

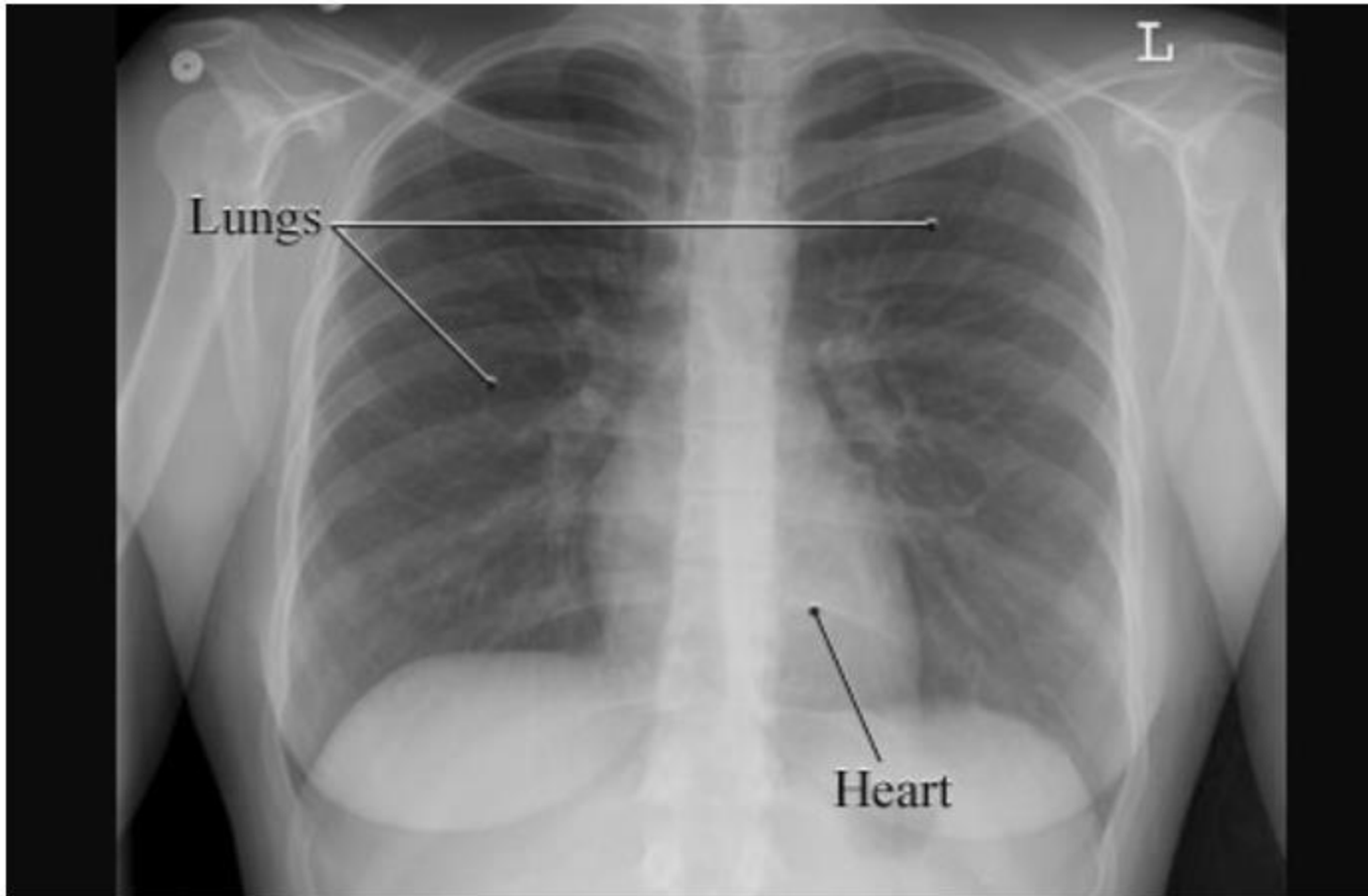
# HMED1101– Lunger og respirasjon



Guro Løvik Goll  
Førsteamanuensis Universitetet i Oslo  
Seniorforsker REMEDY forskningssenter/ Overlege Revmatologisk avd  
Diakonhjemmet sykehus

## X-Ray of a Normal Chest

---



Courtesy of Intermountain Medical Imaging, Boise, Idaho.

# Forelesning – Lunger og respirasjon

---

## Mål for forelesningen

- Lære om respirasjonssystemet (kap. 5)

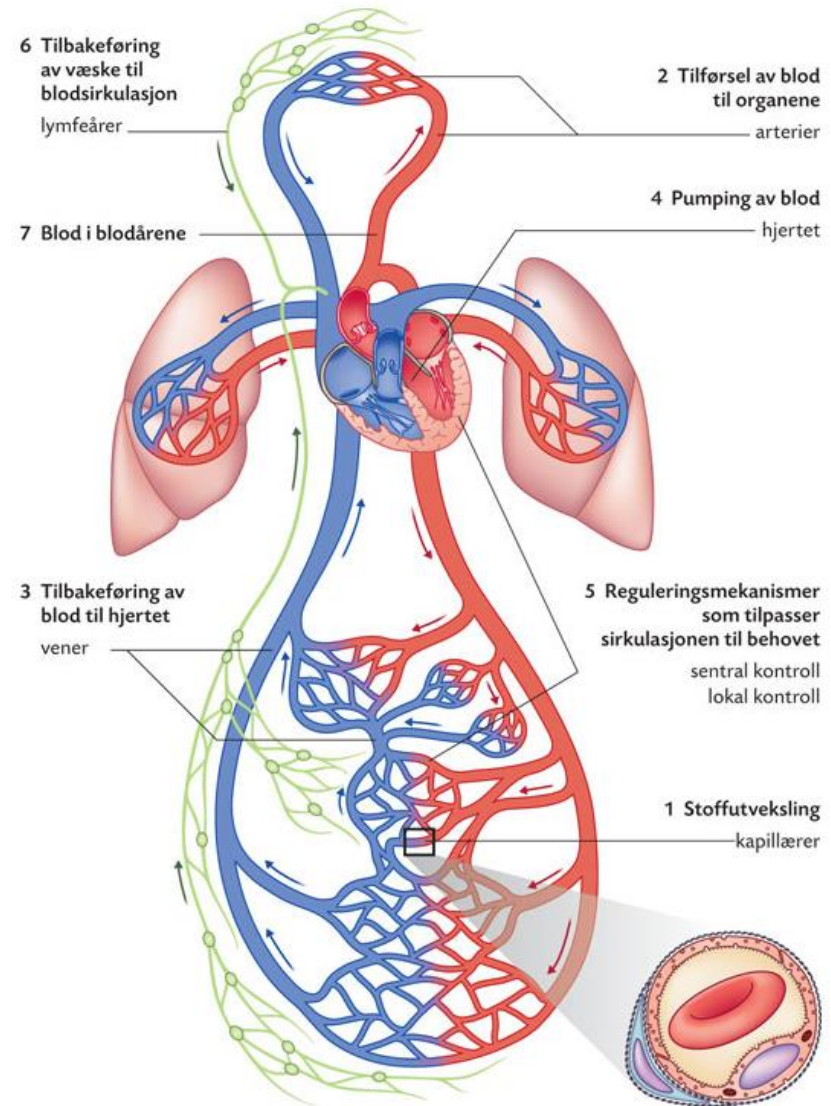
## Disposisjon

- Anatomi og fysiologi: luftveiene og lungene
- Diagnostikk: funksjonstester, røntgen og bronkoskopi
- Sykdom: luftveier og lunger
- Litt om immunforsvaret (kap. 9)

# Sirkulasjonssystemet (senere forelesning)

## Oppgaver i sirkulasjonssystemet

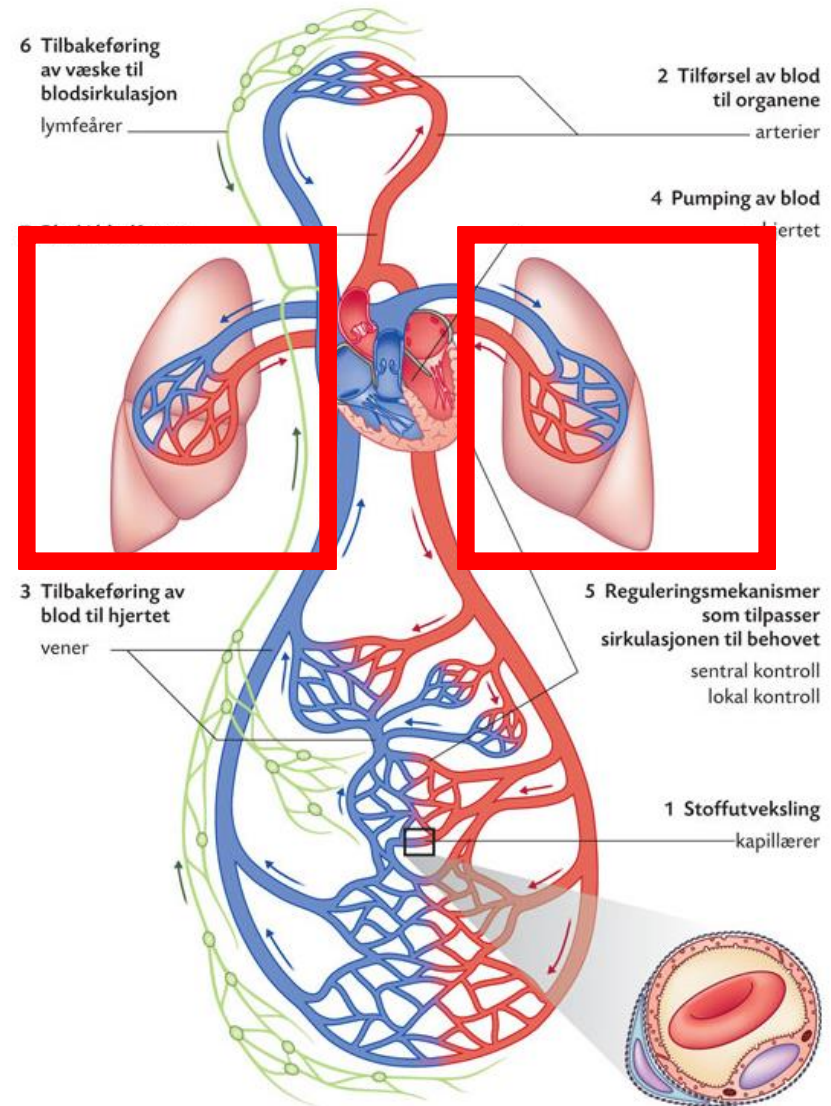
- **Hjertet:** pumper blod
- **Vev:** tar opp  $O_2$  og næringsstoffer, avgir  $CO_2$  og avfallsstoffer
- **Lungene:**  $O_2$  tilføres,  $CO_2$  avgis



# Sirkulasjonssystemet (senere forelesning)

## Oppgaver i sirkulasjonssystemet

- **Hjertet:** pumper blod
- **Vev:** tar opp  $O_2$  og næringsstoffer, avgir  $CO_2$  og avfallsstoffer
- **Lungene:**  $O_2$  tilføres,  $CO_2$  avgis



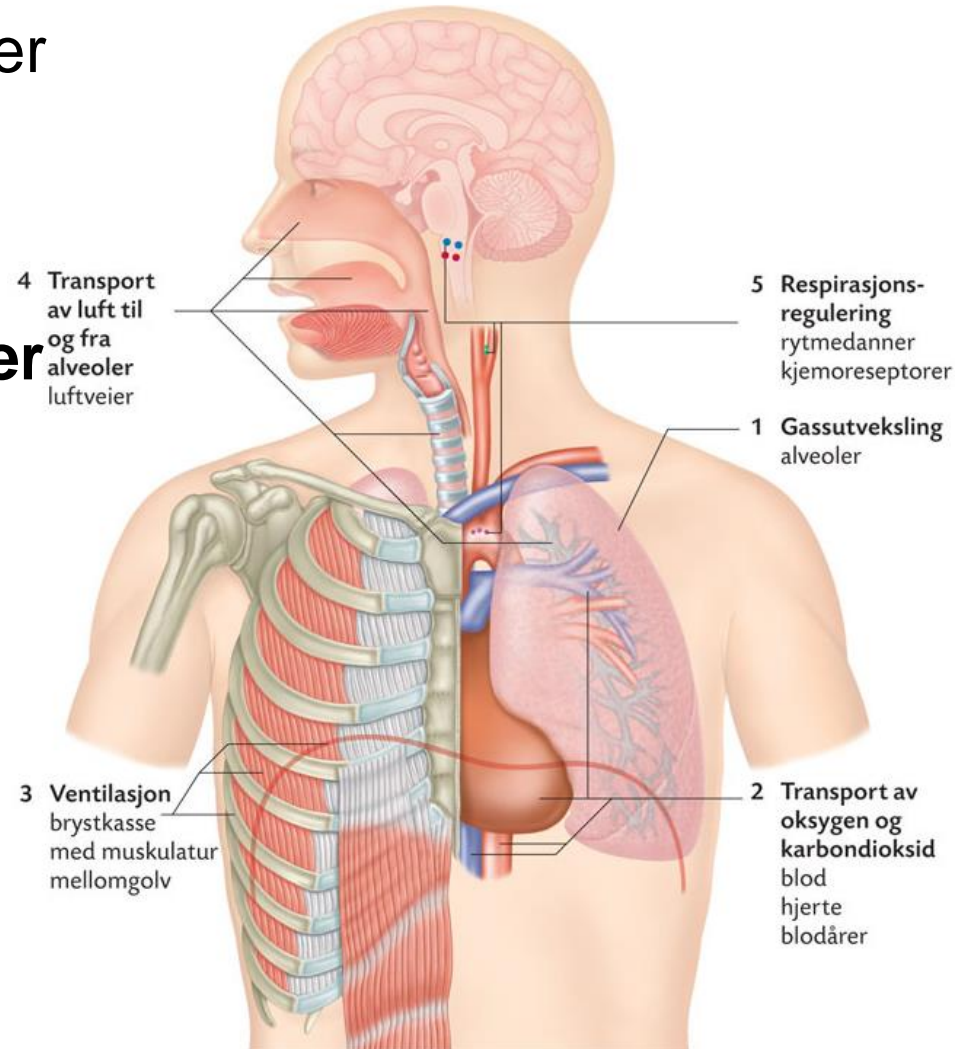


# Respirasjonssystemet

Respirasjonens **hovedoppgave** er tilføring av  $O_2$  og fjerning av  $CO_2$  fra kroppens celler

## Forutsetninger og delfunksjoner

- Rørsystem med ventilasjon
- Transport av luft til og fra alveoler
- Gassutveksling av  $O_2$  og  $CO_2$  (inkl. transport i blodet)
- Reguleringsmekanismer



