

HVAD SKER DER, NÅR MAN LØBER?



INDHOLD

Oversigt	2
----------	---

FYSIK

1. Fart og acceleration	4
2. Grafer	7

BIOLOGI

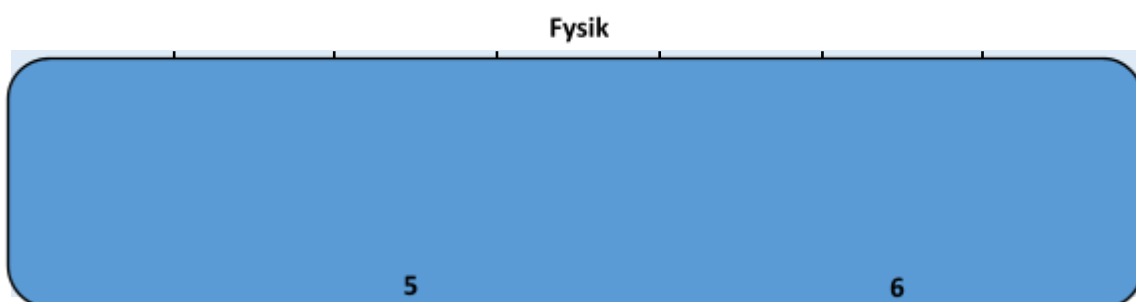
3. Kroppens tilpasninger til løbetræning?	10
4. Hvordan virker kroppens blodkredsløb	14
5. Hvordan trækker vi vejret?	17
6. Hvordan testes for bloddoping?	23

INTRODUKTION

Alle er bekendt med, at når man løber, kommer man hurtigere fremad og hjertet begynder at slå hurtigere. Dette forløb sigter mod at give en dybere forståelse af bevægelse og kroppens tilpasninger til løb.

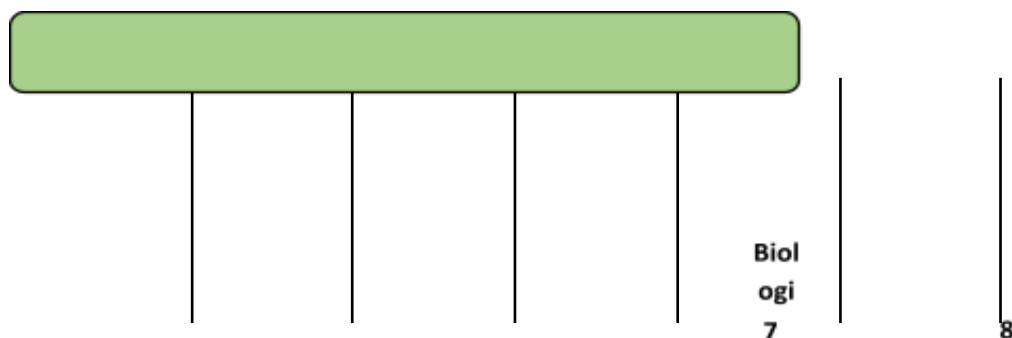
FYSIK

I fysik beskrives bevægelse som regel vha. fart og acceleration. I den indledende del af forløbet ser vi både på, hvordan man kan beregne fart og acceleration, og hvordan man ud fra grafer kan beskrive en bevægelse. Derefter undersøges åbne spørgsmål, som vi selv opstiller. Forløbet afsluttes med en præsentation af resultaterne af undersøgelserne og en opsummering.



BIOLOGI

I biologiundervisningen vil vi se på, hvordan kroppen fysiologisk tilpasses til løbetræning. Vi vil komme ind på, hvordan træning påvirker åndedræt og kredsløb. Vi vil også kigge på, hvorfor det ikke er hensigtsmæssig at anvende bloddoping for at forbedre sine sportslige præstationer. Formålet med disse undersøgelser er, at du skal blive i stand til at vurdere, hvordan løb påvirker din krop gennem naturvidenskabelige undersøgelser.



1. FART OG ACCELERATION

Når man løber med en konstant fart på fx 3 meter pr. sekund betyder det, at man hvert sekund har løbet tre meter længere. I løbet af ét sekund bevæger man sig altså en strækning på tre meter. På to sekunder har man så bevæget sig seks meter osv.

Ved bevægelse med konstant fart kan farten udregnes ved at dividere strækningen med tid. Farten betegnes som regel med bogstavet v (pga. det engelske ord for hastighed: *velocity*). Formlen for farten er således

$$v = \frac{s}{t}$$

hvor s er strækningen og t er tiden. Hvis strækningen angives i meter (m) og tiden i sekunder (s) bliver enheden for farten meter pr. sekund (m/s). Ved meget hurtige eller meget langsomme bevægelser kan farten fx angives i km/s eller cm/s.

Har man en bevægelse, hvor farten ikke er konstant, giver formelen gennemsnitsfarten. Det kan fx være, at man har løbet 7,0 km på 34 min. Gennemsnitsfarten i m/s beregnes så ved at indsætte i formelen

$$v = \frac{s}{t} = \frac{7,0 \cdot 10^3 \text{ m}}{34 \cdot 60 \text{ s}} = 3,4 \text{ m/s}$$

Bemærk, at strækningen indsættes i meter, og tiden omregnes til sekunder ved at gange med 60.

Acceleration er en ændring af hastighed. Det finder fx sted, når man sætter i gang efter at have ventet på grønt lys. Til at begynder med er farten 0 m/s, men efter et sekund er farten måske vokset til 2 m/s, og efter endnu et sekund er farten 4 m/s. Når der er gået i alt tre sekunder er farten 6 m/s. Farten vokser altså med 2 m/s hvert sekund. Man siger, at accelerationen er 2 m/s/s. Det skrives som 2 m/s².

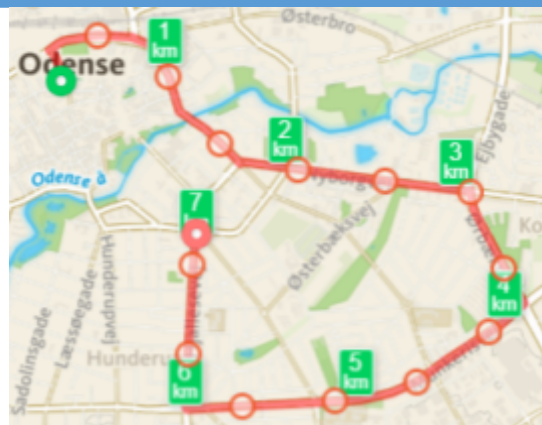
Ved konstant acceleration gælder formelen

$$a = \frac{v}{t}$$

a er accelerationen, v er den fart der opnås i løbet af tiden t . Formlen gælder i det tilfælde, hvor bevægelsen starter fra stillestående. Accelerationen kan også bestemmes ud fra strækningen s og tiden. Det gøres med formelen

$$a = \frac{2 \cdot s}{t^2}$$

I begge formler gælder, at enheden for accelerationen bliver m/s², når fart, strækning og tid indsættes i henholdsvis m/s, m og s.



