



Inhalt

1. Einleitung Blut.....	4
1.1. Aufgaben des Blutes	5
1.2. Blutvolumen.....	6
1.3. Blutbildung = Hämatopoese	7
1.3.1 Erythrozyten.....	9
1.3.2. Retikulozyten	10
1.3.3. Regulation der Erythropoese	11
1.3.4. Hämatokrit (Hkt)	11
1.3.5. Hämoglobin.....	11
1.4. Blutgruppen	13
1.4.1. Rhesus-System.....	14
1.4.2. Abbau der Erythrozyten und des Hämoglobins	15
1.5. Leukozyten.....	15
1.5.1. Leukopoese	16
1.5.2. Granulozyten.....	19
1.5.3. Neutrophile Granulozyten.....	19
1.5.4. Eosinophile Granulozyten	20
1.5.5. Basophile Granulozyten	21
1.6. Lymphozyten	21
1.7. Monozyten	22
1.8. Thrombozyten	24
1.8.1. Thrombozyten und Blutstillung	24
1.8.2. Blutgerinnung.....	25
1.8.2.1. Exogenes System.....	27
1.8.2.2. Endogenes System.....	27
1.8.2.3. Hemmung	27
1.8.2.4. Antikoagulantien (Gerinnungshemmer)	27
1.8.2.5. Fibrinolyse	28
1.9. Plasma	29
1.9.1. Flüssigkeitsverteilung im Körper	29
1.9.2. Plasmaproteine.....	29
1.9.3. Funktionen des Plasmas.....	30
1.9.4. Stoffaustausch.....	31
1.10. Übersicht Physiologie.....	32
1.10.1. Sauerstofftransport, Abtransport von Kohlendioxid	32
1.10.2. Homöostase (inneres Milieu).....	33
1.10.3. Ionenkonzentration	33
1.10.4. pH-Wert.....	34
1.10.5. Wassergehalt.....	35
1.10.6. Temperatur	35
1.10.7. Puffersysteme.....	36
1.10.8. Bluttransfusionen	36
2. Untersuchung und Diagnostik	39
2.1. Anamnese.....	39
2.2. Vorerkrankungen.....	39
2.3. Körperliche Untersuchung	39
3. Labordiagnostik	40
3.1. Blutbild.....	40



Blut / Lymphe

3.1.1. Erythrozytenindizes	40
3.1.2. Rumpel-Leed-Test	40
3.1.3. Quick-Test (Thromboplastinzeit, Prothrombinzeit)	41
3.1.4. Partielle Thromboplastinzeit (PTT)	41
3.1.5. Thrombinzeit	41
3.1.6. Blutungszeit nach Duke	41
3.1.7. Blutkörperchensenkungsgeschwindigkeit (BSG)	41
3.1.7.1. Veränderungen der BSG	42
4. Pathologie	44
4.1. Leukozytose	44
4.2. Leukopenie	45
4.3. Thrombozytose	46
4.4. Thrombopenie	46
4.5. Blutungsneigung / Hämorrhagische Diathese	46
4.6. Erkrankungen der Erythrozyten	47
4.6.1. Formvarianten	47
4.6.2. Polyglobulie	47
4.6.3. Anämien	48
4.6.4. Eisenmangelanämie	49
4.6.5. Perniziöse Anämie / B12 –Mangelanämie	50
4.6.6. Folsäure Anämie	51
4.6.7. Hämolytische Anämie	51
4.7. Myeloproliferative Erkrankungen	53
4.7.1. Polycythaemia rubra vera	53
4.7.2. Osteomyelosklerose	54
4.8. Erkrankungen der Leukozyten	54
4.8.1. Leukämien	54
4.8.2. Akute lymphatische Leukämie	55
4.8.3. Akute myeloische Leukämie	56
4.8.4. Chronisch myeloische Leukämie	56
4.8.5. Chronisch lymphatische Leukämie	57
4.8.6. Haarzell – Leukämie	59
4.9. Agranulozytose	60
4.9. Störungen der Blutgerinnung	61
4.9.1. Thrombopathie	61
4.9.2. Verbrauchskoagulopathie	61
4.9.3. Hämophilie	62
5. Lymphe	63
5.1. Lymphatisches System	63
5.2. Lymphe	63
5.3. Lymphgefäße	64
5.4. Lymphknoten	65
5.4.1. Aufgaben der Lymphknoten	65
6. Milz	66
7. Lymphatischer Rachenring/ Waldeyer-Rachenring	67
8. Thymus	67
9. Untersuchung und Diagnostik	68
9.1. Anamnese	68
9.2. Körperliche Untersuchung	68
10. Pathologie	69
10.1. Begrifflichkeiten	69



Blut / Lymphe

10.2.Lymphknotenschwellung (Lymphom).....	69
10.3.Splenomegalie.....	70
10.4.Hypersplenismus	71
10.5.1.Gutartige Erkrankungen des lymphatischen Systems	72
10.5.2.Lymphödem	72
10.5.4.Lymphadenitis	75
10.6.Bösartige Erkrankungen des lymphatischen Systems.....	76
10.6.1.Maligne Lymphome	76
10.6.2.Morbus Hodgkin (Lymphgranulomatose)	76
10.6.3.Non – Hodgkin – Lymphom	77
10.6.4.Plasmozytom / multiples Myelom / Morbus Kahler	78
10.7.Milzruptur	79
11.Blut/Examens-Fragen	80
12.Blut/Multiple Choice Fragen	85
13.1.Lösungen.....	93
13.Quellennachweis: Wikipedia.....	94



1. Einleitung Blut

- macht etwa 8% des Körpergewichtes aus
- Männer haben durchschnittlich 5-6 l Blut, Frauen 4-5 l
- Verteilung: 3-4 Liter Blut zirkulieren in den Arterien und Venen, der Rest befindet sich in den Reservedepots (Leber, Milz)
- pH: ~7,4
- Temperatur im Körper: 37°C
- ist eine Suspension
- Viele Krankheiten lassen sich aus dem Blutbild erkennen
- von den im Körper enthaltenen 4g Eisen (ca. 0,005% des Körpergewichtes) sind 3g im Hämoglobin gebunden

Das Blut besteht wie alle Gewebe aus einer flüssigen Interzellulärsubstanz, dem Blutplasma, und verschiedenen zellulären Elementen.

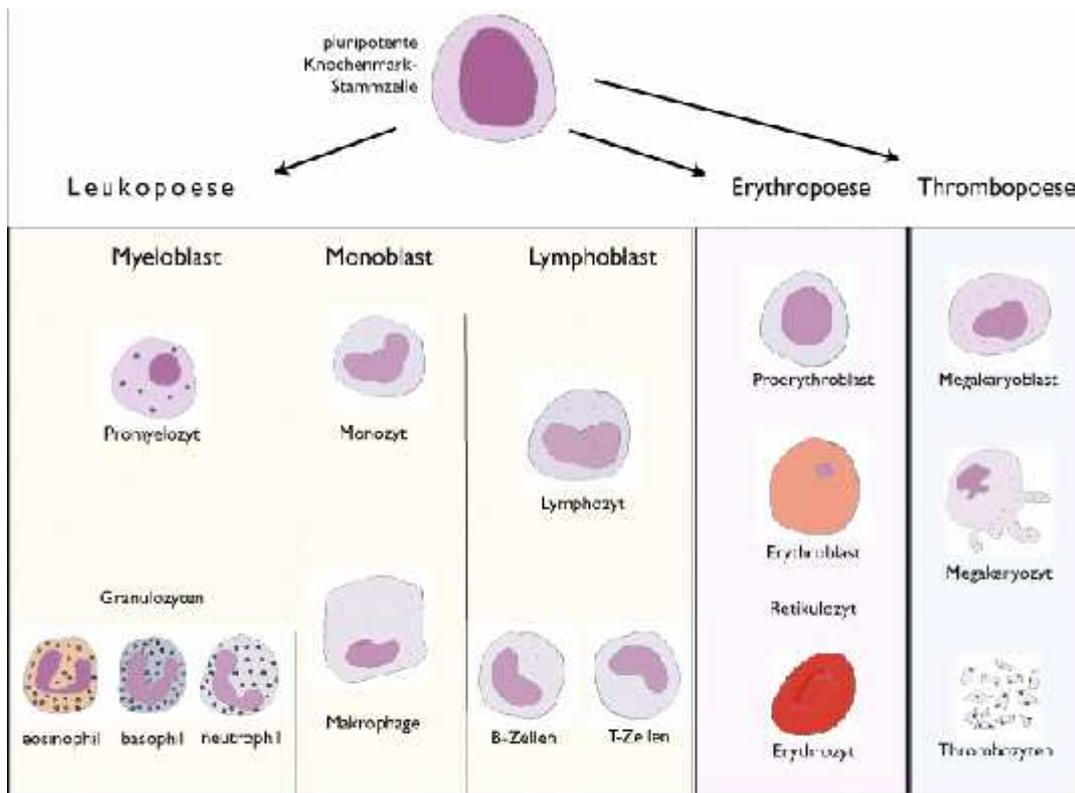


Abbildung 1: Blutzellenübersicht [1]

