

NEUROMONITORING

MGR. MORAVČÍK BRANISLAV
KARIM – FN BRNO



CÍL:

- **časná detekce a terapie sekundárních infarktů**
- **příznivé ovlivnění klinického neurologického výsledku**



SYSTÉMOVÉ MONITOROVÁNÍ

- **monitorace hemodynamiky:** EKG, IBP, CVP + , CO, CI, PAOP, SVV, SVRI...
- **ventilace :** SpO₂, etCO₂, MV, EtCO₂
- **laboratorní:** ABR, Hb, Glykemie, ionty – Na, K, Cl, Ca, Mg, P, osmolalita séra, laktát, biochemie moči
- **hodinová diuréza, bilance tekutin** - euvolemie
- **měření specifické váhy moče**
- **Tělesná teplota** – mozek je o 1 – 2 stupně teplejší než teplota tělesného jádra, intrakraniální gradient – epidurální prostor je o 0,4 – 1 stupeň Celsia chladnější než komory
- **Sledování zornic** – symetrie, fotoreakce
- **Sledování stavu vědomí** – GCS, RSAS



INDIKACE K NEUROMONITORINGU

- **mozkový edém (cytotoxický, vazogenní, ischemický, hydrocefalický, hypoosmotický)**
- **nádorová tkáň (tumor nebo metastatická ložiska)**
- **porucha cirkulace krve (žilní městnání)**
- **porucha cirkulace likvoru s jeho městnáním (hydrocefalus)**
- **neuroinfekce (meningoencefalitidy, encefalitidy, abscesy)**
- **kraniocerebrální poranění (monotrauma hlavy, polytraumata)**
- **toxické vlivy (olovo, insekticidy)**
- **křečové stavy**
- **výšková nemoc**



TOPOGRAFIE ZAVEDENÍ INTRAKRANIÁLNÍCH KATÉTRŮ

- **Intrakraniální katétrů mohou být umístěny:**
 - **do komorového systému**
 - **do parenchymu mozku**
 - **do epidurálního prostoru**
 - **do subdurálního prostoru**
 - **do subarachnoidálního prostoru**



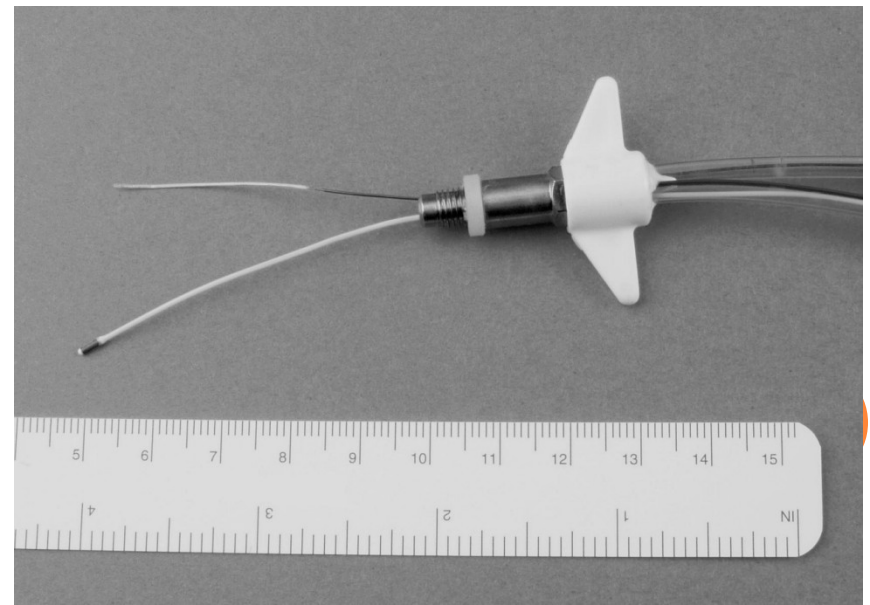
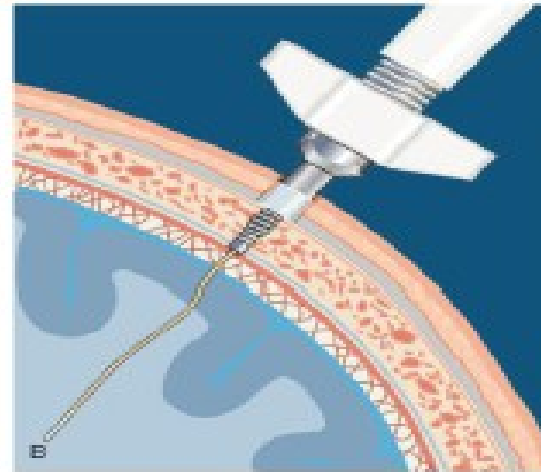
ICP ČIDLO – INDIKACE K ZAVEDENÍ

- **neurologický nález: těžké poranění hlavy (GCS < 8, stav po KPCR) a patologický nález na CT**
- **neurologický nález: těžké poranění hlavy (GCS < 8, stav po KPCR) bez patologického nálezu na CT, ale s přítomností dvou ze tří rizikových faktorů:**
 - **věk > 40 let**
 - **předchozí hypotenze (systola pod 90 torrů) a**
 - **abnormální pohyby nebo postavení končetin (decerebrace nebo dekortikace při vyšetření motorické odpovědi);**
- **polytrauma s alterací vědomí GCS 3-14b, zvláště při nutnosti medikace typu velkoobjemové i. v. náhrady, zavedení medikamentózní sedace, a umělé plicní ventilace-UPV**
- **odložení operace nitrolební léze (oběhová nestabilita, dutinové krvácení)**

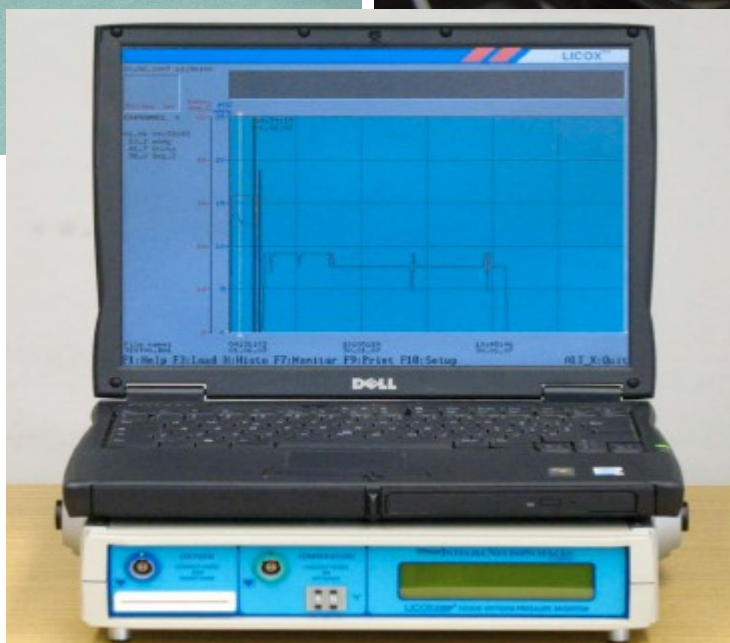


ZPŮSOB ZAVEDENÍ NITROLEBNÍHO ČIDLA

- Intra - parenchymový katétr (0.8 mm průměr)
- Prostřednictvím tunelizace při provedení kraniotomie
- Zavedení přes šroub s více lumeny
- Umožňuje kombinovanou monitoraci ICP, P_{tio2}, teploty mozkové tkáně



