

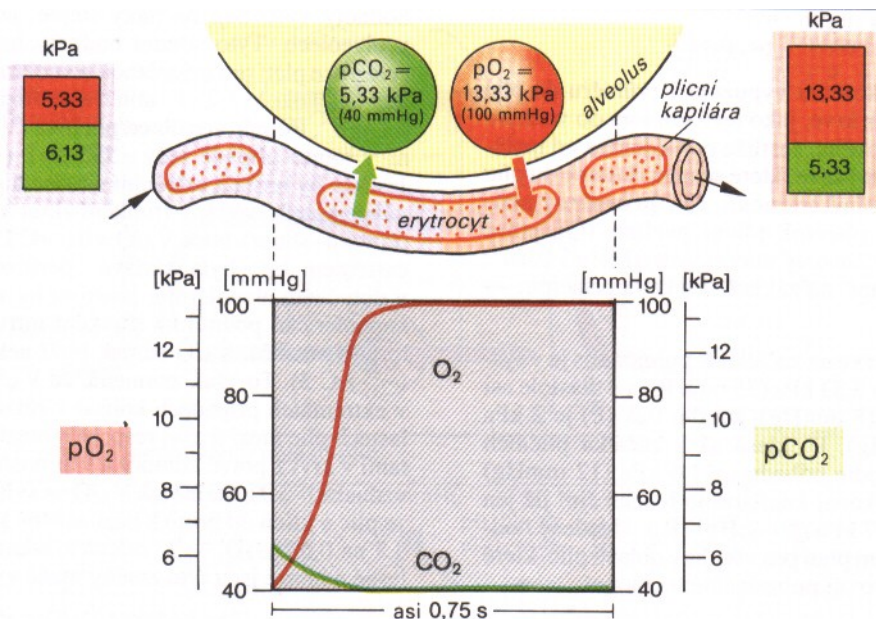
Umělá plicní ventilace



MUDr. L. Dadák
ARK FNUSA

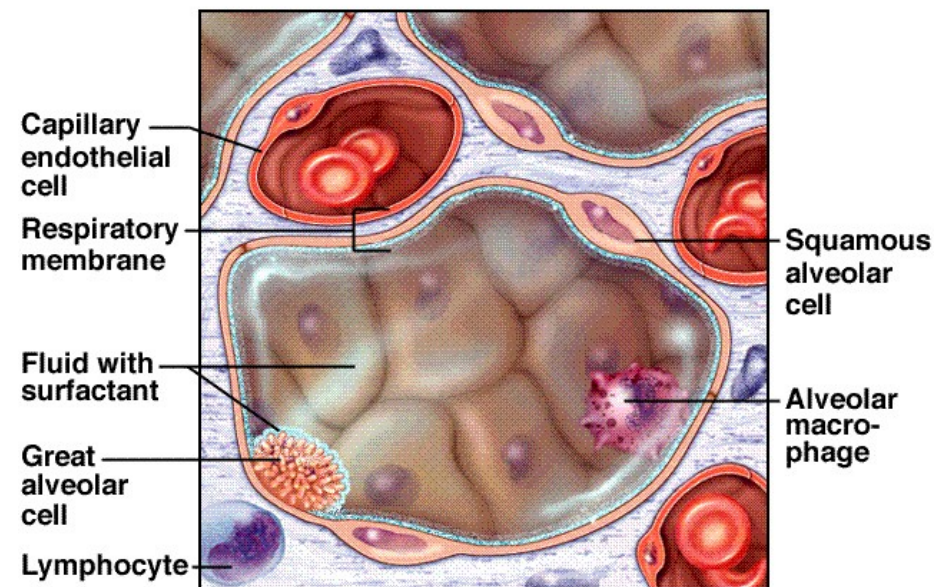
Dýchání

- def: slouží výměně krevních plynů (O₂, CO₂)
- vnější dýchání = výměna vzduch <--> krev

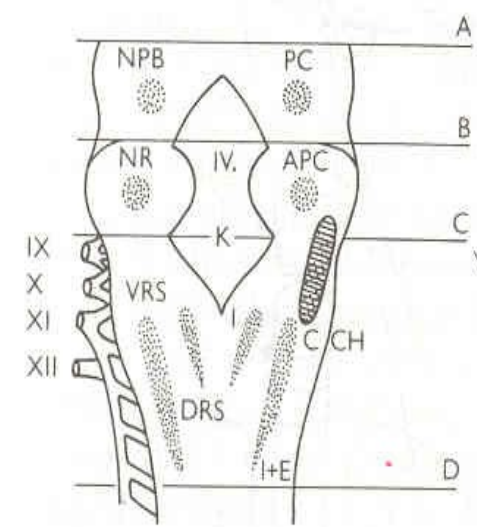
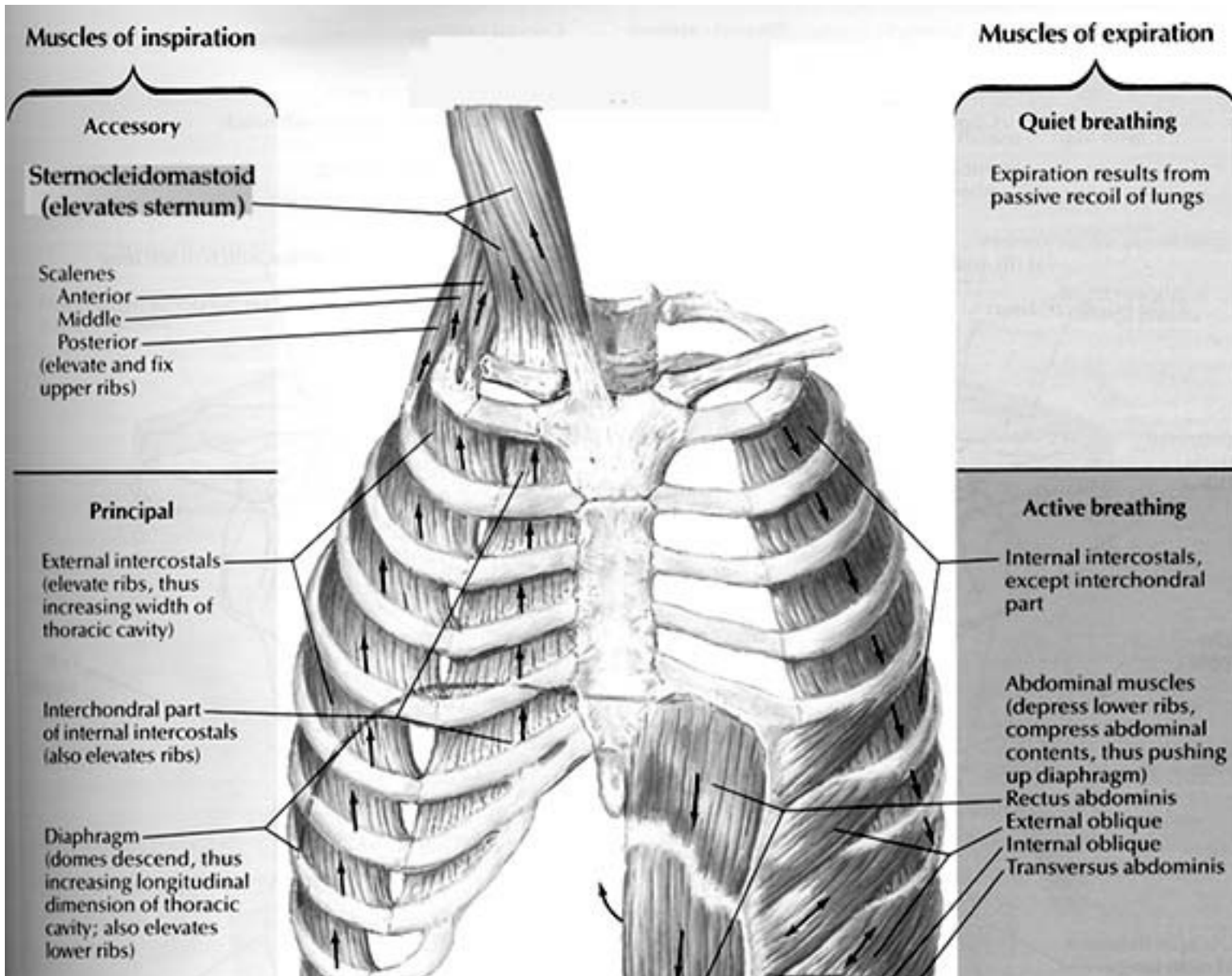


Kenneth S. Saladin, ANATOMY AND PHYSIOLOGY: THE UNITY OF FORM AND FUNCTION, Copyright © 1998, The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.

