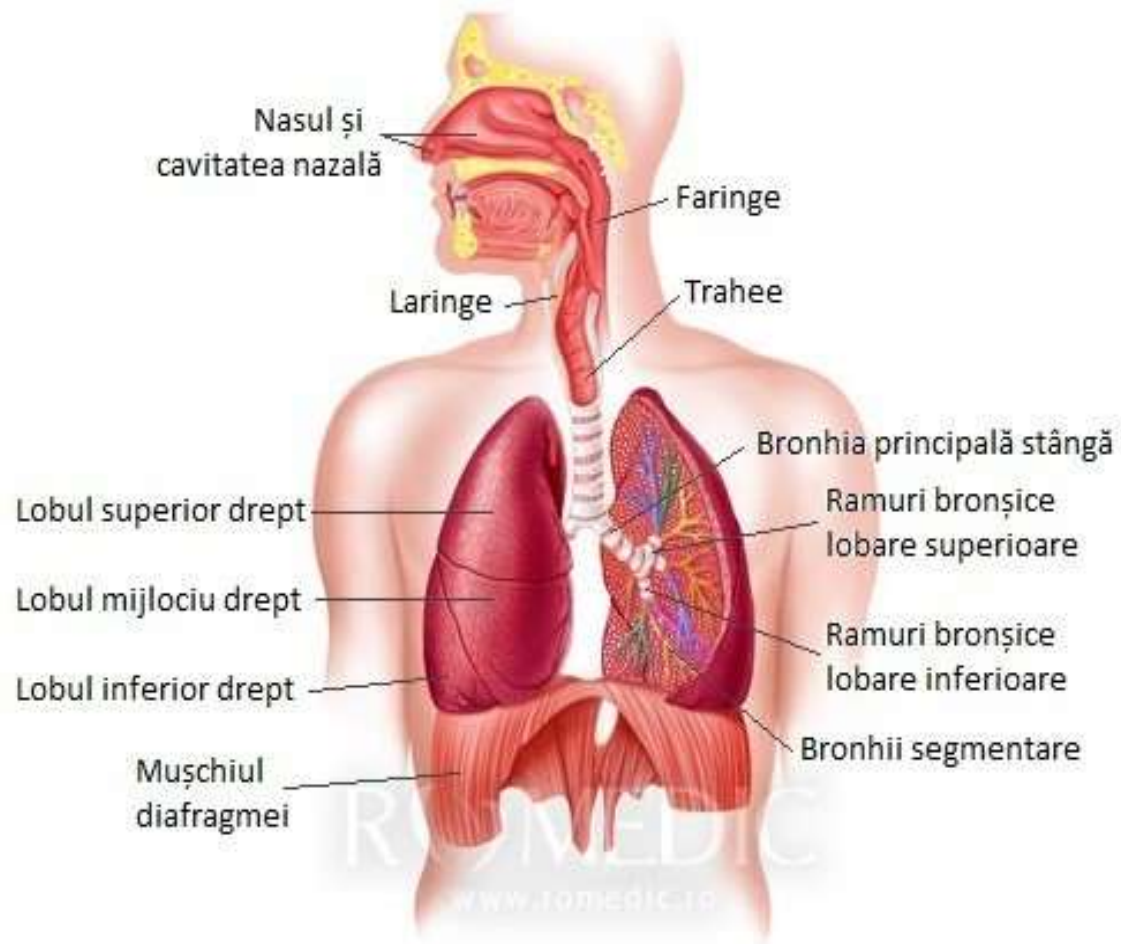


Insuficiența respiratorie acută



Funcțiile nerespiratorii ale plămânilor:

- ▶ **Condiționarea și purificarea aerului, sângelui**
- ▶ **Echilibrul acido-bazic**
- ▶ **Echilibrul hidro-electrolitic**



DEFINIȚIE

**Insuficiența respiratorie acută
– incapacitatea SR de a
asigura un schimb gazos
adecvat, la o fracție de inspir a
O₂ de 21%, la o presiune
atmosferică de 760mmHg**



Causes of Respiratory Failure

Failure to Ventilate

Neurological

Respiratory Center

Opioids, Anesthetics, Brain Injuries

Cervical Nerves C3,4,5

Spinal Injuries

Phrenic Nerves

Chest trauma, Surgery

Neuromuscular Junction

Neuromuscular Blockers

Myasthenia Gravis

Muscular

Myopathy

Steroids

Myasthenia Gravis

Polyneuropathy/Polymyopathy of Critical Illness

Diaphragm

Intercostals

Failure to Maintain Airway

Failure of Gas Flow:

Airway Obstruction

-Upper: teeth, tongue

-Glottic:

laryngeal edema

laryngospasm

-Lower: bronchospasm

Inhaled objects

Chest Wall

Flail Chest

Pleural Cavity

Pneumothorax

Hemothorax

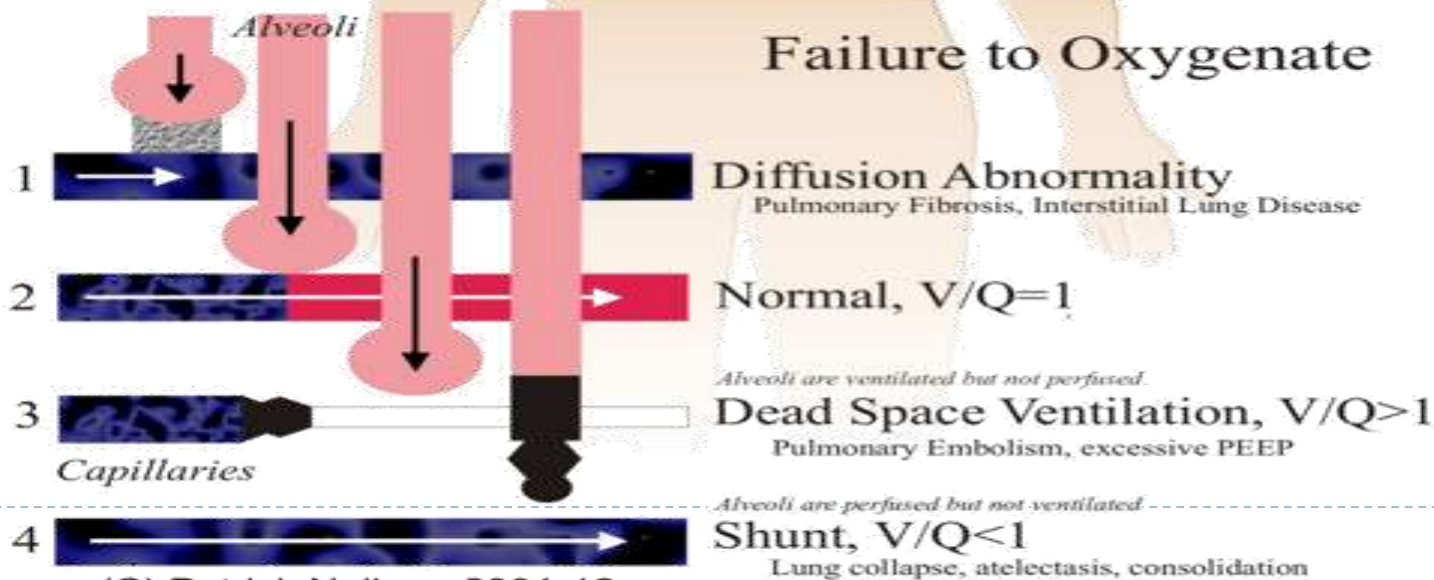
Pleural Effusion

Abdominal Compression

Ascites/Hemoperitoneum

Surgical Packs etc

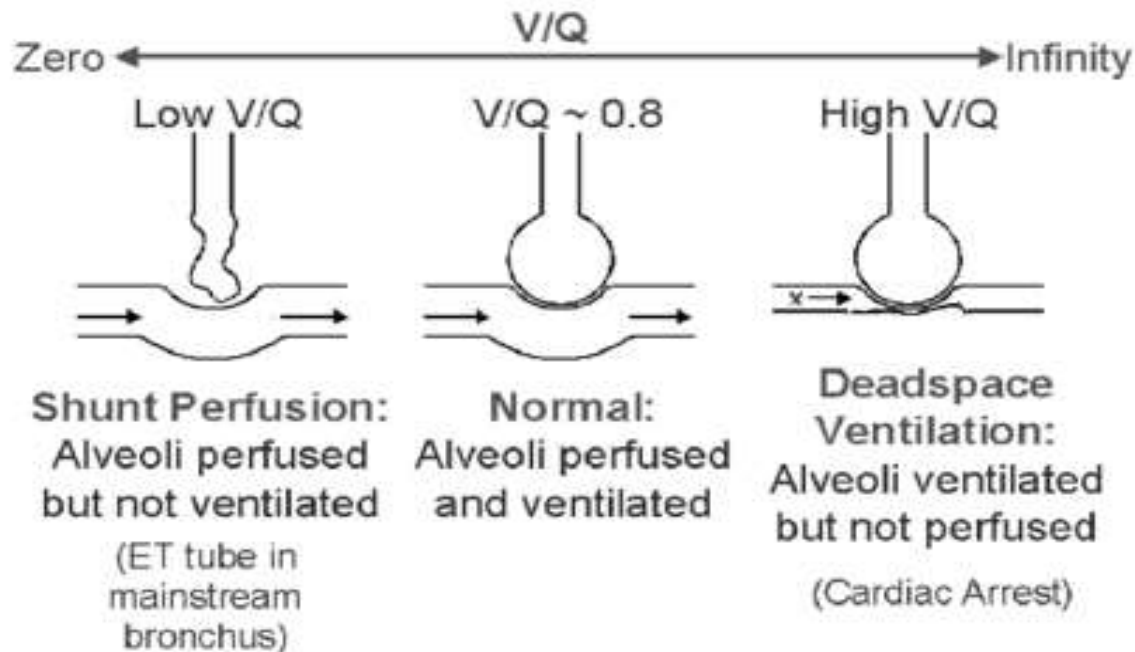
Failure to Oxygenate



Fiziopatologic

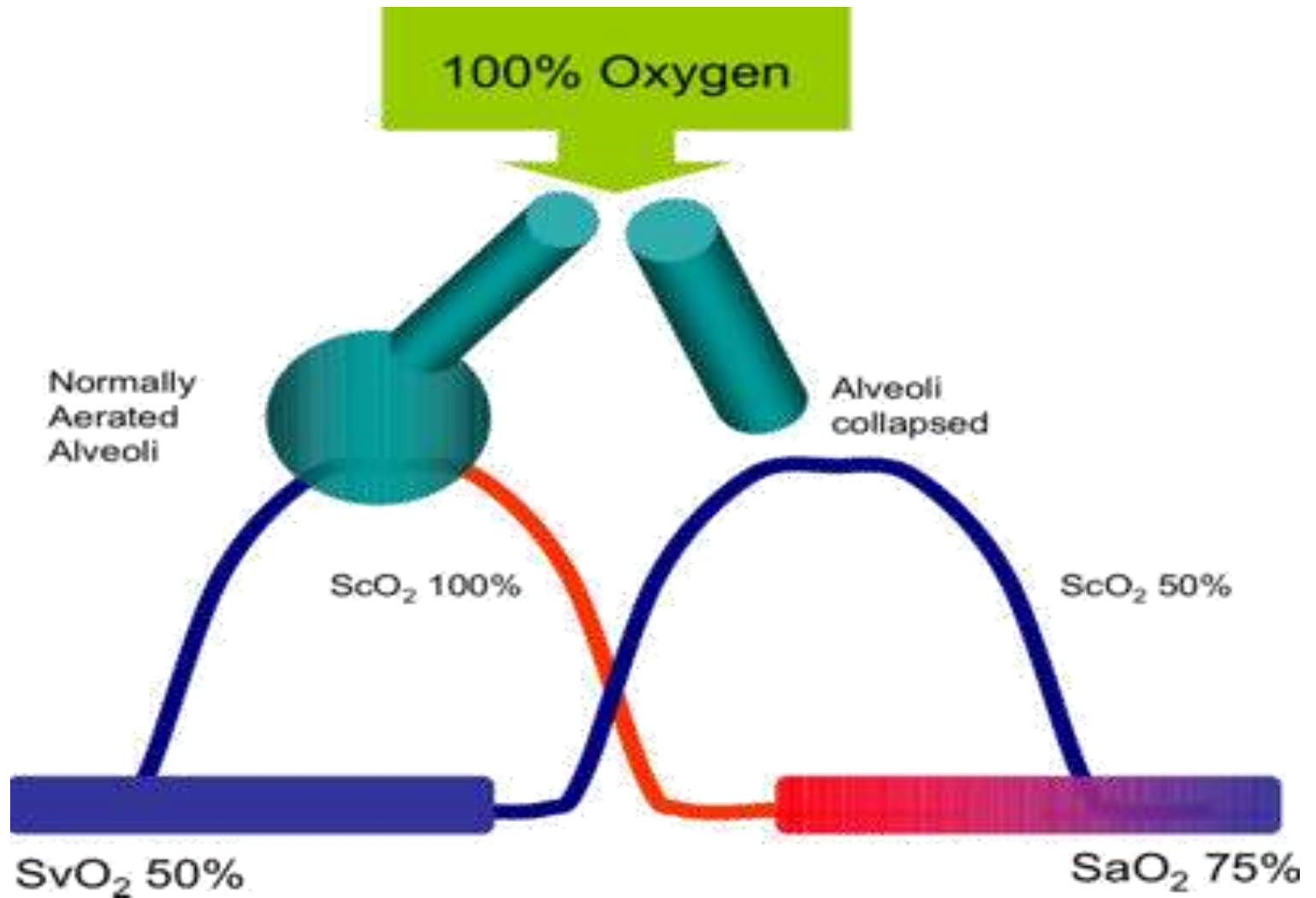
- ▶ ***Alterarea raportului ventilație-perfuzie***
 - ▶ ***Șuntul dreapta-stânga***
 - ▶ ***Tulburările de difuziune***
 - ▶ ***Hipoventilația alveolară***
-
- ▶ ***Debitul cardiac***

Alterarea raportului ventilație-perfuzie



Şuntul

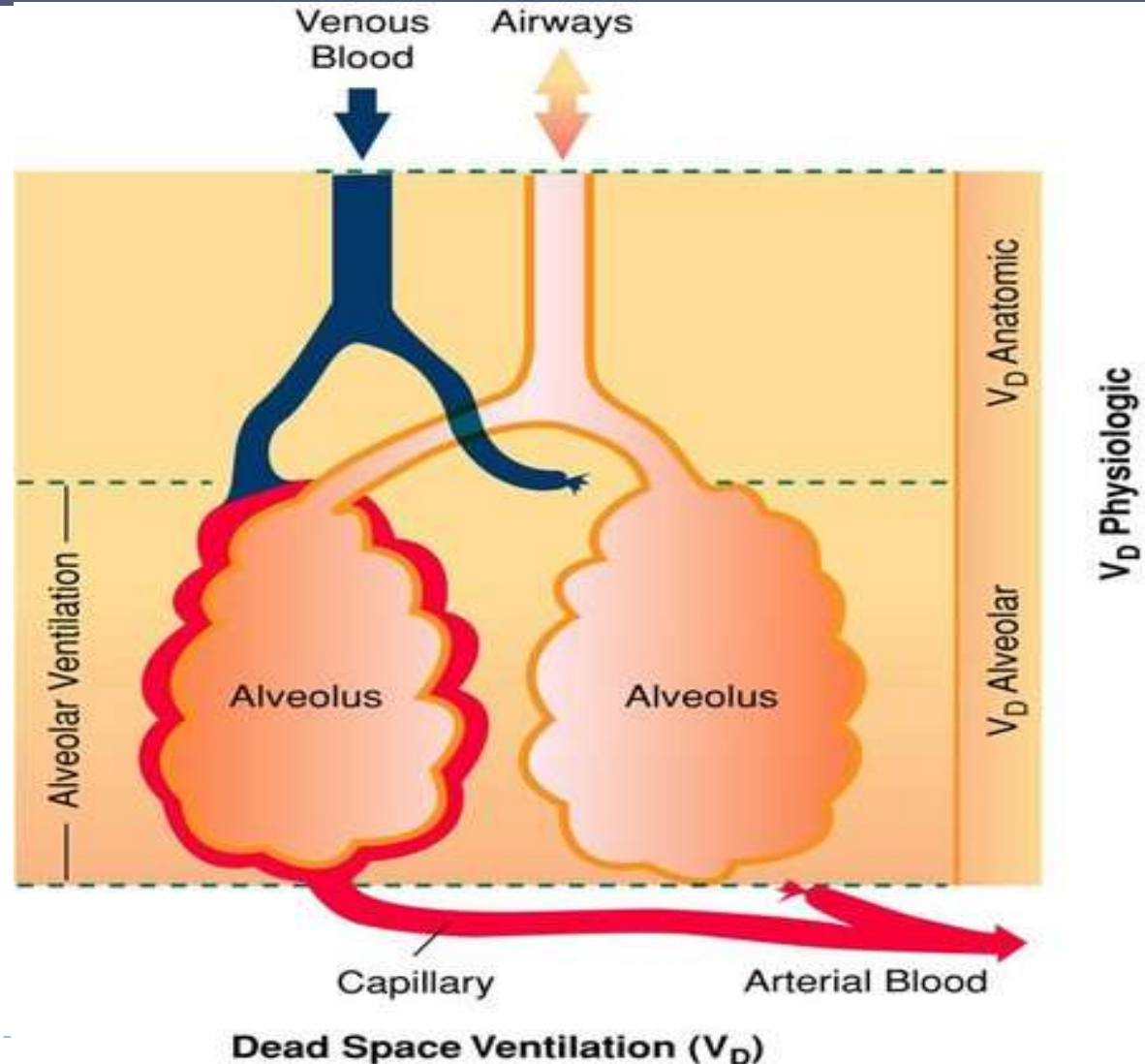
► $V/Q < 1$



Spațiul mort

Spațiul mort fiziologic:

- * **spațiul mort anatomic** - aerul conținut în căile aeriene (orofaringe, traheea)
- * **spațiul mort alveolar** - aerul conținut în teritoriile alveolare ventilate dar prost perfuzate



Aspecte fiziopatologice

- ▶ *Alterarea raportului ventilație-perfuzie*
- ▶ *Șuntul dreapta-stânga*
- ▶ *Tulburările de difuziune*
- ▶ *Hipoventilația alveolară*

- ▶ *Debitul cardiac*



Difuziunea gazelor (legea Fick)

Volumul de gaz care difuzează (V) depinde de:

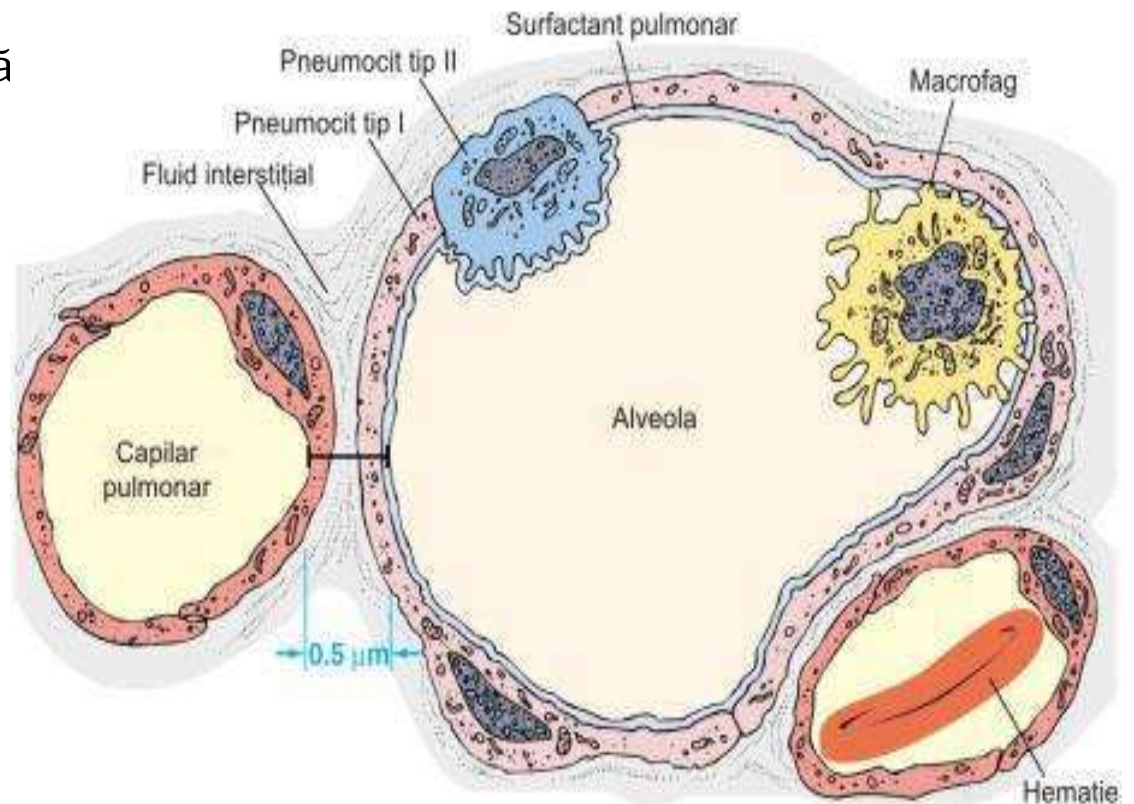
- ▶ **suprafața membranei (A)**
- ▶ **gradientul de presiune parțială între alveolă și capilar (A-a)**
- ▶ **coeficientul specific de difuziune al gazului (D)**
- ▶ **grosimea membranei (d)**

$$V = \frac{A \cdot P(A-a) \cdot D}{d}$$



Membrana alveolo-capilară

- ▶ surfactant alveolar
- ▶ pneumocit tip I
- ▶ membrană bazală alveolară
- ▶ spațiu interstițial
- ▶ membrană bazală capilară
- ▶ endoteliu capilar



