

---

# Respirační selhání. Status asthmaticus

---

MUDr. V. Zvoníček  
ARK, FN u sv. Anny

---

# Definice

- akutní plicní stav ( vyjma COPD) vyžadující aktivní léčbu
  - nespecifický stav
    - různé základní diagnózy: pneumonie, trauma, sepse
-

# respirační selhání- rozpoznání

- Anamnéza
  - chronická onemocnění plic a srdce, astma, COPD, kouření, alergeny, infekce, imunosuprese, revmatická onemocnění, neurologická onemocnění (např. Guillain-Barré), léky (betablokátory), operace plic, genetická onemocnění
- Kašel
  - Chronický, suchý (může být pleurální), produktivní (infekce)
- Sputum
  - žluté (leukocyty), nazelenalé (stagnace), nebo nahnědlé (erytrocyty)
- Hemoptýza
  - Různý stupeň, bronchitis, mitrální stenosa, plicní infarkt, bronchiektazie, karcinom, TBC
- Dušnost
  - Uvědomování si dechového úsilí v situaci kdy se normálně neuvědomuje, nerovná se hyperpnoe a tachypnoe
- Cyanosa
  - 50g/1000 ml redukovaného Hb, periferní (velká extrakce O<sub>2</sub>) nebo centrální (hypoxie) nebo kombinovaná
- Bolesti na hrudi
  - Onemocnění pariet. pleury

# respirační selhání-vyšetření

## ■ Inspekce

- Dechová frekvence, vzor dýchání, zapojování pomocných dýchacích svalů, symetrie dýchání, deformity hrudníku, kyfoskoliosa, uzliny, periferní otoky, náplň jug.žil

## ■ Palpace

- Potvrzení viditelných nálezů, symetrie dýchání, subkutánní emfysem, krepitace

## ■ Auskultace

- Oslabené, vymizelé dýchání
- Abnormální poslech
  - Chrůpky, bronchitické fenomény, třecí šelest
  - Stridor

# Zobrazovací metody

- RTG hrudníku
  - Rutinní vyšetření u respiračního selhání
  - Nemusí odhalit: COPD, malé léze (<1 cm), plicní embolii, počínající pneumonii, fibrosu plic
  - Odlišnosti ICU RTG
    - Ležící pacient, předozadní, srdce a mediastinum je o 15% širší, pleurální tekutina je více rozlita, distorze plicní vaskulatury
- CT hrudníku
  - Zhodnocení plicní patologie, zhodnocení mediastina, staging nádorů, High resolution CT ke zhodnocení intersticiálního postižení, zhodnocení aorty a cév, CT angiografie.
- Ultrazvuk hrudníku
  - Zhodnocení pleurálních výpotků, drenáž hrudníku
- Bronchoskopie
  - Ke zhodnocení dýchacích cest a odběr vzorků (BAL)

# Labratorní vyšetření

## ■ Parciální tlak kyslíku v arteriální krvi $p_aO_2$

- Norma 13,3 kPa (100mmg)
- Hypoxie pod 8 kPa
- Obsah kyslíku v krvi

$$CaO_2 = (SaO_2 \times Hb \times 1.34) + (0.003 \times PaO_2)$$

$$DO = CaO_2 \times CO$$

## ■ $PaCO_2$

- Odráží zejména produkci  $CO_2$  a alveolární ventilaci
- Hyperkapnie zejména při poklesu alveolární ventilace
- Hyperkapnie také při snížení plicní perfúze a tlustění alveolo-kapilární membrány ( $paCO_2 - EtCO_2 > 5$  mmHg)

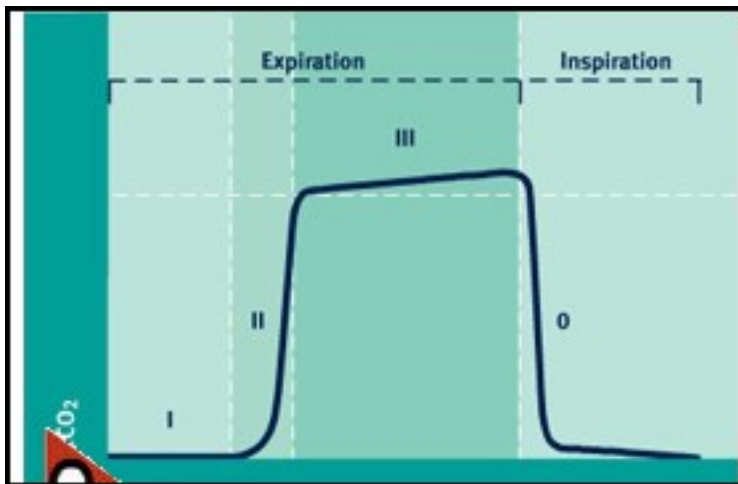
# Pulzní oxymetrie , saturace O<sub>2</sub>



