

# Monitoring the respiratory system

**Monitorování funkcí respiračního systému**<sup>[1][2][3]</sup> je důležitá oblast **intenzivní medicíny**, která se využívá u pacientů s respiračním selháním, u pacientů, u kterých respirační selhání hrozí (bezvědomí atd), při zajištění dýchacích cest atp. Monitoraci je možné provádět klinicky, s výhodou je však použít i přístrojového vybavení.

## Klinické monitorování

Ke klinickému monitorování se používá běžných metod používaných v interní medicíně: **pohled, poslech, pohmat, poklep**. Pohledem lze pozorovat dýchací pohyby, zejména jejich **frekvenci** (DF), jejich symetričnost, případné objektivní známky dušnosti (zatahování jugula, hypochondria), případnou ortopnoe. Dále je důležité hodnocení barvy kůže (cyanotická, šedivá a mramorovaná – centralizace oběhu atp.). Poslechem lze hodnotit intenzitu dýchání a vedlejší přidružené poslechové fenomény.

Dýchací frekvenci lze dále monitorovat analýzou signálu EKG – filtrujeme dle frekvence pouze signály dýchacího svalstva, umožňuje tak zobrazit dechovou frekvenci na monitoru. Tato informace je však výrazně rušena pohyby pacienta. Další variantou je snímání dechové frekvence při UPV.

## Přístrojové monitorování

Přístrojově lze monitorovat především **výměnu plynů, plicní objemy, plicní mechaniku, vzájemnou interakci oběh/plíce a stupeň zánětu plicní tkáně**.

### Pulsní oxymetrie

Pulsní oxymetrie je zásadní metodou neinvazivního kontinuálního měření saturace hemoglobinu kyslíkem. Snížení pod 90 % jednoznačně značí snížení  $pO_2$ . Přesnější údaje doplní vyšetření krevních plynů. V klinické praxi je zásadní rozlišení normálního signálu od artefaktů či poruchy snímání, ať již při některých patologiích (arytmie, zhoršená perfuze, ikterus, ...), tak při technických obtížích (pohyb, umělé světlo, barvené nehty, osoby s vysokým množstvím kožního pigmentu, ...).

 *Podrobnější informace naleznete na stránce Pulsní oxymetrie.*

### Kapnometrie a kapnografie

Nejčastější použití **měření hodnot oxidu uhličitého na konci výdechu** (end-tidal  $CO_2$ , normální hodnoty **35-45 mm Hg** nebo 4,6-6 kPa) v intenzivní péči je:

- neinvazivní sledování alveolární tenze  $CO_2$  a tedy odvozeně i jeho arteriální tenze,
  - při znalosti  $P_aCO_2$  (po měření z arteriální krve) umožňuje výpočet poměru mezi mrtvým prostorem a dechovým objemem,
- detekce intubace do jícnu,
- detekce obnovení srdeční činnosti v průběhu resuscitace.<sup>[4]</sup>

 *Podrobnější informace naleznete na stránce Kapnometrie.*

### Monitorování průběhu UPV

Při umělé plicní ventilaci lze monitorovat především následující parametry:

- dechovou frekvenci,
- dechové objemy,
- minutovou ventilaci,
- špičkové tlaky a plató-tlak,
- koncentraci kyslíku ve vdechované směsi.

Dále je třeba monitorovat **dyssynchronii** mezi pacientem a nastaveným režimem.

Další monitorování závisí na použitých ventilačních metodách a umožňuje ideální kompromis mezi dostatečnou agresivitou ventilačního režimu umožňující adekvátní ventilaci a na druhé straně minimalizací rizika poškození plic v souvislosti s UPV.

## Vyšetření krevních plynů

Základním vyšetřením je **vyšetření krevních plynů** z arteriální krve, jeho základními indikacemi je:

- detekce hypoxémie nebo hyperoxémie (hodnocení **oxygenace**);
- detekce hypokapnie nebo hyperkapnie (hodnocení **ventilace**);
- určení typu poruchy acidobazické rovnováhy.<sup>[4]</sup>

Tato metoda umožní i jednoznačnou diagnózu respirační insuficience ( $pO_2 < 8,0$  kPa) a její klasifikaci podle  $pCO_2$ :

- respirační insuficience 1. typu, tj. parciální, respirační insuficience s poruchou oxygenace (hypoxémie a normokapnie, či dokonce hypokapnie způsobená kompenzační zvýšenou dechovou frekvencí),
- respirační insuficience 2. typu, tj. globální, respirační insuficience s přidruženou poruchou ventilace (hypoxémie a zároveň hyperkapnie).

Vyšetření je možné posílat do laboratoře, některá pracoviště jsou vybavena přímo analyzátozem na oddělení<sup>[1]</sup>.

