

FAKULTNÍ NEMOCNICE BRNO  
A LÉKAŘSKÁ FAKULTA  
MASARYKOVY UNIVERZITY



KLINIKA DĚTSKÉ  
ANESTEZIOLOGIE  
A RESUSCITACE

# Monitorace hloubky anestezie u dětí

MUDr. Tereza Bönischová

Klinika dětské anestezie a resuscitace FN Brno a LF MU



# Dětský pacient

- 0 → 19 let
- Váha pacienta  $\sim$  500 g →  $\sim$  150 kg
- Odlišnosti ve fyziologii
- Odlišnosti ve farmakologii



→ horší predikce účinku anestetik než u dospělých

# Problematika monitorace hloubky CA u dětí

- menší klinické zkušenosti, interpretace
- možnosti monitorace, dostupnost přístroje
- technické obtíže
- EEG u malých dětí

**Chybí evidence - based doporučení, kdy a jak používat EEG pro anesteziologickou péči u dětí.**

# Doporučení k monitoraci během CA

Doporučený postup ČSARIM Zásady bezpečné anesteziologické péče 2017

## 3.3.3

Pokud to přístrojové vybavení pracoviště umožňuje, doporučujeme v průběhu anestezie monitorování následujících ukazatelů:

- a) koncentrace inhalačního anestetika ve vydechované směsi plynů,
- b) hloubka anestezie přístrojovou metodou.

Poznámka: Zvláště v případech použití totální intravenózní anestezie v kombinaci s použitím svalových relaxancií.

## **Recommendations for standards of monitoring during anaesthesia and recovery 2021**

Guideline from the Association of Anaesthetists

**A. A. Klein,<sup>1</sup> T. Meek,<sup>2</sup> E. Allcock,<sup>3</sup> T. M. Cook,<sup>4</sup> N. Mincher,<sup>5</sup> C. Morris,<sup>6</sup> A. F. Nimmo,<sup>7</sup> J. J. Pandit,<sup>8</sup> A. Pawa,<sup>9</sup> G. Rodney,<sup>10</sup> T. Sheraton<sup>5</sup> and P. Young<sup>11</sup>**

# American Society for Enhanced Recovery and Perioperative Quality Initiative Joint Consensus Statement on the Role of Neuromonitoring in Perioperative Outcomes: Electroencephalography

Chan, Matthew T. V. MB, BS, PhD, FHKCA, FANZCA, FHKAM<sup>\*</sup>; Hedrick, Traci L. MD, MS<sup>†</sup>; Egan, Talmage D. MD<sup>‡</sup>; García, Paul S. MD, PhD<sup>§</sup>; Koch, Susanne MD<sup>¶</sup>; Purdon, Patrick L. PhD<sup>||</sup><sup>#</sup>; Ramsay, Michael A. MD, FRCA<sup>\*\*</sup>; Miller, Timothy E. MB, ChB<sup>††</sup>; McEvoy, Matthew D. MD<sup>‡‡</sup>; Gan, Tong J. MD, MBA, MHS, FRCA<sup>§§</sup>; on behalf of the Perioperative Quality Initiative (POQI) 6 Workgroup

**Table. Perioperative Quality Initiative-6 Consensus Statement Regarding the Use of Electroencephalography to Guide Administration of General Anesthesia**

