


Samling 4a
Sirkulasjon
og blod
Respirasjon

Soneterapi og
massasjeterapi



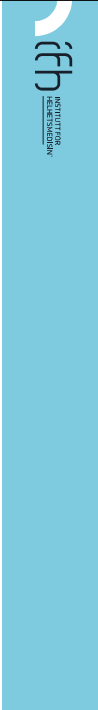
1

Læringsmål sirkulasjon og blod


Sirkulasjon og blod

Etter gjennomført emne er det forventet at studenten kan beskrive

- Hvor hjertet ligger, hvordan det er bygd opp og blodets strømning gjennom hjertet
- Hvordan hjertet arbeider og hvordan funksjonen reguleres
- Hvordan blodåreveggen er oppbygd og reguleres, samt hvilke funksjoner de ulike blodårer har
- Blodets bestanddeler, dannelsen av blodceller, blodets funksjoner og hemostasen
- Lymfesystemets oppbygging og funksjon



2




Pensum sirkulasjon.

Undervisningspresentasjonene sammen med oppgitte sider i læreboken er å betrakte som pensum.

Repeter! Anatomi og fysiologi side 146, 148, 157 – 178 og 187 – 192

3



Sirkulasjonssystemets funksjon

Gasstransport

- Transportere O₂ fra lungene til vevene og CO₂ fra vevene til lungene.

Transport næringsstoffer og avfallsstoffer

- Transportere næringsstoffer fra tarmene til vevene, til og fra organer som omdanner og lagrer næringsstoffer.
- Transportere avfallsstoffer fra vevene der de produseres, til de organene hvor de skilles ut.

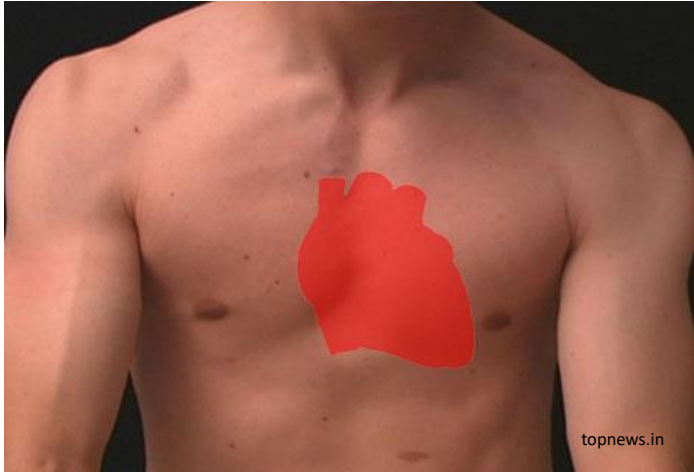
Varme, hormoner, infeksjonsforsvar mm.

- Transportere hormoner fra endokrine kjertler til målceller.
- Transportere varme fra vevene ut til huden.
- Transport av immunceller, komplement, koagulasjonsfaktorer og mange andre proteiner.

4

Hjertets anatomi

Menneskehjertet er omtrent så stort som en knyttneve. Det ligger i brysthulens midtparti (*mediastinum*), like bak brystbenet og over mellomgulvet



5

Hjertet - blodpumpa

Hjertet er to muskelpumper som pumper blod ut i hvert sitt kretsløp.

Det er en venstre og en høyre hjertehalvdel.

- Høyre hjertehalvdel pumper oksygenfattig blod inn i **lungekretsløpet** (det lille kretsløp).
- Venstre hjertehalvdel pumper oksygenrikt blod inn i **systemkretsløpet** (det store kretsløp).

6

Hjertets anatomi – de store kar

© 2007 RelayHealth and/or its affiliates. All rights reserved.

Ut fra hjertet

- Hovedpulsåren (aorta)
- Pulmonalarterien

Inn til hjertet

- Øvre og nedre hulvene (vena cava superior og inferior)
- Lungevenene

7

Hjertets anatomi - hjertekamrene

© 2007 RelayHealth and/or its affiliates. All rights reserved.

Fire kamre

- Høyre og venstre **ventrikkel** (hovedkammer)
- Høyre og venstre **atrium** (forkammer)

8

Hjertekamrene, forts.

- De fire kamrene i hjertet er på innsiden kledd med et tynt lag som kalles endokard.
 - *Endokard: Et celle- og bindevevslag. Kan i praksis beskrives som en dekkende hinne.*
- Endokard folder seg også over hjertets 4 klaffer. Vi finner klaffer:
 - *Mellom atriet og ventrikkelen.*
 - *Mellom ventrikkelen og de store arteriene ut av hjertet (aorta og pulmonalarterien).*
- Om området mellom et atrie/forkammer og det tilstøtende hjertekammeret brukes ofte uttrykket **atrioventrikulær** (forkortet AV).

9

Hjertets anatomi - hjerteveggen

Hjerteveggen består av tre lag:

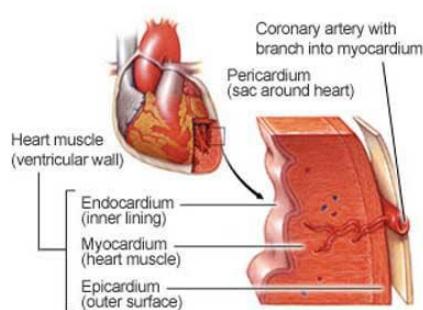
- Endokard: innerste lag av epitelceller
- Myokard: midtre tykke lag med hjertemuskelceller
- Perikard: ytterste «dobbeltag» med bindevev

Septum

Skilleveggen mellom høyre og venstre ventrikkel.

Anulus fibrosus

Bindevevsplaten mellom atriene og ventriklene.



© Mayo Foundation for Medical Education and Research. All rights reserved.

10

Perikard (hjerterosen)

Bindevevssekk rundt hjertet.

To lag

- **Parietalt lag:** Ytterste laget.
- **Visceralt lag:** Innerste laget, nærmest hjertet. Kalles også epikard.

Funksjoner

- Reduserer friksjonen mot hjertets bevegelser.
- Beskytter hjertet mot overfylning.

The pericardium is the thin sac enclosing the heart

ADAM.

11

Hjertets anatomi - hjerteklaffer

Mellom atriene og ventriklene:
AV-klaffene

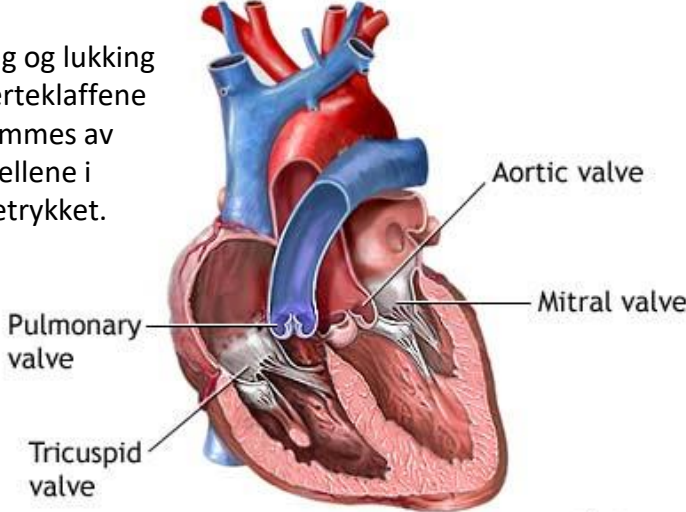
Ut fra ventriklene:
Aorta- og pulmonalklaffen

ADAM.

12

Hjertets anatomi – hjerteklaffer, forts.

- Klaffene er laget slik at blodet bare kan strømme én vei.
- Åpning og lukking av hjerteklaffene bestemmes av forskjellene i væsketrykket.



The diagram shows a cross-section of the heart with four valves labeled: Aortic valve (top right), Mitral valve (middle right), Pulmonary valve (top left), and Tricuspid valve (bottom left). The ADAM logo is visible in the bottom right corner of the diagram area.

13

Hjertets anatomi – hjerteklaffer, forts.

Aorta- og pulmonalklaffen

- **Aortaklaffen:** Mellom venstre ventrikkle og aorta.
- **Pulmonalklaffen:** Mellom høyre ventrikkle og pulmonalarterien.
- **Lommeklaffer/semilunarklaffer:** Består av tre lommeaktige seil med halvmåneform.



The photograph shows a close-up of the heart valves, highlighting the semilunar valves (aortic and pulmonary) which have a characteristic crescent shape.


14

Hjertets anatomi – hjerteklaffer, forts.

Atrieventrikulærklaffene (AV-klaffene)
 Seilklaffer - består av to og tre seil.
 Har chordae tendineae og papillemuskler festet til seg som hindrer at seilene vrenger seg inn i atriene ved kontraksjon.

Mitralklaffen (bicuspid)
 Mellom venstre atrium og venstre ventrikkel. To seil.

Trikuspidklaffen
 Mellom høyre atrium og høyre ventrikkel. Tre seil.



lionden.com

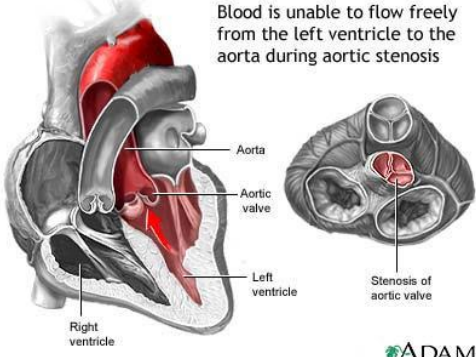
ifh INSTITUTT FOR HELSETSKADEN

15

Klaffesykdommer

Stenoser
 ”Stivere” klaffer. F.eks. aortastenose, vanskeligere for blodet å strøkke fra venstre ventrikkel til aorta.

Insuffisienser
 ”Lekke” klaffer. F.eks. mitralinsuffisiens. Blodet lekker fra venstre ventrikkel til venstre atrium når hjertet pumper.



