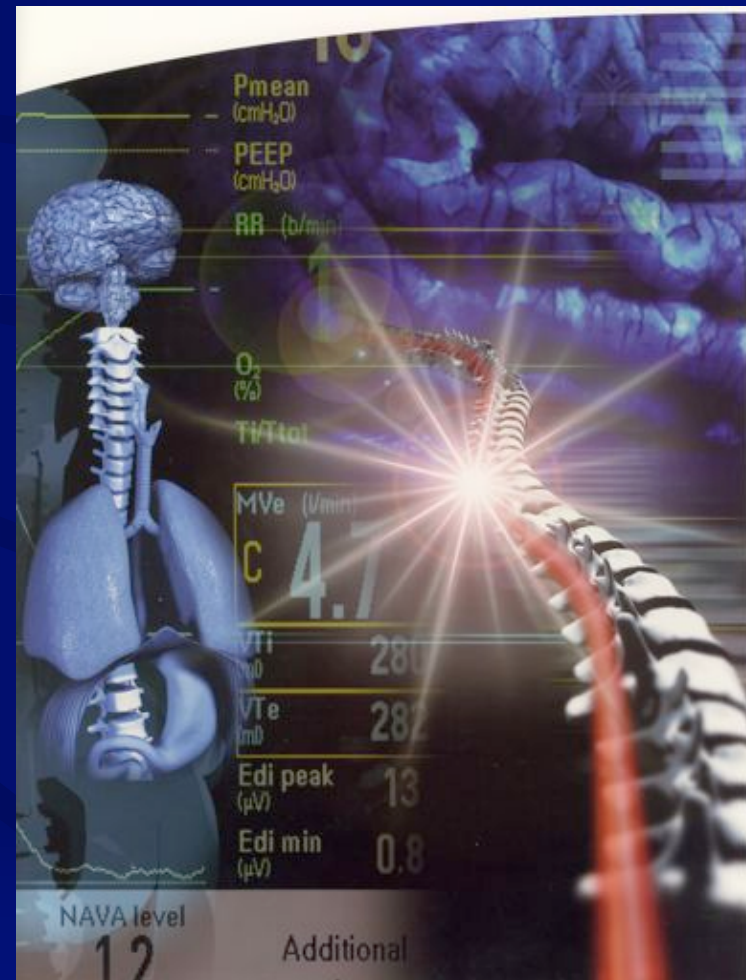


Umělá plicní ventilace, ventilátory, ventilační režimy



Historie UPV

- Starověký Egypt, Řecko a Řím - resuscitace dechu a zajištění DC - Galénos
- Středověk - všeobecně přijímána jeho koncepce, celkově odklon od pozorování a experimentu vedl k ustrnutí v této oblasti
- Renesance - Vesalius a jeho následovníci v 16.a 17. stol. - dospěl k provádění UPV, technika vdechování vzduchu skrze rákosové stéblo zavedené tracheotomií do průdušnice
- 17.století - metoda UPV je odborné lékařské veřejnosti známa
- 18.století - popsána úspěšná resuscitace pomocí dýchání z úst do úst, společenský vývoj klade důraz na vědecké poznání člověka a odborný zájem o kříšení

Historie UPV

- 19.století - manuální techniky – komprese hrudníku se v různých obměnách používaly po celé 19.století až do poloviny 20.století. Opuštění těchto technik na konci 50.let 20.století pod vlivem prací Safara, Elama a Gorgona - dýchání z úst do úst.
- Rozvoj hrudní chirurgie - rozvoj kontrolované ventilace pozitivním přetlakem, laryngoskopie, vývoj těsnící tracheální rourky v rámci perioperační umělé plicní ventilace.
- Pro dlouhodobou ventilační péči v první polovině 20.století převládaly metody ventilace zevním podtlakem. Železné plíce byly standardním vybavením pro ventilaci v tzv. polioventilačních jednotkách od 30. do 50.let v Evropě.

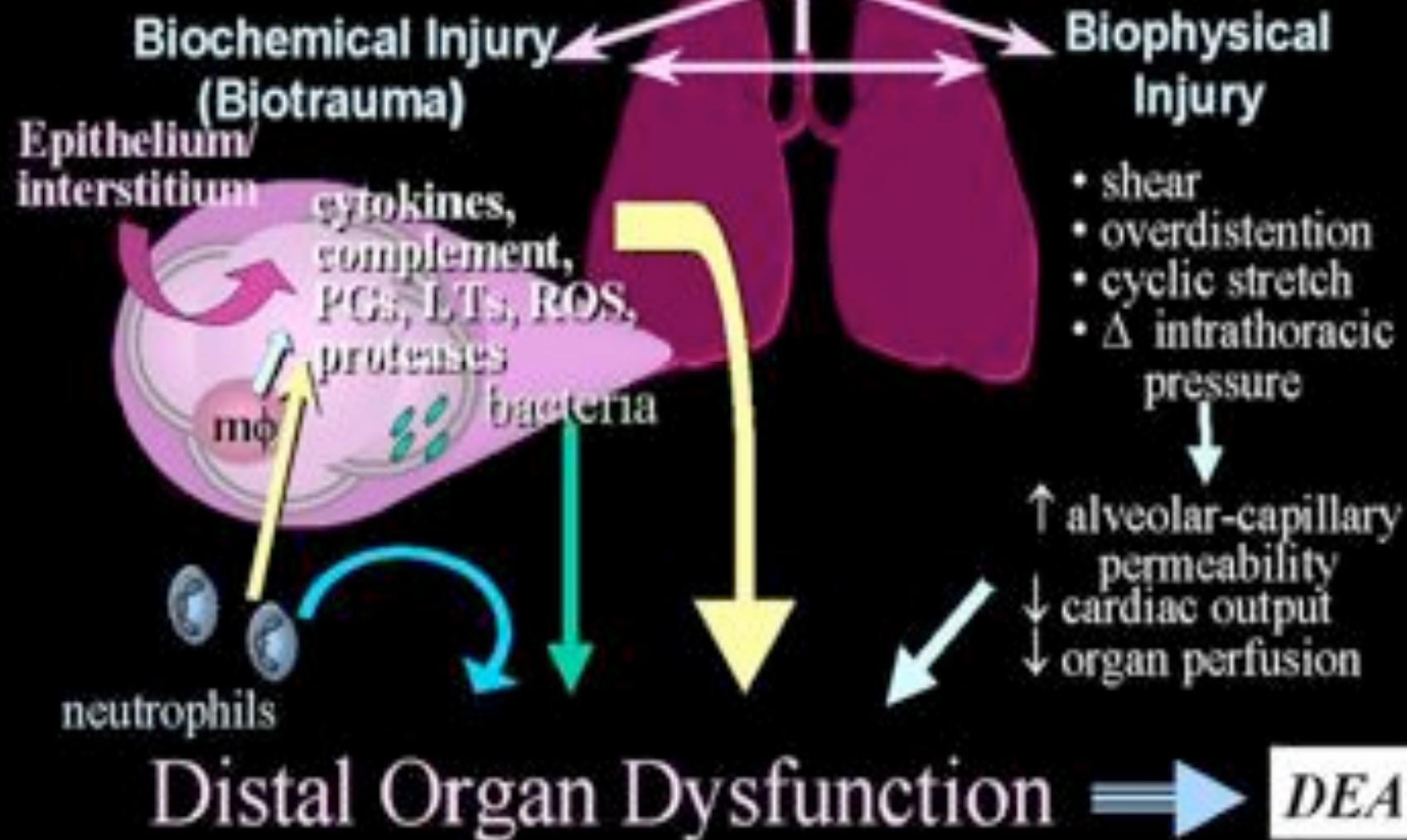
Historie UPV

- Vývoj obou hlavních směrů UPV – pozitivním přetlakem i zevním negativním podtlakem probíhá paralelně do poloviny 20.století. Od této doby (vlna epidemií poliomyelitidy) již dominují techniky ventilace pozitivním přetlakem.
- Provádění dlouhodobé manuální UPV v tomto období vedlo k sestrojení prvního komerčně vyráběného britského dýchacího přístroje „Pulmoflatron“ v roce 1950 (J.H.Blease). Následují švédský Engström z roku 1951, americký Jeffersonův ventilátor 1956, Bennettův anestetický ventilátor 1957 a další.
- Objemový ventilátor C.G.Engströma předznamenal novou éru ventilátorů - pohyb pístu produkuje dechový objem nezávisle na změnách poddajnosti nebo rezistence. Úspěchy použití přístrojové UPV a dramatický pokles mortality vedou k přijetí ventilace intermitentním přetlakem (IPPV) jako standardní metody pro UPV.

Vývoj konvenčních přístrojů pro UPV posledních desetiletí

- První generace - první mechanické a pneumatické ventilátory bez elektronických součástí pracující s konstantním proudem plynu (Bird, Bennett, Engström, Dräger). Přístroje neakceptují dechovou aktivitu pacienta, konstantní vdechovaný objem se podílel na traumatizaci plicní tkáně
- Druhá generace - ventilátory s elektronickou komponentou
- Třetí generace - použity mikroprocesory. Tlakové a průtokové snímače detekují spontánní nádechy pacienta, umožňují SIMV, PSV, PCV (1971)
- Čtvrtá generace - multimikroprocesorové ventilátory, do provozu 90. léta 20.století. Individualizace nastavení parametrů na základě zpětné vazby, hybridní ventilační režimy, automatické režimy – zlepšení PVI, pravidla „protektivní plicní ventilace“, pojmy definující plicní poškození v důsledku ventilace – VILI, VALI

Mechanical Ventilation



Umělá plicní ventilace

- metoda podpory kriticky nemocného
- nepředstavuje terapii základního onemocnění
- umožňuje přemostění kritického období

FYZIOLOGICKÉ CÍLE UPV

- I. Manipulace s výměnou plynů v plicích
 - a/ podpora alveolární ventilace - PaCO_2 , pH
 - b/ podpora arteriální oxygenace - PaO_2
- II. Ovlivnění velikosti plicního objemu
 - a/ endinspirační plicní objem – EILV
 - b/ zvýšení a udržení FRC
- III. Manipulace s dechovou prací – WOB – snížení práce dýchacích svalů

KLINICKÉ CÍLE UPV

- Zvrat hypoxémie – $\text{PaO}_2 > 60 \text{ mmHg}$, $\text{SaO}_2 > 90\%$
- Zvrat akutní respirační acidosis – život ohrožující
- Zvrat dechové tísně – odstranění dyskomfortu
- Prevence a zvrat atelektáz – neuromuskulární onem.
- Zvrat únavy dýchacího svalstva
- Umožnění sedace a relaxace-vedení anestezie,
vybrané léčebné postupy
- Snížení systémové nebo myokardiální spotřeby
kyslíku – VO_2
- Snížení nitrolebního tlaku – hyperventilace
- Stabilizace hrudní stěny

KDY ZAHÁJIT UPV ?

Indikována poprvé, kdy na ni lékař pomyslí?!

Relativně složité skórovací systémy ?!

Obvyklé indikační parametry

A / Ventilace a plicní mechanika

Apnoe, $f > 35/\text{min}$ nebo $< 10/\text{min}$

$VC < 15\text{ml/kg}$, $V_t < 300\text{ml}$

RSB (rapid shallow breathing) $f/V_t < 100$

$V_d/V_t > 0,60$ (poměr mrtvého a dechového prostoru)

Max. inspirační podtlak – NIF méně než – $25\text{cm H}_2\text{O}$

$\text{PaCO}_2 > 55\text{ mmHg}$, kromě chron. hyperkapnie

B / Oxygenace

$\text{PaO}_2 < 70\text{ torr}$ při $\text{FiO}_2 0,4$ (obličejovou maskou)

$\text{AaDO}_2 > 350\text{ torr}$ při $\text{FiO}_2 1,0$

$Q_s/Q_t > 20\%$ (plicní zkrat)

Oxygenační index $-\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 200$

C / Mimoplicní – vyčerpání, svalová únava, šok, bolest

Klinické známky dechové nedostatečnosti

Dechová frekvence nad 35 resp. pod 10, gasping, apnoe

Syndrom vyčerpání svalovou námahou

Syndrom hypoxemie – cyanóza, tachykardie, KES, hypertenze, hypotenze, bradykardie, křeče, bezvědomí

Syndrom hyperkapnie – cyanóza-chybí při inhalaci O₂, bolest hlavy, vazodilatace kůže, třes, tachykardie, koma

DĚLENÍ VENTILÁTORŮ

Technické zařízení zajišťující plně nebo částečně výměnu plynů mezi alveoly a vnějším prostředím přerušovaným generováním transrespiračního tlakového gradientu.