Figur SEQ Figur 1* ARABIC 1. Kort over en løbetur i Odense.



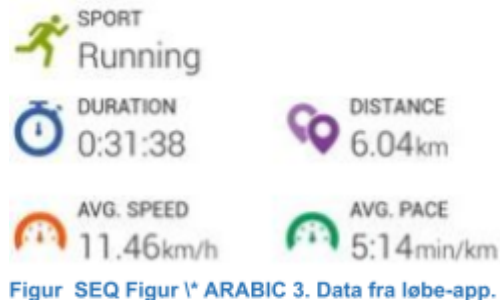
Figur SEQ Figur 1* ARABIC 2. To cyklister venter på grønt lys.

OPGAVER

- Opgave 1.1 Du skal bruge et målebånd og et stopur.
- Bestem din fart, når du går i almindeligt tempo, småløber (lunter) og sprinter.
 - Bestem din acceleration, når sætter i gang ved sprint og på din cykel.

- Opgave 1.2 Bestem farten af en person, der løber 1000 m på 248 s.

- Opgave 1.3 På figur 3 ses data fra en løbe-app.
- Beregn farten i m/s ud fra oplysningerne om strækning og tid.
 - Omregn farten til km/h.
(Hint: 1 m/s = 3,6 km/h)
Passer det, at gennemsnitsfarten er 11,46 km/t?



Genstand	Fart
Snegl	3 mm/s
Dovendyr	3 cm/s
Cyklist	7 m/s
Rumstationen ISS	7,7 km/s
Lys	300 000 km/s

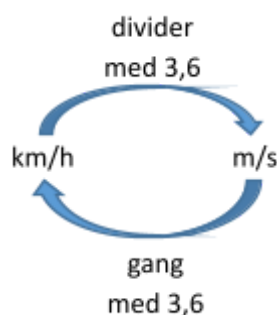
- Opgave 1.4 Tabel 1 viser eksempler på typiske farter af forskellige genstande.
- Hvor langt kan en snegl bevæge sig på en time?
 - Ved World Snail Racing Championships skal sneglene bevæge sig en strækning på 33 cm. Hvor lang tid tager det for en snegl at bevæge sig 33 cm?

Tabel 1. Fart af forskellige dyr og genstande.

- Opgave 1.5 I denne opgave bestemmes gennemsnitsfarten af et øjenlåg, når man blinker. Et blink tager ca. 0,1 s.
- Vurder, hvor langt et øjenlåg bevæger sig, når man blinker med øjet. Hold evt. en lineal op foran øjet for at måle. Husk, at øjenlåget både bevæger sig ned og op igen.
 - Brug formlen $v = \frac{s}{t}$ til at beregne gennemsnitsfarten af øjenlåget.

- Opgave 1.6 En løber sætter i gang og opnår en fart på 4,0 m/s i løbet af 2,0 s.
Beregn løberens acceleration.

Omregning km/t til m/s



- Opgave 1.7 En hurtigt bil accelererer fra 0 til 100 km/t på 6,0 s.
- Omregn 100 km/h til m/s
(Hint: 1 m/s = 3,6 km/h - se figur 4)

b) Beregn bilens acceleration.

Opgave 1.8 I et frit fald er farten accelerationen $9,82 \text{ m/s}^2$. Det betyder, at fx en person, der springer ud af et fly, vil have en acceleration på $9,82 \text{ m/s}^2$.

- a) Omregn 60 km/h til m/s
 - b) Hvor lang tid falder personen før farten er 60 km/h ?
 - c) Hvor langt har personen faldet, når farten er 60 km/h ?
-

2. GRAFER

Når man skal beskrive en bevægelse, er det nyttigt at gøre det ved hjælp af en graf. I mange sammenhænge tegnes grafen for en genstands positionen (altså strækningen s) som funktion af tiden t . En sådan graf kaldes en (t,s) -graf.

Figur 6 viser (t,s) -graf for en person, der bevæger sig langs en lige strækning. Det kan fx være en person, der går eller løber på en løbebane.

På grafen ses, at personen til at starte med bevæger sig længere og længere væk fra startstedet $((0,0)$ i koordinatsystemet). Efter 3 sekunder bliver grafens hældning mindre. Dette svarer til, at personen begynder at bevæge sig langsommere. Måske begynder personen at gå i stedet for at løbe. Da der er gået 8 sekunder stopper personen op og står stille i 7 sekunder. Derefter bevæger personen sig baglæns, tilbage mod startstedet.

Hvis man vil beregne personens fart i de forskellige dele af grafen, skal man bruge formlen

$$v = \frac{s}{t}$$

hvor s og t vælges for hver del af grafen. Fx kan man på grafens anden del se, at personen bevæger sig 4,0 m (fra 9 m til 13 m) på 5,0 s. Det giver farten

$$v = \frac{s}{t} = \frac{4,0 \text{ m}}{5,0 \text{ s}} = 0,8 \text{ m/s}$$

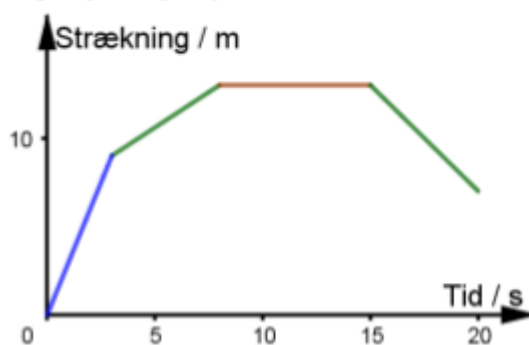
I virkeligheden vil en graf over en persons bevægelse ikke være så "pæn", som på den øverste graf. De rette linjer vil aldrig være helt rette, og grafens enkelte dele er som aldrig helt så skarpt opdelte.

Figur 7 viser målinger af positionen for en person, der bevæger sig foran en bevægelsessensor.

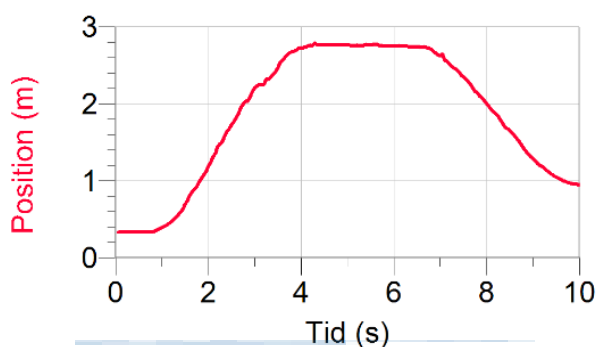
Af grafen ses, at person starter ca. 38 cm fra sensoren. Efter ca. 1 sekund begynder personen at gå væk fra sensoren (afstanden øges). Da der er gået ca. 4 sekunder stopper person, men begynder at gå tilbage med sensoren efter at have stået stille i ca. 1,5 sekunder. Personen stopper, når afstanden til sensoren er ca. 1 meter.