LICOX - MONITOTACE PBTIO₂ + TEPLOTY MOZKU

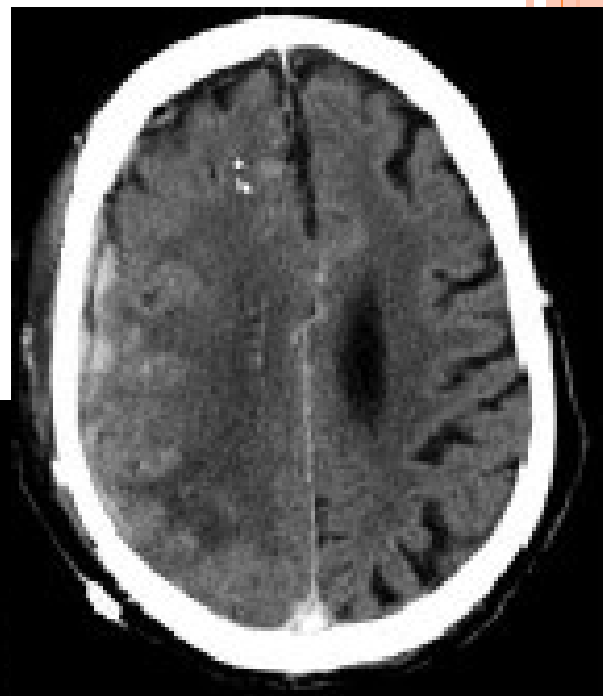
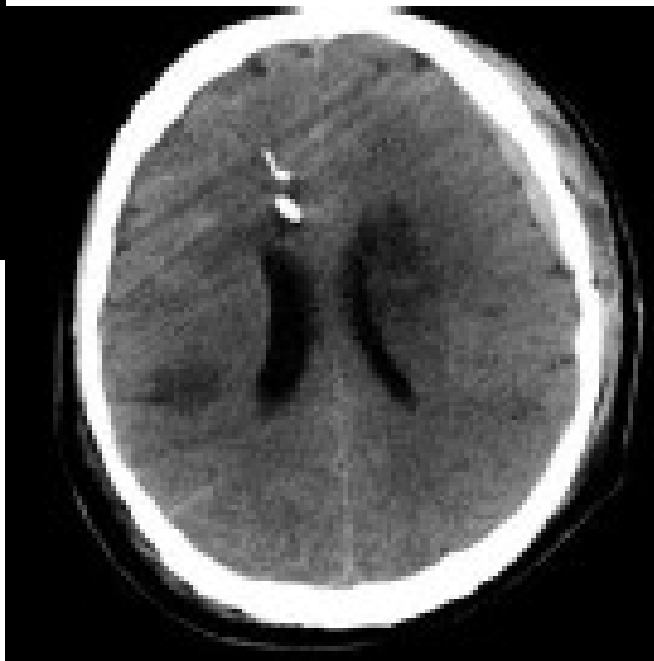
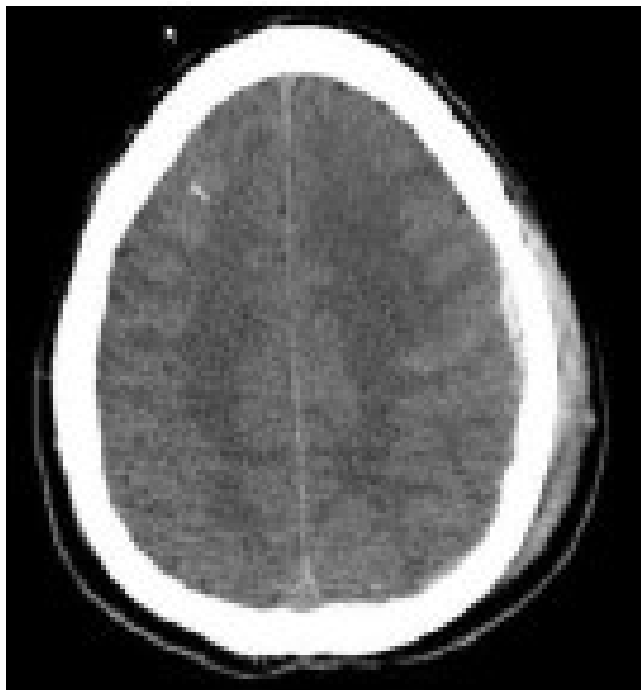


LOKALIZACE ZAVEDENÍ LICOX ČIDLA

Intracranial Pathology	Catheter Location
Traumatic brain injury	
Diffuse injury	Right frontal lobe
Focal injury (subdural hematoma, contusion)	Pericontusional tissue
Subarachnoid hemorrhage	Expected distribution area of the parent artery of the aneurysm, at highest risk for developing symptomatic vasospasm and delayed ischemia
Cerebral infarction	Area of lesion, at distance from the infarcted tissue

Andrews P et al. NICEM Consensus. Intensive Care Med 2008, Bhatia A, Gupta AK. Intensive Care Med 2007

LOKALIZACE ZAVEDENÍ ČIDLA



PRINCIP FUNGOVÁNÍ SNÍMAČE LICOX

- principem je difuze O_2 přes semipermeabilní membránu snímače a jeho redukce elektrodou
- stěnou katétru proniká z okolní mozkové tkáně kyslík, v komůrce katétru pak kyslík přechází ke zlaté katodě a zde je redukován, čímž mezi elektrodami začne protékat proud
- P_{tiO_2} odráží rovnováhu mezi dodávkou kyslíku do mozkové tkáně a jeho utilizací
- měření hodnot P_{btiO_2} probíhá z plochy o rozměrech 7.5 - 15mm²
- měření je ovlivněno difuzní vzdáleností mezi elektrodou a kapilárami, hustotou kapilární sítě, a poměrem kapilár, arteriál a venul



SCHÉMA FUNGOVÁNÍ SNÍMAČE LICOX

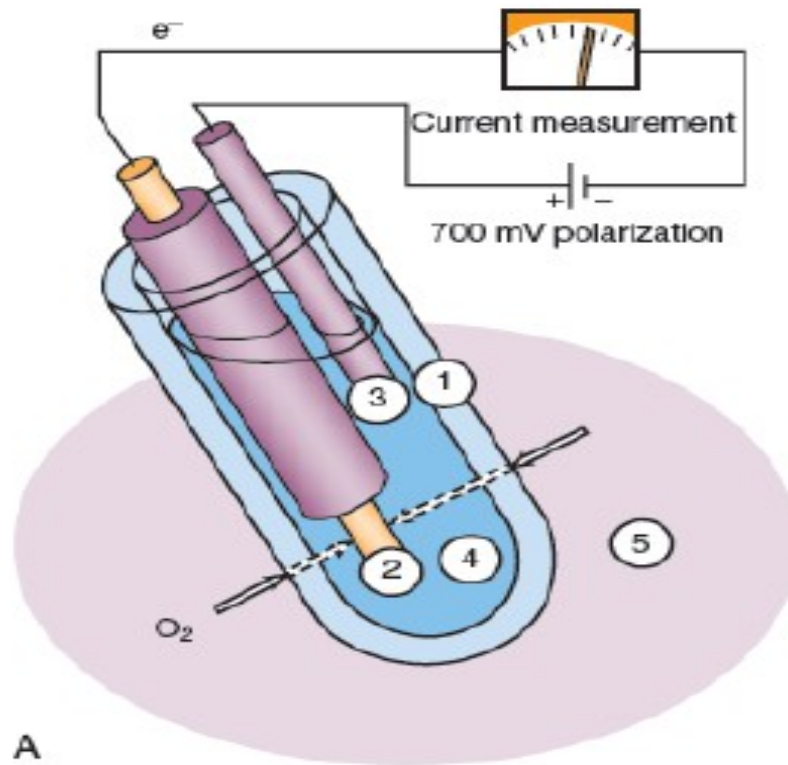


Schéma Licox polarografického měření okysličování mozku.

