

Inhaltsverzeichnis

Geleitwort XV

Geleitwort XVII

Abkürzungen XIX

I Theoretischer Teil 1

1	Hämatologie	3
2	Das Blut als Organ	5
2.1	Blutmenge	5
2.2	Blut und Blutzusammensetzung	7
2.2.1	Zellen	8
2.3	Aufgaben der Blutzellen	12
3	Blutbildung	15
3.1	Morphologie der Zellen	15
3.1.1	Zelleib (Zytoplasma)	16
3.1.2	Zellkern (Nukleus)	17
3.2	Zellteilungen	17
3.3	Ursprung und Entwicklung der Blutzellen (Ontogenese)	20
3.4	Blutentwicklung	22
3.4.1	Knochenmark	23
3.5	Entwicklung der Blutzellen	23
3.5.1	Erythrozytopoese	24
3.5.2	Hämoglobinsynthese	27
3.5.3	Hämoglobinzusammensetzung	29
3.5.4	Eisenstoffwechsel	32
3.5.5	Granulozytopoese	33
3.5.6	Monozyten	35

3.5.7	Lymphatisches System	36
3.5.8	Thrombopoese	42
4	Erythrozytenformen	47
4.1	Unterschiedliche Gestalt der Erythrozyten	47
4.2	Unterschiedliche Anfärbbarkeit der Erythrozyten	51
4.2.1	Einschlüsse in den Erythrozyten	52
4.3	Anordnung der Erythrozyten	52
4.4	Veränderungen im roten Blutbild	53
5	Anämien	55
5.1	Definition	55
5.2	Einteilung der Anämie	56
5.2.1	Akute Blutungsanämie	56
5.2.2	Chronische Blutungsanämie	57
5.3	Hämolytische Anämien	58
5.3.1	Korpuskuläre hämolytische Anämien	59
5.3.2	Hämolytische Anämien durch Hämoglobinopathien	62
5.3.3	Enzymopenische hämolytische Anämien	66
5.3.4	Erworbene hämolytische Anämie (Marchiafava-Anämie, paroxysmale nächtliche Hämoglobinurie (PNH))	68
5.3.5	Extrakorpuskuläre hämolytische Anämien	70
5.4	Hämoglobinbildungsstörung	75
5.4.1	Eisenmangelanämie	75
5.4.2	DNA-Bildungsstörung: megaloblastische Anämien	79
5.4.3	Renale Anämie	81
5.5	Anämie durch Einengung des Knochenmarks	81
5.6	Aplastische Anämie (AA)	82
6	Polyzythämien	83
6.1	Polyzythämia vera (PV)	83
6.2	Polyglobulie	85
6.3	Veränderung der Thrombozyten	86
6.3.1	Thrombozytopenie	86
6.3.2	Thrombozytose	88
7	Leukozyten	89
7.1	Leukozytose	89
7.1.1	Veränderungen des Differenzialblutbildes im Rahmen einer bakterielle Infektion	89
7.1.2	Linksverschiebung	91
7.2	Toxische Veränderungen der neutrophilen Granulozyten	93
7.3	Leukozytenanomalien	93
7.4	Leukopenie	94
7.5	Agranulozytose	95

8	Lymphatische Reaktionen	97
8.1	Infektiöse Mononukleose (Pfeiffer'sches Drüsenfieber)	97
9	Erkrankungen des blutbildenden Systems	101
9.1	Myeloproliferative Syndrome	102
9.1.1	Chronische myeloische Leukämie (CML)	104
9.1.2	Essenzielle Thrombozythämie	108
9.1.3	Primäre Myelofibrose (PMF)	111
9.2	Akute Leukämien	113
9.3	Myelodysplastisches Syndrom (MDS)	126
10	Maligne Lymphome	137
10.1	Morbus Hodgkin (Hodgkin-Lymphom)	137
10.2	Non-Hodgkin-Lymphome	142
10.2.1	Chronische lymphatische Leukämie (B-CLL)	149
10.2.2	Prolymphozytenleukämie	153
10.2.3	Immunoproliferative Erkrankungen (monoklonale Gammopathien)	153
10.2.4	Haarzell-Leukämie (HZL)	160
10.2.5	Splenisches Marginalzonen-Lymphom	162
10.2.6	Mantelzell-Lymphom	162
10.2.7	Follikuläre Lymphome (Keimzentrumslymphom; FL)	162
10.2.8	Marginalzonen-Lymphom	165
10.2.9	Diffus-großzelliges-B-Zell-Lymphom (DLBCL)	165
10.2.10	Burkitt-Lymphom	167
10.3	T-Zell-Lymphome	168
10.3.1	Sezary-Syndrom und Mycosis fungoides	168
10.3.2	Angioimmunoblastisches T-Zell-Lymphom (AILD)	168
10.4	Kryoglobulinämie	168

