

Hämatopathologie III.

Leukämien

Myelodysplastische Syndromen

Chronische myeloproliferative Veränderungen

Dr. Katalin Borka

11. 04. 2016.

Hämopoese

- Dottersack: bis 6. Schwangerschaftswoche
 - Leber, Milz: bis 7. Fetalmonat (ca. 2 Woche postpartal)
 - Knochenmark: ab 5.-6. Fetalmonat
 - Erwachsenen: Kurze und platten Knochen
-
- Extramedulläre Hämopoese (Milz, Leber): reaktivierbar

Knochenmarkbiopsien

Nötig:

- 1) bei Verdacht auf eine Erkrankung des blutbildenden Systems
- 2) Verlaufskontrolle

Krankheiten:

Bestimmte Formen der Anämie
Verschiedene Formen der Leukämie
Knochenmark-Aplasie
Polycythaemia vera
Lymphome
Knochenmark-Metastasen

eine risikoarme Untersuchung

Mögliche Komplikationen

Nachblutungen und Blutergüsse

Infektionen

Verletzung der Haut, Weichteile, Nerven
oder benachbarten Organe

Störungen der Atemfunktion bei Gabe von
Schmerz- oder Beruhigungsmittel

HäMOPOESE

Knochenmark Biopsie

**normal: Knochenmark: Fett/hämopoetische Zellen: 1/1
erythroid/myeloid: 1/3**

Granulozyten: in der Nähe der Trabekel und Arteriolen

Monozyten: Arteriolen

Thrombozyten: Sinus

Knochenmarkbiopsie

- Sternum - Erwachsene
- Tibia - Kinder
- Crista - im allgemeine

Sternalpunktion

in Lokalanästhesie durch die Haut erfolgender Einstich in das Brustbeinmark

mittels spezieller Punktionsnadel mit geschliffenem Mandrin und verstellbarer Arretierplatte

das bröcklige Punktat wird

histologisch (Biopsie)

hämatologisch (Hämatomyelogramm)

bakteriologisch untersucht

Beckenkammpunktion - Kristapunktion

Knochen- und/oder Knochenmarkbiopsie im Bereich der Crista iliaca

bei Erkrankungen des Knochenmarks
Systemerkrankungen
örtlichen Neoplasien des Knochengewebes

erfolgt mittels Stanzkanüle (z.B. nach Jamshidi) oder Hohlfräse
(Burkhardt-Myelotomie)

evtl. für **Knochenmarktransplantation** genutzt

Normales Blutbild

Rote Blutkörperchen (Erythrozyten)	4,4 - 6,0 /pl (Frauen: 4,2 - 5,5 /pl, Männer: 4,5 - 6,3 /pl).
Weisse Blutkörperchen (Leukozyten)	4,4 - 11,3 /nl
Blutplättchen (Thrombozyten)	136 - 423 /nl (altersabhängig)
Hämatokrit (Anteil aller roten Blutkörperchen am Gesamtblut in %)	Frauen 36,8 - 45,4%; Männer: 43,2 - 49,2%
Hämoglobin / Hb (roter Blutfarbstoff in den roten Blutkörperchen)	Frauen: 12,3 - 15,3 g/dl; Männer: 14 - 17,5 g/dl

Leukozyten

Normalwerte 4000-8000/mm³ beim Erwachsenen
bis zu 15000 beim Säugling

- Leukopenie
- Proliferative Erkrankungen: Vermehrung der weißen Blutkörperchen
 - Reaktiv: akute Entzündungen
 - Tumorös

Nichtneoplastische Störungen der Granulo-, Mono-, Lymphopoese

Leukopenie

- Granulozyten: Neutropenie <4000 Zell/ μ l
- Ursachen
 - Ineffektive Granulopoiesis: Knochenmarkinsuff.: aplastische Anämie, Leukaemie, Kemotherapie: Knochenmark-Aplasie, Medikamenten
 - Zerstörung der neutrophyle Granulozyten: Medikamente (Immunmech.), Bakterielle, Pilz, Rickettsia Entzündung, Typhus abdominalis, Paratyphus, Splenomegalie
- Morphologie
 - Knochenmarkhyperzellularität: ineffektive Granulopoiesis
 - Nummer der Granulozytenpräkurzorzellen ist niedrig
- Symptomen: Fieberfrost, Fieber, Müdigkeit
 - Entzündungen

Leukopenie

Medikamenten: nach Zytostatikamedikation,
Knochenmarktransplantation, Sulfonamide, Chloramphenicol,
Autoimmunneutropenie (SLE)

Infektionskrankheiten: Typhus abdominalis, Paratyphus,
Ricketsiosen, Viruserkrankungen (Hepatitiden, Influenza, HIV)
Protozoenerkrankungen (Kala-Azar = viszerale
Leishmaniase), Tuberkulose