- Fester Anteil: Blutzellen (45%)
- Flüssiger Anteil:
 - Blutplasma (55%) enthält Gerinnungsfaktoren
 - Blutserum = Blutplasma ohne Gerinnungsfaktoren

Blutzellen werden unterteilt in:

- Erythrozyten (rote Blutkörperchen)
 - 99% der Blutkörperchen sind Erythrozyten
 - dienen dem Sauerstoff- und Kohlendioxidtransport
- Leukozyten (weiße Blutkörperchen)



Blut / Lymphe

- werden weiter eingeteilt in:
 - Granulozyten
 - Lymphozyten
 - Monozyten
- Dienen der Abwehr von Krankheitserregern und Fremdstoffen
- Thrombozyten (Blutplättchen)
 - Sind an der Blutgerinnung beteiligt

1.1. Aufgaben des Blutes

- Transportfunktion:
 - Das Blut versorgt jede einzelne Zelle mit Sauerstoff und Nährstoffen.
 - Weiter gewährleistet es den Abtransport von Kohlendioxid und Stoffwechselabfallprodukten.
 - Hormone, Eiweiße, Elektrolyte und Vitamine werden ebenfalls über die Blutbahn transportiert.
- Abwehrfunktion:
 - Im Blut befinden sich Abwehrzellen, die körperfremde Partikel, Krankheitserreger und kranke Zellen bekämpfen. Ebenso findet hier der Abbau körpereigener Substanzen statt.
- Wärmeregulation:
 - Durch die Blutzirkulation ist es dem Körper möglich eine konstante Körpertemperatur aufrecht zu halten. Durch die große Wärmekapazität des Plasmawassers wird auch „Wärme“ transportiert.
- Gerinnung und Blutstillung:
 - Durch den Verschluss kleinerer Gefäße, Thrombozytenaggregation und die Gerinnungskaskade wird bei einer Gefäßläsion der Organismus vor größerem Blutverlust geschützt.
- Aufrechterhaltung des inneren Milieus:
 - Das Blut sorgt durch den Vorgang der Homöostase für die Konstanthaltung der Ionenkonzentration, des pH-Wertes, des Wassergehaltes sowie der Temperatur.
- Pufferfunktion:
 - Das Blut hat einen pH-Wert von 7,38 - 7,42. Durch mehrere Puffersysteme ist es ihm möglich, diesen pH-Wert konstant zu halten.



1.2. Blutvolumen

beim Erwachsenen: 7 – 8 % des Körpergewichts
60 – 80 ml/kg
~ 4-6 l

beim Kind: 8 – 9 % des Körpergewichts

ist das Volumen normal, spricht man von Normovolämie

Hypovolämie Volumenverlust

- durch Wasserverlust
- Schwitzen
- Nierenfunktionsstörung (z.B. fehlerhafte Rückresorption)
- mangelhafte Einnahme von Wasser
- durch Blutung

Volumenabfall bis 20 %: die Hypovolämie zeigt keine Symptome

Volumenabfall bis 30 %: Schock kann auftreten

Volumenabfall von 50 %: mit dem Leben nicht vereinbar

Hypervolämie Volumenzunahme z.B. durch Aufenthalt in Bergluft



1.3. Blutbildung = Hämatopoese

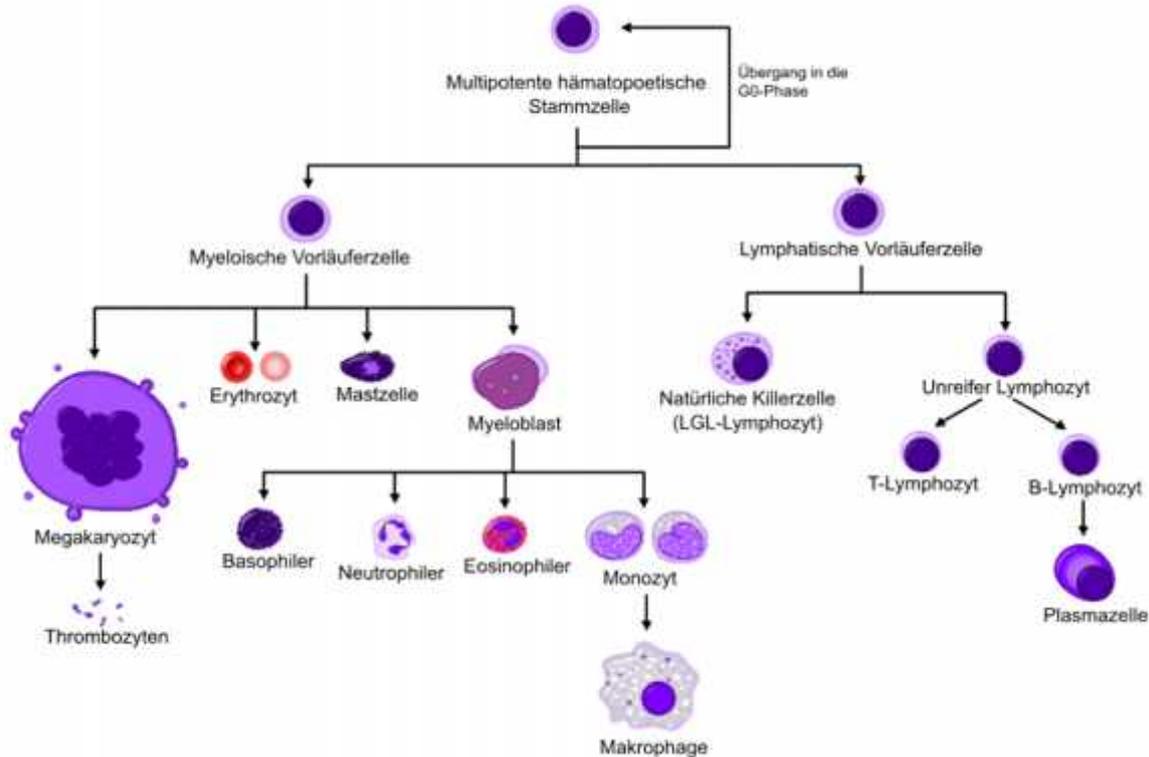


Abbildung 2: Hämatopoese [2]

Der menschliche Körper muss ständig neue Blutkörperchen produzieren, da in jeder Sekunde ca. 2 Millionen verbraucht werden. Die Blutbildung, auch Hämatopoese bezeichnet, findet fast ausschließlich im roten Knochenmark statt.

Beim Erwachsenen findet sich rotes Knochenmark in den flachen Knochen des Kopfes, des Beckens, des Brustbeins, der Rippen und Wirbelkörper. Die langen Röhrenknochen von Oberarmen und Oberschenkeln enthalten nur noch in der Nähe des Körperstamms rotes Mark.

Im Schaft der langen Knochen (Diaphyse) wird das rote Knochenmark mit zunehmendem Alter durch Fettmark ersetzt. Beim Säugling ist das rote Knochenmark noch überall zu finden.

Beim Erwachsenen kann die Leber die Blutbildung übernehmen, wenn das Knochenmark zugrunde gegangen ist.

Alle Blutkörperchen werden aus denselben Stammzellen (pluripotenten Stammzellen) gebildet.



Blut / Lymphe

Aus ihnen entwickeln sich sogenannte "Vorläuferzellen", die die jeweiligen Entwicklungsreihen der Blutzellen bestimmen. Da sie auf eine Zellart festgelegt sind können sie sich nicht mehr zu anderen Zellarten entwickeln. Durch Teilung und Differenzierung werden aus den „Vorläuferzellen“ unreife "Blasten" die sich dann weiter zu reifen und funktionstüchtigen Zellen entwickeln.

Die Endprodukte dieser Entwicklung sind die:

- Erythrozyten
- Leukozyten
 - Granulozyten
 - Monozyten
 - Lymphozyten
- Thrombozyten

Damit unreife Zellen nicht in die Blutbahn gelangen, besteht eine starke Bindung an die zwischengelagerten Bindegewebszellen des Knochenmarks. Erst mit zunehmender Reifung lässt diese Bindung nach, die Blutzellen können sich lösen und in die Blutbahn übertreten.