- (1) trubka z polyethylenu - difúzní membrána
- (2) polarografická zlatá katoda
- (3) polarografická stříbrná anoda
- (4) buňky naplněné elektrolytem
- (5) mozková tkáň



HODNOTY PtiO₂

Fyziologická hodnota PtiO₂

- **Neurochirurgický pacient bez akutního infarktu – 35 - 50 mmHg**
- **Neurochirurgický pacient s akutním infarktem (SAK, TBI) – 25 - 35 mmHg**

Počínající ischemie - 15-20 mmHg

Dokončená ischemie - 5-10 mmHg

**Ideální je zavedení čidla do místa ischemické penumbry –
ischémií nejvíce ohrožená mozková tkáň – ischemický polostín**

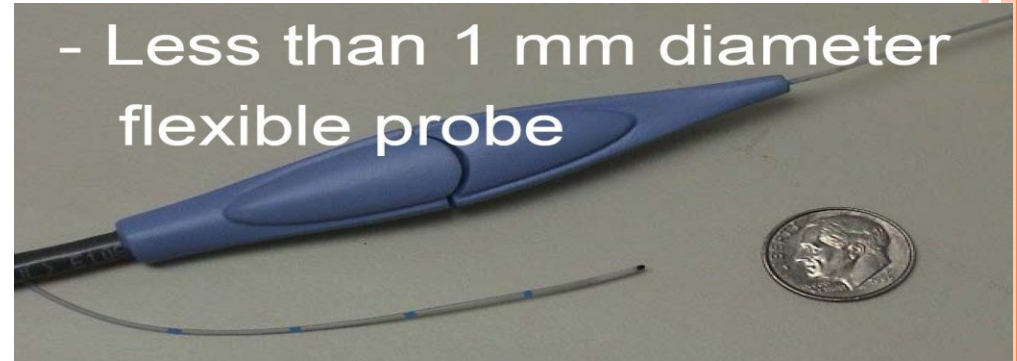


MĚŘENÍ PERFÚZE MOZKOVÉ TKÁNĚ - HEMEDEX

- Bowman perfuzní monitor zobrazuje perfuzní data mozku a teplotu mozkové tkáně aktuálně v čase a v předchozích 1-10 dnech
- V automatickém režimu monitoru pravidelně provádí in situ kalibraci podle tepelných vlastností tkání
- Absolutní perfúze tkání, stejně jako teplota tkáně, je zobrazena graficky během celého měření



HEMEDEX – PŘÍSTROJ A ELEKTRODA



HEMEDEX - PRINCIPY FUNGOVÁNÍ

- speciální sonda je zavedená do bíle hmoty mozkového parenchymu
- principem měření je snímání změn množství tepla v protékající krvi tepelně perfuzní sondou QFlow 500
- sonda měří změny v oblasti kapilár
- normální rozmezí je 20 – 40 ml/100g/min

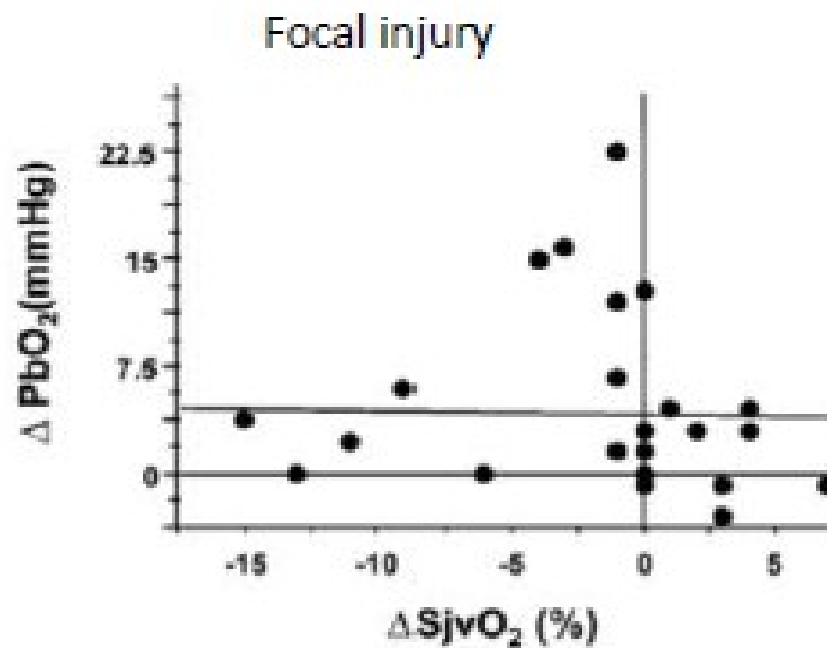
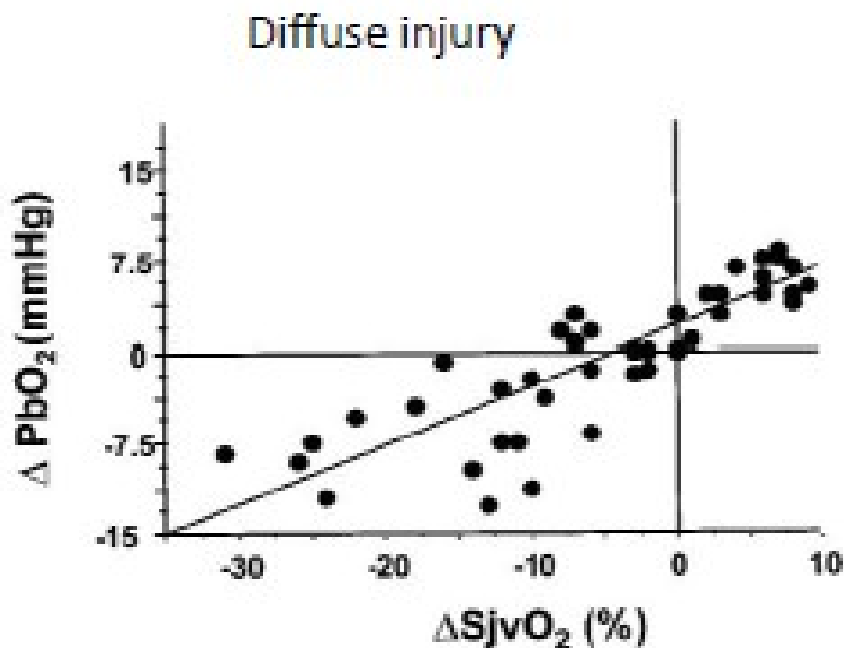