# Luftveiene

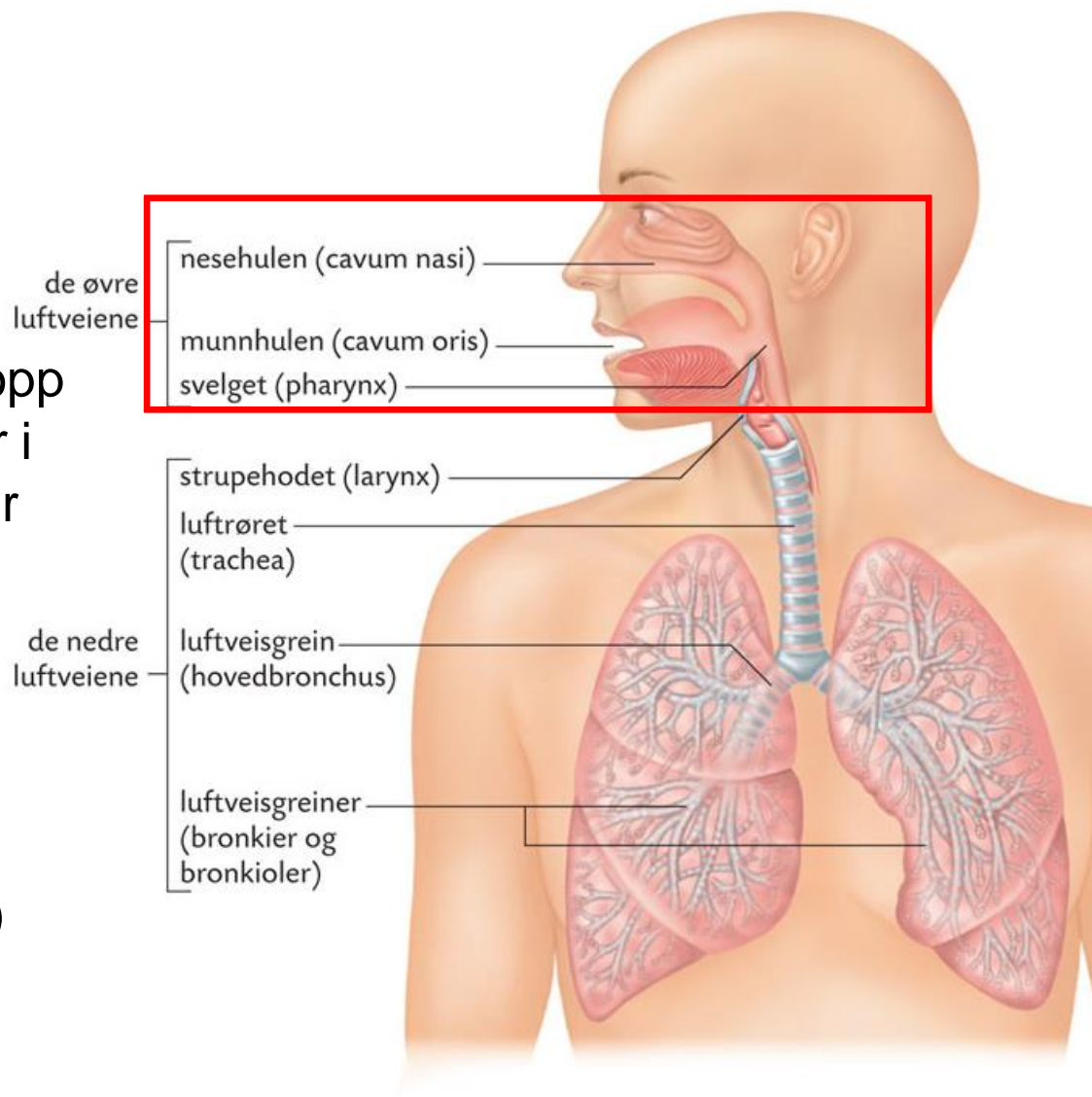
## Starten på luftveiene:

- **Nesehulen**

- varmer og fukter innåndingslufta
- Slimhinnene: fanger opp små fremmedlegemer i gassen som strømmer gjennom

- **Munnhulen**

- **Svelget** – *Pharynx* – som har to utløp:
  - Luftrøret
  - Spiserøret (øsofagus)



# Luftveiene

## Larynx (strupehodet)

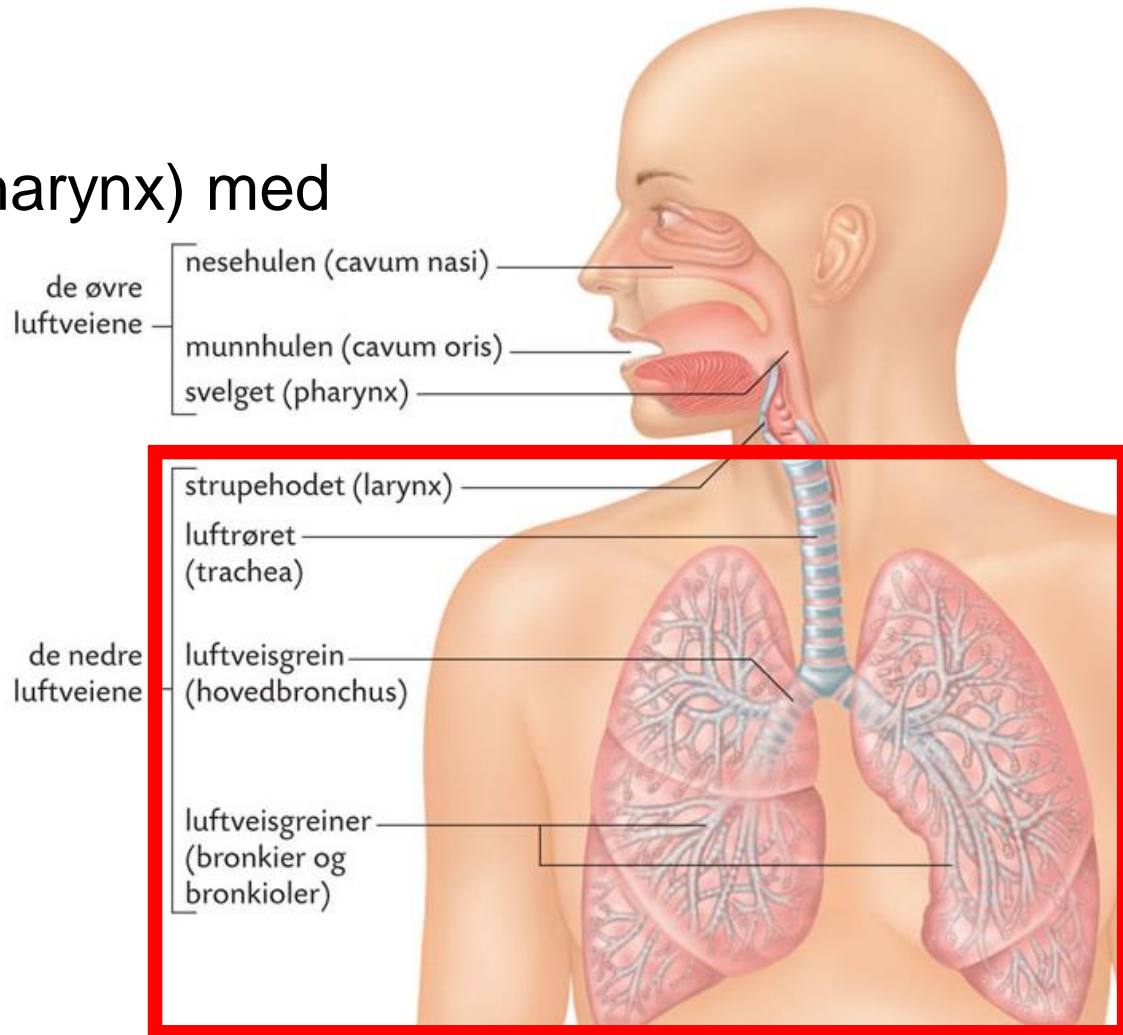
- Forbinder svelget (pharynx) med luftrøret (trachea)

## Trachea (luftrøret)

## Bronkiene

## Bronkiolene

## Alveolene (i lungene)





# Luftveiene

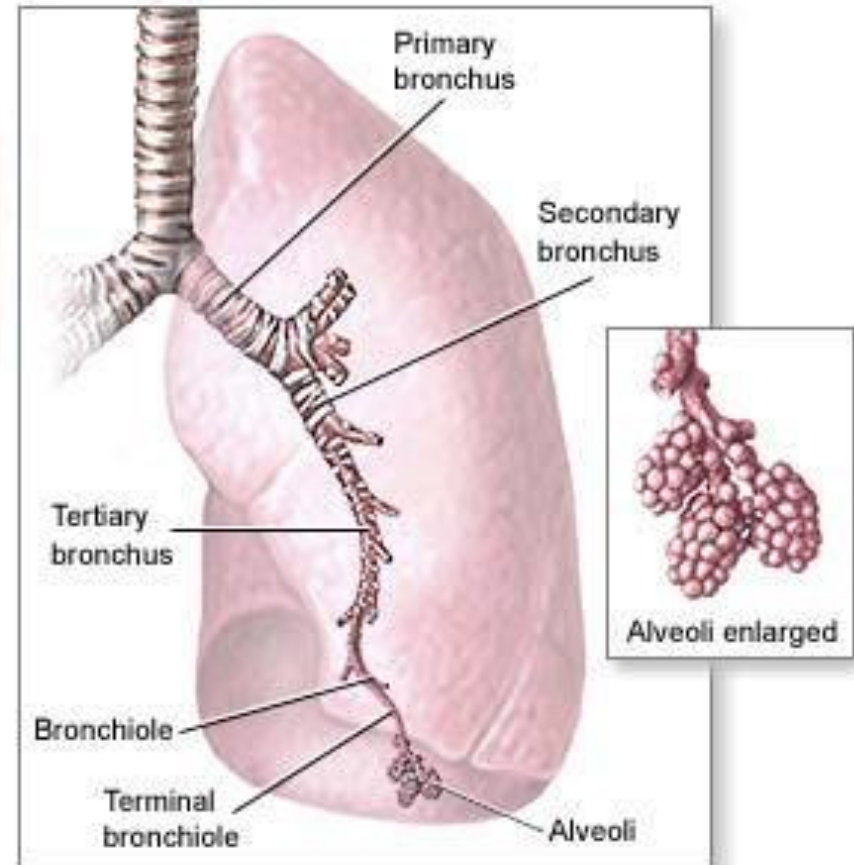
**Larynx**

**Trachea**

**Bronkiene**

**Bronkiolene**

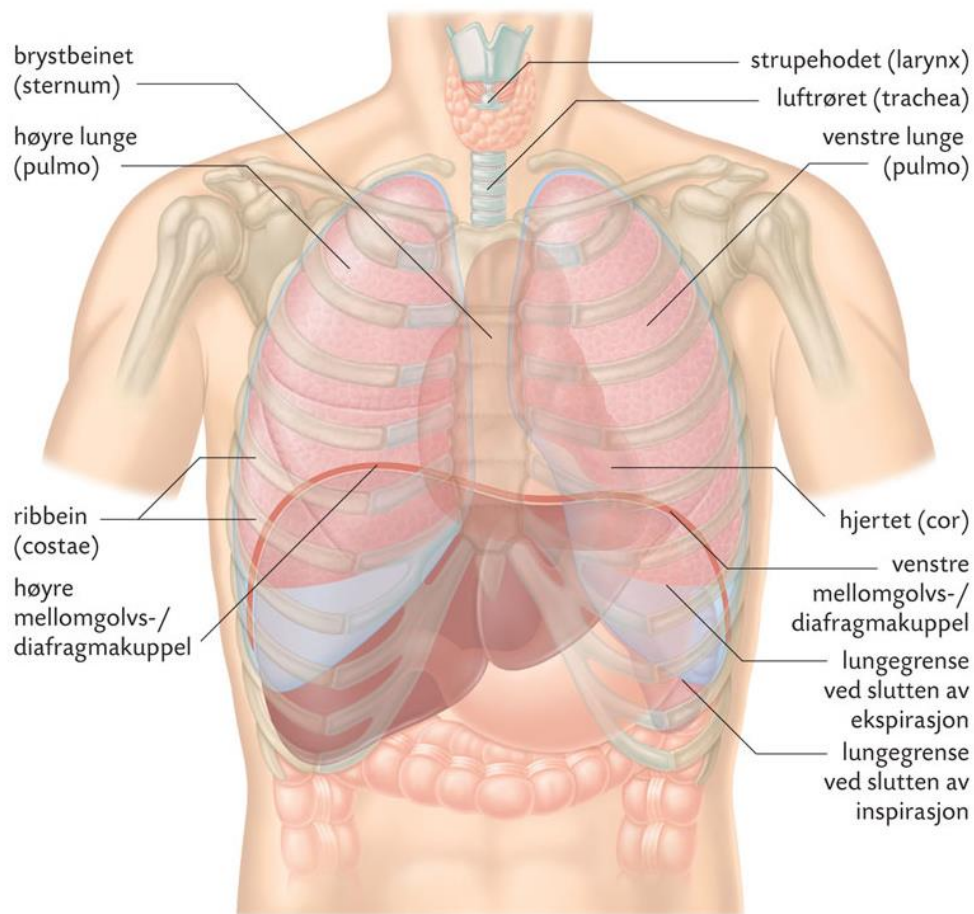
**Alveolene (i lungene)**



ADAM.

# Lungene

- De to lungene ligger i brysthulen, atskilt fra hverandre av brystkilleveggen (mediastinum)
- På undersiden er lungene atskilt fra bukhulen av mellomgulvet (diafragma)
- Den venstre lungen har to lapper, den høyre tre
- Lungen er kledd av en tynn hinne - pleura



Gyldendal © Philip Wilson i faglig samarbeid med f

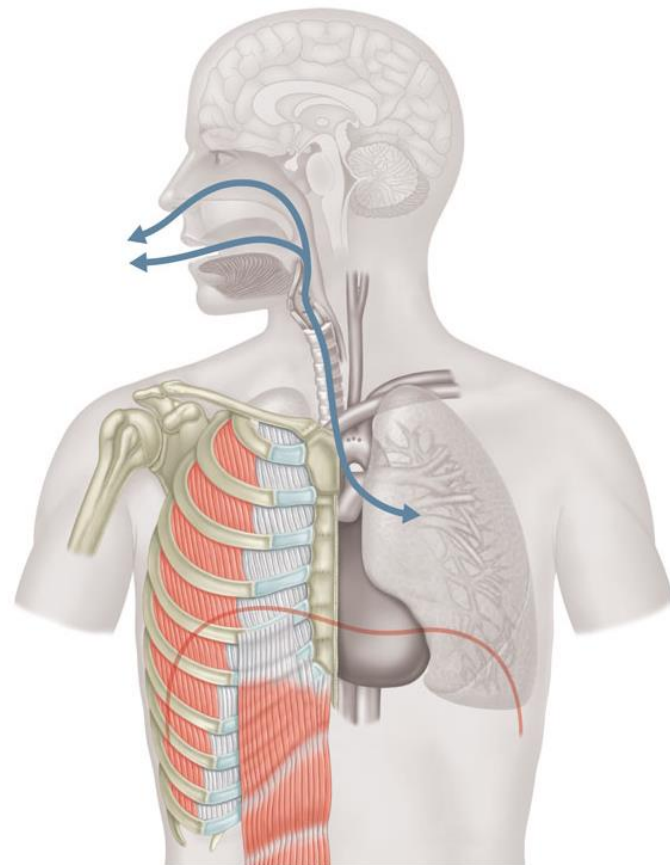
# Luftveiene og lungene

**Luftveiene:** ventilasjon, leder gass

- Munnhulen, nesehulen og svelget
- Hovedluftrøret (trachea)
- Bronkier (større), bronkioler (mindre)