1.3.1 Erythrozyten

Lebensdauer: 100 – 120 Tage

Blutspende: nur alle 3 Monate darf ein gesunder erwachsener maximal Blut spenden. Dies erklärt sich aus der Lebensdauer der Erythrozyten.

Im Blutkreislauf eines gesunden Erwachsenen zirkulieren zwischen 24 bis 30 Billionen Erythrozyten ($24 - 30 \times 10^{12}$), die eine Gesamtoberfläche von 3.000 - 4.000 m² aufweisen. Täglich werden zum Ersatz überalterter Erythrozyten beim Menschen etwa 200 Milliarden (~1 % der Gesamtzahl) rote Blutkörperchen neu gebildet, was einer Bildungsrate von mehr als 3.000.000 Erythrozyten pro Sekunde entspricht. Dafür benötigt er ausreichend Eisen, Vitamin B12, Folsäure und die Spurenelemente Zink und Kobalt.

Form

Die Erythrozyten haben die Form einer bikonkaven, flachen Scheibe. Da sie sehr klein und leicht verformbar sind, sind sie in der Lage auch die kleinsten Blutgefäße zu passieren.

- Randdicke von 2 µm
- mittlere Dicke 1 µm
- Durchmesser 7,5 µm

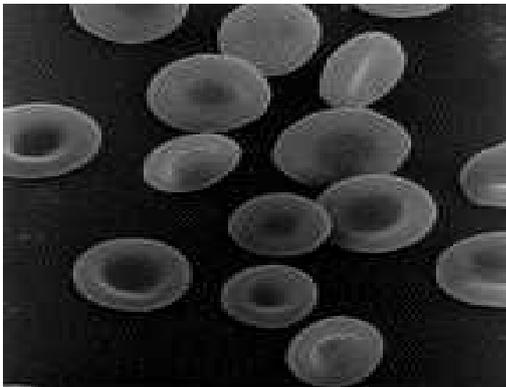


Abbildung 3: Erythrozyten [3]



1.3.2. Retikulozyten

- Retikulozyten sind jugendliche rote Blutkörperchen und entstehen 1 bis 2 Tage nach der Entkernung aus den Normoblasten im Knochenmark.
- Im Gegensatz zu Erythrozyten enthalten sie noch RNA und Zellorganellenreste und sind noch etwas größer als diese.
- feine netzförmige reticulum ist die Verkleinerungsform von rete „Netz“ Zeichnung im Zytoplasma darstellt.
- Der Retikulozyt wandert aus dem Knochenmark ins Blut, wo er zu einem fertigen, kernlosen Erythrozyt heranreift.
- Der Anteil liegt bei unter 1% der Erys.
- Nach starkem Blutverlust können die Retikulozyten auf über 40% innerhalb weniger Tage zunehmen.



1.3.3. Regulation der Erythropoese

- Die Erythropoese wird über das in der Niere gebildete Hormon Erythropoetin reguliert. Kommt es zu einer erniedrigten Sauerstoffsättigung im Blut schüttet die Niere vermehrt Erythropoetin aus.
- Dieses wirkt stimulierend auf die Teilung der Stammzellen und die Hämoglobinbildung.

Der Normwert der Erythrozytenzahl beträgt für

- Männer: $4,3-5,9 \times 10^6/\mu\text{l}$
- Frauen: $3,5-5,0 \times 10^6/\mu\text{l}$

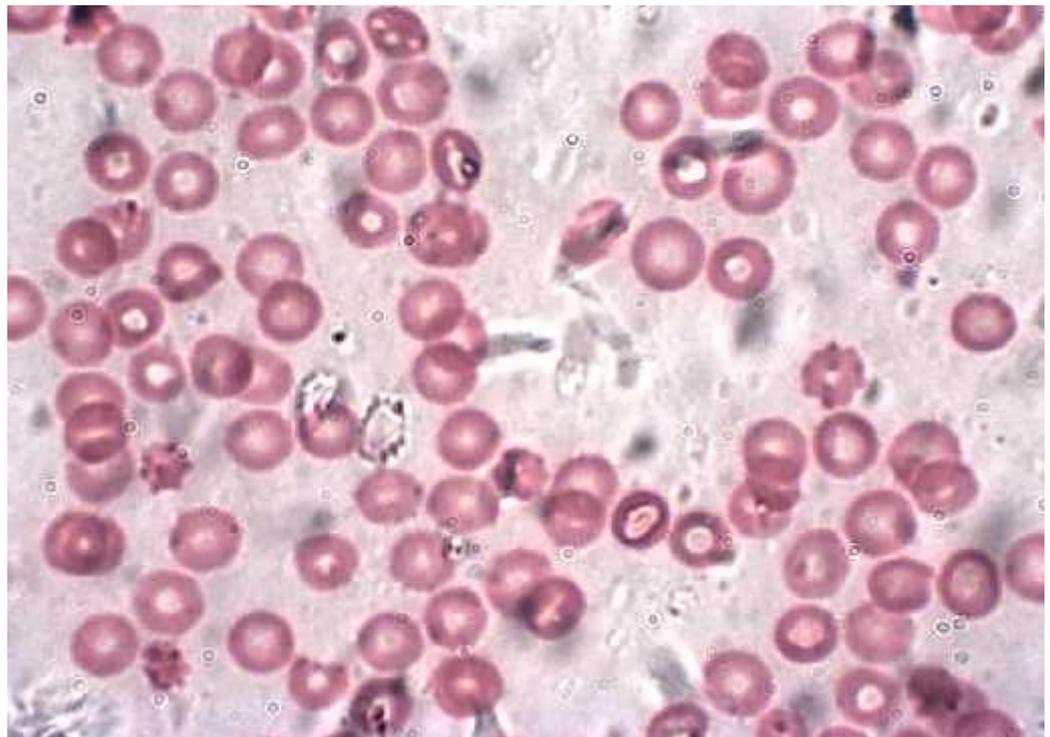
1.3.4. Hämatokrit (Hkt):

bezeichnet den Anteil der zellulären Bestandteile am Volumen des Blutes und ist ein Maß für die Zähflüssigkeit des Blutes.

Normwerte:

- m: 40 – 52 Vol% - ca 5,1 Mio / μl Blut
- w: 37 – 48 Vol% - 4,6 Mio / μl Blut

Abbildung
4: Blut
Mikroskop
[4]



Erythrozyten sind sehr gut verformbar und können auch engste Kapillaren leicht passieren. Sie legen sich zu „Geldrollen“ zusammen. Die bikonkave Scheibenform ermöglicht

außerdem eine maximale für den Gasaustausch verfügbare Membranfläche; bei ca. 25×10^{12} Erythrozyten im Körper rechnet man mit einer gesamten Oberfläche von $3\,000 - 4\,000 \text{ m}^2$.

Erythrozyten enthalten keinen Zellkern und sind somit nicht teilungsfähig. Hauptbestandteil der Erythrozyten ist neben Eisen, Wasser das Protein Hämoglobin, das ihnen ihre charakteristische rote Farbe verleiht und für den Sauerstofftransport verantwortlich ist.



1.3.5. Hämoglobin

- Hämoglobin besteht aus vier umeinander geschwungenen Aminosäureketten, den Globinen. In der Mitte des Häms liegt ein Eisenatom. Dieses Eisenatom übt eine starke Anziehungskraft auf Sauerstoff aus. Und es gibt ihn auch leicht wieder ab.
- Das ist die Besonderheit des Hämoglobins. Frei im Blut zirkulierende Eisenatome würden den Sauerstoff fest binden und ihn normalerweise nicht wieder abgeben.

