

**Oxygenační selhání -diff. dg. dušnosti, oxygenoterapie +  
ARDS, Ventilační selhání - neinvazivní plicní ventilace,  
základy UPV**

- 63-letá pacientka
- Anamnesticky pád před 14 dny
- Nyní cca 2 dny bolesti vpravo na hrudi
- Pro progredující dušnost vyšetřena v regionální nemocnici

**1. Jaká je vaše pracovní dg?**

**2. Které vyšetření, zobrazovací metody a laboratorní metody ordinujete?**

# Dušnost- příčiny

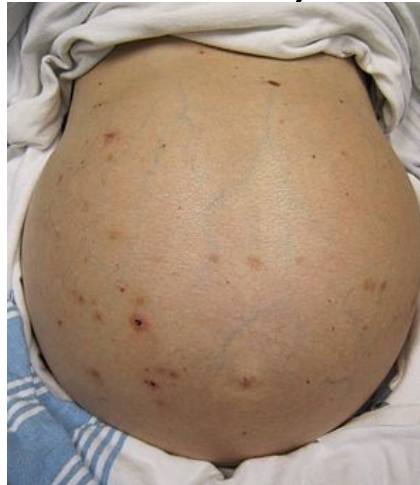
- **plicní**- CHOPN, astma bronchiale, pneumonie,...
- **kardiovaskulární**- srdeční selhání, chlopenní vady, plicní embolie...
- **psychogenní**- hysterie, úzkost,...
- **hematologické**- anémie
- **neuromuskulární**- svalová onemocnění, myastenia gravis,...
- **ostatní**- obezita, ascites, operace, úrazy, inhalační trauma, struma,...

# Dušnost- diagnostika

- **anamnéza** pacienta= základ každé diagnózy
  - klidová či námahová dušnost
  - vyvolávací moment
  - denní doba (*v noci- asthma cardiale*)
  - předchorobí, komorbidity, alergie
  - léky- chronické i užívané krátce v poslední době
  - cestovatelská anamnéza
  - pracovní anamnéza (*profesní nemoci- pekař,...*)

# Dušnost- diagnostika

- **fyzikální vyšetření- 5 P**
  - pohled- deformity hrudního koše, skolióza,...
  - pohmat- stabilita hrudníku, ascites,...
  - poslech- patologické dýchání, chlopenní vady,...
  - poklep- tlumený při výpotku,...
  - per rectum?- krvácení z GIT,...



# Dušnost- diagnostika

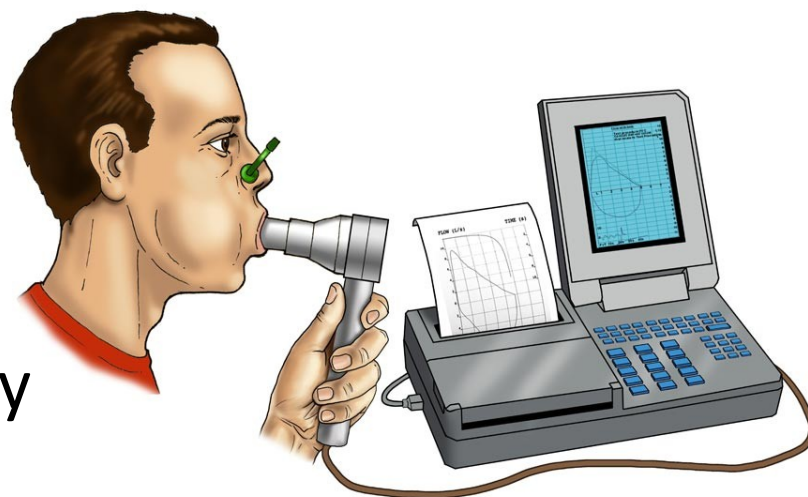
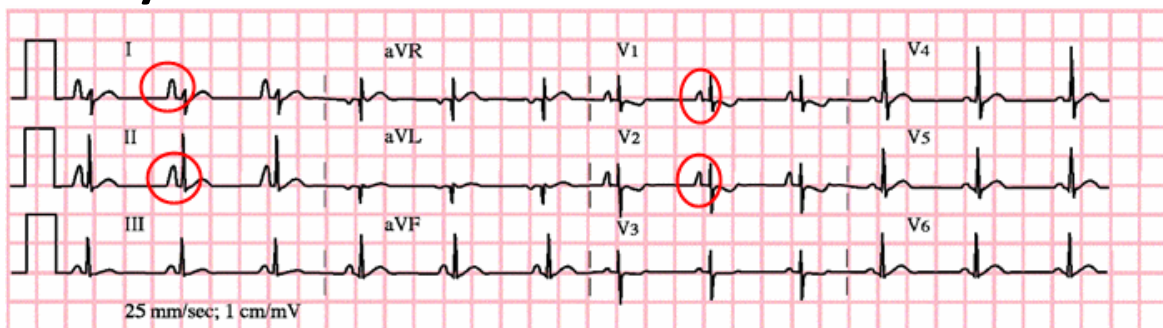
- **laboratorní vyšetření- individuálně**
  - ABR- vyšetření krevních plynů (hypoxémie,...)
  - krevní obraz (anémie,...)
  - jaterní testy, bilirubin (ascites,...)
  - renální parametry, ionty
  - CRP- C-reaktivní protein
  - srdeční enzymy, BNP (srdeční selhání,...)
  - D-dimery

Parametr	Normální hodnoty
pH	7,36-7,43
paCO <sub>2</sub>	4,8-5,8 kPa
paO <sub>2</sub>	10-13 kPa
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	22-26 mmol/l
BE	od -3 do 3 mmol/l

# Dušnost- diagnostika

- **zobrazovací metody- individuálně**

- RTG S+P
- EKG
- ECHO srdce
- UZ dutiny břišní
- spirometrie
- CT plic
- CT angiografie plicní tepny





A: volné DC

B: DF cca 27/min.

C: HR 131/min, TK 84/55

D: při vědomí, desorientována čase

# Laboratoř při příjmu

(*) (malaskja)		<1.:*)
Vyšetření	Jedn.	2017 14.02 18:29
Urea	mmol/l	14.8
Kreat.	umol/l	282
Na	mmol/l	130
K	mmol/l	4.3
Cl	mmol/l	93
Ca	mmol/l	1.67
P	mmol/l	3.08
Mg	mmol/l	0.57
Osmol.	mmol/kg	
Bi-celk.	umol/l	11.1
Bil-přím	umol/l	8.9
ALT	ukat/l	1.32
AST	ukat/l	2.83
GGT	ukat/l	0.98
ALP	ukat/l	0.6
AMS	ukat/l	

F2 Podrobně F7 F8 PgUp PgDn Pohyb

**Kolik má pacientka dysfunkčních orgánů?**

- Sequential Organ Failure Assessment

SOFA score	0	1	2	3	4
<b>Respiration</b> PaO <sub>2</sub> /FIO <sub>2</sub> (mm Hg) SaO <sub>2</sub> /FIO <sub>2</sub>	>400	<400 221–301	<300 142–220	<200 67–141	<100 <67
<b>Coagulation</b> Platelets 10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup>	>150	<150	<100	<50	<20
<b>Liver</b> Bilirubin (mg/dL)	<1.2	1.2–1.9	2.0–5.9	6.0–11.9	>12.0
<b>Cardiovascular<sup>b</sup></b> Hypotension	No hypotension	MAP <70	Dopamine ≤5 or dobutamine (any)	Dopamine >5 or norepinephrine ≤0.1	Dopamine >15 or norepinephrine >0.1
<b>CNS</b> Glasgow Coma Score	15	13–14	10–12	6–9	<6
<b>Renal</b> Creatinine (mg/dL) or urine output (mL/d)	<1.2	1.2–1.9	2.0–3.4	3.5–4.9 or <500	>5.0 or <200



ALTERED  
MENTAL STATUS

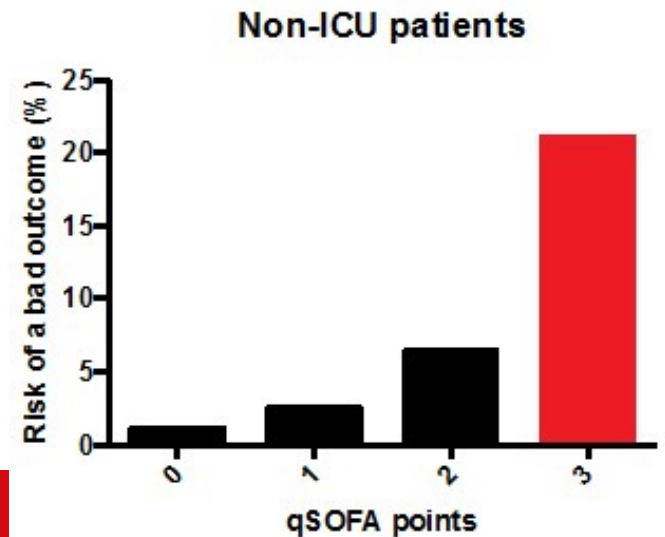


FAST RESPIRATORY  
RATE



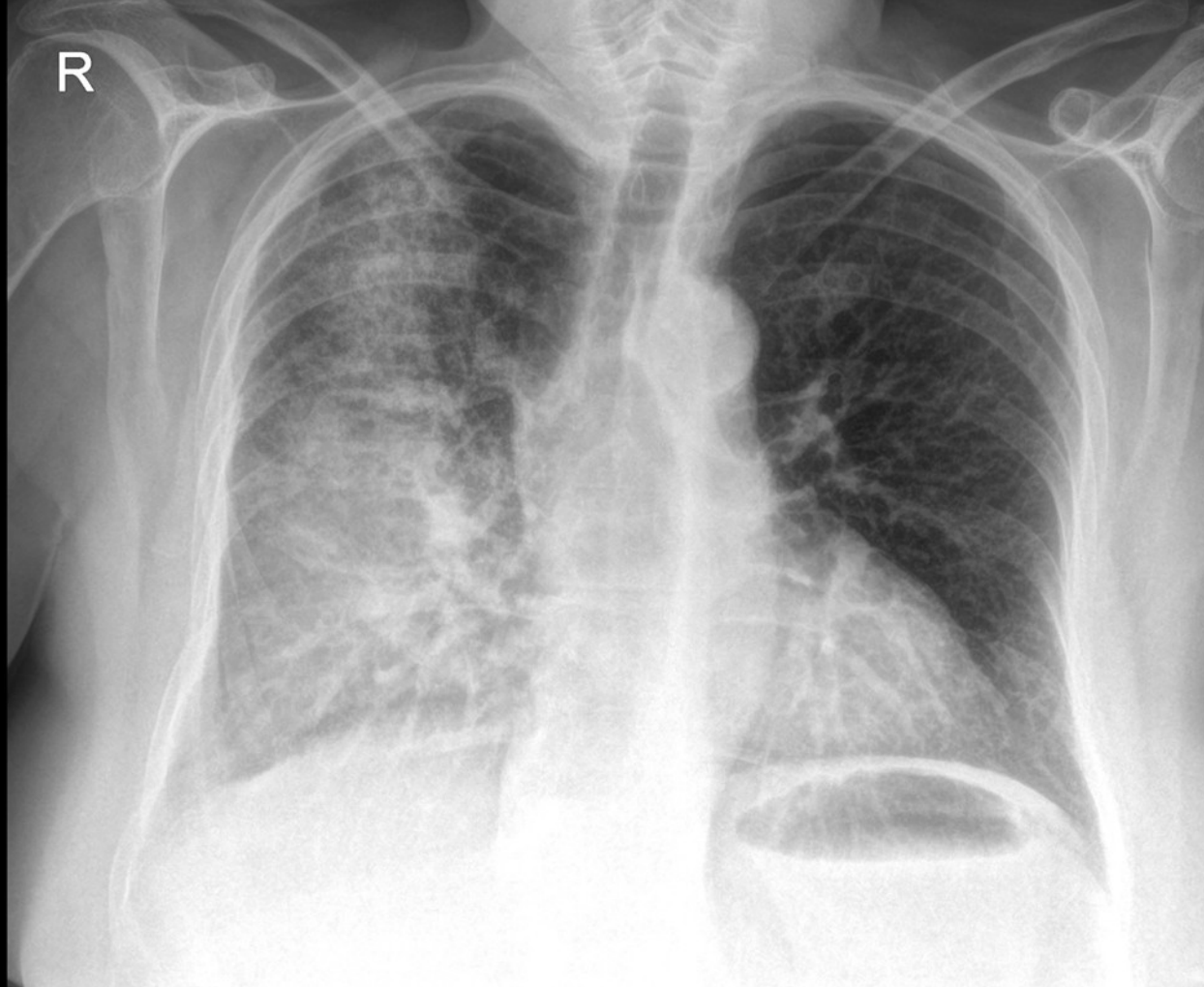
LOW BLOOD  
PRESSURE

- alteration in mental status
- systolic blood pressure  $\leq 100$  mm Hg
- respiratory rate  $\geq 22$ /min



