

# Anesteziologický přístroj

**Anesteziologický přístroj** slouží k podávání celkové inhalační anestezie. Skládá se ze zdroje medicijních plynů, dávkovacího zařízení, směšovače, odpařovače, dýchacího systému a přídatných zařízení.

## Zdroj medicijních plynů

Nosnou anestetickou směs plynů tvoří především **kyslík** a **oxid dusný**, případně **medicijní vzduch**.<sup>[1]</sup> Plyny jsou dodávány na odběrová místa **centrálními rozvody** zabudovanými ve zdech, nebo jsou uchovávány v **tlakových lahvích** přímo u anesteziologického přístroje.<sup>[1][2]</sup>

### Tlakové lahve

Tlakové lahve jsou kvůli vyloučení záměny plynů odlišeny barevně ( $O_2$  – bílý pruh,  $N_2O$  – modrý pruh), písemným označením a geometrií odběrového ventilu.<sup>[1]</sup>

Plyny v lahvích mají vysoký tlak (kyslík je uchováván v plynné fázi pod tlakem 15 MPa, oxid dusný zejména ve fázi kapalně pod tlakem 5 MPa<sup>[1]</sup>). Aby mohl být plyn zaveden do dýchacího systému, snižuje se **redukčním ventilem** tlak plynů na tlak pracovní (0,3–0,4 MPa).<sup>[1]</sup>

### Centrální rozvody

Zdravotnická zařízení bývají vybavena centrálním rozvodem medicijních plynů, které jsou vedeny z centrálních zásobníků k odběrovým místům již v redukovaném tlaku.<sup>[1]</sup> Odběrové rychlospojky se pro různé plyny liší barvou ( $O_2$  – bílá,  $N_2O$  – modrá, vzduch – bílá s černou, vakuum (odsávání) – žlutá,  $CO_2$  – šedá<sup>[2]</sup>) a tvarem - mechanickým kódem pro zamezení uživatelské záměny. Medicijní vzduch dodávají do rozvodů výkonné kompresory tak, aby byl prostý nečistot, olejových příměsí a vlhkosti.<sup>[1]</sup>

Pozn.: Barevné kódování plynů a mechanický kód není ve všech zemích stejný.

## Dávkovací zařízení<sup>[1][3]</sup>

Medicijní plyny jsou vedeny do **dávkovacího zařízení**, které umožňuje přesně nadefinovat celkové množství nosné směsi a zároveň poměrné zastoupení jednotlivých plynů. Dávkování se děje nejčastěji pomocí **rotametrů**. Jsou to průtokoměry tvořené kuželovitou skleněnou trubicí, rozšiřující se směrem nahoru. Uvnitř je otáčející se plovák unášený proudem plynu do výšky úměrné rychlosti proudění. Poloha plováku udává průtok plynu, který se odečte na stupnici (v litrech za minutu). Existují však i jiná technická řešení, zejména elektronická.

## Směšovač a odpařovače prchavých anestetik

Nadávkováná nosná dýchací směs je vedena do **směšovače** – zařízení, kde se dokonale promísí, a to buď prostým turbulentním prouděním, nebo speciálním směšovacím zařízením.<sup>[1]</sup>

Výsledná homogenní nosná směs je přiváděna do **odpařovače**, kde se obohacuje o páry volatlních (prchavých, těkavých) anestetik. Tyto látky jsou při pokojové teplotě a atmosferickém tlaku kapalně, takže musí být v odpařovači převedeny na plyn. Jednotlivá současná volatlní anestetika mají různé vlastnosti a malou bezpečnostní šíři (rozdíl mezi terapeutickou a toxickou koncentrací), proto pro každé anestetikum zpravidla existuje *pro něj speciálně konstruovaný odpařovač* umožňující přesné dávkování.<sup>[1][2]</sup> Aby na výstupu odpařovače skutečně byla nastavená koncentrace anestetik, musí odpařovač splňovat základní bezpečnostní kritéria:

- nezávislost na průtoku čerstvých plynů,
- nezávislost na okolní teplotě,
- nezávislost na atmosferickém tlaku,
- nezávislost na změnách teploty vznikajících v důsledku odpařování,
- nezávislost na výkyvech tlaku při umělé ventilaci pacienta.<sup>[2]</sup>

## Dýchací systém

Hotová směs nosných plynů a anestetik je vedena do **dýchacího systému** spojujícího anesteziologický přístroj a dýchací cesty pacienta. Jeho uspořádání může být různé podle použitého anesteziologického systému.



Anestetický přístroj



Rotametry a odpařovače prchavých anestetik.

## Komponenty dýchacího systému

- Dýchací plyny obvykle procházejí **vrapovanými hadicemi**, které se připojují standardizovanou spojkou na masku nebo endotracheální kanylu.<sup>[1]</sup>
- Směr toku plynu určují **jednocestné dýchací ventily**.<sup>[2]</sup>
- V systému bývá zařazen **zásobní vak** – rezervoár pro shromažďování dýchací směsi.<sup>[1]</sup>
- Dle stupně zpětného vdechování (tj. reinhalace části plynů, jejichž složení již bylo změněno předchozím dýcháním), který je dán uspořádáním dýchacího systému, velikostí minutové ventilace a příkonem čerstvých plynů, musí být do systému zapojen **pohlčovač oxidu uhličitého**. Je to válcová nádoba naplněná absorbční směsí – *natronovým vápnem* (směs vlhkého *hydroxidu vápenatého* a *hydroxidu sodného*) v granulované formě ke zvýšení absorbční plochy. Procházející oxid uhličitý se rozpouští ve vodě za vzniku kyseliny uhličité, která reaguje se směsí. Výsledným produktem je reakční teplo a voda. Vyčerpání pohlčovače je signalizováno barevným indikátorem.<sup>[1][2]</sup>
- **Přetlakový ventil** odvádí ze systému přebytečnou dýchací směs.<sup>[1]</sup>
- **PEEP ventil** umožňuje udržovat trvalý přetlak v dýchacím systému.<sup>[1]</sup>
- **Zvlhčovač** se zařazuje zvláště při delších výkonech, a to před vstup do dýchacích cest pacienta. Slouží ke zvlhčení a případnému ohřátí dýchací směsi před vstupem do dýchacích cest, čímž se předejde ztrátám tekutin, tepla a útlumu řasinkového epitelu.<sup>[1][2]</sup>