Tato metoda je obvykle **intermitentní**. Existují i nákladná speciální čidla pro kontinuální měření  $P_aCO_2$ , která nejsou rutinně užívána. Kontinuální měření tenze kyslíku v jugulárním bulbu je někdy využíváno při terapii nitrolební hypertenze. Pro průběžné monitorování je velmi výhodné využívat **saturaci arteriální krve kyslíkem** ( $s_aO_2$ ), např. pomocí pulzní oxymetrie, a **parciální tlak oxidu uhličitého ve vydechovaném vzduchu** ( $EtCO_2$ ) pomocí **kapnometrie** či **kapnografie**.

 *Podrobnější informace naleznete na stránce Laboratorní vyšetření acidobazické rovnováhy.*

## Další metody

V klinické praxi si hledají své místo nové, zatím spíše výzkumné metody. Přínos většiny technik je především v optimalizaci nastavení umělé plicní ventilace a minimalizaci rizik s ní spojených.

Mezi tyto nové metody se řadí transkutánní monitorování  $CO_2$ , volumetrická kapnografie a výpočet mrtvého prostoru, monitorace extravaskulární plicní vody, monitorování plicní mechaniky, elektrická bioimpedanční tomografie, vibration response imaging či respiratory inductive plethysmography.<sup>[4]</sup>

## Odkazy

### Související články

- Respirační insuficience
- Laboratorní vyšetření acidobazické rovnováhy

### Reference

- SCHINDLER, Ivo. *Monitorace v intenzivní medicíně – stáž u lůžka* [přednáška k předmětu Anesteziologie a neodkladná medicína, obor Všeobecné lékařství, 1. lékařská fakulta Univerzita Karlova]. Praha. 26.3.2014.
- ZAZULA, Roman, et al. *Praktikum intenzivní medicíny : učební text pro posluchače LF*. 1. vydání. Praha : Anesteziologicko-resuscitační klinika 1. LF UK a FTN, 2007. 104 s. s. 30-55. ISBN 978-80-239-9474-2.
- KASAL, Eduard, et al. *Základy anesteziologie, resuscitace, neodkladné medicíny a intenzivní péče : pro lékařské fakulty*. 1. vydání. Praha : Karolinum, 2004. 197 s. s. 62-63. ISBN 80-246-0556-2.
- ŠEVČÍK, Pavel, et al. *Intenzivní medicína*. 3. vydání. Galén, 2014. 1195 s. s. 179-183. ISBN 978-80-7492-066-0.

**Monitorování funkcí respiračního systému**<sup>[1][2][3]</sup> je důležitá oblast **intenzivní medicíny**, která se využívá u pacientů s respiračním selháním, u pacientů, u kterých respirační selhání hrozí (bezvědomí atd), při zajištění dýchacích cest atp. Monitoraci je možné provádět klinicky, s výhodou je však použít i přístrojového vybavení.

## Klinické monitorování

Ke klinickému monitorování se používá běžných metod používaných v interní medicíně: **pohled, poslech, pohmat, poklep**. Pohledem lze pozorovat dýchací pohyby, zejména jejich **frekvenci** (DF), jejich symetričnost, případné objektivní známky dušnosti (zatahování jugula, hypochondria), případnou ortopnoe. Dále je důležité hodnocení barvy kůže (cyanotická, šedivá a mramorovaná – centralizace oběhu atp.). Poslechem lze hodnotit intenzitu dýchání a vedlejší přidružené poslechové fenomény.

Dýchací frekvenci lze dále monitorovat analýzou signálu EKG – filtrujeme dle frekvence pouze signály dýchacího svalstva, umožňuje tak zobrazit dechovou frekvenci na monitoru. Tato informace je však výrazně rušena pohyby pacienta. Další variantou je snímání dechové frekvence při UPV.

## Přístrojové monitorování

Přístrojově lze monitorovat především **výměnu plynů, plicní objemy, plicní mechaniku, vzájemnou interakci oběh/plíce a stupeň zánětu plicní tkáně**.

### Pulsní oxymetrie

Pulsní oxymetrie je zásadní metodou neinvazivního kontinuálního měření saturace hemoglobinu kyslíkem. Snížení pod 90 % jednoznačně značí snížení  $pO_2$ . Přesnější údaje doplní vyšetření krevních plynů. V klinické praxi je zásadní rozlišení normálního signálu od artefaktů či poruchy snímání, ať již při některých patologiích (arytmie, zhoršená

perfuze, ikterus, ...), tak při technických obtížích (pohyb, umělé světlo, barvené nehty, osoby s vysokým množstvím kožního pigmentu, ...).