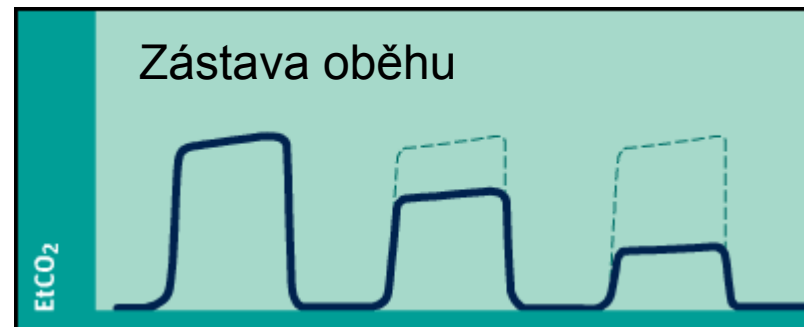
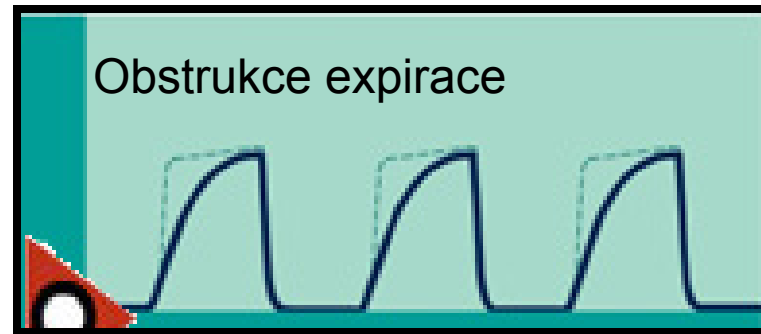
- Měří absorbanci světelného signálu fluktující části krve (pulzní)
- Vyjádřena v procentech oxygenovaného hemoglobinu, norma >96%
  - Pokles po 90% představuje velký pokles p<sub>a</sub>O<sub>2</sub> (O<sub>2</sub> disociační křivka)
- Neinvazivní standardní monitorace
- Limitace: normální hodnoty u otravy CO, neměří při poruchách prokrvení (šok), méně přesný při poklesu saturace pod 83%

# Kapnografie

- Průběh a kvantifikace vydechovaného  $\text{CO}_2$
- End tidal  $\text{CO}_2$ ,  $\text{EtCO}_2$



Normální kapnografie





---

# ARDS acute respiratory distress syndrome

## ALI acute lung injury

- akutní nástup respiračního selhání
- nové bilaterální infiltráty na RTG plic
- nepřítomnost levostranného selhání
  - klinicky diagnostikovaného
  - nebo PAOP < 18 mmHg
- hypoxemie
  - $paO_2/FiO_2 < 200$  mmHg = ARDS
  - $paO_2/FiO_2 < 300$  mmHg = ALI