(*) (malaskja)		(č.dokl.:*)							
Vyšetření	Jedn.	2017 14.02 23:32	2017 14.02 23:28	2017 14.02 23:27	2017 14.02 21:30	2017 14.02 21:22	2017 14.02 19:39	2017 14.02 18:31	2017 14.02 18:29
Glukóza	mmol/l				3.5				1.9
cB-gluk.	mmol/l		4.6			3.7	3.1		
TG	mmol/l								
CRP	mg/l								412
Transf.	g/l								
Laktát	mmol/l			3	3.6				4.3
B(a)pH		7.19			7.21			7.26	
B(a)pCO2	kPa	5.6			5.1			4.6	
B(a)pO2	kPa	10			11.1			11.5	
B(a)HCO3	mmol/l	15.9			15.2			14.9	
B(a)BD-	mmol/l	-11.8			-11.9			-11.1	
B(a)BE+	mmol/l								
B(a)sO2c		0.896			0.926			0.941	
B(a)Ca2+	mmol/l				0.96			0.84	
B(a)CapH	mmol/l				0.88			0.78	
Uhustota									

F2 Podrobně F7 F8 PgUp PgDn Pohyb Esc Přeruš I Tisk



- diagnostikovaný fraktury 5.-7. žebra vpravo staršího data
- v.s. kontuzní plíce s nasedající rozsáhlou infiltrací vpravo

- A+B: SpO<sub>2</sub> 85%
- C: TK 90/45, p. 131/min
- AKI



# Kterou pomůcku zvolíte?



# Jaký průtok? Jaký cíl?



Kyslíkové brýle	
průtok O2 (l/min)	FiO2 (%)
0	21
1	25
2	29
3	33
4	37
5	41
<b>6</b>	<b>45</b>



Maska se zpětným vdechováním	
průtok O2 (l/min)	FiO2 (%)
7	65%
<b>8.15</b>	<b>70-80%</b>



Maska bez zpětného vdechování	
průtok O2 (l/min)	FiO2 (%)
6	55-60
8	60-80
10	80-90
12	90
<b>15</b>	<b>90-100</b>

\*za podmínky že nekolabuje rezervoár

Máme maximální flow?

Jaké jsou plyny z  
centrálního rozvodu?



- **AKUTNÍ RESPIRAČNÍ SELHÁNÍ**
  - stav, kdy plíce nejsou schopny zajistit metabolické potřeby organismu = pacienta

### VÝCHODISKA:

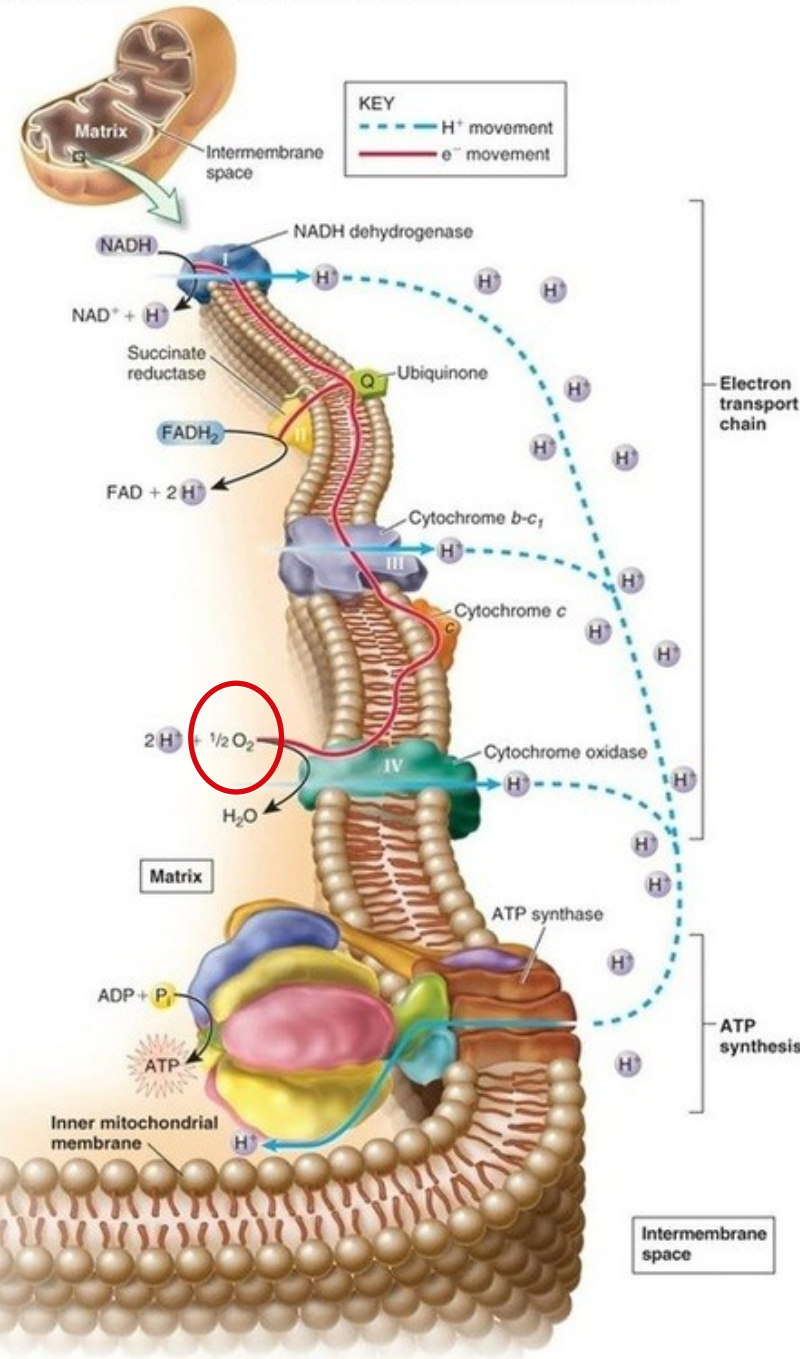
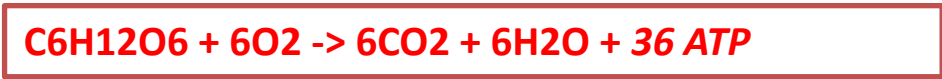
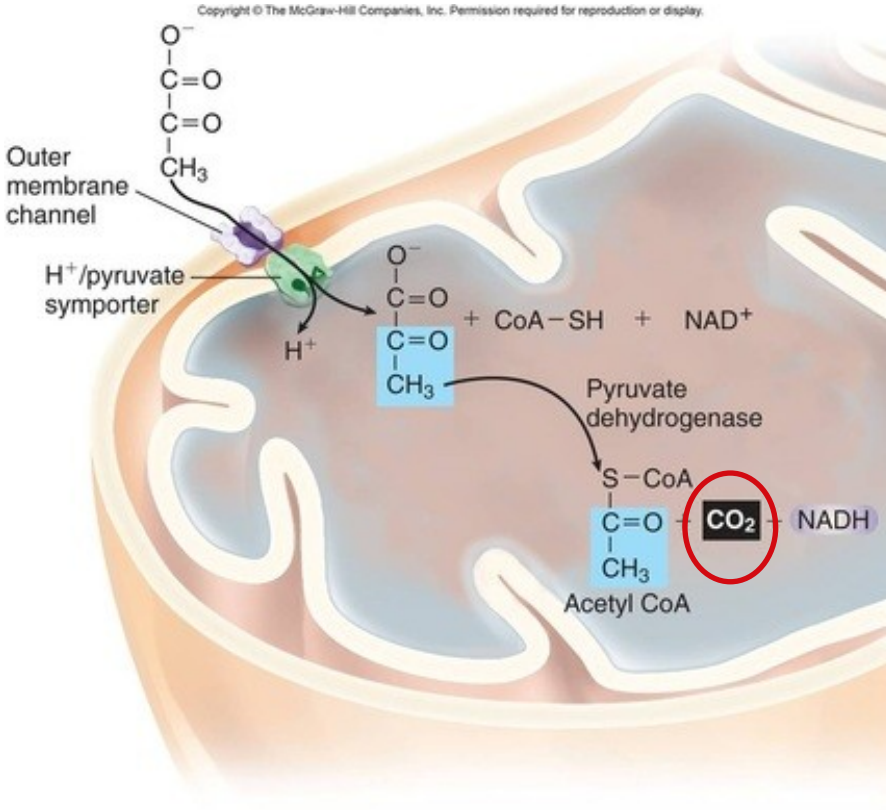
- Dvě základní funkce plic - oxygenace krve a eliminace CO<sub>2</sub>
- Akutní x chronické

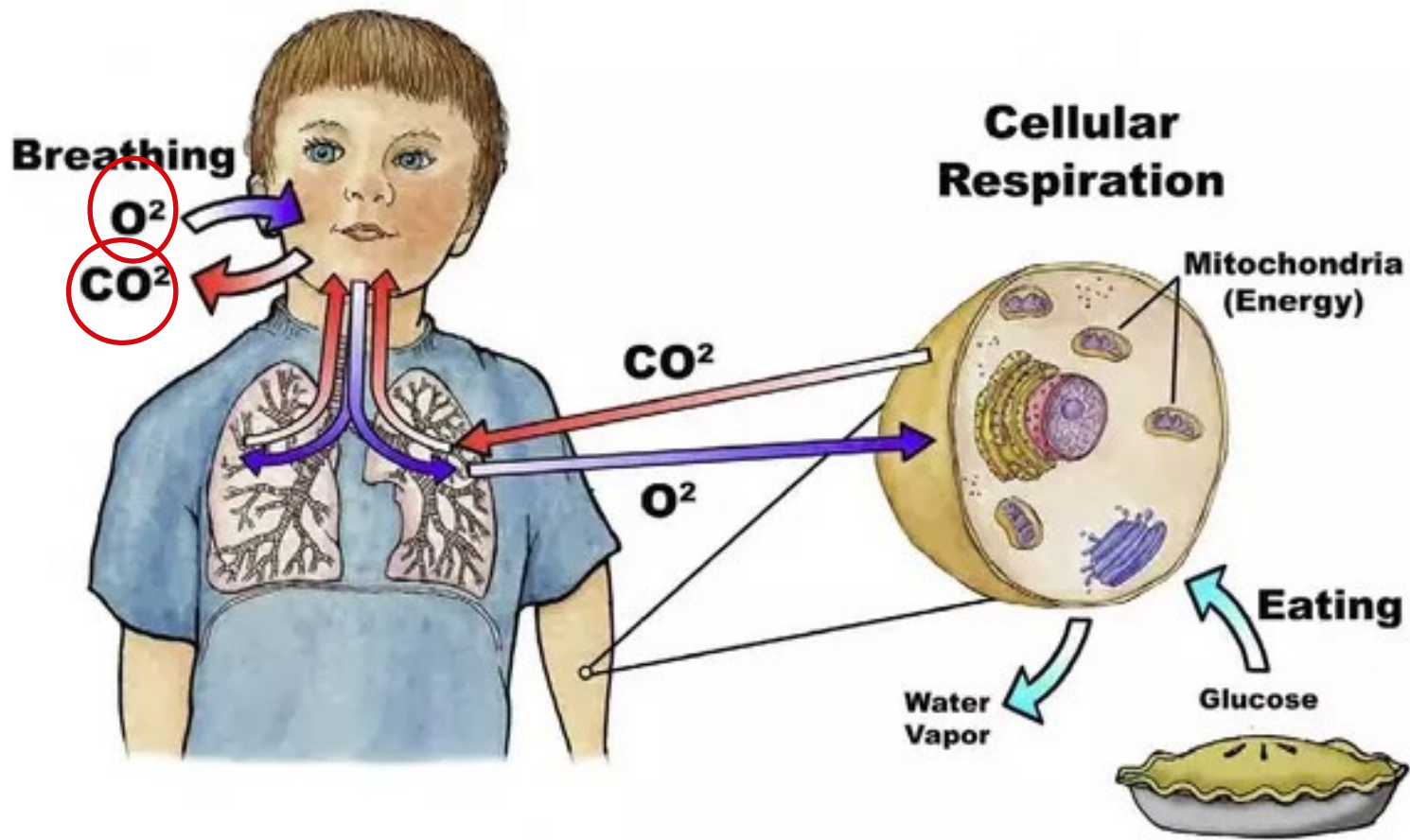


Respiration is NOT breathing!



