

# Hämatologie

## Basishämatologie

Blut lässt sich zuerst einmal abzentrifugieren in feste und flüssige Bestandteile; die festen betragen ungefähr 45% (Hämatokrit). Bei der Tour de France wird man ab 50% Hkt disqualifiziert, da das ein Hinweis auf Epo-Einnahme ist.

In 1  $\mu$ l Blut, also 1  $\text{mm}^3$ , befinden sich in Normalfall

- 5 Mio. Erys  $\rightarrow$  15g/dl Hb  $\rightarrow$  45% Hkt (so als Faustregel immer x3)
- 5.000 Leukos  $\rightarrow$ 
  - 60% Neutrophile Granulozyten
  - 30% Lymphozyten
  - 6% Monozyten
  - 3% Eosinophile Granulozyten
  - 1% Basophile Granulozyten
- 150.000 - 450.000 Thrombos

Die flüssige Phase nach dem Abzentrifugieren nennt man Plasma; wenn man daraus Fibrinogen und Gerinnungsfaktoren entfernt, hat man das Serum übrig.

Der Proteinanteil im Plasma besteht aus

- 60% Albumin
- 4%  $\alpha$ 1-Globulinen
- 8%  $\alpha$ 2-Globulinen
- 12%  $\beta$ -Globulinen
- 16%  $\gamma$ -Globulinen

Bei einem Plasmozytom erhält man einen typischen riesigen M-Peak (m für monoklonale Antikörper) anstelle des 16%-Peak für  $\gamma$ -Globuline.

## Blutbildung

Man geht von einer multipotenten hämatologischen Stammzelle aus, die sich in alle Blutzellen, vom Thrombozyt über den Erythrozyt bis zum Lymphozyt, weiterentwickeln kann, man hat sie allerdings noch nicht direkt nachweisen können.

Nachweisen konnte man die „Nachfolger“, die Stammzellen der Lymphozyten (T- und B-Lymphozyten) und die Stammzellen der Myelozyten (Granulozyten, Erythrozyten, Monozyten  $\rightarrow$  Makrophagen, Megakaryozyten).

## Blutwerte

Ab etwa 2g/dl Deoxy-Hämoglobin sehen Lippen, Nagelbetten usw. blau aus (Zyanose). Wenn jemand mit 15g/dl Hb ins kalte Wasser geht, bekommt er schneller eine Zyanose als jemand mit 6g/dl Hb, da bei dem ja ein Drittel seiner Erythrozyten deoxygeniert sein müssten. Merke: Ein Patient mit Anämie kriegt nicht so schnell eine Zyanose wie ein Patient ohne Anämie!

Anämie ist definiert als die Verminderung von Erythrozytenzahl, Hämoglobinkonzentration und/oder Hämatokrit unter die alters- und geschlechtsspezifischen Referenzwerte, normalerweise unter einen Hb von 12g/dl.

Das MCH (mittleres korpuskuläres Hämoglobin) gibt an, wieviel Pikogramm Hb in einem Ery im Schnitt enthalten sind und sollte um die 30pg liegen; sie errechnet sich einfach mit Hb / Ery-Zahl. Ist das MCH zu niedrig, liegt eine hypochrome Anämie vor.

Das MCV (mittleres korpuskuläres Volumen) gibt das durchschnittliche Volumen eines Erys in Femtolitern an, errechnet sich als Hkt / Ery-Zahl und sollte um die 90fl betragen. Ist das MCV zu niedrig, liegt eine mikrozytäre Anämie vor.

Das MCHC (mittlere korpuskuläre Hämoglobinkonzentration) gibt die Hämoglobinkonzentration aller zellulären Bestandteile im Blut an und berechnet sich aus Hb / Hkt; der Referenzwert liegt bei 330-360g/l.

Das freie Eisen im Blut ist sehr wenig aussagekräftig und unterliegt starken Schwankungen; besser sollte man das Ferritin bestimmen, die wichtigste Speicher- und Transportform des Eisens. Bei einer Eisenmangelanämie ist das Ferritin erniedrigt, als Therapie sollte man die Ursache suchen (z.B. blutende Magengeschwüre, Ovarialkarzinome usw.) anstatt einfach Eisentabletten zu geben.