1. **Reducerea suprafeței:**

- ✓ Emfizem
- ✓ Rezecții pulmonare
- ✓ Obstrucții bronșice
- ✓ Emboli pulmonari
- ✓ Anemie

2. **Îngroșarea:**

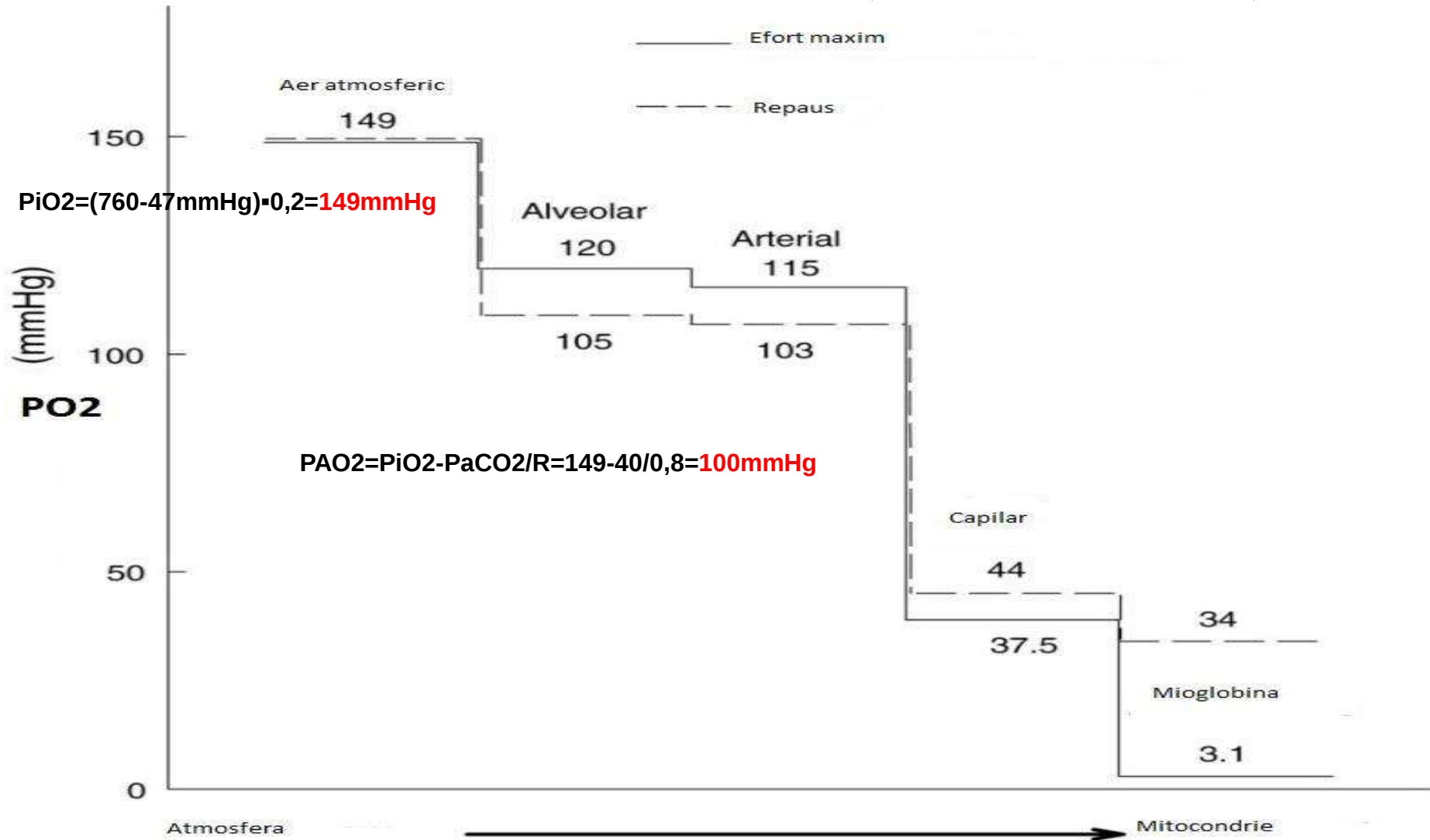
- ✓ Fibroză pulmonară
- ✓ Sarcoidoză
- ✓ Sclerodermie
- ✓ IC congestivă

3. **Diverse:**

- ✓ Presiunea crescută a CO₂ la fumători
 - ✓ Sarcina
-

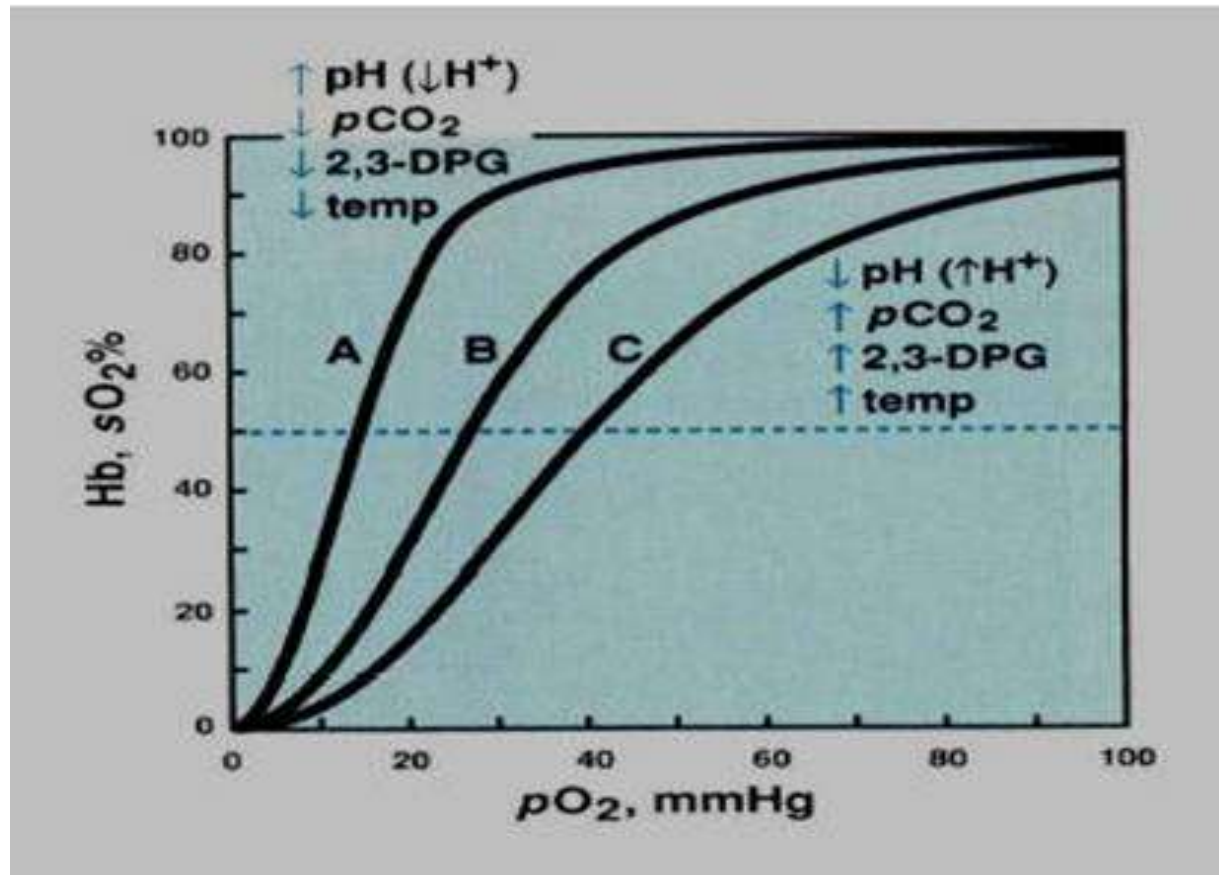


Gradientul presional (cascada O2)



OxiHb

(PaO₂-SpO₂)



