



Přehled:

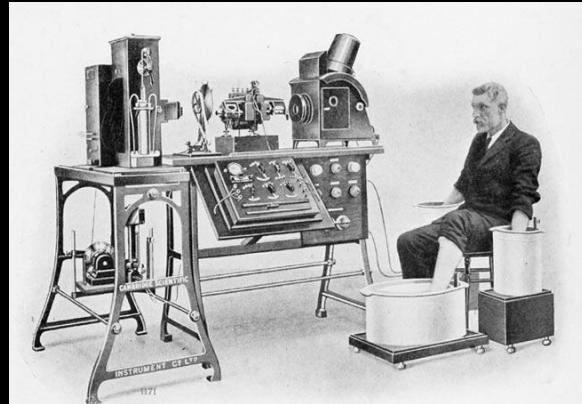
- EKG
- EEG
- EMG
- NiBp
- IBP
- SpO₂



EKG- historie:

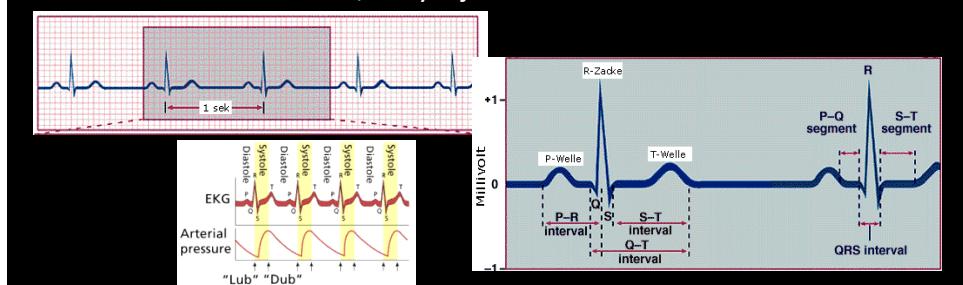
Williem Einthoven (1860- 1927)

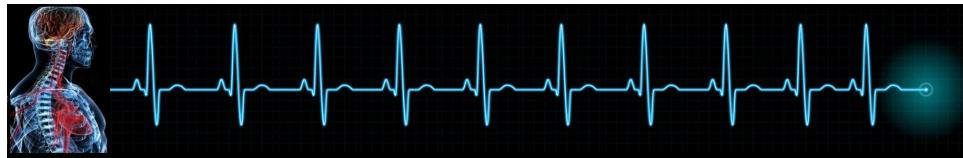
- Strunový galvanometr
- Končetinové svody
- Einthovenův trojúhelník
- Nobel. Cena 1924



EKG- pojmy:

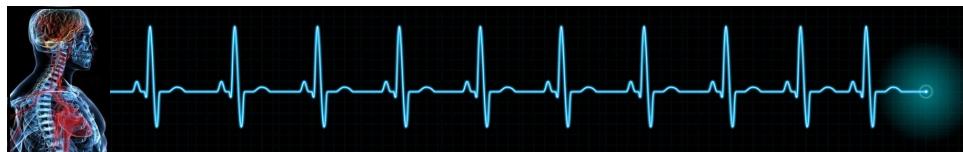
- ElektroCardioGram- záznam el. srdeční činnosti v záv. Na čase
- ElektroKardioGraf- přístroj, který el. aktivitu srdce zaznamenává
- ElektroKardioGrafie- obor, zabývající se srdeční el. aktivitou





Elektrokardiografie- EKG:

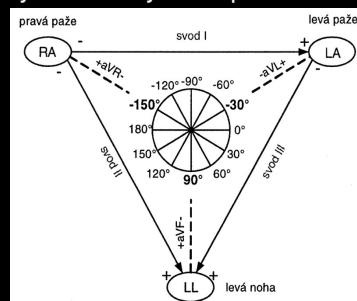
- Základní diagnostické funkční vyšetření srdce a jeho následné grafické vyjádření, EKG= snímání a registrace srdečního el. Signálu
- Ambulantní vyšetření X dlouhodobé sledování
- EKG křivka= suma signálů reprezentující různé děje v srdečním převodním systému v jedné křivce
- EKG vyjadřuje elektrickou aktivitu srdečního svalu
- Pro EKG používáme 2 systémy rozmístění elektrod pro ambulantní diagnostiku
 - standardní 12ti svodový systém (používá jen 10 fyzických svodů!! 6 hrudních a 4 končetinové)
 - ortogonální svodový systém
 - Bipolární svodový systém (podle Einthovena)/
 - unipolární svodový systém (podle Goldbergera a Wilsona)



EKG- rozmístění svodů:

standardní 12ti svodový systém podle Einthovena:

- 4 končetinové svody (R/ L ruka, F- L noha, N- R noha- referenční elektroda)
- 6 hrudních elektrod (V1- V6 na hrudníku mezi sternem a bokem)
- Einthovenův trojúhelník –bipolární- poloha a umístění elektrod se záměrně vyhýbá svalovým skupinám a tím se vyhýbá rušivým el. Signálům svalů



Matematická definice svodů I- III podle Einthovena

$$\begin{aligned} U_I &= V_{LA} - V_{RA}, \\ U_{II} &= V_{LL} - V_{RA}, \\ U_{III} &= V_{LL} - V_{LA}. \end{aligned}$$

