

LÉGZÉSI ELÉGTELENSÉG

SZEDERJESI JANOS

-
- www.atimures.ro

- Piazza

MEGHATÁROZÁS

- -Megfelelő gázcsere hiánya (O_2 és CO_2)
 - Elégtelen oxigénezés: ↓ PaO_2
 - Elégtelen ventiláció: ↑ $PaCO_2$

TÜDŐ SZEREPE

- Oxigénezés
- CO₂ eltávolítása
- Sav-bázis egyensúly fenntartása
- Hőszabályozás
- Anyagok lebontása és kiürítése (angiotenzin I & II)

LÉGZÉSI ELÉGTELENÉG OSZTÁLYOZÁSA

- Kóreredet/ etiológia
- Patofiziológia
- Kialakulás függvényében: akut vagy krónikus

ETIOLÓGIAI OSZTÁLYOZÁS

- **Légzőközpont érintettsége:** intoxikációk, fertőzések, metabolikus zavar, IC nyomás növekedés, OSA, hipoventiláció)
- **Idegi ingerületvezetés:** trauma, fertőzés, blokádn
- **Neuromusculáris átvitel:** izombénulás, poliomyelitis, tetanus, miasthenia gravis, Guillain Barre szdr, steroid okozta miopátia
- **Légzésmechanika zavara:** mellkasfal deformáció, légzőizmok működési zavara, obezitás, bordatörés, trauma, mellhártya pat.
- **Felső légútak érintettsége:** ödéma, szűkület, fertőzés, hangszál bénulás, laryngomalacia, traheomalacia
- **Alsó légútak érintettsége:** légúti szűkület, fertőzés
- **Tüdőparenchyma érintettsége:** fertőzés, aspiráció, trauma , inhalatív károsodás, ödéma, COPD, tüdő embolus
- **Kardió-vaskuláris érintettség:** sokk, DIC, szívelégtelenség

KORÉLETTANI OSZTÁLYOZÁS

- Hypoxaemiás (I típus = tüdőkárosodás)
 - $\text{PaO}_2 \leq 60\text{mmHg}$
 - PaCO_2 normális vagy csökkent
- Hypercapniás (II típus = ventilációs elégtelenség)
 - $\text{PaCO}_2 \geq 50\text{mmHg}$
 - A hypoxaemia gyakori az oxigénterápia hiányában

IDŐTARTALOM FÜGGVÉNYÉBEN

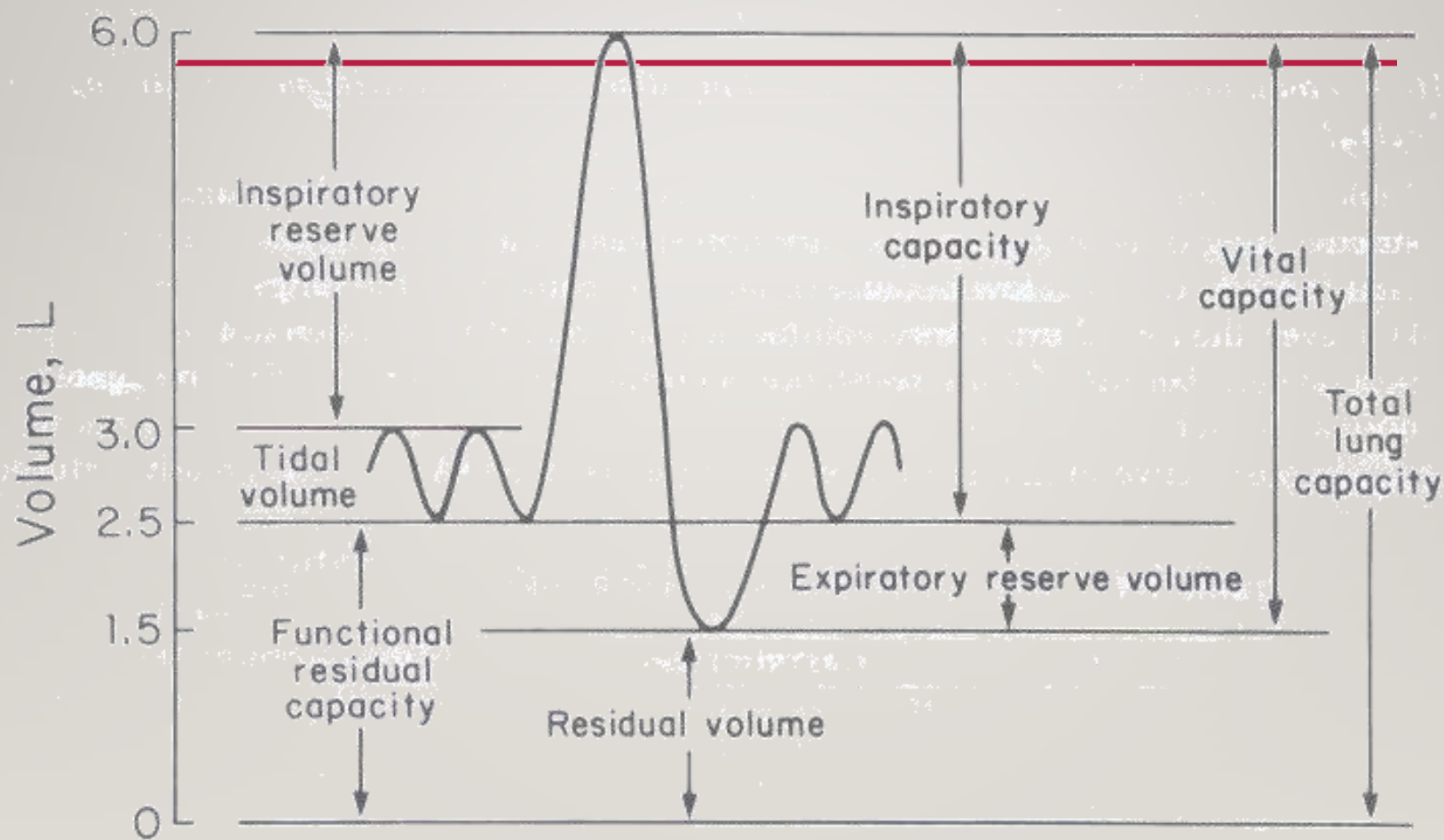
- Heveny (akut)
- Idült (krónikus)

Distinctions between Acute and Chronic Respiratory Failure

Category	Characteristic
Hypercapnic respiratory failure	$\text{PaCO}_2 > 45 \text{ mmHg}$
Acute	Develops in min to h
Chronic	Develops over several days or longer
Hypoxemic respiratory failure	$\text{PaO}_2 < 55 \text{ mmHg}$ when $\text{FIO}_2 \geq 0.60$
Acute	Develops in min to h
Chronic	Develops over several days or longer

LÉGZÉSI TÉRFOGATOK ÉS KAPACITÁSOK

- **Respirációs volumen** ($V_T = \text{volum tidal}$): nyugodt belégzésből és kilégzésből álló légzési térfogat, értéke: 8-10 ml/kg
- **Inspirációs rezerv volumen** (IRV): erőltetett belégzéskor a tüdő maximális feltöltődési térfogata
- **Expirációs rezerv volumen** (ERV): erőltetett kilégzéskor a tüdőbeni tartalék térfogat
- **Vitálkapacitás** (VC): $VC = V_T + IRV + ERV$
- **Reziduális volumen** (RV) : erőltetett kilégzés után a tüdőben maradó levegő térfogata
- **Totálkapacitás** (TC): $TC = VC + RV$

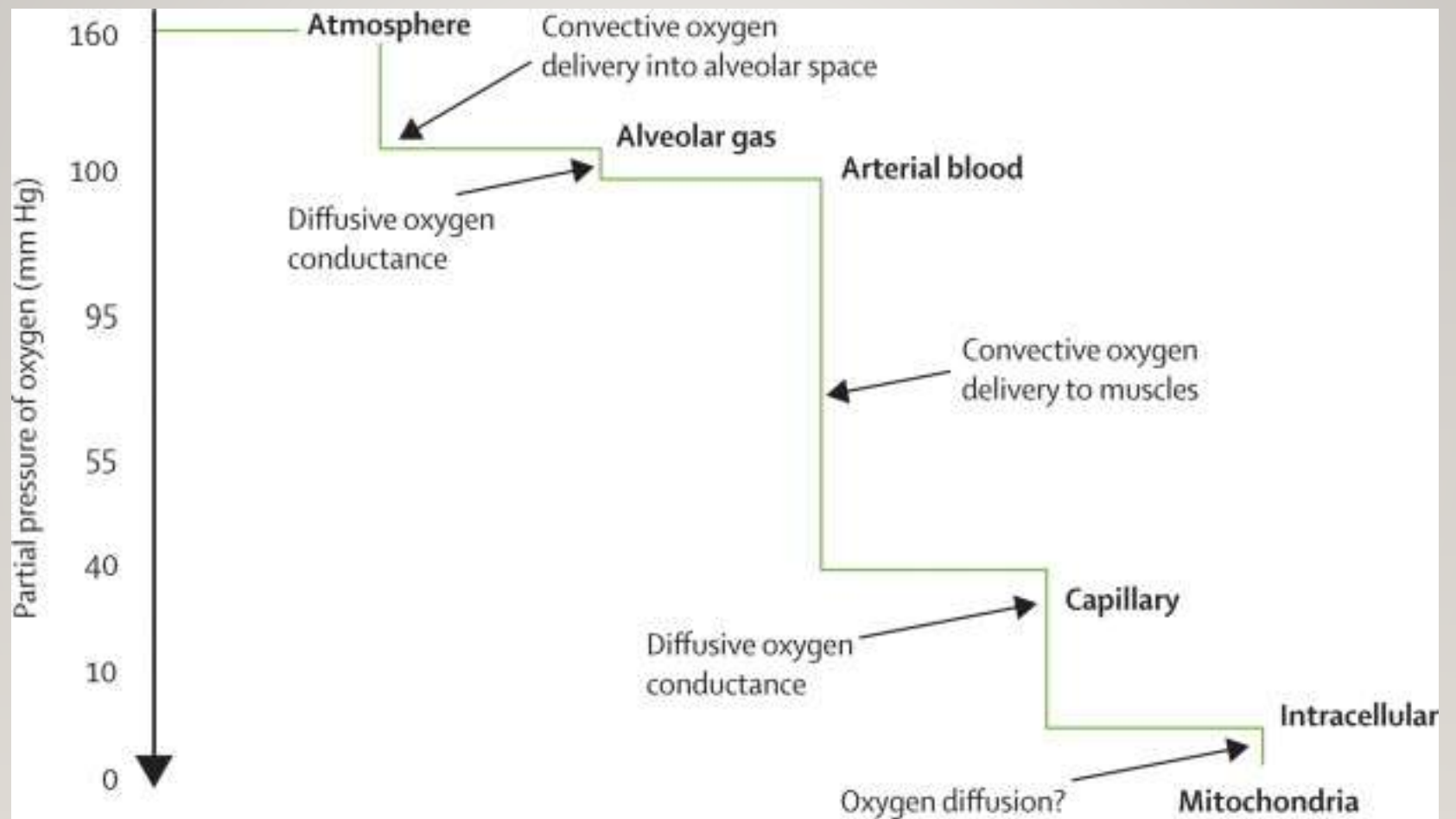


LÉGZÉSI PARAMÉTEREK

- P_{AO_2}
- P_aO_2
- P_ACO_2
- P_aCO_2
- FiO_2
- Totál frekvencia
- Alveolo-arteriális gradiens (A-a)
- Spontán frekvencia
- I:E
- Inspir Nyomás
- PEEP
- Max Nyomás