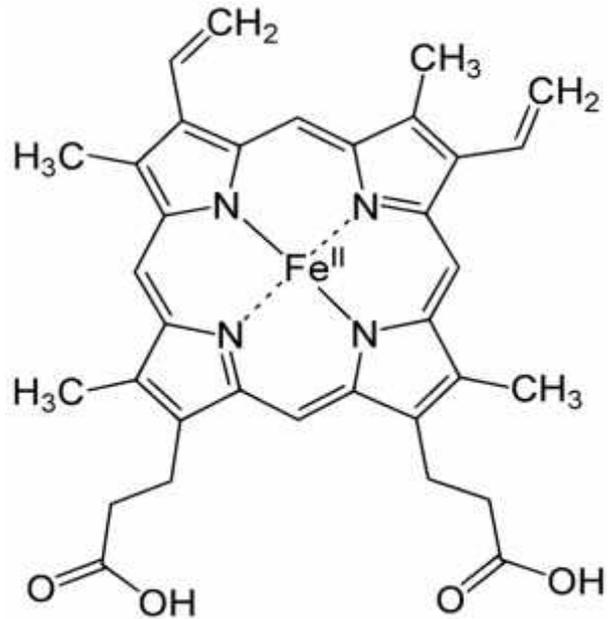


Abbildung 5: Hämoglobin [5]

Hb-Konzentration

	normal	Anämie
Männer	140 – 175 g/l	< 130 g/l
Frauen	123 – 153 g/l	< 120 g/l



Blut / Lymphe

1.4. Blutgruppen

ABO-System

Die Membranoberfläche der Erythrozyten trägt an ihrer Außenseite die Träger der bekannten Blutgruppenmerkmale (ABO, Rhesus)

Das Blut wird in vier verschiedenen Blutgruppen unterteilt. Die Häufigkeiten für Deutschland sind:

- Blutgruppe A: 44 %
- Blutgruppe B: 12 %
- Blutgruppe AB: 6 %
- Blutgruppe 0: 38 %

Die unterschiedlichen Blutgruppen entstehen durch die verschiedenen Oberflächeneiweiße der Erythrozyten. Diese Oberflächeneiweiße werden als Blutgruppenantigene bezeichnet.

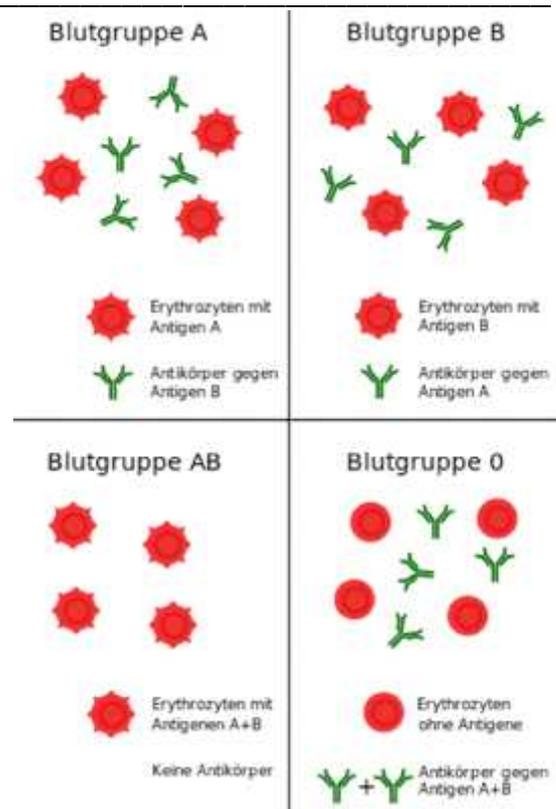


Abbildung 6: Blutgruppen [6]

- Erythrozyten der Blutgruppe A haben das Blutgruppenantigen A
- Erythrozyten der Blutgruppe B haben das Blutgruppenantigen B
- Erythrozyten der Blutgruppe AB besitzen die Blutgruppenantigene A und B
- Erythrozyten der Blutgruppe 0 gar keine Blutgruppenantigene

Im Blutplasma befinden sich Antikörper gegen fremde Blutgruppen. Diese Antikörper sind IgM-Immunglobuline (nicht placentagängig). Kommen zwei unterschiedliche Blutgruppen miteinander in Kontakt kommt es zu Antikörperreaktionen, was tödliche Folgen haben kann.

- Menschen mit der Blutgruppe A haben in ihrem Blutplasma Antikörper gegen das Blutgruppenantigen B (Anti-B-Antikörper)
- Menschen mit der Blutgruppe B haben Antikörper gegen das Blutgruppenantigen A (Anti-A-Antikörper)
- Menschen mit der Blutgruppe AB haben keine Antikörper im Blutserum
- Menschen mit der Blutgruppe 0 haben sowohl Antikörper gegen das Blutgruppenantigen A (Anti-A-Antikörper) als auch gegen das Blutgruppenantigen B (Anti-B-Antikörper)

Die Blutgruppe 0 wird auch als Universalspenderblut bezeichnet, da sich auf ihrer Oberfläche keine Blutgruppenantigene befinden.

Die Blutgruppe AB wird als Universalempfängerblut bezeichnet, da sie weder Anti-A-Antikörper noch Anti-B-Antikörper besitzt.



2. Untersuchung und Diagnostik

2.1. Anamnese

2.2. Vorerkrankungen

- Familiäre Dispositionen
- Aktuelle Beschwerden
- Stuhl- und Miktionsanamnese
- Menstruationsanamnese
- Ernährungs- und Alkoholanamnese
- Medikamentenanamnese

2.3. Körperliche Untersuchung

Inspektion:

- Haut- und Schleimhautfarbe
- Farbe der Augenbindehäute
- Zunge
- Veränderungen der Haut z.B. Mundwinkelrhagaden
- Kleine Einblutungen
- Lymphknotenvergrößerungen
- Entzündliche Prozesse

Palpation:

- Leber- und Milzgröße
- Lymphknoten

Auskultation:

- Herz (z.B. Strömungsgeräusch bei Anämie)

Neurologische Untersuchungen (z.B. bei perniziöser Anämie)



3. Labordiagnostik

3.1. Blutbild:

- Kleines Blutbild besteht aus:
 - Zahl der Erythrozyten, Leukozyten und Thrombozyten
 - Erythrozytenindizes
- Großes Blutbild (Differentialblutbild), dient der quantitativen und qualitativen Beurteilung. Dazu werden kernhaltige Zellen im Blutaussstrich ausgezählt (Granulozyten, Lymphozyten, Monozyten). Evtl. auch pathologisch veränderte Zellen oder die Retikulozytenzahl. Hinzu kommen noch spezifische Parameter wie z.B. Leberenzyme, Fette, Herzenzyme usw.

3.1.1. Erythrozytenindizes

- Hämoglobingehalt: zeigt die Menge an Hämoglobin in 100ml Blut an
- Hämatokrit: gibt die Menge an Blutkörperchen im Verhältnis zum Plasma an
- MCV (mittleres korpuskuläres Volumen eines einzelnen Erythrozyten)
 - Normochrom = Erythrozytenvolumen liegt im Normbereich
 - Hypochrom = Erythrozytenvolumen ist vermindert
 - Hyperchrom = Erythrozytenvolumen ist vermehrt
- MCH (mittlerer korpuskulärer Hämoglobingehalt eines einzelnen Erythrozyten) = Einzelvolumen
 - Normochrom = Menge des MCH im Normbereich
 - Hypochrom = Menge des MCH erniedrigt
 - Hyperchrom = Menge des MCH erhöht
- MCHC (mittlere korpuskuläre Hämoglobinkonzentration)
 - Dabei kann eine Aussage darüber gemacht werden ob die Erythrozyten im gesamten Verhältnis zur Größe viel oder wenig Hämoglobin besitzt. (Kugelmellanämie)

3.1.2. Rumpel-Leed-Test

Dieser dient als Hinweis auf die Funktionsfähigkeit der Kapillaren sowie die Zahl und Funktion der Thrombozyten.

Durchführung:

Eine Blutdruckmanschette wird um den Oberarm des Patienten gelegt und aufgepumpt bis der Wert 10 mmHg über dem diastolischen Wert liegt. Sie bleibt ca. 5 min angelegt. Kommt es zum Auftreten von Petechien (kleine, punktförmige Einblutungen) ist dies ein Hinweis auf eine Thrombozytopenie oder Kapillarstörungen.



5. Lymphe

5.1. Lymphatisches System

Das lymphatische System wird in zwei Teile untergliedert:

1. Lymphatische Organe (lymphatischer Rachenring mit seinen Mandeln, Thymus, Milz, Lymphknoten, lymphatisches Darmgewebe, Peyer-Plaques)
2. Lymphbahnen

Grundlage der lymphatischen Organe ist das retikuläre Bindegewebe, in welchem viele Lymphozyten eingelagert sind. Sie bilden stellenweise Zellansammlungen, die sogenannten Lymphfollikel. 98% aller Lymphozyten befinden sich im Bindegewebe, während sich nur ca. 2% im Blut aufhalten.