ALI je lehčí formou ARDS

---

---

# ARDS, ALI- etiologie

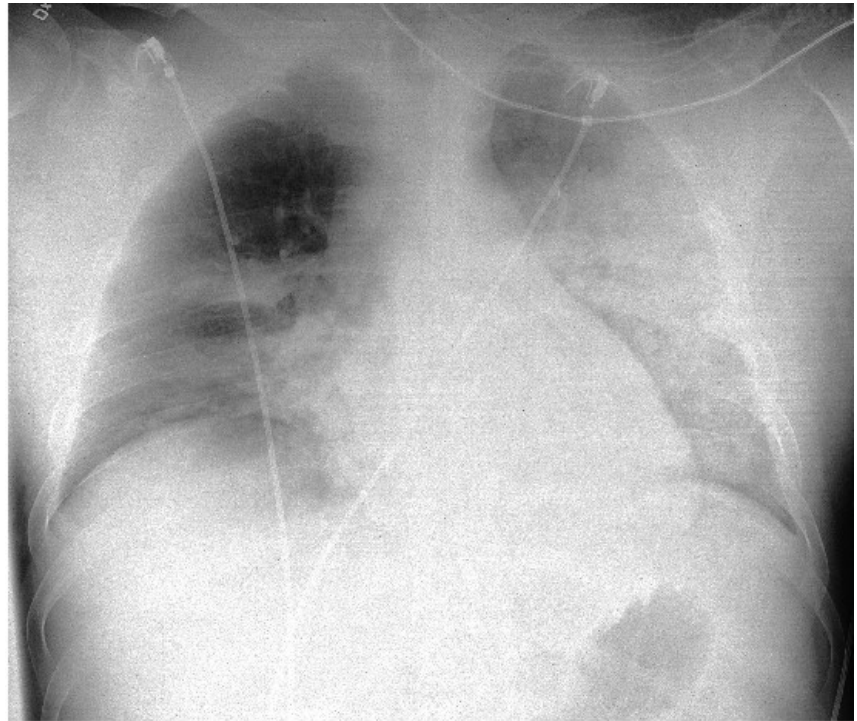
- primární, plicní
    - aspirace do plic, pneumonie, kontuze plic.  
inhalace toxických plynů, tonutí
  - sekundární, extrapulmonální
    - generalizovaná aktivace mediátorů a buněk zánětu
      - sepse
      - nekróza a trauma tkání (pancreatitis, trauma, velký operační výkon)
      - šokové stavy
-

# Klinické známky ARDS, ALI

- postupně 3 fáze: nekardiogenní plicní edém, zánět (nebakteriální), fibrosa
- pokles poddajnosti plic, snížení funkční reziduální kapacity, kolaps a zalití alveolů tekutinou, atelektázy- převážně basálně, dependentně
  - intrapulmonální arteriovenosní shunt
- **Plicní manifestace a symptomy**
  - cyanosa
  - tachypnoe
  - dyspnoe
  - chrůpky
- **mimo plicní manifestace**
  - příznaky základního onemocnění: trauma, šok ....

# ARDS- labor. a RTG diagnostika

- hypoxemie, hypokapnie, později hyperkapnie a respirační acidosa, pokles poddajnosti respiračního systému
- bilaterální infiltráty



# ARDS , CT



---

# Diff. dg

- kardiální plicní edém
    - Zvýšený plicní tlak, onemocnění srdce , není inflamace, diagnosticky: ECHO, plicní katetr, piCCO atd.
  - hypervolemie
    - Pozitivní bilance tekutin, odpověď na diuretika
  - plicní embolie
    - Přetížení pravé komory, ECHO, CT plicní angografie.
-

---

# ventilační podpora u ARDS, ALI

## ■ Cíle

- saturace  $O_2 > 90\%$ ,  $p_aO_2 > 8$  kPa
- pH 7,2-7,4
- protektivní ventilace
  - prevence ventilatory induced injury- VILI
  - inspirační tlak menší než 32 (35) cm  $H_2O$

- PEEP - positive end expiratory pressure, pozitivní tlak na konci výdechu
-

---

# zahájení ventilace u ARDS , ALI

- okamžitě při těžkém progredujícím stavu
- respirační frekvence 30-35/min
- $p_aO_2 = 7-8$  kPa při  $O_2$  maskou
- vzestup  $p_aCO_2$  , nebo  $pH < 7,3$

*Spotřeba kyslíku a produkce  $CO_2$  stoupá o 6-10% na  $1^\circ C$*

---



---

# ventilace u ARDS

- většinou intubace a umělá plicní ventilace , UPV
  - neinvazivní ventilace NIV (= ventilace maskou bez intubace) pokud
    - pacient při vědomí, kooperativní
    - hemodynamicky stabilní
    - není vyčerpaný
    - okamžité ukončení NIV a intubace pokud nedojde ke zlepšení za hodinu
-