Structure of an Alveolus



Spont. ventilace

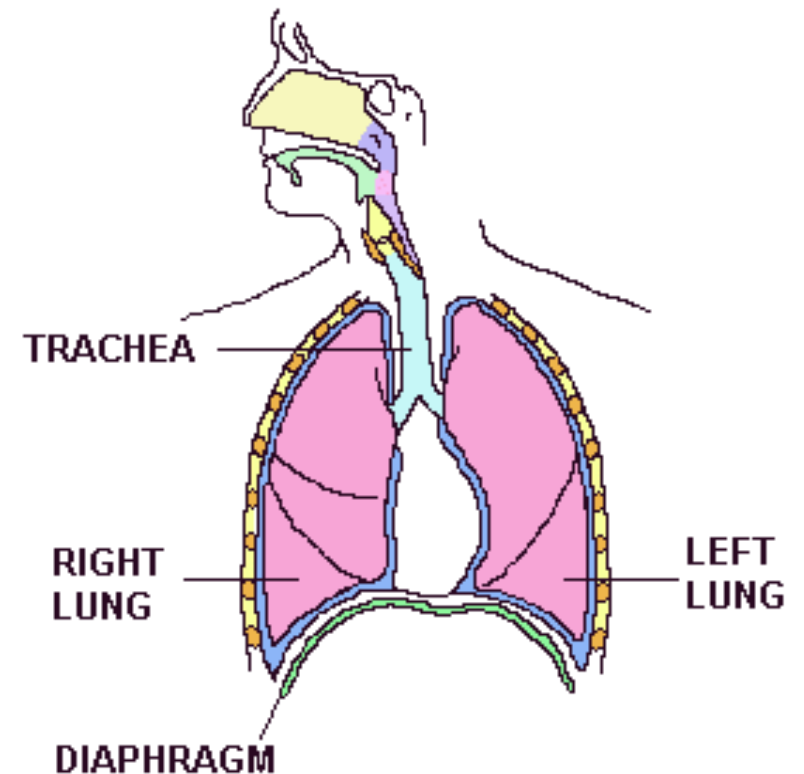
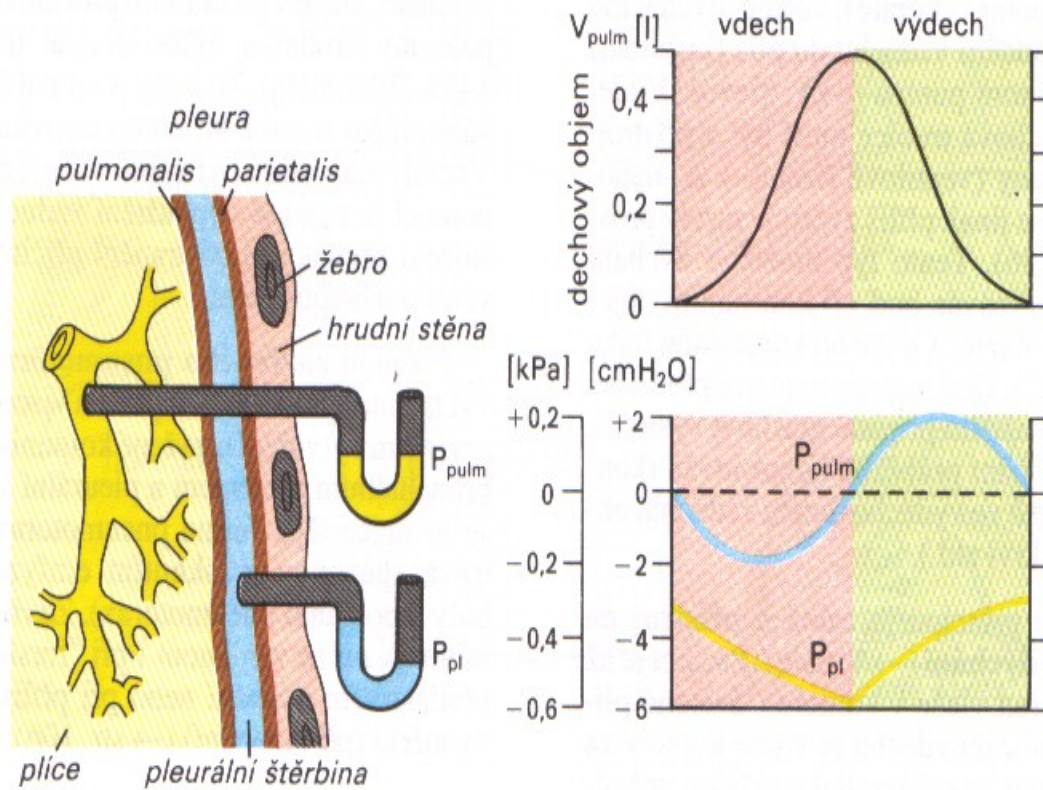


Obr. 103. Organizace centrálních regulačních center. Vlevo jsou znázorněny morfologické struktury, vpravo funkční jednotky. DRS – dorzální respirační skupina neuronů, I – inspirocentrum, IV, K – čtvrtá komora, I – inspirocentrum, chemoreceptory. Vpravo záznam dýchání.

Spontání dýchání

- řízeno dechovým centrem ($\text{CO}_2 \rightarrow \text{pH}, \text{O}_2$)
- podtlak v plicích vzniká činností dýchacích svalů
- normálně spotřebuje 2 až 5 % O_2

Spont. ventilace



nádech = podtlak v
hrudníku

– snazší návrat krve do

Respirační selhání

- stav způsobený nedostatečností zevního dýchání
 - základní mechanismy:
 - ventilační selhání = sval. pumpy MV ...
PaCO₂
 - apnoe, obrna bránice, PNO, nervo-sval.spojení
 - oxygenační selhání = alveolokapilární membrána
 - plicní otok, plicní zkrat = atelektázy, ARDS
PaO₂
-
-

Respirační selhání:

- parciální (hypoxémie) a globální (hypoxémie, hyperkapnie)
- akutní a chronické
- latentní (při zátěži) a manifestní (v klidu)
- kompenzované (normální pH) a dekompenzované

- - -

dušnost = subjektivní příznak

Příčiny respiračního selhání:

- mozek (úrazy, tu, záněty, intoxikace)
- mícha (sy Guillain Barré, úrazy, poliomyelitis)
- nervosvalový přenos (myastenie, neuritis, tetanus, sval.relaxancia, botulismus)
- hrudník (trauma PNO, hemothorax)
- HCD – obstrukce (zánět, tu, trauma, cizí tělesa, laryngospasmus)
- DCD (astma, COPD, bronchiolitis, fibrózy, ARDS, kontuze)
- srdce (kardiogenní edém plic, plicní embolizace)
- neurogenní edém plic

Klinické pozorování:

- stav vědomí
- pohled
 - poloha (leží, sedí)
 - zapojení pomocných dýchacích svalů
 - cyanóza
 - náplň krčních žil
- známky obstrukce DC (vpadává jugulum, souměrný pohyb?)
- ventilace:
 - frekvence
 - dechový objem
 - hypo / hyperventilace
- vyšetření krevních plynů, SpO₂, kapnometrie

Syndrom dechové tísně dospělých ARDS

Definice

- akutní začátek
- bilaterální RTG infiltráty na plicích
- nekardiogenní původ edému
- nízký oxygenační index = $paO_2/FiO_2 < 200\text{mmHg}$