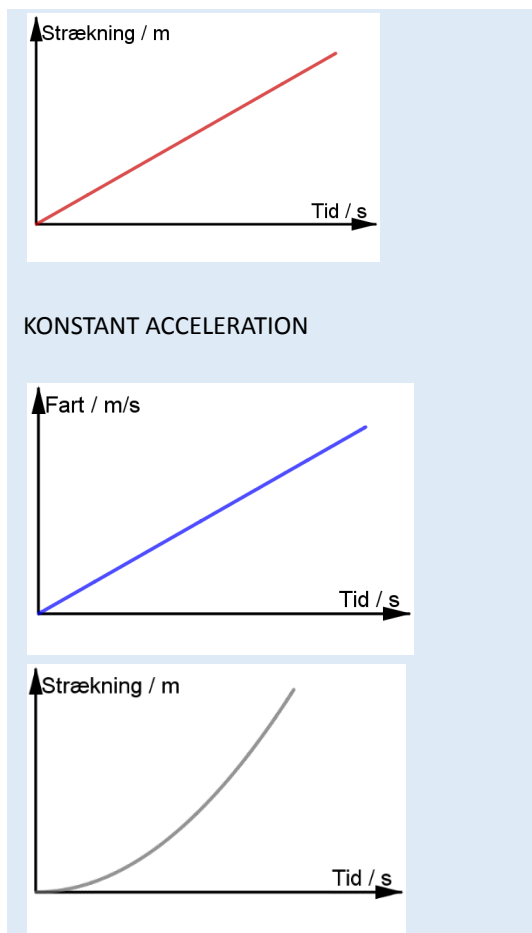


Figur SEQ Figur 1* ARABIC 5. Person, der bevæger sig langs en lige linje.



Figur SEQ Figur 1* ARABIC 6. (t,s) -graf.





KONSTANT ACCELERATION

For en bevægelse med konstant fart er (t,s) -graf en ret linje (se grafen). Det kan man fx overbevise sig selv om ved at sammenligne formelen for positionen

$$s = v \cdot t$$

med forskriften for en lineær funktion

$$f(x) = a \cdot x + b,$$

hvor $b = 0$. Af denne sammenligning ses også, at hældningen af den rette linje netop er farten af genstanden.

Tilsvarende fås, at (t,v) -graf for en bevægelse med konstant acceleration er en ret linje, og hældningen af linjen er netop accelerationen. Den pågældende formel for farten er

$$v = a \cdot t$$

Isoleres s i den anden formel for accelerationen, fås at

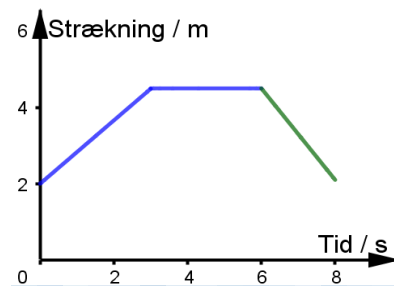
$$s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

(t,s) -graf for en bevægelse med konstant acceleration bliver derved en krum kurve, som vist på grafen. Det passer med, at efterhånden som farten øges, vokser strækningen kraftigere.

OPGAVER

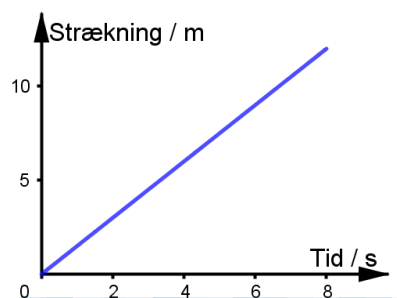
Opgave 2.1 Du skal bruge en bevægelsescensor og en LabQuest (forbindelsesleddet til computeren).

- Optag en graf, hvor du bevæger dig lige hen mod bevægelsessensoren.
- Optag en graf, hvor du bevæger dig væk fra bevægelsescensoren.
- Optag en graf, der ligner den på Figur 8.



Opgave 2.2 Grafen på Figur 9 viser (t,s) -grafen for en person, der går med konstant fart.

- Brug grafen til at bestemme, hvor langt personen går på 6,0 s?
- Hvad er farten?

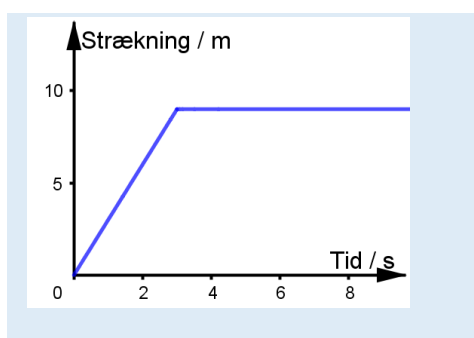


Opgave 2.3 En hest galoperer med konstant fart på 8,0 m/s.

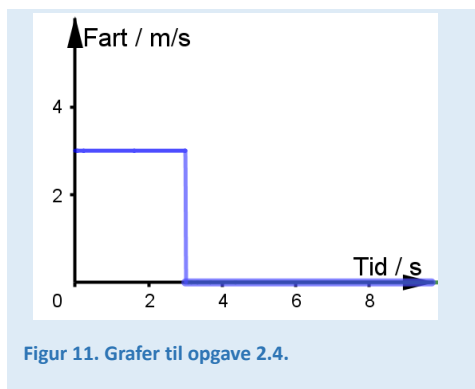
- Tegn en (t,s) -graf for bevægelsen.
- Tegn en (t,v) -graf for bevægelsen.

Opgave 2.4 En person på cykel har travlt med sin telefon. De to grafer på Figur 11 viser personens bevægelse.

- Beskriv personens bevægelse. Hvad kan der være sket?



Figur SEQ Figur 1* ARABIC 10. Cyklist tjekker sin telefon.

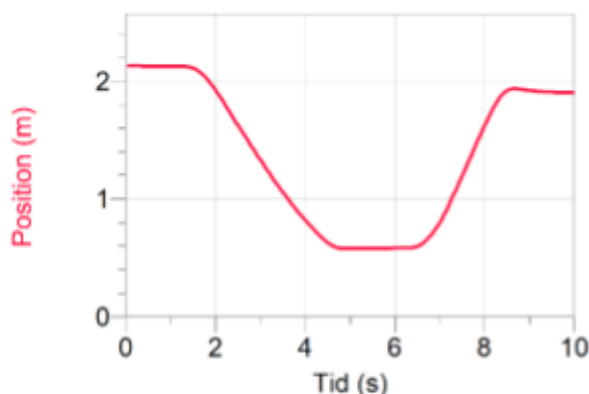


Opgave 2.5 En bilist kører med en fart på 50 km/h og må pludselig bremse hårdt op. Under opbremsningen får bilen en negativ acceleration på $-5,0 \text{ m/s}^2$.

- Tegn (t,v) -grafen for opbremsningen.
- Tegn (t,s) -grafen for opbremsningen.