Difuziunea O₂ prin membrana alveolo-capilară

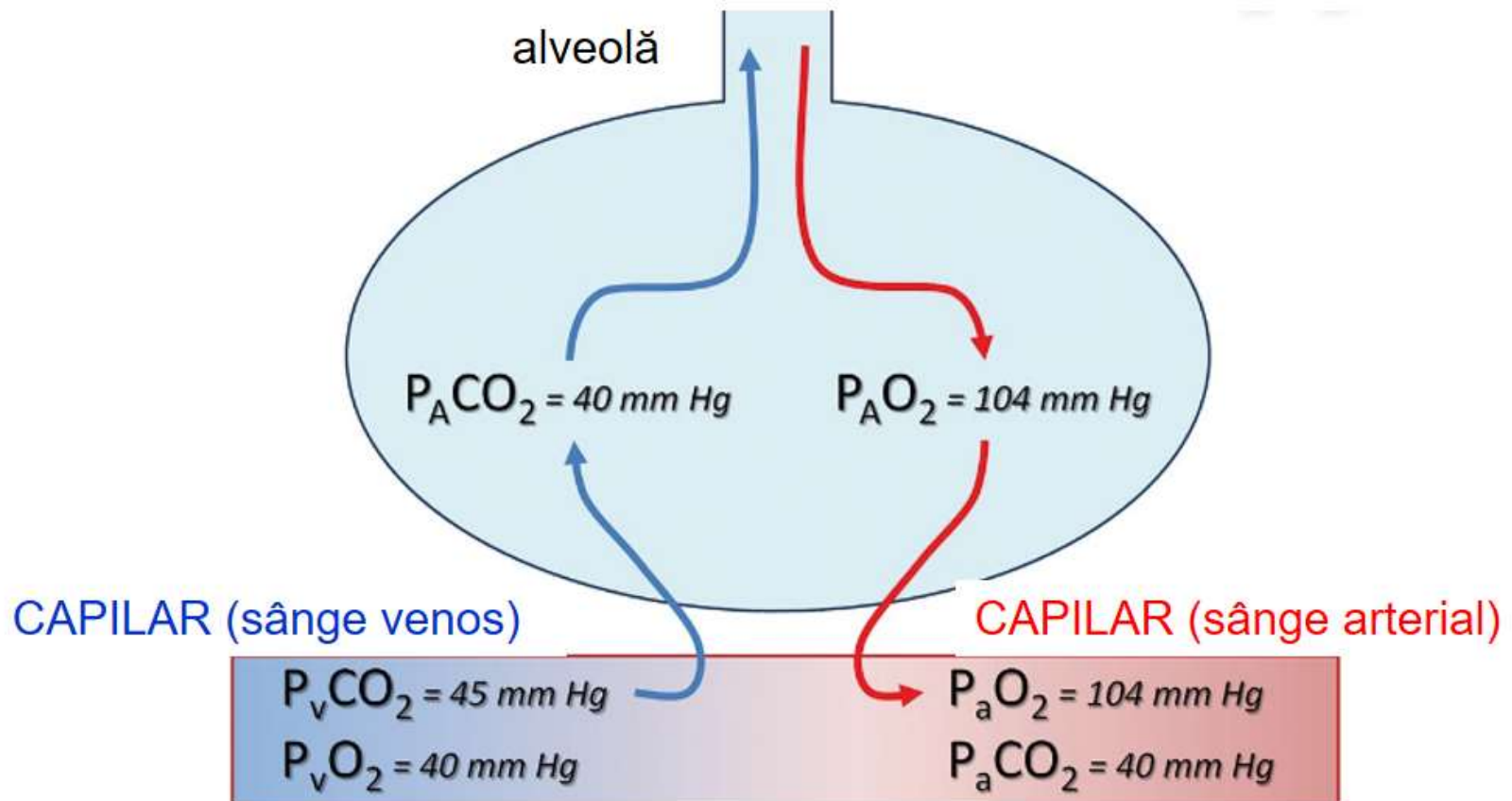
Ideal

$$PAO_2 = PaO_2$$



P(A-a) Gradient

$$P(A-a)O_2 = P_AO_2 - PaO_2$$

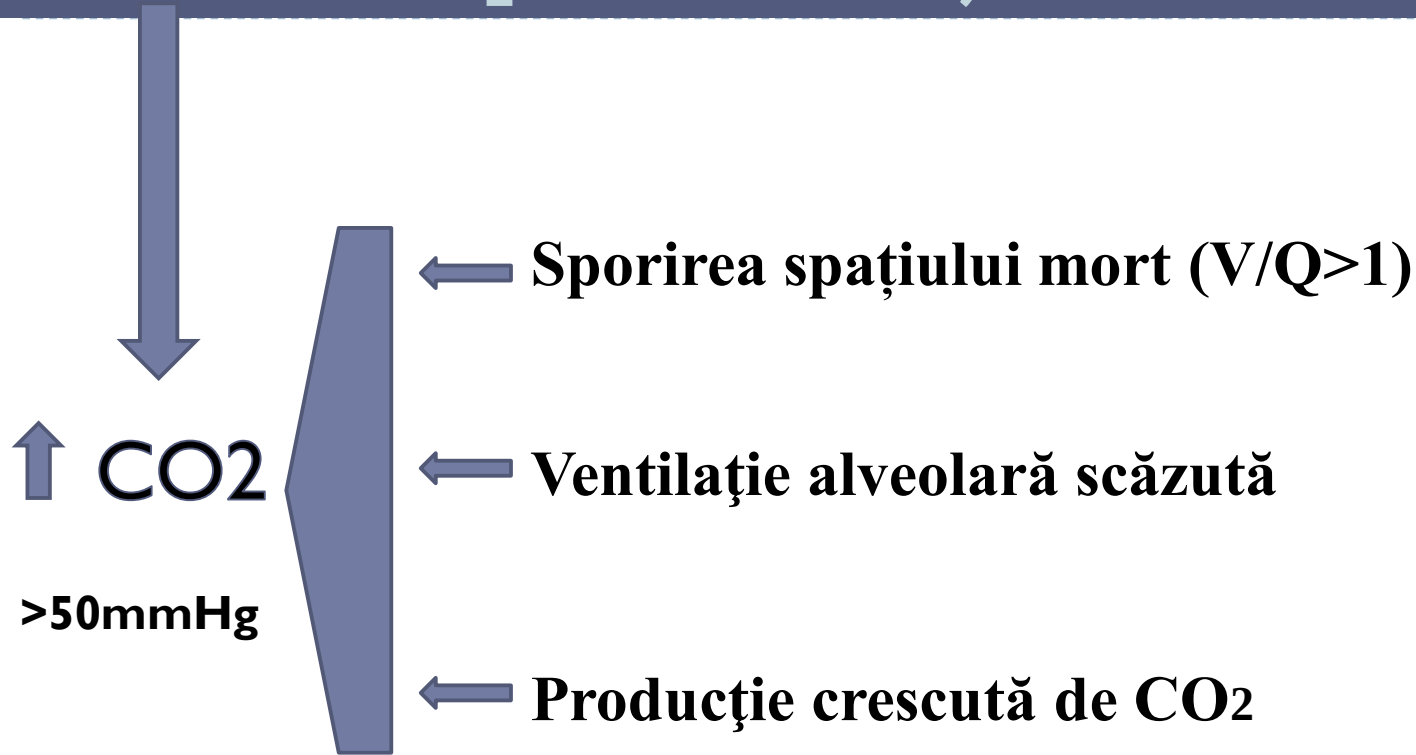


Aspecte fiziopatologice

- ▶ *Alterarea raportului ventilație-perfuzie*
- ▶ *Șuntul dreapta-stânga*
- ▶ *Tulburările de difuziune*
- ▶ *Hipoventilația alveolară globală*
- ▶ *Debitul cardiac*



Hipoventilația alveolară globală (cauze extrapulmonare)



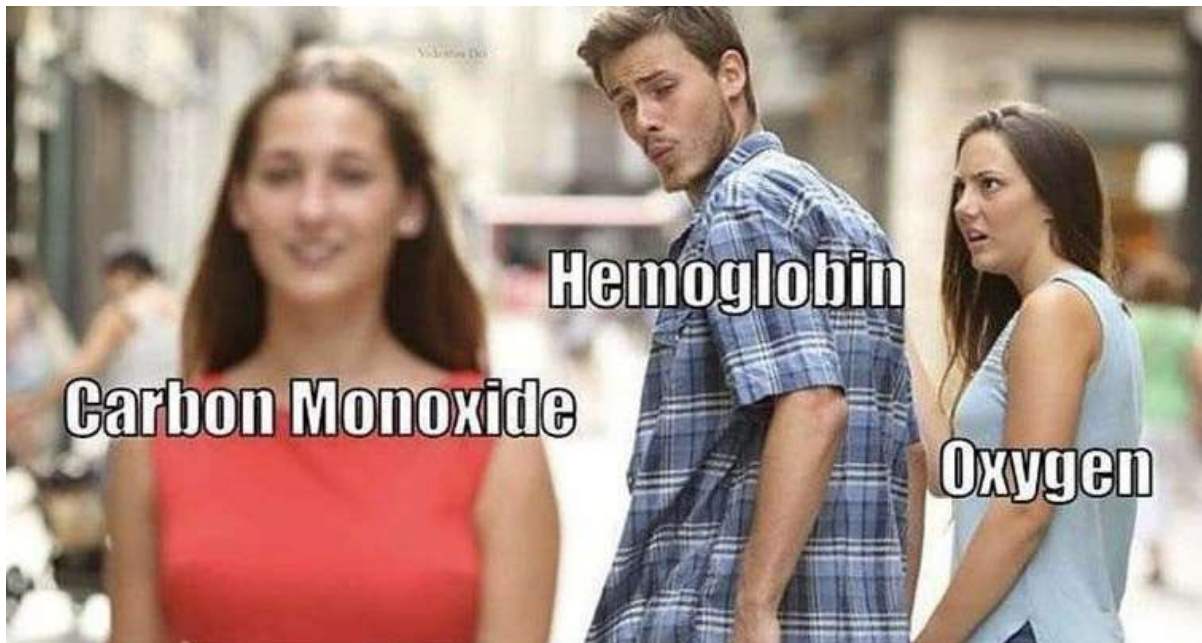
P(A-a)O₂ se menține normal



Coeficientul de difuziune alveolo-capilar

La 37°C, la o presiune de 760 mmHg coeficientul de solubilitate:

- ▶ **O₂ - 0,0244** ml/mmHg/ml H₂O
- ▶ **CO₂ - 0,592** ml/mm Hg/ml H₂O



Conținutul arterial de O₂ (CaO₂) și livrarea de O₂ (DO₂)

- ▶ $CaO_2 = [1,34 \cdot Hb \cdot SaO_2 / 100] + 0,003 \cdot PaO_2 = 20,8 \text{ ml}$
- ▶ $DO_2 = DC \cdot CaO_2$



CLASIFICARE

*I. Insuficiența respiratorie **hipoxemică***

prin alterarea membranei alveolo-capilare

$\text{PaO}_2 \leq 60 \text{ mmHg}$

PaCO_2 normală sau scăzută

- ▶ patologii pulmonare parenchimatoase (edem pulmonar cardiogen și noncardiogen, SDRA, embolia arterei pulmonare, pneumonii) și interstițiale (citomegalovirus);
- ▶ inhalare de gaze sufocante, aspirația diferitor lichide;
- ▶ stări cu risc înalt de aspirație (comă, epilepsie, stază gastrică, momentul inducției anestezice și detubării);
- ▶ IRA prin decompensarea unei IR cronice;

II. **Insuficiența respiratorie** **hipercapnică**

$PaCO_2 \geq 50$ mmHg

- *Hipercapnia este o consecință a creșterii producerii CO_2 (sepsis, febră, arsuri) sau a scăderii eliminării în expir*
- traume și patologii ale cutiei toracice (fracturi de coaste cu volet costal, cifoscolioză), patologii ale pleurei (pneumotorax, exudat pleural);
- dereglări neuro-musculare (miopatii, neuropatii, Miastenia Gravis);
- inhibarea SNC (preparate medicamentoase, dereglări de somn, ischemia SNC, trauma cerebrală, anestezia);
- funcționare defectată a aparatului de ventilare;
- intervenții chirurgicale pe cutia toracică;
- sindromul de compartiment abdominal.

