

Zpracování biologických signálů

Biosignály a modely

zima 2020/21

<https://moodle.fel.cvut.cz/course/view.php?id=5450>

R.Čmejla
místnost 525, blok B2
cmejla@fel.cvut.cz

1. týden

- Úvod
- **Biosignály, rozdělení, parametry**

2. týden

- **Signály nervů, svalů a šlach**
- **Elektromyogram** (nativní, stimulační, funkční)
- Historie EMG
- Geneze EMG
- Snímání (elektrody)
- **Aplikace EMG**
- Diagnostické EMG
- Kineziologické EMG
- Ovládání protéz
- **Zpracování EMG**
- Artefakty
- Obálky
- Kvantitativní charakteristiky
 - v časové oblasti
 - ve spektrální oblasti

3. týden

- **Signály srdce I**
- **Základy EKG**
- **Svodové systémy**
- **Geneze EKG křivky**
- **Další typy EKG**
- **Základní obrazy EKG**
- **Zpracování signálů EKG**
 - **Rušení a filtrace EKG signálu**
 - **Detekce hrotů a vln**

4. týden

Signály srdce II

- **elektrické**
 - speciální EKG
 - fetální EKG
 - pozdní potenciály
 - HRV
- **akustické**
 - srdeční ozvy
 - fonokardiogram
- **mechanické**
 - pulsní vlna
 - pletysmogram
- **polygrafické metody**
 - detektor lži
 - polykardiografie

5. týden

- **Signály mozku I**
- elektroencefalogram EEG
- historie
- systém rozložení elektrod 10/20
- základní typy zapojení
- standardizace (snímání, přístroj, vyšetření)
- analýza EEG a způsoby zobrazení
- normální EEG•
- artefakty

6. týden

- **Signály mozku II**
- Aging
- Abnormální EEG–abnormality základní aktivity–paroxysmální abnormality
- epileptiformní–interiktální–iktální
- periodické–detekce epileptiformníakti

- Evokované potenciály EP
 - –historie EP
 - –číslicové zpracování EP
 - –analýza EP
 - – AEP –sluchové EP
 - – VEP –zrakové EP
 - – SEP –somatosenzorické EP
 - – MEP –motorické EP
 - –MEP v neurochirurgi

7. týden

- **Signály mozku III** (dr.Janča)
- Analýza invazivních EEG v epileptochirurgii
- Kvantitativní hodnocení interiktální aktivity
- Změna konektivity v oblasti vzniku záchvatů
- Elektrické stimulační mapování

8. týden

SIGNÁLY ZRAKOVÉHO ÚSTROJÍ

- **Elektrofyzilogické signály v oftalmologii**
 - Zrakové evokované potenciály
 - Elektroretinogram
 - Klinický elektrookulogram
- **Oční pohyby**
 - Volní a mimovolní fixace
 - Čtecí pohyby
 - Závislost úhlu a napětí
 - Hodnocení směru očí

POLYSOMNOGRAFIE

- **spánkové cykly**
- **poruchy spánku**

9. týden

- **ELEKTROGASTROGRAM**
- elektrická aktivita žaludku
- elektrogastrogram
- potíže trávicího traktu

- **PLICNÍ FUNKCE**
- anatomie a funkce plic
- plicní objemy
- plicní kapacity
- spirometrie

10. týden

- **Hlas a řeč**
- Charakteristiky hlásek
- Základní hlasivkový tón a jeho detekce
- Formantové frekvence a jejich detekce
- Poruchy hlasu
- Metody objektivního posouzení hlasu
- Poruchy řeči

11. týden

- Statistická analýza biologických dat (doc.Rusz)

12. týden

- Prezentace semestrálních prací

Literatura:

- **Zpracování biologických signálů**
(dokumenty na webu)
- **Svatoš, J.: Biologické signály, ČVUT Praha 1998**
- **Penhaker, M. a kol.: Lékařské diagnostické přístroje. Ostrava 2004.**
- **Rozman, J. a kol.: Elektronické přístroje v lékařství, Academia 2006**
- **Mohylová, J., Krajča, V.: ZPRACOVÁNÍ BIOLOGICKÝCH SIGNÁLŮ. Učební text - VŠB-TU Ostrava 2007 - web**
- **Farský, Š.: EKG do kapsy, Osveta, Martin, 1996**
- **Keller, O.: Elektromyografie, Triton, Praha, 1998**
- **Faber, J.: EEG – atlas do kapsy , Triton, Praha, 1998**

1. týden

- **biosignály – rozdělení**
- **úvod do předmětu**
- **úvod k laboratorním úlohám**

Signály

- funkce jedné nebo více nezávisle proměnných, které nesou *informaci* o podstatě a vlastnostech svého zdroje (nebo informaci záměrně do signálu zakódovanou)

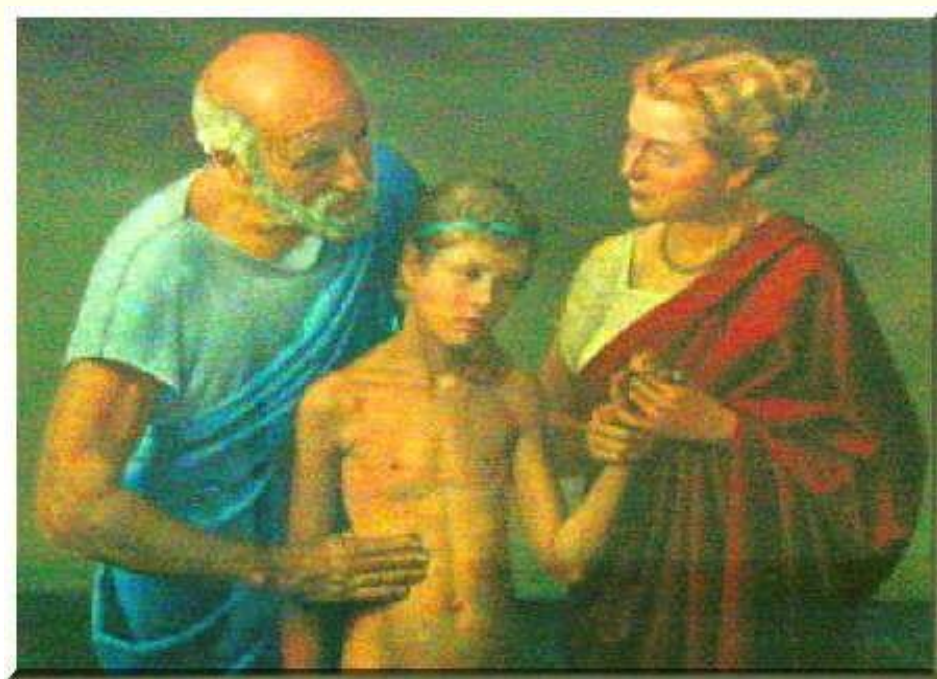
Biosignály

- zdrojem informace je živý organismus

Biosignály

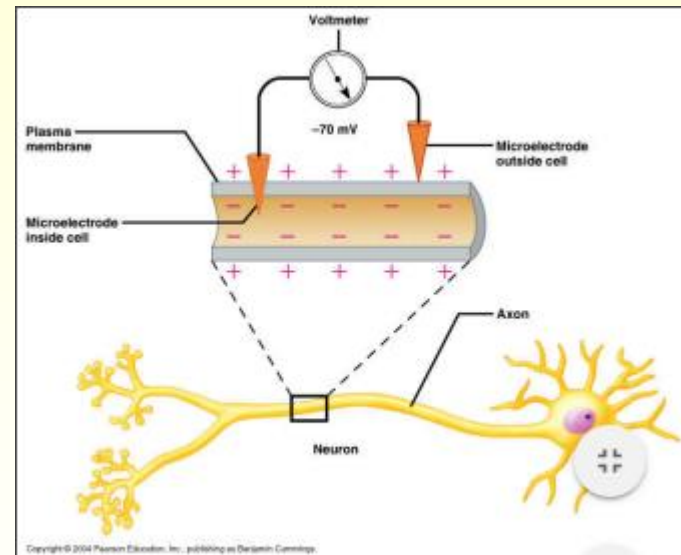
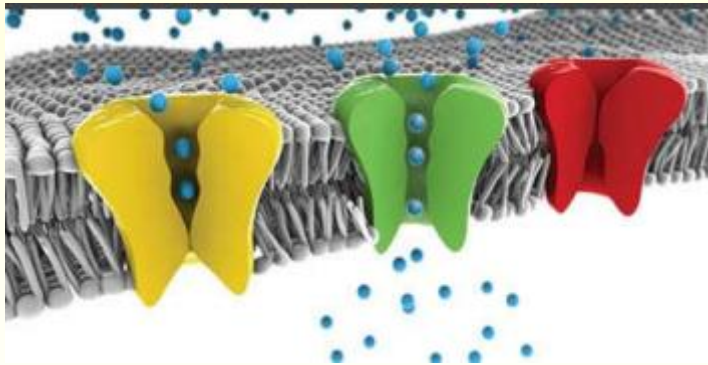
Biosignály můžeme využít k:

- pochopení základních fyziologických mechanismů,
- hodnocení specifické biologické události (diagnostice, monitorování),
- a nepřímo i v terapii.



Biosignály

- elektrické

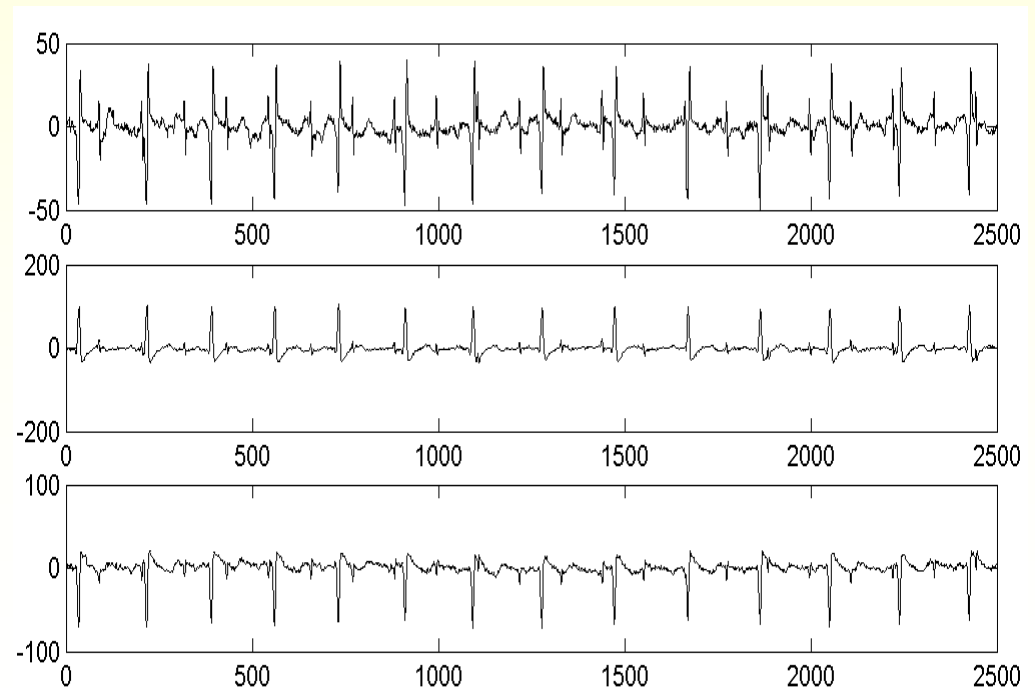
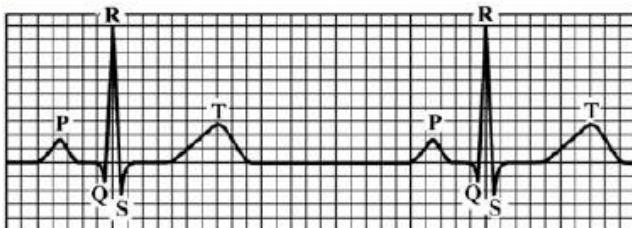
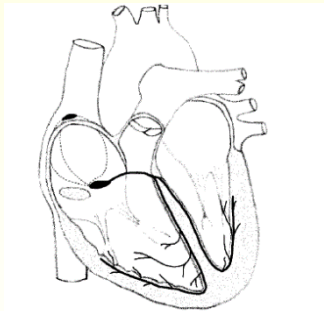


Biosignály

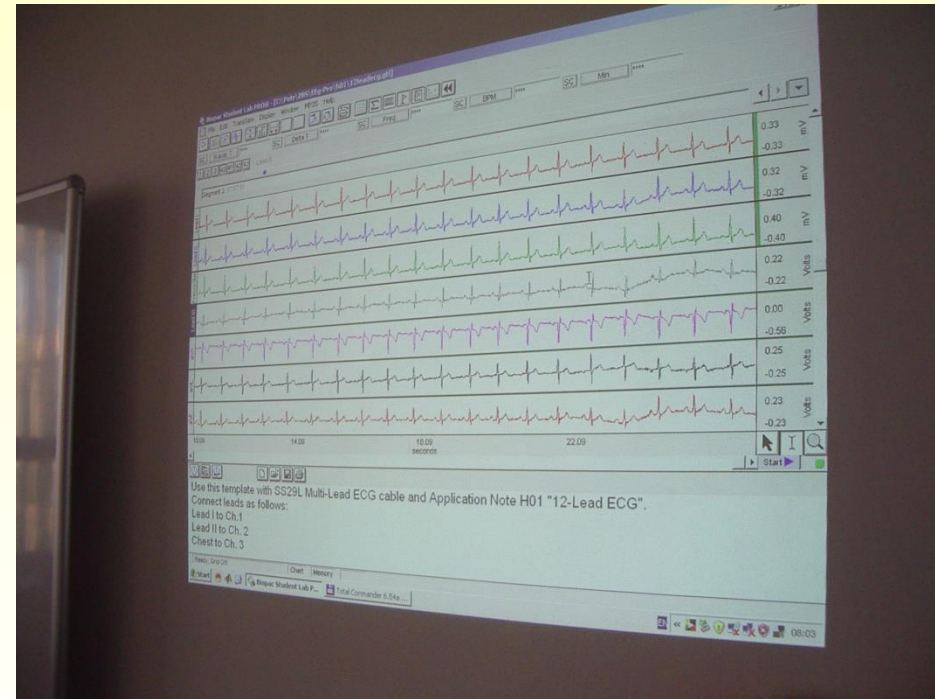
- **elektrické**
- **magnetické**
- **ostatní**
 - **sledování neelektrických veličin pomocí snímačů zajišťujících převod veličin na elektrický signál**
 - **mechanické, akustické, optické, chemické, teplotní, impedanční, ...**

Elektrické biosignály – EKG

název	zdroj	elektrody	rozsahy
elektrokardiogram EKG	srdeční potenciály	povrchové	do 5 mV do 150 Hz



