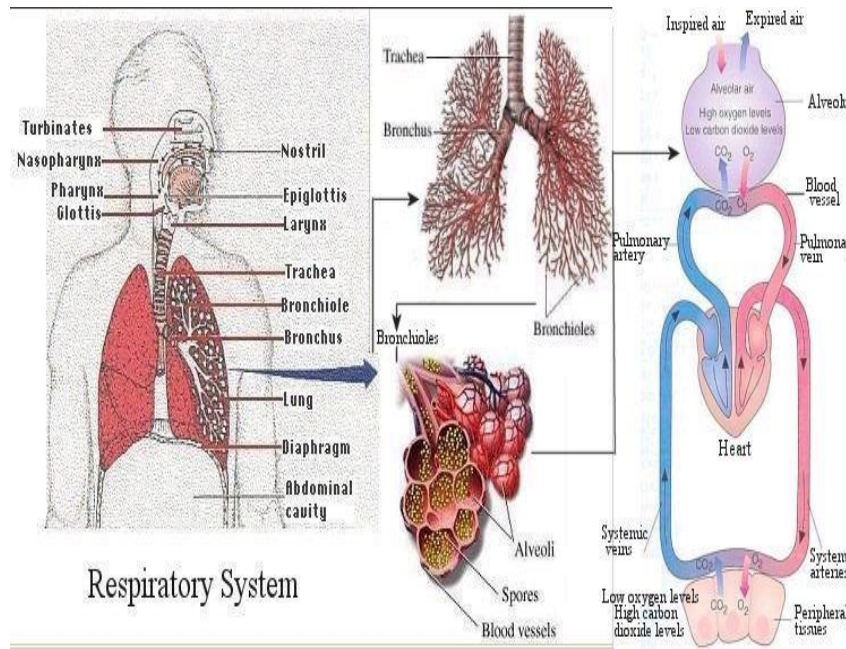




# ПАТОФИЗИОЛОГИЈА РЕСПИРАТОРНОГ СИСТЕМА

# РЕСПИРАТОРНИ СИСТЕМ

- Респираторни тракт :
  - *горњи респираторни тракт* (нос, носна шупљина, фаринкс, ларинкс, и горњи део трахеје), и
  - *доњи респираторни тракт* (доњи део трахеје, и плућа која укључују бронхије и алвеоле).
- Део респираторног система су и плућна марамица и респираторни мишићи који „ограђују“ плућни простор (дијафрагма и међуребарни мишићи)



# РЕСПИРАТОРНИ СИСТЕМ

- Респирација– је механичка радња која се обавља снагом мишићних контракција
- Процес дисања се састоји из неколико компоненти:
  1. Плућна вентилација
  2. Дифузија гасова кроз респираторну мембрану
  3. Транспорт до ткива и натраг
  4. Ћелијског дисања
  5. Контроле дисања

# ПЛУЋНА ВЕНТИЛАЦИЈА

**Дисање** се обавља у два акта:

1. Инспирација (активна компонента)
2. Експирација (пасивна компонента)

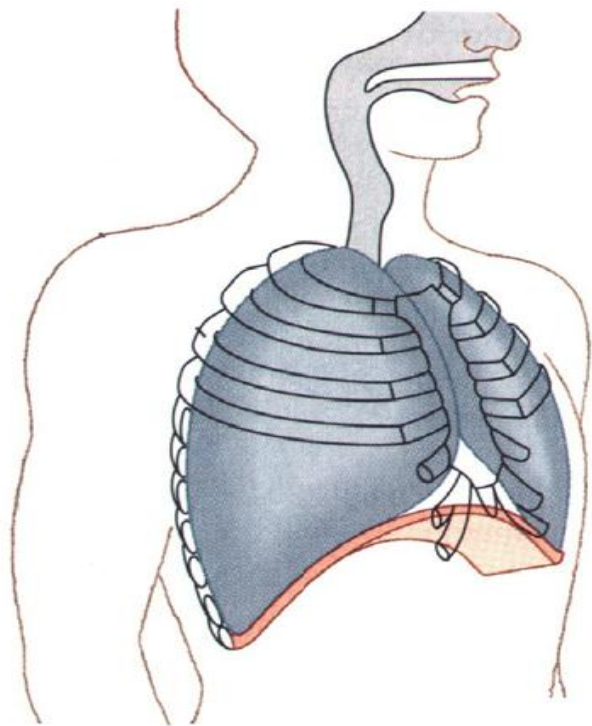
Инспираторни мишићи учествују у ширењу грудног коша, удисају, главни међу њима су:

- спољашњи међуребарни мишићи
- дијафрагма

Експираторни мишићи помажу издисај:

- унутрашњи међуребарни мишићи
- трбушни мишићи

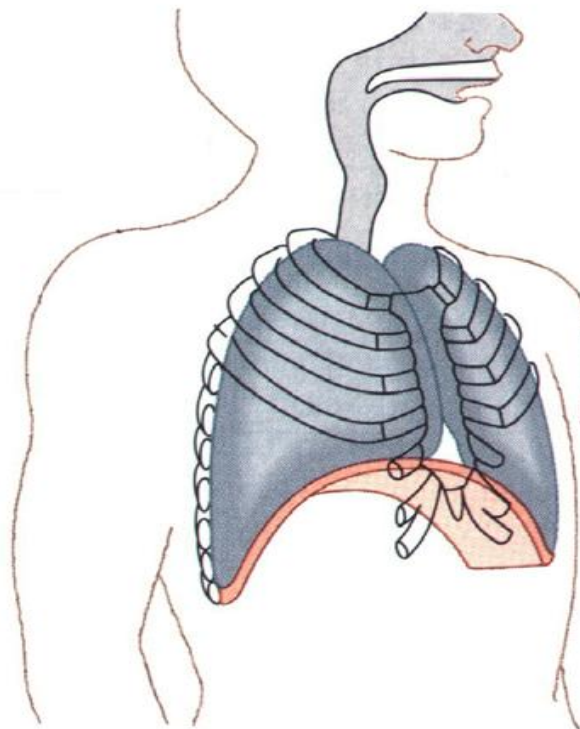
Међуребарни мишићи  
се контрахују  
(грудни кош се шири)



