

# **Dětská anestézie**

**Perioperační péče v dětském věku**

**IV. Kurz CEEA**

**28.-30. listopadu 2018, Košice**

**Vladimír Mixa, KARIM FN Motol, Praha**

## EMERGENCE DELIRIUM (ED)

- neklid, zmatenost, agitovanosť až agresivita po doplnkovej alebo kombinovanej anestézii, jeď zvrúťaní je inhalácie sevofluránu (nebo jiné inhalační nebo I.v. anestetikum)
- nastupuje 5-10 minut po zastavení inhalácie, trvá 5-25 minut
- vyskytuje sa až u 40 % (33%) sák, najčastěji ve věku 2-6 let, cca 4% u dospělých

### Příznaky:

behavioral disturbances  
confusion  
restlessness  
excitation  
incoherible crying  
delusions  
struggling  
thrashing about in bed  
moaning  
paroxysmal diastole  
involuntary physical activity

poruchy chování  
zmatenost  
neklid, nepokoj  
pobuřování, vzrušení  
nestřídný pláč  
bludy  
žopavosť, zvrúťaní sa  
zvrúťaní sa v posteli  
nařikánie, sténánie  
paroxysmální představy  
nekontrolovatelná pohyby



# Dětská anestezie – progresivní obor ovlivněný :

## *Rozvojem anesteziologických technik*

- moderní přístroje
- speciální pomůcky
- nová farmaka
- dostupnost odborných informací

## *Populačním vývojem*

- pokles porodnosti
- úbytek dětských anestezií

# Statistika oboru anesteziologie a rešuscitace ARO, KAR Česká republika 2014, UZIS ČR

	ČR 2014	FNM 2014	%
<b>Počet anestézií celkem</b>	<b>837 920</b>	<b>35 551</b>	<b>4,2</b>
<i>děti 0 -19 let</i>	<i>98 300</i>	<i>10 445</i>	<i>10,6</i>
<i>výkony delší než 2 hod.</i>	<i>6 577</i>	<i>2 075</i>	<i>31,6</i>
<i>výkony v regionální anestézii</i>	<i>2 222</i>	<i>1 342</i>	<i>60,4</i>
<i>ambulantní anestézie</i>	<i>6 100</i>	<i>309</i>	<i>5,1</i>
<i>děti s t.hm. menší než 3 kg</i>	<i>801</i>	<i>440</i>	<i>54,9</i>
<i>děti s t.hm. menší než 3 kg, výkony delší než 2 hod.</i>	<i>370</i>	<i>238</i>	<i>64,3</i>



# Nová naděje?

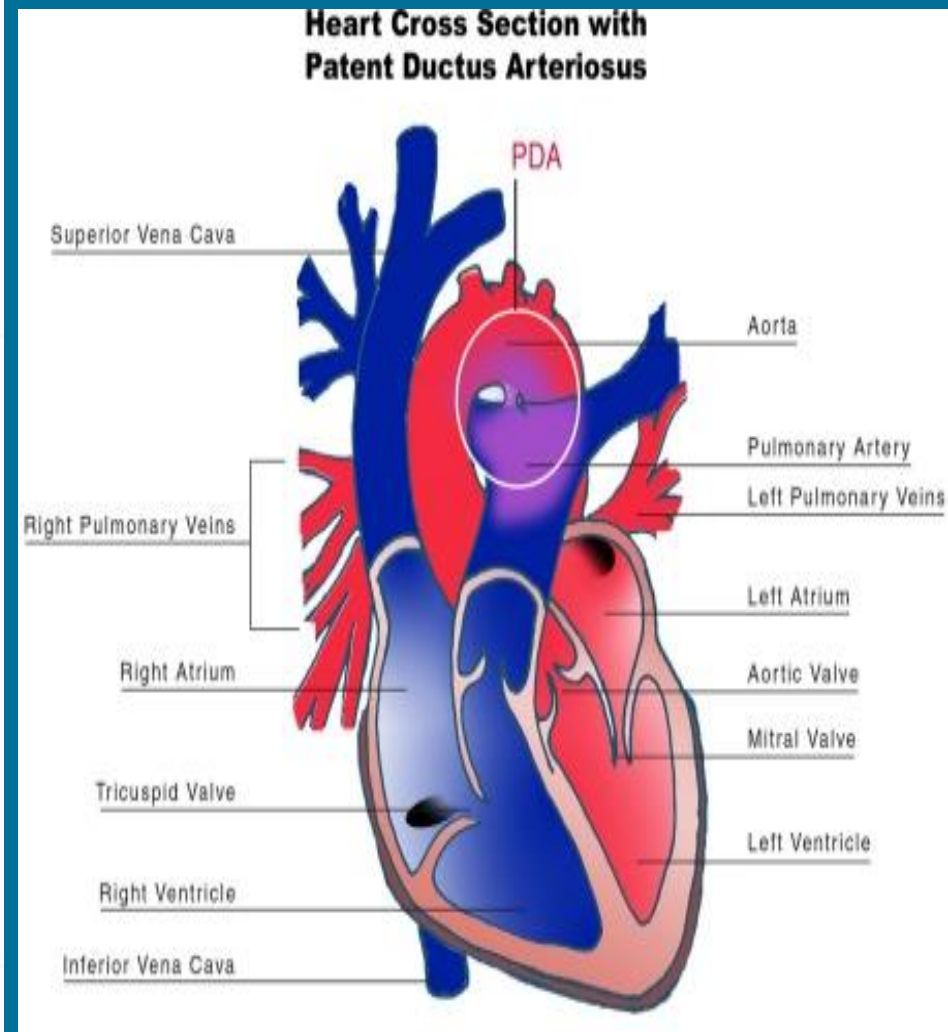
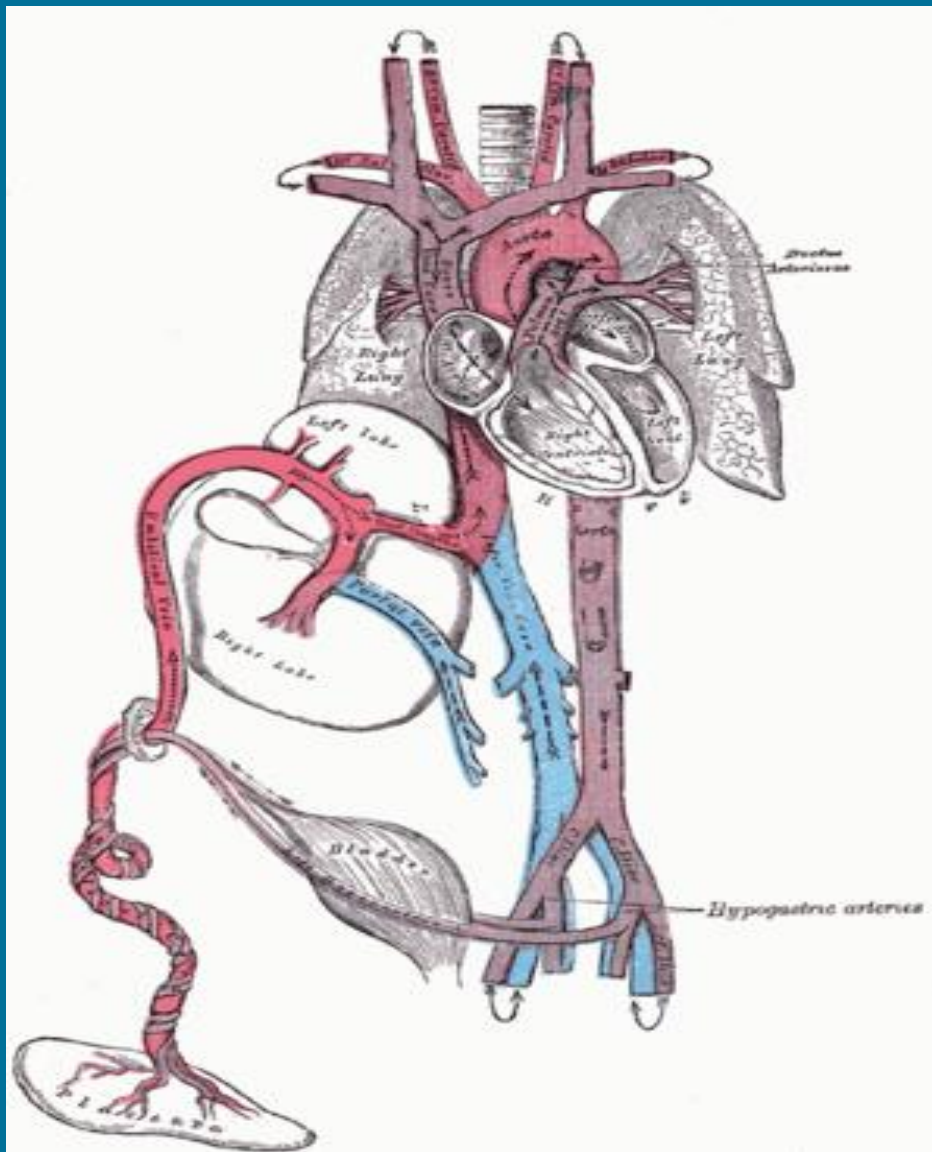
- Národní informační systém anesteziologické činnosti (NISAP)
  - databáze volně přístupná pro publikační i statistickou činnost
  - spuštění v posledním čtvrtletí 2018
  
- NISAP - National Information Security Assessment Program
- NISAP – NISAP CZ s.r.o. – váš dodavatel zemědělských komodit

# Základní fyziologické rozdíly I. :

Oběhový systém:

- postupně se uzavírají pravolevé zkraty – foramen ovale a ductus arteriosus
- vyšší afinita fet.Hb ke kyslíku a oddolnost novor. tkání vůči hypoxii
- syst. TK cca 65 torr, f 150/min, relat minut. objem 2-3x větší než v dospělosti
- nízká kontraktilita myokardu, minutový objem se zvyšuje jen zvýšením frekvence
- při hypoxii, acidoze či metab. rozvratu nebezpečí fetálního zvratu cirkulace

# Fetální cirkulace a PDA

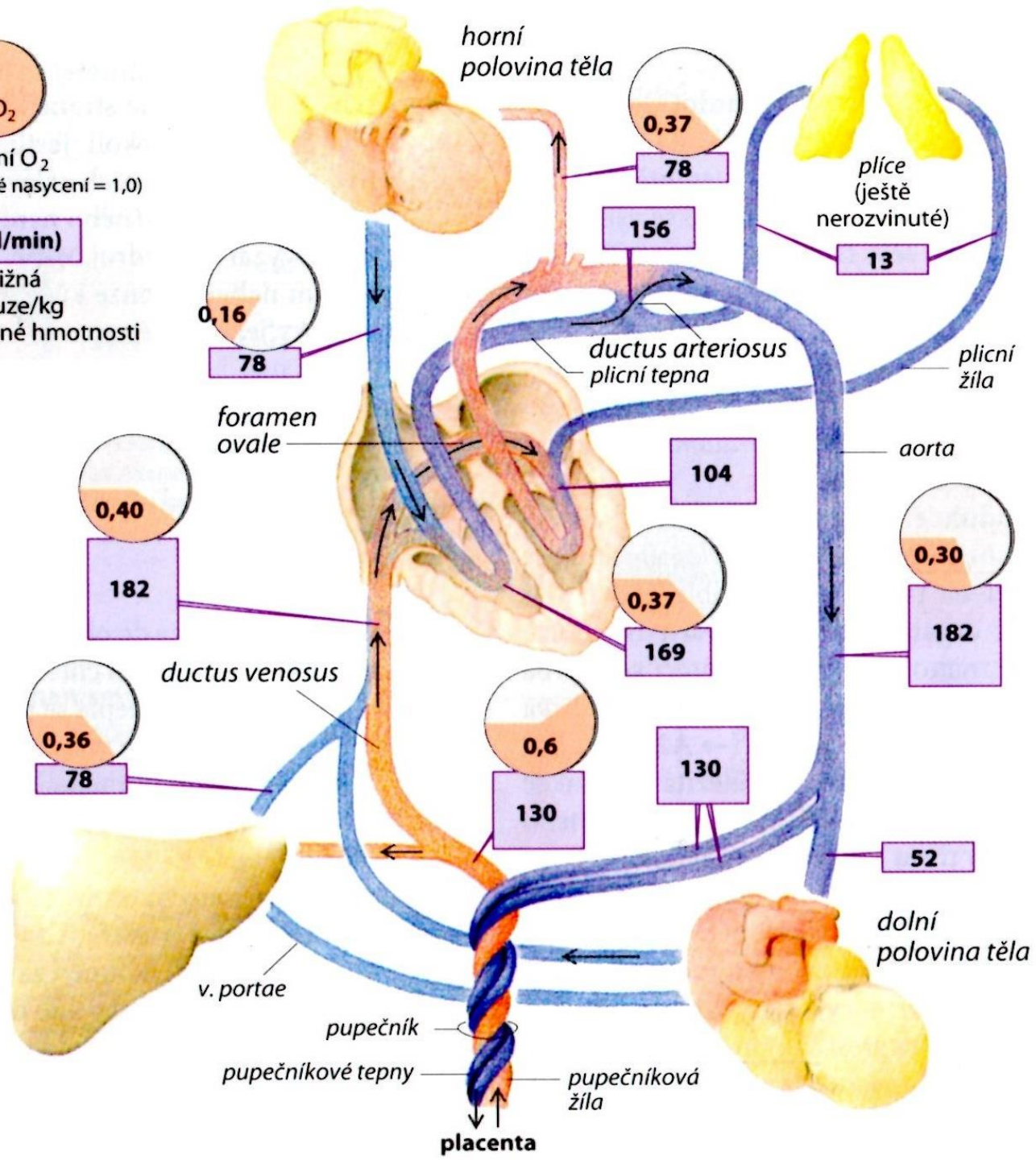




sycení  $O_2$   
(úplné nasycení = 1,0)

(ml/min)

přibližná  
perfúze/kg  
tělesné hmotnosti



# Základní fyziologické rozdíly II. :

## Dýchací systém :

- rozepjetí plic po prvních vdeších, pokles plicní cévní resistance, funkční plicní oběh
- kvalita rozepjetí plicního parenchymu závisí na zralosti surfaktantu
- dýchací cesty jsou úzké, sliznice relativně kyprá, snadná obturace sekretem
- poddajnost hrudníku i plic je nízká, žebra v inspiračním postavení, dýchání brániční
- relativní spotřeba O<sub>2</sub> je vyšší, dechové objemy relativně nižší (pozor na mrtvý prostor)
- regulace dýchání nedokonale vyvinuta, snadný farmakologický útlum.
- hypoxie novorozence vede přímo k útlumu dýchání, útlum kašlacího reflexu





# Základní fyziologické rozdíly III. :

## Vylučovací systém:

- po narození snížený průtok krve ledvinami i GF – pozůstatek fetální cirkulace
- snížená koncentrační schopnost ledvin, max spec. hm. moči 1025, nebezpečí rychlé dehydratace a ztráty iontů.
- CTV novor. 75-80%, denní obrat tekutiny 15%
- minimální diureza 1 ml/kg/h

# Základní fyziologické rozdíly IV. :

Játra:

- nedostatečně rozvinuta detoxikační schopnost (m.j. eliminace léků)
- nedostatečně rozvinut uhlohydrátový metabolismus (norma 10-12 týden).
- uhlohydrátové rezervy se tvoří od 26 gest. týdne. Glykemie novor. 2,7-3.3 mmol/l
- pokles po 1,6 mmol/l hradíme G10% 2ml/kg
- i po 12 týdnu života deficit syntézy K depend. koag. faktorů (II, VII, IX a X)
- vysoká hladina Hb, až 180g/l, ve m 4.měs. fyziol. anemizace 95 g/l.
- ikterus novorozenců pro metabolismus Hb a nezralost glukuronyltransferázy. Při bili přes 340 umol/l poškození CNS. U hypoxických nedonošenců už při 150 umol/l.



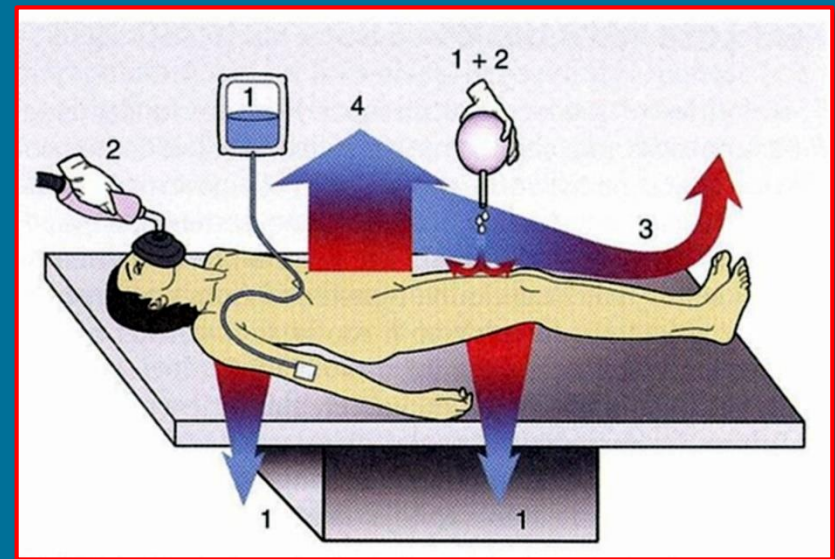
# Základní fyziologické rozdíly V. :

## Termoregulace:

- normální teplota novorozence je 36,3 – 37,3 C
- ztráty tepla relativně vyšší pro nepříznivý poměr hmotnosti a povrchu těla, malou vrstvu podkožního tuku a neschopnost třesové termoregulace.
- v hypotermii klesá srdeční výdej, centralizuje se oběh, nastává útlum dýchání,
- zpomaluje se farmakodynamika léků a prodlužuje se i účinek anestetik
- poklesu tepla zamezíme použitím zahřívací matrace, vyhřátím operačního sálu a zamezením proudění vzduchu, použitím vodovzdorné folie při rouškování, teplovzdušným ventilátorem atd.
- pozor na přehřátí kojenců

# Ztráty tepla

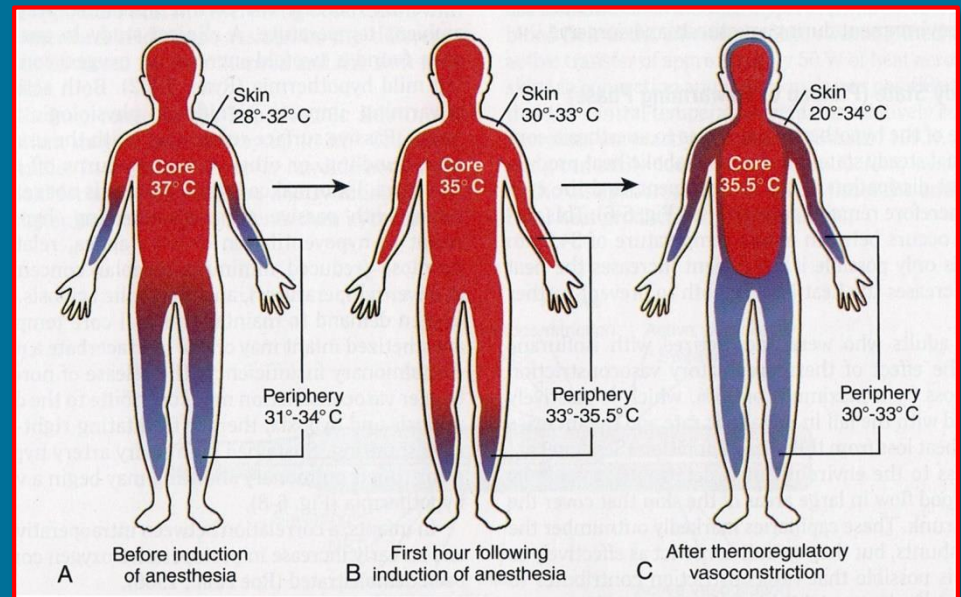
- ❑ Kondukce (vedení) - předání tepla přímým kontaktem (ochlazení chladnou deskou stolu, infuzí, výplachem)
- ❑ Radiace (vyzařování) - tepelné vyzařování, závisí na poměru tělesné hmotnosti a povrchu a na rozdílu teploty těla a okolí
- ❑ Konvekce (proudění) - předání tepla pohybujícím se molekulám okolního prostředí (vzduchu), které je odvádějí (proudění vzduchu na sále, výměna plynů při UPV).
- ❑ Evaporace (odpařování) - ztráty tepla odpařováním vody z povrchu těla, plic a otevřených tělních dutin



(Volně podle Luginbuehl I., Bissonnette B., Davis PJ Thermoregulation: Physiology and Perioperative Disturbances. In Davis PJ, Cladis FP, Motoyama EK. Anesthesia for Infants and Children, 2011, Philadelphia, Elsevier Mosby)