Blood is unable to flow freely from the left ventricle to the aorta during aortic stenosis

Right ventricle
 Left ventricle
 Aorta
 Aortic valve
 Stenosis of aortic valve

ADAM.

ifh INSTITUTT FOR HELSETSKADEN

16

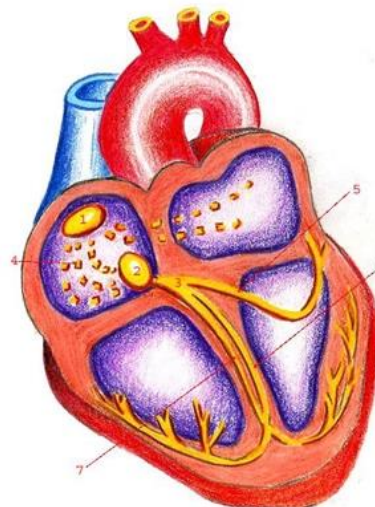
Hjertets elektriske ledningssystem

- Spesialiserte hjertemuskelceller med evne til å generere aksjonspotensialer og lede disse hensiktsmessig
- Består av sinusknuten, atrioventrikulærknuten, His bunt, hovedgrener og til slutt purkinjefibrene
- **Sinusknuten:** Det er denne som normalt depolariseres raskest og som dermed bestemmer hastighet
- **AV knuten:** Eneste vei gjennom anulus fibrosus (som virker som en isolator). Gir en forsinkelse som sørger for at atriene kontraherer seg før ventriklene.
- **His bunt, hovedgrener og purkinjefibrene** sørger for hurtig spredning av aksjonspotensialet gjennom hele ventrikkelen. Det gir kontraksjon av hele ventrikkelen samtidig.
- Hovedoppgavene: dannelsen av et aksjonspotensiale, hurtig spredning og forsinkelse

17

Hjertefrekvens – sinusknuten

- Sinusknuten er hjertets frekvensbestemmer (pacemaker).
 - Spesialiserte muskelceller i sinusknuten depolariserer av seg selv.
- aksjonspotensialet sprer seg til hele hjertet og utløser en kontraksjon.



18

Hjertefrekvens – sinusknuten, forts.

- Sinusknuten ligger i høyre atrium ved munningen av nedre hulvene.
- Frekvensen fra sinusknuten påvirkes av det autonome nervesystem og hormoner.

Hvis **sinusknuten** ikke fungerer overtar normalt **AV-knuten**, men med noe lavere hastighet.

Dersom AV-knuten også ikke fungerer har **purkinjefibre** også mulighet til å lage impulser, men med betydelig lavere frekvens!

- Sinus: 50-80 slag/min
- AV-knuten: 40 slag/min
- Purkinjefibre: 20 slag/min

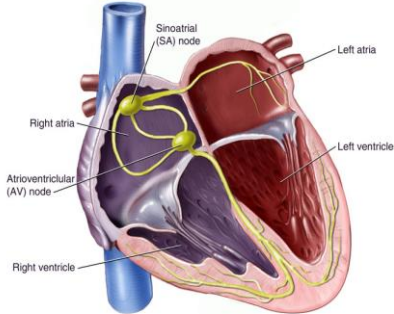
19

20

Hjertets ledningssystem

Et system av spesialiserte celler som leder aksjonspotensialer gjennom hjertet. Består av:

- **AV-knuten:** I septum mellom atriene.
- **His' bunt:** Gjennom annulus fibrosus.
- **Purkinjefibrene:** I septum og under endokard.



The electrical impulse starts in the SA node. It travels to both atria, causing them to contract, and triggers the AV node. The impulse travels from the AV node, stimulating contraction of the ventricles.

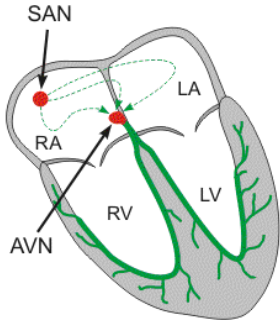
© 2007 RelayHealth and/or its affiliates. All rights reserved.

21

Hjertets ledningssystem, forts.

To oppgaver

- Hurtigere spredning av aksjonspotensialet → hele ventrikkelmuskulaturen kontraherer samtidig → bedre pumpefunksjon.
- Forsinkelse i impulsledningen fra atriene til ventriklene (i AV-knuten) → god fylning av ventriklene før kontraksjonen.



SAN, sinoatrial node; AVN, atrioventricular node; RA, right atrium; LA, left atrium, RV, right ventricle; LV, left ventricle.

22

Husker du...

...aksjonspotensialet i nervesystemet?

Membrane Potential (mV)

Time (milliseconds)

Action Potential in a Neuron

Labels: resting potential, threshold potential, depolarization, action potential, repolarization, refractory period, hyperpolarization, resting potential.

23

Aksjonspotensialet i hjertet

Aksjonspotensialet i hjertemuskelceller er annerledes enn aksjonspotensialer i nervesystemet og skjelettmuskulatur.

- Hjertemuskelcellen forblir depolarisert en kort stund (platåfase)
- Etter aksjonspotensialet er det en periode da cellene er helt upåvirkelige for gjentatt stimulering (refraktærperiode)

→ enkeltkontraksjoner (tetanisk kontraksjon umulig)

Ventricular Myocyte Action Potential

mV

Labels: $i_{K_{to}}$, $i_{Ca(L)}$, i_{Na} , i_K .

24

Elektrokardiogram (EKG)

- Ionestrømmene over cellemembranene → spenningsforskjeller utenpå hjertet.
- Disse spenningsforskjellene kan registreres mellom elektroder på hudens overflate.
- Impulser som går mot elektroden registreres som positivt utslag og omvendt.

25

Elektrokardiogram (EKG)

P-bølge: Depolarisering av atriene
QRS-kompleks: Depolarisering av ventriklene
T-takk: Repolarisering av ventriklene

Kan påvise hjerteinfarkt, hjerterytmeforstyrrelser og andre sykdommer i hjertet.

Electrocardiogram (ECG)

26

Arytmier

Avvik fra regelmessig hjerterytme.

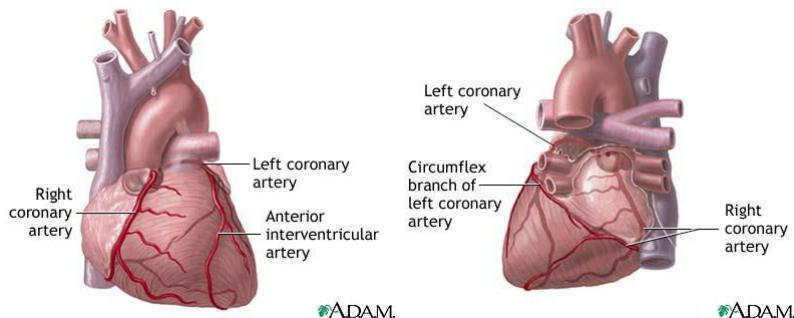
Kan skyldes forstyrrelser i:

- Impulsproduksjonen → unormal hjerterefrekvens.
Takykardi: > 100-110 slag/min
Bradykardi: < 60 slag/min
- Impulsledningen → hjerteblokk.

27

Hjertets anatomi - koronararteriene

- Koronararteriene (kransårene) forsyner hjertemuskulaturen (myokard).
- Går ut fra aorta like etter aortaklaffen.
- Høyre- og venstre koronararterie med forgreninger.
- Hjertecellene må ha kontinuerlig blodtilførsel for å unngå celledød (infarkt).



28

Hjertesykklus

- En hjertesykklus består av de to fasene **systole** og **diastole**
- Muskulene i forkamrene og hjertekamrene trekker seg rytmisk sammen i et tempo som avhenger av aktiviteten i resten av kroppen.
- Ved normale omstendigheter er dette tempoet (frekvensen) 60-80 slag per minutt.
- Ved sterk fysisk anstrengelse kan det komme opp i ca. 200 slag per minutt.
- Periodene da hjertet trekker seg sammen (systole), etterfølges hver gang av en hvileperiode (diastole).
- Hvileperioden varer omtrent dobbelt så lenge som sammentrekningsfasen. Under normale omstendigheter varer begge perioder sammenlagt ca. 1 sekund.
- Hvert sekund trekker hjertet seg sammen i 1/3 av tiden, og er i ro i 2/3 av tiden.

29

Hjertesykklus

Hjertesykklus =

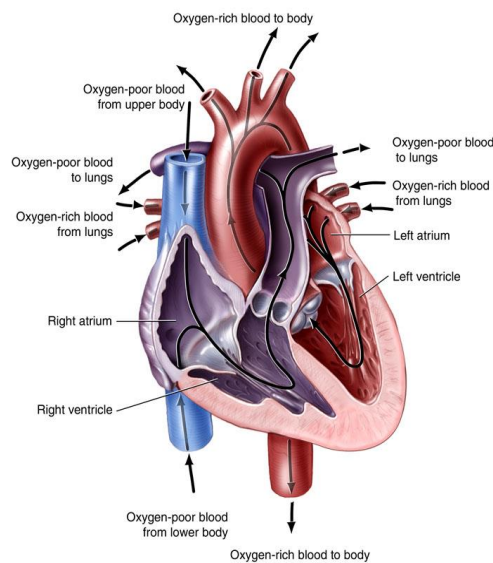
Diastole

Avslapning av ventriklene
– hjertet fylles med blod

+

Systole

Sammentrekning av ventriklene
– hjertet pumper blod ut i kroppen



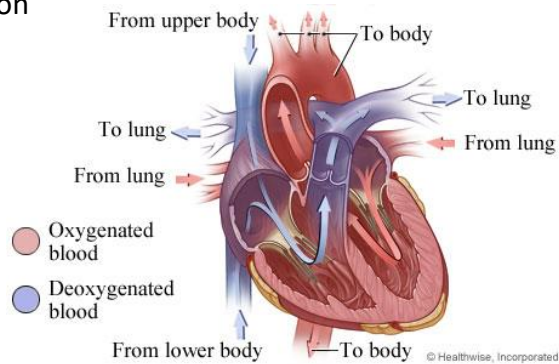
© 2007 RelayHealth and/or its affiliates. All rights reserved.