Příčiny

- primární
 - pneumonie, aspirace, INHALAČNÍ TRAUMA
- sekundární
 - sepse, šok



ARDS

Patofyziologie

- zvýšena permeabilita kapilár
- intersticiální , alveolární otok a zvýšená buněčnost

Léčba

- UPV
- PEEP
- otevírací manévr



UPV:

- soubor postupů umožňujících podpořit/zajistit výměnu plynů v plicích.
 - pozitivním přetlakem (PPV)
 - negativním podtlakem
 - trysková ventilace
 - oscilační ventilace



Cíle ventilační terapie

- překlenout kritické období
- dosažení přijatelných parametrů (\neq normálních)
 - paO_2 , paCO_2 , pH.
 - zvýšení dech.objemů
 - snížení dechové práce
 - odstranění dechové tísně
 - snížení spotřeby O_2 v organismu
 - snížení nitrolebního tlaku (hyperventilací)
 - stabilizace hrudní stěny

Indikace UPV:

- rozhodnutí o zahájení UPV
 - dle klinického stavu
 - základního onemocnění
 - zhodnocení **trendu**
 - Plicní mechanika
 - dechová frekvence $> 35/\text{min}$
 - vitální kapacita $< 15\text{ml/kg}$
 - maximální inspirační podtlak $< -25 \text{ cm H}_2\text{O}$
 - Oxygenace
 - Ventilace
-
-

Indikace UPV:

- Oxygenace:
 - $\text{PaO}_2 < 9 \text{ kPa}$ (70 mmHg)
 - alveolo-arteriální difference
 - plicní zkrat
 - oxygenační index
 - Ventilace:
 - apnoe
 - $\text{PaCO}_2 > 7,5 \text{ kPa}$ (55 mmHg)
 - Poměr $V_d/V_t > 0.6$
-
-

Rozdělení UPV:

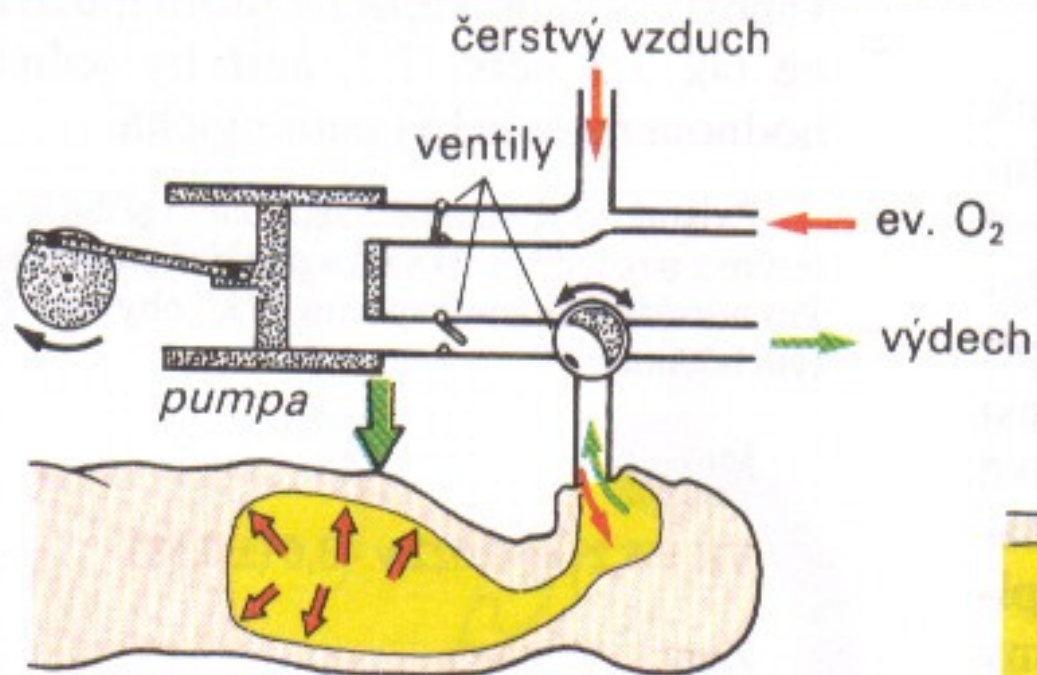


- neinvazivní (maska nosní, obličejová; helma)
- invazivní (OTI, TS)
- pozitivním přetlakem
- negativním podtlakem
- trysková ventilace
- oscilační ventilace

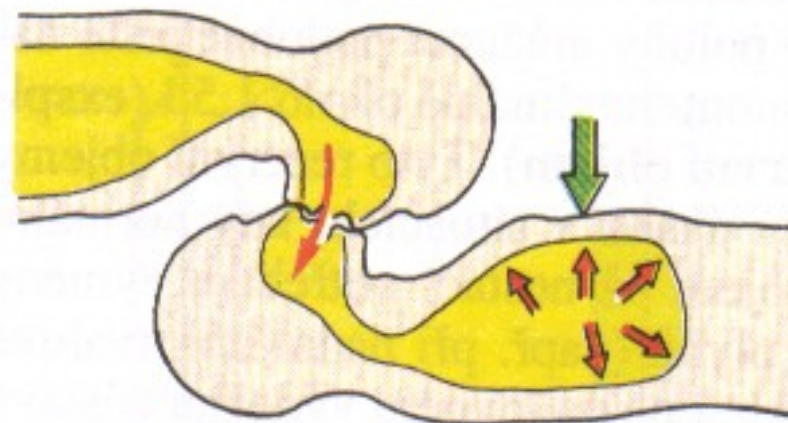


UPV pozitivním přetlakem

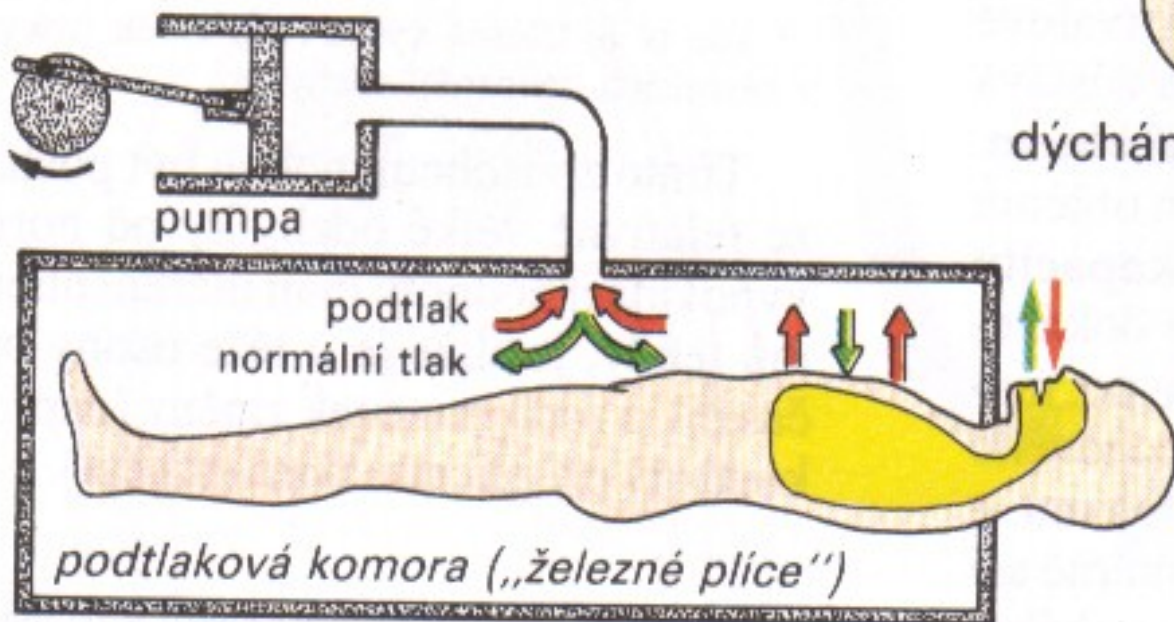
- není fyziologické!!
- pro plicní parenchym traumatické (VALI – ventilator associated injury)
- minimálně traumatická UPV:
 - malé dechové objemy – V_t 6 ml/kg;
 - PEEP (end-expiratory positive airway pressure – pozitivní tlak na konci výdechu) podle stavu plicního parenchymu a hrudní stěny – tzv. optimální PEEP
 - minimální dechovou frekvenci k zajištění nezbytné eliminace CO₂ (permissivní