# CELULÁRNÍ RESPIRACE





- ROZDĚLENÍ:

- A. HYPOXEMICKÉ=OXYGENAČNÍ selhání

- $\text{PaO}_2 < 8 \text{ kPa}$  při  $\text{FiO}_2$  cca 0,21

- B. HYPERKAPNICKÉ=VENTILAČNÍ selhání

- $\text{paCO}_2 > 6,7 \text{ kPa}$

- C. *KOMBINOVANÉ*

HYPOXIE x HYPOXEMIE



# KYSLÍK do pacienta neboli OXYGENACE:

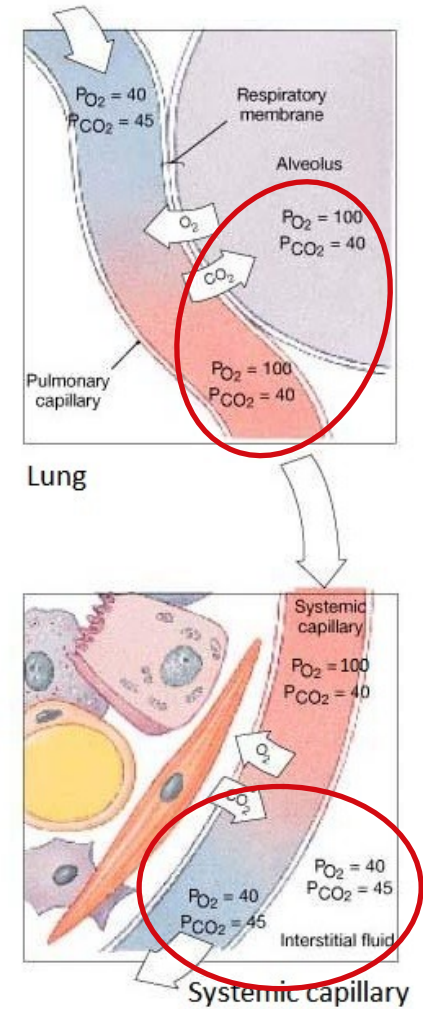
✓  $P_AO_2$

✓ Poměr V/Q

- Ventilace (V)
- Perfuze (Q)

✓ difuzní kapacita

	ATMOSFÉRA	ALVEOLUS	KREV- VENOZNÍ
$pO_2$	160 mm Hg 21,23 kPa	100 mmHg 13,3 kPa	40 mm Hg 5,3 kPa
$pCO_2$	0,29 mmHg 0,039 kPa	40 mm Hg 5,3 kPa	45 mm Hg 6,0 kPa



HYPOXÉMIE – 4 hlavní příčiny:

1. HYPOVENTILACE

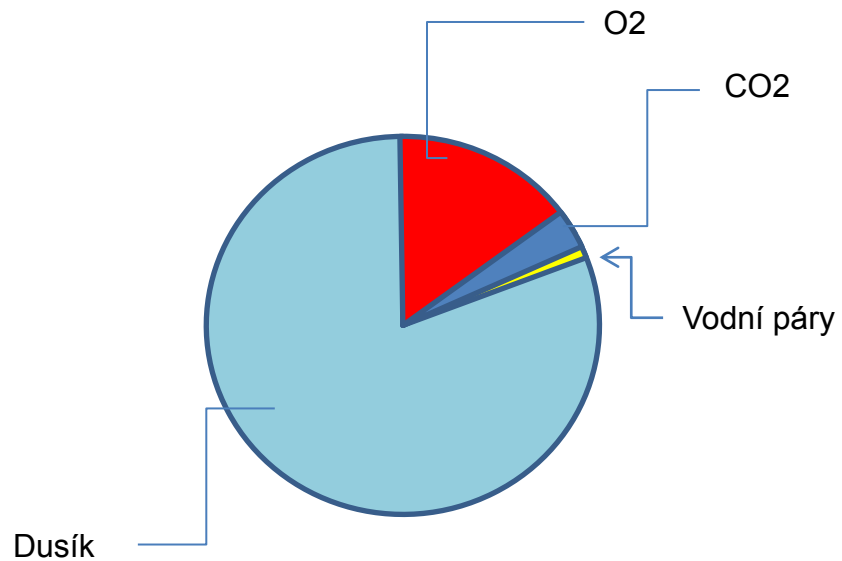
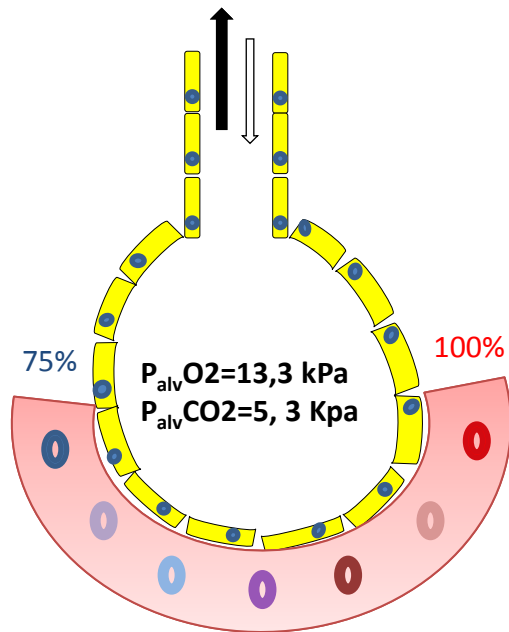
2. NEPOMĚR  $V/Q$  - SHUNTING

3. NEPOMĚR  $V/Q$  - VENTILACE  $V_d$

4. PORUCHY DIFUZE

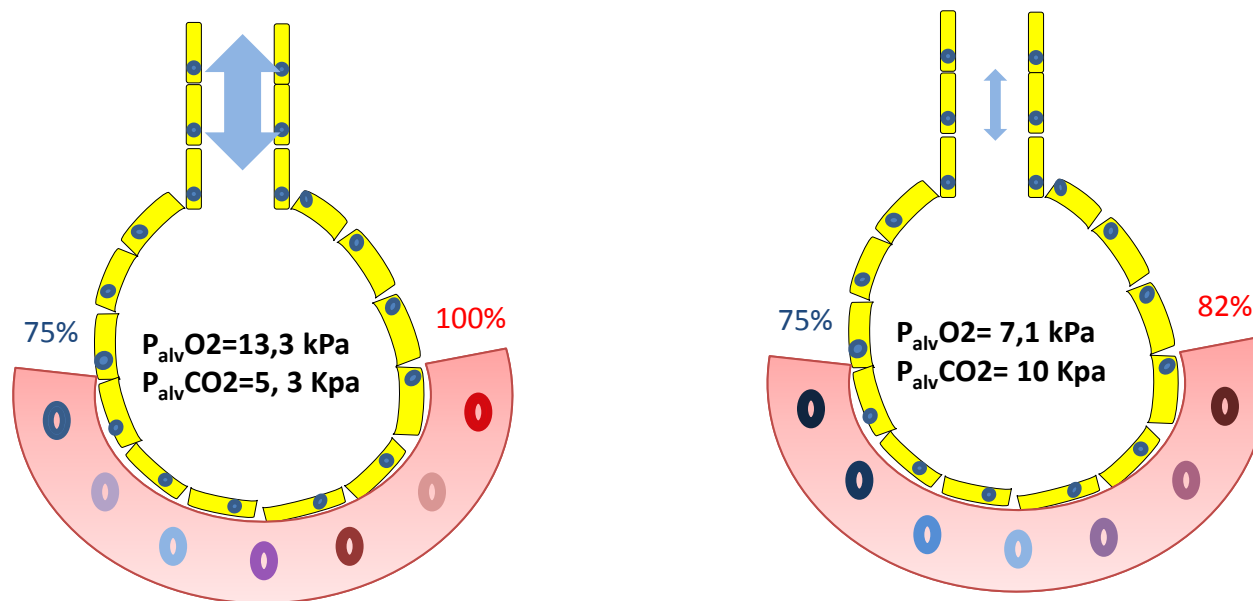
$$\text{Alveolární tlak} = P_A \text{O}_2 + P_A \text{CO}_2 + P_A \text{H}_2\text{O} + P_A \text{N}_2$$

$$\text{Alveolární tlak} = F_i \text{O}_2 + F_i \text{CO}_2 + F_i \text{H}_2\text{O} + F_i \text{N}_2 = 100\%$$



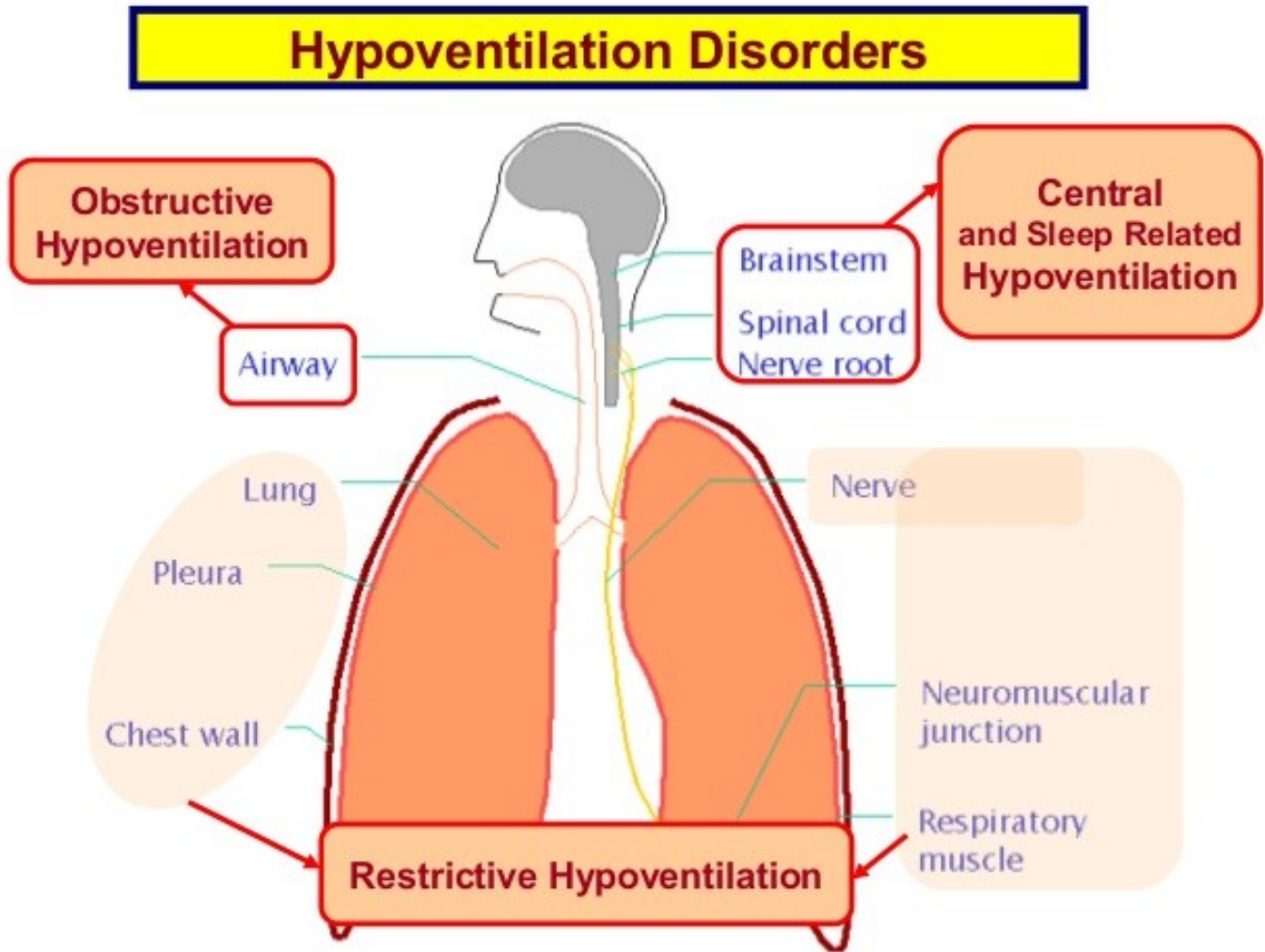
$$P_{\text{AO}_2} \sim F_i \text{O}_2 \text{ a } P_{\text{atm}}$$