Röntgenbestrahlung

Toxische Substanzen: Bensol, Anilin

Erkrankungen mit Splenomegalie: Leukosen, M. Hodgkin
Malaria, M.Gaucher

Knochenmarkkarzinomatose

Leukozytose

Leukozytose – zuviel an Leukopoese

Physiologisch: Kinder, Schwangere, Gebärende
Körperliche Belastung

Stresssituationen: „Schreileukozytose“ bei der
Säuglinge

Pathologisch: bei Infektionen

Intoxikationen: Coma diabeticum, Urämie
Pb, Hg

hormonellen Störungen: M.Cushing, Cushing Syndrom
Hyperthyreose

ZNS Störungen

Schockzustände

Tumorträgern

Neutrophilie	akuter Infarkt, Streß
Eosinophilie	hyperergische Reaktion, Parasiten
Basophilie	Hyperlipidämie
Monozyten	chronische Infektion
Lymphozyten	Virusinfektion, Keuchhusten
Monozytoide Ly.	Pfeifersches Drüsenvirus
Plasmazellen	Röteln, Serumkrankheit

Reaktive Leukozytose ($>10000/\mu\text{l}$)

- **Leukozytose** (Vermehrung der weißen Blutkörperchen):
- akute/chronische Infekte: v.a. Bakterien
- entzündliche Erkrankungen: rheumatisches Fieber, Pankreatitis
- endokrin/metabolische Ursachen: diabetisches Koma, Urämie, Hyperthyreose, M. Cushing (Immunschwäche), Schwangerschaft, Gichtanfall, Koma hepaticum
- Gewebsnekrosen: Herzinfarkt, Verbrennungen
- Tumoren: chronisch myeloische Leukämie, Polycythaemia vera, Metastasen
- Medikamente: Kortikosteroide, Adrenalin, Lithium
- neurologische Ursachen: Schädelverletzungen, epileptischer Anfall
- physiologisch: Stress, körperliche Anstrengung, Rauchen, Operation, Schwangerschaft
- Trauma, Schock
- **Lymphozytose** (Vermehrung der Lymphozyten):
- Infekte: v.a. virale Infekte + Heilungsphase (HIV, Hepatitis, Mumps)
- Infektionskrankheiten: Typhus, Morbus Crohn, Colitis ulcerosa, Morbus Basedow, Morbus Addison
- Tumoren: lymphatische Leukämie
-
- **Monozytose** (Vermehrung der Monozyten):
- Mononukleose (Pfeiffer'sches Drüsenvirus, Erreger: Epstein-Barr-Virus)
- Heilungsphase bakterieller Infekte
- nach Traumata, Operationen

Granulozytose (Vermehrung der Granulozyten):

Neutrophilie (Erhöhung der neutrophilen Granulozyten):

psychischer/ körperlicher Stress (Kälte, Hitze, Trauma, Operation, Verbrennungen, Schock), Infektionen (Bakterien, Pilze, Malaria), Knochenmarkserkrankungen, Hämolyse, Blutung, Koma (-diabeticum, hepatisches, urämisches), Pankreatitis, Tumoren, Gefäßverschlüsse (Lungenembolie, Herzinfarkt), Morbus Crohn, Colitis ulcerosa, Medikamente (Adrenalin, Kortison, Lithium)

Eosinophilie (Erhöhung der eosinophilen Granulozyten): Parasiten, Allergien, Asthma bronchiale, M. Addison, Fasten, B₁₂-Mangel-Anämie, M. Hodgkin, chronisch myeloische Leukämie, Parasitenbefall (Würmer), Kollagenosen (Lupus erythematoses, Sklerodermie), Streptokokkeninfektion, Sarkoidose, rheumatische Erkrankungen

Basophilie (Erhöhung der basophilen Granulozyten): chronische Myelose, Polyzythämie, nephrotisches Syndrom, Myxödem

Symptome

Meist symptomlos: Symptome der Grunderkrankung stehen im Vordergrund (Fieber, Schmerzen, Anämie)

Diagnose

Anamnese: Vorerkrankungen, allgemeines Befinden, Operationen, Medikamente

Inspektion: Lymphknoten-/Milzvergrößerung, unklare Hautausschläge

Labor: Blutbild, Differential-Blutbild, (Merke: Neutrophilie = Linksverschiebung durch starke Vermehrung junger neutrophiler Granulozyten: akute bakterielle Infektion, körperliche Belastung), BSG, HIV

Apparative Diagnostik: Knochenmarksausstrich nach Punktions, Abdomen-Sonographie

Therapie

Je nach Grunderkrankung.

