



# Dětské ARDS, základy protektivní UPV

J.Divák(KARIM a LF OSU)



Michal Frellich a kolektiv

---

# Dětské polytrauma

---



# UPV

➤ způsob výměny plynů, při kterém je **dechová práce** zajištěna v plné nebo částečné míře **přístrojem – ventilátorem**

➤ je používána k:

- krátkodobé
- dlouhodobé

podpoře pacientů, u kterých došlo ke vzniku **závažné poruchy funkce respiračního systému:**

- **oxygenační (pO<sub>2</sub>)**
- **ventilační (pCO<sub>2</sub>)**

SKLIENKA, Peter; FRELICH, Michal. 2.4 Umělá plicní ventilace. *Dětské polytrauma*, 2022, 53.[1]

## Cíle UPV

- jsou definovány identicky pro dospělé i pediatrické dětské pacienty
- v roce 1993 **American College of Chest Physicians' Consensus Conference** definovala cíle:
  - fyziologické
  - klinické

# Otisova rovnice

**Pro respirační systém s konkrétními vlastnostmi** existuje  
pro dosažení dané minutové ventilace

**optimální poměr dechové frekvence a dechového objemu, tak aby dechová práce  
byla co nejmenší**

# Otisova rovnice

## C (zelené pole):

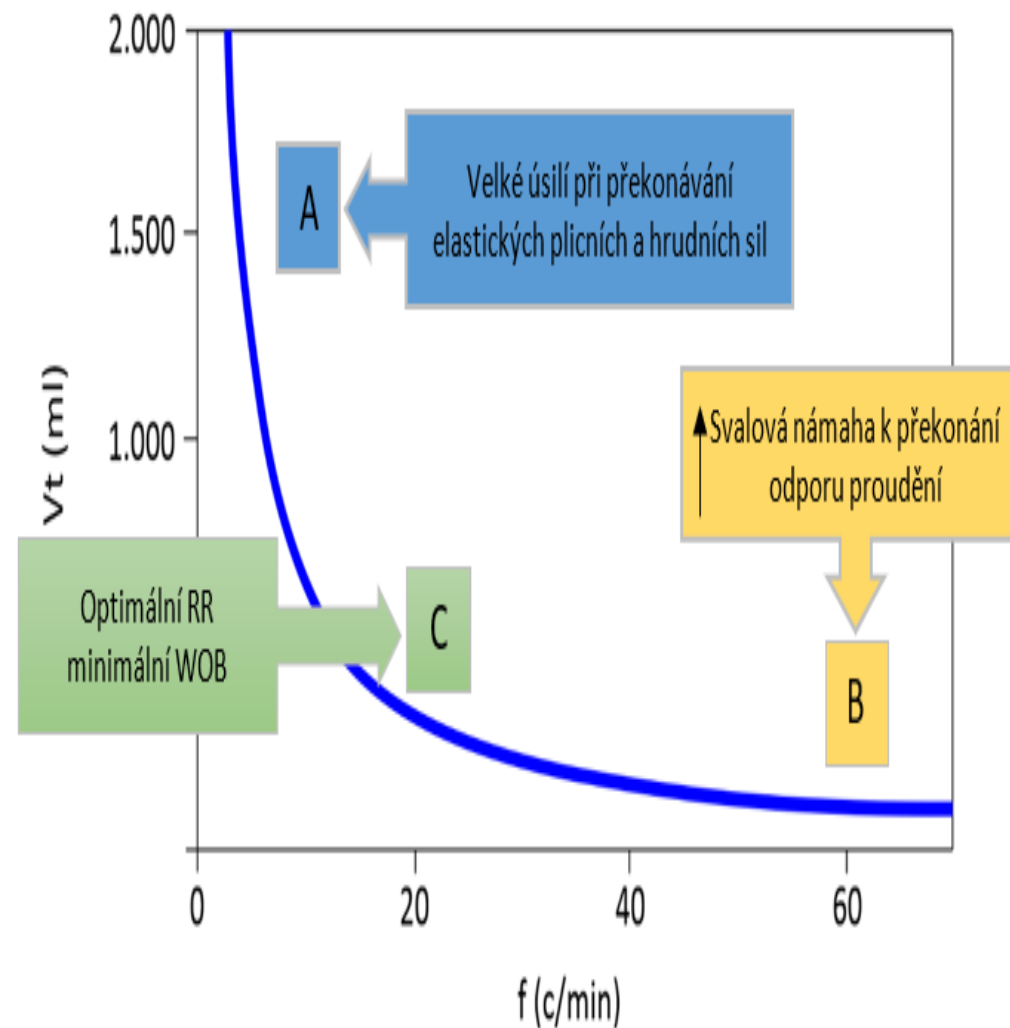
optimální poměr dechové frekvence a dechového objemu

## B (žluté pole):

při **vzestupu frekvence** a poklesu dechového objemu dochází při stejné minutové ventilaci ke zvýšení dechové práce z důvodu narůstajícího průtokového odporu

## A (modré pole):

při **vzestupu dechového objemu** naopak stoupá dechová práce v důsledku zvyšování elastického odporu plic a hrudní stěny [1]