# I. HYPOVENTILACE



Pokles  $P_A \text{O}_2$  není velký – může být nahrazen podáváním  $\text{O}_2$  – úskalí hodnocení  $\text{spO}_2$  jako ukazatel ventilace

# I. HYPOVENTILACE



HYPOXÉMIE – 4 hlavní příčiny:

1. HYPOVENTILACE

2. NEPOMĚR  $V/Q$  - SHUNTING

3. NEPOMĚR  $V/Q$  - VENTILACE  $V_d$

4. PORUCHY DIFUZE

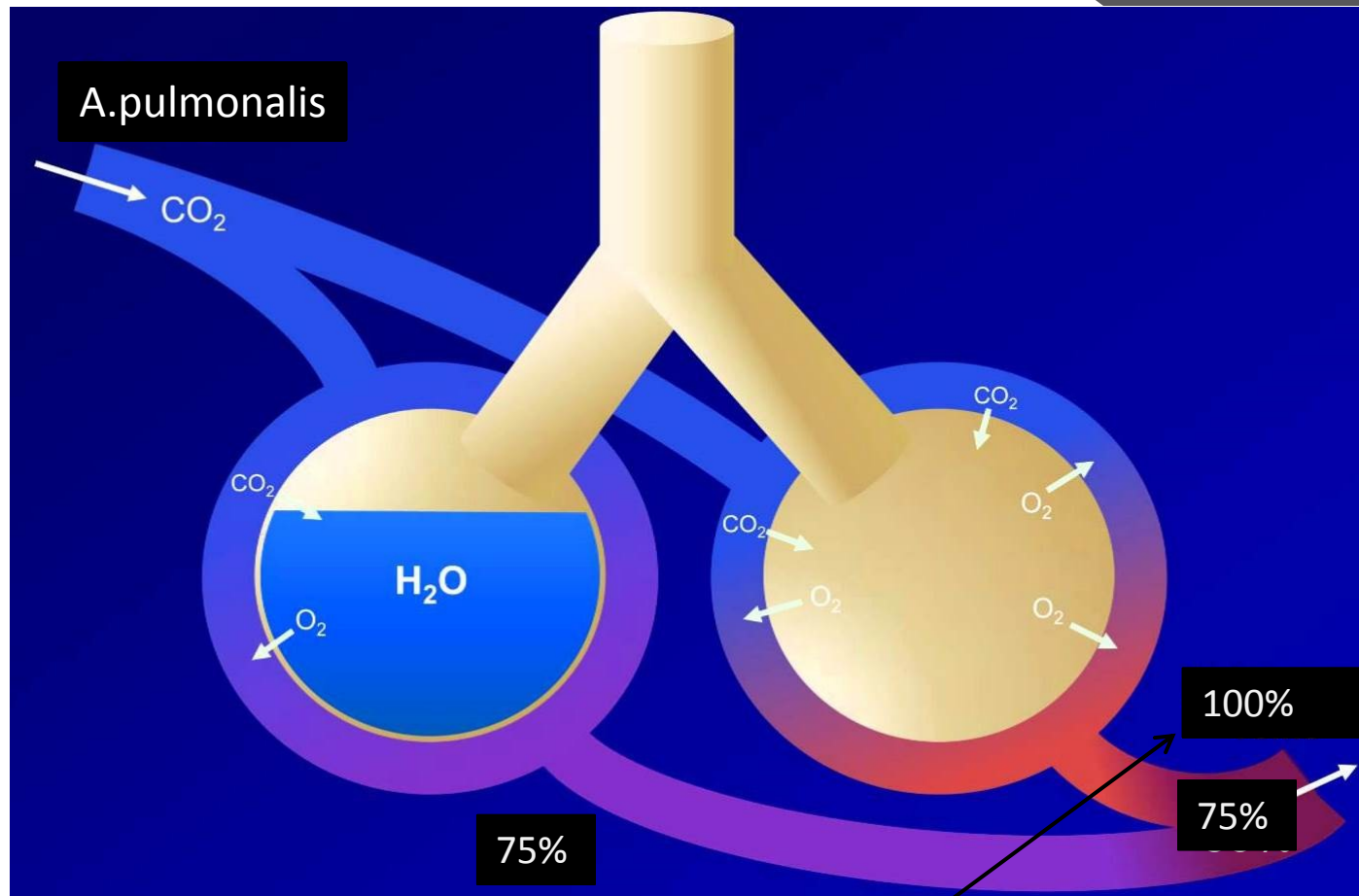
I. **Anatomické shunty** (bronchiální artérie-plicní žíly, koronárky/levá komora) – příčina  $PAO_2 > SAO_2$

-cca 1% CO

II. **Patologické shunty**

- ✓ Typ V/Q poruchy
- ✓ Alveoli neventilované –  $V=0$  (edém, hnis, kolaps)
- ✓ Krev z plic  $> SAO_2$

# SHUNTING



Neúčinnost oxygenoterapie X hypoxická vazokonstrikce



## I. Plicní (Pravé)

- ~ Atelektáza
- ~ Kolaps alveolu
- ~ Pneumonie
- ~ Plicní edém
- ~ Intralevolární hemoragie/kontuze

## II. Intrakardiální

- ~ Falotova tetralogie
- ~ Plicní hypertenze s foramen ovale (ARDS)

HYPOXÉMIE – 4 hlavní příčiny:

1. HYPOVENTILACE

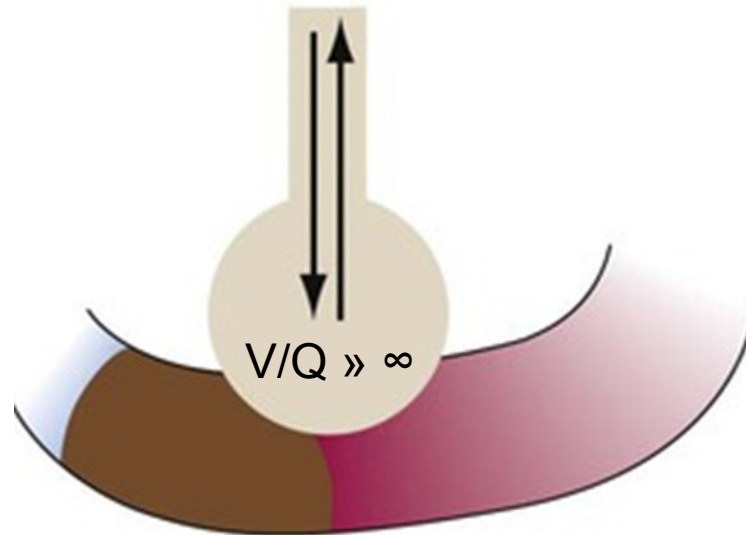
2. NEPOMĚR  $V/Q$  - SHUNTING

3. NEPOMĚR  $V/Q$  - VENTILACE  $V_d$

4. PORUCHY DIFUZE

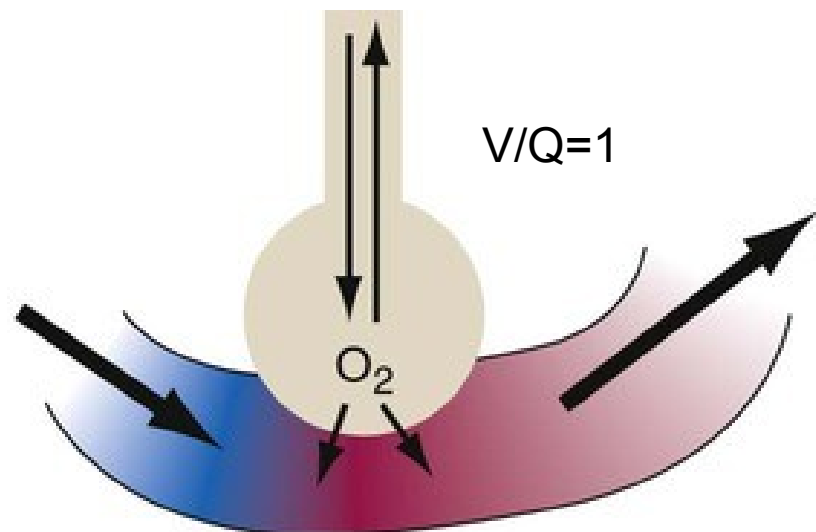
## NEPOMĚR V/Q - VENTILACE $V_d$

- ✓ Typ V/Q poruchy – další extrém
- ✓ V=norma
- ✓ Q se blíží k nule



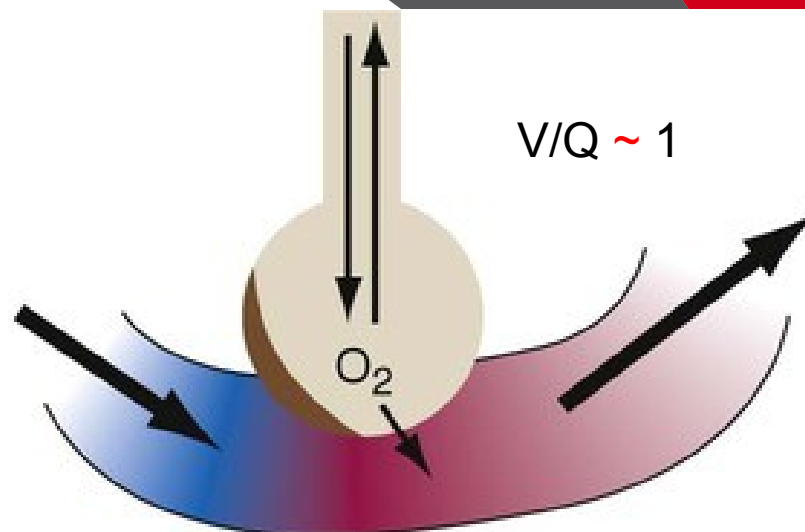
# Poměr V/Q

$$V/Q=1$$



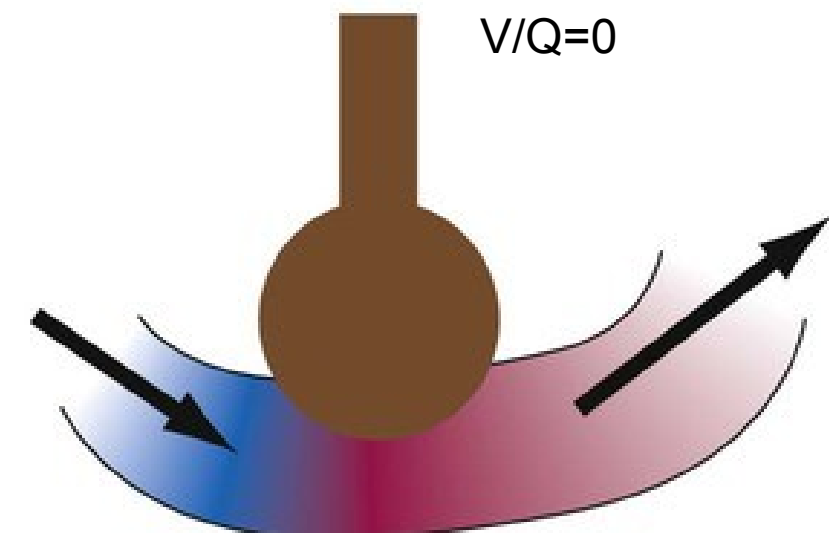
Normal ventilation/perfusion matching

$$V/Q \sim 1$$



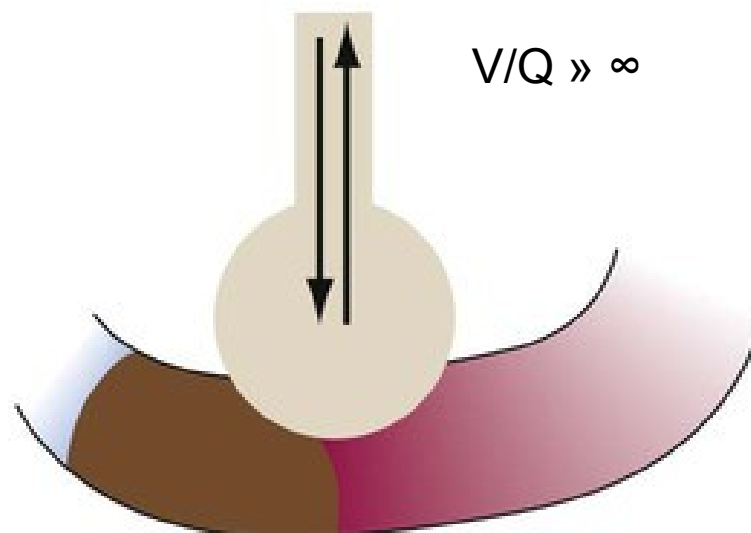
Ventilation/perfusion mismatching

$$V/Q=0$$



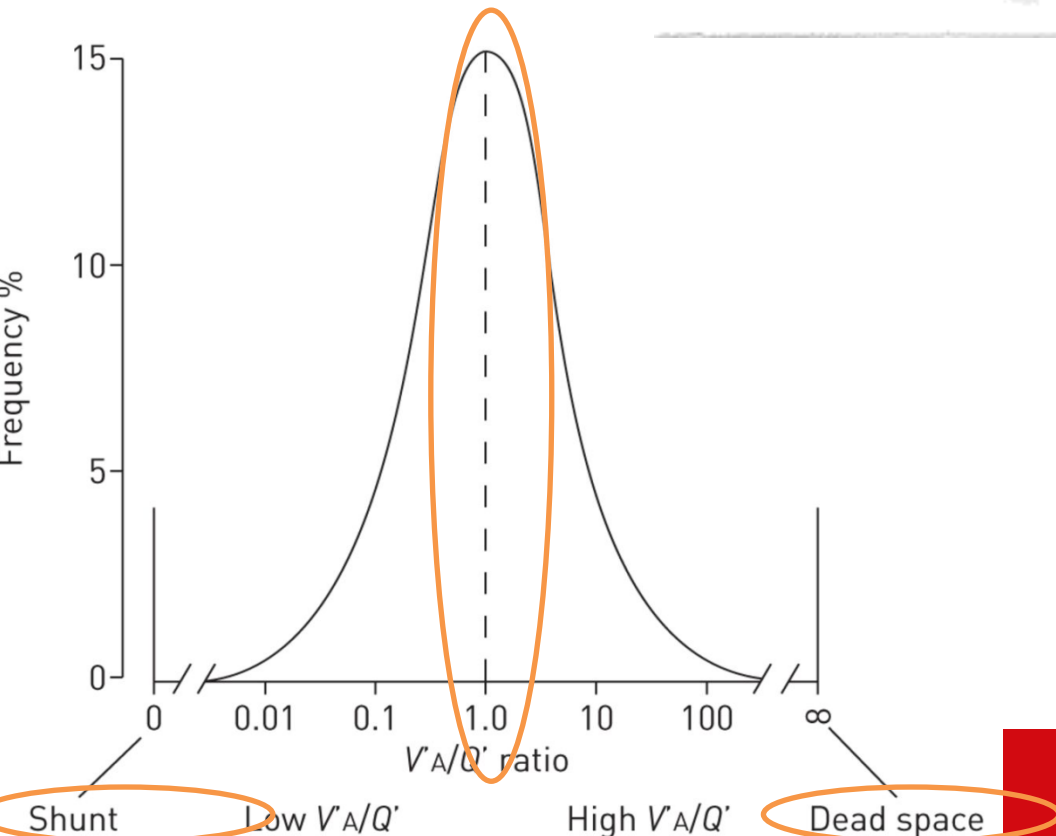
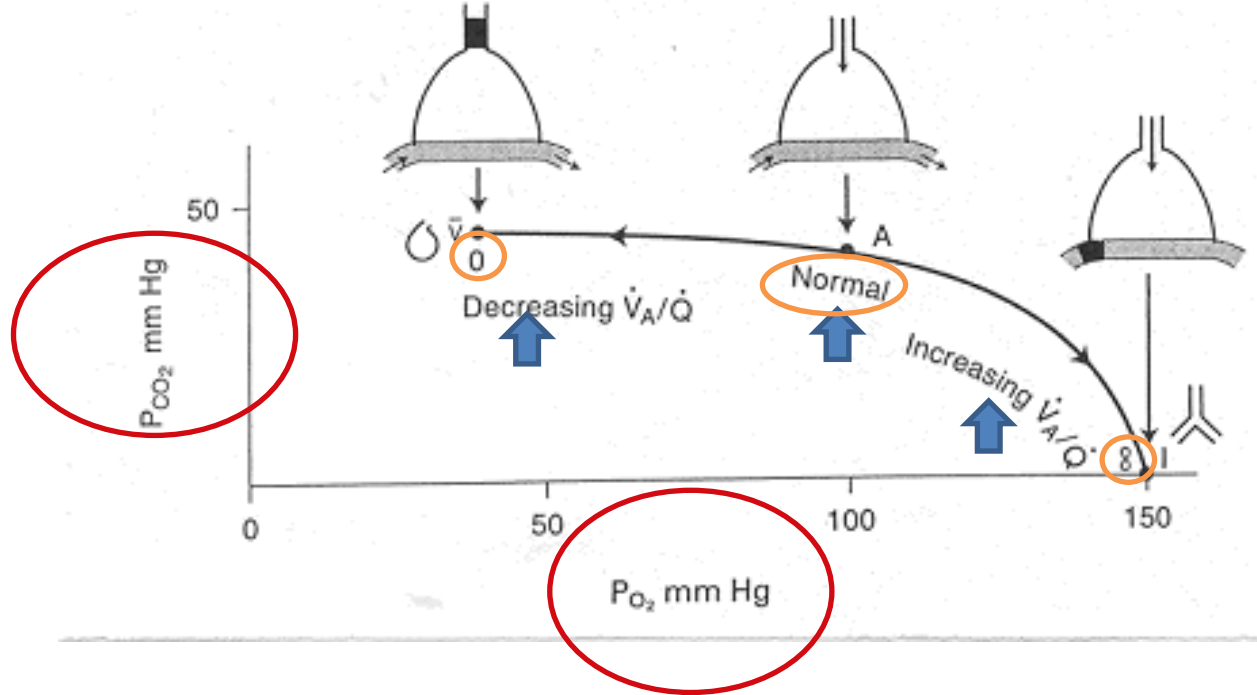
Shunt