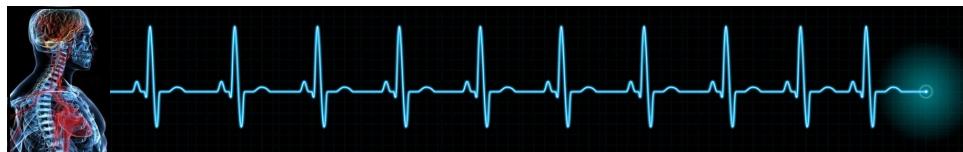
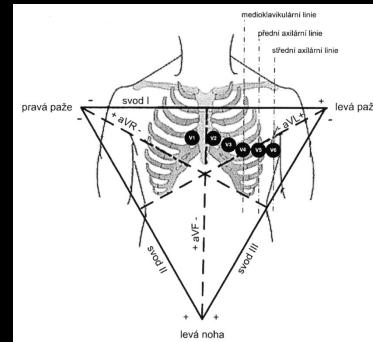


EKG- rozmístění svodů:

standardní 12ti svodový systém:

- Rozmístění svodů podle F.N. Wilsona a Golbergera- tzv. unipolární
- Wilsonova svorka= referenční bod= aritmetický průměr ze III. končetinových Svodů
- Hrudní svody V1- V6 představují napětí mezi elektrodami umístěnými na hrudníku vůči Wilsonově svorce

$$\begin{aligned} U_{\text{aVR}} &= V_{\text{RA}} - 0,5(V_{\text{LA}} + V_{\text{LL}}), \\ U_{\text{aVL}} &= V_{\text{LA}} - 0,5(V_{\text{RA}} + V_{\text{LL}}), \\ U_{\text{aVF}} &= V_{\text{LL}} - 0,5(V_{\text{LA}} + V_{\text{RA}}). \end{aligned}$$



EKG- rozmístění svodů:

Ortogonalní EKG svodový systém:

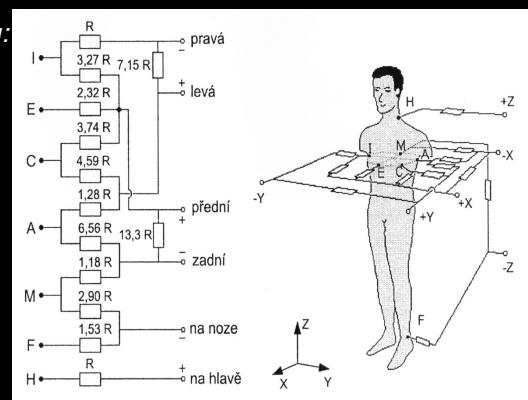
- 3D průměr el. Aktivity srdece =>

Roviny ortogonálního systému:

- X (horizontální => ruka-ruka),
- Y (vertikální => hlava- nohy),
- Z (dorzální =>hrudník- záda)

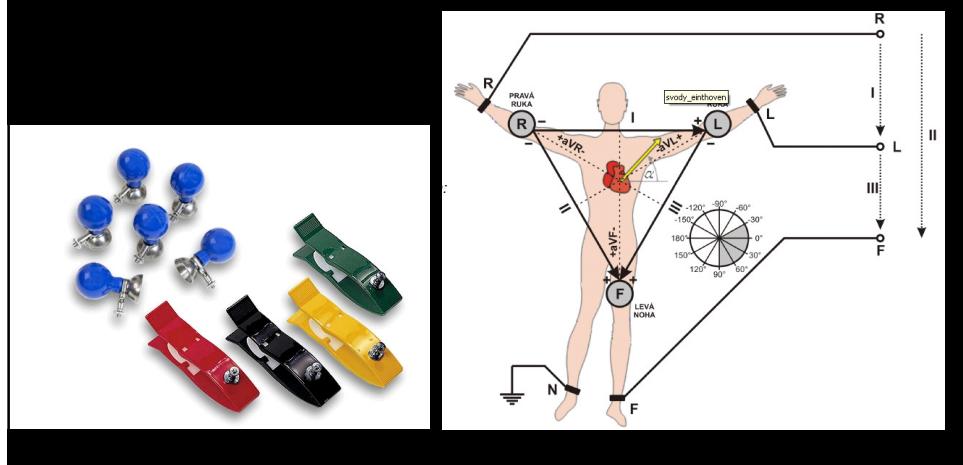
Ortogonalní průmětové roviny:

- Sagitální (yz)
- Horizontální (xz)
- Frontální (xy)

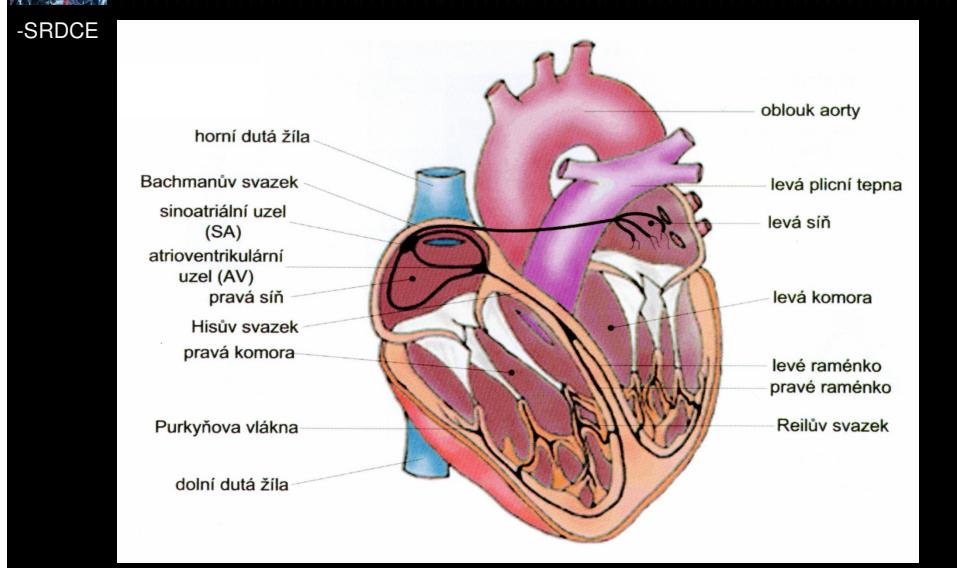




EKG- rozmístění svodů:



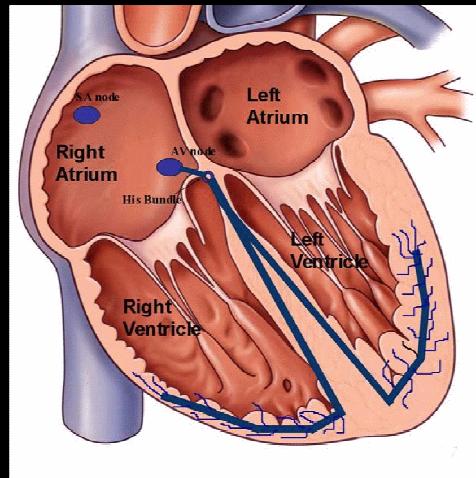
-SRDCE





EKG- vznik a šíření el. signálu myokardem:

- SA uzel ... vznik el. sign
- AV uzel ... zpoždění sign.
- L a R Tawarovo raménko
- Purkyňova vlákna



EKG- popis křivky:

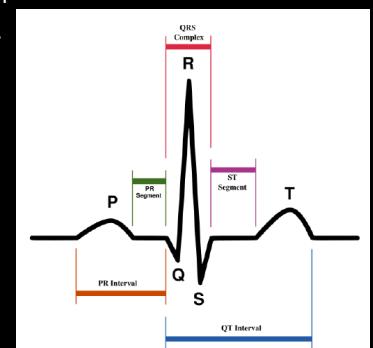
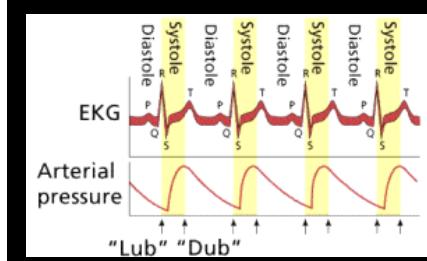
Pustit flash animaci EKG
El. Impuls způsobující kontrakci srdečního svalu vzniká v SA (sinoatriálním) uzlu v oblasti P předsíně odkud se šíří dál

- **Vlna P**- první vlnka= depolarizace předsíni= jejich počínající kontrakci

- **QRS komplex**- charakterizuje depolarizaci komor

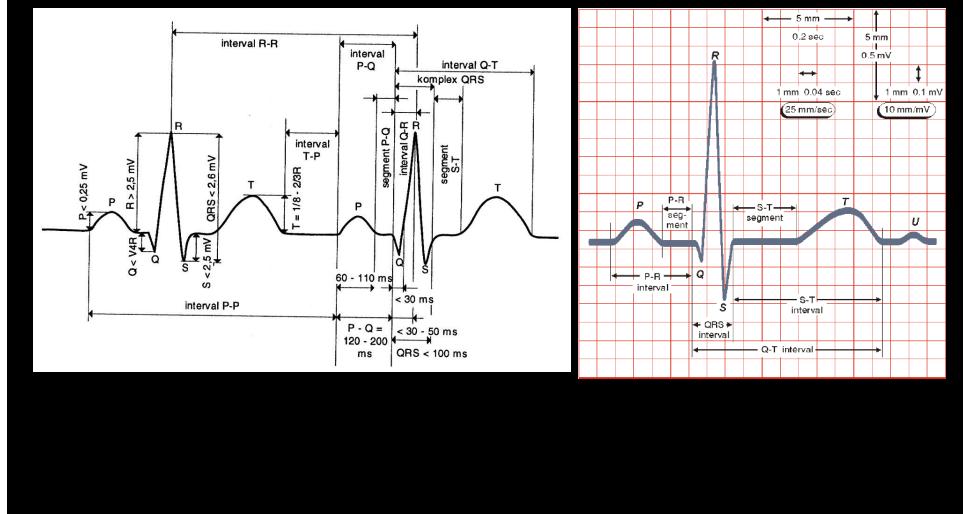
- **T vlna**- znázorňuje následnou repolarizaci komor

- SA uzel cca 72 tep/ min, AV uzel cca 50 tep/min

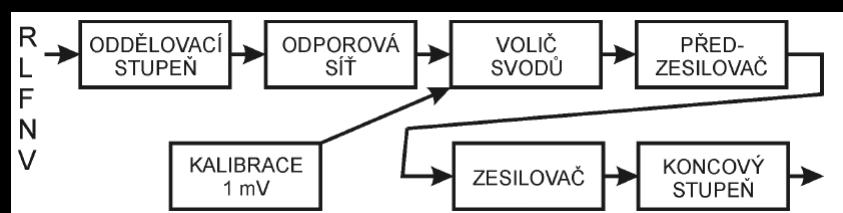




EKG- popis křivky:



EKG- blok. diagram:



Funkční bloky:

- vstupní jednotka
- blok pro záznam a zobrazení EKG
- řídící jednotka
- blok napájení



EKG - obecné technické parametry:

- Dynamický rozsah U_{vst} : $\pm 20 \mu V$ až $\pm 5 mV$
- Amplitudová frekvenční charakteristika: 0,05 Hz až 150 Hz
- Vstupní impedance: min. $2,5 M\Omega$ (při 10 Hz)
- Filtrace = pásmová propust 1 – 30 Hz (max: - 0,5 dB)(útlum: - 3 dB pro $f < 0,67$ Hz a pro $f > 150$ Hz)
- Vstupní předzesilovač signálu z elektrod má $Z_{vst}=10^6-10^8\Omega$
- plovoucí elektrody Ag Cl (nepolarizovatelnost, defin. Potenciál 0,225V)
- Posuv papíru 25mm/s
- Kalibrační impuls $1\mu V$



