

HMED1101 – Hjertet, sirkulasjon og hemostase



Silje W. Syversen, MD PhD
Førsteamanuensis Universitetet i Oslo
Overlege og seniorforsker Diakonhjemmet sykehus, revmatologi

Forelesning 3 – Sirkulasjon og hemostase

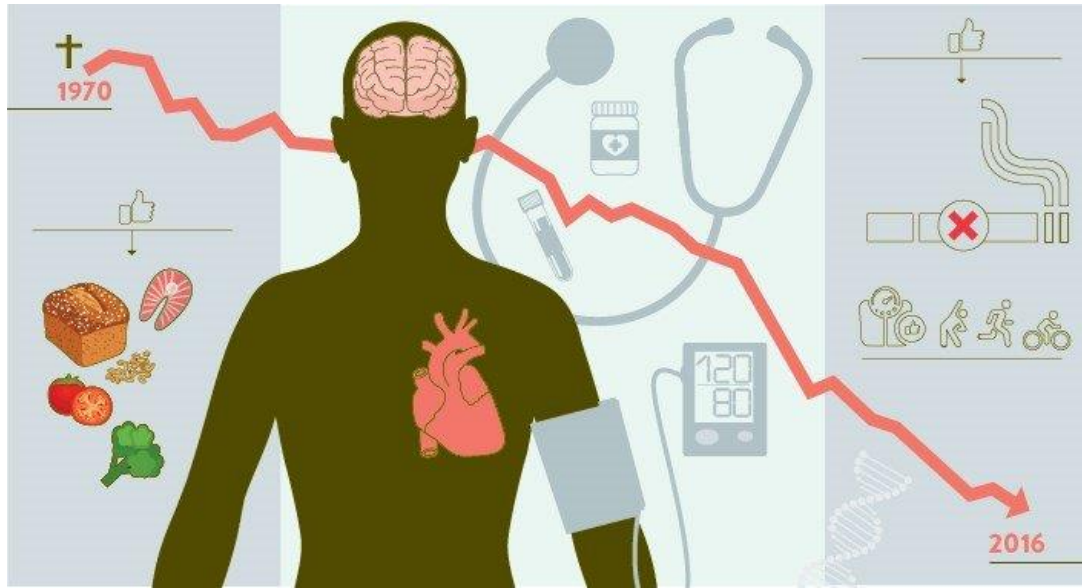
Mål for forelesningen

- Lære om hjertet, sirkulasjonssystemet og kort om hemostase

Disposisjon

- Anatomi og fysiologi: hjertet, blodårer, hemostase
- Diagnostikk:
 - Klinisk undersøkelse, blodtrykk, EKG, UL av hjertet, angiografi
- Hjerte- og karsykdom:
 - Bl.a.: rytmeforstyrrelser, klaffesykdom, koronar hjertesykdom, hjertesvikt, hypertensjon, hemostaseforstyrrelser

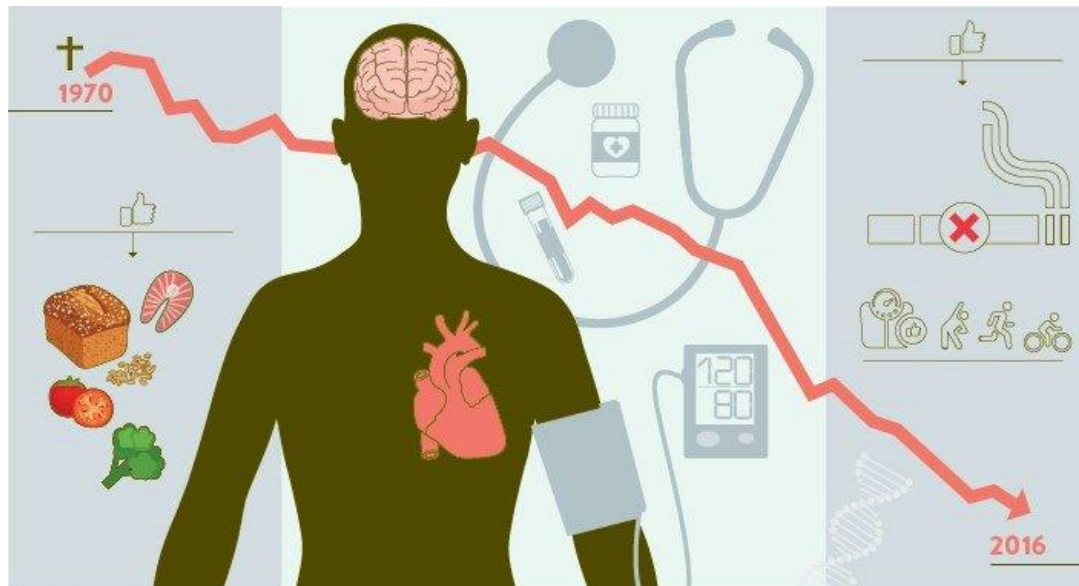
Relevant pensum: kapittel 6



Hjerte- og karsykdom (Folkehelseinstituttet)

- Cirka 40 000 behandles årlig i spesialisthelsetjenesten for hjertekrampe (angina) og hjerteinfarkt, 16 000 for hjertesvikt og 11 000 for hjerneslag.
- En femtedel (21 prosent) av hele befolkningen lever i dag med etablert hjerte- og karsykdom eller har høy risiko for slik sykdom.
- Om lag 1,1 million nordmenn bruker legemidler for å forebygge eller behandle hjerte- og karsykdom.
- Nedgang i røyking og bedre behandling forklarer en stor del av nedgangen i antallet førstegangsinfarkter.

Se evt litt mer her: <https://www.fhi.no/nettpub/hin/ikke-smittsomme/Hjerte-kar/>



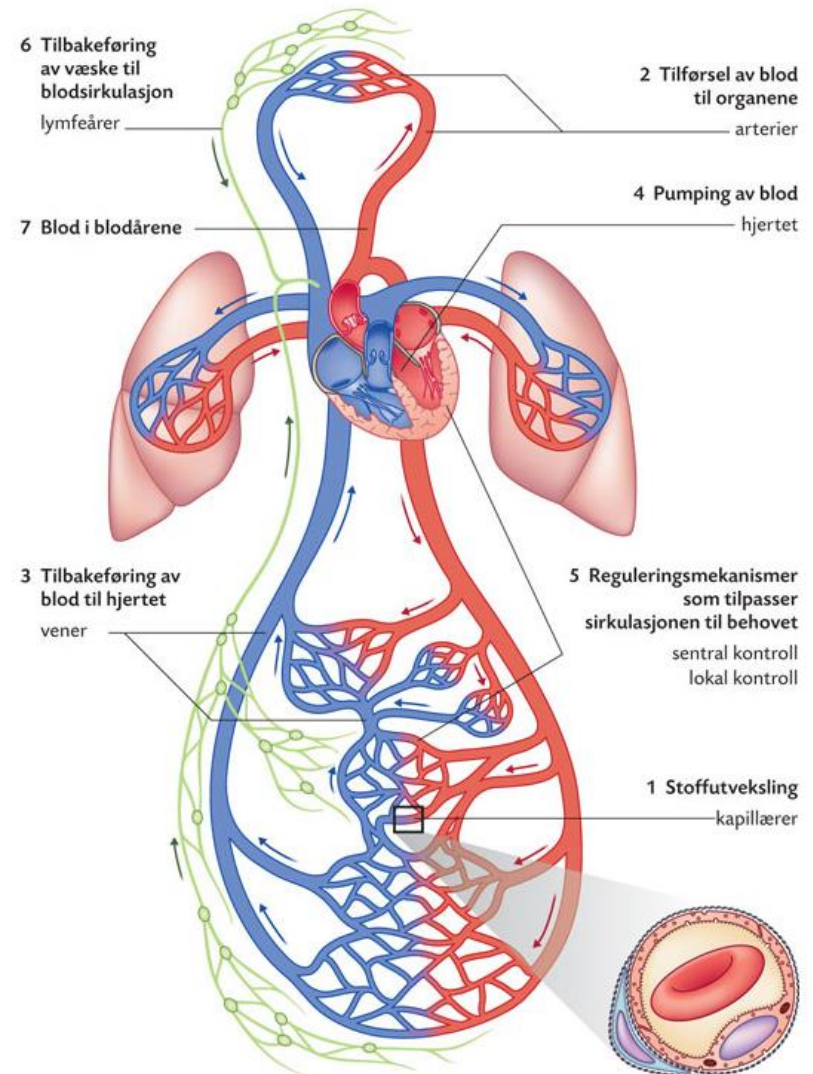
Hjerte- og karsykdom (Folkehelseinstituttet)

- Cirka 40 000 behandles årlig i spesialisthelsetjenesten for hjertekrampe og hjerteinfarkt, 16 000 for hjertesvikt og 11 000 for hjerneslag.
- **En femtedel (21 prosent) av hele befolkningen lever i dag med etablert hjerte- og karsykdom eller har høy risiko for slik sykdom.**
- Om lag 1,1 million nordmenn bruker legemidler for å forebygge eller behandle hjerte- og karsykdom.
- Nedgang i røyking og bedre behandling forklarer en stor del av nedgangen i antallet førstegangsinfarkter.

Se evt litt mer her: <https://www.fhi.no/nettpub/hin/ikke-smittsomme/Hjerte-kar/>

Sirkulasjonssystemet

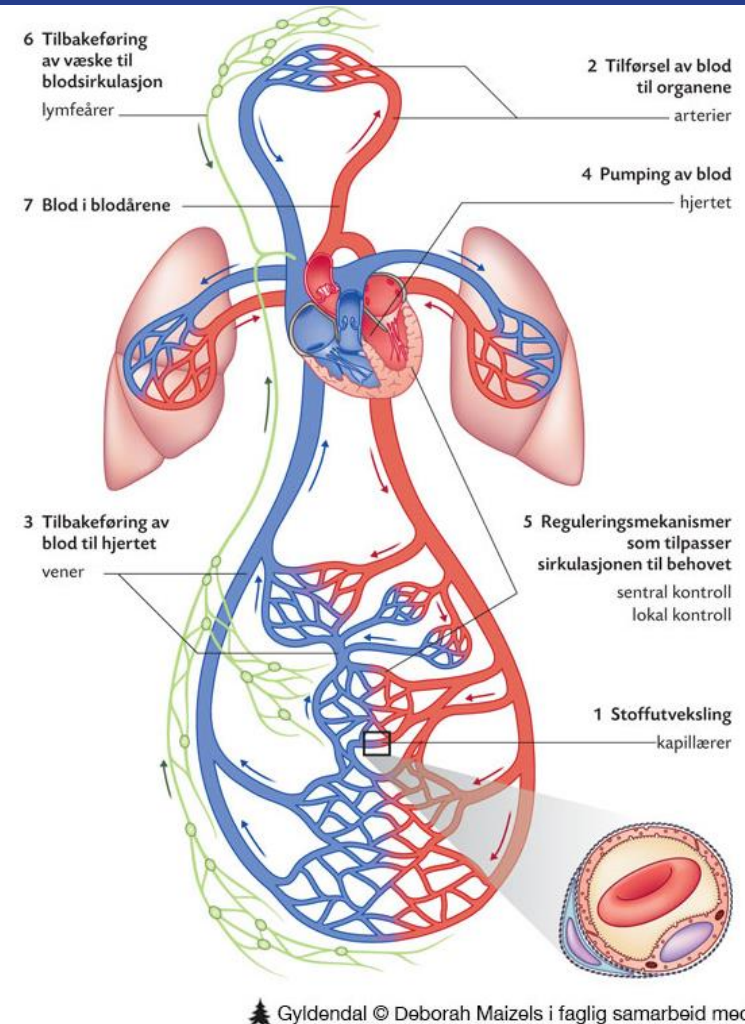
Frakte oksygen og andre livsnødvendige stoffer til og avfallsstoffer fra kroppens celler



Sirkulasjonssystemets samhandling med andre organer

Oppgaver i sirkulasjonssystemet

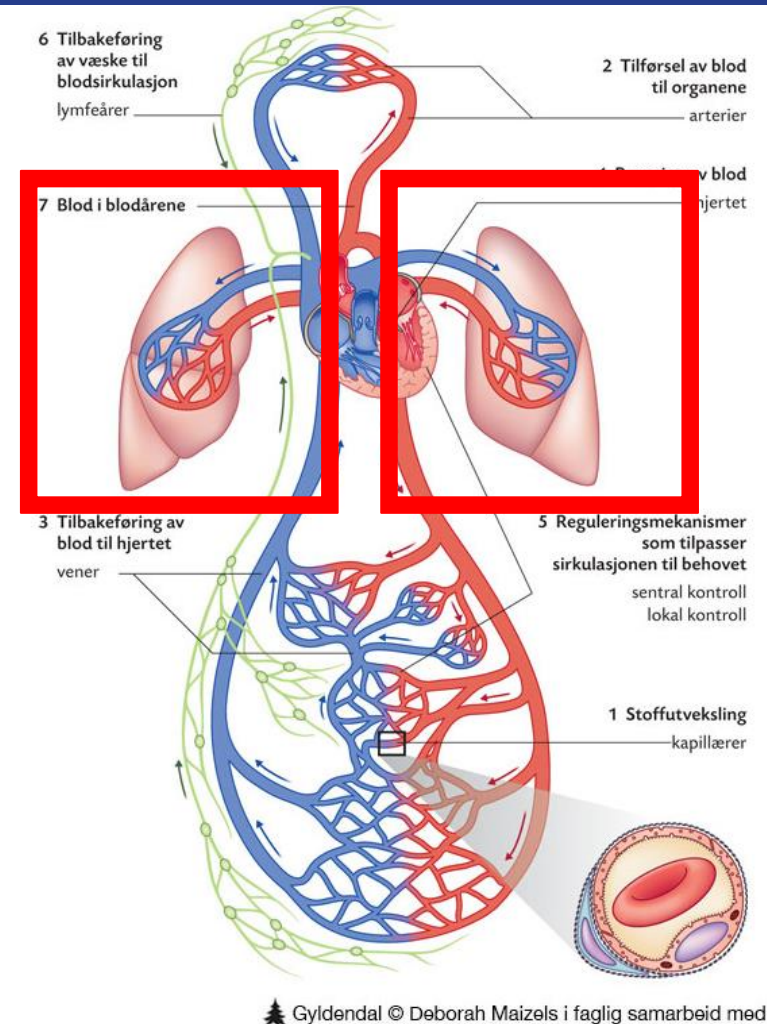
- **Lungene:** O₂ tilføres, CO₂ avgis
- **Hjertet:** pumper blod
- **Vev:** tar opp O₂ og næringsstoffer, avgir CO₂ og avfallsstoffer
- **Fordøyelsessystemet:** Opptak av næringsstoffer
- **Lever:** omdanning av næringsstoffer, detoksifisering
- **Nyrer:** fjerner avfallsstoffer ved å skille ut urin
- Immunsystemet
- Hormonsystemet
- Forplantning
- Hud/varmeregulering



Sirkulasjonssystemets samhandling med andre organer

Oppgaver i sirkulasjonssystemet

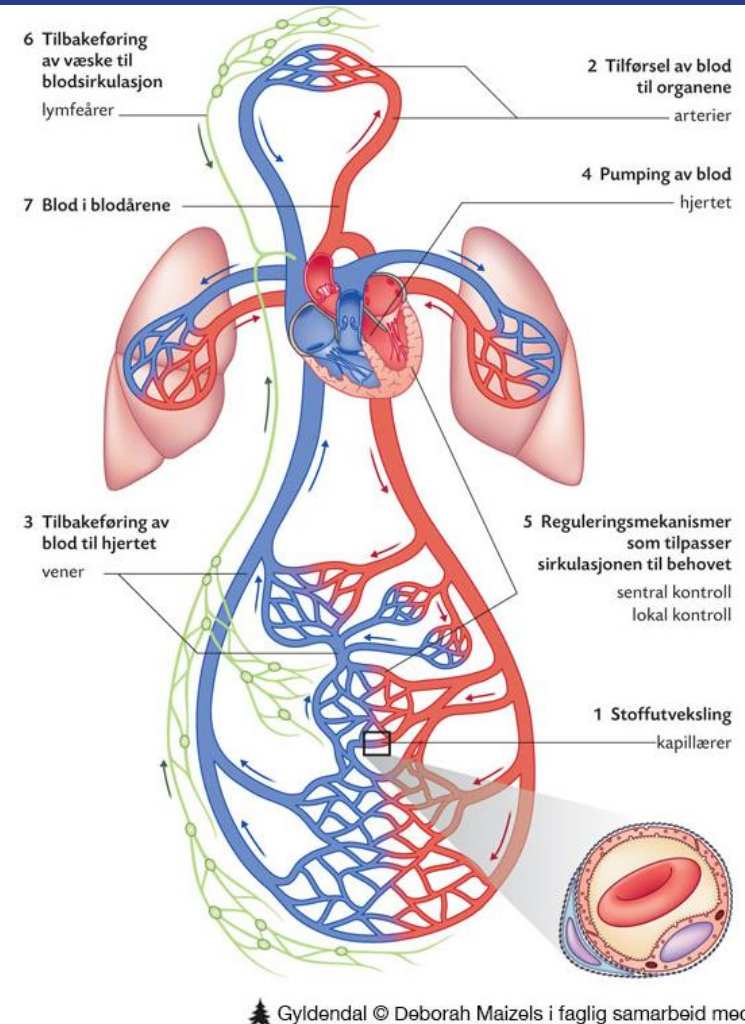
- **Lungene:** O_2 tilføres, CO_2 avgis
- **Hjertet:** pumper blod
- **Vev:** tar opp O_2 og næringsstoffer, avgir CO_2 og avfallsstoffer
- **Fordøyelsessystemet:** Opptak av næringsstoffer
- **Lever:** omdanning av næringsstoffer, detoksifisering
- **Nyrer:** fjerner avfallsstoffer ved å skille ut urin
- Immunsystemet
- Hormonsystemet
- Forplantning
- Hud/varmeregulering



Sirkulasjonssystemets samhandling med andre organer

Oppgaver i sirkulasjonssystemet

- **Lungene:** O_2 tilføres, CO_2 avgis
- **Hjertet:** pumper blod
- **Vev:** tar opp O_2 og næringsstoffer, avgir CO_2 og avfallsstoffer
- **Fordøyelsessystemet:** Opptak av næringsstoffer
- **Lever:** omdanning av næringsstoffer, detoksifisering
- **Nyrer:** fjerner avfallsstoffer ved å skille ut urin
- Immunsystemet
- Hormonsystemet
- Forplantning
- Hud/varmeregulering



