

Blodets beståndsdelar och funktion.

Blodet tycks mer och mer framstå som den vävnad som innehar en central roll i hur vår sjukdom påverkar oss. Att säga att blodet är den avgörande länken är väl tidigt att påstå. Men att det har en mycket stor betydelse står helt klart. Det har också skrivits en hel del om blodet på forumet på denna hemsida, så därför skall jag försöka att ge lite information om blodet och dess beståndsdelar.

Blod

Blod är en kroppsvätska, "flytande vävnad". Den har förmågan att ta upp och binda, transportera och leverera syre, koldioxid, näringsämnen och ämnesomsättningsprodukter i och till vävnader och organ i kroppen. Den kan å andra sidan tillsammans med blodkärlen även svara för blodstillningen, den så kallade *hemostasen*, med andra ord att lokalt täta större eller mindre skador på blodkärlen, utan att samtidigt äventyra blodflödet. Blodet består av plasma, en äggviterik saltlösning, *blodkroppar*, uppslammade celler av olika slag, vilka är ansvariga för speciella funktioner. Blodets volym skall uppgå till ca. 80 ml/kg kroppsvikt. Något högre volym hos män och något lägre för kvinnor.

Blodets beståndsdelar

Knappt hälften av blodets volym utgörs av celler. De röda blodkropparna, *erythrocyterna*, svarar för 40-45 % av blodets volym. De vita blodkropparna, leukocyterna, svarar för mindre än 1 %. Blodplättarna, trombocyterna, mindre än 1 U av volymen. Halten av äggviteämnen (proteiner) i plasma uppgår till ca 7 % (60-80 g/l). Det finns flera tusen olika äggviteämnen i blodet. För att kunna överblicka dessa brukar de delas in i funktionsgrupper, bl.a. *transportproteiner*, t.ex. albumin, *skyddsproteiner*, t.ex. immunglobulinerna, och *reglerproteiner*, t.ex. vissa hormoner. I plasma finns också fett i form av triglycerider, kolesterol och lecitin. Som gjorts vattenlösliga genom att bilda komplex, *lipoproteiner*, med speciella blodäggviteämnen, *apolipoproteiner*, på ytan. Av salterna i blodet dominerar natrium, kalium, kalcium, och magnesium, resp. klorider och bikarbonat.

De röda blodkropparna (Erythrocyterna)

De röda blodkropparna är runda, bikonkava plattor, vilket ger en stor yta på en liten volym. Vilket underlättar för en snabb passage av syre och koldioxid in och ut ur cellen. Storleken på cellen är: diameter 7 μ m och volymen: ca 90 fl. Vilket betyder att det finns ett mycket stort antal.

Avgörande för de röda blodkropparnas funktion är deras innehåll av *hemoglobin*, ett äggviteämne uppbyggt av fyra delar, polypeptider, vardera med en järninnehållande hem-grupp med förmåga att binda syre. Halten av hemoglobin skall vara ca 150 g/l för män och ca 135 g/l för kvinnor. Det är hemoglobinet som ger blodet dess röda färg. 1 liter blod kan alltså binda och transportera ca 200 ml syre. Vanligen avger blodet ca 25 % av syret ute i vävnaderna. Hemoglobinet spelar också en avgörande för transporten av koldioxid från vävnaderna till lungorna och har därigenom betydelse för kroppens syra-basbalans. Genom att hemoglobinet är fördelat på ett stort antal formbara celler kan hemoglobinhalten vara hög utan att blodet blir alltför trögflytande.

De röda blodkropparna bildas i benmärgen, vilket tar 7-8 dagar. När dom sedan kommer ut i blodbanan så cirkulerar dom ca 120 dagar där. Därefter bryts dom ner i bl.a. benmärg, lever och mjälte. Produktionen av röda blodkroppar styrs av

tillväxtfaktorer, bl.a. erythropoetin, som produceras i vissa celler i njuren allt efter blodets syrenehåll. Så ju lägre syrehalten är i blodet desto mer stimuleras bildandet av erythropoetin och desto mer stimuleras benmärgen att producera röda blodkroppar.