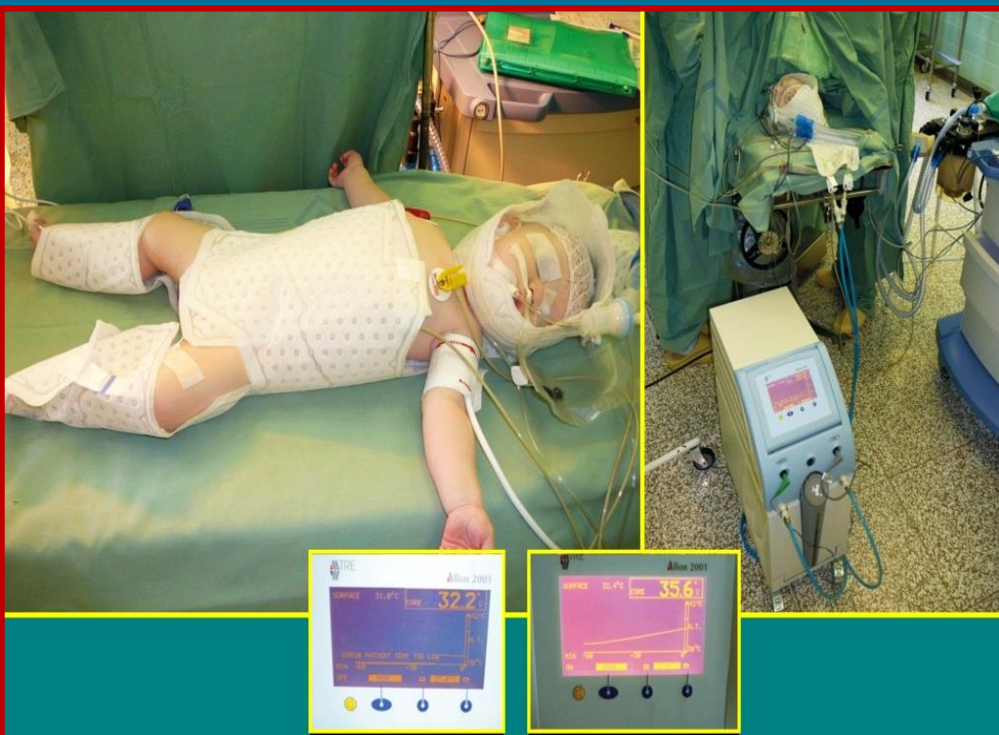
# Hypotermie v anestézii dětí

- ❑ Pokles teploty tělesného jádra pod  $36^{\circ}\text{C}$  (hypotermie lehká  $36,0-34,0^{\circ}\text{C}$ , střední  $33,9-32,0^{\circ}\text{C}$ , závažná pod  $32^{\circ}\text{C}$ )
- ❑ V první hodině snížení teploty na  $35^{\circ}\text{C}$  zchlazením krve v periferních cévách dilatovaných anestezií (u malých dětí přiměřeně rychlejší)
- ❑ Po nástupu termoregulační periferní vazokonstrikce teplotní plato jádra na  $35,5^{\circ}\text{C}$  (modelová situace při optimální tepelné pohodě, resp. v termo-neutrálním prostředí)





# Zabezpečení tepelné pohody



## Zahřívací teplovzdušná podložka





# Farmakologické poznámky

## Absorpce léku je snížena u novorozenců

- p.o. pro nižší aciditu žaludeční šťávy a nezralou žaludeční sliznici,
- i.m. pro vysoký obsah vody ve svalové tkáni, vazomotorickou nestabilitu

## Distribuci léku ovlivňuje

- hyperkinetická cirkulace
- snížená vazba farmaka na bílkoviny, jeho vyšší volná frakce
- nižší afinita fetálního albuminu k lékům
- zvýšený bilirubin vytěsňující lék z vazby na bílkovinu
- vyšší obsah vody v těle snižující koncentraci léků rozpustných ve vodě
- vyšší prostupnost hematoencefalické bariery

## Eliminaci léku ovlivňuje

- stupeň zralosti jaterní tkáně (dle funkcí týdny až měsíce)
- snížení ledvinné perfúze a ledvinných funkcí (dozrávají v 6. měsíci věku)

# Patofyziologie dětské perioperační bolesti

- akutní, rychle vznikající, rychle odeznívající, intenzita kolísá dnem a nocí
- bolest je individuální a subjektivní prožitek
- periferní receptory, dráhy pro vedení bolesti, korová centra jsou konstituována a aktivní od 24 týdne těhotenství, vertikální propojení kolem 30 týdne
- v období porodu jsou funkční mechanismy modulace bolesti: descendentní inhibiční dráhy, tlumivé míšní neuropeptidy (endorfiny a enkefaliny)

# Jaká analgetika máme k dispozici?

- **neopiodní analgetika:** paracetamol, metamizol
- **nesteroidní antiflogistika:** ibuprofen, ketoprofen, diklofenak, indometacin, koxiby
- **slabé opioidy:** tramadol, kodein
- **silné opioidy:** morfin, pethidin, piritramid, fentanyl, sufentanil
- **disociativní anestetika:** ketamin
- **lokální anestetika:** bupivacain, levobupivacain



# Opiáty I.

- snadný prostup H-E bariérou, vyšší citlivost opiátových receptorů dítěte
- tlumí dýchání, snižují peristaltiku, způsobují závislost
- perioperačně jen při možnosti UPV a monitorace vitálních funkcí
- dávkování kontinuální, bolusy se v poop. péči nedoporučují
- Abstinenční příznaky po opiátové léčbě: nástup velmi individuálně, vegetativní příznaky často kombinované s halucinacemi a děsem
- Léčba: návrat opiátů, sedace, tiapridal, dexmedetomidin, opakovat vysazování opiátů pomaleji



# COCAINE TOOTHACHE DROPS

Instantaneous Cure!

PRICE 15 CENTS.

Prepared by the

**LLOYD MANUFACTURING CO.**

219 HUDSON AVE., ALBANY, N. Y.

For sale by all Druggists.

(Registered March 1885.)

See other side. <sup>18</sup>

# Opiáty II.

- **morfin:** nejpoužívanější, premedikace, pooperační analgezie, pomalý nástup účinku (30 min.), anxiolytický účinek, útlum kašlacího reflexu
- **sufentanil:** vynikající analgetikum, hypnosedativní účinek, potlačený útlum dýchání, oběhová stabilita
- **nalbufin:** minimální útlum dýchání, není návykový, spec. kappa agonista a mí antagonist, nelze kombinovat s ostatními opiáty
- **fentanyl, alfentanyl:** výrazný útlum dýchání, rigidita hrudní stěny, ústup od užívání
- **piritramid, petidin, pentazocin:** ústup od užívání
- **naloxon:** antagonizace opiátů, titrace až do 10ug/kg, poločas 40-60 min, potlačí dechovou depresi i analgezii, možná vegetativní nestabilita dítěte a zmatenost





Karfentanil - 10mg/6 tun, v roce 2016 oficiální produkce v USA celých 16 g. Jako Wildnil k imobilizaci velkých zvířat. Ale také jako superdroga nebo ZHN.

# Dávkování opiátů v perioperační analgezii dětí

	jednorázová dávka	kontinuální dávka
morfin	<b>0,05-0,2 mg/kg i.m.,i.v.</b>	<b>0,01-0,02 mg/kg/h; 0,5-1 mg/kg/den</b>
fentanyl	<b>1-4 ug/kg i.m., i.v.</b>	<b>1-2 ug/kg/h</b>
sufentanil	<b>0,1-0,5 ug/kg i.m., i.v.</b>	<b>0,2-1 ug/kg/h</b>
meperidin (pethidin)	<b>1 mg/kg i.m, i.v.</b>	
piritramid	<b>0,05-0,2 mg/kg i.m., s.c.;</b> <b>0,05-0,1 mg/kg i.v.</b>	
nalbufin	<b>100-250 ug/kg</b>	
tramadol	<b>1-1,5 mg/kg i.v., i.m., p.o. p.r.</b>	<b>0,25 mg/kg/h</b>

Zdůrazněny jsou dávky které neovlivní spontánní dechovou aktivitu.

# Neopiátová analgetika I.

- **tramadol:** středně účinné analgetikum, není euforizující ani návykový, netlumí dýchání, častá nevolnost a zvracení
- **ketamin:** analgetikum v subanestetické dávce do 1 mg/kg, bez psychomimetických účinků, krátké působení (10-20 min.)
- **metamizol:** analgetikum, antipyretikum, protizánětlivý a spasmolytický účinek. Možná anafylaktická reakce. Pro děti od 3 měsíců

# Neopiátová analgetika II.

- **paracetamol:** p.r. a nově i.v. forma, peroperačně i pooperačně již od novorozeneckého věku. Terapeutická hladina je 20 ug/ml, max. 120 ug/ml, toxická 300 ug/ml, p.r. nutná iniciální dávka, i.v. nikoliv.
- **ibuprofen:** doplňkové analgetikum, p.o. a rektální forma, určen pro děti od 6. měsíce.
- **intravenozní ibuprofen??**

## Dávkování neopiátových analgetik a některých léků určených pro sedaci dětí

• paracetamol	7,5-15 mg/kg i.v.; 15-20 mg/kg p.r.; max. 60 mg/kg	
• metamizol	15 mg/kg max. 4x denně	
• ketamin	1 mg/kg i.v.; 2-3 mg/kg i.m.	
• ibuprofen	20 mg/kg ve 3-4 dávkách p.o., p.r.	
• diazepam	0,1-0,3 mg/kg i.v., i.m.; 0,2-0,5 mg/kg p.r.	
• midazolam	0,05-0,2 mg/kg i.v.; 0,2-0,5 mg/kg p.o. do 10 mg; 0,05-0,1 mg/kg/h	
• chloralhydrat	20-100 mg/kg p.o., p.r.	
• bisulepin	0,5-1,5 mg i.v., i.m.	(Dithiaden)
• chlorpromazin	0,5-1 mg/kg i.v.	(Plegomazin)
• flumazenil	0,01-0,05 mg/kg	
• dexmedetomidin	0,5-1 µg/kg i.v.; 1,5-2 µg/kg i.m.	
• dosulepin	0,5 - 1 tbl p.o.	(Prothiaden)
• promethazin	0,5 – 1 tbl p.o.	(Prothazin)
• propofol	1 mg/kg i.v.; kont. sedace 1-4 mg/kg/h; anest. 9-15 mg/kg/h	



# Taktika pooperační analgezie dítěte

- soulad preemptivní, peroperační a pooperační analgezie
- prevence periody bez analgezie (po příjezdu z OS, při manipulaci s pacientem či dávkovačem)
- kombinace léku, znalost jejich vedlejších účinků a omezení
- optimalizace vnějších vlivů působících na pacienta (hluk, světlo, častá manipulace, rozrušení rodiče atd.)
- správná kombinace analgezie a sedace

# Kontrola kvality léčby bolesti

VAS-číselná (1-10) nebo grafická, obličejová (0-5) škála

FLACC-(Face, Legs, Activity, Cry, Consolability) pro kojence a větší děti

NIPS-Neonatal/Infant Pain Scale pro děti do jednoho roku

COMFORT NEO-kombinace objektivního a subjektivního hodnocení

POPSI, ATTIA-komplexní, ale ošetrovatelsky náročné

Pečlivé, nepřetržité sledování zkušeným personálem je nenahraditelné



## COMFORTneo – hodnocení bolesti

Datum:

### Bdělost (vigilita)

- 1 klidný spánek (zavřené oči, klidný obličej)
- 2 aktivní spánek (zavřené oči, grimasování)
- 3 klidná bdělost (otevřené oči, klidný obličej)
- 4 aktivní bdělost (otevřené oči, grimasování)
- 5 bdělost a dráždivost

### Klid /neklid

- 1 klidný/á
- 2 mírný neklid
- 3 neklidný/á
- 4 výrazný neklid
- 5 těžký neklid, panika

### Dýchání při UPV – jen u dětí s UPV

- 1 žádné spont. dýchání
- 2 spont. dýchání při UPV
- 3 částečná desynchronizace s UPV
- 4 desynchronizace, kašel, opak. alarmování ventilátoru
- 5 aktivní odpor

### Pláč – jen u dětí bez UPV

- 1 žádný pláč
- 2 slabý pláč
- 3 pláč, nářek
- 4 intenzivní pláč
- 5 křik

### Pohyb těla a končetin

- 1 žádné/minimální pohyby
- 2 1-3 drobné pohyby končetin
- 3 více než 3 subtilní pohyby končetin
- 4 1-3 prudké pohyby končetin
- 5 více než 3 prudké pohyby končetin či celého těla

### Obličej

- 1 mimické svaly relaxované, otevřená ústa
- 2 normální napětí mimických svalů
- 3 intermitentní svírání očí a obočí
- 4 kontinuální svírání očí a obočí
- 5 mimické svaly zkrívené, grimasování

### Svalový tonus

- 1 úplná svalová relaxace
- 2 nižší svalový tonus, minimální odpor při manipulaci
- 3 normální svalový tonus
- 4 zvýšený svalový tonus, sevřené prsty na končetinách
- 5 výrazná hypertonie, rigida, sevřené prsty

Celkové skóre:

Expertní odhad ošetřovatele/ky (0 = žádná bolest až 10 = nejhorší možná bolest)

Pacient
---------

Čas:

--	--	--	--	--

--	--	--	--	--

--	--	--	--	--

--	--	--	--	--

--	--	--	--	--

--	--	--	--	--

--	--	--	--	--

--	--	--	--	--

--	--	--	--	--

# Svalová relaxace - vývoj neuromuskulárního spojení plodu

9. týden - zakládají se ACHR

9.-16. týden - tvoří se primitivní svalové ploténky

16.-24. týden - vzniká neurální část synapse

24.-31. týden - nervosvalová ploténka v definitivní podobě,  
ale přetrvává:

snížená dostupnost ACH v motoneuronech  
zvýšená senzitivita vůči nedepolarizujícím  
myorelaxanciím

Funkčně dozrává do 1. roku života

# Faktory ovlivňující farmakologii nervosvalové blokády, spotřebu myorelaxancia (+ nebo -)

- nárůst svalové hmoty (+)
- zvyšující se počet neuromuskulárních spojení (+)
- zvyšující se množství uvolňovaného acetylcholinu (+)
- rychlost vedení vzruchu a stupeň myelinizace (+)
- větší ECT, nižší plasmatické koncentrace (+)
  
- relativně nižší eliminační schopnost organismu (-)

# Jaká myorelaxancia máme k dispozici?

*depolarizující:*

sukcinylcholinjodid

*nedepolarizující:*

krátce působící:

-*mivacurium*, rapacurium

střednědobě působící:

-*atracurium*, *cisatracurium*,  
*vecuronium*, *rocuronium*,

dlouhodobě působící:

-*pipecuronium*, *doxakurium*,  
tubokurarin

# Sukcinylcholinjodid

Kontroverzní, stále používaný a oblíbený.

ED 95:

- novorozenci 0,61 mg/kg
- kojenci 0,73 mg/kg
- větší děti 0,42 mg/kg

Indikace:

- urgentní ETI, crush úvod, ETI k připojení na UPV

Běžná dávka pro ETI 1,5-2,5 mg/kg

Rozpustný ve vodě, více ECT, nižší plasmatická koncentrace

# Vedlejší účinky a komplikace při použití sukcinylu

- související s depolarizací:
  - svalové fascikulace, pooperační myalgie (od osmi let)
  - zvýšený nitrolební tlak
  - zvýšený intraabdominální tlak
  - zvýšený nitrooční tlak
- prolongovaná blokáda u pacientů s defektem pseudocholinesterázy
- bradykardie a arytmie (vagová!)
- rhabdomyolýza, myoglobinurie
- maseterová rigidita, v.s. související s incipientní MH



# Hyperkalemie po podání SCHJ

- svalové kontrakce provází uvolnění K z intracelulárního prostoru, vzestup jeho plasmatické hladiny
- nebezpečí zejména u svalových onemocnění, popálených, plegiků, hyperkalemických nemocných
- prodloužená vlna T, deformace QRS komplexu, komorová fibrilace, zástava
- i.v. aplikace Ca 5-10 mg/kg, úprava pH
- 1993: US Food and Drug Administration (FDA) nedoporučuje užití SCHJ ve standardních situacích.

# Indikace nedepolarizující svalové relaxace

- ETI po úvodu do CA
- svalová relaxace z chirurgických důvodů
- UPV v průběhu anestézie
- dlouhodobá UPV

# Nedepolarizující myorelaxancia

## Mivacurium

-krátká doba nástupu (1 min při 0,15 mg/kg),  
metabolizován pseucholinesterázou, zvyšování dávky nad  
0,25 mg/kg zrychlí nástup, ale způsobí vyplavení  
histaminu s erytémem a poklesem TK. SCHJ nenahradil

## Cisatracurium

-trvání 30-40 min, 0,15-0,2 mg/kg, ETI do cca 2 min.,  
neuvolňuje histamin, rozpad převážně neenzymatickou  
hydrolýzou, předpokládatelná doba účinku

## Rocuronium

-trvání cca 45 minut, dávka 1,2-1,6 mg/kg, ETI do 1 min.,  
vylučován játry a ledvinami, nahradí SCHJ?

# Tipy a triky v používání nedepolarizující myorelaxance u dětí I.

## Opakování dávky až při příznacích obnovy svalové síly

- (kapnometr, tlaková křivka, neurostimulace, jinak nevysvětlitelný pokles saturace, chirurgická výzva)
- 30-50% intubační dávky, dle typu relaxancia

## Svalová relaxancia a inhalační anestetika

- Sevofluran i izofluran mají výrazné myorelaxační účinky
- Sevofluran i izofluran sníží potřebu relaxancií při 1 MAC o 30%, při 1,5 MAC o 50%
- Sevofluran umožňuje šetrnou ETI bez myorelaxace

# Tipy a triky v používání nedepolarizující myorelaxance u dětí II.

## Antagonizace nervosvalové blokády

- Zejména malé děti mají minimální dechové rezervy
- Je doporučeno každou nedepolarizující nervosvalovou blokádu dítěte ukončit podáním inhibitorů acetylcholinesterázy
- Muskarinový efekt je nutno potlačit podáním atropinu  
Dávkování: atropin 0,02 mg/kg, neostigmin 0,04 mg/kg
- Dekurarizovat lze až po částečné obnově svalové aktivity (např. TOF 2-3 záškuby, spontánní dechová aktivita)
- Při použití střednědobě působících relaxancií není nutno počítat s rekurarizací
- sugammadex (Bridion) cílená antagonizace vekuronia a rokuronia

# Tipy a triky v používání nedepolarizující myorelaxance u dětí III.

## Známky dostatečné dekurarizace

- novorozenci a malí kojenci-dostatečná spontánní dechová aktivita, symetrická hybnost končetin nad podložku po podráždění, pláč!
- větší děti-dostatečná spontánní dechová aktivita, kašel a polykání při odsávání z HCD, otvírání očí, cílená obrana na bolestivý podnět

# Svalová relaxace v kontextu dětské anestezie

Úloha stále nezastupitelná, takřka zásadní, avšak:

- použitím inhalačního úvodu sevofluranem či i.v. úvodu propofolem mizí nutnost podání SCHJ k ETI
- použití inhalační sevofluranové anestezie doplněné sufentanilem výrazně redukuje nebo dokonce eliminuje nutnost nedepolarizující svalové relaxace



## Indikace inhalačního úvodu v anestézii dětí:

- novorozenci a kojenci (často i se zajištěným i.v. vstupem)
- venepunkce při vědomí obtížná nebo nemožná
- přání pacienta vyhnout se venepunkci

## Výhody a nevýhody inhalačního úvodu:

- úvod bez bolestivé venepunkce (+)
- možnost snadnější venepunkce při vazodilataci a ETI bez relaxace (+)
- rychlá eliminace farmaka z organismu (+)
- nepříjemné přiložení masky na obličej a inhalace aromatického plynu (-)
- exhalace inhalačního anestetika do okolí (-)

# Sevofluran

- rychlý úvod a probuzení z anestézie, dobrá a rychlá řiditelnost, bezpečný, nemá analgetické účinky
- úvod do anestezie: vdechování koncentrace do 8 obj.% vede do 2 min. k dostatečné anestézii potřebné k bezbolestné venepunkci, po 4 min. vedení anestezie: 0,5- 3,obj.% ve směsi s kyslíkem, příp. kyslík+N<sub>2</sub>O,



MAC<sub>50</sub> sevofluranu

VĚK	O <sub>2</sub> obj%	O <sub>2</sub> + 60% N <sub>2</sub> O
novorozenci	3,3	?
1-6 měs.	3,2	?
6-12 měs.	2,5	?
1- 12 let	2,0-2,6	2,0
18- 29 let	2,6	1,24
30-59 let	1,58-2,05	0,7
nad 60 let a více	1,48-1,51	0,7

