



Monitorování nocicepce perioperačně

J.Divák(KARIM FN OV,LF OU)



Monitorování v průběhu anestezie

- Cíl: vyvážená anestezie ,resp. jejich složek
- integrace všech tří složek CA: adekvátnost anestezie
 - euanaestezie(hloubka CA)
 - euanalgesie
- **personalisované vedení anestezie**



[1,2]

Hodnocení analgesie a nocicepce:

➤ Monitorování:

relaxace > hloubky CA > nocicepce

➤ **problém standardizace a interpretace** se zvyšuje:

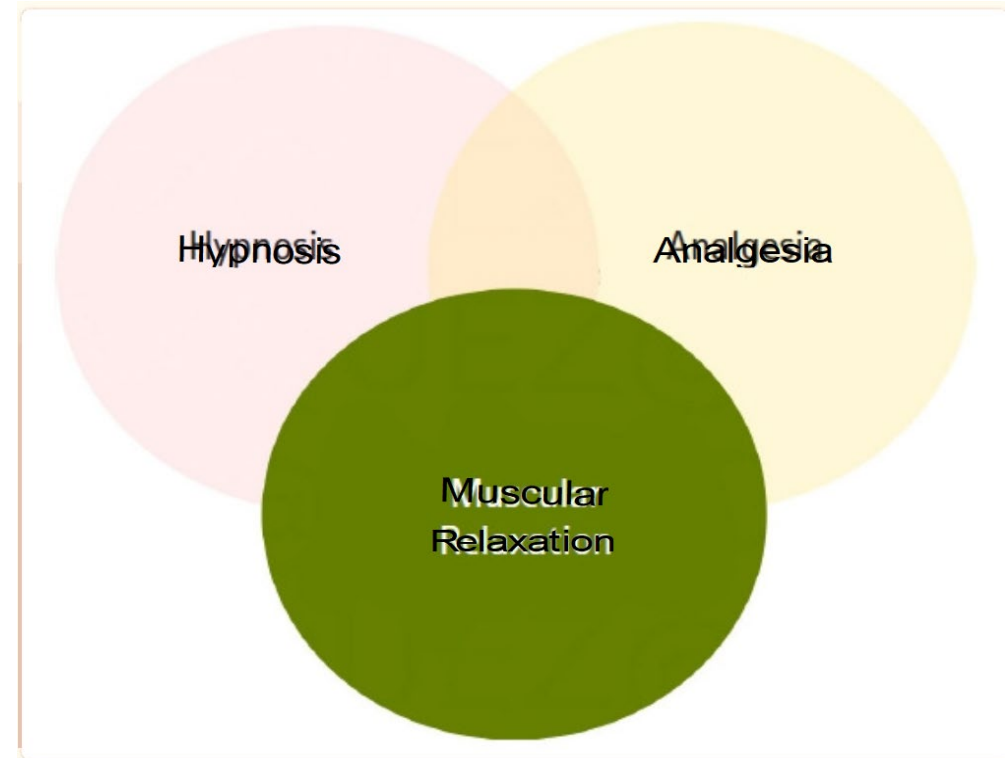
„systém nocicepce“, obsahuje více systémů:

- CNS
- ANS

Schéma vztahu složek CA

➤ úzký vztah mezi hypnózou a analgezií, která je běžně **synergická**, je symbolizována **průsvitným průsečíkem**

➤ **nežádoucí efekt** svalové relaxace maskující a ztěžující hodnocení hypnózy a nocicepce je však symbolizován **neprůhlednou barvou** zakrývající kompletní pozorování (posouzení) dalších dvou složek CA.



Bolest

- vzhledem ke svému charakteru je subjektivní
- jako taková neexistující
- u osob v anestezii neměřitelná

To co lze měřit:

Je **nocicepční** reakce na bolest

Jak bolest, tak nocicepce mohou existovat jedna bez druhé.

LEDOWSKI, Thomas. Objective monitoring of nociception: a review of current commercial solutions. *British journal of anaesthesia*, 2019, 123.2: e312-e321. [12]