Leukämoid Reaktion: Imitiert Leukämie meist unter 100.000/ μ l

- extreme Leukozytose mit starker **Linksverschiebung** oft bis zu Myeloblasten (unreife Zellen im Peripherischen Blut)
- Knochenmark: geringe Zellularität
- Ursachen: Reaktion auf schweren Infekt oder Tumorerkrankung , Hämolyse
- DD: Myeloproliferative Neoplasien

Myelodysplastische Syndrome - Präleukämie

Erworbene, chronische, maligne Reifungsstörung (klonale genetische Veränderungen) der Hämatopoese betroffen ist eine oder mehrere Zellreihen

Reifstörungen mit Kernanomalien

30% Umwandlung in akute oder chronische Leukämie

Diagnosekriterien: Morphologie der Zellen im peripheren Blut und Knochenmark: Dyserythropoese, Dysgranulopoese
Dysmegakaryozytose

meist **periphere Zytopenie** einer oder mehrerer Zellreihen

hyperzellulärer Knochenmark

klinische Symptome: abhängig von der/den betroffenen Zellreihen

Anämie-Symptome

Infektanfälligkeit

Blutungsneigung

Überlebenszeit und Risiko der **leukämischen Transformation** ist unterschiedlich

Zeitpunkt des Auftretens: im Median bei über 60 Jahre

Atiologie: oft sekundär nach Gabe von **knochenmarktoxischen** Substanzen z.B. Chemo-, Strahlentherapie (Kr. 5, 7, 8)

Myelodysplastische Syndromen (MDS) – WHO

- Refractory cytopenia with unilineage dysplasia
 - Refractory anemia
 - Refractory neutropenia
 - Refractory thrombocytopenia
- Refractory anemia with ring sideroblasts
- Refractory cytopenia with multilineage dysplasia
 - Refractory anemia with excess blasts
 - Myelodysplastic syndrome with isolated del(5q)
 - Myelodysplastic syndrome, unclassifiable
- Childhood myelodysplastic syndrome
 - Provisional entity: refractory cytopenia of childhood

Tumoren der weißen Blutkörperchen

- **Lymphomen:** Hodgkin, non-Hodgkin Lymphom (ALL, CLL)
- **Myeloid Tumoren:** Granulozyten, Erythrozyten, Thrombozyten: Maligne Entartung der Stammzellen des Knochenmarks
 - Akute myeloid Leukämie: unreife Progenitorzellen
 - Chronische Myeloproliferative Erkrankungen
 - Myelodysplastische Syndrom: ineffektive Hämopoiesis, Zytopenie
- **Histiozytäre Tumoren:** Langerhanszell-Histiozytose

Chronische myeloproliferative Neoplasien (myeloproliferative Syndrome)

- Neoplastische klonale **Stammzellerkrankung** mit zumindest anfänglicher Hyperplasie
- Neoplastische, aber terminale Differenzierung der Progenitorzellen
- Eines oder mehrere Zellsysteme im Knochenmark
- **Verstärkter Ausschwemmung von Zellen ins Blut bei effektiver Hämatopoese:** terminale Differenzierung

Molekularpathologie

- **JAK2-Tyrosinkinase** (exon 12 V617F)
Punktmutation: valin / fenilalanin
 - Konstitutive Aktivierung von JAK
 - Verminderte Apoptose
 - Wachstumsstimulation
- **BCR-ABL Fusionsgen** (Philadelphia Chromosom)
 - t (9;22) reziproke Translokation
 - Gesteigerte Tyrozinkinaseaktivität
 - Neoplastische Proliferation

Myeloproliferative Erkrankungen

- Polycythaemia rubra vera (PV)
- Chronische idiopathische Myelofibrose/-sklerose (CIMF)
- Essentielle Thrombozythämie (ET)
- Chronisch myeloische Leukämie (CML)
- Übergänge zwischen den einzelnen Krankheitsbildern sind häufig
- Alle haben eine Tendenz zur Fibrosierung und Sklerosierung des Knochenmarks
- Ein Teil geht in eine akute Leukämie über = Blastenschub

- Ursachen:
 - CML: BRC-ABL Fusionsgen
 - JAK2 Mutation: PV: 90%, CIMF: 50%, ET: 30-50%
 - Tirosinkinase: Mutation: TGF-R α, β
- Zellvermehrung im peripheren Blut
- Hämopoetische Organe: Milz, Leber, Lymphknoten

WHO 2008

Myeloproliferative neoplasms (MPN)

- Chronic myelogenous leukemia, *BCR-ABL1*-positive
- Chronic neutrophilic leukemia
- Polycythemia vera
- Primary myelofibrosis
- Essential thrombocythemia
- Chronic eosinophilic leukemia, not otherwise specified
- Mastocytosis
- Myeloproliferative neoplasms, unclassifiable

Essentielle Thrombozythämie (ET)

Megakaryozyten: Proliferation: 15x

BB: Thrombozytenzahl über 450.000/ μ L

(Riesenthrombozyten, Anisozyose)

Knochenmark: mormozellulär, aber vergrößerte,
hypersegmentierte Megakaryozyten

- Selten, Mittelalter
- Funktionelle Störung der Thrombozyten:
Thrombozytose, Blutung
- Splenomegalie (mäßig), **Thrombosen**: Milzatrophie
- Indolent, Überlebensrate: 10 J.
- **Progression**: AML, andere CMPS
- **Endphase** <3%: „blast out“ (Leukaemie) oder „burn out“ (Myelofibrose)