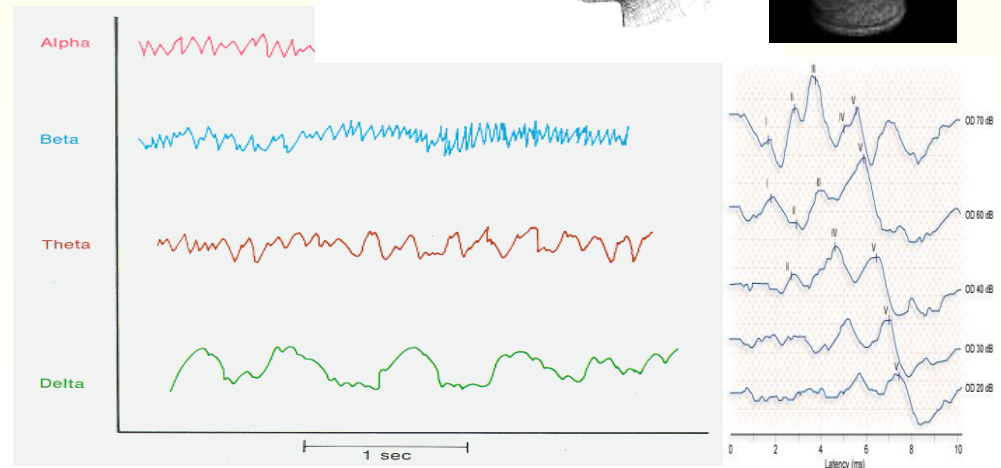
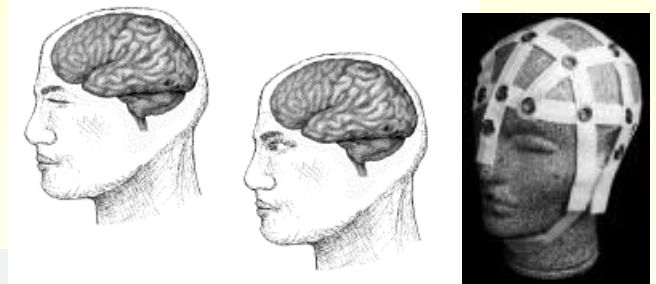
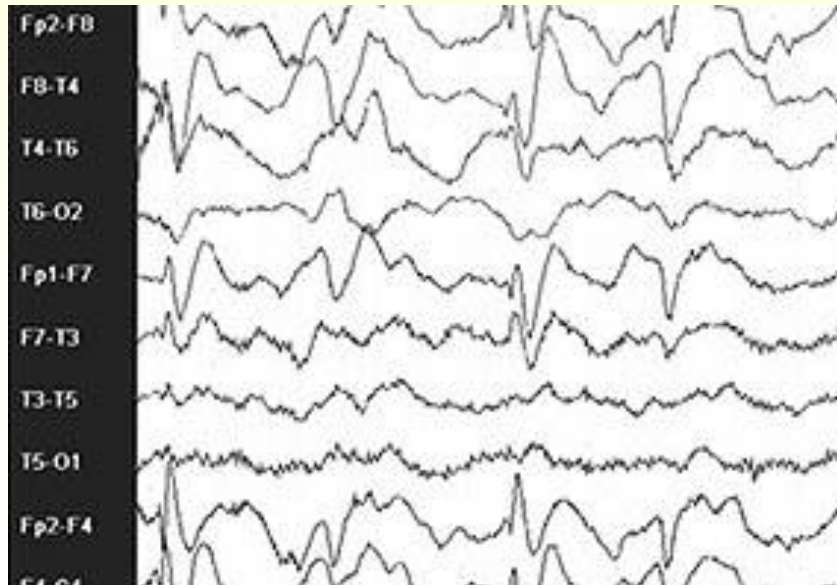
Snímání a analýza EKG signálu



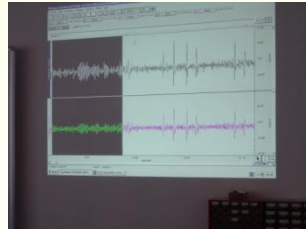
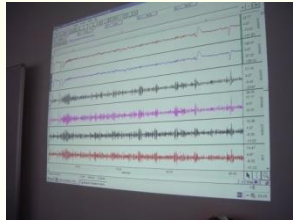
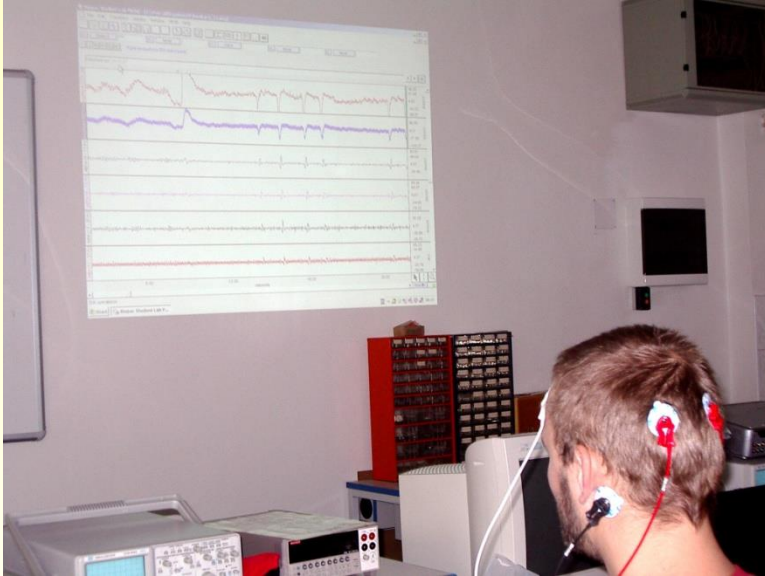
- Standardní 12-ti svodové EKG

Elektrické biosignály – EEG

název	zdroj	elektrody	rozsahy
elektroencefalogram EEG, (ECoG)	mozkové potenciály	povrchové	do 100 μ V do 80 Hz

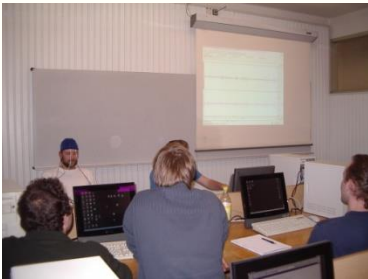
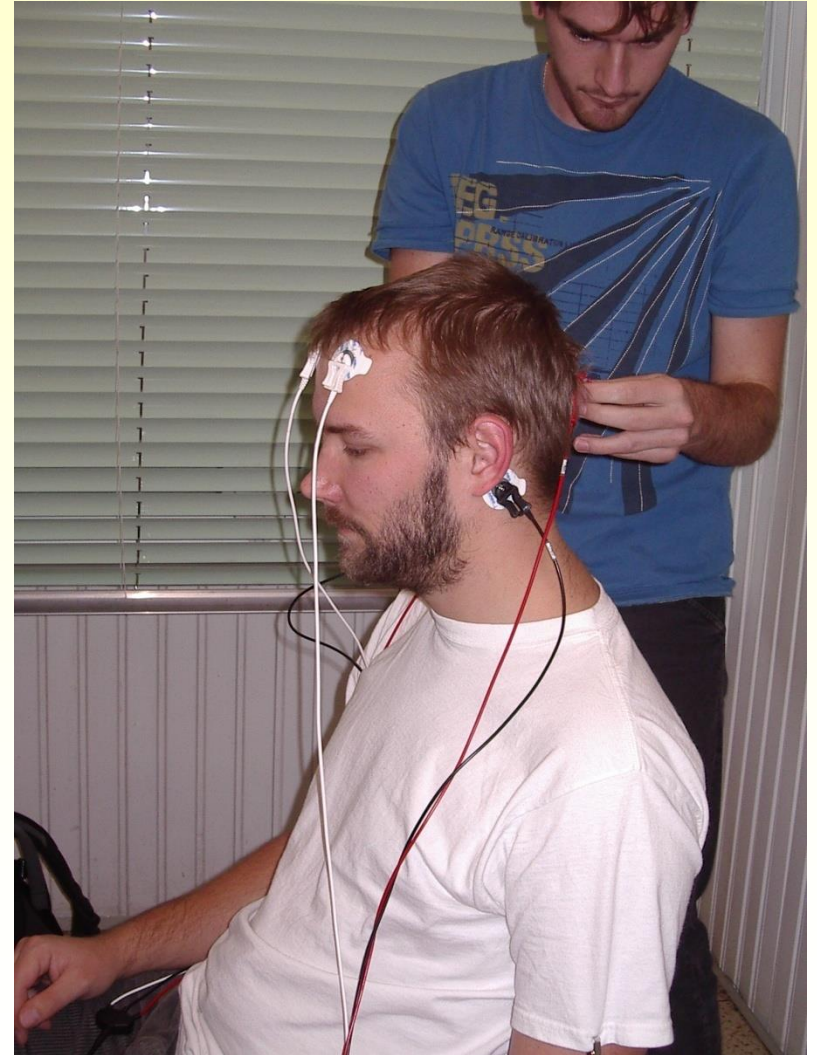


Snímání a analýza EEG signálu



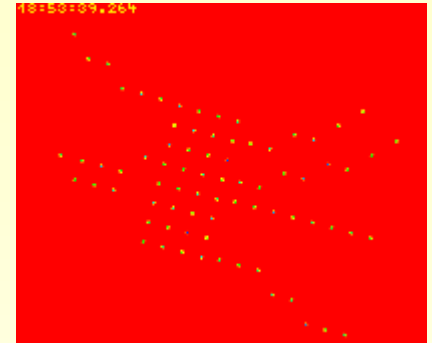
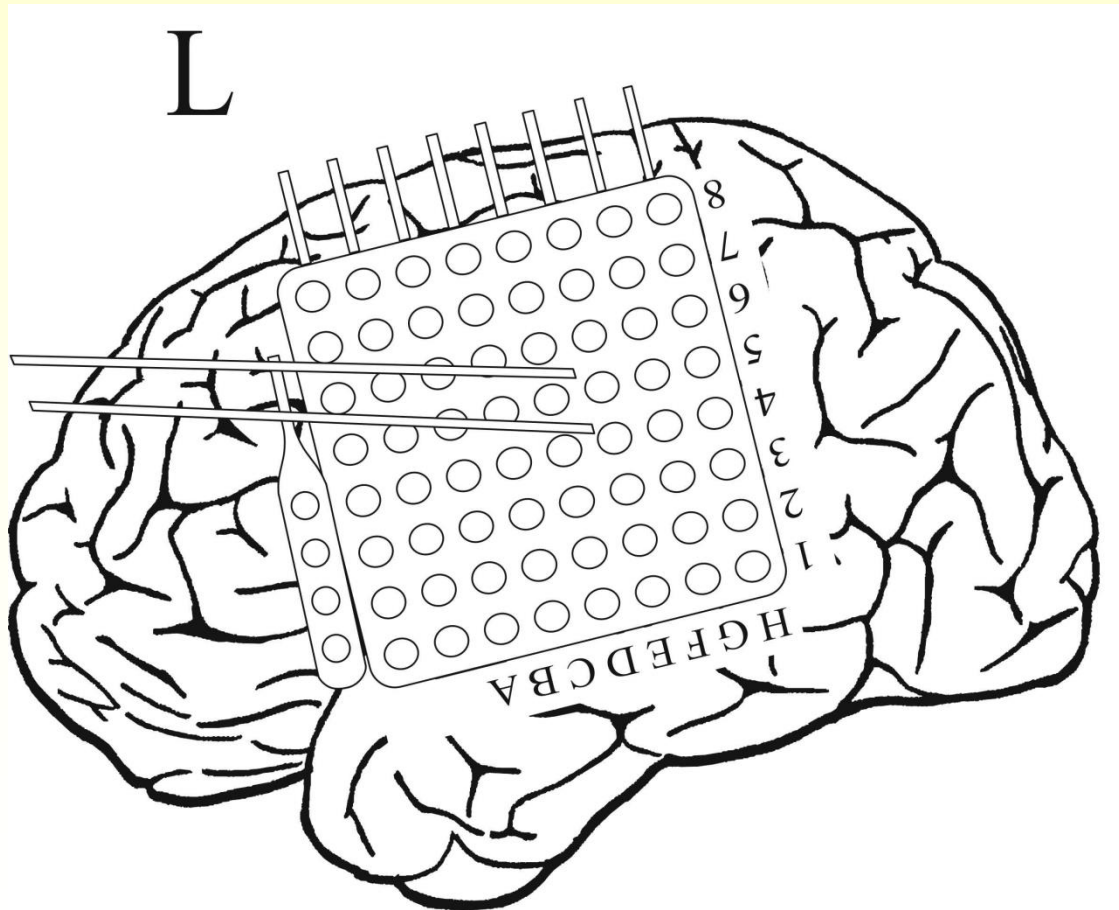
- **Elektroencefalograf**
 - **útlum alfa aktivity**
 - **porovnání hemisfér**

Snímání a analýza EEG signálu



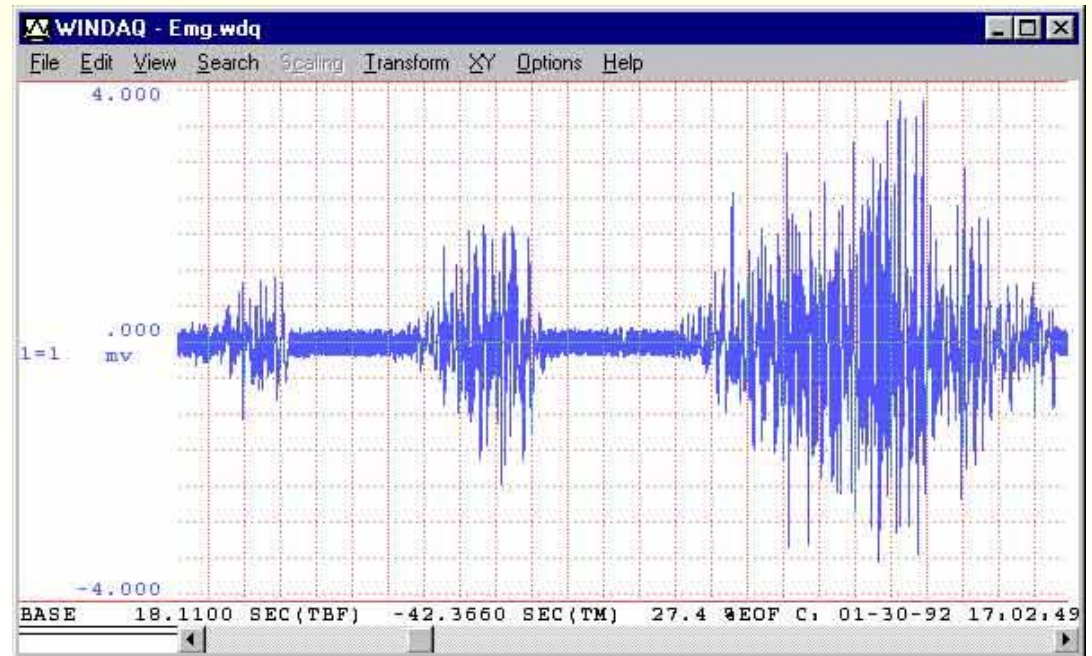
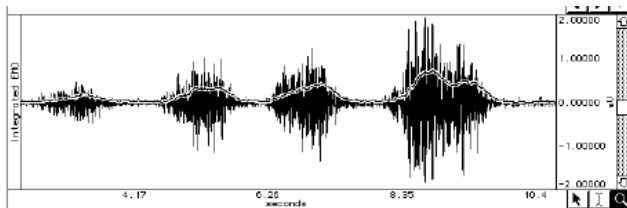
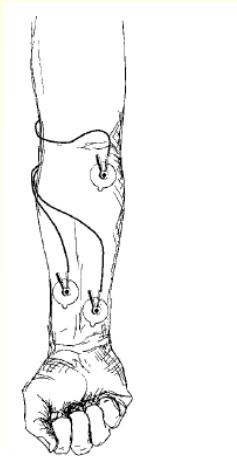
Signály mozku