Nocicepce

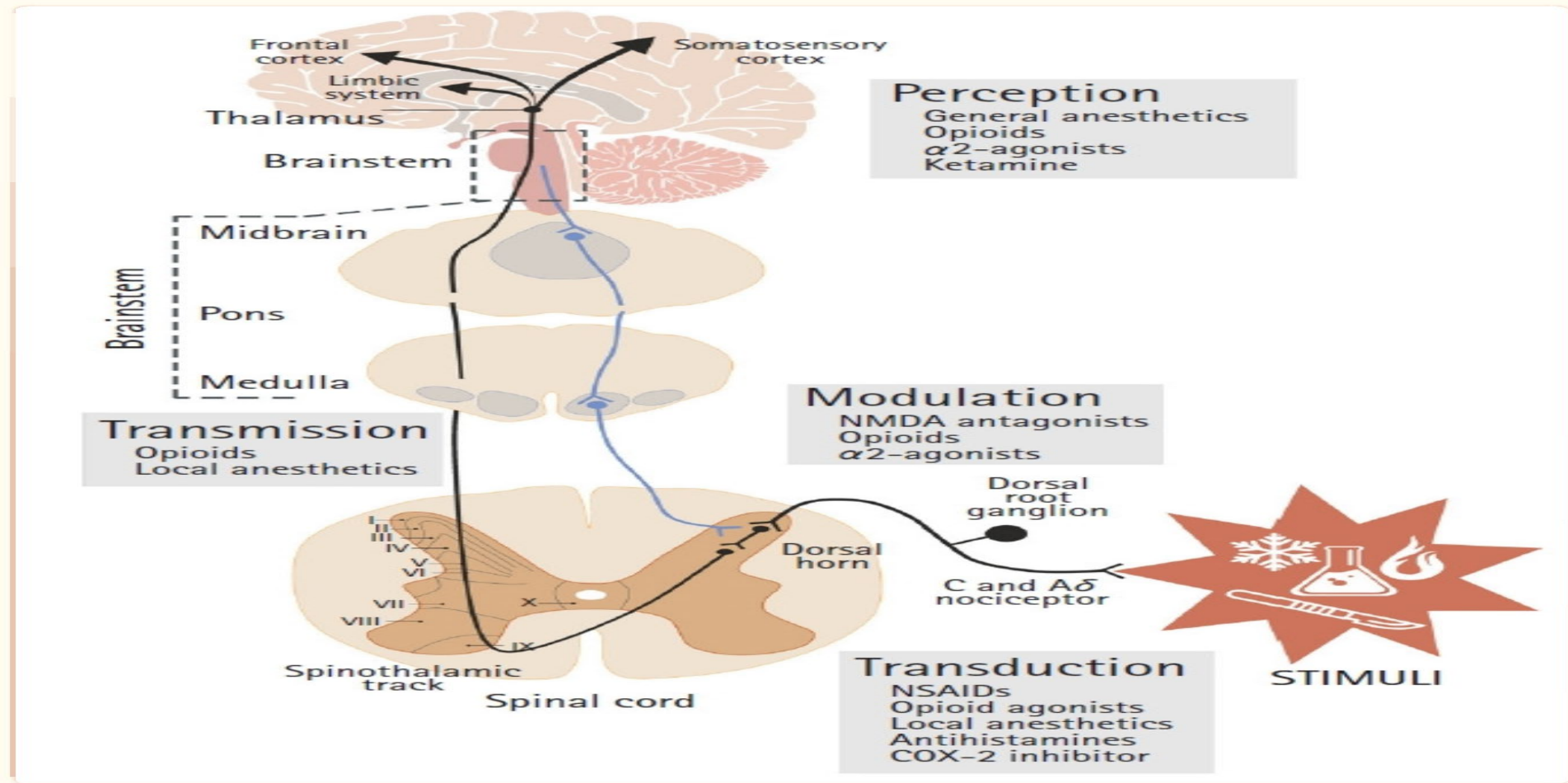
- **není subjektivní pocit**
- jedná se o fyziologický způsob kódování a zpracování nociceptivních stimulů
- podklad senzorického vjemu bolesti
- veškeré procesy vyvolané podráždění **nociceptorů**(receptorů zprostředkující vnímání bolesti) např.: zánětem, nádorem, poraněním tkáně

Cíl: potlačení nocicepce →→ **perioperační aplikace opioidů**

antinocicepce (úroveň analgezie) ↔ **nocicepce** (intenzita nociceptivní stimulace):

- poddávkování x **euanalgesie** x předávkování opiáty
- v průběhu anestezie v průběhu chirurgického výkonu dochází **ke zrušení kortikální integrace**, což zabraňuje subjektivnímu pocitu bolesti [3,6]

Zjednodušená ilustrace obecné dráhy nocicepce. Anterolaterální vzestupná spinothalamická nociceptivní přenosová cesta (černá čára) a sestupná modulační dráha (modrá čára). **Místa působení nocicepčních procesů** (transdukce, přenos, modulace a vnímání) a nejvýznamnější farmaka



Nocicepce-monitorování

Před vývojem monitorů nocicepce: (v posledních 15 letech kvalitativní vývoj)

- nebyla žádná zpětná vazba o úrovni nocicepce
- dávkování opioidů založeno hlavně:
 - na změnách hemodynamických parametrů pacienta
 - přítomnosti pohybu pacienta

Cílem monitorů nocicepce:

- poskytnout zpětnou vazbu, která by mohla umožnit „dřívější“ **optimalizaci dávkování opioidů**, než skutečně nastanou klinické reakce na nocicepci.
- Individualizace/personalizace dávkování opioidů v průběhu CA

Nocicepce

Nocicepci nelze v klinické praxi monitorovat

→→ žádné zařízení nemůže a/přímo a b/neinvazivně monitorovat :

- vzestupné nociceptivní dráhy
- subkortikální centra účastnící se nocicepce.

Monitory nocicepce

- v závislosti na **cílový efektoru (efektorech)**, a tedy na různých zdrojových signálech zpracovaných v algoritmech byla vyvinuta neinvazivní zařízení pro monitorování nocicepce :

Cílový efektor →→ zdrojový signál →→ zpracování signálu(algoritmus) →→ výstup(většinou bezrozměrné číslo)

Monitory nocicepce:

- jsou přesnější než klinické/hemodynamické parametry pro hodnocení nocicepce.
- u dospělých vedlo vedení intraoperační analgezie pomocí monitoru **nocicepce k intraoperativnímu a/nebo pooperačnímu snížení dávkování opioidů** [4-7]
- mají své limity: v závislosti na cílovém, postupu a zpracování signálu, medikace ovlivňující ANS, atd.