Opgave 2.6 Grafen på figur 12 viser positionen af en person, der går frem og tilbage foran en bevægelsessensor.

- Beskriv personens bevægelse.
- Hvilket tidspunkt er farten størst?

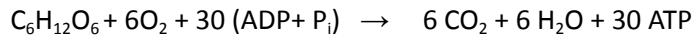


3. KROPPENS TILPASNINGER TIL LØBETRÆNING?

Teksten er modificeret Kenneth Marloth Henze. *Hvordan tilpasses kroppen til løbetræning?* Politiskolen http://politisport.dk/log/download/dpif-8-Side_19.pdf samt Marianne Frøsing, *Biologi i udvikling* side 25-26, Nucleus, 2017.

Når vi begynder at løbetræne sker der en del tilpasninger med kroppen. Vi udsætter først og fremmest kroppen for en stor belastning. Pulsen stiger og hjertet pumper blod og ilt rundt til kroppens arbejdende muskler. Musklernes krav om ilt og næring øges og hjertet må derfor arbejde hårdere jo højere intensitet vi arbejder med. I hvile pumper hjertet ca. 5 liter blod rundt i kroppen pr. minut. Under arbejde kan dette øges op til 35-40 liter blod.

Alle disse tilpasninger i kroppen sker for at sikre, at alle kroppens celler får dækket deres energibehov. Energien til at løbe frigives ved respirationsprocessen. Ved respirationen overføres energien fra det organiske stof – vi bruger næsten altid glukose som eksempel – til et stof kaldt ATP som vi så bruger løs af, når vi arbejder. Ved processen overføres en del af energien i glukose til ATP, mens resten går tabt som varme. Reaktionsskemaet ser således ud:



Glucose + ilt

kuldioxid + vand

Åndedræt

Sunde og velfungerende lunger sætter ikke nogen begrænsning for vores præstation. I hvile trækker vi i gennemsnit vejret 10 - 20 gange pr. minut og har en åndedrætsdybde på ca. ½ liter. Når vi løber øges vores behov for ilt og derfor også vores åndedrætsfrekvens og dybde. Åndedrætsfrekvensen stiger til 40 - 50 stk./minut og dybden øges til op til 3 liter pr. åndedrag. Ved træning forbedres vores åndedrætsmuskulatur og vi bliver i stand til at øge og bibeholde den ønskede ventilation og dermed blodgennemstrømning af vores lunger.

Kredsløbet

Den mængde blod som hjertet pumper rundt i kroppen pr. minut kaldes for hjertets minutvolumen og er en kombination af antal pulsslag og den mængde blod som hjertet kan pumpe ud i systemet ved hvert pulsslag/slagvolumen.

$$\text{Minutvolumen} = \text{Pulsslag} \times \text{Slagvolumen}$$



Vores maksimale puls ændrer sig ikke nævneværdigt ved træning, men det gør vores slagvolumen i hvile og arbejde. Slagvolumen er i hvile hos en utrænnet person omkring 80 ml pr. pulsslag. Hos en veltrænnet person ses værdier op til 150 ml pr. pulsslag. Årsagen til det større slagvolumen er, at hjertemuskulaturen ved udholdenhedstræning øger sin størrelse, styrke og evne til at trække sig sammen. Eftersom udholdenhedstræning samtidig øger blodmængden betyder det, at hjertet fyldes bedre og er i stand til at pumpe en større mængde blod per pulsslag. Når vi har opnået

en bedre træningstilstand behøver hjertet således ikke at slå så ofte som før. Dette gør sig gældende i hvile, som ses ved en lavere hvilepuls og under arbejde.

Musklerne

Der sker også ændringer i vores muskulatur som følge af vores løbetræning. Musklerne bliver ikke større, men de bliver bedre til at udnytte den ilt der kræves for at de kan udføre det ønskede arbejde. Ude i muskulaturen øges mængden af små blodkar (kapillærer), hvorved udvekslingen af ilt, næring og affaldsstoffer mellem blodbane og muskulatur forbedres. Blodet er dermed bedre i stand til at afgive den ilt

som musklerne skal optage, samtidig med, at affaldsstoffer og kuldioxid lettere bortskaffes fra musklerne. Musklerne er opbygget af muskelceller. I muskelcellerne findes bl.a. cellens forbrændingsmotor som kaldes for mitokondrier. Disse mitokondriers mængde og effektivitet øges ved løbetræning. I muskelcellen forbrændes bl.a. energien vi har fra glukose. For at forbrændingen i muskelcellen kan fungere optimalt, skal der være specifikke enzymer til stede. Enzymerne fungerer som katalysator for kroppens kemiske processer. Ved løbetræning øges enzymernes mængde og effektivitet og dermed vores evne til at forbrænde og udnytte energi. Ved løbetræning fremkommer der således både forbedringer af kredsløbet og i musklerne. Vores hjerte bliver bedre til at pumpe blodet ud til musklerne. Herved får musklerne bedre tilgang til ilt og næringsstoffer samt bortskaffet forbrændingens affaldsstoffer. Vore muskler tilpasser sig vores træning og bliver bedre til at forbrænde den ilt og energi de bliver tilført.

OPGAVER

Opgave 3.1 Lav en ordbog over de nye fagtermer:

Fagterm	Forklaring
Enzymer	
Kapillærer	
Minutvolumen	
Mitokondrier	
Pulsslag	
Respiration	
Slagvolumen	

Opgave 3.2 Indsæt troværdige værdier for de forskellige fagtermer under arbejde og i hvile:

Fagterm	Hvile	Arbejde
Minutvolumen (L)		
Åndedrætsfrekvens (stk./min)		
Slagvolumen (ml pr. pulsslag)		
Trænet person		
Slagvolumen (ml pr. pulsslag)		
Utrænet person		

Opgave 3.3 Oversigten viser de vigtigste tilpasninger på organer og funktioner efter ca. ½ års løbetræning. Du skal sætte **ét** kryds ud for hver række for de fysiologiske ændringer der sker. Ved nogle af tilpasningerne er de opdelte efter, om man kan måle dem i hvile eller under max. arbejde.

Organ/funktion	Aktivitetsniveau	Forøgelse	Formindskelse	Ingen effekt
Kapillærtæthed i musklerne				
Blodmængden				
Pulsfrekvens	hvile			
	arbejde			
Slagvolumen	hvile			
	maximalt arbejde			
Iltoptagelse	hvile			
	maximalt arbejde			
Respiration	maximal ventilation af lunge			

Opgave 3.4 Du skal med udgangspunkt i teksten besvare følgende spørgsmål til teksten.

- Hvad sker der helt overordnet med kroppen, når du begynder at løbe?
- Hvordan ændres åndedrættet?
- Hvordan ændres den mængde blod som kroppen pumper rundt i kroppen pr. minut (minutvolumen)?

- d) Hvordan ændrer musklerne sig?
- e) Hvad skal kroppen bruge ilt og glukose til?