Das lymphatische System hat drei wichtige Aufgaben:

1. es ist beteiligt an der Immunabwehr
2. transportiert Nahrungsfette aus dem Darm
3. es transportiert interstitielle Flüssigkeiten (Lymphe) ins venöse System

Abbildung 20: Lymphatisches System [20]

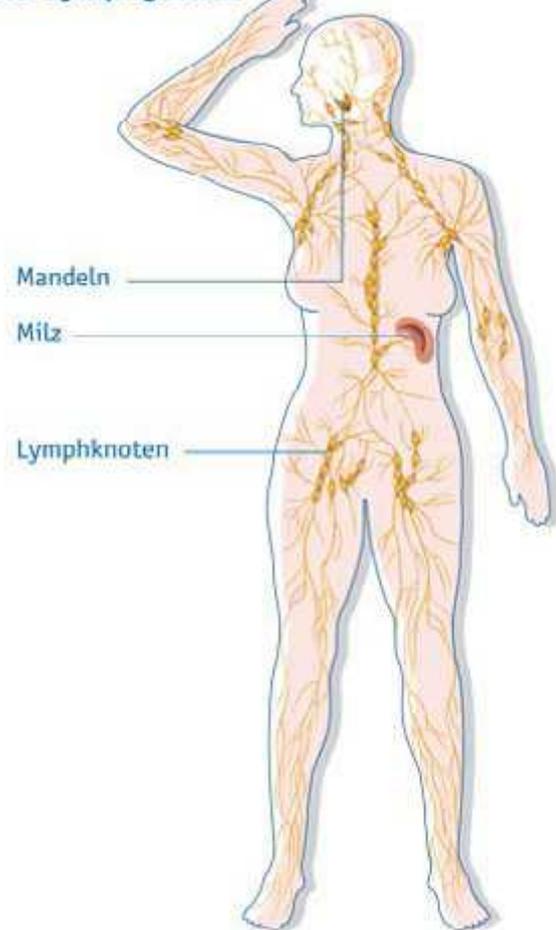
5.2. Lymphe

Der Körper bildet täglich etwa 2 Liter wasserklare Flüssigkeit, die sogenannte Lymphe. Sie transportieren interstitielle Flüssigkeit und großmolekulare Stoffe.

Lymphe unterscheidet sich vom Blutplasma durch:

- ihren Eiweißgehalt
 - geringer als im Blutplasma
 - 50% der Eiweiße werden über Lymphe transportiert
- Fettgehalt
 - höher als im Blutplasma
 - über die Lymphgefäße der Dünndarmzotten werden die emulgierten Fette aufgenommen und gelangen über den Lymphweg und den Hauptlymphgang (Ductus thoracicus) ins Blut

Die Lymphgefäße





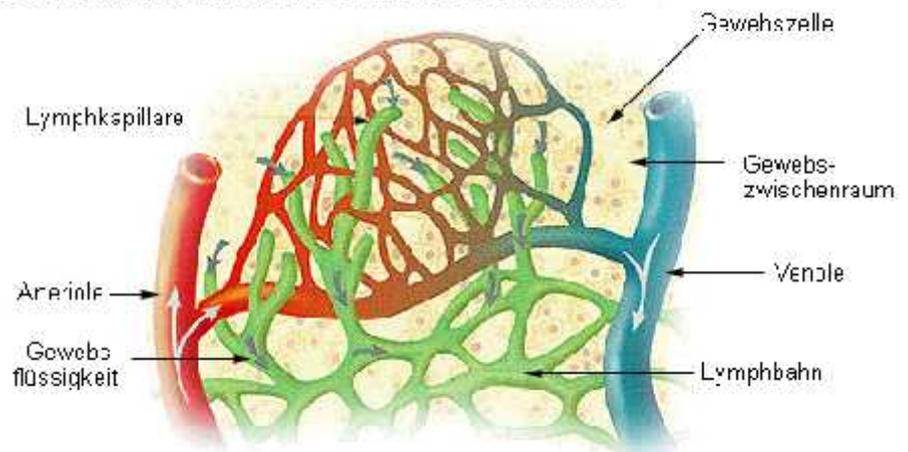
Blut / Lymphe

- die Lymphe der Lymphgefäße des Dünndarms werden als Chylus bezeichnet (Lymphe haben hier milchsaftartiges Aussehen) → sie vermischen sich in der Cisterna Chyli mit der wasserklaren Flüssigkeit
- Zellgehalt
 - transportieren vermehrt Lymphozyten
 - vereinzelt Erythrozyten
 - Krankheitserreger
 - Fremdkörper
 - Entartete Zellen

Weiter ist in den Lymphen enthalten:

- Wasser
 - 10% des Wassergehaltes im Interstitium wird über Lymphe abtransportiert
- Fibrinogen
- Hormone
- Glucose
- Stoffwechselprodukte
- Fremdkörper

Lymphkapillaren im Gewebszwischenraum



5.3.Lymphgefäße

Abbildung 21:
Lymphkapillare [21]

Das Lymphgefäßsystem verläuft parallel zum venösen System. Es beginnt „blind“ im Bereich der Kapillaren als

Lymphkapillare. Diese transportieren die Flüssigkeit und Teilchen, welche nicht zurück ins Blut resorbiert werden konnten.

Über kleine und große Lymphgefäße werden sie zurück ins Blut transportiert.

Lymphgefäße haben einen dreischichtigen Wandaufbau:

1. Intima, mit Endothelzellen
2. Media, mit glatter Muskulatur
3. bindegewebige Adventitia

Zahlreiche Klappen in den Lymphgefäßen helfen beim Transport.

Zusätzlich gibt es in den Lymphkapillaren und Lymphbahnen noch die sogenannte Lymphpumpe. Durch Drucksteigerung in der Umgebung der Lymphgefäße werden die Lymphgefäße zusammengepresst.

Entlang des Lymphgefäßsystems befinden sich die Lymphknoten, welche eine Filterfunktion besitzen und so eine wichtige Aufgabe bei der Immunabwehr haben.

Die Lymphe der unteren Extremitäten, paarigen Bauchorganen, Becken und Urogenitaltraktes sammeln sich im Truncus lumbalis dexter und sinister (rechter und linker Beckenlymphstamm). Die Lymphe der unpaaren Bauchorgane sammeln sich in den Trunci intestinales (Eingeweidelymphstämme).



Blut / Lymphe

Die Trunci lumbalis und intestinales vereinigen sich auf Höhe des zweiten Lendenwirbels in der Cisterna chyli. Von hier aus entspringt das Hauptlymphgefäß, der sogenannte Ductus thoracicus (Milchbrustgang). Er durchzieht das Zwerchfell und mündet, nach dem Zufluss der Lymphbahnen des linken Armes und der linken Kopfhälfte, über den linken Venenwinkel ins Blut. Die rechte Körperhälfte schickt ihre Lymphflüssigkeit über den rechten Venenwinkel ins Blut.

5.4. Lymphknoten

- Lymphknoten sind im Lymphverlauf hintereinandergeschaltete Filterstationen. Sie dienen als Kontrollstation der sie durchquerenden Lymphe.
- Auf einer Seite der Kapsel gelangen mehrere heranführende Lymphgefäße (Vas afferentia) in das Innere, während auf der gegenüberliegenden Seite lediglich ein oder zwei Lymphgefäße (Vas efferentia) den Lymphknoten verlassen. Hier treten auch die Blutgefäße ein und aus.
- Der Lymphknoten wird in eine innere Markzone und äußere Rindenzone unterteilt. In der Rindenzone befinden sich Lymphozyten vor allem B-Lymphozyten. Zwischen der Rinden- und Markzone befinden sich vermehrt die T-Lymphozyten.

Aufbau eines Lymphknotens

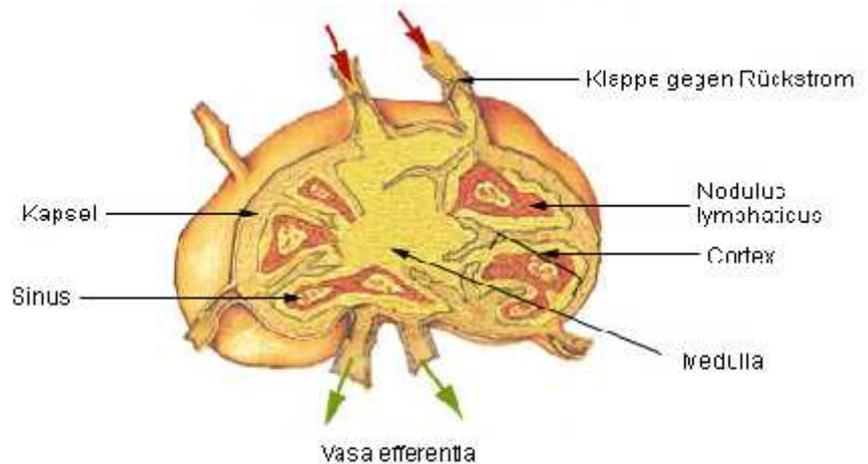


Abbildung 22:
Aufbau
Lymphknoten [22]

5.4.1. Aufgaben der Lymphknoten:

1. Mechanische Filterung der Lymphe
2. Phagozytose, Aufnahme und Abbau von Fremdstoffen
3. Bildung von Lymphozyten
4. Antikörperbildung



6. Milz

Spleen

Die Milz ist das einzigste lymphatische Organ, welches in den Blutkreislauf eingeschaltet ist.