II	Praktischer Teil	171
11	Einleitung	173
12	Blutentnahme aus dem Kapillarnetz	175
13	Blutentnahme aus der Vene	177
14	Blutkörperchen-Senkungsgeschwindigkeit	181
15	Hämatokrit	183
16	Hämoglobin	187
17	Bestimmung der „Anzahl der Blutzellen“	191
17.1	Zählkammer-Methode: Erythrozyten, Leukozyten, Thrombozyten	191
17.2	Automatisierte Zellzählung	194
17.3	Automatische Leukozytendifferenzierung	195
17.4	Pipetten	196
18	Erythrozytenzählung	201
19	Leukozytenzählung	205
20	Thrombozytenzählung	207
21	Zählungen mit der Fuchs-Rosenthal-Zählkammer	211
21.1	Prinzip der Eosinophilenzählung	211
21.2	Prinzip der Liquorzellzählung	212
22	Erythrozytometrische Werte	215
23	Differenzialblutbild	219
23.1	Ausstrichtechnik	219
23.2	Färbung nach Pappenheim	221
23.2.1	Giemsa-Färbung	224
23.3	Differenzierung der Blutzellen	225
23.3.1	Leukozytenverteilung	226
23.3.2	Die Zellen des normalen Blutbildes (vgl. Tab. 23.9)	227
24	Isolierung der Lymphozyten	231
24.1	Immunfluoreszenzuntersuchungen	232
24.2	HLA-Typisierung	233

25	Mononukleose-Test	235
25.1	Objektträger-Agglutinationsteste im Serum	235
25.1.1	Screening-Test (Hoff und Bauer)	236
25.1.2	Differenzial-Absorption	236
25.2	Schnelltest mit Blut zum Nachweis des Pfeiffer'schen Drüsenfiebers	237
26	Spezialfärbungen	239
26.1	Retikulozytenzählung	239
26.2	Färbung der Heinz'schen Innenkörper	241
26.2.1	Beutler-Test	243
26.3	Eisennachweis	244
26.3.1	Siderozyten und Sideroblasten	244
26.4	Fetales Hämoglobin	245
26.5	Haptoglobin-Bestimmung	246
26.6	Sichelzellen-Nachweis	247
26.7	Säure-Serum-Test nach HAM	248
26.8	Kugelnzellen-Nachweis	249
27	Price-Jones-Kurve	251
28	Osmotische Resistenz der Erythrozyten	253
29	Zytochemische Färbungen	257
29.1	Alkalische Leukozytenphosphatase (ALPA)	257
29.2	Peroxidase-Reaktion (POX)	260
29.3	Alpha-Naphthylacetat-Esterase-Reaktion (Est)	262
29.4	Periodic-Acid-Schiff-Reaktion (PAS)	264
29.5	Saure-Phosphatase-Reaktion (SP)	266
29.5.1	Saure Phosphatase ohne Tartrathemmung	266
29.5.2	Saure Phosphatase mit Tartrathemmung	267
30	Immunchemische Methoden	271
30.1	Radiale Immundiffusion	271
30.2	Immunelektrophorese	271
30.3	Immunfixationselektrophorese	272
31	Knochenmarksuntersuchung	275
31.1	Indikationen für die Durchführung einer Knochenmarksuntersuchung	275
31.2	Knochenmarkpunktion	276
31.2.1	Sternalpunktion	277
31.2.2	Beckenkammpunktion	277
31.2.3	Ausstrichtechniken	278
31.3	Modifizierte Pappenheim-Färbung des Knochenmarks	278