спуштање дијафрагме

УДИСАЈ

Међуребрени мишићи  
се опуштају  
(грудни кош се скупља)

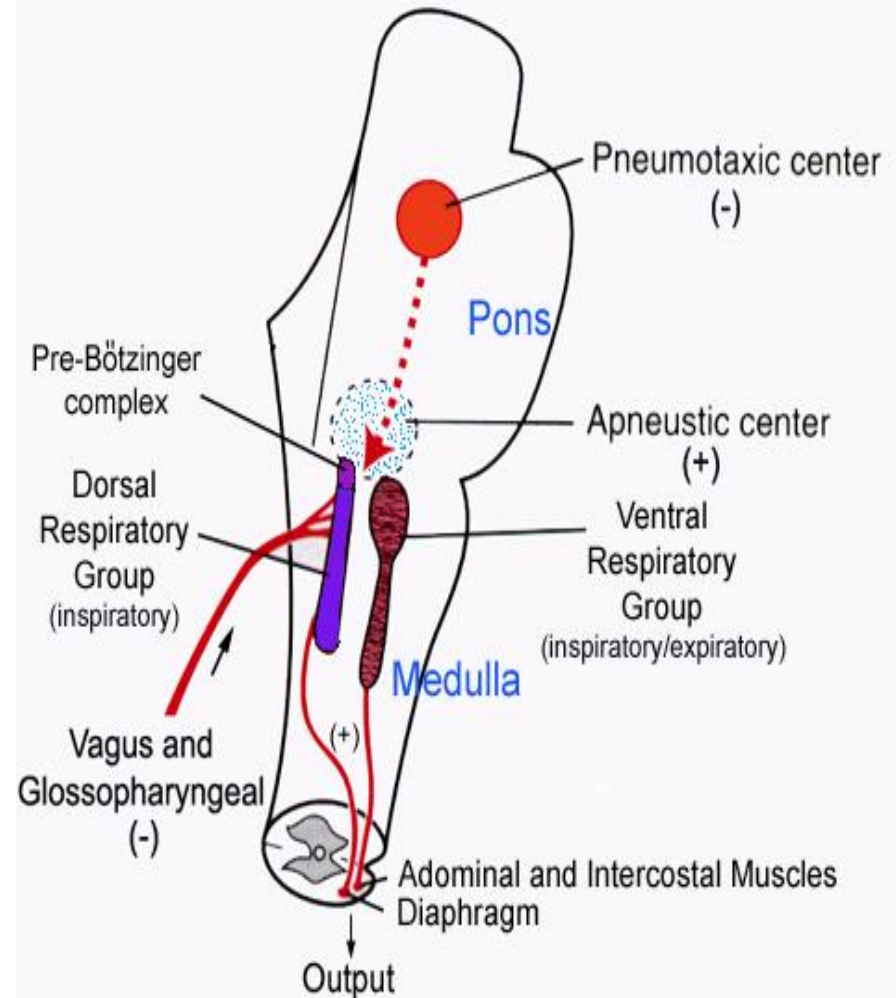


померање дијафрагме на горе

ИЗДИСАЈ

# РЕСПИРАТОРНИ ЦЕНТАР

- Контролу дисања обавља респираторни центар који је смештен у продуженој моздини у понсу и састоји се од:
- Дорзалне групе неурона (инспиријум)
- Вентралне групе неурона (експиријум)
- Пнеумоатаксијског центра
- Апнеустичког центра



# Фактори који делују на респираторни центар

- Кисеоник (делује преко периферних рецептора)
- Угљен диоксид (делује преко централних рецептора)
- Јони водоника (делују преко периферних и централних рецептора)
- Смањена концентрација кисеоника, повећана концентрација угљен диоксида и јона водоника повећавају брзину и дубину дисања.

# ПОРЕМЕЋАЈИ ПЛУЋНЕ ВЕНТИЛАЦИЈЕ

- **ХИПЕРВЕНТИЛАЦИЈА**

- је алвеоларна вентилација која превазилази метаболичке захтеве организма. Јавља се респираторна алкалоза.

- **ХИПОВЕНТИЛАЦИЈА**

- је смањена, недовољна алвеоларна вентилација у односу на оно што је тренутни метаболички захтев организма



# ХИПЕРВЕНТИЛАЦИЈА

- Узроци:
  - Менингитис
  - Енцефалитис
  - Повреде možданог стабла
  - Психогени поремећаји
  - Хиперпирексија
  - Метаболичка ацидоза
  - Хипоксија
  - Тровање салицилатима
  - Плућне болести

# ХИПОВЕНТИЛАЦИЈА

- **Узроци:**

**1. ОПСТРУКТИВНИ** - сужење дисајних путева и повећање отпора струјању ваздуха због ендо/егзобронхне опструкције

- Бронхијална астма
- Хронични бронхитис
- Емфизем плућа

**1. РЕСТРИКТИВНИ** - смањење растегљивости плућног ткива и/или зида грудног коша што води смањењу свих плућних волумена

- Болести и повреде грудног коша
- Болести плеуре
- Болести плућног паренхима
- Неуромишићне болести