Polyglobuläre Läsionen, Polyzythämie

erhebliche Vermehrung der Erythrozytenzahl im peripheren Blut

1) Primäre/absolute Polyzythämie

a) Polycythaemia (rubra) vera

niedrige/normale se Erythropoetin

b) Benigne familiäre Polyzythämie

autonom erhöhte Erythropoetinproduktion
mit autosomal-rezessivem Erbgang

2) Sekundäre/absolute Polyzythämie - Polyglobulie

- reaktive Form

- erhöhte Erythropoetinproduktion

3) Relative Polyzythämie

Pseudopolyglobulie infolge Bluteindickung

Polycythaemia (rubra) vera (Osler-Vaquez Syndrom)

- Alle 3 Reihen (Panmyelose)
- Vermehrung der **Erythrozyten** (nicht atypische, aber **Erythropoese ist linksverschoben**) im Blut im Gegensatz zu anderen Polyzythämien und Polyglobulien meist mit Vermehrung der Leuko- und Thrombozyten
- Die Erythropoetin-Konzentration ist niedrig:
Hypersensitivität des neoplastisches Klons an Epo
- JAK2 tirosinkinase (fast 100%)

- Knochenmark: hyperzellulär,
 - myeloid:erythroid: unter 2:1
- Hepatosplenomegalie: **myeloid Metaplasie:** erythroid Präkursorzellen, unreife Granulozyten und Megakaryozyten

Hypervoluminämie, Hyperviskosität - Erhöhung: Hyperämie, Plethora, Hepatomegalie: extramedulläre Hämopoese

Thrombose, Infarkt: Milz, Niere, Leber, Herz, Gehirn

Blutungen (dilatierte Gefäßen, abnorm. Thrombozytenfunktion): GI Trakt, GI Ulcus, Mundhöhle, Pharynx, Gehirn

Evtl. Übergang in **Osteomyelofibrose** (30%) (nach 10 Jahren) und akute **Leukämie** (5%)

Therapie: Phlebotomie, Aderlässe, Radiophosphor, Zytostatika in vorsichtiger Dosierung, Allopurinol, **Plasmapheresis**

Überlebensrate: 10-15 J.: Tod: Monaten nach dem Diagnosis wegen vaskuläre Komplikationen

JAK2-Inhibitor - in der Zukunft

Polyglobulie - sekundäre Polyzythämie

- Vermehrung der Erythrozytenzahl im peripheren Blut
- bei meist normalem Plasmavolumen das Erythropoetin ist - in der Regel - erhöht

Formen:

- 1) **reakтив bei verminderter Sauerstoffsättigung des Blutes (Hypoxie)**: bei Lungendiffusionsstörung, Herzfehlern mit Re.-li.-Shunt, in großer Höhe, Raucher
- 2) **infolge autonomer Erythropoietin-Freisetzung**, v.a. bei Nierenerkrankungen, als paraneoplastisches Syndrom bei Nierenzell-, Leberzellkarzinom, Phäochromozytom
- 3) bei **endokrinen Erkrankungen**, z.B. Cushing Syndrom (nicht obligat)
- 4) **im Anfangsstadium von Blutkrankheiten**: Osteomyelosklerose, Erythroleukämie, Leukosen

Chronische idiopathische Myelofibrose (CIMF) Primäre Myelofibrose - PMF (Osteomyelofibrose)

JAK (50%): Neoplastische klonale Proliferation einer Knochenmarkstammzelle (**Leukoerythroblastose**) - vorgeschrittene Stadium: Fibroblastproliferation mit **Kollagenfaserbildung**, Spätstadium: extramedulläre Blutbildung (Leber, Milz)

Knochenmark: Präfibrotische Stadium: Erythrozytose, Granulozytose, Megakaryozytose, Endstadium: Panzytopenie

Blutbild: nach anfängl. Erythrozytose, Thrombozytose, Granulozytose, leukämoide Befunde, **Spät**: Anämie, Thrombozytopenie, Erythroblastose, Blutungsneigung,

Hepatosplenomegalie: Myeloid Metaplasie

Ikterus, Arthralgien, Knochenmarksuffizienz

Kann bei allen Formen des myeloproliferativen Syndroms vorkommen

sekundäre Formen

nach Einwirkung tox. Substanzen und ionisierender Strahlen
bei Karzinommetastasen

Tuberkulose

chron. Myelose

Polyzythämie

Chronische myeloische Leukämie (CML)

- 25-60 Jahren, 15-20% von alle Leukämien, Inzidenz: 1:100.000/Jahr)
- Unreife und reife Formen in der Peripherie: **terminale Differentiation ist normal**
- Philadelphia-Chromosom 95%
- Linksverschiebung bis Myeloblasten: **Granulozyten über 100.000 (Neutrophyl, Metamyelozyten, Myelozyten, viele Segmente), Blasten unter 5%**
- Thrombozytose, Basophylie
- TdT 30%, CD10, CD19, **c-kit (CD117) - Glivec**