30

Hjertesykklus - diastolen

Avslapning av ventriklene.

- Ventrikeltrykk < atrietrykk → åpning av AV-klaffene → ventriklene fylles med blod.
- Ventrikeltrykk < trykk i aorta og pulmonalarterie → aorta- og pulmonalklaffene lukkes.
- Atriekontraksjon ved slutten av diastolen.



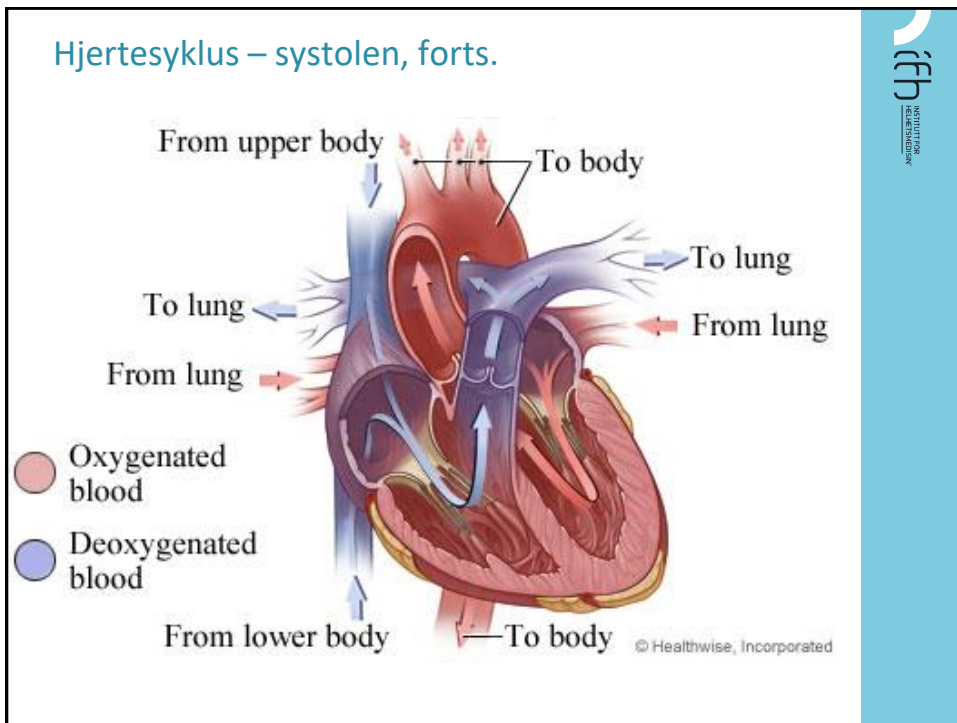
31

Hjertesykklus – systolen

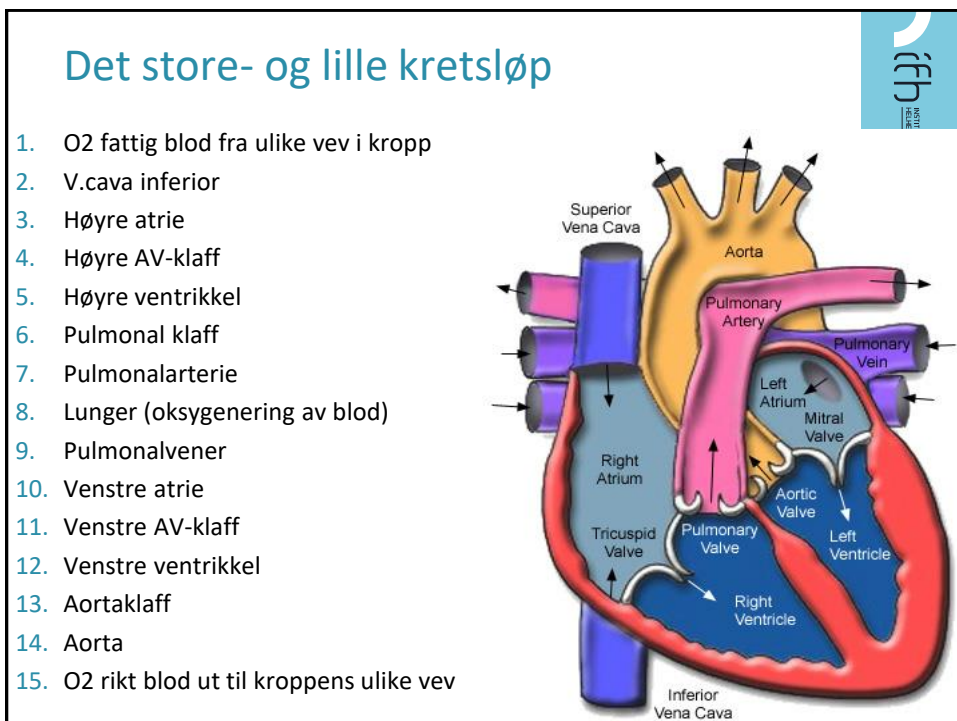
Kontraksjon av ventriklene.

1. Ventrikeltrykk > atrietrykk → lukking av AV-klaffene.
2. Ventrikeltrykk > aortetrykk → aortaklaffen åpnes.
3. Aortetrykk > ventrikeltrykk → aortaklaffen lukkes.
4. Ventrikeltrykk < atrietrykk → åpning av AV-klaffer → diastole.

32



33

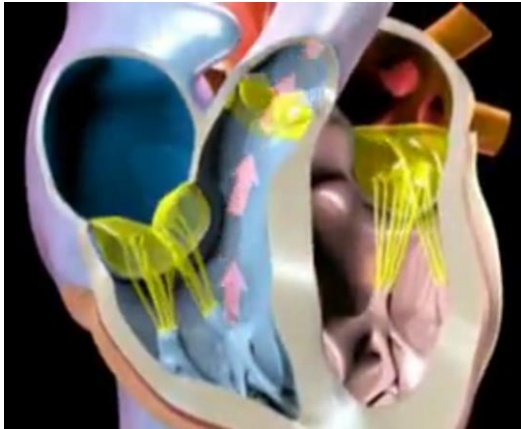


34

Forslag til animasjoner

Hjertesyklus

<http://www.youtube.com/watch?v=rguztY8aqp&feature=related>



35

Hjertets minuttvolum

Blodmengden som hjertet pumper i løpet av ett minutt.

Minuttvolum (MV) = hjertefrekvens (HF) * slagvolum (SV)

MV ved hvile er normalt ca. 5 liter.

Slagvolum

- Slagvolumet er mengden blod hjertet pumper ut pr kontraksjon.
- Slagvolumet påvirkes av bl.a. blodtrykket, hjertefrekvens og pumpekraft. Pumpekraft øker ved bl.a. aktivering av det sympatiske nervesystem.

36

Sirkulasjonssystemet

- **Arterier** – ledning og distribusjon
- **Kapillærer** – utveksling
- **Vener** – lagrer
- **Hjertet** – pumpen

© 2007 RelayHealth and/or its affiliates. All rights reserved.

37

Arterier – ledning

- Transporterer oksygenrikt blod ut i kroppen.
- Høyt trykk → tykke elastiske vegger.
- Strekk i vegg ved mottak av blod, trekkes sammen igjen og "skviser" blod videre med høyt trykk.
- Inneholder lite blodvolum (20-40%)

38

Arterioler – distribusjon

- Små arterier.
- Arterioler har mye glatt muskulatur i blodåreveggen. Det autonome nervesystem styrer sammentrekning av disse musklene og dermed diameteren av arteriolen.

Funksjoner

- **Distribusjon:** Ved å trekke sammen glatt muskulatur i arteriolen til et organ vil blodmengden til det organet reduseres. Arteriolen fordeler blodet til de organene som har mest behov.
- **Blodtrykk:** Ved å trekke sammen glatt muskulatur i mange arterioler vil blodtrykket øke.

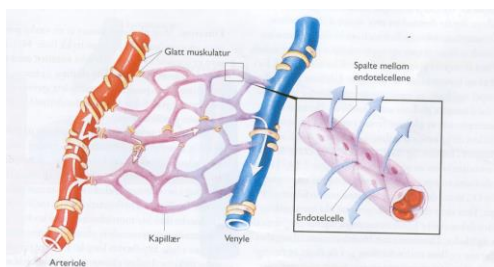
39

Kapillærer

- Nettverk med tynne og trange kar.
- Vegg med kun 1 cellelag → kort avstand mellom blod og vev.
- Mange forgreninger → stort total tverrsnitt.

Funksjoner

- Gassutveksling: O₂ avgis, CO₂ tas opp.
- Utveksling av nærings- og avfallsstoffer.

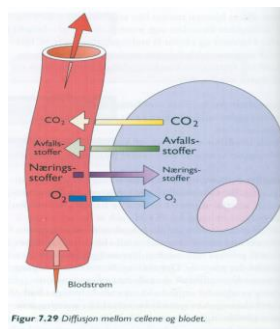


40

Kapillærer – transport fra blod til vevene

Diffusjon

- Næringsstoffer, avfallsstoffer og gasser utveksles mellom blod og vev ved blant annet diffusjon.



Diffusjon er avhengig av...

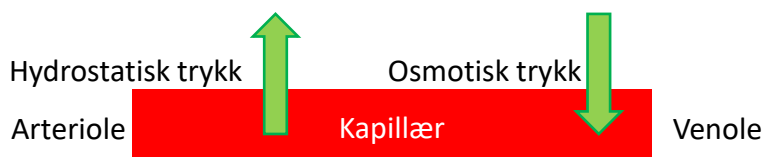
- konsentrasjonsforskjellene mellom blod og vev – f.eks. CO_2 går fra vevene til blodet pga høy konsentrasjon i vevet.
- Kapillærveggens gjennomtrengeligheten for hvert stoff.