31.4	Zytologische Knochenmarksuntersuchung	279
31.4.1	Übersichtsbeurteilung	279
31.4.2	Differenzierung der Knochenmarkszellen	279
31.5	Zellverteilung im Knochenmark	279
31.6	Menge des Knochenmarks	280
31.7	Zellen des Knochenmarks	281
31.7.1	Zellen der Erythropoese	281
31.7.2	Zellen der Granulopoese	283
31.7.3	Zellen der Thrombopoese	286
31.7.4	Osteoblasten	287
31.7.5	Osteoklasten	287
31.7.6	Retikulumzellen	287
31.7.7	Weitere Zellen des Knochenmarks	287
31.8	Myelogramm	288
32	Flow-Zytometrie	293
32.1	Prinzip	293
32.2	Fluoreszenzmessungen	294
32.3	Signalverarbeitung und Messung	295
32.4	Anwendung in der klinischen Diagnostik	296
33	Hämatologische Histologie	299
34	Zytogenetik	303
34.1	Chromosomenanalyse	303
34.2	Fluoreszenz-in-situ-Hybridisierung (FISH)	304
35	Molekulargenetik	307
35.1	Southern Blot	307
35.2	Polymerasekettenreaktion	308
36	Referenzwerte in der Hämatologie	309
37	Blutgruppenserologische Untersuchungen	315
37.1	Untersuchungsziele und Präanalytik	315
37.1.1	Ziele in der Blutgruppenserologie	315
37.1.2	Präanalytik	315
37.2	Bestimmung der AB0-Merkmale in der Gelzentrifugationstechnik	316
37.2.1	Klinische Indikation	316
37.2.2	Prinzip des Analysenverfahrens	317
37.2.3	Präanalytik	318
37.2.4	Testablauf	320
37.2.5	Interne Qualitätskontrolle	323
37.2.6	Ergebnisse und Befundbericht	323
37.2.7	Störungen und Grenzen des Verfahrens	323

- 37.3 Durchführung des Antikörpersuchtestes (AKS) in der Gelzentrifugationstechnik 325
 - 37.3.1 Klinische Indikation 325
 - 37.3.2 Interne Qualitätskontrolle 328
 - 37.3.3 Ergebnisse und Befundbericht 328
 - 37.3.4 Störungen und Grenzen des Verfahrens 328
- 37.4 Durchführung des direkten Coombs-Testes (DCT) 329
 - 37.4.1 Klinische Indikation 329
 - 37.4.2 Prinzip des Analysenverfahrens 329
 - 37.4.3 Interne Qualitätskontrolle 332
 - 37.4.4 Ergebnisse und Befundbericht 332
 - 37.4.5 Störungen und Grenzen des Verfahrens 333
- 37.5 Durchführung der Verträglichkeitsprobe (Kreuzprobe) in der Gelzentrifugationstechnik 333
 - 37.5.1 Klinische Indikation 333
 - 37.5.2 Prinzip des Analysenverfahrens 334
 - 37.5.3 Notfallsituation 337
 - 37.5.4 Interne Qualitätskontrolle 338
 - 37.5.5 Ergebnisse und Befundbericht 338
 - 37.5.6 Störungen und Grenzen des Verfahrens 339
- 38 Gerinnungsphysiologische Untersuchungen 341**
 - 38.1 Physiologie der Hämostase 341
 - 38.2 Die plasmatische Gerinnung des extrinsischen und intrinsischen Systems 343
 - 38.2.1 Extrinsische Aktivierung 343
 - 38.2.2 Intrinsische Gerinnung 344
 - 38.2.3 Vitamin-K-abhängige Faktoren 346
 - 38.3 Das Fibrinolysesystem 348
 - 38.3.1 Fibrin- und Fibrinogenspaltprodukte 349
 - 38.3.2 Antiplasmin 350
 - 38.4 Kongentiale und erworbene hämorrhagische Diathesen (Blutungsbereitschaft) 350
 - 38.5 Methoden der Diagnostik 352
 - 38.5.1 Patientenvorbereitung und Probengewinnung 354
 - 38.5.2 Fehlerquellen 355
 - 38.5.3 Gefäßfunktionsprüfungen 356
 - 38.5.4 Standardisierte Blutungszeit 357
 - 38.5.5 Thrombozyten: Zählung und Funktionstests 357
 - 38.6 Erste Methoden zur Gewinnung des Fibrinfadens: Recalzifizierungszeit 358
 - 38.7 Spezielle Global- und Suchtests 359
 - 38.7.1 Bestimmung der Thromboplastinzeit nach Quick (Prothrombinzeit) 360
 - 38.7.2 TPZ mit der Turbidimetrie 361

