

# Inhalační anestezie

**Inhalační anestezie** je jednou z možností celkové anestezie. Pro její dosažení se používají inhalační (*volatilní*) anestetika, tzv. anestetické plyny, což jsou látky, které se po vdechnutí do plic redistribuují po těle a jejich hlavním cílem je mozek.

## Inhalační anestetika

O inhalačních anestetikách se obecně mluví jako o plynech, není to ovšem úplně přesné označení. Plyny jako takové jsou pouze oxid dusný a xenon. Ostatní anestetika jsou ve formě kapaliny, proto je nejprve nutné je převést do prchavé formy pomocí speciálních odpařovačů. Podařilo se definovat vlastnosti hypotetického ideálního inhalačního anestetika, které ovšem zatím používané látky stoprocentně nesplňují. Toto **ideální anestetikum** by mělo splňovat následující podmínky:

- rychlé a příjemné usnutí i probuzení,
- dobrá řiditelnost účinku a možnost rychlé změny hloubky anestezie,
- dostatečný analgetický účinek,
- útlum reflexů a navození myorelaxace,
- dostatečná bezpečnostní šíře,
- žádné toxické účinky v klinických dávkách.

Jak bylo řečeno, zatím žádné používané inhalační anestetikum nesplňuje všechny zmíněné podmínky. Z toho důvodu tyto látky obvykle **kombinujeme** s léčivy z jiných skupin a to s nitrožilními anestetiky pro rychlý úvod, opioidy a oxidem dusným k posílení analgezie a svalovými relaxansy pro úplné uvolnění svalů. Kombinace s dalšími látkami navíc zmenšuje vedlejší a nežádoucí účinky volatilních anestetik.

## Vlastnosti volatilních anestetik

Volatilní anestetika umožňují poměrně **snadnou řiditelnost hloubky anestezie**. Mezi jejich nevýhody, oproti intravenózním, patří **delší úvod** do anestezie a **delší probouzení**. To je dáno nutností výměny plynu v plicích a jejich rozpustností. Čím vyšší je rozpustnost anestetika v krvi, tím pomalejší je úvod a probouzení a naopak. Mohutnost účinku je tzv. *minimální alveolární koncentrace* (MAC). MAC je definovaná jako taková alveolární koncentrace, při které 50 % pacientů nereaguje na incizi kůže obrannými pohyby. Hodnota MAC je různá u různých anestetik. Platí, že čím je hodnota MAC nižší, tím je anestetikum účinnější. Na tuto hodnotu mají ovšem vliv i další faktory.

**MAC** (a tedy potřeba anestetika) **klesá**:

- s rostoucím věkem,
- při hypotermii,
- v těhotenství,
- po premedikaci opioidy a při podávání opioidů v průběhu anestezie,
- při současném užití sedativ-hypnotik a i.v. anestetik,
- při těžké hypoxii ( $\text{pO}_2 < 4,0 \text{ kPa}$ ), anémii a hypotenzi.

Naopak **MAC stoupá**:

- při chronickém abúzu alkoholu (neplatí pro akutní požití alkoholu),
- při horečce,
- při závislosti na opioidech,
- při hypertyreóze.

## Jednotlivá volatilní anestetika

### Halotan

**Halotan** byl v roce 1956, kdy se začal klinicky používat, **první** účinné a nevýbušné inhalační anestetikum. Nyní se však v běžné klinické praxi již **nepoužívá**.

### Isofluran

**Isofluran** je nehořlavá, bezbarvá a čirá kapalina, která páchne podbně jako éter. Tato látka má velmi nízký *rozdělovací koeficient krev/plyn*, z čehož by plynula výhoda rychlého úvodu do anestezie. Nicméně tuto výhodu poněkud potlačuje fakt, že při inhalaci izofluranu dochází k **útlumu dýchání**, k **zadržování dechu** a k **dráždění dýchacích cest**. Není proto vhodný k inhalačnímu úvodu do anestezie, pro úvod je používáno některé z i.v. anestetik.

Hloubku anestezie určujeme zejména podle hodnot krevního tlaku, zejména systolického. Na začátku anestezie je důležité si uvědomit, že hodnoty TK mohou výrazně poklesnout, i když jsme ještě nedosáhli dostatečně hluboké anestezie. Isofluran vypínáme přibližně když chirurgové začínají šít kůži, po vícehodinovém výkonu trvá asi 10 minut, než začne pacient otevírat oči.