Tradiční kritéria neadekvátní analgesie-poddávkování

➤kardiovaskulární parametry:

- TK systolický krevní tlak 15 mmHg nad výchozí hodnotou
- AS > 90 tepů/min

➤klinické příznaky:

- pohyby těla, polykání, kašláním, grimasy, pohyby očí →→

→→ **obecně nízká senzitivita a specificita pro nocicepci**

(ovlivnění anestetiky: Propofol nebo relaxancia nebo, Ephedrin,,,) →→

→→ jsou potřebné **technologie k monitorování nocicepce**

(doplňující tradiční klinická kritéria)

Monitorování nocicepce

➤ dosud neexistuje žádný zlatý standard pro měření nocicepce

Monitorování nocicepce podle cílového efektoru

I: CNS

➤ EEG:

- Conox: qNOX
- Monitorování entropie: entropie odezvy

Monitorování nocicepce podle cílového efektoru

II. ANS

➤ Amplituda pulsní vlny beat to beat interval

- SPI

➤ Variabilita srdeční frekvence

- HRV
- ANI
- Kardiorespirační koherence
- NIPE (děti)

➤ Vodivost

➤ Pupilometrie

➤ NOL

Monitorování nocicepce podle cílového efektoru

III. Míšní reflex

➤ Nociceptivní flexorový reflex (NFR)

CNS a fMRI

- měření mozkové aktivity **pomocí fMRI**
- autoři použili funkční zobrazení a spinální neurofyzilogické monitorování k posouzení nocicepce současně s klinickými odpověďmi během CA
- **dávky opioidů, které zabránily klinickým odpovědím, zeslabily, ale nevyhladily, spinální a kortikální odpovědi.**
- **absence klinických odpovědí na bolestivé podněty nemusí nutně znamenat absenci nocicepce.**

CNS a anestetika

postupně navozují , v návaznosti na podanou látku **ztrátu**:

- vědomí →→ **kortikální inhibice**
- motorické odpovědi na nociceptivní stimulaci →→ **spinální inhibice**
- autonomní odpovědi na nocicepci →→ **subkortikální inhibice**

CNS: EEG-opioidy

- působí především na **subkortikální úrovni synergicky** s celkovými anestetiky, a proto EEG příliš neovlivňují
- při monitorování EEG: opioidy snižují hodnoty indexů hloubky anestezie, nebo při týchž hodnotách snižují pravděpodobnost probuzení.
- vyšší dávky opioidů oscilace EEG zpomalují, na spektrogramu snižují hodnotu SEF a její kolísání
- ani ve vysokých dávkách však dostatečně nebrání somatickým reakcím na chirurgickou stimulaci, a proto je možná přesnější opačný názor, že **celková anestetika potencují účinek opioidů**

CNS:EEG(+EMG) a opioidy

➤ analýza a interpretace EEG: monitorování a/ hypnózy nebo b/ nocicepce

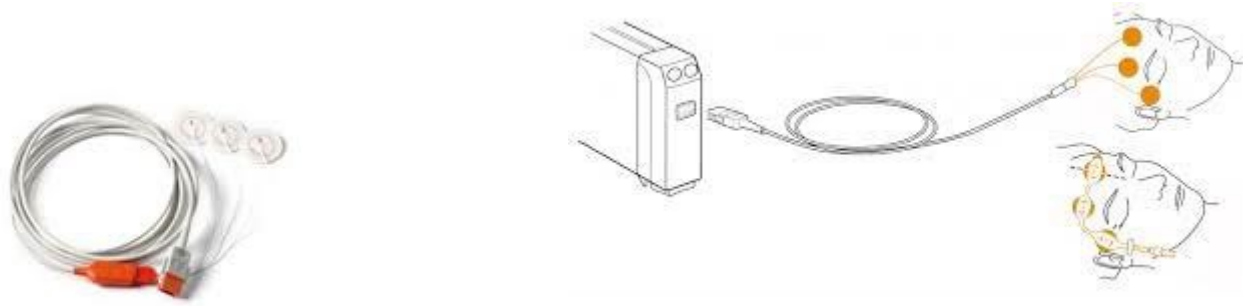
ztíženy **přítomností EMG signálů:**

- přítomnost EMG na EEG způsobit potenciální zkreslení indexů odvozených z EEG
- moderní algoritmy zpracování EEG nabízejí lepší potlačení EMG signálů
- při monitorování EEG je důležité interpretovat EEG indexy spolu s EMG signály, protože EMG signály mohou být také časným indikátorem
- a/probuzení nebo b/ nocicepce.

Monitorování nocicepce vyžaduje hodnocení subkortikální aktivity

[10]

Monitor spektrální entropie (GE Healthcare, USA):



Entropie

dvouindexový monitor založený na EEG:

- hloubka CA: **stavová entropie: SE-state entropy**
- frekvenční rozsah 0,8 až 32 Hz pro definování SE (EEG-dominantní část)
- od 0 (velmi hluboká anestezie) -do 91 (bdělý stav) pro SE
- nocicepce: **entropie odezvy: RE-response entropy**
- frekvenční rozsah od 0,8 do 47 Hz pro definici RE:
- od 0 do 99 pro RE

Entropie

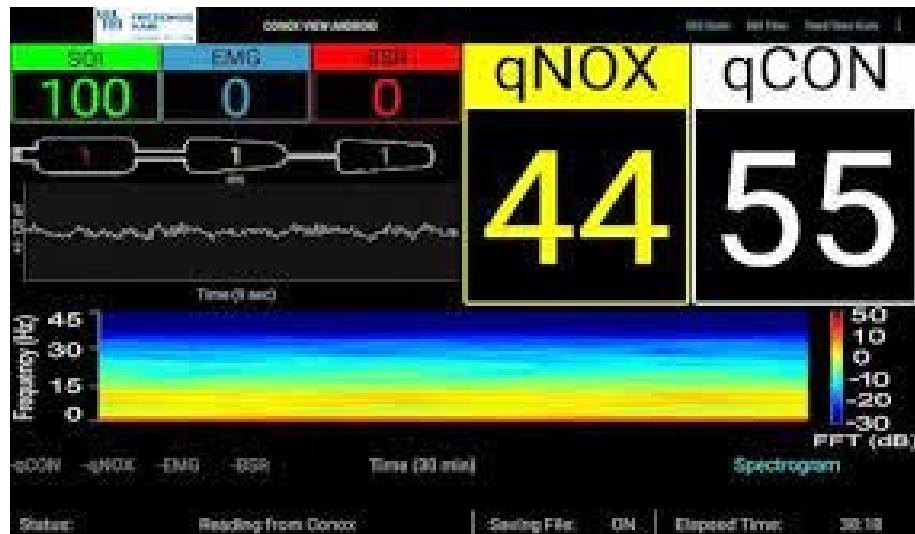
Entropií řízená anestezie během propofol-remifentanil CA:

- vedla k menšímu počtu nežádoucích reakcí pacientů ve srovnání se standardní praxí spolu se snížením spotřeby opioidů
- nebyly však pozorovány žádné rozdíly, pokud jde o zotavení, hemodynamické parametry nebo pooperační výsledky

Rozdíl SE-RE se zdá být potenciálním zástupným znakem aktivity EMG obličeje, a proto by mohl být užitečný pro hodnocení nocicepce během operace

Bylo navrženo jeho použití ke kontrole dávky remifentanilu

CONOX (Fresenius Kabi AG, Německo)



CONOX

(Fresenius Kabi AG, Německo)

- jedna elektroda z oblasti čela a spánku (EEG a EMG), integruje dva indexy, bezrozměrná jednotka 0-99
- různá frekvenční pásma EEG jsou vedena do adaptivního neuro- fuzzy inferenčního systému(ANFIS), který generuje výstup na stupnici 0-99
- **qCON : hloubka CA**
 - ve srovnání s jinými přístroji pro měření hloubky CA –dobrá korelace
- **qNOX: nocicepce**

POZ: Adaptivní neuro-fuzzy inferenční systém nebo adaptivní síťový fuzzy inferenční systém je druh umělé neuronové sítě, která je založena na Takagi-Sugenově fuzzy inferenčním systému. Technika byla vyvinuta na počátku 90. let

Conox

Studie:

➤ reakce na zajištění DC: zavedení LMA, tracheální intubace a laryngoskopie, TIVA)
bylo zjištěno významné zvýšení hodnot qNOX u pac., kteří reagovali na stimulaci, oproti pac., kteří nereagovali a měli qNOX nižší

➤ Indexy qCON a qNOX :

- **nejsou identické** : reagovaly na jiné podněty a v jiných časových souvislostech, tj. rozdílně : **pro detekci ztráty vědomí a ztráty odpovědi na nociceptivní stimulaci.**

Nocicepce a ANS

- když nociceptivní influx dosáhne center umístěných v mozkovém kmeni a diencefalu → → indukuje autonomní změny → → **posun autonomní rovnováhy směrem k aktivitě sympatiku** → → → tyto centrální modifikace se pak přenášejí na **periferní autonomní efektory**: cévy, srdce, zornice, sudorální (potní) žlázy
- neuroanatomické překrývání mezi dráhou přenosu bolesti a dráhou
- všechny **monitory nocicepce ANS** tedy hodnotí změny vyvolané nocicepcí na úrovni **periferních autonomních efektorů**

Rozdělení monitorů nocicepce dle výstupních efektorů/parametrů ANS:

➤ **Amplituda pulsní vlny beat to beat interval**

- SPI

➤ **Variabilitu srdeční frekvence**

- HRV
- ANI
- Kardiorespirační koherence
- NIPE (děti)

➤ **Vodivost**

➤ **Pupilometrie**

➤ **NOL**

Monitor SPI (Surgical Pleth Index) GE Healthcare, Helsinki, Finland

Sensors

Large variety of sensors designed for optimal patient comfort.



TS-AAW



TS-AF



TS-AP



TS-SA-D



TS-F-D

▼ SINGLE PATIENT USE

Adhesive Wrap	Adult > 20 kg	TS-AAW
	Adult, Pediatric, Infant, Neonate	TS-AF
Adhesive	Adult, Pediatric ≥ 20 kg	TS-AP

These references require compatible interconnect cable. Integrated sensors also available.

▼ REUSABLE

Comfort	Adult > 30 kg	TS-SA-D
Classic	Adult, Pediatric ≥ 20 kg	TS-F-D
Wrap	Adult, Pediatric, Infant ≥ 3 kg	TS-W-D
Skin sensitive	Adult, Pediatric, Infant, Neonate	TS-SE-3

GE TruSignal* sensors are intended for use in continuous non-invasive arterial oxygen saturation (SpO₂), pulse rate monitoring and SPI**, to help clinicians in their daily patient care decisions.

SPI

Princip:

- autonomní inervace distálních arteriál je výhradně **sympatická**, když jsou tato SY vlákna aktivována, spouští kontrakci hladkého svalstva cévní stěny prostřednictvím alfa 1 adrenoreceptorů
- **Nocicepce**, tedy ↑↑↑ aktivity SY indukuje distální vazokonstrikci : **intenzitu tohoto jevu** lze odhadnout pomocí **fotopletysmografie**: tato technika je založena na měření absorpce světla na špičce prstu a umožňuje posouzení **amplitudy pulzní vlny**.

Vazokonstrikce, a tedy nocicepce, je zodpovědná za snížení amplitudy pulzní vlny.

SPI

➤ Z čeho?

