

# Anestezie (pediatrie)

Mezi dětmi a dospělými jsou rozdíly anatomické, fyziologické, biochemické i psychologické. Děti mladší než 6 let prokazují zřetelně vyšší anesteziologické riziko než dospělí. Nejvíce jsou ohroženy děti v prvním roce života a děti se závažným základním onemocněním. Příčiny úmrtí v dětském věku v souvislosti s anestezií představují neodkladné výkony, závažná základní onemocnění, špatný předoperační stav, nedostatečné anesteziologické vybavení (včetně nezkušeného anesteziologa), aspirace do plic, útlum funkce srdce a oběhu v souvislosti s předávkováním inhalačními anestetiky (zejm. halotan), útlum dýchání (→ apnoe), nedostatečný monitoring.

## Anatomické a fyziologické podklady

### Dýchací cesty

Pro pediatrickou anesteziologickou praxi jsou důležité mnohé **anatomické zvláštnosti**, které jsou nejvýznamnější u novorozenců a kojenců.

**Hlava** je relativně **velká**, **krk krátký**. Jazyk je velký a **tracheální intubace je stížená**. **Nosní průduchy, hlasová štěrbina i subglotický prostor jsou úzké** a již mírný otok v této oblasti může vést ke kritické obstrukci.

**Hrtan** dětí je **uložen výše** než u dospělých, **epiglottis je relativně dlouhá** a má tvar písmene „U“. **Nejužší místo je v oblasti prstencové chrupavky** = subglotický prostor, teprve u dětí > 8 let se stává nejužším prostorem hlasivková štěrbina. **Oba hlavní bronchy odstupují z průdušnice pod úhlem 55°**. Tím je možná jednostranná **bronchiální intubace nejen doprava, nýbrž i doleva**. **Kašlací reflex u novorozenců je nedokonale vyvinutý**. Je proto **vyšší riziko aspirace**, ale tracheální intubace je možná i u bdělých novorozenců.

### Fyziologie dýchání

**Dýchání novorozenců** je obvykle **nepravidelné**, u nedonošenců je nepravidelnost dýchání častější a výraznější. V průběhu prvních 6 týdnů života není vzácností **tzv. "periodické dýchání"**, které se vyznačuje rychlými dechy střídajícími se s pauzami v trvání 5–10 sekund. O **apnoe** hovoříme až při pauze > 15 sekund, kdy často současně registrujeme bradykardii a desaturaci s cyanosou.

Plicní objemy malých dětí, vztažené k tělesnému povrchu, odpovídají objemům u dospělých, stejně jako i jejich funkční rozdělení. U dětí má mimořádný význam mrtvý prostor anesteziologických přístrojů a jejich příslušenství → v anestezii dětí musí být použit **speciální anesteziologický systém pokud možno s co nejmenším mrtvým prostorem**.

**Alveolární ventilace** je u nejmenších dětí vzhledem k jejich vysokému metabolismu **vyšší** než u dospělých. Zvýšení ventilace se dosáhne zvýšením dechové frekvence a jen v malé míře zvětšením dechového objemu. **Funkční reziduální kapacita** jako nárazník, zamezující kolísání koncentrací vdechovaných plynů a anestetik, je u novorozenců a kojenců **méně efektivní** než u dospělých. Přiměřeně rychle se tyto změny přenášejí do hodnot arteriálních plynů a koncentrací anestetik v krvi.

### Srdeční frekvence

**Čím je dítě mladší, tím vyšší je jeho srdeční frekvence**. Srdce dětí < 1 rok je málo poddajné a dokáže zvýšit tepový objem jen v omezené míře. Proto je srdeční frekvence nejdůležitějším určujícím faktorem velikosti minutového srdečního objemu. Čím vyšší je srdeční frekvence, tím větší je minutový srdeční výdej (platí do hranice cca 210/min.). Pokles srdeční frekvence má zvláště u malých dětí větší význam než tachykardie. **Bradykardie** se vyskytuje v souvislosti s vagovou stimulací (tracheální intubace, podání suxametonu). Vagem podmíněné bradykardie lze odstranit atropinem. Bradykardie ale často přichází v důsledku závažné hypoxie.