# Опструкција дисајних путева

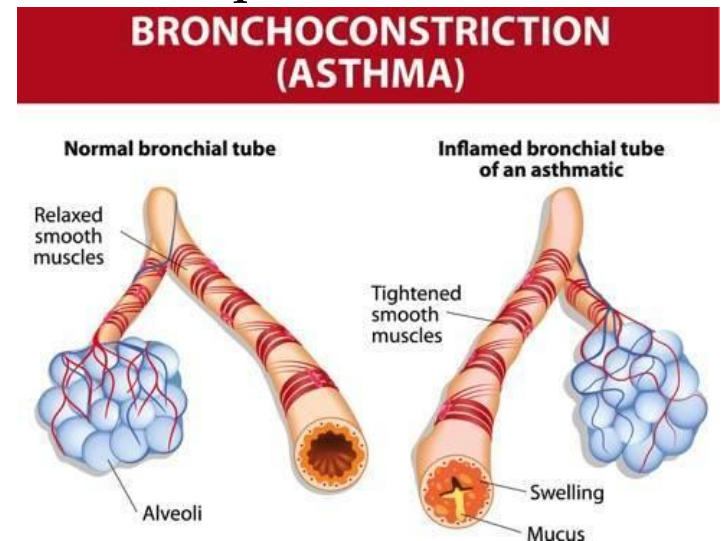
- Ендобронхна опструкција- едем, хиперсекреција мукуса, спазам глатких мишића бронха.
- Егзобронхна опструкција- повећање интраторакалног притиска узрокује колапс малих дисајних путева.
- Дифузна опструкција (опструктивне плућне болести)
- Локализована опструкција (страно тело, тумор)

# Опструктивни поремећаји вентилације

- Дифузне опструктивне болести плућа:
  - Бронхијална астма
  - Хронична опструктивна болест плућа (хронични бронхитис и емфизем плућа)

# Бронхијална астма

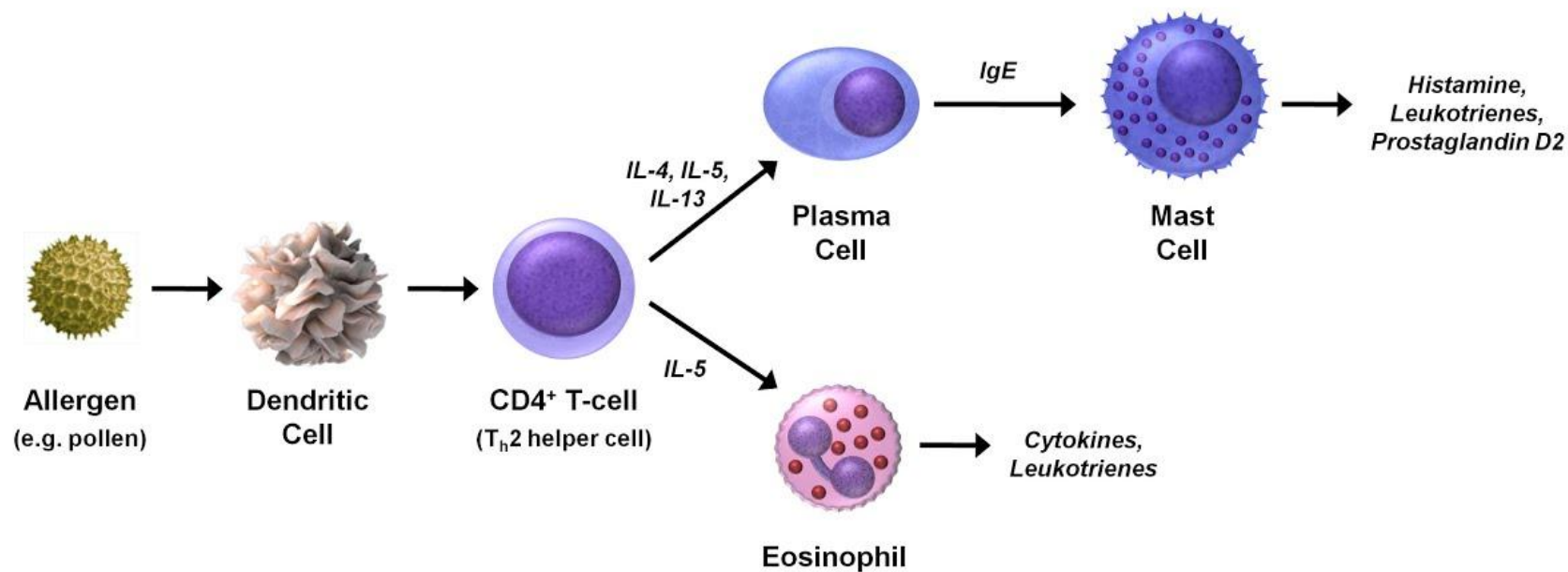
- Хронично инфламаторно обољење дисајних путева.
- Алергијска астма- астма изазвана имунским механизмима (гриње, полен, аерозагађење).
- Неалергијска астма- астма изазвана неимунским стимулусима анафилактичном реакцијом (респираторне инфекције, лекови, стрес).
- Спољашња астма– одговор на инхалаторне алергене.
- Унутрашња астма– хладно, вежбање, аспирин.