|    | Statement  | Strength | Level of Evidence | For | Against        |
|----|--|----------|-------------------|-----|----------------|
| #1 | We recommend that clinicians consider using EEG monitoring to inform anesthetic management   | Weak     | D                 | 21  | 1 <sup>a</sup> |
| #2 | We recommend clinicians be <u>knowledgeable in EEG interpretation (raw waveform, spectrogram, and processed indices)</u> when using these technologies in anesthetic management                | Strong   | C                 | 22  | 0              |
| #3 | We recommend the use of <u>end-tidal anesthesia gas monitoring with alarms or processed EEG</u> to reduce the risk of awareness with recall in patients receiving general anesthesia           | Strong   | C                 | 21  | 1 <sup>b</sup> |
| #4 | We recommend the use of processed EEG monitoring to reduce the risk of awareness with recall in patients <u>receiving total intravenous anesthesia</u> during general anesthesia.              | Strong   | C                 | 22  | 0              |
| #5 | There is insufficient evidence to recommend using processed EEG monitoring in older high-risk surgical patients undergoing general anesthesia to reduce the risk of postoperative delirium.    | N/A      | N/A               | 16  | 6 <sup>c</sup> |
| #6 | We recommend clinicians consider using EEG monitoring to detect unintended burst suppression during general anesthesia.  | Weak     | C                 | 18  | 4 <sup>d</sup> |
| #7 | There is insufficient evidence to make a recommendation on the use of process to decrease the risk of postoperative neurocognitive disorder in older patients having major noncardiac surgery. | N/A      | N/A               | 21  | 1 <sup>e</sup> |

# Monitorace hloubky anestezie - proč?

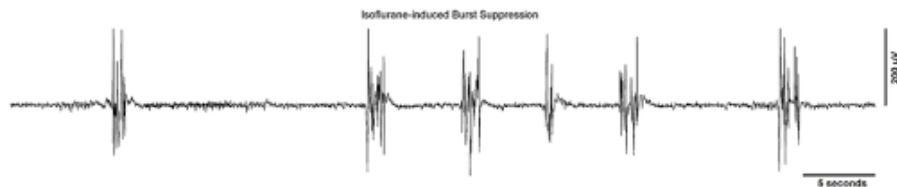
- snížení rizika nežádoucích účinků
- horší predikce účinku anestetik
- zkrácení doby zotavení
- personalizace vedení anestezie

Zvýšení bezpečnosti anesteziologické péče

# Hluboká anestezie

Zvýšená deprese kardiovaskulárního systému/hemodynamická nestabilita

Emergentní delirium?



Kenny, Jonathan D., et al. "Propofol and sevoflurane induce distinct burst suppression patterns in rats." *Frontiers in systems neuroscience* 8 (2014): 237.

# Sevoflurane requirements during electroencephalogram (EEG)-guided vs standard anesthesia Care in Children: A randomized controlled trial

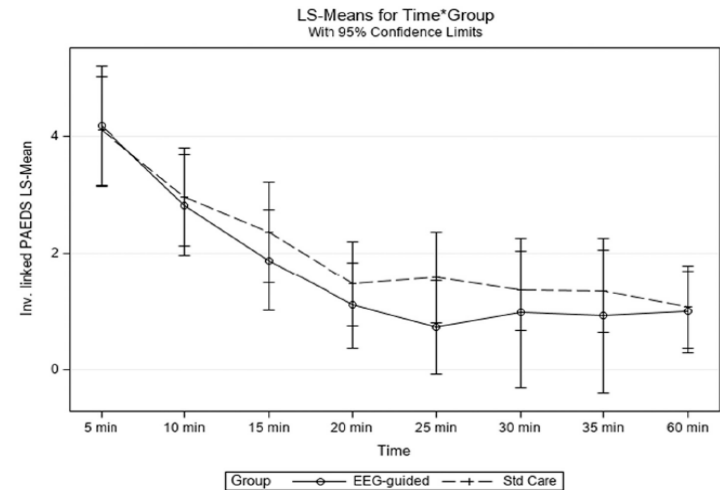
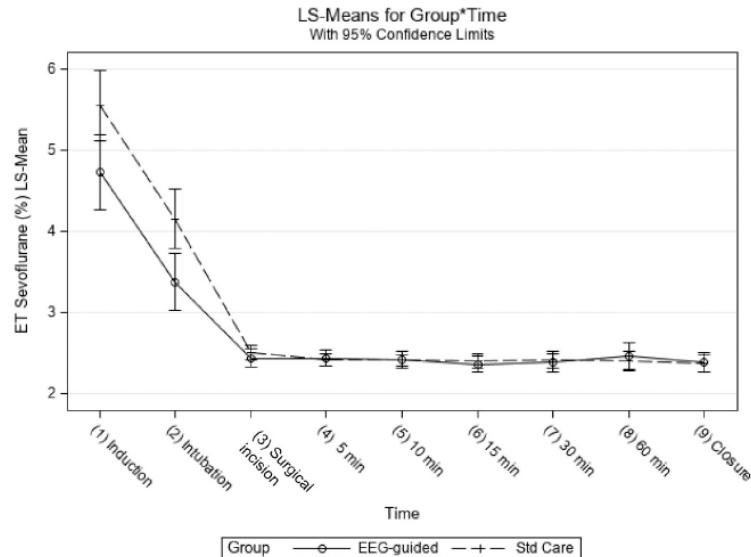
Melody H.Y. Long (MMed Anaes)<sup>a</sup>, Evangeline H.L. Lim (MMed Anaes)<sup>a</sup>, Gustavo A. Balanza, MD<sup>b</sup>, John C. Allen Jr, PhD<sup>c</sup>, Patrick L. Purdon, PhD<sup>d</sup>, Choon Looi Bong, FRCA<sup>a,\*</sup>