41

Kapillærer – transport fra blod til vevene, forts.

Filtrasjon

- Filtrasjon over kapillærene drives av hydrostatisk og osmotisk trykk.
- Hydrostatisk trykk: Vanntransport over kapillærvæggen pga forskjellig væsketrykk.
- Osmotisk trykk: Vanntransport over kapillærvæggen pga forskjellig mengde løste stoffer.



42

Vener – lageret

- Transporterer oksygenfattig blod tilbake til hjertet.
- Lavt trykk → tynne vegger.
- Lager for blod og kan forhindre store trykkstigninger og trykkfall. F.eks. ved trykkfall vil venene trekke seg sammen og gi mer blod tilbake til hjertet.
- Muskel-vene-pumpen og veneklaffer motvirker opphopning av blod i beina.

43

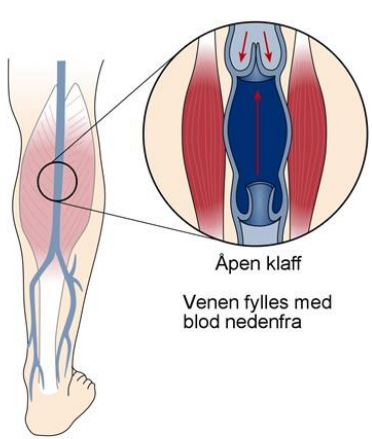
Muskel-venepumpa

- Muskel-vene-pumpen og veneklaffer motvirker opphopning av blod i beina.
- Ved sammentrekninger av skjelettmusklene rundt venene presses blodet tilbake mot hjertet.
- Klaffer i venene sikrer at blodet går riktig vei.

44

Muskel-venepumpe, forts.

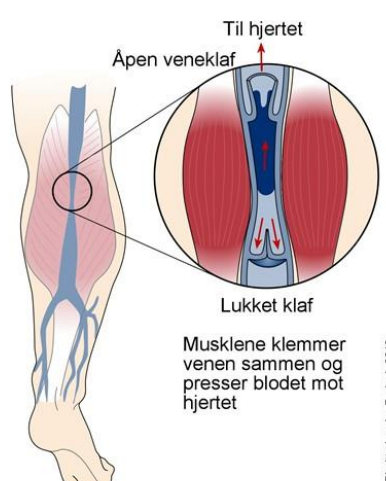
Vene med avslappa muskler



Åpen klaff

Venen fylles med blod nedenfra

Vene med spente muskler



Til hjertet

Åpen veneklaff

Lukket klaff

Musklene klemmer venaen sammen og presser blodet mot hjertet

© Norsk Helseinformatikk AS
© Brigitte Lenehe-Barnich 2012

45

Åreknuter

Med alderen fungerer klaffene i venene dårligere. Da hoper blodet seg opp i venene og de utvider seg. Dette kan vise seg som åreknuter.



Venas varicosas



Vena normal

Flujo sanguineo

Válvula cerrada

Vena varicosa

Válvula abierta

centrolab.com.co

Hovne bein på fly?

Ved langvarig stillesitting vil ikke muskel-vene-pumpen fungere og blod kan hope seg opp i venene i beina. Da øker det hydrostatiske trykket i kapillærene og mer væske presses ut i vevet → hovne bein.

46

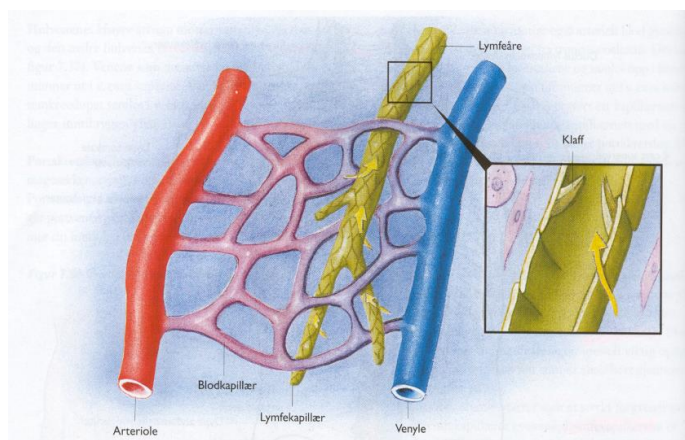
Lymfesystemet

- Supplerer blodsirkulasjonen, sørger for at overflødig væske ikke hoper seg opp, fanger opp større partikler som ikke kommer seg tilbake til blodet.
- Lymfeårene kan transportere proteiner og større partikler vekk fra vevet når disse ikke kan tas direkte opp i blodet.
- Denne tilbakeføringen av proteiner til blodet fra kroppsvevene er en livsviktig funksjon. Uten den ville vi dø i løpet av 24 timer.
- Lymfesystemet har tre viktige arbeidsoppgaver:
 - Samle opp overflødig væske
 - Fange opp ulike elementer som har trengt seg ut gjennom blodkarene
 - Ta hånd om kroppens forsvar mot virus, bakterier og kreft

47

Lymfeårer og lymfeknuter

Lymfedrenasje: Den væsken ute i vevene som ikke tas opp igjen i kapillærene, fraktes tilbake til hjertet via lymfeårene. Større lymfeårer går via lymfeknuter, som inneholder mange immunceller og er en del av immunforsvaret.



48

Lymfødem

Dersom væskestrømmen gjennom lymfesystemet hindres eller lymfeknuter er fjernet (som ledd av kreftbehandling), vil væske hope seg opp i vevene og gi hevelser.

49

Blodtrykk

Systolisk blodtrykk er produktet av minuttvolumet og den totale perifere motstanden

$$BT = MV * TPM$$

- **Systolisk BT:** Det høyeste trykket i arteriene i løpet av en hjertesykklus.
- **Diastolisk BT:** Det laveste trykket i arteriene i løpet av en hjertesykklus.
- **TPM** (total perifer motstand): motstanden i hele systemkretsløpet, som utgjøres av friksjon mellom blod og karvegg. Avhengenger av karlengde, kardiameter og blodets viskositet.

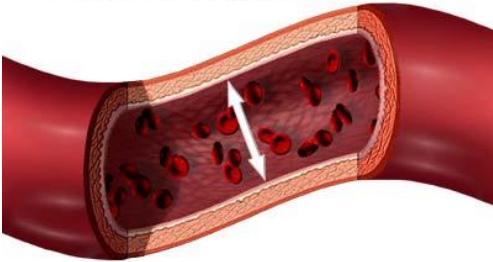
50

Blodtrykk, forts.

Blodtrykket øker bl.a. ved:

- Redusert strekkbarhet i arteriene, f.eks. ved økende alder.
- Økt total perifer motstand ved reduksjon av arteriolediameter.
- Sinnstilstand.

Blood pressure is the measurement of force applied to artery walls



The diagram shows a cross-section of an artery with red blood cells inside. A white double-headed arrow indicates the internal pressure. The artery wall is shown with a textured, fibrous appearance, suggesting reduced elasticity.

ADAM.

51

Regulering av blodtrykket

Sympaticus og adrenalin

- Sympatisk aktivering og adrenalin → trekker sammen glatt muskulatur i arterioler → høyere total perifer motstand → høyere blodtrykk.
- Raskere puls → høyere minuttvolum → høyere blodtrykk.
- Sammentrekning av vener → mer blod tilbake til hjertet → høyere blodtrykk.

Ved blødninger med en viss størrelse vil sympaticus aktiveres og adrenalin frigjøres for å:

- Motvirke et potensielt blodtrykksfall
- Sikre blod til de organene som trenger det mest!

52

Regulering av blodtrykket, forts.

Blodtrykksrefleksen

1. Sanseceller i halsarterien eller aortabuen reagerer på forandringer i blodtrykk.
2. Beskjed sendes til hjernen.
3. Senteret sender ordre til hjertet og glatt muskulatur i blodkar om å justere sin aktivitet.

Halsmassasje og besvimelse

- Ved massasje på halsen kan blodtrykket plutselig falle, fordi man presser på sansecellene som da vil oppfatte at trykket inne i blodårene er veldig høyt.
- Hjernen vil da svare med å senke blodtrykket som da kan bli så lavt at personen besvimer.

53

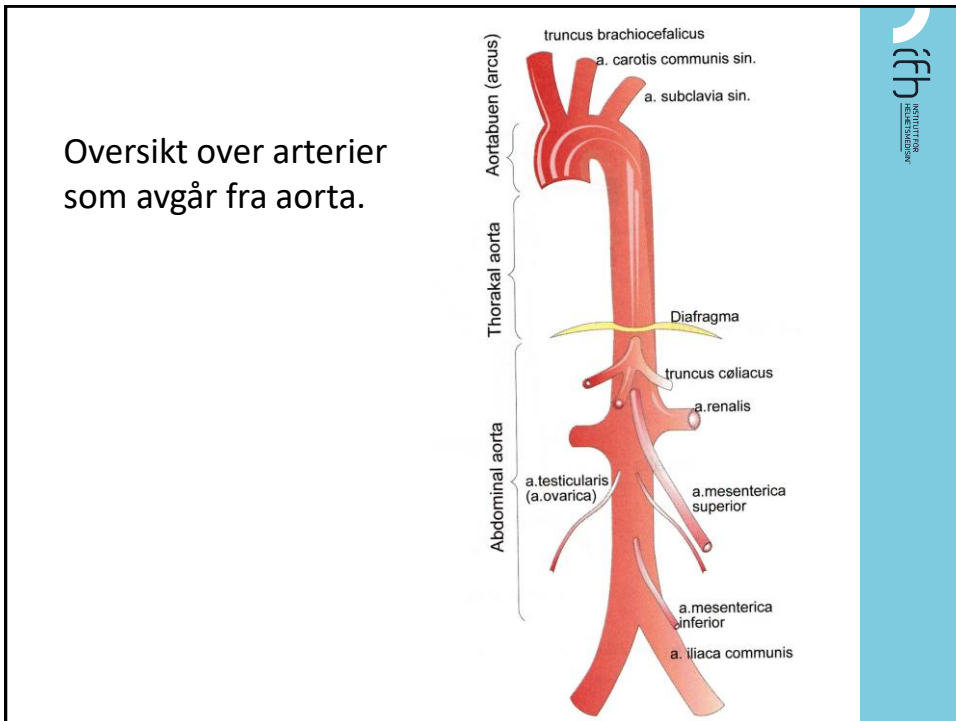
Viktige blodkar

Aorta starter ved utløpet av venstre ventrikel, går videre gjennom thorax og ned i abdomen hvor den deler seg i to arterier – til bekken og underekstremiteter.