CLASIFICARE

III Insuficiența respiratorie perioperatorie

- ▶ Sporește atelectazia datorită capacității reziduale funcționale scăzute, dependentă de presiunea intraabdominală
- ▶ Deseori evoluează în tipul I sau II
- ▶ Poate fi ameliorată de tehnica anestezică sau operatorie, postură, analgezia postoperatorie, scăderea presiunii intraabdominale

IV Insuficiența respiratorie în șoc

- ▶ Descrie pacienții intubați și ventilați în procesul de resuscitare, în șoc



CLASIFICARE în funcție de durată

► Acută

- Se dezvoltă fără boală pulmonară sau pe fondul unei insuficiențe cronice
- Se dezvoltă în minute sau ore, deci pH scade sub 7,3

► Cronică

- Se dezvoltă în câteva zile sau mai mult, permite compensarea renală sau creșterea bicarbonatului, pH este scăzut puțin
1. Hipoxemia alveolară potențată de hipercapnie cauzează vasoconstricția arteriolelor pulmonare
 2. Rezistența vasculară pulmonară crescută crește postsarcina VD și generează insuficiență
 3. Hepatomegalie, edeme periferice, ***cord pulmonar***



PaO₂; PaCO₂

- ▶ **PaO₂** este marker-ul eficienței **oxigenării**
- ▶ **PaCO₂** este un marker al eficienței **ventilației**

PaO₂/FiO₂



Hipoxemia

Statut neurologic

- ▶ Cefalee, fatigabilitate
- ▶ **Agitație psiho-motorie**
- ▶ Confuzie, stupor
- ▶ Convulsii

Statut hemodinamic

- ▶ Tahicardie
- ▶ Aritmii
- ▶ HTA
- ▶ HTP
- ▶ Hipotensiune arterială



Hipercapnia

Statut neurologic

- ▶ Cefalee
- ▶ HPIC
- ▶ **Somnolență, comă**

Statut hemodinamic

- ▶ HTA
- ▶ HTP
- ▶ Hipotensiune arterială



Diagnostic: **clinica**

- ▶ Hipotensiune cu hipoperfuzie ? sepsis sever sau embol pulmonar
- ▶ Hipertensiunea cu hipoperfuzie ? edem pulmonar cardiogen
- ▶ Wheezing (respirație șuierătoare) ? obstrucția căilor aeriene:
 - Bronhospasm
 - Secreții
 - Edem pulmonar



Diagnostic: istoric

- ▶ Pneumonia ? tuse, producere de spută, durere toracică
- ▶ Embol pulmonar ? respirații superficiale sau durere toracică
- ▶ BPOC acutizare ? istoric de fumător, tuse, spută
- ▶ Tahicardia și aritmiile, durere toracică, dispnee paroxistică nocturnă, ortopnee ? edemul pulmonar cardiogen
- ▶ Venele jugulare turgescente ? hipertensiune pulmonară



Diagnostic: laborator

▶ EAB

- ✓ Cuantifică magnitudinea schimbărilor gazoase
- ✓ Identifică tipul și cronicitatea insuficienței respiratorii

▶ AGS

- ✓ Leucocitoza și devierea spre stânga sau leucopenia - infecție
- ✓ Trombocitopenia poate sugera sepsis
- ✓ Anemia poate cauza edemul pulmonar cardiogen
- ✓ Policitemia ne sugerează hipoxemie cronică



Diagnostic: laborator

▶ Markerii serologici cardiaci

- ✓ Troponina, Creatine kinase - MB fraction
- ✓ B - type natriuretic peptide (BNP)

▶ Microbiologia

- ✓ sputa/aspirațiile traheale/aspirațiile/lavajul bronhoalveolar
- ✓ sânge, urină, pleurale ș.a.



Diagnostic: investigații

▶ Radiografia toracică

- ✓ Identifică patologia peretelui toracic, patologia pleurală și pulmonară parenchimatoasă și distinge dereglările ce au cauzat primar disproporția V/Q

▶ Electrocardiograma

- ✓ Identifică aritmii, ischemie, disfuncții ventriculare

▶ Echocardiografia

- ✓ Identifică disfuncție ventriculară dreaptă sau stângă



Diagnostic: investigații

- ▶ Teste pulmonare funcționale/spirometrie
 - ✓ Identifică obstrucție, restricție, anormalități ale difuziunii gazelor
 - ✓ Dificil de realizat în patologiile critice

- ▶ Bronhoscopie
 - ✓ Obține biopsie pentru histologie, citologie și microbiologie
 - ✓ Poate fi insuficient de rapidă în patologiile critice



Managementul IR

▶ Resuscitarea - stabilizarea și prevenirea deteriorării stării:

- ✓ Oxigenarea
- ✓ Controlul căilor aeriene
- ✓ Managementul ventilator
- ✓ Stabilizarea circulației
- ✓ Bronhodilatatori

▶ Terapia desfășurată:

- ✓ Investigații și diagnostic diferențial
- ✓ Plan terapeutic ajustat diagnosticului



Indicațiile oxigenoterapiei

- ▶ Insuficiența respiratorie
- ▶ Infarctul de miocard
- ▶ Astmul bronșic
- ▶ Intoxicația cu monoxid de carbon
- ▶ Anemia severă
- ▶ Perioperator/perianestezic
- ▶ Stările de șoc
- ▶ Post traumatic



Complicațiile oxigenoterapiei

- ▶ **Hipoventilare ("narcoza cu CO₂")**
- ▶ **Atelectazii de absorbție**
- ▶ **Toxicitate pulmonară**
 - ✓ Modificări patologice ale parenchimului
 - ✓ Gravitatea leziunilor e proporțională cu durata expunerii și FiO₂
 - ✓ Deprimarea funcției mucociliare , tablou de traheobronșită acută
- ▶ **Fibroplazia retrolentală la copii prematuri (decolare retiniană)**



Indicațiile suportului ventilator mecanic

- ▶ *deficitul de permeabilitate/protejare a căii aeriene:*
 - ✓ alterări ale stării de conștiență cu pierderea reflexelor de protecție a căii aeriene (reflexul faringian/tuse) **GCS=8p.**
 - ✓ procese patologice ce alterează permeabilitatea căii aeriene (încărcare traheo-bronșică semnificativă, persistentă, obstrucție, edem laringian, angină Ludwig)
 - ✓ pericol de pierdere a controlului căilor aeriene (stridor laringian, traumă vertebromedulară cervicală)

• **SpO₂ < 90% sau PaO₂ < 60 mm Hg**

• **PaCO₂ > 55 mmHg**



Indicațiile suportului ventilator mecanic

▶ *respirator*

- ✓ insuficiența respiratorie

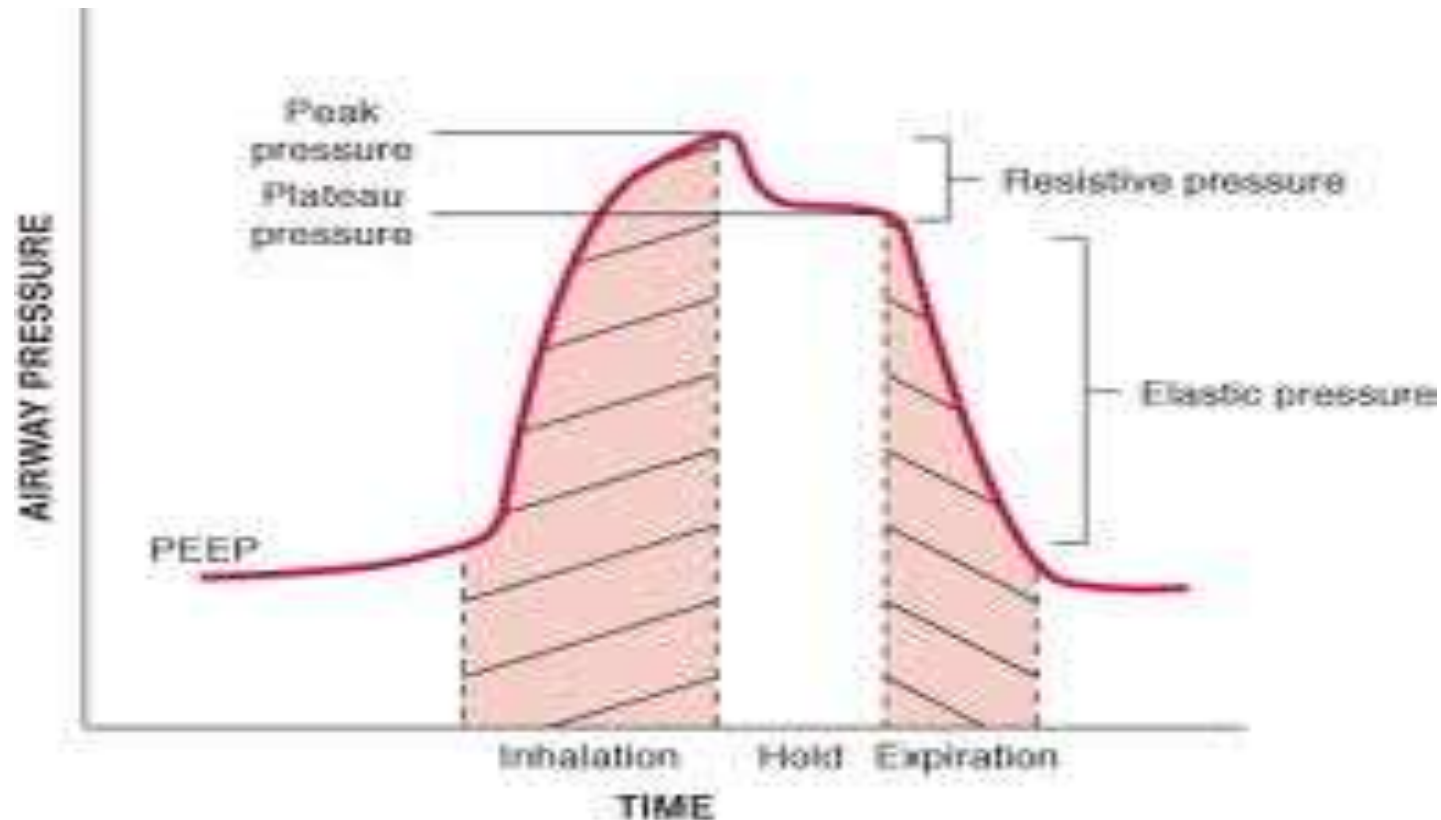
▶ *circulator*

- ✓ stop cardio-respirator
- ✓ șoc

- **SpO₂ < 90% sau PaO₂ < 60 mm Hg**
- **PaCO₂ > 55 mmHg**



PEEP – presiune pozitivă la sfârșitul expirului



PEEP:

- ▶ Crește capacitatea reziduală funcțională
- ▶ Determină recrutarea alveolară (reapariția ventilației în teritoriile alveolare colabate)
- ▶ Împiedică rekolabarea
- ▶ Scade fracția de șunt și ca rezultat crește PaO_2
- ▶ Permite scăderea concentrației inspiratorii a O_2 ($\text{FiO}_2 < 0,6$) la valori netoxice



Sevrajul de ventilator

Impune condițiile:

- ▶ Procesul patologic pentru care a fost inițiată ventilația mecanică în rezoluție/ameliorare
- ▶ Bolnav conștient, fără efecte reziduale ale sedării sau relaxării musculare
- ▶ Reflexe de protecție a căii aeriene
- ▶ Oxigenare adecvată ($\text{SpO}_2 > 90-92\%$, $\text{PaO}_2 > 60\text{mmHg}$) cu PEEP $< 8\text{ cmH}_2\text{O}$ și $\text{FiO}_2 < 0,4$
- ▶ $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \geq 200$
- ▶ Minut volum 5-8 l/min, $\text{VT} \geq 5\text{ml/kg}$
- ▶ T 36-38 gr.C
- ▶ Stabil hemodinamic (Dopamină $< 5\text{mcg/kg/min}$), FCC $< 140/\text{min}$, TAS 90-180mmHg
- ▶ Normalizarea tabloului radiologic

Insuccesul testului respirației spontane:

- ▶ FMR >35/min
- ▶ SpO₂ < 90%
- ▶ FCC >140/min sau accelerarea cu 20% în raport cu valoarea start
- ▶ TAS >180 sau < 90 mmHg
- ▶ Agitație
- ▶ Transpirație
- ▶ Respirație paradoxală, retracție intercostală, participarea aripilor nasale



Sindromul de Detresă Respiratorie Acută

cea mai severă manifestare respiratorie dintr-un spectru de răspunsuri care apar pe post de complicații ale diverselor stări severe patologice sau traumatismelor

Se manifestă prin lezare pulmonară nespecifică, insuficiență respiratorie acută hipoxemică, scăderea progresivă a complianței pulmonare și difuziunii O₂ prin membrana alveolo-capilară, prezența infiltratelor pulmonare bilaterale, în absența unei cauze cardiace cu hipertensiune atrială stângă.