- Intrakraniální elektrody
- Monitorování epileptických záchvatů

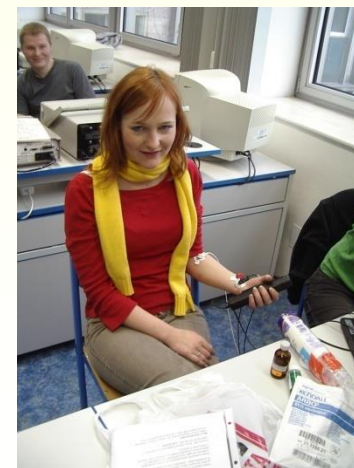


Elektrické biosignály – EMG

název	zdroj	elektrody	rozsahy
elektromyogram EMG	svalové potenciály	povrchové jehlové	do 5 mV do 10 kHz



Snímání a analýza EMG signálu



- **Elektromyografie**

- měření volní kontrakce

- měření rychlosti šíření ulnárním nervem

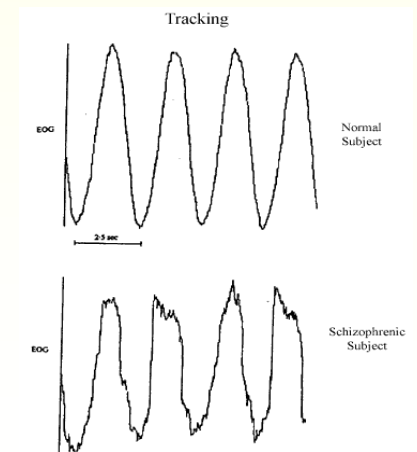
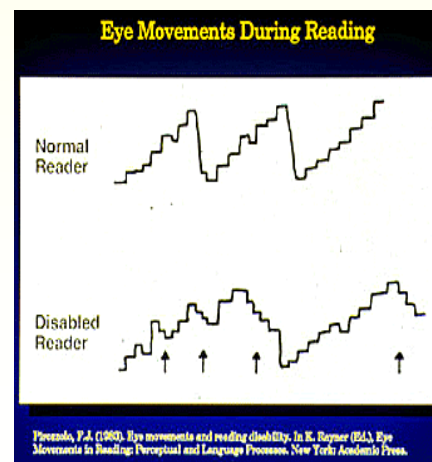
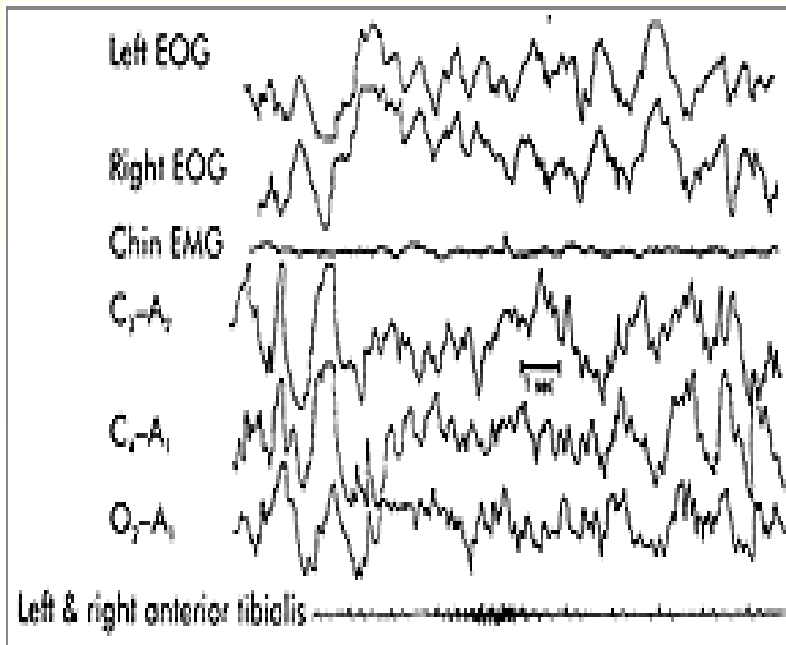
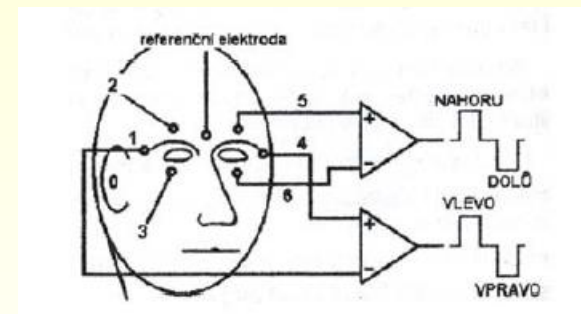
Snímání a analýza EMG signálu



- **Elektromyografie**
 - měření volní kontrakce
 - měření rychlosti šíření ulnárním nervem

Elektrické biosignály – EOG

název	zdroj	elektrody	rozsahy
elektrookulogram EOG	změny potenciálů vyvolané pohybem oka	povrchové	do 1 mV do 100 Hz



Snímání a analýza EOG signálu



- **Elektrookulogram**
 - **fixace očí na pohybující se předmět**
 - **fixace očí při čtení**

Snímání a analýza EOG signálu

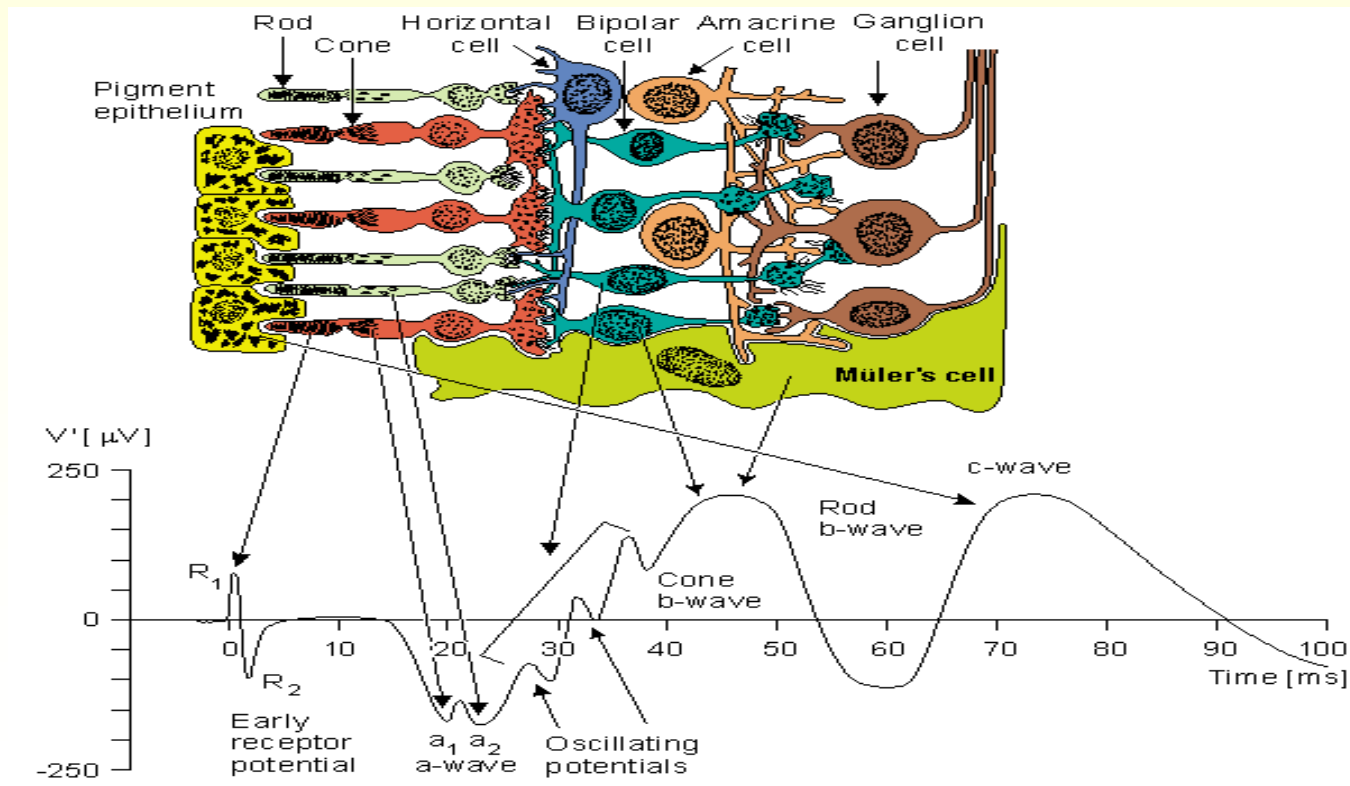


- **Elektrookulogram**

- fixace očí na pohybující se předmět
- fixace očí při čtení

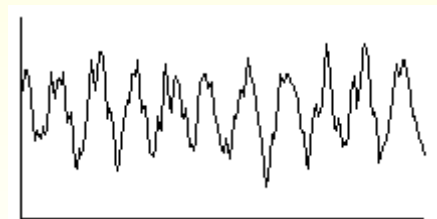
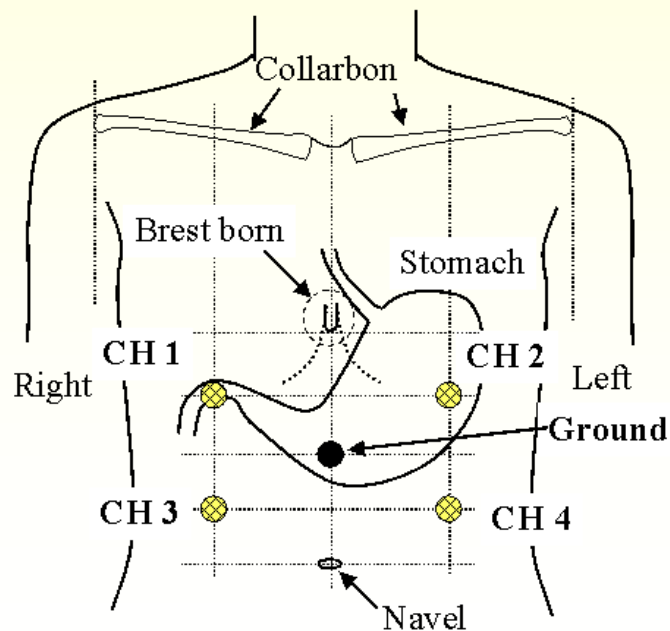
Elektrické biosignály – ERG

Název	zdroj	elektrody	rozsahy
elektroretinogram ERG	potenciály sítnice	povrchové	do 100 μV do 50 Hz

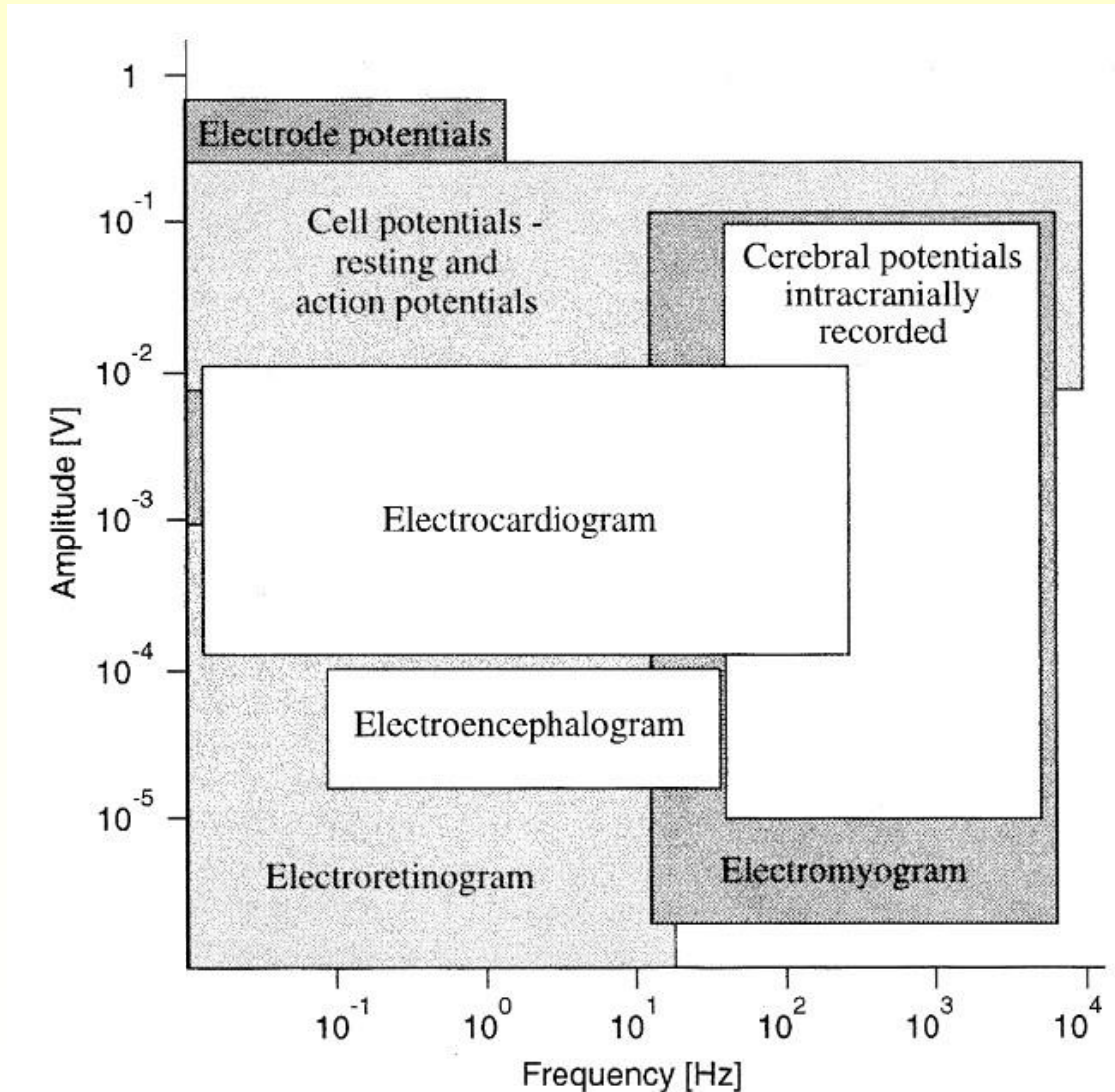


Elektrické biosignály – EGG

název	zdroj	elektrody	rozsahy
elektrogastrogram EGG	potenciály hladké svaloviny žaludku	povrchové	do 100 μV do 2 Hz