Der menschliche Körper enthält insgesamt nur etwa 5g Eisen und hat keine physiologischen Mechanismen, überschüssiges Eisen loszuwerden. Speichert der Mensch zu viel Eisen ab, bekommt er eine sog. „Bronze-Diabetes“, eine Hämochromatose. Das Eisen lagert sich überall ein und schädigt Organe wie Herz, Leber, Milz, Schilddrüse; die Haut erscheint durch die Einlagerungen bronzefarben.

Es gibt zwei hypochrome mikrozytäre Anämien: Die Eisenmangelanämie und die Thalassämie (Mittelmeer-Anämie), eine hämolytische Erkrankung, die homo- oder heterozygot (dann ist sie nicht behandlungsbedürftig) vorliegen kann.

Hyperchrome, makrozytäre Anämien gehen auf eine verlangsamte Zellteilung der Ery-Vorläuferzellen zurück bei gleichzeitig normaler Hb-Bildung; hierbei fehlt Vitamin B<sub>12</sub>, das zur DNA-Duplikation nötig ist. Vitamin B<sub>12</sub> ist ein Speichervitamin, d.h. es gibt Speicher dafür, die erst nach Jahren leer sind. Wenn ein Mensch sich auf einmal nur noch vegan ernährt, dauert es 4-5 Jahre, bis sich eine Vitamin B<sub>12</sub>-Mangelanämie (perniziöse Anämie) entwickelt.

Auch entstehen kann sie durch Ileumresektion (dort wird es resorbiert), Magenresektion, Gastritis Typ A o.Ä. (in den Belegzellen des Magens wird der intrinsic factor produziert, der zur Aufnahme im Ileum nötig ist). Die Anämie ist deshalb so perniziös = venichtend, weil Cobalamin (Vit B<sub>12</sub>) auch zur Myelinsynthese benötigt wird und ein Mangel auch zur Degeneration vor allem der Seiten- und Hinterstränge des Rückenmarks führt (funikuläre Myelose).

Eine normochrome, normozytäre Anämie kann auf eine akute Blutung zurückgehen oder ist hämolytisch bedingt.

Hämolytische Anämien gehen darauf zurück, dass die Erythrozyten keine 120 Tage mehr, sondern kürzer leben. Entweder die Erys selbst bringen einen Defekt schon mit (korpuskuläre hämolytische Anämie) oder sie werden zerstört (extrakorpuskuläre hämolytische Anämie).

Die korpuskulären Störungen können membranbedingt (Sphärozyten), Hb-bedingt (Sichelzellanämie) oder enzymbedingt sein.

Bei Vorliegen von Sphärozyten werden die Patienten oft auf Grund einer infektausgelösten Lyse auffällig, es werden auf einmal Milliarden von Erythrozyten lysiert. Man beobachtet dann eine erhöhte Anzahl von Reticulozyten im Blut (junge Erys), evtl. eine Splenomegalie, das LDH steigt, weils aus den lysierten Zellen rauskommt, außerdem sinkt das Haptoglobin, da das freigesetzte Hb an das Haptoglobin bindet und es ins Knochenmark aufgenommen wird, um das Hb wieder abzugeben.

Enzymbedingte korpuskuläre Störungen gehen auf die Glucose-6-Phosphat-Dehydrogenase zurück, der oxidative Stress ist erhöht, es kommt zu Favismus (sog. Bohnenkrankheit), da Saubohnen anscheinend den oxidativen Stress kurzzeitig stark erhöhen.

Extrakorpuskuläre hämolytische Anämien gehen entweder einfach auf mechanische Einwirkungen zurück, etwa veränderte Kapillaren (thrombotische Mikroangiopathie) oder künstliche Herzklappen (die Erythrozyten werden dann einfach verhackstückelt, man findet dann sog. Fragmentozyten), auf immunologische, also Autoantikörper (AIHA = autoimmune hämolytische Anämie), oder auf infektiöse, etwa Malaria.

Eine Polyzythämia vera ist ein idopathisches myeloproliferatives Syndrom, das verschiedenen Krankheitsbilder machen kann, da sich etwa vermehrt Erys oder Thrombos bilden können; sie kann in eine Leukämie ausarten.