Sirkulasjonssystemet

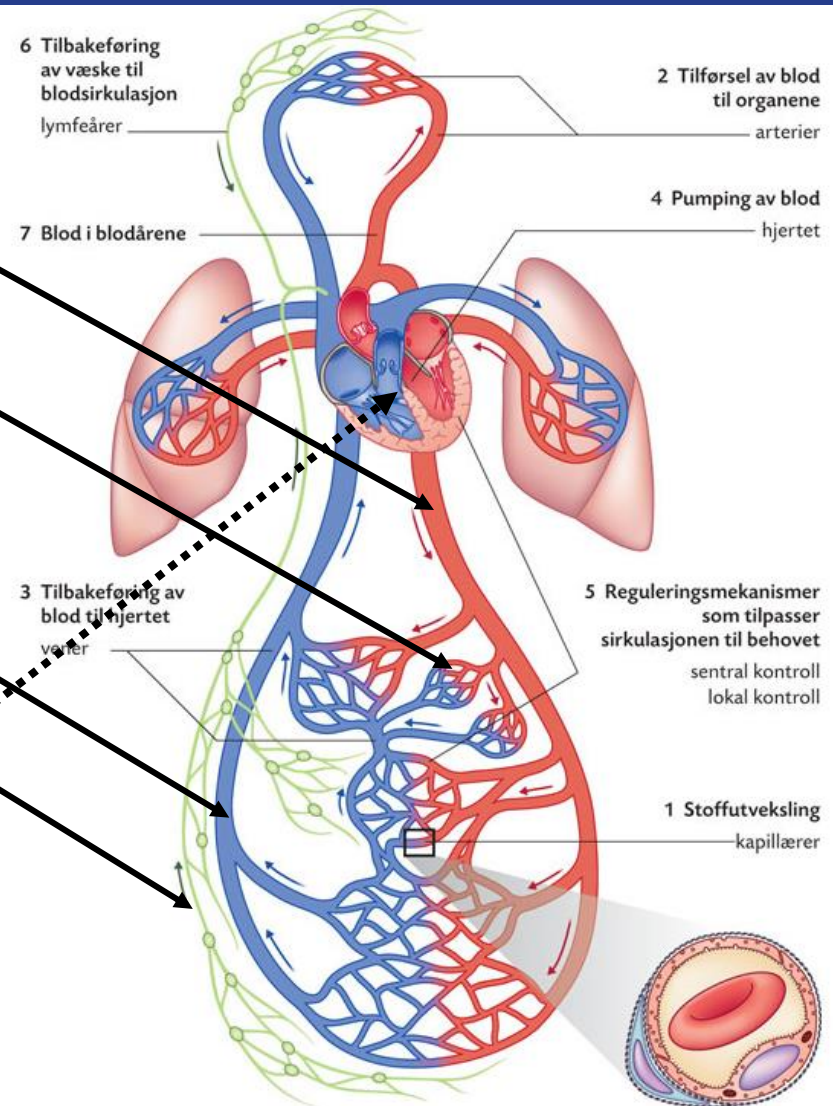
- Arterier

- Kapillærer

- Vener

- Lymfeårer

- Hjertet



Sirkulasjonssystemet

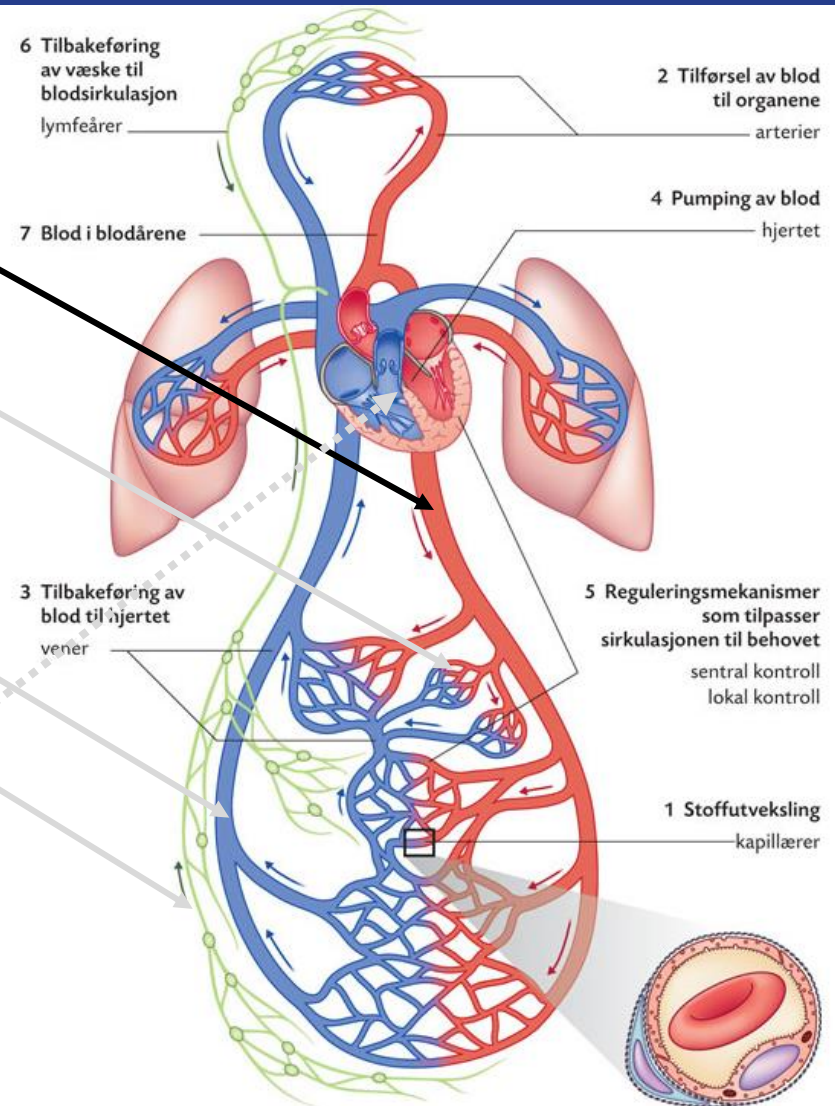
- Arterier

- Kapillærer

- Vener

- Lymfeårer

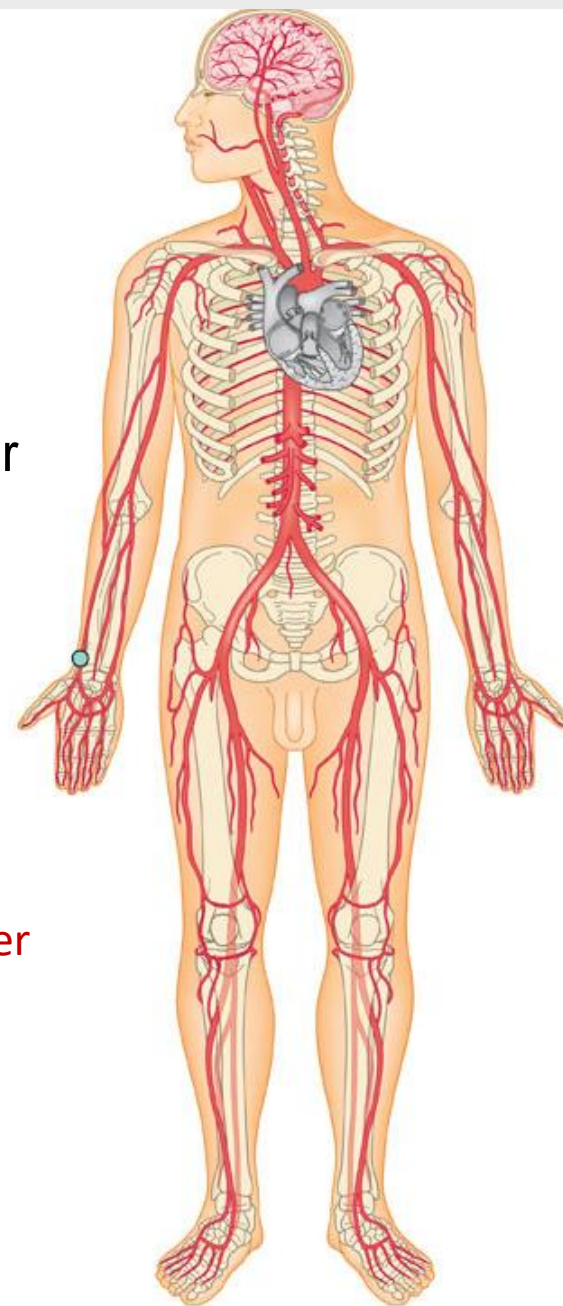
- Hjertet



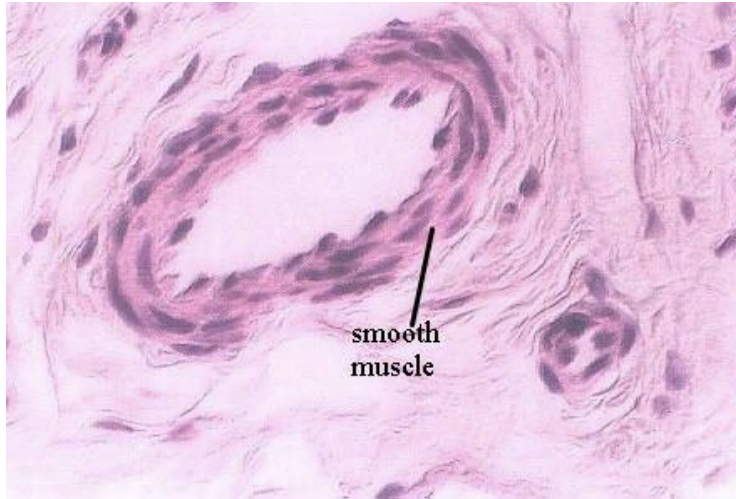
Arterier

- Frakter blodet **fra hjertet** til kapillærene i organene
 - FRAKTE OKSYGEN
 - Frakte næring og andre livsviktige stoffer
- Regulere blodstrømmen og distribuere blod (oksygen) der det trengs mest
- Blodtrykksregulering

Arterier=pulsårer



Arterier



Glatt muskulatur i arterieveggen

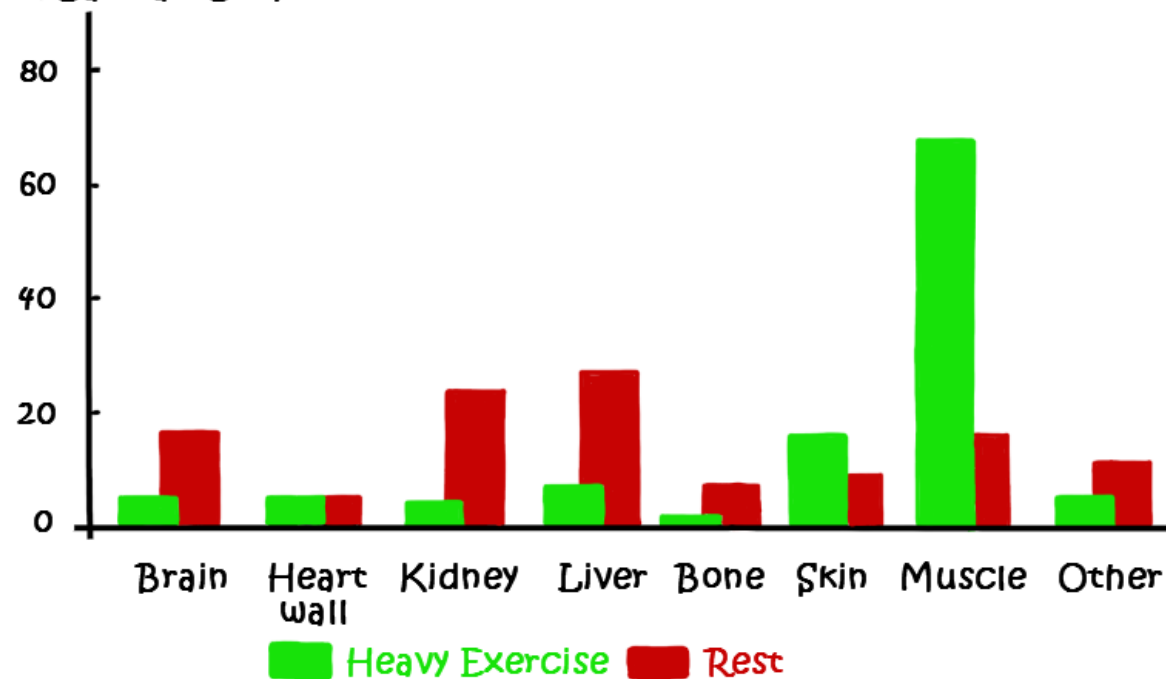
Arterier

Organenes andel av blodet

- Hvile
- Aktivitet
- Temperatur

Distribution of blood flow at rest and during maximal exercise.

% Cardiac Output



* Adapted from <http://bpc.montana.edu/olympics/physiology/pbo1.html>

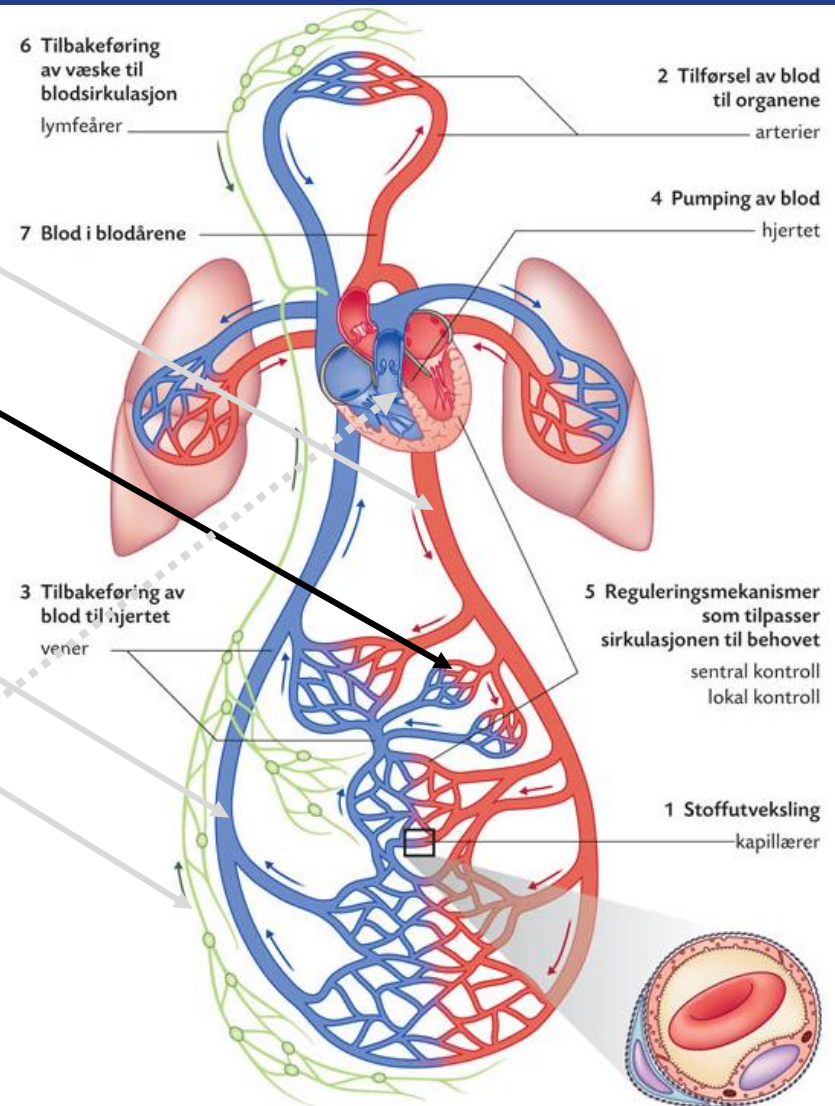
Arterier

Regulering av blodstrømmen

- Lokal regulering
 - Påvirkes av stoffer lokalt i vevet eks i skjelettmuskulatur ved aktivitet, i tarm etter måltid
- Sentral regulering
 - Autonome nervesystemet, hormoner (adrenalin) eks ved fare eller blodtap

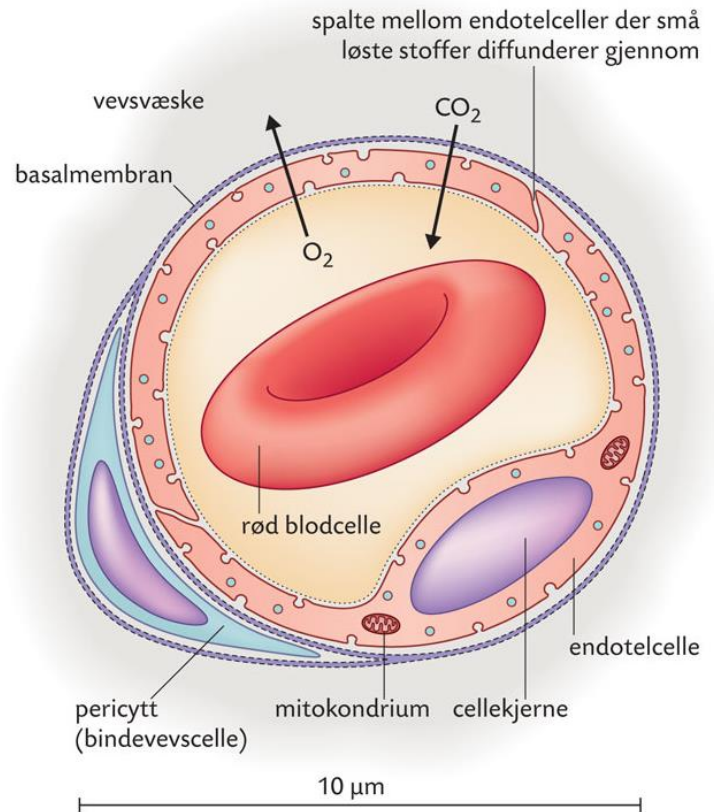
Sirkulasjonssystemet

- Arterier
- Kapillærer
- Vener
- Lymfeårer
- Hjertet



Kapillærer

- De minste blodårene
- Stoffutveksling* mellom blod og celler
 - Kort avstand (epitelcelle + basalmembran) → rask utveksling
- Kapillærveggen virker som et filter
 - Diffusjon (små partikler)
 - Porer / transportproteiner (store molekyler)