**Alveolene (i lungene):** gassutveksling

- Blodet tar opp  $O_2$
- Blodet gir fra seg  $CO_2$

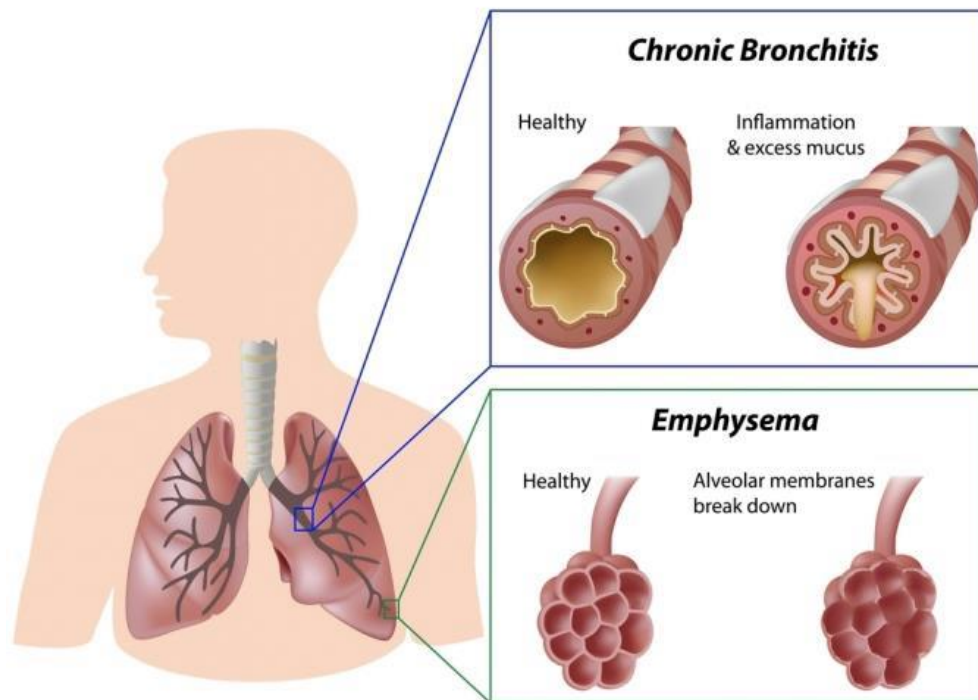


 Gyldendal © Deborah Maizels i faglig samarbeid med i

# KOLS – Kronisk obstruktiv lungesykdom

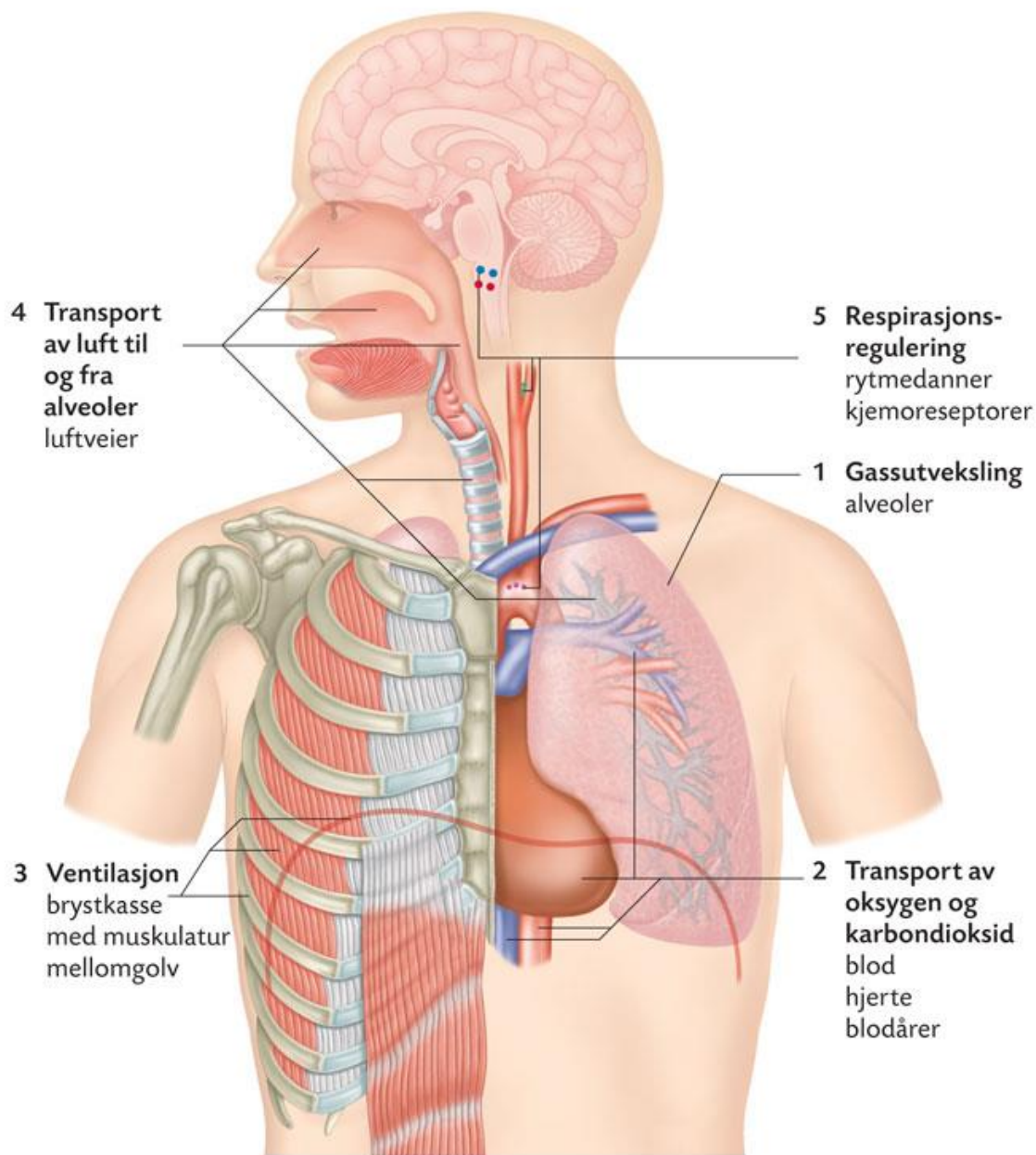
- **Bronkitt**
  - Trange, betente luftveier
- **Emfysem**
  - Deler av lungen mister elastisitet
  - Alveoler slås sammen, areal for gassutveksling blir mindre

Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD)



# Ventilasjon

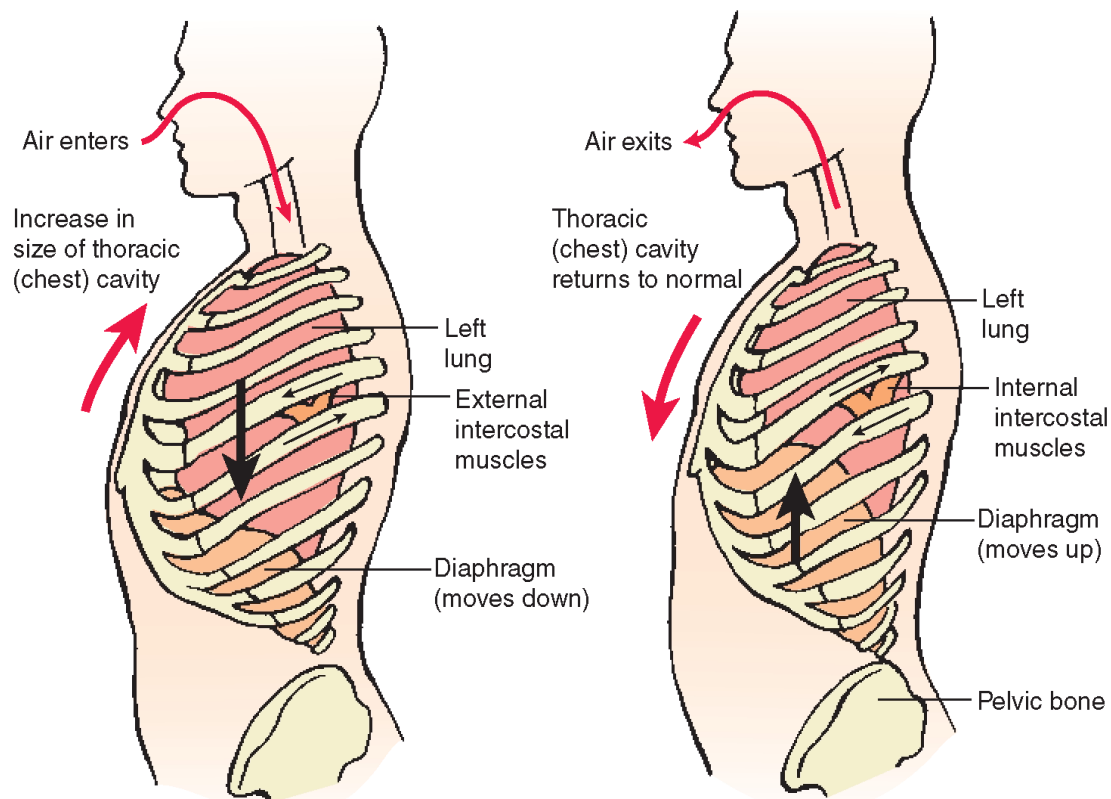
- Innpust  
(inspirasjon)
- Utpust  
(ekspirasjon)





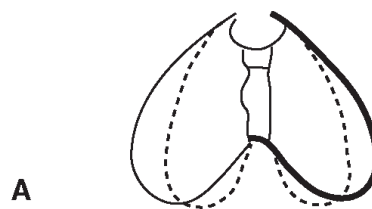
# Ventilasjon

- Inn pust (inspirasjon)
- Ut pust (ekspirasjon)



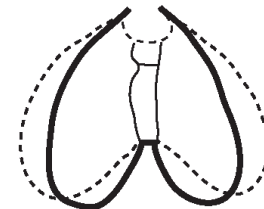
During inhalation the diaphragm presses the abdominal organs downward and forward. The intercostal muscles expand the pleural space.

During exhalation the diaphragm rises and recoils to the resting position. Air is passively exhaled.



A

These activities create a vacuum in the chest cavity.



B

# Ventilasjon - respirasjonsmuskulatur

- Kontraksjon i respirasjonsmusklene gir endring i torakshulens volum
- Denne volumendringen medfører tilsvarende endring av lungevolumet
- Endring av lungevolumet fører til at også alveolevolumet endres
- Det blir trykkforskjeller, og luften strømmer henholdsvis inn- eller ut av luftveiene og lungene.

# Ventilasjon

## Innpust (inspirasjon)

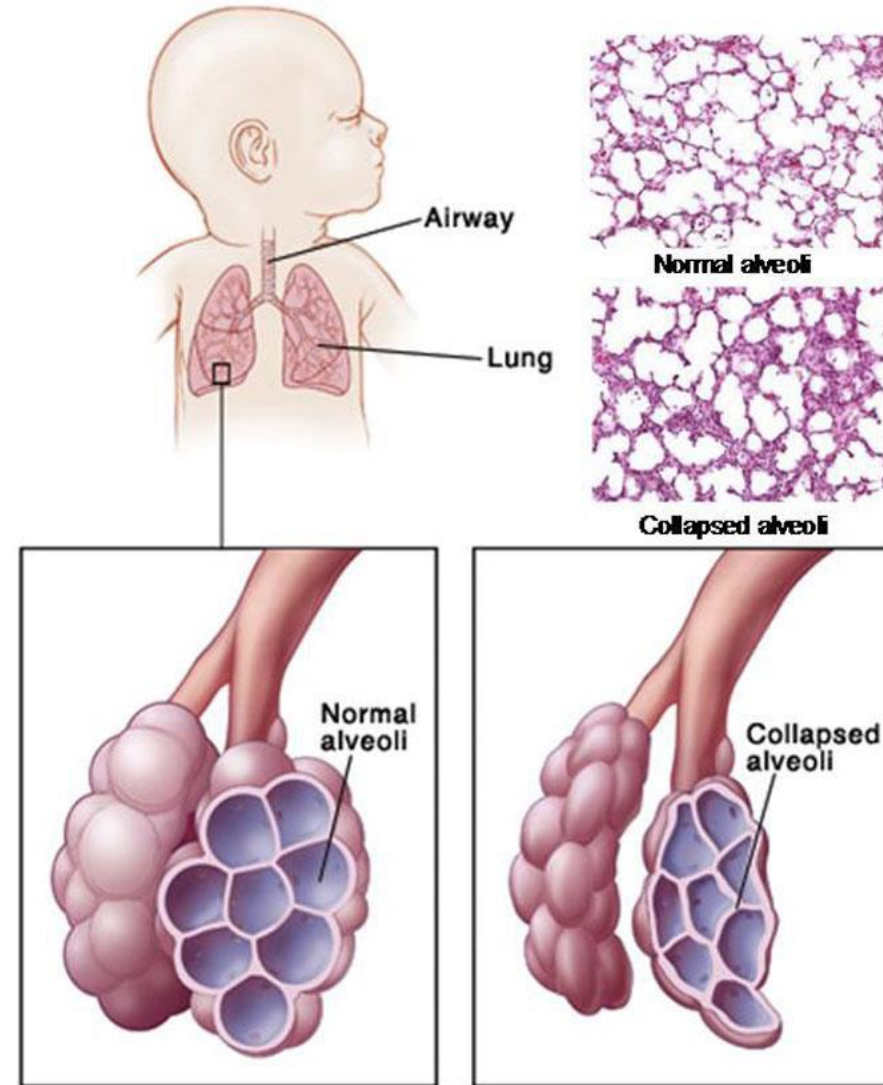
- Diaphragma (mellomgulvet)
- Aksessoriske respirasjonsmuskler (mellom ribbeina og utenpå brystkassen)
- Gir økt alveolevolum → lavere alveoletrykk → det strømmer luft inn i alveolene

## Utpust (ekspirasjon)

- Vanligvis passiv (avslapning og elastisitet)
- Aktiv (forsert): magemuskler og indre intercostalm.
- Gir redusert alveolevolum → høyere alveoletrykk → strømmer luft ut av alveolene

# Ventilasjon – faktorer som påvirker

- Luftveismotstand
  - Diameter
- Lungenes elastisitet
  - Hvor mye kraft trengs for å spenne lungene
- Overflatespenning i alveolene
  - Reduseres av surfaktant



# Kasuistikk #3

- Jens (28) og Anne (31) skal ha barn
- Gravid uke 28, normalt svangerskap hittil
- Kontroll: Anne har for høyt blodtrykk. Stiger.
- Planlegger å forløse barnet før tiden
- Anne får steroid-medikasjon
- Må sette i gang fødselen allerede dagen etter
- Gir et stoff til barnet for å redusere risiko for pustevansker