Die Milz ist von einer Milzkapsel umgeben, welche aus derben Bindegewebe besteht. Von ihr aus strahlen viele Bindegewebssepten ins Organinnere.

Sie hat die Form einer Kaffeebohne, etwa 150-200g schwer und faustgroß (7cm breit, 11 cm lang).

Über den Milzhilus (Milzpforte) treten die zu- und wegführenden Gefäße ein und aus.

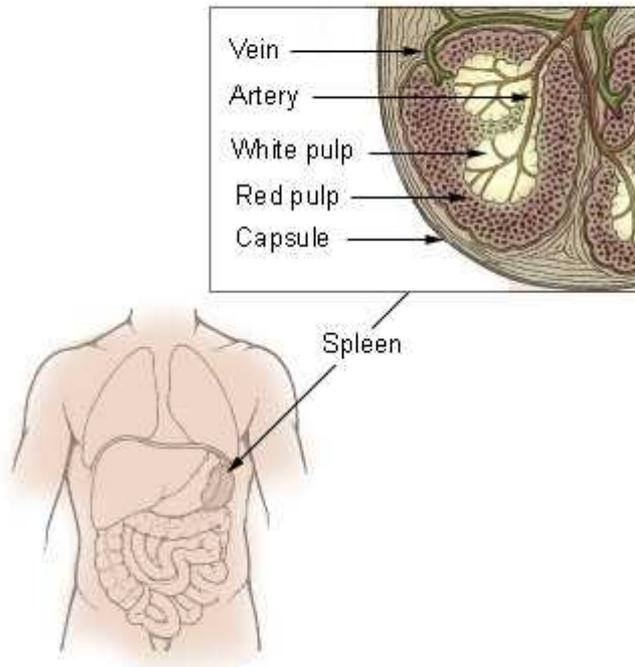


Abbildung 23: Milz [23]

- Milzarterie (A. lienalis) und Nerven treten ein
- Milzvene (V. lienalis), Lymphgefäße und Nerven treten aus

Lage der Milz:

intrapertoneal links hinten im Oberbauch. Die Längsachse entspricht dem Verlauf der 10. Rippe links. Blutdurchfluß täglich 300 Liter

Rote Milzpulpa

Schwammartig, weiches Gewebe. Strömungsverlangsamung des Blutes. Hier wird das Blut mit den Zellen des RES (Makrophagen) und dem lymphatischen System zusammengebracht.

Weißer Milzpulpa

Lymphatisches Gewebe, umgibt die kleinen Arterien und bildet die Milzknötchen.

Aufgaben der Milz:

1. Blutspeicher (kann sich 1 ½ bis 2mal vergrößern)
2. Zerstörung der überalterten Erythrozyten im Gitterwerk der roten Pulpa
3. Bildung von Lymphozyten in der weißen Pulpa (viele B-Lymphozyten Antikörperbild.)
4. Kontakt des Blutes zum RES
5. Auch Abbau von Thrombozyten
6. Blutbildung (Embrionalzeit)

RES:

Heute auch als Monozyten-Makrophagen-System bezeichnet. (Reinigung des Körpers)



7. Lymphatischer Rachenring/ Waldeyer-Rachenring

Bezeichnet mehrere Mandeln (Tonsillen) im Rachenring:

- Paarige Gaumentonsillen (Tonsillae palatinae)
 - Liegen zwischen vorderem und hinterem Gaumenbogen in der Fossa tonsillaris (Mandelgrube)
- Rachentonsillen (Tonsilla pharyngealis)
 - Liegen an der Hinter- und Seitenwand
- Zungentonsillen (Tonsilla lingualis)
 - Liegen am Zungengrund
- Lymphfollikel an den Tuben (Tonsilla tubariae), an der Rachenhinterwand und am weichen Gaumen

An vielen Stellen weist die Oberfläche spaltförmige Einbuchtungen auf, welche der Oberflächenvergrößerung dienen. So können Antigene frühzeitig erkannt und die spezifische Abwehr schneller aktiviert werden.

8. Thymus

Der Thymus, der auch Bries genannt wird, liegt hinter dem Brustbein über dem Herzbeutel (Perikard). Bei der Geburt und im Kindesalter ist der Thymus voll ausgebildet. Schon bei Jugendlichen bildet er sich zurück, bis er schließlich nur noch einige Reste Mark- und Rindengewebe enthält. Diese sind eingebettet in Thymusfettgewebe, das sich im Gegenzug verstärkt.

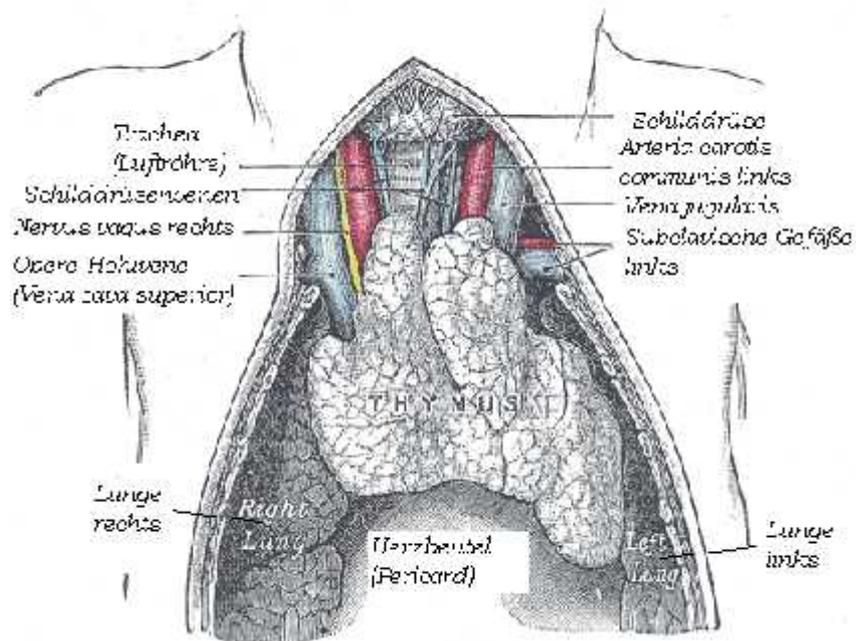


Abbildung 24: Thymus [24]

Der Thymus ist ein sehr wichtiges Organ für das Immunsystem. In ihm werden die T-Lymphozyten, die eine wichtige Aufgabe bei der speziellen Immunabwehr haben, geprägt. Der Thymus ist sozusagen die Schule, in der die T-Lymphozyten sich auf ihre wichtige Aufgabe vorbereiten.



9. Untersuchung und Diagnostik

9.1. Anamnese

- Beschwerden?
- Vorerkrankungen z.B. Lymphknotenentzündung, HIV
- Auslandsaufenthalte
- B-Symptomatik (Nachtschweiß, Abgeschlagenheit, Gewichtsabnahme)

9.2. Körperliche Untersuchung

Inspektion:

- Schwellungen
- Hautfarbe (z.B. Rot bei Entzündung)
- Racheninspektion

Palpation der Lymphknoten

- Wichtig sind hier Hals-, Nacken-, Achsel-, Leistenlymphknoten sowie die Virchow-Drüse
- Immer seitenvergleichend
- In kreisenden Bewegungen, mit leichten Druck
- Größe: alles was über Erbsengröße ist bzw. eine tastbare Virchow-Drüse ist pathologisch
- Druckschmerzhaft?
- Konsistenz:
 - Hart, „verbacken“, schlecht abgrenzbar → Hinweis auf bösartige Erkrankung
 - Etwas verhärtet → Hinweis auf lokale Entzündung
 - Weich → Hinweis auf bakterielle oder virale Infektion
- Verschieblichkeit
- Bei einer Vergrößerung eines oder mehreren Lymphknoten muss die Leber und Milz auch palpiert werden
- Virchow-Drüse: ist ein Lymphknoten hinter dem Schlüsselbeinansatz des linken M. sternocleidomastoideus, sie ist häufig bei bösartigen Tumoren im Bauchraum geschwollen
- Milz: eine palpierbare Milz ist immer pathologisch!