1/ ICU – ventilátory (mikroprocesory řízené-servoventilátory)

**velký výběr ventilačních režimů, výbava pro
měření plicní mechaniky**

2/ Transportní ventilátory (většinou tlakově závislé)

**elektronické - s omezeným množstvím
ventilačních režimů a menší výbavou**

3/ Ventilátory pro „home care“-většinou

vybaveny jedním nebo dvěma režimy

KONSTRUKCE VENTILÁTORU PRO UPV

Vlastní struktura ventilátoru

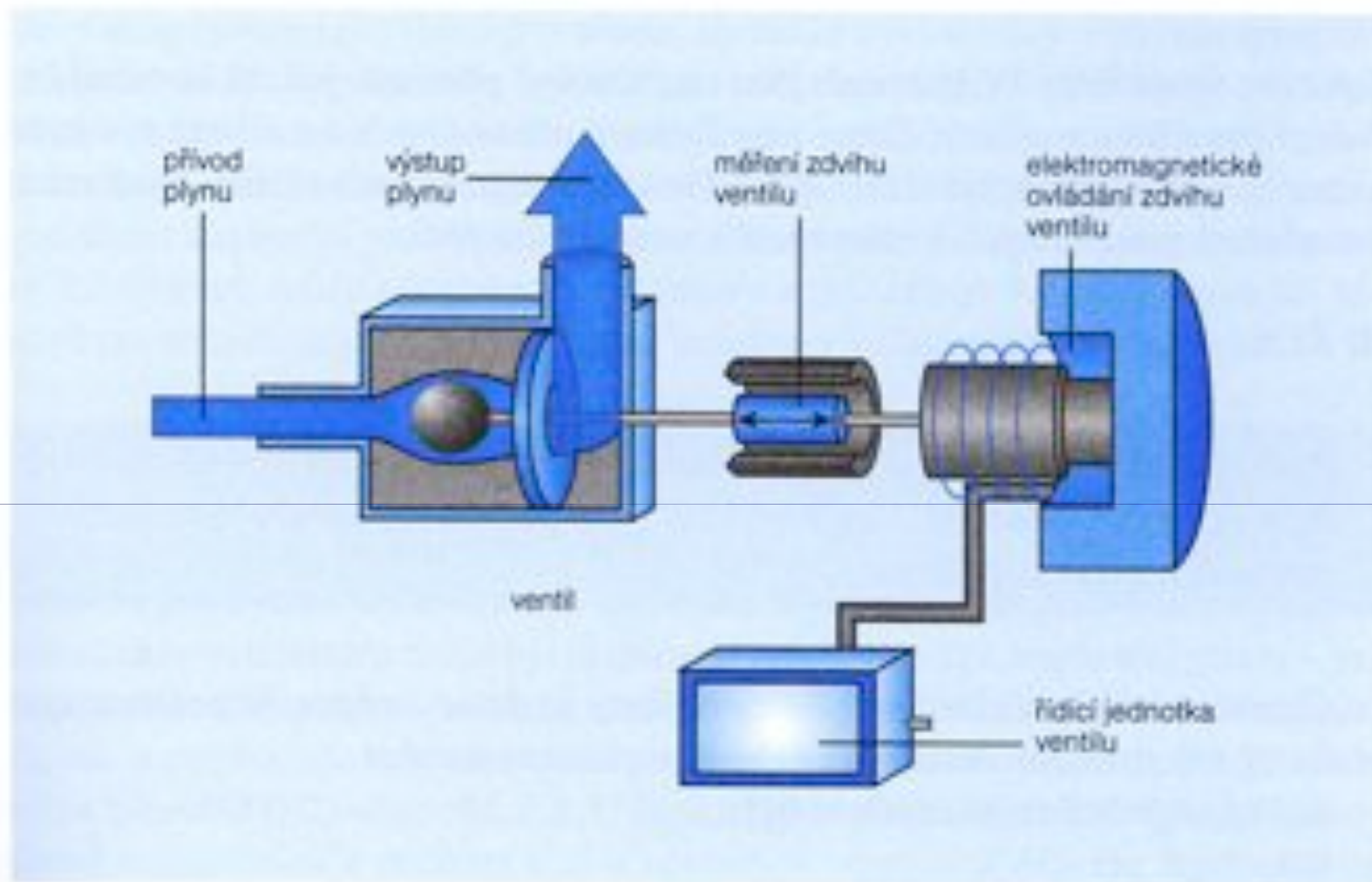
- 1/ Část pneumatická - mixér, rezervoár, rozvody, řídicí ventily, zdroj pohonu, pohonné zařízení, chlopně, zařízení pro modulaci exspira
- 2/ Část elektronická (řídicí jednotka)-mechanická, částečně elektronická, mikroprocesor, elektronická čidla (P, F)
- 3/ Pacientský okruh-hadice, filtry, Y-kus, expirační chlopeň, kondenzační nádoby, zvlhčovač, nebulizátor

Uživatelské rozhraní

- 1/ Část ovládací pro nastavení ventilačních režimů a parametrů
- 2/ Část monitorovací a zobrazovací
- 3/ Část alarmová

Řídící jednotka-generace ventilátorů

- I. **generace** – mechanická ŘJ (Chirolog 1, transportní Dräger Oxylog 1000)
- II. **generace** – částečně elektronická ŘJ (většina soudobých anesteziologických ventilátorů) použití ŘJ umožňuje kontrolu činnosti přístroje jednoduchými alarmy
- III. **generace** – mikroprocesory umožňují elektronickou zpětnovazebnou regulaci činnosti řídících ventilů na základě údajů snímaných ventilátorem (Puritan Bennet 7200, Dräger Evita 2)
- IV. **generace** – multimikroprocesorové ventilátory-konstrukční řešení umožňuje řízení více proměnných a realizaci tzv. hybridních režimů (Dräger, Hamilton, Siemens, Puritan Bennet)



Obr. 5.2 Příklad řídicího výstupního ventilu – high flow servo valve firmy Dräger (použita firemní dokumentace)

NASTAVENÍ VENTILÁTORU

Dechový vzor: $MV = V_t \times RR$

- $V_t = 5-8 \text{ ml/kg}$ dříve 10 ml/kg např. 500 ml (objemová ventilace)

- $P_{\text{control}} \ 8-35 \text{ cmH}_2\text{O}$ (tlaková ventilace)

-RR

12-25/d/min

- FiO_2

21-100%

-PEEP

4-20 cmH_2O

- I : E

(1:2, 1:3)

-

citlivost inspiračního triggeru

- tlakový (např. $-1,0 \text{ cmH}_2\text{O}$ pod hodnotou PEEP)

- proudový (např. 3 l/min)

-citlivost expiračního triggeru-ETS 25% (procento vrcholového inspiračního flow-proudu)

-průběhu proudu-konstantní, degresivní (objemová ventilace)

-Pramp, náklon tlakové křivky-insp. průtok (tlaková ventilace)

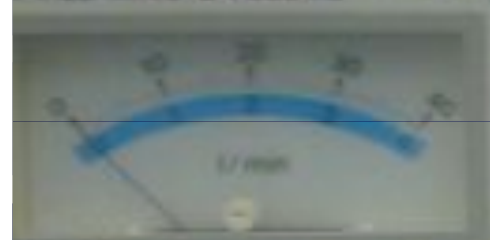




INSPRED MINUTE VOLUME

POWER ON

AIRWAY PRESSURE



PRESET INSP MIN VOLUME



RESPIRATORY
SOUNDING
ADULTS
0-60 min

PEEP
INSP PRESS LEVEL

LOW RATE
HIGH RATE
INSP PRESS SUPPORT
VOL CONTR
PRESS CONTR
PRESS SUPPORT

INSP TOTAL VOL
INSP TOTAL VOL
INSP MIN VOL
INSP MAX VOL
INSP PRESS
INSP PRESS
INSP PRESS



Infrasonics, Inc.

Control panel with various buttons and a large central knob.

FUNCTIONAL KEYS:

STOP
PAUSE
RESET
MODE
FLOW
PEEP
TIME
ALARM
TEST

ADJUSTMENT KNOB: Large central knob for setting parameters.



113 64

Dräger

IN 01

Exit XL





ASV Backup

Mode

18.4 ExpMinVol
l/min

18 fTotal
b/min

Controls ASV Adult

80
%
Body Ut
10 200

50
%
zMinVol
10 200

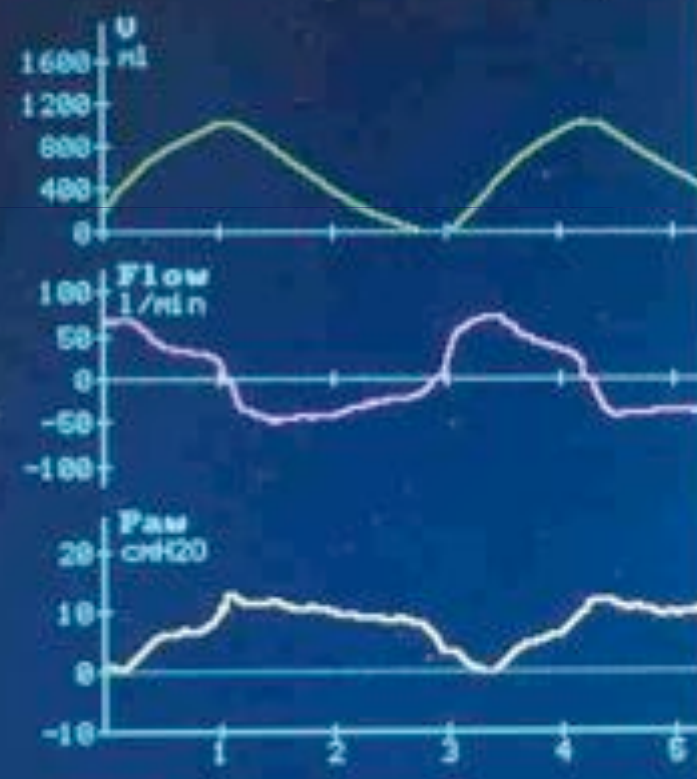
25
ml
Pramp
25 200

40
%
ETS
10 40

0.5
cmH2O
-aP trigger
0.5 10.0

6
cmH2O
PEEP/CPAP
0 50

40
%
Oxygen
21 100



Close



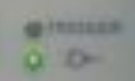
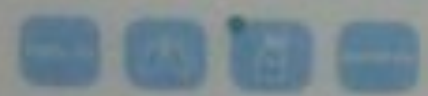
RAPHAEL Silver

Klidový stav

Pacient: CSICRU+
TRC1 TRC Vap

Spustit ventilaci

- Režim
- Parametry
- Start



HAMILTON



Klasifikace ventilačních režimů

Konvenční ventilace pozitivním přetlakem

Podle stupně ventilační podpory

- A. **Plná ventilační podpora**-režim pokrývá veškerou dechovou práci nutnou k zajištění eliminace CO_2 . Režimy plně kontrolující inspirační fázi dechového cyklu tzv.CMV-controlled mandatory ventilation-řízená (zástupová) ventilace, i režimy určené k podpoře spont.dechového úsilí pacienta, pokud je prakticky zanedbatelné
- B. **Částečná ventilační podpora**-k zajištění adekvátní eliminace CO_2 musí nemocný vykonat část dechové práce

Dělení podle synchronie s inspiriem nemocného

A. **Synchronní ventilační režimy**-aktivita ventilátoru je synchronizována s dechovou aktivitou (nádechem) pacienta. Předností je lepší tolerance UPV. Je zajištěna tzv. spouštěním-triggerováním.