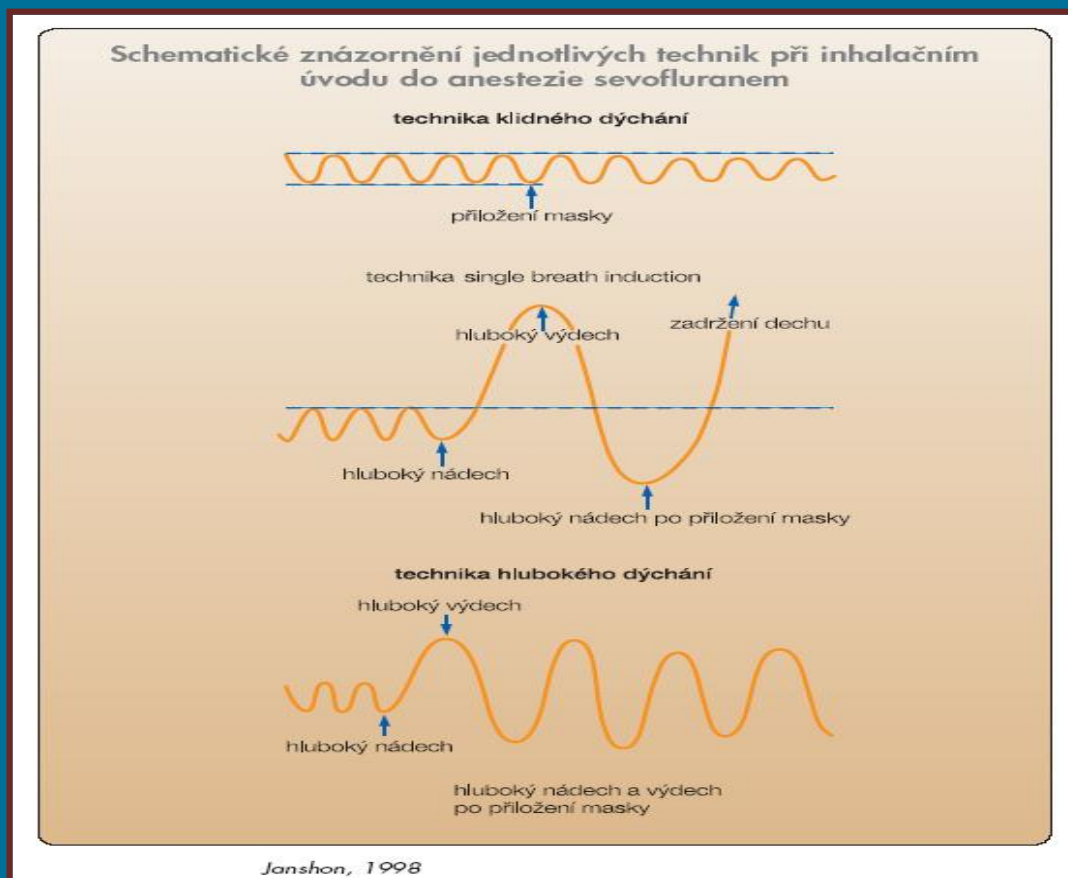
# Sevofluran

- *kardiovaskulární účinky*: žádné/ malé změny TF, pokles TK – snížení perif. cévního odporu (méně než u ISO), negativně inotropní účinek, pokles srdečního MV v závislosti na dávce (více než u ISO), není arytmogenní, nezvyšuje citlivost myokardu na účinek katecholaminů
- *respirační účinky*: útlum dýchání, bronchodilatace, nedráždí horní dýchací cesty, nezvyšuje tracheobronchiální sekreci *nervosvalové účinky*: myorelaxační účinek (potencuje účinek nedepolarizujících relaxancií: 1 MAC o 30%, 1,5 MAC o 50%), snížené prejunkční uvolňování kvant ACH, vliv na fluiditu lipidové vrstvy buněčné membrány, přímý vliv na membránový kalciový proud
- ± spouštěč maligní hypertermie
- játra: nemá hepatotoxické účinky (netvoří se kys. triflouroctová)
- CNS: vazodilatace mozkových cév – závislost na koncentraci anestetika, autoregulace mozkové perfúze zachována, snížení metabolismu, zachována reaktivita cévního řečiště na CO<sub>2</sub>, redukce evokovaných potenciálů, epileptogenní aktivita??
- Způsobuje poanestetickou zmatenost, excitaci - EMERGENCE AGITATION (EA), EMERGENCE DELIRIUM (ED)

## Inhalační úvod - optimální postup:

- vdechovaná směs: sevofluran 8%,  $\text{FiO}_2$  50%
- jednocestný systém nebo okruh  
(průměr 15 či 22 mm dle věku)
- před přiložením na obličej naplněný směsí, maska těsně přiložena na obličej
- 20-30 s bezvědomí, 50-60 s venepunkce bez reakce, 120 s ETI bez relaxace

# Technika inhalačního úvodu celkové anestézie sevofluranem



# EMERGENCE DELIRIUM (ED)

- neklid, zmatenost, agitovanost až agresivita po doplňované nebo kombinované anestézii, jejíž součástí je inhalace sevofluranu (nebo jiné inhalační nebo i.v. anestetikum)
- nastupuje 5-10 minut po zastavení inhalace, trvá 5-25 minut  
vyskytuje se až u 40 % (55%) dětí, nejčastěji ve věku 2-6 let, cca 4% u dospělých

## Příznaky:

behavioral disturbances

confusions

restlessness

excitation

inconsolable crying

delusions

struggling

thrashing about in bed

moaning

paranoid ideation

involuntary physical activity

poruchy chování

zmatenost

neklid, nepokoj

podráždění, vzrušení

nezišitelný pláč

bludy

bojovnost, zmítání se

zmítání se v posteli

naříkání, sténání

paranoidní představy

nekontrolovatelné pohyby





## PAED (Paediatric Anesthesia Emergence Delirium score) – ED ≥10 bodů

	<b>vůbec</b>	<b>jen trochu</b>	<b>docela dost</b>	<b>hodně</b>	<b>velmi mnoho</b>
<b>ED I</b> Dítě udrží oční kontakt s ošetřujícím	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<b>ED I</b> Pohyby dítěte jsou účelné	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<b>ED I</b> Dítě si je vědomo svého okolí	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<b>ED II</b> Dítě je neklidné	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>ED II</b> Dítě je neutišitelné	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>

Locatelli B.G., Ingelmo P.M., Emre S., Meroni V. et al: Emergence delirium in children: a comparison of sevoflurane and desflurane anesthesia using the PAediatric Anesthesia Emergence Delirium scale. *Pediatric Anesthesia* 23 (2013), 301-308

# Emergentní delirium - souhrn

## **Příčiny velmi nejasné:**

- snad rychlé probuzení z anestézie
- epileptogenní účinek sevo, přímý účinek na CNS?
- spolupůsobí věk, emocionální nezralost, temperament dítěte, úzkostlivost rodičů
- způsob vedení anestézie

## **Nezaměnit:**

- se zmateností při hypoglykémii, hyperkapnií, hypoxií a vzestupu ICP
- excitací při nedostatečné analgézii nebo distenzi močového měchýře

## **Dlouhodobé následky nejsou zcela jednoznačně stanoveny:**

- negativní pooperační zážitky
- strach ze samoty a odloučení od rodičů
- poruchy spánku a jídla
- trvalé zhoršení učení a paměti

**Léčba:** propofol 1-1,5 mg/kg i.v., dále obvyklá sedace (midazolam, chloralhydrát)

## I.v. úvod do anestézie - indikace

- větší děti s již zajištěným nebo snadno zajistitelným i.v. vstupem
- děti s výraznou oběhovou nestabilitou
- crush úvod
- obtížně průchodné dýchací cesty
- strach z přiložení obličejové masky

## Výhody a nevýhody i.v. úvodu:

- rychlá ztráta vědomí (+)
- nutnost zajistit i.v. vstup při vědomí (-)
- delší eliminace farmak z organismu (-)
- nezbytnost podání svalové relaxace pro ETI (-)

# I.v. anestetika

## Thiopental

- rychlý a hladký úvod u zdravých větších dětí, ale
- kardiodepresivní (!oběhově nestabilní pacienti!)
- histaminogenní (!astmatici, těžcí alergici!)
- kontraindikován u novorozenců a malých kojenců (!fatální kardiodeprese!)

## Neuroleptanestézie

- dříve oblíbená kombinace opiátu (nejčastěji fentanylu) a droperidolu
- etomidát v péči o dítě spíše výjimečně

## I.v. úvod

### Propofol

- nejrozšířenější, v současné době i.v. úvod volby
- rychlá a příjemná ztráta vědomí
- nutná vyšší dávka (relativně větší distribuční prostor a rychlejší eliminace)
- neuvolňuje histamin
- nezpůsobuje nauzeu a zvracení, antiemetický účinek
- možná apnoická pauza
- deprese oběhu u hypovolemických dětí
- bolest při aplikaci, řeší 0,5% roztok



## I.v. anestetika

### Ketamin

- rychlý nástup
- uchová spontánní ventilaci a obranné reflexy dýchacích cest
- bronchodilatační účinek
- udrží oběhovou stabilitu
- zvyšuje ICP

indikován k i.v. úvodu u malých dětí, oběhově nestabilních pacientů, při sepsi a oběhovém šoku, u kardiaků a k i.m. úvodu

# Neurotoxická anestetik, ovlivnění neurogeneze

- diferenciace neuronů z kmenových buněk
- migrace buněk do míst další funkční specializace
- synaptogeneze
- axonální myelinizace
- fyziologická apoptóza nadbytečných neuronů

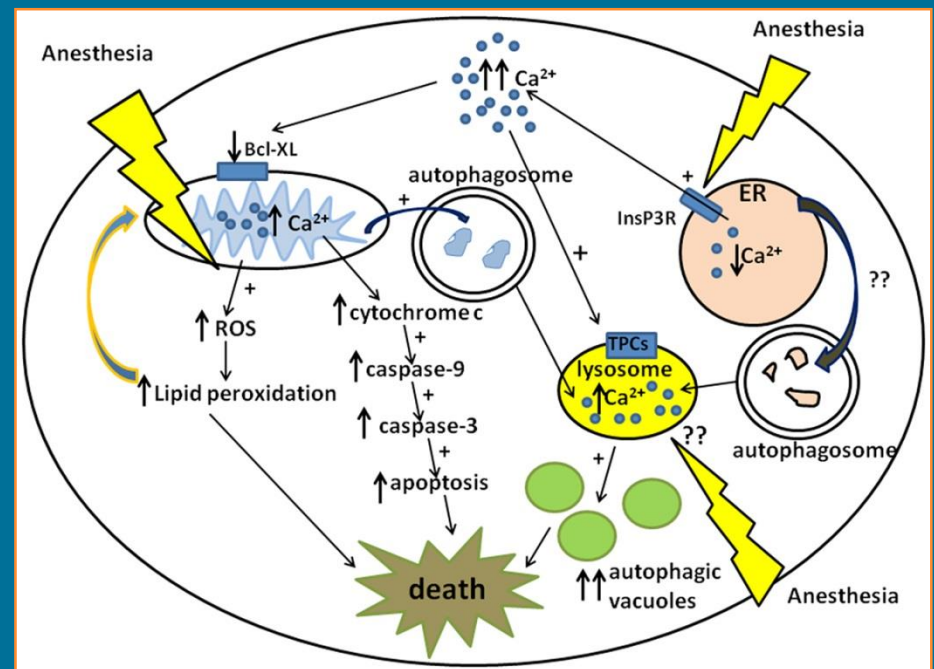
to vše je:

- nesmírně zranitelný proces
- vulnerabilní zejména od 24. gest. týdne do 4. roku života
- tyto procesy snadno modifikovatelné účinky anestetik (i jiných farmak)

V animálních studiích (desítky, mnohdy velmi bizarní) bylo zkoumáno neurotoxické působení (obvykle po dlouhé či opakované expozici) farmak na nezralý nervový systém. Jde především o:

thiopental  
ketamin  
propofol  
N<sub>2</sub>O  
midazolam  
diazepam

halotan  
isofluran  
sevofluran  
etylalkohol  
kanabinoidy  
xenon



## Konkrétně:

**Izofluran** – ztráta kmenových buněk, zvýšená buněčná apoptoza, snížení neurogeneze, zvýšená tvorba glie, omezení synaptogeneze, růstu axonů, tvorby neuronálních sítí

**Ketamin** – apoptoza zejména v kůře mozkové, zvýšená koncentrace kyslíkových radikálů a zvýšené dělení mitochondrií v zárodečných buňkách lidských neuronů

**N<sub>2</sub>O** – prosáknutí organel v neuronech, disfunkce mitochondrií, endoplasmatického retikula, oxidace methionin syntetázy s důsledkem defektu tvorby metylových skupin pro DNA, RNA

**Propofol** – omezení tvorby synapsí a jejich hustoty, poškození glie

**Sevofluran** – apoptoza, poškození růstu axonů

**Midazolam** – apoptoza, neurodegenerace

# Vědecké studie aneb „O myších a lidech“

- opakované animální studie jednoznačně potvrzují výše popsané jevy, *histochemicky* je potvrzují
- novější *prospektivní* studie potvrzují poruchy chování a vstřípivosti mladých a poté dospívajících jedinců myší, potkanů a opic vystavených různým anestetikům
- byla potvrzena *závislost* na dávce a délce expozice
  
- dokončené humánní studie jsou *retrospektivní*
- *srovnávají* dětskou populaci anestezevanou a neanestezevanou
- nacházejí větší či menší odchylky v *behaviorálním chování* či *kognitivních funkcích* mezi oběma skupinami, např. rozvoj ADHD nebo dokonce kriminality
- nezohledňují další vlivy – hospitalizace, chirurgické onemocnění, komplikace anestézie, vlivy prostředí při dospívání apod.
- vyhodnocují účinek délky a opakování expozice anestetiky mnohdy již nepoužívanými (halotan, diazepam, thiopental)
- jejich výsledky se hojně diskutují v odborných kruzích i na sociálních sítích

# Smarttots

Food and Drug Administration (FDA) a International Anesthesia Research Society (IARS)

Startují 2010 projekt „Strategies for Mitigating Anesthesia-Related Neurotoxicity in Tots“

[www.smarttots.org](http://www.smarttots.org)

## *Prospektivní klinické studie*

**GAS (General Anesthesia and Apoptosis)** – aktuální prospektivní randomizovaná multicentrická mezinárodní studie srovnává operaci tříselné kýly v celkové a regionální anestézii. 722 pacientů, uzavřena 2012, nyní sledování

**PANDA ( Pediatric Anesthesia NeuroDevelopment Assessment)** – multicentrická studie ASA srovnává neurokognitivní a behaviorální nálezy u sourozenců, z nichž jeden byl operován a druhý ne. Zatím 28 párů, plán 960.

**MASK (Mayo Safety in Kids)** – rozsáhlý soubor dětí, jedna, dvě a více anestézií, rozsáhlé vyšetřování neurokognitivních funkcí, výsledky 2017

# Lze učinit jednoznačné závěry?

- Experimentální modely *in vitro* a *in vivo* prokazují **apoptózu nervových buněk** vystavených působení různých anestetik (mechanismus a jejich spouštěče zdaleka nejsou známy)
- zůstává zásadní rozpor:  
**neurotoxicita anestetik a sedativ vers. následky nedostatečné anestézie a sedace**
- **současné znalosti a dostupné experimentální a klinické důkazy zatím nestačí ke změně anesteziologické praxe**  
(Curr Opin Anesthesiol/CZ 2014;5:18-24)



# Nejnovější informace

Varování FDA ze 14.12.2016 (Drug Safety Communication):

„ Léky užívané v celkové anestézii a sedaci dětí pod 3 roky věku nebo u žen v třetím trimestru gravidity mohou při opakovaném podání nebo při anestézii delší než tři hodiny mít vliv na vývoj dětského mozku“.

Stanoveno na základě analýzy průběžných zjištění citovaných studií GAS, PANDA a MASK

Publikováno 8.2.21017 v NEJM.org

# Současný postoj Evropa

Konsensus *European Society of Anaesthesiology* ESA, *European Society of Paediatric Anaesthesiology* ESPA, *European Association of Cardiothoracic Anaesthesiology* EACA

a *European Safe Tots Anaesthesia Research Initiative* vydaný v *European Journal of Anaesthesiology* EJA /1/:

- „Nesdílet varování FDA v plném znění.“
- Výhrady zejména proti nedostatečně podložené věkové hranici 3 roky a délce trvání anestézie více než tři hodiny jako rizikovému faktoru zvyšujícímu incidenci neurotoxického poškození.
- Obava z překotného odkládání a redukování počtu anestézií.
- Hypotetická rizika z experimentů na tkáních či zvířatech nelze přenášet do anestézie dítěte.

/1/ Hansen TG. Use of anaesthetics in young children. *Eur J Anaesthesiol* 2017; 34: 327-328

# Informace pro rodiče

- Vašemu dítěti bude podána anestézie podle nejnovějších lékařských poznatků
- Anestézie je nezbytná pro operační nebo diagnostický výkon, eliminuje stres a bolest
- Bude vybrána forma anestézie optimální pro daný výkon
- Anesteziolog bude během výkonu sledovat neustále životní funkce dítěte, hloubku anestézie, úroveň potlačení bolesti
- Zodpovíme jakýkoliv dotaz Váš i Vašeho dítěte

## *Až na dotaz rodiče na toxicitu:*

Nejsou přímé důkazy pro poškozování dětského mozku anestetiky. Je oprávněné tvrdit, že případné psychické a fyzické poškození dítěte výkonem provedeným bez anestézie je daleko závažnější než toxické účinky anestetik.

# Předoperační lačnění

- 2 hod. před operací
- 4 hod. před operací
- 4 – 6 hod. před operací
- den před operací

čiré tekutiny, malé množství jabl. džusu

kojení, 6 hodin koj. strava

tuhá strava u neodkladných výkonů

tuhá strava u plánovaných výkonů

## Premedikace – možné schema :

Vagolytický, sedativní, antisalivační event. analgetický účinek

Atropin 0,02mg/kg i.m.vždy buď 45 min před výkonem nebo i.v. během úvodu

a/ převaha sedace a anxiolýzy – nebolestivé výkony a výkony se systémovou nebo epidurální analgezií (midazolam 0,1-0,2 mg/kg p.o event. i.v.)

b/ převaha analgetik – kratší výkony bez další analgezie (morfin 0,2 mg/kg i.m.)

# Inhalační úvod – přiložení obličejové masky

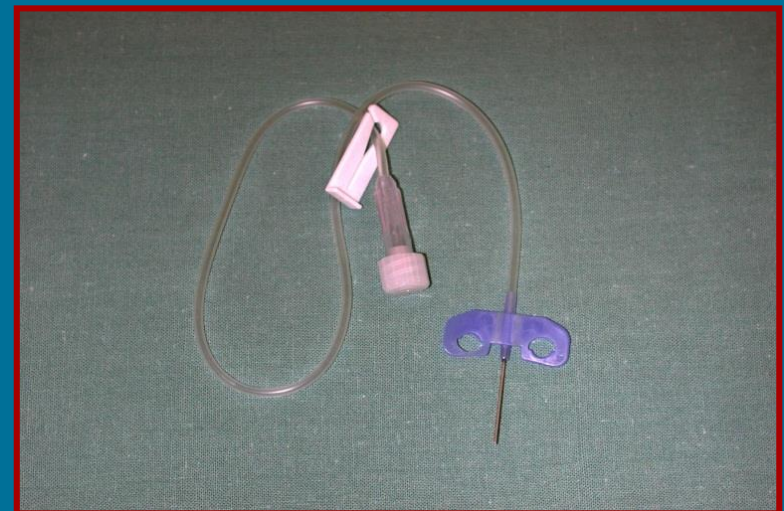
- Průhledná, dobře těsnící, maska správné velikosti
- Tah vzhůru za úhel mandibuly nikoliv tlak na kořen jazyka ve střední čáře
- Sevofluran 8% za spontánní ventilace, minimálně prodechovat
- Držet – směs nedráždí DC ale štípe do očí



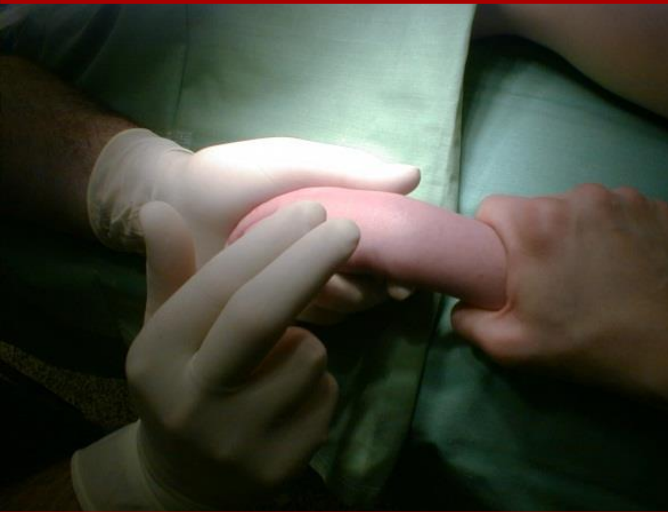


# Zavedení periferní žilní kanyly

- U novorozenců a kojenců užíváme kanyly jednoduché konstrukce bez křidélek a injekčního ventilu.
- Před venepunkcí premedikace, sedace nebo lokální aplikace EMLA krému
- Venepunkci dětí provádíme kanylami o velikostech G26 - 18,
- Inhalační anestézie sevofluranem způsobí vasodilataci, výrazně venepunkci usnadní
- Venepunkci lze provádět v povodí horní i dolní duté žíly bez obav z tromboembolických příhod
- Nejčastěji: hřbet ruky, nárt, v. saphena před vnitřním kotníkem, loketní jamka, dlaňová strana zápěstí, hlavička



# Zavedení periferní žilní kanyly

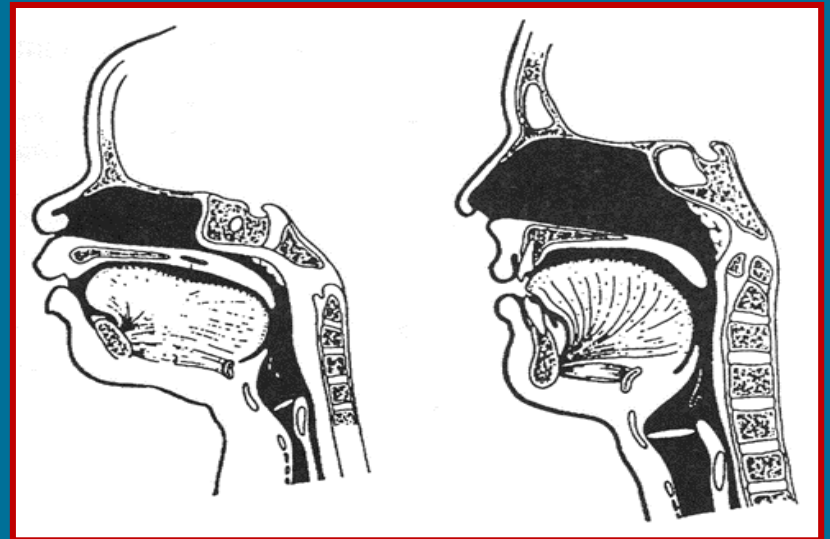




# Volba tracheální rourky

**vzorce pro výpočet velikosti:** Cole – ID = věk/4 + 4  
Motojama – ID = věk/4 + 3,5  
Khine – ID = věk/4 + 3  
Nejjistější je zkušenost !!!