FORSKERE: SE SPORT PÅ TV - OG KOM I BEDRE FORM

Artiklen er fra videnskab.dk og kan ses i sin originale form [her](#). Du skal læse artiklen og bagefter lave en vurdering af artiklens videnskabelige indhold. Artiklen beskriver et videnskabeligt studie, hvor man vil undersøge, hvordan observeret sport påvirker kredsløbet. Som supplement til artiklen, ses nedenfor en tabel over forsøgsdata som artiklen er baseret på (se Tabel 2).

Tabel 2 er baseret på et forsøg med 6 kvinder og 3 mænd, som under forsøget har siddet på en stol i et lokale på 22°C og kigget på en skærm. Først har de kigget på et billede af en løber. Bagefter har de set filmoptagelser, som var optaget af et kamera monteret på en løbers hovedet. Forsøgspersonerne kunne også høre lyd fra løbeturen.

Parameter	Hvile (kigge på et billede)	Løb (se optagelser fra en løbende mands hoved)
Puls (hjerteslag/min)	67,5	69
Gennemsnitlig blodtryk (mmHg)	84,5	85,5
Åndedrag/min	15,7	17,4

Opgave 1.9

- a) Hvordan har de australske forskere udført forsøget?
- b) Hvad er styrker og svagheder i forsøgsdesignet?
- c) Har Erik Richter ret i sin kritik?
- d) Prøv at komme med forslag til, hvordan man kunne udføre et forsøg, som dokumenterer effekten af at se sport på TV i forhold til kondition. Forsøget skal følge en naturvidenskabelig metode.

4. HVORDAN VIRKER KROPPENS BLODKREDSLØB

BLODKREDSLØBET

Blodkredsløbet er kroppens transportsystem som konstant forsyner kroppens celler med ilt og næringsstoffer samt fjerner affaldsstoffer fra cellernes stofskifte. Ilt kommer fra lungerne når vi ånder ind, og næringsstofferne kommer fra maden via fordøjelsessystemet.

Blodskredsløbet består af fire dele:

- Lungerne
- Blodet
- Hjertet
- Blodkarnettet

Se også Figur 15.

Det store kredsløb og lungekredsløbet

Blodets vej fra venstre side af hjertet, rundt i kroppen og retur til højre side af hjertet kaldes det store kredsløb. Mens turen op gennem lungerne og retur til hjertet kaldes lungekredsløbet. Gennem blodkredsløbet strømmer hvert døgn mindst 4.000 liter blod og betydeligt mere hvis man er fysisk aktiv. Træning øger blodkredsløbets evne til at forsyne musklerne med ilt, det kaldes kondition. Det bedre kredsløb forebygger samtidig livsstilssygdomme som diabetes, højt blodtryk og hjerte-kar-sygdomme.

Figur 14. Røde blodceller.

1. Lungerne

Lungernes opgave er at ilte blodet. Det sker når vi trækker vejret, og luften med dens indhold af ilt fylder de millioner af små hulrum, som lungevævet består af. Lungevævet er overalt omgivet af blodkar med røde blodceller som trækker ilt til sig.



2. Blodet

Blodet indeholder ca. 40-45 % røde blodceller. De røde blodceller indeholder store mængder af stoffet hæmoglobin som tiltrækker ilt og derved trækker ilt fra lungevævet over i blodbanen. Fra lungerne løber det iltede blod til hjertet og via en af de to lungevener ind i hjertets venstre forkammer.

3. Hjertet

Hjertet er pumpen i systemet som konstant pumper blodet rundt i hele blodkarnettet. Blodet fra lungerne løber ind i hjertets venstre forkammer og videre ned i venstre hjertekammer. Herfra pumpes blodet ud gennem aorta og videre ud i blodkarnettet.

4. Blodkarnettet

Blodkarnettet forgrener sig via små kapillærer ud til hver en celle i kroppen. Her forbruges ilt i cellernes respiration mens kuldioxid fra respirationsprocessen diffunderer over i blodet. De mange tynde blodkar samler sig igen i større kar, såkaldte vener, som leder blodet tilbage til hjertets højre side. Herfra pumpes blodet til lungerne for at det kan blive iltet på ny.

Figur SEQ Figur * ARABIC 15 . Blodkredsløbet. På figuren angiver den røde farve at blodet indeholder ilt, og den blå farve at iltten er blevet forbrugt via cellerens respiration.

Opgave 4.1 Lav en ordbog over de nye fagtermer:

Fagterm	Forklaring
Det store kredsløb	
Lungekredsløb	
Kondition	
Hæmoglobin	

Opgave 4.2 Beskriv med dine egne ord blodkredsløbet og gennemgå det for din sidemakker.

Opgave 4.3 I skal nu lave et lille miniforsøg, hvor I skal dokumentere hvordan løb påvirker pulsen. I skal opstille en hypotese, lave en forsøgsbeskrivelse (hvor I overvejer, hvordan forsøget bedst følger en naturvidenskabelig metode) og udføre forsøget. Kan hypotesen bekræftes eller forkastes?

Opgave 4.4 I skal nu udføre et pulsforsøg på baggrund af en hypotese og forsøgsbeskrivelse fra en anden gruppe. I skal se om I kan reproducere deres data uden yderligere forklaring.

Opgave 4.5 Vi sammenligner forsøgene. Hvad kendetegner en god forsøgsbeskrivelse? Hvad kendetegner et godt forsøg?

5. HVORDAN TRÆKKER VI VEJRET?

Start med at se filmen om hvordan man kan måle lungefunktionen og læs herefter teksten.

Lungefunktionsmåling



OPGAVE

Opgave 1.10 Besvar spørgsmålene med udgangspunkt i filmen.

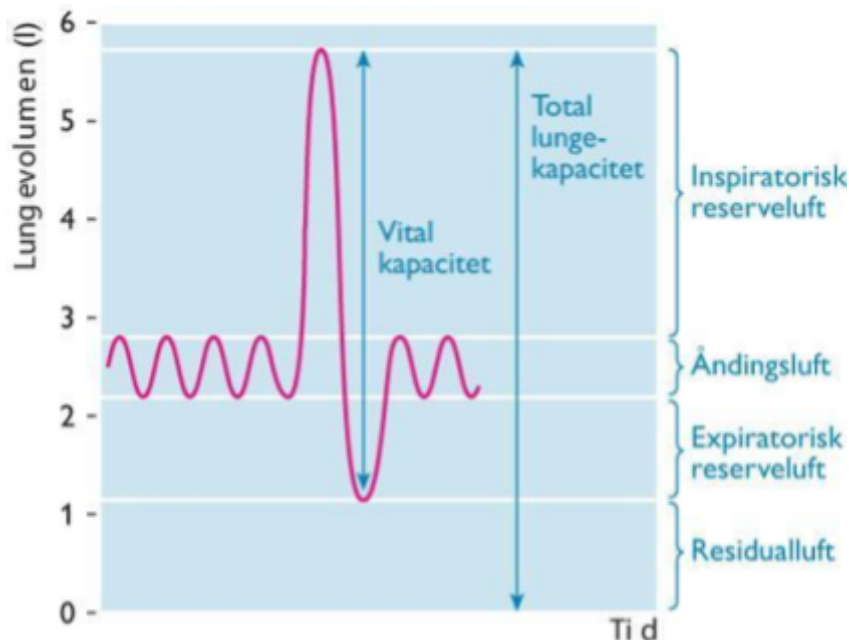
- a) Hvad er en spirometri/lungefunktionsmåling?
- b) Hvad kan en spirometri/lungefunktionsmåling anvendes til?