Iniciace tlakem-pressure trigger-prodleva 50-100ms, nastavení: -0,5 až - 2,0 cm H₂O, nižší nastavení autotriggerování

Iniciace průtokem-flow trigger-nastavení: 1-5 l/min

Typy dechů-řízené dechy-CMV-iniciace časem

- asistované dechy-A/CMV, SIMV-spouštění pacientem
- spontánní podporované-supported dechy (PSV)
- spontánní nepodporované dechy

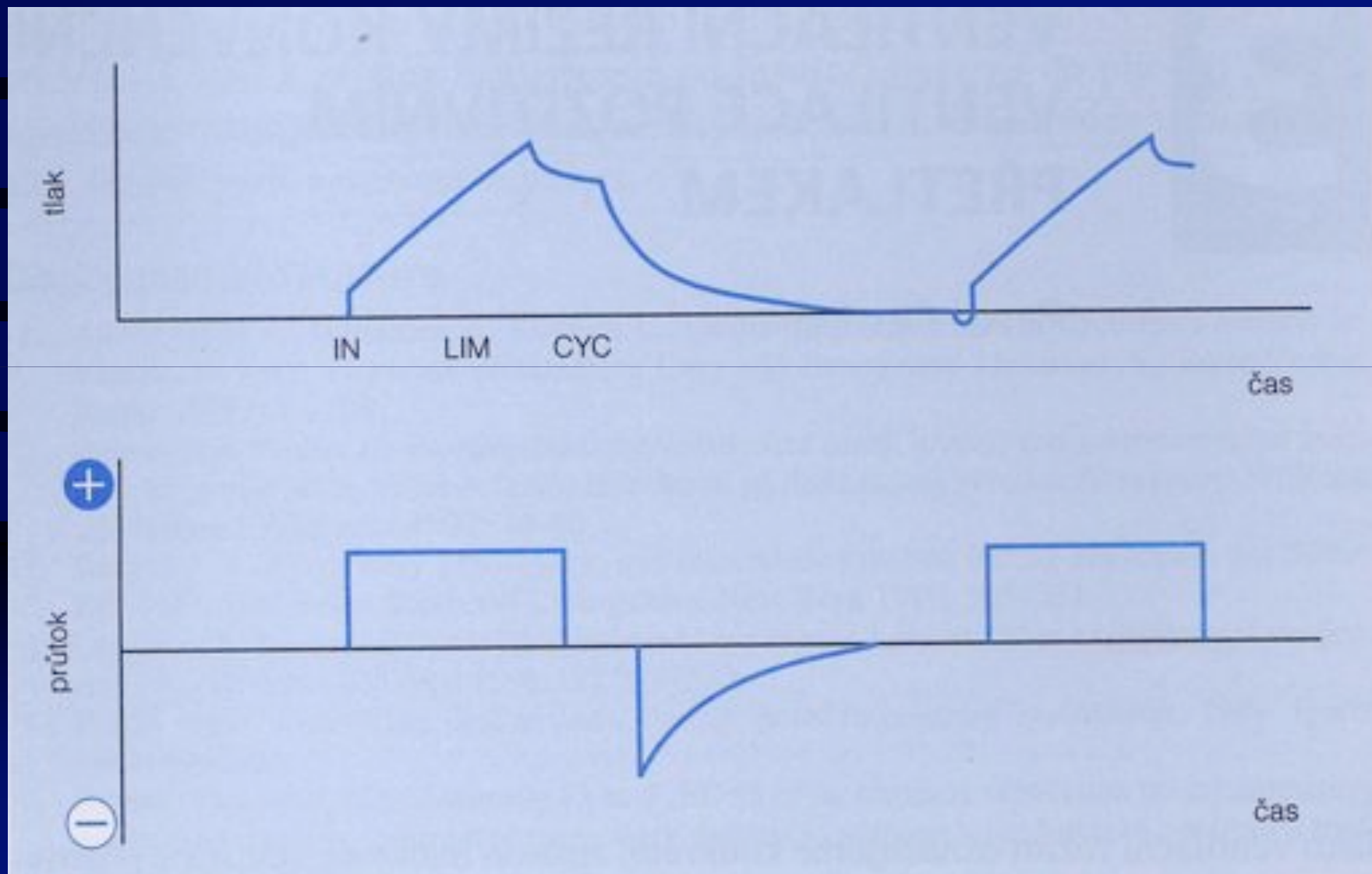
Dělení podle synchronie s inspiřiem nemocného

B. **Asynchronní ventilační režimy**-dechový cyklus je zahájen bez ohledu na fázi dechového cyklu nemocného-v neonatologii a kojeneckém věku IMV-intermittent mandatory ventilation nové ventilátory disponují režimem APRV-airway pressure release ventilation-existuje v synchronní i asynchronní podobě

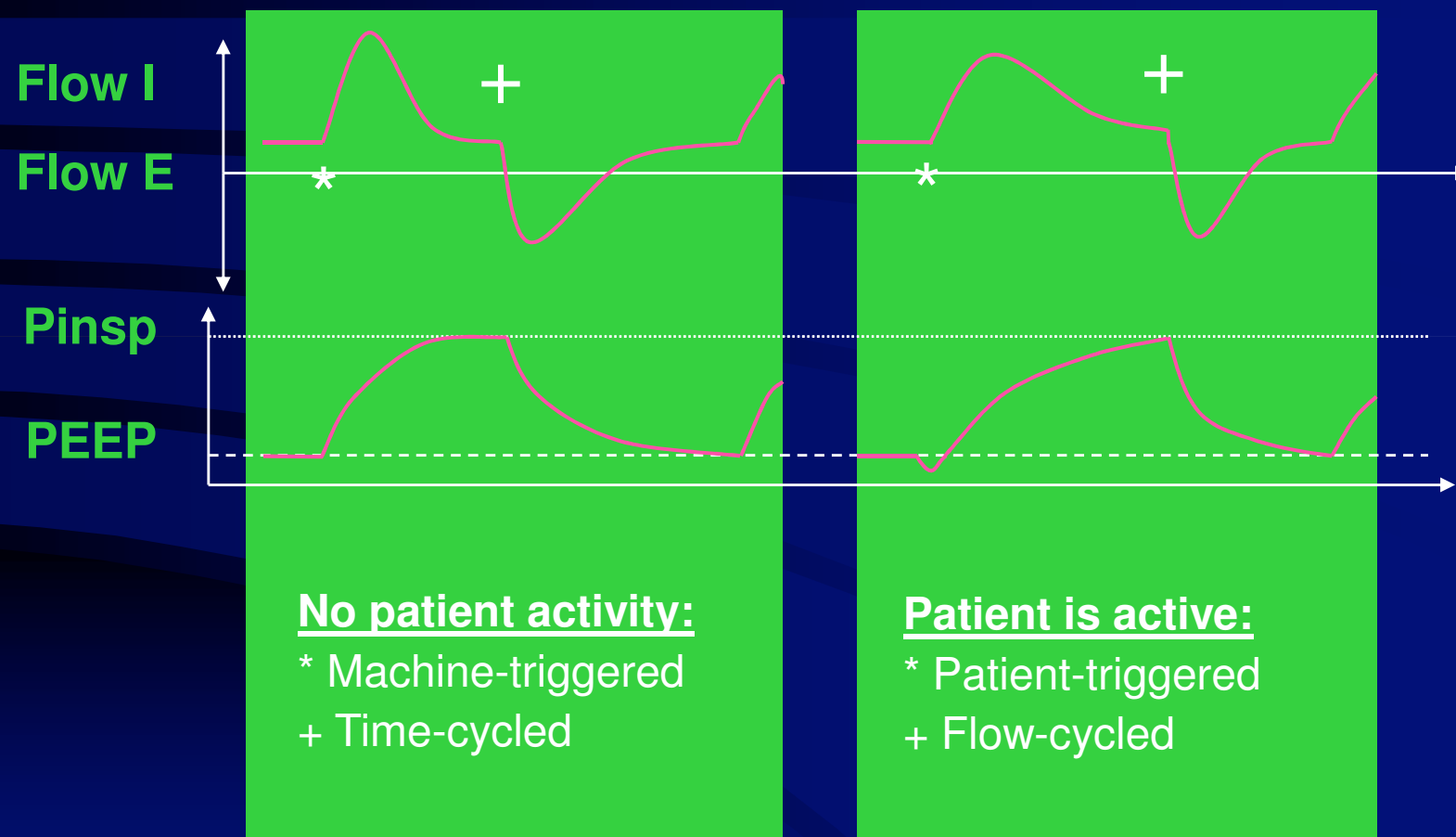
Fáze dechového cyklu - cyklování

- I. Inspirační fáze-iniciace-inspirační trigger (tlakový,proudový),
v průběhu inspirační fáze je řízení podle řídicího parametru-
volume limit, pressure limit
- II. Limitace inspira-časová nebo proudová (ETS)-podmínky pro
ukončení inspirační fáze-tzv. cyklování-přechod do inspirační
pauzy nebo přímo do expirační fáze
Inspirační pauza-zástava proudění DC, intrapulmonální
redistribuce dechového objemu, zařazení zlepšuje
homogenitu distribuce ventilace
- III. Expirační fáze-pasivní fáze z hlediska ventilátoru
- IV. Expirační pauza-fáze dechového cyklu od ukončení proudění
vzduchu na konci výdechu do zahájení dalšího cyklu

Fáze dechového cyklu – iniciace, limitace, cyklování



Časové a proudové cyklování



Dělení podle způsobu řízení inspirační fáze

Základem je jedna řídící proměnná – objem nebo tlak

- A. Režimy objemové s nastavenou velikostí dechového objemu-
volume targeted modes (limitace objemem nebo průtokem)

- B. Režimy tlakové s nastavenou úrovní tlaků v dýchacích
cestách-pressure targeted modes (limitace tlakem)

A. Režimy s nastavenou velikostí dechového objemu – režimy objemové

Objemově řízená ventilace:

Volume control ventilation – VCV, VC A/CMV, CMV - limitace objemem, spouštění časově, tlakově, proudově

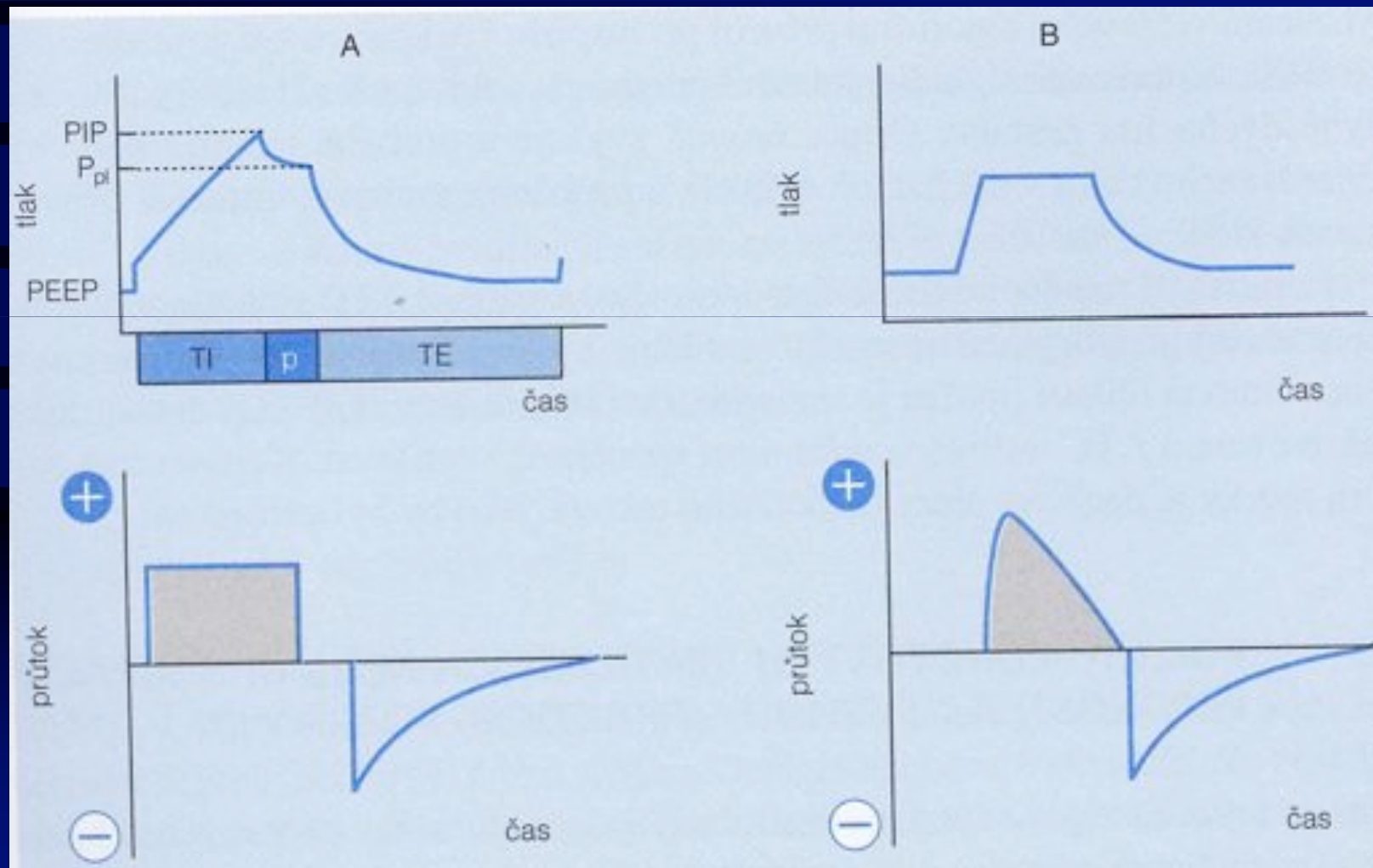
Objemově řízená synchronizovaná intermitentní zástupová ventilace:

Volume control synchronized intermittent mandatory ventilation VC SIMV (SIMV), VC A/CMV

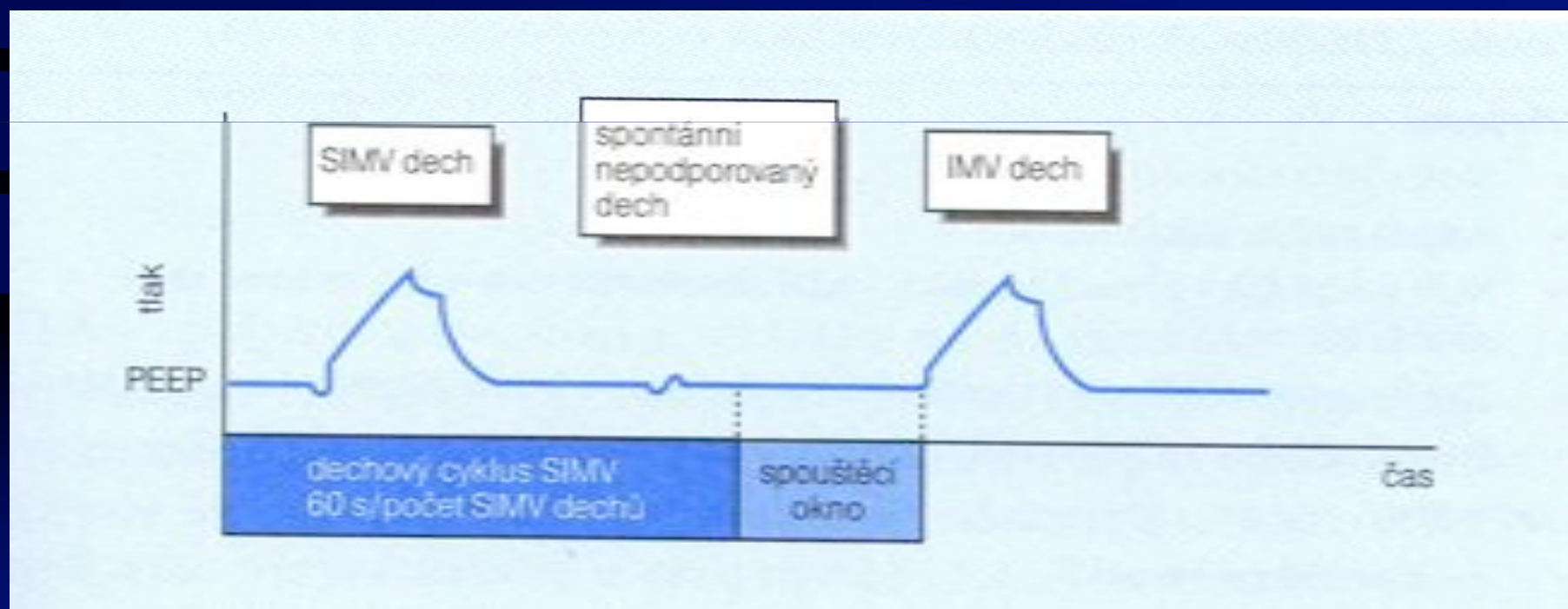
Nastavení:

V_t, RR, PEEP, FiO₂, I : E, T_i, typ proudu- konstantní nebo decelerační, inspirační trigger-tlakový, proudový, inspirační pauza, ETS, tlaková podpora

Průběh tlakové a proudové křivky při objemově řízené ventilaci s konstantním a deceleračním proudem



Princip synchronizované intermitentní zástupové ventilace - SIMV



B. Režimy s variabilní velikostí dechového objemu – režimy tlakové

Tlakově řízená ventilace:

Pressure control ventilation – PCV, PC A/CMV - limitace tlakem, spouštění časově, tlakově, proudově

PCV-IRV – inversed ratio ventilation (převrácený poměr 2:1, 1,5:1)

Tlakově řízená synchronizovaná intermitentní zástupová ventilace:

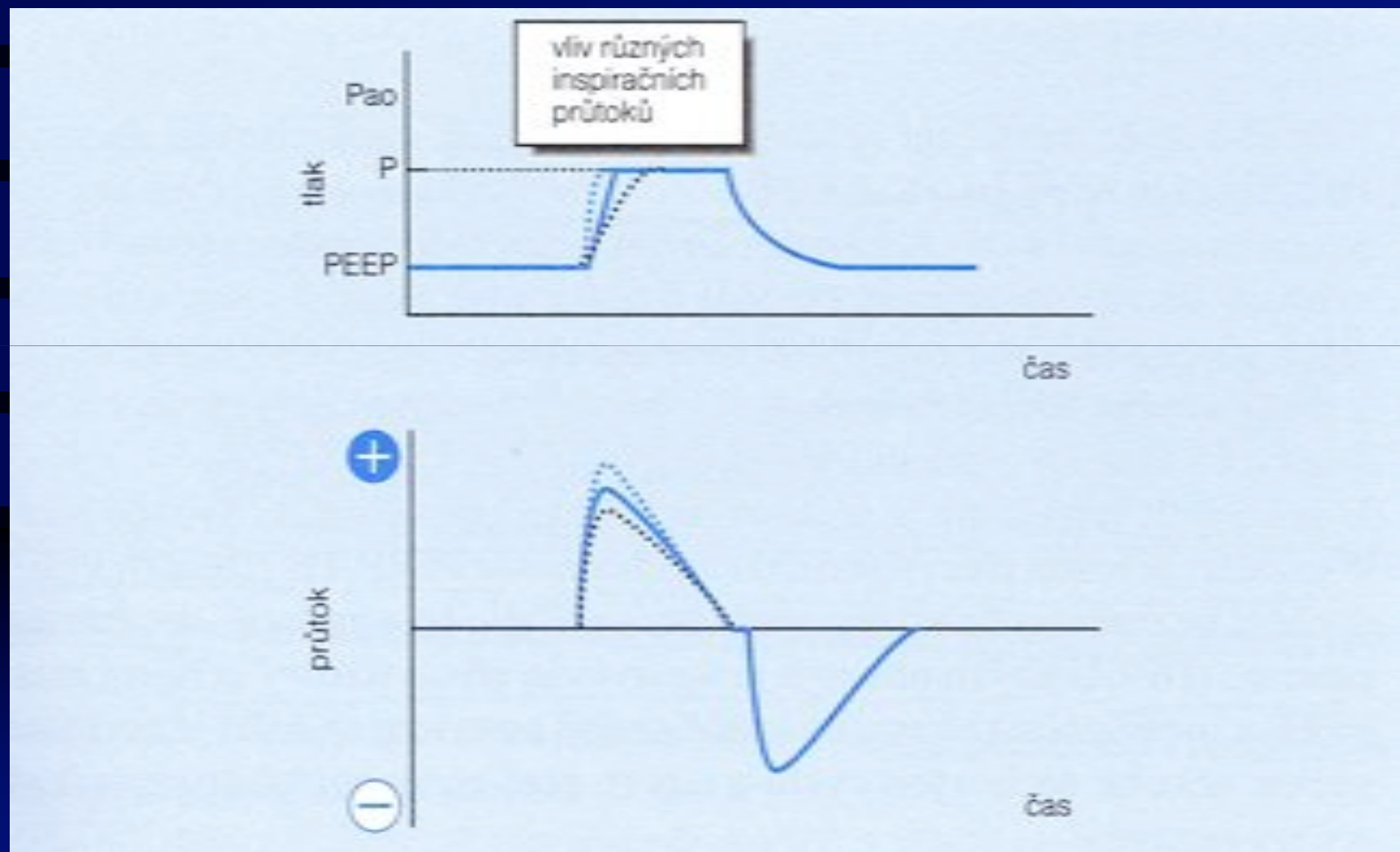
Pressure control synchronized intermittent mandatory ventilation

PC SIMV (P SIMV)

Nastavení:

P-control, RR, PEEP, FiO_2 , I : E, T_i , inspirační trigger-tlakový, proudový, Pramp (náklon tlakové křivky-inspirační průtok), ETS, tlaková podpora

Křivka tlaku a průtoku při tlakově řízené ventilaci



B. Režimy s variabilní velikostí dechového objemu – režimy tlakové

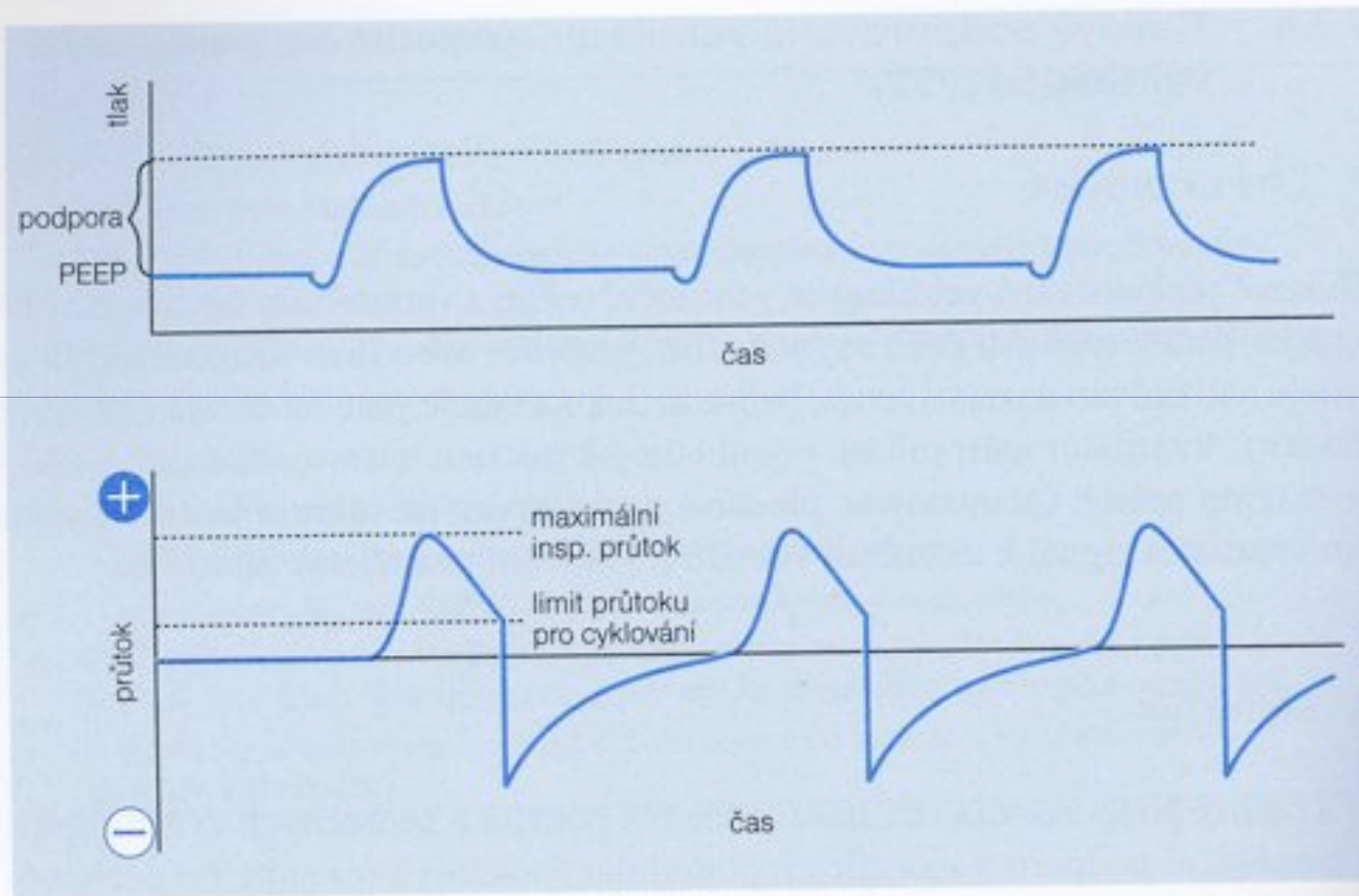
Tlakově podporovaná ventilace:

Pressure support ventilation – PSV označován jako tlaková podpora, synonyma: PPS – positive pressure support, IA – inspiratory assistance, ASB – assisted spontaneous breathing

Nastavení:

tlakový, průtokový trigger, tlaková podpora, FiO_2 , PEEP, ETS – exspirační trigger (25% max inspiračního průtoku-flow)

Princip tlakově podporované ventilace



B. Režimy s variabilní velikostí dechového objemu – režimy tlakové

Bifázická ventilace pozitivním přetlakem:

Biphasic positive airway pressure ventilation – BIPAP – ventilace na dvou úrovních CPAP

Nastavení: P-control, RR, PEEP, FiO_2 , I : E, T_i , inspirační trigger-tlakový, proudový, Pramp-náklon tlakové křivky-inspirační průtok), ETS, tlaková podpora



B. Režimy s variabilní velikostí dechového objemu – režimy tlakové

Airway pressure release ventilation – APRV: spontánní ventilace na vyšší úrovni pozitivního přetlaku v dýchacích cestách – continuous positive airway pressure (CPAP/PEEP), intermitentní snižování tlaku v DC na nižší úroveň CPAP, ventilátor v přednastaveném čase přepíná mezi oběma hladinami CPAP, doba trvání vyšší hodnoty CPAP je delší než doba trvání nižší hodnoty CPAP

C. Hybridní ventilační režimy - duální

Komplexní ventilační režimy řízené mikroprocesorem. MP kontroluje současně více řídících proměnných (tlak/průtok, tlak/objem)

Pressure regulated volume control (PRVC)-MP měří C_{dyn} , následně upravuje inspirační tlak k dosažení nastaveného dechového objemu

Volume support (VS)-modifikace režimu tlakové podpory s obdobnými vlastnostmi jako PRVC

Volume assured pressure support (VAPS)-tlakově řízený režim zajišťující dechový objem. Není-li dosažen nastavený dechový objem, přechází ventilátor na konci inspiria do režimu s konstantním inspiračním proudem a dechový objem je tak doplněn

Adaptive pressure ventilation (APV)-režim garantující nastavený dechový objem při nejnižším inspiračním tlaku

D. Ostatní nové ventilační režimy

Adaptive support ventilation (ASV)-adaptivní podpůrná ventilace, režim řízený několika negativními zpětnými vazbami, ventilující podle potřeb pacienta, poskytuje ventilaci od úrovně řízené ventilace přes podpůrnou ventilaci až spontánní dýchání

Ventilace řízená ventilátorem
nebo pacientem

FSIMPV

Mrtvý dechový prostor

Radford 2.2 ml/kg



Efekt PSL

Vt a f

Úloha R_{Ce}

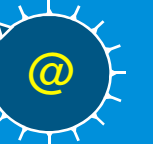
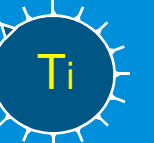
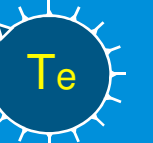
Flow-volume loop

Výpočet dechového vzoru

Minimal WOB (Otis)

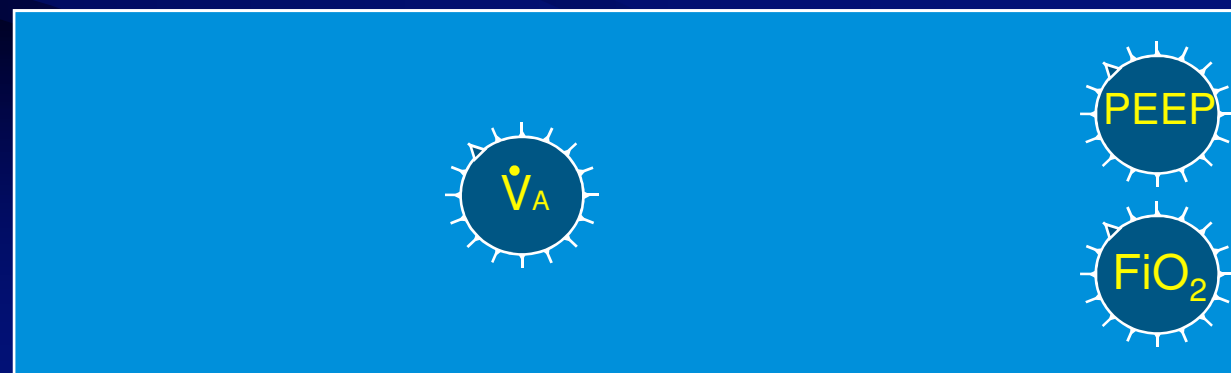
Základní rozdíly ASV versus konvenční ventilace

Konvenční ventilace

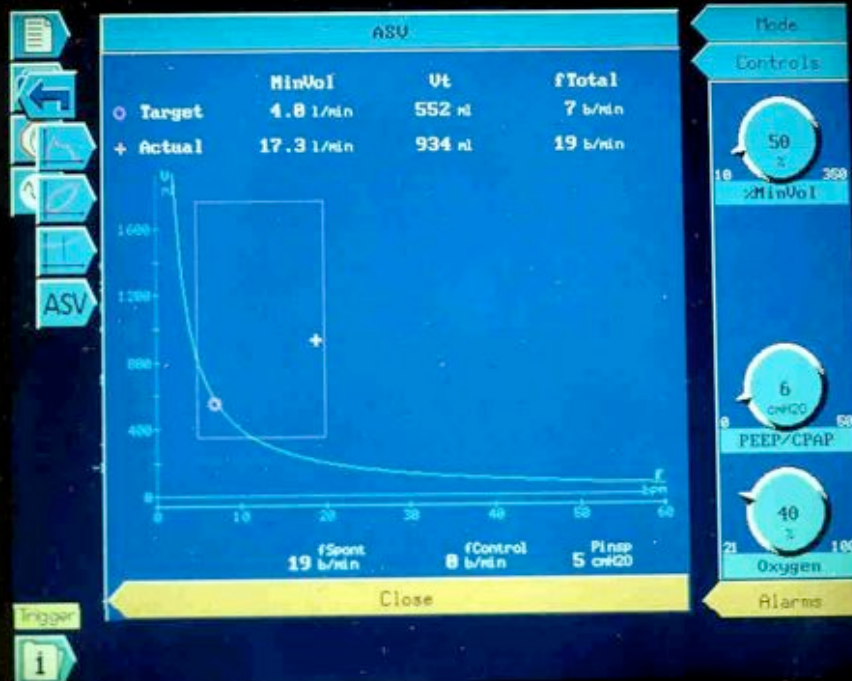
CMV					
SIMV	V_t	Rate	P_{insp}	@	PEEP
PCV					
PSV	T_p	P_{sup}	T_i	T_e	FiO_2

Velikost alveolární ventilace

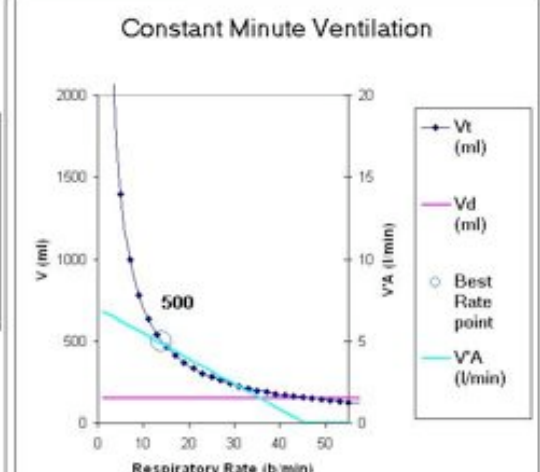
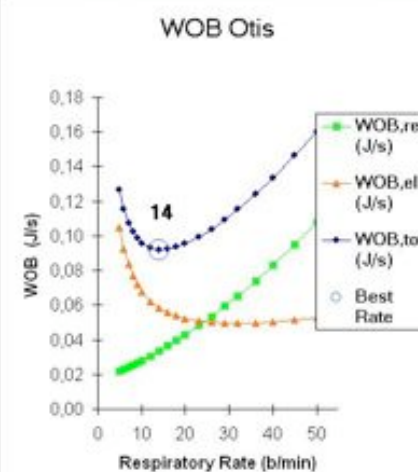
ASV



Monitor základního a aktuálního dechového vzoru

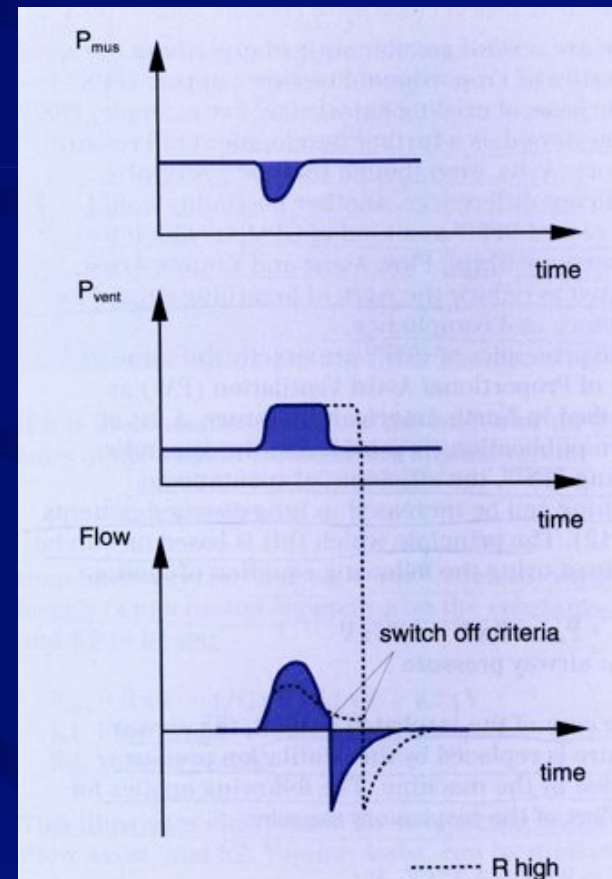
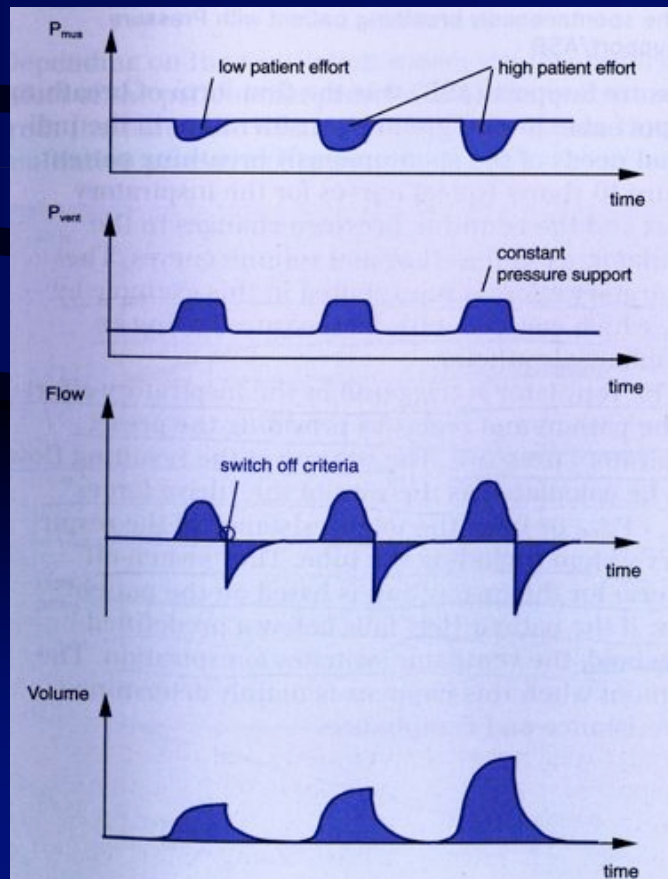