---

# indikace intubace a UPV u respiračního selhání obecně

- těžká hypoxemie ,  $p_{aO_2} < 6-7$  kPa
  - respirační acidosa ,  $pH 7,2$ ,  $p_{CO_2} 9-10$  kPa
  - bezvědomí, nebo porucha vědomí s neschopností udržet průchodné dýchací cesty
  - CNS postižení
  - akutní chirurgický výkon
-

# UPV u ARDS

- VCV nebo PCV
- $FiO_2$  co nejnižší
- inspirační tlaky mezi 30-35 cm H<sub>2</sub>O
- dechový objem 6-8 ml/kg ideální váhy
- recruitment- otevření kolabovaných alveolů
  - PEEP 8-15 cm H<sub>2</sub>O
    - prevence kolapsu, může způsobit hyperinflaci zdravých alveolů
    - nastavuje se podle: dosažení nejlepší oxygenace, nebo nejlepší compliance nebo podle tabulek
  - recruitment manévry (krátkodobé zvýšení tlaků, otevřít plíce a nechat otevřenou)
  - prone position

---

# Další terapie

- léčba základního onemocnění
  - prevence hypervolemie- pokud lze tak spíš restrikce tekutin
  - nutrice
  - ATB jen při infekci
  - steroidy NE v akutní fázi (zvažovaný ve fázi fibrózy)
  - rescue therapy:
    - Extracorporeal Membrane Oxygenation
    - surfaktant – u dětí
-

---

# Komplikace

- barotrauma při UPV
  - pokles kardiálního výdeje
  - infekce , ventilátorová pneumonie
  - VILI
-

---

# COPD, asthma

---

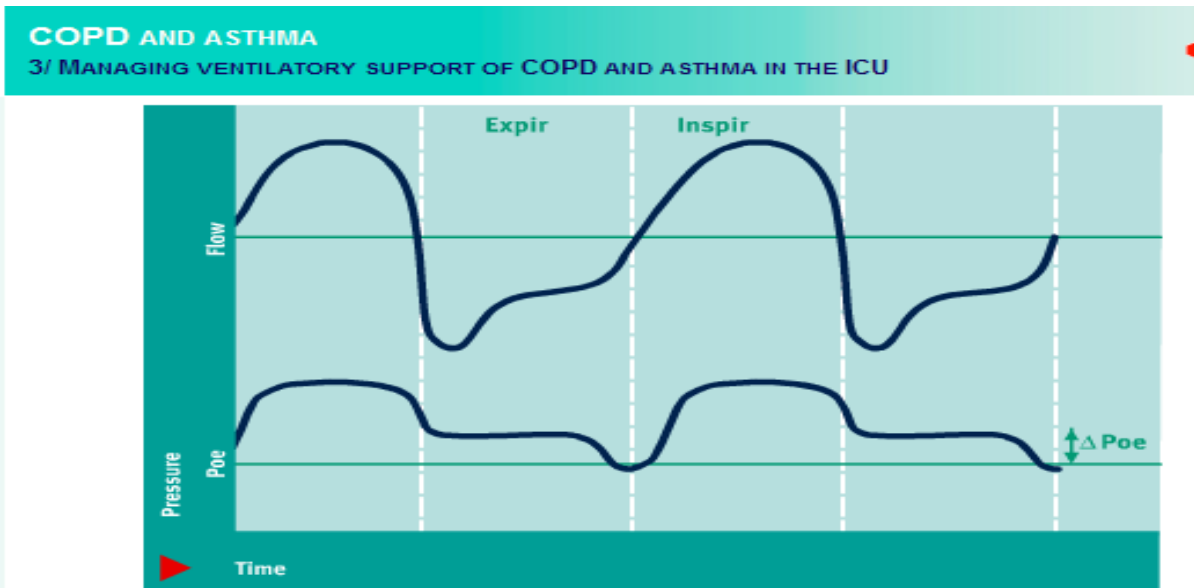
---

# základní patofyziologie

- limitace expiračního toku plynů při vzestupu rezistence malých cest dýchacích
  - hyperinflace alveolů, plic
    - expirace příliš dlouhá (asthma) , dynamická hyperinflace
    - kolaps dýchacích cest (COPD) air trapping
  - podání kyslíku u COPD může zvýšit  $paCO_2$ 
    - odstranění hypoxického stimulu, zrušení plicní hypoxické vazokonstrikce
  - exacerbace je nutnost změny terapie při zhoršení kašle, dušnosti či produkci sputa
-