- fotopletysmografická amplituda **pulzní vlny: hlavní** parametr při výpočtu
- **srdeční frekvence: vedlejší** parametr

➤ Tj. kombinuje hodnocení:

- aktivace periferního sympatiku
- srdečního autonomního tonu

➤ **Hodnoty:** 0-100, nocicepce vyvolává zvýšení hodnoty SPI, **20-50 v průběhu CA**

➤ **Výpočet:** $SPI = 100 - (0.67 \times PPGA + 0.33 \times HBI)$

- PPGA: pulsní fotopletysmografická amplituda
- HBI: tepový interval (měřitelný ve ve fotopletysmografii)

SPI

- výrazně ovlivněno věkem: u dětí pod 30
- v průběhu operace změny SPI reflektují změny

Závěr:

- není žádný spotřební materiál
- určitá evidence, že SPI řízená analgesie může snížit spotřebu opiátů
- jsou třeba další studie

System DiANS PF8

umožňuje neinvazivně monitorovat a hodnotit ANS:

- krátkodobou spektrální analýzu variability srdeční frekvence
- časovou analýzu HRV
- průběžný záznam jednokanálového ekg
- informativně měřit DF



Výsledky spektrální analýzy RR intervalů

Záznam: 0023 filtrovaný (1.5.2007 7:19:04) Hardware: VarCor PF7

Typ analýzy: VLF, okno: 256 Analýza provedena 12.2.2010 13:00:20

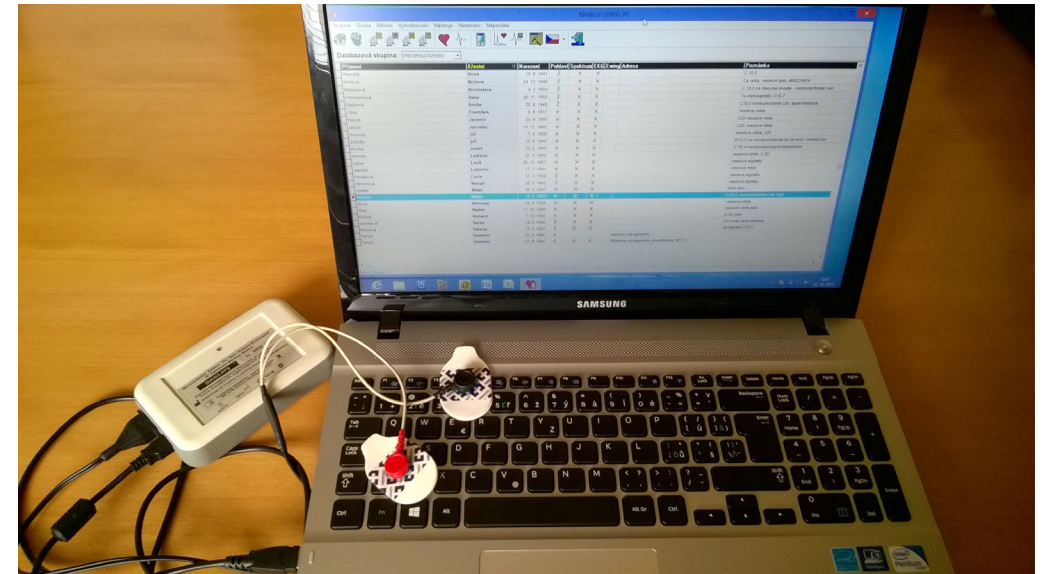
Hranice pásem [Hz]: VLF: 0,020, LF: 0,050, HF: 0,150

Spektr. osa [Hz]: 0,400 Interval: 1

	Průměr	Sm. odch.	Sm. odch. %		
Power VLF	275,17	23,00	8,36	CCV VLF	2,0452
Power LF	245,12	15,66	6,39	CCV LF	1,9303
Power HF	127,23	12,35	9,71	CCV HF	1,3907
PSD VLF	18346,22	996,49	5,43	Rel. VLF	42,50
PSD LF	8742,73	1071,91	12,26	Rel. LF	37,86
PSD HF	2055,93	64,04	3,11	Rel. HF	19,65
Freq. VLF	42,47	1,44	3,38		
Freq. LF	76,45	0,42	0,55	NN50	6
Freq. HF	245,81	7,42	3,02	pNN50	2,00
VLF/HF	2,1940	0,3472	15,82	MSSD	498,93
LF/HF	1,9417	0,2069	10,65	Total power	647,53
VLF/LF	1,1275	0,1178	10,45		
RR	0,8111	0,0491	6,05	Breath freq.	14,3 ± 1,7

Jednotky: Power [ms2], PSD [ms2/Hz], Freq [mHz], R-R [s], Breath freq. [breaths/min]

Task... Funkční Věk Storno



HRV

- míru změny (variability) v časové a frekvenční analýze intervalu mezi po sobě jdoucími srdečními tepy, která odráží aktivitu a rovnováhu autonomního nervového systému, tj. **interakce mezi SY a PASY NS**
- rychle, snadno a neinvazivně

HRV

Při monitorování HRV vypočítávají a měří parametry HRV:

- **analýza v časové oblasti:** standardní odchylky normálních intervalů RR na standardním ekg
- **analýza frekvenční domény** [výkonová spektrální hustota]):
 - vysokofrekvenční (HF)
 - nízkofrekvenčním (LF)
 - velmi nízkofrekvenčním (VLF) výkonu
- **LF/HF poměr:** kvantitativní měřítko celkové rovnováhy mezi SY a PASY
(když je poměr vysoký, indikuje zvýšení aktivity SY nebo inhibici aktivity PASY)

HRV

- lze měřit jak u pacientů a/při vědomí, tak b/ v sedaci nebo/ anestezii
- **ovlivněno několika fyziologickými nebo psychologickými stavy:**
 - věk (typicky klesající s věkem)
 - léky
 - psychické problémy
 - komorbidity
 - hloubka sedace nebo anestezie
 - chirurgické podněty

