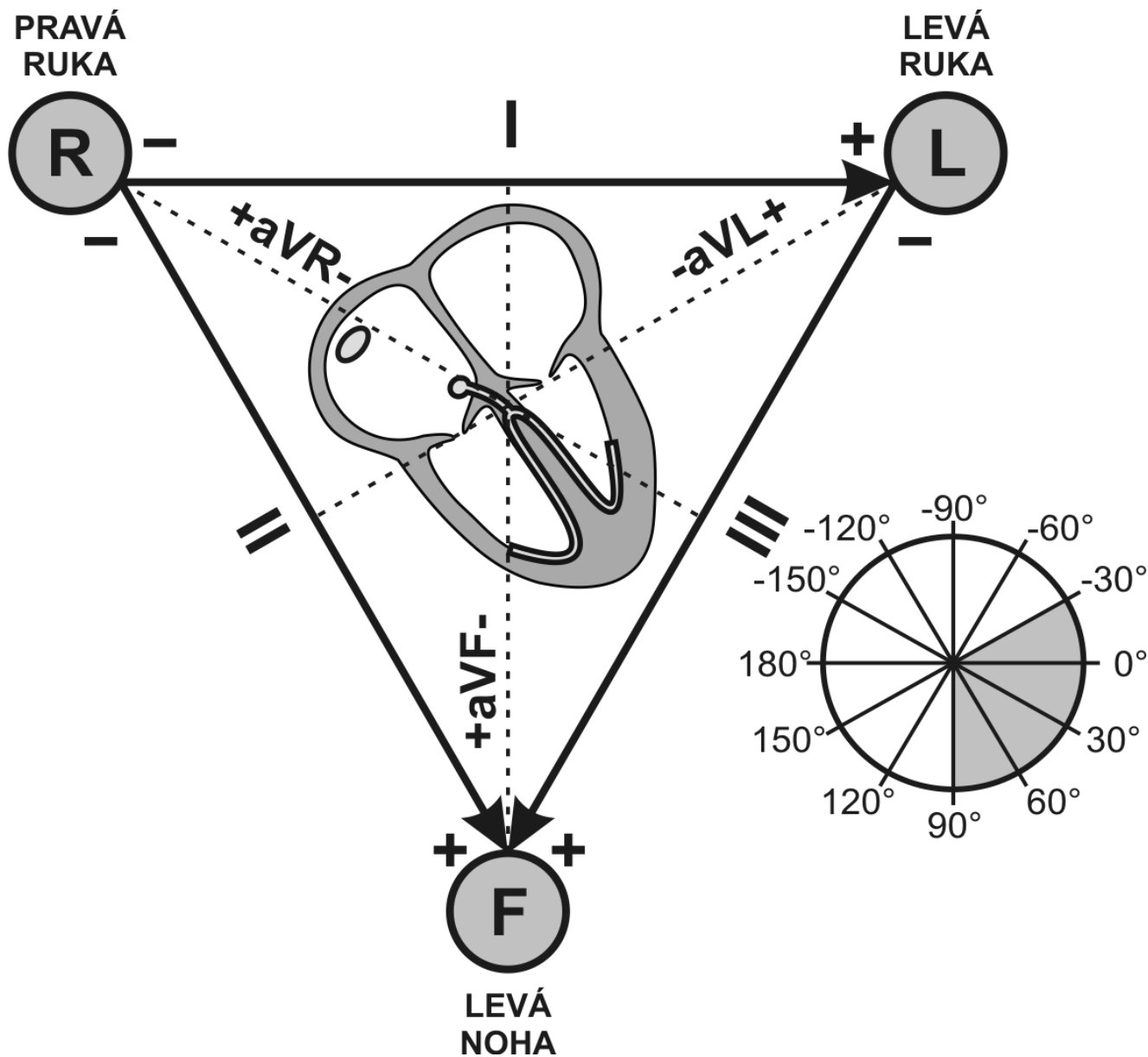
špatně zvolená filtrace

a) normální b) zesílení nízkých frekvencí c)
zesílení vysokých frekvencí

obr. dole: rušení sítě 50 Hz



Einthovenův trojúhelník



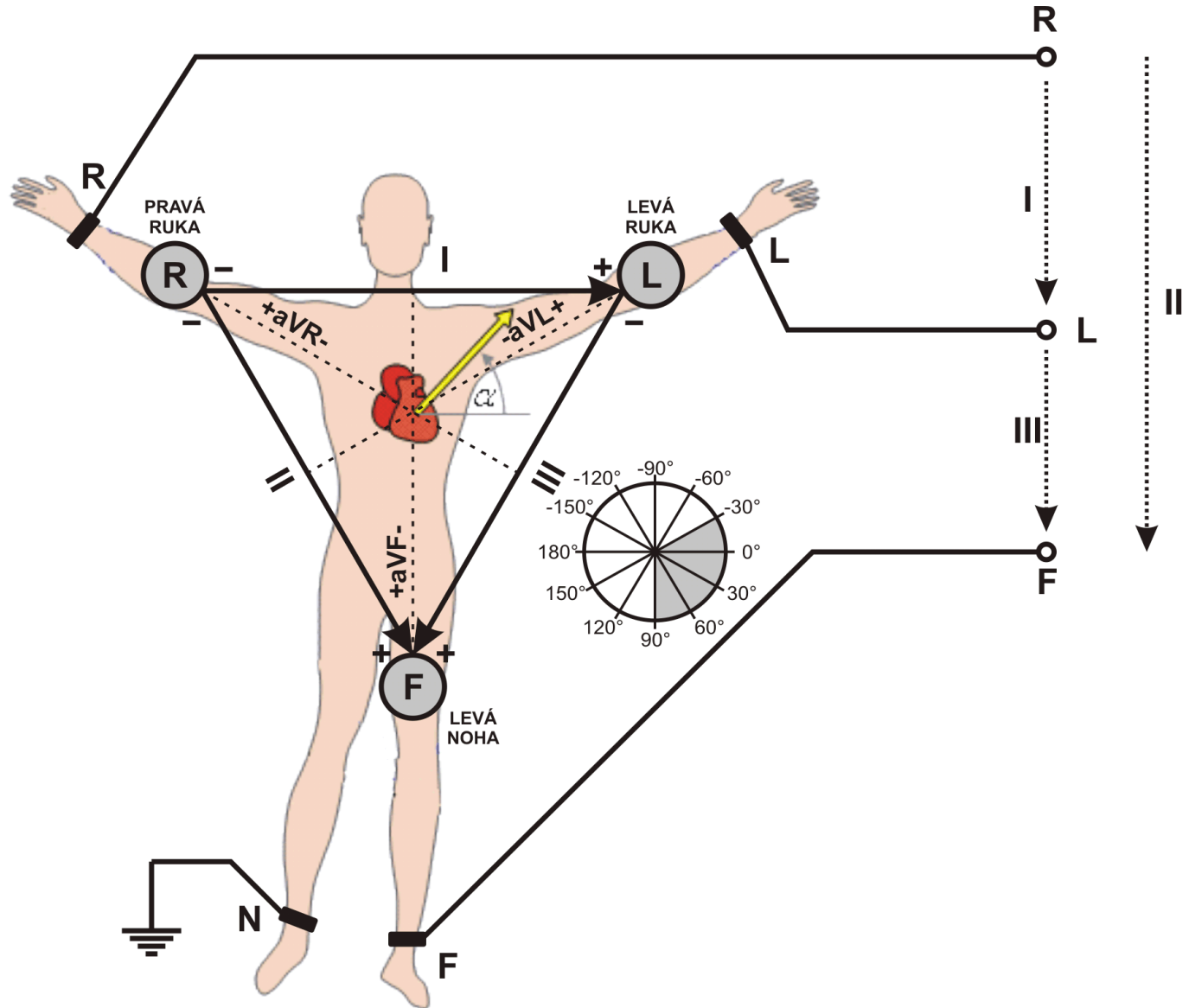
12-ti svodové EKG

Napětí ve svodech:

$$I = L - R$$

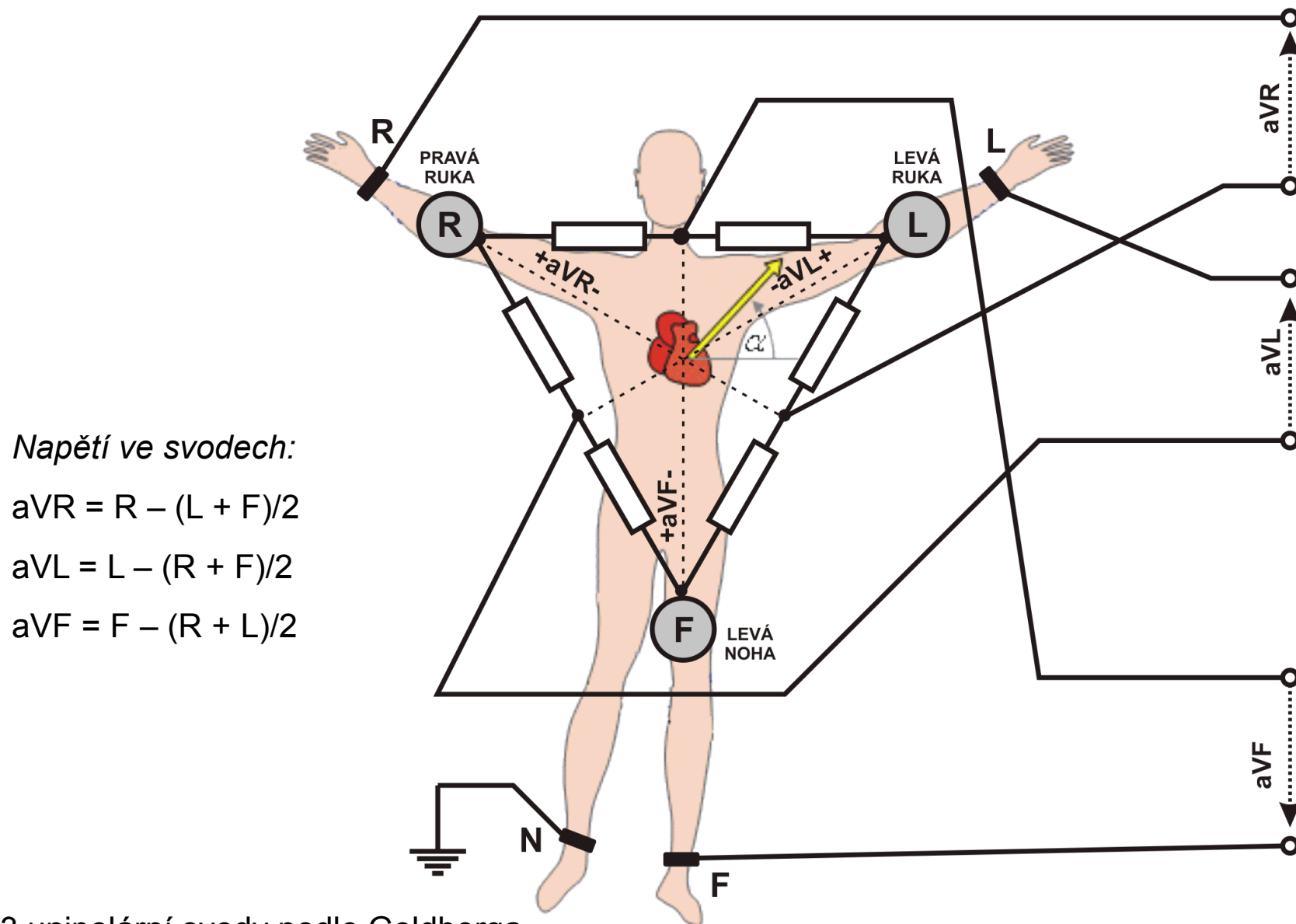
$$II = F - R$$

$$III = F - F$$



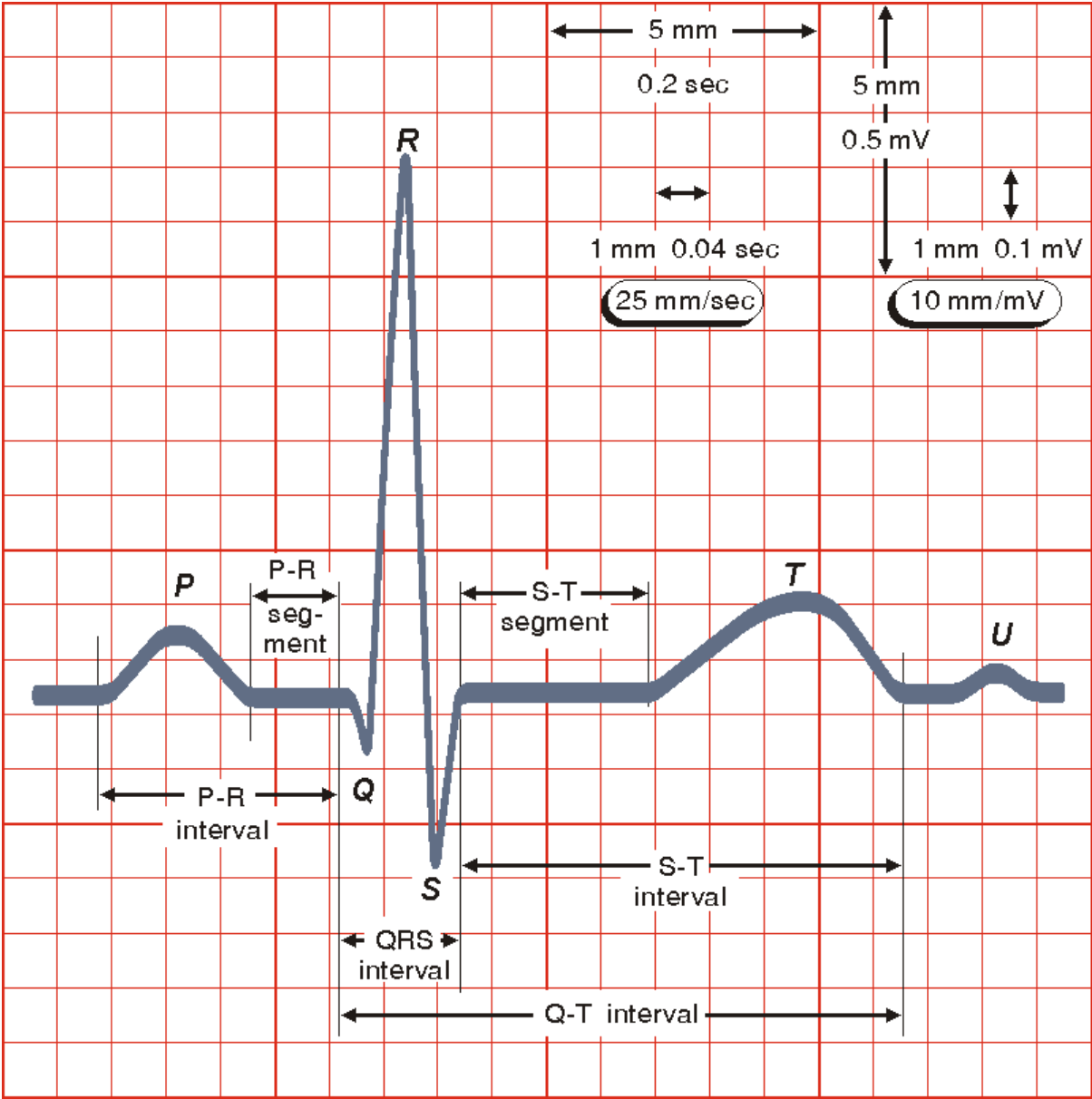
3 končetinové bipolární svody podle Einthovena