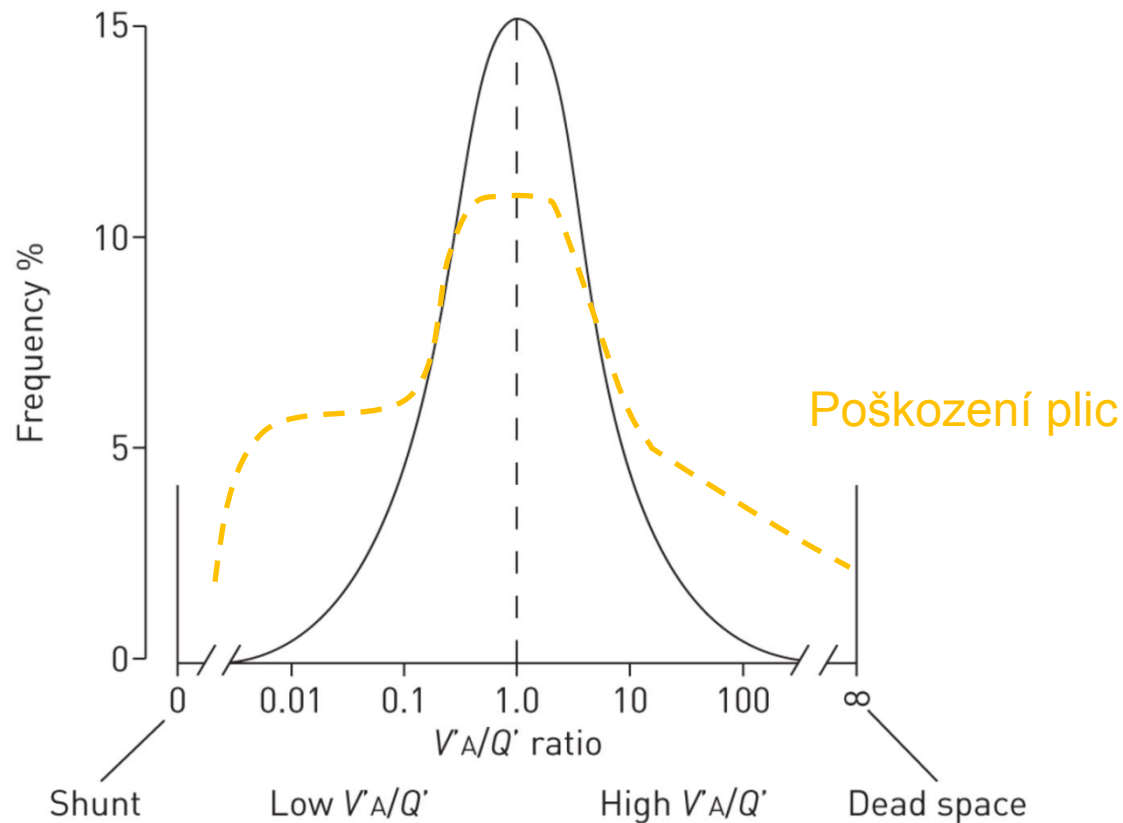
$$V/Q \gg \infty$$



Dead space unit

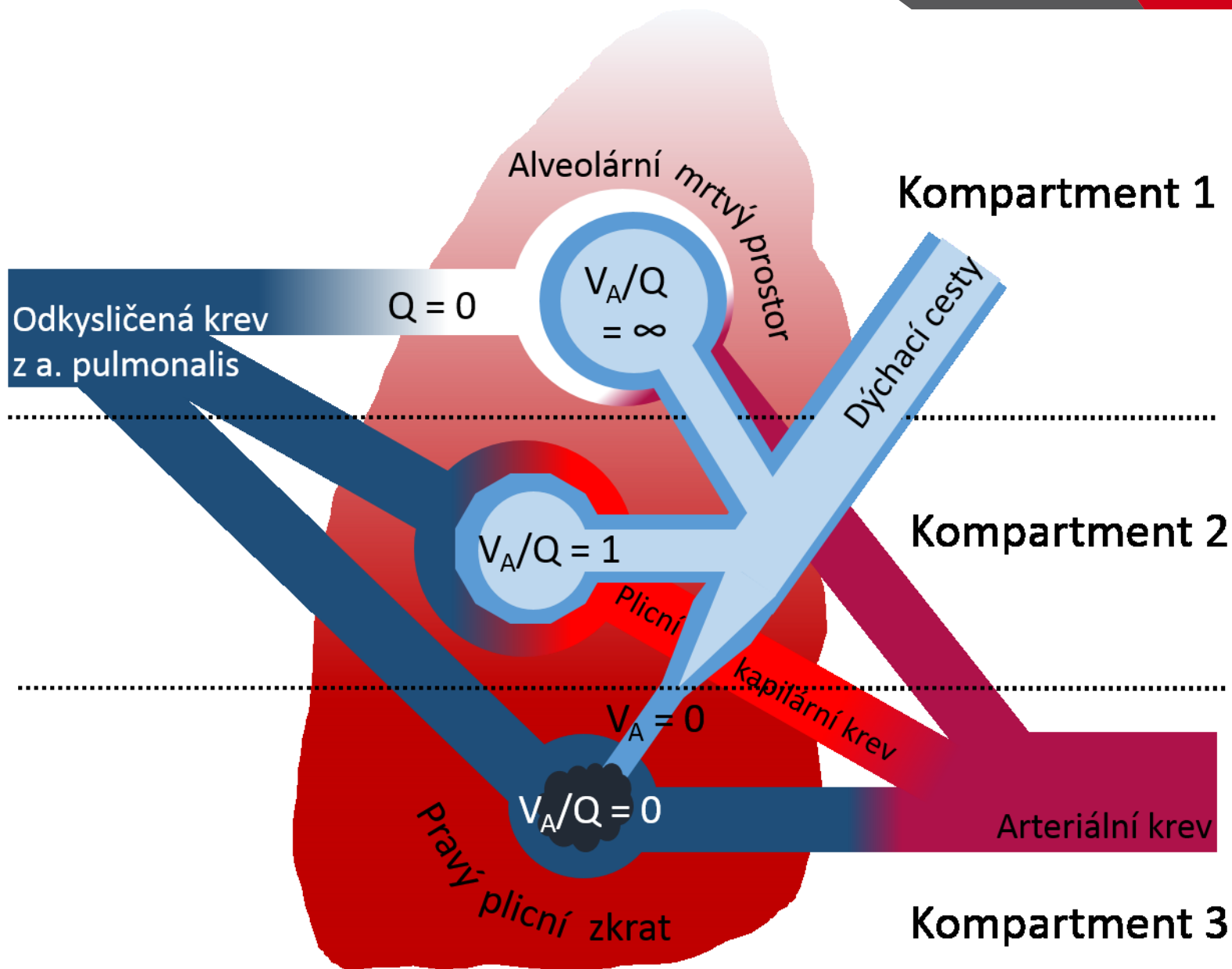
# Poměr V/Q





Shunting/ventilace  $V_d$  jsou extrémny

Poškození plic – větší frekvence  $V/Q$  abnormalit



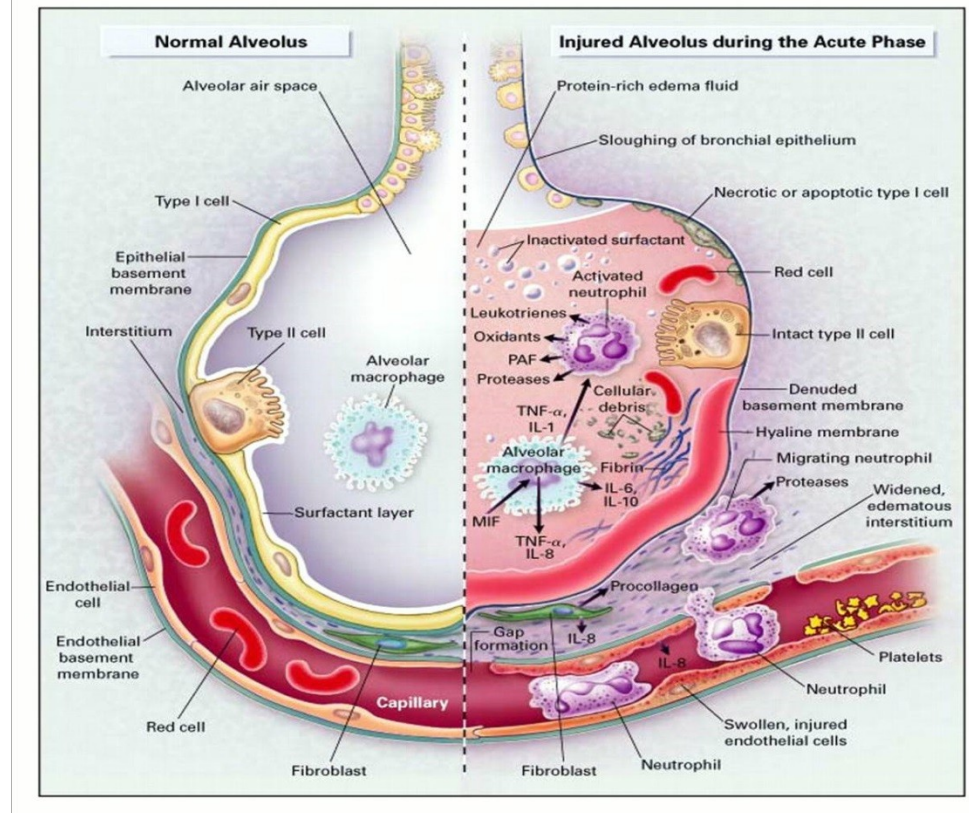
HYPOXÉMIE – 4 hlavní příčiny:

1. HYPOVENTILACE
2. NEPOMĚR  $V/Q$  - SHUNTING
3. NEPOMĚR  $V/Q$  - VENTILACE  $V_d$
4. PORUCHY DIFUZE



# PORUCHY DIFUZE

- Jsou časté u poškození plic
- Mechanismy:
  1. Porucha difuze alveolární membrány
  2. Redukce celkové plochy alveolů
- ARDS, fibróza plic



- Jsou časté u poškození plic
- Mechanismy:
  1. Porucha difuze alveolární membrány
  2. Redukce celkové plochy alveolů
- ARDS, fibróza plic

Jejich význam v patofyziologii akutního respiračního poškození je obvykle

**MALÝ/ZANEDBATELNÝ/KLINICKY  
NEVÝZNAMNÝ**

## CO<sub>2</sub> z pacienta neboli VENTILACE:

✓ Zejména závislá na tzv. **alveolární ventilaci**

$$\text{Alveolární ventilace} = (V_t - V_d) \times \text{DF}$$

$$V_{D\text{-celkový}} = V_{D\text{-fyziologický(alveolární)}} + V_{D\text{-anatomický}}$$

$$V_{\text{fyziologický}} \sim V/Q \text{ poměr}$$

## HYPERKAPNIE – 3 hlavní příčiny:

1. Nízká DF
2. Nízký  $V_t$
3. NEPOMĚR  $V/Q$



(*) (malaskja)		(č. dokl. : *)							
Vyšetření	Jedn.	2017 14.02 23:32	2017 14.02 23:28	2017 14.02 23:27	2017 14.02 21:30	2017 14.02 21:22	2017 14.02 19:39	2017 14.02 18:31	2017 14.02 18:29
Glukóza	mmol/l				3.5				1.9
cB-gluk.	mmol/l		4.6			3.7	3.1		
TG	mmol/l								
CRP	mg/l								412
Transf.	g/l								
Laktát	mmol/l			3	3.6				4.3
B(a)pH		7.19			7.21			7.26	
B(a)pCO2	kPa	5.6			5.1			4.6	
B(a)pO2	kPa	10			11.1			11.5	
B(a)HC03	mmol/l	15.9			15.2			14.9	
B(a)BD-	mmol/l	-11.8			-11.9			-11.1	
B(a)BE+	mmol/l								
B(a)sO2c		0.896			0.926			0.941	
B(a)Ca2+	mmol/l				0.96			0.84	
B(a)CapH	mmol/l				0.88			0.78	
Uhustota									

F2 Podrobně F7 F8 PgUp PgDn Pohyb Esc Přeruš I Tisk

## Příjem-CT



- Provedena BSK s odběrem materiálu na kultivaci.
- Postupně mírná stabilizace oběhu a zlepšení oxygenace.
- Snížení sedace.
- Dne 16.2. provedena IHD.
- Etiologicky průkaz -*AMIS*.



```
Wemu - [host - amish (SSH)]
Soubor Editace Nastavení Okna Nápověda
VYS_MIK1:  Další Předch Ukaž Tisk Hledej Návrat
( ) (malaskja) (17 / 18)
VÝSLEDKY Z MIKROBIOLOGIE ŠEBKOVÁ MARCELA 545807/2125
Datum, čas odběru: 14.02.17 10:36 Mat.: Ter.: R Žád.: 2016847039
TEXT:
Odběr : 14.2.2017
Komentář :
Vyšetření: Průkaz Ag pneumokoka - Moč
Průkaz antigenu Streptococcus pneumoniae:
S.pneumoniae..... pozitivní
St: Viděl: 15.02.17 11:49 - root Podp.: 15.02.17 - DaSta
Zobrazení předchozího výsledku
F1Pomoc ShiftF5Do schránky ShiftF7Do schránky+ EscPřeruš
```

```
Wemu - [host - amish (SSH)]
Soubor Editace Nastavení Okna Nápověda
VYS_MIK1: [D]alší [P]ředch [U]kaž [T]isk [H]ledej [N]ávrat
-()-----(malaskja)----- (9 / 18)-----
VÝSLEDKY Z MIKROBIOLOGIE ŠEBKOVÁ MARCELA 545807/2125
Datum, čas odběru: 15.02.17 11:33 Mat.: Ter.: R Žád.: 2016856429
TEXT:
Odběr : 15.2.2017
Komentář : odsátý mat. při bronchoskopii
Vyšetření: Kultivační vyšetření - sekret z ETK
Aerobní kultivace:
Nález: ředění sputa 10 na -3 Streptococcus pneumoniae v M fázi
Stanovení kvalitativní citlivosti na antibiotika:
penicilin.....C tetracyklin.....C
erytromycin.....C cotrimoxazol.....C
Anaerobní kultivace:
Nález: Nevyrostly žádné mikroby.
Mikroskopické vyšetření materiálu:
epitelie DCD..... ojediněle
Leukocyty..... + - ++
G+ koky ve dvojicích..... +
St: Viděl: 17.02.17 12:46 - root - Podp.: 17.02.17 - DaSta
Zobrazení předchozího výsledku
F1Pomoc ShiftF5Do schránky ShiftF7Do schránky+ EscPřeruš
```

- Umělá plicní ventilace (UPV) je orgánová podpora, při kterém ventilační přístroj úplně nebo částečně zajišťuje průtok plynů respiračním systémem

# Indikace UPV

## Oxygenace

- $\text{PaO}_2 < 70 \text{ mmHg}$  (9 Kpa) při  $\text{FiO}_2$  0,4 maskou
- P/F index (Horowitz)  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 200 \text{ mmHg}$