Etiologie

pulmonară:

- ▶ aspirația diferitor lichide.
- ▶ stări cu risc înalt de aspirație (*comă, epilepsie, stază gastrică, momentul inducției anestezice și detubării sondei traheale*)
- ▶ inhalarea diferitor substanțe toxice.
- ▶ infecția pulmonară
- ▶ pneumonită postradiantă.
- ▶ embolia și tromboza arterei pulmonare.
- ▶ expansiunea rapidă a plămânilor în caz de pneumotorax sau hidrotorax.
- ▶ intervenții chirurgicale pe cutia toracică.

extrapulmonară:

- ▶ MODS
- ▶ Sepsis
- ▶ SIRS
- ▶ șocul de diversă etiologie (șoc septic, hemoragic, traumatic, alergic, hipertermic, hipotermic).
- ▶ infecții (*peritonite ș.a.*)
- ▶ traumatisme (*cranio-cerebrale,combustii, etc.*)
- ▶ CID
- ▶ transfuzii masive (*sindromul TRALI*).
- ▶ pancreatite severe
- ▶ intervenții chirurgicale laborioase.

SDRA

Table 3. The Berlin Definition of Acute Respiratory Distress Syndrome

Acute Respiratory Distress Syndrome	
Timing	Within 1 week of a known clinical insult or new or worsening respiratory symptoms
Chest imaging ^a	Bilateral opacities—not fully explained by effusions, lobar/lung collapse, or nodules
Origin of edema	Respiratory failure not fully explained by cardiac failure or fluid overload Need objective assessment (eg, echocardiography) to exclude hydrostatic edema if no risk factor present
Oxygenation ^b	
Mild	$200 \text{ mm Hg} < \text{PaO}_2/\text{FIO}_2 \leq 300 \text{ mm Hg}$ with PEEP or CPAP $\geq 5 \text{ cm H}_2\text{O}$ ^c
Moderate	$100 \text{ mm Hg} < \text{PaO}_2/\text{FIO}_2 \leq 200 \text{ mm Hg}$ with PEEP $\geq 5 \text{ cm H}_2\text{O}$
Severe	$\text{PaO}_2/\text{FIO}_2 \leq 100 \text{ mm Hg}$ with PEEP $\geq 5 \text{ cm H}_2\text{O}$

Abbreviations: CPAP, continuous positive airway pressure; FIO₂, fraction of inspired oxygen; PaO₂, partial pressure of arterial oxygen; PEEP, positive end-expiratory pressure.

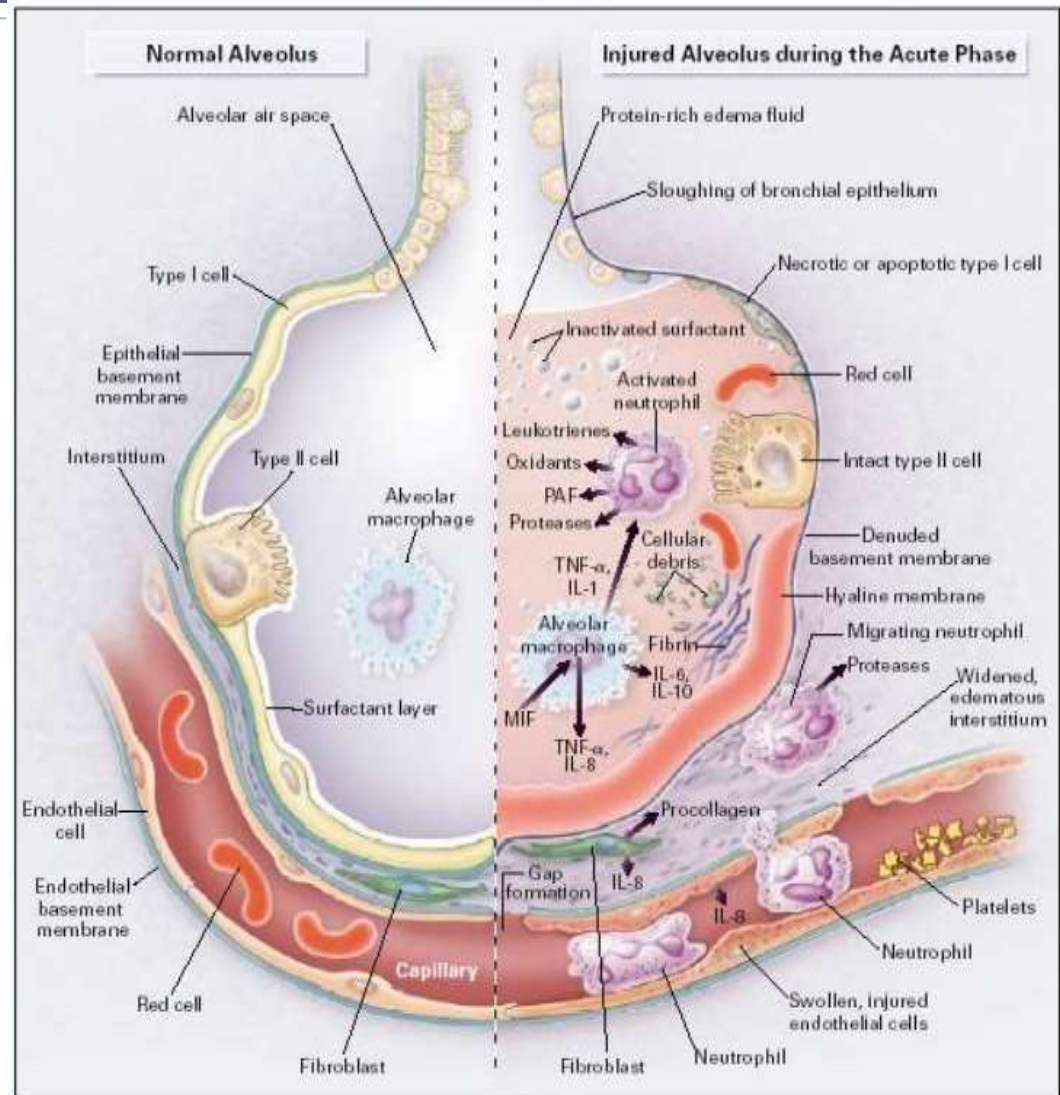
^aChest radiograph or computed tomography scan.

^bIf altitude is higher than 1000 m, the correction factor should be calculated as follows: $[\text{PaO}_2/\text{FIO}_2 \times (\text{barometric pressure}/760)]$.

^cThis may be delivered noninvasively in the mild acute respiratory distress syndrome group.

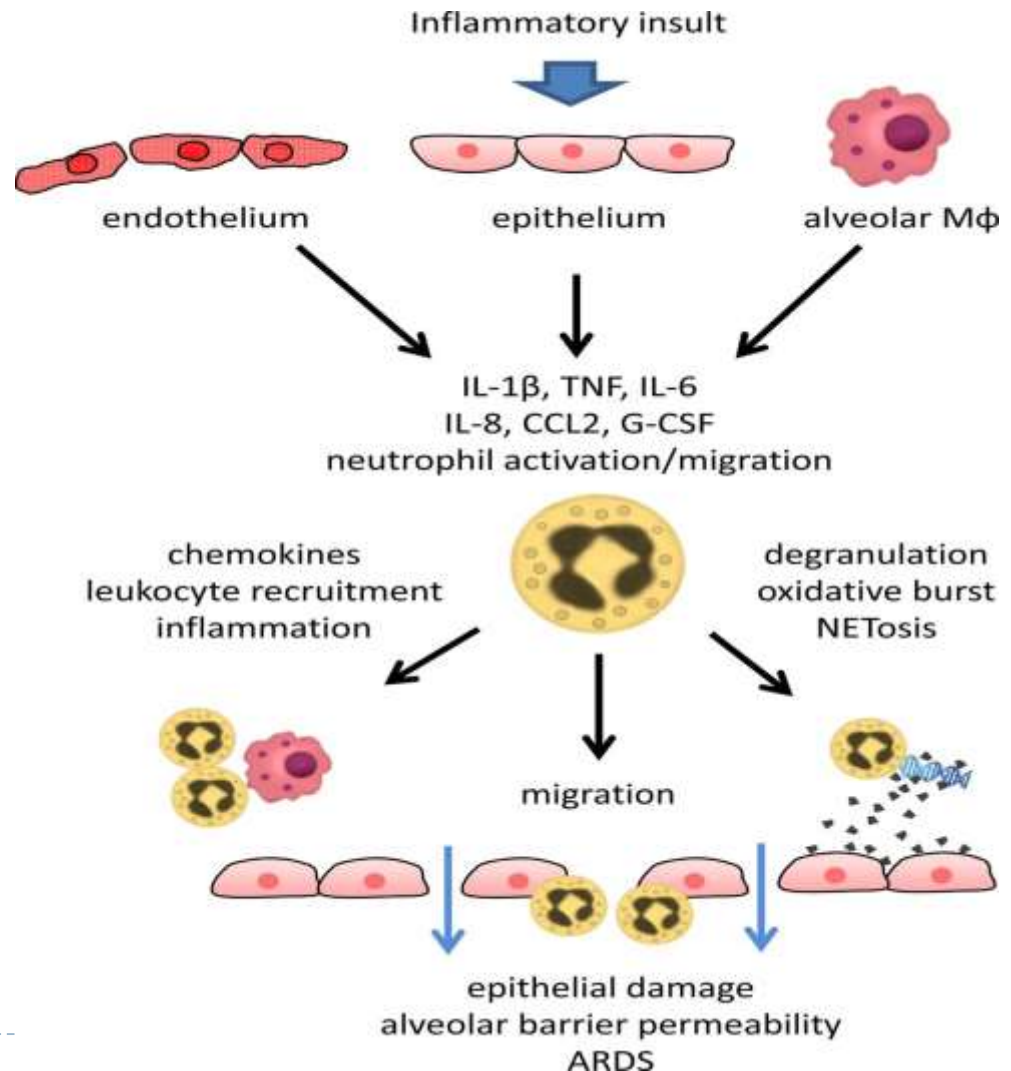
Patofiziologie

- Faza de leziune
- Faza inflamatorie
- Faza proliferativă
- Faza de fibroză
- Faza de rezoluție