12-ťi svodové EKG



3 unipolární svody podle Goldberga

ElektroKardioGram



Tepová frekvence

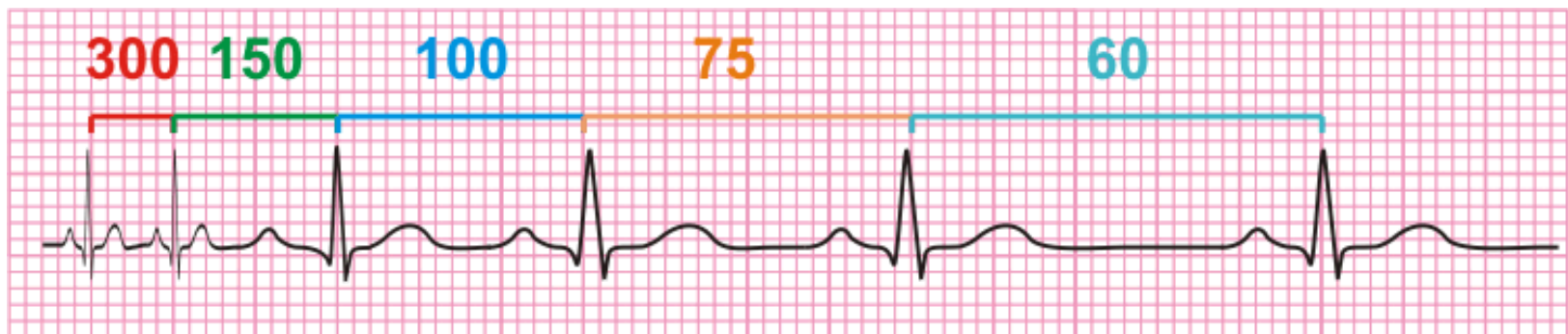
Určení tepové frekvence z EKG:

Ø využíváme toho, že známe rychlost posuvu papíru 25 mm/sec

Ø zvolíme si svod, kde je nejlépe vidět kmit R

Ø změříme rozestup kmitů R (tj. perioda) a vypočítáme frekvenci

Ø pro rychlejší určení tepové frekvence můžeme využít následující pomůcky: pamatujeme si číselnou řadu 300 – 150 – 100 – 75 – 60; pak jestliže je vzdálenost kmitů R jeden velký čtverec (5 mm), pak je tepová frekvence 300 tep/min, je-li vzdálenost dva velké čtverce, pak je tepová frekvence 150 tep/min,... atd. Rozestup kmitů R je při normální tepové frekvenci 4 velké čtverce.



Srdeční rytmus

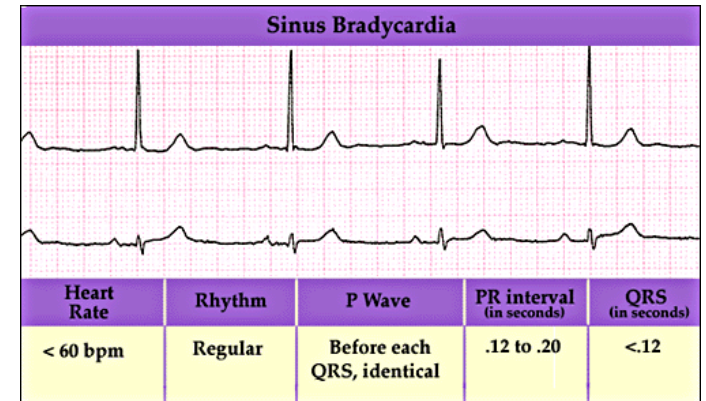
Ø ložisko ze kterého se šíří depolarizace udává srdeční rytmus

Ø normálně je zdrojem depolarizací SA uzel, mluvíme o **sinusovém rytmu**

Ø není-li zdrojem depolarizací SA uzel, mluvíme o **arytmii**

Ø rytmy mohou vznikat: v myokardu síní, v oblasti AV uzlu (junkční rytmus) nebo v myokardu komor

Ø je-li tepová frekvence nižší mluvíme o bradykardii, je-li vyšší, mluvíme o **tachykardii**



Srdeční rytmus

Ø pokud je rytmus supraventrikulární (tj. vzniká ve svalovině síní), jsou QRS komplexy normální

Ø u ventrikulárního rytmu dochází k rozšíření komplexu QRS vlivem šíření depolarizace pomalejší cestou mimo převodní systém

Ø jsou-li depolarizace chaotické, mluvíme o fibrilaci (míhání)



Na obrázku vidíme sinusový rytmus, vlny P a komplex QRS normální, za každou vlnou P následuje QRS komplex.