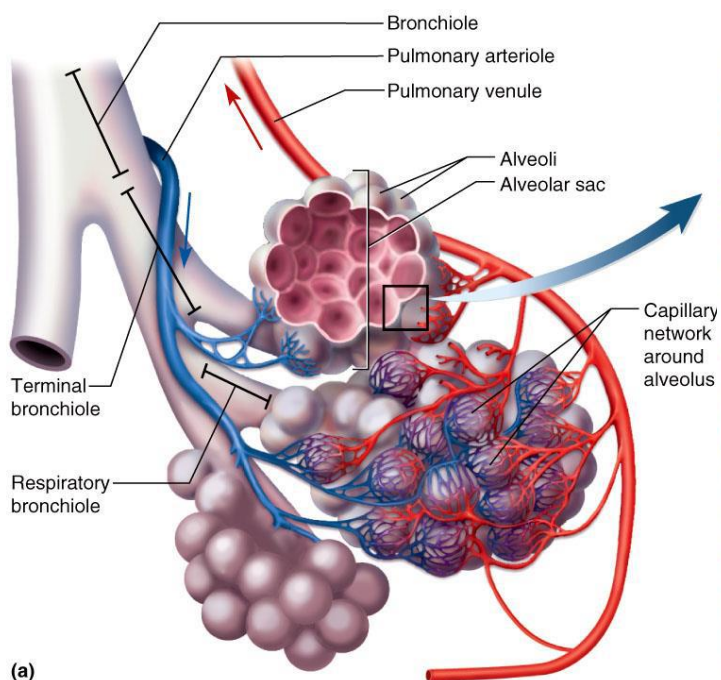




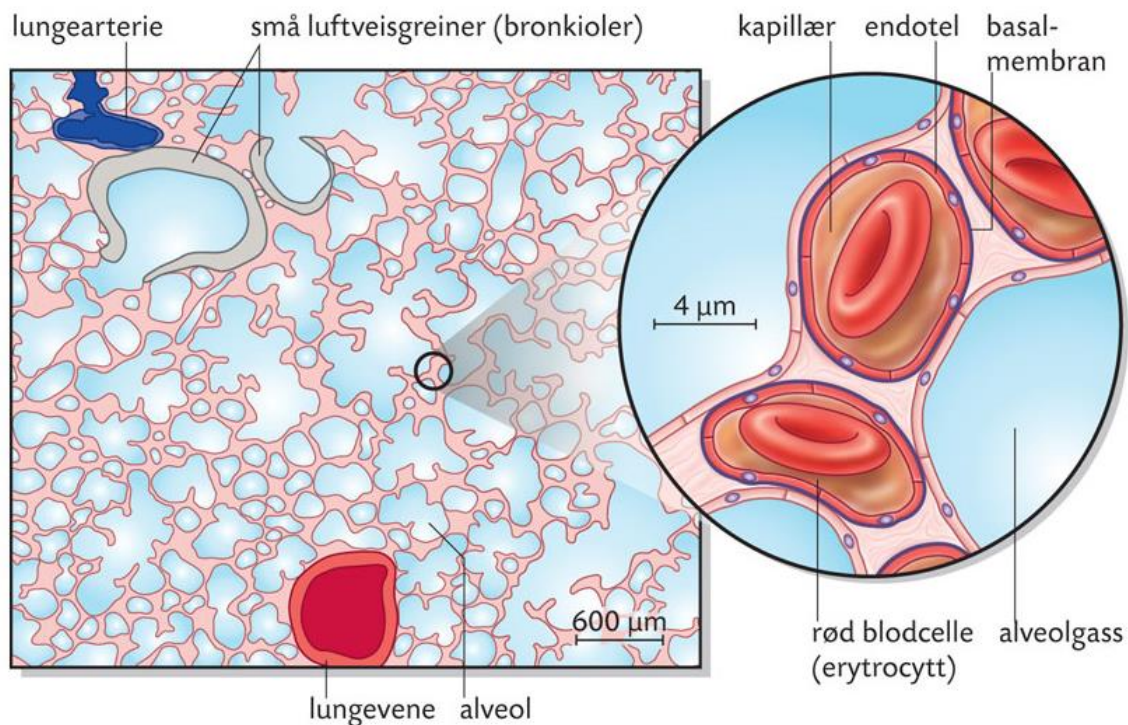
# Luftveiene - gassutveksling

- Gassutvekslingen foregår mellom alveolene og lungekapillærene (minste blodårene)

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



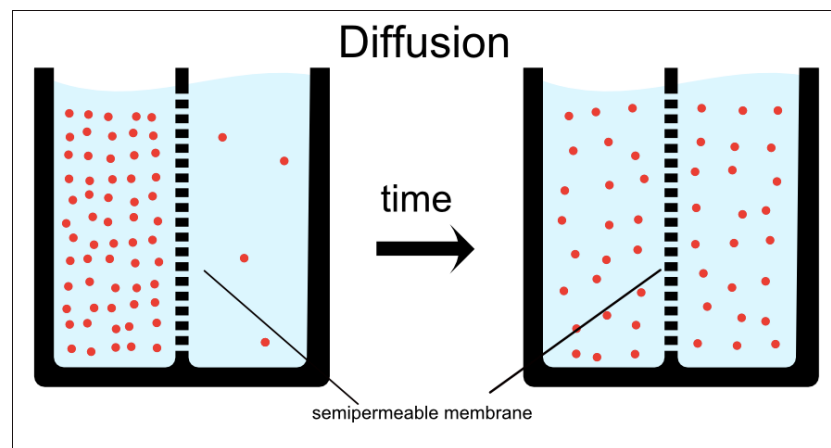
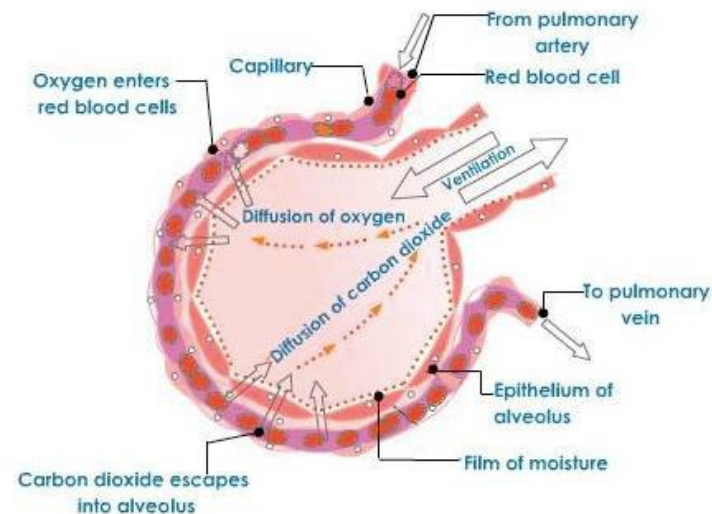
(a)



Gyldendal © Deborah Maizels i faglig samarbeid med

# Luftveiene - gassutveksling

- Oksygentrykket i alveolene er høyere enn i blodet som strømmer inn i lungekapillærene fordi dette blodet har gitt fra seg oksygen ( $O_2$ ) ute i kroppens celler
- Derfor diffunderer flere oksygenmolekyler fra alveolgassen over i blodet enn fra blodet til alveolgassen, og det blir nettotransport av oksygen til blodet
- For  $CO_2$  er det motsatt

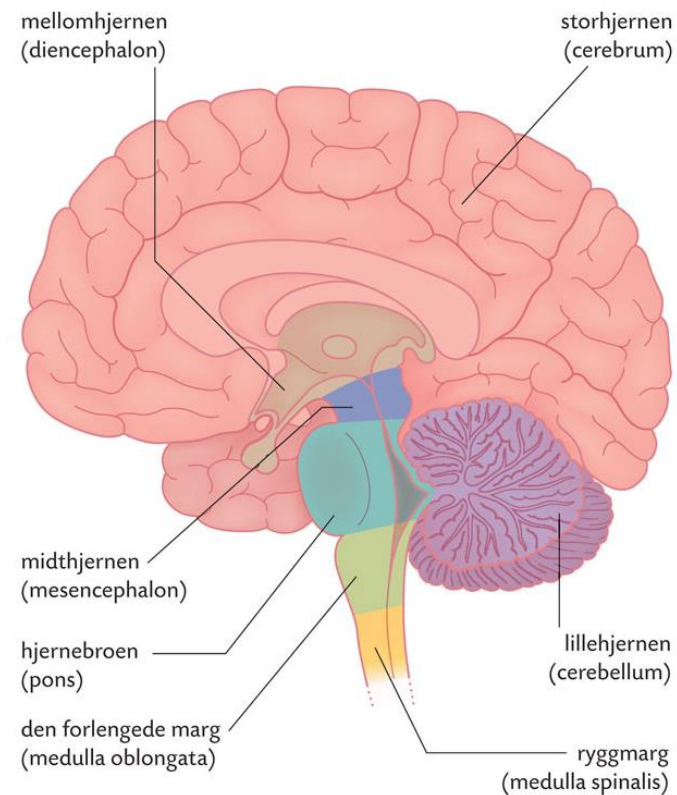


# Transport av O<sub>2</sub> og CO<sub>2</sub>

- Luftveiene og lungene har til hensikt å frakte gasser til og fra blodet,
- Blodet skal frakte det videre til- og fra steder i kroppen der det trengs («til celler og vev»)
- Transporten rundt i kroppen reguleres på ulike måter i sirkulasjonssystemet

# Overvåkning og regulering av respirasjon

- Respirasjonsreguleringen tilpasser kontinuerlig ventilasjonen til kroppens behov for tilførsel av oksygen og utskilling av karbondioksid
- Informasjon om blodets oksygen- og karbondioksidinnhold registreres av spesielle reseptorer og respirasjonssenteret i den forlengede marg og omsettes til nerveimpulser til respirasjonsmuskulaturen, som innstiller tidevolum og respirasjonsfrekvens på riktig nivå



Gyldendal © Deborah Maizels i faglig samarbeid med



# Behov for hjelp til ventilasjon

## Ventilasjon med maske og bag

- Akutte tilstander
- Korte kirurgiske inngrep

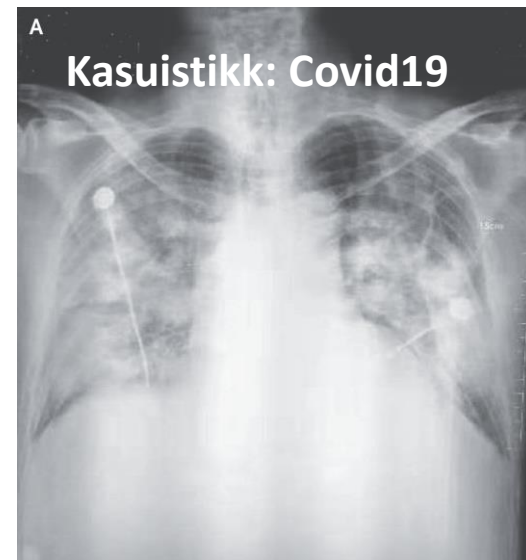
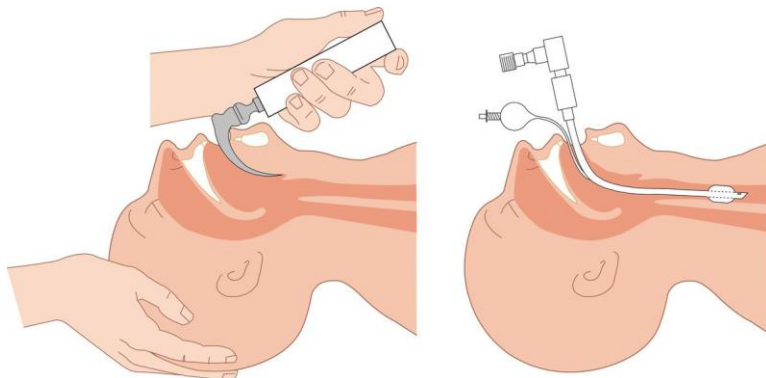




# Behov for hjelp til ventilasjon

## Respirator

- Intubasjon
- Koble til “pustemaskin”



# ANATOMI OG FYSIOLOGI

## - OPPSUMMERING

### Luftveiene og lungene

- Larynx, trachea, bronkiene, bronkiolene, alveolene
- Frakter  $O_2$  inn og  $CO_2$  ut

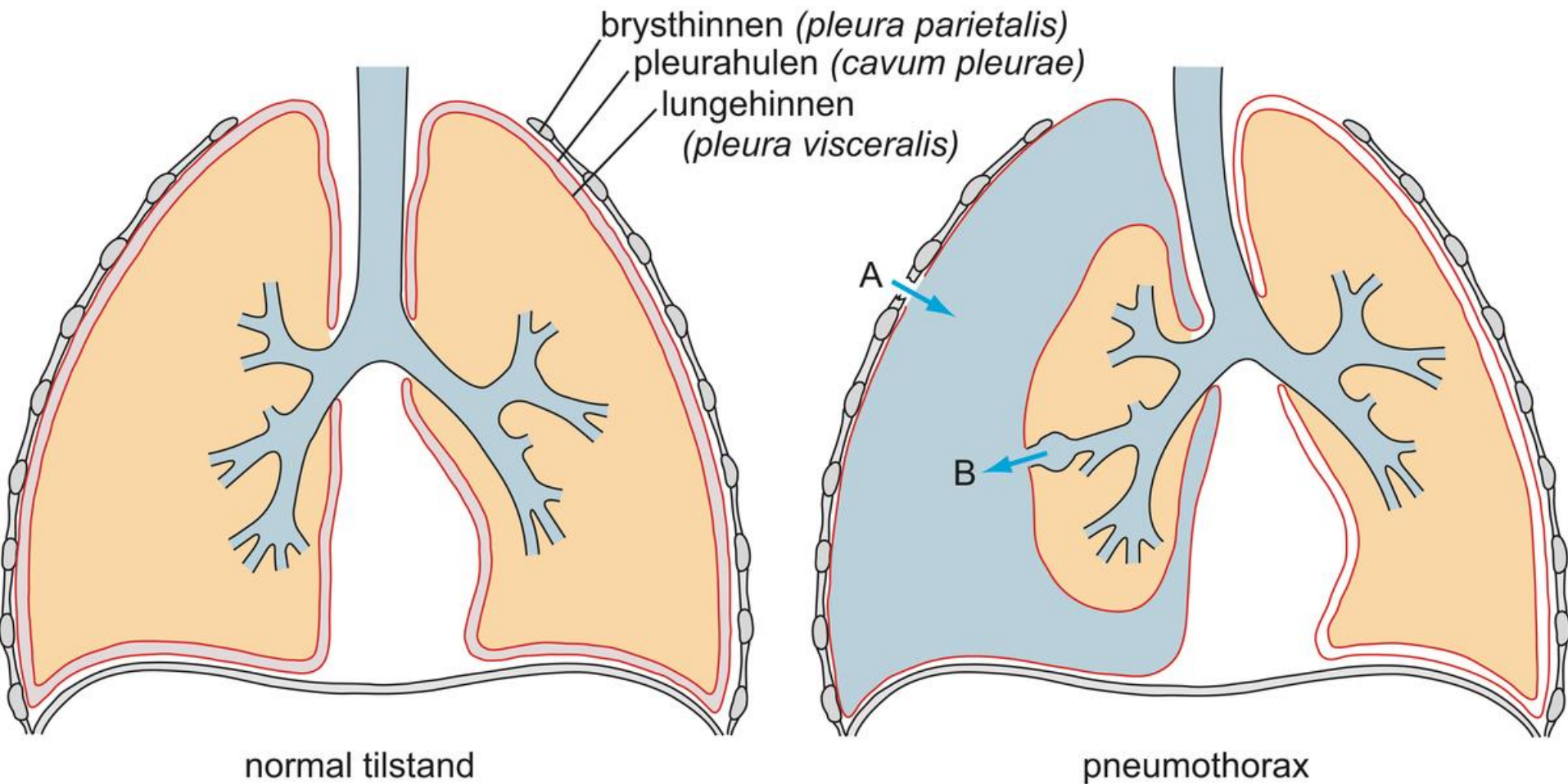
### Gassutvekslingen

- Oksygentrykket i alveolene høyere enn i kapillærene
- $O_2$  diffunderer over i blodet
- For  $CO_2$  er det motsatt