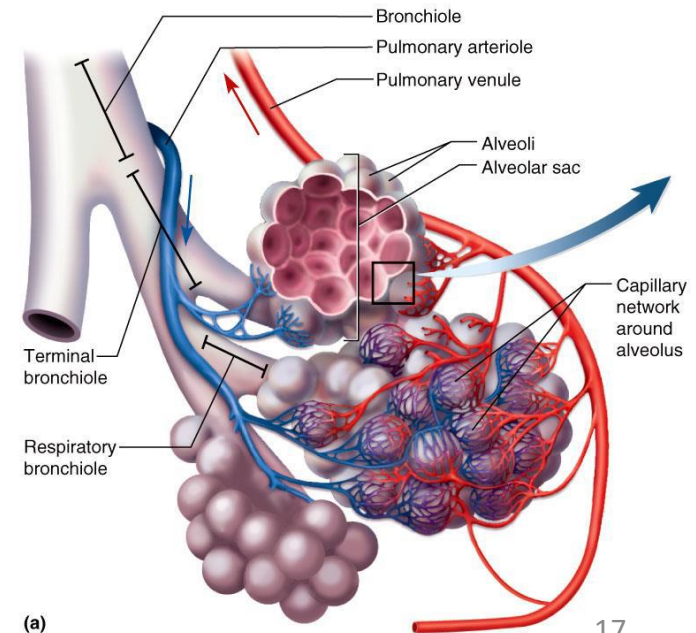
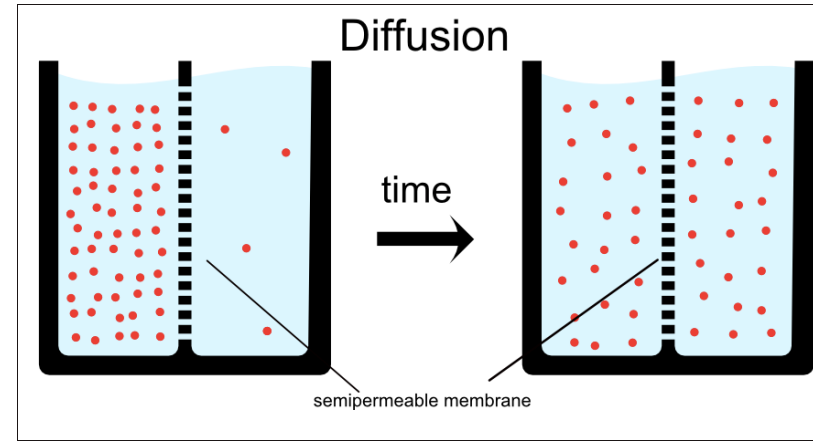


© Gyldendal © Deborah Maizels i faglig samarbeid med forfatterne

*Oksygen, næringsstoffer

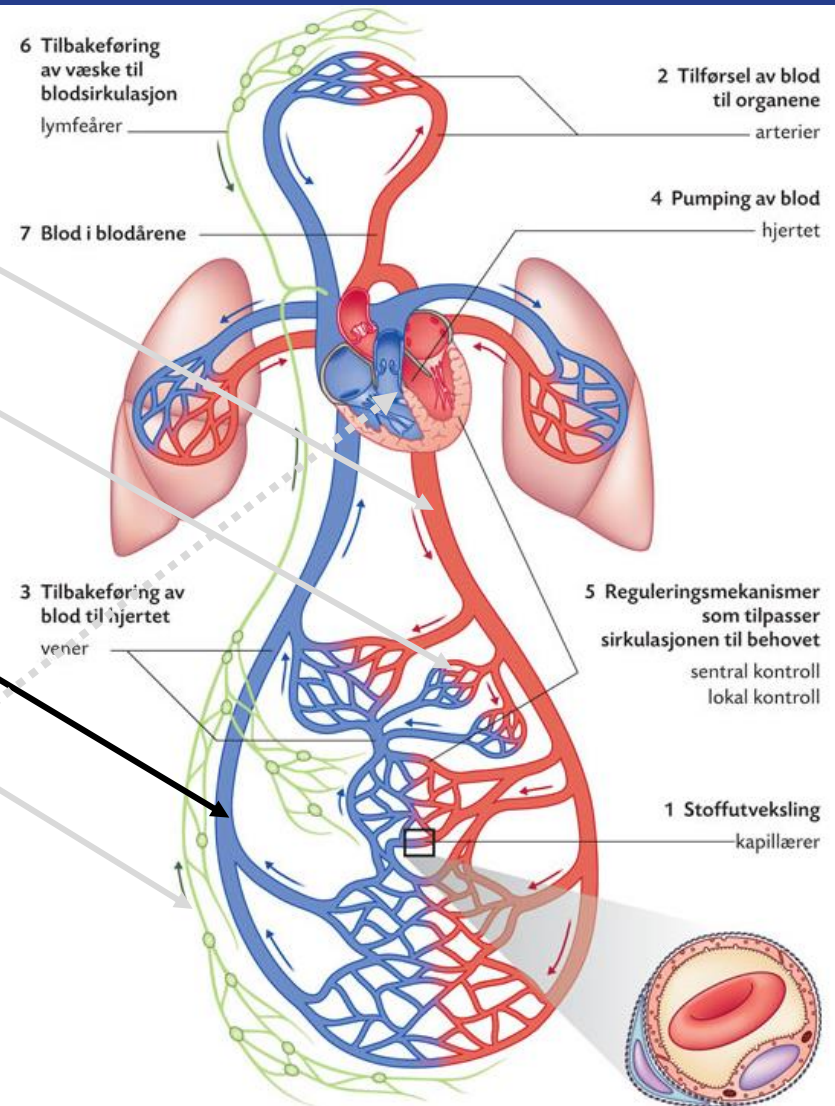
Kapillærer

- De minste blodårene
- Stoffutveksling mellom blod og celler
 - Kort avstand (epitelcelle + basalmembran) → rask utveksling
- Kapillærveggen virker som et filter
 - Diffusjon (små partikler)
 - Porer / transportproteiner (store molekyler)



Sirkulasjonssystemet

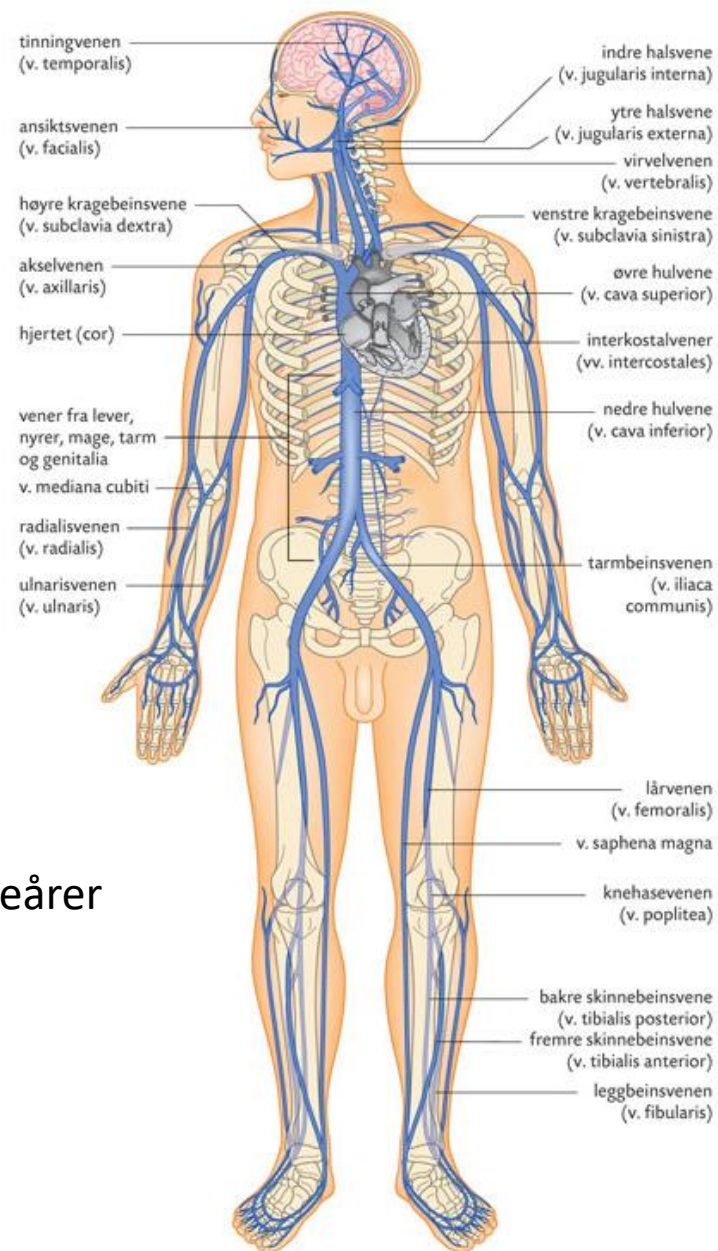
- Arterier
- Kapillærer
- Vener
- Lymfeårer
- Hjertet



Vener

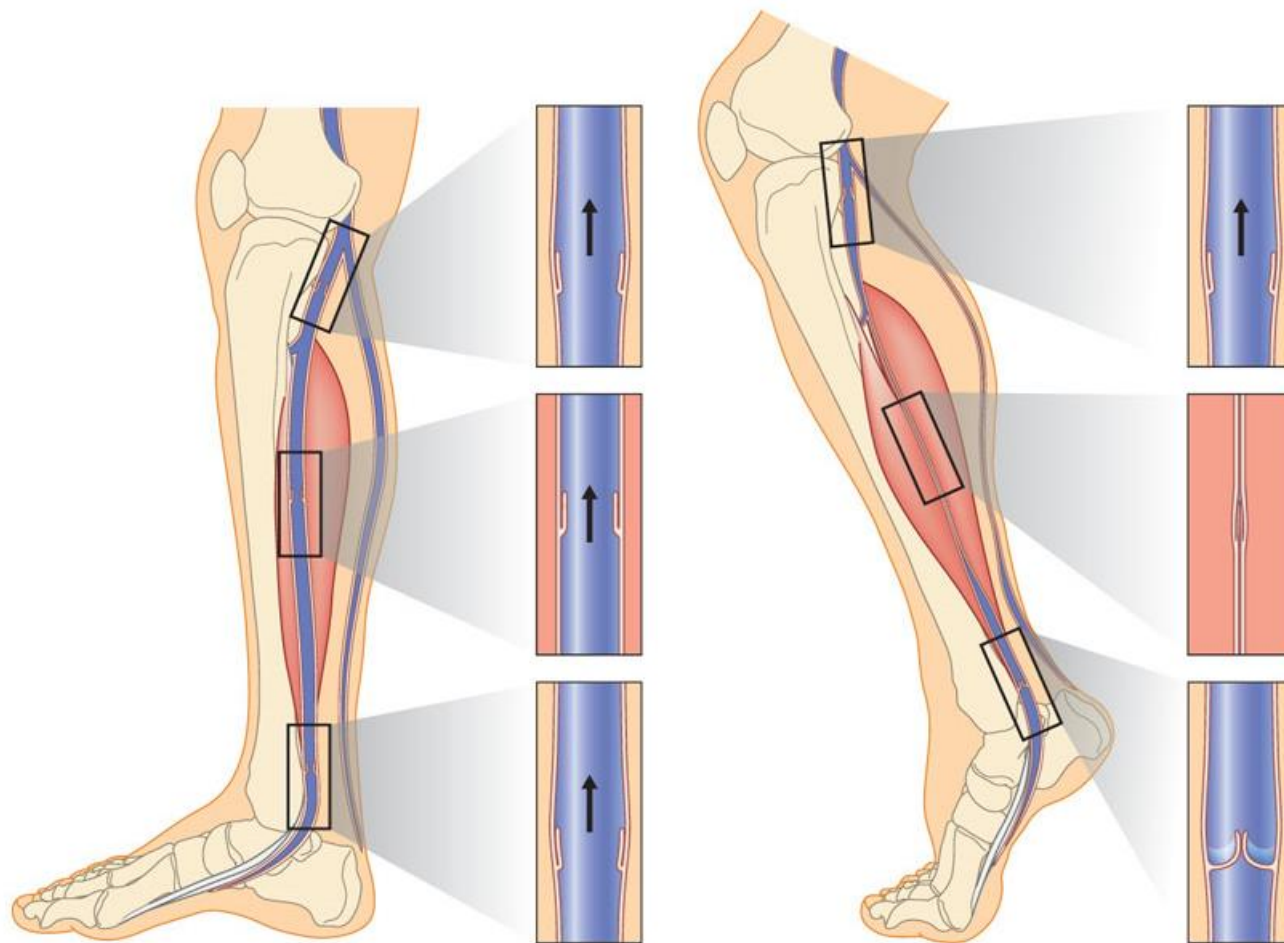
- Frakte blodet fra kapillærene (organene) til hjertet
- Frakte CO₂ og andre avfallsstoffer
- Oksygenfattig blod fra kroppen til hjertet
- Reservoar for blod


Vener=samleårer

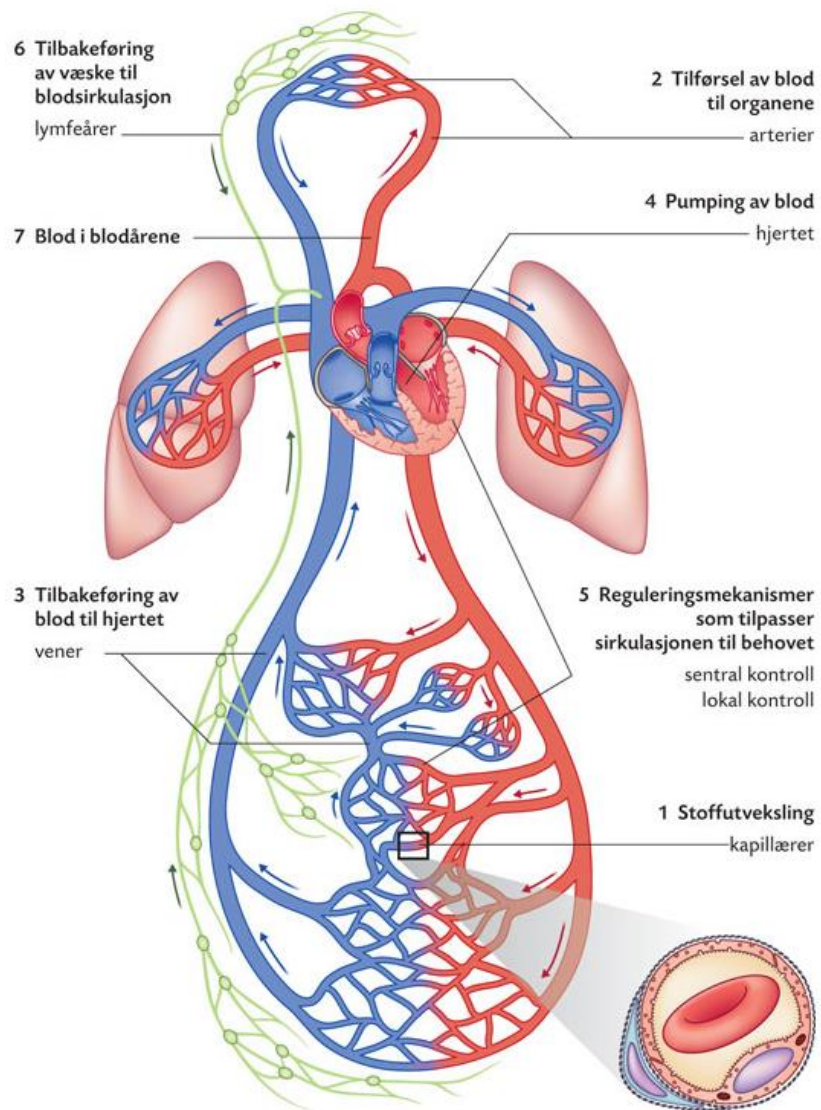


Vener

- Lavere trykk – transport ved **muskel/vene-pumpen**



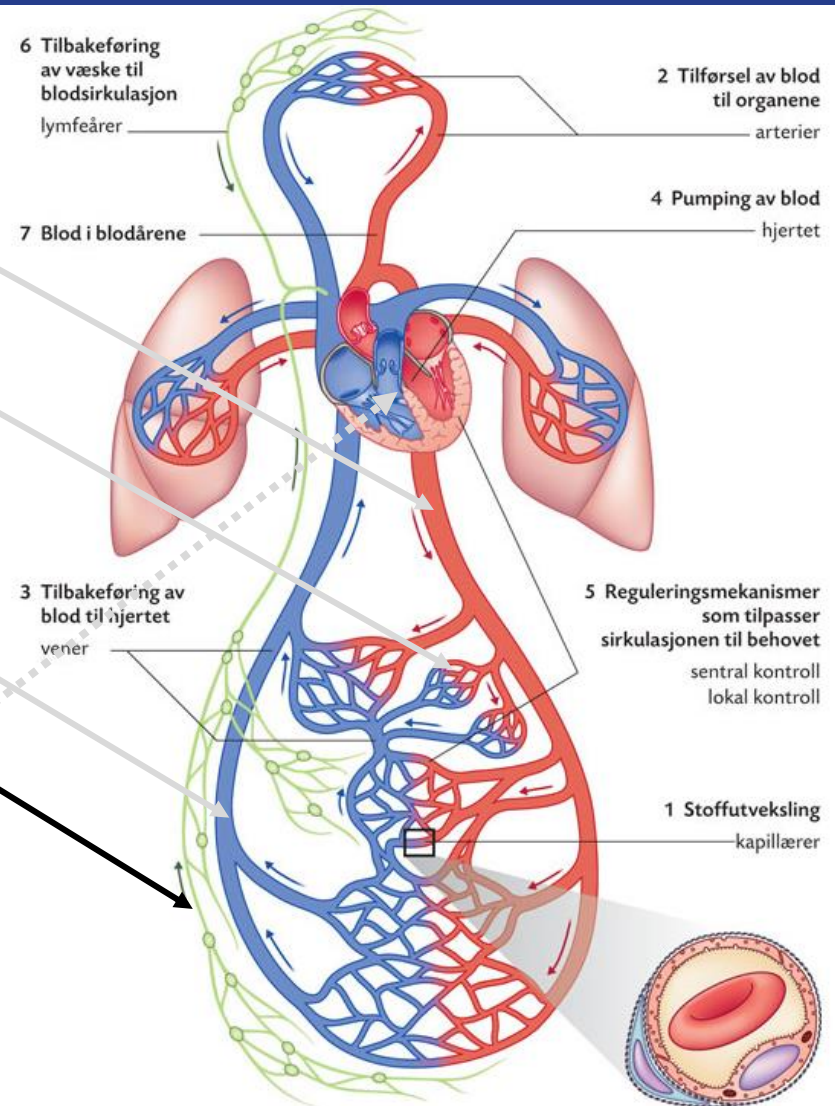
 Gyldendal © Deborah Maizels i faglig samarbeid med forfatterne