Aorta deles i to hoveddeler

- Thorakalaorta
 - Oppadstigende del (*Aorta ascendens*)
 - Aortabuen (*arcus aortae*)
 - Nedadstigende del (*Aorta descendens*)
- Abdominalaorta

54



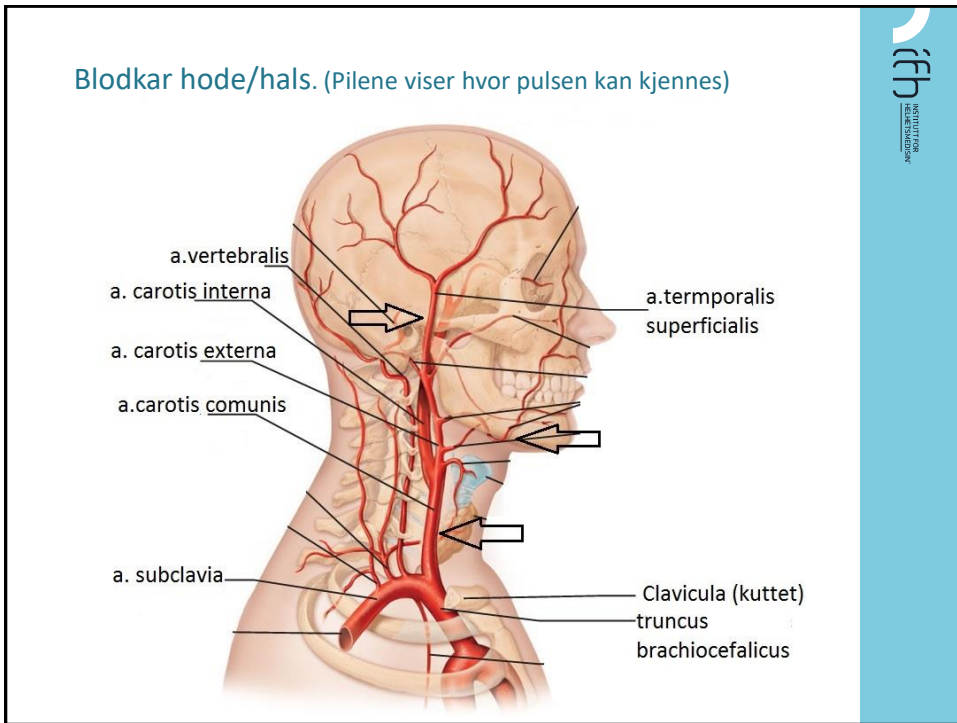
55

Arterier hvor man kan kjenne puls

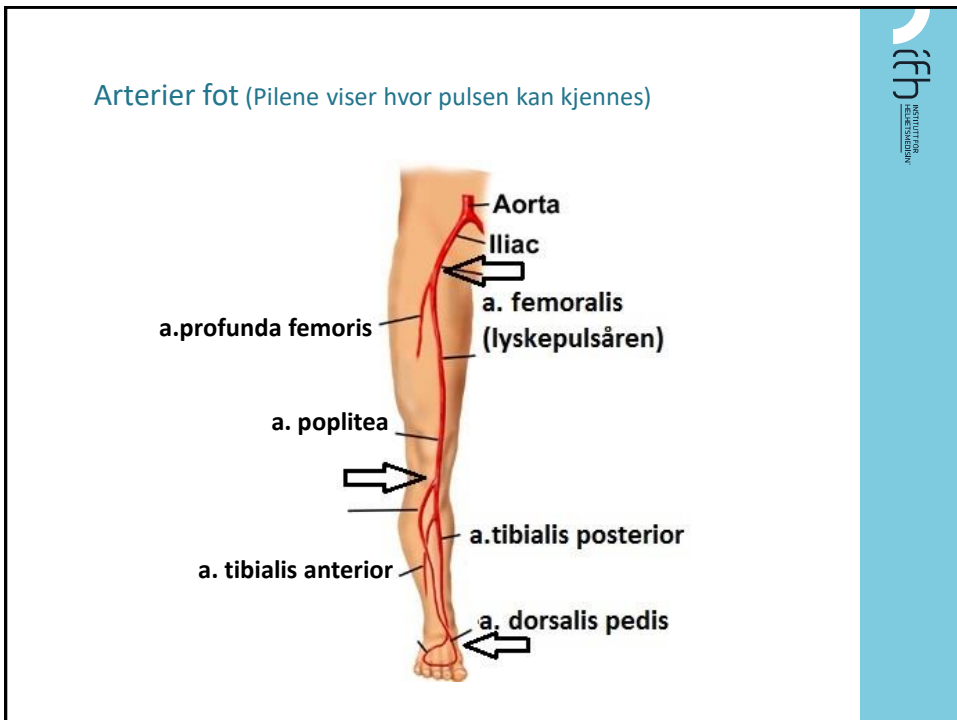
Pulsen kan kjennes flere steder på kroppen. Viktig å kjenne navnet på disse arterier da det ofte refereres til disse.

- a. radialis	ved håndleddet
- a. brachialis	på overarmen
- a. carotis	på halsen
- a. facialis	i kjevevinkelen
- a. temporalis superficialis	rett foran ytre øyeåpning
- a. femoralis	i lysken
- a. poplitea	i knehasen
- a. dorsalis pedis	på fotryggen
- a. tibialis posterior	bak mediale malleol

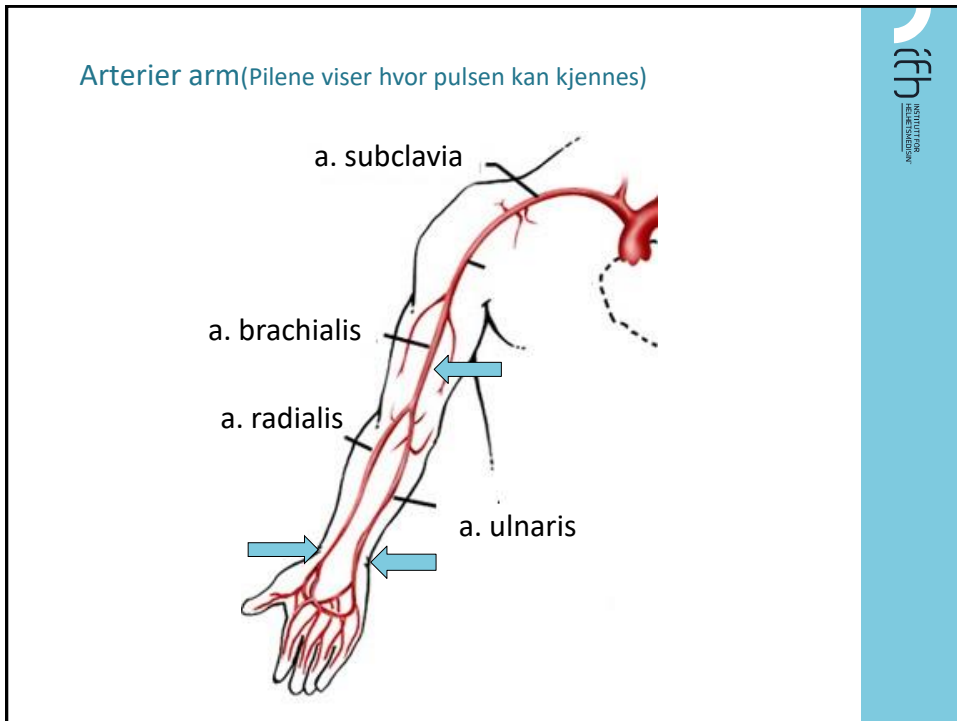
56



57



58



59

Forslag til animasjoner

Hvordan hjerteklaffene virker

<http://nhi.no/forside/animasjoner/hjerte-og-kar/hvordan-hjerteklaffene-virker-32081.html>

Systemic and Pulmonary Circulation

<http://www.youtube.com/watch?v=0jznS5psypl&feature=Playlist&p=768930DD3A0998C2&index=10>

Coronary Arteries

<https://www.youtube.com/watch?v=Gm1bBXH656I>

CIRCULATION

<http://www.youtube.com/watch?v=PqI80Ue-AMo>

LYMPHATIC SYSTEM

<http://www.youtube.com/watch?v=qTXTDqvPnRk>

Hjertets ledningssystem

<http://nhi.no/forside/animasjoner/hjerte-og-kar/hjertets-ledningssystem-32073.html>

Blodtrykket

<http://nhi.no/forside/animasjoner/hjerte-og-kar/blodtrykket-32136.html>

60

Øvingsoppgaver

1. Hvilke kar går inn og ut av hjertet?
2. Hvor mange kamre har hjertet?
3. Hva består hjerteveggen av?
4. Hvilke hjerteklaffer har vi?
5. Forklar hva en hjertesyklus er og hvor blodet pumpes fra hver hjertehalvdel?
6. Hvilken del av hjertet bestemmer vanligvis hjerterefrekvensen?
7. Hva er AV-knuten og hva er dets funksjon?
8. Hva er arterioler og hva er funksjonen til arteriolene?
9. Hva skjer i kapillærene?
10. Hvordan kan venene motvirke blodtrykksfall?
11. Nevn eksempler på hvordan kroppen kan regulere blodtrykket.