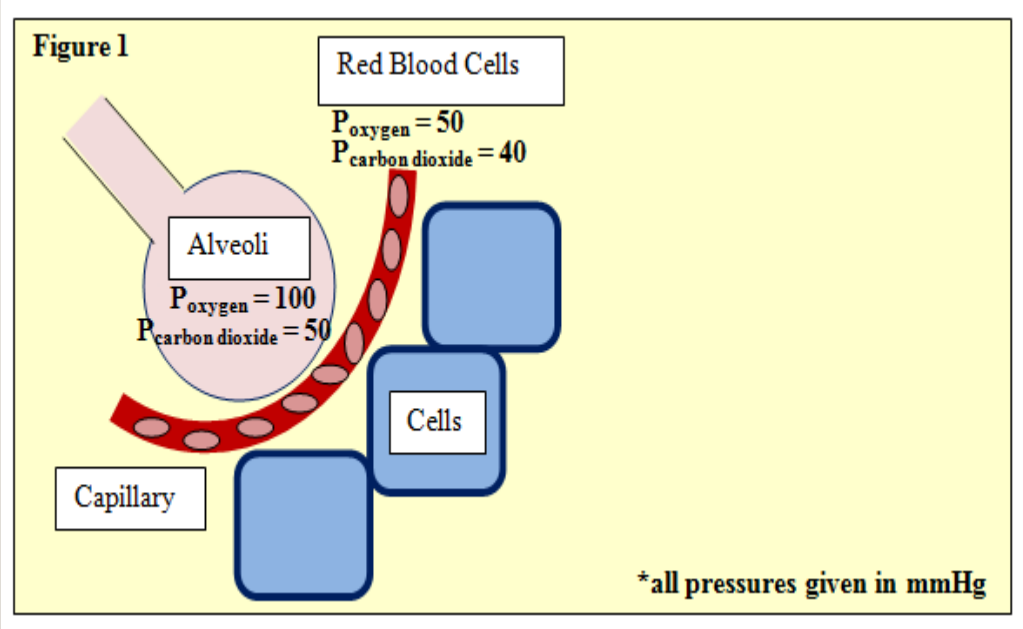
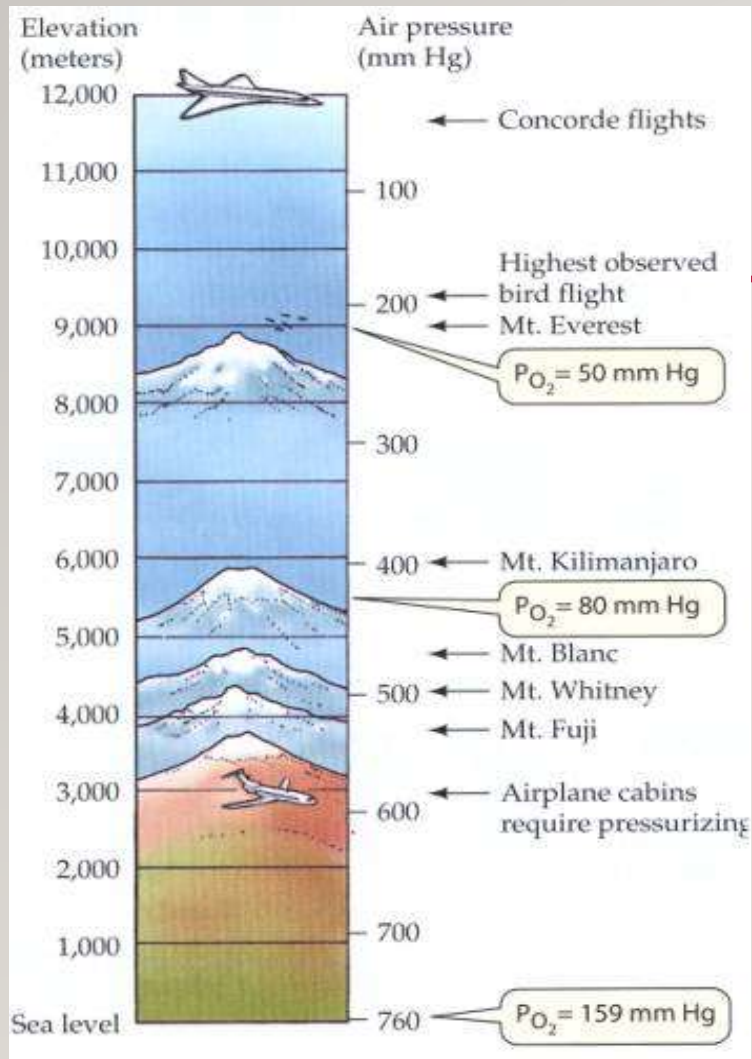
OXIGÉN SZÜKSÉGLET

- 240 ml/perc
- Funkcionális tartalék
- Preoxigenálás – magas inspiratorikus O_2 koncentráció (FiO_2)
- $PaO_2 = 102 - \text{életkor}/3$



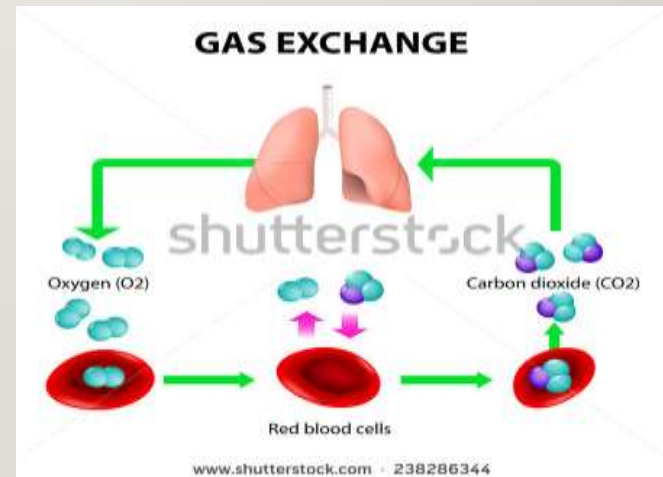
OXIGÉN PARCIÁLIS NYOMÁSA

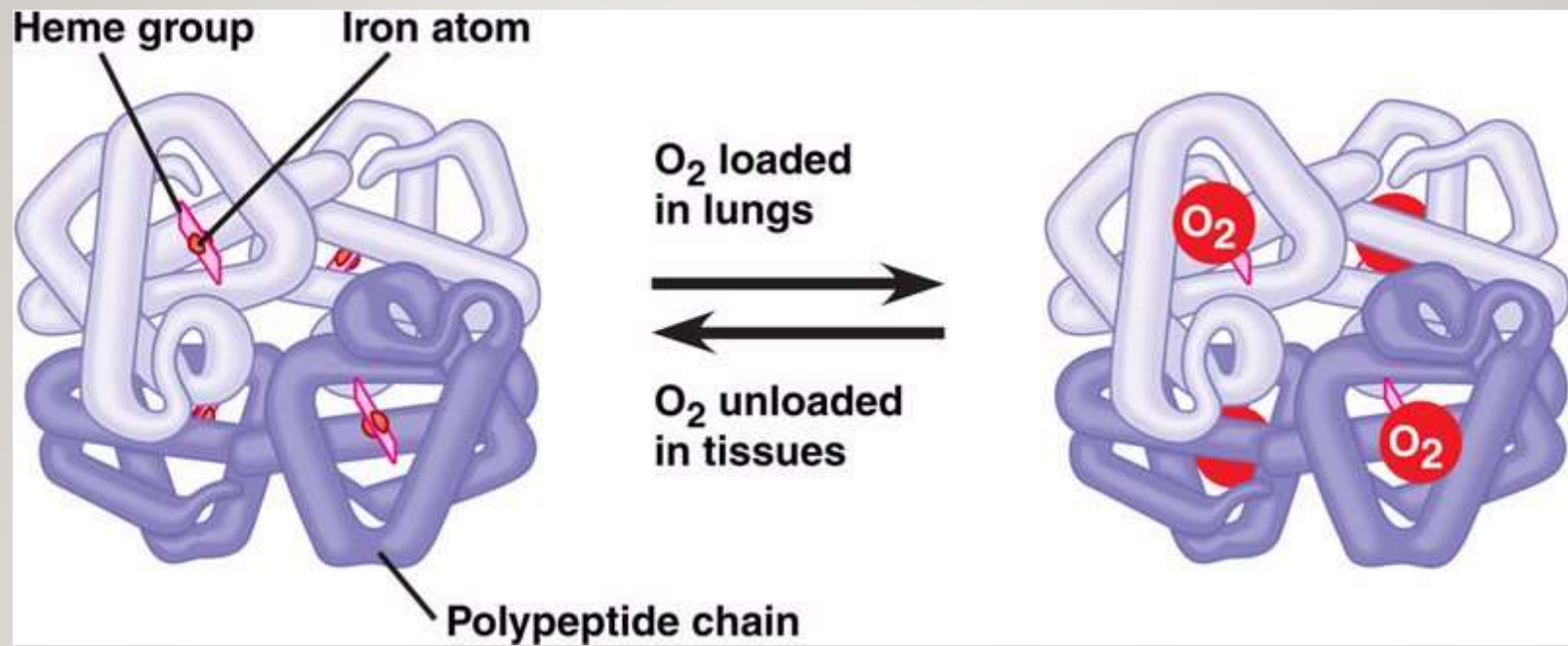
- Belégzésnél (21% O₂) ~ 160 Hgmm
- Alveoláris szinten ~ 120 Hgmm
- Arteriális szinten ~ 80-100mmHg
- Szövetek szintjén ~ 4-20mmHg



OXIGÉN SZÁLLÍTÁSA

- Vörösvértest: heamoglobinhoz kötve (97%).
 - 1 molekula Hb 4 molekula O_2 -nel telitődik
 - 100 ml artériás vér = 20 ml O_2
 - 100 ml vénás vér = 5 ml O_2
- Vérben oldódva (3%) – $0.3\text{ml/dl } P_aO_2$





VÉR O₂ TARTALMÁNAK KISZÁMITÁSA

- Artériás oxigéntartalom (Vol%)