**Tachykardie** jsou novorozenci a malými dětmi dobře tolerovány a do frekvence cca 210/min nevedou k poklesu minutového srdečního objemu. Medikamentosní léčba není nutná, avšak musíme zjistit a odstranit vyvolávající příčiny, např. bolest, horečku, plný močový měchýř, závažnou anemii, počínající sepsi nebo hyperkapnii

Normální hodnoty srdeční a dechové frekvence

Věk	Normální dechová frekvence (za minutu)	Normální srdeční frekvence (za minutu)
novorozenci	40–60	100–180
kojenci	30–50	80–150
batolata	25–40	80–130
předškoláci	25–35	80–120
mladší školáci	20–30	70–100
starší školáci	12–20	60–100
dospělí	12–16	60–90

### Krevní tlak

**Arteriální krevní tlak se s věkem mění:** čím je dítě mladší, tím nižší je krevní tlak. Hypoxie vede k vazokonstrikci. Centrální žilní tlak odpovídá hodnotám u dospělých. Hodnota minutového srdečního objemu vztažená k tělesnému povrchu (cardiac index, CI) je u malých dětí vzhledem k jejich vyššímu metabolismu o 30–50 % vyšší než u dospělých. Mírná hypoxie zvyšuje srdeční výdej, závažná hypoxie ho již snižuje. Děti s cyanotickou srdeční vadou tolerují hypoxii často bez podstatné poruchy funkce myokardu (v klidu), když se však přidá acidosa, minutový srdeční objem klesá.

## Krev

Hodnota objemu krve vztažená k tělesné hmotnosti je u dětí vyšší než u dospělých. U novorozenců a malých dětí **již malé krevní ztráty vedou k deficitu objemu kolující krve ohrožujícím život**. Krevní tlak klesá úměrně ke krevní ztrátě. **Indikátorem závažnosti** krevních ztrát/hypovolemie **je tachykardie a pokles systolického tlaku**. U novorozenců je hodnota systolického tlaku krve vodítkem k náhradě krevních ztrát. U větších dětí naopak k poklesu krevního tlaku dochází až preterminálně při hypovolemickém šoku.

Děti obvykle kompenzují pokles koncentrace Hb dobře. Teprve při poklesu hodnoty pod 60 g/l je nutné počítat s tkáňovou hypoxií.

Objem krve u dětí

Věk	Objem krve (ml/kg)
novorozenci	80–85
1 měsíc – 2 roky	75
2–15 let	72

Hodnota hemoglobinu a hematokritu u dětí

Věk	Koncentrace hemoglobinu (g/l)	Hematokrit (%)
2 týdny	130–200	0,42–0,66
3 měsíce	95–145	0,31–0,41
6 měsíců–6 let	105–140	0,33–0,42
7–12 let	110–160	0,34–0,40
<b>Dospělí</b>		
ženy	120–160	0,37–0,47
muži	140–180	0,42–0,52

## Termoregulace

**Podstatou rychlých ztrát tepla u novorozenců je relativně velký povrch těla a nedostatek podkožní tukové tkáně.** Ideální teplota prostředí pro neoblečeného novorozence je **32–34° C** – hovoříme o **tzv. termoneutralním prostředí** (= stabilní TT se udržuje jen změnami prokrvení kůže, bez zvýšení látkové přeměny a spotřeby kyslíku).

Na rozdíl od novorozenců a malých dětí reagují starší děti na anestezii a operaci vzestupem tělesné teploty. Proto **je důležité sledování TT** teplotním čidlem a užití náležitých opatření k zamezení tepelných ztrát.

## Klinické zásady

### Klinické hodnocení

Při **zjišťování anamnézy** je nutné věnovat pozornost následujícím faktorům:

- Podrobilo se již dítě v předchozím období operaci a anestezii? S jakým průběhem? Vznikla v průběhu operace vysoká teplota?
- Jaká závažná onemocnění dítě dosud prodělalo?
- Oběhová soustava: schopnost vyrovnat se s fyzickou zátěží, známky srdeční nedostatečnosti, cyanotické záchvaty?
- Dýchací ústrojí: asthma, pneumonie? Má dítě sklon k infekcím dýchacích cest?
- Má dítě alergii?
- Jaké léky užívalo před operací?

Při **vlastním vyšetření** je nutné věnovat pozornost vzrůstu a vývinu dítěte, horním cestám dýchacím, stavu zubů, funkci srdce a krevního oběhu, dýchání a stavu žil:

- věk, výška a hmotnost,
- arteriální krevní tlak, srdeční frekvence, ozvy srdce,
- stav chrupu,
- horní cesty dýchací (infekt, předpokládané potíže s intubací),
- stav hydratace: Je dítě dehydratováno?,
- stav žilního řečiště.