🌲 Gyldendal © Deborah Maizels i faglig samarbeid med

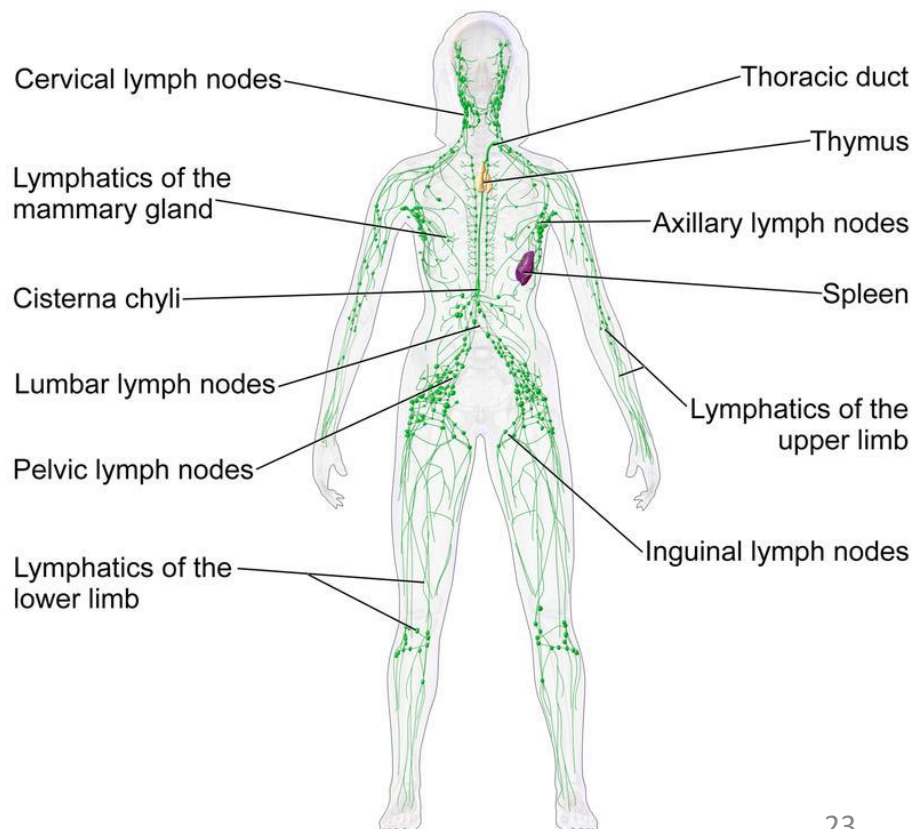
Sirkulasjonssystemet

- Arterier
- Kapillærer
- Vener
- Lymfeårer
- Hjertet



Lymfeårene

- Lekkasje fra kapillærene ut i vevet (osmose)
- Lymfesystemet frakter denne væsken tilbake til blodbanen
- Lymfeårene er også viktige for transport, for eksempel av bakterier til lymfeknutene slik at immunapparatet kan ta hånd om dem



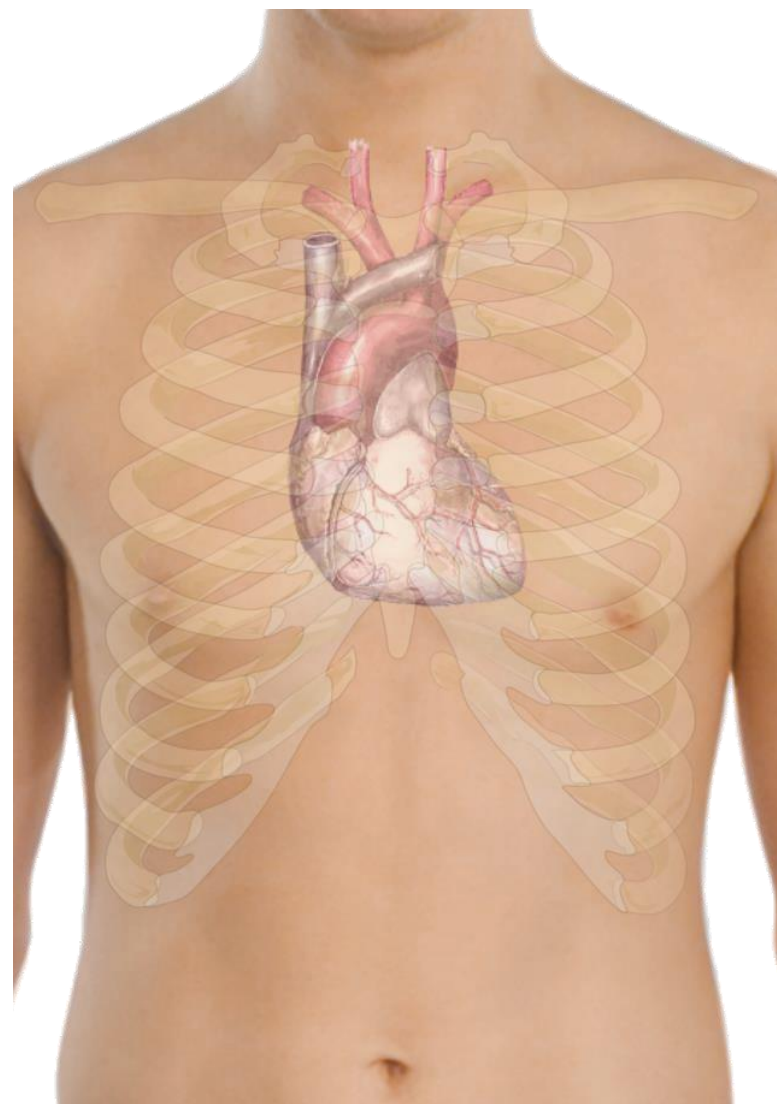
夫

- 24

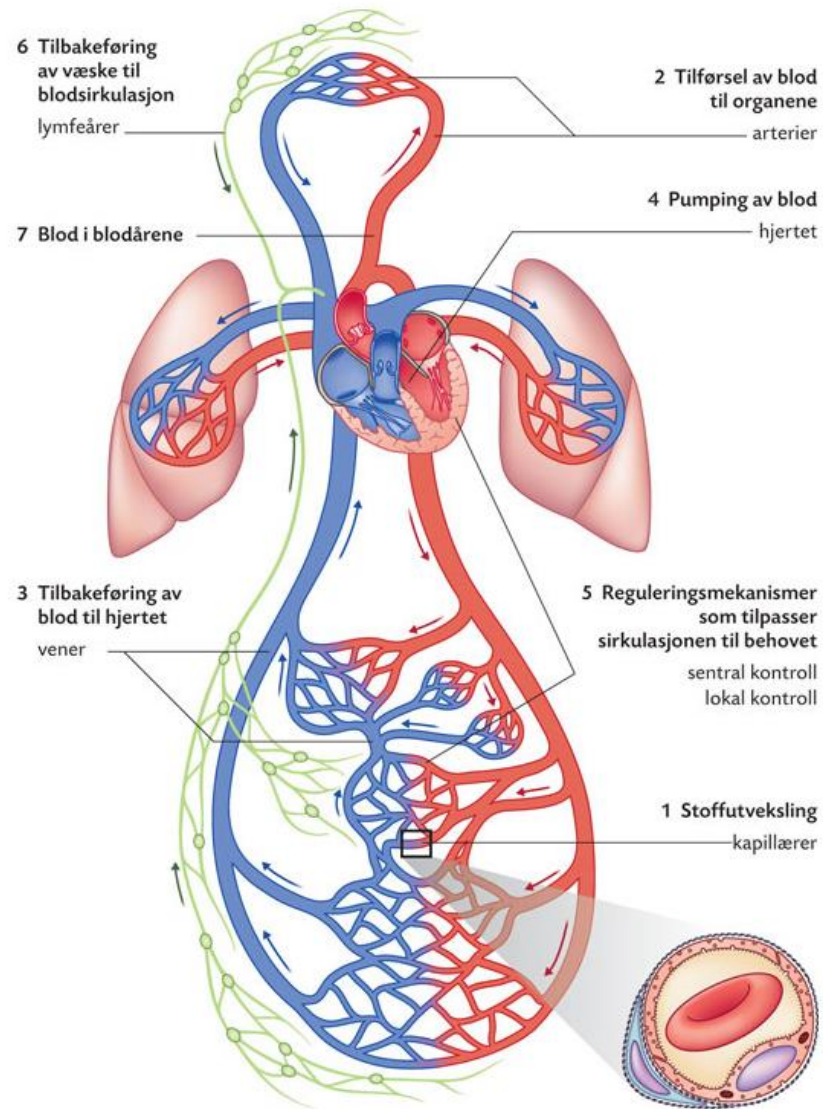


Hjertet

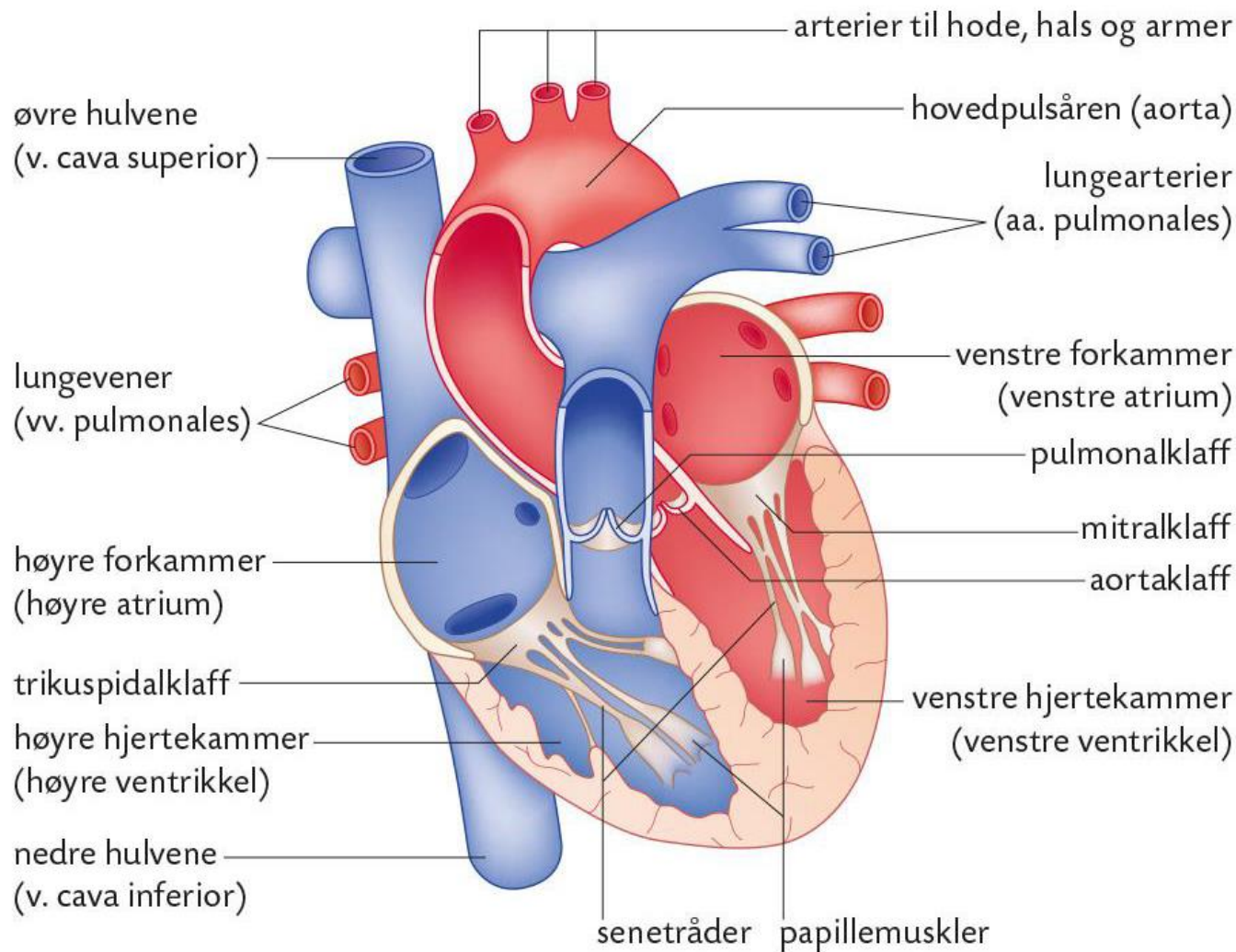
- Hjertet er en muskel
- Oppgave: pumpe blod
- Hjertet er to pumper- **høyre og venstre hjertehalvdel**
- **Høyre hjertehalvdel** pumper blod til **lungene** der blodet tar opp oksygen og avgir karbondioksid (lungekretsløpet)
- Fra lungene strømmes blodet inn i **venstre hjertehalvdel** som pumper blodet ut i **aorta** og til **alle organer** (også hjertet selv), tilpasset deres oppgaver (systemkretsløpet)
- Høyre og venstre hjertehalvdel har felles styring slik at de pumper i takt