HRV

- četné studie zkoumaly vztah mezi zavedenými behaviorálními indikátory bolesti a HRV při hodnocení akutní bolesti u pediatrických pacientů
- dosud uváděné **výsledky mají omezení kvůli povaze HRV** →→
 - proto bylo vyvinuto **několik dalších algoritmů a indexů v reálném čase**, které je využívají, pro korekci takových matoucích faktorů HRV tak, aby změny HRV dobře odpovídaly intenzitě nocicepce:
 - ANI
 - kardiorespirační koherence
 - hodnocení parasympatiku novorozenců (NIPE)

Monitor ANI (MetroDoloris Medical Systems, Francie)



ANI

- srdeční frekvence se mění v průběhu respiračního cyklu: zvyšuje se na konci nádechu a snižuje se během výdechu: tato respirační variabilita závisí na **srdeční parasympatické aktivitě (*nervus vagus*)**:
- je-li **parasympatická aktivita vysoká**, pak interval srdečního tepu má důležitou variabilitu
- je-li **parasympatická aktivita nízká**, interval srdečního tepu má menší respirační variace.

ANI

- hodnocením dechových variací srdeční frekvence poskytuje index reprezentující relativní důležitost srdeční parasympatické aktivity.
- EKG signál je získáván přes hrudní kožní elektrody
- řada R-R je poté analyzována v 64-s posuvném okně
- signál je normalizován a filtrován mezi 0,15 a 0,4 Hz, aby se vyhodnotila respirační sinusová arytmie
- výsledky jsou poté normalizovány, aby se získal ANI, v rozsahu od 0 do 100:
Interval ANI doporučený výrobcem pro „adekvátní analgezií“ je 50 – 70.
- monitor zobrazuje dva parametry:
 - ANIi (okamžitá ANI), což představuje ANI zprůměrované za 1 minutu
 - ANIa (průměrné ANI), které představuje zprůměrované ANI za období 3 min.

ANI

Nocicepce:

zodpovědná za pokles relativní parasympatické aktivity, a tak indukuje **pokles hodnoty ANI(CAVE)!!!**

- dospělí: schopnost ANI detekovat nocicepci u dospělých v anestezii byla prokázána v několika studiích
- děti: ANI schopen detekovat nocicepci u dětí v CA starších 2 let

Kardiorespirační koherence

- neinvazivní zařízení pro monitorování nocicepce
- **měří stupeň aktivity ANS analýzou lineární intenzity, kombinace mezi a/srdeční frekvencí a b/ dýcháním během CA**
- hodnotí stupeň bolesti v rozsahu od 0 (nízká koherence, silná nocicepce) do 1 (vysoká koherence, žádná nocicepce).
- ačkoli dosud existuje jen velmi málo studií hodnotících účinnost kardiorespirační koherence, většina z nich byla **provedena u dětí** a uváděly pozoruhodné výsledky: kardiorespirační koherence je citlivější a lepší než hemodynamické parametry při detekci nocicepce, antinocicepce a pohybu v pediatrii u pac. v CA

Monitor NIPE(Newborn Infant Parasympathetic Evaluation) indexu (MetroDoloris Medical Systems)



NIPE

- **ANI** byl vyvinut pro analýzu HRV u dětí starších 2 let a dospělých
- Novorozenci, kojenci a děti do 2 let vyžadují modifikovaný přístup k analýze HRV, protože mají nižší HRV kvůli nezralosti ANS a vysoké bazální srdeční frekvenci.
- **Index NIPE:**
- modifikovaná forma monitorování nocicepce ANI, byl vyvinut pro použití u novorozenců (včetně předčasně narozených) a dětí do 2 let
- základním principem NIPE: je analýza parasymptické aktivity ANS v reálném čase pomocí analýzy HRV.
- rozmezí 0–100 (vyšší hodnoty indikují vyšší úrovně aktivity parasymptiku.
- hodnota nižší než 50 u novorozenců a kojenců v CA: obvykle naznačuje přítomnost stresu nebo nocicepce

Skin Conductance Algesimeter (SCA, MedStorm Innovations, AS, Oslo, Norsko).



Změny kožní vodivost(skin conductance)