## Dělení anesteziologických systémů

**Z technického hlediska** se anesteziologické systémy dělí na:

- **otevřené** – nosnou směsí pro inhalační anestetikum je okolní vzduch a dýchací cesty pacienta jsou trvale v kontaktu s atmosférou prostředí (příklad z historie: Schimmelbuschova maska pro podávání éteru);
- **polootevřené** – inhalační anestetikum je transportováno směsí anesteziologických plynů *jednocestným systémem*, přičemž čerstvé plyny jsou striktně odděleny od vydechovaných prostřednictvím ventilu;
- **polozavřené** – dýchací systém může být *jednocestný* nebo uspořádaný do *anesteziologického okruhu*, dochází k částečnému zpětnému vdechování vydechovaných plynů, takže musí být zařazen pohlčovač CO<sub>2</sub>;
- **zavřené** – dýchací systém je uspořádaný do *anesteziologického okruhu*, směs plynů je (po absorpci CO<sub>2</sub> v celém rozsahu reinhalována), dodávka čerstvých plynů odpovídá metabolické spotřebě pacientem, používá se zřídka.<sup>[2]</sup>



Schimmelbuschova maska

**Dle zpětného vdechování** se anesteziologické systémy dělí na systémy

- **bez zpětného vdechování**,
- **s částečným zpětným vdechováním** – příkon čerstvých plynů je vyšší než jejich spotřeba,
- **s úplným zpětným vdechováním** – příkon čerstvých plynů odpovídá spotřebě pacientem.<sup>[2]</sup>

**Podle směru proudění plynů** lze dále anesteziologické systémy dělit na:

- **jednocestné systémy** – jednou hadicí jsou přiváděny čerstvé plyny a druhou odváděn vydechovaný vzduch pacienta,
- **anesteziologické (dýchací) okruhy**.<sup>[1]</sup>

## Anesteziologický okruh<sup>[2]</sup>

Anesteziologický okruh je systém do kruhu uspořádaných hadic, v němž je zapojen pohlčovač CO<sub>2</sub> a směr proudění plynů určují ventily. Rozlišuje se část inspirační a expirační. Takové uspořádání **umožňuje částečnou nebo úplnou reinhalaci vydechovaného vzduchu**, čímž se snižuje spotřeba anestetik a ztráta vodních par a tepla.

Anesteziologickým okruhem může být podávána **anestezie s nízkým příkonem čerstvých plynů** (polozavřený systém s vysokým stupněm zpětného vdechování):

- *low-flow* anestezie – příkon čerstvých plynů 1 l/min, stále výrazně převyšuje spotřebu pacientem;
- *minimal-flow* anestezie – příkon čerstvých plynů 0,5 l/min, blíží se skutečné spotřebě pacientem.

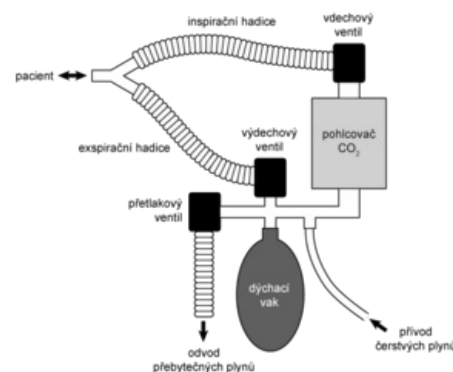


Schéma anesteziologického okruhu.

Přechod vedení anestezie s nízkým příkonem plynů se může uskutečnit až po dosažení dostatečné hloubky celkové anestezie.

## Přídavná zařízení anesteziologického přístroje

Dávkovací zařízení umožňuje zvyšování průtoku plynů jen do určité meze. V urgentních situacích lze proto použít **obkročný ventil** (by-pass), který dokáže přivést kyslík ve velkém průtoku (až 40 l/min) přímo do dýchacího systému.<sup>[1]</sup>

**Ventilátor** je zařízení zajišťující umělou plicní ventilaci. Používá se v případě vyřazení spontánní dechové aktivity pacienta. Díky tomuto přístroji nemusí anesteziolog ručně stlačovat zásobní vak.<sup>[1]</sup> Moderní anesteziologické přístroje nabízí široký výběr ventilačních režimů.

## Odkazy

### Externí odkazy

- Virtual Anesthesia Machine (VAM) (<http://vam.anest.ufl.edu/wip.html>) — volný simulátor anesteziologického přístroje

### Reference

- Cite error: Invalid <ref> tag; no text was provided for refs named pachl**
- LARSEN, Reinhard. *Anestezie*. 7. (2. české) vydání. Praha : Grada, 2004. 1376 s. s. 420–446. ISBN 80-247-0476-5.
- Wikipedie. *Průtokoměr* [online]. ©2010. [cit. 2010-06-20]. <<https://cs.wikipedia.org/wiki/Průtokoměr>>.