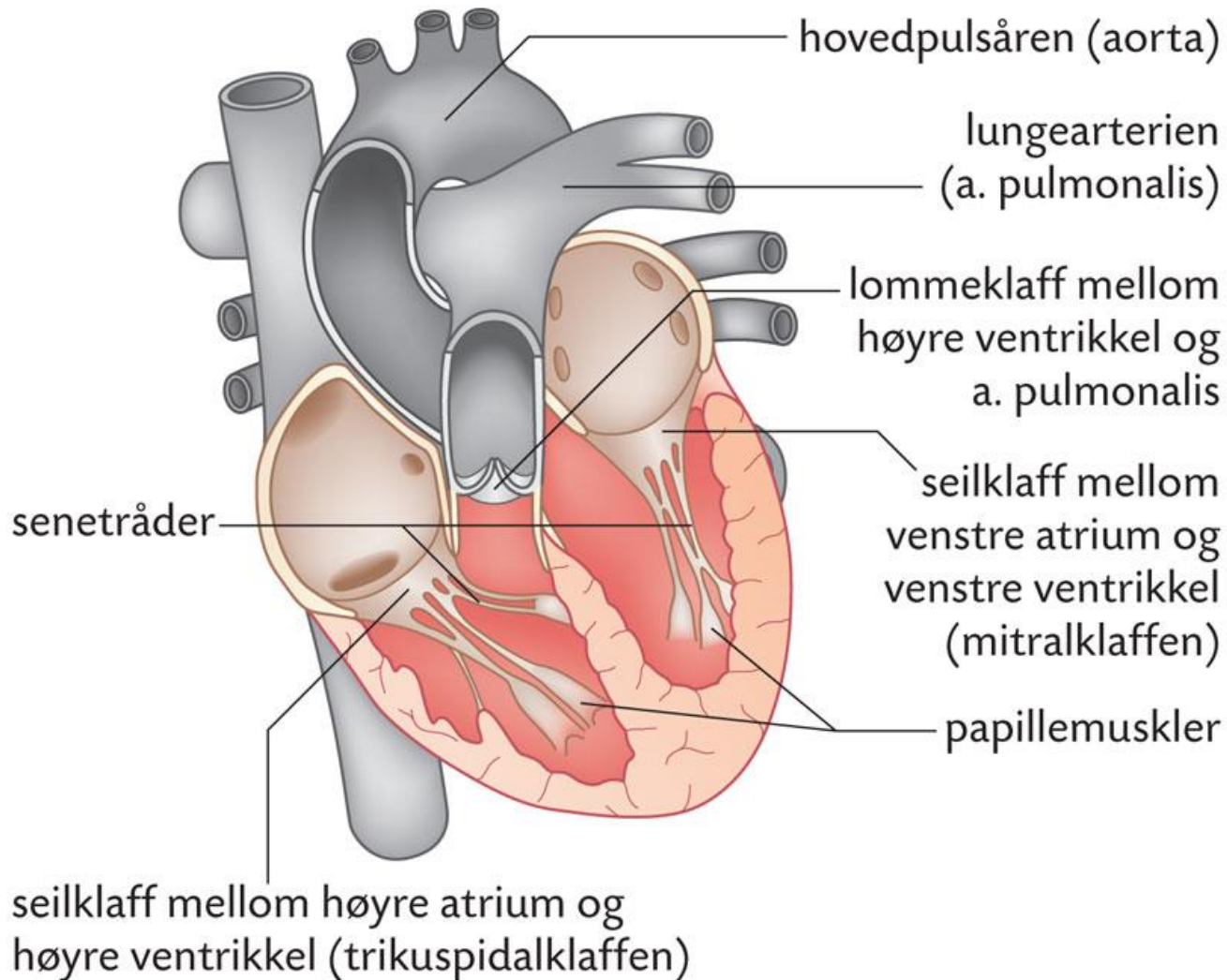
Lungekretsløpet og systemkretsløpet



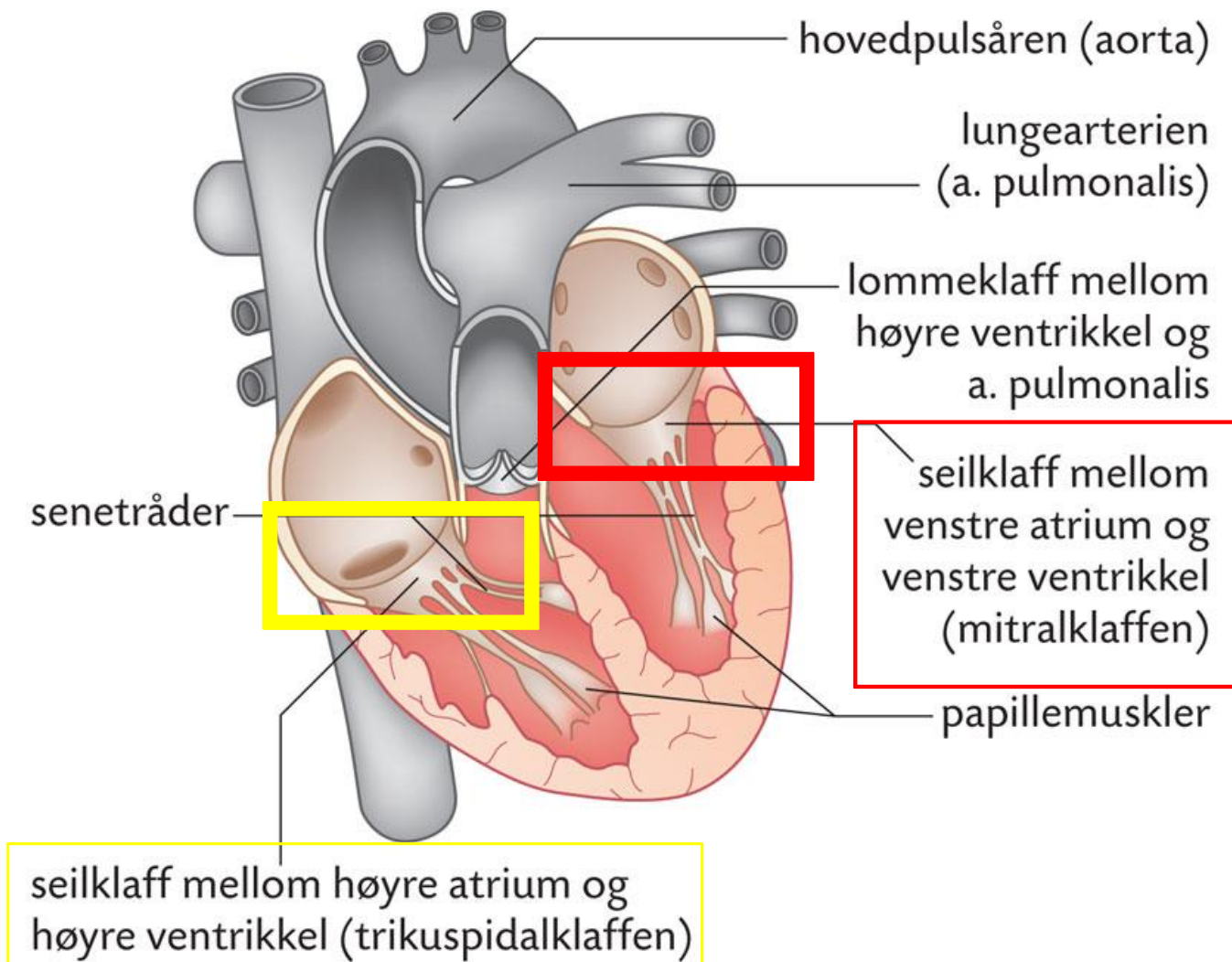
Hjertet



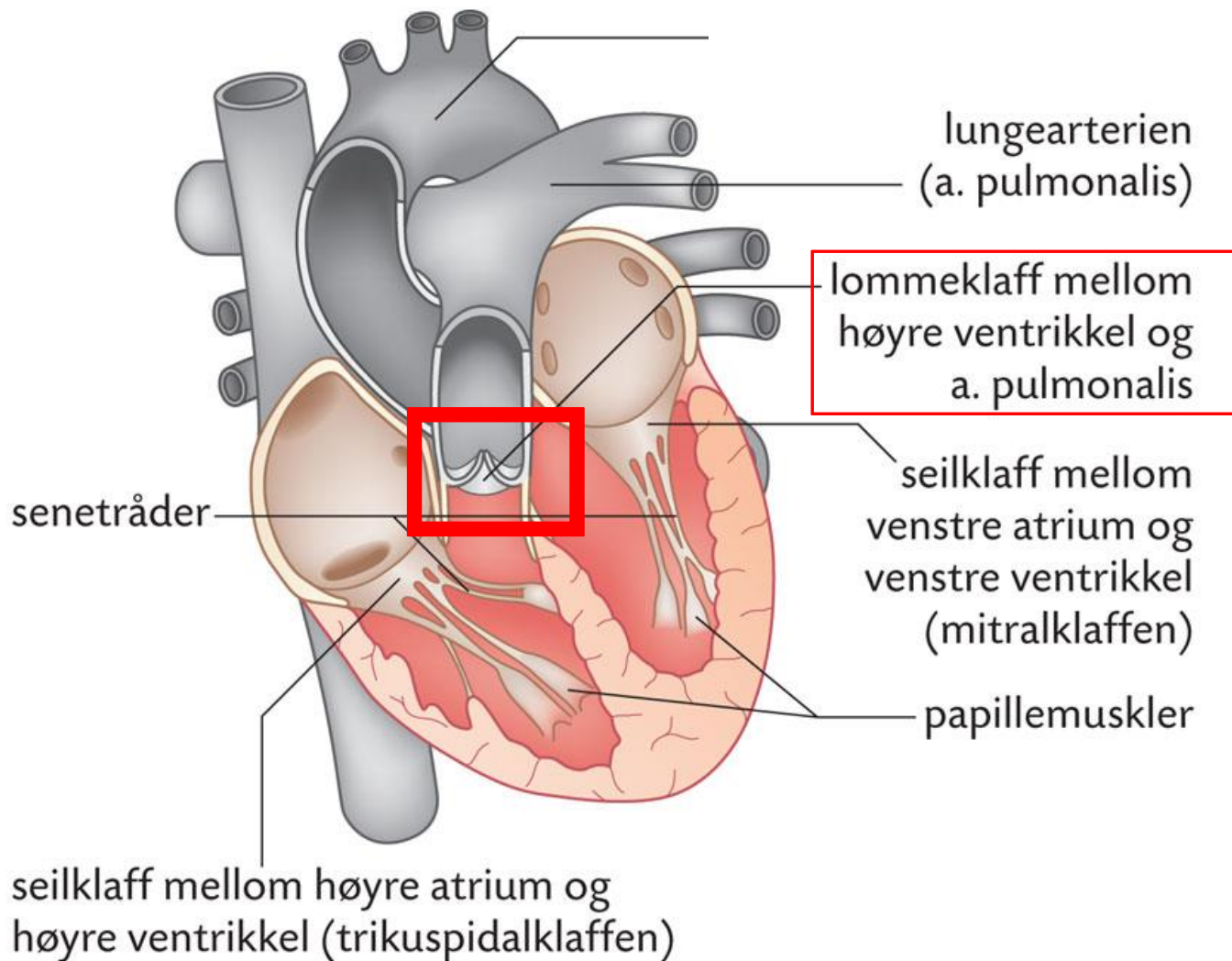
Hjerteklaffer



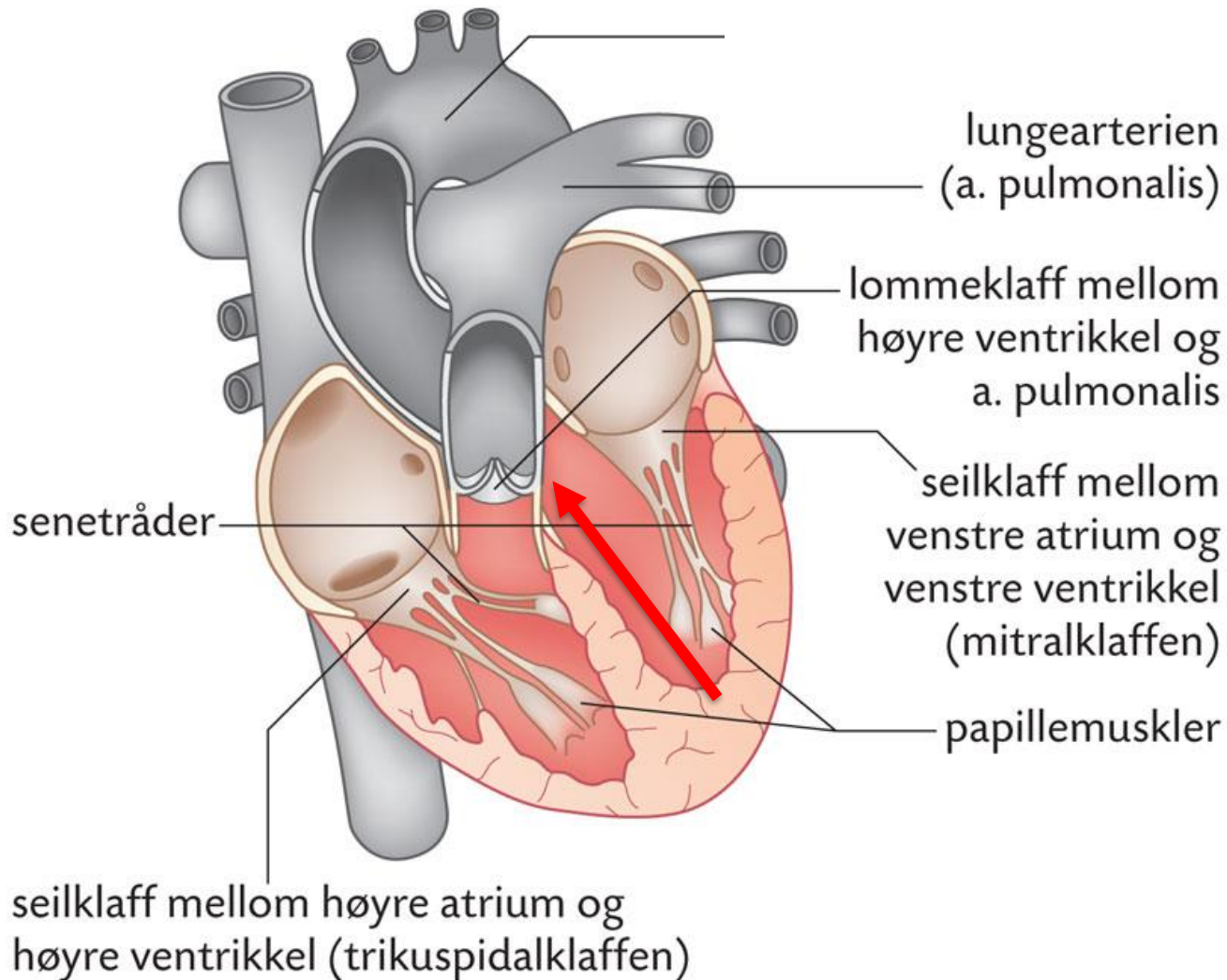
Hjerteklaffer



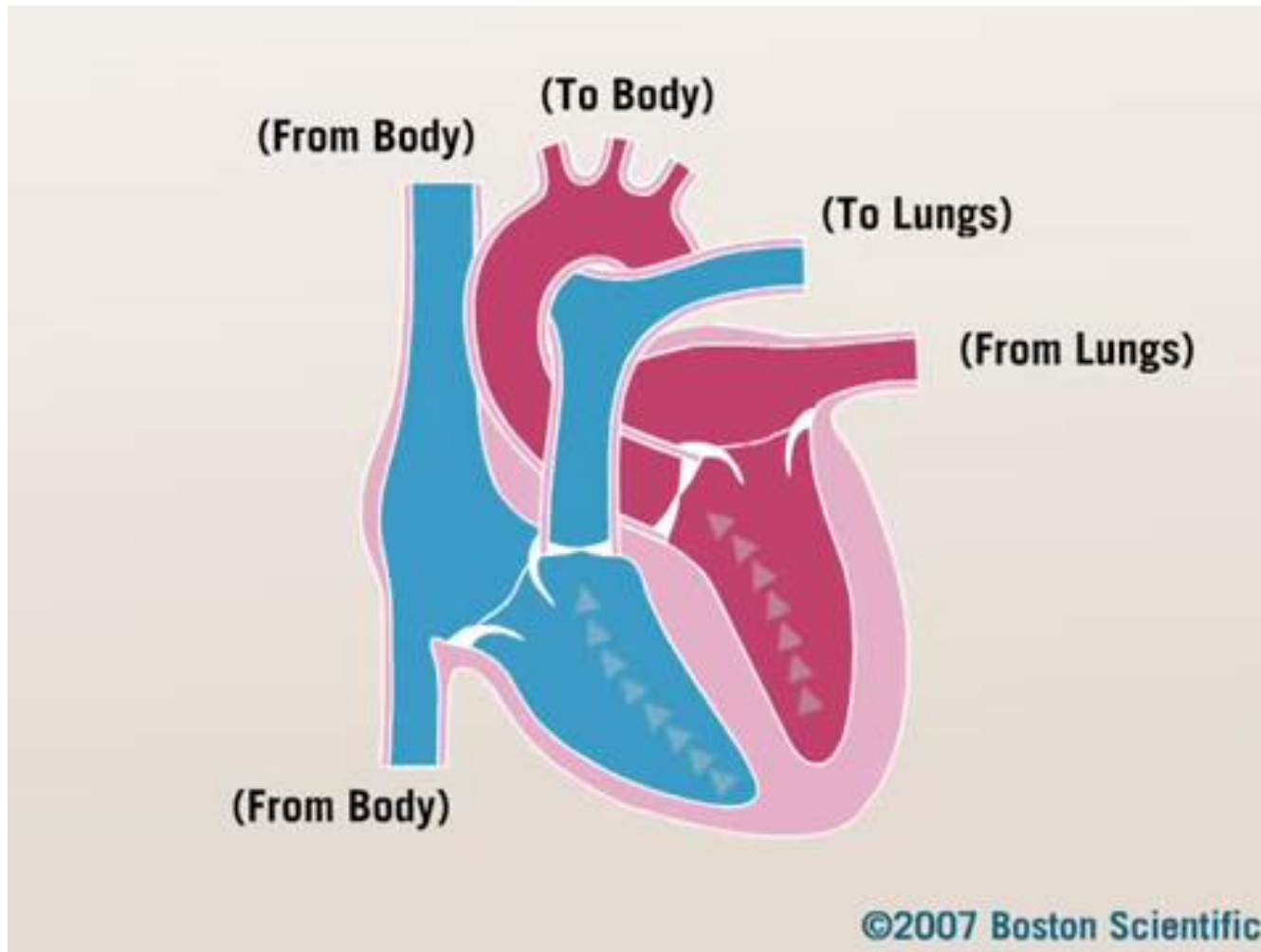
Hjerteklaffer



Hjerteklaffer



Hjerteklaffer

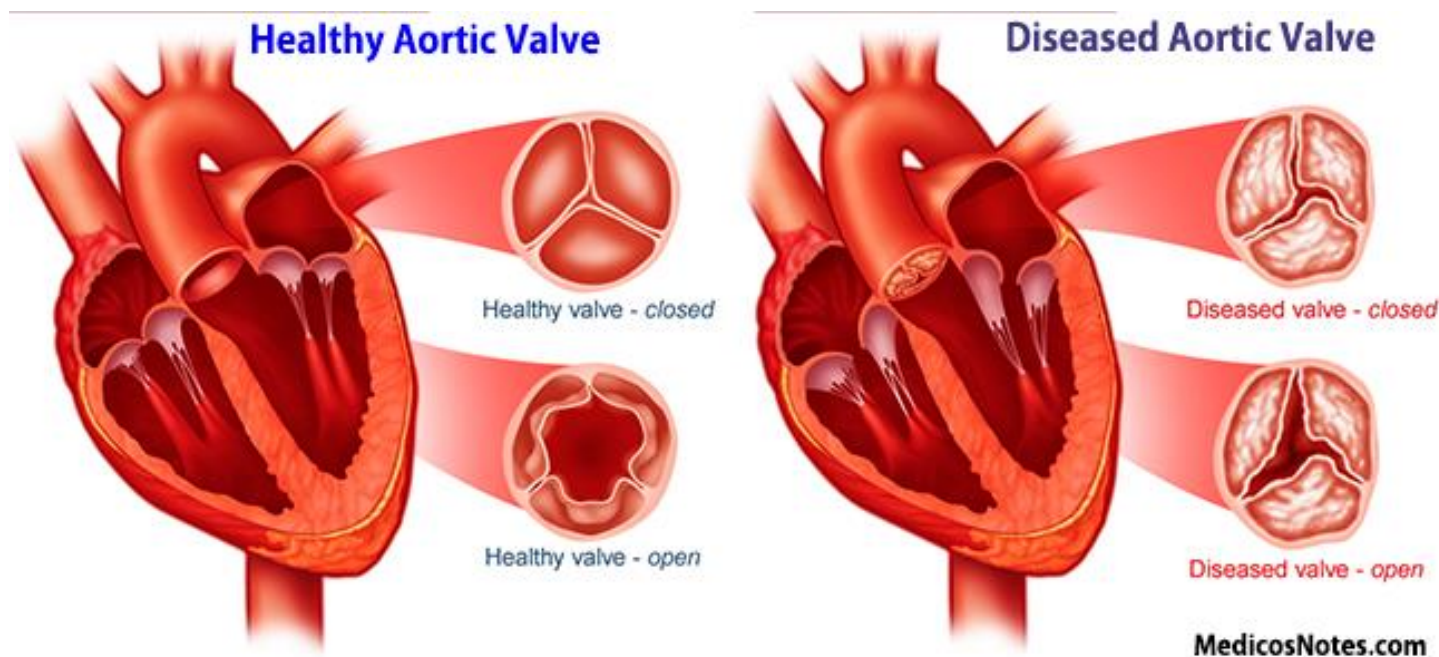


Figur: <http://en.wikipedia.org/wiki/Heart>

Video: <https://www.youtube.com/watch?v=2jPTt23IRB8&list=WL&index=1>

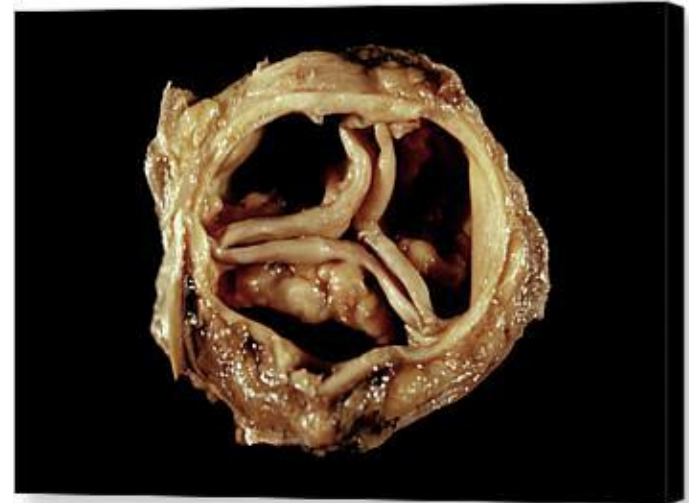
Hjerteklaffsykdom

- Stenose – ufullstendig åpning
- Insuffisiens – ufullstendig lukking



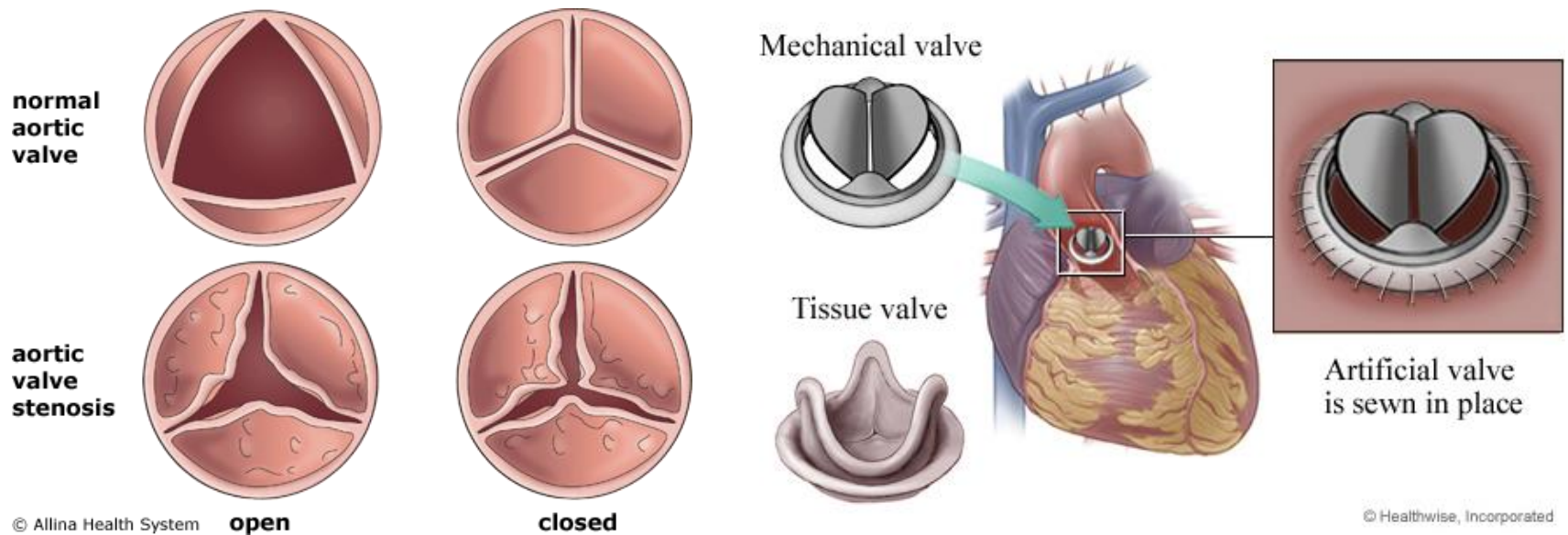
Aortaklaffstenose

- Vanlig aortaklaffareal er 3-4 cm² hos voksne
- En betydeleg forsnevring skjer ikke før det er >70 % reduksjon i klaffeareal