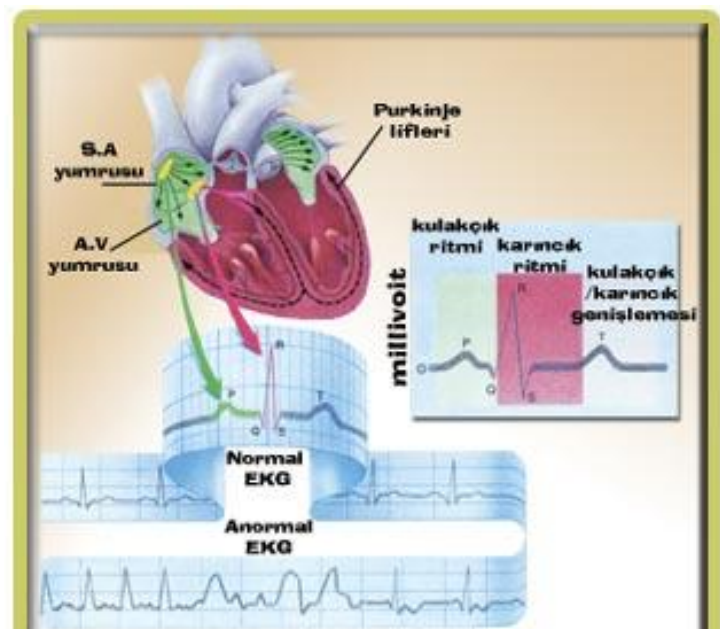
Normální EKG



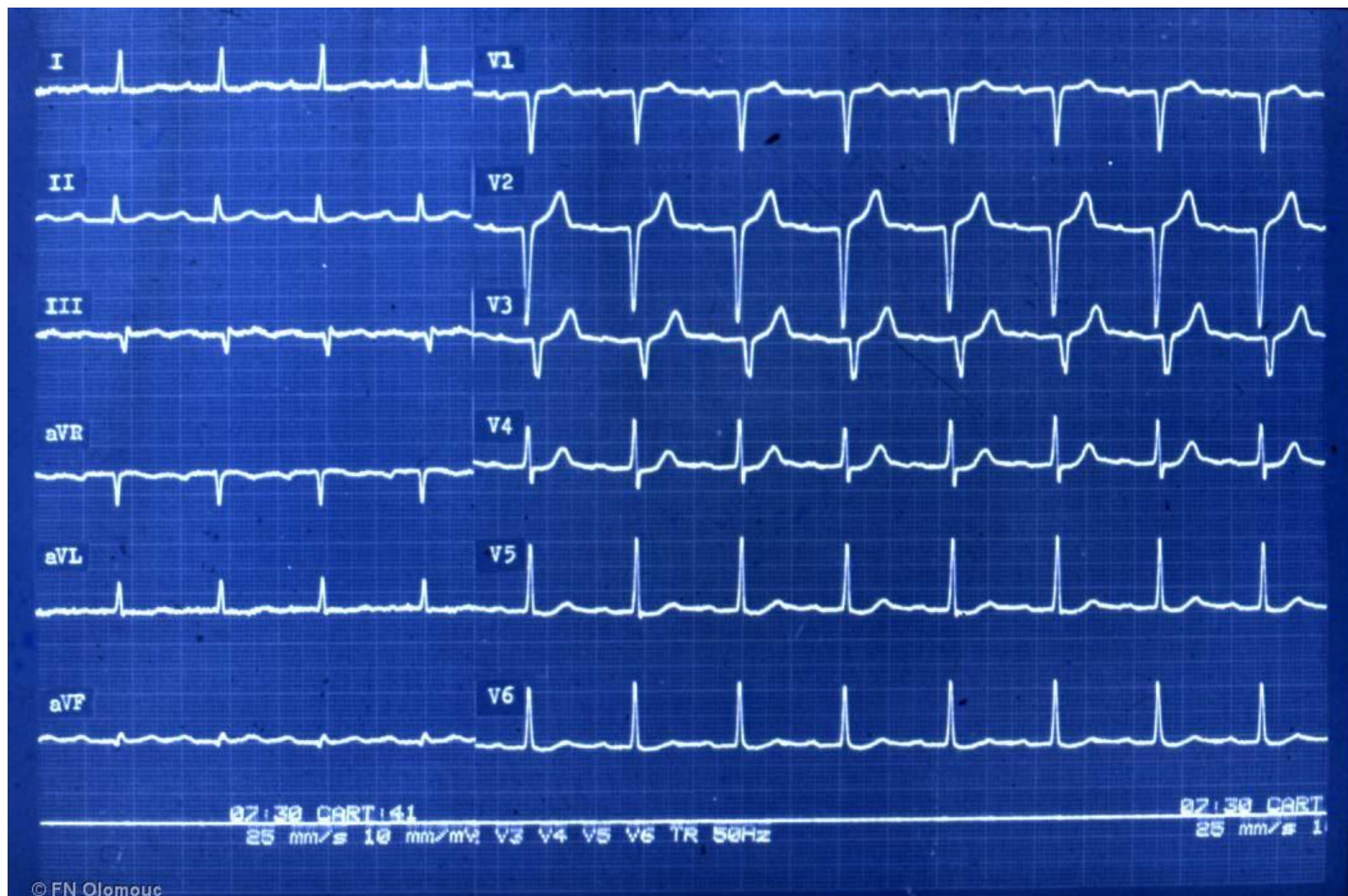
Abnormality EKG

Vybrané příklady interpretace abnormálního EKG:

- Ø atrioventrikulární blokády I°, II° a III°
- Ø blokáda levého raménka Tawarova BLRT (LBBB – left bundle branch block)
- Ø flutter síní
- Ø fibrilace komor
- Ø infarkt myokardu
- Ø zástava komor