<sup>a</sup> Department of Pediatric Anesthesia, KK Women's and Children's Hospital, 100 Bukit Timah Road, 229899, Singapore.

<sup>b</sup> Department of Anesthesia, Critical Care and Pain Medicine, Massachusetts General Hospital, Harvard Medical School, Boston, USA

<sup>c</sup> Duke-NUS Medical School, Centre for Quantitative Medicine, 169857, Singapore

<sup>d</sup> Department of Anesthesia, Critical Care and Pain Medicine, Massachusetts General Hospital, Harvard Medical School, USA



# Accidental awareness during general anesthesia (AAGA)

- incidence u dětí odhadem kolem 0,8 - 1,2 %
- nejčastěji během indukce
- nejrizikovější kardiochirurgické výkony a gastrointestinální endoskopické výkony

Risk factors for AAGA identified by NAP5

|                        |  |
|------------------------|--|
| Drug factors           | Neuromuscular blockade, thiopental, total intravenous anesthesia techniques  |
| Patient factors        | Female gender, age (younger adults but not children), obesity, previous AAGA, and possibly difficult airway management |
| Subspecialties         | Obstetric, cardiac, thoracic, neurosurgical  |
| Organizational factors | Emergencies, out-of-hours operating, junior anesthetists   |

Sury, Michael RJ. "Accidental awareness during anesthesia in children." *Pediatric Anesthesia* 26.5 (2016): 468-474.

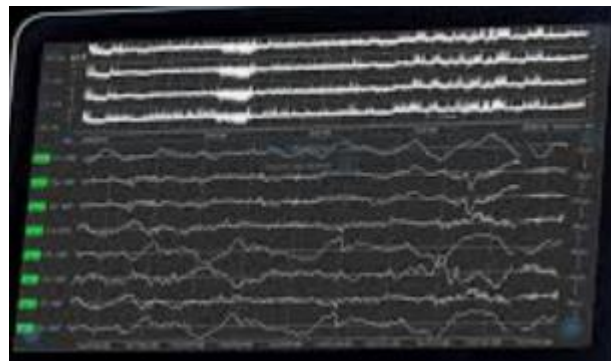
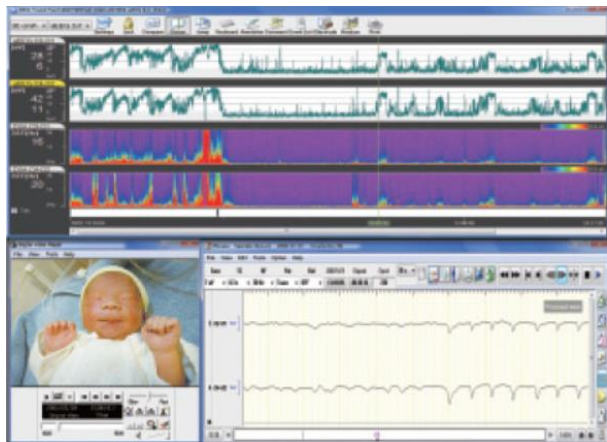