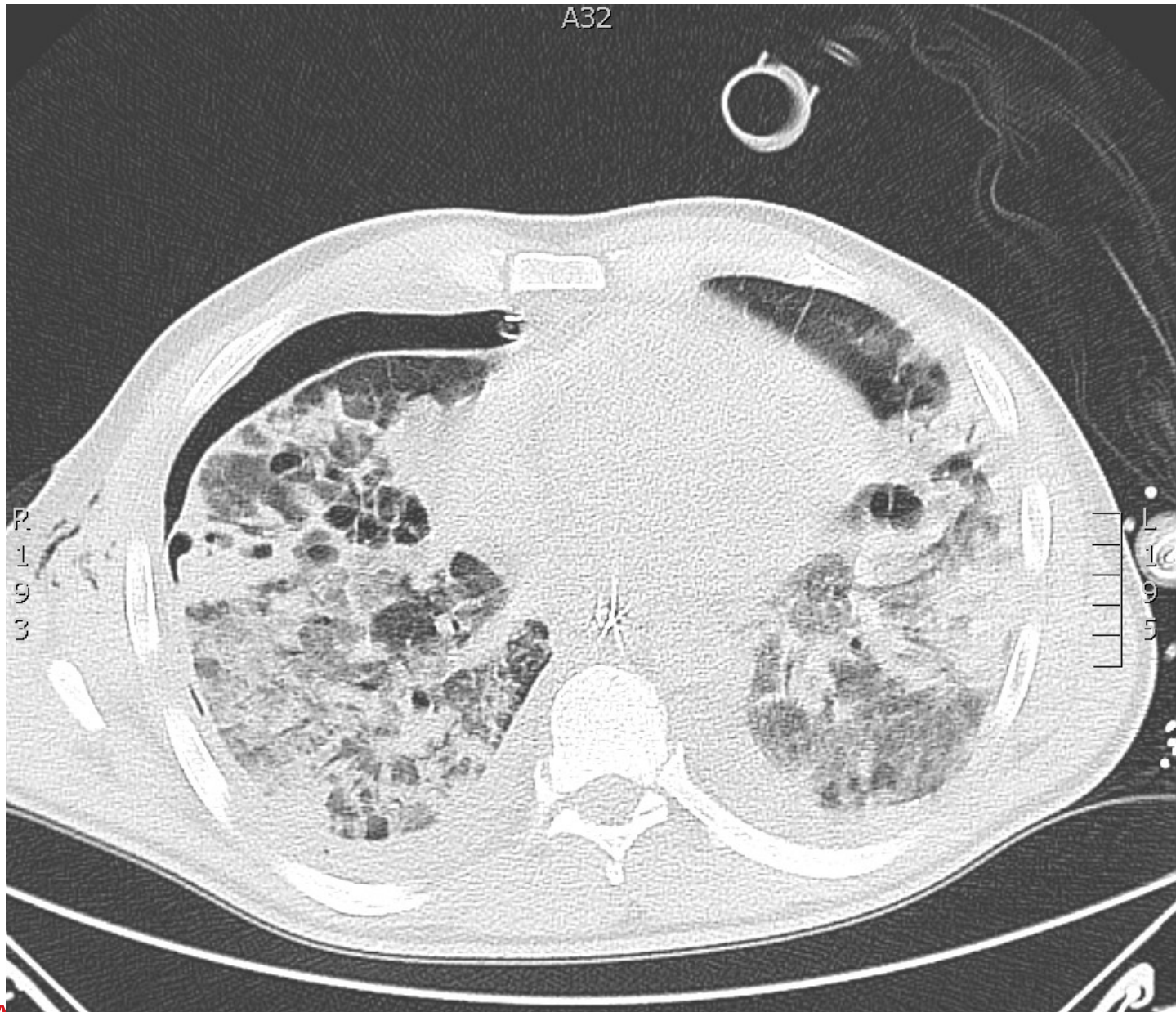


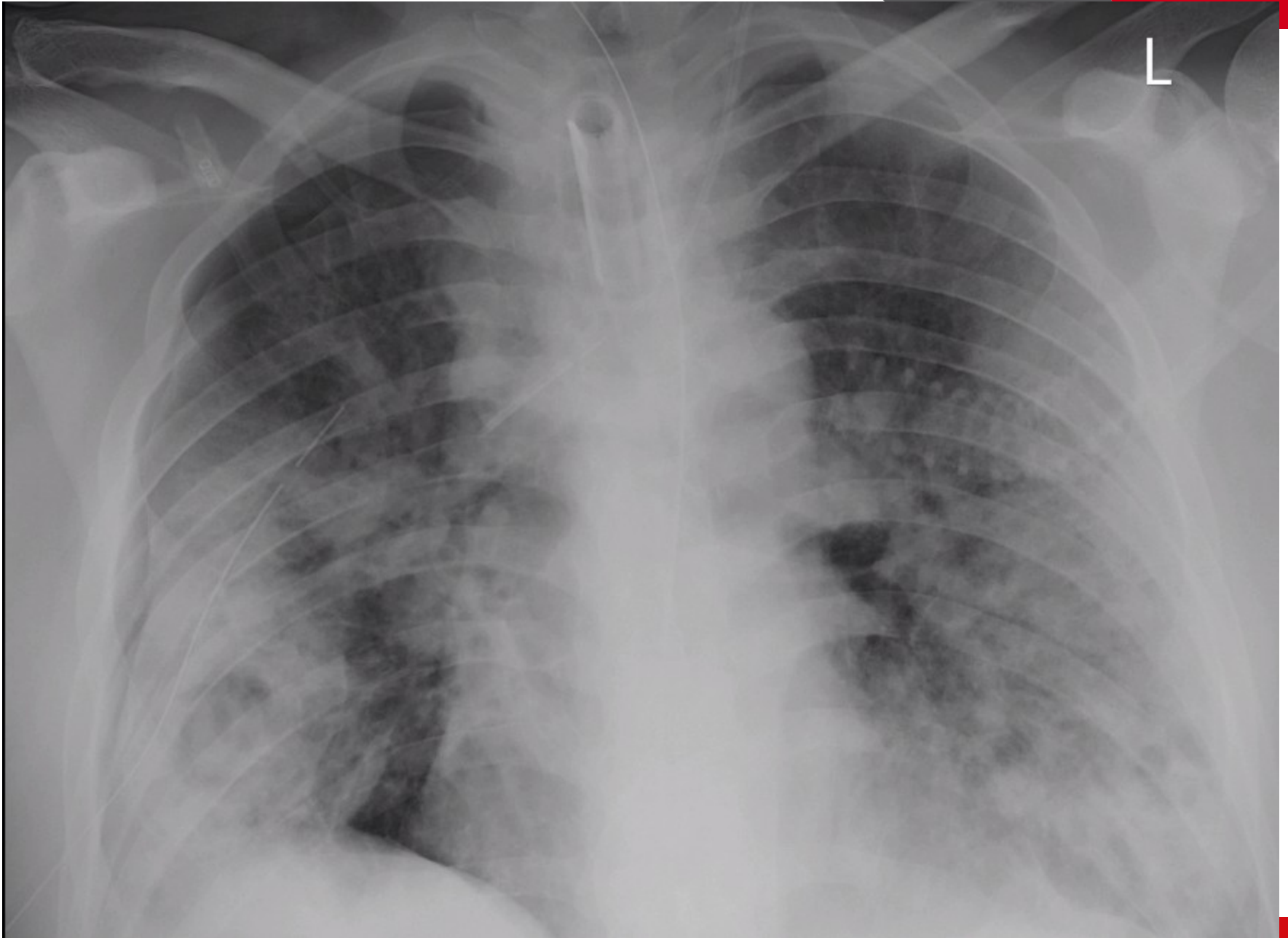
## Ventilace

- Apnoe
- $\text{PaCO}_2 > 55 \text{ mmHg}$  (7,5 Kpa)

## Plicní mechanika

- $\text{DF} > 35/\text{min}$









Room: 3020  
Patient: [Name]  
Date: [Date]  
Nurse: [Name]  
Physician: [Name]









## Generace ventilátorů

- I. Generace:  
mechanická řídicí  
jednotka – OXYLOG  
1000
- II. Generace: částečně  
elektronická –  
anesteziologické  
přístroje, OXYLOG 2000



### III. generace

- Elektronická zpětnovazební regulace



# IV. generace



### 1. Režimy s **plnou** ventilační podporou

1. CMV nebo VCV – objemově řízená ventilace
2. PCV – tlakově řízená ventilace
3. *PRVC – tlakově řízená objemově kontrolovaná*

### 2. Režimy s **částečnou** ventilační podporou

1. PS nebo SPONT– tlaková podpora
2. *SIMV – synchronizovaná intermitentní zástupová ventilace*
3. *BIPAP nebo DuoPAP – bifazická ventilace pozitivním přetlakem*
4. *CPAP – kontinuální pozitivní přetlak v DC*

**P řídicí**

**f**

**I:E**

**PEEP**

**Trigger**

**FiO<sub>2</sub>**

## CMV – objemově řízená ventilace

$V_t$

$f$

I:E

PEEP

Trigger

$FiO_2$

P support

PEEP

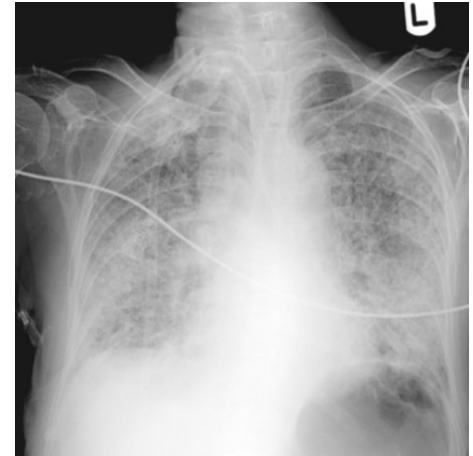
Trigger

FiO<sub>2</sub>

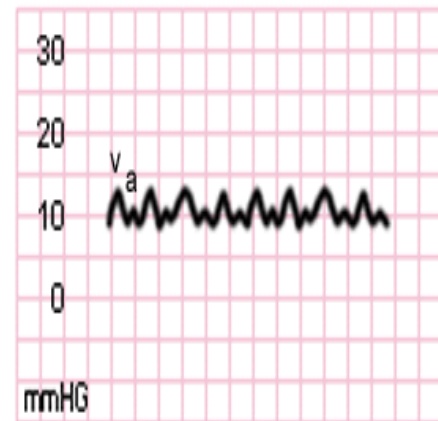
# American European Consensus Conference 1992

## ALI/ARDS

1. Akutní začátek
2. Oxygenace:  $\text{PaO}_2/\text{FIO}_2$ 
  1.  $< 300$  mm Hg pro ALI
  2.  $< 200$  mm Hg ARDS(nezávisle na PEEP)
3. RTG plic – bilaterální infiltráty
4. PAWP  $< 18$  mmHg nebo nepřítomnost známek AHF