AV blokáda I°



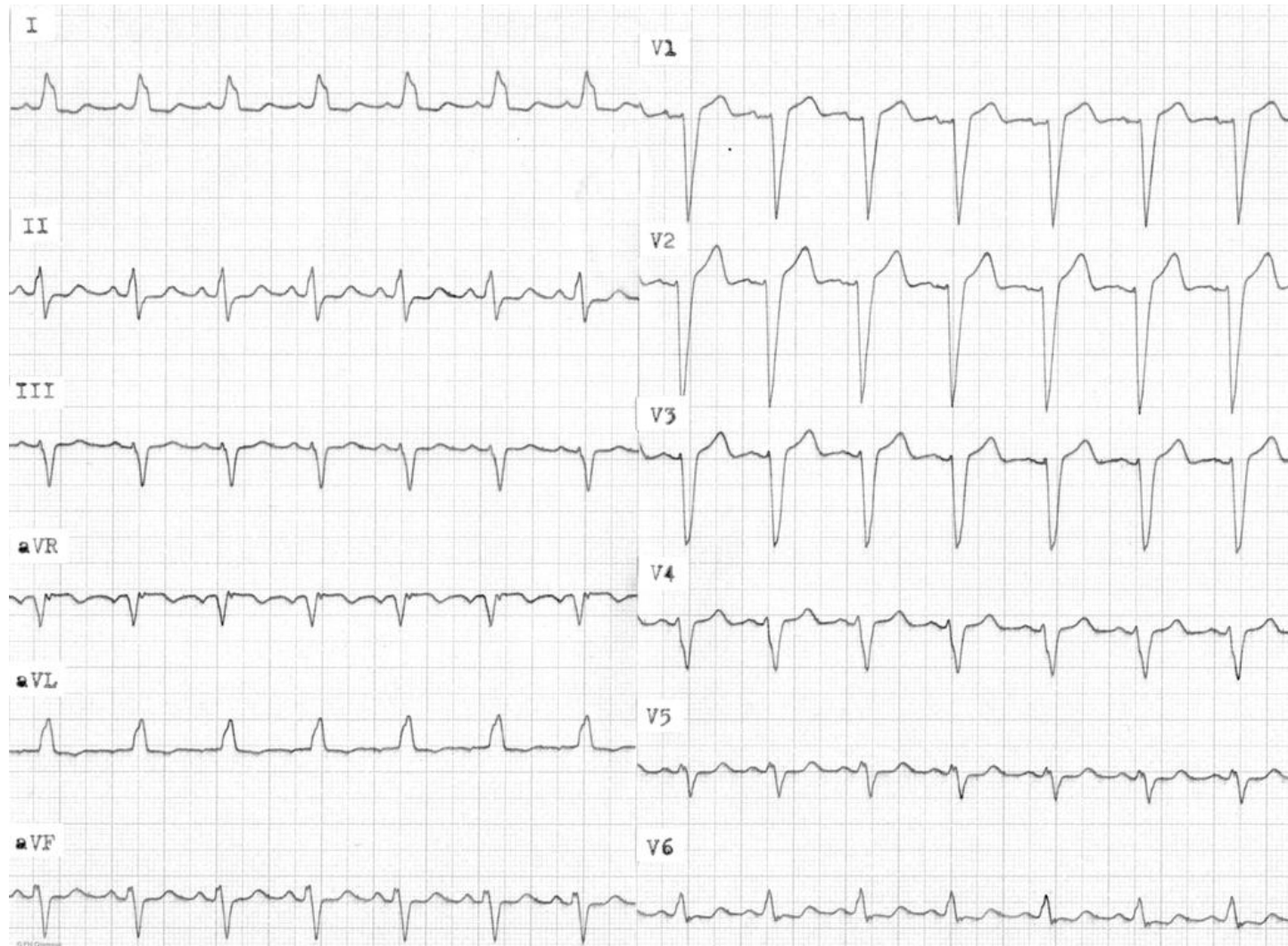
AV blokáda II°



AV blokáda III°



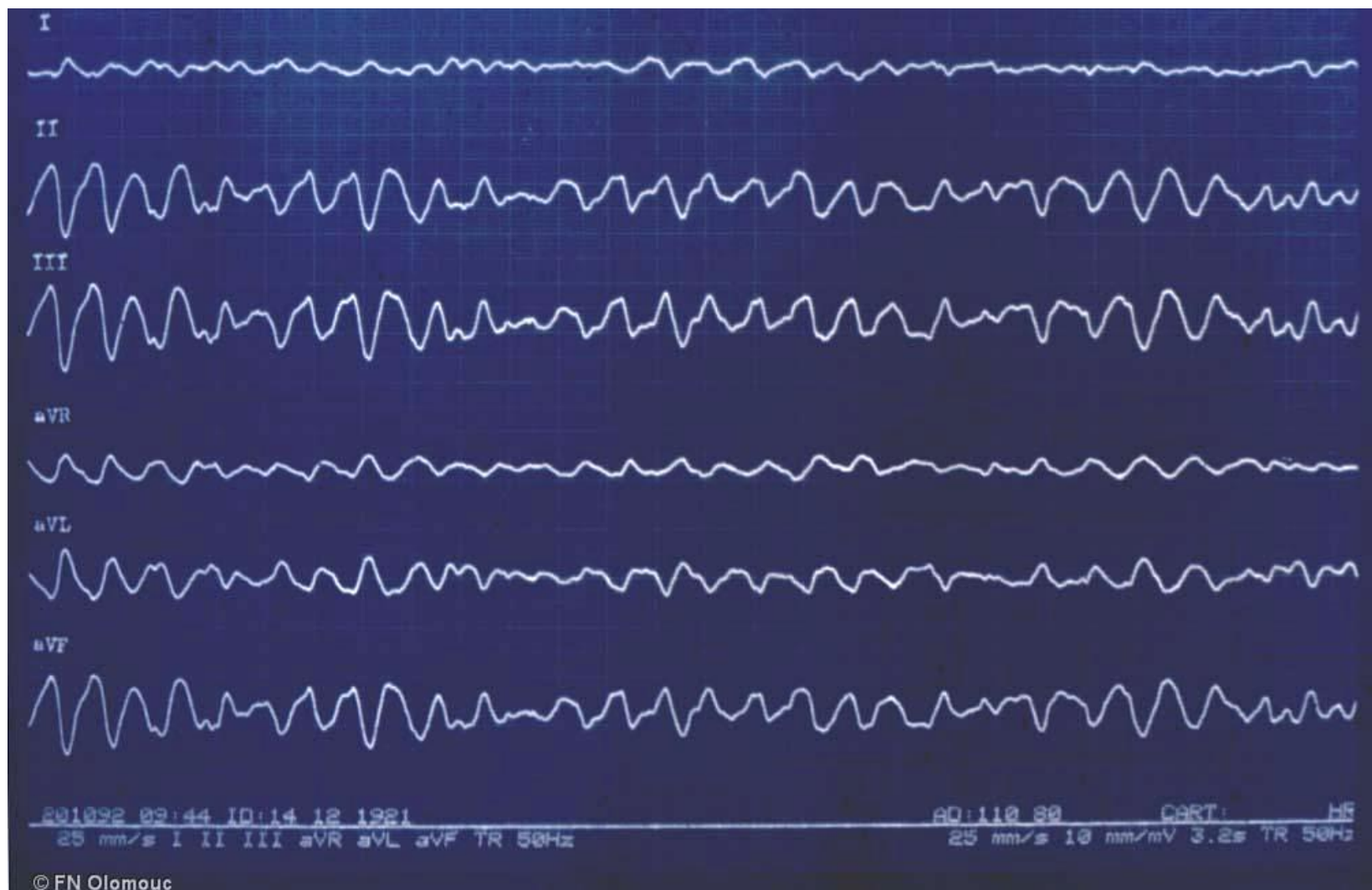
BLRT



Flutter síní



Fibrilace komor



Defibrilace

Ø fibrilace komor je terminální, nevede k opětovným stahům;
chaotická činnost

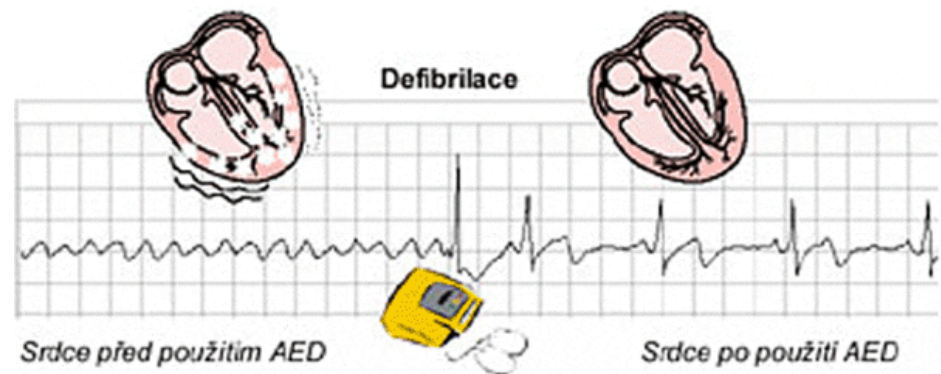
Ø hemodynamicky neúčinná

Ø ohrožuje pacienta na životě

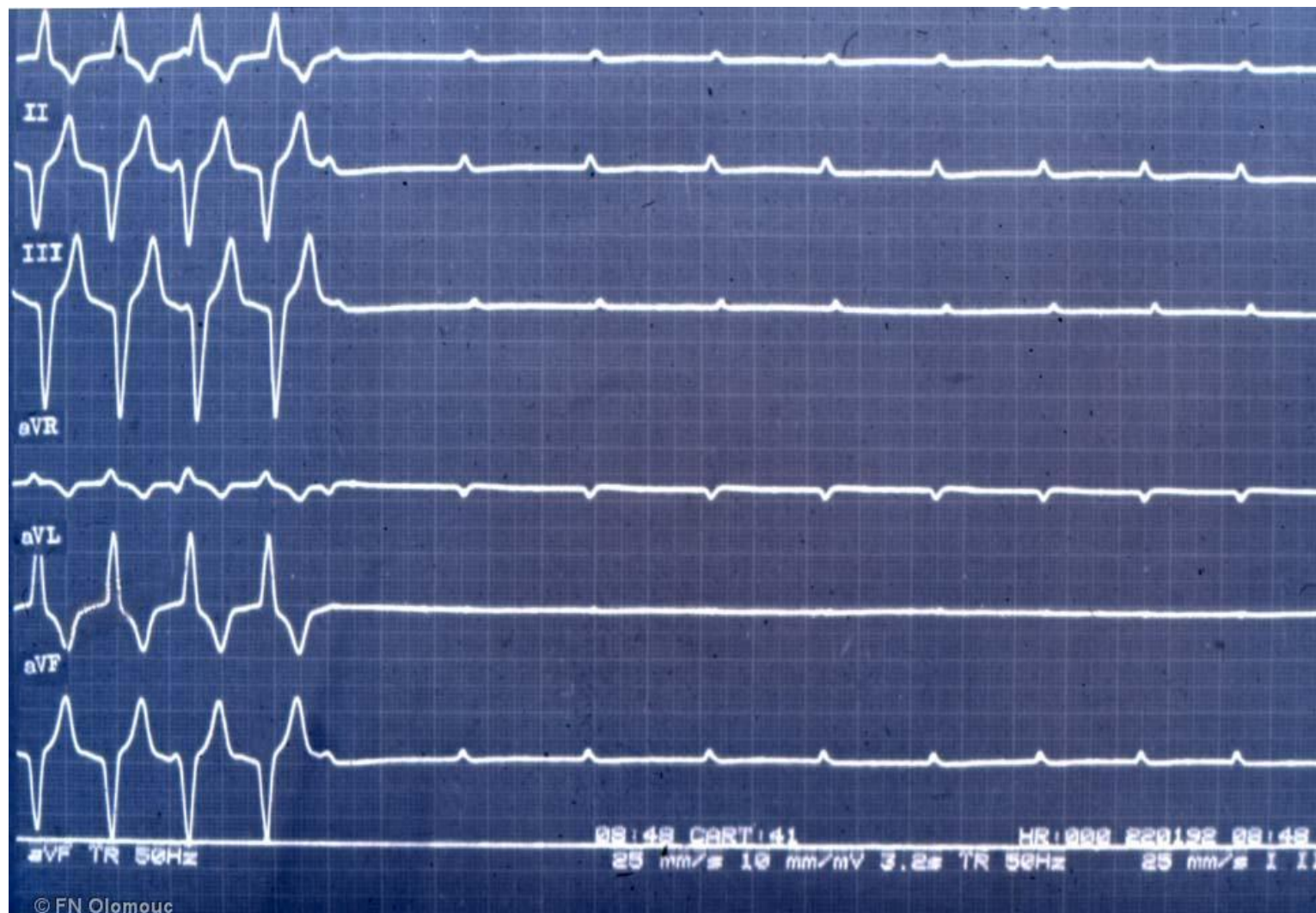
Ø Defibrilace – je opak EKG – pustíme do srdce elektrický impuls a
tím obnovíme činnost komor