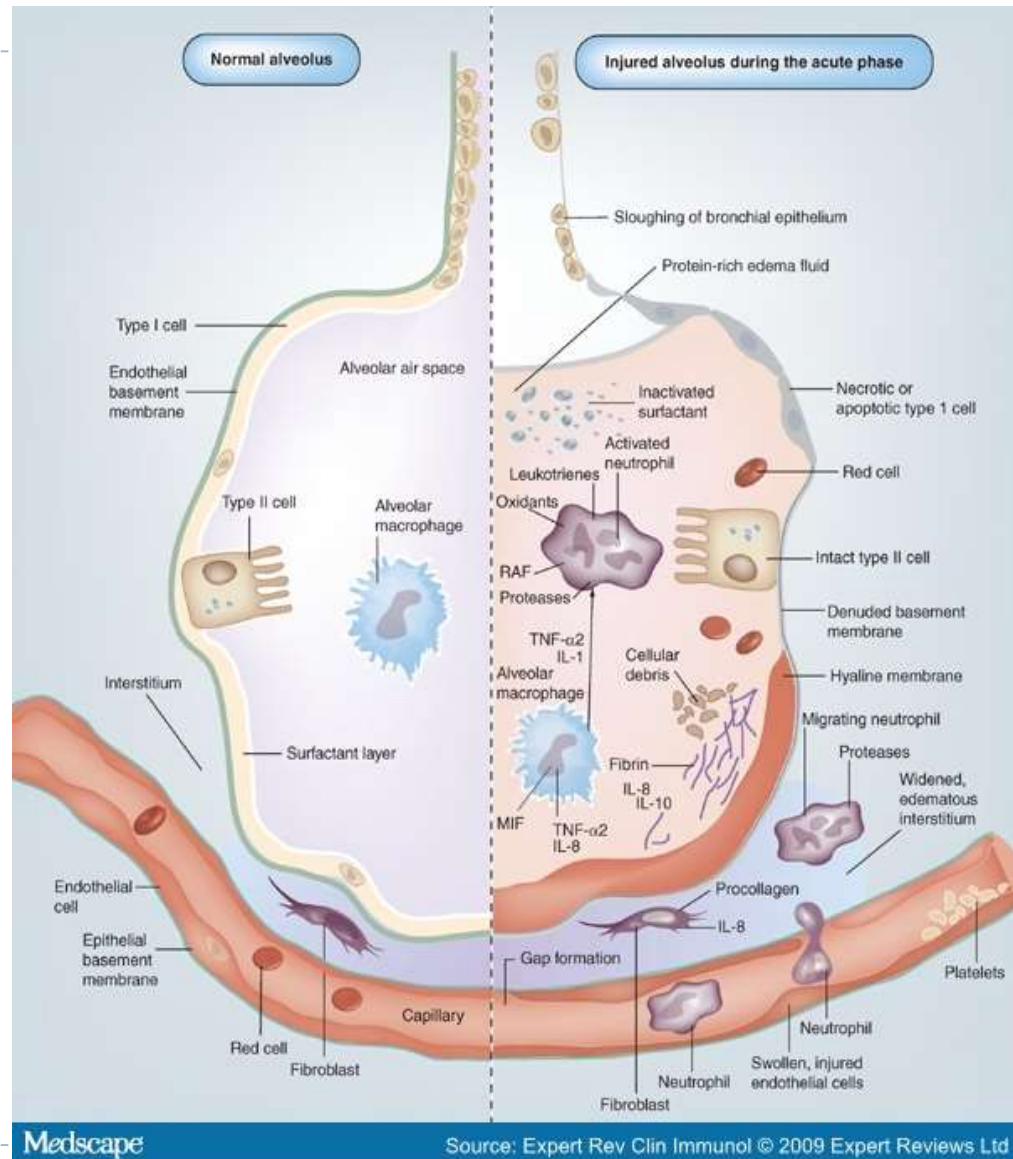
faza inflamatorie

Neutrofilele induc
lezarea celulară cu
producerea radicalilor
liberi, mediatorilor
inflamației și
proteazelor

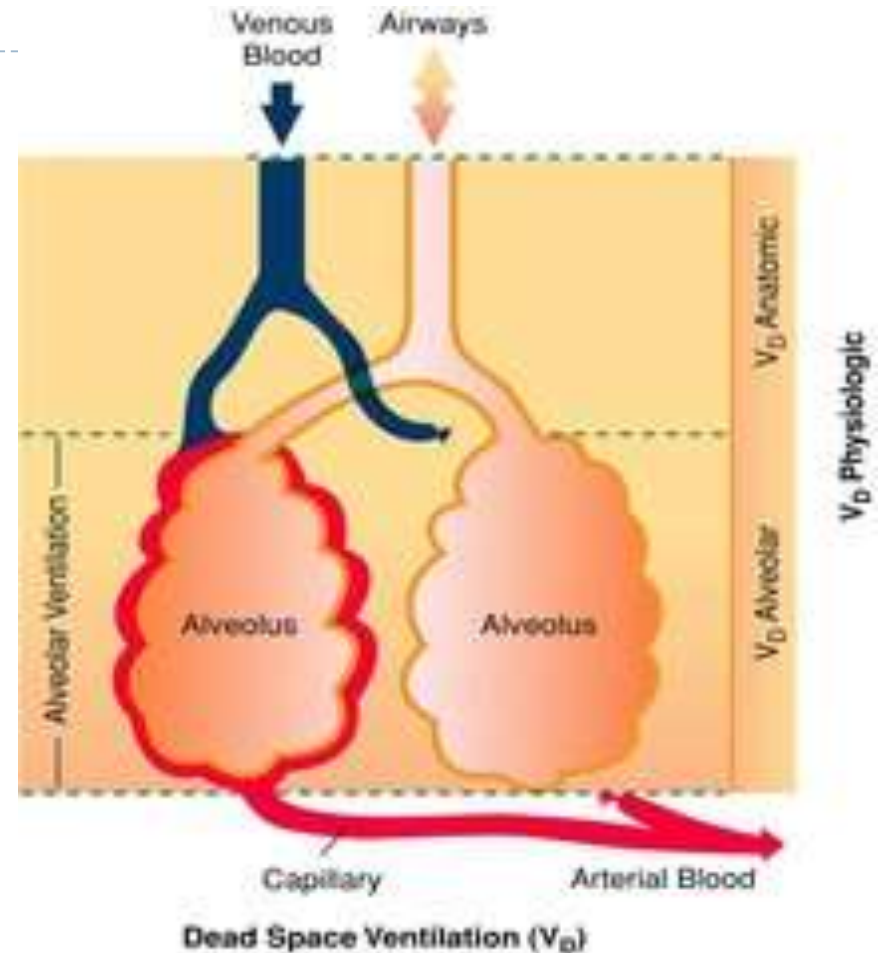


faza inflamatorie

- Cytokinele (TNF α , IL1, IL6 și IL8) eliberate de macrofagele endoteliale și alveolare produc leziunea microvasculară
- **leak-ul fluidelor** și a proteinelor plasmei în alveole și interstițiu (*'non-cardiogenic pulmonary edema'*).



Vasoconstricție și
ocluzie a capilarelor
pulmonare de către
neutrofile, plachete și
fibrină cu dezvoltarea
ariilor de ventilare dar
nonperfuzie



↑ *dead space* → ↑ **co2**

Faza proliferativă:

- ▶ Se dezvoltă la 3-10 zile și se caracterizează prin evoluția de membrane hialine, necroză de pneumocite I și exudat proteic asociat unei proliferări a pneumocitelor II (ce nu produc surfactant și sunt impermeabile pentru O_2).
- ▶ Rezistențele vasculare pulmonare cresc, provocând HTP precapilară datorită eliberării locale de substanțe vasoactive.