61

Blodet

Pensum blodet.

Undervisningspresentasjonene sammen med oppgitte sider i læreboken er å betrakte som pensum.

Repeter! Anatomi og fysiologi side 187 - 193

62

Blodet

Blod = plasma + blodceller

Plasma

- Vann
- Proteiner, f.eks. Hormoner
- Salter, f.eks. Ca^{2+} , Na^{+}

Blodceller

- Røde blodceller (erytrocytter): Transport O_2 og CO_2
- Hvite blodceller (leukocytter): Immunforsvar
- Blodplater (trombocytter): Stans blødning

The diagram shows a test tube with three distinct layers. The top layer is yellow and labeled 'Plasma (55%)'. The middle layer is a thin, multi-colored band labeled 'White blood cells and platelets (<1%)'. The bottom layer is red and labeled 'Red blood cells (45%)'. The ADAM logo is visible at the bottom right of the diagram.

63

The electron micrograph shows three distinct cells. On the left is a large, smooth, biconcave disc-shaped cell (red blood cell). In the center is a smaller, irregularly shaped cell with many fine, hair-like projections (blood platelet). On the right is a large, spherical cell with a highly textured, bumpy surface (white blood cell).

Elektronmikroskopisk bilde av en rød blodcelle, en blodplate og en hvit blodcelle.


The National Cancer Institute at Frederick (NCI-Frederick).

64

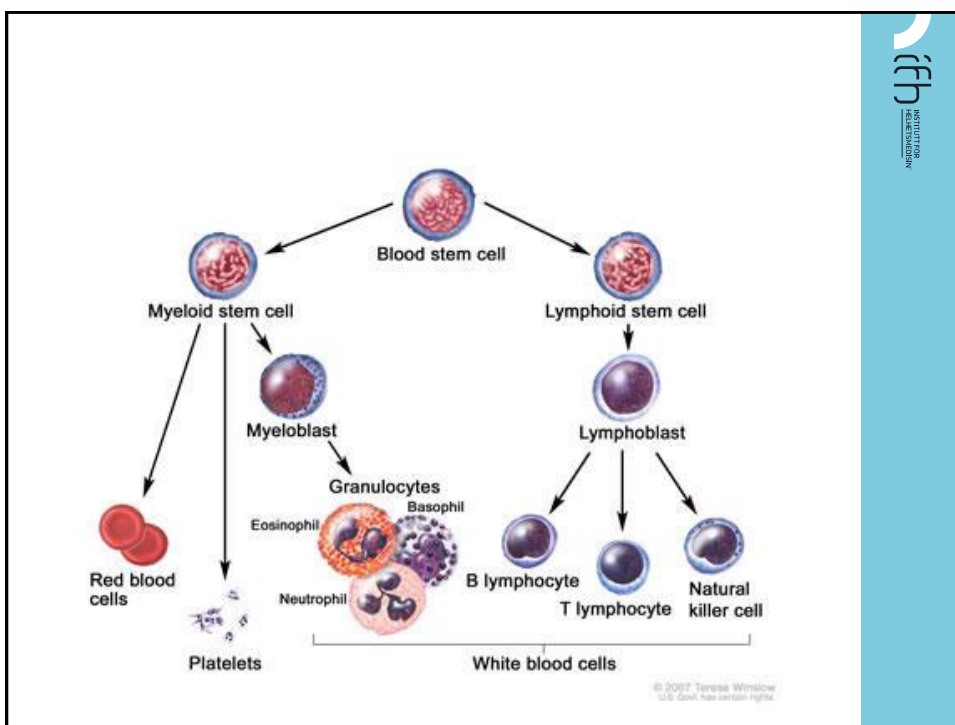
Produksjon av blodceller

Alle blodceller produseres fra samme celletype i benmargen – stamcellene. Som regel dannes alle cellene i rød benmarg. Rød benmarg finnes i de flate knoklene (brystbein, ribbein, bekken m.fl.) samt i enden av rørknoklene.

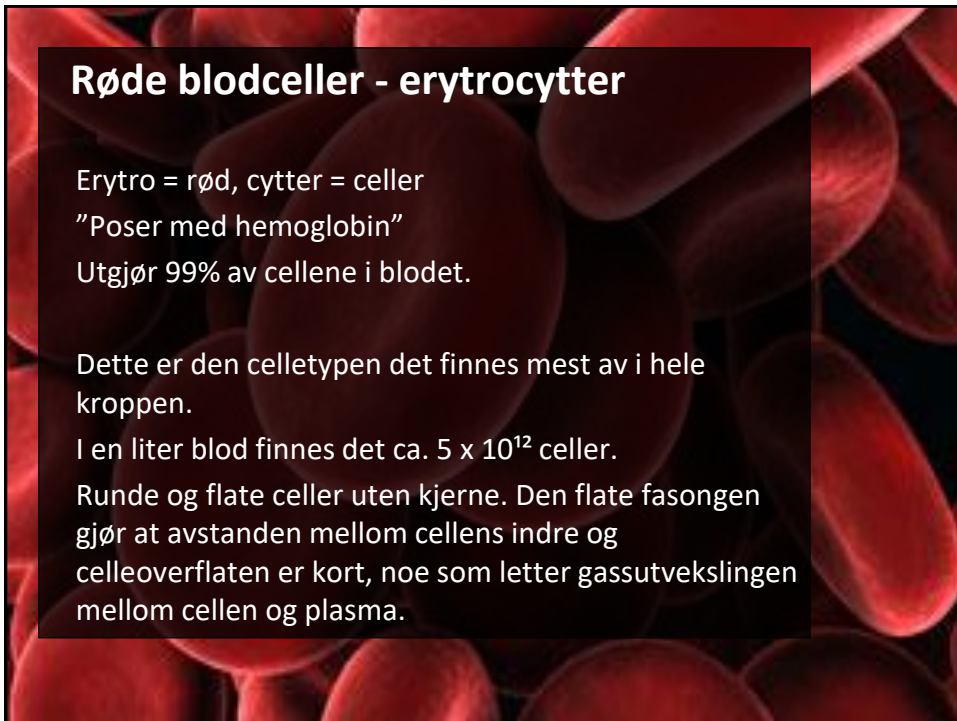
Blodcellene dannes ved at stamceller deler seg.



65



66



Røde blodceller - erytrocytter

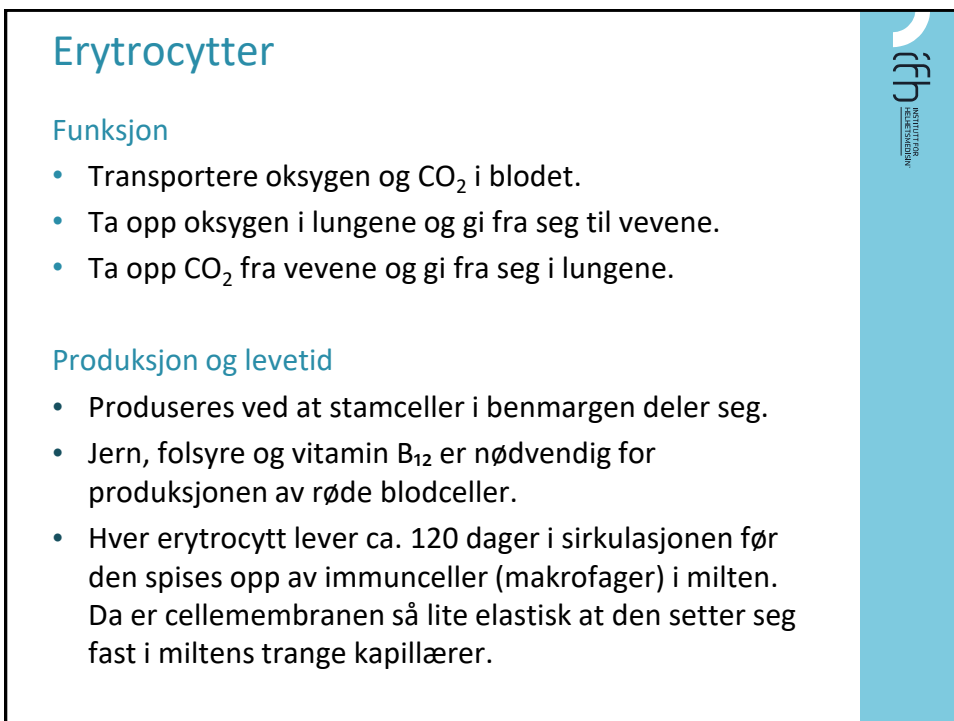
Erytro = rød, cytter = celler
"Poser med hemoglobin"
Utgjør 99% av cellene i blodet.

Dette er den celletypen det finnes mest av i hele kroppen.

I en liter blod finnes det ca. 5×10^{12} celler.

Runde og flate celler uten kjerne. Den flate fasongen gjør at avstanden mellom cellens indre og celleoverflaten er kort, noe som letter gassutvekslingen mellom cellen og plasma.

67




Erytrocytter

Funksjon

- Transportere oksygen og CO₂ i blodet.
- Ta opp oksygen i lungene og gi fra seg til vevene.
- Ta opp CO₂ fra vevene og gi fra seg i lungene.

Produksjon og levetid

- Produseres ved at stamceller i benmargen deler seg.
- Jern, folsyre og vitamin B₁₂ er nødvendig for produksjonen av røde blodceller.
- Hver erytrocytt lever ca. 120 dager i sirkulasjonen før den spises opp av immunceller (makrofager) i milten. Da er cellemembranen så lite elastisk at den setter seg fast i miltens trange kapillærer.