Ø monofazická × bifazická

Ø energie 300 kJ



Zástava komor



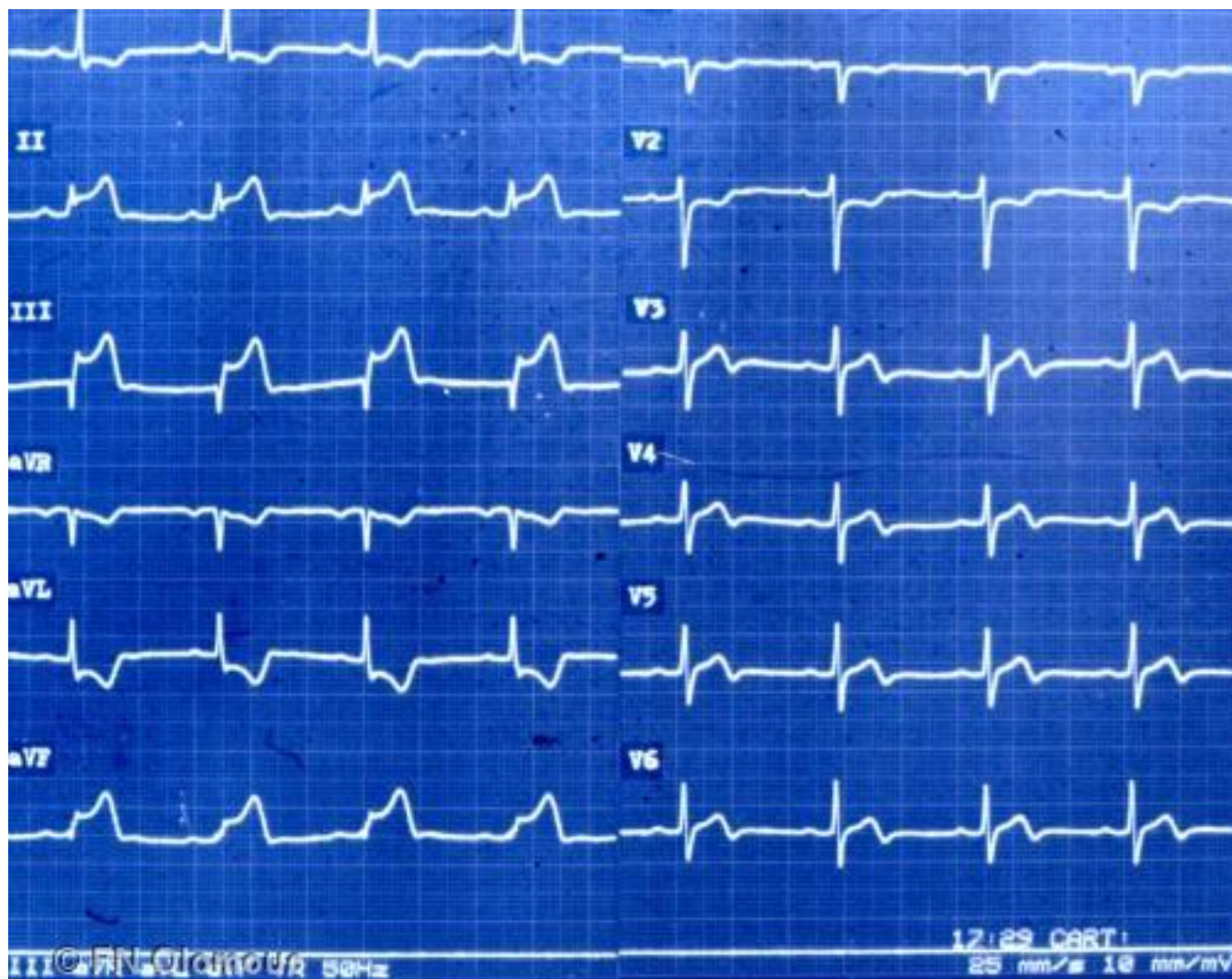
Infarkt Myokardu

- Ø onemocnění myokardu způsobené ucpáním věnčitých tepen
- Ø myokard tak nemůže být zásobován kyslíkem
- Ø po několika hodinách vznikají nekrózy – jedná se o ireverzibilní proces
- Ø jestliže včasné obnovíme prostupnost koronárních tep a tím zásobování myokardu, nekrózy se nevyvinou

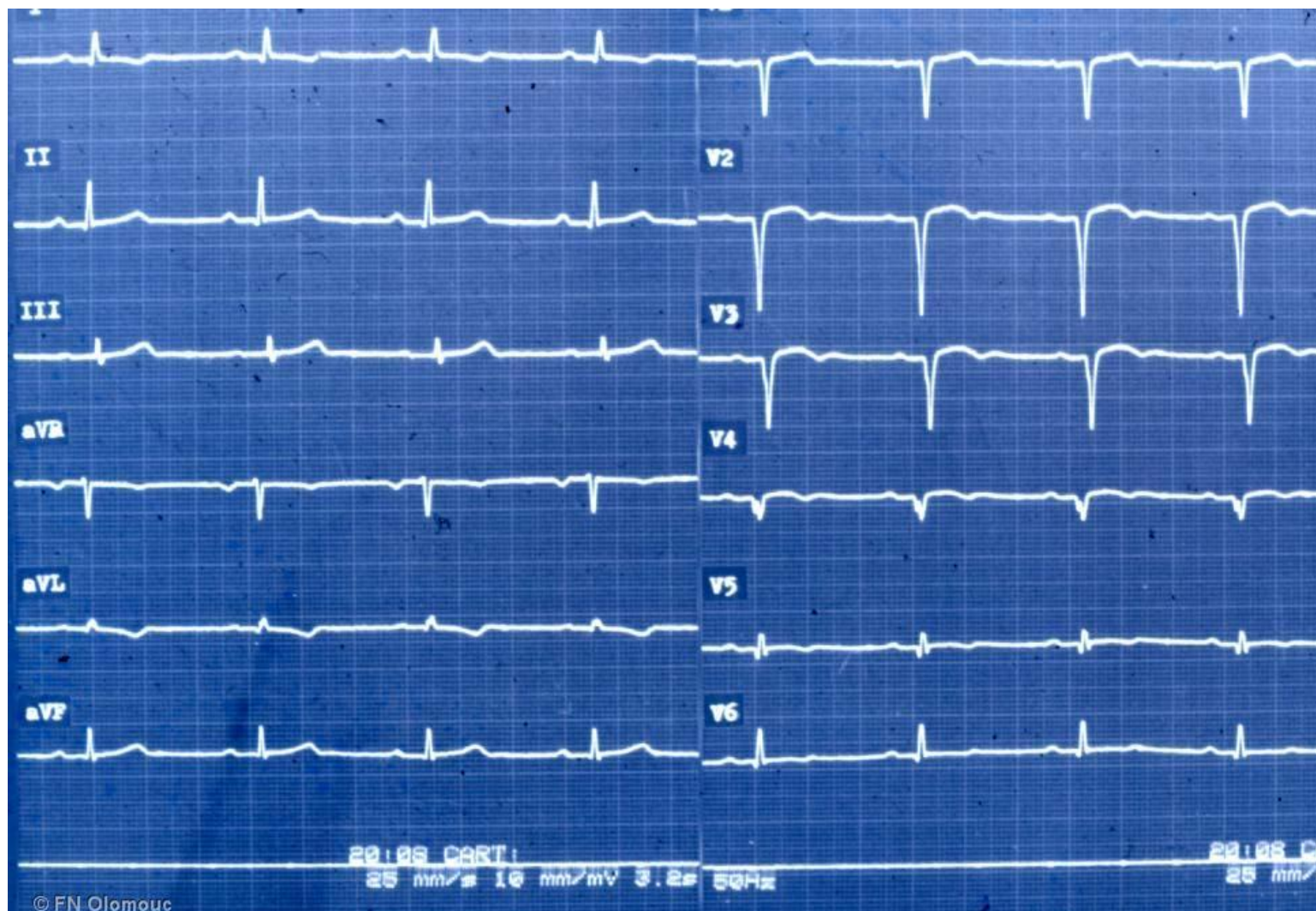
Na obrázku vidíme řez srdcem v transversální rovině (je vidět pravá a levá komora). Komorový myokard je postižen infarktem. Rozsáhlá nekróza tkáně se jeví jako světlejší místa ve svalovině. Jedná se o rozsáhlou přední jizvu; postižena je celá tloušťka stěny.



IM akutní



IM chronický



PADSY = **PA** cientský **DI** agnostický **SY** stém, který integruje v jedné databázi několik přístrojů umožňujících kompletní kardiologické vyšetření:

Ø Klidové EKG

Ø Ergometrie

Ø Holter EKG

Ø Holter TK

Ø Spiroergometrie

ERGOMETRIE

= zátěžové EKG

- Ø12-svodový počítačový ergometrický systém
- Øautomatické řízení zátěže a měření krevního tlaku
- Øřízení bicyklových ergometrů i běžících pásů
- Øzpětný náhled na EKG záznam a možnost tisku již při monitorování
- Øpodrobná analýza EKG-záznamu



Holter EKG

Toto zařízení nám umožní sledovat funkci Vašeho srdce 24 hodin při Vaší běžné každodenní činnosti.

Díky tomu lze zachytit arytmie, změny srdeční frekvence i projevy ischemie, které nezachytí běžné EKG v ordinaci lékaře.