Raw	5	cmH2O/s	Rext	5	cmH2O/s	Auto-Otis			
Crs	50	ml/cmH2O	Rtot	10	cmH2O/s				
RC	0,500	s							
☐ Free	V'e	7,0	l/min	Vd	154	ml	Best Vt	500	ml
☒ Linked	IBW	70	Kg	V'd	2,2	l/min	Best Rate	14	b/min
	%MinVol	100	%	V'A	4,8	l/min			



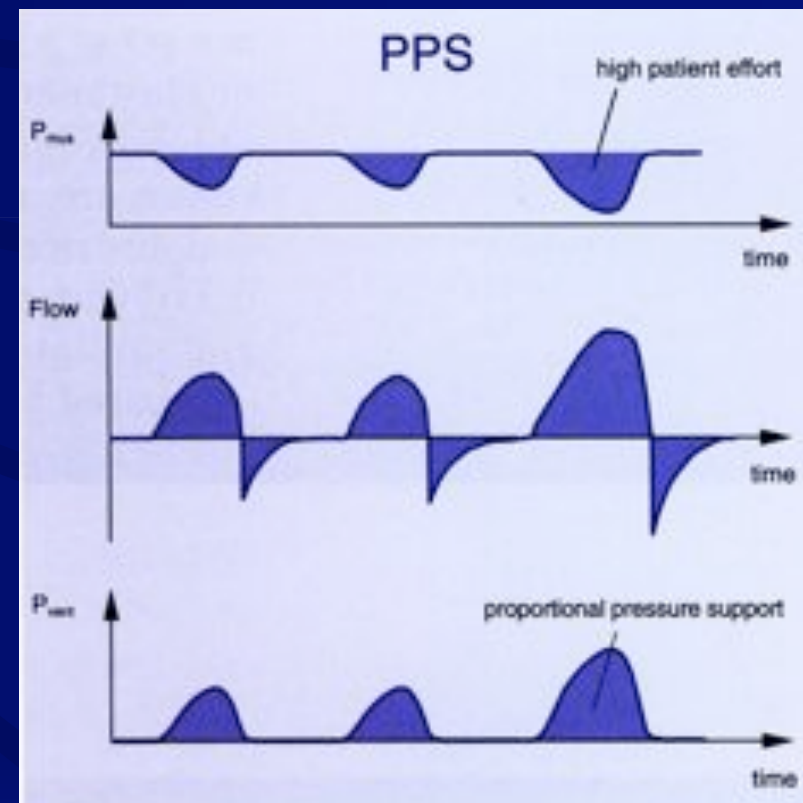
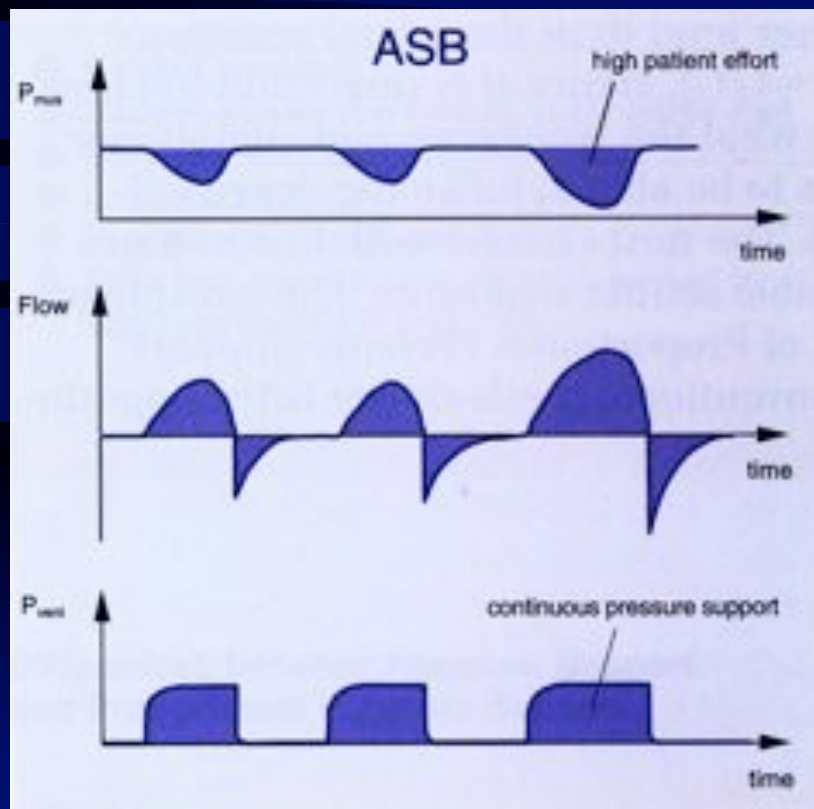
D. Ostatní nové ventilační režimy

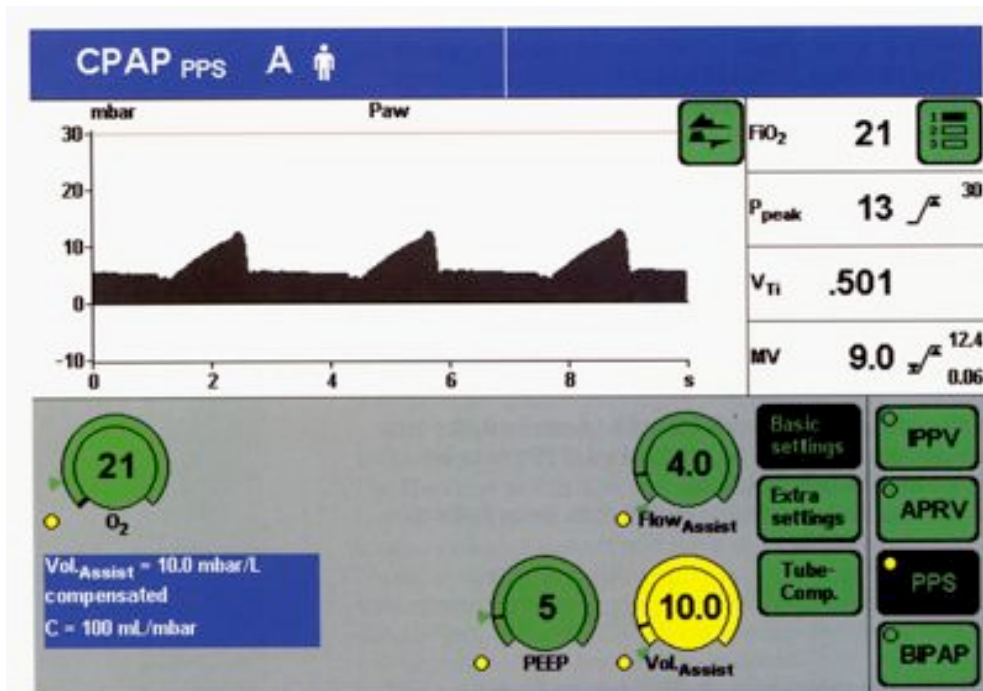
Proportional assist ventilation (PAV)-proporcionální asistovaná ventilace, režim řízený pozitivní zpětnou vazbou, režim pro aktivní ventilaci zlepšující interakci pacient - ventilátor



Rozdíly mezi PAV a PS při různém dechovém úsilí

- během PS zůstává tlaková podpora neměnná
- během PAV je tlaková podpora poskytována proporcionálně





Algoritmus PPS určuje nastavení režimu pomocí flow assist-FA a volume assist-VA jako kompenzaci na určitou aktuální hodnotu compliance a rezistance, která je změřená pomocí mandatorního dechu. Doporučené maximální nastavení je na 80% kompenzace, aby se předešlo „runaway efektu“

$$C = P_{\text{plat}} - \text{PEEP} / V_t$$

$$R = P_{\text{peak}} - P_{\text{plat}} / \text{IF}$$

Algoritmus PAV umožňuje přímé nastavení procenta proporcionální asistence, které je určováno klinikem. Hodnoty R a C jsou měřeny automaticky ventilátorem během ventilace PAV.



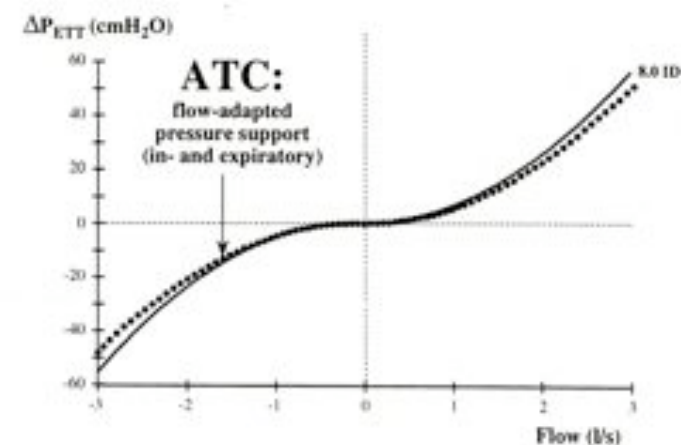
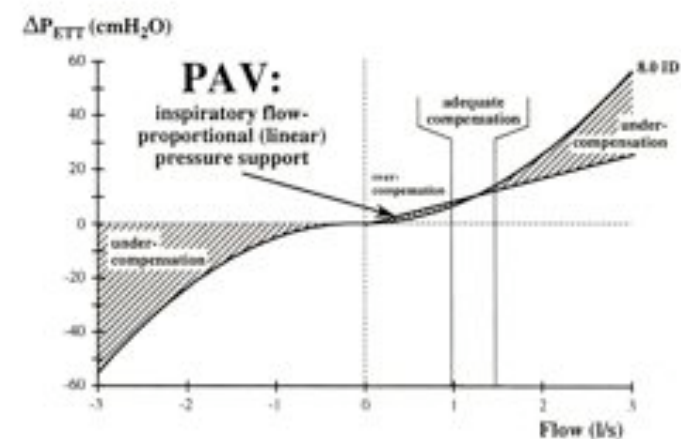
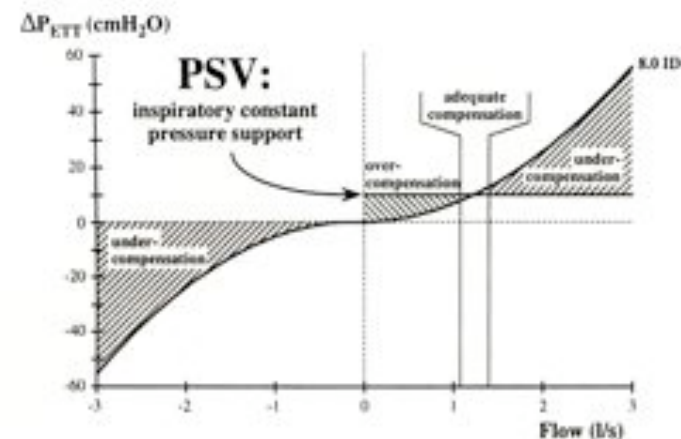
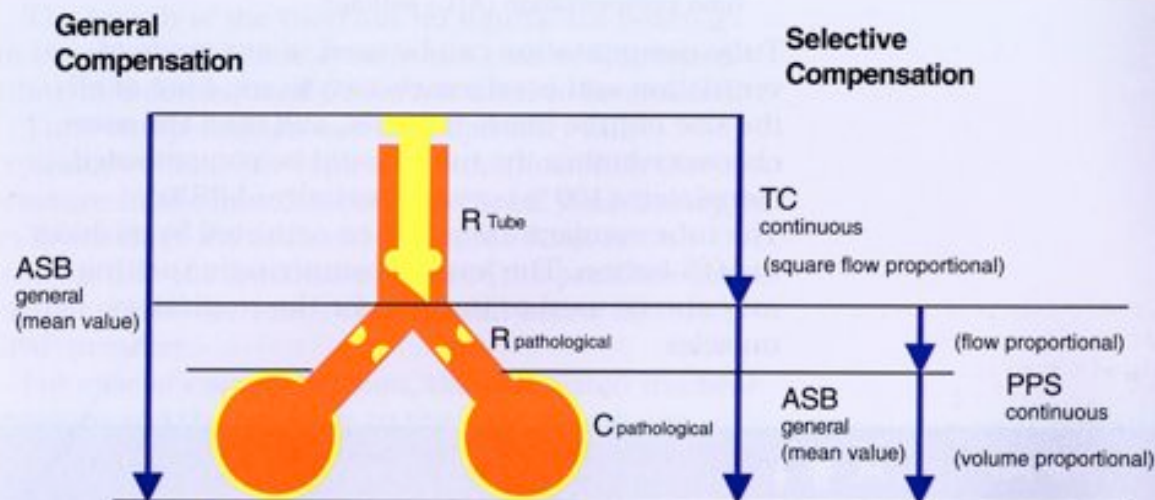
D. Ostatní nové ventilační režimy