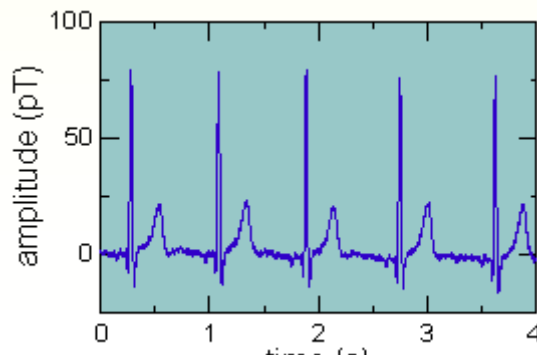


Elektrické biologické signály

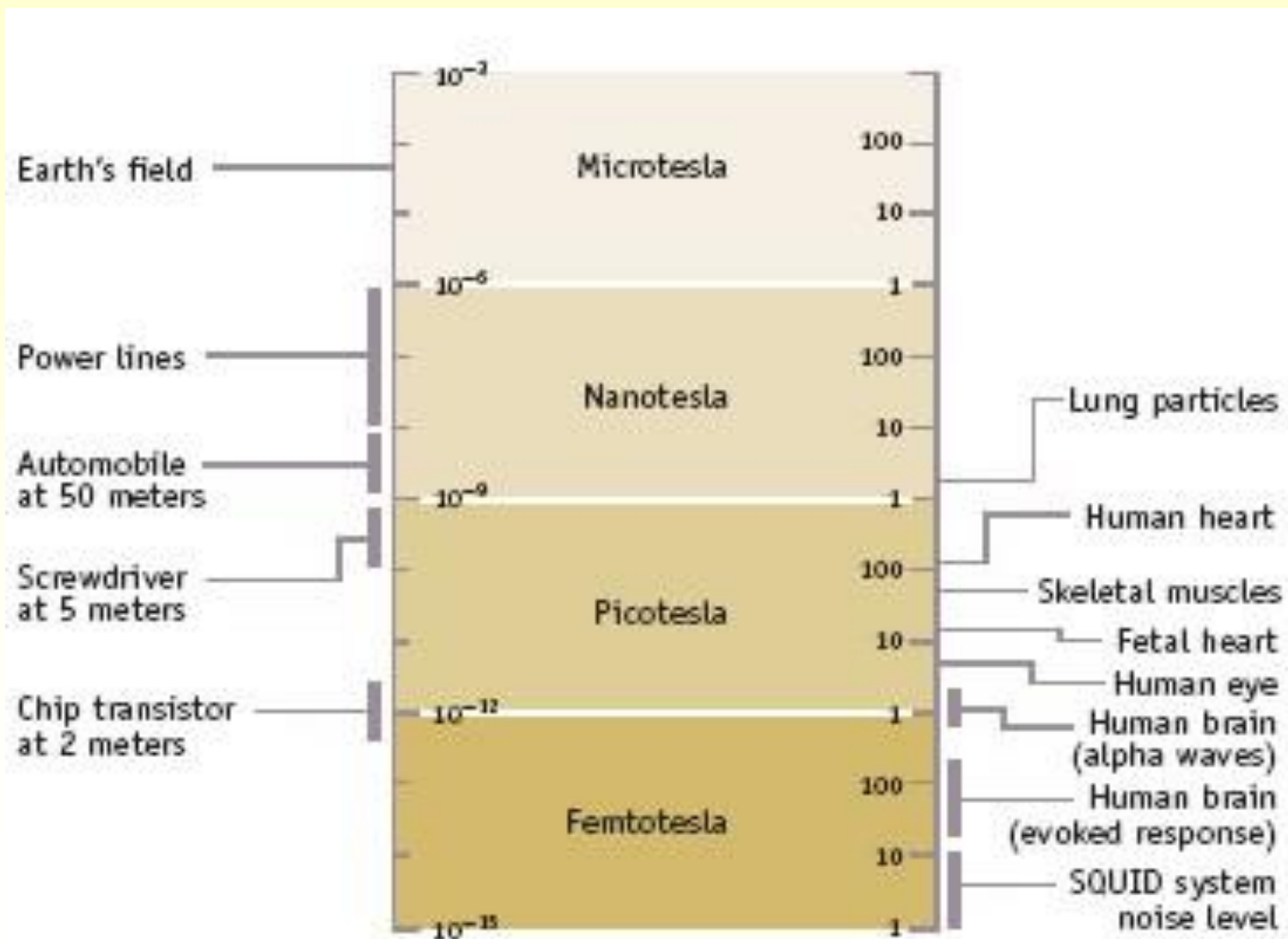


Magnetické biologické signály

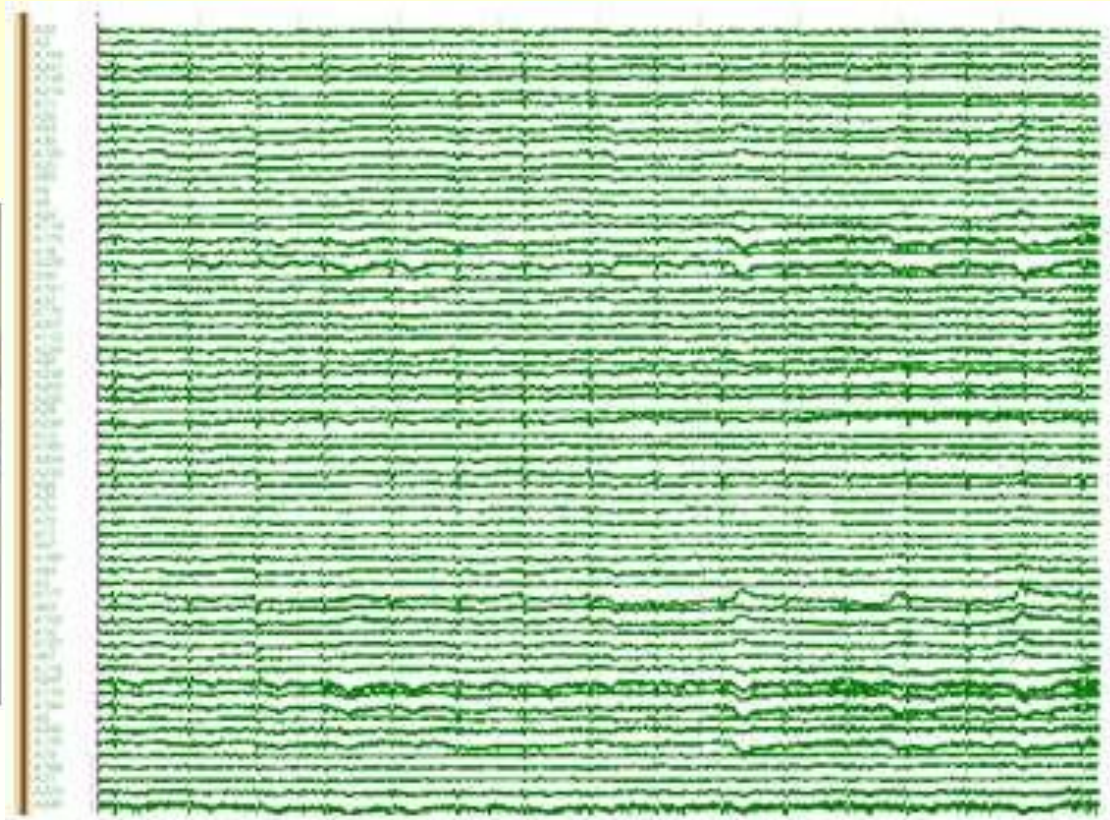
		Ampl. magn. indukce [pT]	Kmitočtové pásmo [Hz]
MKG	magnetokardiogram	50 ... 70	0,05 ... 150
MEG	magnetoencefalogram	1 ... 2	0,5 ... 100
MMG	magnetomyogram	10 ... 90	0 ... 10000
MRG	magnetoretinogram	0,1	0,1 ... 50
MOG	magnetookulogram	10	0 ... 100



Magnetické biologické signály

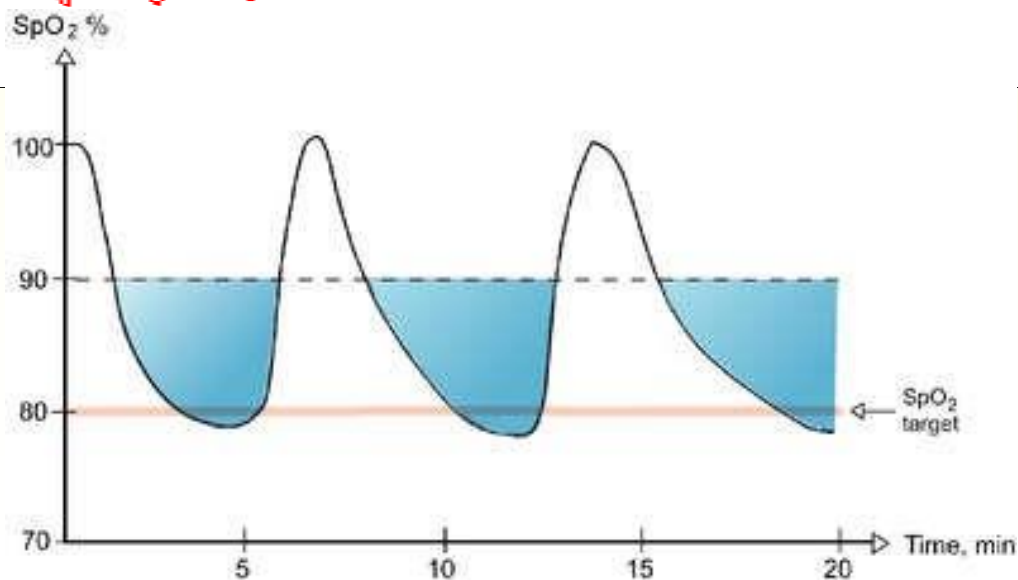
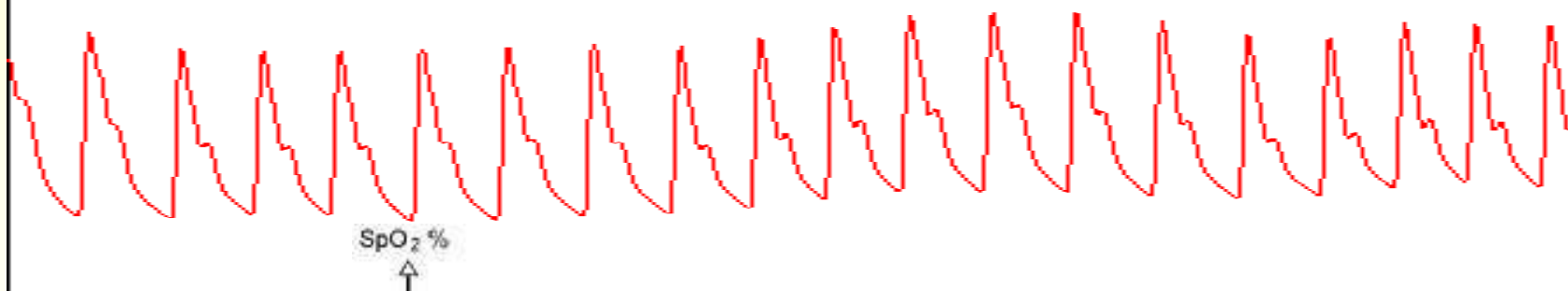


Magnetické biologické signály



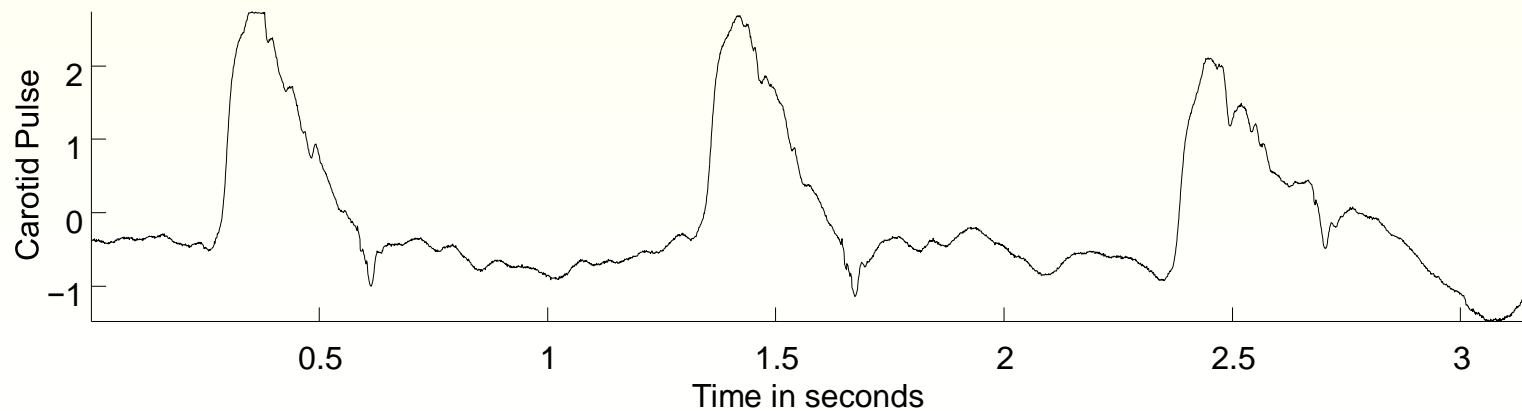
Ostatní biosignály

Název	zdroj	rozsah	snímání
pletysmogram	změny objemu částí těla vlivem srdeční činnosti, dýchání, ...	do 30 Hz	nad či kolem zkoumané částí těla



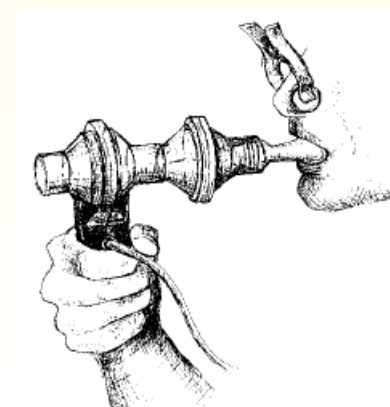
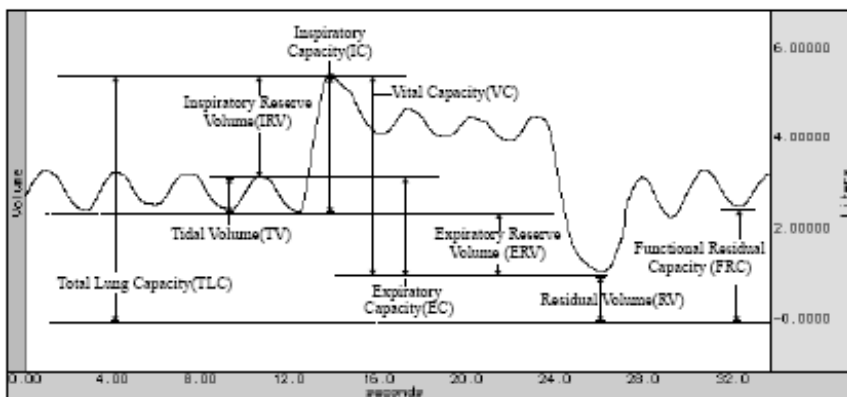
Ostatní biosignály