Sedan kan det ju finnas ärftligt betingade avvikelser i uppbyggnaden av hemoglobinmolekylen. En sån avvikelse kan inte bara ge anemi utan också förändringar i hemoglobinet syrebindande förmåga; syre kan bindas både hårdare och mindre hårt än normalt.

Viktiga för de röda blodkropparnas normala funktion är också energiomsättningens enzymer, som tillsammans med det elastiska cellmembranet är en förutsättning för cellens form och eftergivlighet.

Några vanliga prover i anslutning till dom röda blodkropparna:

Hemoglobin (Hb)

Referensområde Kvinnor 120-150 g/L Män 140-170 g/L Förhöjd hemoglobinhalt orsakas av:

- Intorkning
- Polycytemi.

Om patienten är intorkad på grund av vätskeförlust eller vätskebrist sjunker blodvolymen. Antalet erythrocyter är dock oförändrat och därför stiger hemoglobinkoncentrationen. Polycytemi ses vid ökad erythropoietin-insöndring) t.ex. vid lung-, hjärt-, eller njursjukdomar samt vid höghöjsträning hos idrottare).

Syrebrist i njurarna stimulerar till ökad frisättning av erythropoietin, som stimulerar benmärgen till ökad blodkroppsbildning. Låg hemoglobinkoncentration kallas anemi eller blodbrist, och orsakas vanligast av:

- Anemi till följd av brist på " råvaror " till bildningen av erythrocyter
- Anemi på grund av toxisk verkan på benmärgen eller annan påverkan på blodkroppsbildningen i benmärgen.
- Anemi på grund av hemolys (erythrocyterna förstörs) eller blodförlust.

Medelcellvolym (MCV)

Referensområde:

Erc-MCV: 76 - 96 fL (femtoliter)

Förhöjt värde innebär att erythrocyternas genomsnittliga volym är större än normalt. Ökad medelvolym ses vid alkoholmissbruk (leversjukdom) och hos patienter med megaloblastanemi. Vid megoblastisk anemi är erythrocyterna i benmärgen stora och omogna. Anemin beror på brist på Vitamin B-12 eller folat (folsyra).

Sänkt Erc-MCV innebär att erythrocyternas volym är mindre än normalt.

Järnbristanemi är den vanligaste orsaken. Vi de allra flesta andra anemierna är erythrocyternas storlek normal.

Erythrocytvolymsfraktion (B-EVF) eller Hematokrit

Referensområde:

Kvinnor 37-43 %

Män 42-50 %

B-EVF talar om hur stor andel av blodvolymen som utgörs av erythrocyterna.

Undersökningen ger i stort sett samma information som mätningen av B-Hemoglobin.

Medelkoncentration hemoglobin i varje röd blodkropp (B-MCHC)

Referensområde:

320-360 g/L

Erc-MCHC talar om att den genomsnittliga koncentrationen av hemoglobin i erythrocyterna är låg. Anemier, där erythrocyterna innehåller låga halter av hemoglobin kallas hypokroma, därför att erythrocyterna är bleka när man ser dem i mikroskopet. Ett typiskt exempel är järnbristanemi.

Erythrocyter, partikelkoncentration (B-EPK)

Referensområde:

Kvinnor 4,0-5,0·10¹²/L

Män 4,5-5,5·10¹²/L

B-EPK är antalet erythrocyter per liter blod. Analysresultaten har ganska lite värde i sig (säger inte mer än t.ex. B-Hemoglobin), men är nödvändig för att kunna beräkna både B-MCV och B-MCH.