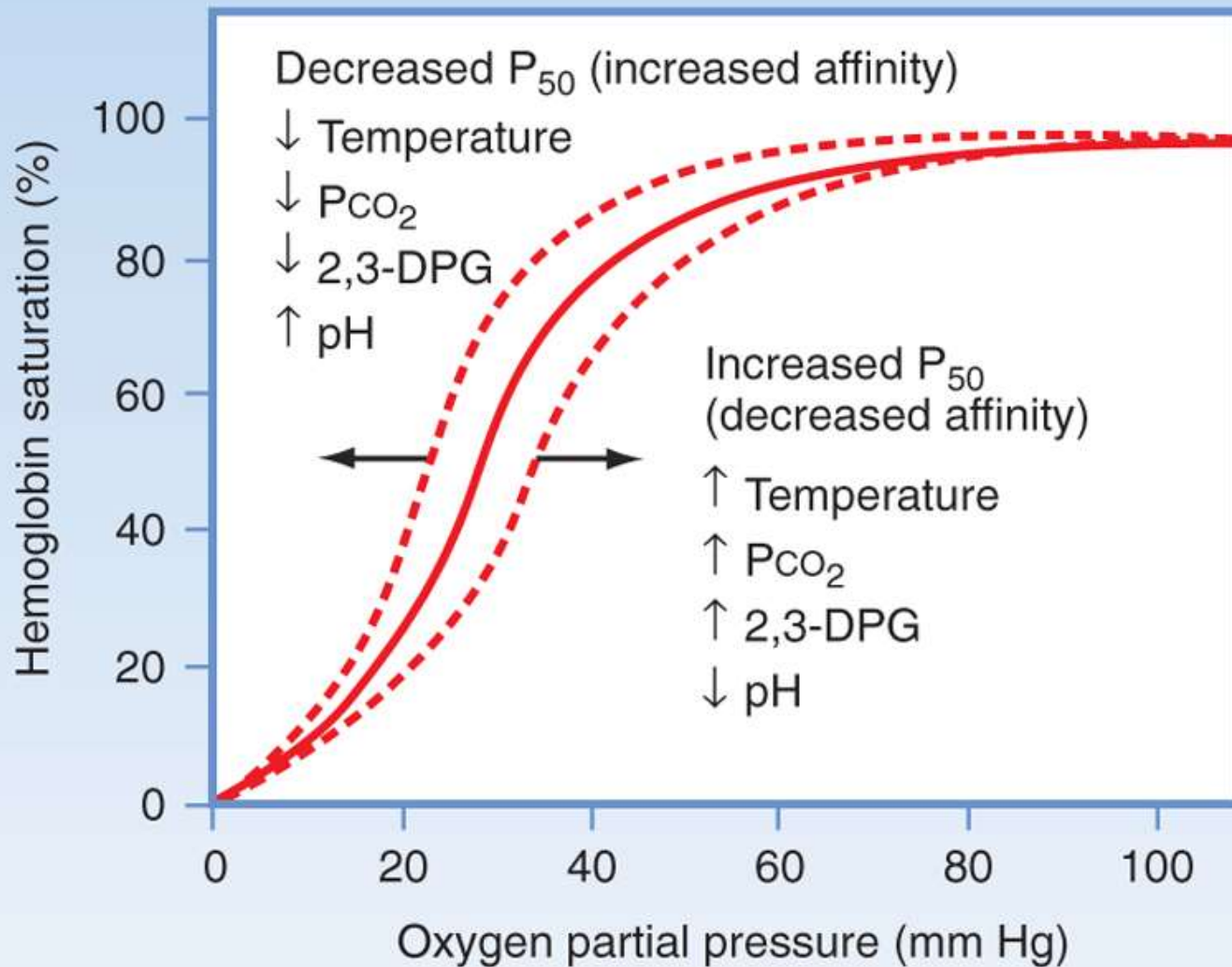
$$\text{CaO}_2 = \text{Hb} \times 1.34 \times (\text{SaO}_2 / 100) + (\text{PaO}_2 \times 0.0031)$$

- Vénás oxigéntartalom (Vol%)

$$\text{CvO}_2 = \text{Hb} \times 1.34 \times (\text{SvO}_2 / 100) + (\text{PvO}_2 \times 0.0031)$$

- Arterio-venosus oxigén különbség/gradiens

$$\text{AVOG} = \text{CaO}_2 - \text{CvO}_2 = 5 \text{ Vol\%}$$



O₂ KINÁLAT

- Oxigénszállítás (DO₂ = delivery)
DO₂ = szívindex (CI, L/min/m²) x CaO₂ (ml/L)
Normális élettani DO₂ : 1000 ml/min
- Oxigén felhasználás (VO₂=volume, ml/min vagy ml/kg)
Normális élettani VO₂= 240 ml/min
- Oxigén tartalék = vénás O₂ x szívhozam = 760ml/min
- Oxigén extrakció O₂ER– az oxigénkínálat metabolikus komponense (%)
O₂ER=VO₂/DO₂ = 25%

-
- A szervezet össz O_2 tartalma 1,5 L
 - CO_2 produkció 200 ml/min (VCO_2)
 - A szervezet össz CO_2 tartalma 120 L
 - Nyugalmi állapotban:

CO_2 produkció = CO_2 eltávolítással

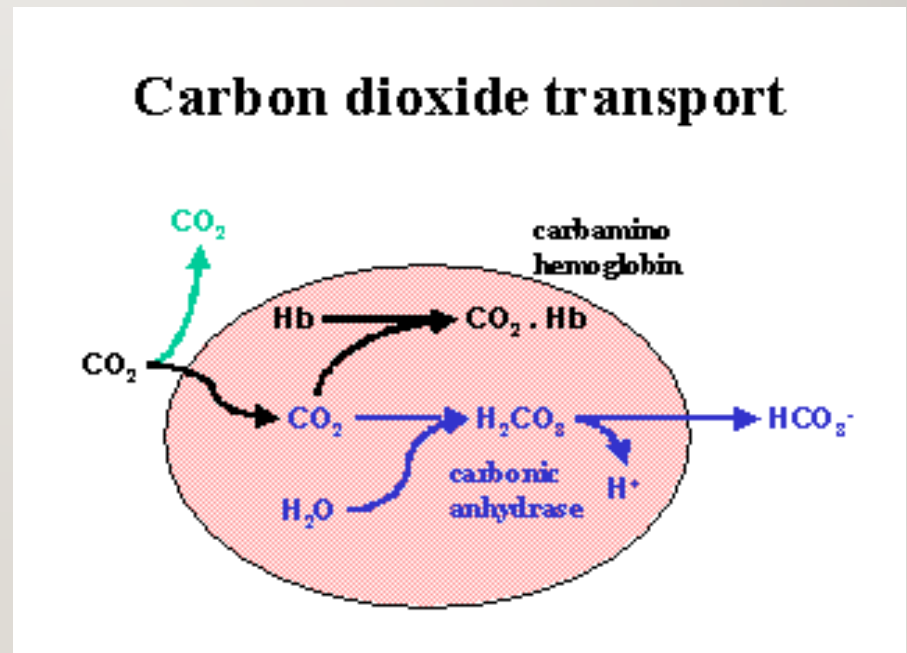
CO₂ FIZIOLÓGIÁJA

- Difuzabilitása 20 x nagyobb mint az O₂-é
- Szállítása:

Bikarbonát 90 %

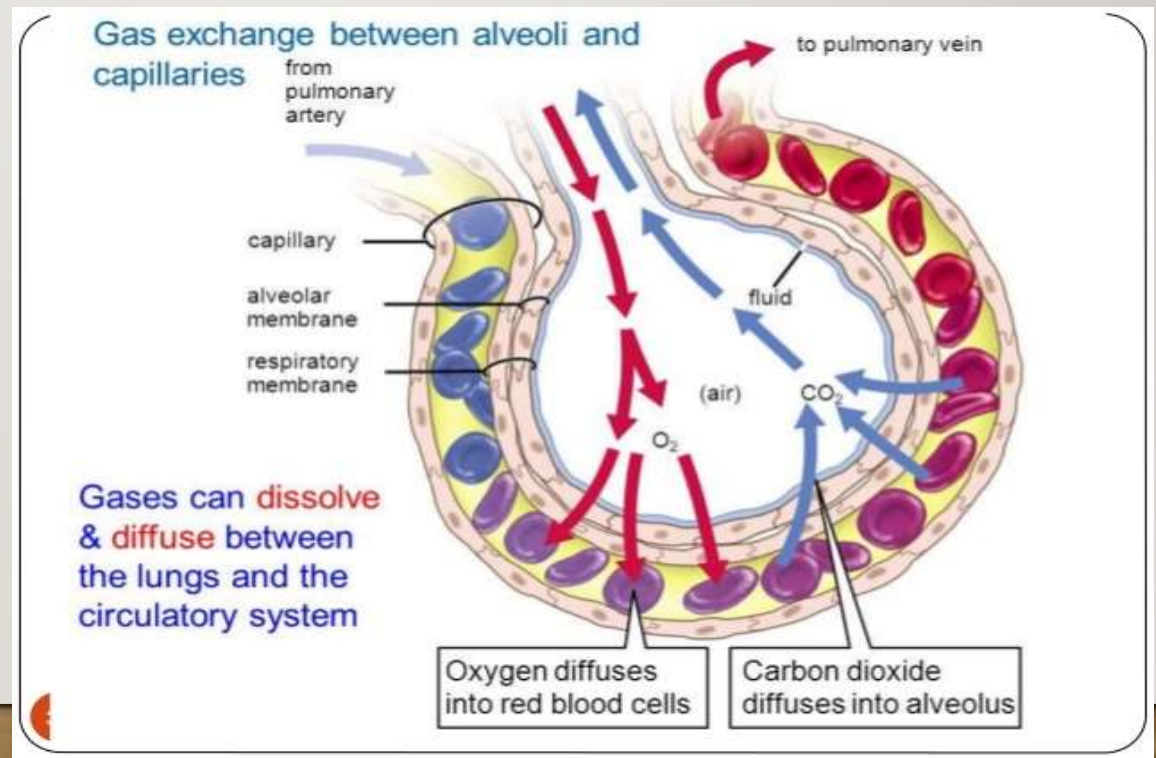
Oldott állapot 5%

Carbamino Hbg 5%

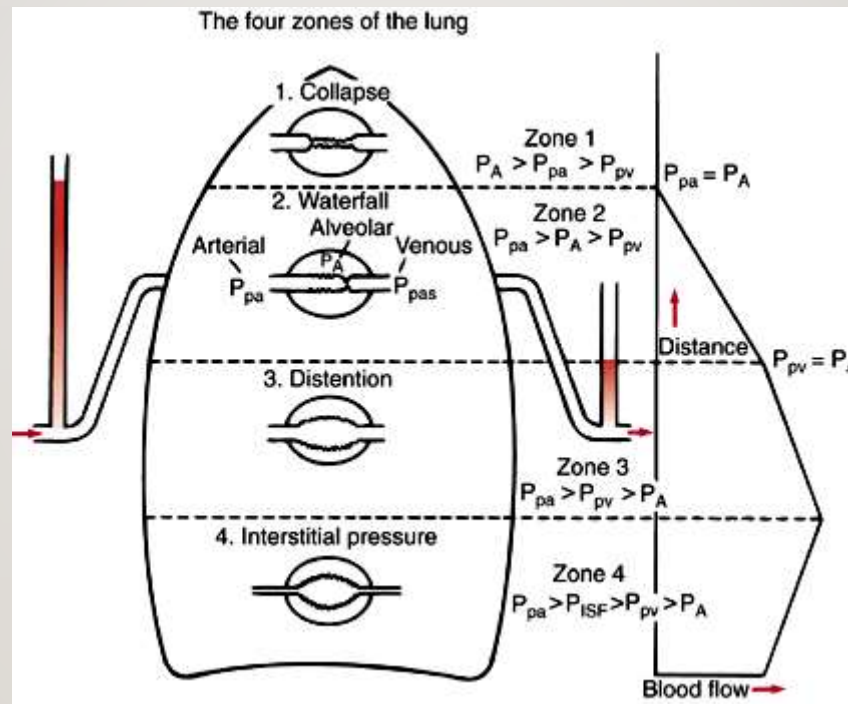


GÁZCSERE

- Légzési gázok diffúziója
- Alveocapilláris membrán
- Diffúziós zavar:
 - ARDS
 - Fibrozis
 - Ödéma