Chronische myelotische Leukämie (CML)

nur ein Teil der Zellreihe proliferiert
Zellanhäufung infolge ausbleibendem Apoptosis

Ph1 Kr: Alle: Granulozyten, Erythroid, Megakaryozyten, B-Zell Prekurzors, ABER **dominiert bei Leukozyten**

Klinik: schleichender Beginn, Subfebrilität
häufig banale Infekte
hämorrhagische Diathese
Splenomegalie: manchmal erste Symptom

- DD: leukaemoid Reaktion
- Überleben: 3-4 Jahren

Blutbild

alle Formen der Reifungsreiche (kein Hiatus leukaemicus)

normochrome Anämie

Thrombozytenzahl sinkt, MIKROMEGAKARYOZYTEN
erhöhte Blutviskosität

Knochenmark graurotes, zellreiches (Granulozyten und
Megakaryozyten (Micromegakaryozyten) Prekursors)
Ausreifung zu Granulozyten ist erhalten

Chr. Phase: Blast unter 5%

Akzeleration: Linksverschiebung (Blasten:<20%)

Blaten Krise: $\geq 20\%$ Blasten: Übergang in eine sekundäre akute
Leukaemie

in späteren Stadien Fibrose: Punktio sicca

Milz: enorm vergrößert mit **Infarkten**, Perisplenitis
diffuse Infiltration in der roten Pulpa
Follikel komprimiert
Fibrose nach Bestrahlung und Antimetaboliten

Leber: vergrößert, graurot bis gelblich
Infiltration in den Sinusoiden und Portalfeldern

Lymphknoten: vergrößert, graurot

Prognose: langsam, Lebenserwartung einige Jahre
Akzeleretische Phase: Anaemie,
Myoblastenkrise schlechte Prognose: 70 % AML, 30 % ALL

CHEMOTHERAPY-not sufficient, c-kit -Glivec (imatinib)
in chronic phase: BONE MARROW TRANSPLANTATION

Neoplastische Läsionen

Leukämien - Leukosen

Definition: systemisierte (generalisierte) neoplastische Erkrankungen des Blutbildenden Systems
leukämische / aleukämische Form

Ausschwemmung der pathologischen Zellen ins periphere Blut

Klassifikation

nach dem klinischen Verlauf - akut / chronisch

nach dem Differenzierungsgrad der Zellen - unreif / reif

nach der Zellart - myelotisch / lymphatisch

Ätiologie und Pathogenese

virale Faktoren (HTLV-1) bei Tierleukosen nachgewiesen
beim Menschen T-Zell Leukämien und Lymphomen

ionisierende Strahlen: in Hiroshima, Strahlenunfällen,
Kernreaktordefekte
bei der Radiologen
nach Strahlenbelastung in der Gravidität
Erhöhung der Leukosefrequenz

Umweltfaktoren: Bensol, fenilbutason, chloramfenikol,
diaminobensidin etc

Nach Chemotherapie

Genetische Faktoren

familiäre Häufung

Kombination mit Down-Syndrom (20x), Chromosomenanomalien

Chronischen myelotische Leukose (CML)

Del. oder Transl. des Chr. 22. (Philadelphia - Ph1)

HLA-Antigen-System: in Japan kaum CLL

Häufigkeit und Altersverteilung

Mortalität: Männer: 8/100000, Frauen: 5,5/100000

Mortalitätsgipfel aller Leukosen zwischen 45. und 50. J.

CLL selten bei Negern, Chinesen und Japanern
häufig bei Weißen

konnatale- und Säuglingsleukosen AML - selten

Leukämien

- Systemische autonome Proliferation eines abnormen Zellstammes (Klones) der leukozytenbildenden Systeme
- Differenzierungsblocke
- Die neoplastischem Geschehen beteiligten Zellen weisen unterschiedliche Reifegrade auf: akute/unreifzellige, chronische/reifzellige Leukämien
- Zellausschwemmung ins periphere Blut

Akute Leukämien

- Schnelle Ablauf
- Zytopenie, Panzytopenie
- Blutbild, Knochenmark: Blastzellen **über 20%**
- **Knochenmarksuffizienz:** Anämie, Fieber, Blutungen
- Knochenschmerzen und Schmerzen bei Presse
- Generalisierte Lymphadenopathie, Splenomegalie, Hepatomegalie
- ZNS: Kopfschmerzen, Durchbruch, epileptische Symptome

LABtest

Anämie

verschiedene

WBZ

50 % < 10.000/mm³

20 % > 100.000/mm³

Selten : aleukaemische leukaemie (10%, Keine Blasts an Peripherie)

Blasts in Peripherie und Knochenmark

HIATUS LEUKAEMICUS

Thrombozyten < 100.000 / mm³

<u>ZYTOCHEMISTRY</u>	<u>ALL</u>	<u>AML</u>
PAS	+	-
TdT	+ (95 %)	-(95%)
myeloperoxidase (M1-3)	-	+
Non Spec. Esterase NSE (M4-5)	-	+