Aortaklaffstenose

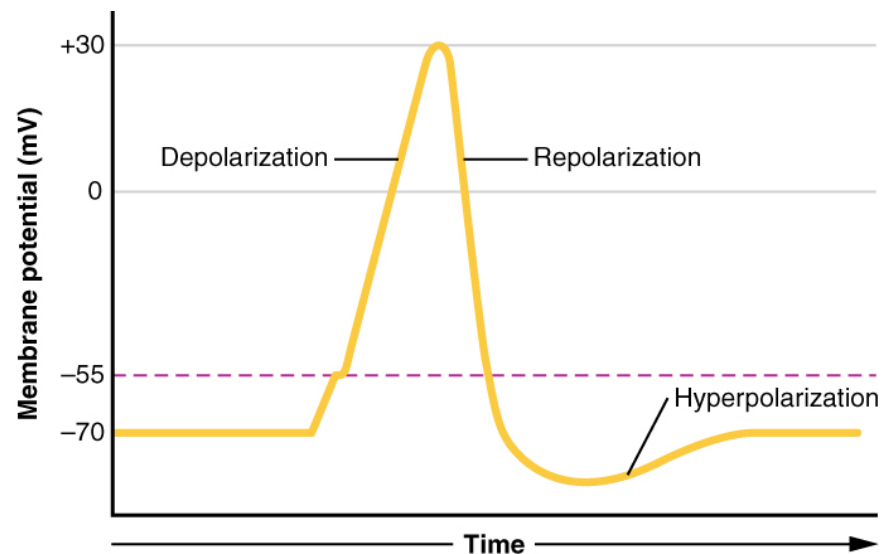
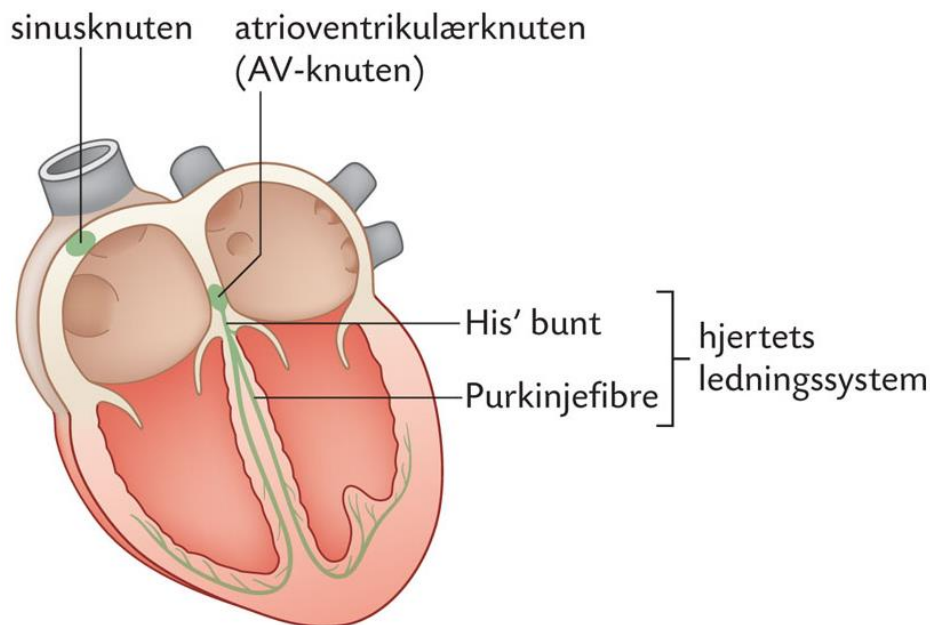
BEHANDLING



Hjerterytmene

Sinusknuten

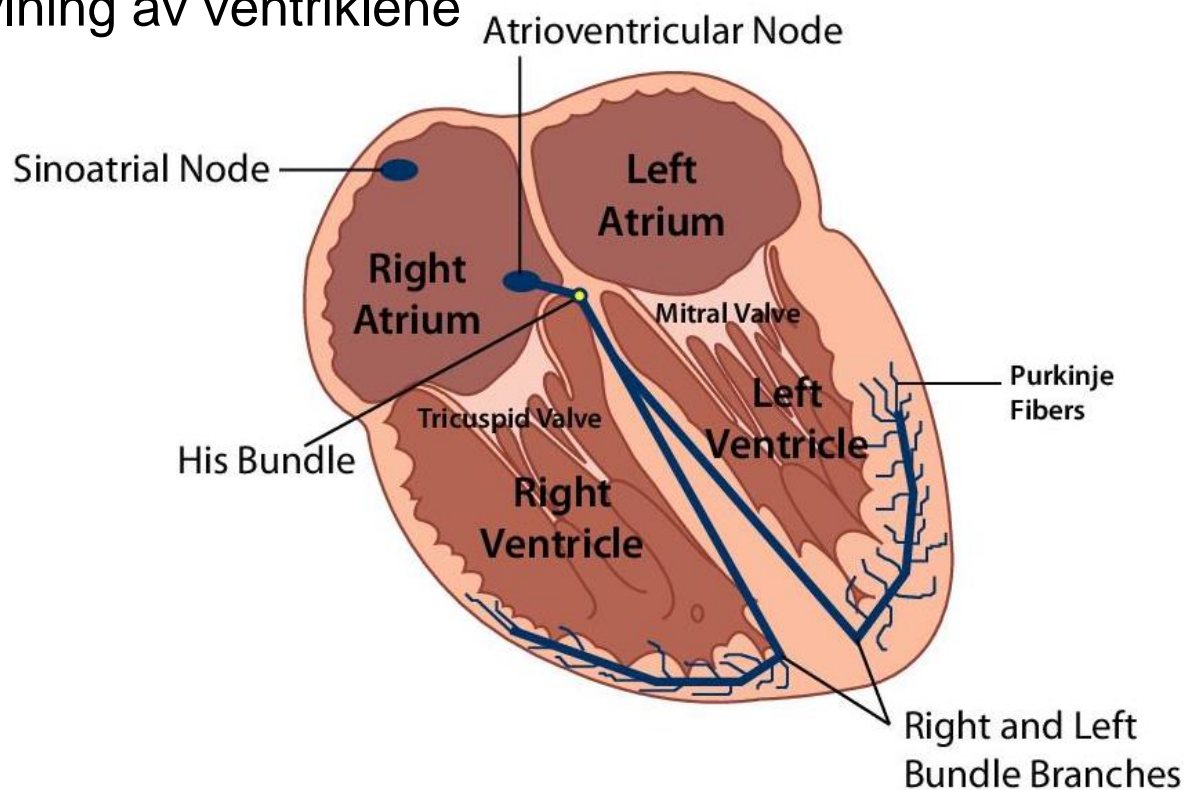
- Lokalisert i veggen på høyre forkammer
- Gir signaler om at hjertet skal trekke seg sammen – spres fra celle til celle
- «Hjertets pacemaker» – bestemmer rytmen
- Får signaler fra det autonome nervesystemet



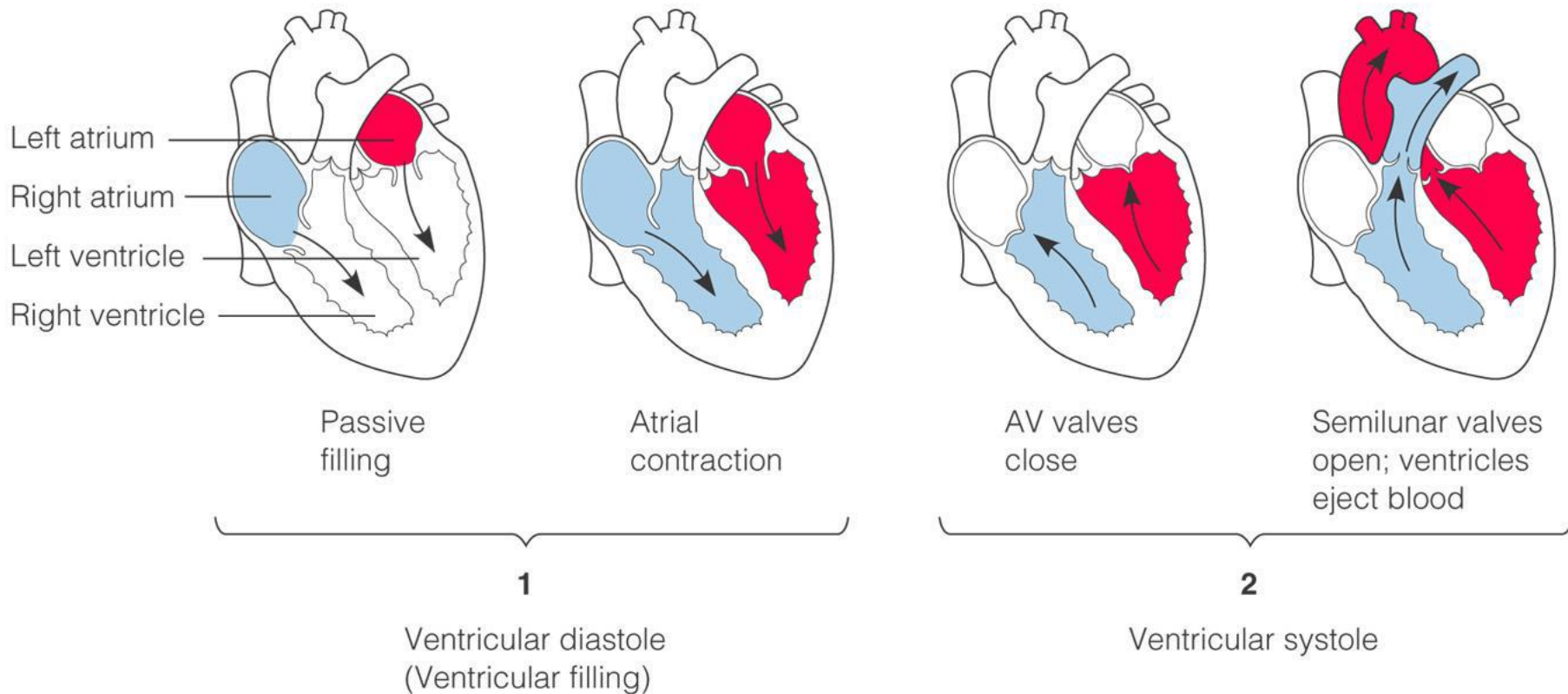
Hjerterytmen

Ledningssystemet og koordinert sammentrekning

- AV-knuten og His-bunten
- Liten forsinkelse mellom atriene (forkamrene) og ventriklene (hovedkamrene) sin kontraksjon
 - viktig for optimal fylning av ventriklene



Hjertesykklus

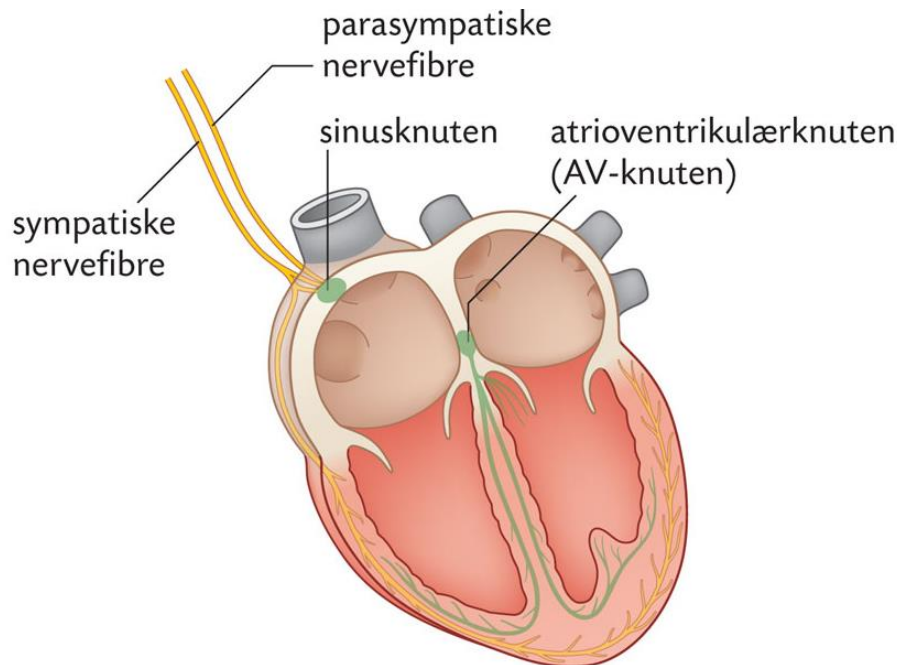


Hjertesyklus – koordinert sammentrekning



Hjertefrekvensen

- «Hvilepuls» 60-70 slag/min
- Påvirkning av sinusknuten regulerer hjertefrekvensen
- **Nerveimpulser (autonome nervesystemet)**
 - Økt sympatisk aktivitet gir økt frekvens
 - Økt parasympatisk aktivitet gir redusert frekvens
- **Hormoner**
 - Økt adrenalin/noradrenalin i blodet gir økt frekvens



Cardiac output

Cardiac output = hjertefrekvens x slagvolum

Slagvolum påvirkes av hjertets størrelse, muskelkraft osv.

Økes ved økt behov



Cardiac output

Cardiac output = hjertefrekvens x slagvolum

Slagvolum påvirkes av hjertets størrelse, muskelkraft osv.



Økes ved økt behov eller fare



HVA ER HEMOFILI?

Hemostase

- Hemostase – stanse blødning

Faser i hemostasen:

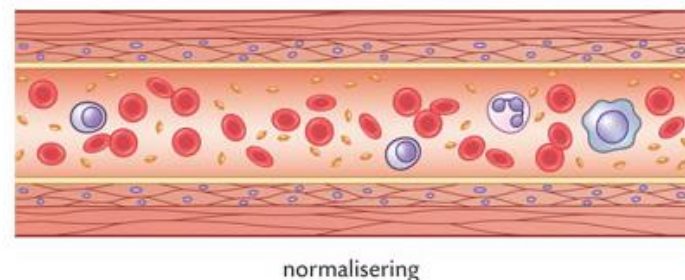
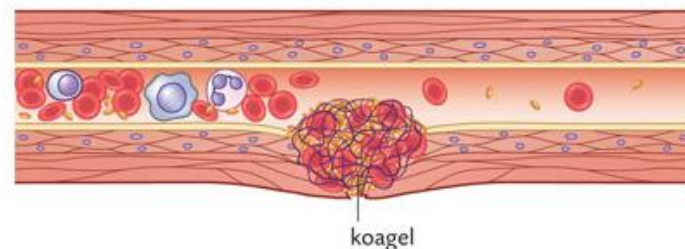
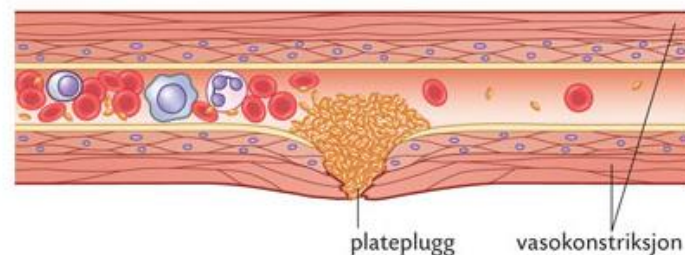
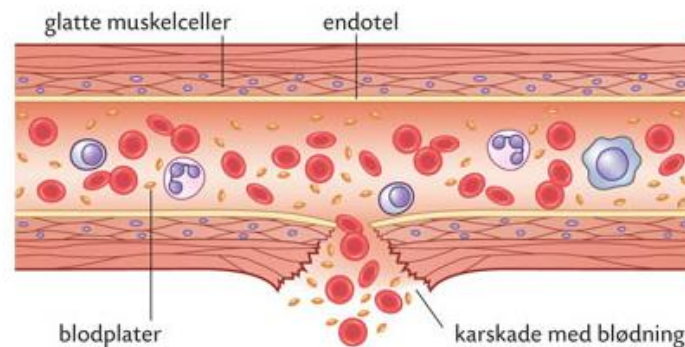
1. Sammentrekning av blodåreveggen
2. Dannelse av en klump av blodplater som lager en midlertidig plugg i karveggens åpning
3. Dannelse av et koagel av fibrinfibre og koagulasjonsproteiner
4. Nedbrytning av koagulasjonsproduktet

Forstyrrelser i hemostasen

- Mangel på blodplater
- For mye eller for lite koagulasjonsproteiner / koagulasjonsfaktorer
- Redusert evne til nedbrytning

Faser i hemostasen

1. Sammentrekning av blodåreveggen
2. Dannelse av en klump av blodplater
3. Dannelse av et koagel av fibrinfibre og koagulasjonsproteiner
4. Nedbrytning av koagulasjonsproduktet



ANATOMI OG FYSIOLOGI

- OPPSUMMERING

- **Arterier:** Frakter oksygen og annet til vevene.
- **Kapillærer:** Utveksling av ulike stoffer i vevene.
- **Vener:** Frakter CO₂ og annet fra vevene.
- **Lymfeårene:** drenerer væske tilbake til blodet
- **Hjertet: PUMPER BLOD**
 - **Klafter:** trikuspidal, mitral, pulmonal, aorta
 - **Rytme:** normal hjerterytme starter i sinusknuten
 - **Cardiac output:** avhenger av hjerterefrekvens og slagvolum
- **Hemostase:** reparasjon av skade i åreveggen
 1. Blodåresammentrekning
 2. Blodplateplugg
 3. Dannelse av koagel med bl.a. fibrin
 4. Nedbrytning

DIAGNOSTIKK: Hjertet og sirkulasjon

– viktige undersøkelser

- **Hjerte og sirkulasjon:** Puls, blodtrykk, farge/temperatur, ankel/arm-indeks
- **Hjerterytme:** EKG (elektrokardiogram)
- **Hjerteklaffer:** Eccokardiografi (ultral lyd av hjertet)
- **Blodårer:** Angiografi

Blodtrykk

- BT: 160 (systolisk) / 90 (diastolisk)
- Systolisk trykk: høyeste trykket i hjertesyklusen
 - Normalt ca 120 mmHg
- Diastolisk trykk: laveste trykket i hjertesyklusen
 - Normalt ca 80 mmHg
- Arteriene utvides under systolen og trekkes sammen under diastolen

Blodtrykk - risiko

Other Risk Factors, HMOD, or Disease	High-Normal SBP 130–139 DBP 85–89	Grade 1 SBP 140–159 DBP 90–99	Grade 2 SBP ≥ 160 DBP ≥ 100	
No other risk factors	Low	Low	Moderate	High
1 or 2 risk factors	Low	Moderate	High	
≥ 3 risk factors	Low	Moderate	High	High
HMOD, CKD grade 3, diabetes mellitus, CVD	High	High	High	

*Example based on a 60 year old male patient. Categories of risk will vary according to age and sex.