10.Pathologie

10.1.Begrifflichkeiten

- Lymphom = Überbegriff für Lymphknotenschwellung
- Lymphadenopathie = Überbegriff für Erkrankung der Lymphknoten
- Lymphadenitis = Überbegriff für Lymphknotenentzündung
- Lymphangiom = Neubildung von Lymphgefäßen, selten, Vorkommen: v.a. bei Kindern
- Lymphangiopathie = Überbegriff für Erkrankung der Lymphgefäße
- Lymphangitis = Überbegriff für Lymphgefäßentzündungen

10.2.Lymphknotenschwellung (Lymphom)

Definition: Vergrößerung eines oder mehreren Lymphknotens, welche tastbar sind

Einteilung:

- o Lokal (örtlich begrenzt, an einer begrenzten Körperregion) z.B. bei lokalen Entzündungen
- o Generalisiert (über den ganzen Körper verteilt) z.B. bei Systemerkrankungen wie Kollagenosen, Sarkoidosen, chronische Polyarthritis

Einteilung nach Klinik:

- o Weiche, gut verschiebliche, druckschmerzhaftige Vergrößerung
 - o Lokal: Ursachen können lokale Entzündungen wie z.B. die Angina tonsillaris, ein Erysipel sein
 - o Generalisierte: wichtig sind hier Infektionskrankheiten wie z.B. Röteln, HIV-Infektion, infektiöse Mononukleose
- o Schmerzlose, harte, schlecht verschiebliche Vergrößerung
 - o Meist ein Hinweis auf bösartige Erkrankungen z.B. Leukämien, Metastasen

Diagnostik:

- o Anamnese:
 - o Beginn: plötzlich, schleichend
 - o Begleitsymptomatik wie z.B. Husten, Fieber, Nachtschweiß
 - o Vorerkrankungen
 - o Sexualgewohnheiten
- o Palpation
- o Labor z.B. BSG, CRP, Differentialblutbild



10.3. Splenomegalie

Definition: Milzvergrößerung, die entweder tastbar oder im Ultraschall erkennbar ist

Ursachen:

- Infektionskrankheiten z.B. infektiöse Mononukleose, HIV-Infektionen, Malaria, Tuberkulose
- Maligne Lymphome
- Leukämien
- Speicherkrankheiten wie Fett- und Eisenspeicherkrankheit
- Milzvenenthrombose
- Pfortaderstauung z.B. bei Leberzirrhose, Pfortaderthrombose
- Hämolytische Anämie
- Polyzythämia vera
- Milzzysten
- Milzmetastasen
- Milzabzesse

Diagnostik:

- Anamnese:
 - Begleitsymptomatik wie z.B. Fieber, Nachtschweiß, Juckreiz, Gewichtsverlust
 - Besuche im Ausland (z.B. Malaria)
 - Sexuelle Erkrankungen (z.B. HIV)
 - Vorerkrankungen (z.B. Leberzirrhose)
 - Angeborene Erkrankungen (z.B. hämolytische Anämie)
 - Alkohol- und Drogenkonsum
- Inspektion der Hautfarbe (z.B. Gelbfärbung)
- Palpation der Milz, Leber und Lymphknoten
- Ultraschalluntersuchung
- Labor: Differentialblutbild, BSG, Bestimmung der Leberwerte und der Retikulozytenanzahl

Komplikationen:

- Hypersplenismus (Milzvergrößerung), dabei kommt es zu einem verstärkten Abbau der Blutzellen durch die Milz, dies führt zu einem Blutzellmangel



10.4. Hypersplenismus

Überfunktion der Milz mit erhöhtem Abbau der Blutzellen (Erythrozyten, Thrombozyten).

Leitmerkmale: Je nach Grunderkrankung, vergrößerte Milz

Ursachen

Primäre Ursachen: ohne Grunderkrankung

Sekundäre Ursachen:

- Leber-/Galleerkrankungen: Cholangitis, Virushepatitis, Leberzirrhose)
- hämatogen: Leukämien, hämolytische Anämien, M. Hodgkin
- Speicherkrankheiten: Glykogenosen, Hämochromatose
- Infekte: Mononukleose, AIDS, Röteln, Toxoplasmose, Typhus, Paratyphus, Morbus Bang, Leptospirose, Virushepatitis, Malaria, Miliar-Tbc
- rheumatisch: rheumatische Arthritis, M. Reiter, Lupus erythematodes, Sarkoidose, Stauungsmilz bei Rechtsherzinsuffizienz

Symptome je nach Grunderkrankung

- Allgemeinsymptome: Anämiezeichen, Blutungsneigung, Infektanfälligkeit
- leichte Vergrößerung: Zeichen der Endokarditis lenta, Typhus, Lupus erythematodes
- mittlere Vergrößerung: Zeichen der Leberzirrhose, Hepatitis, Leukämie, perniziöse Anämie
- starke Vergrößerung: Zeichen der Leukämie, portaler Hypertonie
- evtl. Druckgefühl im li. Oberbauch

Diagnose

Anamnese: Grunderkrankungen

Labor: Blutbild

Apparative Diagnostik: Sonographie

Komplikationen: Panzytopenie

Therapie

- Allgemeinmaßnahmen: Grunderkrankung behandeln
- Operative Therapie: Splenektomie



10.5.1. Gutartige Erkrankungen des lymphatischen Systems

10.5.2. Lymphödem

Definition: Durch eine Behinderung des Lymphabflusses kommt es zu Flüssigkeitseinlagerungen im umliegenden Gewebe.

Ursachen:

- angeboren
- Primäres Lymphödem:
 - Minderentwicklung der Lymphgefäße
- Sekundäres Lymphödem:
 - Entzündungen (z.B. Erysipel)
 - Tumore
 - Entfernung der Lymphknoten
 - Traumen
 - Tropenkrankheiten
 - Wurmparasiten

Stadien:

- 0. Stadium: verminderter Transport ohne Schwellung
- 1. Stadium: weiche Schwellung, reversible Eindrückbarkeit, ohne Veränderung des Gewebes
- 2. Stadium: beginnende Bindegewebsvermehrung, später kommt es zu Bindegewebsverhärtungen, kaum eindrückbare Schwellungen, nur teilweise reversibel
- 3. Stadium: stark verdickte und derbe Haut (= Pachydermie = „Elefantenhaut“), starke Zunahme des Gewebevolumens, irreversibel



Abbildung 25: Elephantiasis [25]

Symptome:

- Schweregefühl



Blut / Lymphe

- Spannungsgefühl
- Bewegungseinschränkungen
- Brennendes Gefühl
- Hautfarbe ist blass
- Gewebe: zu Beginn: teigig und gut eindrückbar, Später: verhärtet und kaum eindrückbar
- Vertiefte Hautfalten, hervorquellende Gewebeauftreibung
- In schweren Fällen kommt es zu Elephantiasis

Diagnostik:

- Inspektion und Palpation
- Stemmer-Zeichen (über den Zehen lassen sich kleine Hautfalten abheben)
- Bildgebende Verfahren: indirekte Lymphographie, Isotopenlymphographie

Therapie:

- Extremitäten hochlagern
- Hautpflege
- Lymphdrainage
- Kompressionsverbände bzw. -strümpfe
- Entstauende Bewegungstherapie
- Ursachenbekämpfung

Patientenhinweise:

- Einengende oder einschnürende Kleidung vermeiden
- Sitzende und Stehende Tätigkeiten vermeiden
- Betroffene Extremität hochlagern
- Hautpflege
- Vermeidung von Verletzungen