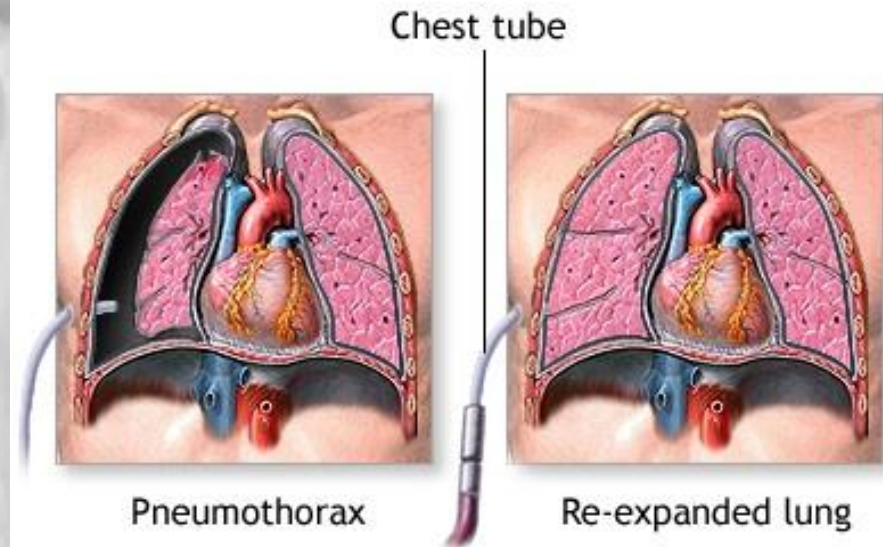
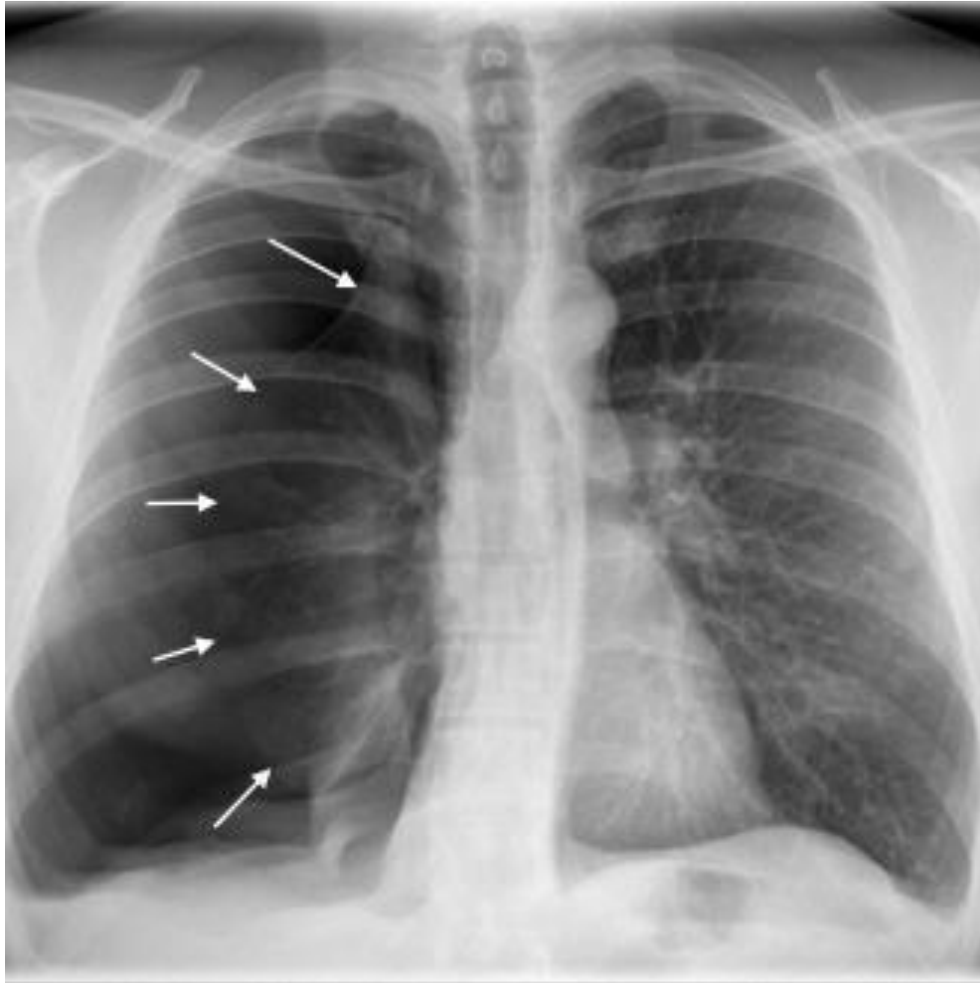
### Respirasjonsreguleringen

- Respirasjonssenter i forlengede marg
- Nerveimpulser til resp.musk.: diafragma, int.costalmusk.

# Pneumothorax



# Pneumothorax



# DIAGNOSTIKK: Respirasjon og lunger

## – viktige undersøkelser

- **Klinisk undersøkelse:** inkl. lytte på lungene (auskultasjon)
- **«Oksygenstatus»:** oksygenmåling, blodgass
- **Lungekapasitet:** Spirometri osv.
- **Billeddiagnostikk:** røntgen, CT osv.
- **Skopi:** Bronkoskopi, evt med biopsi





## Oksygenmåling

- «Oksygenprosent»



## Blodgass

- $pO_2$ ,  $pCO_2$ , pH



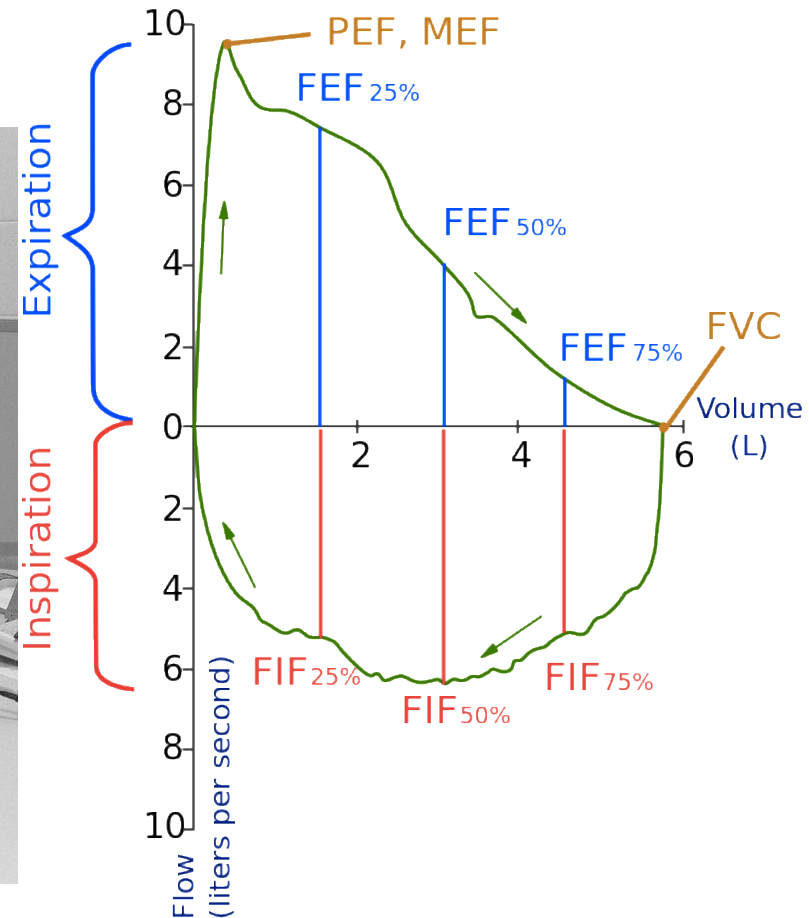
# DIAGNOSTIKK: Respirasjon og lunger

## – viktige undersøkelser

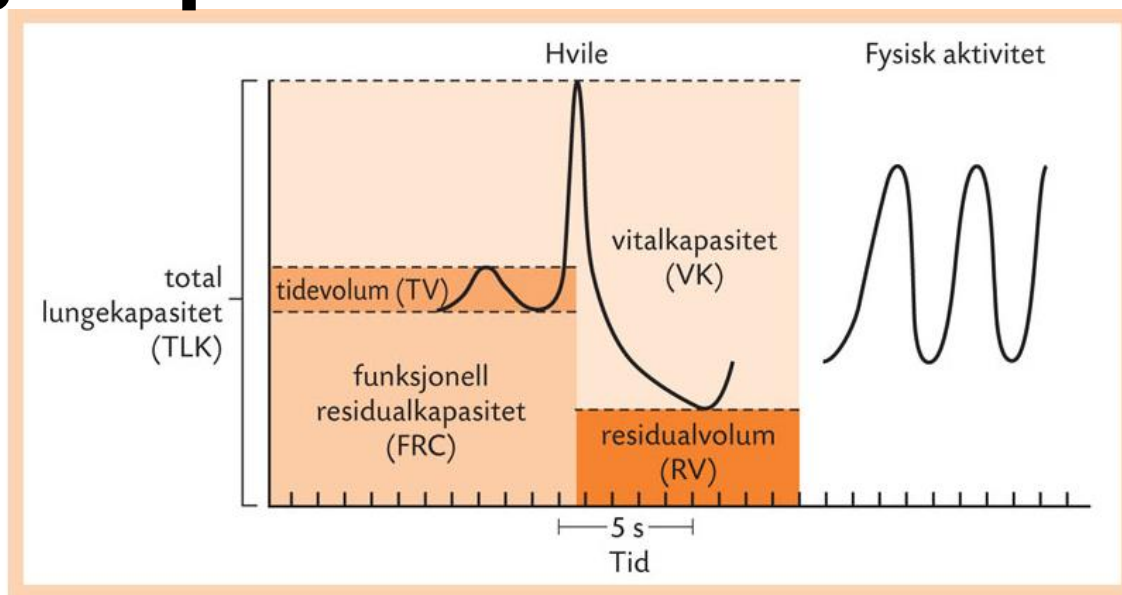
- **Klinisk undersøkelse:** inkl. lytte på lungene (auskultasjon)
- «**Oksygenstatus**»: oksygenmåling, blodgass
- **Lungekapasitet:** Spirometri osv.
- **Billeddiagnostikk:** røntgen, CT osv.
- **Skopi:** Bronkoskopi, evt med biopsi



# Lungekapasitet - spirometri



# Lungekapasitet

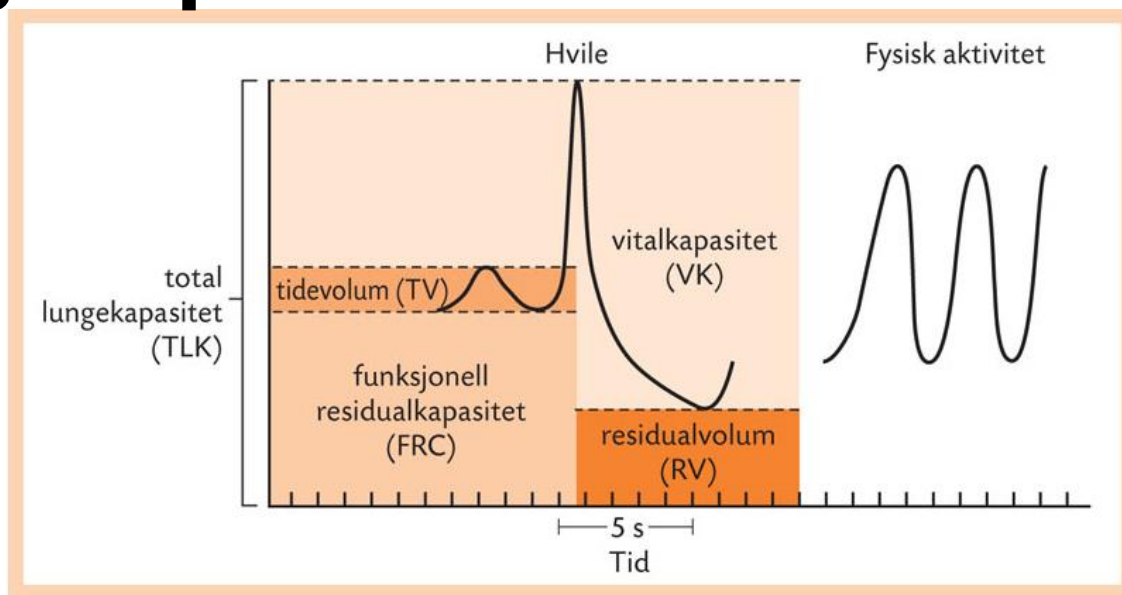


🌲 Gyldendal © Deborah Maizels i faglig samarbeid med forfatterne

## TIDEVOLUM (TV)

- Hva vi puster inn og ut. En voksen i hvile tar opp **ca 500 ml** luft ved hver inspirasjon (innånding) og trekker pusten 12-16 ganger per minutt
- Av dette kommer ved hver inspirasjon ca 350 ml ned i alveolene der gasskiftet skjer (resten blir stående i luftveiene – «dødrommet»)
- Kan økes betydelig ved aktivitet - fra ca 6-7 l/min til 100 l/min (opp mot 200 l/min hos idrettsutøvere)

# Lungekapasitet



🌲 Gyldendal © Deborah Maizels i faglig samarbeid med forfatterne

## VITALKAPASITET (VC) OG TOTAL LUNGEKAPASITET

- Etter en rolig inspirasjon på cirka 500 ml kan det ved forsert inspirasjon opptas ytterligere cirka 3300 ml luft som kalles inspiratorisk reservevolum
- Etter en rolig utånding (ekspirasjon) på 500 ml kan det ytterligere utåndes cirka 1000 ml såkalt reserveluft
- Summen av disse tre størrelsene (det vil si tidevolum + inspiratorisk og ekspiratorisk reserveluft) kalles lungenes **vitalkapasitet** (ca. 4,8 liter)
- Vitalkapasitet og residualluften utgjør lungenes **totalkapasitet**, som er ca. 6 liter hos en voksen mann



# HMED1101– Lunger og respirasjon



Guro Løvik Goll  
Førsteamanuensis Universitetet i Oslo  
Seniorforsker REMEDY forskningssenter/ Overlege Revmatologisk avd  
Diakonhjemmet sykehus

# DIAGNOSTIKK: Respirasjon og lunger

## – viktige undersøkelser

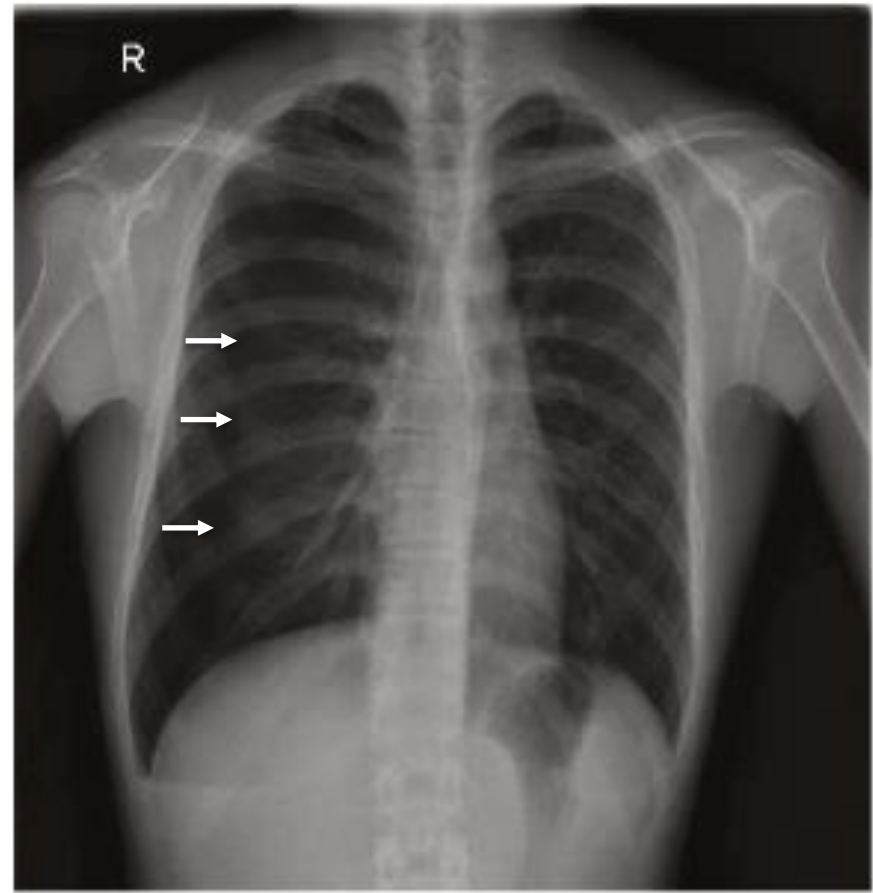
- **Klinisk undersøkelse:** inkl. lytte på lungene (auskultasjon)
- «**Oksygenstatus**»: oksygenmåling, blodgass
- **Lungekapasitet:** Spirometri osv.
- **Billeddiagnostikk:** røntgen, CT osv.
- **Skopi:** Bronkoskopi, evt med biopsi