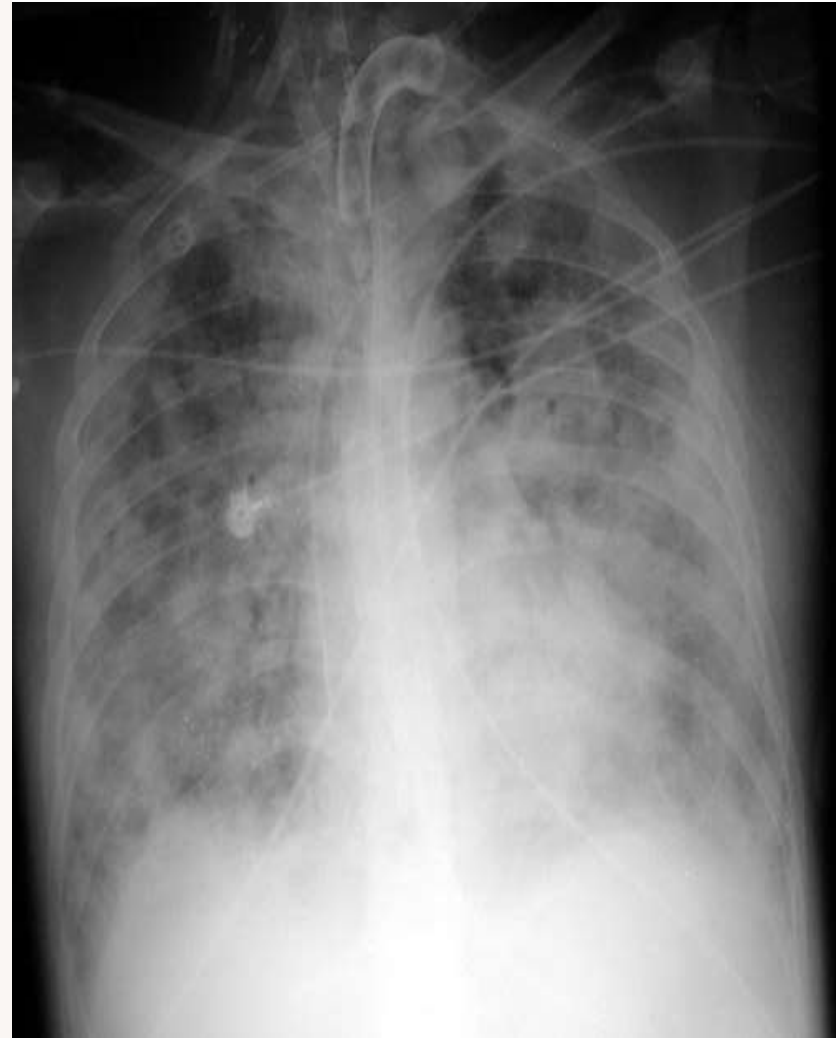
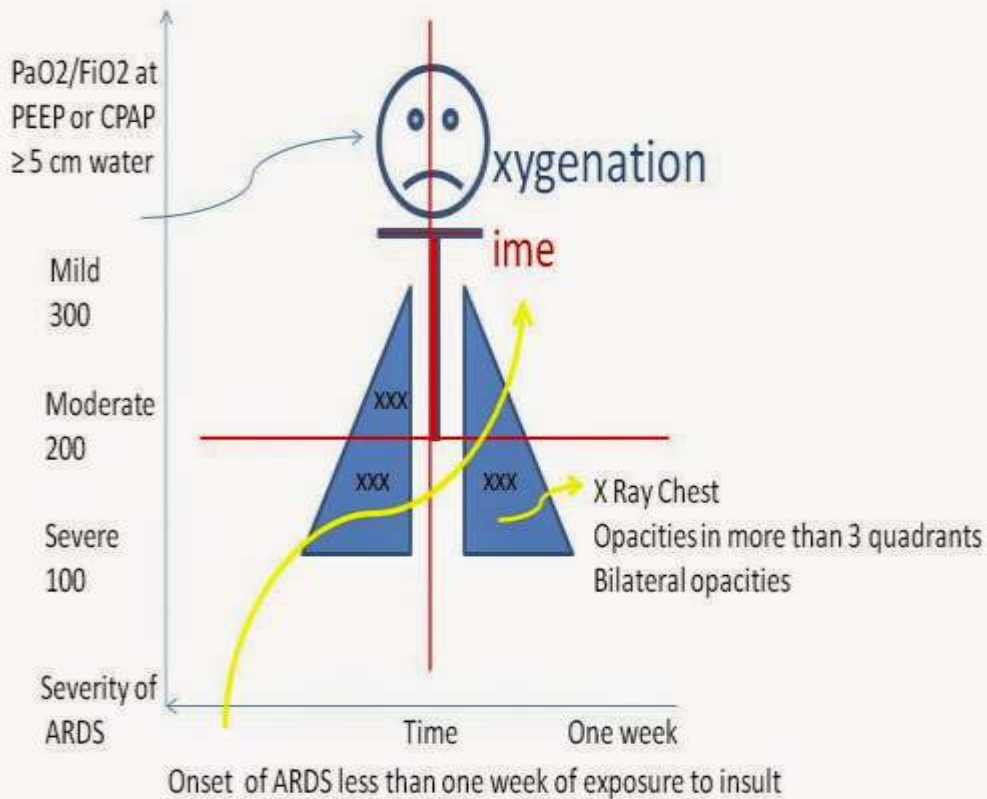
Faza de fibroză:

- ▶ Depuneri de țesut fibros la nivelul membranelor hialine și septurilor alveolare
- ▶ Procesul de fibroză este difuz evoluând cu dispariția progresivă a spațiilor alveolare
- ▶ Leziunile sunt produse anarhic
- ▶ Se observă leziuni vasculare la nivel subpleural ce provoacă necroză și pot favoriza pneumotoraxul



SDRA

The Berlin Definition of ARDS





Clasificare

- Severitatea se bazează pe raportul $\text{PaO}_2/\text{FIO}_2$ cu 5 cm de presiune pozitivă continuă (CPAP).

3 categorii

- *ușoară*, $\text{PaO}_2/\text{FIO}_2$ 200-300
- *moderată*, $\text{PaO}_2/\text{FIO}_2$ 100-200
- *severă*, $\text{PaO}_2/\text{FIO}_2 \leq 100$



Clinică

- ▶ **ușoară**, se caracterizează prin complianță pulmonară ușor scăzută, hipoxemie (PaO_2 70-80mmHg) care răspunde la administrarea de O_2 , diminuarea moderată a volumelor respiratorii
- ▶ tahipnee
- ▶ tahicardie
- ▶ raportul $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 300 - 200



Clinică

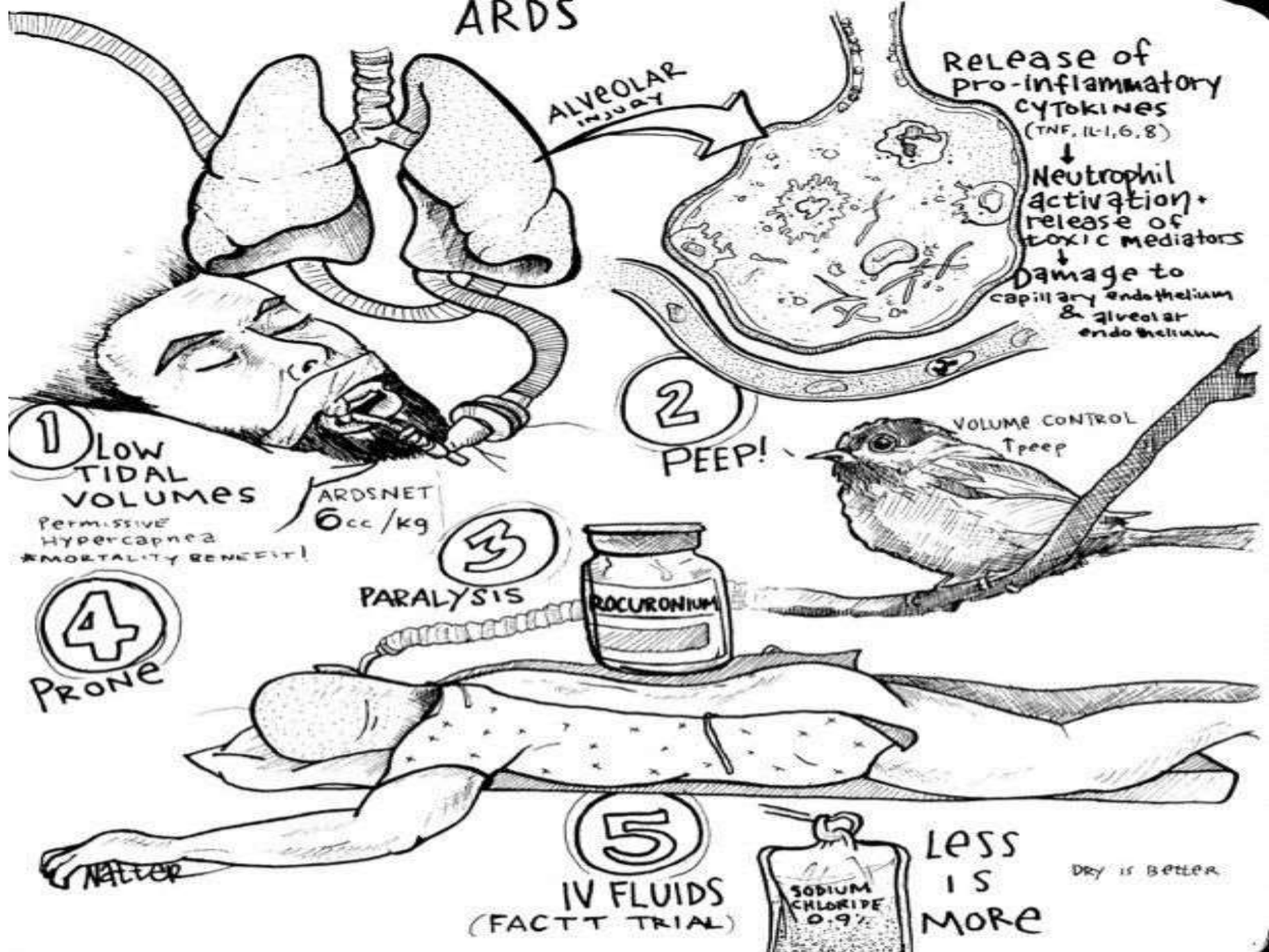
- ▶ ***moderată*** se caracterizează prin:
 - ✓ afectarea semnificativă a complianței pulmonare,
 - ✓ hipoxemie semnificativă care răspunde la PEEP (PaO₂ 50-60mmHg),
 - ✓ persistă hiperventilația și hipocapnia (PaCO₂ 25-35mmHg),
 - ✓ edem interstițial sever,
 - ✓ atelectazii și infiltrate evidente radiologic,
 - ✓ raportul PaO₂/FiO₂ 200 - 100.
-



Clinică

- ▶ **Cea severă:**
- ▶ afectarea semnificativă a complianței pulmonare care nu răspunde la instalarea PEEP, diminuarea marcată a volumelor respiratorii, edem alveolar sever
- ▶ hipoxemie semnificativă care nu răspunde la oxigenare sau PEEP ($\text{PaO}_2 < 40 \text{ mmHg}$), hipercapnie severă ($\text{PaCO}_2 > 120 \text{ mmHg}$),
- ▶ atelectazii și consolidări extensive evidente radiologic
- ▶ raportul $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 100$.

ARDS



Suportul ventilator mecanic ARDS

- presiunea de platou $< 35 \text{ mmHg}$.
- volumul respirator în limitele $6-8 \text{ ml/kg/c}$.
- frecvența respirației și debitul respirator – la limite minime pentru asigurarea PaCO_2 $30-40 \text{ mmHg}$.
- FiO_2 necesarul minim pentru asigurarea oxigenării adecvate a sângelui arterial și țesuturilor ($< 0,5-0,6$).
- utilizarea unui nivel optim de PEEP.
- sedarea bolnavului pentru a preveni „lupta” cu ventilatorul și creșterea consumului de O_2 , la indicații se utilizează blocante neuromusculare.



Suportul ventilator mecanic

Este acceptabilă menținerea unor valori subnormale, dar tolerabile ale oxigenării/gazelor sanguine: PaO₂ 55-80 mmHg (sau SpO₂ 88-95%), acceptându-se un grad moderat de hipercapnie (**hipercapnie permisivă**) și acidoză (pH 7,20).



Ventilația în decubit ventral

(prone position)

- ▶ Reieșind din caracteristicile fiziopatologice ale SDRA (zone dependente atelectatice și cele nondependente hiperventilate), trecerea pacientului în decubit ventral:
 - ✓ inversează teritoriile supuse presiunii gravitaționale,
 - ✓ scade gradientul presiunii pleurale,
 - ✓ amelorează distribuția ventilație/perfuzie,
 - ✓ ameliorează oxigenarea sanguină.



Alte metode terapeutice

- ▶ Inhalarea de oxid nitric
- ▶ Administrarea de surfactant
- ▶ Suportul respirator extrapulmonar (oxigenarea intravasculară (IVOX), oxigenarea extracorporală, îndepărtarea extracorporală a CO₂ etc.)
- ▶ Terapia nutrițională
- ▶ Utilizarea glucocorticoizilor