V rámci **předoperačního laboratorního vyšetření** pro běžné výkony zjišťujeme: krevní obraz, krevní skupinu, vyšetření moče, koagulační testy (při známkách zvýšené krvácivosti v anamnése nebo u závažných výkonů). V případě anémie s hodnotou Hb < 100 g/l je nutné pátrat po příčině, ale zpravidla není nutné odkládat ani elektivní výkon.

## Předoperační lačnění

Doba lačnění (v hodinách) u dětí

Věk	Pevná strava včetně mléka	Číré tekutiny
0–6 měsíců	4	2
6 měsíců–3 roky	6	3
> 3 roky	8	3

## Premedikace

Děti do věku 1 roku většinou premedikaci nedostávají. U starších dětí jsou nejčastěji používány **benzodiazepiny**, jmenovitě **midazolam**.

Cesty podání a dávkování midazolamu

Orálně	Rektálně	Nazálně	Sublingválně
0,4–0,6 mg/kg	0,5–1,0 mg/kg	0,4 mg/kg	
doba účinku 45 min	doba účinku 30 min	rychlý nástup účinku	

Vůči nebezpečí útlumu dýchání, popřípadě až udušení dětí smí být i.v. injekce midazolamu podána jen v podmínkách neodkladné péče a za přítomnosti lékaře se zkušenostmi z neodkladné péče.

**Neuroleptika** již nejsou v takové oblibě, protože premedikace samotným neuroleptikem je nedostatečná (nutná kombinace s opioidy), předností je naopak antiemetický efekt. Užívají se:

- promethazin 0,5–1 mg/kg + piritramid (opioid) 0,1 mg/kg p.o.
- chlorprotixen 2 mg/kg, max. 45 mg p.o.

Prospěšná jsou v dětské anestezii **anticholinergika**, protože brání nebo zmírňují bradykardii vyvolanou stimulací n. vagus (intubace, aplikace suxametonu). Současně snižují i tvorbu slin a usnadňují tak průběh intubace. Nejčastěji se používá:

- atropin 0,02 mg/kg u malých dětí (minimálně však 0,1 mg), 0,01 mg/kg u starších dětí, max. 0,5 mg pro dosi.

U dětí s vysokou suspekci na intrakraniální hypertenzi někteří autoři doporučují **lidokain**, který snižuje ICP a zároveň snižuje reaktivitu dýchacích cest, potlačuje kašlací reflex:

- lidokain 1,00–1,5 mg/kg i.v. minimálně 2 minuty před intubací.

Premedikace má být zásadně bezbolestná, pokud možno bez nitrosvalové nebo nitrožilní injekce. U dětí < 3 roky dáváme přednost rektální premedikaci, u starších preferujeme p.o. cestu. Dávkování na kilogram tělesné hmotnosti má jen orientační hodnotu, nevyhovuje všem dětem. Proto bychom měli premedikační látky dávkovat individuálně podle intenzity strachu a rozrušení dítěte.

## Bazální anestezie

Při tomto způsobu navodíme spánek, resp. bazální anestezii rektálním podáním barbiturátů nebo ketaminu. Tento postup nejčastěji indikujeme **u** značně **nespolupracujících dětí** (více viz úvod do anestezie).


V rámci volby anestezie je pro děti nejvýhodnější celková anestezie. Pro jednoduchou dostupnost a dobrou řiditelnost **dáváme přednost inhalační anestezii**. Doplněvaná anestezie s použitím opioidů nebo čistá TIVA (totální intravenózní anestezie) mají zvláštní indikace, např. velké výkony nebo závažně nemocné děti.

## Odkazy

### Související články

- Anestézie
- Inhalační anestezie
- Neuroleptika (pediatrie)
- Benzodiazepiny (pediatrie)
- Nitrožilní anestetika (pediatrie)
- Opioidy (pediatrie)
- História anestézie

### Externí odkazy

-  AKUTNE.CZ® Anestezie novorozence — interaktivní algoritmus + test (<http://www.akutne.cz/index.php?pg=vyukove-materialy--rozhodovaci-algoritmy&tid=300>)

## Zdroj

- HAVRÁNEK, Jiří: *Anestezie u dětí*.