Defibrilace:

- Použití při fibrilaci komor- nevede k opětovným stahům- chaotická činnost
- Hemodynamicky neúčinná
- ohrožuje pacienta na životě
- Defibrilace= opak EKG=> do srdce se pouští el. Impuls a tím se obnoví činnost komor.
- Monofázický X bifázický impuls
- Energie do 300kJ
- Na obr. zástava komor=> použití defibrilátoru





Další metody vyšetření srdeční činnosti:

-Zátěžové EKG= ergonometrie

- 12ti svod. Systém, měření tlaku při změně zátěže, vše automatizováno
- podrobná analýza EKG záznamu



-Holter EKG

- Přenosné bateriové zařízení
- sledování srdeční činnosti 24 hod denně při běžném dni
- Lze zachytit arytmie, změny srdeční f,



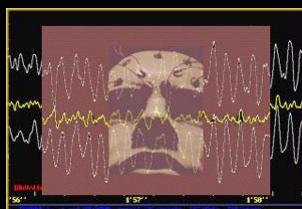
Elektroencefalografie- EEG:

-Elektroencefalogram- Záznam změn el. potenciálu v čase, způsobeného mozkovou aktivitou

-Elektroencefalograf- Přístroj ke snímání potenciálů mozkové aktivity

-Elektroencefalografie- obor zabývající se el. aktivitou mozku

-EEG vyšetření je neinvasivní vyšetření



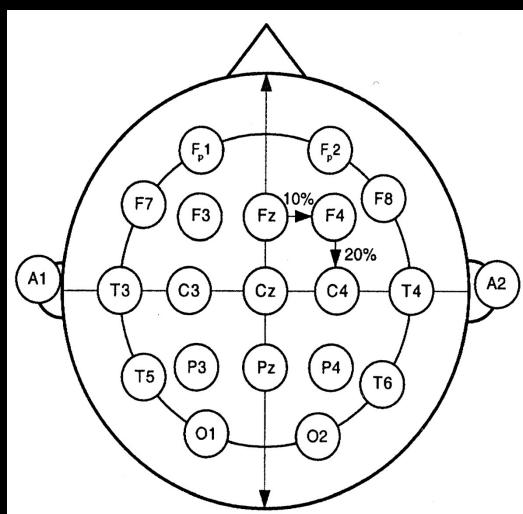


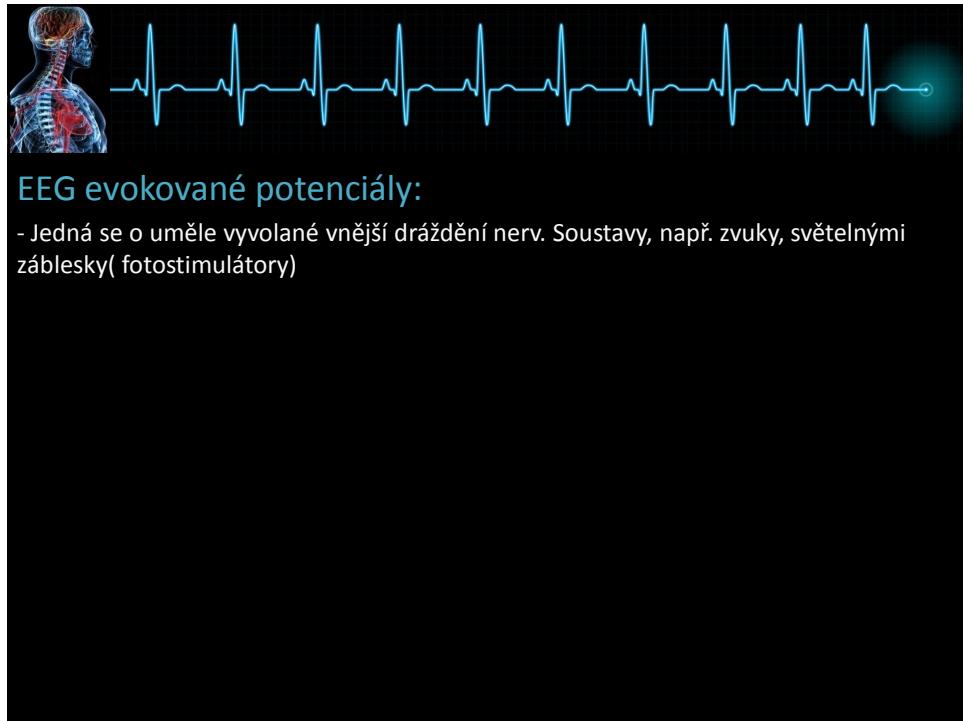
Elektroencefalografie- EEG:

- EEG= suma všech el. dějů snímaných elektrodami.
- Umístění elektrod dle definovaných výčnělků na lebce a násl. Rozměření vzdáleností po 10 a 20% => JASPE systém 10-20 (19 zákl. elektrod, levý a pravý ušní lalůček)
- možnost ještě systému 10-10, maximální počet elektrod na lebce je 128, použití pro experimentální účely.
- nepolarizovatelné elektrody- vzácné kovy AgCl, fixace pomocí „čepice“
- 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 umisťujeme elektrody temporální. U EEG se využívá obou základních zapojení elektrod, a to unipolárního i bipolárního.