**hloubka zavedení:** dle kalibrace rourky, u dětí chybí predilekce vpravo  
roučka s balónkem v indikovaných případech (prevence aspirace), nikoliv  
k dotěsnění špatně zvolené velikosti rourky  
nové maloobjemové nízkotlaké rourky Microcuff s mimořádnou těsností (10  
um),  
bez nebezpečí otlaku sliznice, válcová manžeta



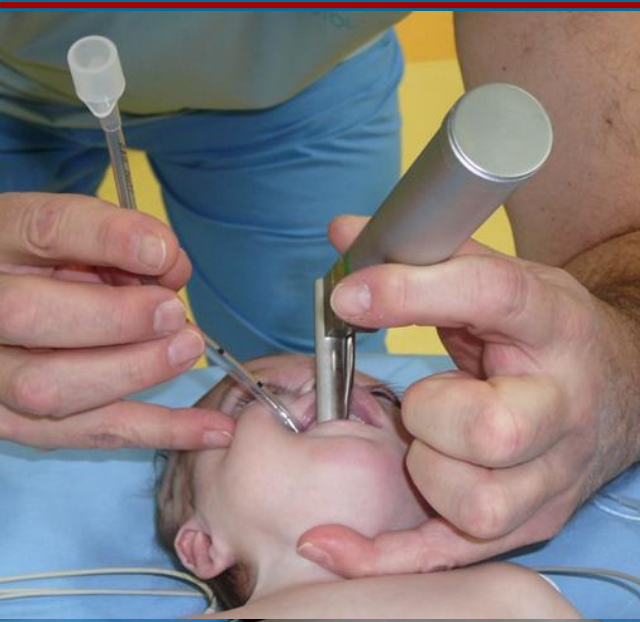
# Velikost TR ve vztahu k věku

(číslo TR je vnitřní průměr v mm)

- 3,0 nedonošený novorozenec pod 1,5-2 kg
- 3,5 donošený novorozenec
- 4,0 1 měsíc života
- 4,5-5,0 1-2 rok života
- 5,0-5,5 3-5 rok života
- 5,5-6,5 6-8 rok života
- 6,5-7,5 8-12 rok života



# Postup endotracheální intubace



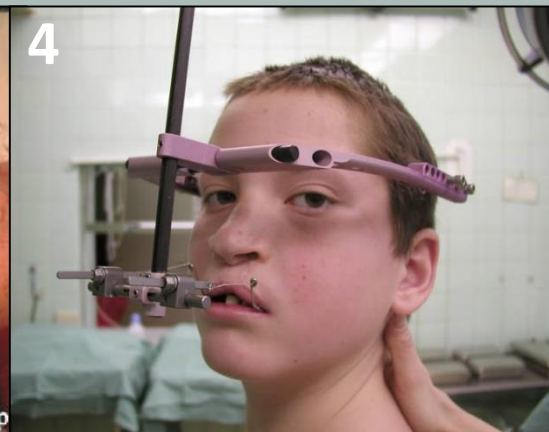
# Obtížná intubace

- Endotracheální intubace vyžadující více než 3 pokusy a/nebo trvající déle než 10 minut
- Výskyt 0,5-5 % intubaci
- Neměla by uniknout předanestetické vizitě
- Diagnostika dle Cormacka I-IV podle viditelnosti hlasových vazů a dle Mallampatiho I-IV podle viditelnosti měkkého patra a uvuly
- Zkontrolovat pomůcky k řešení obtížné intubace, odsávačku
- Neuvádět bez zajištěného žilního vstupu
- Zjistit možnost opakované ventilace maskou
- Zvolit vhodnou metodu zajištění dýchacích cest
- Mít „plán B“

# Příčiny obtížné intubace

## oblast nasofaryngu:

atrezie choan<sup>1</sup>, adenoidní hypertrofie<sup>2</sup>, trauma<sup>3</sup>, cizí těleso,  
nádorové deformity (např. teratom), rozštěpové vady<sup>4</sup>



© R.L. Huckstep



## Příčiny obtížné intubace

### oblast jazyka:

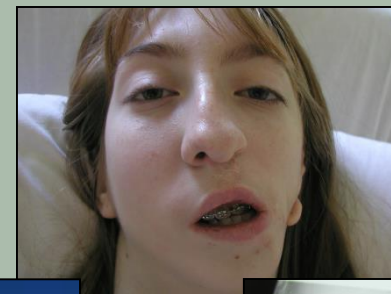
makroglosie (Downův či Beckwith-Wiedemann sy), hypothyreosa, poranění, popálení, alergická reakce, tumory (cystická hygroma, teratom)



# Příčiny obtížné intubace

## deformity čelistí:

Pierre-Robin sy<sup>1</sup>, Tracher-Collins sy<sup>3</sup>, Goldenhar sy, Apert sy<sup>2</sup>,  
Crouzon sy, laterogenie<sup>4</sup>



## Příčiny obtížné intubace

oblast faryngu a laryngu:

laryngomalacie, subglotická stenóza<sup>3,4</sup> (vrozená nebo pointubační), epiglotitida<sup>1</sup>, tonzilitida<sup>2</sup>, peritonzilární absces





## Příčiny obtížné intubace

### deformity krční páteře:

Klippel-Feil sy<sup>1</sup>, Goldenhar sy, tortikolis<sup>2</sup>, traumata<sup>3</sup>, juvenilní rheumatoidní artritida



1



2



3


# Laryngoskopické metody I.

- anesteziologům jednoznačně nejbližší
- obvyklá lžice dle Macintoshe, pro malé děti rovná Millerova
- videolaryngoskop Glydescope, 3 velikosti lžice, nutno otevřít ústa na 12-18 mm
- minimální potřeba zácvičku



**GLIDESCOPE®**  
Video Laryngoscopes

The GlideScope® Video Laryngoscope offers a consistently clear view of the airway,\* enabling quick intubation.

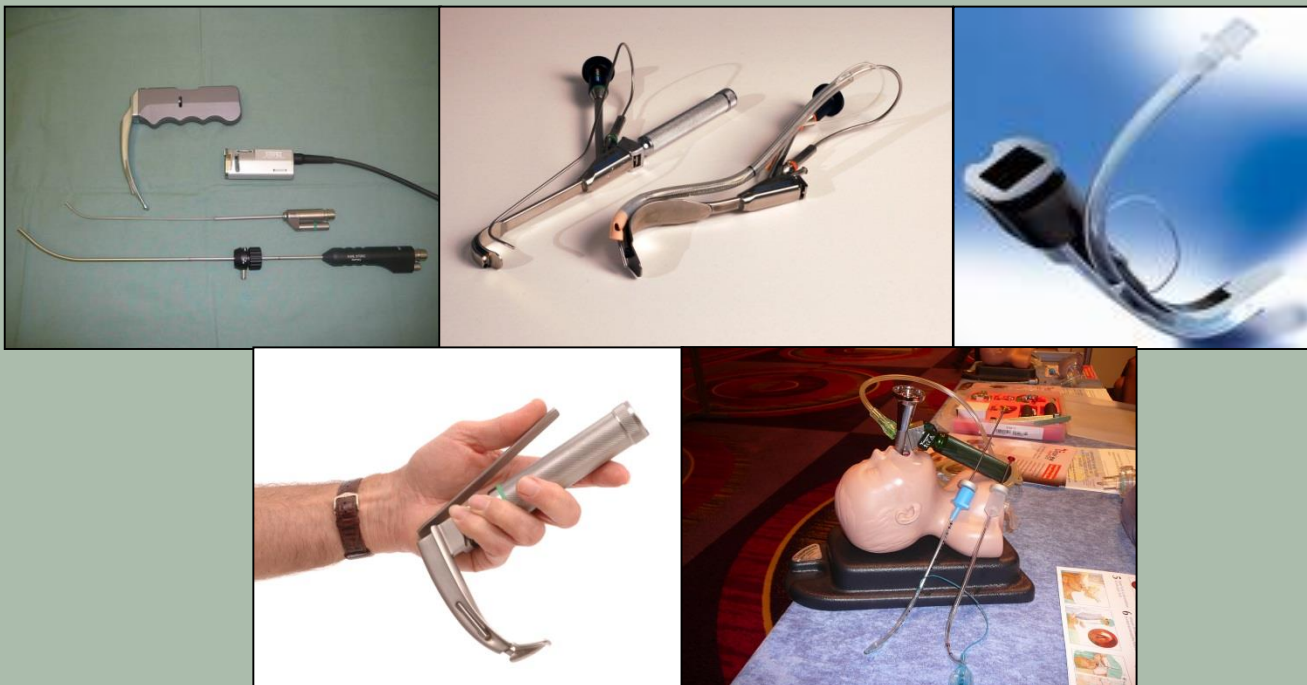


Photocourtesy of Ann Schem, MD, Harvard Oral Medical Center, MC

Even in difficult intubations, the GlideScope® system achieves a Cormack-Lehane (C/L) grade I or grade II view 99%\* of the time.

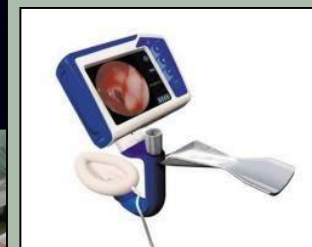
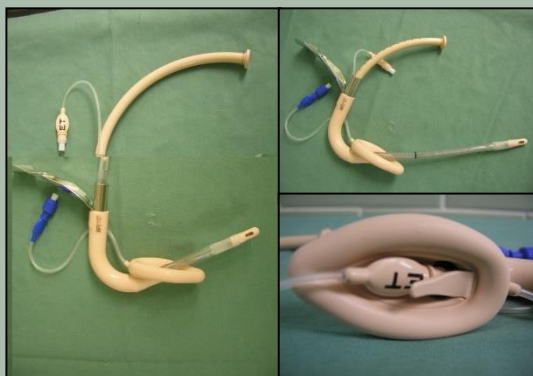
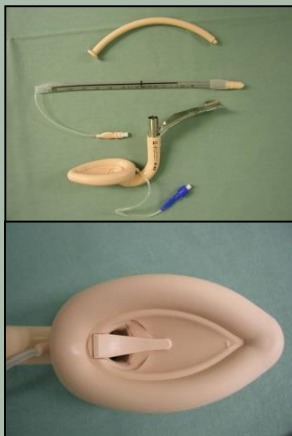
## Laryngoskopické metody II.

- přímá laryngotracheoskopie
- Bullardův laryngoskop
- videolaryngoskop Airtraq
- laryngoskop flextip
- TruView



# Laryngeální masky

- přechodné nebo definitivní zajištění obtížných dýchacích cest
- nutná velká zkušenost se zaváděním LMA
- standardní či flexibilní LMA, LMA Fastrack, C-trach



## Fibroskopie

- velká úvodní investice, nutný dlouhý výcvik, snadné poškození
- možnost nasotracheální intubace
- možnost intubace u pacientů s minimálním otevřením úst
- potřeba stále odsávat sekret z HCD



# Laryngospasmus

- křečovitě, déleodobě uzavření hrtanu které vede k přerušení kyslíku do plic
- patří mezi laryngální a faryngální obranné reflexy společně s kýcháním, polykáním, kašláním
- obávaná, poměrně častá a mnohdy velmi dramatická komplikace

# Laryngospasmus-incidence

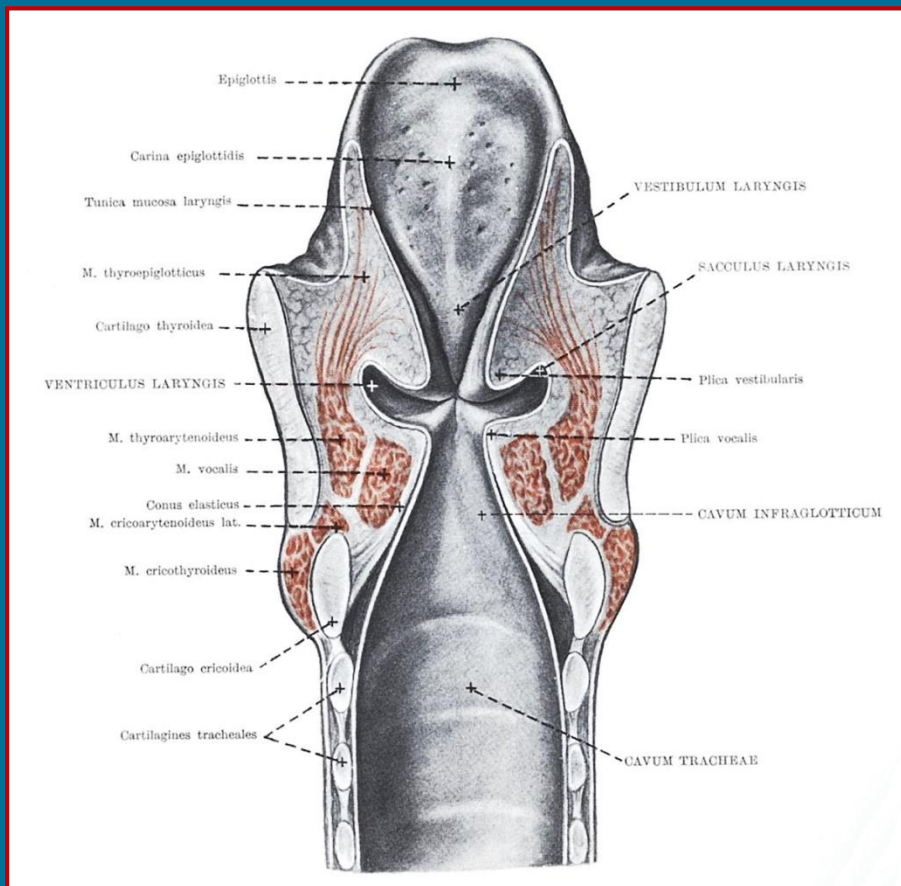
- 1,7 % u dětí do 9 let, 0,9 % u starších a dospělých (1)
- 1,74 % u dětí do 9 let, 0,87 % u ostatní populace (2)
- 1,7 % u dětí do 9 let, 6,4 % u dětí s plicní obstrukcí a 9,6 % u dětí s infektem DC (3)
- 4000 sledovaných komplikací v průběhu anestézie dětí, 189 x laryngospasmus tj. 4,7 % (4)
- použití LMA nebo obličejové masky místo ETI sníží incidenci laryngospasmu

- (1) Orliquet G., Gall O., Savoldelli G., Couloigner V.: „Case Scenario: Perianesthetic Management of Laryngospasm in Children.“ *Anesthesiology* 2012; vol. 116, 2, 458-471
- (2) Roy W.L., Lerman J.: „Laryngospasm in paediatric anaesthesia.“ *Can J Anaesth* 1988; 35, 1, 93-98
- (3) Hampson-Evans D., Morgan P., Farrar M.: „Pediatric laryngospasm.“ *Pediatric Anesthesia* 2008; 18, 303-307
- (4) Visvanathan T., Kluger M.T., Webb R.K., Westhorpe R.N.: „Crisis management during anaesthesia: laryngospasm.“ *BMJ Qual Saf Health Care* 2005; 14: e3doi:10.1136/qhsc



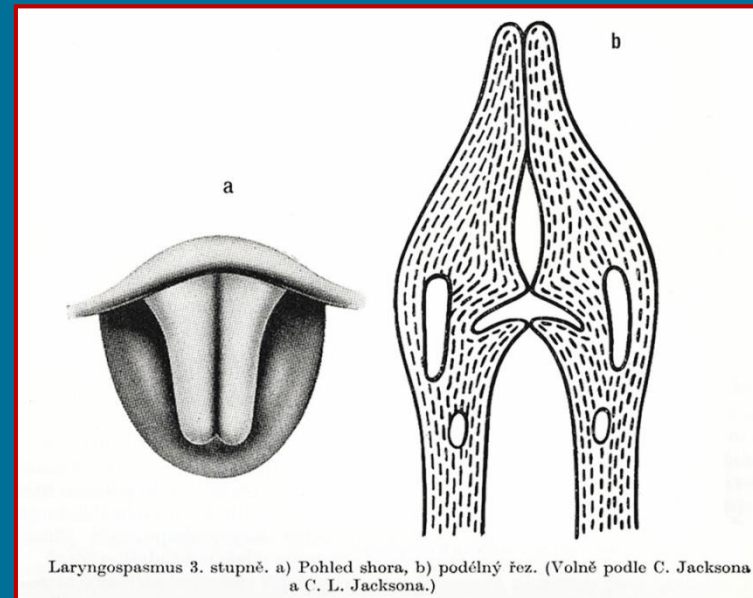
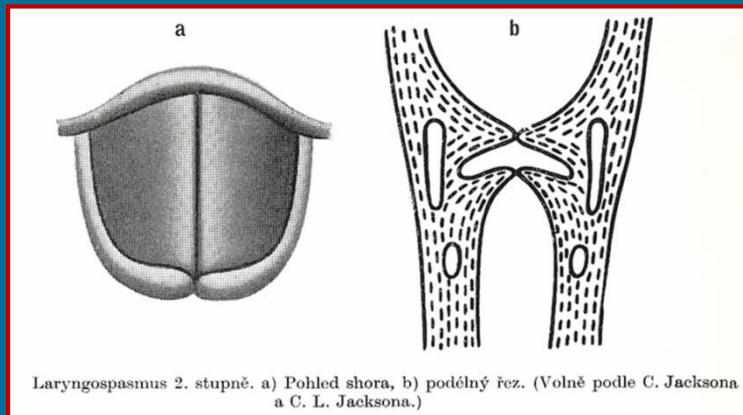
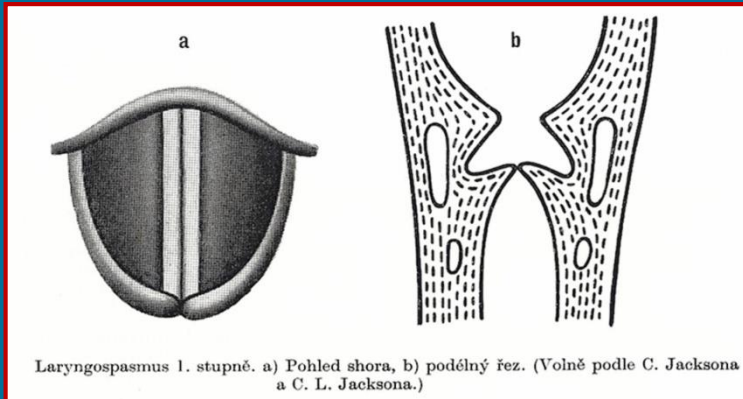
# Anatomie laryngospasmu

- akutní uzávěr plica vestibularis (nepravé hlasové vazy) a plica aryepiglottica





# Původní rozdělení laryngospasmu 1.-3.stupeň:



# Příčiny laryngospasmu v průběhu anestézie

**Dráždění dýchacích cest během mělké anestézie dítěte (úvod a ukončení)**

- sekrety, krev, zvratky v horních dýchacích cestách
- nedonošenost nebo chir. výkon na DC v anamnéze
- pokus o ETI v nedostatečně hluboké anestézii
- zavedení nevhodného nosního či ústního vzduchovodu v mělké anestézii
- viscerální nebo periferní bolestivé dráždění v nedostatečně hluboké anestézii
- špatně usazená LMA
- extubace během excitačního stadia inhalační anestézie
- aktivní i pasivní kouření

# Příznaky laryngospasmu

- **inspirační stridor**
- **dechové úsilí se prohlubuje**
- **respirační insuficience se stupňuje**
- **paradoxní dýchání**
- **tachykardie**
- **desaturace, bradykardie, centrální cyanoza**
- **ticho nad hrudníkem při kompletním laryngospasmu**
- **náhlý začátek!!!!!!!!!!!!**

# Léčba laryngospasmu - rychlá, jednoduchá, účinná

- odstranění spouštěcího stimulu (odsátí HCD, odstranění vzduchovodu či LMA, případně odstranění bolesti)
- 100% O<sub>2</sub>, těsně přiléhající maska, trojitý hmat
- pokus o prodýchnutí „silou“
- prohloubení anestézie i.v. propofol (může LS uvolnit)
- svalová relaxace suxametonium 1mg/kg i.v.
- suxametonium i.m., nástup účinku za 3-4 min, atropin 0,02 mg/kg v pohotovosti

# Dýchací systémy v anestézii dětí

**Okruh** (8,5, **15**, 22 mm) - inhalační úvod, řízená ventilace, možný low flow způsob použití, vždy nutné zvlhčení

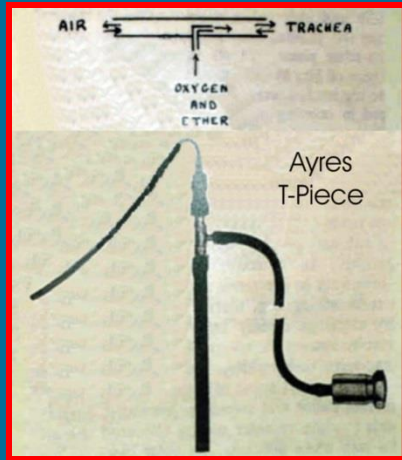
**Jednocestný systém** (obvykle **15** mm) - spontánní dýchání, děti do 30 kg t.hm.