přetlakové dýchání



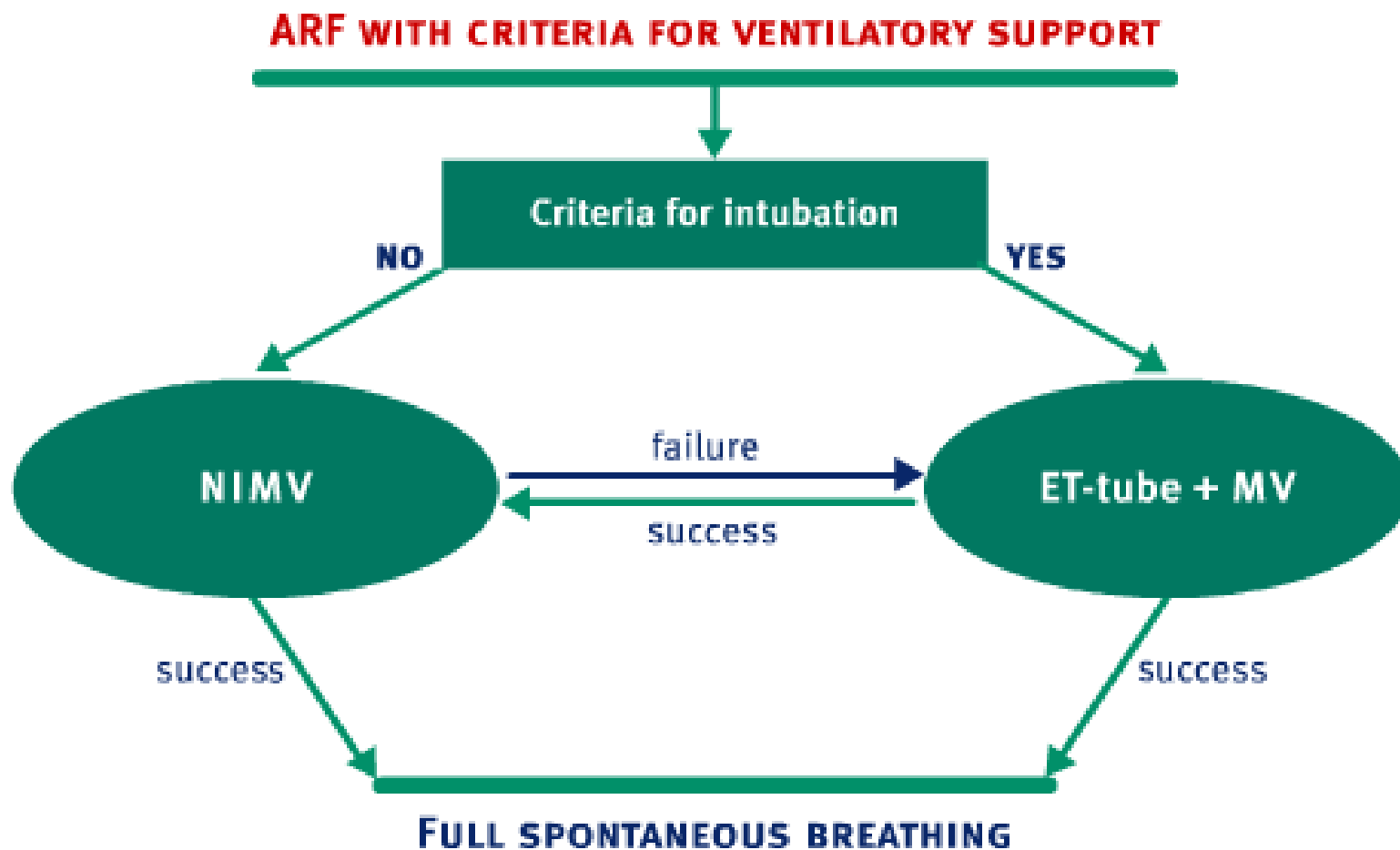
dýchání z úst do úst



dýchání při použití podtlaku

- změny tlaku
- vdech
 - výdech
- proud vzduchu
- vdech
 - výdech

Akutní resp. selhání



Zásady UPV

- co nejrychleji nemocného zbavit nutnosti umělé plicní ventilace – weaning (odvykání).
 - pokusit se stav zvládnout neinvazivní ventilací (NIV) nejčastěji aplikací PS + PEEP pomocí obličejové nebo nosní masky – t.j. vyhnout se tracheální intubaci, která s sebou přináší rizika.
-
-

Ventilační režim

- konkrétní způsob realizace UPV.
(jak je nastaven ventilátor.)
 - spont. dýchání
 - podpůrné ventilační režimy
 - řízená ventilace
-
-

Fáze dechového cyklu

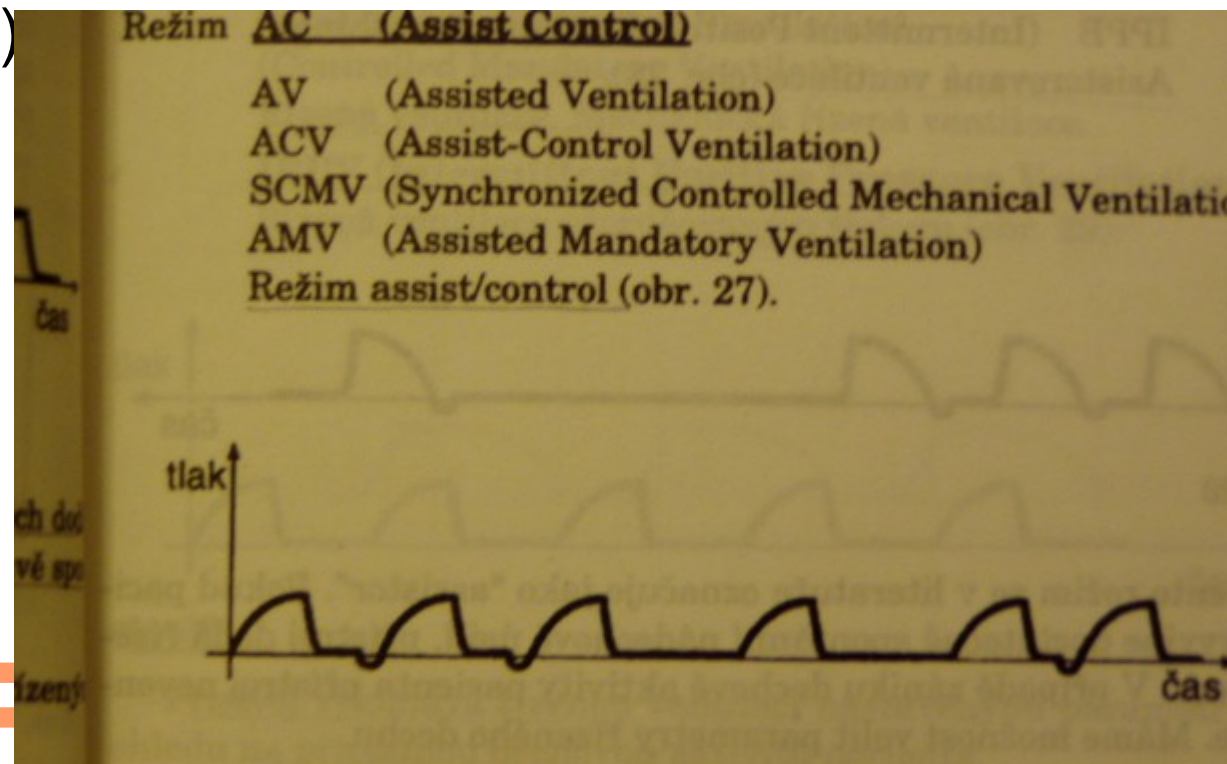
- Inspirační
 - iniciace = co zahajuje dech. cyklus (čas, trigger (tlak, průtok))
 - limitace = omezení při tvorbě tlaku/průtoku (tlakový / objemový limit)
 - cyklování = co ukončuje inspirium (čas, dosažený tlak, objem, průtok)
 - inspirační pauza = zástava proudění v d.cestách
- Expirační fáze (pasivní fáze)
 - expirační pauza
 - od ukončení proudění vzduchu na konci výdechu do iniciace dalšího dech.cyklu.