VENTILÁCIÓ: WEST ZÓNÁK



VENILÁCIÓS/PERFUZIÓS ARÁNY

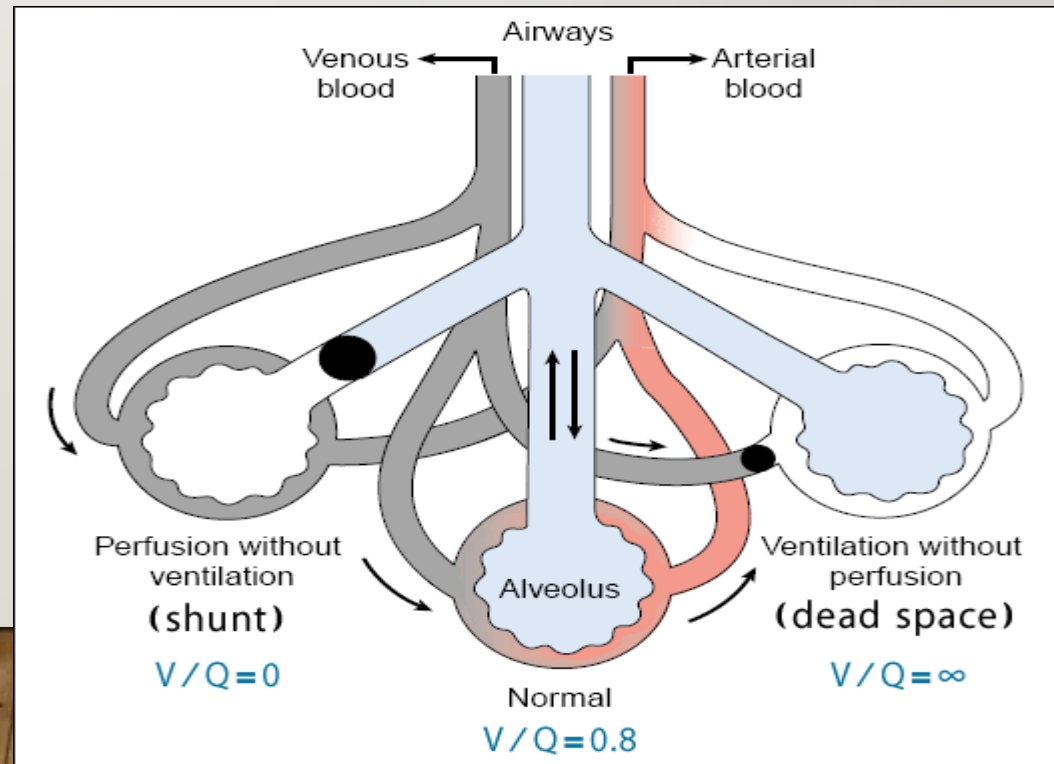
- Alveoláris ventiláció (V) = 4 L/min
- Vérkeringés (szívhozam, Q) = 5 L/min

- $V/Q = 0,8$

- Patológia:

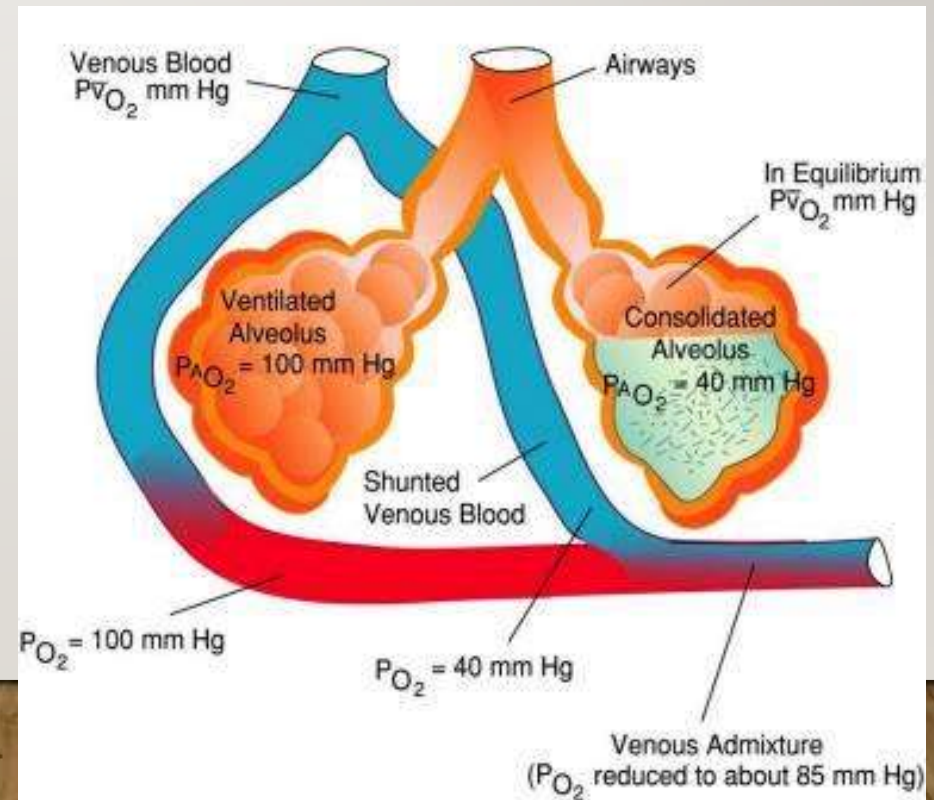
Shunt: $V/Q = 0$ ($< 0,8$)

Holt-tér: $V/Q = \infty$ ($> 0,8$)



SHUNT - ETIOLÓGIÁJA

- Veleszületett szívbetegségek : jobb-bal shunt pl: Fallot tetralogia, Eisenmenger szdr
- Pulmonáris shunt:
 - Pneumonia
 - Tüdő ödéma
 - Atelectazia
 - Aspiráció

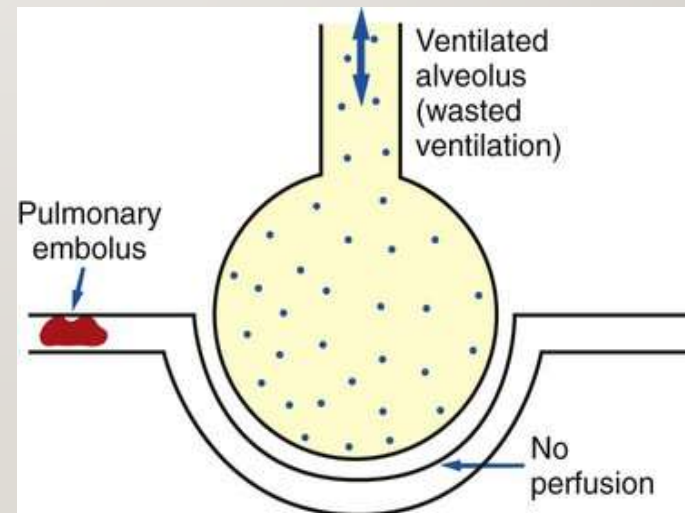


SHUNT - DIAGNÓZIS

- Magas alveolo- arteriális különbség (A-a) > 15 Hgmm
- A-a gradiens = $PAO_2 - PaO_2$

HOLT TÉR

- Anatómiás holt tér: trachea, 150 ml
- Fiziológias holt tér: 2 ml/kg – 20-30 %
- Alveoláris holt tér
- (Art-ET)CO₂ gradiens
- Értéke: 2-5 Hgmm