Název	zdroj	rozsah	snímání
karotidiogram	vypuzení krve při systole	do 100 Hz	převodník na krku



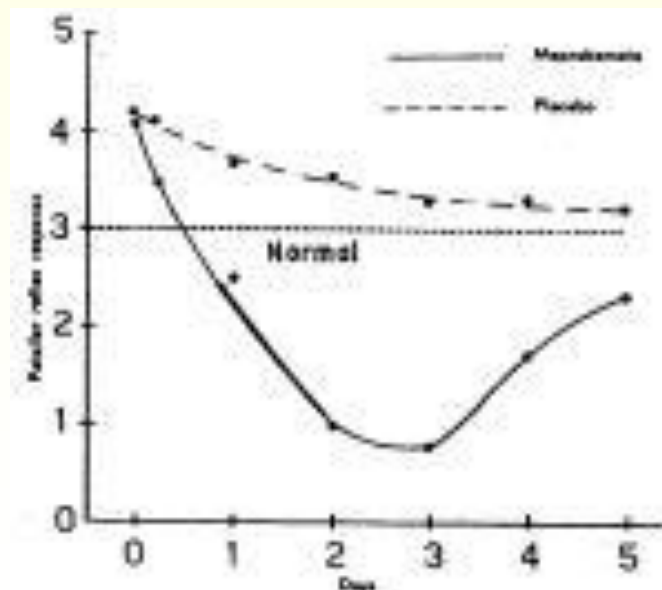
Ostatní biosignály

Název	zdroj	rozsah	snímání
pneumo- tachogram	objem a průtoková rychlost vdechovaného a vydechovaného vzduchu do/z plic	do 20 Hz	obvykle v náústku



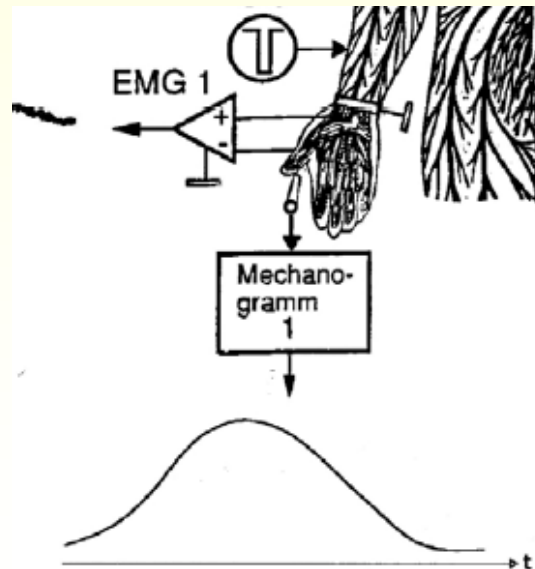
Ostatní biosignály

Název	zdroj	rozsah	snímání
reflex Achilovy šlachy	pohyb chodidla vyvolaný poklepem na Achillovu šlachu	do 100 Hz	výhylkový nebo rychlostní šlachy



Ostatní biosignály

Název	zdroj	rozsah	snímání
mechanogram	změna úhlu při pohybové aktivitě	do 20 Hz	snímače různých typů na kosterním svalu



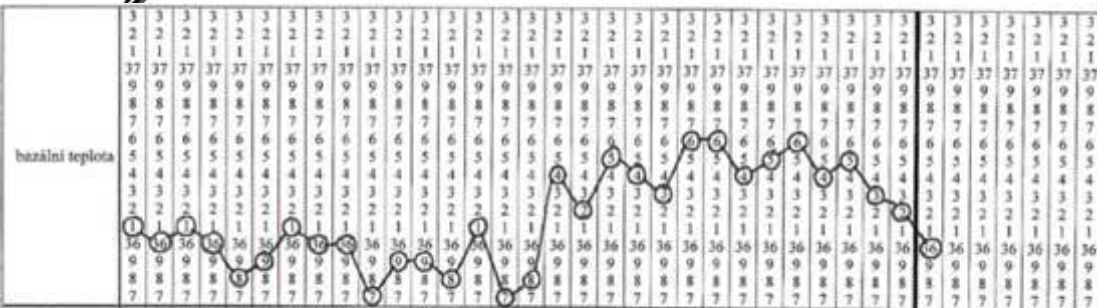
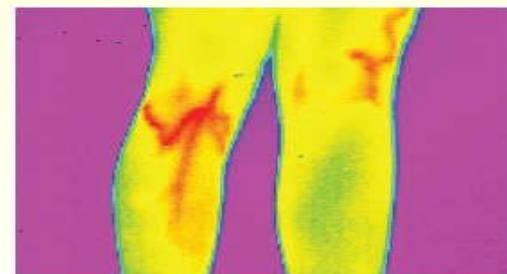
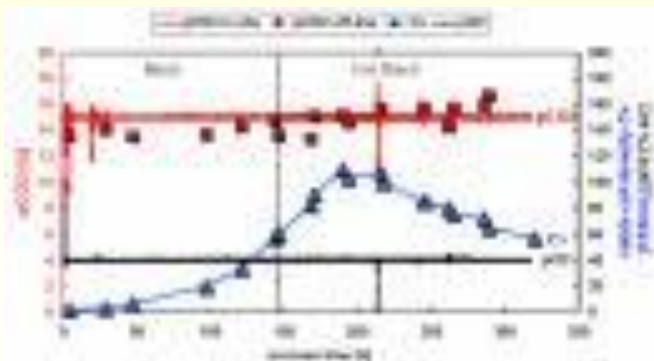
Ostatní biosignály

Název	zdroj	rozsah	snímání
pedogram	časové, fázové a úhlové charakteristiky dolních končetin při chůzi	do 400 Hz	kapacitní nášlapné snímače, reflexní značky snímané kamerou



Ostatní biosignály

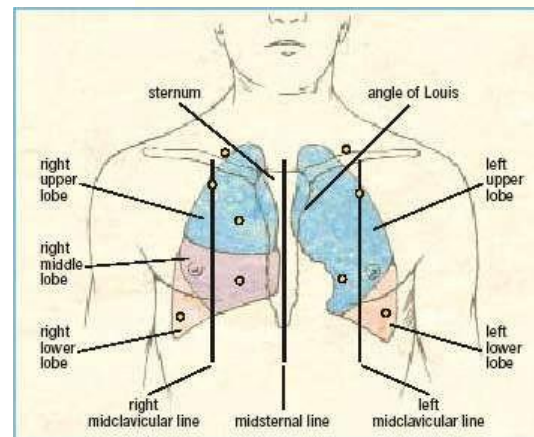
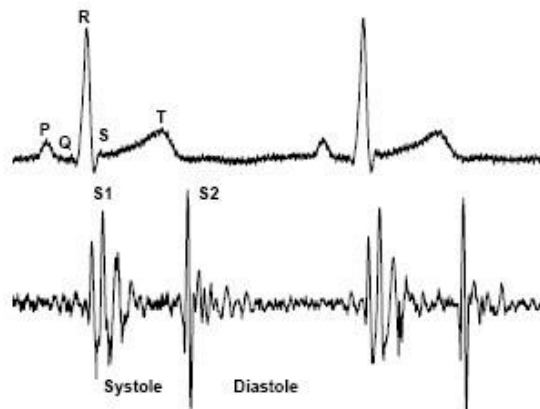
Název	zdroj	rozsah	snímání
termogram	Povrch těla	Stupně C	bodové, teplotní mapy



Ostatní biosignály

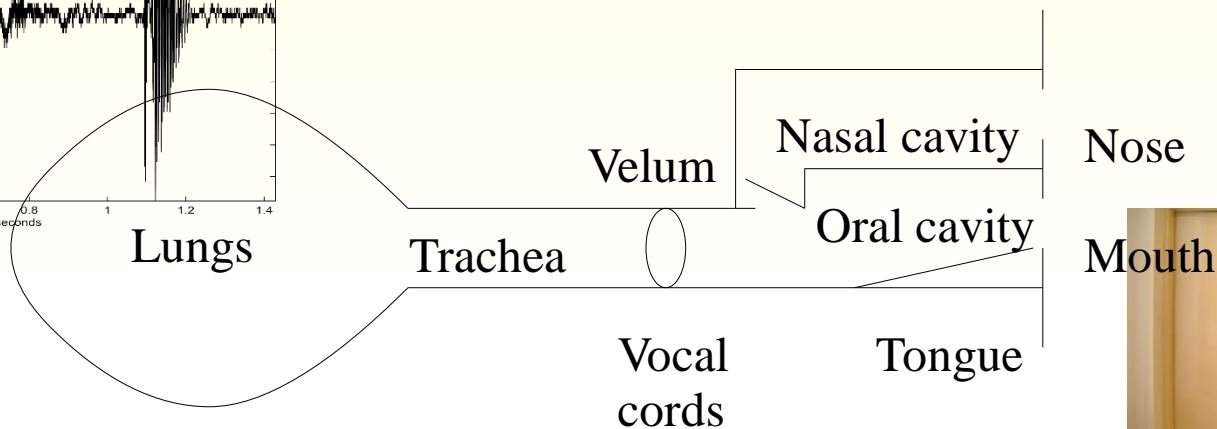
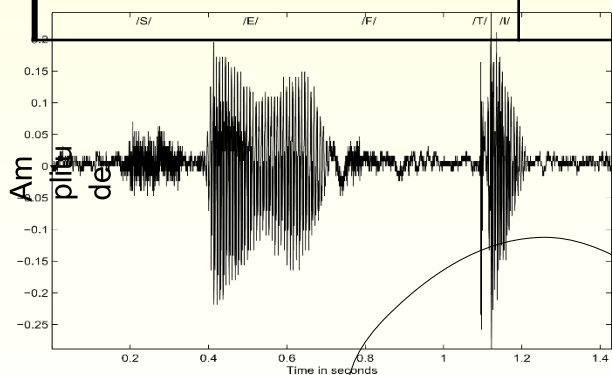
Název	zdroj	rozsah	snímání
fonokardiogram	Srdeční chlopně. respirace	akustické pásmo	mikrofon

stiffness.



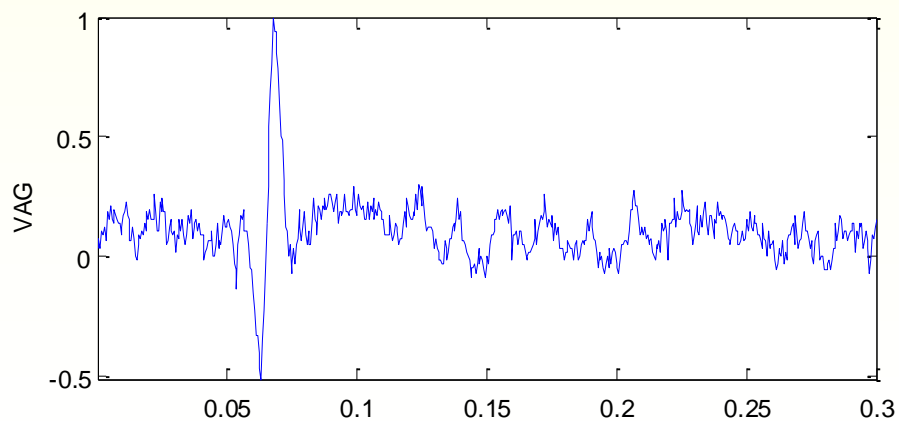
Ostatní biosignály

Název	zdroj	rozsah	snímání
Řeč, hlas	Hlasové ústrojí	akustické pásmo	mikrofon

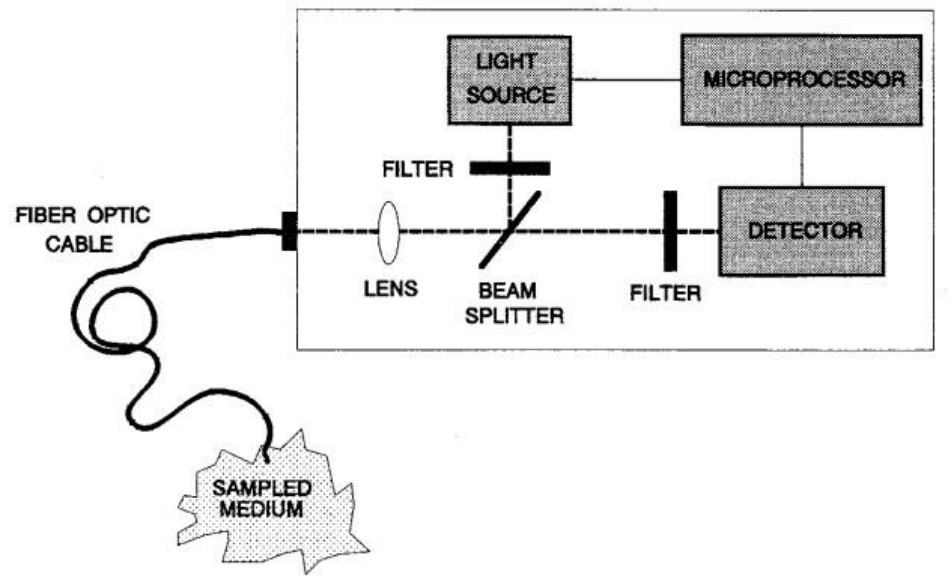
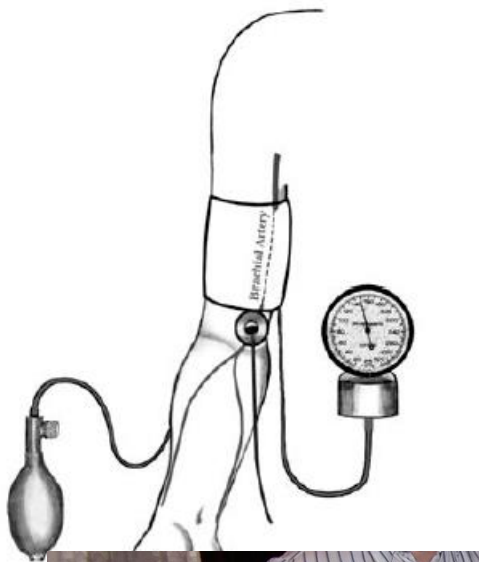


Ostatní biosignály

Název	zdroj	rozsah	snímání
vibroartrogram	pohyb kloubu postiženého zánětem, měknutím chrupavky, apod.	do 80 Hz	akcelerometr nad vyšetřovaným kloubem, mikrofon