Ventilační režimy:

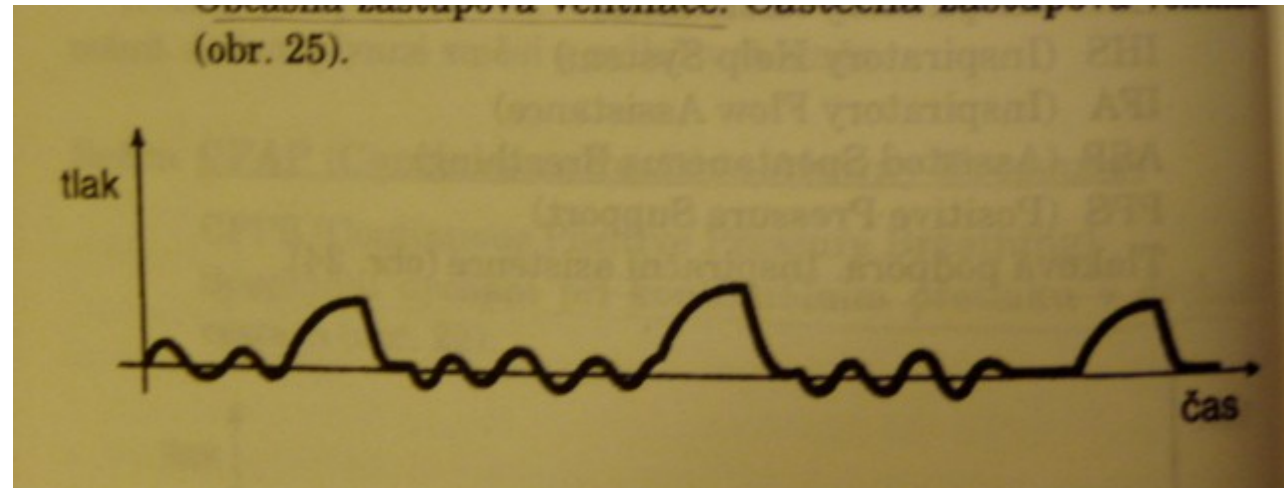
- MV (mandatory ventilation) – řízená ventilace;
 - PCV (pressure controlled ventilation) – tlakově řízená ventilace;
 - VCV (volume controlled ventilation) – objemově řízená ventilace;
- SIMV (synchronized intermittent ventilation) – synchronizovaná zástupná ventilace; (dnes v praxi SIMV+PS)
- PS (pressure support) – tlaková podpora;
- CPAP (continuous positive airway pressure) – spontánní dýchání při trvalém přetlaku v dýchacích cestách;
- nebulizace – zvlhčování;
- BiPAP (biphasic positive airway pressure) – spontánní

MV – řízená ventilace

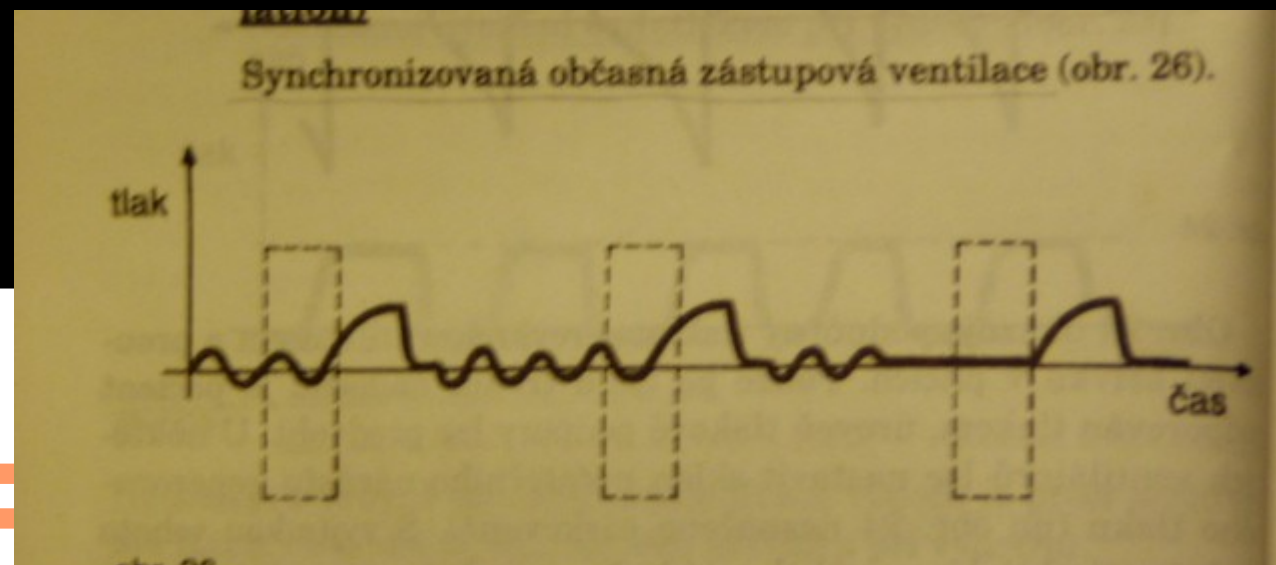
- bez dech.aktivity (hluboká analgosedace)
 - PCV : bezpečnější,
 - VCV : snaha o korekci PaCO₂
- (Triggerovaný dech)



IMV



SIMV (synchronizovaná zástupová ventilace s PS) - odpojování



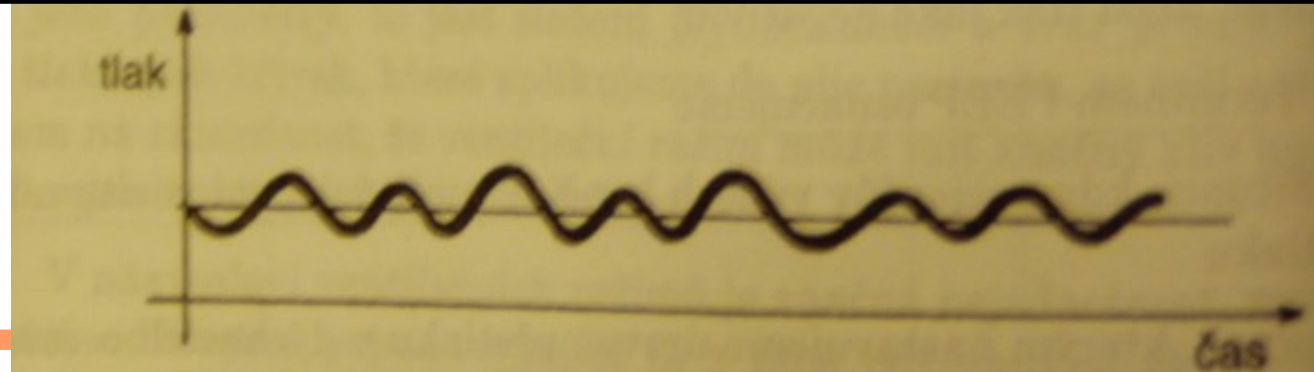
PS (pressure support) – tlaková podpora;



CPAP

(continuous positive airway pressure) – spontánní dýchání při trvalém přetlaku v dýchacích cestách;