10.5.3. Lymphangitis

- Definition: Lymphgefäßentzündung

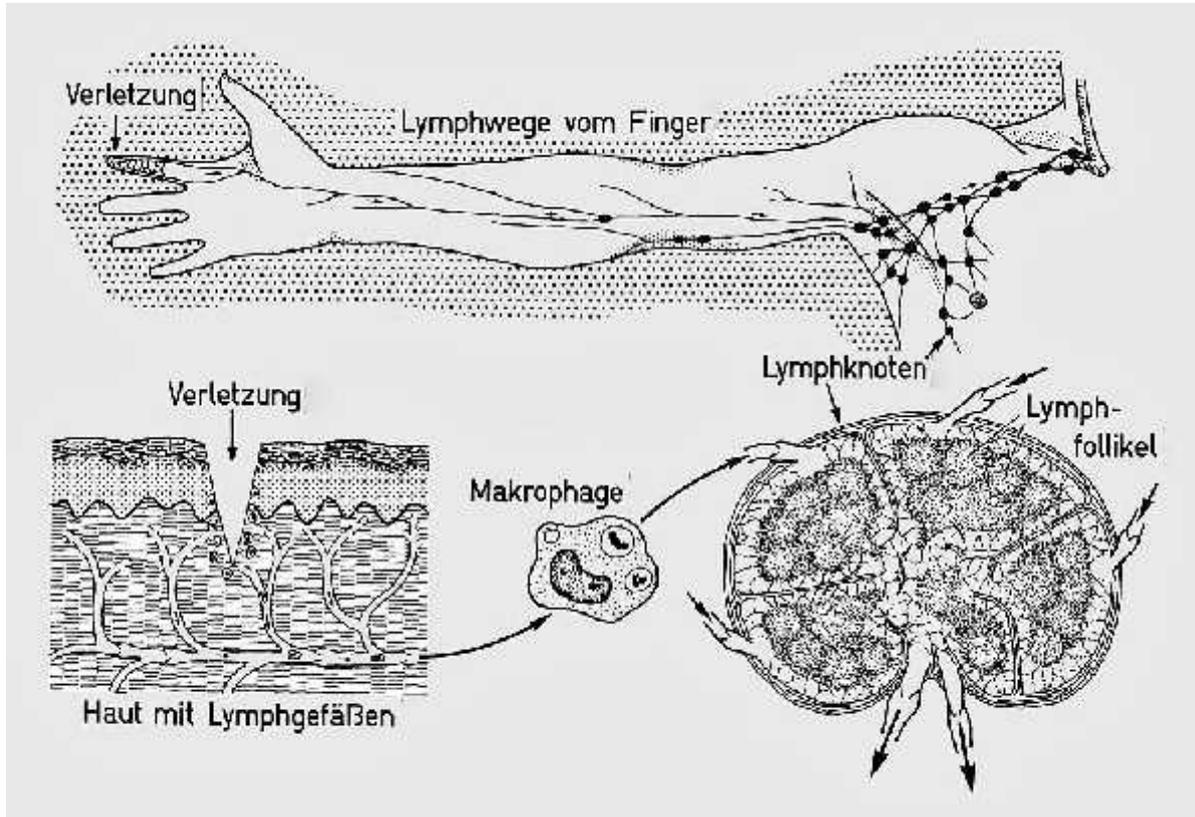


Abbildung 26: Lymphangitis [26]

Ursachen:

- Streptokokken
- Staphylokokken
- Parasiten

Symptomatik:

- Schmerzhafter roter Streifen von peripherer Hautinfektion zu druckschmerzhaft geschwollenem regionärem Lymphknoten
- Begleiterscheinungen bei akuter Infektion: Fieber, Schüttelfrost, Müdigkeit, Abgeschlagenheit



Komplikationen:

- Sepsis
- Lymphknotenabszess
- Nach Abheilen der Infektion kann es zu verändertem Lymphgewebe kommen, was zu Lymphödemen führen kann

Diagnostik:

- Symptomatik

Therapie:

- Antibiotikagabe
- Ruhigstellung
- operativ

10.5.4. Lymphadenitis

Definition: Entzündung der Lymphknoten

Ursachen:

- Streptokokken
- Staphylokokken
- Parasiten

Symptomatik:

- Vergrößerter, druckschmerzhafter Lymphknoten
- Haut über dem betroffenen Lymphknoten ist gerötet und überwärmt
- Begleiterscheinungen bei akuter Infektion: Fieber, Schüttelfrost, Müdigkeit, Abgeschlagenheit

Komplikationen:

- Abszess, der umliegendes Gewebe angreift
- Nach Abheilen der Infektion kann es zu verändertem Lymphgewebe kommen, was zu Lymphödemen führen kann
- Sepsis

Diagnostik:

- Symptomatik
- Lymphknotenpunktion oder Lymphknotenentfernung

Therapie:

- Antibiotikagabe
- Ruhigstellung
- operativ



10.6. Bösartige Erkrankungen des lymphatischen Systems

10.6.1. Maligne Lymphome

Definition: bösartige Erkrankung, ausgehend von Lymphknoten oder lymphatischem Gewebe

Einteilung:

- Morbus Hodgkin
- Non-Hodgkin-Lymphom

10.6.2. Morbus Hodgkin (Lymphgranulomatose)

Definition: malignes Lymphom, meist in der Kopf-Hals-Gegend

Ursachen:

- Unbekannt

Stadien:

1. Stadium: nur eine Lymphknotenregion ist betroffen
2. Stadium: mehrere Lymphknotenregionen auf einer Zwerchfellseite sind befallen
3. Stadium: paraaortale Lymphknoten auf beiden Seiten des Zwerchfells sind befallen
4. Stadium: extralymphatische Organe sind befallen

Symptome:

- Schmerzlose Lymphknotenschwellung im Halsbereich
- Hautjucken (initial bei 10-15%, später bei 80%)
- Lymphknotenschmerzen nach Alkoholgenuss
- B-Symptomatik: Abgeschlagenheit, Gewichtsverlust, Nachtschweiß
- Rückenschmerzen und Beinschwäche bei Rückenmarksbefall
- Paraneoplastische Symptome
- Lebervergrößerung
- Milzvergrößerung
- Pel-Ebstein-Fieber (wellenförmig verlaufend und mit fieberfreien Intervallen)

Komplikationen:

- Querschnittslähmung bei Rückenmarksbefall

Diagnostik:

- Palpation
- Lymphozytopenie
- BSG erhöht

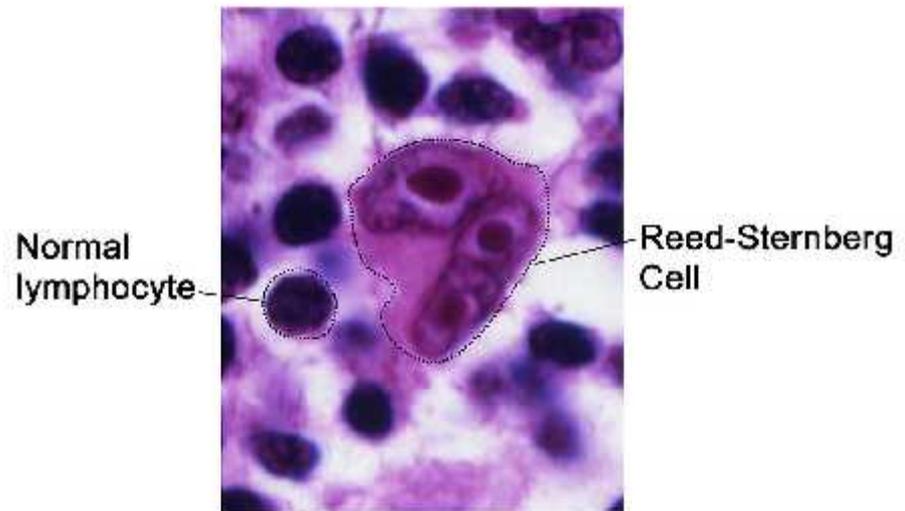


- Histologisch: Sternberg-Reed-Zellen, Hodgkin-Zellen
- Bildgebende Verfahren: Ultraschall, CT, Röntgen-Thorax
- Lymphknotenbiopsie

Abbildung 27: Sternberg-Reedzellen [27]

Therapie:

- 1. Stadium und 2. Stadium wenn dieses ohne B-Symptomatik auftritt:
Radiotherapie, evtl. Polychemotherapie
- Polychemotherapie
- Knochenmarkstransplantation



10.6.3. Non – Hodgkin – Lymphom

Definition : bösartige Erkrankung des lymphatischen Systems

Einteilung:

- Kiel-Klassifikation: Einteilung nach zytologischen und immunologischen Kriterien mit Einteilung in Lymphome von niedriger und hoher Malignität

Symptome:

- Allgemeinsymptomatik: Müdigkeit, Infektanfälligkeit, Leistungsminderung
- Lymphknotenschwellung
- B-Symptomatik

Diagnostik:

- Palpation: Leber- und Milzvergrößerung
- Blutuntersuchung
- Lymphknotenbiopsie
- Knochenmarksbiopsie

Therapie:

- Radiotherapie
- Chemotherapie
- Polychemotherapie