Ostatní biosignály



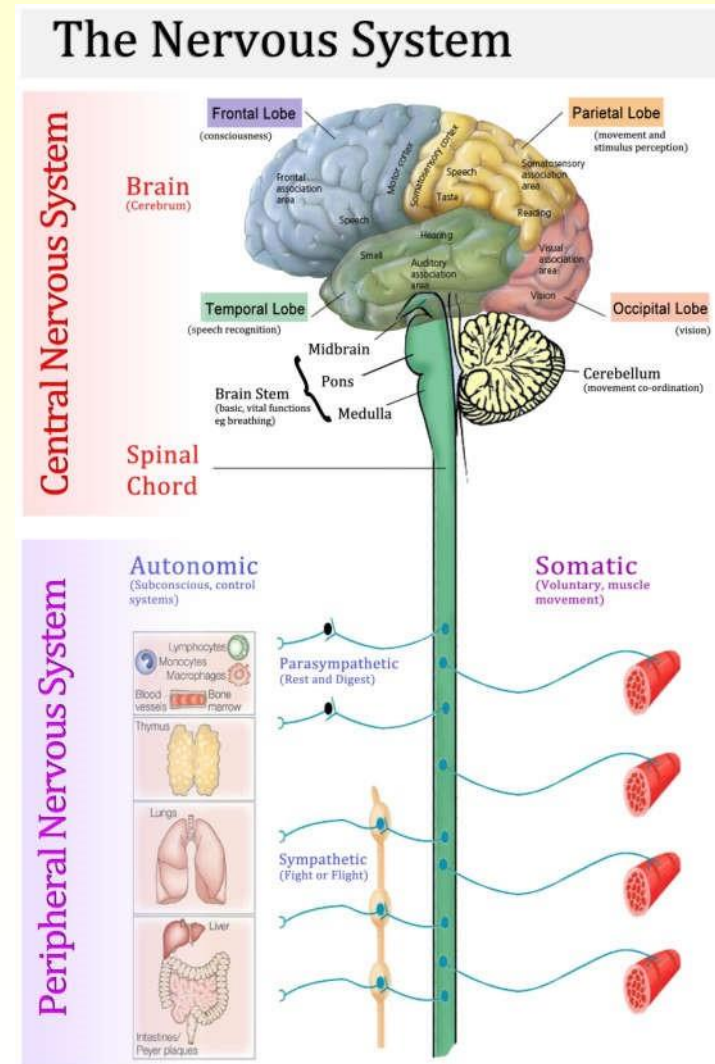
Klasifikace podle původu v orgánech a systémech

- **Mozek**

- EEG, MEG
- **Evokované potenciály**
(akustické, zrakové)
- Neurovizualizace
(MRI/fMRI, CT, PET, SPECT)

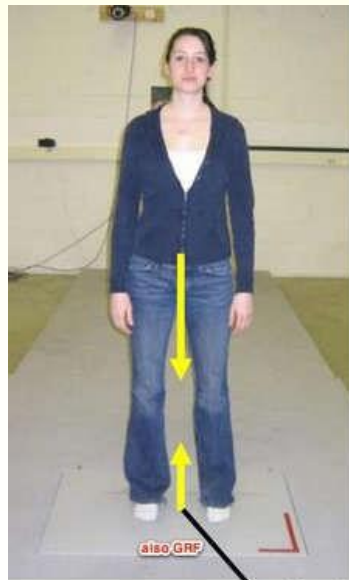
- **Nervy a mícha**

- Elektroneurogram (Spike trains)
- SEP

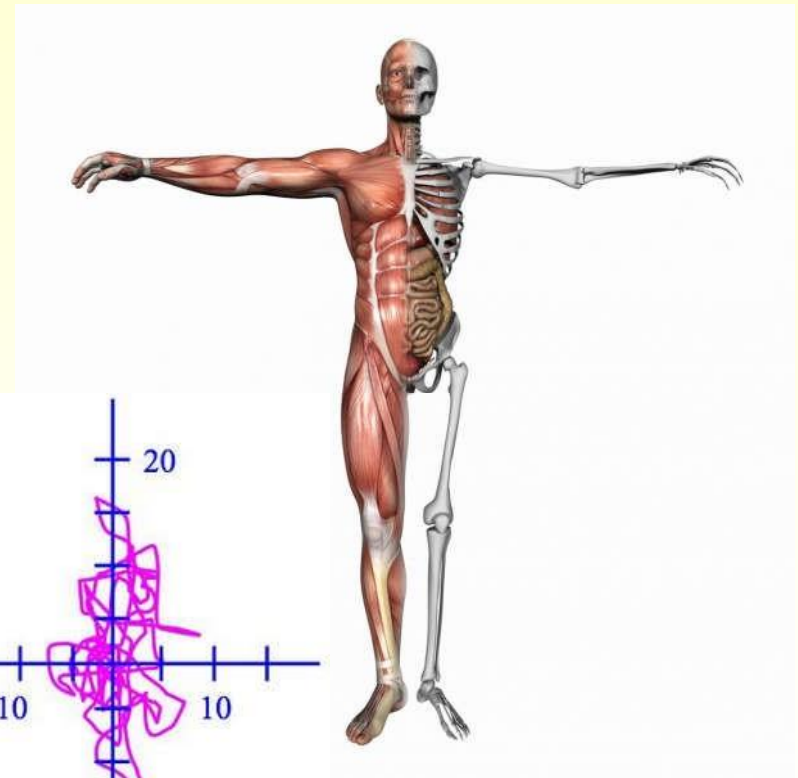
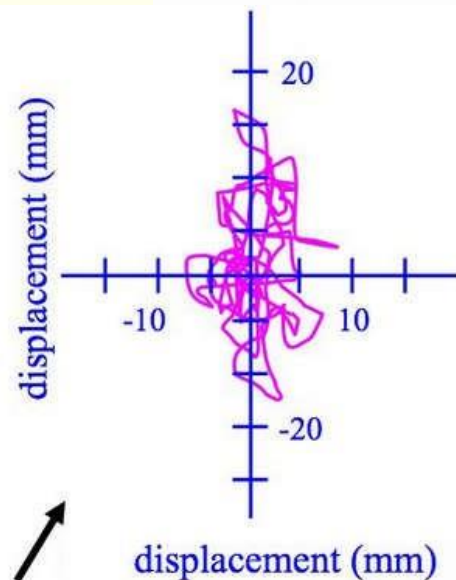


Klasifikace podle původu v orgánech a systémech

- **Kosterní svalstvo**
 - **EMG** (elektromyogram)
 - stabilograf (PN)
 - akcelerometrie (chůze)

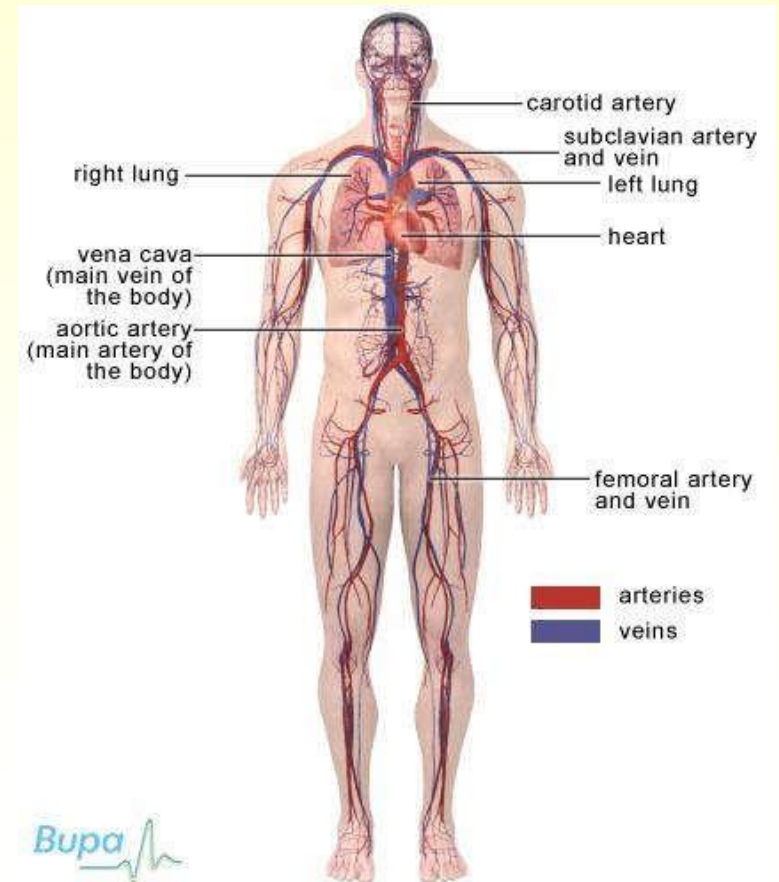


Center of pressure
(COP)



Klasifikace podle původu v orgánech a systémech

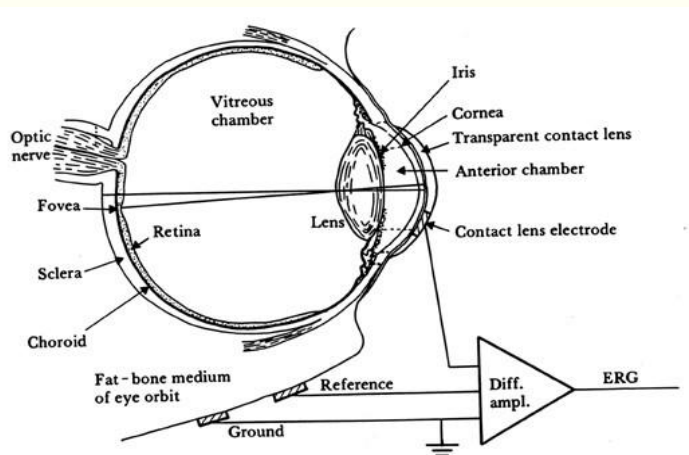
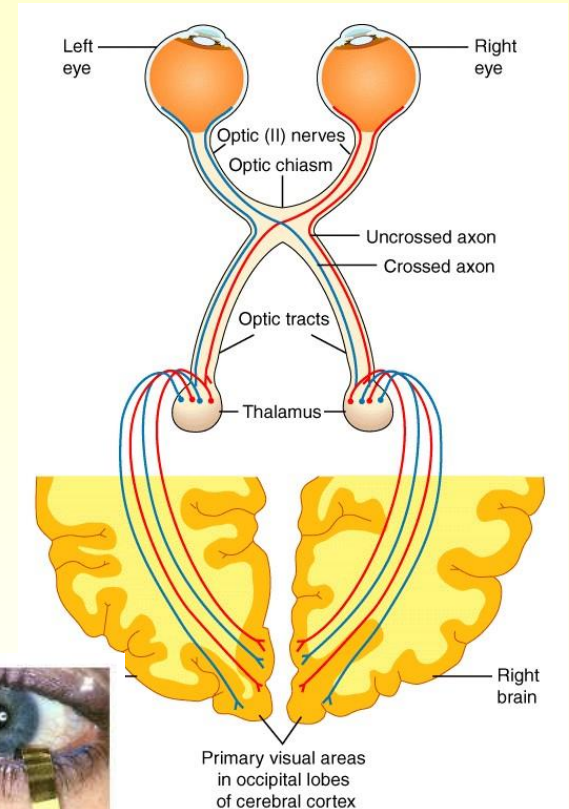
- Srdce (kardiovaskulární systém)
 - EKG
 - Heart Rate Variability
 - FKG
 - FPG
 - Krevní tlak



Klasifikace podle původu v orgánech a systémech

- **Zrak**

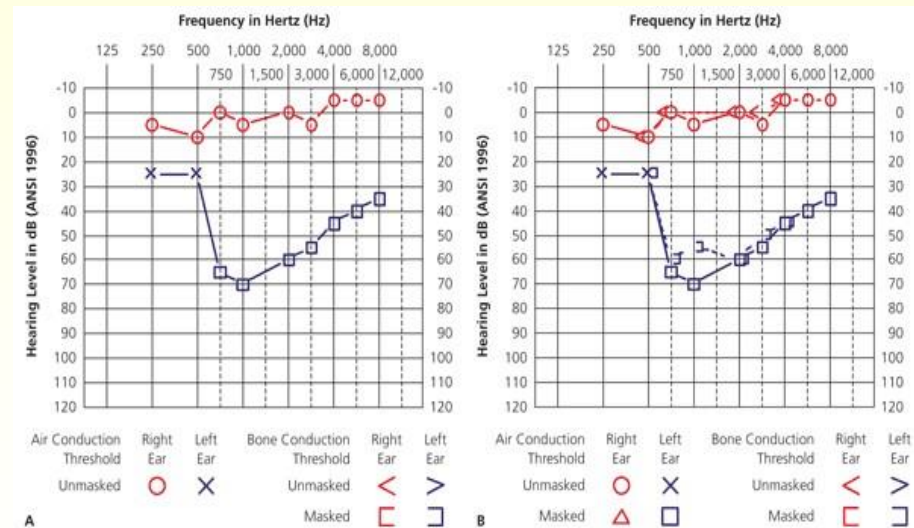
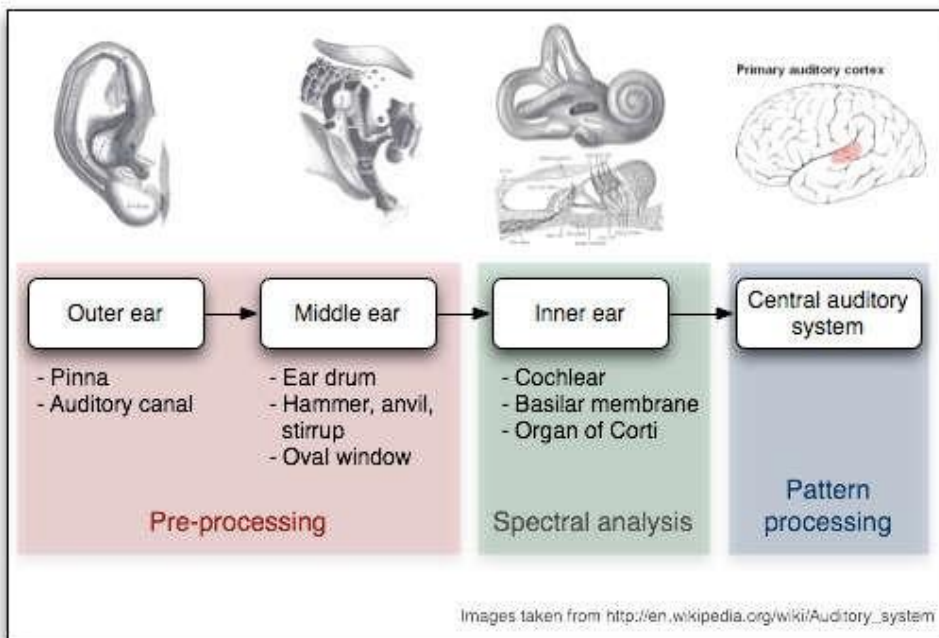
- EEG (visual cortex)
- VEP (Visual Evoked Potentials)
- EOG (Elektrooculogram)
- ERG (Elektroretinogram)



some corneal ERG electrodes

Klasifikace podle původu v orgánech a systémech

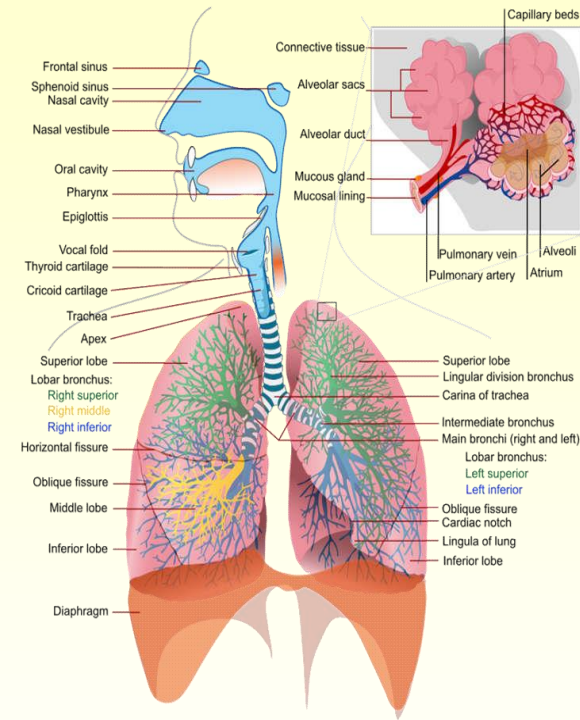
- Sluch
 - AEP
 - audiometrie
 - otoakustické emise