Lungerne

I lungerne foregår udveksling af ilt og kuldioxid. Lungerne rummer 4-6 liter luft, hvilket svarer til mængden af luft i en basketball. Lungevævet består af små luftfyldte hulrum, alveoler, i hvis vægge kapillærene ligger tæt. Opdelingen af lungevævet i små alveoler giver lungerne en enorm indre overflade, 60-80 m², eller halvdelen af en tennisbane.

Denne opbygning sikrer en meget stor kontaktflade mellem kapillærernes blod og alveolernes indåndingsluft, er kun adskilt af nogle tusindedele af en millimeter. Herigennem foregår diffusionen af ilt og kuldioxid. Ind- og udånding foregår vha. muskler mellem ribbenene, samt vha. mellemgulvet, som også er en muskel. Lungerne selv indeholder ingen muskulatur. To hinder sørger for at lungerne er hæftet til ribben og mellemgulv. De ydre

lungehinder er vokset fast til indersiden af ribbenene og mellemgulvet, og den indre lungehinde omgiver lungerne. Mellem de to hinder findes et tyndt lag væske, som tillader de to membraner at glide over hinanden ved ind- og udånding. Samtidig bevirker væsken, at de to lungehinder klæber til hinanden. Hvis man prøver at komme en dråbe vand på en glasplade, og lægger en anden glasplade ovenpå, vil de to glasplader kunne forskydes mellem hinanden, men de kan ikke rykkes fra hinanden. Hvis der kommer luft mellem de to hinder, vil lungerne falde sammen, de punkterer. Ved indånding trækker åndedrætsmusklerne sig sammen opløfter brystkassen, så rumfanget i brysthulen øges. Det bevirker, at der suges luft ind lungevævet. Under udåndingen slappes åndedrætsmusklerne, og luften i lungerne presses ud igen. Luften kommer via næse og mund ned i luftrøret, der deler sig i to bronchier en til hver lunge. Bronchierne forgrener sig i små bronchiolet der munder ud i små drueklaselignende alveoler. Både luftrør, bronchier og bronchiolet er forsynet med bruskringe, som holder luftvejene åbne. Det er samme system, man ser i en støvsugerslange.

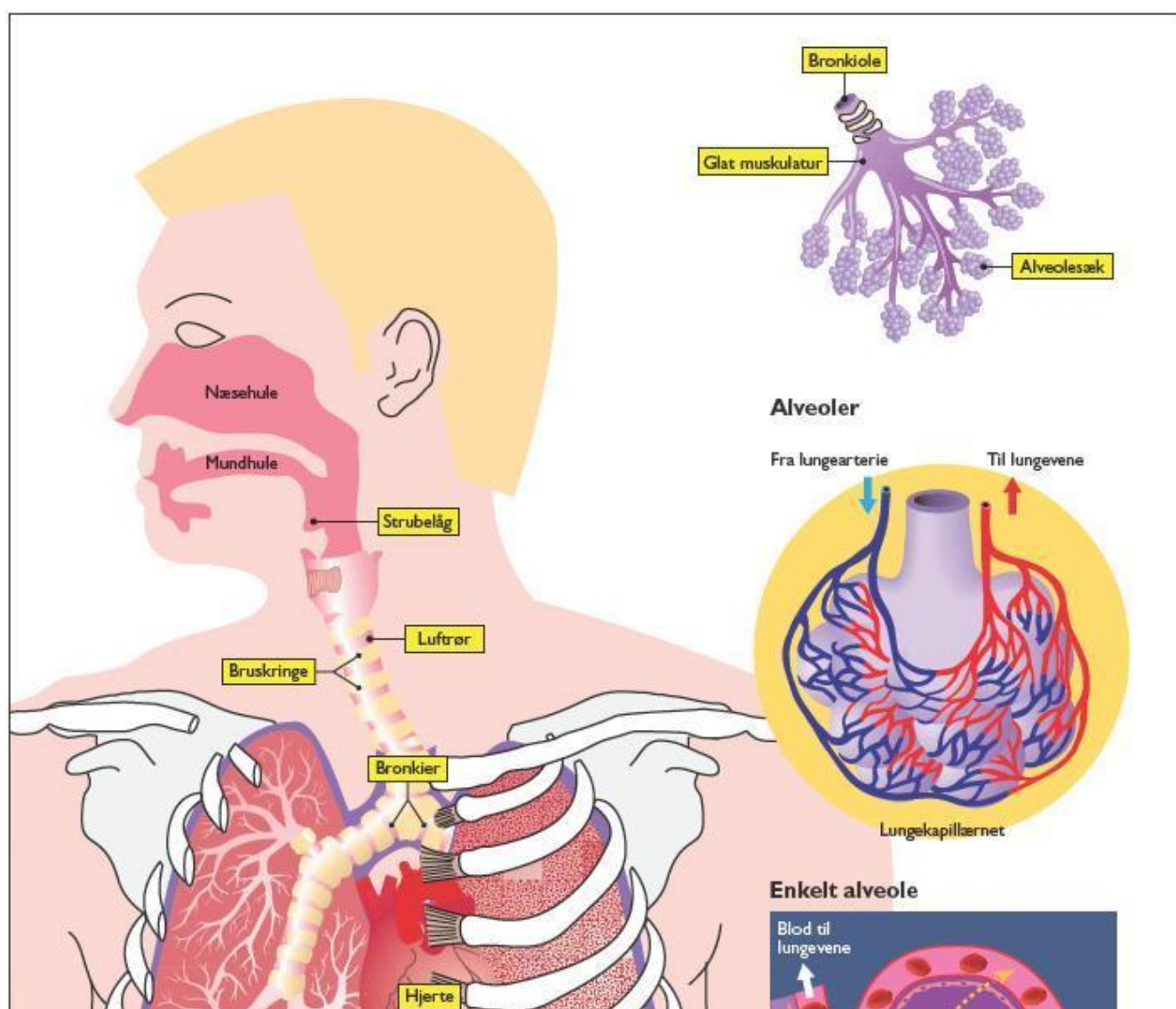


Figur SEQ Figur * ARABIC 20. Lungevolumen.