MONITORACE SVJO₂

- zavedení oxymetrického čidla via vena jugularis interna do jugulárního bulbu
- zavedení pokud možno na straně léze
- odráží schopnost mozku extrahovat a utilizovat O₂
- je funkci SaO₂, CBF, CMRO₂
- poskytuje pouze informace o globální situaci v mozku
- nelze odlišit ani stranové rozdíly mezi hemisférami



SROVNÁNÍ MĚŘENÍ PBTIO₂ VS SVJO₂



- Dobrá korelace mezi Pbtio₂ a SvjO₂ při posuzování globální mozkové oxygenace v případě difusního poranění mozku
- V případech s výskytem fokálního infarktu, Pbtio₂ reflektuje regionální mozkovou oxygenaci líp než SvjO₂

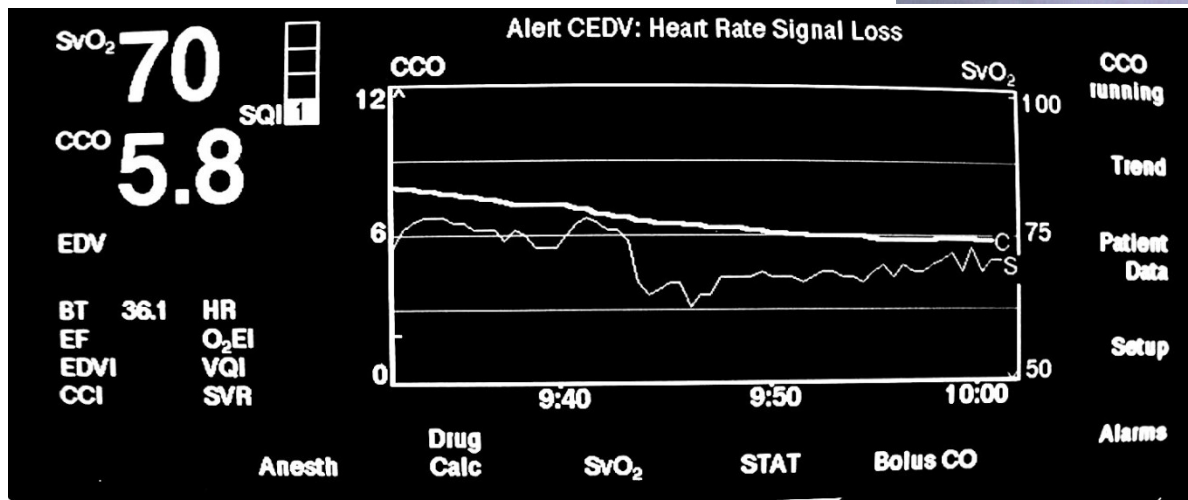


JUGULÁRNÍ OXYMETRIE - HODNOTY

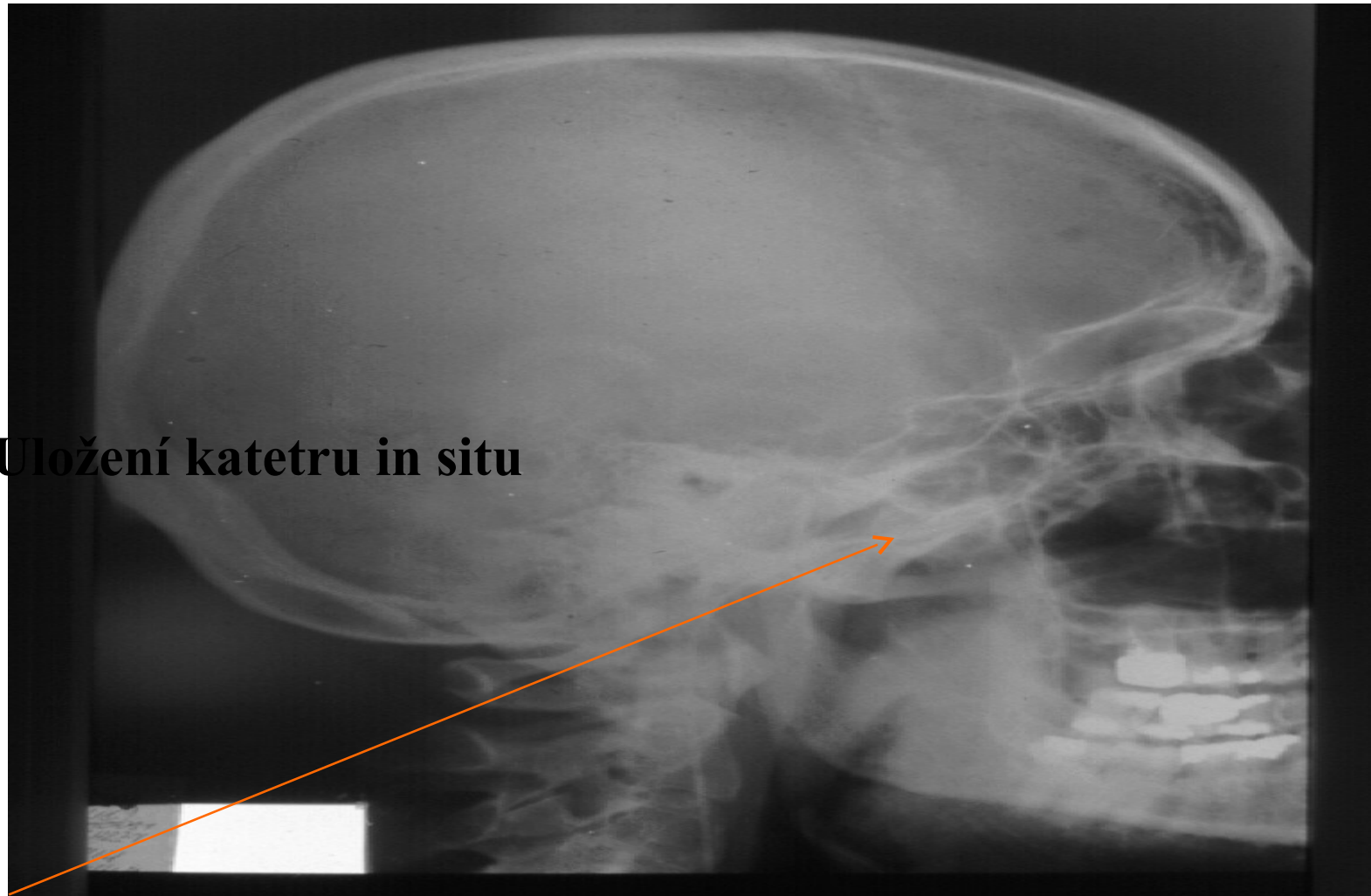
- **norma SvjO₂ ... 55 - 75%**
 - **ischémie SvjO₂ ... < 55%**
 - **hyperémie SvjO₂ ... > 75%**