Použití : a/ *bez zpětného vdechování*  
b/ s částečným zpětným vdechováním (absorpce CO<sub>2</sub>)  
c/ s úplným zpětným vdechováním (absorpce CO<sub>2</sub>)





# Jednocestné dýchací systémy

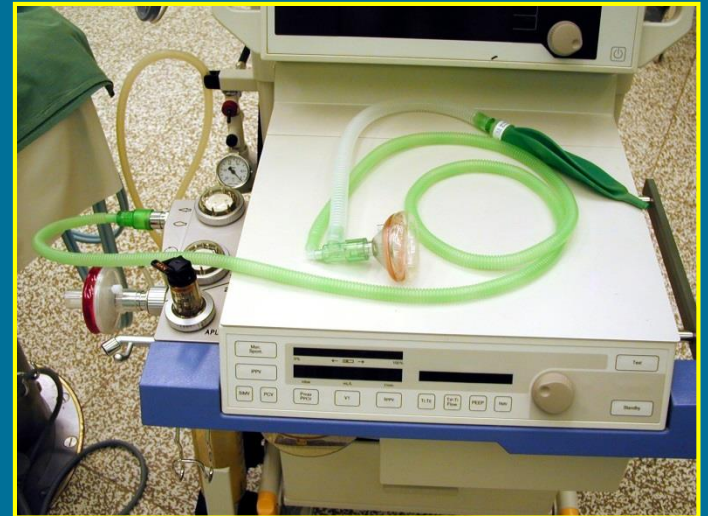


Ayreovo T – základ nejčastěji používaných jednocestných systémů

Modifikace:

- Kuhnův systém (koaxiální přívod čerstvé směsi)
- Jackson – Rees
- Mapleson E

K vypláchnutí  $\text{CO}_2$  při výdechu nutný příkon  $> 3x \text{ MV}$



# Systemy s výdechovým ventilem

Např. Mapleson A-D, Magill, Bain

K zamezení zpětného vdechování opět příkon  $\geq 3x$  MV



Mapleson D



Bain



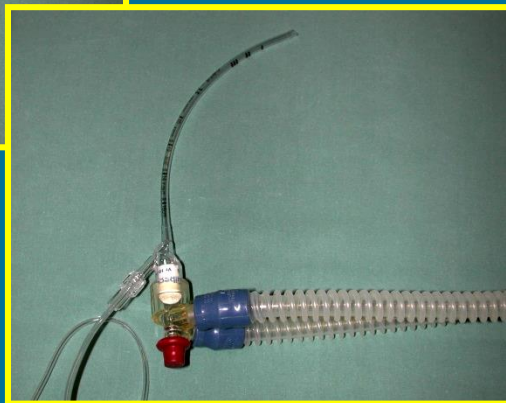
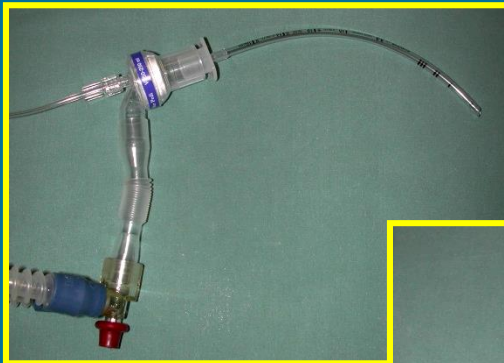
# Ventilační parametry během anestezie dítěte

Tv 10 ml/kg, f 12-30/min, I:E 1:1,5, PEEP 4-5 cm H<sub>2</sub>O,  
Pinsp 20 cm H<sub>2</sub>O

Korekce parametrů dle EtCO<sub>2</sub> a klinického stavu

Pozor na arteficiální mrtvý prostor !!

Obvyklá příčina nevysvětlitelného vzrůstu inspirovaného CO<sub>2</sub>





# Perioperační infuze

- Krátké výkony – balancované roztoky 10 ml/kg/hod
- Delší výkony – 1. hodina balancované roztoky 10 ml/kg/h, dále 10 – 40 ml/kg/hod dle typu výkonu, balancované roztoky, u malých dětí 50 % MP nebo albumin 5%
  - + hrazení ztrát za kontroly Hb
  - + korekce vnitřního prostředí
  - + doplnění koagulačních faktorů dle ROTEM

# Co jsme používali v perioperační infuzní léčbě a dnes již odkládáme?

## **Koloidní roztoky:**

*polysacharidy* (Dextran, Rheodextran)

- **Anafylaktické reakce, poruchy krve tvorby - kontraindikace**

*želatinové roztoky* oxypolyželatina Gelifundol, ureaželatina Haemacel, succynilovaná želatina Gelofusin, Gelaspan

- **Anafylaktické reakce - kontraindikace**

*hydroxyetyl škrob* HES v F1/1 (Venofundin 6%) v balancovaném roztoku (Tetraspan)

- **Anafylaktické reakce, poruchy mikroperfúze – podat jen v přesně vymezených indikacích**

## **Krystaloidní roztoky:**

F1/1, poloviční F 1/1 (ředěný G 5%), G 5%, Hartmanův roztok (laktát), Ringerův roztok (K<sup>+</sup>, Ca<sup>+</sup>), Darrowův roztok (K<sup>+</sup>)

- **Ve vyšších dávkách způsobí iontovou disbalanci případně hyperglykemií a obvykle pokles pH - obsoletní**

# Jaké byly nejčastější komplikace infuzní léčby během anestézie?

- **Hyponatremie** - zvýšená produkce ADH vlivem anestetik a hypovolemie, bolesti a stresu – snížené vylučování vody (příčiny)
  - isotonická G 5% je po metabolitaci hypotonická
  - příliš vysoký přívod hypotonických roztoků
- Hyponatremie způsobí influx vody do mozku – zprvu edém glie, pak generalizovaný edém mozku s herniací kmene
- Příznaky hyponatremie: alterace vědomí, bolest hlavy, nauzea, zvracení, křeče, zástava dechu a oběhu
- První příznaky lze v anestézii snadno přehlédnout!

# Jaké byly nejčastější komplikace infuzní léčby během anestézie?

- **Hypoglykemie** – v anestézii zprvu obvykle *hyperglykemie* (předoperační stres, bolest ev. mělká anestézie → inzulinová rezistence)
- Po určité, špatně odhadnutelné době následuje *hypoglykemie* (vyšší metabolický obrat, nižší zásoby glykogenu, lačnění před operací)
- Hypoglykemie prohloubí stresovou odpověď organismu, projeví se lipolýza, ketoacidosa, zhorší metabolismus mozkové buňky a průtok krve mozkem. V kombinaci s hypoxií vede u dětí k poškození mozku
- Příznaky hypoglykemie: slabost, bolest hlavy, porucha motoriky, křeče, bezvědomí
- První příznaky lze v anestézii opět snadno přehlédnout!

# Jaké byly nejčastější komplikace infuzní léčby během anestézie?

**Hyperglykémie** → osmotická diuréza → dehydratace a elektrolytová disbalance

**Hyperglykémie + hypoxické prostředí** → akumulace laktátu, pokles pH → zásadní zhoršení intracelulárního prostředí a metabolických funkcí

**Hypovolemie** → podcenění ztrát nebo množství infuzního roztoku → centralizace oběhu, hypoperfuze splachniku, svalů, kůže, podkoží → metabolická acidosa, hypotenze, tachykardie

**Hypervolemie** → předávkování infuzního roztoku → dle typu infuze hypotonická, izotonická, hypertonická → odpovídající následky

# Výpočet množství infuzního roztoku v průběhu anestézie dříve a dnes

**Dříve** - pravidlo 4-2-1 (Holiday a Segar, kolem r. 1960)

hmotnost	
0 – 10 kg	100 ml/kg/den nebo 4 ml/kg/h
10 – 20 kg	1000 ml/den + 50 ml/kg/den pro každý kg nad 10 kg 40 ml/h + 2 ml/kg/h pro každý kg nad 10 kg
nad 20 kg	1500 ml/den + 25 ml/kg/den pro každý kg nad 20 kg 60 ml/kg/h + 1 ml/kg/h pro každý kg nad 20 kg

- platí pro hypotonické roztoky F 1/1 nebo obsoletní krystaloidní roztoky.
- Určeno pro výpočet denní spotřeby tekutin u dětí v pediatrické intenzivní péči. Užíváno ale i peroperačně.

**Nyní** – 8 -10 ml/kg/h k pokrytí běžné potřeby a předoperačního lačnění

- A dále perioperační ztráty hrazeny podle klinického stavu pacienta
- Důvod? V současné době jsou balancované roztoky výrazně bezpečnější. Iontová disbalance nehrozí, účinná objemová terapie bez použití koloidů či škrobů.
- **Jediná nejistota trvá – kolísání glykemie dítěte zejména při delších operacích**

## Jak uhlídat hladinu glukózy v plasmě operovaného dítěte

- Použitím infuzních roztoku s koncentrací glukózy 5% a více – hyperglykemie téměř jistá (viz výše)
- Použitím infuzních roztoků bez glukózy – při delší anestézii riziko hypoglykémie
- Přídavek glukózy do běžných infuzních roztoků před podáním – pracné a nepřesné
- Použitím komerčních infuzních roztoků s přídavkem glukózy 1-2,5 % - u nás dosud nedostupné
- Při delších operacích a u malých dětí opakované peroperační měření glykemie. Norma 2,7-3,3 mmol/l. Pod 1,6 mmol/l nutno hradit!!
- Podáváme G 10% 2 ml/kg



# Fresenius Kabi BENELYTE<sup>®</sup>

Balancovaný krystaloidní roztok vyvinutý podle „European Consensus Statement“

**indikovaný již od 1. dne života**

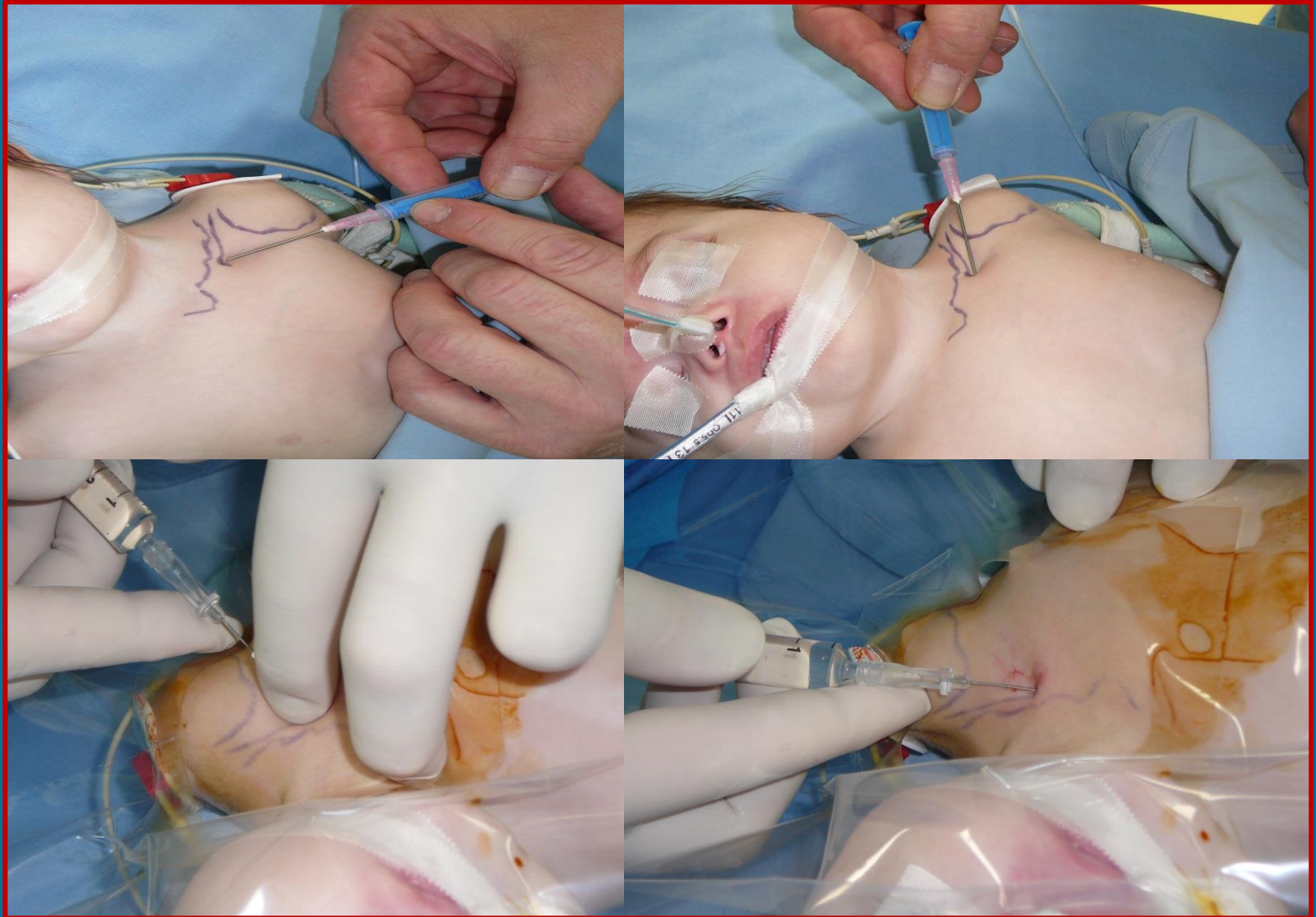
Na+	140 mmol/l	
Acetát	30 mmol/l	
K+	4 mmol/l	
Glukóza	55,5 mmol/l	tj. 10 g/l = 1%
Ca++	1 mmol/l	
Mg++	1 mmol/l	
Cl-	118 mmol/l	



# Centrální žilní kanylace

- Vždy až po úvodu do celkové anestézie
- Obvykle katetry 4;5;5,5 F double, délka dle výrobce a věku  
5 – 13 cm
- Vena subclavia l.sin.: plynulý oblouk do HDŽ, snadné ošetřování
- Vena jugularis l.dx.: přímý přechod do HDŽ
- Vena femoralis mediálně od pulzace art. femoralis, povodí DDŽ, horší hygienická péče.
- Kontrola úspěšného zavedení dle poruch rytmu na EKG, RTG kontrola s nástřikem nutná
- **UZ asistence zavedení katetru** – v současné době metoda volby

# Centrální žilní kanylace, vena subclavia



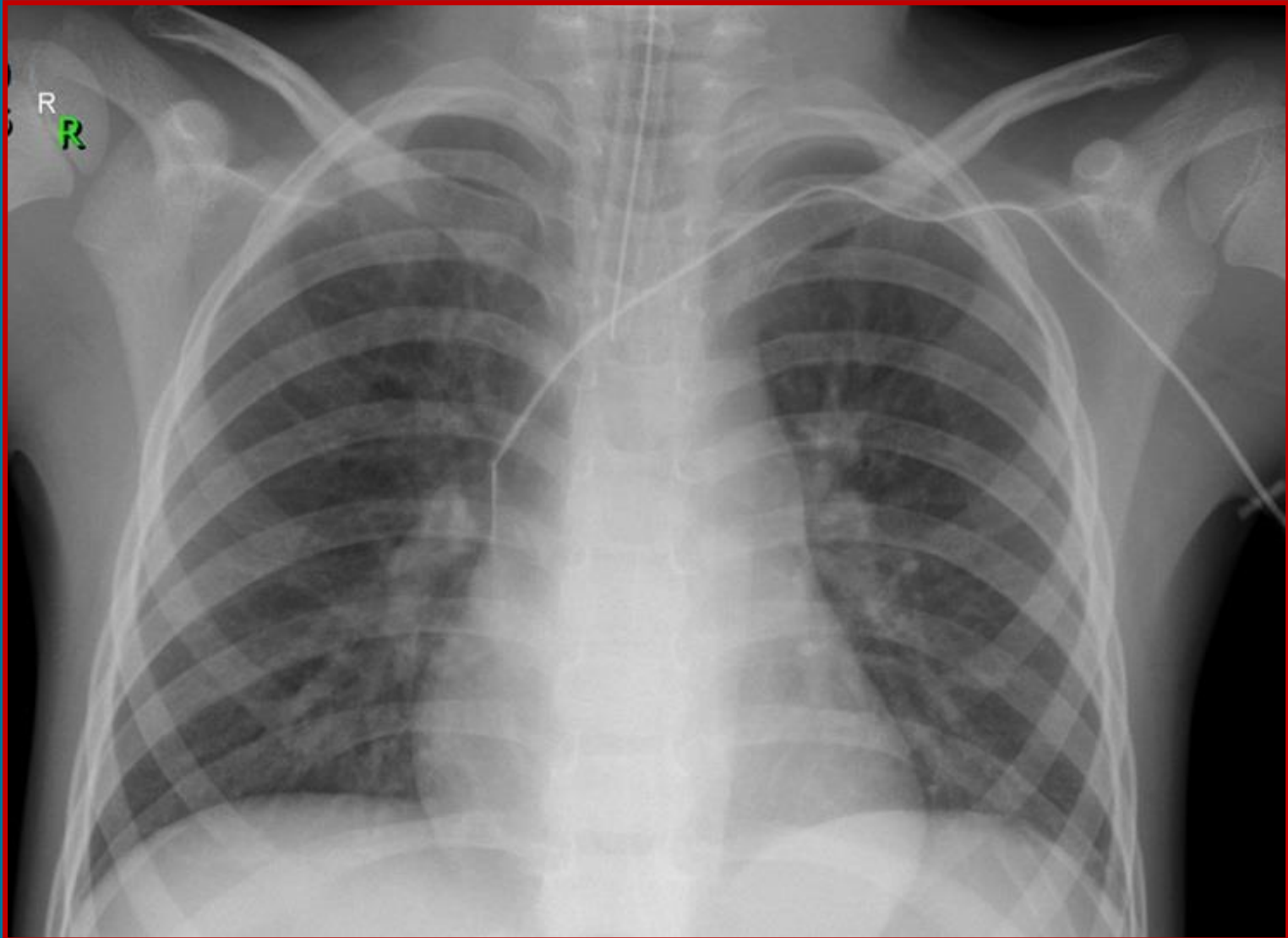
# Centrální žilní kanylace, vena subclavia

- opatrná manipulace s gracilním materiálem
- správná hloubka zavedení katetru
- spolehlivá fixace stehem, lepení u malých dětí nejisté