# hyperinflace , autoPEEP

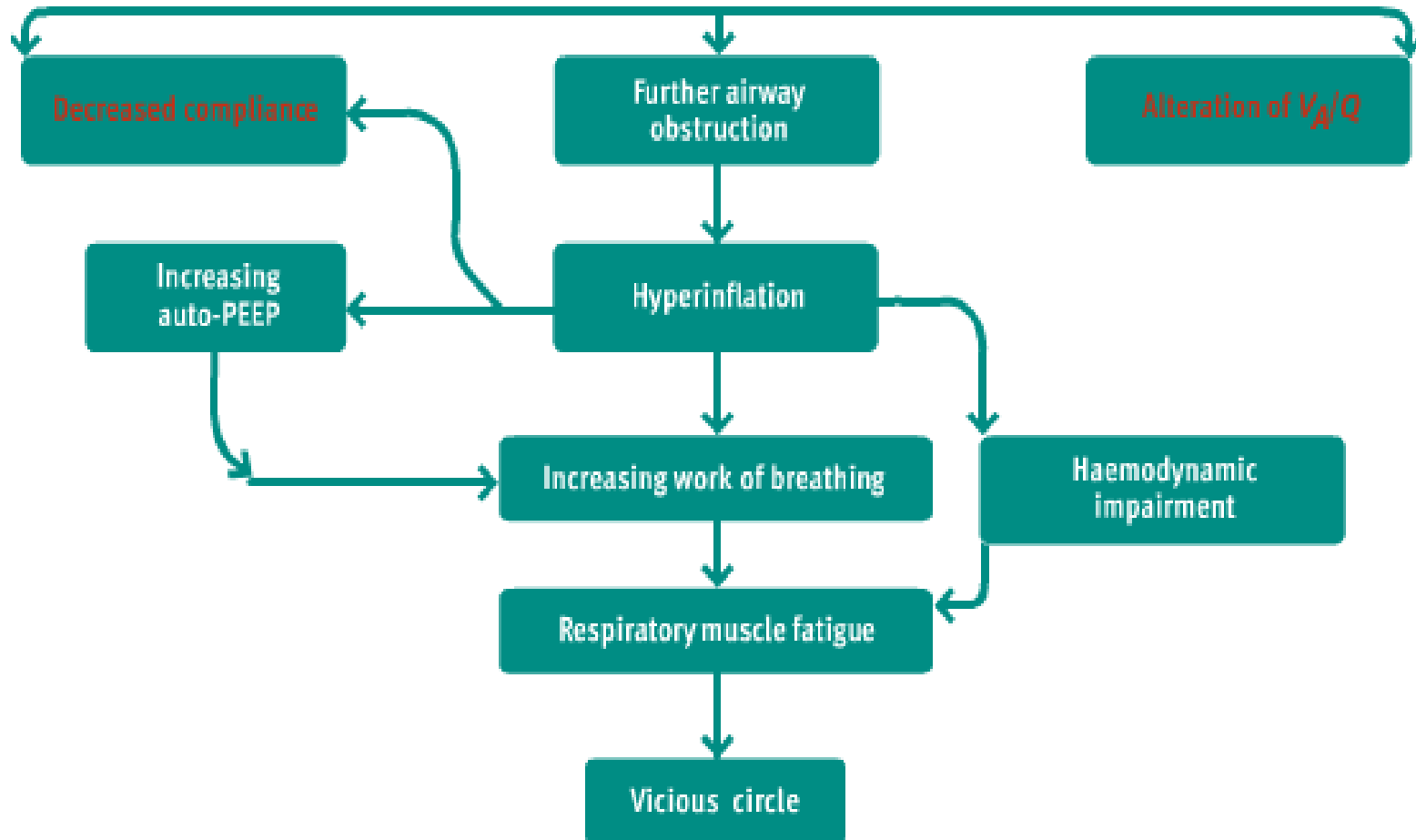
- tlak v alveolech na konci výdechu
  - pozn. na ventilátoru se měří externí PEEP, autoPEEP lze změřit aplikací expirační pauzy



$\Delta P_{oe} \cong P_{trigger} + PEEPi$  and thus  
 $PEEPi \cong \Delta P_{oe} - P_{trigger}$  where  $P_{trigger}$  is the set trigger on the ventilator



## Acute pathological event



# COPD, asthma


In addition to providing mechanical respiratory support as needed, immediately begin treatment with:

	<b>ASTHMA</b>	<b>COPD</b>
Inhaled $\beta$ -mimetics	++	++
Inhaled anticholinergics	+	++
Systemic corticosteroids	++	+
Antibiotics	-	+
Oxygen	++	+ (cautious titration)
Non-invasive ventilation	(+)	++
Theophylline	-	-
Mucokinetics	-	-

++ good evidence

+ relatively good evidence

- no evidence

For further information, see Task 4 .