Medelmängd hemoglobin i varje röd blodkropp (MCH)

Referensområde:

28-35 pg (pikogram)

B-MCH anger den genomsnittliga hemoglobinmängden i erythrocyterna och ger i stort sett samma information som B-MCV

Blodplättarna (trombocyterna)

Blodplättarna finns och fullgör liksom erythrocyterna sin funktion bara i själva kärlbanan, där de vid behov initierar blodstillningen, hemostasen, framför allt i samband med lindriga skador på små blodkärl. Blodplättarna kommer från speciella celler i benmärgen, s.k. megakarocyter, och finns i blodet i ett antal av ca 250·10⁹/l. Överlevnadstiden i blodet uppgår till 8-10 dagar. Blodplättarna är små och skivformade med en diameter på ca 2 µm och en volym på ca 7 fl. De innehåller rikligt med substanser av betydelse för blodstillningen. Dessa substanser är lagrade i speciella korn, granula, och frigörs när blodplättarna "aktiveras". Vid kärlskador hakar sig blodplättarna fast, adhererar, till kärlskadan. Nya blodplättar binder sig därefter i många skikt, aggregerar, till det första lagret, och det uppstår en plugg av blodplättar som efterhand förstärks av utfällt fibrin. En viktig funktion i processen fullgörs av prostacyclin och tromboxan, från kapillärernas endotelceller resp. från blodplättarna.

Ett lågt antal blodplättar, *trombocytopeni*, är en vanlig orsak till blödningsbenägenhet. Nedsatt funktion hos blodplättarna, *trombasteni*, kan förekomma i ärftliga former (sällsynt), vid vissa sjukdomar, t.ex. lever- och njursjukdomar, samt efter tillförsel av läkemedel. Ett exempel på det senare, vilket ytnyttjas medicinskt, är tillförsel av acetylsalicylsyra, som i låga doser hämmar blodplättarnas deltagande i blodstillningen och därmed också minskar risken för för vissa typer av blodproppar. Ett ökat antal blodplättar kan förekomma som led i en kronisk inflammation, t.ex. vid reumatoid artrit, och benämns då *trombocytos*. Ibland är ökningen uttryckt för självständig nybildning i benmärgen; man talar då om trombocytemi.

De vita blodkropparna (leukocyter)

De vita blodkropparna är ett samlingsnamn för några grupper av kärnförande celler som finns cirkulerande i blodet men med skilda funktioner. Till skillnad från röda blodkroppar och blodplättar, är vita blodkroppar bara tillfälliga gäster i blodet, vilket de passerar på väg från sina utmognadsplatser ut till vävnader och organ. Till de vita

blodkropparna hör granulocyter, T- och B-lymfocyter samt monocyper. Totala antalet vita blodkroppar varierar.

Monocyterna

Bildas i benmärgen, från samma stamcell som granulocyterna. De vandrar ut i blodet där dom efter i genomsnitt ett knappt dygn går vidare ut i vävnaderna, med en överlevnadstid på flera år. Monocyterna svarar för 5-10 % av dom vita blodkropparna. Dom spelar en stor roll när det gäller att ta upp och bryta ner död vävnad, bakterier och andra främmande partiklar. Dom är också viktiga när det gäller att initiera och reglera immunologiska försvarsmekanismer, dvs. svaret från T och B-lymfocyter via bildning av biologiskt aktiva substanser, s.k. interleukiner.

Lymfocyterna

Har sina ursprungsceller, stamceller, i benmärgen, men den slutliga utmognaden sker i lymfatisk vävnad i t.ex. lymfkörtlar, mjälte, thymus och tarmslemhinna. Lymfocyterna använder blodet som transport, för att vi lymfan sprida sig i det s.k. interstitiella rummet runt cellerna i kroppens vävnader och organ. Efterhan återvänder lymfocyterna till blodet i s.k. recirkulation. Huvuddelen av lymfocyterna är T - lymfocyter. Vissa lymfocyter kan ha en mycket lång överlevnad (flera år).