Automatic tube compensation (ATC)-cílem režimu je kompenzace průtočného odporu TRK nebo TSK. Čím vyšší je průtok rourkou, tím vyšší je tlakový gradient, který je nezbytný k překonání odporu rourky (pozitivní zpětná vazba).

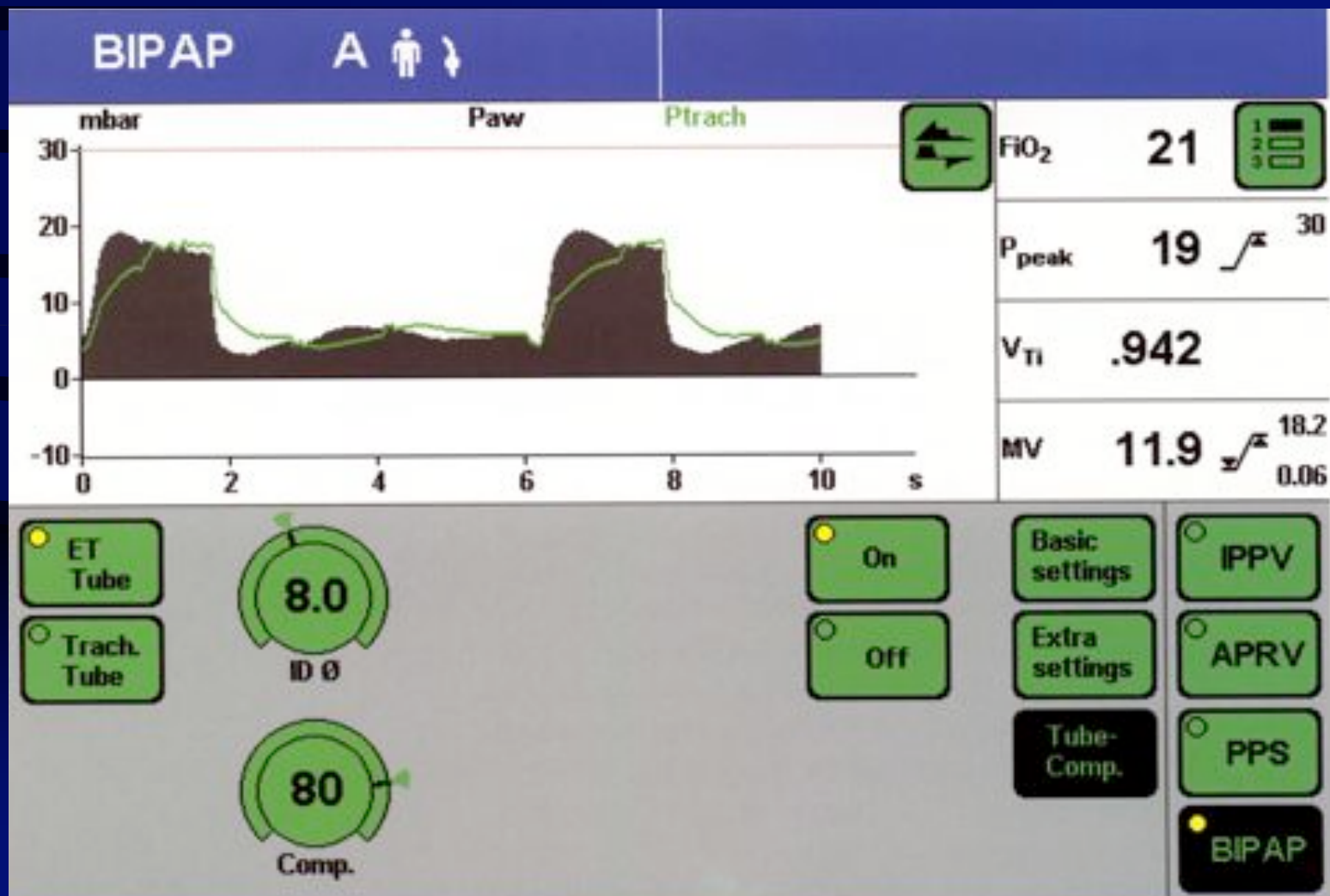
Kalkulace tlakového gradientu režimem se odráží navýšením inspirační podpory při inspiriu, v průběhu expiria snižuje úroveň PEEP.

Dalším využití je tzv. elektronická extubace. Kompenzací odporu rourky je dechová práce taková, jako by byl nemocný extubován.

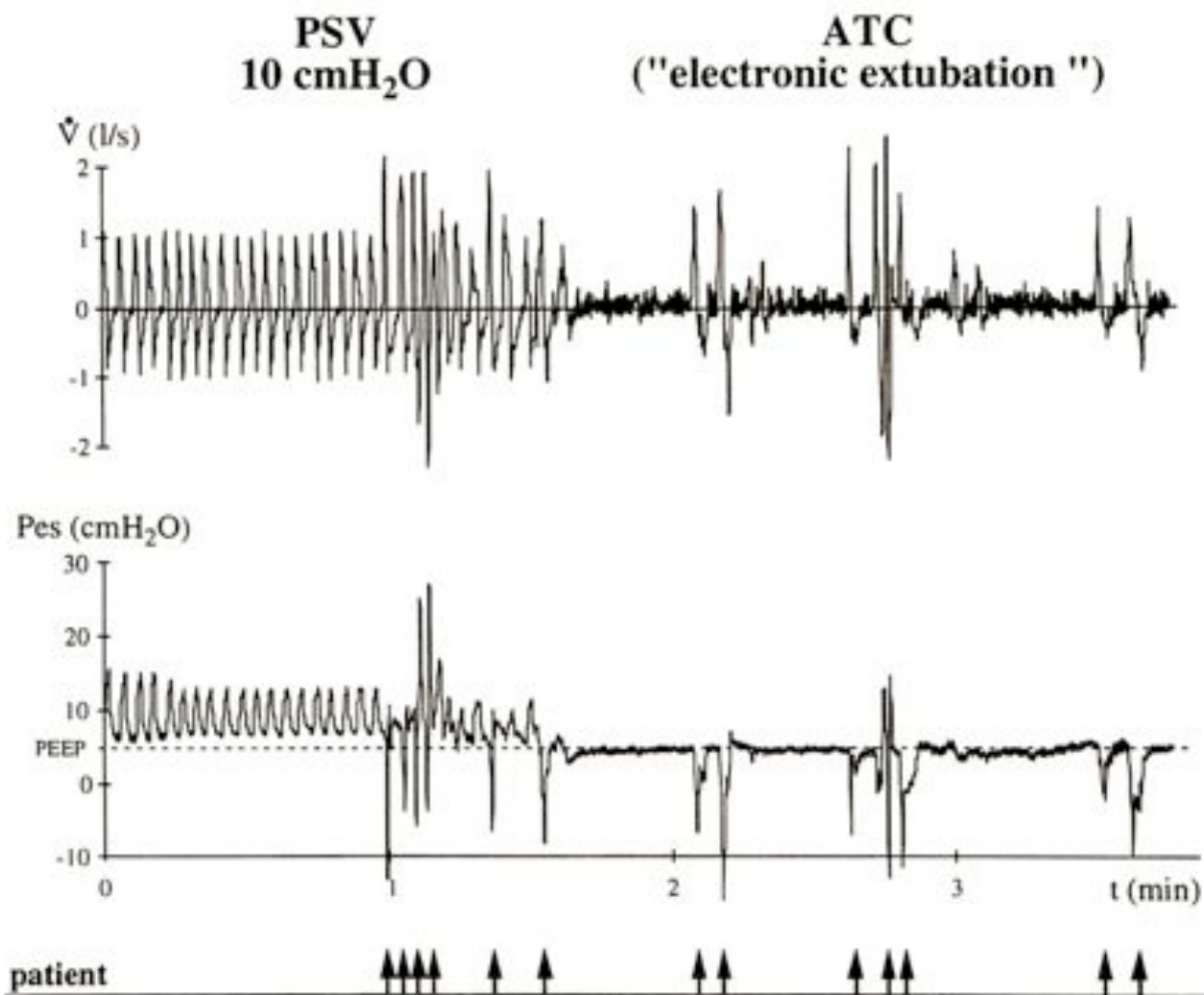
Možnosti kompenzace elasticko-rezistančních vlastností respiračního systému