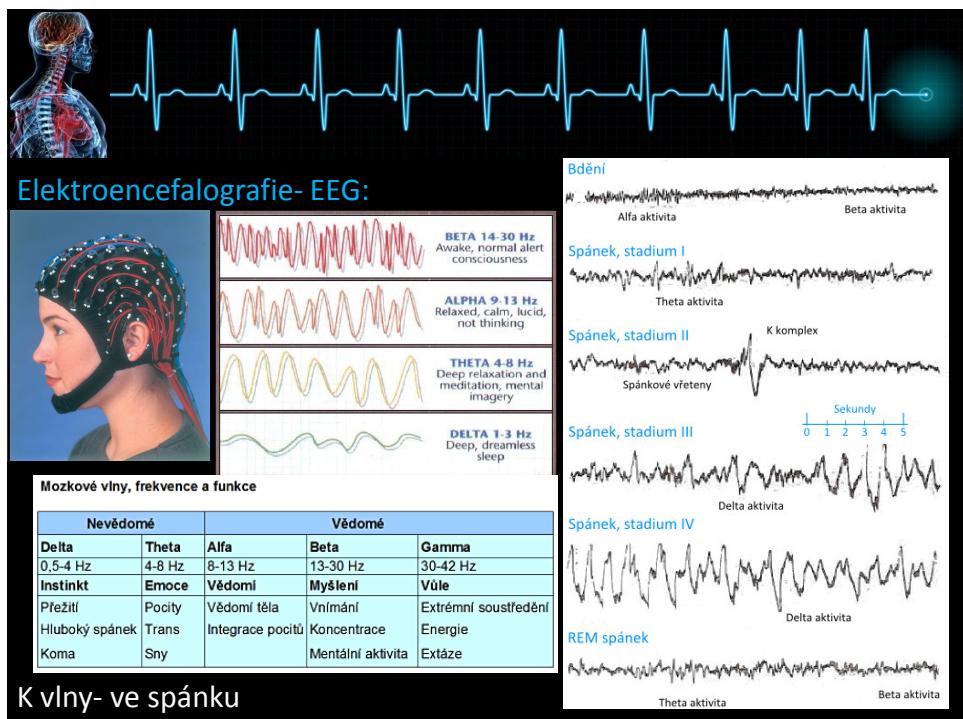
EEG rozmístění elektrod 10-20:





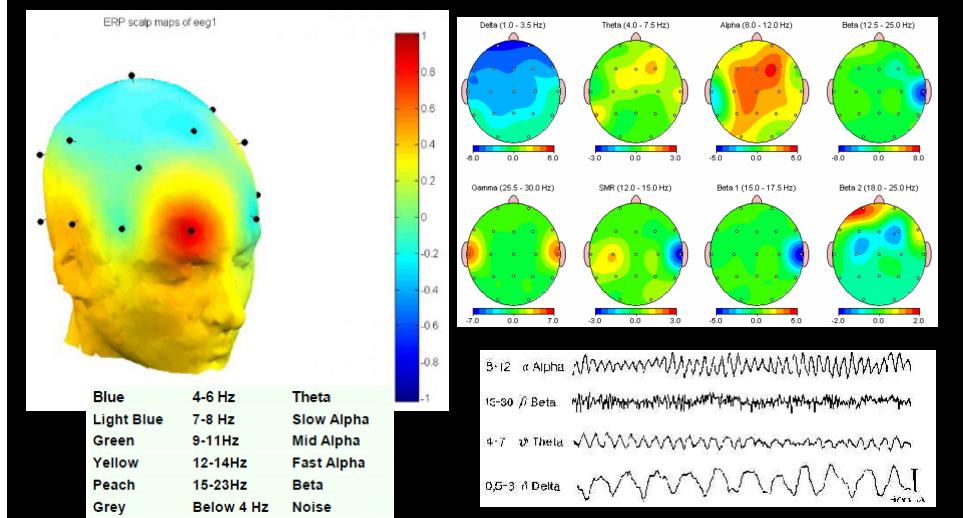
EEG evokované potenciály:

- Jedná se o uměle vyvolané vnější dráždění nerv. Soustavy, např. zvuky, světelnými záblesky(fotostimulátory)



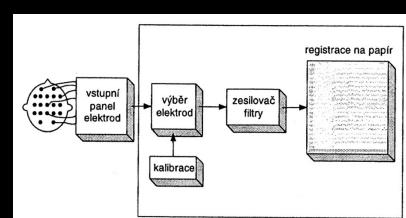


Elektroencefalografie- EEG:

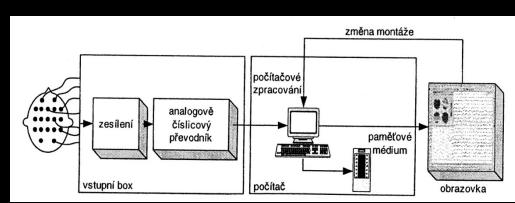


EEG Filtry v EEG:

analogový systém



Digitální systém

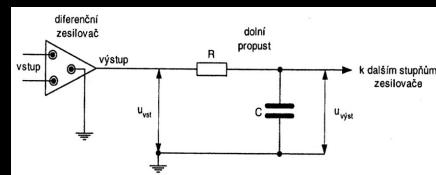




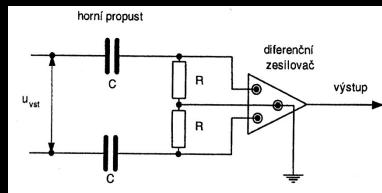
EEG Filtry v EEG:

strmost 6dB/ okt. (pásmová zádrž 50Hz: 18 dB/ okt.)