# Бронхијална астма

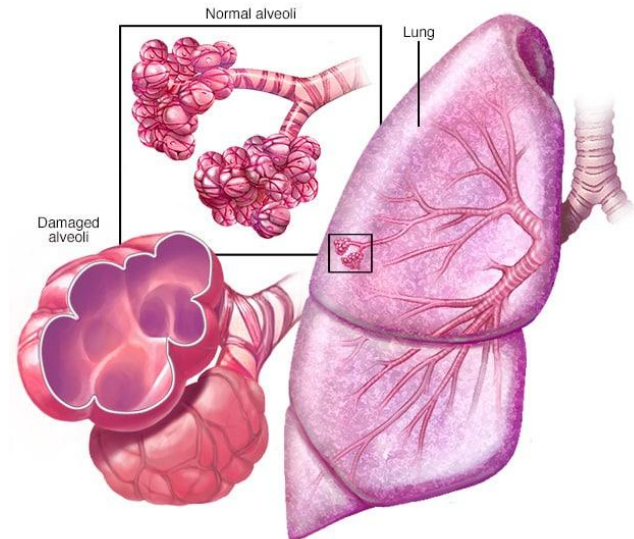
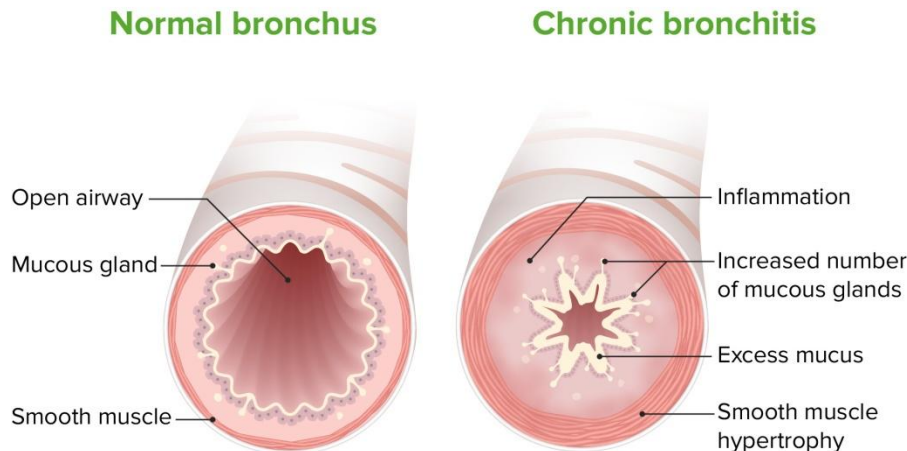
- Патогенеза:
  - Акутна инфламација (едем, повећана секреција мукуса, бронхоспазам, запаљење Ео, Не, Ly).
  - Хронична инфламација (ремоделовање зида дисајних путева, оштећење трепљастог епитела, оток зида, стимулација пролиферације фибробласта, таложење колагена у базалној мембрани, хипертрофија глатких мишићних ћелија, хиперплазија пехарастих ћелија).

# Asthma Pathogenesis



# Хронична опструктивна болест плућа

- **Хронични бронхитис**- постоји ендобронхна опструкција узрокована инфламацијом бронха са задебљањем мукозне мембране, хиперплазијом слузних жлезда, акумулацијом мукуса, мишићном хипертрофијом и бронхоспазмом.
- **Емфизем плућа**- постоји егзобронхна опструкција урокована повећањем и деструкцијом алвеоларних зидова са губитком еластичности и заробљавањем ваздуха.

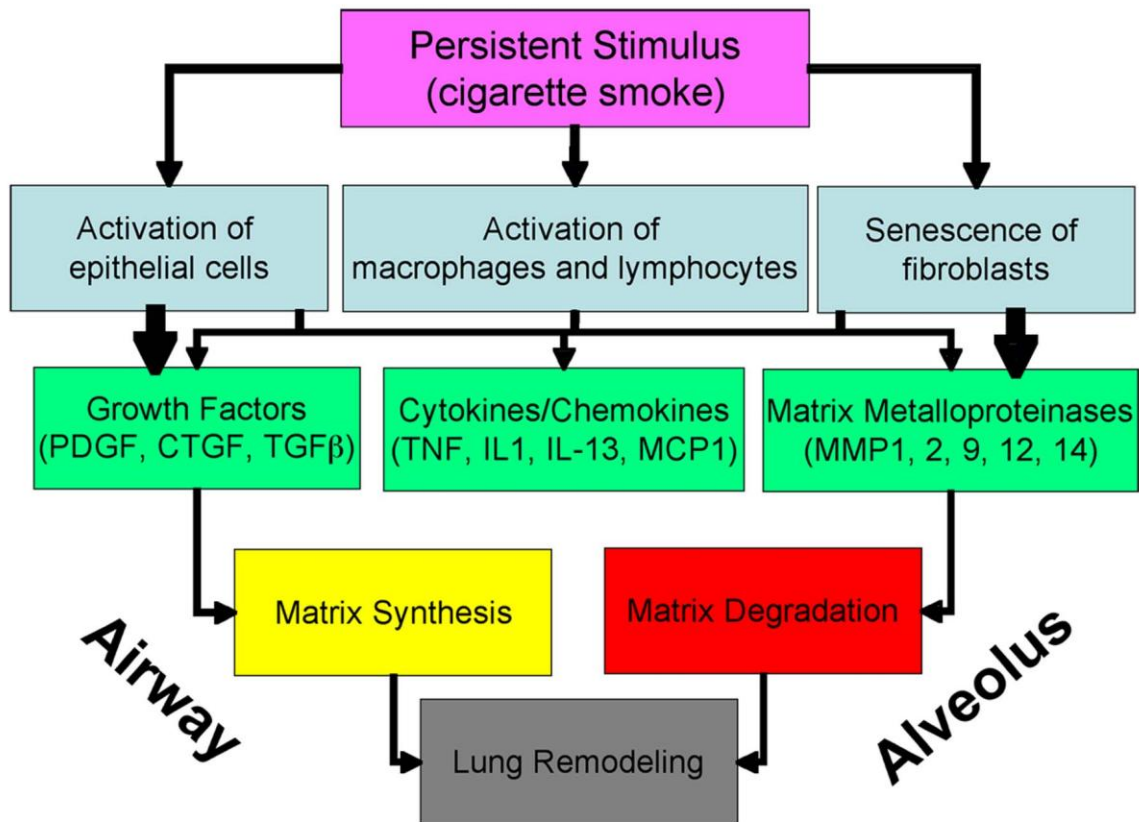




# Хронична опструктивна болест плућа

- Хронични бронхитис се дефинише као хиперсекреција мукуса и хронични продуктивни кашаљ који траје барем 3 месеца годишње, током 2 узастопне године.
- Одсуство познатог узрока прекомерног стварања спутума.
- Абнормални инфламаторни одговор на дејство штетног агенса (пушење, професионална изложеност прабини и гасовима, аерозагађење).
- Смањење протока ваздуха које није потпуно реверзибилно.