# UPV

- při konvenční UPV **dechovou práci** koná ventilátor prostřednictvím **generace tlakového gradientu** mezi ventilátorem a alveoly pacienta.
- zde dochází klinického naplnění výše uvedené rovnice – pro jakýkoliv respirační systém je možné najít **individuální optimální nastavení ventilačních parametrů** tak, aby bylo k dosažení požadované minutové ventilace použito **nejnižší možné práce: tedy:**
  - nejnižších **možných tlaků**
  - nejnižší **možné energie** působících na tkáň respiračního systému
- **hlavní determinanty ventilací indukovaného plicního poškození VILI**  
( ventilator induced lung injury)

# Protektivní ventilace (LPVS-lung protective ventilation strategies)

- **postupy UPV maximálně bezpečné, netraumatizující UPV**
- **pro bezpečné používání UPV v pásmu protektivity je nezbytné:**
  - zohlednění aktuální patologie
  - znalost základních mechanismů, kterými se UPV podílí na agravaci plicního poškození
- **Tradiční komponenty LPV:**
  - limitovaná velikost dechového objemu (cca 6 ml/kg)
  - limitovaný endinspirační tlak (do cca 30 cm H<sub>2</sub>O)
  - použití „vhodného“ PEEP
  - použití „netoxických“ koncentrací FiO<sub>2</sub>.



## Is there a role for lung-protective ventilation in healthy children?

Chloe Heath<sup>1</sup>  | Neil Hauser<sup>1,2,3</sup> 

1. Cílová Vt 6 – 10 ml/kg tělesné hmotnosti, vyhnout se Vt > 10 ml/kg
2. Omezit maximální inspirační (<30 cmH<sub>2</sub>O) a delta tlak (<10 cmH<sub>2</sub>O). Pečlivě sledujte změny Vt, abyste se vyhnuli volumotraumatu
3. PEEP zůstává důležitou složkou LPV, ale optimální hladina PEEP pro dětské pacienty není známa. Primárně rozsah PEEP 4-8 cmH<sub>2</sub>O
4. Recruitment manévry, doporučuje se udržovat FRC a „otevření,, alveolů
  - PEEP na 30 cmH<sub>2</sub>O po dobu 10–30 s
  - postupné zvyšování PEEP na základě individuálních potřeb pacienta
5. Vyhněte se FiO<sub>2</sub> 1,0, pokud nenastane klinická naléhavá situace [2]

# FRC

- určité možné množství plynu, které zůstane v plicích na konci každého spontánního výdechu
- je pomocí komplexních interakcí funkce surfaktantu a reflexů z respiračního systému udržována na hodnotě, při které je při každém dalším nádechu k dosažení daného dechového objemu **použito nejnižší možné dechové práce.**
- za fyziologických podmínek:
  - organizmus pomocí FRC udržuje rozpětí plic v expiriu **na maximální poddajnosti respiračního systému.**
  - na plicní tkáň tak v průběhu jednotlivého dechového cyklu i v dlouhodobém časovém horizontu působí **nejnižší možné tlaky, a tedy i energie** [1]

# UPV

- při UPV je dechová práce je vykonávána ventilátorem, který generuje **tlakový gradient**, a energie vydaná ventilátorem je použita **na pohyb tělesa** (objem plynů = dechový objem) proti **definovanému odporu** (průtokový a elastický).
- část energie, kterou ventilátor generuje, je však absorbována respiračním systémem
- v případě **překročení bezpečného prahu (který je jiný pro každý respirační systém v závislosti na jeho vlastnostech a míře poškození)** se může na rozvoji **VILI a agravaci ARDS uplatňovat**
  - přímo mechanickým poškozením plicní tkáně,
  - spuštěním kaskády biologických procesů

# Biotrauma

- transformace mechanické energie na biologický signál (**mechanotransdukce**)
- u pacientů se závažnými poraněními často již v časně poúrazové fázi:
  - **klesá FRC:**
    - pokles poddajnosti hrudní stěny,
    - kontuze plic
    - sekvestrace tekutin se vzestupem extravaskulární plicní vody)
  - **snižuje se vzdušnost plic**



# Biotrauma



- aplikované tlaky tedy působí na menší plochu – **1.zvyšuje se „stress“** (definovaný jako tlak působící na jednotku plochy) ventilované plicní tkáně.
- aplikovaný dechový objem působí v méně vzdušné plíci relativně **2.větší „strain“** (rozepětí dechovým objemem ve vztahu k výchozí hodnotě na konci exspira).