Lungerumfang

Lungerne rummer gennemsnitlig 5-6 liter luft hos unge raske mænd og 4-4,5 liter hos unge raske kvinder. Lungevolumen afhænger af bygning, alder og helbredstilstand. Under vejtrækning i hvile bliver lungerne langt fra fyldt med luft. Normalt indeholder de 2,7 liter luft efter en indånding, og 2,2 liter efter en udånding. Den mængde luft, der passerer lungerne, ved ind- og udånding i hvile, er således ca. 0,5 liter (respirationsdybden).

Antal åndedrag pr. min er i hvile ca. 15 (respirationsfrekvensen), og dermed bliver den mængde luft der ind- og udåndes pr. minut 6-8 liter (lungeventilationen). Heraf vil ca. 0,15 liter befinde sig i luftvejene (luftrør, bronchier), og det er derfor kun ca. 0,35 liter frisk luft, der når lungerne pr. åndedrag. Lungerne tømmes aldrig helt for luft. Når luften presses ud ved udånding, vil væggene ud til alveolerne klappe sammen og forhindre yderligere luft i at komme ud. Den mængde luft, der kan presses ud af lungerne efter en maksimal indånding, kaldes vitalkapaciteten. Man bruger sjældent mere end halvdelen af vitalkapaciteten, selv når man trækker vejret dybt ved hårdt arbejde. Da lungerne aldrig er tomme for luft, vil transporten af ilt og kuldioxid mellem alveoler og kapillærer fortsætte, selv efter en maksimal udånding. På den måde bliver koncentrationen af ilt og kuldioxid i blodet næsten konstant under en respirationscyklus.



Figur 21. Lungernes opbygning.

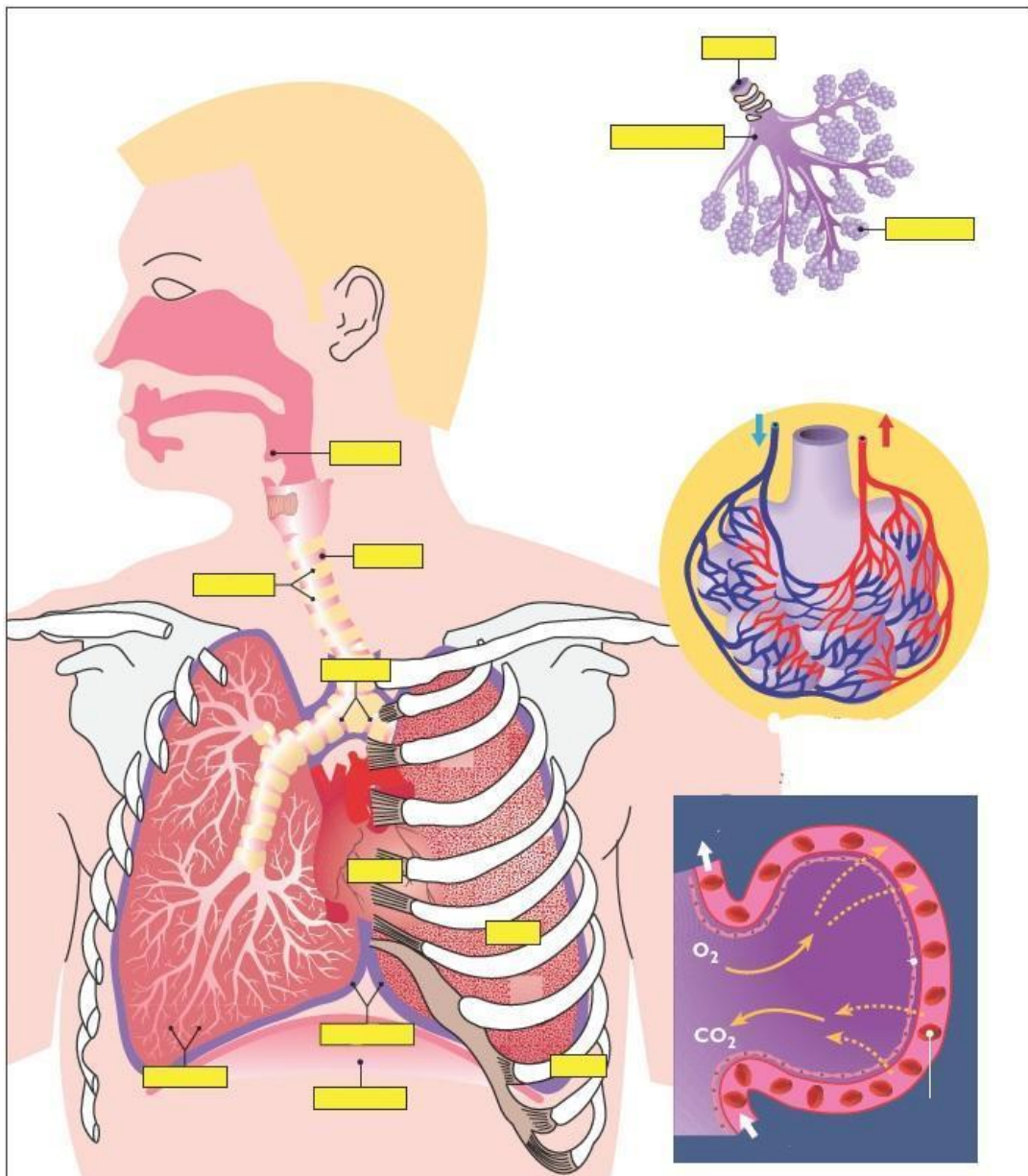
Opgave 6.1

Begreb	Definition/beskrivelse
Alveoler	
Kapillærer	
Diffusion	
Bronchier	
Bronchioler	
Lungevolumen	
Respirationsdybde	
Respirationsfrekvens	
Vitalkapacitet	

Opgave 6.2 lungernes opbygning og funktion

Under figuren er listet en række begreber, der knytter sig til lungernes opbygning og funktion (uden at kigge i lektien ☺)

- 1) Indsæt begreberne på figuren.
- 2) Hvor i lungerne foregår gasudvekslingen mellem lunger og blodet?
- 3) Skriv en detaljeret figurtekst til Figur 21.



Røde blodlegemer	Bronkioler	Alveoler	Næsehule	Strubelåg	Diffusion
Alveolesæk	Lungehinde	Bronkier	Mundhule	Lunge kapillærer	
Ribben	Lunge	Bruskringe	Luftrør		

6. HVORDAN TESTES FOR BLODDOPING?

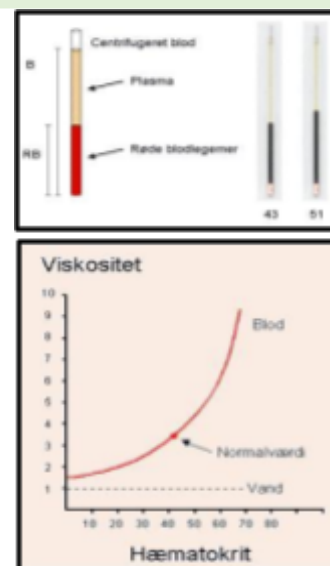
Der findes utallige produkter, som kan anvendes som præstationsfremmende. Et af de produkter som man kan anvende for at komme til at løbe hurtigere er EPO.