- Vysokofrekvenční

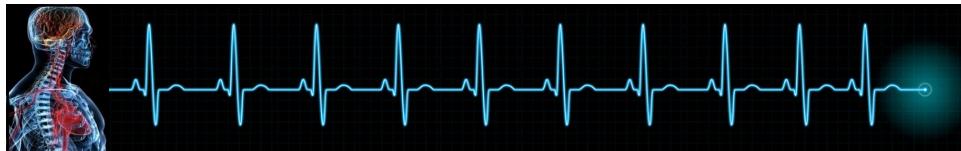


- Nízkofrekvenční



EEG- metody zpracování EEG signálu:

- Spektrální analýza – pomocí FFT
- Topografické mapování aktivity
- Metoda Wave-Finder – dlouhodobé záznamy
- Aplikace neuronových sítí
- Dipólová analýza – společně s NMR + větší p. elektrod
- Evokované potenciály
 - zrakové VEP – záblesky nebo šachovnice
 - sluchové BAEP – klikání ve sluchátkách
 - kognitivní ERP – specifické podněty (psychiatrie)
 - SSEP – podprahové impulzy na končetinách



EMG - elektromyografie:

Elektromyografie patří mezi vyšetřovací techniky, které lékaři napomáhají hodnotit funkční stav pohybového systému a jeho inervace. K vyšetření se používá přístroj zvaný elektromyograf. Je opatřen elektrodami, zesilovačem, procesorem a obrazovkou. Při vyšetření lékař používá jedně ze dvou technik podle charakteru Vašeho onemocnění. Techniky se nazývají konduktivní a jehlová. Vyšetření pomáhá lékaři rozlišit jednotlivé druhy nervosvalových onemocnění

Jak EMG pracuje?

Měří rychlosť vedení vzruchu ve stimulovaném nervu a velikost elektrické odpovědi na stimulaci ve svalu nebo v jiném místě nervu. Jednoduše řečeno přístroj zjišťuje, jak rychle vedou Vaše nervy vzruch do výkonného svalu. Speciální techniky umožňují měřit změny velikosti elektrické odpovědi ve svalu při opakování stimulace. Jehlová elektromyografie měří vzruchy na menších svalových oblastech na tzv. motorických jednotkách (motorická jednotka je soubor svalových vláken zásobených jedním nervovým vlákнем). Výsledkem vyšetření je EMG křivka.

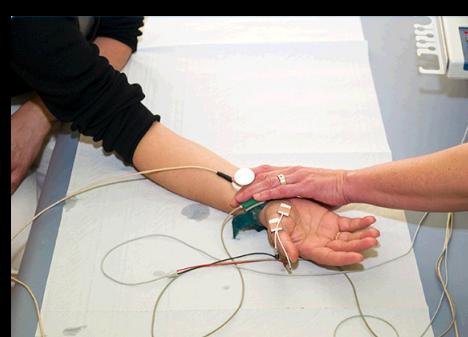
Nejčastější diagnózy, které se vyšetřují EMG

Syndrom karpálního tunelu, Poškození loketního nervu, Porucha lícního nervu, Polyneuropatie – poškození více periferních nervů, nejčastěji na dolních končetinách, Radikulopatie – poškození vláken nervových kořenů, Svalová onemocnění, Poruchy nervosvalového přenosu

Zdroj: [\(http://www.neurologie-emg.cz/emg-laborator/\)](http://www.neurologie-emg.cz/emg-laborator/).



EMG - elektromyografie:



Zdroj: [\(http://www.neurologie-emg.cz/emg-laborator/\)](http://www.neurologie-emg.cz/emg-laborator/).



Měření krevního tlaku- TK:

Krevní tlak:

- TK = tlak krve v tepnách
- TK kolísá v průběhu dne
- TK závisí na fyz. a psych. Stavu

Neinvazivně – okluzivní měření- (nepřímé metody měření)

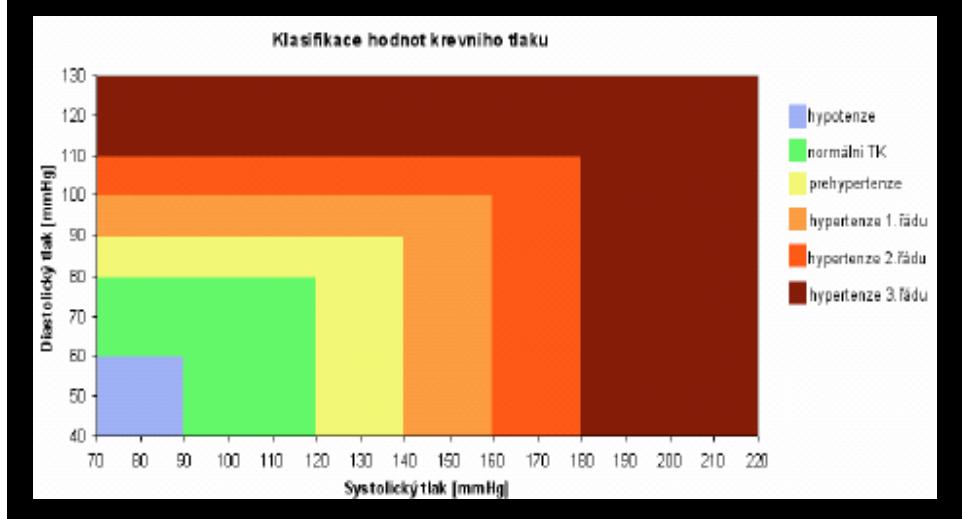
- Auskultační metoda
- Oscilometrická metoda
- Peňázova metoda

Invazivně - pomocí katetru zavedeného do cév srdce (přímé)

- katetr vyplněný kapalinou
- katetr se snímačem na hrotu



Měření krevního tlaku- TK:





Měření krevního tlaku- TK:

Postup měření auskultační metodou pomocí fonendoskopu:

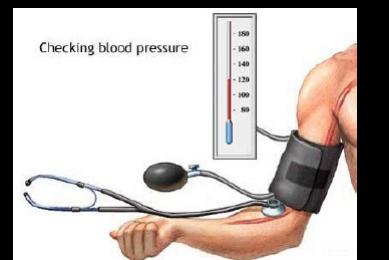
1. zaškrcení artérie (napuštěním manžety nad hodnotu systoly)
2. pomalé vypouštění až do objevení korotkovových zvuků = systola
3. další vypouštění až do vymizení Korotkovových zvuků = diastola