Oba mechanismy způsobují, že čím je postižení plicní tkáně závažnější, tím více jsou plíce susceptibilní k rozvoji VILI

# Energotrauma

- poškození plic aplikací neúměrné mechanické energie
- **koncept energotraumatu** vedl dále k poznatkům o **vlivu dalších proměnných dechového cyklu na plicní tkáň – na celkové energii** dodané v průběhu UPV se podílejí:
  - dechový objem
  - aplikovaný tlak (driving pressure)
  - nastavení PEEP,
  - poměr inspirium/expirium,
  - rychlost proudění (průtoku) plynů v průběhu dechového cyklu
  - dechová frekvence

# Mechanická energie dodaná plicím UPV

$$\text{Power}_{rs} = \text{RR} \times \left\{ \Delta V^2 \times \left[ \frac{1}{2} \times \text{EL}_{rs} + \text{RR} \times \frac{(1 + I \div E)}{60 \times I \div E} \times \text{R}_{aw} \right] + \Delta V \times \text{PEEP} \right\}$$

- **Power<sub>rs</sub>**: celková energie působící na respirační systém
- **VT**: dechový objem,
- **EI<sub>rs</sub>**: elastance respiračního systému (převrácená hodnota poddajnosti – compliance)
- **I/E**: poměr inspiria a exspira (průtok)
- **RR (respiratory rate)**: dechová frekvence
- **R<sub>aw</sub>**: průtokový odpor
- **PEEP**: pozitivní tlak na konci exspira (positive end – expiratory pressure) [1]

$$\text{Power}_{rs} = \text{RR} \times \left\{ \Delta V^2 \times \left[ \frac{1}{2} \times \text{EL}_{rs} + \text{RR} \times \frac{(1 + I \div E)}{60 \times I \div E} \times R_{aw} \right] + \Delta V \times \text{PEEP} \right\}$$

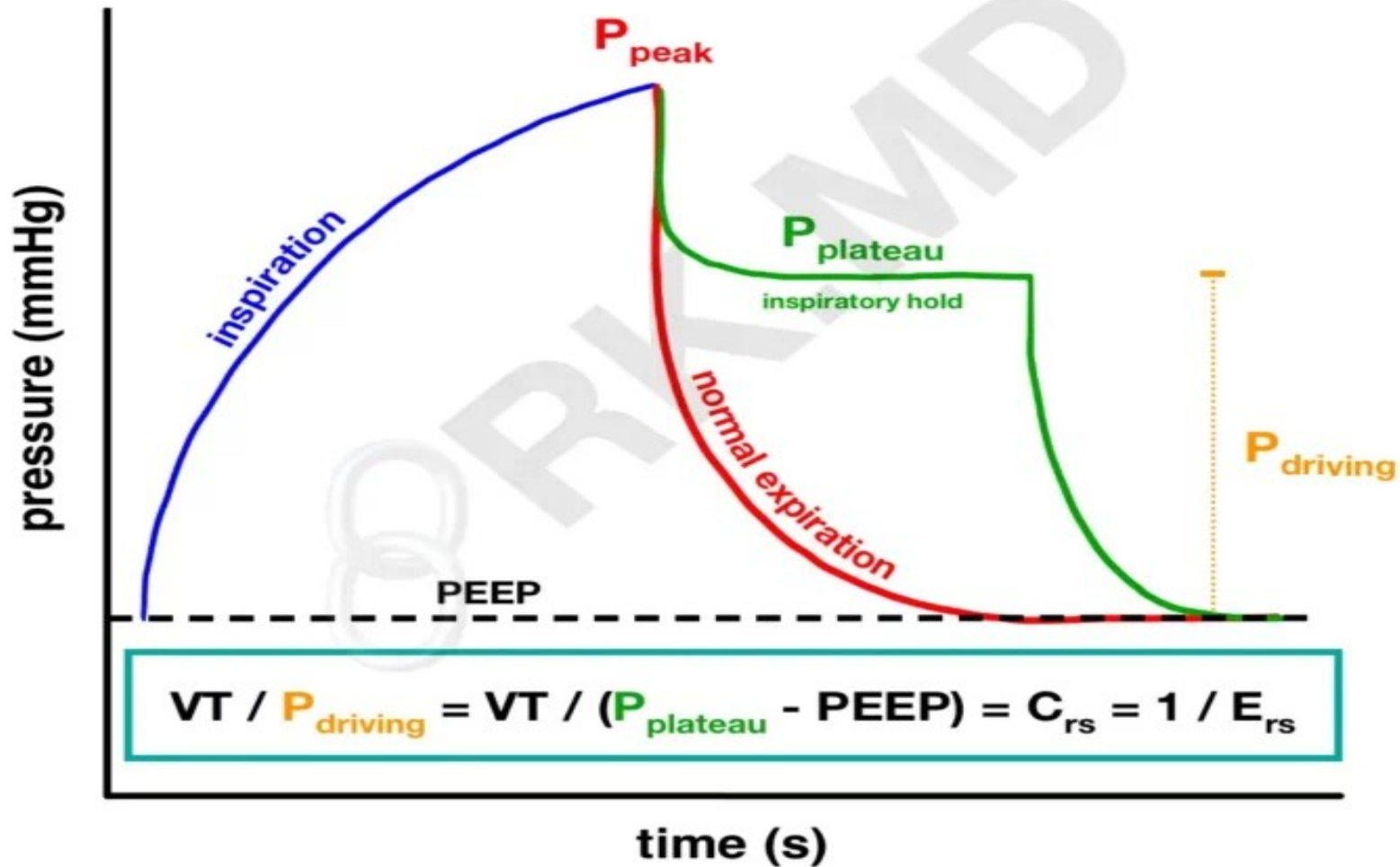
- **Modrá část rovnice** vyjadřuje tlak/energii potřebnou pro roztažení plic (překonání elastického odporu respiračního systému) – **odpovídá driving pressure.**
- **Žlutá část rovnice** vyjadřuje tlak/energii potřebnou k proudění plynu v dýchacím systému (**překonání průtokové rezistence dýchacího systému**).
- **Zelené část rovnice:** odráží tlak a energii potřebnou pro udržení otevřených alveolů v expiriu (překonání alveolárního zavíracího tlaku) – **„statická“ komponenta dechové rovnice**