JUGULAR OXYMETRY - MONITOR



JUGULÁRNÍ OXIMETRIE – ULOŽENÍ KATÉTRU



- Uložení katetru in situ



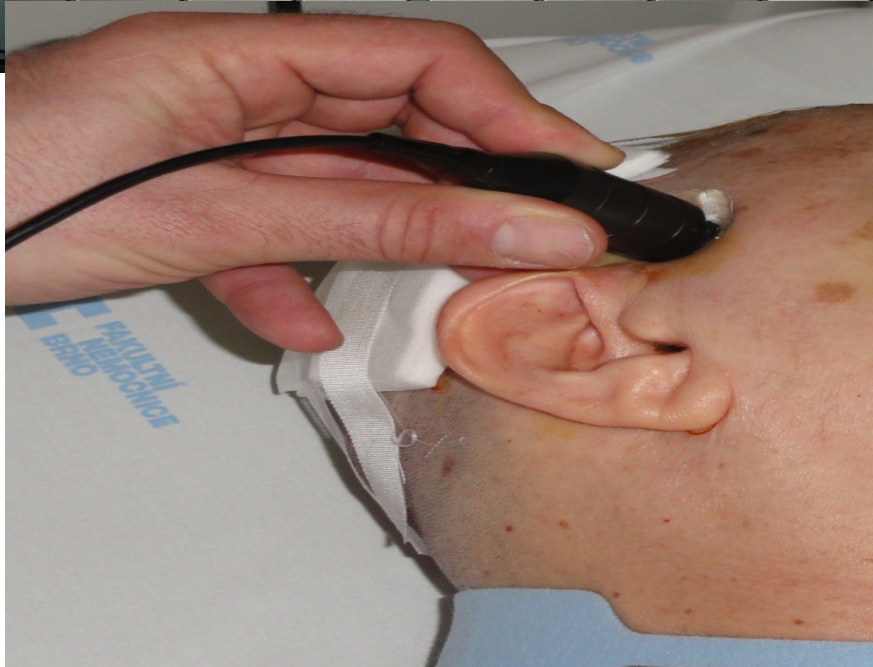
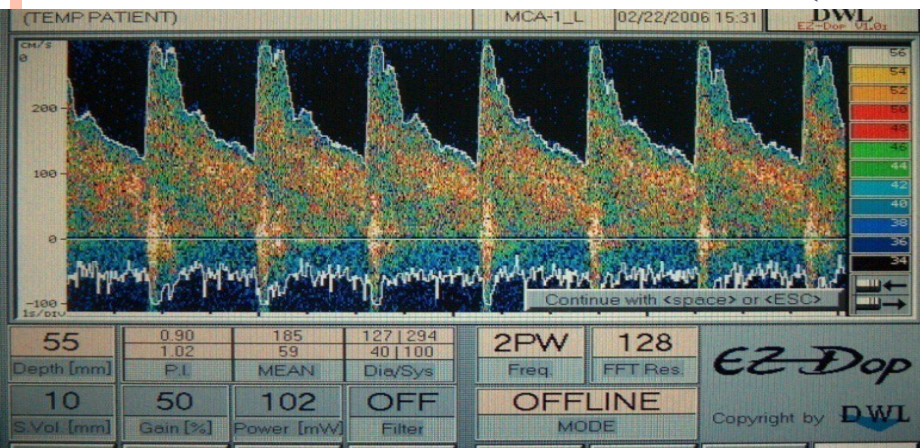
JUGULÁRNÍ OXIMETRIE – PÉČE O PACIENTA

- **Po inzerci čidla nutné provést RTG – verifikace uložení**
- **Kalibrace přístroje á 12 hodin**
- **Odebírá se venózní astrup**
- **Zadávají se hodnot SaO₂, Hb, Hct**
- **Proplach bez heparinu !!!**
- **Nesmí se proplachovat bolusem !!!**
- **Zapisujeme do dokumentace hodnotu SvjO₂**



NEUROMONITOROVÁNÍ

PRŮTOK, TCD (FV 55 +/- 12 CM/S)



- detekce vazospazmů
- stanovení vazoreaktivity mozkových cév
- diagnostika intrakraniální hypertenze
- diagnostika smrti mozku



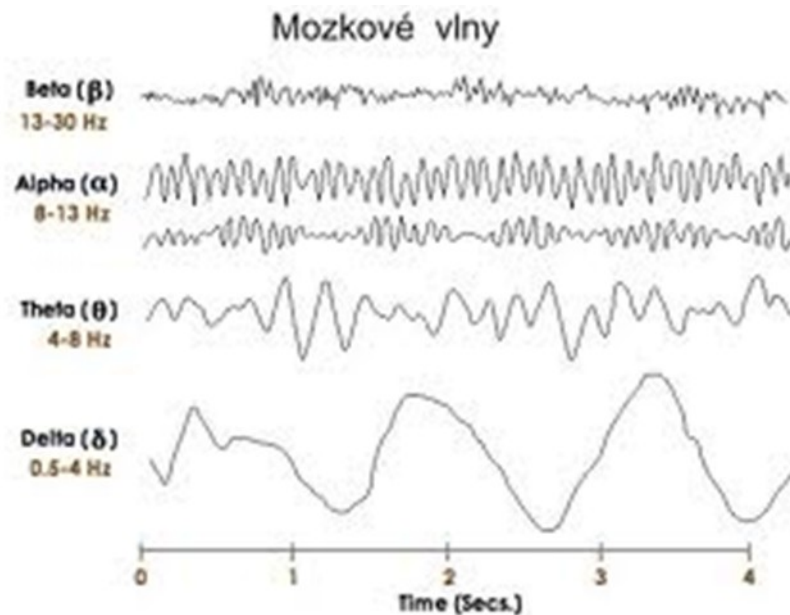
ELEKTROENCEFALOGRAFIE

- snímání a zpracování oscilujícího elektrického potenciálu vznikajícího aktivitou mozkových neuronů
- v neuromonitoraci je pomocnou metodou, výsledky nutno hodnotit v kontextu s klinikou a ostatními vyšetřeními



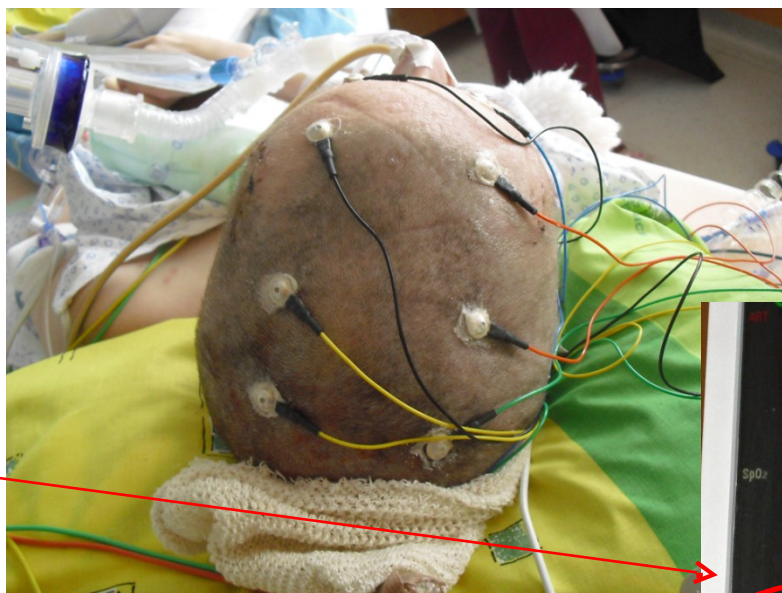
ZÁKLADNÍ EEG FREKVENCE

- **Beta:** 14 - 30 Hz, frontálně, precentrálně, bdělost, stav vědomí, soustředění se na okolí, akceschopnost a připravenost reagovat
- **Alfa:** 8-13 Hz, okcipitálně, temporoparietálně, stav uvolnění, odpočinku
- **Théta:** 4-8 Hz, temporofrontálně, nejhlubší uvolnění, usínání, REM spánek x stres a vzrušení.
- **Delta:** 0,5-3 Hz, difuzně, naprostý útlum mozkových funkcí, v hlubokém bezesném spánku.

