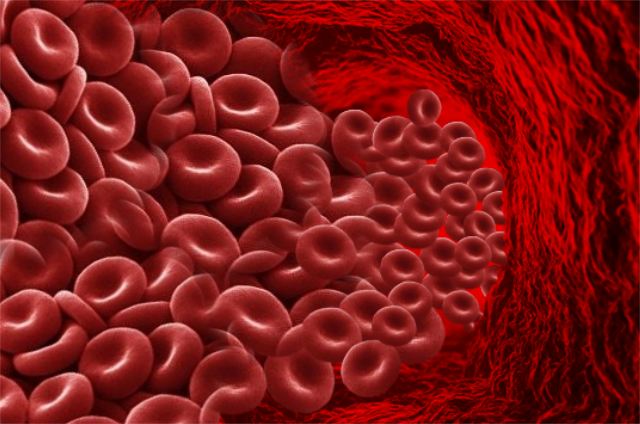
**Måling af Hæmatokrit**

**Formålet** med øvelsen er at måle hæmatokritværdi og sammenligne den med værdier i litteraturen samt sammenligne værdier for drenge og piger.

**Teori:**

Se teori i lærebogen OG artiklen nedenfor: ”Hvad er hæmatokrit?” Af Bengt Saltin

**Materialer:**

96% ethanol

Køkkenrulle

Blodlancetter

Heparinbehandlede kapillærrør (heparin forhindrer at blodet koagulerer i røret)

Modellervoks

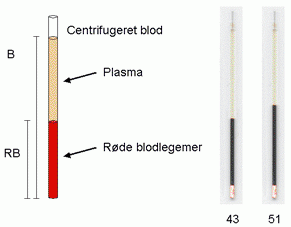
Centrifuge og millimeterpapir.

**Fremgangsmåde.**

Før blodudtagningen skal personen være i ro og må helst ikke have spist et par timer før.

Normalt udtages blodet fra en vene i albuebøjningen, men vi tager det i venstre hånds ringfinger (højre hånd, hvis man er venstrehåndet).

1. Afsprit fingeren med et stykke køkkenrulle dyppet i ethanol
2. Hold hånden nedad og ryst den nogle sekunder for at få blodet ud i fingrene
3. Stik hul i fingeren med blodlancetten
4. Pres en STOR dråbe blod ud, hvis den ikke flyder ud af sig selv
5. Hold et kapillærrør vandret så enden uden grøn ring berører bloddråben og lad blodet strømme passivt ind i røret. Undgå så vidt muligt at der kommer luftbobler.
6. Fyld røret så meget som muligt – mindst ½fuldt – dog kun til den grønne ring
7. Luk påfyldningsenden omhyggeligt med modellervoks. Der må gerne være voks nogle mm op i røret
8. Anbring centrifugeglasset i centrifugen og centrifugér ved 2000 omdr./min i ca. 8 min.
9. Udregn % af røde blodlegemer ud af den samlede mængde blod. Tag glasset ud og mål den samlede højde af blodet (B) i kapillærrøret samt højden af de røde blodlegemer (RB) ved at lægge kapillærrøret oven på millimeterpapiret. Udregn %. **SE FIGUR OG RESULTATSKEMA.**



1. Beregn hæmatokritværdien.
2. Ryd op. Alle dele med blod på samles i et særligt bæger.

**Resultater:**

|  |  |
| --- | --- |
| **B** |  |
| **RB** |  |
| **Hæmatokrit-værdi** |  |

**Samlede resultater for klassen – LAVES I EXCEL!**

* **Gennemsnit udregnes for hhv. piger og drenge.**
* **Resultater af gennemsnit afbildedes som søjlediagram i Excel.**

**Fejlkilder -** Se artiklen nedenfor.

**Diskussion** af resultater, teori og metode

**1:** Hvad er funktionen af røde blodlegemer? Inddrag respirationen og ”diffusion”. Hvad består resten af blodet af?

**2:** Forklar hvordan dannelsen af røde blodlegemer reguleres i kroppen (inddrag hormonet ”EPO”) – se dette link (afsnittet ”dannelse af røde blodlegmer….): <https://bioteknologi.systime.dk/?id=418>

Figuren fra linket er indsat nederst i dokumentet.

**Bio A:** Forklar også hvor ilt konkret skal bruges i energiproduktionen.

**3:** Passer jeres resultater (gennemsnit for hhv. drenge og piger) med teoretiske gennemsnit for drenge og piger? Forklar forskellen mellem drengene og pigerne i jeres målinger.

**4:** Hvilke faktorer påvirker hæmatokrit-værdien? Brug teori fra nedenstående artikel. Forklar hvilke ”usikkerheder” og ”fejlkilder” der kan have været ved jeres målinger (husk at usikkerheder og fejlkilder ikke er det samme…).

**5:**Kan man træne sig til en højere hæmatokritværdi – forklar? Inddrag begrebet ”kondital”. og ”højdetræning” (se bl.a. artiklen nedenfor).