 *Podrobnější informace naleznete na stránce [Pulsní oxymetrie](#).*

## Kapnometrie a kapnografie

Nejčastější použití **měření hodnot oxidu uhličitého na konci výdechu** (end-tidal CO<sub>2</sub>, normální hodnoty **35–45 mm Hg** nebo 4,6–6 kPa) v intenzivní péči je:

- neinvazivní sledování alveolární tenze CO<sub>2</sub> a tedy odvozeně i jeho arteriální tenze,
  - při znalosti P<sub>a</sub>CO<sub>2</sub> (po měření z arteriální krve) umožňuje výpočet poměru mezi mrtvým prostorem a dechovým objemem,
- detekce intubace do jícnu,
- detekce obnovení srdeční činnosti v průběhu resuscitace.<sup>[4]</sup>

 *Podrobnější informace naleznete na stránce [Kapnometrie](#).*

## Monitorování průběhu UPV

Při umělé plicní ventilaci lze monitorovat především následující parametry:

- dechovou frekvenci,
- dechové objemy,
- minutovou ventilaci,
- špičkové tlaky a plató-tlak,
- koncentraci kyslíku ve vdechované směsi.

Dále je třeba monitorovat **dyssynchronii** mezi pacientem a nastaveným režimem.

Další monitorování závisí na použitých ventilačních metodách a umožňuje ideální kompromis mezi dostatečnou agresivitou ventilačního režimu umožňující adekvátní ventilaci a na druhé straně minimalizací rizika poškození plic v souvislosti s UPV.

## Vyšetření krevních plynů

Základním vyšetřením je **vyšetření krevních plynů** z arteriální krve, jeho základními indikacemi je:

- detekce hypoxémie nebo hyperoxémie (hodnocení **oxygenace**);
- detekce hypokapnie nebo hyperkapnie (hodnocení **ventilace**);
- určení typu poruchy acidobazické rovnováhy.<sup>[4]</sup>

Tato metoda umožní i jednoznačnou diagnózu respirační insuficience (pO<sub>2</sub> < 8,0 kPa) a její klasifikaci podle pCO<sub>2</sub>:

- respirační insuficience 1. typu, tj. parciální, respirační insuficience s poruchou oxygenace (hypoxémie a normokapnie, či dokonce hypokapnie způsobená kompenzační zvýšenou dechovou frekvencí),
- respirační insuficience 2. typu, tj. globální, respirační insuficience s přidruženou poruchou ventilace (hypoxémie a zároveň hyperkapnie).

Vyšetření je možné posílat do laboratoře, některá pracoviště jsou vybavena přímo analyzátozem na oddělení<sup>[1]</sup>.

Tato metoda je obvykle **intermitentní**. Existují i nákladná speciální čidla pro kontinuální měření P<sub>a</sub>CO<sub>2</sub>, která nejsou rutinně užívána. Kontinuální měření tenze kyslíku v jugulárním bulbu je někdy využíváno při terapii nitrolební hypertenze. Pro průběžné monitorování je velmi výhodné využívat **saturaci arteriální krve kyslíkem** (s<sub>a</sub>O<sub>2</sub>), např. pomocí pulzní oxymetrie, a **parciální tlak oxidu uhličitého ve vydechovaném vzduchu** (EtCO<sub>2</sub>) pomocí **kapnometrie** či **kapnografie**.

 *Podrobnější informace naleznete na stránce [Laboratorní vyšetření acidobazické rovnováhy](#).*

## Další metody

V klinické praxi si hledají své místo nové, zatím spíše výzkumné metody. Přínos většiny technik je především v optimalizaci nastavení umělé plicní ventilace a minimalizaci rizik s ní spojených.

Mezi tyto nové metody se řadí transkutánní monitorování CO<sub>2</sub>, volumetrická kapnografie a výpočet mrtvého prostoru, monitorace extravaskulární plicní vody, monitorování plicní mechaniky, elektrická bioimpedanční tomografie, vibration response imaging či respiratory inductive plethysmography.<sup>[4]</sup>

## Odkazy

### Související články

- Respirační insuficience
- Laboratorní vyšetření acidobazické rovnováhy

## Reference

1. SCHINDLER, Ivo. *Monitorace v intenzivní medicíně – stáž u lůžka* [přednáška k předmětu Anesteziologie a neodkladná medicína, obor Všeobecné lékařství, 1. lékařská fakulta Univerzita Karlova]. Praha. 26.3.2014.
2. ZAZULA, Roman, et al. *Praktikum intenzivní medicíny : učební text pro posluchače LF*. 1. vydání. Praha : Anesteziologicko-resuscitační klinika 1. LF UK a FTN, 2007. 104 s. s. 30–55. ISBN 978-80-239-9474-2.
3. KASAL, Eduard, et al. *Základy anesteziologie, resuscitace, neodkladné medicíny a intenzivní péče : pro lékařské fakulty*. 1. vydání. Praha : Karolinum, 2004. 197 s. s. 62–63. ISBN 80-246-0556-2.
4. ŠEVČÍK, Pavel, et al. *Intenzivní medicína*. 3. vydání. Galén, 2014. 1195 s. s. 179–183. ISBN 978-80-7492-066-0.