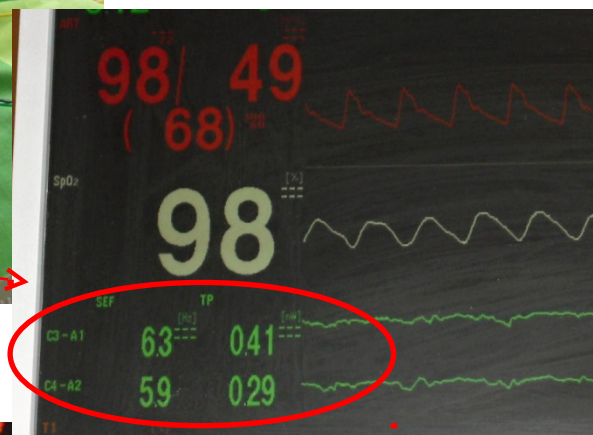


MOŽNOSTI EEG PRO ICU

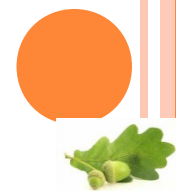
○ CEEG



○ QEEG



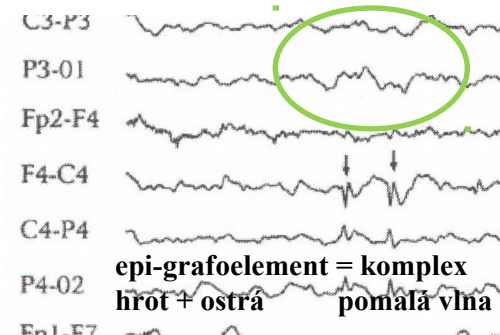
○ BIS



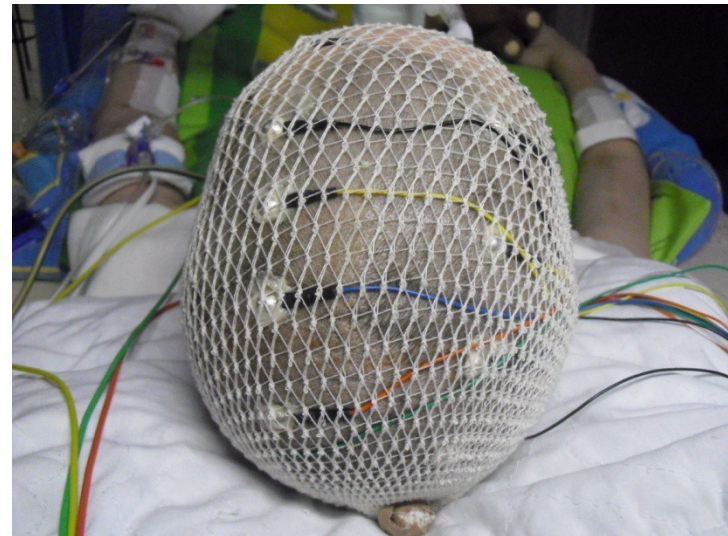
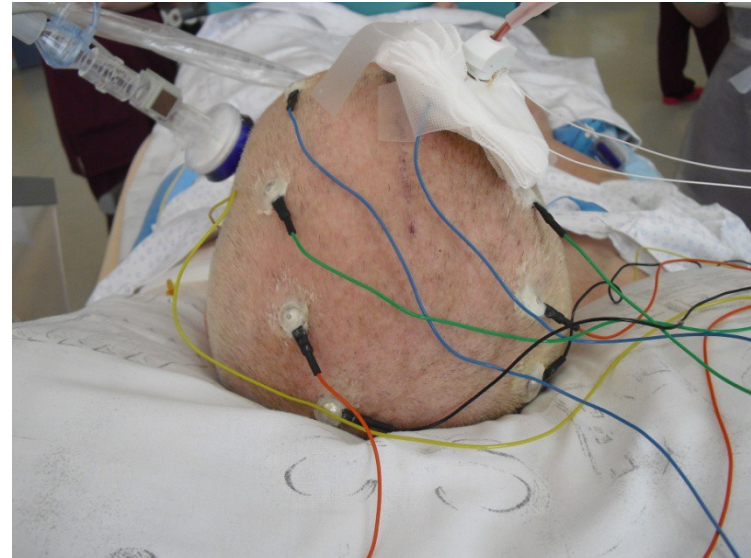
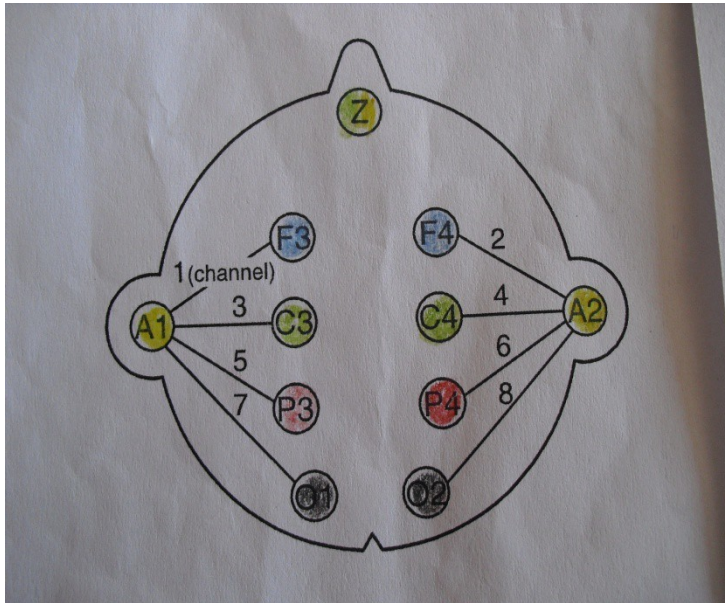
CEEG, NATIVNÍ KŘIVKA

Indikace:

- konvulzivní epileptický status, až do obnovy vědomí
- nejasné záchvatovité stavy agitace, třesu, záškubů svalových skupin, pohybových automatismů...
- supratentoriální mozkové léze s poruchou vědomí, k odhalení nekonvulzivního epileptického statu



ZAPOJENÍ ELEKTROD CEEG, QEEG



QEEG

- vzniká matematickou extrakcí a transformací definované informace z původní křivky
- důležitým parametrem je pak časové měřítko a jeho proměnlivost
- výhodou je redukce objemu dat, při zachování hledané informace
- nejčastější způsoby QEEG zahrnují frekvenční a výkonové analýzy



MONITORACE BISPEKTRÁLNÍHO INDEXU - BIS

- Poprvé se pojem BIS objevil v roce 1994
- Firma Aspect medical systém uvedla monitoraci bispektrálního indexu jako novinku v měření úrovně stavu vědomí pacienta během anestezie
- Spočátku využití hlavně během celkové anestezie na titrování dávky podávaných anestetik k udržení celkové a dostatečně hluboké narkózy pacienta během operace