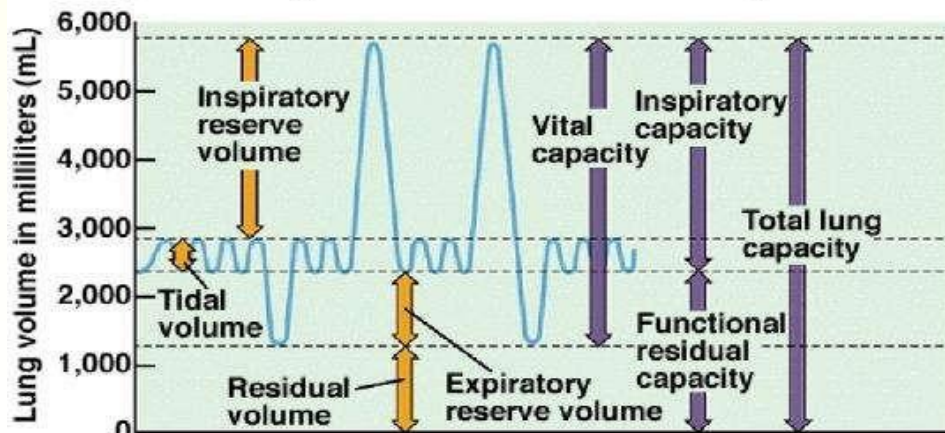
Klasifikace podle původu v orgánech a systémech

- **Dýchací soustava**

- **spirometrie** (flow-volume)
- chemické signály (krevní plyny)
- pletysmografie (volume)



Respiratory Volumes and Capacities



Shier/Butler/Lewis, *Hole's Human Anatomy and Physiology*, 8th edition, Copyright © 1999, The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.



Klasifikace podle původu v orgánech a systémech

- **Trávicí soustava**
 - chemické metody
 - MRI, CT
 - ultrazvuk
 - **EGG**

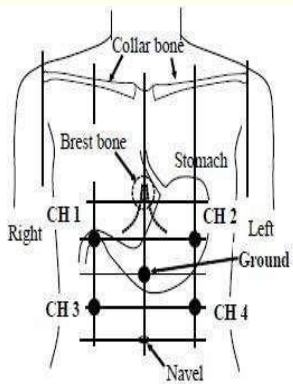
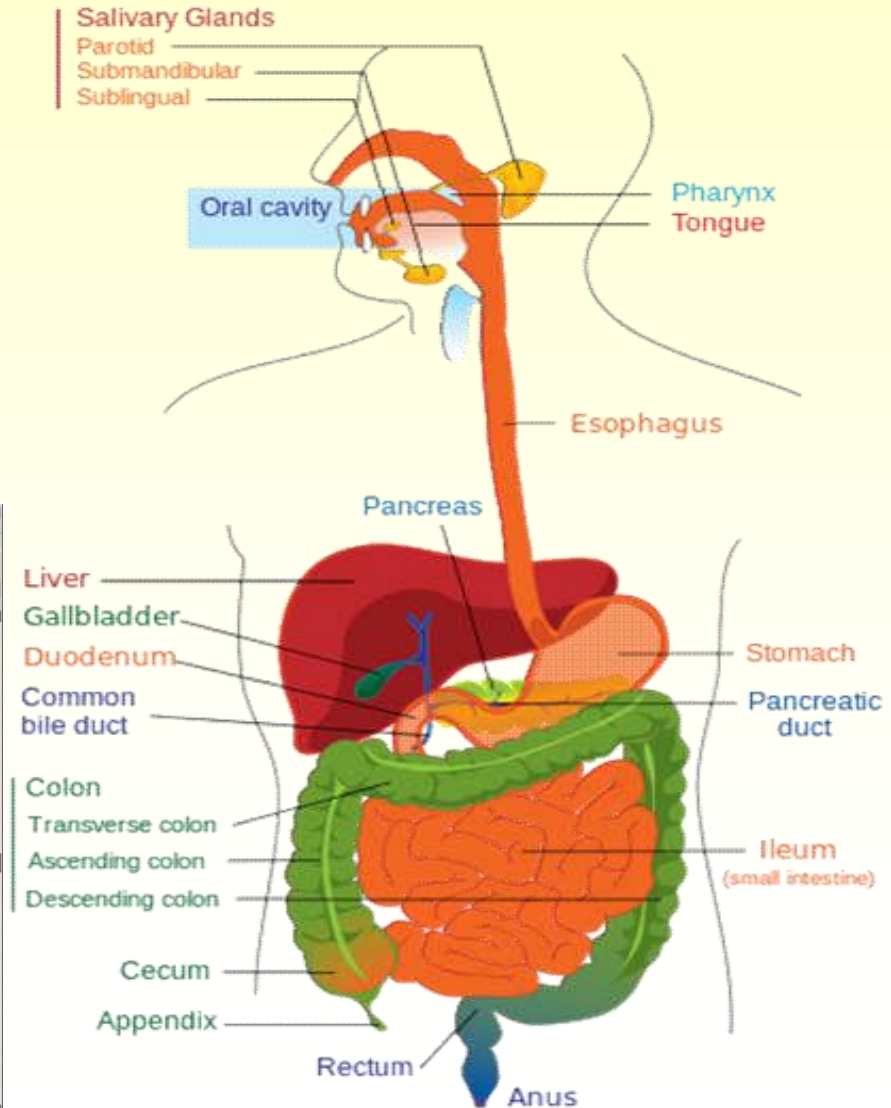
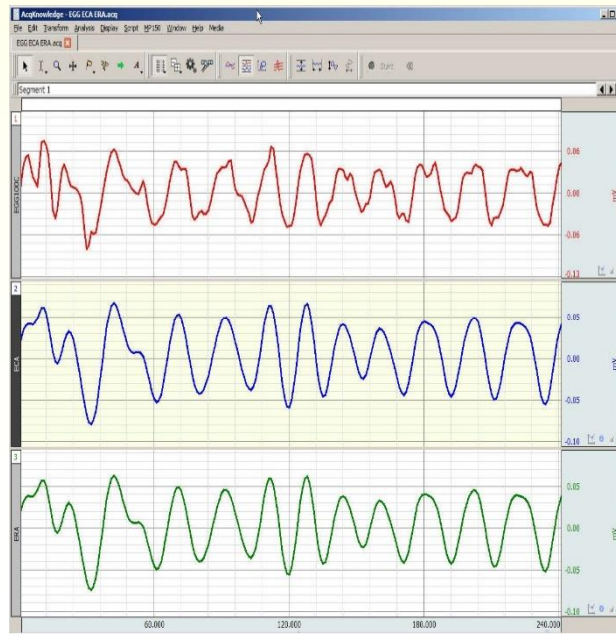
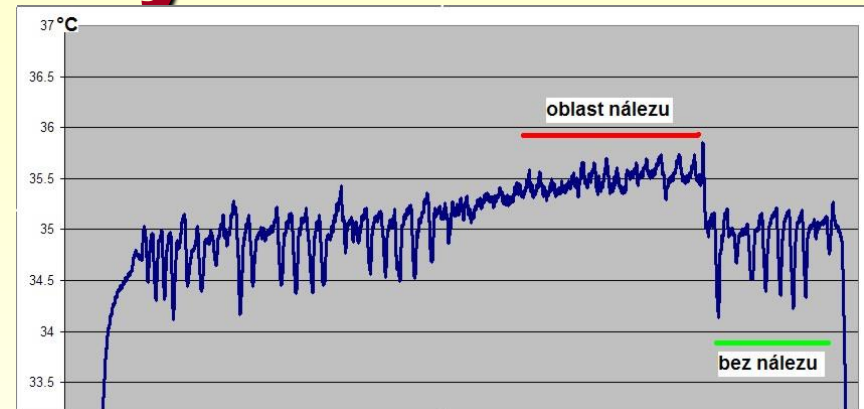


Fig. 1 Location of electrodes

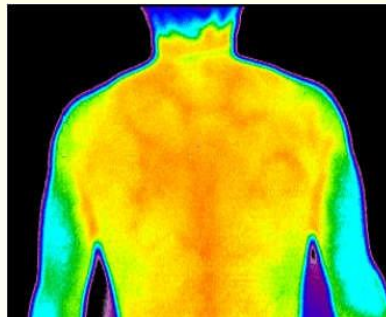


Signály – podle počtu proměnných

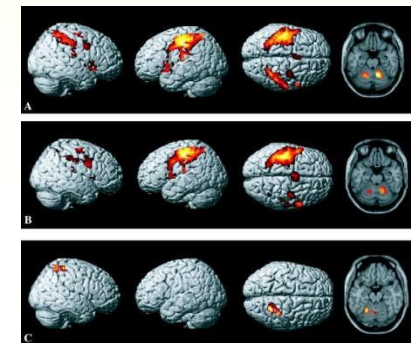
- **jednorozměrné**
(nejčastěji vyjadřují časovou závislost sledované veličiny)



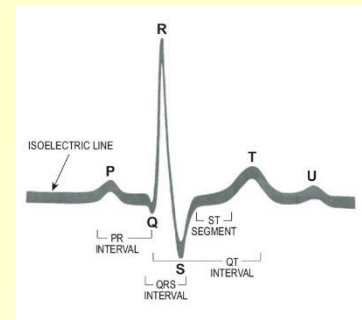
- **dvourozměrné**



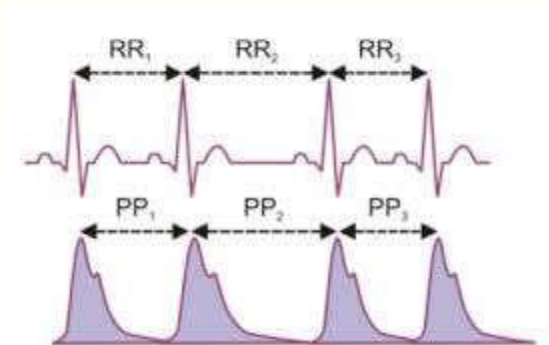
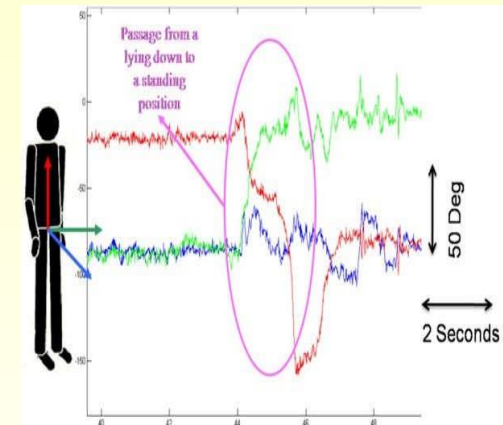
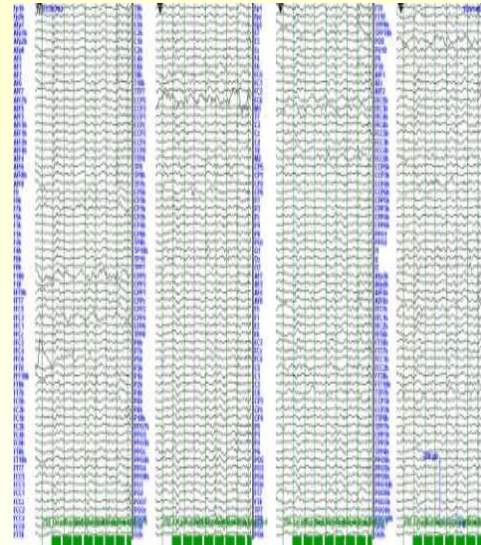
- **vícerozměrné**



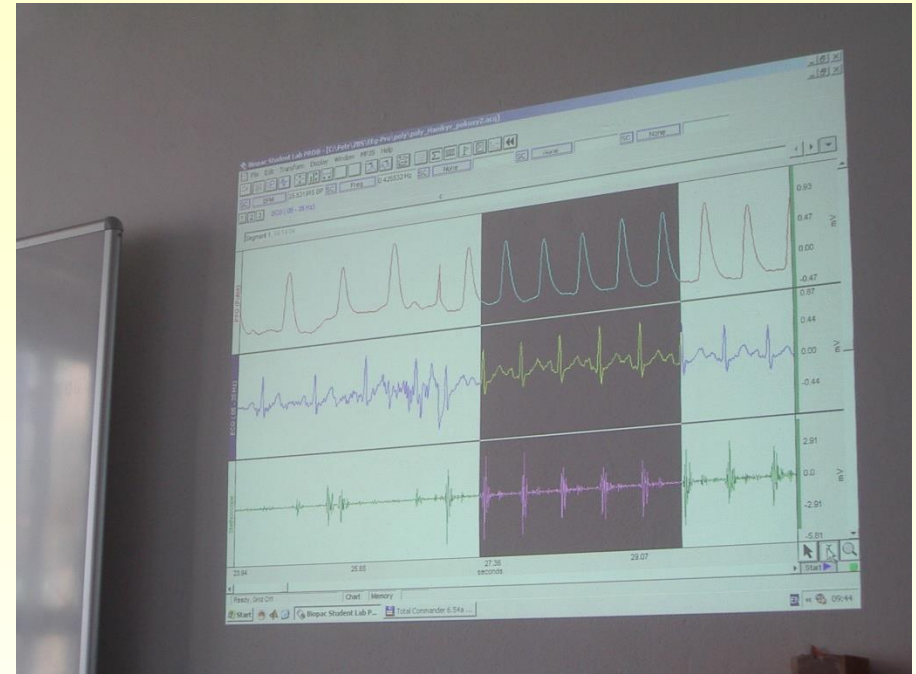
Biosignály podle počtu kanálů



- jednokanálové
- vícekanálové
 - téhož typu
 - EKG
 - EEG, ...
 - různého typu
 - spánková polygrafie
 - foniatrický záznam
 - kardiokotogram (srdeční rytmus plodu, mechanické stahy dělohy)