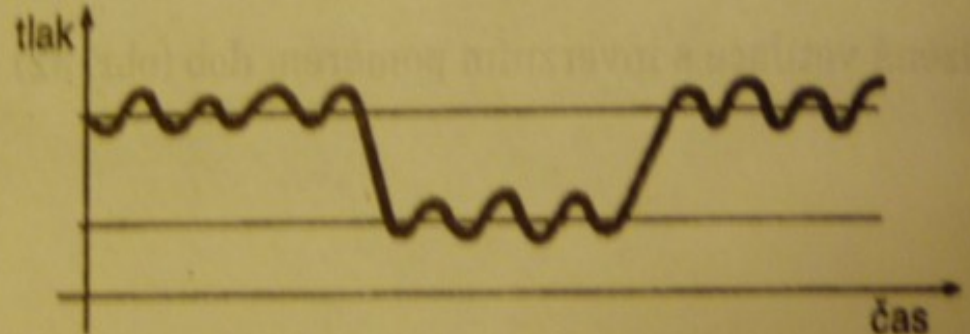
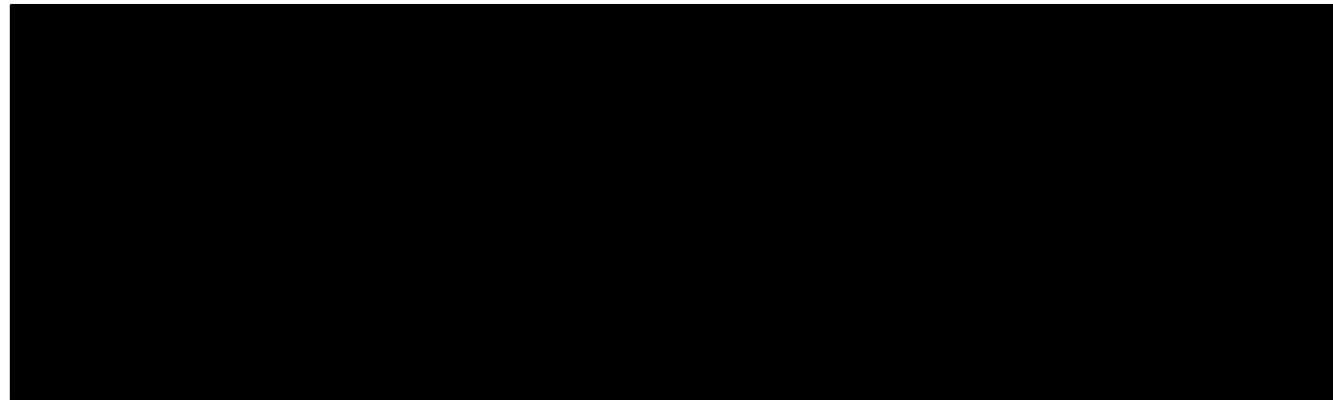
- nebulizace – zvlhčování;



BiPAP

(biphasic positive airway pressure) – spontánní dýchání na dvou úrovních přetlaku v dýchacích cestách.

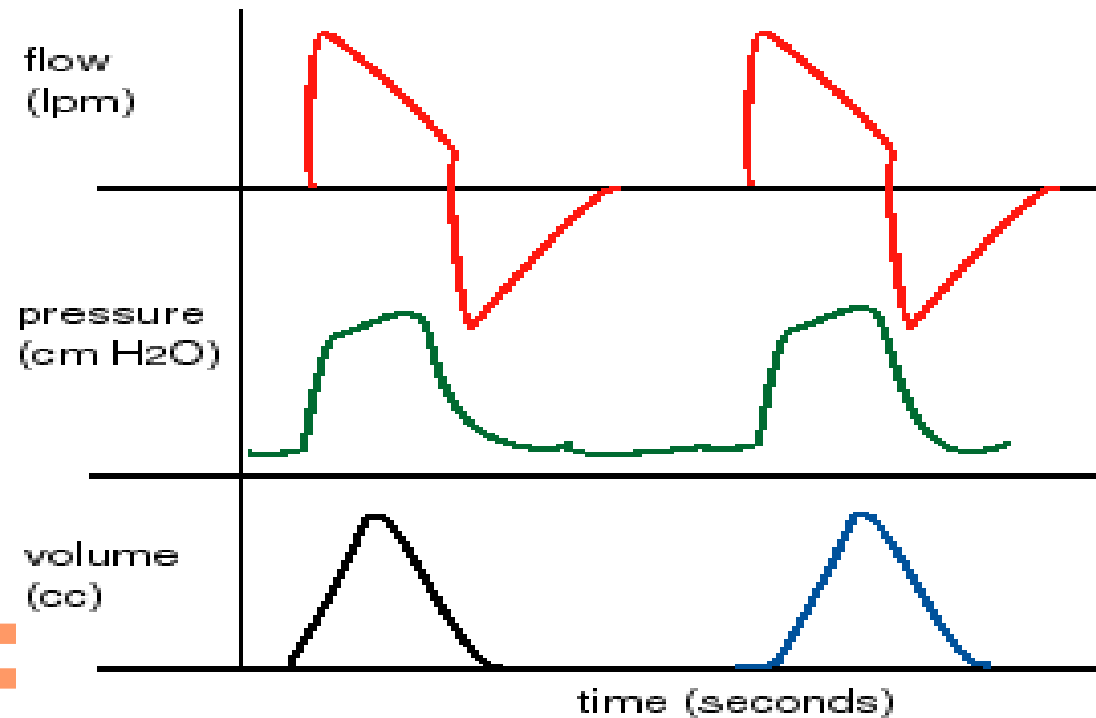
BIPAP+ PS



obr. 34

Základní parametry UPV

- režim
- V_t = dechový objem
- I:E
- P_i
- PEEP
- f
- fiO_2



Základní nastavení UPV

- Lung protective ventilation:

-
-
-
-



Positive EndExpiratory Pressure



- zajištěn chlopní (PEEP-ventil)
- brání vzniku atelektáz
- pomáhá překonat plicní edém
- zlepšuje distribuci plynu v plicích
- snižuje dechovou práci

Tlak v dýchacích cestách vztahujeme k
atmosférickému tlaku.

Ventilátor



- technické zařízení, zcela nebo částečně zajišťuje výměnu plynů mezi alveoly a vnějším prostředím