68

Jern

Jern finnes i hemoglobin og ved jernmangel dannes for lite hemoglobin og cellene blir små og bleke. Jern finnes i kjøtt, innmat, egg, nøtter, bønner og korn. Vitamin C øker opptaket.

Vitamin B₁₂

Nødvendig for å danne DNA/RNA i celler. Ved mangel går det særlig ut over celler som deler seg raskt, som røde blodceller. B₁₂ finnes i animalsk mat og tas opp i nedre del av tynntarm.

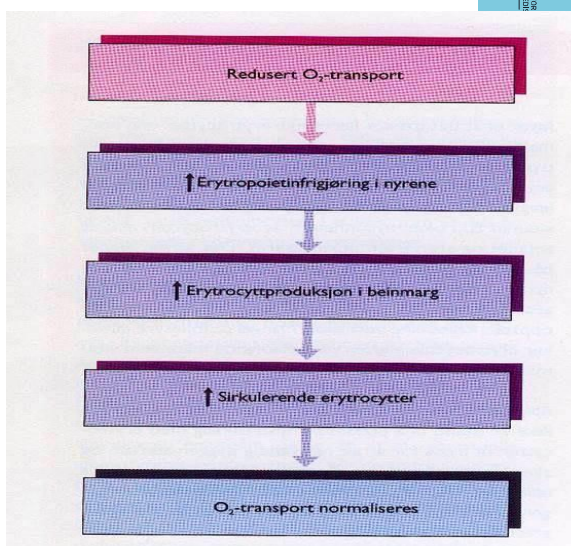
Folsyre

Har omtrent samme funksjon som B₁₂, og finnes i planter og innmat. Ved mangel dannes få røde blodceller. Tilskudd anbefales særlig for gravide.

69

Regulering av erythrocyttproduksjonen

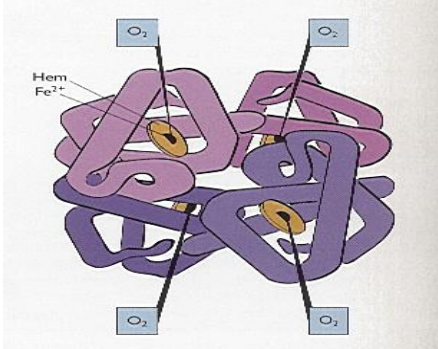
- Reguleres av **O₂-behov**.
- Hormonet **erythropoietin (EPO)** som dannes i nyrene stimulerer benmarg til økt produksjon. Hormonet dannes ved lite oksygen i blodet (opphold i store høyder vil stimulere EPO-utskillelse)
- Reguleres gjennom **negative-feedback-mekanisme**.




70

Hemoglobin

- Hver erythrocytt inneholder ca 300 mill. hemoglobinmolekyler. Hemoglobinet er ca 2000 ganger større enn et oksygenmolekyl!
- Hvert hemoglobin har 4 «hem». Ett hem kan binde ett O₂-molekyl.
- Et hem er et molekyl som har ett jernatom i seg.
- Resten av hemoglobinet er laget av proteiner. Disse kaller vi «globin»





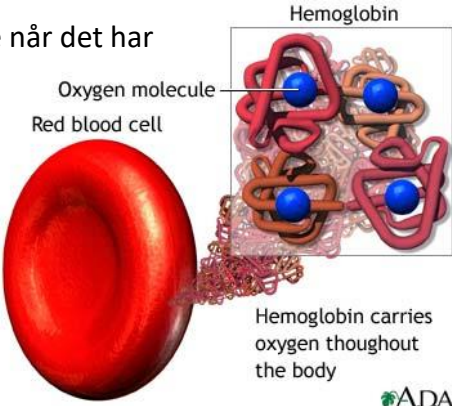
71


Hemoglobin


Funksjon

Binder, transporterer og avleverer oksygen i blodet.
Kan gjøre det samme med CO₂


Hemoglobin skifter farge når det har bundet oksygen:
Blålig → lyserødt.







72



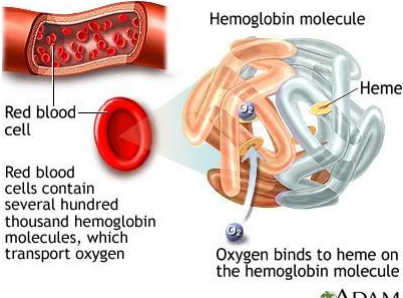
Hemoglobin og anemi


- Hemoglobin kan måles for å sjekke konsentrasjonen av hemoglobin i blodet ("blodprosent").
- Lav hemoglobinverdi kalles anemi ("blodfattig")

Symptomer
Tretthet, svimmelhet, tungpust.

Noen vanlige årsaker til anemi

- Jernmangel
- B12-mangel
- Kronisk sykdom
- Leukemi
- Blødning, f.eks. fra tarm





73

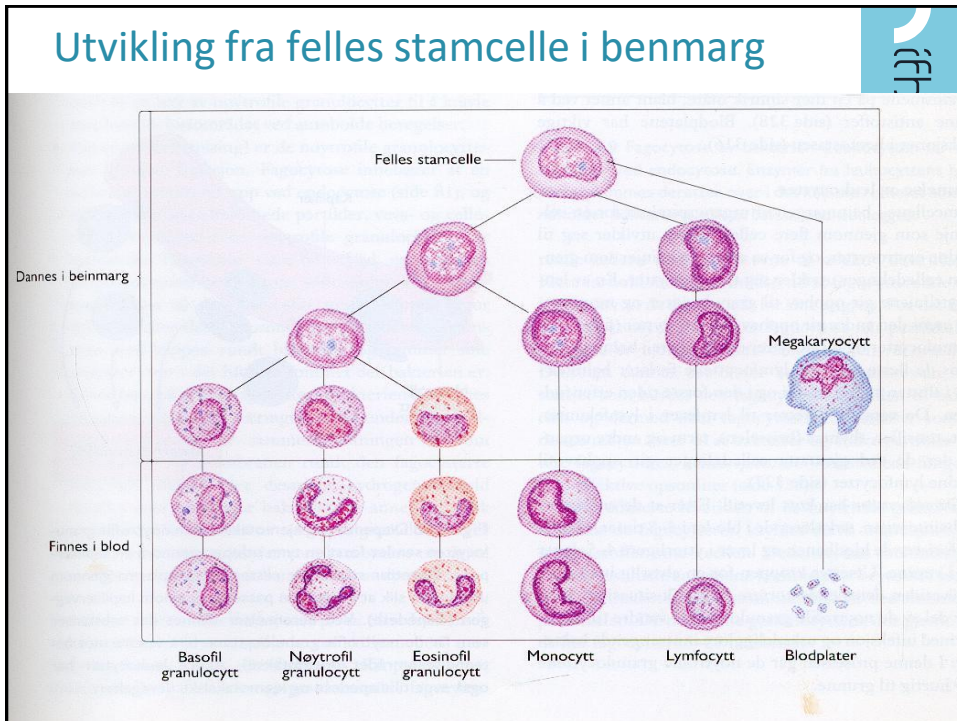


Hvite blodceller - leukocytter

- Leukos = hvit, cytter = celler
- Produseres og lagres i benmargen.
- Noen hvite blodceller sirkuler rundt i blodbanen, lymfeorgan eller i vevet.



74



75

Leukocytter

Leukocytter og immunaktivering

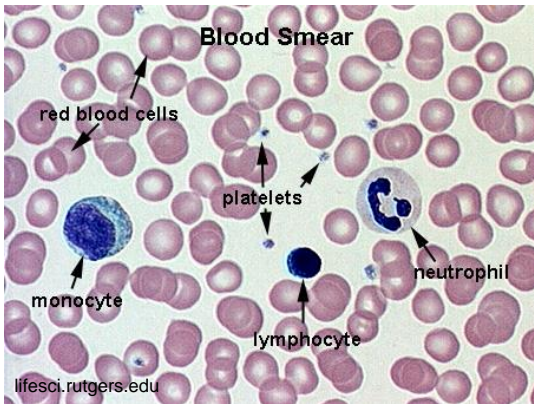
- Når immunsystemet aktiveres, vil leukocytene fra benmargen frigjøres til blodet (leukocytose – økt antall).
- Leukocytter bruker blodbanen som transport for å komme til skadested, f.eks. til et kutt i fingeren eller infeksjon i halsen.
- Når de ankommer betennelsesstedet vandrer de ut til vevet gjennom kapillærveggen. Denne prosessen kalles diapedese.


76

Leukocytter

Tre hovedgrupper leukocytter

- Granulocytter: Nøtrophil, basofil og eosinofil.
- Makrofager (stammer fra monocytt)
- Lymfocytter: B- og T-lymfocytter.





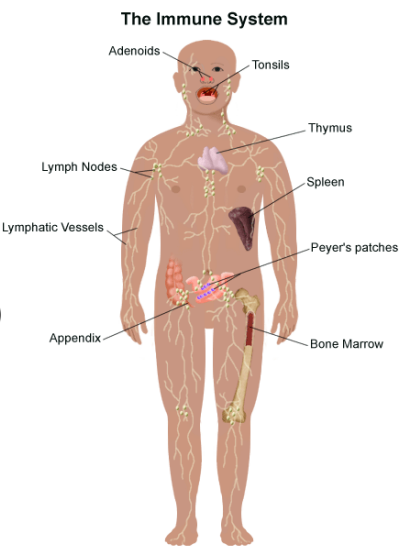
77


Leukocytter

Produksjon og modning

- Granulocytter og monocytt produseres i beinmargen.
- Lymfocytter produseres også i beinmargen, men vandrer til lymfatisk vev (lymfeknuter, milt, mandlene, thymus, tarm) for å modnes tidlig i livet.

Mer om leukocytter under immunsystemet!