**6:** Hvordan kan man snyde sig til en højere hæmatokritværdi?

|  |
| --- |
| **Hæmatokrit -hvad er det? af Bengt Saltin, professor ved Rigshospitalet** |
| Professor Bengt Saltin definerer hæmatokrit. |
| *af Bengt Saltin (juli 2000)*  I disse tider optræder hæmatokrit næsten dagligt i de danske og internationale medier. Det er især inden for cykelsportens verden, vi støder på ordet hæmatokrit, hvor målinger af hæmatokritværdier benyttes til at vurdere, om rytterne er i nogen umiddelbar sundhedsfare - i mangel på en effektiv epo-test. Professor Bengt Saltin forklarer i det følgende, hvad hæmatokrit egentlig er, og hvilken betydning det har i forhold til EPO, kondital m.v.  I kroppens blodkar er der hos et raskt, voksent menneske cirka seks liter blod (= blodvolumen) med en vis variation i relation til kropsstørrelse, køn og alder. Blodet består af røde blodlegemer og plasma. De røde blodlegemer indeholder hæmoglobin, som giver blodet dets farve, og som kan binde ilt. Et hæmoglobinmolekyle kan binde fire iltmolekyler, svarende til at 1 gram hæmoglobin binder 1.34 ml ilt. Blodets plasma består hovedsageligt af vand, men indeholder også forskellige salte og proteiner (primært albumin).  Hos raske, unge mennesker udgør de røde blodlegemer normalt ca. 40-45% og plasma ca. 60-65%. I kvinders blod er andelen af røde blodlegemer sædvanligvis lidt lavere (ca. 38-42% af blodet). Den relative andel af blodet, som de røde blodlegemer udgør, benævnes hæmatokrit (hæmato af græsk haima = blod; krit af græsk krinein = at adskille). En måling af blodets hæmoglobinkoncentration eller hæmatokritværdi angiver i princippet samme sag, nemlig blodets iltbindingskapacitet per enhed blod (hæmoglobinkoncentrationen er normalt ca. 1/3 af hæmatokritværdien, se figur 1). De røde blodlegemer produceres i knoglemarven. En afgørende faktor for denne produktion er hormonet erythropoietin (EPO), som dannes i nyrerne og transporteres til knoglemarven med blodet. EPO produceres nu om dage også ved hjælp af genteknologi med henblik på af hjælpe forskellige patientgrupper (specielt personer med en kronisk nyrelidelse) til at opretholde et så normalt hæmoglobin-niveau som muligt.  Hæmatokritværdi varierer Et rødt blodlegeme "lever" kun i 100-120 dage, så produktionen af nye røde blodlegemer er stor og kontinuerlig. Det betyder dog ikke, at hæmatokritværdien er konstant. Vandindholdet i blodets plasma kan ændre sig på kort tid og flere gange i løbet af en dag på grund af forskellige påvirkninger. Indtagelse af en stor volumen væske kan på en time eller to give et forøget vandindhold i plasma, og hæmatokritværdien kan falde med nogle procent. Hvis man intet drikker i løbet af en dag, så stiger hæmatokritværdien. Hvis man sidder ned eller står stille i lang tid, så stiger hæmatokritværdien lidt, fordi vandet i blodkarrene trænger ud i vævet i de nedre ekstremiteter, specielt i ankelregionen. Hårdt muskelarbejde kan også forøge hæmatokritværdien, fordi blodtrykket stiger og "presser" vand ud af blodbanen. Hvis muskelarbejdet er langvarigt, og der ikke indtages væske, så forøges hæmatokritværdien mere markant. På denne baggrund er det naturligt, at hæmatokritværdien hos en person let kan variere inden for et interval af 5% i dagens løb.  **Blodprøver om morgenen** Det bedste tidspunkt for blodprøvetagning er om morgenen eller om formiddagen, mindst to timer før eller efter indtagelse af morgenmad og før udførelse af fysisk aktivitet. Uanset hvornår en måling skal foretages, bør personen ligge ned og hvile i ca. 20 min før blodprøven udtages (mens personen fortsat ligger ned). Blodprøven bør udtages det samme sted på kroppen hver gang (normalt fra en vene på indersiden af albueleddet), idet hæmatokritværdien også kan variere fra en del af kredsløbet til en anden. Mængden af blod, der udtages, kan være meget lille. En milliliter blod kan række til 40 hæmatokrit-analyser. Analysen er meget enkel at udføre. Umiddelbart efter blodprøvetagning fyldes tynde glasrør med blod. Rørene placeres i en centrifuge og centrifugeres i et bestemt antal minutter på en bestemt hastighed. De røde blodlegemer er tungere end plasmaet, og derfor presser centrifugeringen dem ned i bunden af røret, om end der stadig vil være en meget lille mængde plasma tilbage blandt de røde blodlegemer. Dette plasma benævnes "trapped plasma" og udgør ca. 1.5%. Skillelinien mellem plasma (øverst i røret) og de røde blodlegemer (nederst i røret) ses tydeligt, og højden af de røde blodlegemer sættes i relation til blodsøjlens totale højde (RB/B = hæmatokritværdien; figur 2).  