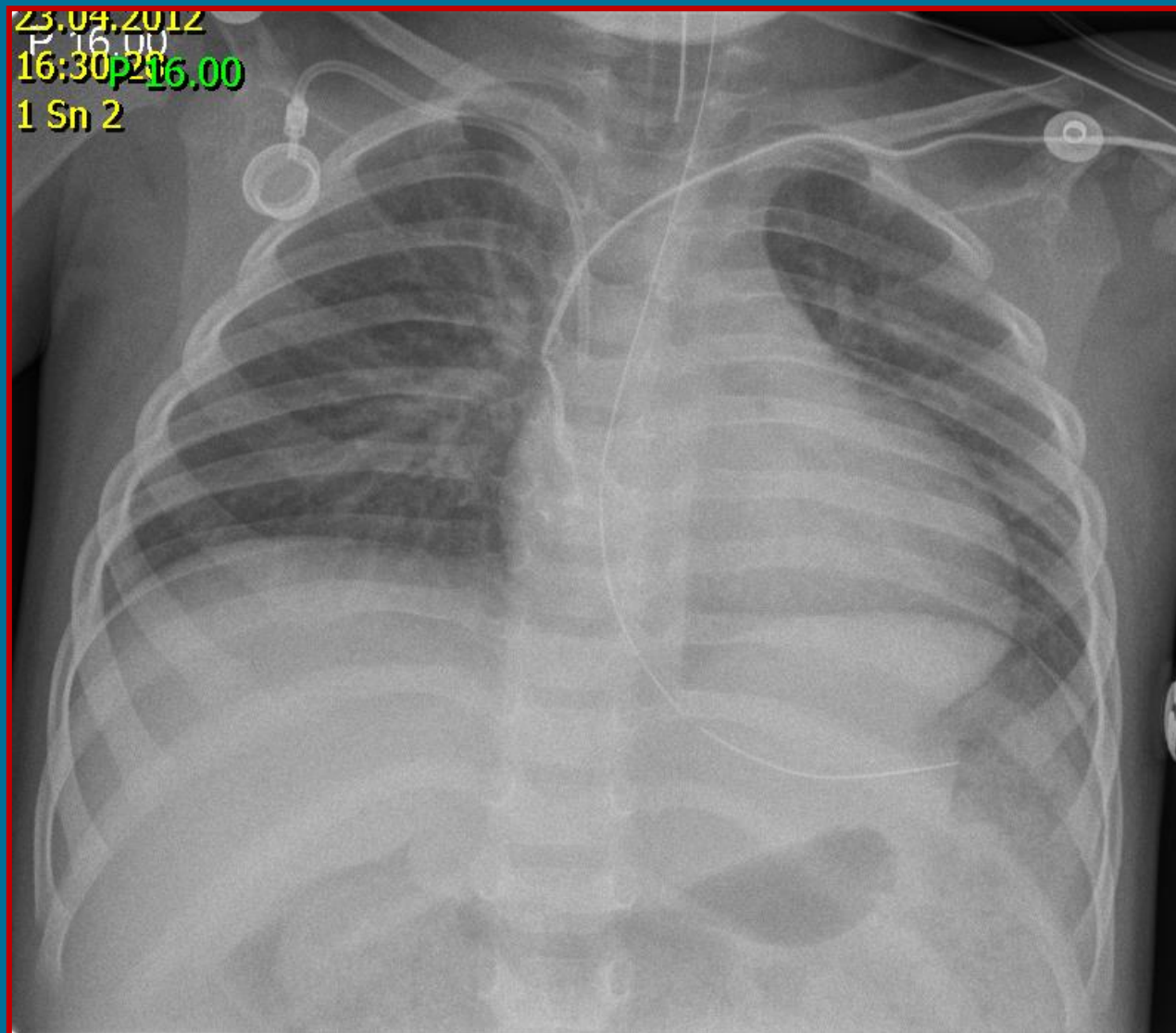




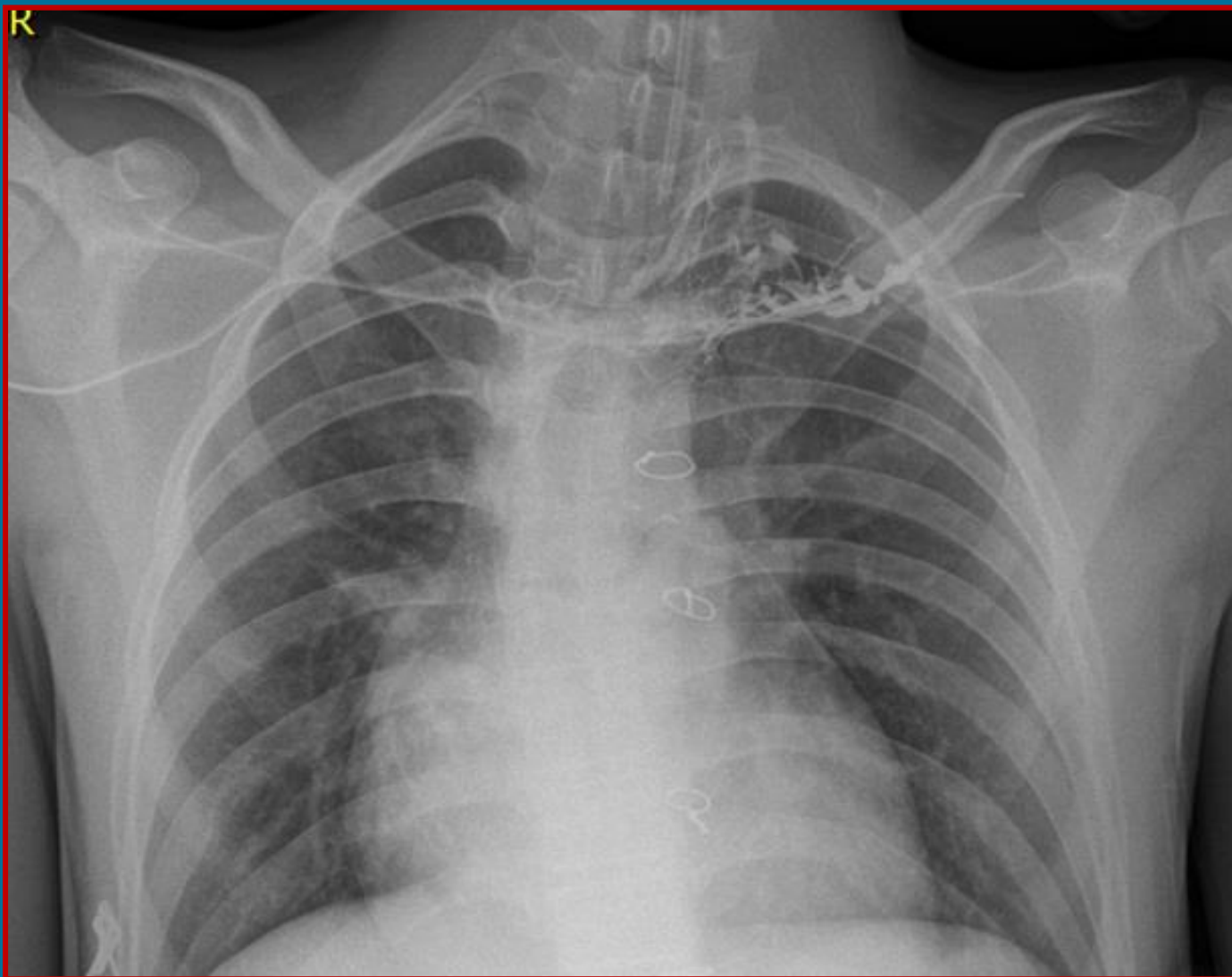
# CŽK ve v. subklavia vlevo, chlapec 6 roků



CŽK ve v. subkl.I.sin, zprava implantabilní port, chlapec 1 rok

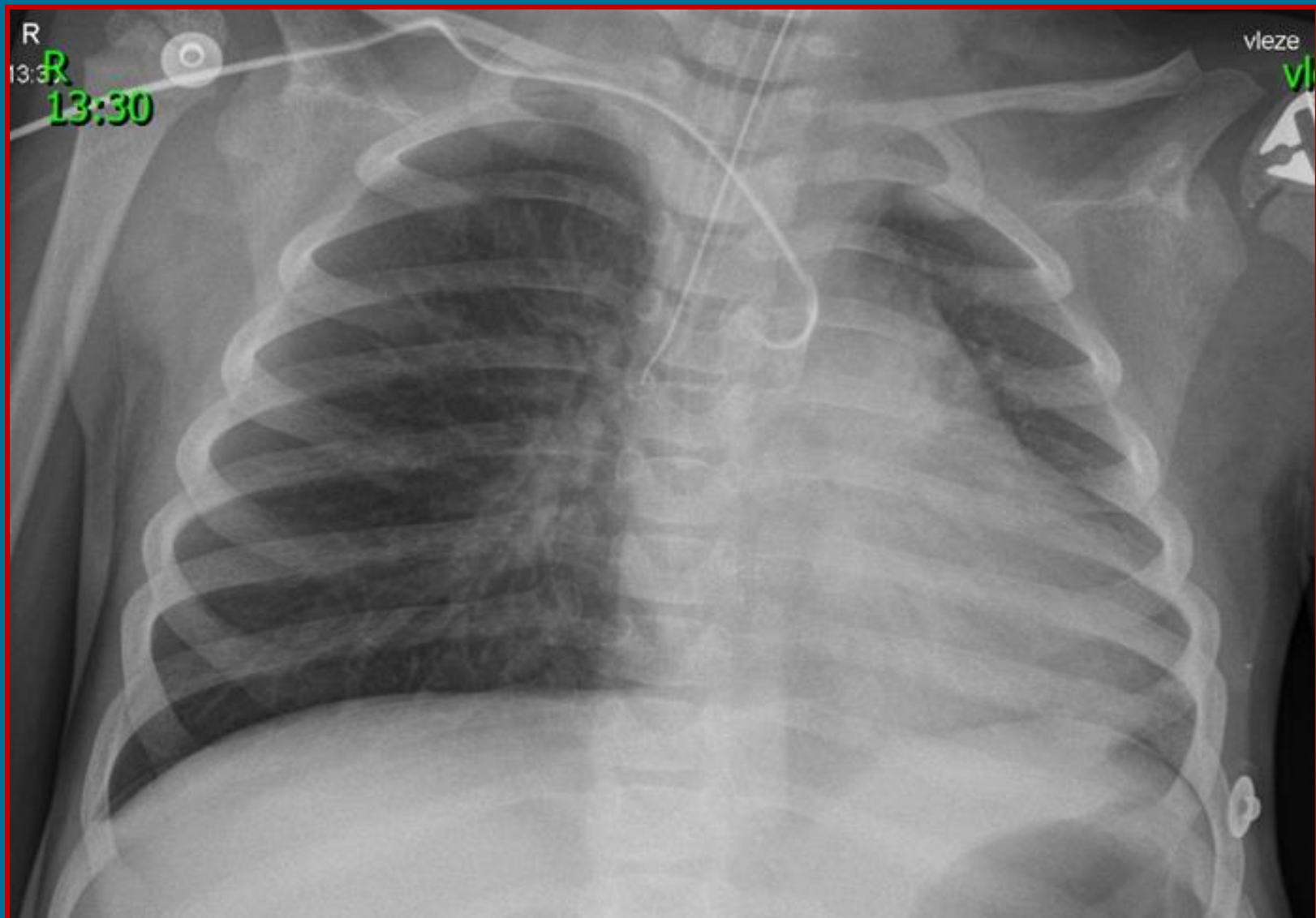


CŽK zavedený přes v. subkl.l.dx, přesah vlevo, chlapec 19 r.

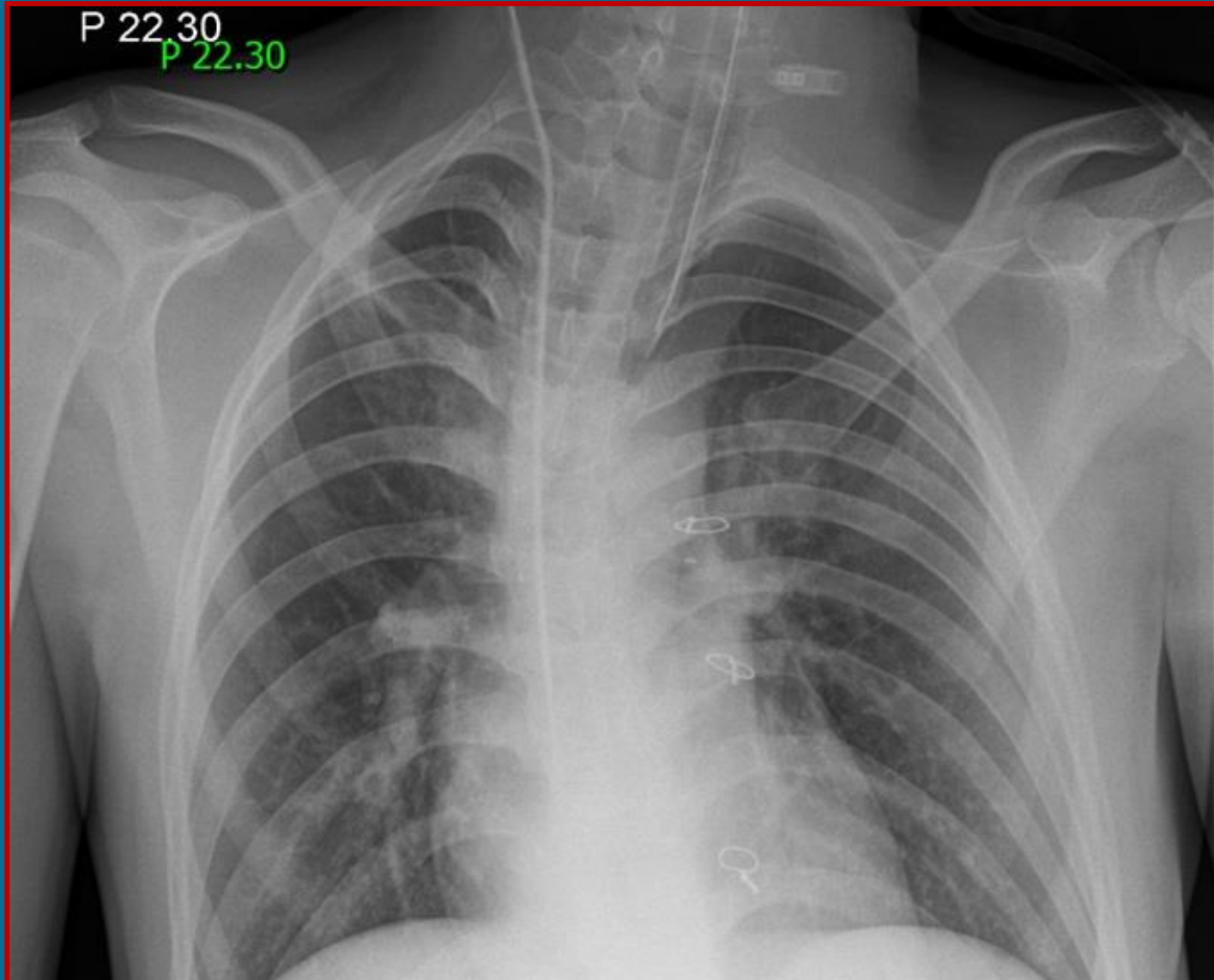




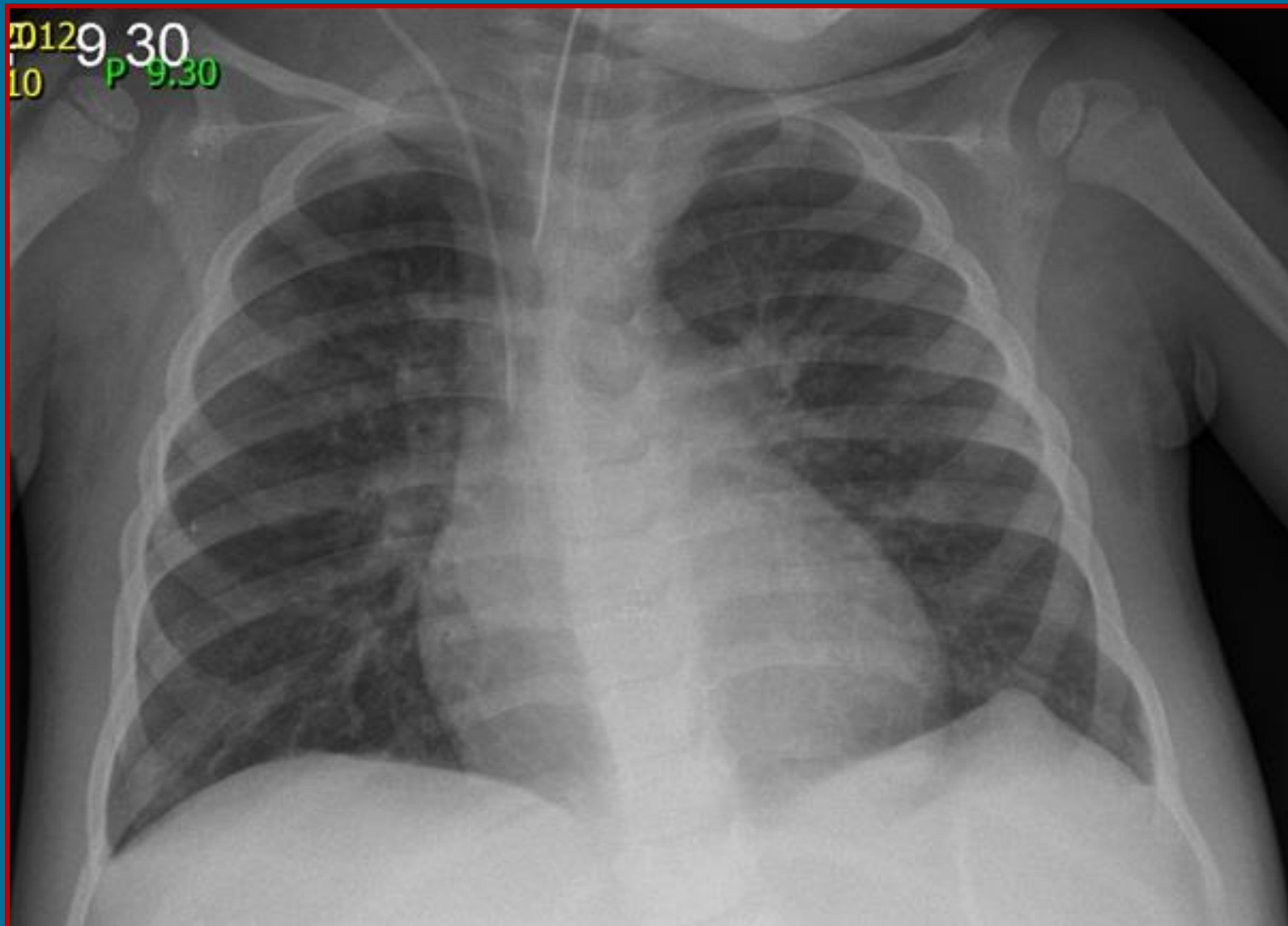
pokus o v.subkl. vpravo, kanylace arterie, chlapec 5 r.