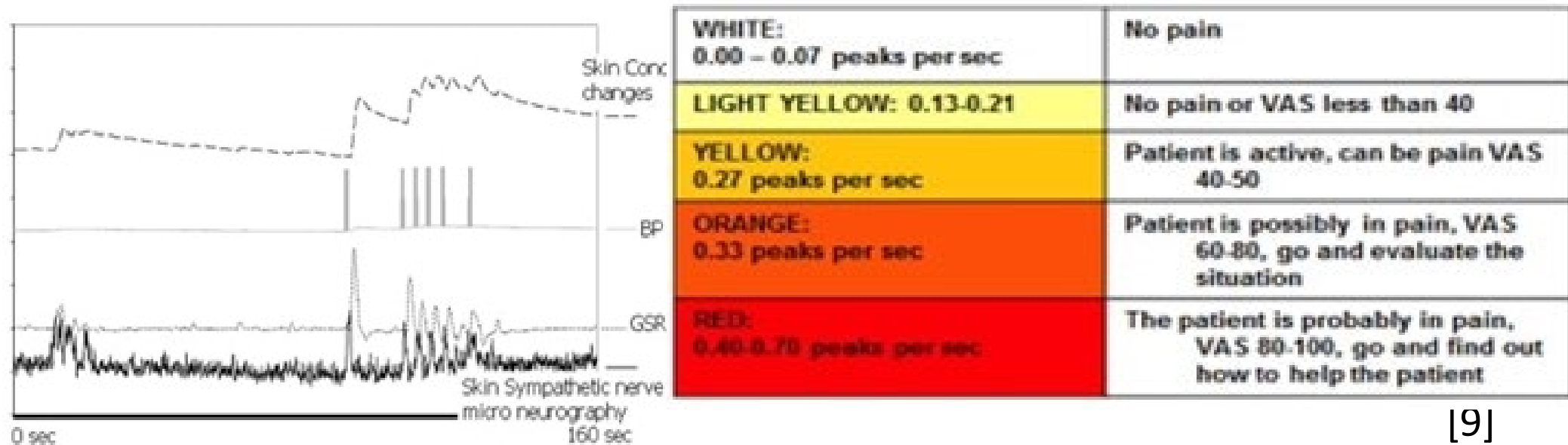
- palmární a plantární potní žlázy jsou exclusivně inervovány **sympatickou inervací**
- **Princip:** zvýšení SY nervové aktivity vyvolává pocení, čímž se zvyšuje vodivost elektrického proudu na povrchu kůže.
- pomocí tří kožních elektrod měří SCA změny kožní vodivosti, které odrážejí změny v aktivitě periferního sympatiku.
- **Nocicepce** vyvolává zvýšení aktivity sympatiku, což má za následek zvýšení jak frekvence, tak amplitudy variací kožní vodivosti, tato odezva nastane přibližně za 2 sekundy
- kožní vodivost se přechodně zvyšuje, než se pot odpaří
- vodivost kůže se běžně měří na rukou u dospělých a na nohou u novorozenců

Změny kožní vodivosti (skin conductance)

Výstupní parametr:

NFS (skin conductance fluctuation per sekundam) : počet mikrofluktuací kožní vodivosti za sekundu

PPS (peak per sekundam)



Změny kožní vodivosti(skin conductance)

na rozdíl od jiných nástrojů pro monitorování nocicepce

➤ **není index SCA ovlivněn:**

- oběhovými změnami
- srdeční aktivitou
- vazoaktivními léky
- neuromuskulární blokádou.

➤ **limity(ovlivnění)**

- úzkost,hluk
- neadekvátní mělká anestezie
- hypotermie

Hlavní sympatická inhibice, ke které dochází při chirurgických úrovních anestezie, může otupit odpověď v podobě kožní vodivosti .

Změny kožní vodivost(skin conductance)

- popsány perioperační korelace s nocicepčními stimuly
- kožní vodivost(**měřená jako PPS**) vykazovala střední senzitivitu a specificitu v identifikovaných časových bodech, se středně silnou až silnou bolestí definovanou na základě **hormonálních plazmatických hladin**

Klinicky relevantní přínosy použití kožní vodivosti jsou nejasné, což může záviset:

- na povaze biosignálů
- potenciálních „zkreslujících“, účincích anestetik a vnějších faktorů
- vybrané charakterizaci použité k popisu tohoto biosignálu (tj. PPS).

K potvrzení těchto tvrzení je však nutný další výzkum.

NeurOptics PLR-100 (NeurOptics, USA)



NPi-300 Pupillometer

Modern User Interface

- Ergonomic, intuitive, consistent navigation
- Simplified programming, including APD and Size in one easy-to-use menu

Upgraded Keypad

- Easy-to-use, intuitive keypad
- All functions are accessible with one hand

NPi-300 Wireless Charging Station

- Charge your device wirelessly
- No cables, no connectors, no fumbling
- Simple, one-touch charging

Integrated Barcode Scanner

- Scan patient information

SmartGaze

- Simple patient navigation with one hand

New On/Off Button

Textured Plastic Handle

An accurate, reliable and objective system that analyzes pupillary assessment to assist in detecting cerebral insult, guiding treatment and informing prognosis.

NEUR OPTICS

Address: 10000 North Central Expressway, Suite 1000
Dallas, TX 75243-1000 | Tel: 972-968-1000 | Fax: 972-968-1001
www.neuroptics.com | info@neuroptics.com

© 2014 NeurOptics, Inc. All rights reserved. NPi-300 is a registered trademark of NeurOptics, Inc.

Algiscan (IDMed, Francie)



Pupilometrie

- odezva průměru zornice, která jsou založena na myšlence, že **zúžení a dilatace zornice** je řízena sympatovagální rovnováhou, protože zornicové svaly jsou inervovány jak sympatickým, tak vagovým nervem
- infračervené pupilometry používané pro hodnocení nocicepce:
 - **NeurOptics** PLR-100 (NeurOptics, USA):
 - systém **Algiscan** (IDMed, Francie): jedinečný v tom, že má integrovanou elektrickou stimulační jednotku, která umožňuje snadné ovládání pod čtyřmi různé režimy.
 - první: změny velikosti zornice hodnoceny v reakci na bolestivé podněty (jako je incize nebo elektrokauterizace) v časovém rámci 60 s
 - druhý režim se používá k měření změn průměru po expozici 1s záblesku světla (320 luxů).
 - třetí režim, nazvaný režim tetanus
 - čtvrtý: je index: **index bolesti zornice (PPI)**: odpovídají vyvolaným změnám zornice po aplikaci různých řízených elektrických stimulací na ulnární nerv.

Pupilometrie

Hlavní nevýhody:

- přerušované monitorování
- potřeba pečlivé péče o rohovku
- otevírání očního víčka při každém z vícenásobných perioperačních měření vyžadovaných ke sledování změn pacienta

Měření může být také ovlivněno:

- neostigminem, onemocněním zornice (Hornerův a Holmes-Adie syndrom) a slepotou
- je třeba věnovat pozornost okolním světelným podmínkám.