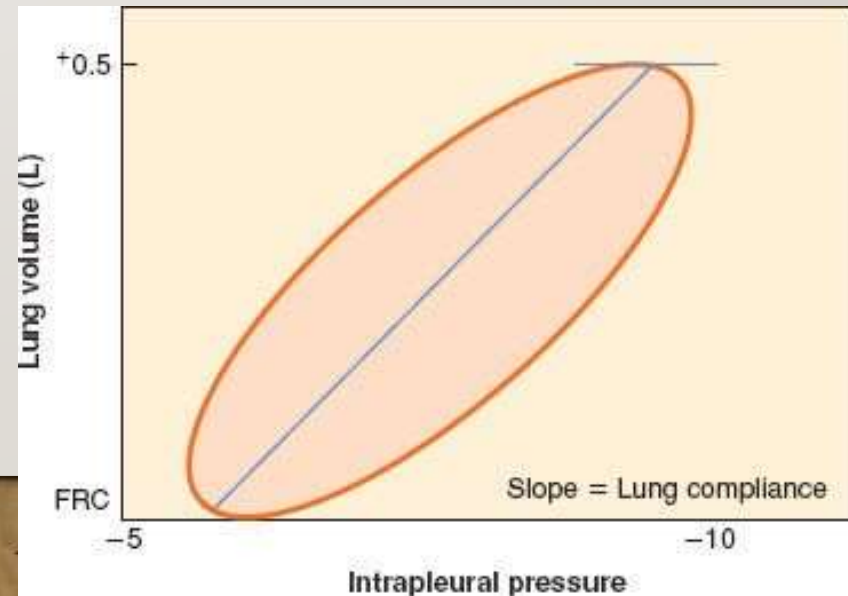


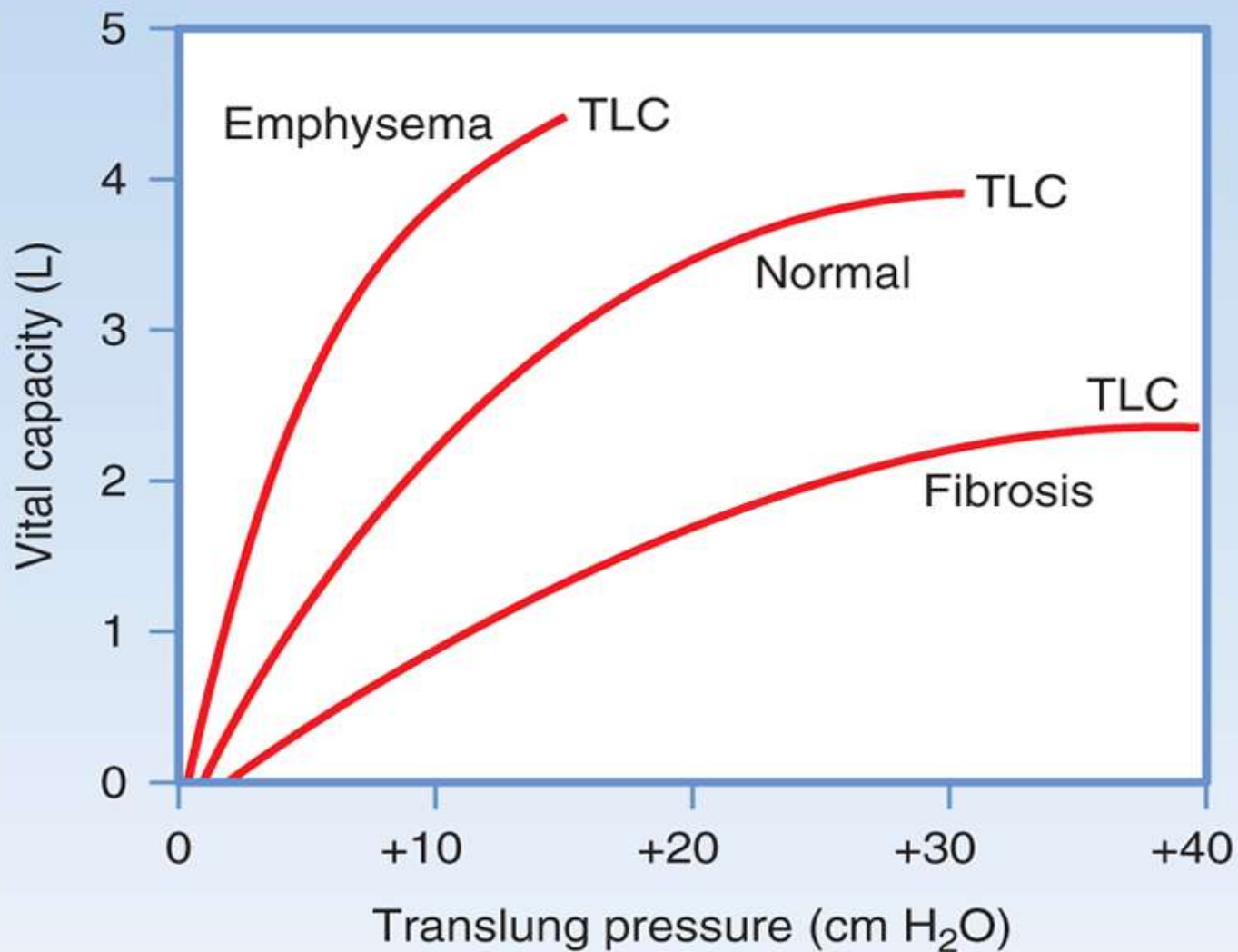
HOLT TÉR ETIOLÓGIÁJA, DIAGNOZTIKÁJA

- Alacsony szívhozam: sokk
- Magas intra-alveoláris nyomás: BPOC
- Tüdő embólia
- Dg: magas arteriális-alveoláris CO_2 gradiens

TÜDŐ COMPLIANCE

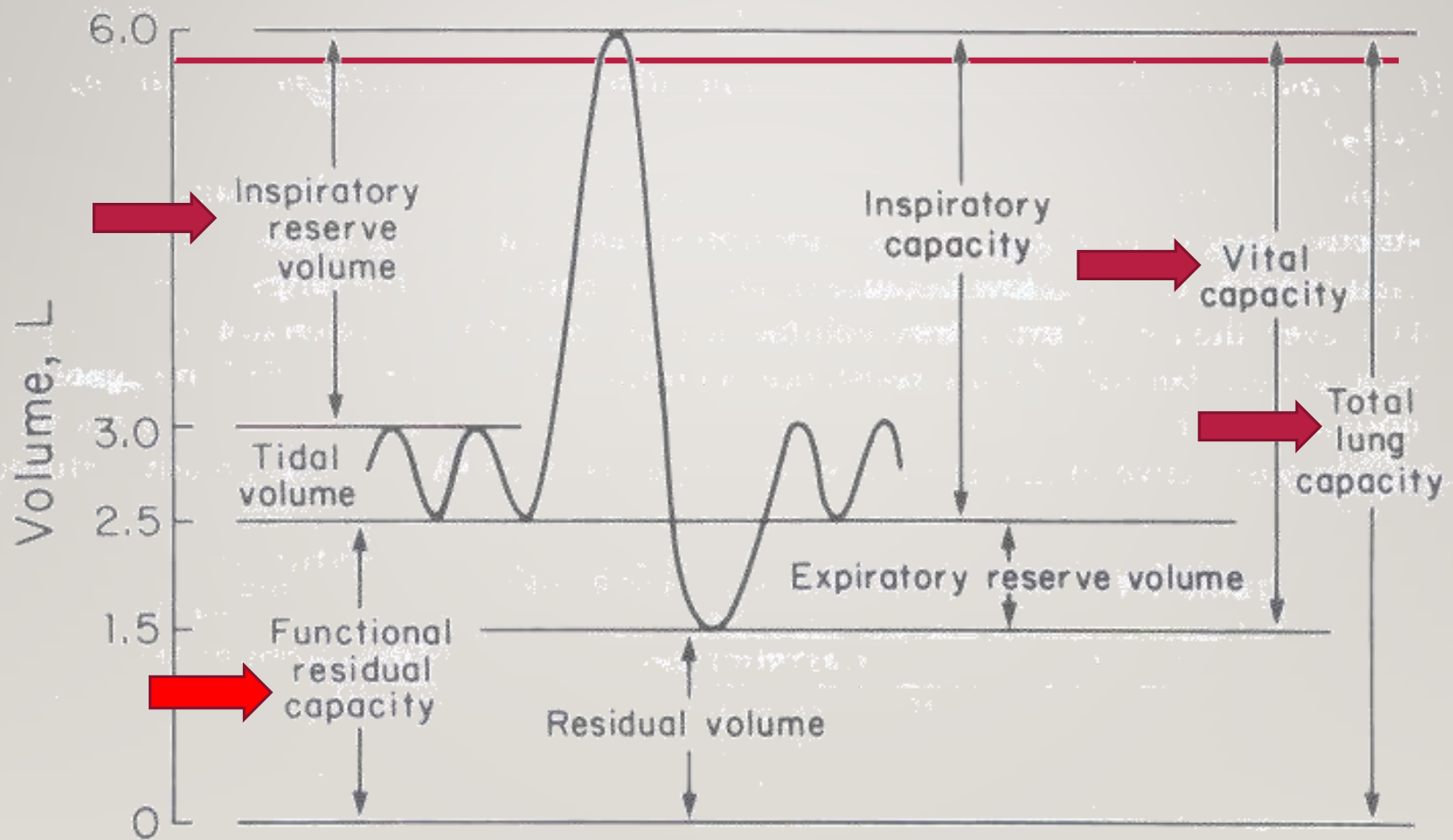
- Compliance= $\Delta V / \Delta P$
- Tüdő = 200ml/H₂O cm
- Mellkas = 100ml/H₂O cm





Koeppen & Stanton: Berne and Levy Physiology, 6th Edition.
Copyright © 2008 by Mosby, an imprint of Elsevier, Inc. All rights reserved

-
- Férfi, 35 éves
 - Generalizált törzsizom gyengeséggel jelentkezik a neurológiai osztályon
 - Nincs más ismert medikális előzmény
 - Kérdés: mely légzési térfogatok és kapacitások lesznek normálisak valamint patológiásak az alábbiak közül?
 - a) Inspirációs rezerv volumen
 - b) Funkcionális reziduális kapacitás
 - c) Totálkapacitás
 - d) Vitálkapacitás



Funkcionális reziduális kapacitás: levegő mennyiség a tüdőben mely nem függ az izom kontrakciótól. Térfogatát meghatározza a tüdő elasztikus jelleme és a mellkasfal nagysága, formája

A többi légzési térfogat és kapacitás függ az izom működéstől

QUIZ

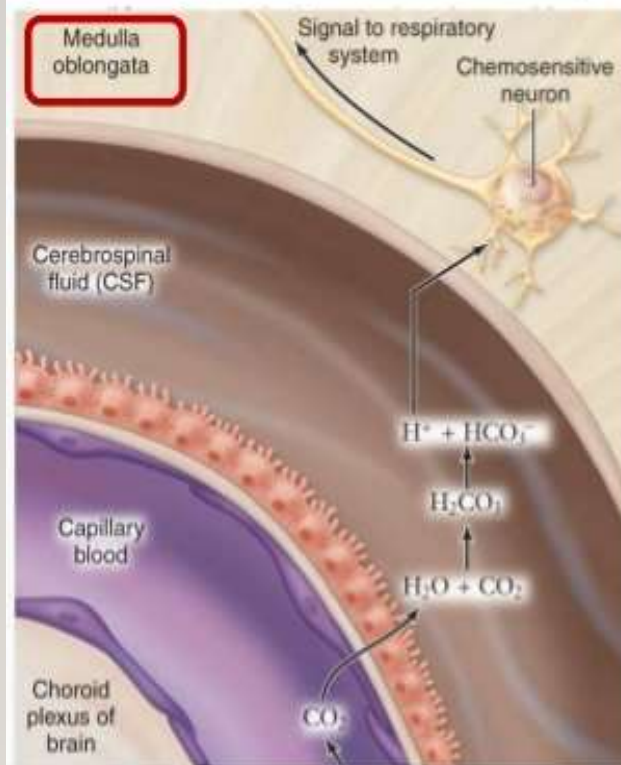
- Nő, 21 éves
- Opioid túladagolás
- Légzés: 8 resp/min
- Csökkent légzési munka
- SpO_2 97% FiO_2 21%
- Intenzív terápiás beutalást igényel



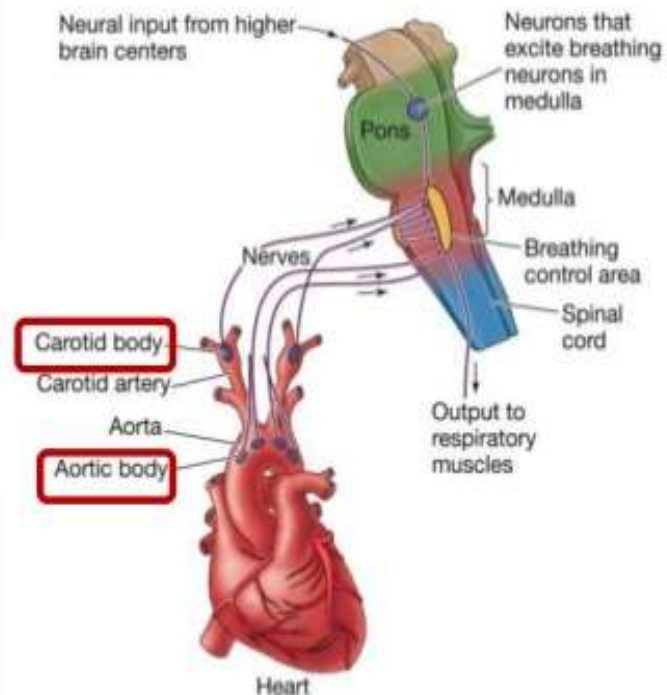
-
- Opioid okozta légzési elégtelenség kezelése lehetne:
 - a) Oxigén arcmaszk használata
 - b) Benzodiazepin infúzió esetleges alkohol elvónás megelőzésére
 - c) Légzés rendszeres monitorizálása, egyelőre O₂ pótlás nélkül
 - d) Morfium infúzió, kis dózisban, az elvónási tünetek megelőzésére
 - e) Naloxon intravénásan