# Хронична опструктивна болест плућа



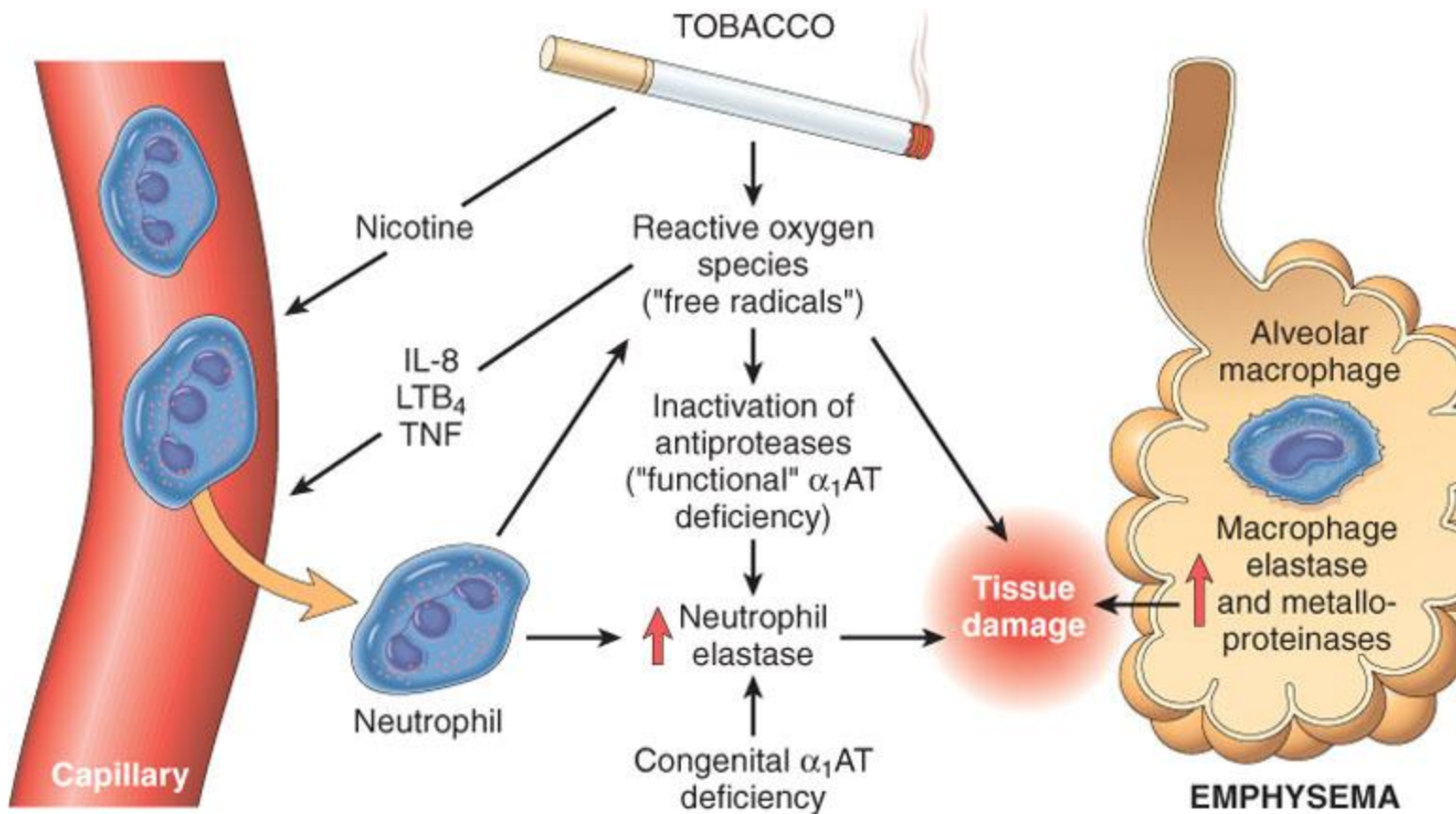
# Хронични бронхитис

- Последице:
  - Хипоксемија
  - Хиперкапнија са респираторном ацидозом
  - Еритроцитоза
  - Плућна хипертензија
  - Хронично плућно срце

# Емфизем плућа

- Деструкција алвеоларног зида дистално од терминалних бронхиола чиме настаје иреверзибилно повећање ваздушних простора, без доказане фиброзе.
- **Примарни емфизем-** аутозомно- доминантни наследни дефицит  $\alpha 1$ -антитрипсина.
- **Секундарни емфизем-** настаје релативни дефицит  $\alpha 1$ -антитрипсина због ослобађања велике количине протеолитичких ензима и због тога што пушење доводи до оксидативне дисфункције ендогених антипротеаза.

# Емфизем плућа



# Рестриктивни поремећаји вентилације

- Поремећаји функције зида грудног коша
- Поремећаји функције плеуре
- Акутне плућне болести
- Хроничне плућне болести

# Поремећаји функције зида грудног коша

- Деформитети зида грудног коша (pectus carinatum, pectus excavatum, кифосколиоза, анкилозирајући спондилитис)
- Повреде зида грудног коша (фрактуре ребара и стернума)
- Неуромишићне болести (полиомијелитис, мијастенија гравис, мишићна дистрофија)

# Поремећаји функције плеуре

- Плеурални излив
- Хемоторакс
- Хилоторакс
- Пнеумоторакс



# Плеурални излив (ефузија)

- Плеурална ефузија је присуство течности у плеуралном простору.
- Настаје због поремећаја равнотеже између прилива и апсорпције течности и протеина из плеуралног простора.
- Узроци:
  - Повећана пропустљивост плеуралне мембране
  - Снижен интраваскуларни колодно-осмотски притисак
  - Повећан хидростатски притисак у капиларима
  - Опструкција лимфних судова