# Driving pressure

- **Driving pressure** je definován jako tlak v plató minus PEEP.
- **Plató tlak** se měří na konci inspirační pauzy během objemově řízené ventilace konstantním průtokem a na konci inspirace během tlakově řízené ventilace.

# PEAK, PLATEAU, & DRIVING PRESSURES



# Mechanická energie dodaná plicím UPV- parametry UPV

$$\text{Power}_{rs} = \text{RR} \times \left\{ \Delta V^2 \times \left[ \frac{1}{2} \times \text{EL}_{rs} + \text{RR} \times \frac{(1 + I \div E)}{60 \times I \div E} \times R_{aw} \right] + \Delta V \times \text{PEEP} \right\}$$

- rovnice obsahuje dvě proměnné, které musí být nastaveny k dosažení potřebné minutové ventilace (RR a V):
  - snížení jedné z nich zákonitě vede k nutnosti navýšení druhé
- další dvě proměnné – poměr I/E a PEEP je možné upravovat, aniž by byla ovlivněna minutová ventilace.
- z rovnice vyplývá, že čím pomalejší bude průtok plynů (tj. čím pomalejší a plynulejší bude inspirium), tím **menší bude riziko energetraumatu**

# PEEP, Compliance

## ➤ PEEP:

- hodnota PEEP se uplatňuje jako „**statická komponenta**“, :
- sama o sobě energii dodanou respiračnímu systému mírně zvyšuje
- významný potenciál celkovou energii paradoxně snižovat **při jeho správném nastavení** (viz níže).

## ➤ **poddajnost respiračního systému a plic :**

- není hodnota rigidní
- mění se s nastavením hodnoty PEEP

# Závěr

- pokud pacientovi na UPV titrujeme hodnotu PEEP k dosažení maximální compliance, tak při každém dalším inspiriu je k dosažení dané velikosti dechového objemu **zapotřebí nejnižšího možného tlaku a energie** – minimalizujeme riziko vzniku VILI .
  - **Vliv aplikovaného tlaku/energie na plíce** je vždy nutné posuzovat ve vztahu **k rozsahu plicního poškození**:
    - objem funkční plicní tkáně
    - stupeň nehomogenity
    - lokální distribuce aplikovaných tlaků a objemů
- neboť platí, že aplikovaná energie stejné velikosti vede **k rozdílným biologickým účinkům v plíci zdravé a postižené** [1]

# VILI v dětské populaci

➤ zatím a stále předmětem a/experimentálního i b/klinického výzkumu.

➤ **Charakteristika dětské plíce:**

## 1. dětské plíce jsou více elastické ve srovnání s plící dospělou

- koncentrace elastinových vláken v plicní tkáni významně stoupá především v novorozeneckém a kojeneckém věku
- kolagenové struktury přibývají v celém období růstu dítěte lineárně [1]

# VILI v dětské populaci

2. **rozdílná odpověď na prozánětlivé stimuly**, při které alveolární makrofágy a pneumocyty II. typu produkují méně nukleárního faktoru kappa – B (NF –  $\kappa$ B)



tedy stejný inzult **vyvolá menší intenzitu zánětlivé odpovědi.**

3. **rozdíly jsou i ve složení a kinetice surfaktantu**, opět favorizující mladší jedince.

Plíce mladších jedinců jsou méně citlivé k podnětům vyvolávajícím VILI

# Doporučení pro ventilační podporu pacientů s pediatrickým ARDS v r. 2015 (PALICC- Pediatric Acute Lung Injury Consensus Conference) [3]

## Pediatric Acute Respiratory Distress Syndrome: Consensus Recommendations From the Pediatric Acute Lung Injury Consensus Conference\*

The Pediatric Acute Lung Injury Consensus Conference Group

---

**Objective:** To describe the final recommendations of the Pediatric Acute Lung Injury Consensus Conference.

**Design:** Consensus conference of experts in pediatric acute lung injury.

**Setting:** Not applicable.

**Subjects:** PICU patients with evidence of acute lung injury or acute respiratory distress syndrome.

**Interventions:** None.

**Methods:** A panel of 27 experts met over the course of 2 years to develop a taxonomy to define pediatric acute respiratory distress syndrome and to make recommendations regarding treat-




Doporučení pro umělou plicní ventilaci kriticky nemocných pediatrických pacientů v r.2016  
(PEMVECC- Paediatric Mechanical Ventilation Consensus Conference) [4]

• ).