## Specifické skupiny dětských pacientů



# Novorozenci, kojenci, malé děti

- velké změny ve vývoji CNS během prvního roku života - odlišnosti v EEG
- nelze se spoléhat na běžně dostupné monitory - BIS, entropie
- sledovat raw EEG, správná interpretace
- amplitude-integrated EEG (aEEG)



# Novorozenci, kojenci, malé děti

## ANESTHESIOLOGY

### Isoelectric Electroencephalography in Infants and Toddlers during Anesthesia for Surgery: An International Observational Study

Ian Yuan, M.D., Ting Xu, M.D., Justin Skowno, M.B.Ch.B., Ph.D., Bingqing Zhang, M.P.H., Andrew Davidson, M.B.B.S., M.D., Ph.D., Britta S. von Ungern-Sternberg, M.D., Ph.D., David Sommerfield, M.D., Jianmin Zhang, M.D., Xingrong Song, M.D., Ph.D., Mazhong Zhang, M.D., Ph.D., Ping Zhao, M.D., Ph.D., Huacheng Liu, M.D., Ph.D., Yifei Jiang, M.D., Ph.D., Yunxia Zuo, M.D., Ph.D., Jurgen C. de Graaff, M.D., Ph.D., Laszlo Vutskits, M.D., Ph.D., Vanessa A. Olbrecht, M.D., M.B.A., Peter Szmuk, M.D., Charles D. Kurth, M.D., for the BRAIN Collaborative Investigators\*