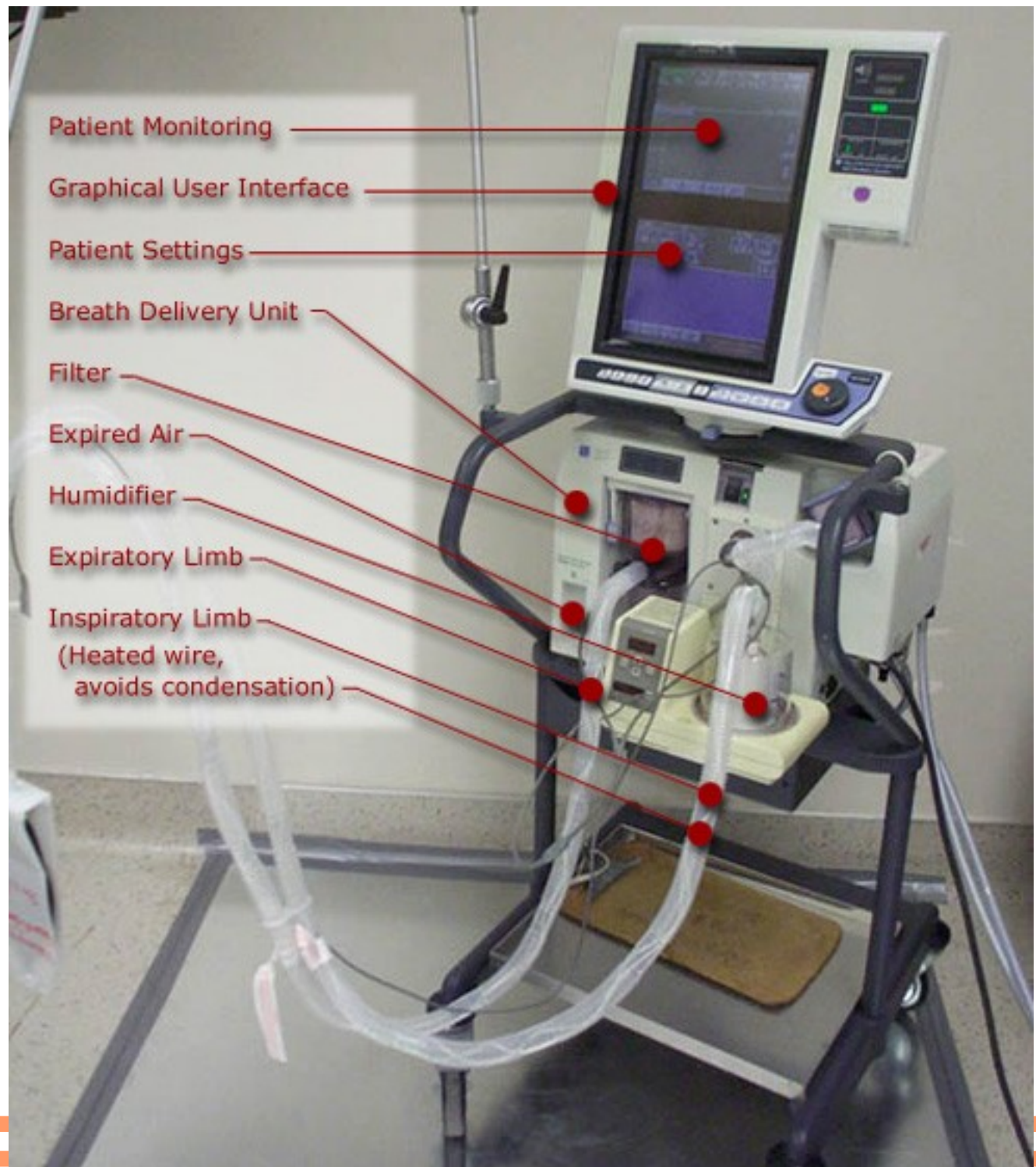
Klasifikace ventilátorů:

- dle věku (novorozenecký, dětský, univerzální)
 - dle indikace (transportní, pro domácí UPV, anesteziologický)
 - dle konstrukce řídicí jednotky (pneumatické Chirolog, elektronické, mikroprocesorové)
 - dle zajištění inspirační fáze (generátory tlaku, průtoku)
-
-



Konstrukce ventilátoru:

- Zdroj pohonu (stlačený plyn, elektrická energie)
 - Pohonné zařízení (píst, ventily)
 - Řídící jednotka (mechanická, elektronická, mikroprocesorová)
 - Zařízení k modulaci expíria (PEEP)
 - Interface (ovládací prvky)
 - Snímače tlaku /průtoku
 - Monitorovací jednotka (alarm, trend, měření)
 - Bezpečnostní zařízení (záložní zdroj, záložní ventil.režim, kompenzace netěsnosti)
-
- Pacientský okruh



Patient Monitoring

Graphical User Interface

Patient Settings

Breath Delivery Unit

Filter

Expired Air

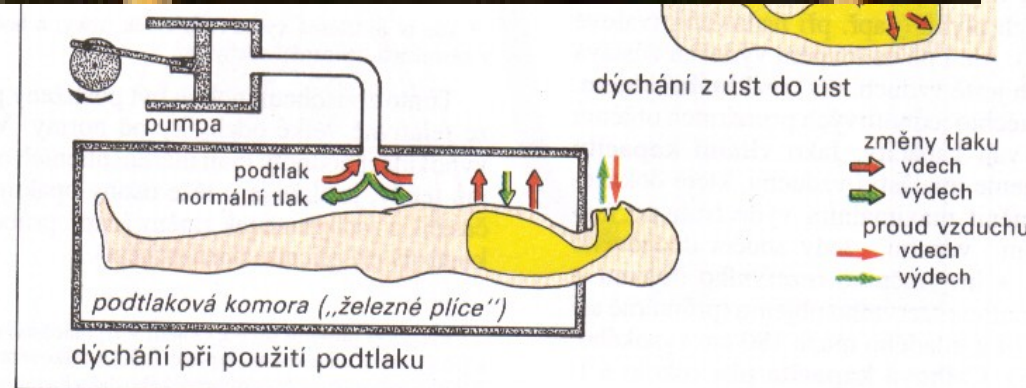
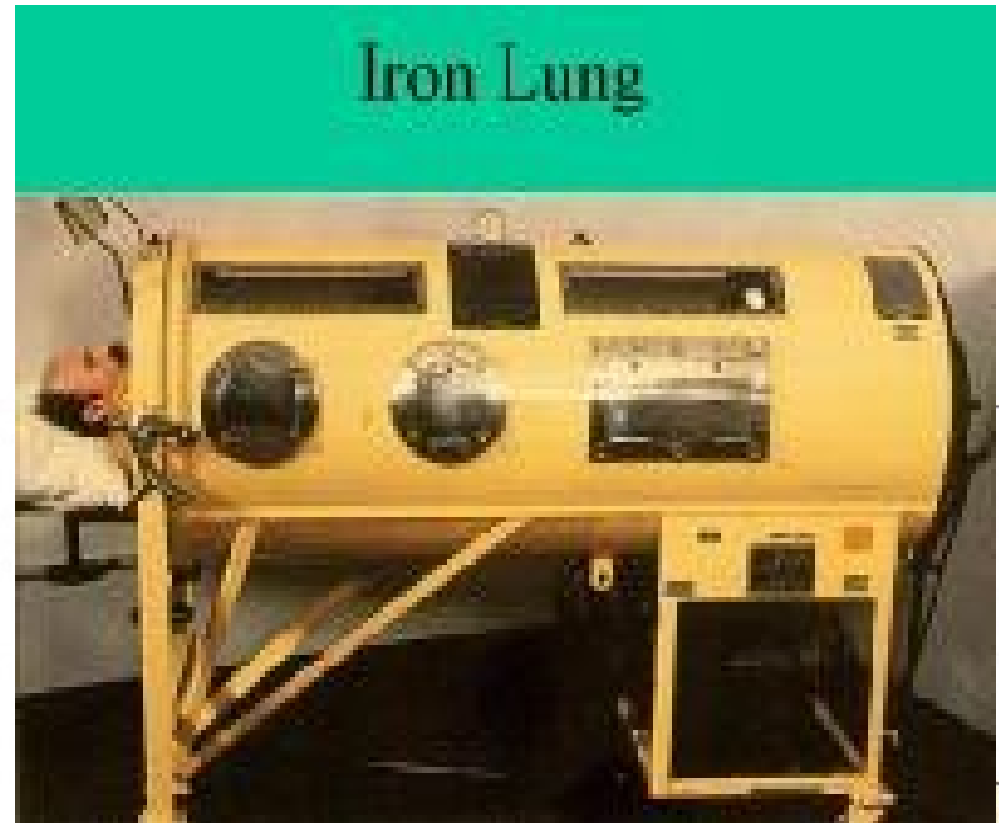
Humidifier

Expiratory Limb

Inspiratory Limb
(Heated wire,
avoids condensation)

Ventilace negativním podtlakem

- železné plíce
- celé tělo ve válci, kolem krku gumové těsnění
- *1927, max v 1950s



Vysokofrekvenční ventilace:

- dechový objem \ll mrtvý prostor
- frekvence:
 - High frequency PPV
 - 60..100/min, TV 3ml/kg, I:E 1:2
 - bronchoskopie
 - High frequency jet ventilation (HFJV)
 - 100..150/min, I:E 1:1
 - Ultra high frequency jet ventilation (UHFJV)
 - 4..8/sekundu
 - High frequency oscillation (HFO)
 - dospělí 4/s; děti 10..15/s;

Neinvazivní ventilace

- NIV může být prospěšná jak nemocným s hyperkapnickým respiračním selháním (např. COPD – chronic obstructive pulmonary disease), tak i s hypoxemickým. NIV můžeme také použít při odpojování od ventilátoru