38.7.3	aPTT-Bestimmung	362
38.7.4	Thrombinzeitbestimmung (TZ)	363
38.7.5	Reptilase-Bestimmung	364
38.7.6	Fibrinogenbestimmung nach Clauss	365
38.7.7	D-Dimer-Bestimmung	366
38.7.8	Anti-FXa-Aktivitäts-Nachweis	367
38.8	Einzelfaktorenbestimmungen mit Mangelplasmen	368
38.8.1	Prinzip der von-Willebrand-Faktor-(Ristocetin-Cofaktor)-Bestimmung	369
38.8.2	Faktor-VIII/von-Willebrand-Faktor	370
38.9	Faktor-V-Leiden – Nachweis mit der APC-Resistenz	371
38.10	Inhibitoren (Hemmstoffe)	372
38.10.1	AT III Aktivitäts-Nachweis	372
38.10.2	Heparin	373
38.10.3	Disseminierte intravasale Verbrauchskoagulopathie (DIC)	374
38.10.4	HELLP-Syndrom	376
38.10.5	Protein C	377
38.10.6	Cofaktor des Protein C	377
38.11	Immunchemische Verfahren	378
39	Qualitätssicherung am Arbeitsplatz	381
Anhang A Diagnostik im hämatologischen Routinelabor		385
A.1	Technologie im Wandel der Zeit	385
A.2	Zusätzliche Hämatologieparameter	387
A.2.1	Retikulozyten-Hämoglobin	387
A.2.2	NRBC	388
A.2.3	IPF	389
A.2.4	Zusammenfassung: Erweiterte Blutbildparameter, ermittelt an der Sysmex XN-Serie	390
A.3	Anforderungen an ein modernes Hämatologiesystem	392
A.4	Von der Analytik zur technischen Validation	393
A.4.1	Das Sysmex Regelwerk – Expertenwissen unterstützt die Interpretation der Analyseergebnisse	394
A.4.2	Ein einfaches Beispiel ist die Kontrolle des Hämoglobinwertes	394
A.4.3	Weitere Beispiele aus der Thrombozytenanalytik	395
A.5	Eine Komplettlösung für die Hämatologie	396
A.6	Digitale Morphologie	397
A.6.1	Analyseverfahren der Digitalen Morphologie	397
A.6.2	Leukozytendifferenzierung der Digitalen Morphologie	398
A.7	Messtechnologie der Sysmex XN-Serie	398
A.7.1	Messprinzip der Durchflusszytometrie mit einem Halbleiterlaser	398
A.7.2	Standardmessung von Erythrozyten und Thrombozyten im RBC/PLT Kanal	399
A.7.3	Hämoglobinnmessung im Hämoglobinkanal	399

- A.7.4 Zählung der Leukozytenzahl, Differenzierung der Basophilen und Zählung der kernhaltigen Erythrozytenvorstufen im WNR-Kanal 400
- A.7.5 Differenzierung der Leukozyten und Detektion von unreifen oder atypischen weißen Blutzellen im WDF-Kanal 400
- A.7.6 Zählung der Retikulozyten, Einteilung der Retikulozytenreifungsparameter (LFR, MFR, HF), Bestimmung des „optischen“ Thrombozytenwertes PLT-O, Zusatzparameter zur Anämiediagnostik: RET-H_e und weitere wissenschaftliche Parameter 401
- A.7.7 Spezielle Thrombozytendiagnostik: PLT-Wert bei Interferenzen und die Bestimmung des IPF im PLT-F-Kanal 402
- A.7.8 Messung von Körperflüssigkeiten im speziellen Bodyfluid-Modus 403
Literatur 404

Weiterführende Literatur 405

Glossar 411

Stichwortverzeichnis 417