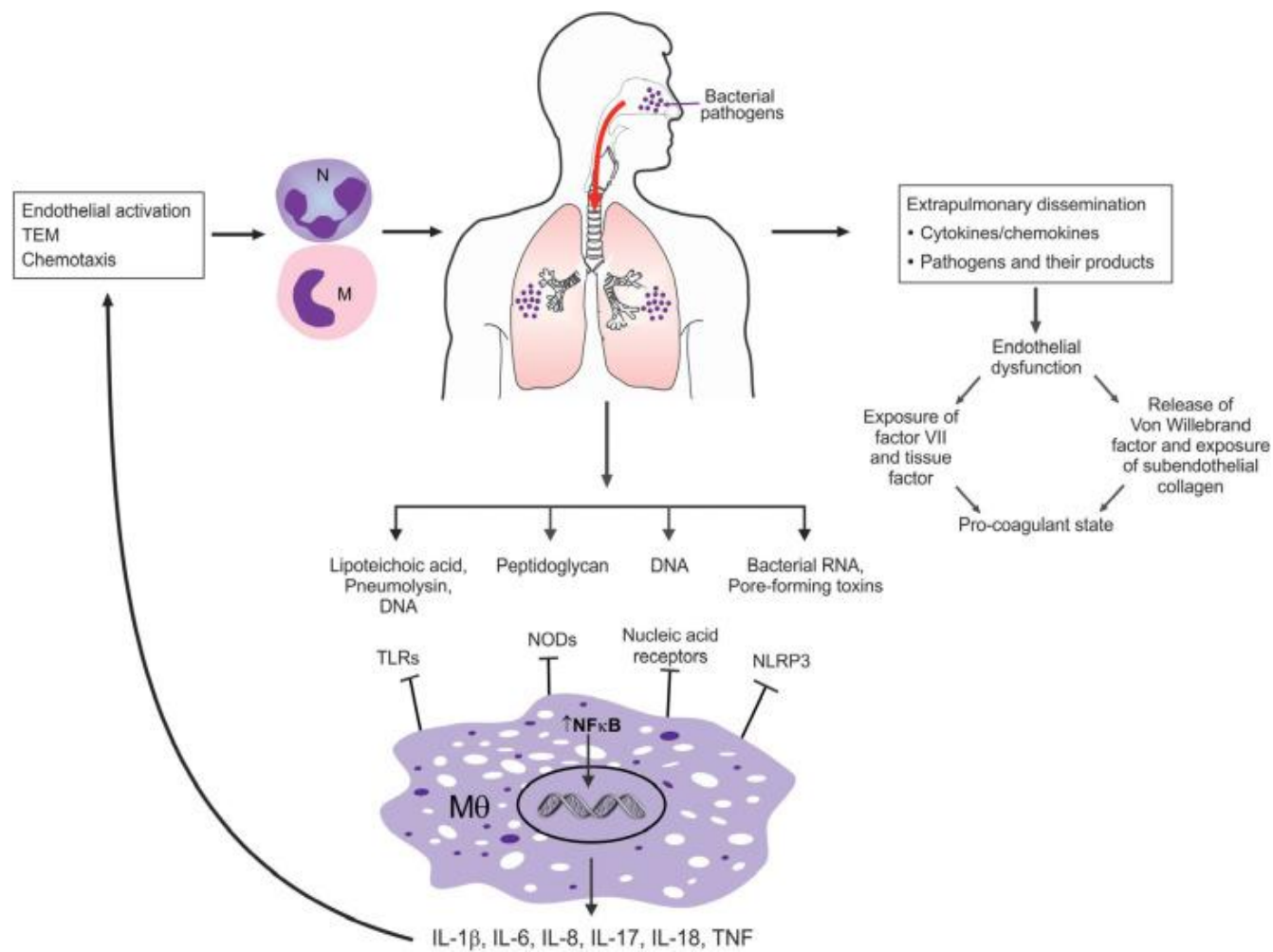
# Пнеумоторакс

- Присуство гаса у плеуралном простору.
- Спонтани пнеумоторакс
  - примарни– руптура булозних проширења висцералне плеуре непознате етиологије
  - секундарни - код болести плућа или плеуре (емфизем, хронични бронхитис, бронхијална астма, туберкулоза...)
- Трауматски пнеумоторакс
  - отворени (грудни кош је отворен, ваздух споља улази у плеурални простор)
  - затворени (грудни кош је интактан, нпр. прелом ребара)

# Рестриктивне болести плућа

- **Акутне плућне болести** (пнеумонија, ателектаза и ARDS)
- **Хроничне плућне болести** (дифузна паренхимска болест плућа, тумори плућа)

# Пнеумонија



# Ателектаза

- Колапс или безваздушност плућног ткива.
- **Узроци:** страно тело, тумор, туберкулоза, хидроторакс, пнеумоторакс, хемоторакс, нагомилавање секрета у лумену бронха.
- **Патогенеза:** опструкција бронха и ресорпција ваздуха присутног дистално од места опструкције.
- Ателектаза може бити:
  - ресорптивна
  - компресиона
  - контракциона

# Респираторни дистрес синдром новорођенчета (болест хијалиних мембрана)

- Најчешћи узрок респираторног дистреса код превремено рођене деце.
- Корелира са структурном и функцијском незрелошћу плућа.
- Настаје због недостатка сурфактанта који узрокује повећање алвеоларног површинског напона и колапс алвеола.