## CONFERENCE REPORTS AND EXPERT PANEL



# Recommendations for mechanical ventilation of critically ill children from the Paediatric Mechanical Ventilation Consensus Conference (PEMVECC)

Martin C. J. Kneyber<sup>1,2\*</sup> , Daniele de Luca<sup>3,4</sup>, Edoardo Calderini<sup>5</sup>, Pierre-Henri Jarreau<sup>6</sup>, Etienne Javouhey<sup>7,8</sup>, Jesus Lopez-Herce<sup>9,10</sup>, Jürg Hammer<sup>11</sup>, Duncan Macrae<sup>12</sup>, Dick G. Markhorst<sup>13</sup>, Alberto Medina<sup>14</sup>, Marti Pons-Odena<sup>15,16</sup>, Fabrizio Racca<sup>17</sup>, Gerhard Wolf<sup>18</sup>, Paolo Biban<sup>19</sup>, Joe Brierley<sup>20</sup>, Peter C. Rimensberger<sup>21</sup>  
and on behalf of the section Respiratory Failure of the European Society for Paediatric and Neonatal Intensive Care

**Diagnostika, management a výzkumné otázky týkající se léčby syndromu akutní dechové tísně u dětských pacientů v prostředí s omezenými zdroji – na základě závěrů Druhé konsensuální konference zaměřené na problematiku akutního poškození plic u dětí**

# Diagnostic, Management, and Research Considerations for Pediatric Acute Respiratory Distress Syndrome in Resource-Limited Settings: From the Second Pediatric Acute Lung Injury Consensus Conference

**OBJECTIVES:** Diagnosis of pediatric acute respiratory distress syndrome (PARDS) in resource-limited settings (RLS) is challenging and remains poorly described. We conducted a review of the literature to optimize recognition of PARDS in RLS and to provide recommendations/statements for clinical practice and future research in these settings as part of the Second Pediatric Acute Lung Injury Consensus Conference (PALICC-2).

**DATA SOURCES:** MEDLINE (Ovid), Embase (Elsevier), and CINAHL Complete (EBSCOhost).

**STUDY SELECTION:** We included studies related to precipitating factors for PARDS, mechanical ventilation (MV), pulmonary and nonpulmonary ancillary treatments, and long-term outcomes in children who survive PARDS in RLS.

**DATA EXTRACTION:** Title/abstract review, full-text review, and data extraction

Brenda M. Morrow, PhD, BSc PT<sup>1</sup>

Asya Agulnik, MD, MPH<sup>2</sup>

Werther Brunow de Carvalho, MD<sup>3</sup>

Mohammad Jobayer Chisti,  
MBBS, MMed, PhD<sup>4</sup>

Jan Hau Lee, MBBS, MRCPCH,  
MCI<sup>5</sup>

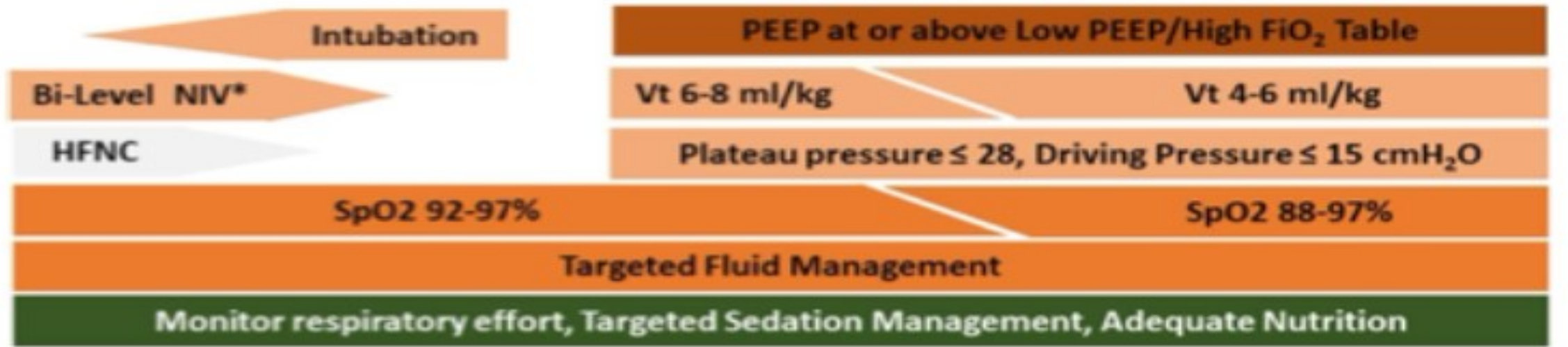
on behalf of the Second Pediatric  
Acute Lung Injury Consensus  
Conference (PALICC-2) Group  
of the Pediatric Acute Lung  
Injury and Sepsis Investigators  
(PALISI) Network