BIS

- **Bispektrální index (BIS) je vypočítáván složitým matematickým algoritmem - Fourierovou transformací**
- **Fourierova transformace je vyjádření časově závislého signálu - v tomto případě EEG**
- **Slouží pro převod signálů EEG z časové oblasti do oblasti frekvenční**
- **Výsledkem je sumace a zprůměrování výskytu různých ($\alpha, \beta, \delta, \tau$) EEG mozkových vln v čase**
- **Konečná hodnota Bispektrálního indexu na základě snímání posledních 15 až 30 s průběhu EEG vln charakterizuje stav vědomí člověka pomocí jedné skalární veličiny - jednoho čísla**
- **Výsledná hodnota Bispektrálního indexu se pohybuje v rozsahu od 0 do 100**



BIS	HLOUBKA SEDACE	KLINICKÁ SITUACE
100	Probuditelný, bdělý	<ul style="list-style-type: none"> • Klidový stav, vyvedení z anestezie. • Sedace „při vědomí“ pro speciální výkony • Nutnost vyvolání odezvy na stimul v průběhu operace.
70	Lehký hypnotický stav (nízká pravděpodobnost odezvy na stimuly)	<ul style="list-style-type: none"> • Krátké chirurgické výkony vyžadující mělkou anestezii • Mělká analgosedace
60	Střední hypnotický stav	<ul style="list-style-type: none"> • Průběh celkové anestezie při chirurgických výkonech • Středně hluboká analgosedace
40	Hluboký hypnotický stav	<ul style="list-style-type: none"> • Anestezie s použitím vysokých dávek opioidů • Chirurgické výkony vyžadující hlubokou celkovou anestézii • Hluboká analgosedace
20	Burst suppression	<ul style="list-style-type: none"> • Barbiturátové koma • Hluboká hypotermie • Řízená hypotermie
0	Vymizení elektroické aktivity mozku	<ul style="list-style-type: none"> • Mozková smrt

KORELACE METABOLISMU GLUKÓSY V MOZKU A HODNOTY BIS NAMĚŘENÉ MONITOREM




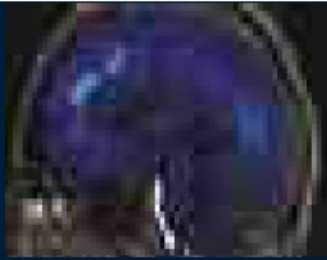
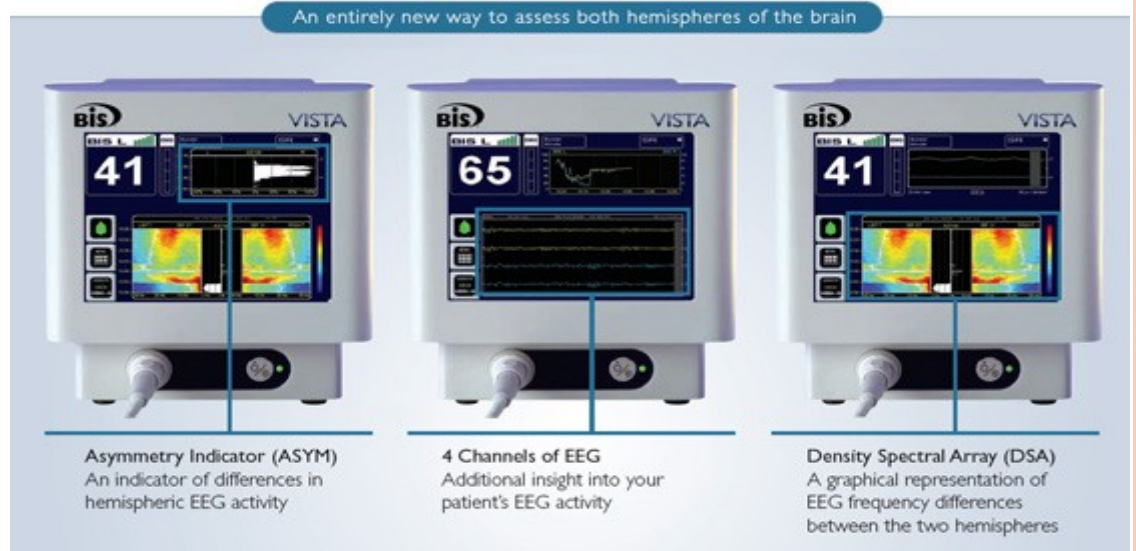
PET				
% BMR	100	64	54	38
BIS	95	66	62	34

Figure 4: Significant correlation is seen between decreasing brain metabolic rate (% BMR = percent of initial whole-brain glucose metabolism measured from PET scan) and increasing anesthetic effect (as measured by decreasing BIS value). (Adapted from Reference 12)



BIS MONITORY

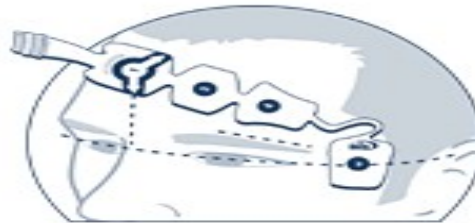
- Můžou být samostatné



- Nebo integrované v monitoru vitálních funkcí



BIS ELEKTRODY - QUATTRO



Longer tab, combined with rubberized PIC connector (not shown), provides increased comfort, especially in prone patients.

Connector provides secure click-in connection with push button release.



Self-prepping Zipprep™ technology ensures good skin contact and optimal signal quality.

4th Sensor Element helps capture, recognize, and discard artifact.

Flexible design adjusts to different head sizes.

Latex free



UMÍSTNĚNÍ ELEKTROD BIS NA ČELE PACIENTA

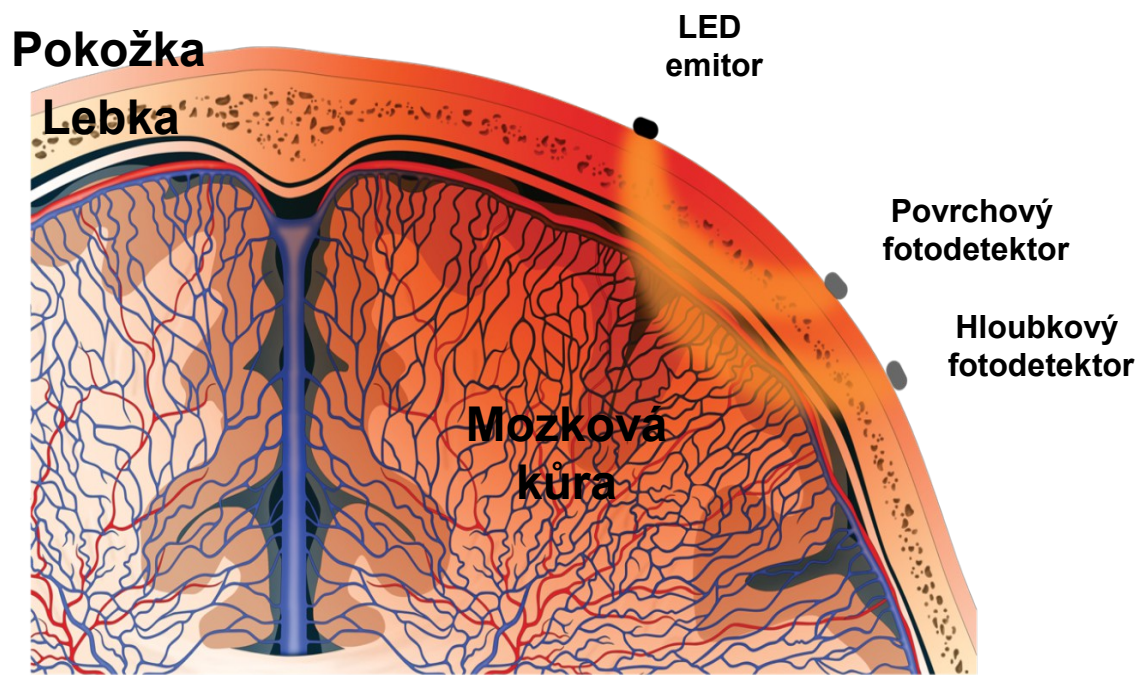
Electrodes on the forehead
cover the frontalis muscle