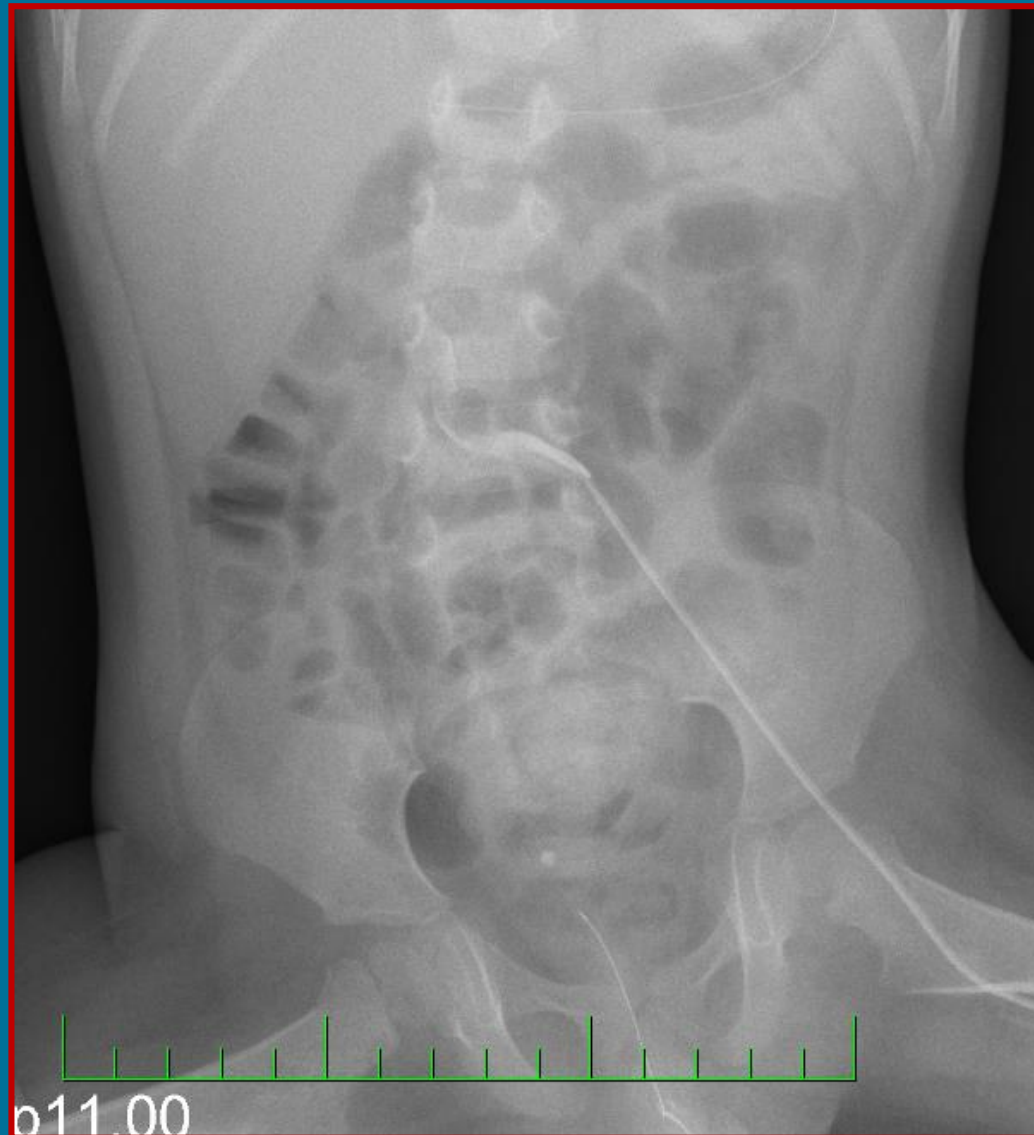
v. jugularis l.dx., chlapec 19 let



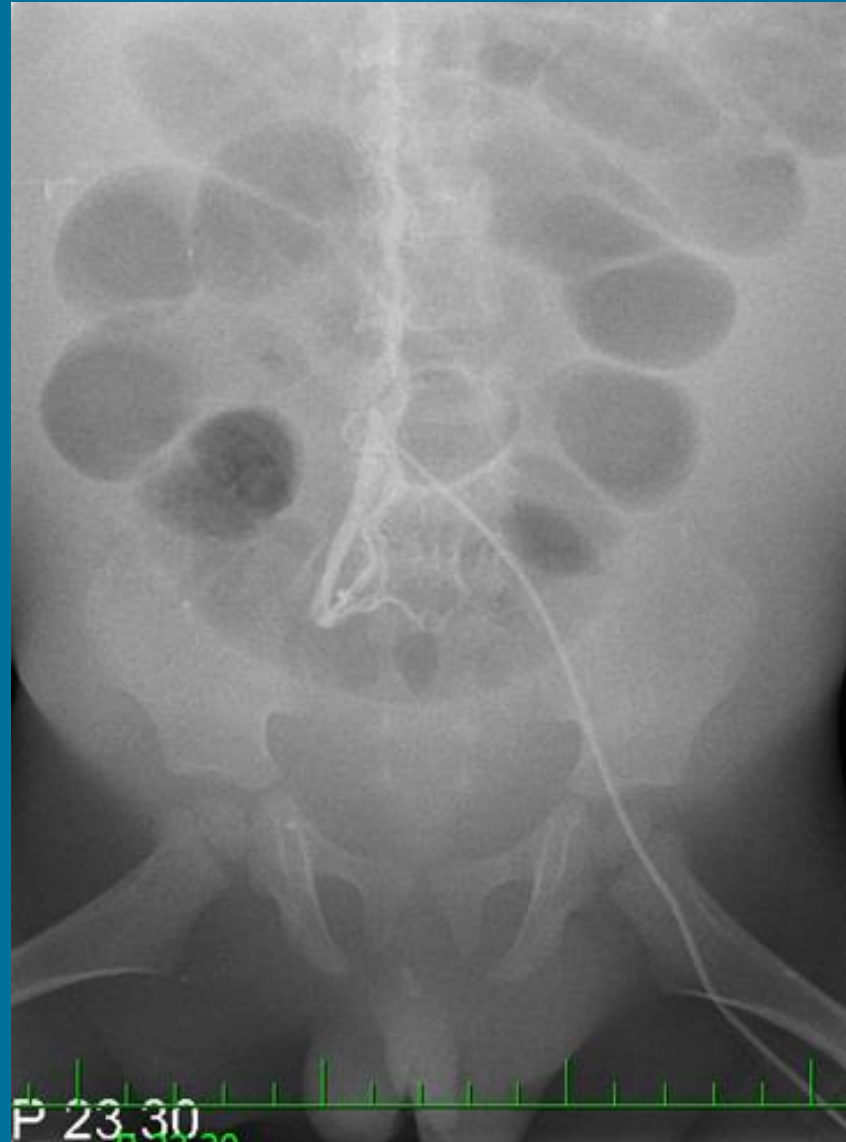
v.jugularis.l.dx., dívka 4 měs.



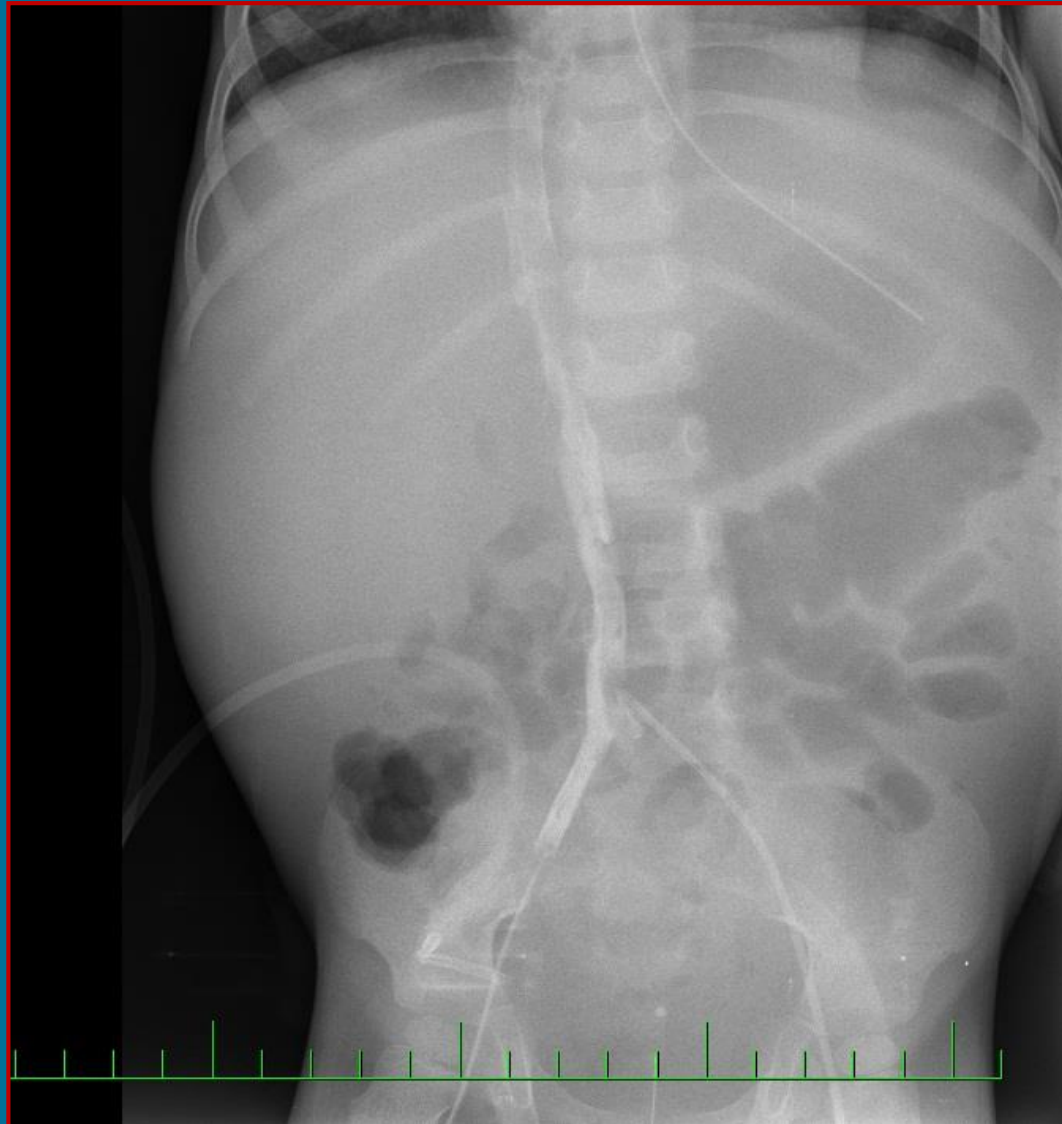
v. femoralis I sin, chlapec 1 měs.



v.femoralis l.sin., zobrazení druhostranné v.femoralis a paravertebrálních pletení, novorozenec

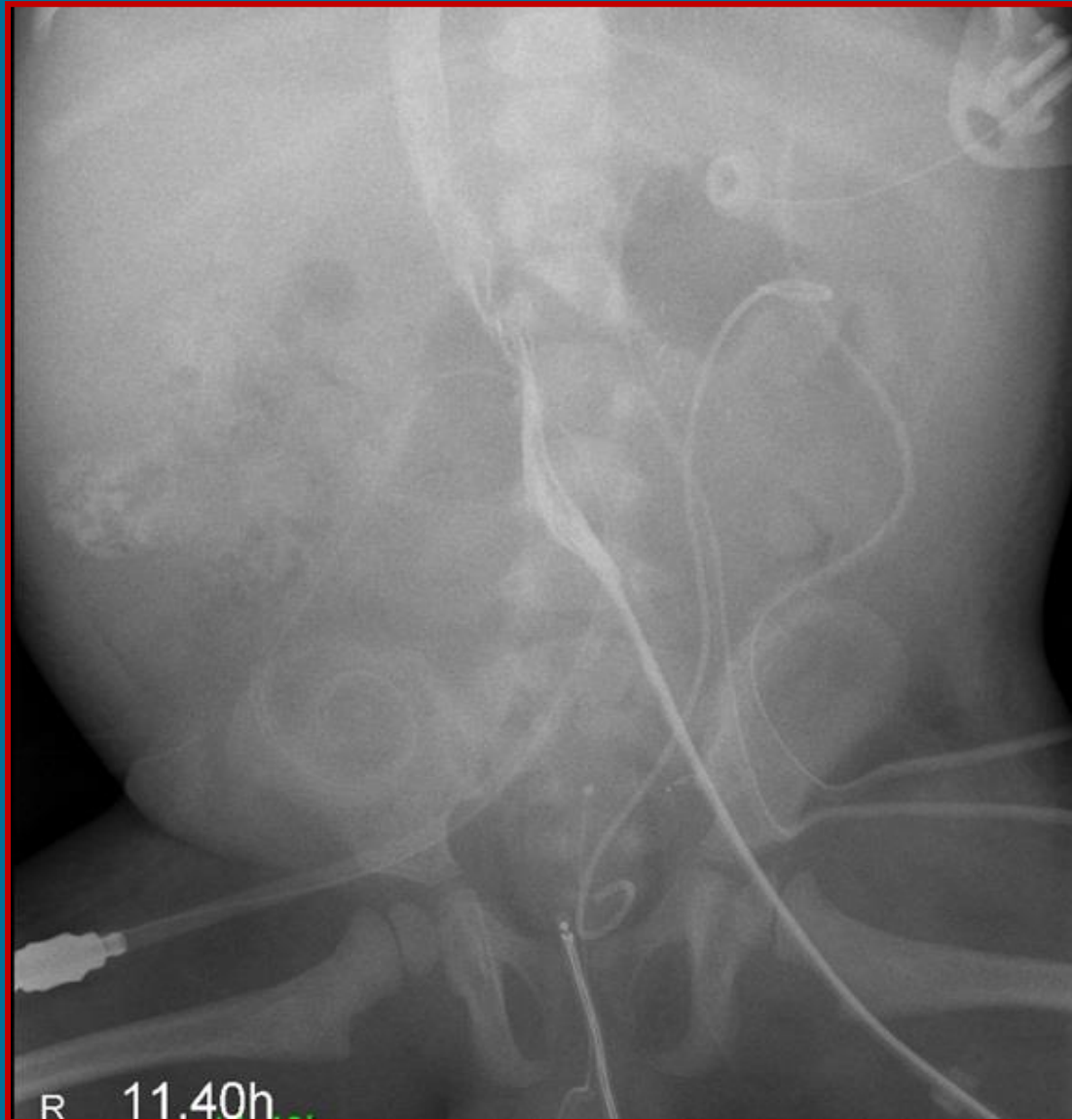


v.femoralis l.dx., zleva dialyzační katetr



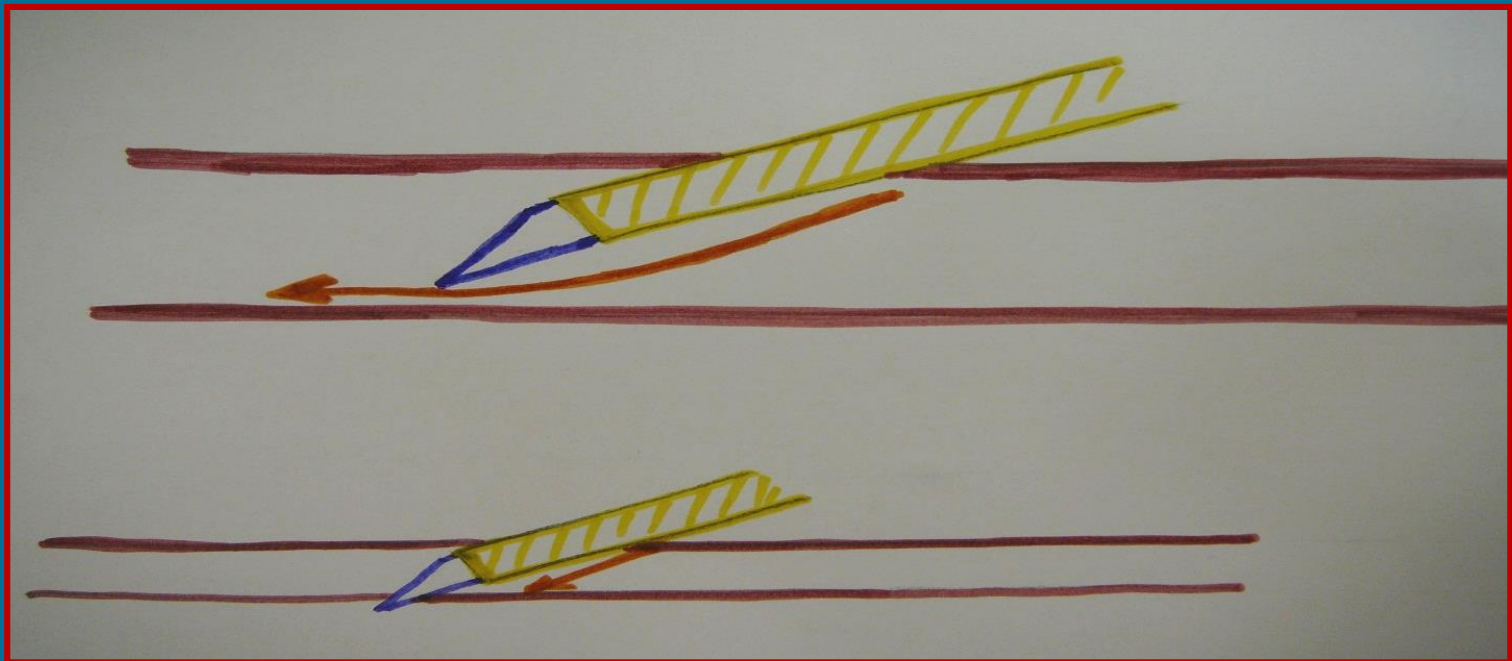


**v.femoralis l.sin., perit. dialýza, ureterální  
stent po tx ledviny, chlapec 5 let**



# Kanylace arterie

- měření systémové tenze, odběr krevních vzorků
- art. radialis, v druhé řadě art. brachialis a art. femoralis, výjimečně art. dorsalis pedis nebo art. axilaris
- i.v. kanyla G 24,22 nebo Seldinger art. katetr např. Arrow G 24, 22, 20
- zásadně transfikční metoda



# Kanylace arterie





# Žaludeční sonda, močový katétr, teploměr

- Žaludeční sonda 8CH a více, přiměřeně dlouhá, stále otevřená
- Močový katétr 4,6CH a více, přiměřený sběrný systém, důležitý údaj o stabilitě oběhu
- Teploměr jícnový a rektální, rozdíl teploty ne větší než 1 st. C

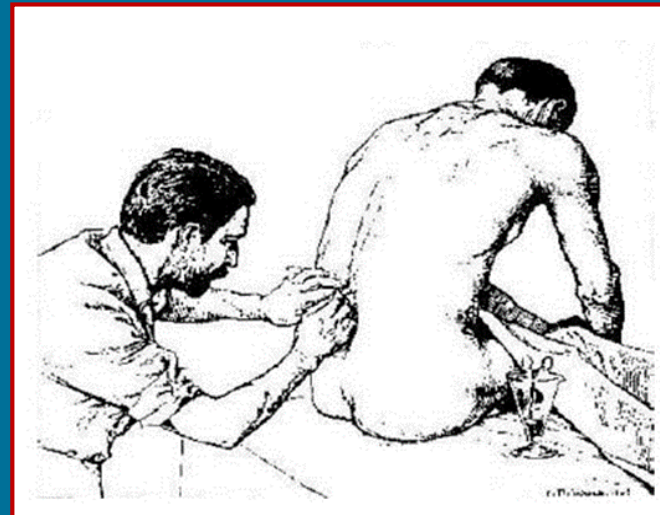


# Epidurální blokáda

- Též epidurální analgezie či anestézie
- Centrální neboli neuroaxiální blokáda (společně s intrathékální)
- Aplikace lokálního anestetika do epidurálního prostoru páteřního kanálu, blokuje vedení bolesti v oblasti míšních kořenů
- Podána buď jako monoanestézie nebo součást kombinované anestézie
- Snižuje perioperační dávky anestetik i analgetik, zejména opiátů
- Prohlubuje hemodynamickou stabilitu, snižuje krevní ztráty
- Podle lokalizace: krční, hrudní, bederní a kaudální
- Podle provedení: jednorázová nebo kontinuální

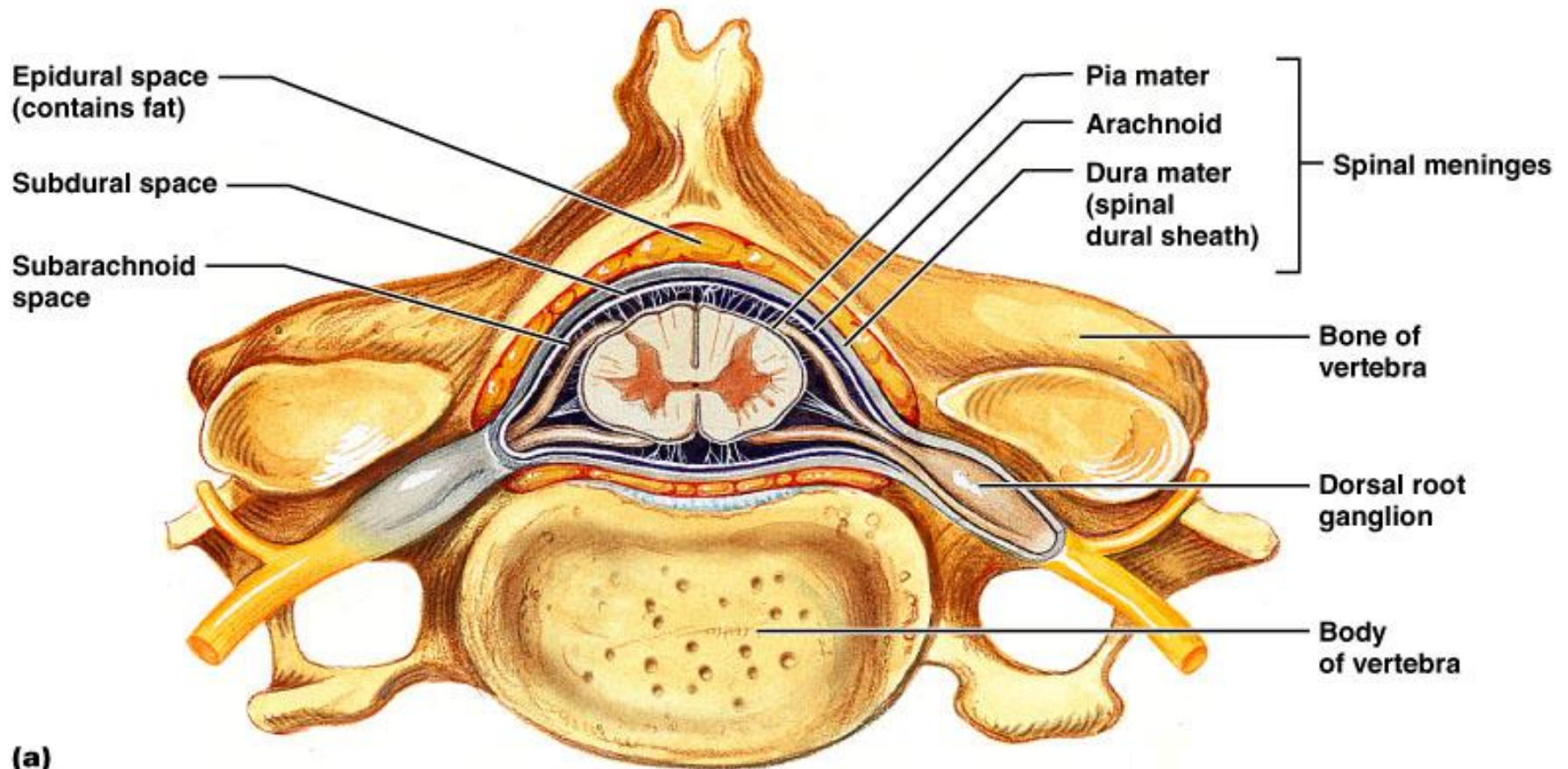
# Historie epidurální blokády

- 1860 Alfred Niemann – izoluje kokain
- 1862 fa Merck – komerční výroba kokainu
- 1901 Bernard Cathelin – kaudální blokáda
- 1921 Fidel Miravé Pages – lumbální epidurální blokáda
- 1941 Robert Andrew Hingson – kontinuální kaudální epidurální anestézie
- 1947 Pio Manuel Curbelo – kontinuální lumbální epidurální anestézie