# Дифузна фиброза плућа

- **Непознате етиологије**
- **Познате етиологије**
  - Због удисања честица неорганског или органског порекла
  - У склопу грануломатозних болести
  - Код особа са наследном предиспозицијом
  - Код системских болести везивног ткива

# Тумори плућа

- Карцином малих ћелија (неуроендокриног порекла)
- Карцином не-малих ћелија
  - Аденокарцином
  - Карцином сквамозних ћелија (планоцелуларни)
  - Недиферентовани (анапластични) карцином



# Поремећаји плућне перфузије

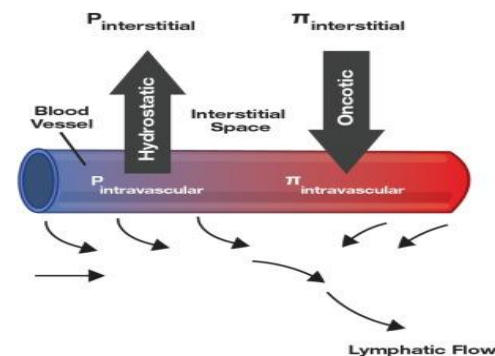
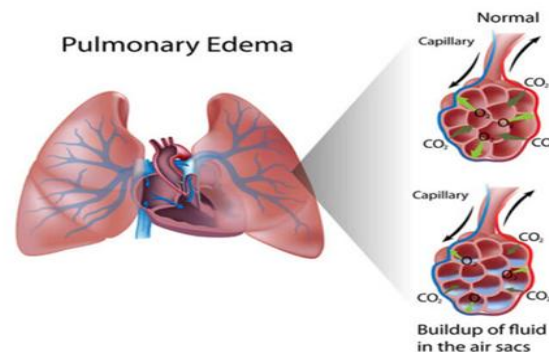
- Плућна емболија је оклузија плућног васкуларног корита емболусом (тромб, туморске ћелије, ваздух, масне честице, амнионска течност).
- Тромбоемболус из дубоких вена ногу је најчешћи узрок.
- Ремети се вентилационо-перфузиони однос због повећања мртвог простора, настаје хипоксемија, хиперкапнија, а код масивне емболије може настати акутна инсуфицијенција десног срца.

# Плућна хипертензија

- Повећање притиска у плућном крвотоку изнад нормалних вредности ( $>20\text{mm Hg}$ ).
- Може бити:
  - **примарна** (непознатог узрока) и
  - **секундарна** проузрокована познатим обољењем срца или плућа:
    - хипоксемијом
    - емболијом
    - конгениталним аномалијама срца
    - плућном венском хипертензијом

# Плућни едем

- Абнормално накупљање течности у екстраваскуларном простору у плућима.
- Може бити:
  - Кардиогени плућни едем
  - Некардиогени плућни едем
- Настаје:
  - Кад се поремети однос хидростатског и колоидно-осмотског притиска
  - Кад се повећа пропустљивост зида плућних капиЛАРА
  - Кад се поремети отицање лимфе



# Кардиогени плућни едем

- Повећање капиларног трансмуралног притиска
  - акутна и хронична инсуфицијенција леве коморе
  - митрална стеноза
  - плућна венска хипертензија
- Смањење колоидно-осмотског притиска
  - нефротски синдром
  - инсуфицијенција јетре

# Некардиогени плућни едем

- Повећана пропустљивост алвеоло-капиларне мембране
  - инхалација токсичних гасова
  - аспирација киселог садржаја
  - оштећење ендотелних ћелија плућних капилара
- Поремећена дренажа лимфе
  - тумори
  - трансплантација плућа
  - фиброза

# Поремећај вентилационо-перфузионог односа

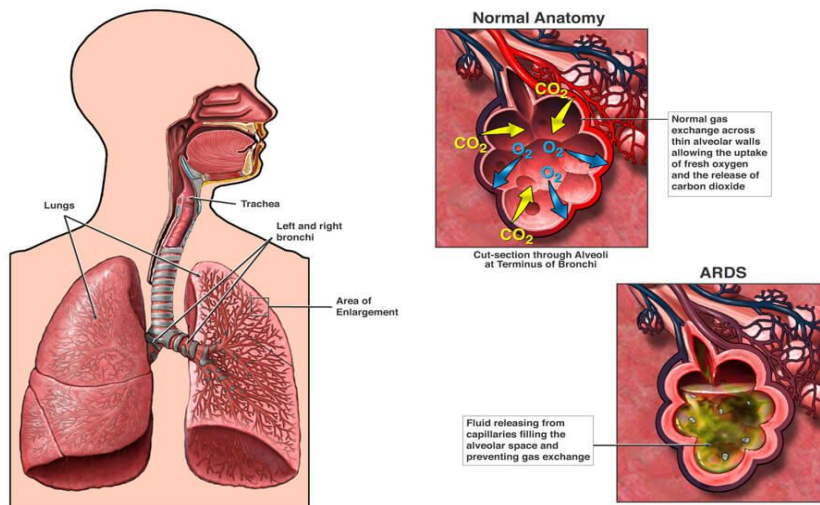
- Однос између алвеоларне вентилације и перфузије нормално износи 0.8.
- **Повећање односа између вентилације и перфузије-** указује на вентилацију алвеола које нису или су слабо прокрвљене и оне су део „мртвог простора". Јавља се код емболије плућа.
- **Смањење односа између вентилације и перфузије-** алвеоле које су перфундоване, а нису вентилисане воде настанку “шанта” неоксигенисане крви из плућне у системску циркулацију. Настаје у ателектази и опструктивним поремећајима вентилације.

# Поремећаји дифузије гасова кроз алвеоло-капиларну мембрану

- **Задебљање алвеоло-капиларне мембране**
  - задебљање алвеоларне мембране
  - задебљање капиларне мембране
  - повећање растојања између алвеола и капилара услед проширења интерстицијског простора
- Јавља се у дифузној плућној фибрози.

# Адултни респираторни дистрес синдром (АРДС)

- Фулминантни облик респираторне инсуфицијенције који карактеришу акутно дифузно алвеокапиларно оштећење, плућни едем и акутна инфламација плућа.
- Смртност је веома висока око 40-60%.