TdT: terminale-deoxynucleotid-transferase

Akute myeloische Leukaemien - AML

- 15-39 Jahre (50J), Häufigkeit 15% (3,8/100.000/Jahr)
- **Blasten** (3-5 Nukleolus) an Peripherie und Knochenmark:
azurophyl Granulation in Zytoplasma
- **Myeloperoxidase + , NSE+**
- **Auer-Stäbchen** (Zytoplasma, eosinophyl Stäbchen)
- Hiatus leucaemicus
- Nach Chemotherapie: 50-80% Remission
- 5-Jahres-Überlebensrate: 20-40%

FAB-Klassifikation (vorher)

- Einteilungsschema der akuten Leukämien vorgeschlagen von der French-American-British cooperative group
- unter Bezug auf Morphologie, zytochemische Färbbarkeit, Oberflächenantigene und biochemische Marker der jeweil. leukämischen Blasten
- MO-7 nach dem vorherrschenden Zelltyp

FAB-Klassifikation	deutsche Bezeichnung	Morphologie	zytochemische, immunologische und biochemische Charakterisierung
myeloische Formen (M)	ca. 80% der akuten Leukämien im Erwachsenenalter [= ANLL = akute nichtlymphatische Leukämien]		evtl. weitere Subgruppierung durch monoklonale Antikörper gegen verschiedene Oberflächenantigene
M0	Myeloblastenleukämie mit minimaler myeloischer Differenzierung (AML)	große Blasten ohne sichtbare Granulation.	Peroxidase-negativ (oder < 5% positiv); myeloische Marker CD13, CD33, CD65
M1	Myeloblastenleukämie ohne Ausreifung (AML)	keine Zeichen granulozytärer Differenzierung, prominente Nucleoli, evtl. azurophile Granula und/oder Auer-Stäbchen	mindestens 3% der Blasten Peroxidase-positiv; unspezifische Esterase (+)
M2	Myeloblastenleukämie mit Zeichen der Ausreifung (AML)	Entwicklung bis zu Promyelozyten; Myelozyten, Granulozyten, Blasten und Promyelozyten zusammen > 50%; evtl. azurophile Granula und/oder Auer-Stäbchen	bis 64% der als leukämisch angesehenen Zellen Peroxidase-positiv (++); unspezifische Esterase (+)

M3 Untertyp : M3v ("variant")	Promyelozytenleukämie (APL)	Mehrzahl der Zellen mit charakterist. Granulation der Promyelozyten; z.T. gebündelte Auer-Stäbchen	65% (und mehr) der als leukämisch angesehenen Zellen Peroxidase-positiv (++); unspezif. Esterase (+)
M4 M4Eo	Myelomonozytäre Leukämie (AMML)	granulozytäre u. monozytäre Differenzierungsstufen (Anteil jeder Reihe mindestens 20%) zusätzl. 5% Eosinophile	Peroxidase ++; unspezif. Esterase +
M5	Monozytenleukämie (AMOL)	> 80% der als leukämisch angesehenen Zellen sind aus der monozytären Reihe	Peroxidase in monozytären Zellen negativ; unspezif. Esterase ++; Natriumfluorid-hemmbar (charakteristisch für monozytäre Elemente, für Beweis der M. immer erforderlich)
Subtyp A	Undifferenziert (Monoblasten-leukämie)	große Blasten, prominente Nucleoli, großer Plasmasaum	
Subtyp B	weiter differenzier†	Ausreifung bis zu Monozyten (im peripheren Blut vorherrschend)	

M 6	Erythroleukämie (EL)	> 50% erythrozytäre Elemente (bei mehr als 10% eindeutig pathologischen Erythroblasten reicht ein Gesamtteil von 30%); evtl. mit Beteiligung der Granulopoese und Übergang nach M1, M2 oder M4	Peroxidase +; unspezif. Esterase +; PAS-Reaktion + (schollig)
M7	Megakaryoblastenleukämie	> 30% unreife, sehr polymorphe Megakaryoblasten mit schmalem Zytoplasma und dichtem Chromatin	immunzytolog. Nachweis von Glykoproteinkomplexen GPIIb/IIIa der Thrombozytenmembran

Prognose schlecht, Lebenserwartung 6-24 Monate

WHO-Klassifikation der AML - 2008

Kategorien	Leukämieformen
AML mit typischen zytogenetischen Veränderungen	<ul style="list-style-type: none">• AML mit t(8;21)(q22;q22); AML1/ETO• AML mit abnormen Knochenmarkeosinophilen und inv(16)(p13q22) oder t(16;16)(p13;q22); CBFβ/MYH11• Akute Promyelozytenleukämie - AML M3 mit t(15;17)(q22;q11-12) (PML/RARα) - und Varianten• AML mit 11q23-(MLL-)Anomalien
AML mit multilineärer Dysplasie (mindestens 2 Linien betroffen)	<ul style="list-style-type: none">• AML mit vorausgegangener Myelodysplasie/myeloproliferativem Syndrom• De-novo-AML ohne vorausgegangenes Syndrom