Af ovennævnte fremgår det tydeligt, at det er meget vigtigt at standardisere procedurerne for blodprøvetagning og for bestemmelse af hæmatokritværdien. Omvendt skal det understreges, at der er tale om en meget enkel analyse, så hvis blot de standardiserede procedurer overholdes, så opnår man korrekte målingsresultater.  **Træning øger ikke værdi** Der findes ingen træningstype, der kan forøge hæmatokritværdien. Derimod kan der ved udholdenhedstræning, specielt i et varmt klima, observeres en tendens til en sænket hæmatokritværdi. Hæmatokritværdien er således stort set uændret efter træning, til trods for at det totale antal røde blodlegemer (og den totale hæmoglobinmængde) forøges ved træning. Det skyldes, at blodets plasmavolumen forøges tilsvarende, og forholdet mellem røde blodlegemer og plasma er derfor uændret. Hård træning kan således forøge blodets volumen med både en og to liter, men hæmatokritværdien vil stadig være det samme som hos en utrænet person.  Ophold i stor højde over havets overflade stimulerer EPO-produktionen, uanset om man er fysisk aktiv eller ej, og dermed dannes flere røde blodlegemer. Det er en langsom proces, men efter 3-5 uger i stor højde (2000 m.o.h.) har kroppen tilpasset sig den nye højde. Til forskel fra træningssituationen, forøges plasmavolumenet ikke parallelt med dannelsen af røde blodlegemer ved højde-eksposition. I løbet af de første dage reduceres plasmavolumenet i forhold til værdien ved havniveau. Det medfører, at hæmatokritværdien akut forøges ved ophold på stor højde, men derefter forøges det totale antal røde blodlegemer og det totale blodvolumen gradvis, med en yderligere forhøjelse af hæmatokritværdien til følge indtil fuld akklimatisering er nået (efter ca. 1 måned). Når man vender tilbage til havniveau, så stiger plasmavolumenet meget hurtigt, og hæmatokritværdien vil være normal (<45%) efter 2-3 dage.  **Jerntilførsel kan være nødvendigt** Ud over EPO er produktionen af de røde blodlegemer bl.a. afhængig af, at jern findes i tilstrækkelig mænde i kroppen, hvorfor det især i perioder med f.eks. hård træning kan være tilrådeligt at indtage jern, specielt for kvinder. Det er imidlertid en misforståelse, at en forøget indtagelse af jern forøger produktionen af røde blodlegemer. En vis mængde jern er nødvendig, men et ekstraordinært højt jernindhold i kroppen giver ikke flere røde blodlegemer. Hæmoglobinets rolle er at transportere ilt til alle kroppens organer. Uden ilt kan de ikke fungere. Skeletmuskulaturen er relativt ufølsom for iltmangel i helt korte perioder i hvile, men muskelarbejde kræver en stor og kontinuerlig tilførsel af ilt. Det er en forudsætning for, at arbejdet kan fortsætte. Endvidere er det sådan, at jo mere ilt der tilføres de arbejdende muskler, jo større arbejdsintensitet kan de klare. I idrætsgrene som løb og cykling betyder det en højere fart. Der er mange faktorer, som bidrager til, at ilttilførslen til en muskel kan opretholdes på et højt niveau. De vigtigste faktorer er hjertets pumpekapacitet og den mængde blod, som kan pumpes ud i kredsløbet. Lige så klart er det, at da det er hæmaglobinkoncentrationen, som bestemmer, hvor meget ilt hver liter blod indeholder, så er det en fordel at have en høj hæmoglobin- (hæmatokrit) værdi.  **Kondital bliver bedre** Ved en kunstig forhøjelse af hæmatokritværdien stiger individets maksimale iltoptagelse (kondital) og dermed kapaciteten til udholdenhedsarbejde (figur 3). Det er noget forbavsende, at selv en meget stor forhøjelse af hæmatokritværdien (~55%) medfører en forøgelse af konditallet. Forbavselsen ligger i, at jo flere røde blodlegemer og jo højere hæmatokritniveau, desto mere "tyktflydende" bliver blodet og desto større bliver modstanden, specielt i de tynde blodkar (man siger, at blodets viskositet er forhøjet).  I alle lærebøger kan man læse, at viskositeten forøges markant, når hæmatokritværdien er forhøjet over normalværdien (figur 4). Men viskositetens effekt på den maksimale iltoptagelse er altså negligerbar. Det medfører, at et individ, som på kunstig vis forhøjer sin hæmatokritværdi over normalniveauet, vil kunne præstere bedre i idrætsgrene, hvor kondition er afgørende.  *Bengt Saltin er professor ved Center for Muskelforskning, Rigshospitalet.* |

Links:

<http://www.doping.dk/sideforloebbeholder.asp?artikelID=90>

<http://www.cykelmotion.dk/Artikler/H%C3%A6matokrit.pdf>