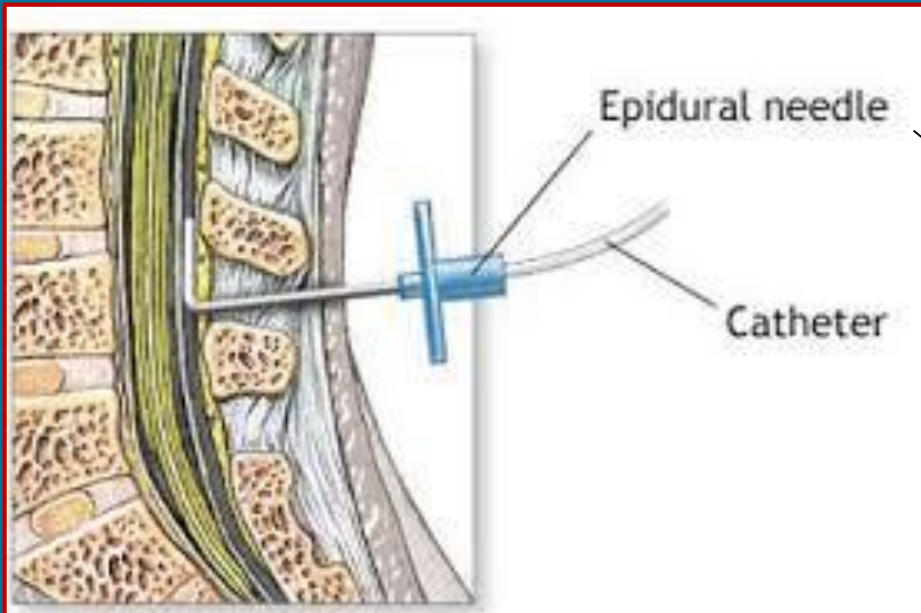
# Anatomie epidurálního prostoru



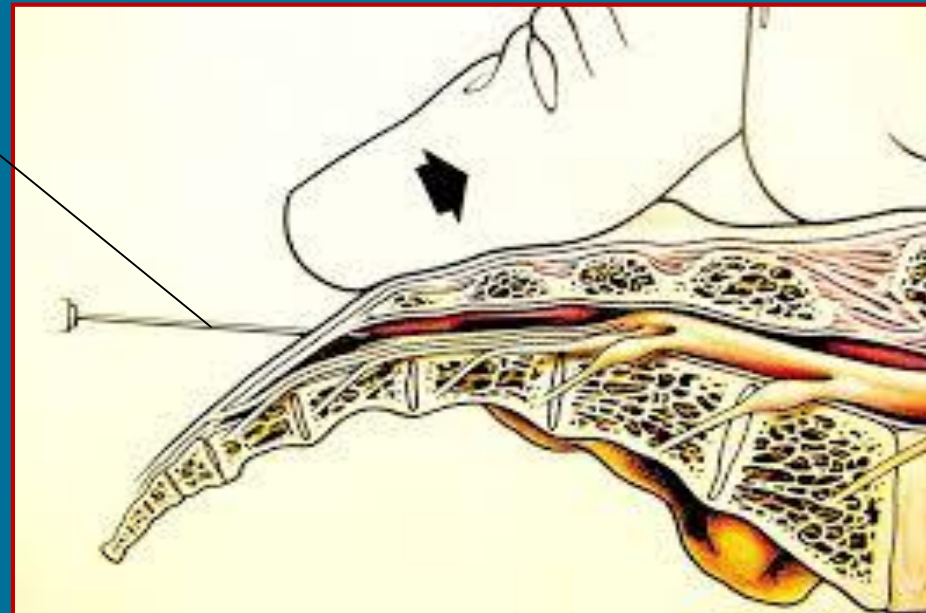
(a)

# Anatomie epidurální blokády

lumbální blokáda

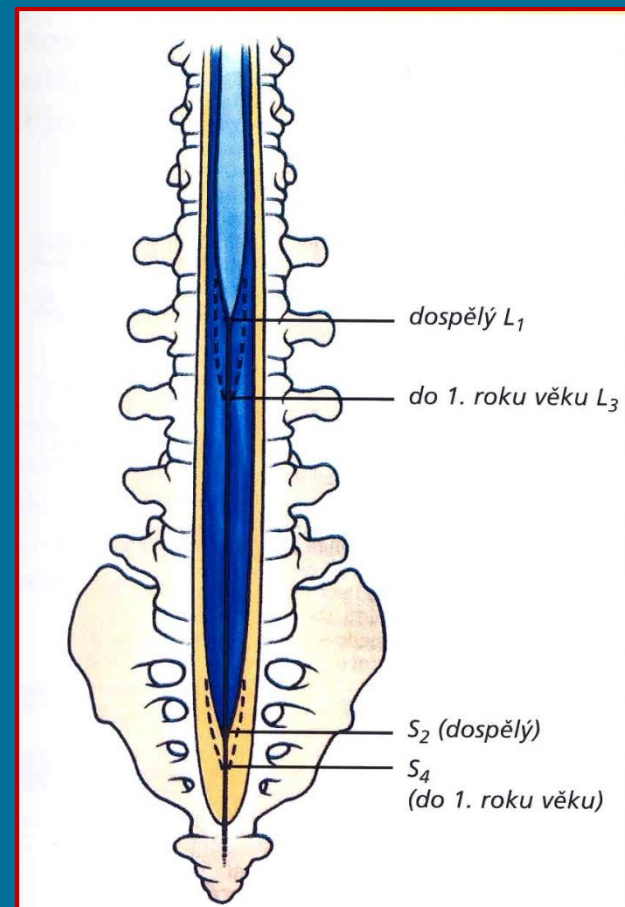


kaudální blokáda



# Anatomické, fyziologické a farmakologické odlišnosti dětského věku ve vztahu k epidurální anestézii

- epidurální prostor obsahuje velmi řídkou tukovou tkáň, která usnadňuje šíření lokálního anestetika a také průnik katetru
- durální vak zasahuje na úroveň S4 (S1 v dospělosti), mícha dosahuje po L4, (L1 v dospělosti)
- plasmatická hladina albuminu a alfa1 glykoproteinu je nízká, nižší
  - je tedy i vazebná kapacita pro lokální anestetikum a vyšší je jeho volná hladina
- blokáda sympatiku je vyjádřena minimálně, vegetativní nervový systém ovlivňuje kapilární a žilní řečiště velmi málo
- motorická vlákna A alfa, beta, gama míšních kořenů mají tenký myelinový obal, je možná přechodná motorická blokáda
- orientace při prostupu jehly tkáněmi je obtížná, jednotlivé struktury kladou menší odpor, použití metody ztráty odporu

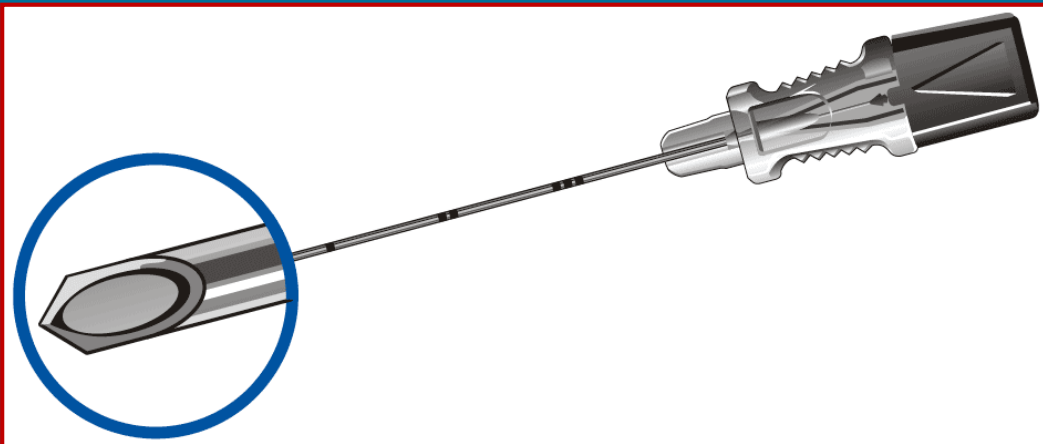


# Komplikace dětské epidurální blokády, dávkování levobupivacainu

- epidurální blokáda dětem vždy aplikována v celkové anestézii, chybí kontakt s pacientem
- komplikace vznikají podáním nesprávně vypočtené vysoké dávky LA nebo nechtěnou aplikací LA intravazálně, intraoseálně nebo peritoneálně
- projeví se buď kardiotoxickou reakcí (ventrikulární arytmie, deprese myokardu) nebo neurotoxicitou (křeče)  
symptomatická léčba, intralipid 20% 1,5 ml/kg i.v.
- poranění durálního vaku – únik mozkomíšního moku, postpunkční bolest
- Busoniho vzorec: vzdálenost kůže – epid. prostor v mm =  
= (věk x 2) + 10
- alergická reakce na lokální anestetika je zcela vyjímečná
- používán levobupivacain, max. dávka 2 mg/kg
- jednorázově levobupivacain 0,25% 0,5 ml/kg
- kontinuálně levobupivacain 0,25% 0,25-0,3 mg/kg/hod



# Používaný materiál



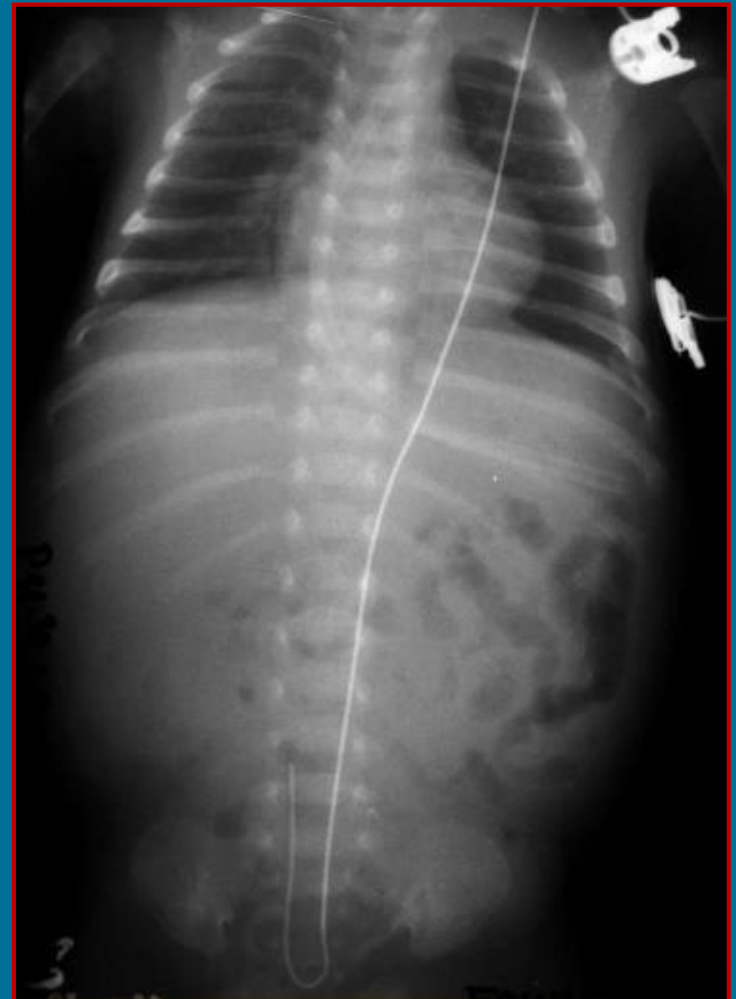
# Indikace epidurální blokády v péči o dětské pacienty

- **Kaudální blok jednorázový:** hernioplastika, cirkumcise, úpravy perinea, močové trubice, operace dolních končetin  
*věk pacienta – nedonošený až cca 8 let, ev. dospělost*
- **Kaudální blok kontinuální:** anorektoplastika, transanální resekce střeva, urologické rekonstrukce, operace dolních končetin  
*věk pacienta – nedonošený až cca 8 let, ev. dospělost*
- **Lumbální kontinuální blok:** břišní chirurgie, urologické a nefrologické operace  
*věk pacienta – cca 8 měsíců – dospělost*
- **Th-L oblast, kontinuální blok:** operace jater, pankreatu, žaludku, bránice  
*věk pacienta – 1,5 roku – dospělost*
- **Hrudní blok kontinuální:** thorakotomie, thorakoskopie, plastické operace pectus excavatum a carinatum, operace podle Nusse  
*věk pacienta – cca 3 roky - dospělost*



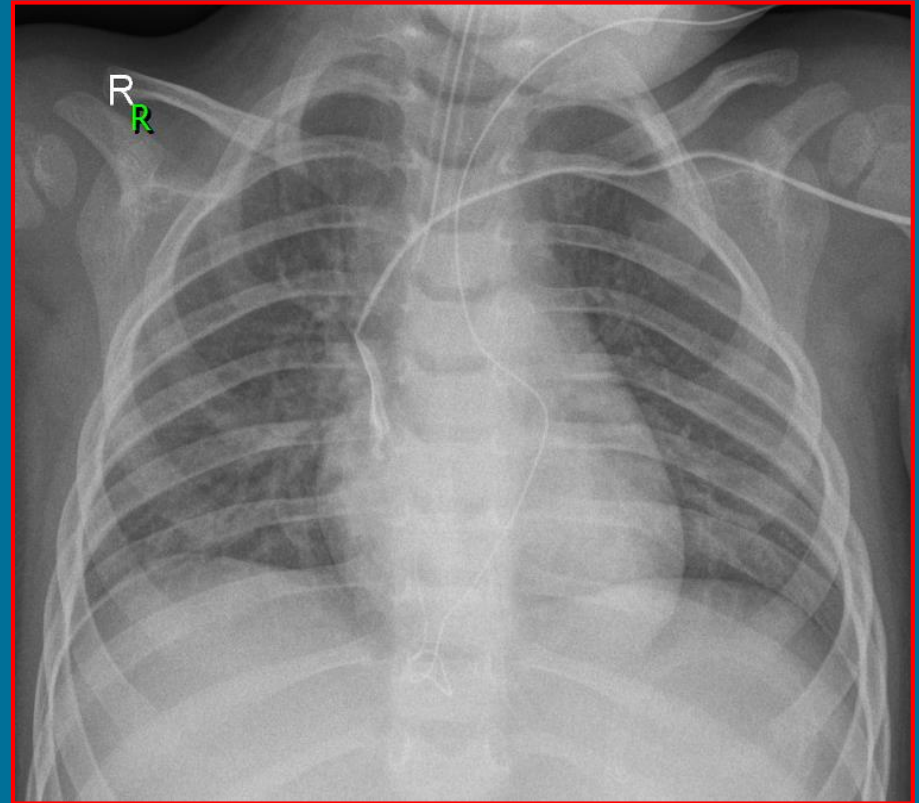
# Provedení epidurální blokády

kaudální



# Provedení epidurální blokády

lumbální



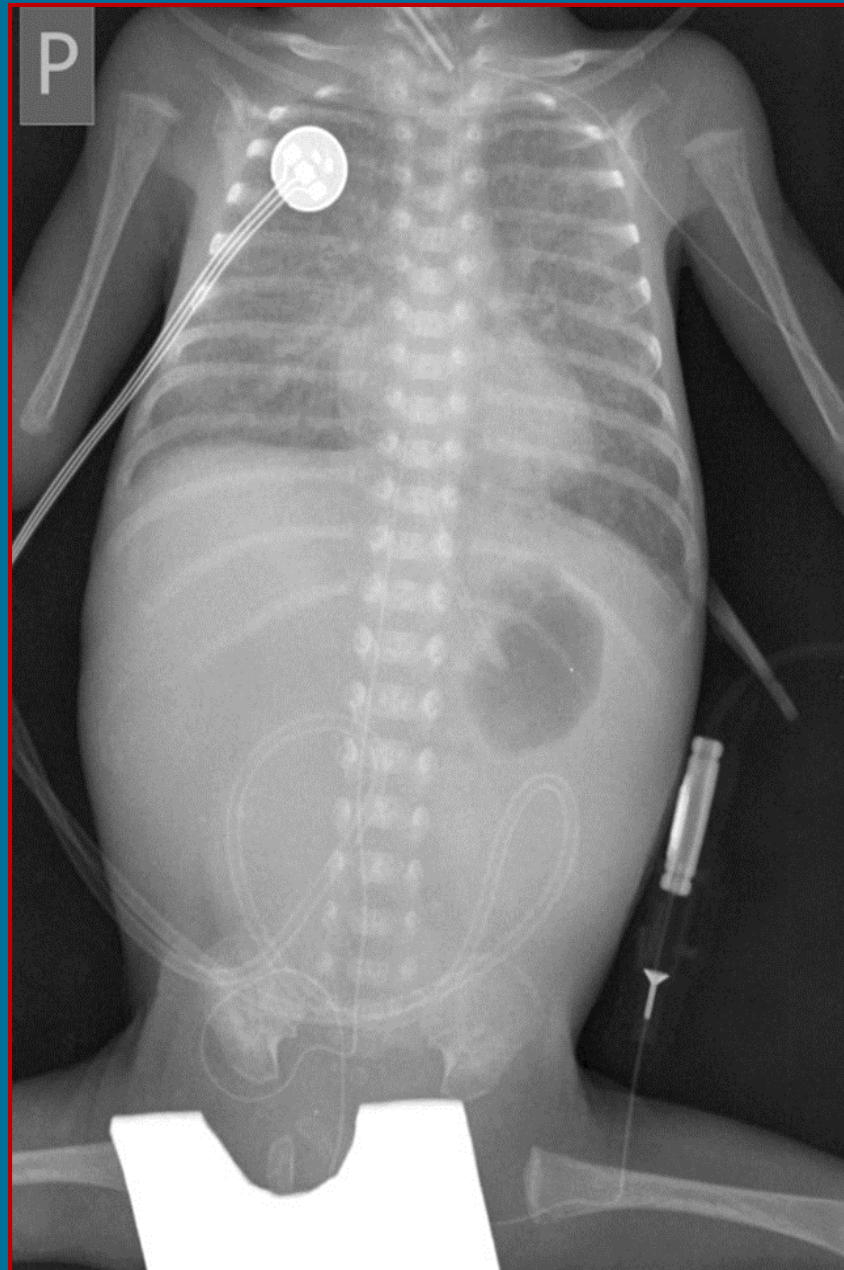
## Přehled výkonů provedených na Klinice dětské chirurgie ve FN Motol u nichž byla nejčastěji indikována kombinovaná anestézie

Typ operace	Celkový počet	Počet epidurálních bloků	n %
Pectus excavatum, oper. sec. Nuss	52	51	98 %
Pectus carinatum, plast. oper.	14	13	93 %
Absces plicní, pachypleuritis	5	4	80 %
Thorakoskopie, excise plíce	3	2	66 %
Tumor mediastina, thorakotomie	3	2	66 %
Plicní meta, thorakotomie	3	2	66 %
Sfinkteromyotomie	2	2	100 %
Oper. sec. Swenson	3	3	100 %
Transanální resekce kolon	3	3	100 %
Kolektomie	2	2	100 %
Vaginoplastika	2	2	100 %
PSARP	41	37	90 %
M. Crohn	13	11	84 %
Excise z rekta	37	27	73 %
Uzávěr stomie	13	4	30 %
Neuroblastom retroperitonea	8	6	75 %
Hernia ing. a hydrokéla	342	237	69 %
Hepatoblastom	8	6	62 %
Retence varlete	97	66	68 %
Cysta choledochu	6	3	50 %
Hypospadie, uzávěr píštěle	32	30	94 %
Hypospadie, plastická oper.	46	41	89 %
Nefroblastom	6	5	83 %
Fimóza, cirkumcise	94	73	78 %

# Kasuistika, kontinuální kaudální blok u těžce nezralého nedonošeného pacienta

- Pacient T.S., p.h. 530 g, 23+1 t.t., dvojče B, IVF
- 7. den příznaky NEC
- 15. den operační revize, resekce poloviny tenkého střeva, trvalý ileus
- 31. den druhá revize, resekce kolon, nutná masivní opiátová analgezie (morfin 40 ug/kg/h)
- 34. den zaveden kontinuální kaud.blok, silikonový katetr Premicath 28G, levobupivacain 0,05 ml/h
- 37. den morfin snížen na 5 ug/kg/h, podle skóre ComfortNeo 9-11 bodů (dostatečná analgezie nevyžadující zásah)
- 53. den pacient umírá na chirurgicky neřešitelné komplikace.





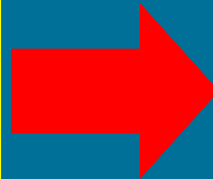
# 10 pravidel pro bezpečnou pediatrickou epidurální anestezii

- I. Asepsy
- II. Použití metody ztráty odporu
- III. Aspirace před zahájením i během podávání lokálního anestetika
- IV. Dodržovat přesné dávkování
- V. Pomalá aplikace lokálního anestetika
- VI. Spolehlivá monitorace pacienta
- VII. Počítat s možností komplikací
- VIII. Znat způsoby řešení komplikací
- IX. Znalost různých technik regionální anestezie
- X. Použití pediatrického instrumentaria

podle **prof. Paolo Busonih**o, průkopníka dětské regionální anestezie z Florencie



# Vyvarujte se polypragmázie !



# THE CONCEPT OF 10-N-QUALITY PEDIATRIC ANESTHESIA

[www.safetots.org](http://www.safetots.org)