**Therapieinduzierte AML und
therapieinduziertes
myelodysplastisches Syndrom
(MDS)**

- AML/MDS nach Gabe von Alkylanzien
- AML/MDS nach Therapie mit Topoisomerase-II-Inhibitoren
- AML/MDS nach sonstiger Chemo-/ Strahlentherapie

AML ohne andere Einordnungsmöglichkeit

- AML, minimal differenziert (FAB M0)
- AML ohne Ausreifung (FAB M1)
- AML mit Ausreifung (FAB M2)
- Akute myelomonozytäre Leukämie (FAB M4)
- Akute monozytäre Leukämie (FAB M5a, b)
- Akute Erythroleukämie (FAB M6)
- Akute Megakaryoblastenleukämie (FAB M7)
- Akute Basophilenleukämie
- Akute Panmyelose mit Myelofibrose
- Myelosarkom/Chlorom

Für die Diagnosestellung werden $>=$ **20% Blasten im Knochenmark und/oder Blut verlangt.**

Morphologie

Blutbefunde: 45% über 20 000/mm³

22% verminderte Leukozytenzahl

Erythrozyten, Thrombozyten stark vermindert

Knochenmark und Knochen: anstelle Fettmark graurotes
Mark (pyogen): Osteoporose, Mottenfraßähnliche Osteolysen
subperiosteale Infiltration, Knochenneubildung

Milz meist nur wenig vergrößert, Schnittfläche diffus
graurot, Verdrängung der Malpigischen Körperchen

Leber vergößert, Struktur verwischt, Leukämiezellen vor
allem in den Sinusoiden

Lymphknoten manchmal vergrößert, Schnittfläche graurot,
Struktur aufgehoben

Lungen: Verbreitung der Septen: alveolo-kapillarer Block

Magen-Darm-Trakt: Aufreibungen, Exulzerationen
(Peyersche Plaques)

Meningeosis leukaemica: diffuse oder herdförmige
Infiltration der weichen Hirnhäute

Gehirn, Nieren: Infiltrate

Genitalorganen: Priapismus

Solid Tumor: selten: **Granulozytische Sarkom (Chlorom)**

Komplikationen: hämorrhagische Diathese, subseröse,
submuköse petechiale oder flächenhafte Blutungen, oft
tödliche intrakraniale **Blutungen**,
verminderte **Infektabwehr**, bakterielle und virale Infekte,
häufig Pilzinfektionen

Hyperurikämie: bei massiver Chemotherapie, Uratinfarkt
Niere und Urolithiasis, Oligurie, Urämie

Akute lymphoblastische Leukaemien

Precursor B und T lymphoblastische Lymphom

- Kinder, junge Erwachsene
- NOTCH1 Gen: T Zell ALL, c-myc
- **Lymphoblasten:** (preB (CD19,20): Kinder: mediastinum / preT (CD3) Zellen)
(grobig granulierte Chromatin, 1-2 Nucleoli, , May-Grünwald- Giemsa, PAS+ Granulation in Zytoplasma)
- TdT (terminal dezoxi-nucleotidil transferase) in 95% pozitive, myeloperoxidase- und chlorazetatesterase negativ

Blutbild: Lymphoblastose mit Leukämie, Anämie, Thrombozytäm

Knochenmark: über 25% Blastzellen

Milz: gering vergrößert

Leber: Infiltration der Portalfelder

Thymus: bei T-ALL(Tonsillen und Lymphknotenschwellung)
vergrößert

Meningeosis leucaemica - Quelle für Rezidive

Prognose ungünstig, behandelt bis zu Vollremission

Überlebenszeit durch Chemotherapie auf mehrere Jahren
gestiegen

Lymphatische Formen (L)	ca. 20% der akuten Leukämien im Erwachsenenalter; klinisch relevant ist die immunologische Klassifizierung	weitere Subgruppierung durch monoklonale Antikörper gegen verschiedene Oberflächenantigene	
L1	Lymphoblastenleukämie (häufiger bei Kindern) (ALL)	einheitliches Bild kleiner Zellen mit schmalem Zytoplasmasaum u. regelmäßigen, manchmal gekerbten Kernen, meist ohne Nucleoli; evtl. Vakuolen im Zytoplasma	unter dem morpholog. Bild von L1 u. L2 verschiedene Subtypen vorkommend (alle TdT u. meist auch grobschollig PAS-positiv) Common-ALL (C-ALL): Ia-Antigen positiv C/T-ALL: zusätzlich T-Antigen positiv Prä-T-ALL: T-Antigen positiv
L2	Lymphoblastenleukämie (ALL)	heterogenes Bild großer Zellen mit mehr oder weniger großem Zytoplasmasaum und unregelmäßigen, oft gespaltenen Kernen mit großen Nucleoli; evtl. Vakuolen im Zytoplasma (gering)	T-ALL: T-Antigen u. Erythrozytenrosettenbildung positiv; in 90% der T-Antigen-positiven auch saure Phosphatase positiv (paranuklear)
L3	Lymphoblastenleukämie (ALL) (Burkitt-Typ der ALL)	einheitliches Bild großer Zellen mit stark basophilem Zytoplasma und regelmäßigen rund-ovalen Kernen mit deutlichen Nucleoli; meist auffällige Vakuolen im Zytoplasma	Eigenschaften von B-Lymphozyten (B-ALL): HLA-DR-Antigen und Oberflächenimmunglobuline nachweisbar PAS-Reaktion und TdT-Aktivität negativ