Near-Infrared Spektroskopie (NIRS)

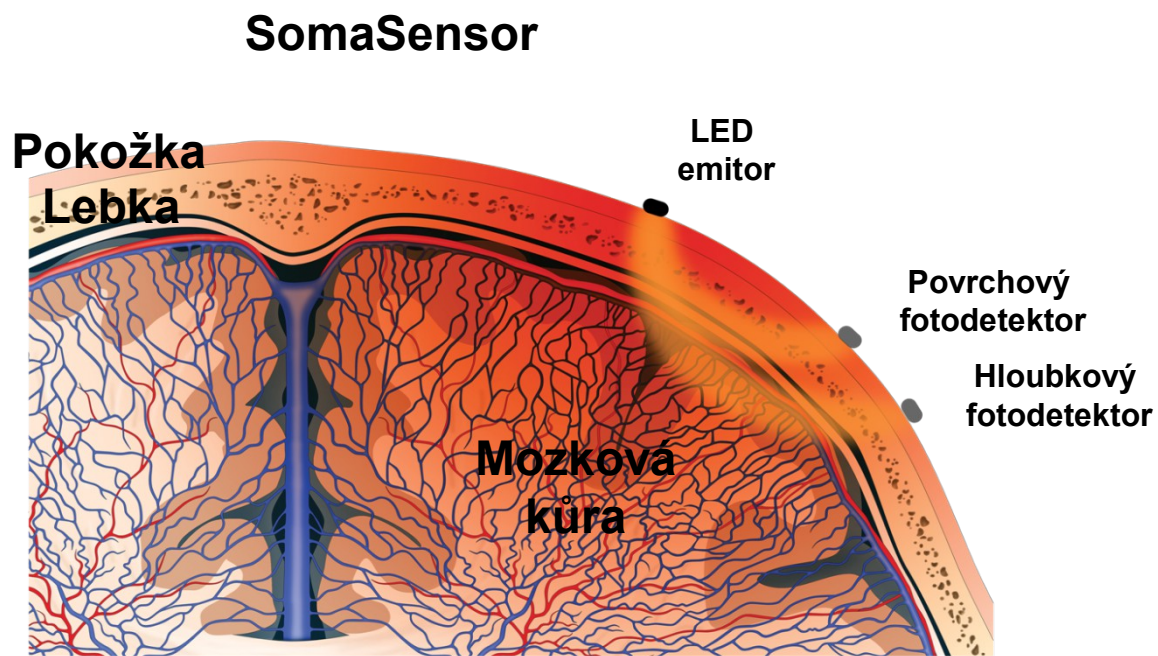
Záření v blízké infračervené oblasti neškodně prochází pokožkou, lebkou a tvrdou plenou do frontální šedé mozkové kůry. NIRS záření se potom rozptyluje a jeho část se odráží, prochází skrz mikrokapilární cirkulaci a je měřena dvěma přijímacími diodami umístěnými ve vzdálenosti 30 mm a 40 mm od LED.

SomaSensor

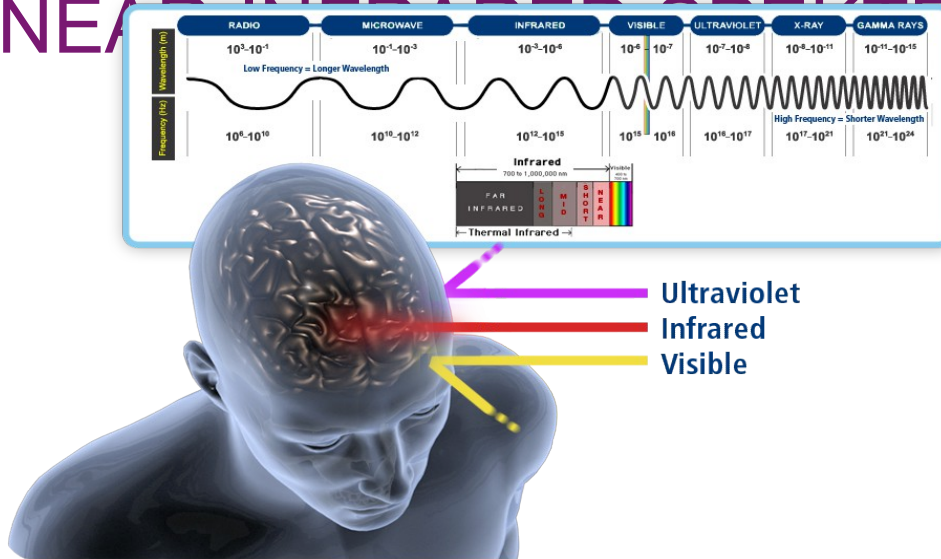


Near-Infrared Spektroskopie (NIRS)

Přijatý a analyzovaný signál reprezentuje saturaci krve kyslíkem v mozkové kůře pod senzorem a nese informaci o kritických změnách množství kyslíku v krvi.



NEAR INFRARED OPTIC TOMOGRAPHY (NIRS)



- Používají se vlnové délky 730 a 810 nanometrů , které penetrují přes kost, kůži, lebku a nejsou absorbovány biologickými tkánvami jinými jako oxy a deoxy hemoglobin
- Chování energie u těchto vlnových délek je obdobné jako v pulzní oximetrii. Rozdíl je v místě měření – *microvasculatura v tkáni*

Cerebrální oximetrie vs. ostatní oximetrie

Cerebrální (kapilární) oximetrie (rSO_2) klinické charakteristiky

- Neinvazivní
- Kapilární (venózní a arteriální) měření
- Měří rovnováhu mezi dodávkou a spotřebou O_2 v mozku
- Oxygenace a perfuze koncového orgánu
- Nevyžaduje ani pulz ani průtok
- Normální hodnoty: 58-82²

Pulzní (arteriální) oximetrie (SpO_2) klinické charakteristiky

- Neinvazivní
- Arteriální měření
- Měří dodávku O_2 do periferie
- Systémová oxygenace
- Vyžaduje pulz a průtok
- Normální hodnoty: >90%

Centrální (venózní) oximetrie (SvO_2) klinické charakteristiky

- Invazivní
- Venózní měření
- Měří spotřebu O_2 v centrální cirkulaci
- Systémová rezerva kyslíku
- Vyžaduje průtok
- Normální hodnoty: 60-80%



SomaSensor™
pre dospelých

Dvoj kanálový Near-Infrared Spectroscopy
System





OxyAlert™
NIRSensor
novorozence

Čtyřkanálový NIRS monitoring