# Billeddiagnostikk – røntgen toraks



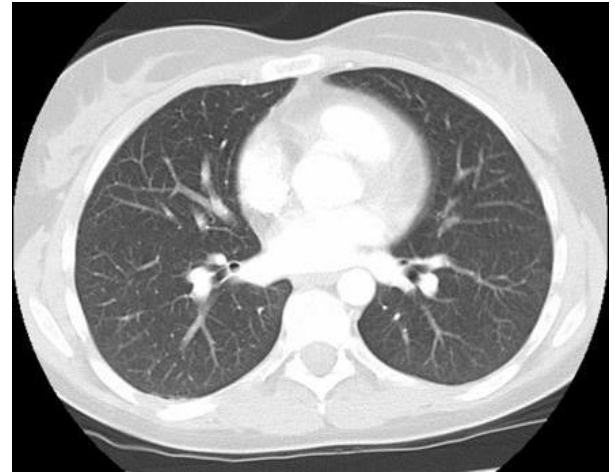
Normalt røntgen toraks



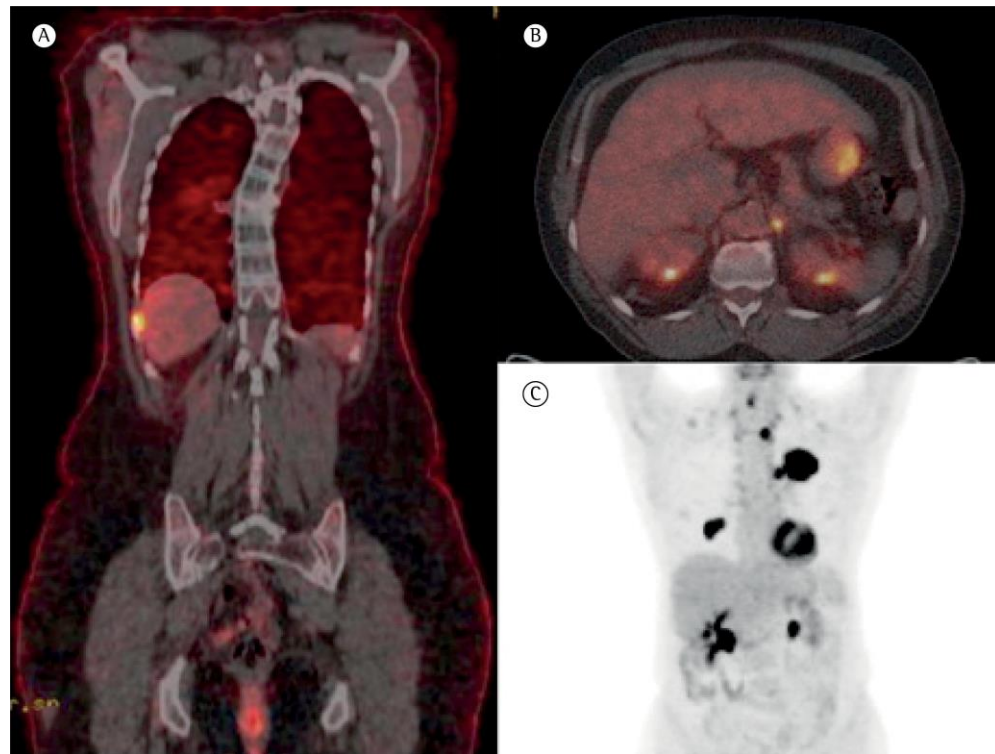
Pneumotoraks

# Billeddiagnostikk

- Røntgen
- CT
- MR
- PET-SCAN



CT-bilde av normalt lungevev (sett nedenfra/ovenfra)



Kombinert PET og CT av lungekreft med spredning

# DIAGNOSTIKK: Respirasjon og lunger

## – OPPSUMMERT

- **Klinisk undersøkelse:** inkl. lytte på lungene (auskultasjon)
- **«Oksygenstatus»:** oksygenmåling, blodgass
- **Lungekapasitet:** Spirometri
- **Billeddiagnostikk:** røntgen, CT, PET
- **Skopi:** Bronkoskopi, evt med biopsi





# **SYKDOM – respirasjon og lunger**

## **OBSTRUKTIV SYKDOM I LUFTVEIENE**

- **KOLS**
- **Astma**

## **SYKDOM I LUNGEVEVET**

- **Lungefibrose**
- **Allergisk alveolitt**

## **SVULST / KREFT**

- **Lungekreft**

## **INFEKSJONER**

- **Pneumoni (lungebetennelse)**
- **Tuberkulose**

# SYKDOM – respirasjon og lunger

## OBSTRUKTIV SYKDOM I LUFTVEIENE

- KOLS
- Astma

## SYKDOM I LUNGEVEVET

- Lungefibrose
- Allergisk alveolitt

## SVULST / KREFT

- Lungekreft

## INFEKSJONER

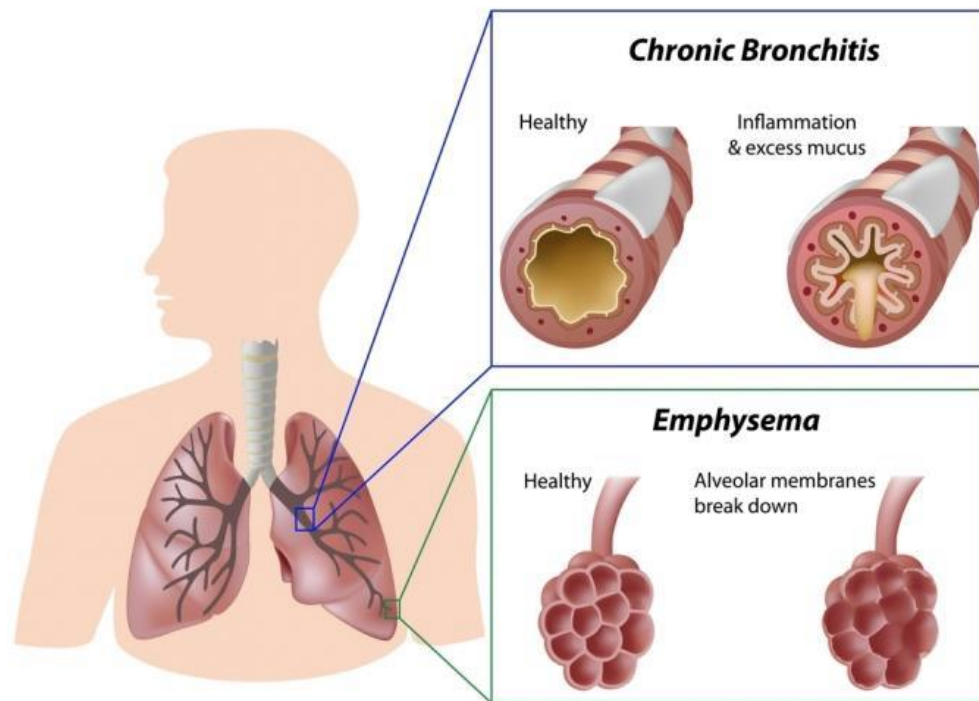
- Pneumoni (lungebetennelse)
- Tuberkulose

# KOLS – Kronisk obstruktiv lungesykdom

- **RØYKING risikofaktor!**

Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD)

- Bronkitt
  - Trange, betente luftveier
- Emfysem
  - Mindre elastisitet
  - Alveoler slås sammen
- Ca 6% av befolkningen
- **Funn:**
  - Endrete spirometriverdier
- **Behandling:**
  - Røykestopp!
  - Inhalasjonsmedisiner
  - Tabletter



# ASTMA

- Kronisk betennelse i luftveiene
- Del av «atopi»: atopisk eksem, allergi, astma
- 10-12% av befolkning; starter som regel i barnealder
- **Symptomer:**
  - Tungpust («pipende»), tetthet i brystet, hoste
- **Funn:**
  - Endrete spirometriverdier som varierer over døgnet og bedrer seg ved behandling
- **Behandling:**
  - Inhalasjonsmedisiner

# SYKDOM – respirasjon og lunger

## OBSTRUKTIV SYKDOM I LUFTVEIENE

- KOLS
- Astma

## SYKDOM I LUNGEVEVET

- Lungefibrose
- Allergisk alveolitt

## SVULST / KREFT

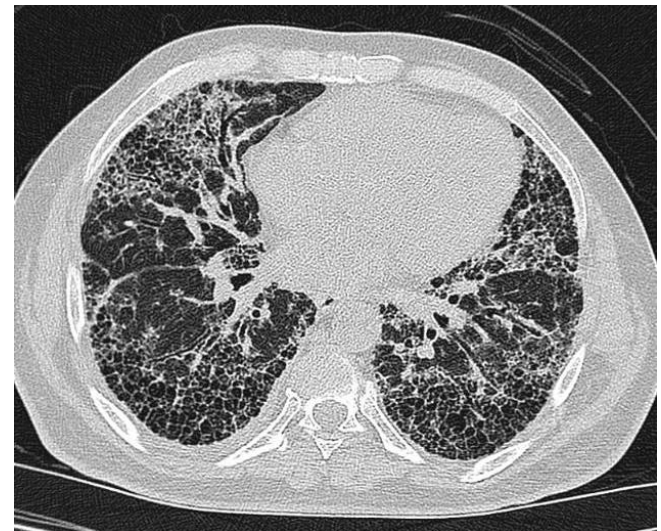
- Lungekreft

## INFEKSJONER

- Pneumoni (lungebetennelse)
- Tuberkulose



NORMAL LUNGE



LUNGEFIBROSE



# SYKDOM – respirasjon og lunger

## OBSTRUKTIV SYKDOM I LUFTVEIENE

- KOLS
- Astma

## SYKDOM I LUNGEVEVET

- Lungefibrose
- Allergisk alveolitt

## SVULST / KREFT

- Lungekreft

## INFEKSJONER

- Pneumoni (lungebetennelse)
- Tuberkulose

# SYKDOM – respirasjon og lunger

## OBSTRUKTIV SYKDOM I LUFTVEIENE

- KOLS
- Astma

## SYKDOM I LUNGEVEVET

- Lungefibrose
- Allergisk alveolitt

## SVULST / KREFT

- Lungekreft

## INFEKSJONER

- Pneumoni (lungebetennelse)
- Tuberkulose

# SYKDOM – respirasjon og lunger

## OBSTRUKTIV SYKDOM I LUFTVEIENE

- KOLS
- Astma

## SYKDOM I LUNGEVEVET

- Lungefibrose
- Allergisk alveolitt

## SVULST / KREFT

- Lungekreft

## INFEKSJONER

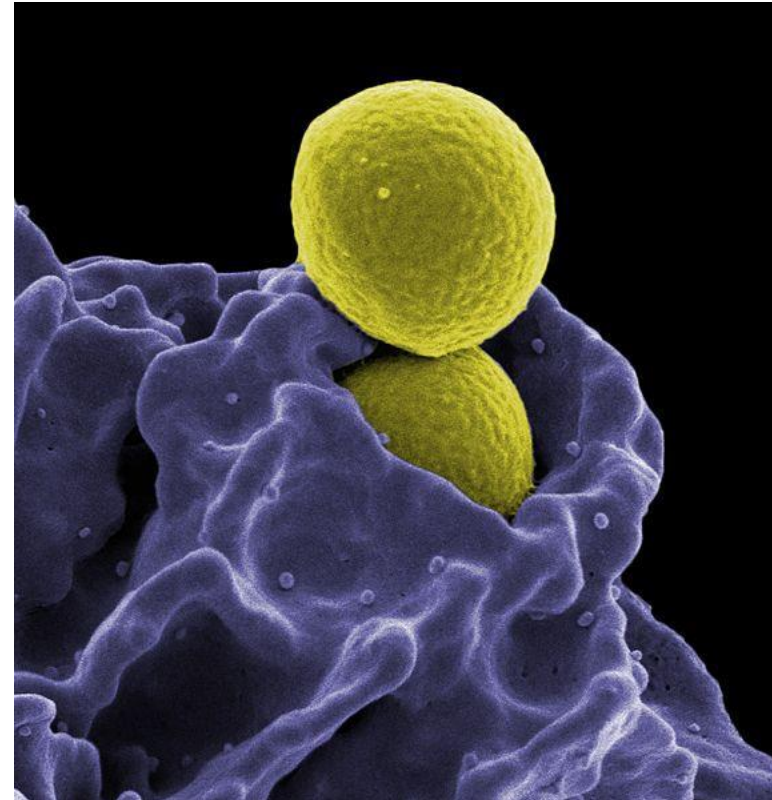
- Pneumoni (lungebetennelse)
- Tuberkulose

- BETENNELSE  
(INFLAMMASJON)
- KREFT
- INFEKSJON

**EGEN FORELESNING**

## Oppgaver for immunforsvaret

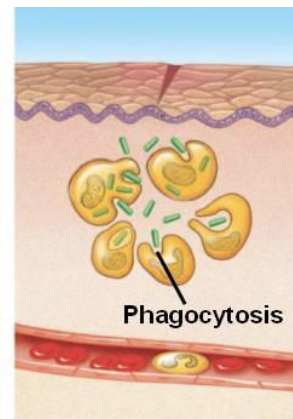
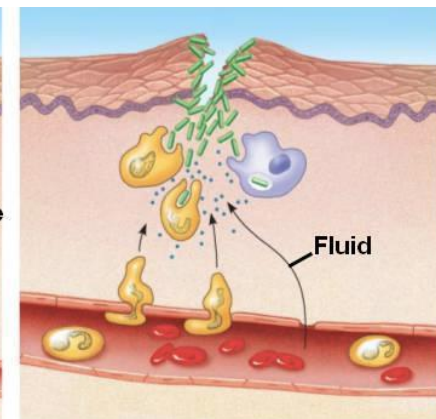
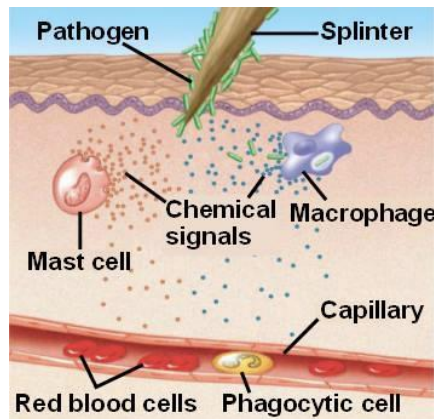
- Å HOLDE OSS FRISKE
  - Infeksjonsforsvar
  - Drepe unormale celler
  - Fjerne gamle og døde celler
- Reagerer mot det som oppleves fremmed
- Inflammasjonsreaksjoner (betennelsesreaksjoner)



# BETENNELSESGREAKSJON - inflammasjon

En betennelse (inflammasjon) er en reaksjon på en vevsskade i kroppen

- Hypersensitivitet (eks. allergier)
- Infeksjoner (eks. virus, bakterier)
- Fysisk skader (eks. traume, forbrenning, stråling)
- Kjemiske skader (eks. etsende syre)

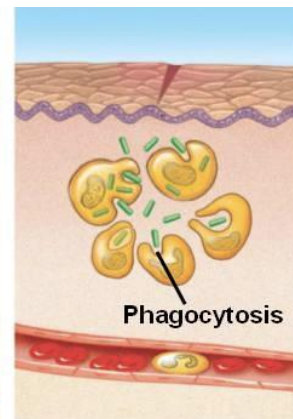
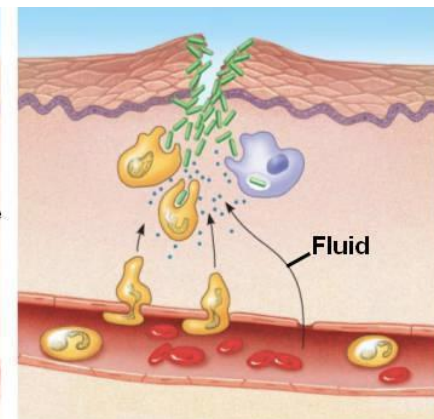
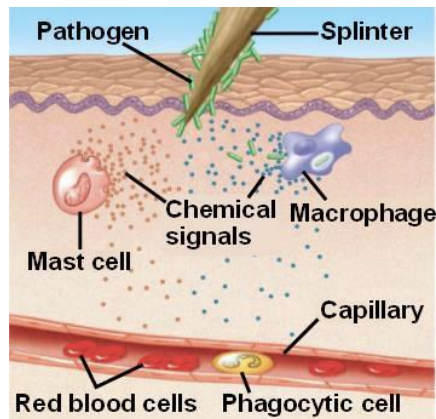