HVAD ER TYKT BLOD?

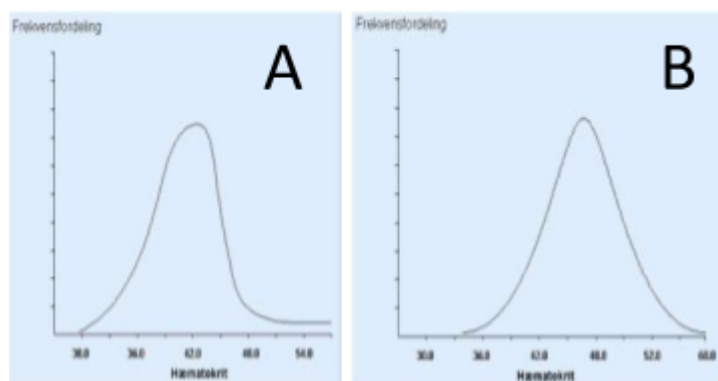
Hæmatokritværdien angiver hvor stor en procentdel af blodet, der er røde blodlegemer. Man finder hæmatokritværdien ved at udtage en lille smule blod som centrifugeres i tyndt glasrør se Figur 21.

Normalværdierne for mænd er 40 – 45 % og 38 – 43 % for kvinder. De røde blodlegemer indeholder hæmoglobin, som er det stof i blodet, der transporterer ilt. Derfor, jo højere koncentration af røde blodlegemer (og dermed hæmoglobin), desto mere ilt kan der transporteres rundt med blodbanen. Høje hæmatokritværdier medfører at blodet bliver tykkere – viskositeten stiger. Hvis blodet bliver for tykt er der risiko for blodpropper. Ud fra denne betragtning har man i visse idrætsgrene fastlagt en sikkerhedsgrænse. Hvis en atlet har en hæmatokritværdi der ligger over denne grænse, får han konkurrenceforbud i et vist tidsrum. I cykling er denne grænse sat til 50 %. Hæmatokritværdien kan ikke øges med træning, tværtimod. Som regel ser man et let fald i koncentrationen af røde blodlegemer når man øger træningsmængden. Dette skyldes at træning medfører en forøgelse af plasmamængden.

I visse idrætsgrene har man interessant nok set en forskydning i hæmatokritværdierne. Hvor fordelingen i normalbefolkningen ser ud som på Figur 10 A, mens den inden for visse idrætsgrene ud som på Figur 22 B. Hæmatokritværdien kan umiddelbart sænkes ved at drikke meget eller tilføje væske via et saltvandtdrop. Hæmatokritværdier kan øges ved at mindske væskemængden i blodbanen, f. eks. svedtab eller udsivning af væske fra blodet til musklerne i forbindelse med træning.



Figur SEQ Figur * ARABIC 22. Øverst ses en blodprøve efter centrifugering med plasmaet øverst og de røde blodceller nederst. Nederst ses sammenhængen mellem hæmatokritværdi og blodets viskositet (mål for hvor tyktflydende en væske er).



Figur SEQ Figur * ARABIC 23. I delfigur A ses frekvensfordelingen for normalbefolkningen, mens der ses en forskydning til højre af disse værdier hos visse idrætsgrene i delfigur B

ERYTHROPOIETIN (EPO)

Faktaboksen er modificeret efter materialer fra [antidoping](#).

EPO er forkortelse for hormonet erythropoietin. Hormonet produceres hovedsageligt i nyrerne, hvorefter det via blodbanen bliver transporteret til knoglemarven. Her stimulerer det modningsprocessen af røde blodceller i knoglemarven. De røde blodceller transporter ilt til kroppens celler, og et eventuelt fald i iltindholdet i blodet registreres i nyrerne og stimulerer til øget EPO-produktion. Kunstigt fremstillet EPO blev godkendt som lægemiddel i 1989. Stoffet kom på dopinglisten året efter.

Medicinsk anvendelse

EPO bliver brugt som lægemiddel bl.a. i behandlingen af patienter med kroniske nyreskader, der har lav blodprocent på grund af reduceret EPO-produktion. Den øgede iltbærende kapacitet som resultat af EPO-indtag vil afhjælpe træthed i disse patienter. Effekten af EPO kan vare i op til flere uger.

Anvendelse som doping

EPO anvendes i dopingsammenhæng på samme måde som til medicinsk anvendelse, nemlig til kunstigt at øge mængden af de røde blodlegemer i kroppen. Jo flere røde blodlegemer, der er i blodet, jo mere ilt kan blodet føre ud til de arbejdende muskler og dermed forbedre præstationen specielt i udholdenhedsidrætsgrene.

De første rygter om, at EPO blev brugt til at fremme præstationen i udholdenhedsidrætsgrene startede i slutningen af 1980'erne, hvor flere hollandske cykelryttere pludseligt og uforklarligt døde, mens de sov. De døde angiveligt pga. af blodpropper forårsaget af for tykt blod.

Bivirkninger

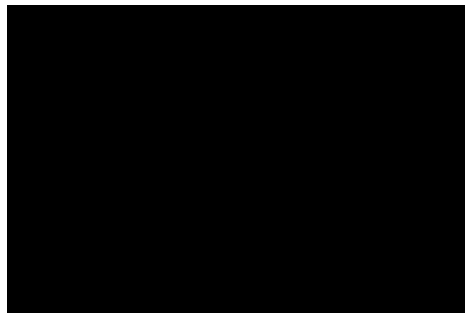
Ved brug af EPO bliver blodet tykkere, og der er risiko for forhøjet blodtryk samt øget risiko for blodpropper.

Figur SEQ Figur * ARABIC 24. Produktionen af røde blodlegemer stimuleres af hormonet erypoeitin.

Opgave 6.3 Spørgsmål til teksterne

- a) Hvad fortæller hæmatokritværdien?
- b) Hvordan måles den?
- c) Hvad er den normale hæmatokrit-værdi?
- d) Hvilken betydning har hæmatokritværdien for præstationsevnen under fx et maraton?
- e) Hvor høj må hæmatokritværdien højest være, hvis man vil undgå anklage for doping?
- f) Hvad kan på naturlig vis få hæmatokritværdien til at stige?
- g) Hvad kan på naturligvis få hæmatokritværdien til at falde?
- h) Hvilke risici er der ved doping med EPO?

Opgave 6.4 Sådan undersøger forskerne effekten af EPO hos unge mænd



- a) Hvorfor tror du forsøget udføres på unge mænd og ikke kvinder?
- b) Hvad er formålet med forsøget?
- c) Hvordan indtages EPO?
- d) Hvor meget forbedrer Jeppe sit kondital med efter 10 ugers hård træning kombineret med EPO?
- e) Hvordan tror du EPO har påvirket konditallet? Begrund.

Opgave 6.5 Læs Bente Klarlunds brevkasse [her](#) og beskriv hovedpointerne i teksten.