<b>Věk</b>	<b>Vyloučení pacientů s perinatálním plicním onemocněním</b>
<b>Načasování</b>	Do 7 dnů od známého klinického poškození
<b>Původ edému</b>	Není plně vysvětleno srdečním selháním nebo přetížením tekutinami
<b>Rtg. Sn. plic</b>	Nové opacity (jednostranné nebo oboustranné) odpovídající akutnímu onemocnění plicního parenchymu, které nejsou primárně způsobeny atelektázou nebo pleurálním výpotkem <sup>a</sup>
<b>Oxygenační práh pro diagnostiku možných PARDS u dětí na nosní respirační podpoře</b>	
	Pozitivní kontinuální tlak v nosních dýchacích cestách/dvouúrovňový pozitivní tlak v dýchacích cestách nebo nazální kanyla s vysokým průtokem ( $\geq 1,5$ l/kg/min nebo $\geq 30$ l/min): $Pao_2/Fio_2 \leq 300$ nebo $Spo_2/Fio_2 \leq 250$
<b>Oxygenační<sup>b</sup> práh pro diagnostiku rizika PARDS</b>	
	Jakékoli rozhraní: Doplnění kyslíku <sup>d</sup> k udržení $Spo_2 \geq 88\%$ , ale nesplňuje definici pro PARDS nebo možné PARDS
<b>Speciální populace</b>	
<b>Cyanotické onemocnění srdce</b>	Výše uvedená kritéria, s akutním zhoršením okysličení, které není vysvětleno srdečním onemocněním

**Schematické shrnutí klíčových terapií nebo strategií managementu u syndromu akutní respirační tísně u dětí založené na doporučeních a prohlášeních Druhé konference o akutním poškození plic u dětí.**

- Good Practice Statement
- Very Low Certainty of Evidence
- Low Certainty of Evidence
- Moderate Certainty of Evidence
- Cannot recommend for or against

- ECMO
- Recruitment Maneuvers
- HFOV
- Prone Position
- Inhaled Nitric Oxide
- Neuromuscular Blockade



?

**Jak UPV u dětí na dětské JIP/ARO**

Received: 15 October 2021

Revised: 30 November 2021

Accepted: 1 December 2021

DOI: 10.1111/pan.14374

**EDUCATIONAL REVIEW**

---

**Pediatric Anesthesia** WILEY

# Update on ventilation management in the Pediatric Intensive Care Unit

Chinyere Egbuta<sup>1</sup>  | Ronald Blaine Easley<sup>2</sup>



# UPV u dětí

- až 63 % pacientů na dětské IP přijatých s akutním respiračním nebo kardiorepiračním onemocněním **vyžaduje UPV**
- UPV podporu lze rozdělit do tří fází:
  - zahájení
  - eskalace
  - weaning
- Nedostatek pediatrických klinických studií s mechanickou ventilací: **PROČ?**
  - široká škála klinických diagnóz nalezených v pediatrické kritické péči
  - variabilita velikosti pacientů a zralosti plic

Existuje tedy jen málo vědeckých důkazů pro standardizaci UPV u dětí

# NIV

➤ mechanická podpora dýchání **bez použití ETK**

➤ KDY?:

• **během iniciační fáze v léčbě ARS** v situaci , když respirační tíseň a hypoxie přetrvávají nebo se zhoršují navzdory počáteční **aplik.základní oxygenoterapie** :

○ nosní kanyla

○ obličejová masky.

➤ **rozdělení:**

• CPAP

• HFNK

# CPAP/BIPAP-parametry

## ➤ CPAP:

- PEEP:v rozmezí 5 až 10 cm H<sub>2</sub>O

## ➤ BIPAP:

- PIP(špičkový inspirační tlak-IPAP): 8 až 22 cm H<sub>2</sub>O a PEEP(EPAP) 5-12 cm H<sub>2</sub>O

➤ doporučená nastavení NIV pro kojence, děti a dospívající následující tabulka

# HFNK

- při průtoku 2 l/kg/min, může poskytnout průměrný faryngeální tlak až 4 cm H<sub>2</sub>O
- lépe tolerován mladšími dětmi
- snížené riziko:
  - rozvoje úniku vzduchu
  - žaludeční distenze
  - poškození kůže obličeje
- 4 velikosti nosních kanyla dle přístroje a dle hmotnosti dítěte

# HFNK

## ➤ selhání HFNK :

- zahrnuje přetrvávající hypoxii,
- zvýšenou retrakci
- zvýšenou tachypnoi a špatnou výměnu plynů → potřebu eskalace na vyšší úroveň podpory

# NIV

**Silná shoda mezi pediatrickými odborníky na mechanickou ventilaci v doporučení zahájení NIV před uchýlením se k intubaci v těchto klinických scénářích**

## **1.Souhrn dg.:**

- spojených s pneumonií, bronchiolitidou, status astmaticus, laryngomalacie, tracheomalacie, akutním hrudním syndromem, intersticiálním plicním edémem, ALI, mírným až středně těžkým PARDS, ARF u pacientů s nervosvalovým onemocněním ,a pokardiální chirurgií u pacientů s vrozenou srdeční vadou

# NIV

**2.implementace NIV po extubaci:** menší pravděpodobnost selhání extubace

**3.vyhnut se komplikacím spojených s invazivní mechanickou ventilací:**

- poranění hrtanu nebo trachey,
- edém dýchacích cest, dysfunkce hlasivek
- ventilátorová pneumonie
- potřeba hluboké analgosedace s přidruženými komplikacemi
- prodloužený pobyt na JIP/nemocnici