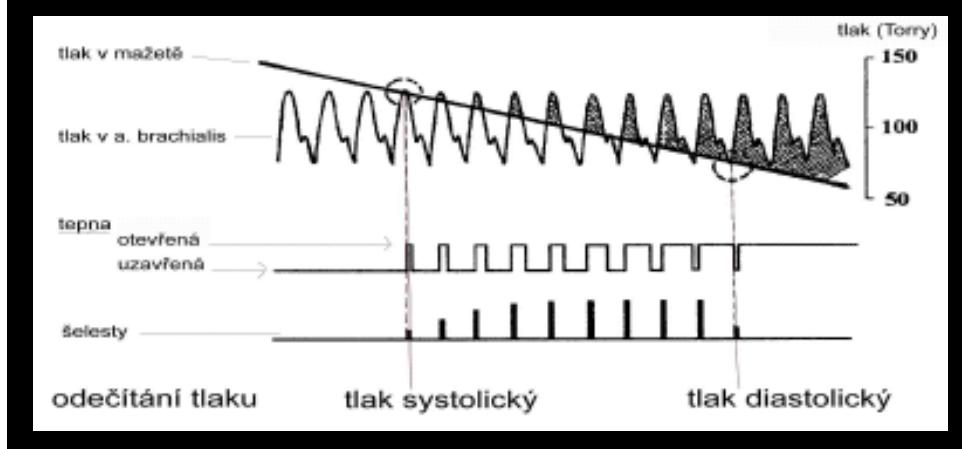
• Rychlosť upouštění manžety 3-5 mmHg/s.

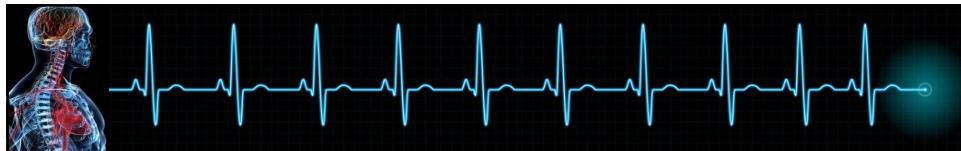
- Korotkovy zvuky vznikají turbulencemi při ucpání tepny. Za normálního stavu je proudění krve laminární. Pokud ji v jenom místě zúžíme, vzniknou za tímto místem turbulence => zvuky- Korotkovy zvuky, vznikají mezi ST a DT

- systolický,
- diastolický,
- střední tlak
- V arterii normální 120/ 80



Měření krevního tlaku- TK: auskultační metodou





Měření krevního tlaku- TK:

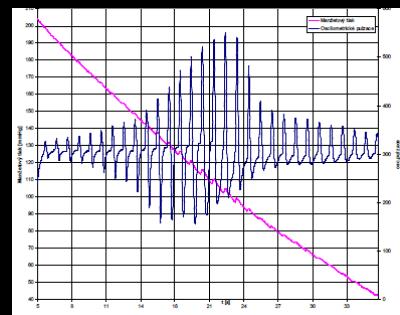
Elektronické/ Digitální tonometry pro automatické měření TK

- Piezorezistivní nebo kapacitní senzory tlaku
- Automatické určení hodnot TK, používá se oscilometrická metoda
- Přesnost v nejlepším případě jako u rtuťových tonometrů, v praxi horší
- Vhodné k domácímu monitorování TK
- Zobrazují i tepovou frekvenci



Měření krevního tlaku- Oscilometrická metoda:

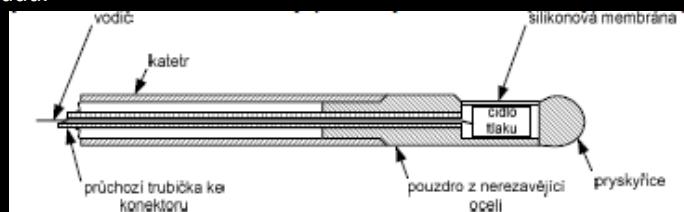
- Pulsace krve se přenášejí přes manžetu do přístroje, který je vyhodnocuje
- Z průběhu el. Signálu na senzoru tlaku se vhodným algoritmem spočte ST a DT - změří se v podstatě střední tlak





Měření krevního tlaku- INVAZIVNÍ MĚŘENÍ TK (iBP):

- Nutnost zavedení katetru do pacienta.
- Katr= dutý „drát“ z plastu (teflon) se zavede např. do aorty
- Ssnímání tlaku- snímač na hrotu (tenzometrický senzor- C, piezo, opt.)
-- katetr naplněný kapalinou zavedený do snímací komůrky, kde je umístěn snímač tlaku
- Použití pro dlouhodobé sledování, intenzivní péče, operační, pooperační sledování „těžších“ případů.



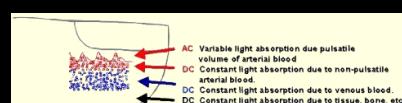
Měření Saturace krve kyslíkem- SpO2:

Neinvazivní metoda = **pulzní oximetrie**

Měření nasycení krve kyslíkem- oxymetr

Měření tepové frekvence- pulsmetr

Přístroj – pulzní oxymetr



- SpO2 vyjadřuje procentuální nasycení krve kyslíkem,
- Přenašeč O2 v krvi= hemoglobin, který na sebe váže molekuly O2 a transportuje je do míst spotřeby- svaly, mozek, orgány atd...