Mediscan se může pochlubit rozsáhlou sítí holterovské monitorace, protože spolupracuje s lékaři po celé republice



Spiroergometrie

je zátěžové vyšetření velmi podobné ergometrii, které slouží k posouzení funkční rezervy kardiovaskulárního systému především u pacientů se srdečním selháním. Zjednodušeně řešeno, dovoluje přesně měřit tělesnou výkonnost nemocných a zjistit tak závažnost postižení srdce. Vyšetření probíhá na bicyklovém ergometru, podobně jako bicyklová ergometrie. Navíc je pomocí speciální masky upevněné na obličeji měřena v průběhu zátěže spotřeba kyslíku a množství vydechovaného oxidu uhličitého. Podle získaných hodnot se nejlépe posoudí, do jaké míry je srdce schopno plnit svoji funkci.



Zdroje

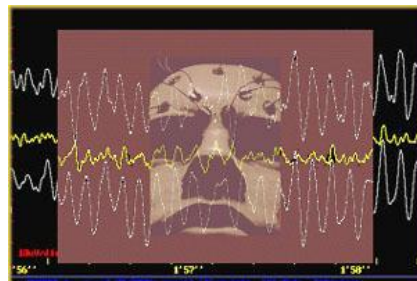
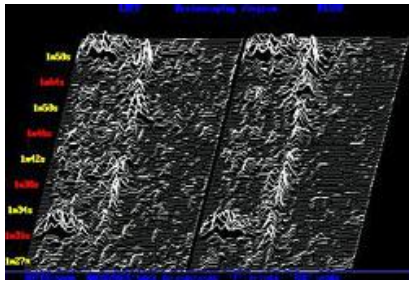
EKG jasně, stručně přehledně; John R. Hampton (The ECG made easy); GRADA

- Ø **Diagnostika srdeční činnosti;** Ing. Josef Chaloupka (skripta SPŠE)
- Ø **Anatomie 3;** Prof. MUDr. Radomír Čihák, DrSC; GRADA
- Ø <http://medlib.med.utah.edu/kw/ecg/> ECG learning centre
- Ø <http://butler.cc.tut.fi/~malmivuo/bem/bembook/> Bioelectromagnetism
- Ø <http://www.wikipedia.org/> Wikipedia (EN, CS)
- Ø <http://noe.upol.cz/> výukový portál Lékařské fakulty UP Olomouc – Čestmír Čihálík
- Ø <http://www.fnol.cz/> Fakultní nemocnice Olomouc
- Ø <http://www.fbmi.cvut.cz> Fakulta biomedicínského inženýrství ČVUT
- Ø bbh.hhdev.psu.edu/labs/bcl/Im.../ekg.gif
- Ø webschoolsolutions.com/patts.../ekg.gif
- Ø www.misalud.com/images/EKG.jpg
- Ø http://gerstner.felk.cvut.cz/biolab/X33BMI/referaty/2005_2006_LS/1100/Dostal%20Jiri/prezentace_ekg.ppt
- Ø www.herzstiftung.de/images/ekg_06.gif
- Ø <http://ebSCO.smartimagebase.com>
- Ø www.mediprax.cz/img/aed/aed_defibrilace.jpg
- Ø http://www.yarousch.cz/studium/body.php?menu=menu_vnitri_lekarstvi&body=vnitri_lekarstvi/vnitri_lekarstvi_004
- Ø <http://members.home.nl/jvdmortel/ritme%20bradyaritmieen%20impulsvorming.html>
- Ø <http://www.ikem.cz/www?docid=1004353>

Elektroencefalogram (zkráceně EEG) je záznam časové změny elektrického potenciálu způsobeného mozkovou aktivitou. Tento záznam je pořízen elektroencefalografem.

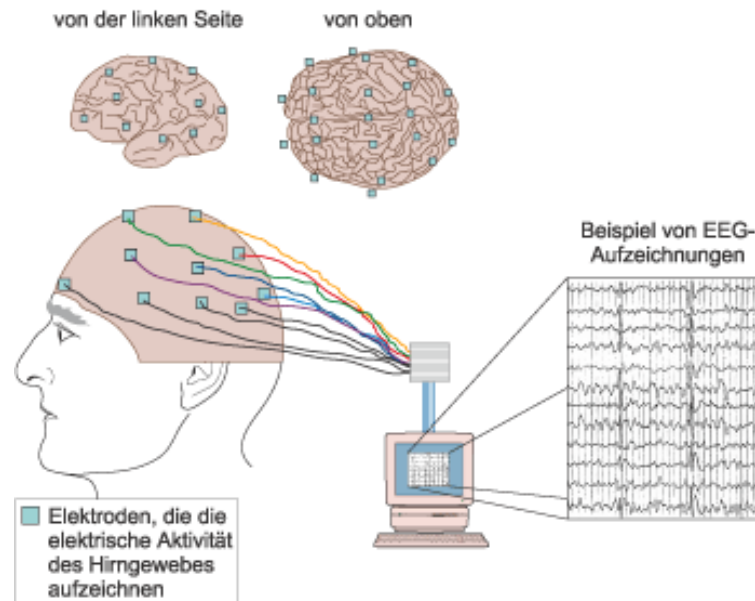
EEG vyšetření

EEG je standardní neinvazivní metodou . Vidíme vlny s určitou periodicitou.



Elektrody umístěné nejvíce vpředu nazýváme *prefrontální*, za nimi je rozmístěna řada elektrod *frontálních*, dále následují elektrody *centrální*, pak *parietální* a nejvíce vzadu jsou elektrody *occipitální*. Po stranách umísťujeme elektrody *temporální*.

U EEG se využívá obou základních zapojení elektrod, a to unipolárního i bipolárního.



Hans Berger,
německý psychiatr

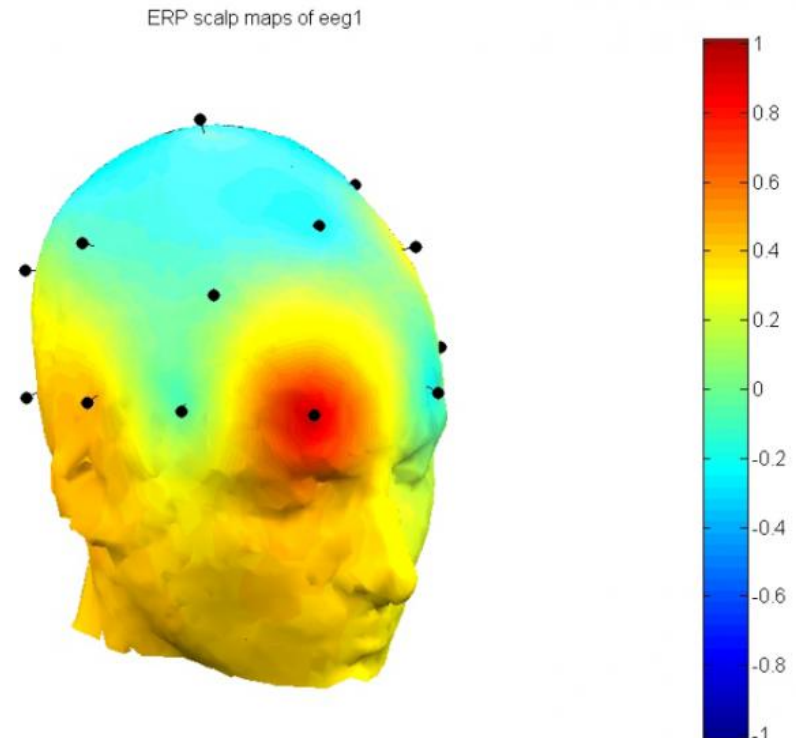
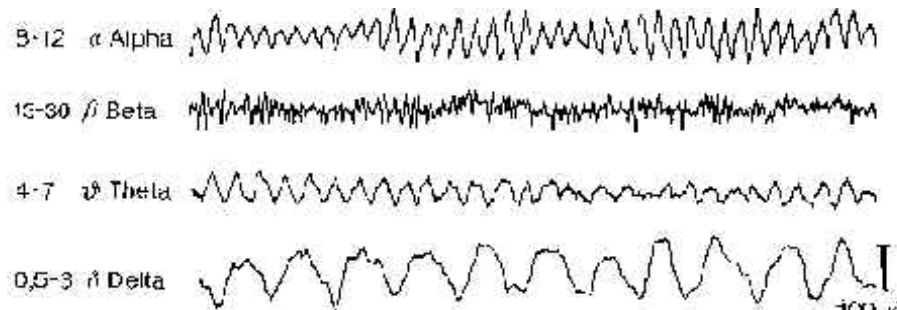