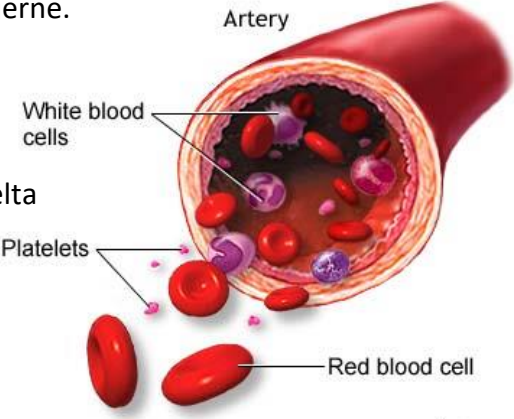


78

Blodplater - trombocytter

Cellefragmenter fra megakaryocyt (stamcelle i benmarg).
 Små celler uten cellekjerne.
 Levetid 9 – 11 dager

Hovedoppgave er å delta i hemostasen



ADAM.

79

Blodplater – trombocytter, forts.

Funksjon

Klistrer seg sammen og lager plateplugg ved karskade for å stanse blødning.

Overflaten til trombocytten er glatt, men når den aktiveres blir den klebrig. Aktiveringen skjer når veggen i et blodkar skades.

Det er flere stoffer som er med på å gjøre trombocytterne klebrige. Det viktigste er tromboxan A₂. Acetylsalisylsyre som blant annet finnes i medikamentene «Dispril» og «Albyl-E» hindrer dannelsen av tromboxan A₂.

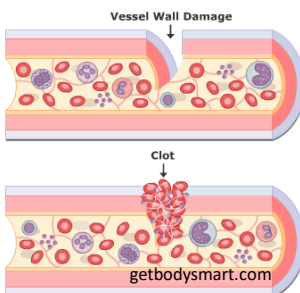
80

Hemostase

Hemostase: Stanse blødning.

Tre trinn

1. Kontraksjon av det skadede blodkaret: Reduserer blødningen.
2. Danning av plateplugg: Ved karskade begynner trombocytterne å svulle og bli klebrige slik at de klumper seg sammen og danner en plateplugg som tetter skaden i blodkaret.
3. Blodets koagulasjon (levring): Etter noen minutter dannes det tråder (fibrin) som forsterker platepluggen og blodet størkner (koagulerer). Deretter trekker koagelet seg sammen.



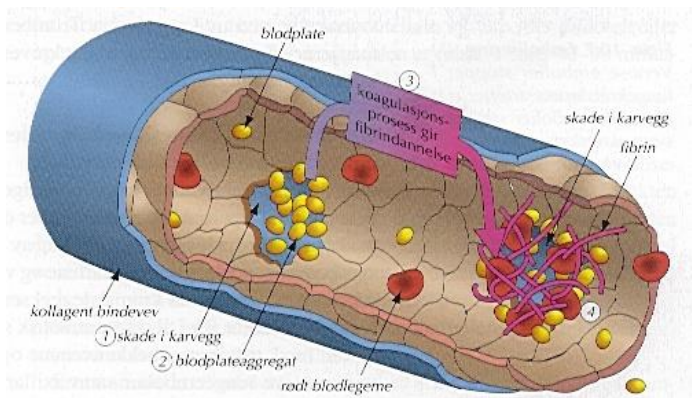
The diagram illustrates the process of hemostasis in three stages. The top stage shows a cross-section of a blood vessel with a tear labeled 'Vessel Wall Damage', where red blood cells and platelets are beginning to exit. The middle stage shows a 'Clot' forming as platelets aggregate to seal the wound. The bottom stage shows a more solidified clot. The source 'getbodysmart.com' is noted at the bottom of the diagram.

ifh INSTITUTT FOR HELSEMEDISIN

81

Hemostasemekanismen

- A. Sammentrekning av blodåren (vasokonstriksjon)
- B. Plugg av blodplater (samenklumpning)
- C. Koagulasjon (fibrintråder)



The diagram shows a cross-section of a blood vessel with a 'skade i karvegg' (vessel wall injury). It labels 'kollagent bindevev' (collagen connective tissue) and 'rod: blodlegeme' (rod: blood cell). The process is numbered: 1) 'skade i karvegg' (injury to vessel wall), 2) 'blodplateaggregat' (platelet aggregate), and 3) 'koagulasjonsprosess gir fibrindannelse' (coagulation process gives fibrin formation). Other labels include 'blodplate' (blood platelet), 'skade i karvegg' (injury to vessel wall), and 'fibrin'.

ifh INSTITUTT FOR HELSEMEDISIN

82

Blodgrupper

- Ved blanding av blod fra to personer, vil erytrocyttene i de fleste tilfeller klumpe seg sammen (**agglutinasjon**)
- Sammenklumpingen fører ofte til at cellemembranen ødelegges (**hemolyse**).
- Dette skjer ved **antigen-antistoffreaksjon**.
- **Antistoffer** er spesialiserte proteiner som **dannes av lymfocytene** når kroppen utsettes for fremmedstoffer (antigener).
- Proteiner på **overflaten** av **RBC** fungerer som **antigener**. Disse **nedarves** og kan grupperes i ulike systemer.
- De mest anvendte er **ABO**-systemet og **rhesus**-systemet (Rh).

83

ABO-systemet

To sterke antigener, A og B, på erytrocyttmembranen
Blodtypen bestemmes ut fra ett, begge eller ingen antigener på erytrocyttmembranen.

Naturlig forekommende antistoffer i blodet.

Dette gir fire ulike blodtyper:

- A** – antigen A tilstede, antistoffer mot B
- B** – antigen B tilstede, antistoffer mot A
- AB** – antigen A+B tilstede, ingen antistoffer
- O** – ingen antigener tilstede, antistoffer mot A + B

84

ABO-systemet, forts.

Erytrocytter fra en **O-person mangler** AB-antigener. Disse vil dermed IKKE inducere en immunrespons hos mottaker ved en blodoverføring. => **universalgiver** ("kriseblod")

En person med **blodtype AB** har ikke antistoffer tilstede mot antigener i ABO-systemet. Denne personen kan derfor ta imot erytrocytter fra alle andre => **universalmottaker**

85

ABO-systemet, forts.

Hovedregel:

Ikke overføre blod med erytrocyttantigener som mottakeren har antistoffer mot

NB!

Det finnes flere antigener på erytrocytt-membranen som ikke omfattes av ABO-systemet, men som likevel kan gi immunrespons hos mottaker ved blodoverføring. F.eks Rhesus system.

86

Rh-systemet

- Flere erytrocyttantigener innenfor Rh-systemet.
- Rh(D) et veldig sterkt antigen
- Rh positiv dersom dette antigenet tilstede
- Rh negativ dersom ikke tilstede
- Rh-antistoffer ikke naturlig forekommende hos mennesker. Det innebærer at en Rh-negativ person danner antistoffer mot Rh(D) når vedkommende blir eksponert for Rh-positivt blod
- Dette kan skje ved for eksempel blodoverføringer eller svangerskap der moren er Rh-negativ og fosteret Rh-positiv

87

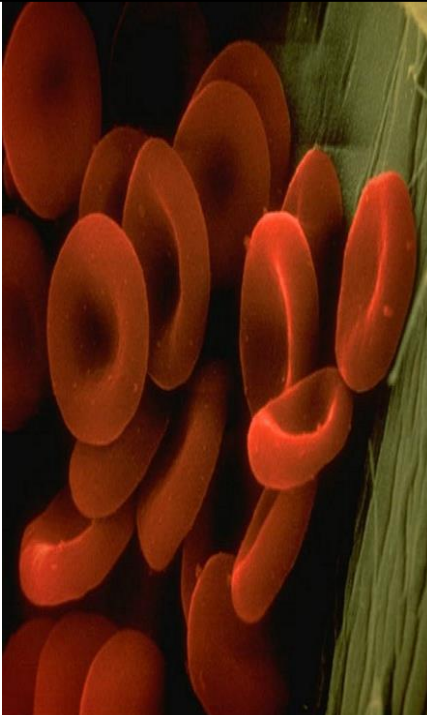
Rh-systemet, forts.

- Antigendannelsen skjer først og fremst ved fødselen, da fosterhinnene ødelegges og det skjer en tilblending av fosterets blod med morens blod.
- Ved neste graviditet med et Rh positivt foster vil da antistoffene kunne komme over i fosterets sirkulasjon (via morkaken) og angripe og ødelegge fosterets erytrocytter.
- Dette kan gi en livstruende anemi.
- I tillegg vil barnet ved fødselen være ikterisk (gulsott) pga all bilirubin i blod (fra nedbrutt hemoglobin).
- 85% av den europeiske befolkningen er Rh positive

88

Oppsummering blod

- Erytrocytter; hb, transp O₂/CO₂
- Leukocytt; immunforsvar
 - Granulocyt
 - Makrofag/monocyt
 - Lymfocyt
- Trombocyt; hemostase
 - A) Kontraksjon bl.kar
 - B) Plateplugg
 - C) Koagulasjon
- ABO & Rh system



89

Forslag til animasjoner - Blodet

Hvite blodceller
<https://www.youtube.com/watch?v=Z-DXxyJieb8&t=87s>

Oxygen Transport
<http://www.youtube.com/watch?v=WXOBJEXxNEo>

Hemostasis
<http://www.youtube.com/watch?v=YqdJVPFbeUw&feature=related>



90

Øvingsoppgaver

1. Hvilken funksjon har erytrocytter?
2. Hva er hemoglobin og hva er hemoglobins oppgave?
3. Navngi blodets celler.
4. Hvilke typer hvite blodceller har vi?
5. Hva er trombocytter og hva er deres funksjon?
6. Hva menes med hemostase?
7. Beskriv kort blodplatenes funksjon.
8. Beskriv hvordan blødningen stoppes når et kar skades.
9. Hvor produseres cellene i blodet?
10. Hvilke blodtyper innen ABO-system har vi, og hvilke typer er uforlikelig?