# BETENNELSESGREAKSJON - inflammasjon

En betennelse (inflammasjon) er en reaksjon på en vevsskade i kroppen

- **Hypersensitivitet (eks. allergier)**
- Infeksjoner (eks. virus, bakterier)
- Fysisk skader (eks. traume, forbrenning, stråling)
- Kjemiske skader (eks. etsende syre)



# Allergi – reaksjon på noe ufarlig / vanlig

- Reaksjon på noe ufarlig (allergen)
  - Pollen, partikler i lufta, mat, medikamenter
- Mer enn 40% av befolkningen får allergiske reaksjoner en eller flere ganger ilt livet (mer alvorlige 10-20%)
- Arv spiller en stor rolle
- Noen plages også med astma og/eller hudeksem – snakker da ofte om «**atopiske plager**»



PRIKKTEST FOR ALLERGI

- **Allergisk alveolitt:** «immunologisk betinget inflammasjon sekundært til gjentatt inhalasjon av organisk støv»

# AUTOIMMUNITET – reaksjon på eget vev

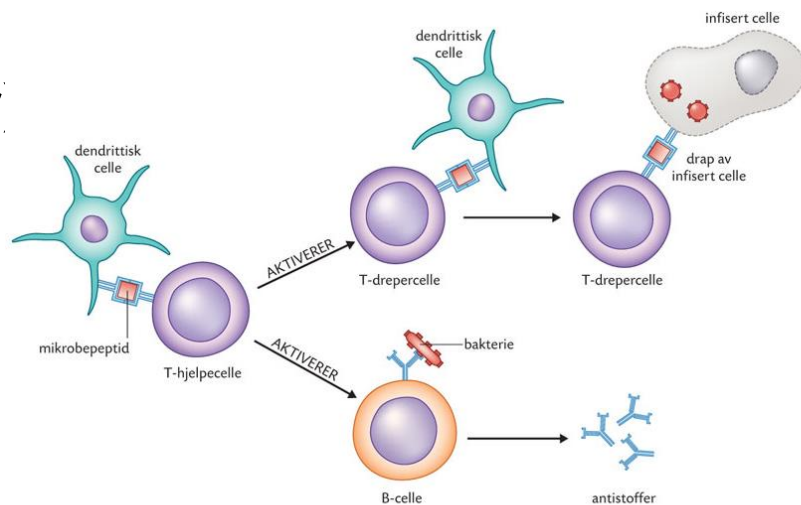
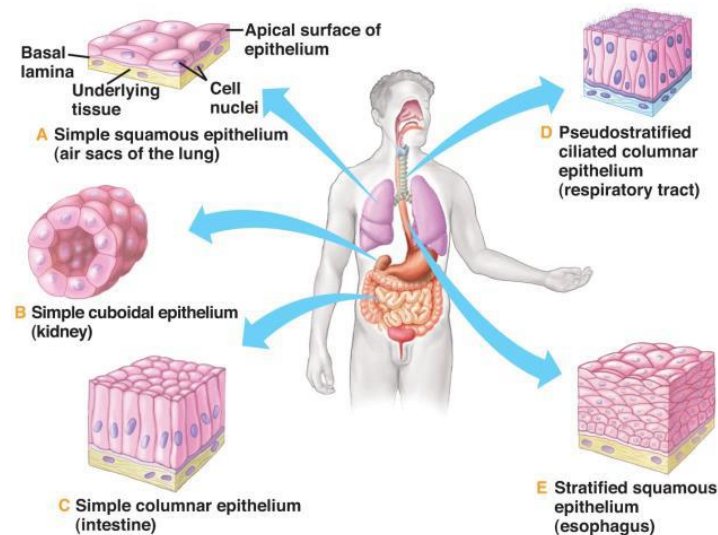
Immunforsvaret angriper eget vev  
(klarer ikke å skille eget fra fremmed)

- Diabetes mellitus type 1
- Rheumatoid artritt
- Cøliaki
- Hemolytisk anemi



# INFEKSJONSFORSVARET

- Medfødt (nonadaptivt) forsvar
  - Barrierer: slimhinner/hud
  - Molekyler i sekreter
  - Fagocytterende celler
- Ervervet (adaptivt) forsvar
  - Humoral immunitet (B-celler)
  - Cellemediert immunitet (T-celler)

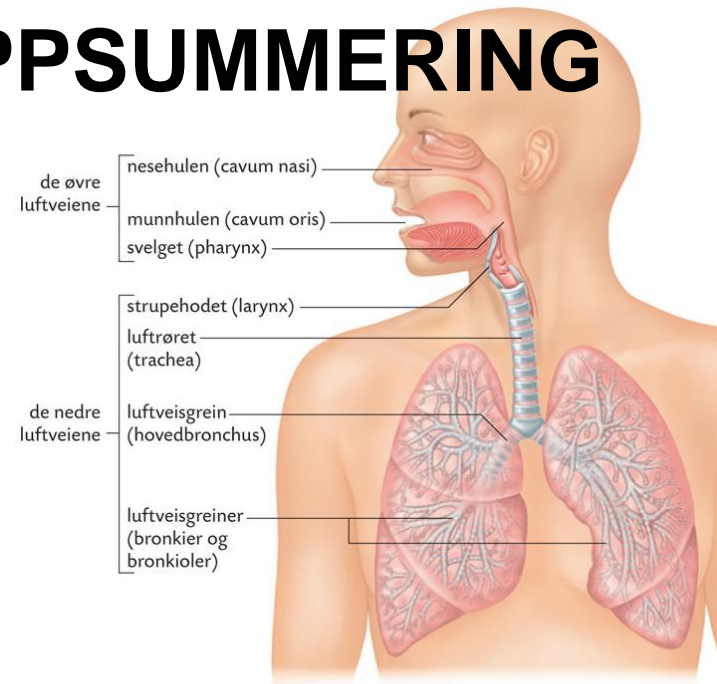


Gyldendal © Deborah Maizels i faglig samarbeid med forfatterne

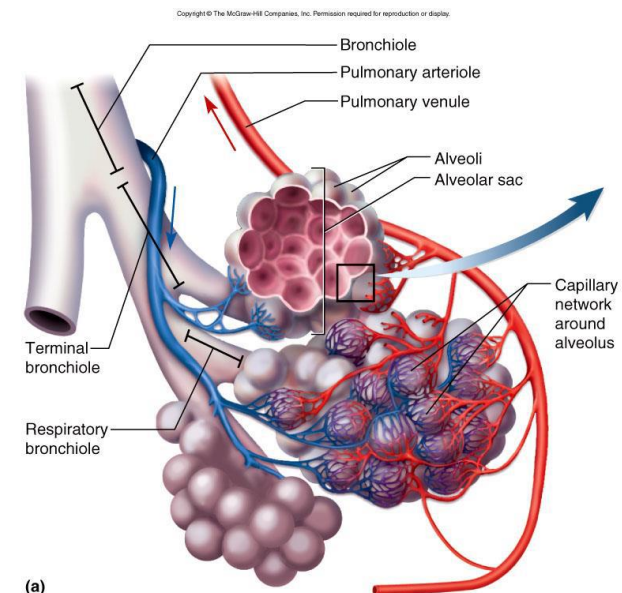


# Lunger og respirasjon – OPPSUMMERING

- Transport av luft i rørsystem - luftveiene:
  - Øvre luftveier, trachea, bronkier, bronkioler, alveoler
- Ventilasjon – innpust (inspirasjon) og utpust (ekspirasjon)
  - Endring av volum → endring av trykk → transport av luft
- Gassutveksling  $O_2$  og  $CO_2$  mellom alveoler og lungekapilærer
- $O_2$  fraktes med blodet ut i kroppen,  $CO_2$  fraktes til lungene



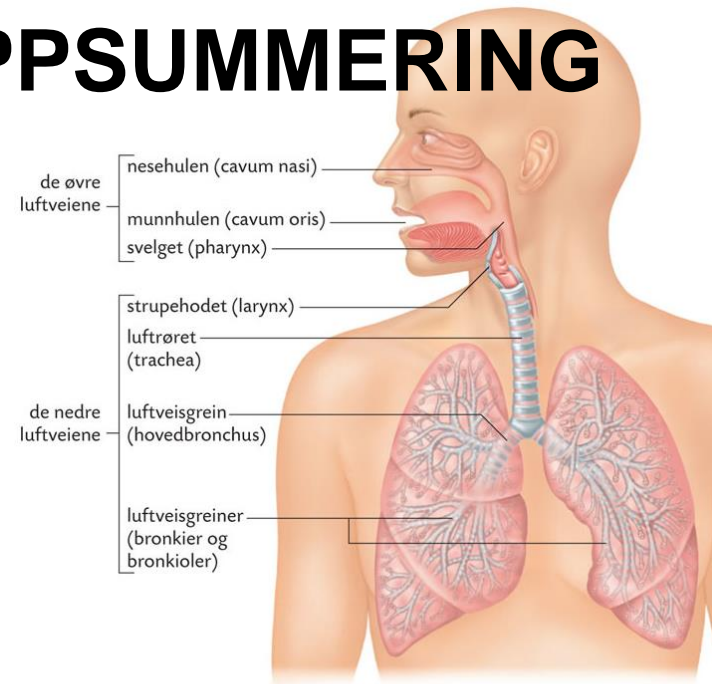
Gyldendal © Deborah Maizels i faglig



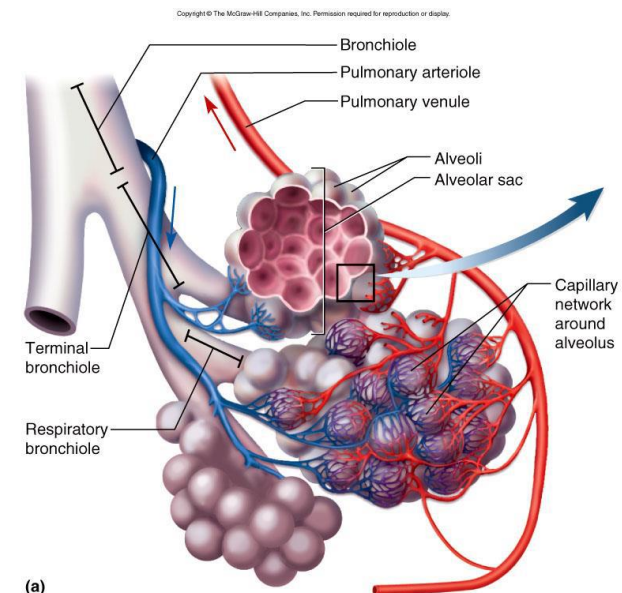


# Lunger og respirasjon – OPPSUMMERING

- **Transport** av luft i rørsystem - **luftveiene**:
  - Øvre luftveier, trachea, bronkier, bronkioler, alveoler
- Ventilasjon – innpust (inspirasjon) og utpust (ekspirasjon)
  - Endring av volum → endring av trykk → transport av luft
- Gassutveksling  $O_2$  og  $CO_2$  mellom alveoler og lungekapilærer
- $O_2$  fraktes med blodet ut i kroppen,  $CO_2$  fraktes til lungene



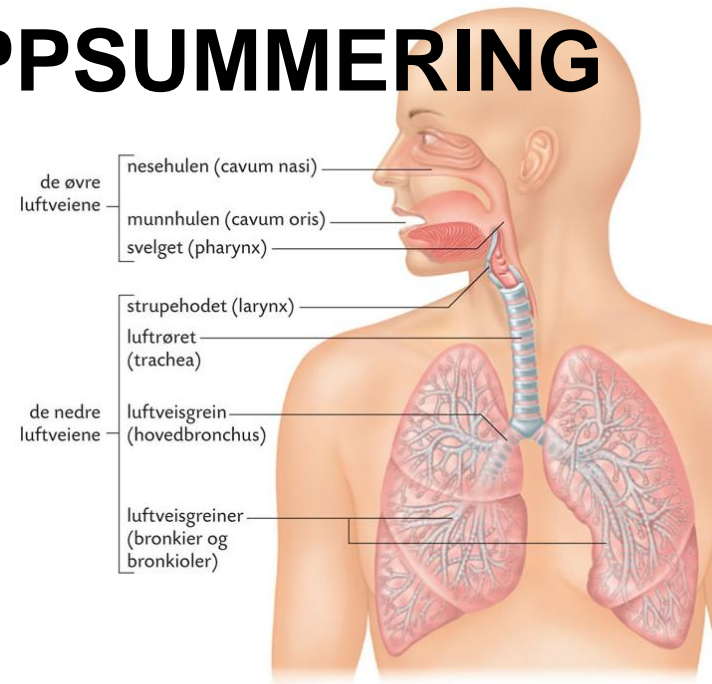
Gyldendal © Deborah Maizels i faglig



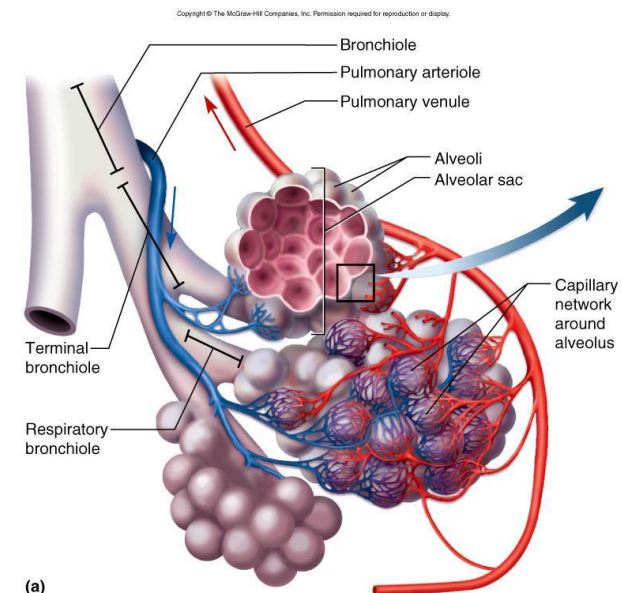
(a)

# Lunger og respirasjon – OPPSUMMERING

- Transport av luft i rørsystem - luftveiene:
  - Øvre luftveier, trachea, bronkier, bronkioler, alveoler
- **Ventilasjon** – innpust (inspirasjon) og utpust (ekspirasjon)
  - Endring av volum → endring av trykk → transport av luft
- Gassutveksling  $O_2$  og  $CO_2$  mellom alveoler og lungekapilærer
- $O_2$  fraktes med blodet ut i kroppen,  $CO_2$  fraktes til lungene