---

# Klinický nález

## ■ COPD

- únava
- paradoxní torakoabdominální dýchání
- zapojení pomocných svalů
- respirační acidosa

## ■ astma- život ohrožující stav

- tiché dýchání
  - zmatenost ,koma
  - bradykardie, hypotenze
  - PEFR neměřitelný
  - neschopnost mluvit
  - tachykardie >120/min
  - >30 dechů /min
  - pokles systolického tlaku během inspirace >20 mmHg
-

	<b>COPD</b>	<b>ASTHMA</b>
<b>MEDICAL HISTORY</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Co-morbidities</li> <li>◆ Severity of baseline COPD (spirometry)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Previous ICU admission</li> <li>◆ Mechanical ventilation for asthma</li> <li>◆ Deterioration despite optimal treatment including oral steroids</li> <li>◆ Increasing use of <math>\beta</math>-mimetics over several days</li> </ul>
<b>CLINICAL SIGNS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Severity of dyspnoea: RR, auxiliary muscle use</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Severity of dyspnoea: RR, auxiliary muscle use</li> <li>◆ Silent chest</li> <li>◆ Haemodynamic alterations: tachycardia, arterial paradox</li> <li>◆ Diaphoresis</li> <li>◆ Agitation, anxiety or stupor, coma</li> <li>◆ Failure to improve within 1-2 hours of initial treatment</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ PEFr not useful</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ PEFr useful</li> </ul>
<b>BLOOD GASES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Respiratory acidosis</li> <li>◆ No improvement with treatment</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Normocapnic or hypercapnic hypoxaemia</li> <li>◆ No decrease of <math>p\text{CO}_2</math> with treatment, no correction of hypoxaemia</li> </ul>

---

# Terapie, astma

- inhalační bronchodilatancia
  - kortikoidy (asthma)
  - O<sub>2</sub>
  - ventilační podpora
    - Heliox
    - MgSO<sub>4</sub>
    - ketamin
    - inhal anestetika
-

# Asthma. Short-acting b2-agonist

<b>Inhaled SABAs</b>			
<b>Albuterol</b>			
Nebulizer solution (0.63 mg/3 mL, 1.25 mg/3 mL, 2.5 mg/3 mL, 5.0 mg/mL)	0.15 mg/kg (minimum dose 2.5 mg) every 20 minutes for 3 doses then 0.15-0.3 mg/kg up to 10 mg every 1-4 hours as needed, or 0.5 mg/kg/h by continuous nebulization.	2.5-5 mg every 20 minutes for 3 doses, then 2.5-10 mg every 1-4 hours as needed, or 10-15 mg/h continuously.	Only selective $\beta_2$ -agonists are recommended. For optimal delivery, dilute aerosols to minimum of 3 mL at gas flow of 6-8 L/min. Use large volume nebulizers for continuous administration. May mix with ipratropium nebulizer solution.
MDI (90 mcg/puff)	4-8 puffs every 20 minutes for 3 doses, then every 1-4 hours inhalation maneuver as needed. Use VHC; add mask in children <4 years.	4-8 puffs every 20 minutes up to 4 hours, then every 1-4 hours as needed.	In mild-to-moderate exacerbations, MDI plus VHC is as effective as nebulized therapy with appropriate administration technique and coaching by trained personnel.
<b>Bitolterol</b>			
Nebulizer solution (2 mg/mL)	See albuterol dose; thought to be half as potent as albuterol on mg basis.	See albuterol dose.	Has not been studied in severe asthma exacerbations. Do not mix with other drugs.
MDI (370 mcg/puff)	See albuterol MDI dose.	See albuterol MDI dose.	Has not been studied in severe asthma exacerbations.
<b>Levalbuterol (R-albuterol)</b>			
Nebulizer solution (0.63 mg/3 mL, 1.25 mg/0.5 mL, 1.25 mg/3 mL)	0.075 mg/kg (minimum dose 1.25 mg) every 20 minutes for 3 doses, then 0.075-0.15 mg/kg up to 5 mg every 1-4 hours as needed.	1.25-2.5 mg every 20 minutes for 3 doses, then 1.25-5 mg every 1-4 hours as needed.	Levalbuterol administered in ½ the milligram dose of albuterol provides comparable efficacy and safety. Has not been evaluated by continuous nebulization.
MDI (45 mcg/puff)	See albuterol MDI dose	See albuterol MDI dose.	
<b>Pirbuterol</b>			
MDI (200 mcg/puff)	See albuterol MDI dose; thought to be half as potent as albuterol on a mg basis.	See albuterol MDI dose.	Has not been studied in severe asthma exacerbations.