# NIV-kontraindikace

- stavy s vysokým rizikem aspirace (ztráta kašlacího nebo dávivého reflexu svědčící o vysoké pravděpodobnosti neschopnosti chránit si dýchací cesty nebo účinně manipulovat se sekrety)
- srdeční zástava,
- změněný duševní stav
- poranění horních cest dýchacích
- edém DC a pneumotorax
- **opatrně u pacientů** s poraněním obličeje (protože taková poranění mohou ovlivnit schopnost zajistit vhodné utěsnění rozhraní)



# NIV

## Komplikace:

### ➤ méně významné:

- narušení kůže v obličeji, podráždění očí
- žaludeční insuflace indikovaná žaludeční bublinou na prostém snímku)

### ➤ více komplikované:

- subkutánní emfyzém
- pneumotorax
- syndrom úniku vzduchu,
- aspirace
- hemodynamická nestabilita

# UPV u dětí

- při zahájení konvenční mechanické ventilace zůstává důraz kladen **protektivní ventilaci** → :
  - snížení VILI
  - zlepšené přežití pacientů s ALI a PARDS.
- studie prokázaly přímý vztah mezi PIP a mortalitou u dětských pacientů s těžkým ALI
- neexistuje **žádný konkrétní dechový objem**, který by byl spojen s úmrtností u dětí, bez ohledu na závažnost onemocnění (tj. ALI/ARDS vs. non-ALI/ARDS)

# UPV u dětí

- **Cíl:** snaha snížit pravděpodobnost VILI:
  - optimalizace nastavení parametrů ventilace
  - individualizaci monitorování UPV
- strategie mechanické ventilace vedená **monitorováním tlaku v jícnu**(která se používá ke stanovení transpulmonálního tlaku) ve srovnání s tradičním protokolem ARDS, prokázala **zlepšení oxygenace a plicní poddajnosti u dospělých pacientů s ALI a ARDS**
- **Transpulmonální tlak:**
  - rozdíl mezi tlakem v alveolech (tlak v dýchacích cestách) a tlakem v pleurální dutině (pleurální tlak)
  - tlak, který roztahuje plíce

# UPV u dětí

## ➤ Ezofageální tlak:

- odhaduje pleurální tlak, který je lepším indikátorem plicního napětí u mechanicky ventilovaných pacientů, zejména u pacientů se zvýšenou elastancí hrudní stěny.
- vyvíjí se více ventilátorů, které mají schopnost monitorovat transpulmonální tlak
- je potřeba vytvořit a ověřit nejlepší metody měření esofageálního tlaku u dětí, aby bylo možné je vhodně použít k vedení strategie ventilátoru při léčbě PARDS

## Závěr: parametry NIV u dětí [6]

Noninvasive support (Recommended settings)	High-flow nasal cannula (HFNC)	Continuous positive airway pressure (CPAP)	Bi-level positive airway pressure (BiPAP)
Infants	1 L/kg/min (max 2 L/kg/min)	5-8 cm H <sub>2</sub> O	IPAP: 10-18 cm H <sub>2</sub> O EPAP: 5-8 cm H <sub>2</sub> O
Children	1 L/kg/min (max 2 L/kg/min)	5-10 cm H <sub>2</sub> O	IPAP: 10-20 cm H <sub>2</sub> O EPAP: 5-10 cm H <sub>2</sub> O
Adolescents	1-2 L/kg/min (upper limit of 50-60 L/min for adult-sized patients)	5-12 cm H <sub>2</sub> O	IPAP: 10-22 cm H <sub>2</sub> O EPAP: 5-12 cm H <sub>2</sub> O

# Závěr: parametry konvenční UPV u dětí [6]

Mechanical ventilation (Recommended settings)	Pressure control	Volume control	Airway pressure release ventilation (APRV)
Infants	PIP: 15-30 cm H <sub>2</sub> O PEEP: 5-8 cm H <sub>2</sub> O Inspiratory time: 0.3-0.5 s RR: 30-40 BPM	TV: 5-8 cc/kg PEEP: 5-8 cm H <sub>2</sub> O Inspiratory time: 0.3-0.5 s RR: 30-40 BPM	P high: 15-20 cm H <sub>2</sub> O P low: 0-0.5 cm H <sub>2</sub> O T high: 2-3 s T low: 0.2-0.3 s
Children	PIP: 15-30 cm H <sub>2</sub> O PEEP: 5-10 cm H <sub>2</sub> O Inspiratory time: 0.6-1.2 s RR: 20-30 BPM	TV: 5-8 cc/kg PEEP: 5-10 cm H <sub>2</sub> O Inspiratory time: 0.6-1.2 s RR: 20-30 BPM	P high: 20-25 cm H <sub>2</sub> O P low: 0-0.5 cm H <sub>2</sub> O T high: 2-5 s T low: 0.2-0.8 s
Adolescents	PIP: 15-30 cm H <sub>2</sub> O PEEP: 5-12 cm H <sub>2</sub> O Inspiratory time: 1.2-1.5 s RR: 10-16 BPM	TV: 5-8 cc/kg PEEP: 5-12 cm H <sub>2</sub> O Inspiratory time: 1.2-1.5 s RR: 10-16 BPM	P high: 20-35 cm H <sub>2</sub> O P low: 0-0.5 cm H <sub>2</sub> O T high: 4-6 s T low: 0.5-0.8 s