Blodtrykk-hvorfor behandle

- Forebygge hjerte-karsykdommer som hjerneslag, hjerteinfarkt, perifer karsykdom mm.
- Forebygge overbelastning av hjertet (hjertesvikt)

Undersøkelser: hjerte og sirkulasjon

Puls (eks. 70/min.)



Blodtrykk (eks. 120/70)



Farge / temperatur



Ankel/arm-indeks

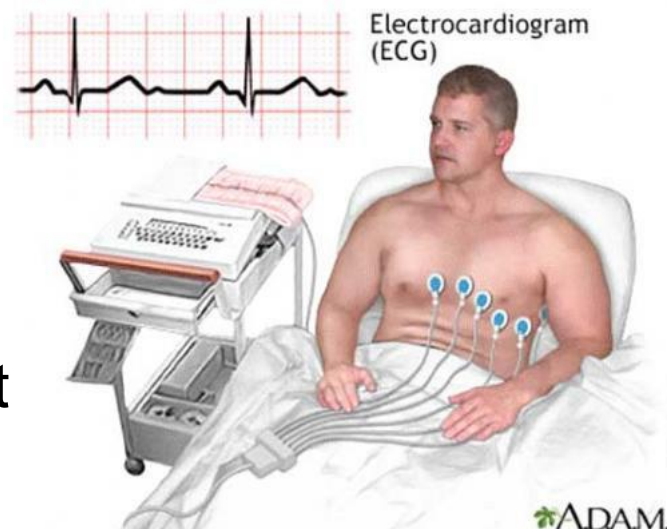


Utredning hjertesykdom

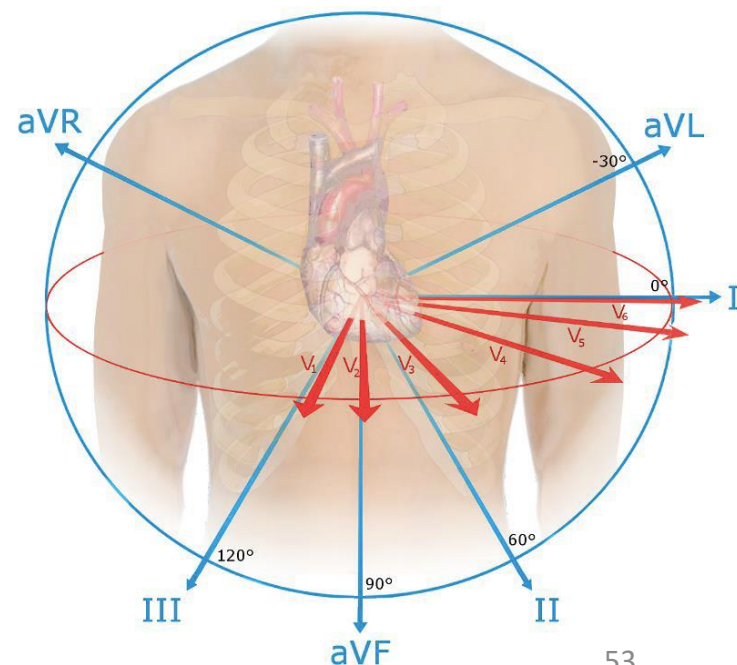
- Klinisk undersøkelse
- Blodprøver (troponin osv.)
- EKG
- EKG ved arbeidsbelastning
- Ekkokardiografi
- Angiografi – evt med intervensjon

Hjerterytme: EKG - elektrokardiogram

- Den elektriske aktiviteten i hjertemuskulaturen kan registreres av et EKG-apparat
- Flere elektroder plasseres for å måle elektrisk aktivitet i ulike deler av hjertet (nederste figur)



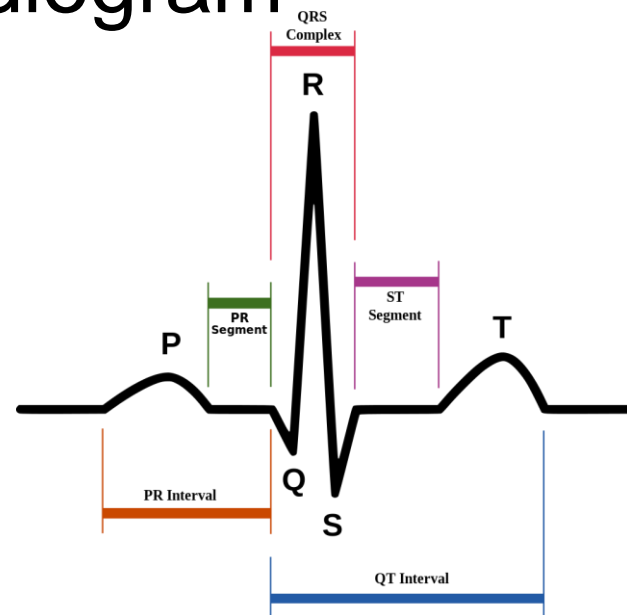
- EKG har en rekke bruksområder
 - Hjerterytmeforstyrrelser
 - Hjerteinfarkt
 - Elektrolyttforstyrrelser
 - Ledningsforstyrrelser



Hjerterytme: EKG - elektrokardiogram

EKG-bølge

- P-bølge: depolarisering av forkamrene
- QRS-kompleks: depolarisering av ventriklene
- T-bølge: repolarisering av ventriklene

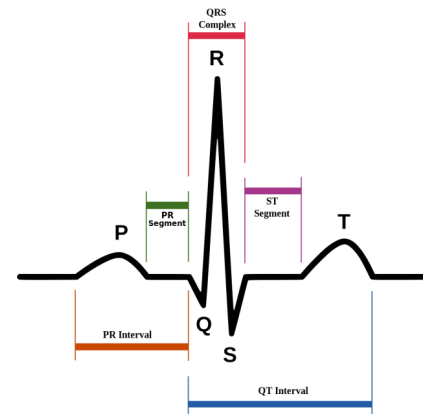


Normalt EKG (kun én avledning vist)



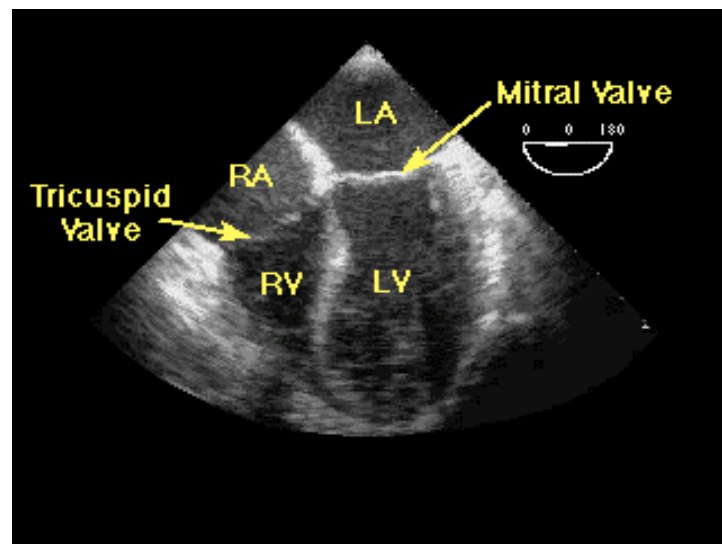
«SINUSRYTME»

EKG – er det noe feil?



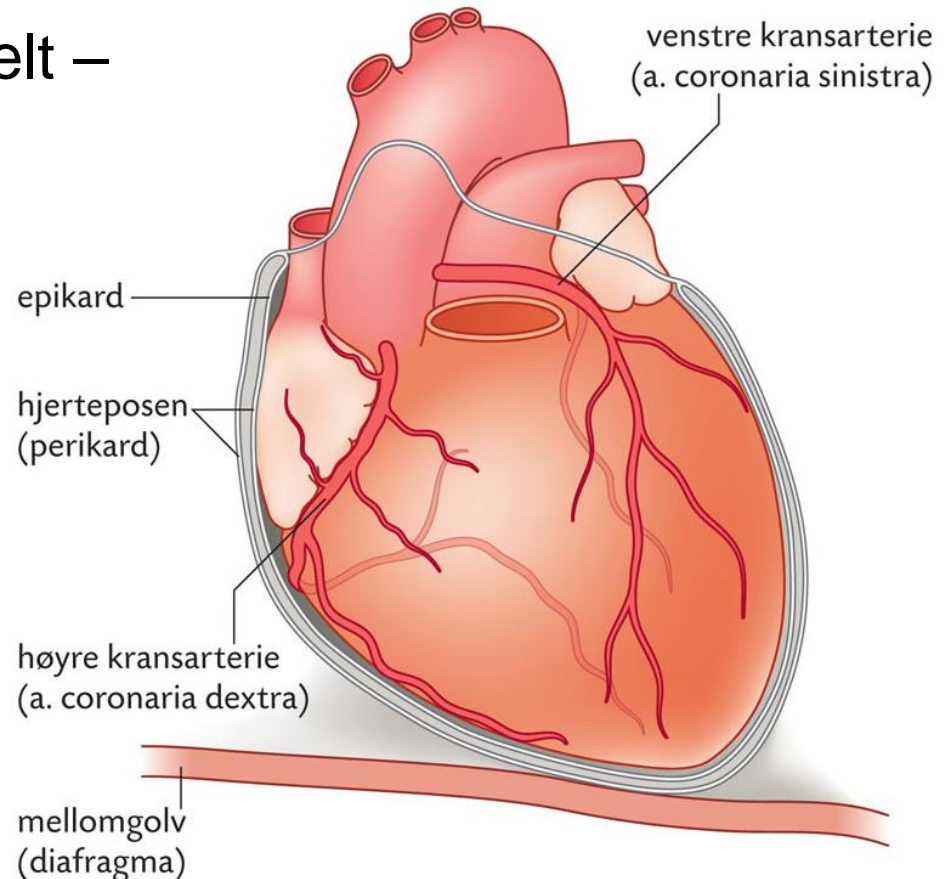
Eccokardiografi – ultralyd av hjertet

- Klaffefeil
- Hjertesvikt

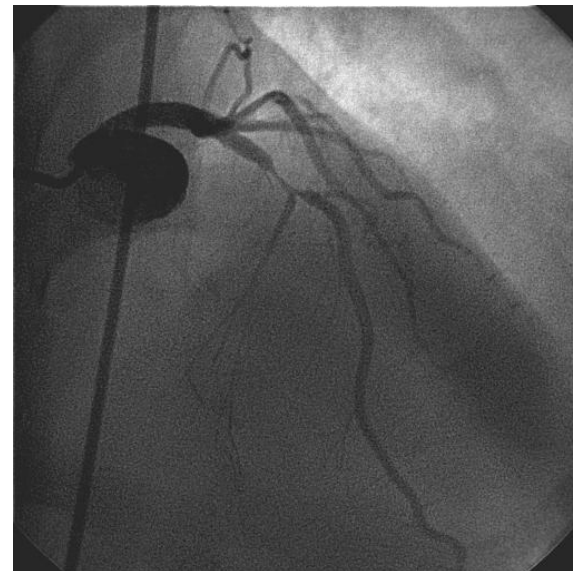
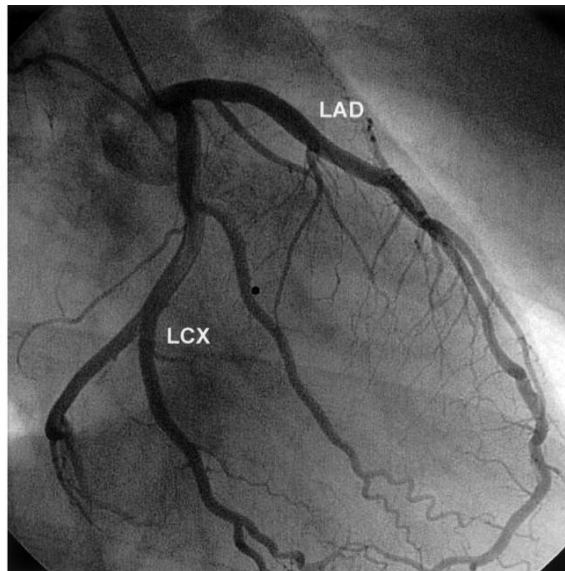
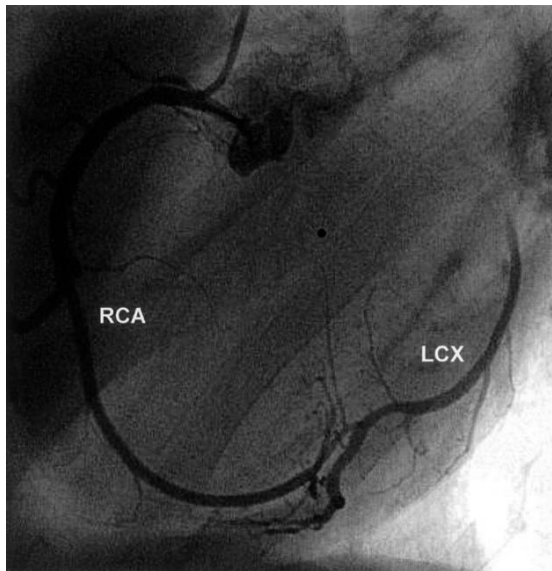


Hjerteangiografi – røntgen av hjerteårene

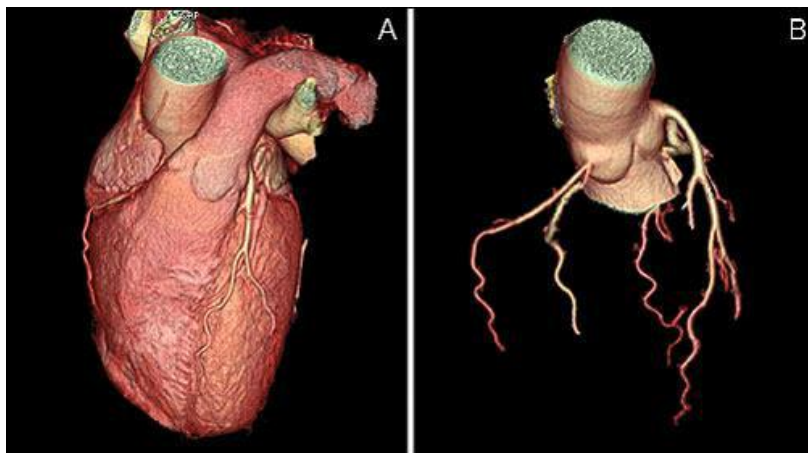
- Hjertet har egen blodforsyning
- Blodårene kan bli trange og gi begrenset blodforsyning – *angina* – eller tette seg helt – *hjerterinfarkt*



Konvensjonell hjerteangiografi



CT angiografi



DIAGNOSTIKK - OPPSUMMERING

- **Hjerte og sirkulasjon:**
 - Puls, blodtrykk, farge/temperatur: generell sirkulasjonsstatus?
 - ankel/arm-indeks: perifer blodårestatus
- **Hjerterytme:** EKG (elektrokardiogram)
- **Hjerteklaffer:** Eccokardiografi (ultral lyd av hjertet)
- **Blodårer:** Angiografi

SYKDOM – hjertet og sirkulasjon

Blodårer

- Arterier ute i kroppen: perifer arterieokklusjon
- Vener: dyp venetrombose
- Arterier til hjertemuskulaturen: hjerteinfarkt

Blodtrykk

- Høyt blodtrykk (hypertensjon)

Hjertet

- Klaffefeil
- Hjerterytmeforstyrrelser (arytmi)

SYKDOM – hjertet og sirkulasjon

Blodårer

- Arterier ute i kroppen: perifer arterieokklusjon
- Vener: dyp venetrombose
- Arterier til hjertemuskulaturen: hjerteinfarkt

Blodtrykk

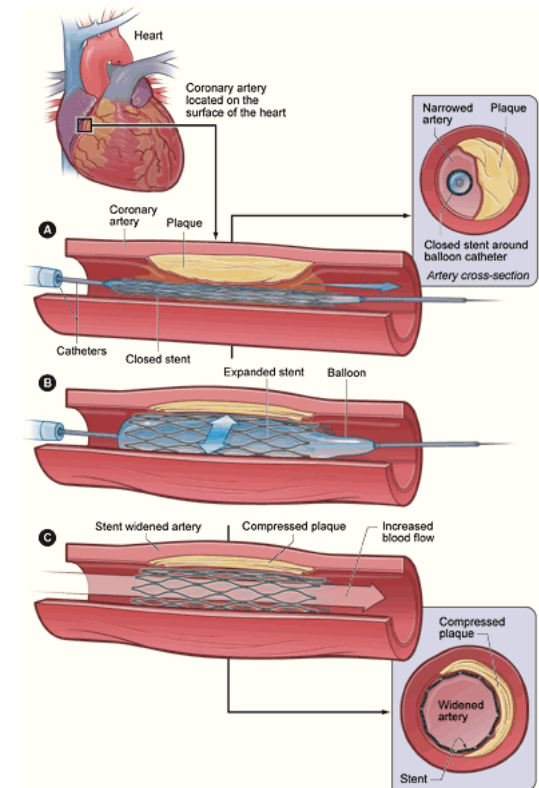
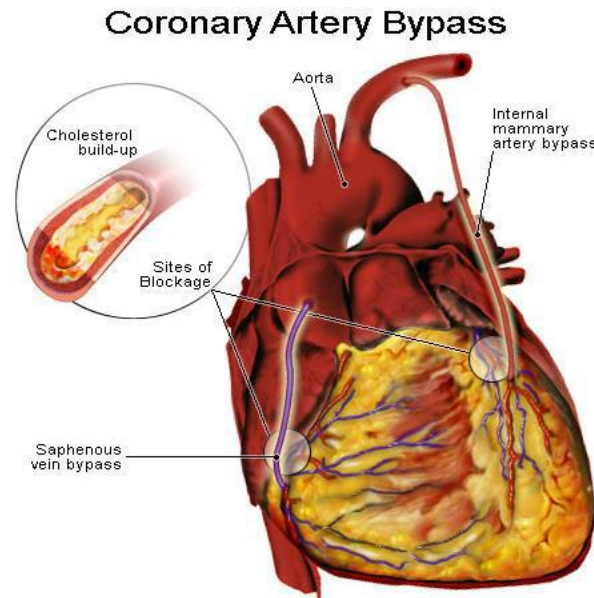
- Høyt blodtrykk (hypertensjon)