Monitor PMD100: Medasense Biometrics, Izrael



NOL(nociception level) index

- index úrovně nocicepce (NOL)
- integruje různé parametry z **více biosignálů:**
 - funkce variability srdeční frekvence (při výkonu v pásmu 0,15 až 0,4 Hz)
 - amplitudy pletysmografických vln
 - kožní vodivosti [71,72].

Signály se shromažďují **prstovou sondou** umístěnou na ukazováčku pravé ruky, která obsahuje sensory:

- fotopletysmografický
- galvanické kožní
- teploty kůže
- tříosý akcelerometr.

NOL

- index bez jednotek, aktualizován každých 5 s,
- hodnoty:
- rozmezí od 0 do 100
- nižší hodnoty znamenají nižší aktivaci sympatiku, hlubší analgezií
- doporučené hodnoty jsou mezi 10 a 25
- dle studií index NOL by tedy měl být přeškálován, aby nabízel větší citlivost a dynamiku

Ré: potřebné další studie nezávislé na výrobce

III. Monitorování na bázi míšního reflexu

➤ **Nocicepční fleční reflex**

NFTS Paintracker Dolosys GmbH, Německo



NFR:nociception flexion reflex

- je znám jako tzv. RIII reflex, lze ho jednoduše vyšetřit **pomocí EMG přístrojů**
- **komplexní reakce:**
 - polysynaptický míšní reflex
 - bolestivá stimulace v periférii končetiny
 - vyvolán po aktivaci nocicepčních A delta aferentních vláken vedených do nocicepčních neuronů zadního míšního rohu → → pohyb pryč od bolestivého podnětu + extenze kontralaterální končetiny

NFR:nociception flexion reflex

- **prahová elektrická intenzita** potřebná k vyvolání spinálního polysynaptického reflexu kvantifikovaného změnami v **EMG aktivitě jako ukazatel úrovně analgezie**
- elektrický stimul se aplikuje na n. suralis a jeho účinek se měří pomocí EMG m. biceps femoris.
- množství požadovaného proudu se zvyšuje s analgezií

NFR:nociception flexion reflex

NFR závisí na:

- pohlaví a věku
- hmotnosti (obezita)
- a různých fyziologických faktorech

Mezi jeho omezení patří:

- stupeň neuromuskulární blokády
- impedance kůže
- změny periferních nervů a svalová onemocnění

Metoda spíše experimentální

[10]

Závěr

1. Monitorování nocicepce důležitý cíl:

- snížení **peroperační stresové odpovědi** nad rámec pouhé kontroly hemodynamických parametrů
- možnost integrovat do uzavřených systémů pro podávání analgetik.....zacílená preventivní analgezie (**pooperační péče**)

2. nocicepční monitorování mohou být založeny na parametrech: ANS a CNS

3. metody založené na **CNS se však zaměřují na kůru a subkortex mozku, což je cílové místo pro analgetika.** → → **monitorování CNS bude proto v budoucnu pravděpodobně nejrozšířenější metodou monitorování analgezie a nocicepce během CA**

Citace

- 1. ROGOZOV, V., et al. důležitost a možnosti peroperačního hodnocení nocicepce. *Anesteziologie a intenzivní medicína*, 2020, 31.5: 225-232.
- 2. Horáček M., Monitorování počítačem zpracovaného EEG v anestezii II, *AaIM*, 2022/3-4, 153-159
- 3. MARTINEZ-VAZQUEZ, Pablo; JENSEN, Erik Weber. Different perspectives for monitoring nociception during general anesthesia. *Korean Journal of Anesthesiology*, 2022, 75.2: 112-123.
- 4. Jiao Y, He B, Tong X, et al. Intraoperative monitoring of nociception for opioid administration: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Minerva An- estesiol* 2019; 85:522–530.
- 5. Funcke S, Pinnschmidt HO, Wessler S, et al. Guiding opioid administration by 3 different analgesia nociception monitoring indices during general anesthesia alters intraoperative sufentanil consumption and stress hormone release: a randomized controlled pilot study. *Anesth Analg* 2020; 130:1264–1273.
- 6. Ledowski T. Objective monitoring of nociception: a review of current commercial solutions. *Br J Anaesth* 2019; 123:e312–e321.
- 7. Funcke S, Sauerlaender S, Pinnschmidt HO, et al. Validation of innovative techniques for monitoring nociception during general anesthesia: a clinical study using tetanic and intracutaneous electrical stimulation. *Anesthesiology* 2017; 127:272–283.

Citace

- 8. LICHTNER, G., et al. Nociceptive activation in spinal cord and brain persists during deep general anaesthesia. *British journal of anaesthesia*, 2018, 121.1: 291-302.
- 9. CONSTANT, Isabelle; SABOURDIN, Nada. The EEG signal: a window on the cortical brain activity. *Pediatric Anesthesia*, 2012.
- 10. **VELLY, Lionel J., et al. *Differential dynamic of action on cortical and subcortical structures of anesthetic agents during induction of anesthesia. *Anesthesiology: The Journal of the American Society of Anesthesiologists*, 2007)***
- 11. JENSEN, E. W., et al. Monitoring hypnotic effect and nociception with two EEG-derived indices, qCON and qNOX, during general anaesthesia. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*, 2014, 58.8: 933-941.
- 12. STORM, Hanne. Changes in skin conductance as a tool to monitor nociceptive stimulation and pain. *Current Opinion in Anesthesiology*, 2008, 21.6: 796-804.
- 13. R.Černý,Využití nocicepčního flekčního reflexu s chronickou bolestí:Bolest,ročník 24,2021,str.125-129

Děkuji za pozornost!!!