Granulocyterna

Är den dominerande fraktionen av vita blodkroppar i blodet. De är av tre slag, neutrofila, eosinofila och basofila, benämnda efter färgbarheten hos kornen i cellplasman. Granulocyterna bildas alla i benmärgen utifrån en gemensam stamcell, men efter hand med skilda utmognadsvägar. Utmognadstiden är cirka fem dagar, sedan kommer en lika lång lagringstid i benmärgen. När den sedan kommer ut i blodet så stannar den där i 7-10 timmar, varefter den går vidare ut i vävnaderna i kroppens alla organ, där den överlever i 4-6 dagar. Av granulocyterna i blodet, är hälften cirkulerande i blodkärlen, medan hälften sitter "klistrad" till blodkärlens insida. Efter en ansträngning eller måltid sker en förskjutning så det blir fler granulocyter som cirkulerar.

De *neutrofila* granulocyternas funktion är att försvara mot bakterier, och det gör de genom att röra sig mot inkräktarna (kemotaxis), genom att ta upp dem (fagocytos) och genom att döda dem (baktericid verkan). Fagocytosen underlättas av immunglobuliner och andra plasmaproteiner. Den bakteriedödande förmågan bygger på granulocyternas innehåll av speciella enzymer, vilka ger dem möjlighet att bilda ämnen med kraftigt bakteriedödande effekt.

De *eosinofila* granulocyterna har fått sitt namn efter sin egenskap att färgas med det tegelröda färgämnet eosin. De har förmåga till kemotaxis och är rika på enzym och substanser med hämmande effekt på bl.a. bakterier och parasiter. Ökat antal eosinofila granulocyter, är vanligt t.ex. vid allergiska besvär. Fortfarande vet man inte om cellernas närvaro lindrar eller förstärker den allergiska reaktionen.

De *basofila* granulocyterna kännetecknas av sin höga halt av substanser med kraftig biologisk aktivitet, t.ex. heparin, histamin och s.k. slow reacting substance (SRS). Som alla frisätts och ger symptom i form av astma, hösnuva, nässselfeber etc. när den basofila granulocyten aktiveras av ämne som individen är överkänslig för. Reaktionen utlöses av ett särskilt immunglobulin (IgE), bundet i cellytan. I vävnaderna finns s.k.

mastceller med ungefär samma uppbyggnad, innehåll och funktion som de basofila granulocyterna i blodet.

Vanligt prov när det gäller vita blodkroppar

Leukocyter, partikelkoncentration (B-LPK)

Referensområde: 4-11·10⁹/L

Förhöjda värden kallas leukocytos orsakas av:

Infektioner, särskilt bakteriella infektioner, orsakar en moderat leukocytos (11-25·10⁹/L). En svårare infektion som blodförgiftning (sepsis) eller hjärnhinneinflammation (meningit) kan ge en kraftig leukocytos (>50·10⁹/L), och då ofta även med en ökad andel omogna leukocyter från benmärgen. Cellskador, till exempel vid hjärtinfarkt eller operation, ger ofta övergående leukocytos. Vid leukemi är antalet leukocyter vanligen förhöjt, men kan även vara normalt eller nedsatt. Leukocyternas utseende är avgörande för att ställa diagnosen.

Sänkta värden kallas leukopeni och orsakas av:

Allvarliga infektioner, t.ex. sepsis, kan leda till leukopeni på grund av att leukocyterna fastnar på väggen i små blodkärl och förstörs vid kampen mot bakterier eller andra mikroorganismer.

Immunologisk leukopeni orsakas av att kroppen bildar antikroppar som förstör leukocyterna.

Megaloblastisk anemi och aplastisk anemi drabbar inte bara bildningen av erythrocyter, utan leder även till att benmärgens bildning av leukocyter minskar.

Lukemi och andra sjukdomar som drabbar benmärgen kan leda till leukopeni.

Benmargssvikt kan orsakas av läkemedel eller toxiska substanser och är vanlig under cellgiftsbehandling. Mjältförstoring kan även leda till leukopeni eftersom mjälten bland annat bryter ned leukocyter.