## Sevofluran

**Sevofluran** je nehořlavá kapalina bez barvy, s lehkým zápachem po éteru, v tucích málo rozpustná. Jeho rozdělovací koeficient krev/plyn je po *desfluranu* nejnižší, což vede k velmi rychlému zvýšení jeho koncentrace v těle a tedy k **rychlému úvodu** do anestezie. S tím souvisí také dobrá řiditelnost hloubky anestezie a rychlé vyvedení. Navíc nedochází k takovému dráždění dýchacích cest, je proto vhodný i pro **inhalační úvod**, např. u dětí.

Možnou nevýhodou sevofluranu je uvolňování **anorganického fluoridu**, který je obsažen v jeho molekule. Anorganický fluorid je nefrotoxický, nicméně není definovaná prahová hodnota pro jeho nefrotoxicitu v případě sevofluranu. Dalším potenciálním rizikem je tvorba sloučeniny A (**Compound A**), která vzniká při kontaktu s natronovým vápnem. Ačkoliv případná nefrotoxicita u člověka není ověřená, je např. v USA povolen sevofluran pouze při průtoku čerstvých plynů minimálně 2 l/min, v jiných zemích ovšem omezení pro low-flow a minimal-flow anestezii touto látkou nejsou.

## Desfluran

**Desfluran** je chemicky velmi podobný izofluranu, namísto atomu chloru je v něm atom fluoru. Z toho důvodu má mnohem méně škodlivý vliv na ozonovou vrstvu. Je to nehořlavá a nevybušná čirá tekutina se štiplavým a dráždivým zápachem. Ze všech volatilních anestetik má nejnižší bod varu (22,8 °C), proto je pro jeho použití zapotřebí **speciální odpařovač**. Ze všech inhalačních anestetik je u desfluranu nejrychlejší úvod i vyvedení z anestezie a také nejpohotovější řiditelnost účinku. Oproti ostatním má ovšem nejslabší účinek. Jeho nevýhodou je také vyšší cena

## Xenon

**Xenon** je vzácný inertní nedráždivý plyn bez barvy a zápachu, který by pro využití v anestezii měl velká pozitiva. Má nejrychlejší úvod i vyvedení, nejsou při něm hemodynamické výkyvy, působí i analgeticky, nemá mutagenní a teratogenní vlastnosti a není spouštěčem maligní hypertermie. Již od r. 1990 je ovšem stále předmětem klinických studií. Podává se ve směsi s kyslíkem v objemovém poměru 70 % xenonu a 30 % kyslíku. Jeho **dostupnost je prozatím minimální** z důvodu vysoké ceny a prozatím neproověřených úsporných anestetických systémů a recyklace, které by dokázaly snížit jeho spotřebu.

## Low-flow a minimal-flow anestezie

Jedná se o techniku inhalační anestezie při které je pouze **nízký příkon čerstvých plynů**. Využívá se v polozavřených systémech, kdy je příkon čerstvých plynů, tedy obvykle kyslíku a oxidu dusného, snížen na 1 l/min při *low-flow*, resp. 0,5 l/min při *minimal-flow* anestezii.

Oproti anestezii s normálními průtoky čerstvých plynů má několik výhod:

- snižuje se spotřeba a zefektivňuje se využití volatilních anestetik,
- snížení emisí inhalačních anestetik i oxidu dusného,
- vyšší vlhkost i teplota vdechovaných plynů.

Její podávání ovšem vyžaduje větší zkušenosti anesteziologa.

## Odkazy

### Související články

- Intravenózní anestetika
- Celková anestezie
- Místní anestetika
- Regionální anestézie

### Použitá literatura

- LARSEN, Reinhard. *Anestezie*. 7. (2. české) vydání. Praha : Grada, 2004. 1376 s. ISBN 80-247-0476-5.
- MÁLEK, J. a A. DVOŘÁK, et al. *Základy anesteziologie* [online]. [cit. 2017-11-08]. <<https://www.lf3.cuni.cz/cs/pracoviste/anesteziologie/vyuka/studijni-materialy/zaklady-anesteziologie/>>.
- BARASH, G. Paul, F. Bruce CULLEN a K. Robert STOELTING, et al. *Klinická anesteziologie*. 6. vydání. 2015. 816 s. ISBN 978-80-247-4053-9.