PAS = Perjod-Säure(Acid)-Schiff-Reaktion (Glykogen-Nachweis); TdT = terminale Desoxynucleotidyl-

Chronische lymphatische Leukämien SCLL

- Über 50 Jahren
- 95% **B-Zellen**, reife B-Zell Markers (CD19, 20, κ, λ, IgM, IgD, CD5 kann auch sein - T-Zell Marker)
- **Indolent**, intercurrent Infektionen
- 6 Jahre lange Überleben

Chronische lymphatische Leukämien (CLL) - Small lymphocytic Lymphom (SLL)

Häufigkeit 35%

Klinik: Beginn meist nicht sicher feststellbar

Erkrankung im höheren Lebensalter, hartnäckige Infekte

Morphologie:

Lymphknoten beträchtlich vergrößert, miteinander verbacken
histologisch diffuse Durchsetzung mit lymphozytischem
Lymphom

Blutbild: Lymphozytose: kleine-mittelgroße, meist B Lymphozyten
mechanische Labilität im Ausstrich - zerquetschte
Kernreste = **Gumprecht-Kernschatten**

Anämie wegen Verdrängung oder Autoimmunhämolyse
Thrombozytopenie - hämorrhagische Diathese
Hypogammaglobulinämie
Vereinzelt Chromosomenveränderungen

Knochenmark: graurote Infiltrate

Milz: vergrößert aber kleiner als bei CML

Leber: vergrößert, plumprandig - sichtbare Periportalfelder-Infiltrate

Prognose besser als bei anderen Leukosen

Haarzellenleukämie

3% aller Leukämien des Erwachsene

www.pathpedia.com

seltene, langsam fortschreitende lymphoproliferative Erkrankung

zu den niedrigmalignen lymphozytischen **Non-Hodgkin-Lymphomen** zählt

Haarzellen: strahlige, pseudopodienartige Ausläufer

Monoklonales Rearrangement

BRAF-Onkogen (V600E position) - BRAF- Inhibitoren

Klinik

- Lymphknotenschwellungen, Milz-Leber-Vergrößerung
- Anämie mit Thrombozytopenie
- Haut- und Knochenmarkinfiltrate aus lymphozytenähnlichen Zellen
-
- „hairy cells“, enthalten Tartrat-resistente saure Phosphatase
- Symptome: Abdominalschmerzen (Splenomegalie)
- rezidivierende Infektionen
- Leistungsschwäche, Erythema nodosum

Leukämie

Pathologie im allgemeine

- Knochenmark (rote Pulpa)
- Periferische Abstrich
- Splenomegalie AML+ALL kleiner
 CML+CLL ausgeprägt
- Lymphknoten-Vergrößerung
- Hepatomegalie: lymphoid: periportal,
myeloid: diffuse
- Sekundäre Läsionen

Splenomegalie

- Massive (>1000 g)
 - Chronische myeloproliferative Krankheiten (CML, MF)
 - CLL
 - Haarzellige Leukämie
 - Lymphomen
 - Malaria
 - M. Gaucher
 - Primer Milztumoren

- Mäßiggradige (500-1000 g)
 - Chronische Hyperämie
 - ALL, AML
 - Hereditär Sphaerozytose
 - Thalassaemia major
 - Autoimmun hämolytisches Anämie
 - Amyloidose
 - M. Niemann-Pick
 - Langerhans Histiozytose
 - Chronische Splenitis (infektiöse Endokarditis)
 - Tuberkulose, Sarkoidose, Typhus abdominalis
 - Metastasen

- Leichte (<500 g)
 - Akute Splenitis
 - Akute Hyperämie
 - Mononucleosis infectiosa
 - Akute Fieber(Sepsis, SLE, intraabdominale Entzündungen)

- 30.04.2016. 15.00.-16.00.
 - **Wettbewerb 1. Runde:** Vorlesungssaal. Ca 1 Stunde (20 Test, 20 Makrobilder - Diagnosen)
 - Wettbewerb 2. Runde: 6/7/8 Mai 2015.
 - Verabredetermine
- **22.04. Demo II.** männl. weibl. Organe, Mamma, Hämato
- **Lehrsätze der Rigorosum** – Internet: Bildung - Exam