- SpO2 se pohybuje u zdravých lidí v rozmezí 97-99%,
- různé poruchy špatného okysličování- hypoxie (SpO2 <90%),
- mimo zdrav. Pracoviště se měří SpO2 i např. ve vysokohorské turistice
- Lze monitorovat zhoršené prokrvení končetin- nízká perfuse na prstech ruky/ nohy

Lze sledovat činnost okysličování krve v plicích- různé problémy při okyslič. Krve...

Př. 100 molekul Hb unese max. 400 molekul O2... pokud nese jen 380molekul, pak O2=>SpO2= 95%

$$(380/400) \times 100 = 95\%$$



Měření Saturace krve kyslíkem- SpO₂:

Pulzní oxymetr:

El. přístroj, který umožňuje měřit tepovou frekvenci a SpO₂ na základě senzoru, v kterém jsou umístěny 2x LED (R a IR) a fotodioda

- Reflektance (odrazem světla)
- Transmitace (průchodem světla)

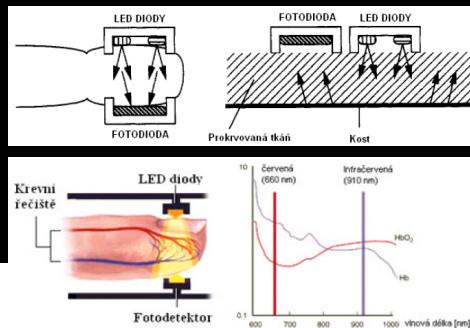
-Senzor SpO₂

2 LED (R: 660 nm a IR: 910 nm) + Si snímač

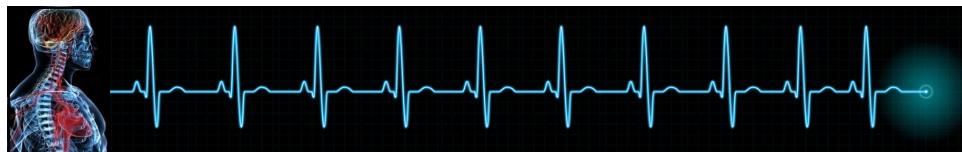
Princip spektrofotometrie

(lambert- Beerův zákon)

$$SpO_2 = 100 \times \frac{HbO_2}{Hb+HbO_2}$$



Princip rozdílu absorpcí Hb a HbO₂ pro R a IR světlo v okysličené a neokysličené krvi

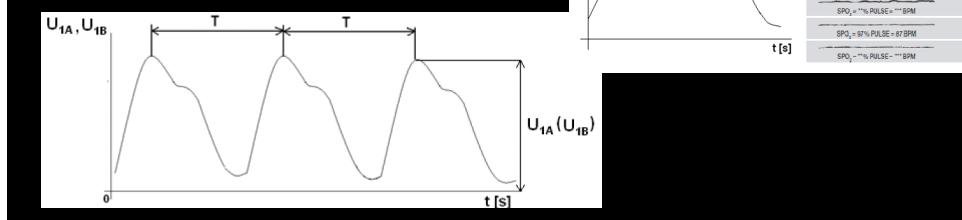
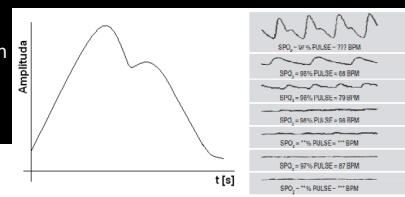


Měření Saturace krve kyslíkem- SpO₂:

Snímání TF:

Při prosvěcování sledovaného místa (nejčastěji prst nebo ucho) snímá monitor pulzně se měnící objem krve v závislosti na činnosti srdce (systola/ diastola) a na monitoru lze pak zobrazit pletysmografickou křivku, která ukazuje na činnost srdce, podle jejího tvaru lze hledat různé choroby, poukazuje na špatnou činnost srdce, zúžené tepny atd.

PO měří TF na základě vyhodnocení maxim pleth. Křivky a jejich vzdáleností= TF. Např. rozsah 50- 200tep. /min odpovídá Periodám T=1,2-0,3s.





Měření Saturace krve kyslíkem- SpO₂:

Pulzní oxymetr:

-transportní- přenosný



-Stacionární- tzv. bedside

SpO₂ senzory

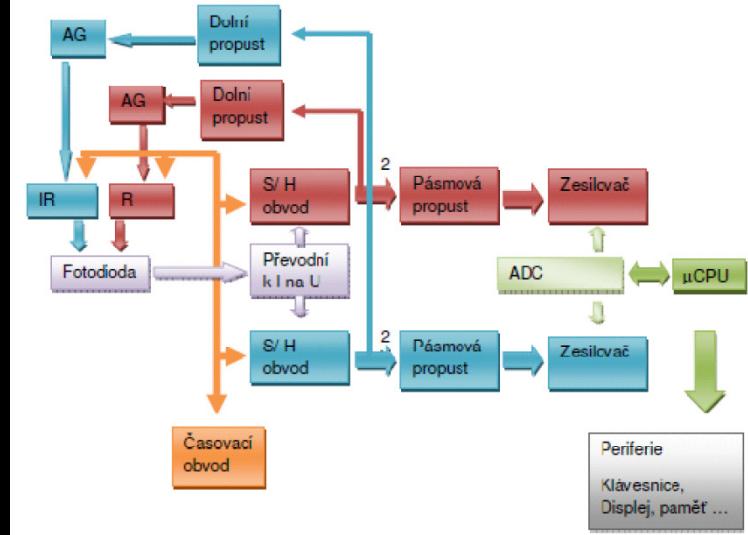
-Pro jednorázové použití



-Pro opakované použití (resterilizovatelné)



Blok sch. PO:





Kontakt:

Ing. Jan Sládek,

sladekj@fnplzen.cz