A rise in CO_2 = low pH: detected by chemoreceptors in:

Medulla oblongata



Carotid body Aortic body



PERZISZTÁLÓ, SÚLYOS ASTHMA

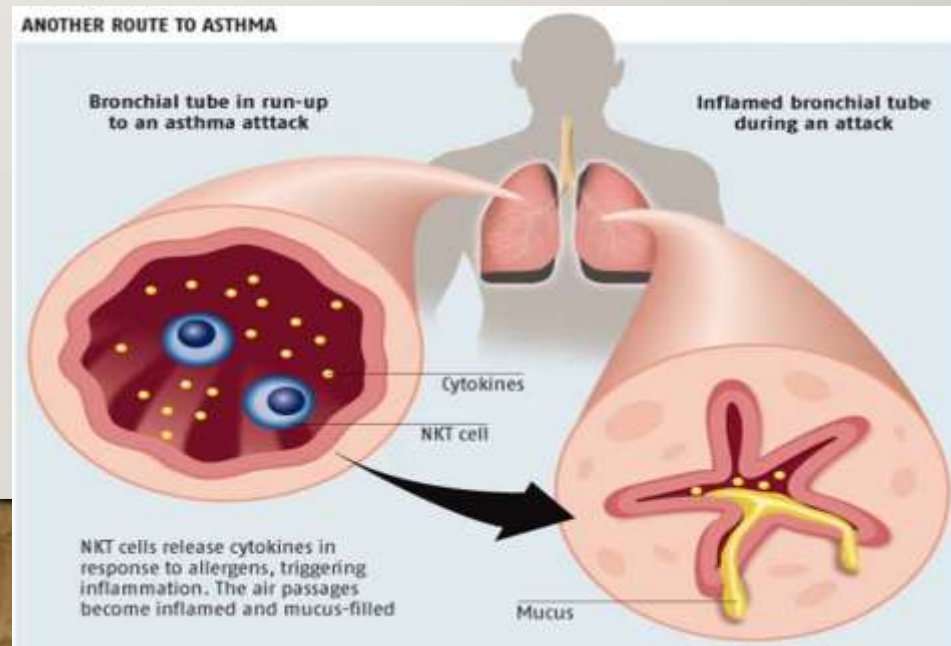
Kritériumok:

- Krónikus asthma gyakori kiújulása
- Kezelésre rezistens
- Életet veszélyeztető légzési elégtelenség
- Patofiziológia:

Alsó légúti obstrukció

Tüdő hiperinfláció

Légzési munka ↑



Asthma bronchiale

Súlyossági fokozatok

	Gyakoriság	Tünet nappal	Tünet éjjel	FEV1 kell érték %-ban
Intermittáló		<2x/hét	<2x/hónap	>80%
Perzisztáló enyhe	75%	<1x/nap	<2x/hónap	>80%
Perzisztáló kp. súlyos	20%	naponta	>1x/hét	60-80%
Perzisztáló súlyos	5%	állandóan	gyakran	<60%

ÉLETVESZÉLYES ASTHMA

▶ Előzetes beutalások, intenzív terápiás ellátás, beintubálás

▶ Előzetes beutalás

- ▶ >2 beutalás/ év
- ▶ > 3 SMURD/ év
- ▶ 1 SMURD/ hó



▶ Kezelés

- ▶ >2 MDI / hó
- ▶ Steroidok po használata

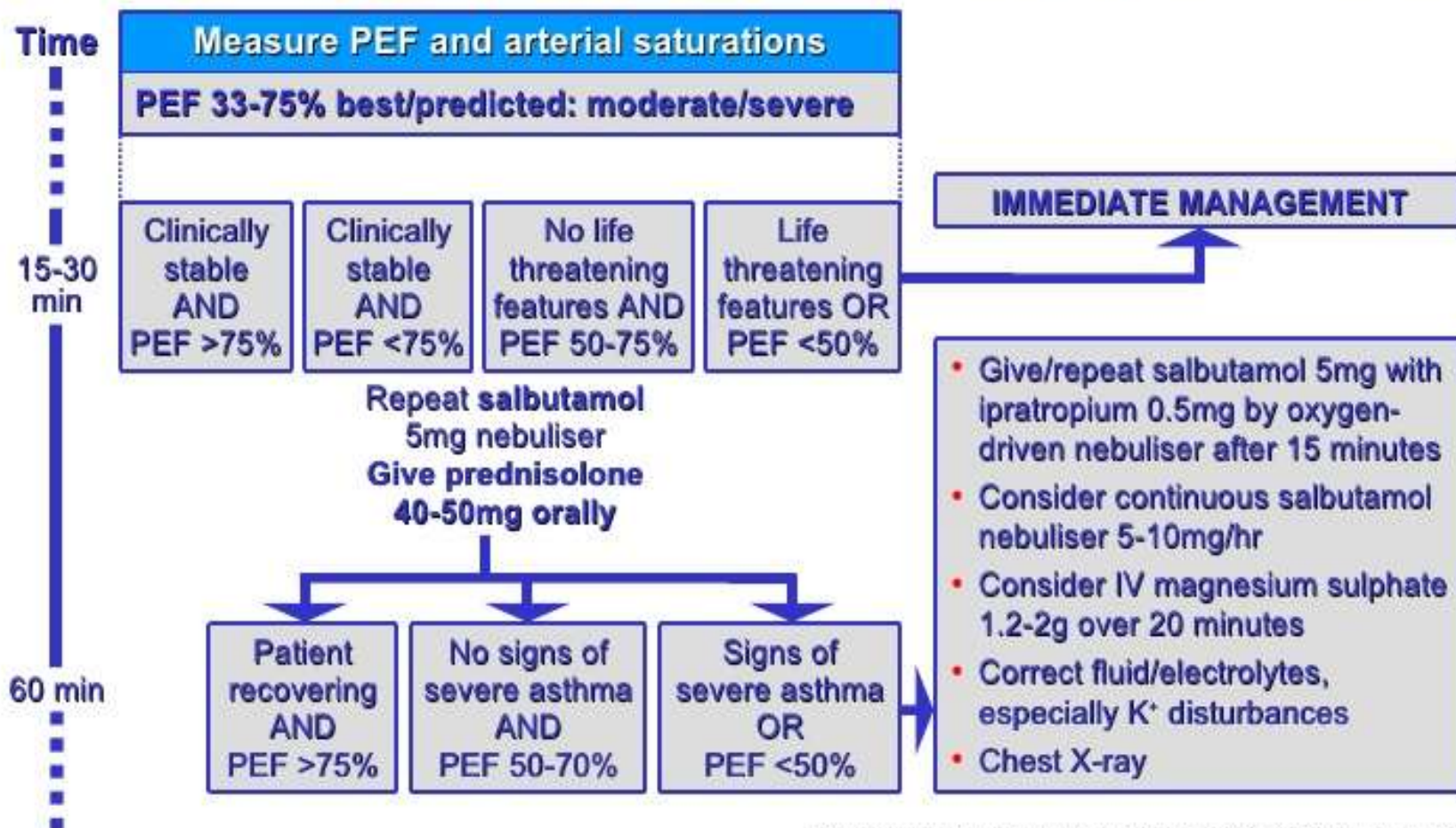


Súlyos asthma klinikai jelei

Súlyos roham	Életveszélyes roham
Nem tud végigmondani egy mondatot	Kimerült, zavart, éberségi szint csökken
Légzésszám $> 25/\text{min}$	Gyengülő légzési tevékenység vagy „néma” mellkas
Pulzusszám $> 110/\text{min}$	Bradycardia vagy hypotensio
Pulsus paradoxus	$\text{SaO}_2 < 92\%$, $\text{PaO}_2 < 60$ Hgmm, $\text{PaCO}_2 > 40$ kPa, $\text{pH} < 7.3$



Management of acute severe asthma in adults in A&E: PEF 33-75% predicted



ESET BEMUTATÁS

- Nő, 33 éves
- Súlyos dyspnoeal jelentkezik a SMURD-on
- **Albuterol** nebulizáció elkezdve
- Nem lázas s nincs fertőzésre utaló jel
- Nincs válasz a nebulizációra, dyspnoe perzisztál
- **Kórelőzmény:**
 - 15 éve asthmás
 - 3 éve kortikoterápián van
 - 6 hónapja volt egy sürgősségi beutalása akut asthmás roham miatt
- **Allergia:** macskaszőr
- **Jelenlegi otthoni kezelése:** albuterol és egy hónapja megszakította a kortikoid kezelését (önakaratból)



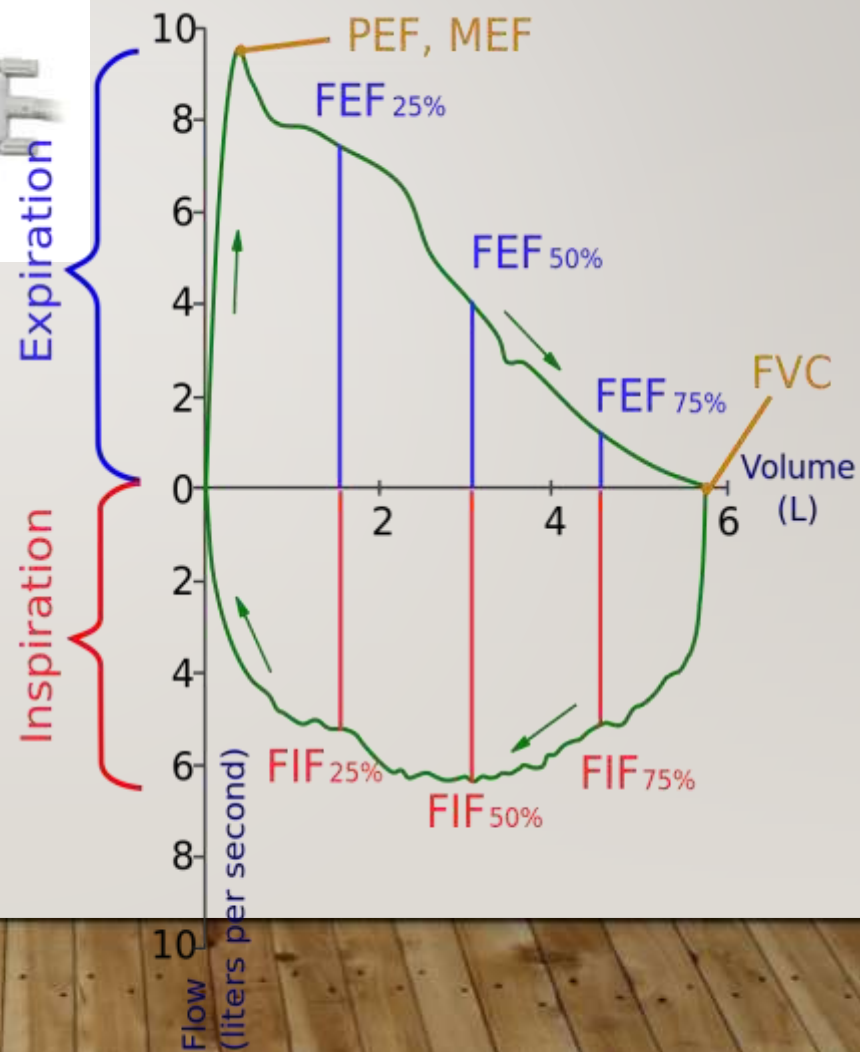
FIZIKÁLIS VIZSGÁLAT

- Szorong, nyugtalan, aggodalmaskodik
- Légzési frekvencia: 28/min, wheezing,
- Szív Frekvencia: 125/min, TA: 110/60, juguláris vénák nem tágultak, nincs ödéma, nem cianótikus,
- Temp: 36,5 C
- Nincs bőrkiütés