ANESTHESIOLOGY 2022; 137:187–200

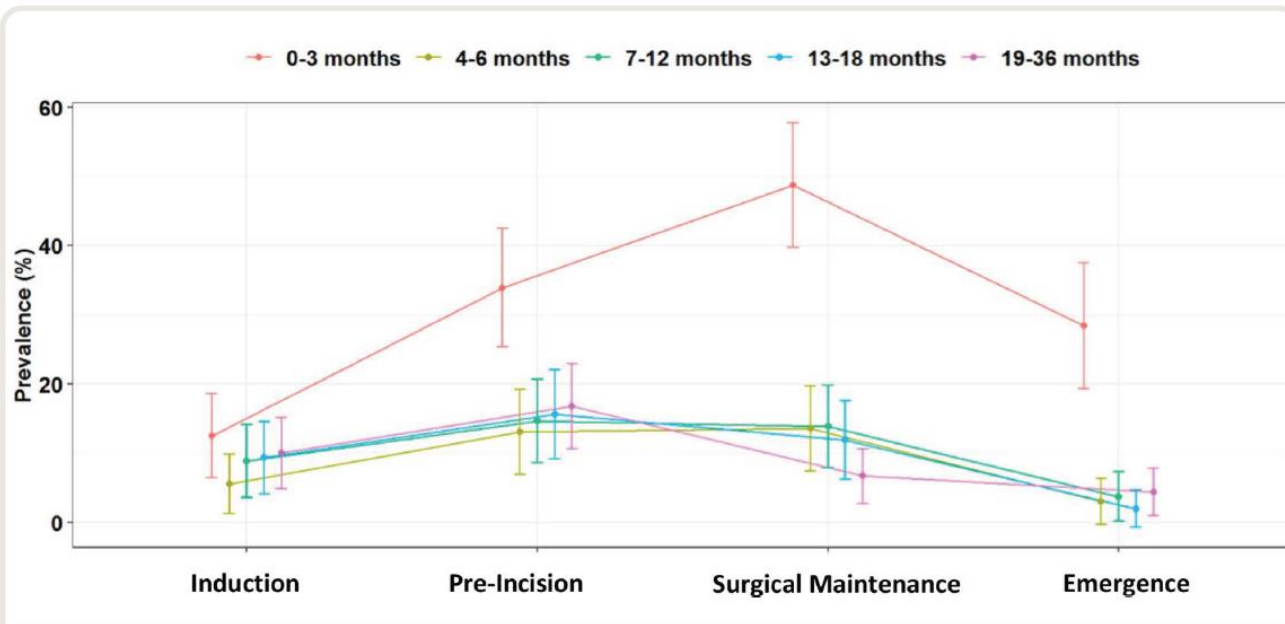


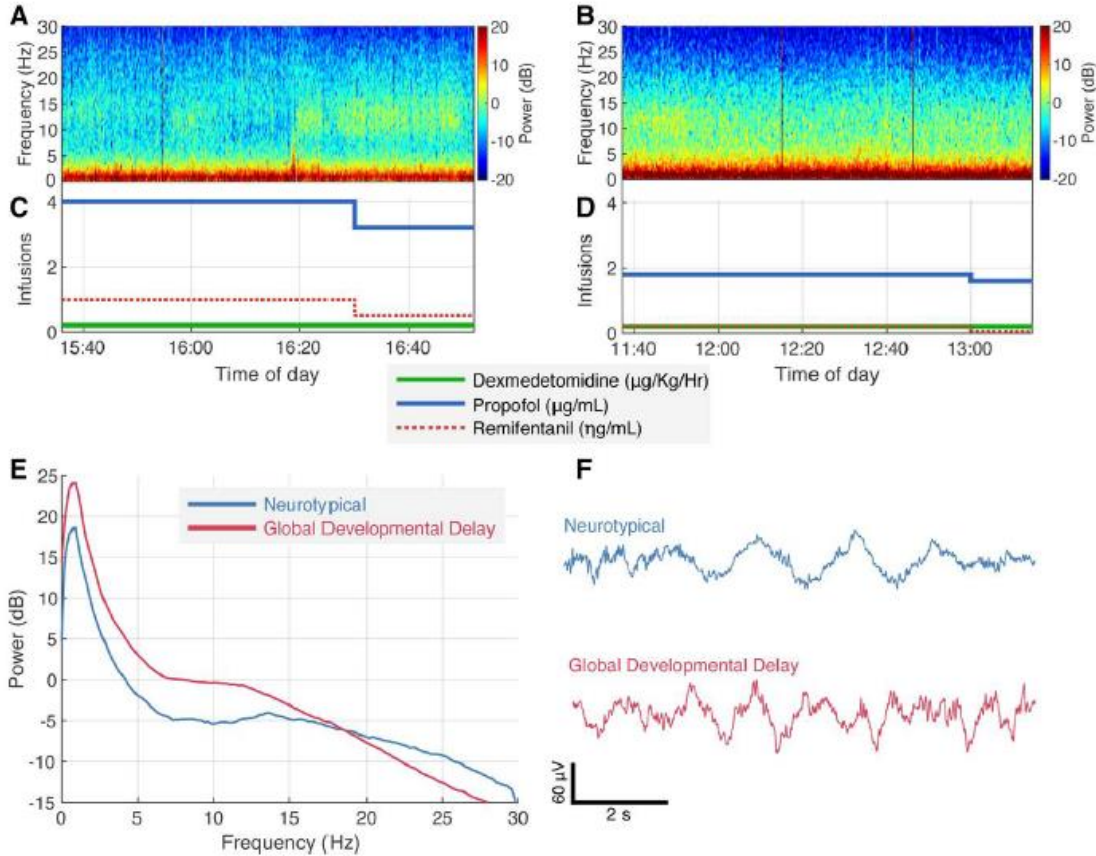
Fig. 3. Prevalence of isoelectric electroencephalography stratified by age groups. Median (dot) and 95% CI (vertical lines) displayed.

# Děti s atypickým neurologickým vývojem/ neurologickým onemocněním

- změna EEG oproti zdravým dětem - obtížně predikovatelné požadavky na anestezii, různá reakce na anestetika
- děti s PAS - vyšší riziko BS po podání stejné dávky propofolu
- děti s DMO - nižší MAC volatilních anestetik pro vedení CA, delší zotavení z CA
- psychiatrická medikace, antiepileptika

dívka s idiopatickou skoliózou,  
13 let, 49 kg

dívka s neuromuskulární skoliózou,  
DMO, opoždění PMV, epilepsie,  
13 let, 54 kg

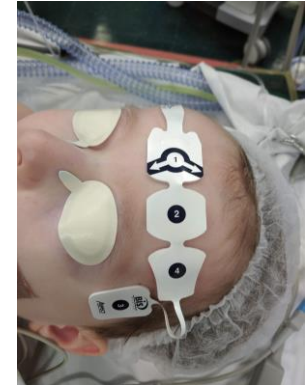


# Kriticky nemocné dítě

- změněná úroveň vědomí před anestezií v důsledku traumat, infekcí, neurologických patologií, ...
- sedované děti na ICU
- vyšší riziko hemodynamické nestability během anestezie
- jak poznat vhodné množství anestetika?