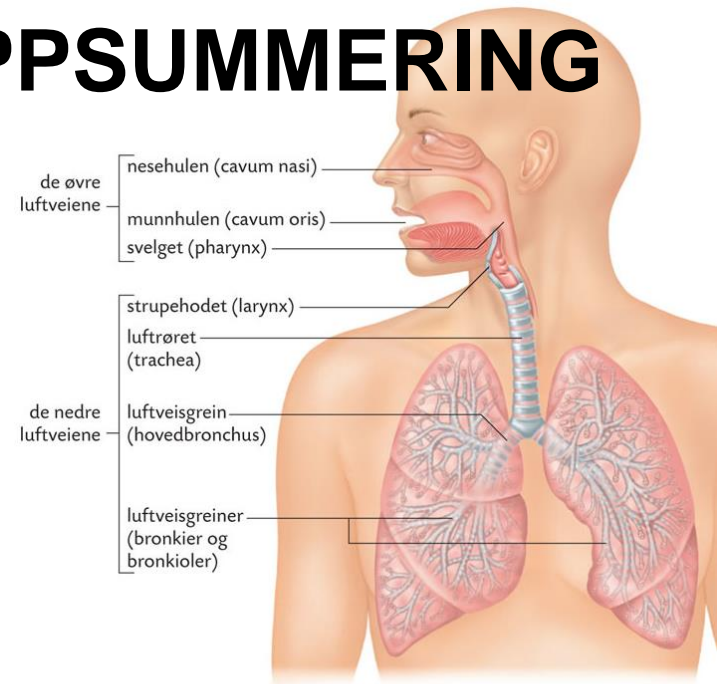


Gyldendal © Deborah Maizels i faglig

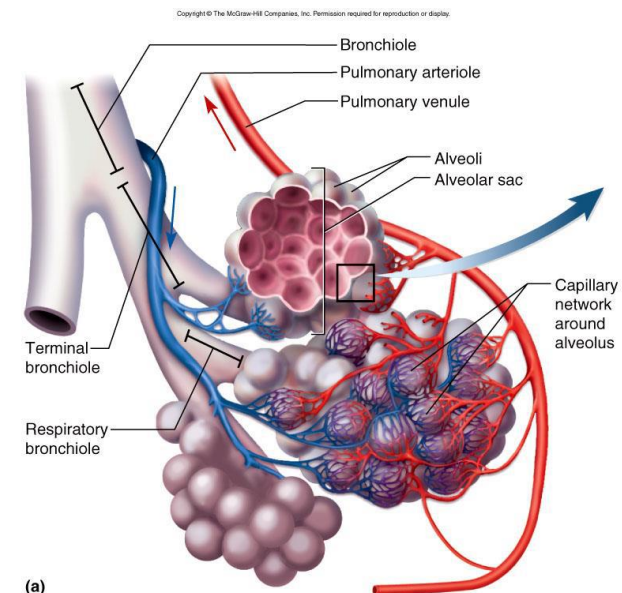


# Lunger og respirasjon – OPPSUMMERING

- Transport av luft i rørsystem - luftveiene:
  - Øvre luftveier, trachea, bronkier, bronkioler, alveoler
- Ventilasjon – innpust (inspirasjon) og utpust (ekspirasjon)
  - Endring av volum → endring av trykk → transport av luft
- **Gassutveksling**  $O_2$  og  $CO_2$  mellom alveoler og lungekapilærer
- $O_2$  fraktes med blodet ut i kroppen,  $CO_2$  fraktes til lungene

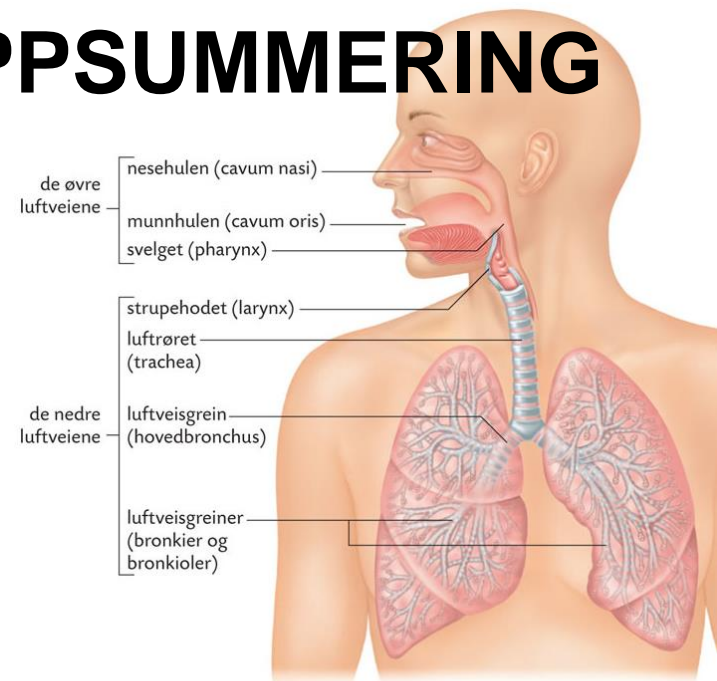


Gyldendal © Deborah Maizels i faglig

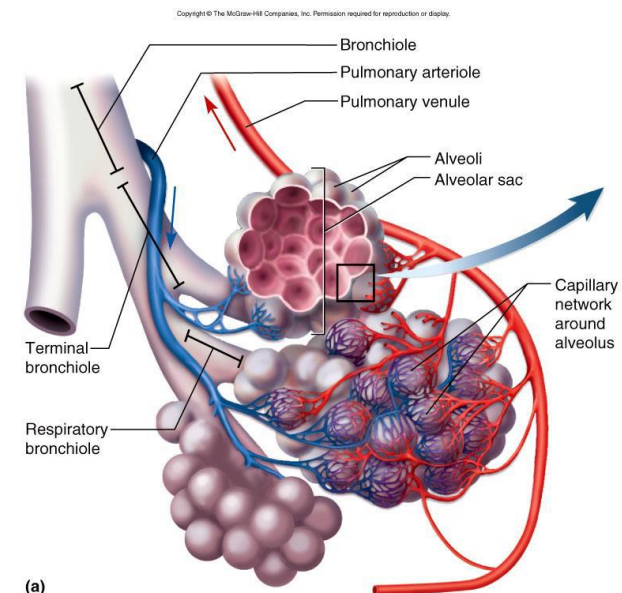


# Lunger og respirasjon – OPPSUMMERING

- Transport av luft i rørsystem - luftveiene:
  - Øvre luftveier, trachea, bronkier, bronkioler, alveoler
- Ventilasjon – innpust (inspirasjon) og utpust (ekspirasjon)
  - Endring av volum → endring av trykk → transport av luft
- Gassutveksling  $O_2$  og  $CO_2$  mellom alveoler og lungekapilærer
- $O_2$  fraktes med blodet ut i kroppen,  $CO_2$  fraktes til lungene



Gyldendal © Deborah Maizels i faglig

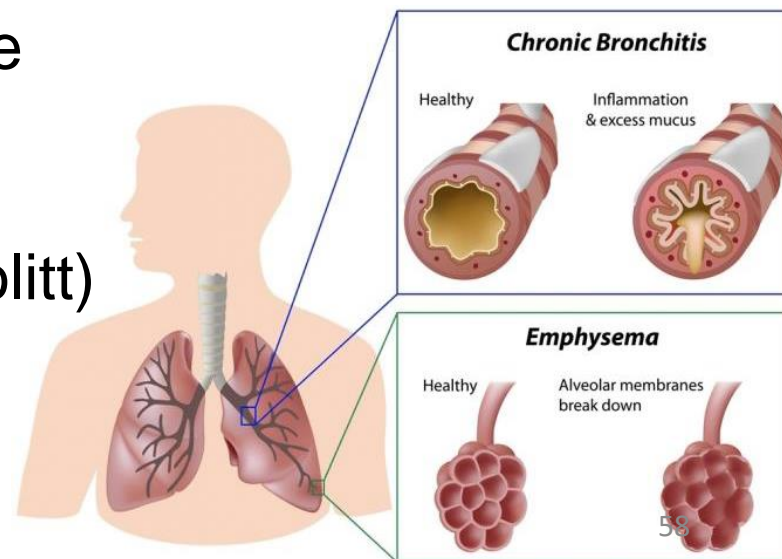
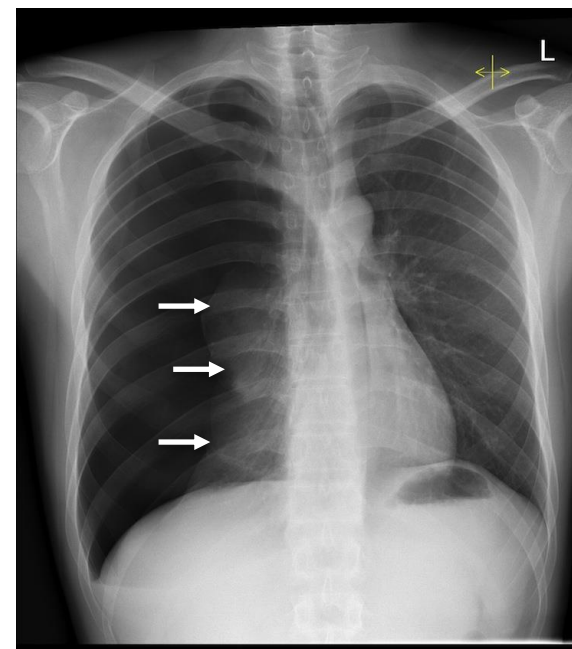


(a)



# Lunger og respirasjon – OPPSUMMERING

- Diagnostikk:
  - Klinisk undersøkelse
  - «Oksygenstatus»
  - Lungekapasitet: Spirometri
  - Billeddiagnostikk: røntgen, CT
  - Skopi: Bronkoskopi
- Sykdommer:
  - Obstruktiv sykdom i luftveiene (KOLS, Astma)
  - Sykdom i lungevevet (Lungefibrose, Allergisk alveolitt)
  - Lungekreft
  - Infeksjoner

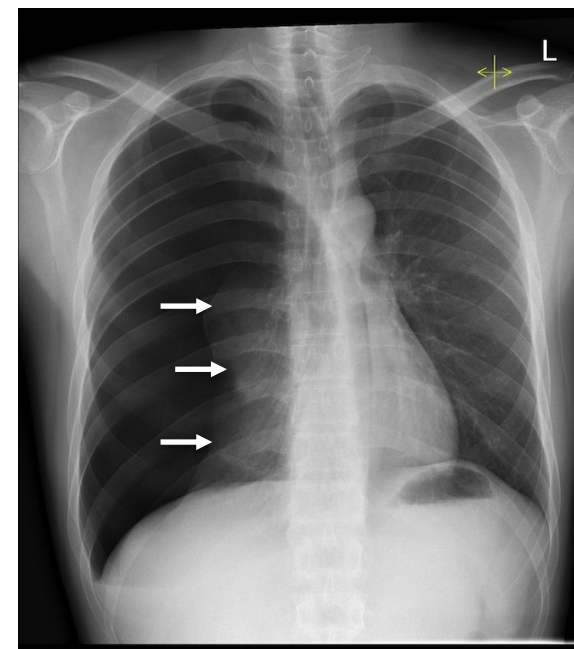




# Lunger og respirasjon – OPPSUMMERING

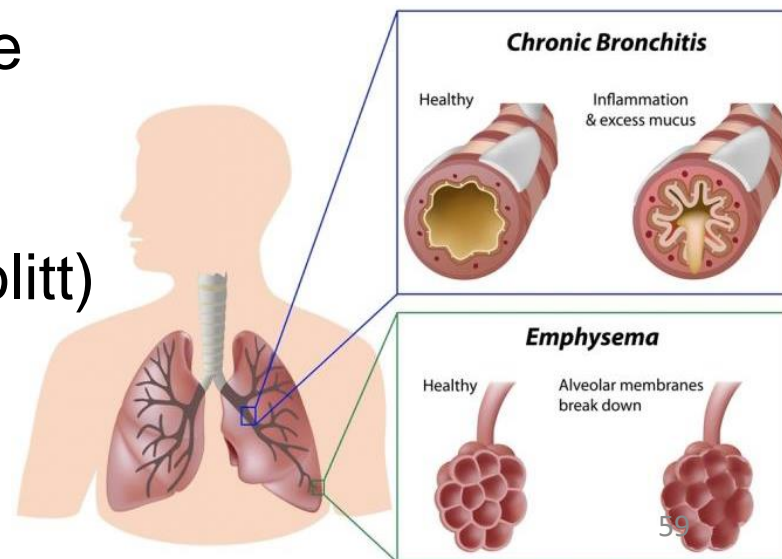
- **Diagnostikk:**

- Klinisk undersøkelse
- «Oksygenstatus»
- Lungekapasitet: Spirometri
- Billeddiagnostikk: røntgen, CT
- Skopi: Bronkoskopi



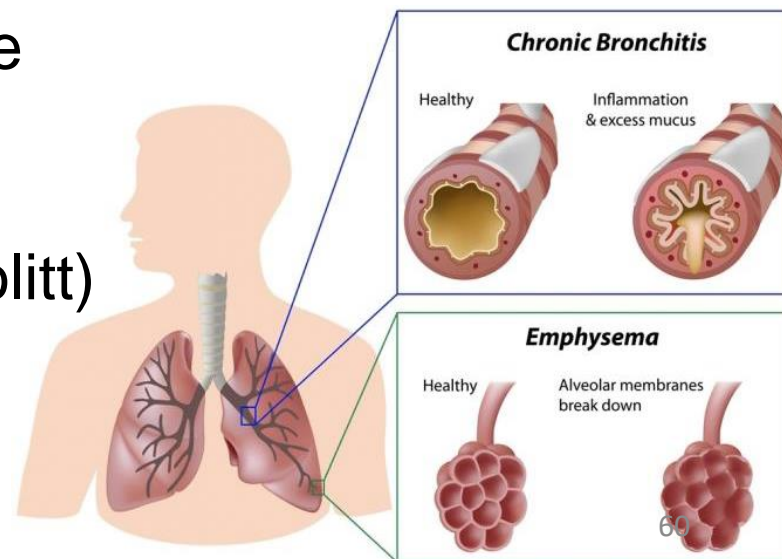
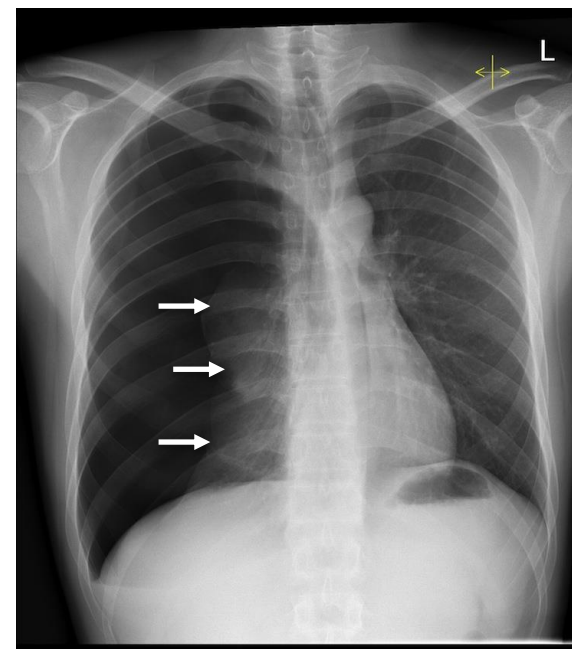
- **Sykdommer:**

- Obstruktiv sykdom i luftveiene (KOLS, Astma)
- Sykdom i lungevevet (Lungefibrose, Allergisk alveolitt)
- Lungekreft
- Infeksjoner



# Lunger og respirasjon – OPPSUMMERING

- Diagnostikk:
  - Klinisk undersøkelse
  - «Oksygenstatus»
  - Lungekapasitet: Spirometri
  - Billeddiagnostikk: røntgen, CT
  - Skopi: Bronkoskopi
- **Sykdommer:**
  - Obstruktiv sykdom i luftveiene (KOLS, Astma)
  - Sykdom i lungevevet (Lungefibrose, Allergisk alveolitt)
  - Lungekreft
  - Infeksjoner



# Spesialiteter som spesielt jobber med dette

## Legespesialister:

- Allmennleger (fastleger)
- Radiologer
- Indremedisinere
  - Lungeleger
  - Infeksjonsmedisinere
- Kreftleger (onkologer)
- Generelle kirurger
  - Torakskirurger
- Akutt- og mottaksmedisin
- Pediatere (barneleger)
- Arbeidsmedisinere



# Neste forelesning: hjertet, sirkulasjon og hemostase



shutterstock.com · 101194774