# Asthma , anticholinergika

## Anticholinergics

### Ipratropium bromide

Nebulizer solution (0.25 mg/mL)	0.25-0.5 mg every 20 minutes for 3 doses, then as needed	0.5 mg every 20 minutes for 3 doses, then as needed	May mix in same nebulizer with albuterol. Should not be used as first-line therapy; should be added to SABA therapy for severe exacerbations. The addition of ipratropium has not been shown to provide further benefit once the patient is hospitalized.
MDI (18 mcg/puff)	4-8 puffs every 20 minutes as needed up to 3 hours	8 puffs every 20 minutes as needed up to 3 hours	Should use with VHC and face mask for children <4 years. Studies have examined ipratropium bromide MDI for up to 3 hours.

### Ipratropium with albuterol

Nebulizer solution (each 3-mL vial contains 0.5 mg ipratropium bromide and 2.5 mg albuterol.)	1.5 mL every 20 minutes for 3 doses, then as needed	3 mL every 20 minutes for 3 doses, then as needed	May be used for up to 3 hours in the initial management of severe exacerbations. The addition of ipratropium to albuterol has not been shown to provide further benefit once the patient is hospitalized.
MDI (Each puff contains 18 mcg ipratropium bromide and 90	4-8 puffs every 20 minutes as needed up to 3 hours	8 puffs every 20 minutes as needed up to 3 hours	Should use with VHC and face mask for children <4 years.

# Ashtma, iv terapie- poslední mžnost

## Systemic (injected) $\beta_2$ -agonists

Epinephrine 1:1000 (1 mg/mL)	0.01 mg/kg up to 0.3-0.5 mg every 20 minutes for 3 doses sq.	0.3-0.5 mg every 20 minutes for 3 doses sq.	No proven advantage of systemic therapy over aerosol.
Terbutaline (1 mg/mL)	0.01 mg/kg every 20 minutes for 3 doses then every 2-6 hours as needed sq.	0.25 mg every 20 minutes for 3 doses sq.	No proven advantage of systemic therapy over aerosol.



# Asthma - kortikoidy

## Systemic corticosteroids

		<b>(Apply to all 3 corticosteroids.)</b>	
Prednisone	1 mg/kg in 2 divided doses (maximum = 60 mg/d) until PEF is 70% of predicted or personal best	40-80 mg/day in 1 or 2 divided doses until PEF reaches 70% of predicted or personal best	For outpatient burst, use 40-60 mg in single or 2 divided doses for total of 5-10 days in adults (children: 1-2 mg/kg/d maximum 60 mg/d for 3-10 days).
Methylprednisolone			
Prednisolone			

---

# Indikace ventilační podpory

- COPD (2 příznaky nejméně)
    - dyspnoe, použití akcesorních svalů
    - hyperkapnická acidosa
    - více než 25 dechů/min
  - Astma -zhoršení příznaků
    - udržení oxygenace
    - změna vědomí
    - změna řeči, polohy
    - pokles dechové frekvence
-

---

# Závěr

lepší je noc na ICU než 100 let v hrobě

---

---

# UPV, astma, COPD

- problém hyperinflace , vysoké inspirační tlaky- riziko barotraumatu
  - astma PEEP 0
  - COPD PEEP 5
  - zkrátit inspirium (I:E)
  - permissivní hyperkapnie
-