# Závěr

- je doporučeno **nastavení dechové frekvence a doby inspira** s přihlédnutím na mechaniku respiračního systému a průběh onemocnění, neboť tyto parametry jsou úzce spojeny a **nemají být posuzovány bez vzájemného kontextu**
- je doporučeno ventilovat s hodnotami **plateau tlaku (Plat)  $\leq 28$  cmH<sub>2</sub>O**  
v případě zvýšené elastance hrudní stěny  **$\leq 29 - 32$  cmH<sub>2</sub>O**

# Závěr-VT

- u všech ventilovaných pediatrických pacientů je doporučeno použití dechových objemů v hodnotách fyziologického rozmezí nebo i nižších pro danou věkovou kategorii a tělesnou hmotnost, tedy 5 – 8 ml/kg PBW, s přihlédnutím k:
  - plicní patologii
  - poddajnosti respiračního systému
- v závislosti na závažnosti onemocnění je doporučeno aplikovat nižší dechové objemy (3 – 6 ml/kg PBW) u pacientů s nízkou poddajností respiračního systému.



# Závěr-PEEP

- PEEP: k zabránění kolapsu alveolů je doporučeno použití PEEP, nicméně v současné době **nelze dát konkrétní doporučení stran jeho velikosti.**
- **u dětí bez plicního poškození:** se uvádějí fyziologické hodnoty mezi 3–5 cmH<sub>2</sub>O.
- **u dětí s plicní patologií :** však může být potřeba vyššího PEEP k obnovení vzdušnosti a zlepšení poddajnosti respiračního systému

# Závěr-PEEP

- **u dětí s ARDS:**

-je nutné při nastavení PEEP zohlednit hodnotu dosaženého  $P_{\text{plat}}$  a hemodynamickou odpověď.

-titrace PEEP vyžaduje monitoraci dodávky kyslíku, hemodynamiky a poddajnosti respiračního systému

# Závěr

- u pacientů s ARDS a těžkým oxygenačním selháním je doporučeno provedení **recruitment manévru** s pozvolnou vzestupnou a sestupnou titrací PEEP
- **cílové hodnoty SpO<sub>2</sub>** jsou doporučeny :
  - v rozmezí 92 – 97 % u pacientů s PEEP < 10 cm H<sub>2</sub>O
  - v rozmezí 88 – 92 % u pacientů s hodnotou PEEP > 10 cmH<sub>2</sub>O
- u pacientů s hodnotou SpO<sub>2</sub> < 92 % je doporučena monitorace parametrů dodávky kyslíku a saturace centrální žilní krve

# Závěr

## ➤ **paCO<sub>2</sub> u dětí:**

- **bez závažného postižení plic** : je doporučeno udržovat fyziologické hodnoty paCO<sub>2</sub>
- **u středně závažného a závažného ARDS:** může být použita permissivní hyperkapnie k minimalizaci rizika VILI,

( **kontraindikací k použití permissivní hyperkapnie** : je KCP, při použití permissivní hyperkapnie je doporučeno udržovat hodnoty pH 7,15 – 7,30)

- ## ➤ pro nejtěžší případy respiračního selhání a ARDS je možné použití mimotělní membránové oxygenace (ECMO)

# Seznam použité literatury

- [1] SKLIENKA, Peter; FRELICH, Michal. 2.4 Umělá plicní ventilace. *Dětské polytrauma*, 2022, 53
- [2] HEATH, Chloe; HAUSER, Neil. Is there a role for lung-protective ventilation in healthy children?. *Pediatric Anesthesia*, 2022, 32.2: 278-285.
- [3] PEDIATRIC ACUTE LUNG INJURY CONSENSUS CONFERENCE GROUP, et al. Pediatric acute respiratory distress syndrome: consensus recommendations from the Pediatric Acute Lung Injury Consensus Conference. *Pediatric critical care medicine*, 2015, 16.5: 428-439.
- [4] KNEYBER, Martin CJ, et al. Recommendations for mechanical ventilation of critically ill children from the Paediatric Mechanical Ventilation Consensus Conference (PEMVECC). *Intensive care medicine*, 2017, 43: 1764-1780.
- [5] MORROW, Brenda M., et al. Diagnostic, management, and research considerations for pediatric acute respiratory distress syndrome in resource-limited settings: from the second pediatric acute lung injury consensus conference. *Pediatric Critical Care Medicine*, 2023, 24.Supplement 1 2S: S148-S159.
- [6] EGBUTA, Chinyere; EASLEY, Ronald Blaine. Update on ventilation management in the Pediatric Intensive Care Unit. *Pediatric Anesthesia*, 2022, 32.2: 354-362.

**Děkuji za pozornost**