MELYIK ELJÁRÁSSAL LEHETNE FELMÉRNI A TÜDŐ LÉGZÉSI FUNKCIÓJÁT ?

- a) EKG
- b) Holter monitorizálás
- c) Kilégzési csúcsáramlás mérő (PEF meter)
- d) Spirometria





Mivel a sürgősségin elkezdtek a bronchodilatációs kezelést, nem tudjuk mi volt a kezdetlegi, kezelés előtti PEF

Más teszt javaslat, amivel fel lehetne mérni a tüdő légzési funkcióját valamint a szervezet oxigén ellátását?

- a) Artériális O_2 és CO_2 , szint, hemoleukogram, EKG
- b) Csak artériális O_2 és CO_2 szint
- c) Mellkas rtg, teophilin plazma koncentrációja, EKG
- d) Hemoleukogram, mellkas rtg, elektrolit szint



-
- Nem válaszol a nebulizálásra– **artériás punkció**
 - Ha lázas lenne, produktív köhögéssel: **hemoleukograma**
 - Teophilin kezelés esetén: **teophilin szint**
 - Diuretikum kezelés, szívelégtelenségben: **elektrolitok**
 - 50 év fölött, szívproblémák esetén: **EKG**
 - **Mellkasi rtg** nem rutinos eljárás, de pneumothorax lehet asthma komplikáció így javallt ha ez a gyanú fennt áll.

⁴⁹LABOR EREDMÉNYEK

Vérgáz:

- pH: 7,45
- PaCO₂: 30 Hgmm
- PaO₂: 88 Hgmm
- SaO₂: 94% FiO₂ 40%

Vérkép:

- Neutr: 64%
- Bazo: 2%
- Limfocite 26%
- Eozinofile: 4%

Hematocrit: 43%

Elektrolitok:

Na: 140 mEq/l;

K: 4,2 mEq/l;

Bicarbonat: 23 mEq/l,

Anion gap: 15

Urea: 20 mg/dl; **creat:** 0,8 mg/dl

Glikémie: 125 mg/dl

Vizelet: normális

Mellkas rtg: normális

ÉLETVESZÉLYES ÁLLAPOTBAN VAN A BETEG?

- igen
- nem



ÉLETVESZÉLYES ÁLLAPOTBAN VAN A BETEG?

- igen
- nem

Igen

- *Korábbi asthmás kiújulás, mely sürgősségi ellátást igényelt*
- *Megszakított kortikoterápia*
- *Nehezen kontrolálható roham*
- *Akut légzési elégtelenség*



- ▶ Kezelés: albuterol NEB 10-15 mg/óra + oxigenoterápia +
kortikoterápia
- ▶ 1 óra után: PEFR: 44%

Mi a következő lépés?

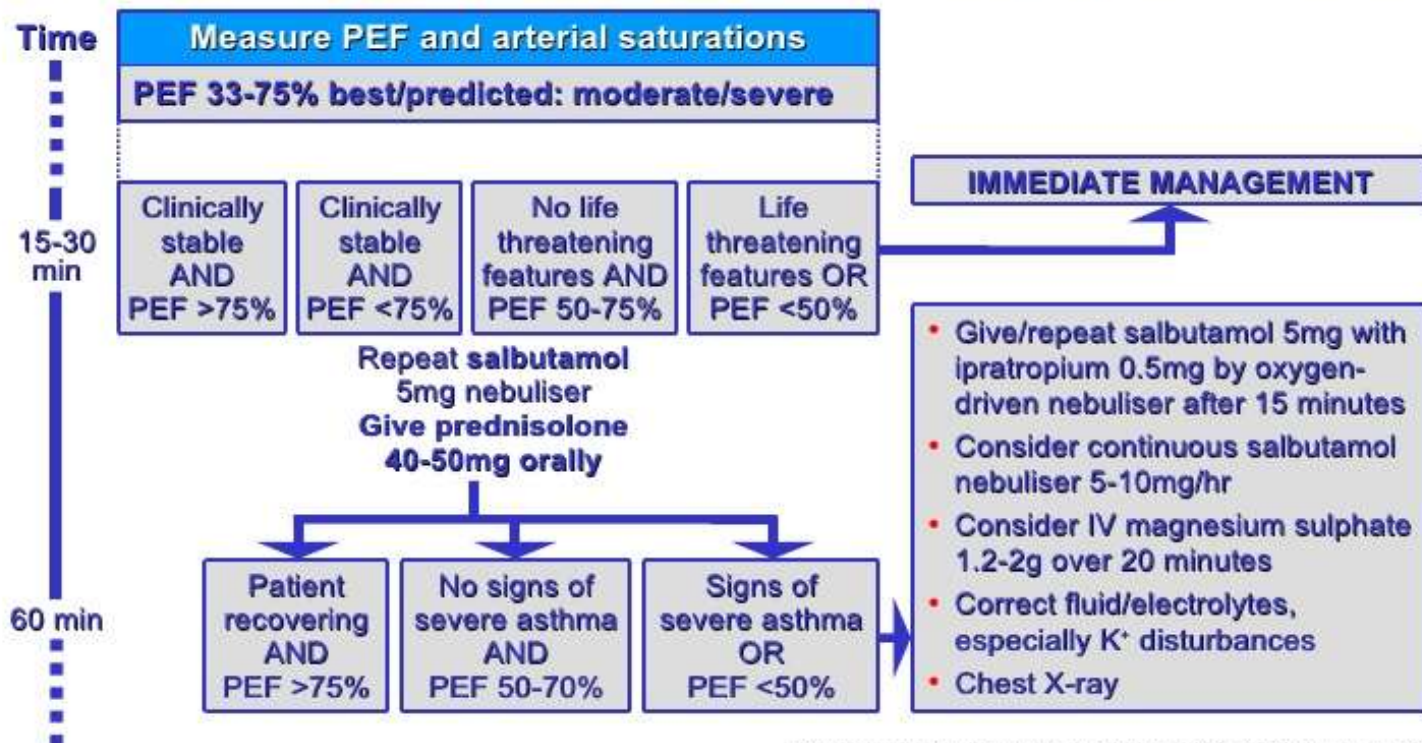
- a) Folytatni az albuterol és kortikoid kezelést
- b) Elkezdni a teophilin infúziót
- c) Intenzív terápiára való beutalás
- d) Megismételni a vérgáz analízist



- PEF 44% → ÉLET VESZÉLYES ASTHMA



Management of acute severe asthma in adults in A&E: PEF 33-75% predicted



C: INTENZÍV TERÁPIA!

- 1 órás kezelés után nincs javulás
- Súlyos dyspnoe
- PEFr < 50 %
- Hiperkapnia
- Mesterséges lélegeztetés
- Dekompenzálhat vaszkulárisan is

KEZELÉSI LÉPÉSEK INTENZÍV TERÁPIÁN

A. ELSŐSLEGES

- ❖ OXIGENOTERÁPIA: FIO_2
TITRÁLÁS SPO_2 94-98%
- ❖ SALBUTAMOL, ALBUTEROL
NEB
- ❖ IPRATROPIUM BROMIDE
NEB
- ❖ HIDROCORTISON,
PREDNISOLON IV

B. Másodlagos

- ❖ MgSO_4 intraven (IV)
- ❖ Salbutamol IV
- ❖ Ketamin IV
- ❖ Metilxantin IV
- ❖ Heliox INH
- ❖ Inhalatorikus anesztézia

C. Légútak biztosítása, komplikáció kezelése

❖ Lélegzés megsegítése, oxigénezés fenntartása

- Non inzaziv: NPPV (CPAP, BiPAP)
- Invaziv, intubálás: O_2 rezisztív hypoxia, progresszív hypercapnia, romló acidosis, tachypnoe, excesszív WOB, légzőizom fáradtság, tudatállapot változása, instabil haemodinamika
- ECMO

❖ Sebészeti: mellkas drén pneumothx

MELYIK KEZELÉSI LÉPÉST KEZDENÉTEK EL AZ INTENZÍV TERÁPIÁN?

Szükséges elkezdni antibiotikum terápiát?

- Igen
- Nem



NEM

- Csak ha jelen vannak a légúti fertőzésre utaló jelek
- Mint például?



BETEGÜNK MÁSODIK NAPJA VAN AZ ÍNTENZIVEN

▶ Első és másodvonalú kezelés elkezdve, **DE**

- Még mindig dyspnoés
- Még mindig spastikus
- Kezd kimerülni

Mi a helyes lépés?