Blodets äggviteämnen - plasmaproteinerna

För blodets transportfunktion spelar dess innehåll av proteiner en stor roll, både direkt och indirekt. Proteinerna utgör en synnerligen heterogen samling av substanser med stora variationer i storlek, struktur och funktion. Flertalet bildas i levern, men många t.ex. immunglobulinerna kommer från andra celler. Fördelningen av proteiner mellan blodet i kärlbanan och i det s.k. interstitiella rummet ute i vävnaderna varierar alltefter molekylernas storlek; ju större proteinmolekyl, desto mindre andel i kärlbanan.

Proteinernas överlevnadstid varierar starkt. Albumin har en genomsnittlig överlevnad på 15-20 dagar, fibrinogen 3-4 dagar; andra plasmaproteiner är ännu mer kortlivade.

Transportproteiner

I denna grupp dominerar *albumin*, som bildas i levern. Den totala mängden albumin i kroppen uppgår till drygt 300g; av denna cirkulerar 40 % i blodbanan.

Koncentrationen i plasma till ca 40 g/l, dvs. albumin är det kvantitativt dominerande av alla plasmaproteiner. Eftersom molekylen är av måttlig storlek, har albumin stor betydelse för att upprätthålla det s.k. kolloidosmotiska trycket, dvs. det tryck som håller vattnet kvar i blodet vid flödet genom kapillärerna. Låga albuminhalter, kan medföra att vätska läcker från blodet ut i vävnaderna (ödem). Albumin tar också upp, binder och transporterar en lång rad substanser mellan olika delar av kroppen. Energirika fettsyror förs tex. ut till vävnaderna bundna till albumin. Kalcium-, koppar- och magnesiumjoner transporteras också i viss utsträckning bundna till albumin.

Bilirubin från nedbrytningen av hem i hemoglobin transporteras hårt bundet till albumin. Många läkemedel binds också till albumin.

Andra proteiner kännetecknas av en specifik transportfunktion, t.ex. *transferrin*, som transporterar järnjoner, vilka i fri form är toxiska, till benmärgen, *haptoglobin*, som binder fritt hemoglobin som annars skulle läcka ut via njurarna i urinen, *sexuallhormonbindande globulin*, SHBG, samt *transkobalaminerna*, som binder vitamin B 12. De tidigare nämnda lipoproteinkomplexen med fett och apolipoproteiner kan sägas vara en form av transportproteiner för fett.

Skyddsproteiner

Till skyddsproteiner hör bl.a. *immunglobulinerna*, som tillsammans med de proteiner som bygger upp komplementsystemet spelar stor roll för kroppens immunförsvar, och vidare *koagulationsfaktorerna*, som deltar i blodstillningen. Många äggvitespjälkande enzym hör också hit, t.ex. *alfa -1 -antitrypsin* och *alfa -2 -makroglobulin*.

Fibrinogenet, en av koagulationsfaktorerna som finns i blodet i en koncentration på ca 3 g/l, förtjänar ett särskilt omnämmande. Det är det plasmaprotein som spelar störst för den s.k. sänkan, SR. Halten av fibrinogen, en av många akutfasproteiner, stiger i samband med inflammatorisk reaktion, t.ex. vid infektion, tumörsjukdom, benbrott och hjärtinfarkt. Ju högre fibrinogenhalten är, desto högre blir " sänkan ". Det system som koagulationsfaktorerna bygger upp i blodstillningens tjänst är av avgörande betydelse för fullgörandet av blodets funktion. Blodstillningen, som bygger på medverkan av såväl trombocytorna som av faktorer i plasma och inte minst av endotelcellerna, som bekläder insidan av blodkärlen, är ett bra exempel på hur ett antal faktorer i och kring blodet samordnar sin funktion med inriktning på att hålla kärlbanan slutet. Härigenom förhindras vid kärl- eller vävnadsskada onödig förlust av blod utan att blodflödet i andra delar av organismen äventyras. Om det totala blodflödet hämmades, skulle blodets egentliga funktion omintetgöras.

Lasse Lindberg

Referenser till ovanstående:

Nationalencyklopedin

Klinisk kemi och Fysiologi, av Bjørn Hokland och Steinar Madsen.