Hjertet

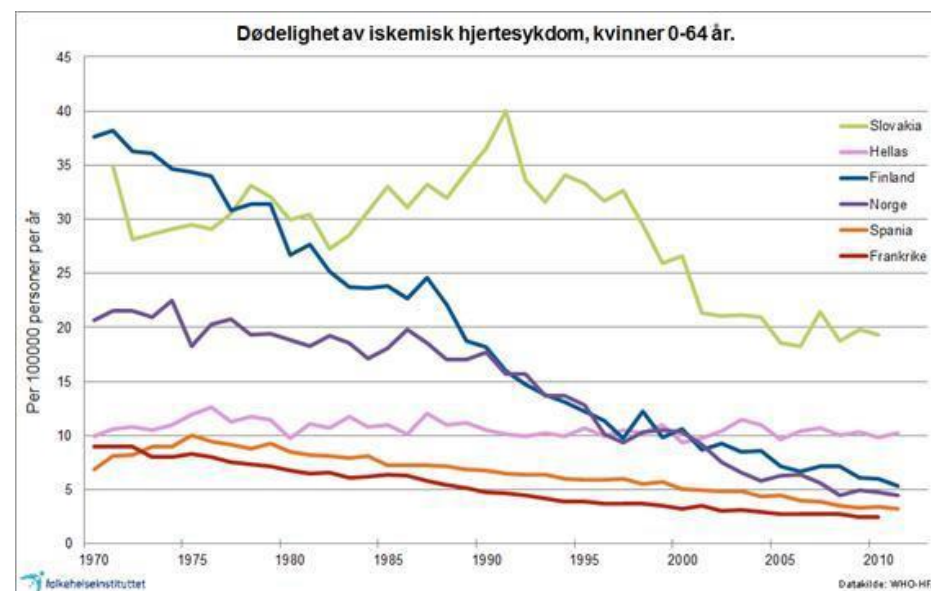
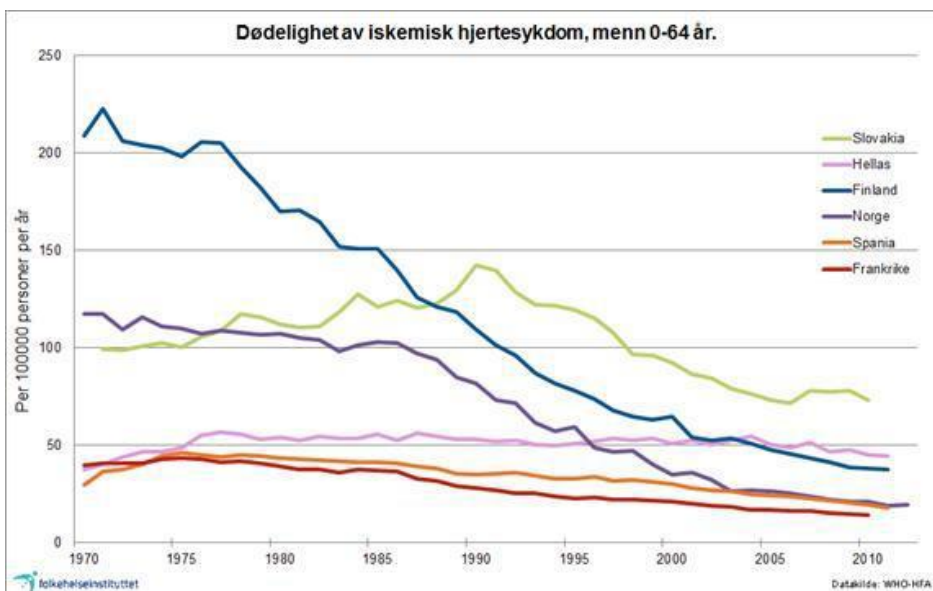
- Klaffefeil
- Hjerterytmeforstyrrelser (arytmi)

Koronar hjertesykdom - behandling

- Akuttbehandling: angiografi / PCI
- Blodfortynnende / blodplatehemmere
- Kolesterolsenkende
- Evt hjerterytmeregulering
- Operasjon (ACB: by-pass)



Dødsfall av koronar hjertesykdom



SYKDOM – hjertet og sirkulasjon

Blodårer

- Arterier ute i kroppen: perifer arterieokklusjon
- Vener: dyp venetrombose
- Arterier til hjertemuskulaturen: hjerteinfarkt

Blodtrykk

- Høyt blodtrykk (hypertensjon)

Hjertet

- Klaffefeil
- Hjerterytmeforstyrrelser (arytmi)

Høyt blodtrykk - Behandling

- Primært behandlingsmål: oppnå maksimal reduksjon av total kardiovaskulær risiko på lang sikt:
 - 1) Identifisere og følge opp / behandle risikofaktorer (livsstilsendring)
 - Fysisk aktivitet
 - Vektreduksjon
 - Røykeslutt
 - Kosthold
 - 2) Redusere blodtrykket
 - Legemidler

SYKDOM – hjertet og sirkulasjon

Blodårer

- Arterier ute i kroppen: perifer arterieokklusjon
- Vener: dyp venetrombose
- Arterier til hjertemuskulaturen: hjerteinfarkt

Blodtrykk

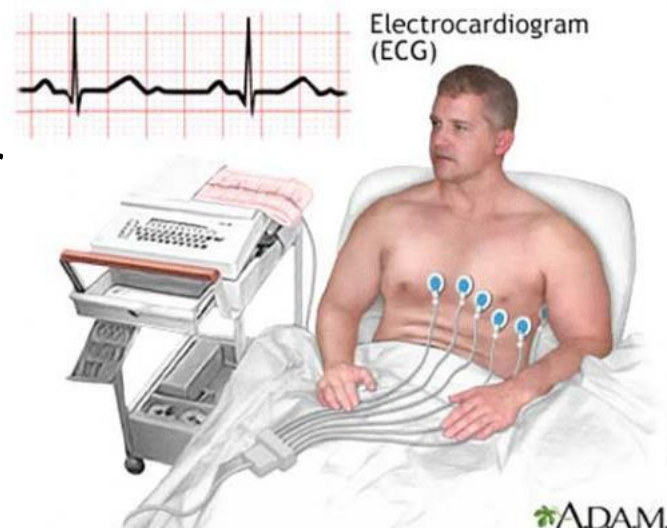
- Høyt blodtrykk (hypertensjon)

Hjertet

- Klaffefeil
- Hjerterytmeforstyrrelser (arytmi)

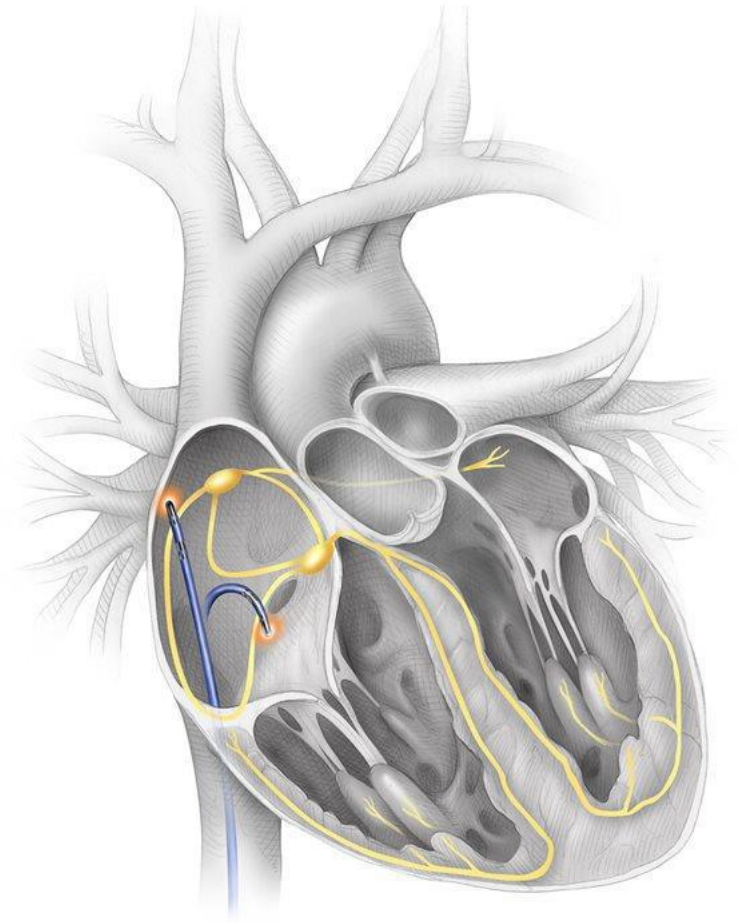
Arytmi - hjerterytmeforstyrrelser

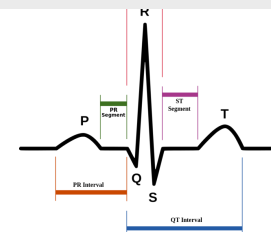
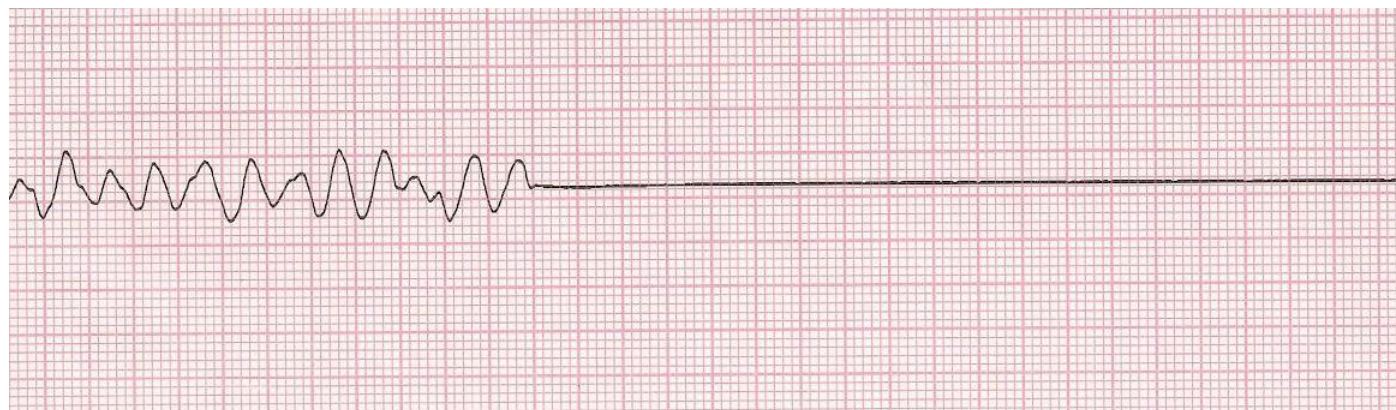
- Hvert hjerteslag starter med depolarisering av sinusknuten og dette gir opphav til normal sinusrytme
- Alt annet kalles arytmi som er en forstyrrelse i rytmens frekvens, regelmessighet, opprinnelse og ledning gjennom hjertet
- **Symptomer på arytmi**
 - Hjerterbank (palpitasjoner)
 - Tungpust (dyspné)
 - Brystsmerter
 - Svimmelhet og/eller besvimelse (synkope)
 - Svakheter i kroppen
 - Plutselig død



Arytmi - behandling

1. Få stoppet anfall
 - Legemidler
 - Implanterbare deviceer
2. Redusere frekvensen
 - Legemidler
3. Redusere risikoen for komplikasjone
 - Antikoagulasjon («blodfortynnende»)
4. Kurasjon
 - Ablasjon



**1****2**

Hjertestans

- **Ventrikkelflimmer**



- **Asystole**



Se etter tegn til liv

Sjekk bevissthet:
Rist forsiktig i skuldrene
Rop høyt

Åpne luftveien
Se etter normal pust
Ring 1-1-3 straks hvis
du er i tvil



Sideleie:
Bare hvis normal pust
i et helt minutt

Bevisstløs og puster ikke normalt

Få hjelp av andre
til å hente hjertestarter

Skaff hjelp - Ring 1-1-3

Start HLR 30:2

Slå på høyttalerfunksjonen
på mobiltelefonen
Følg rådene fra 1-1-3



Trykk brystet ca 5 cm ned
i en takt på 100 per minutt

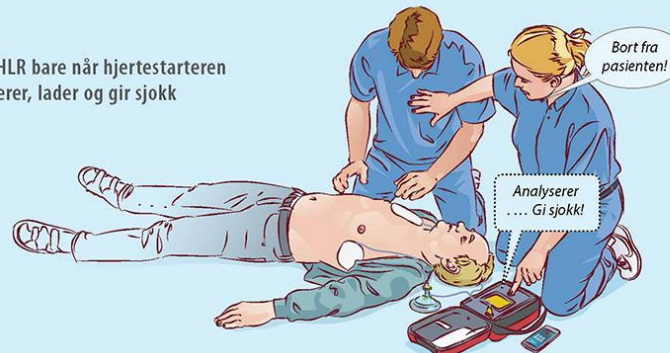
Blås bare til brystkassen
hever seg

Gi brystkompresjoner
uten opphold hvis du ikke
får til å kombinere med
innblåsninger

Fortsett til noen andre kan overta

Slå på hjertestarteren og fest elektrodene Følg hjertestarterens råd

Stopp HLR bare når hjertestarteren
analyserer, lader og gir sjokk



Fortsett HLR mens
hjertestarteren slås på
og elektrodene festes

En elektrode
nedenfor pasientens
høyre kragebein

En elektrode en
håndsbredde nedenfor
pasientens venstre
armhule

Fortsett til ambulansen kommer - eller til du ser sikre tegn til liv

Hjertesvikt



Hjertesvikt

- Hjertets minuttvolum (cardiac output) er for lite til å dekke kroppens behov. Hjertet klarer ikke pumpe unna.
- Oftest en komplikasjon til annen hjertesykdom (koronar hjertesykdom, hypertensjon, arytmi, klaffefeil, infeksjoner, toksiske stoffer, medfødt, osv.)
- Hovedsymptomer og -funn:
 - Tung pust ved anstrengelse (hvor mange trappeetasjer før stopp?)
 - Sliten / økt tretthet
 - Væskeopphopning i kroppen (ødem)
 - NYHA-klassifisering
 - Forstørret hjerte (røntgen)
 - Forhøyet proBNP (blodprøve)
 - Ekkokardiografi for å finne årsak



Normal sized heart



Abnormally sized heart
(cardiomegally)

Hjertesvikt - behandling

1) Identifisere og følge opp / behandle risikofaktorer (livsstilsendring)

- Saltinntak
- Fysisk aktivitet
- Vektreduksjon
- Røykeslutt
- Kosthold og væskerestriksjon

2) Medikamenter

3) Operasjon / angiografi

- Koronararterier, klaffer, arytmi



SYKDOM – hjertet og sirkulasjon

Blodårer og hemostase

- Arterier ute i kroppen: perifer arterieokklusjon
- Vener: dyp venetrombose
- Arterier til hjertemuskulaturen: hjerteinfarkt
- Hemostaseforstyrrelser

Blodtrykk

- Høyt blodtrykk (hypertensjon)

Hjertet

- Klaffefeil
- Hjerterytmeforstyrrelser (arytmi)

Spesialiteter/yrker som spesielt jobber med dette

Legespesialister:

- Allmennleger (fastleger)
- Indremedisinere
 - Hjerteleger (kardiologer)
 - Blodsykdommer (hematologer)
 - Klinisk farmakologi
- Generelle kirurger
 - Torakskirurger
 - Karkirurger
- Akutt- og mottaksmedisin
- Anestesi / intensiv
- Radiologer

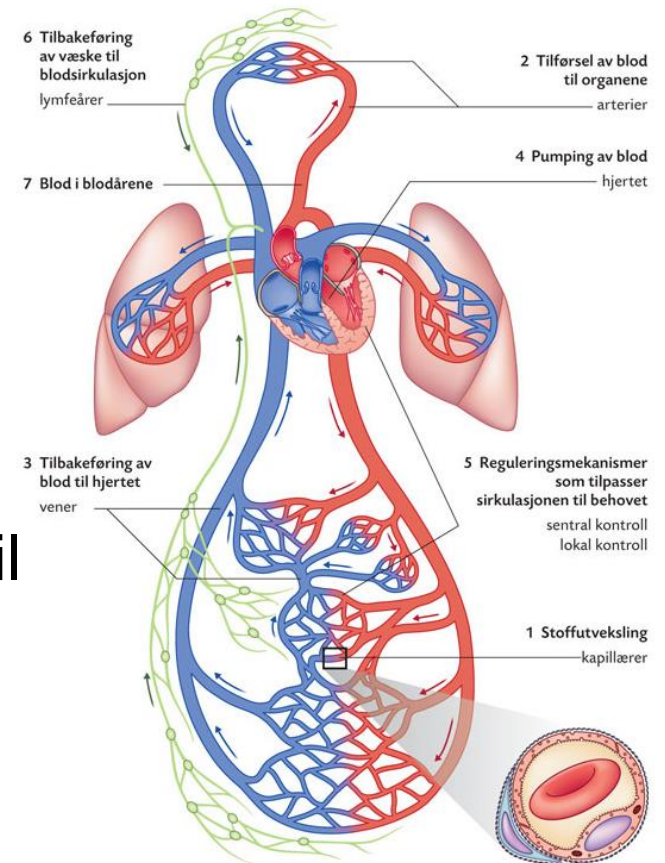
Annet helsepersonell:

- Sykepleiere
- Ambulansearbeidere
- Radiograf
- Farmasøyt
- Helsefagarbeider, helsesekretær



SIRKULASJONSSYSTEMET – OPPSUMMERING

- Hjertet er blodpumpen
- Blodet tar opp oksygen i lungene
- Arteriene forsyner kapillærene med oksygenert blod
- Stoffutvekslingen skjer i kapillærene
- Vener fører blodet tilbake til hjertet
- Lymfeårene drenerer væske tilbake til blodet
- Skader i åreveggen repareres ved hemostase
- Sykdom i hjertet og/eller blodårene fører til for lite oksygenert blod til vevet
- Behandling *mot årsak og mot symptomer*



Gyldendal © Deborah Maizels i faglig samarbeid med

Aktuelle animasjoner

hemostase generelt og blodproppdannelse ved akutt koronarsykdom og dyp venetrombose

- <https://www.youtube.com/watch?v=R8JMfbYW2p4>
- https://www.youtube.com/watch?v=_yQD0U3ZtCs
- https://www.youtube.com/watch?v=cy3a__OOa2M
- <https://www.youtube.com/watch?v=VIYAAdkOOrk>
- <https://www.youtube.com/watch?v=gYm9MBZFaic>