# Monitory hloubky anestezie pro dětský věk

- BIS - od 1 roku
- Entropie - od 2 let
- Narcotrend
- Conox



Anaesthetists should not rely solely on index values displayed by pEEG monitors. Rather, they should develop a basic understanding of EEG waveforms and the interpretation of information from power spectral analysis, density spectral array ('spectrograms') and relative band powers.

# Monitorace EEG v anestezii - kdy?

- TIVA+NMBA
- rizikový pacient
- každý pacient?

ZÁSADY BEZPEČNÉ ANESTEZIOLOGICKÉ PÉČE  
DOPORUČENÝ POSTUP

Adamus M., Cvachovec K., Černý V., Herold I., Horáček M., Mach D., Rogozov V., Ševčík P., Štourač P., Šturma J., Vymazal T.

Jména autorů jsou uváděna v abecedním pořadí, podíl jednotlivých autorů je uveden na konci práce.

Česká společnost anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny (ČSARIM) ČLS JEP  
Doporučený postup byl schválen na jednání výboru ČSARIM dne 6.12.2017

Anaesthesia 2021, 76, 1212-1223

doi:10.1111/anae.15501

## Guidelines

### Recommendations for standards of monitoring during anaesthesia and recovery 2021

Guideline from the Association of Anaesthetists

**A. A. Klein,<sup>1</sup> T. Meek,<sup>2</sup> E. Allcock,<sup>3</sup> T. M. Cook,<sup>4</sup> N. Mincher,<sup>5</sup> C. Morris,<sup>6</sup> A. F. Nimmo,<sup>7</sup> J. J. Pandit,<sup>8</sup> A. Pawa,<sup>9</sup> G. Rodney,<sup>10</sup> T. Sheraton<sup>5</sup> and P. Young<sup>11</sup>**

### American Society for Enhanced Recovery and Perioperative Quality Initiative Joint Consensus Statement on the Role of Neuromonitoring in Perioperative Outcomes: Electroencephalography

Chan, Matthew T. V. MB, BS, PhD, FHKCA, FANZCA, FHKAM<sup>\*</sup>; Hedrick, Traci L. MD, MS<sup>†</sup>; Egan, Talmage D. MD<sup>‡</sup>; García, Paul S. MD, PhD<sup>§</sup>; Koch, Susanne MD<sup>||</sup>; Purdon, Patrick L. PhD<sup>¶</sup>; Ramsay, Michael A. MD, FRCA<sup>\*\*</sup>; Miller, Timothy E. MB, ChB<sup>††</sup>; McEvoy, Matthew D. MD<sup>‡‡</sup>; Gan, Tong J. MD, MBA, MHS, FRCA<sup>§§</sup>; on behalf of the Perioperative Quality Initiative (POQI) 6 Workgroup

# Závěrem

- odlišné neurofyzilogické a farmakokinetické odpovědi → jak poznat adekvátní hloubku anestezie bez pEEG?
- hodnocení hloubky CA pouze sledováním vitálních parametrů není zcela spolehlivé
- obavy z neurotoxicity
- pEEG → individualizace, titrace anestetik a snížení spotřeby
- vhodná kombinace syrových EEG křivek a indexů, spektrální analýza

# Děkuji za pozornost

FN BRNO a LF MU  **KDAR**

*Podpořeno Specifickým univerzitním výzkumem  
poskytovaným MŠMT (MUNI/A/1771/2024,  
MUNI/A/1733/2024) a MH CZ – DRO (FNBr, 65269705).*