- a) Megállítani a NEB
- b) Megismételni a metilxantin infuziót
- c) NEB-t IV Isoproterenolra cserélni
- d) Non invazív ventilálás

- Betegünk kezd fáradni, kimerülni
 - Elmagyarázva a procedurát, betegünk beleegyezik
-

- **Non invasiv ventilálás**

Nem mindenki tolerálja

Zajos, nedves (humidifikált oxigén)

Pozitív nyomás belégzés esetén

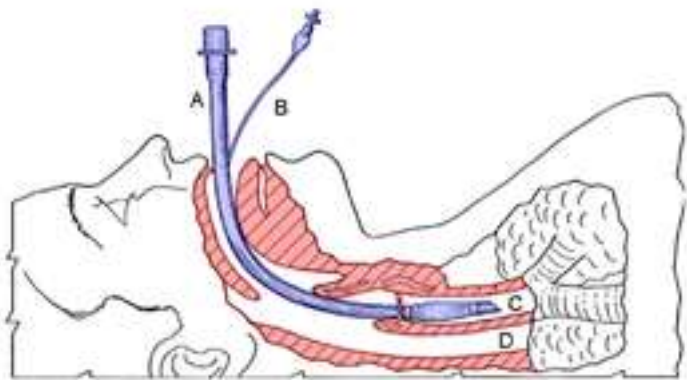
Éber beteg esetén

Pihenteti a légzőizmokat



GÉPI LÉLEGEZTETÉS JAVALLATAI ASTHMA ESETÉN

- Csökkent neurológiai státus
- Légzési kimerülés:
 - ↓ légzési frekvencia
 - Paradox légzés
 - Beszédképtelenség
 - Silent chest
 - Paradox pulzus eltűnése
- Súlyosbodó acidózis- ↑ lactát



LÉLEGEZTETÉSI PARAMÉTEREK ASTHMA ESETÉN

- peak flow rate > 100 L/min
- VT: 6-8 ml/kg
- Légzési frekvencia: 8-10/min
- I:E < 1:4
- plato nyomás < 30 H₂Ocm
- PEEP-0 kontrolált módban
- Peep < 85% az auto-PEEP-ből, aszisztált módban
- FiO₂ titrálni, ált 30-40 %

PROGNÓZIS

- 10-20% mortalitás intubált betegeknél
- 15% mortalitás 3 éven belül
- Externálás után:
 - Pneumológiai nyilván tartás
 - Beteg edukáció

MELYEK VOLTAK AZ ESET SAJÁTÓSSÁGAI?

- Beteg nem kompliens a krónikus kezeléssel
- Gyakori asthmás kiújulások
- PEF 44% az első neb után
- Életveszélyes állapot
- Nehezen reagál a NEB kezelésre
- Intenzív terápiás eset: non invazív lélegeztetés

LEHETSÉGES MULASZTÁSOK ASTHMÁSOKNÁL

- Nem felismerni a helyzet súlyosságát (súlyossági fokozat)
- Spirometria hiánya, nem kivitelezése
- Hely hiány az intenzíven
- Steroidok késői használata
- Gépi lélegeztetés és intubálás szív stop után

ARDS

ACUTE RESPIRATORY DISTRESS SYNDROME

- $\text{PaO}_2 / \text{FiO}_2 \text{ (P/F)} < 200$
- ALI :P/F < 300
- ALI:akut tüdővérülés



ALI / ARDS összehasonlítása

	ALI	ARDS
A betegség kezdete	Akut	Akut
PaO ₂ (Hgmm) / FiO ₂	< 300	< 200
Mellkasrtg	Kétoldali beszűrődés	Kétoldali beszűrődés
Pulm. éknyomás	< 19	< 19

Klinikai jelek:

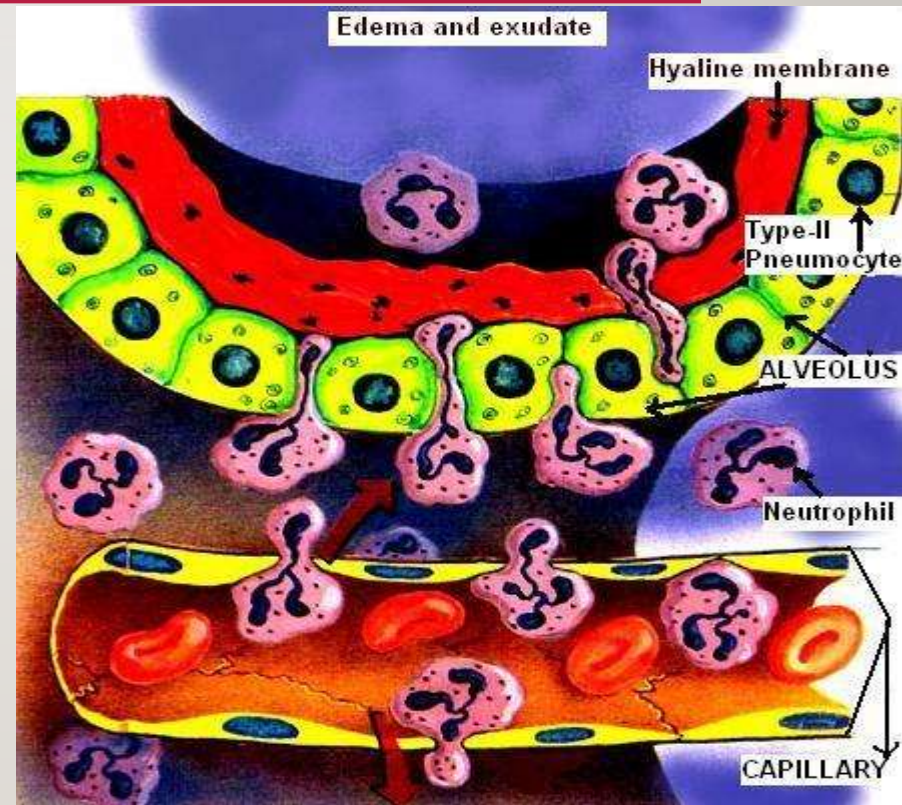
- tüdőödéma (emelkedett érpermeabilitás a gyulladásos válasz miatt).
- FiO₂ emelésére nem javuló hipoxia (= shunt).
- lélegeztetett betegnél a légúti nyomás növekszik.

ETIOLÓGIA

- Sokk formái
- Mellkasi trauma tüdő contusióval
- fertőzések
- fulladás
- Égés
- Toxikus gázok
- Akut pancreatitis
- Masszív transzfúzió
- DIC
- Eklampszia

PATÓFIZIOLÓGIA

- Alveo-kapilláris membrán sérülése
- ↑az alveo-kapilláris membrán permeabilitása
- Alveoláris és intersticiális ödéma



ALI



- 1-es fázis: exsudatív – 1 - 4 nap, reverszibilis: intersticiális ödéma , 1-es típusú pneumociták pusztulása, **nő a pulmonáris vénás shunt**
- 2-es fázis: korai proliferáció – 3 - 10 nap, reverszibilis: alveoláris fal vastagodás, hialin membrán kialakulása, 2-es típusú pneumocita proliferáció, **pulmonáris hipertenzió megjelenése**
- 3-dik fázis: késői proliferáció – 7 – 10 nap, irreverszibilis: alveoláris fal fibrózisa → **merev (stiff) tüdő**

ARDS

Kialakulás	7 nap az agresszió után		
Mellkasi Rx	Kétoldali matítások		
Pulmnáris ödéma eredete	Légzéselégtelenség melyet nem szívelégtelenség vagy folyadék túladagolás okoz		
Oxigénezés	Enyhe	Közepes	Súlyos
	$200 < \text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 300$	$100 < \text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 200$	$\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 100$
	PEEP vagy CPAP ≥ 5 cmH ₂ O	PEEP vagy CPAP ≥ 5 cmH ₂ O	PEEP vagy CPAP ≥ 5 cmH ₂ O

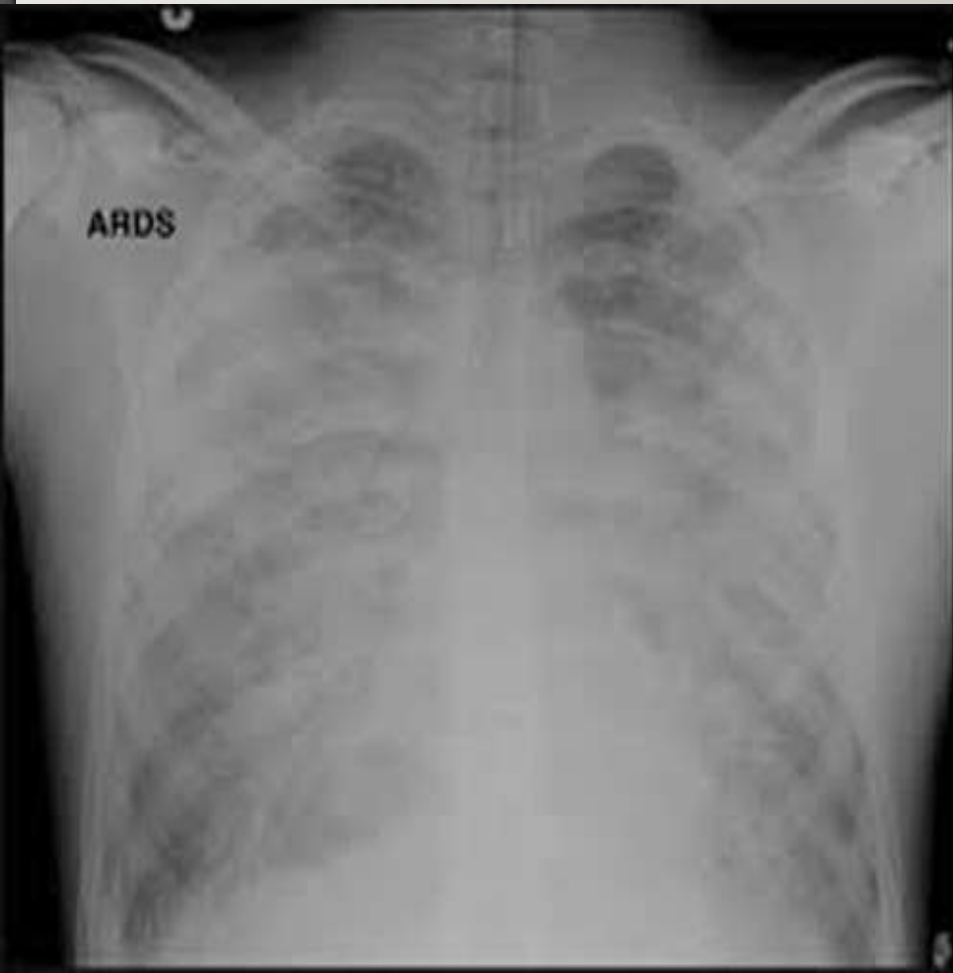
Chest X-ray of ARDS patient



Normal



ARDS



KEZELÉS

1. Hypoxaemia kezelése

Gépi lélegeztetés
Hasonfekvő testhelyzet
Surfactans

2. Tüdő intersticiális ödéma kezelése

Csökkentett folyadék bevitel
Diuretikumok

3. Pulmonáris hipertenzió csökkentése

Prosztaciklin
Nitrogén monoxid

4. Fertőzés profilaxis

Légútak nursingje
Száj higiénia
Mukolitikumok
Antibiotikumok

5. Korai táplálás

Parenterália
Enterális

6. DVT profilaxis

Lung-Protective Ventilation

ARDS Network, 2000: Multicenter randomized, 861 Pts

	Lung-protective ventilation	Conventional ventilation
Tidal Volume (ml/kg)	6	12
P_{plateau}	<30	<50
PEEP	Protocol	Protocol
Actual PEEP	8.1	9.1
Result (p<0.001)	31.0%	39.8%

Principle for FiO₂ and PEEP Adjustment

FiO₂	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
PEEP	5	5-8	8-10	10	10-14	14	14-18	18-24