☐ Odvykání od ventilátoru

- pomínul důvod UPV
 - spontánní dechová aktivita
 - dostatečná sval.síla, V_t
 - obranné reflexy, vědomí, spolupráce
- snížení / zastavení analgosedace i **VÝŽIVY!!!**
- spont. ventilace zvlhčeného vzduchu s O₂ kanylou nebo extubován
- spont. ventilace přes TS nebo Tr kanylu (CPAP)
- ~~střídat Neinvazivní ventilace a O₂ nebulizace~~

Komplikace UPV:

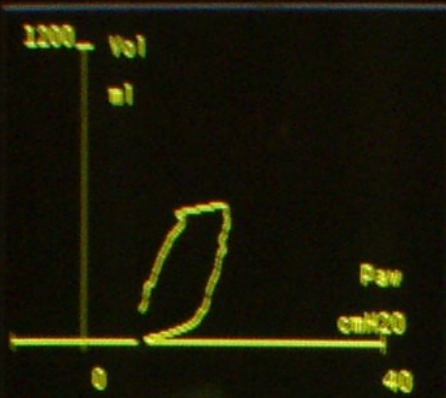
- vzniklé ze zajištění DC (dekubity, T-E píštěl, obstrukce rourky)
- nedostatečné, nadměrné zvlhčení
- bronchopneumonie
- VALI (intersticiální i alveolární edém)
- vliv na kardiovaskulární aparát
 - snížení srdečního výdeje díky zhoršenému žilnímu návratu (hypovolémie)
 - “perikardiální tamponáda”, posun IVsepta, zvýšení plicní rezistence

Rizika UPV

- nevhodně nastavený režim
 - interference s ventilátorem
 - netěsnost, rozpojení okruhu, netěsnící manžeta TR
 - neprůchodnost DC, zalomení hadic
 - vznik barotraumatu
 - krvácení z DCD při nešetrném odsávání
 - vznik atelektáz při hromadění sekretů,
intubace do prava
-

PLICNICE

16:59



ECG
80 /min
 Arrh. analys: Severe

SpO2
95 %

Art
(88) mmHg
 120/71

PA
(30) mmHg
 44/23

CVP
(110) mmHg
 110/109

CO2
 ET **4.3** %
 FIO2 **64** %
 RR **16** /min

Adult
 Ppeak **20** cmH2O
 Pplat **19** cmH2O
 Pmean **15** cmH2O
 PEEPe **8** cmH2O
 PEEPi --- cmH2O
 TVinsp **560** ml
 TVexp **450** ml
 MVinsp **10.3** l/min
 MVexp **10.6** l/min
 I:E **1.2 : 1**
 Compl **36** ml/cmH2O
 Raw **6** cmH2O/l/s

C.O. **7.09** l/min
 PCWP **13** mmHg
 15:50 15:48

C.I. **3.53** l/min/m2
 PCWP **13** mmHg
 15:50 15:48

PgCO2 **7.6** kPa
 P(g-Et)CO2 **3.5** kPa
 0 10 min

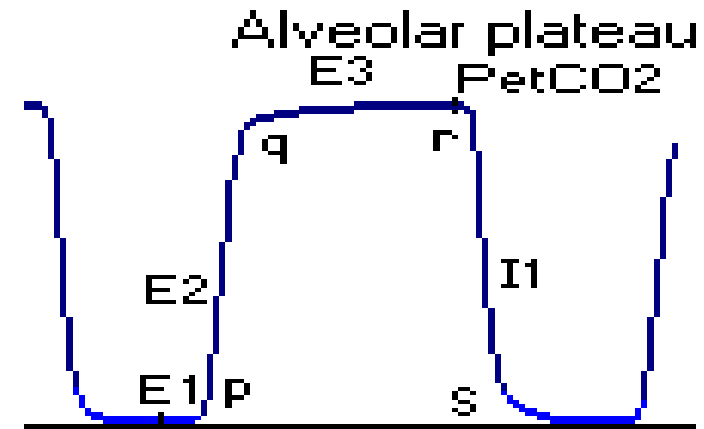
Tblood **38.7** °C

Monitorace během UPV

- SpO₂, EKG, dech. frekvence, NIBP / IBP
 - Kapnometrie
 - acidobazická rovnováha (pH, p_aCO₂, p_aO₂) kapilární / arteriální krev;
 - **Soulad s ventilátorem**
 - prokrvení, barva kůže
 - Parametry ventilace (P_i, V_t, f, f_iO₂)
 - obstrukce DC, zalomení, netěsnost, rozpojení okruhu.
 - kontrola zvlhčovače
-
-

Kapnometrie

Analýza vydechovaného vzduchu
EtCO₂ odráží PaCO₂



Indikována při řízené hyperventilaci u
mozkových poranění, permissivní hypercapnii

Rozdíl mezi EtCO₂ a PaCO₂ 1..?? kPa

Péče o dýchací cesty



- Sledovat polohu kanyly (v P/L koutku .. cm)
- Kontrola tlaku v těsnící manžetě!!! (do 30cmH₂O)
- Odsávání sekretů z DC:
 - před odsátím zvýš fiO_2
 - sát ne déle než 10s
 - četnost odsávání dle tvorby sekretu, časté odsávání z d.ústní
 - Délka odsávacích cévek!! TR x TS
 - **Trach Care – odsávání uzavřeným systémem**

Péče o dýchací cesty



- Polohování
 - !! pozornost při manipulaci s pacientem – přidržet kanylu, upravit hadice okruhu
 - nejlépe se odkašlává v polosedě s pokrčenými koleny
- Mobilizace sekretů:
 - vibrační masáže hrudní stěny
- Dechová rehabilitace
- Pravidelná výměna okruhu (hadice, filtry, nebulizátor)



Tlumení a relaxace

Cíl: zajistit toleranci T Rourky, útlum dech.aktivity:

- analgosedace:
 - analgezie : sufentanil, fentanyl, morfin
 - benzodiazepiny: midazolam (Dormicum)
 - propofol (Diprivan)
- relaxace:
 - Arduan, Tracrium, Pavulon
 - CAVE relaxace při vědomí, rozvoj neuropatie.
 - Analgosedovaný pac. vnímá své okolí!

☐ Posouzení úrovně sedace - Ramsay

při vědomí, úzkostný, agitovaný, neklidný

při vědomí, spolupracující, orientovaný,
uvolněný

při vědomí, reaguje jen na příkazy

spí, živě reaguje na světlo, poklep na kořen
nosu, hlasitý podnět

spí, reaguje omezeně

spí, nereaguje

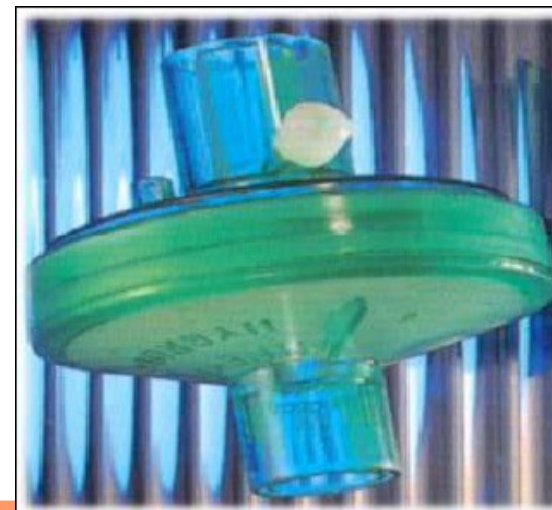
Zajištění vlhkosti DC při UPV

- nutná 100% vlhkost inspirované směsi na úrovni kariny

Zvlhčovače teplné-heated humidifiers

zmlžovače (nebulizátory)

HME: heat and moisture exchangers



≡ umělý nos (co nejlíže dýchacím

Při poruše ventilátoru:

- Volat **POMOC**
- Zahájit dýchání AmbuVakem s O₂
- Info lékaře, technika

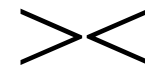


Při nechtěné extubaci:

- nepanikařit!!
- prodýchávat AmbuVakem s O₂
- volat lékaře/ARO k intubaci



Spont. ventilace



UPV