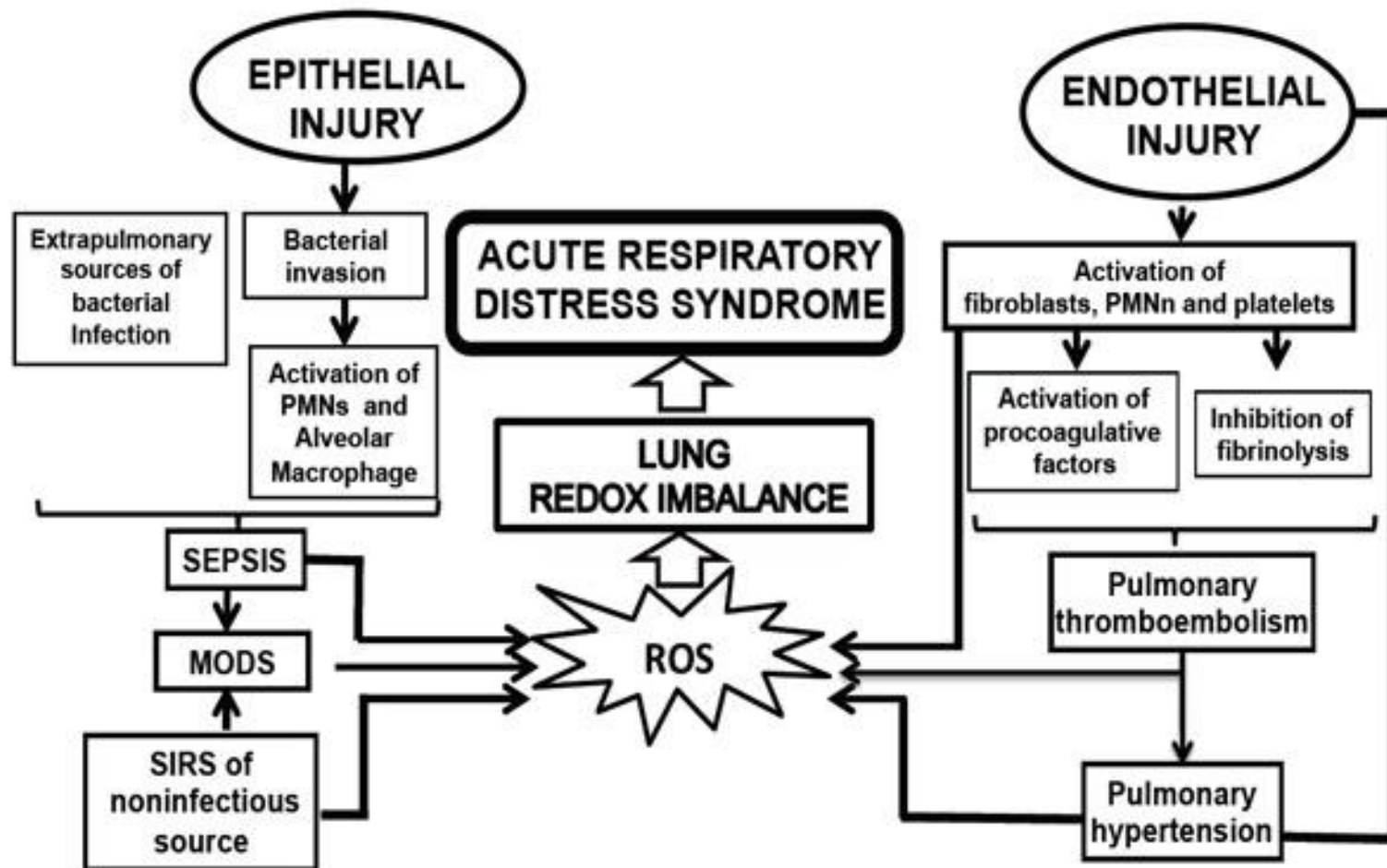
# Адултни респираторни дистрес синдром (АРДС)

- Етиологија:
  - Пнеумонија
  - Сепса
  - Аспирација
  - Контузија плућа
  - Тешка траума са шоком
  - Масна емболија
  - Инхалационо оштећење
  - Акутни панкреатитис

# ПАТОГЕНЕЗА АРДС

- Активација инфламаторних ћелија и ослобађање медијатора
- Оштећење ендотелних и епителних ћелија
- Повећање пропустљивости алвеоло-капиларне мембране
- Стварање ексудата (улазак беланчевина и инфламаторних ћелија у алвеоле)
- Дисфункција сурфактанта и смањење попустљивости плућа
- Акутна респираторна инсуфицијенција (хипоксемија)

# ПАТОГЕНЕЗА АРДС



# Фазе АРДС

- Ексудативна(акутна) фаза (препуњеност капилара, акумулација неутрофила, оток ендотелних ћелија, оштећење алвеоларног епитела, стварање хијалиних мембрана)
- Пролиферативна(субакутна) фаза (пролиферација типа 2 пнеумоцита и фибробласта)
- Фаза фиброзе или хронична фаза (фиброзирајући алвеолитис, ремоделирање колагених влакана)
- Фаза опоравка

# Респираторна инсуфицијенција

- Стање у којем постоји хипоксемија која може бити удружена са хиперкапнијом и респираторном ацидозом.
- Може бити:
  - Акутна респираторна инсуфицијенција
  - Хронична респираторна инсуфицијенција

# Етиологија респираторне инсуфицијенције

- Поремећаји вентилације (ЦНС, неуромишићни поремећаји, лекови)
- Поремећаји перфузије (срчана инсуфицијенција, плућна емболија)
- Поремећаји размене гасова (фиброза, ателектаза, емфизем)

# Патогенеза респираторне инсуфицијенције

- При поремећајима дифузије у плућима лакше настаје хипоксемија него хиперкапнија
- Угљен-диоксид боље пролази кроз алвеоло-капиларну мембрану од кисеоника
- Настанак хипоксемије последица је:
  - Поремећаја дифузије кисеоника
  - Циркулаторних промена у капиларима
- Облици респираторне инсуфицијенције
  - Хипоксемијски облик
  - Хиперкапнијски облик