Polygrafické metody

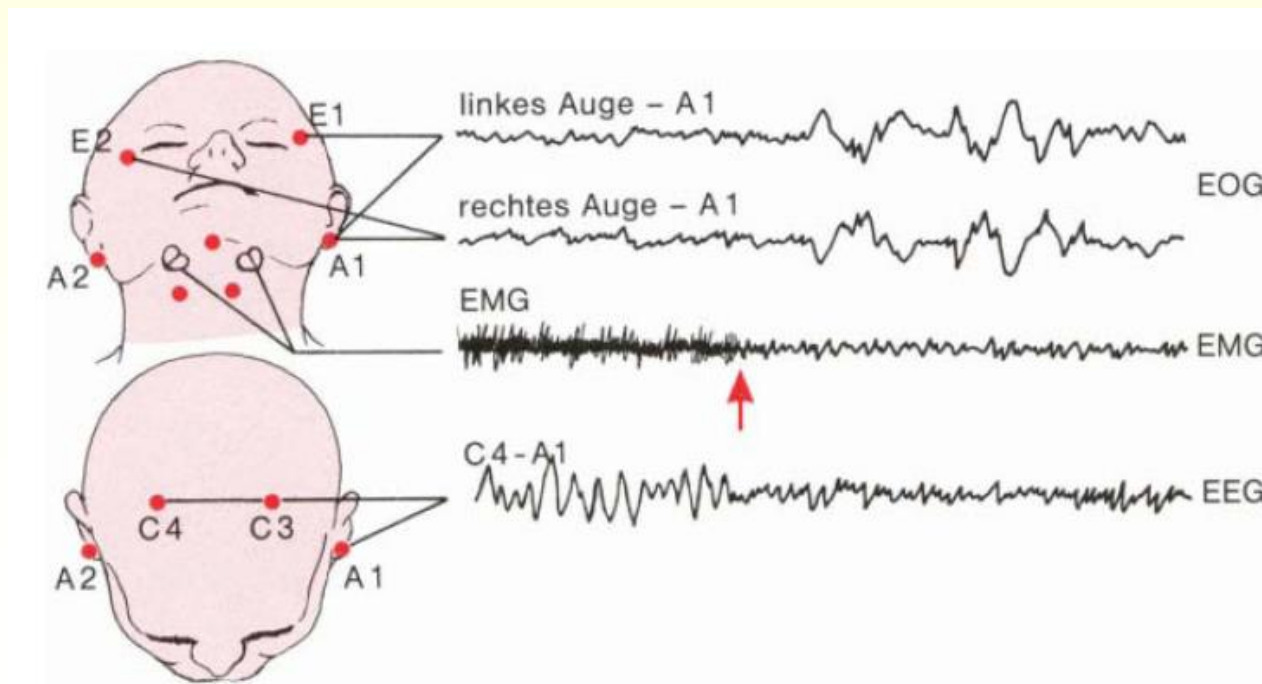


- Polykardiografie
 - pletysmogram
 - II. Eithovenův svod
 - fonokardiogram



Polysomnografie

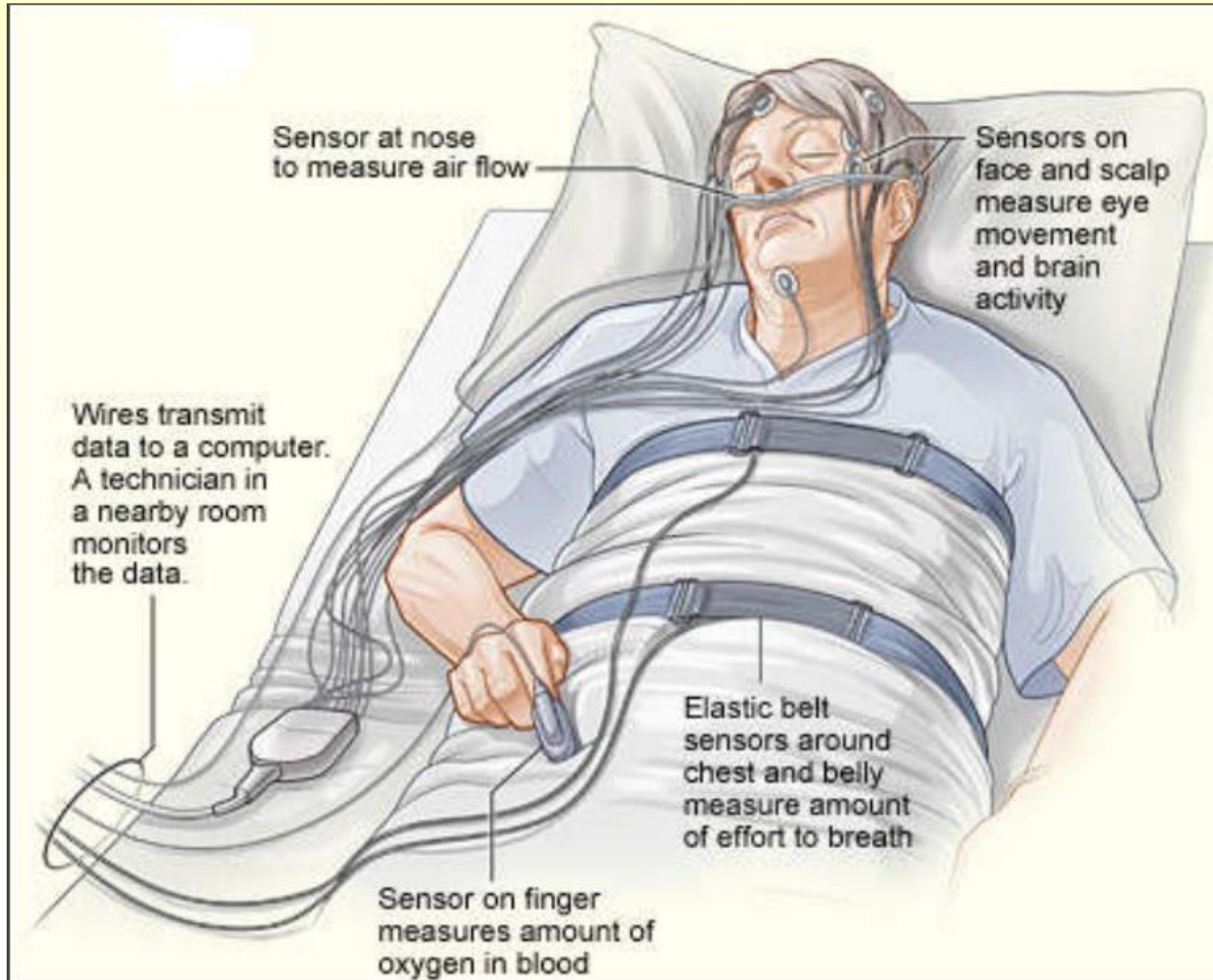
- EEG – min. 2 svody (C4-A1 nebo C3-A2)
- EOG – oční pohyby (2 svody)
- EMG – svalstvo brady (1 svod)



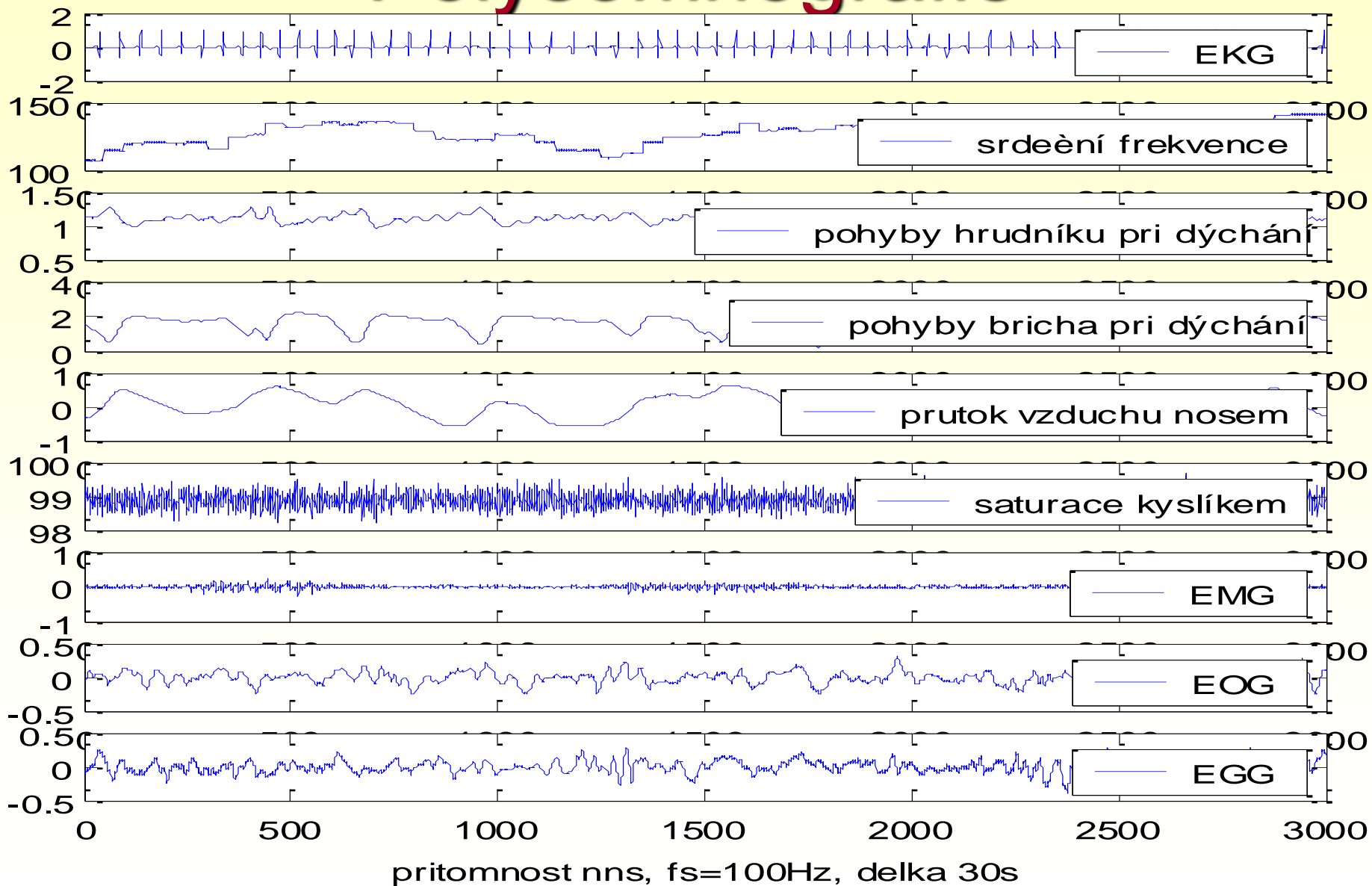
Polysomnografie

- EEG – min. 2 svody (C4-A1 nebo C3-A2)
- EOG – oční pohyby (2 svody)
- EMG – svalstvo brady (1 svod)
- EMG – svalstvo končetin (1 svody)
- EKG – 1 svod
- Průtok vzduchu před nosem a ústy – 1 svod
- Pohyby při dýchání (hrudník, břicho) – 2 svody
- Saturace krve O_2 – 1 svod
- Poloha těla – 1 svod
- Video

Polysomnografie



Polysomnografie



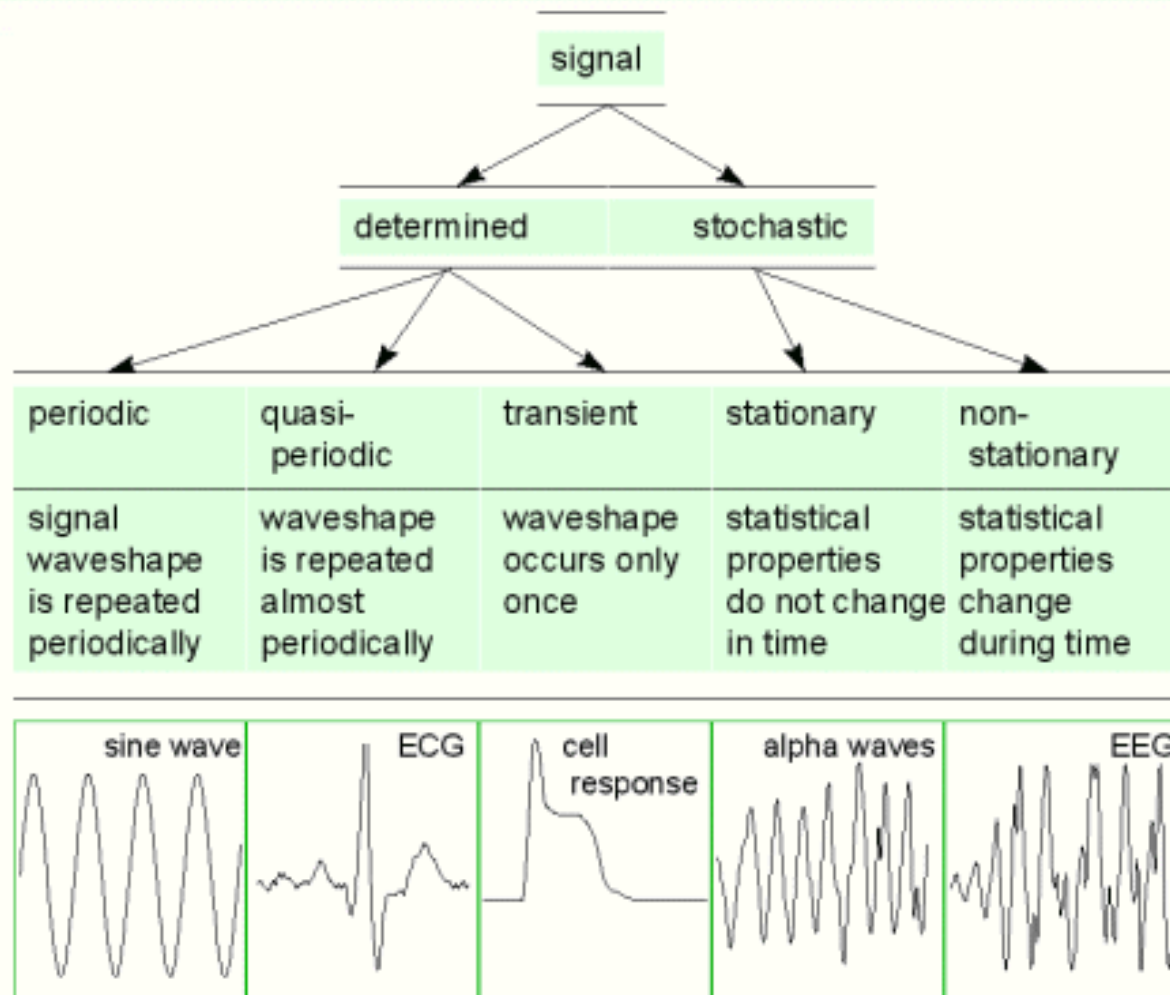
Signály lidského organismu

- Spontánní – bez rozhodujícího vnějšího vlivu
 - EKG
 - EEG
- Odezva na specifické buzení
 - elektrické odezvy nervové soustavy na podněty
 - křivka usilovného výdechu
 - odezva Achilovy šlachy

Spontánní signály lidského organismu

- opakující se (repetiční, kvaziperiodický)
 - EKG
 - respirační signály
- nepravidelné
 - EEG
 - EMG

Signály



Spontánní signály lidského organismu

- opakující se (repetiční, kvaziperiodický)
 - EKG
 - respirační signály
- nepravidelné
 - EEG
 - EMG

Spojitost signálů lidského organismu

- většina signálů **je spojitá** (EKG, EEG, EOG, ...)
- snímané signály jsou **diskretizovány**
 - pravidelně (EKG)
 - nepravidelně (teplota)