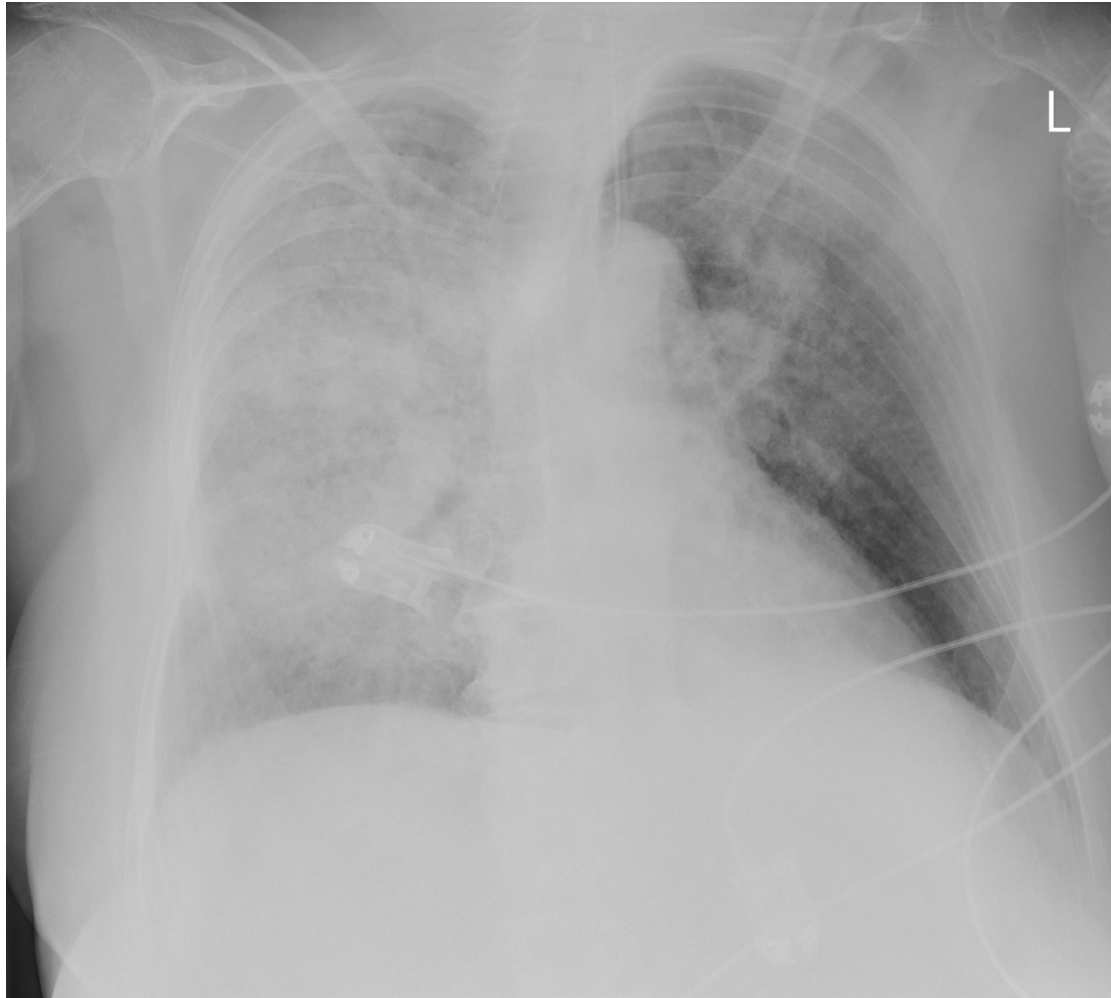


PAWP

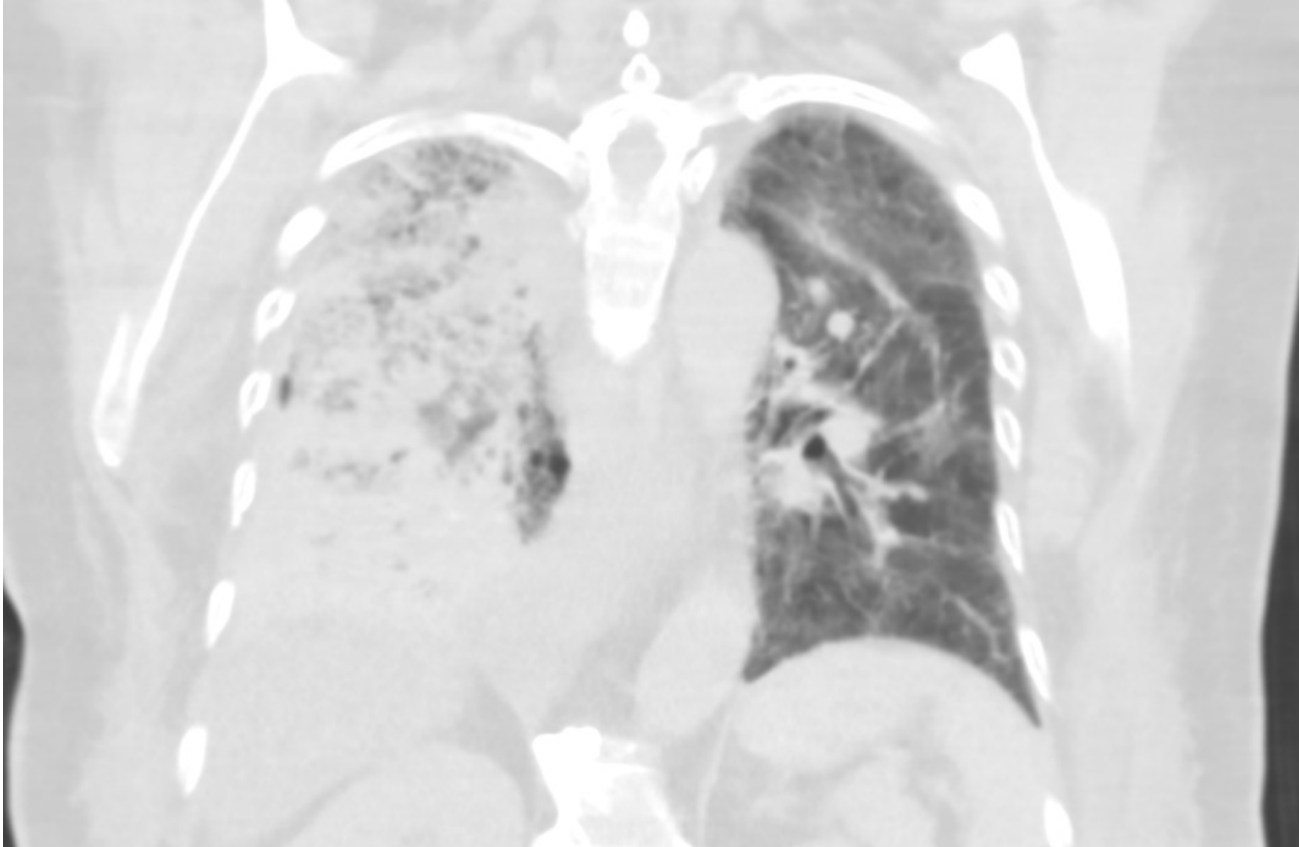




## RTG po 2 dnech



## CT po několika dnech



# Pulmonální X extrapulmonální

## I. Pulmonální – primární- ARDS:

- Aspirace žaludečního obsahu
- Pneumonie
- Inhalační trauma
- Plicní kontuze
- Tonutí
- Tuková embolie
- Reperfuzní poranění po transplantaci plic

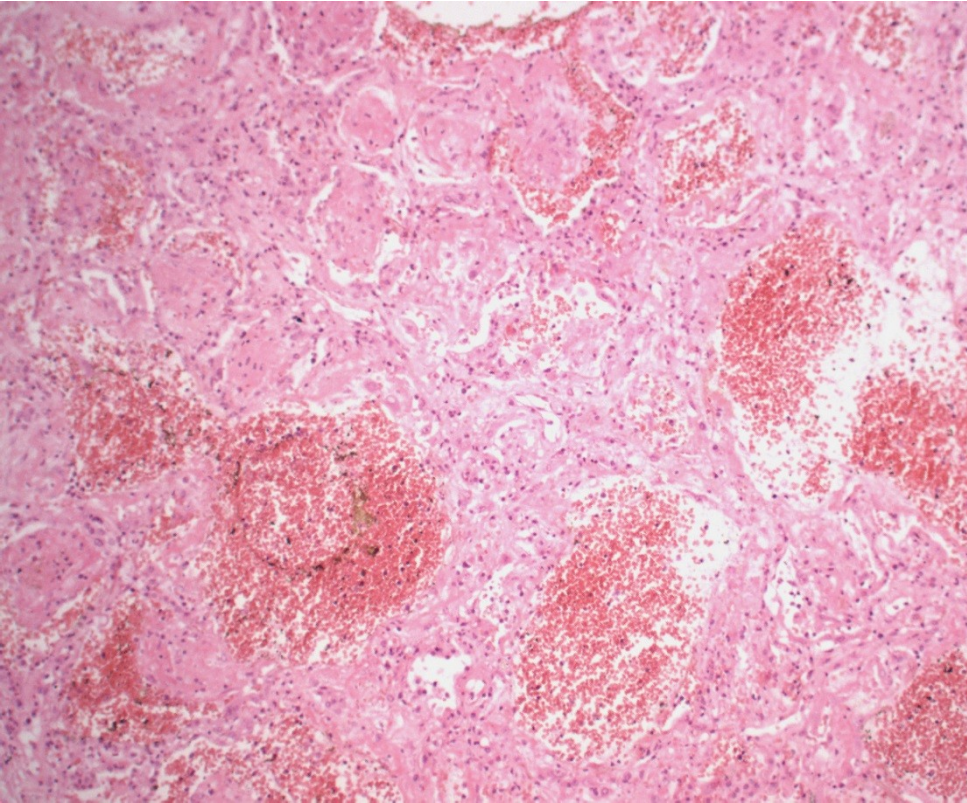
# Pulmonální X extrapulmonální

## II. Extrapulmonální – sekundární - ARDS:

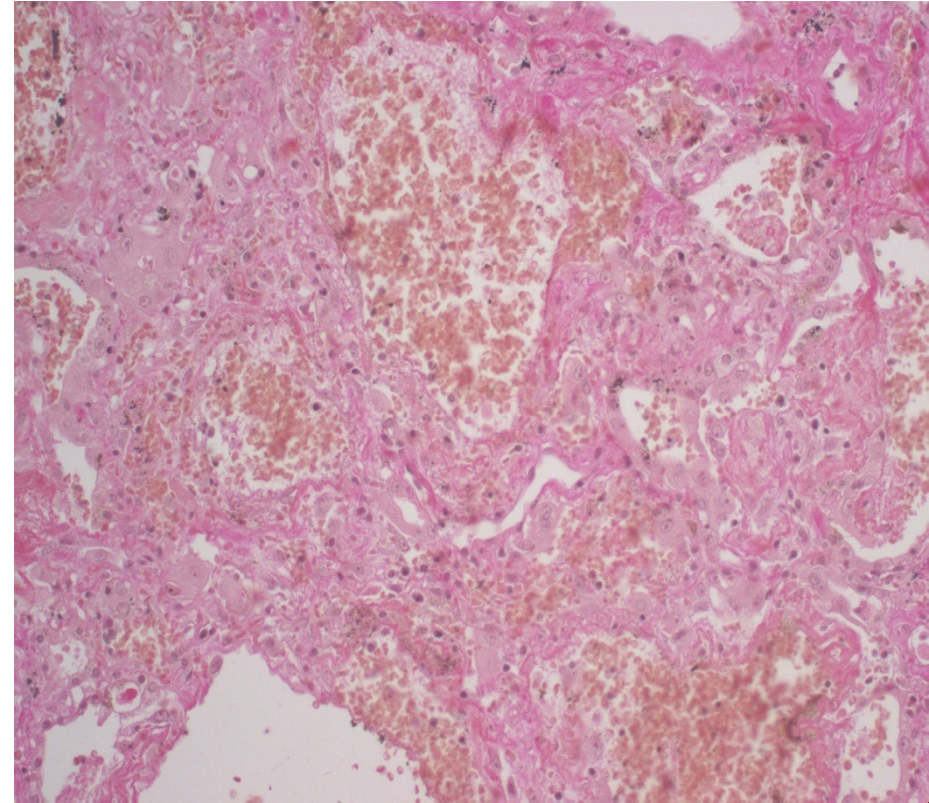
- Težká sepse/septický šok
- Trauma – hypovolemický šok
- Pankreatitida (SIRS)
- Vícečetné transfúze (TRALI)
- Intoxikace léky

# Pozdní fáze - fibroproliferativní

HE



VG



V přehledném barvení hematoxylin-eosin je zřetelná difuzní intersticiální plicní fibróza s řídkou chronickou zánětlivou celulizací, regionálně přítomna i organizovaná bronchioloalveolitida, dále jsou patrné hyalinní membrány na stěnách alveolů a také pneumoragie. Speciální barvení na kolagen (van Gieson) jen potvrzuje přítomnost fibrózy. © MUDr.Moulis PAU FNB

## I. NEFARMAKOLOGICKÁ

1. UPV –  $V_t$ , PEEP,  $FiO_2$
2. Pronační poloha
3. Tekutinový režim „suchá plíce“

## II. FAMAKOLOGICKÁ

## I. NEFARMAKOLOGICKÁ

## II. FAMAKOLOGICKÁ

1. Kortikoidy
2. Surfaktant
3. NO
4. Prostaglandin E1
5. Experimentální a ostatní
6. Neprokázané postupy

## III. Podpůrná