Zaznamenávané frekvence

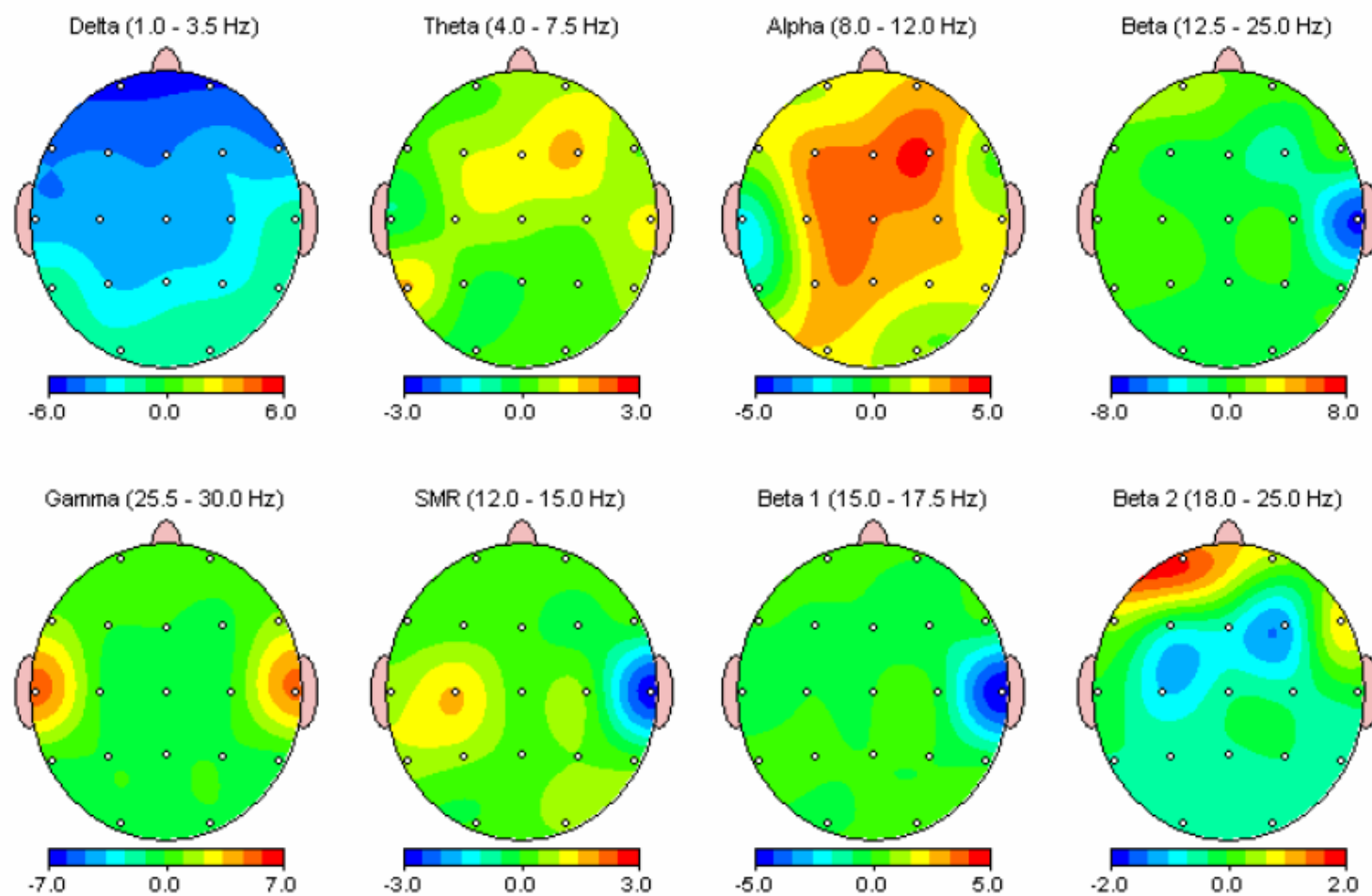
Nejznámější je aktivita alfa s frekvencí cca 12 Hz, kterou sledujeme u dospělých v occipitální oblasti hlavy při zavřených očích.

Pomalejší frekvence (theta a delta) mohou být v bdělém stavu u dospělých patologickým příznakem. Během spánku jsou naproti tomu identifikátorem různých spánkových stadií, čehož se využívá ve spánkových laboratořích

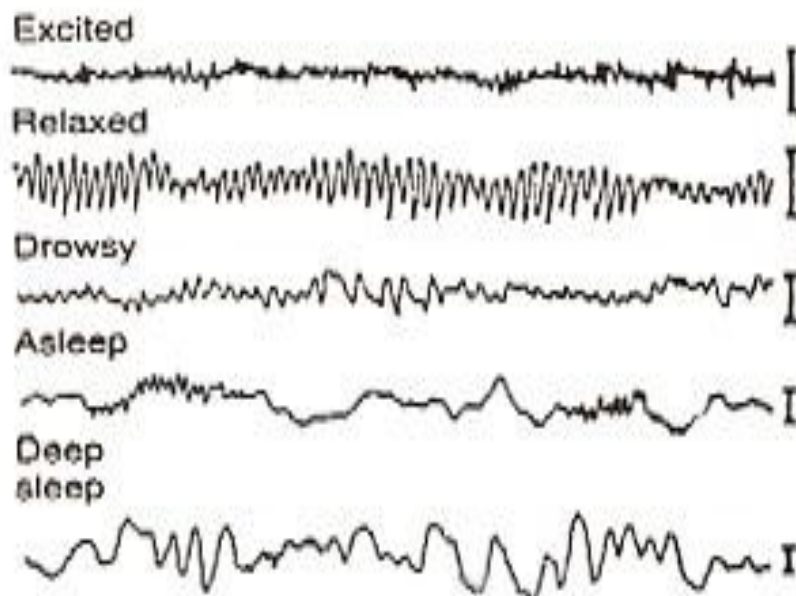
Blue	4-6 Hz	Theta
Light Blue	7-8 Hz	Slow Alpha
Green	9-11Hz	Mid Alpha
Yellow	12-14Hz	Fast Alpha
Peach	15-23Hz	Beta
Grey	Below 4 Hz	Noise



FFT Relative Power Difference (%)



frekvence theta a delta u dětí mohou být měřítkem vyzrálosti CNS.





INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

- Ø **EKG jasně, stručně přehledně;** John R. Hampton (The ECG made easy); GRADA
- Ø **Diagnostika srdeční činnosti;** Ing. Josef Chaloupka (skripta SPŠE)
- Ø **Anatomie 3;** Prof. MUDr. Radomír Čihák, DrSC; GRADAWWW:
- Ø <http://medlib.med.utah.edu/kw/ecg/> ECG learning centre
- Ø <http://butler.cc.tut.fi/~malmivuo/bem/bembook/> Bioelectromagnetism
- Ø <http://www.wikipedia.org/> Wikipedia (EN, CS)
- Ø <http://noe.upol.cz/> výukový portál Lékařské fakulty UP Olomouc – Čestmír Čihálík
- Ø <http://www.fnol.cz/> Fakultní nemocnice Olomouc
- Ø <http://www.fbmi.cvut.cz> Fakulta biomedicínského inženýrství ČVUT
- Ø www.unc.edu/~dayal/works.h...desic Net EGI - LABSP, BSI, Riken.jpg
- Ø www.elanra.co.uk/brainw.../eeg_page1.jpg
- Ø www.dyslexia-usa.com/eeg.jpg
- Ø www.missioklinik.de/www/abtei.../eeg.png
- Ø www.tbh.net/site_wide_referen.../eeg.JPG
- Ø www.alleviahealth.com/Images/EEG.jpg
- Ø www.tbilaw.com/law.gifs/eeg2.jpg
- Ø subtlebraininjury.com/picture.../eeg.jpg
- Ø www.psychiatrie-osnabrueck.de.../eeg.jpg
- Ø www.ms-lexikon.de/html/eeg.gif
- Ø www.augen.med.uni-giessen.de/.../eeg.jpg