Nastavení parametrů ATC na ventilátoru



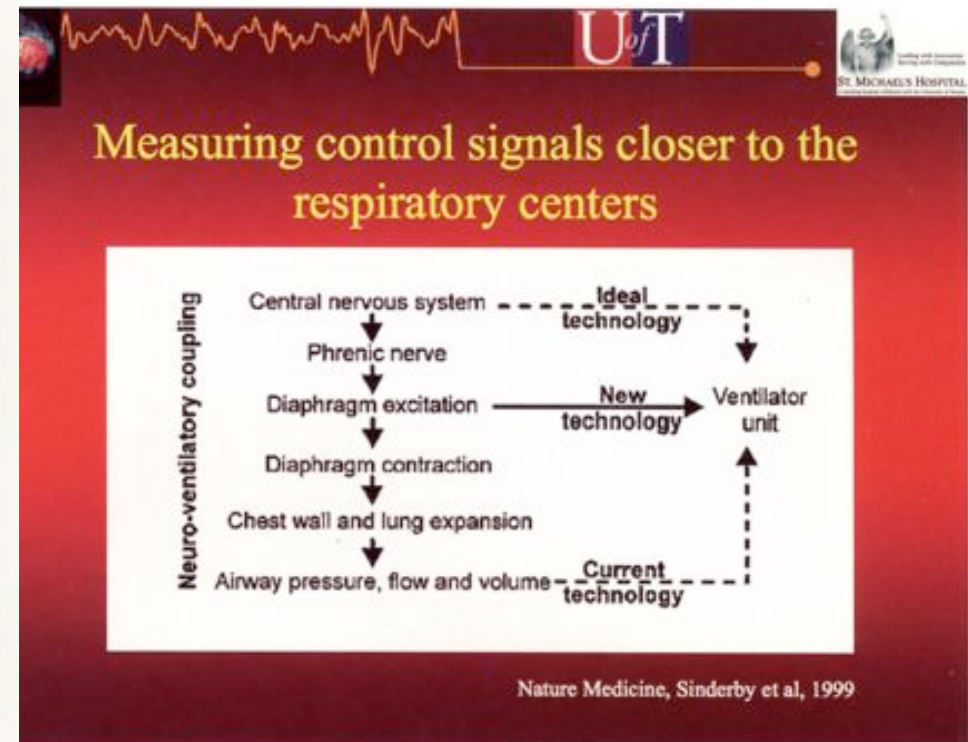
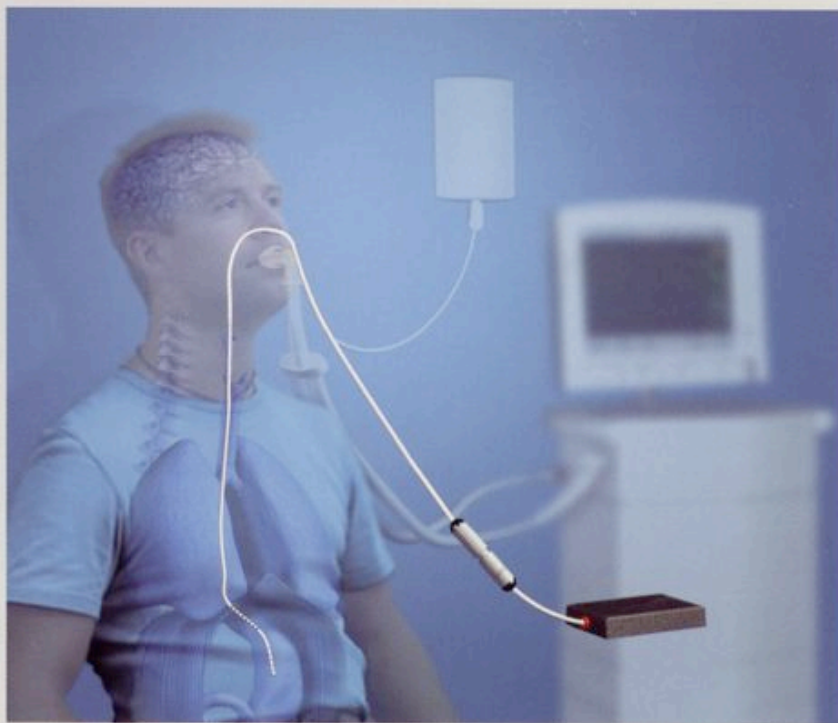
Predikce úspěšné extubace – elektronická extubace



D. Ostatní nové ventilační režimy

Neurally adjusted ventilatory assist (NAVA)

Zlepšení PVI způsobem ventilační podpory podle neurálního výkonu respiračních center. Režim, který ventilačně asistuje podle elektrické aktivity bránice, která je snímána jícnovou elektrodou.



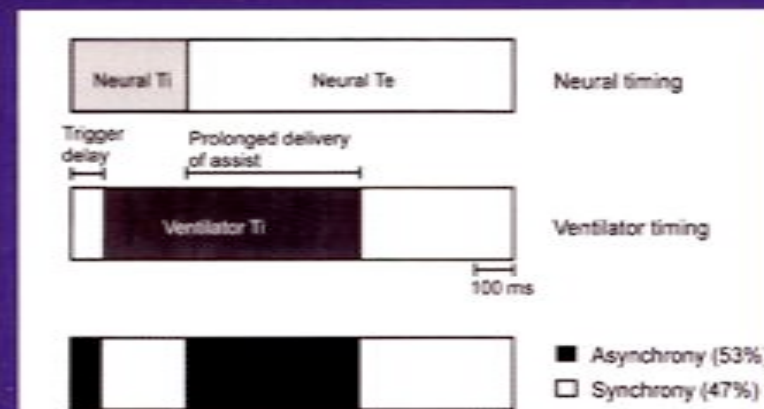
Synchronizace – neurální timing

- spontánní neurální inspirační čas je 250-300 ms
- zpoždění P triggeru je 100 ms
- nastavení SIMV – další zpoždění
- zjištěna výrazná asynchronie

UofT

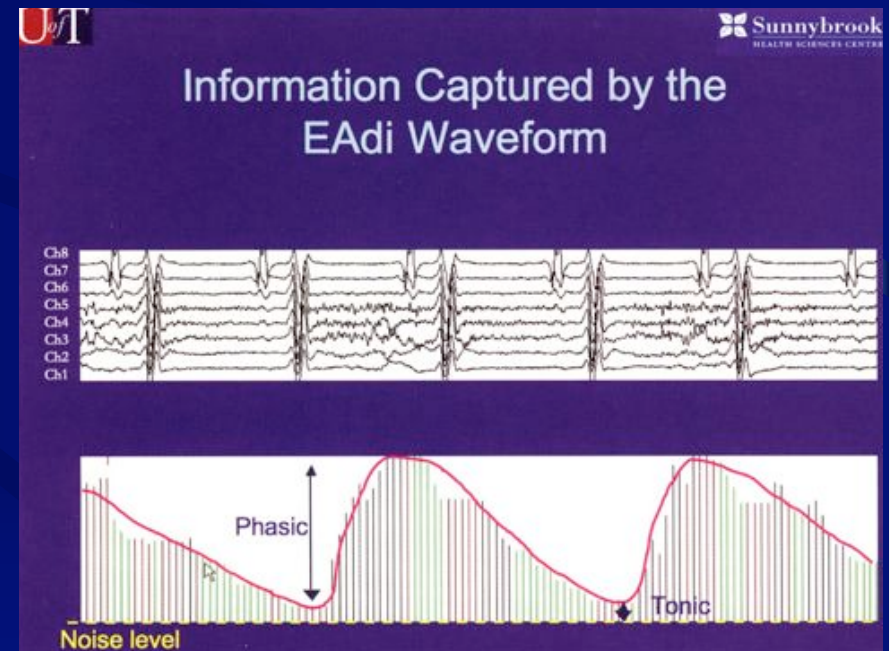
Sunnybrook
HEALTH SCIENCES CENTRE

Asynchrony during SIMV (Infants)

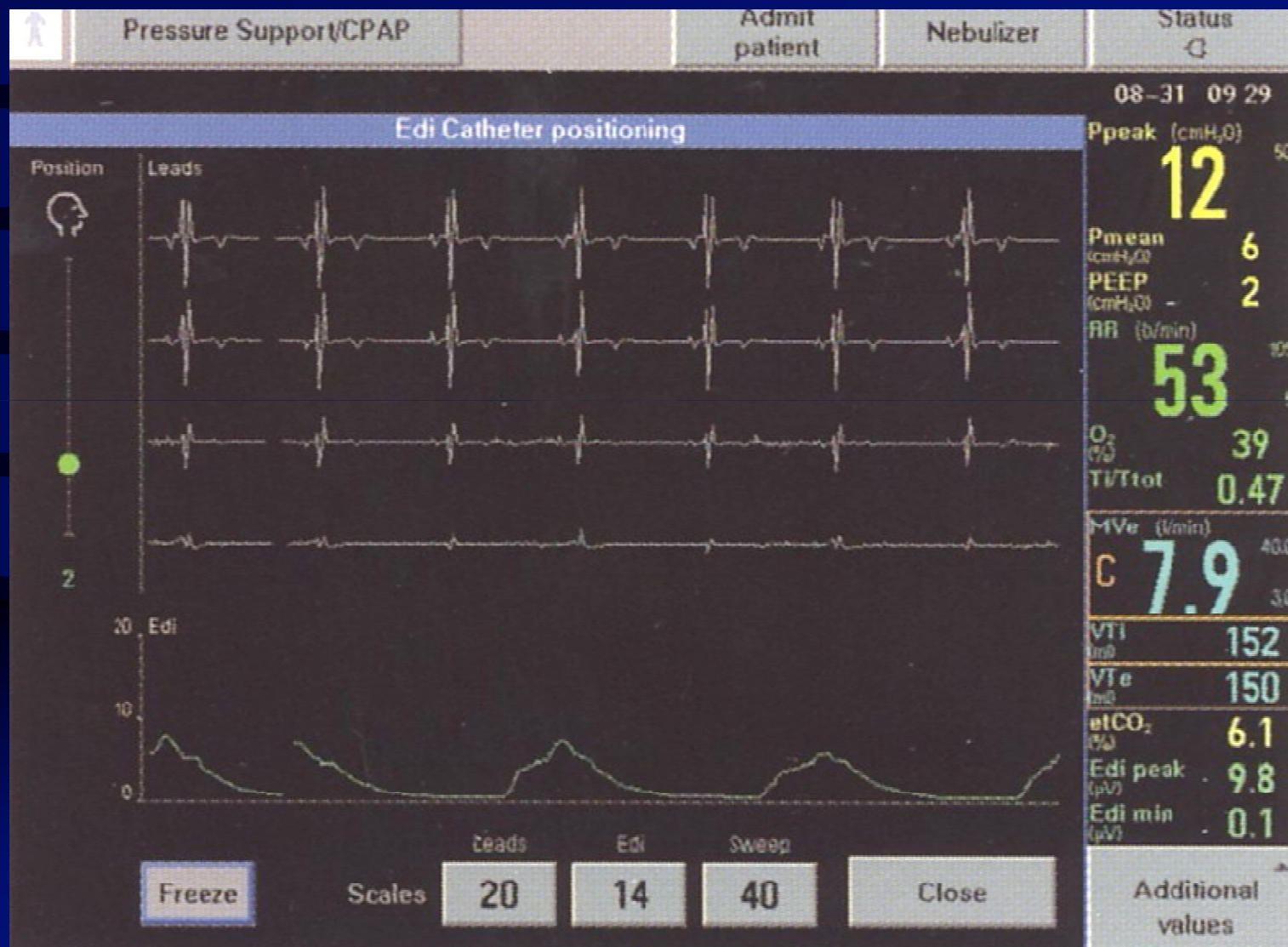


EAdi – electrode array catheter

- nasogastrický katetr s elektrickou sondou snímající brániční signál z neurorespiračních center
- správné uložení sondy podle křivky EKG, sledování vymizení vlny P
- vysoká amplituda poukazuje na mechanické zhoršení patrné při zhoršení plicních funkcí
- Edi amplituda je závislá na respiračním drivu a mechanické odpovědi respiračních svalů
- snížení amplitudy Edi = vede ke snížení ventilační podpory ventilátorem
- phasic activity = progresivní zvýšení inspiračního úsilí
- pokles křivky = CNS ukončuje inspirační úsilí
- tonic activity = u dětí aktivní exspirium



Uložení Edi katetru



Ventilace NAVA



Vysokofrekvenční ventilace

Používá při ventilaci dechové objemy, které jsou srovnatelné nebo menší než velikost mrtvého prostoru. Mechanismy výměny plynů jsou odlišné.

A. Podélná konvekce a příčná difuze-centrální a periferní proudění plynů, turbulence, příčné míchání a difuze plynu

B. Další mechanismy - přímá alveolární ventilace

- tzv. pendelluft

- kardiogenní „oscilační“ míchání plynů

Vysokofrekvenční ventilace

- A. Vysokofrekvenční ventilace přerušovaným přetlakem – high frequency positive pressure ventilation (HFPPV), frekvence 1-1,7 Hz (60-100 cyklů/min), V_t 3-4ml/kg, I:E 1:3
- B. Vysokofrekvenční trysková ventilace – high frequency jet ventilation (HFJV), frekvence 100-150 (600) cyklů/min, přísávání vzduchu během inspiria, problém ohřátí a vlhčení
- C. Ultravysokofrekvenční trysková ventilace – ultra high frequency jet ventilation (UHFJV), frekvence 4-8 Hz, speciální TR, zvlhčování přísávané směsi
- D. Vysokofrekvenční oscilační ventilace (HFOV), frekvence 4 Hz dospělí, 10-15 Hz děti. Plyn je oscilován membránou oscilátoru, je možné zvlhčení

VENTILAČNÍ REŽIMY

Tlakové

PCV

PCV-IRV

PC-IMV, SIMV

BIPAP

APRV

PSV, CPAP/PPS

Nové

PAV, ASV

ATC, NAVA

Objemové

VCV

VCV-IRV

VC-IMV, SIMV

MMV

Hybridní-duální

PRVC, PSIMV-APV,

VAPS, VS

Časové

HFPPV

HFJV

UHFJV

HFOV