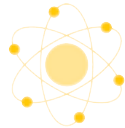


Inhaltsverzeichnis

1 Grundlagen ... 1



1.1 Molekulare Bildgebung ... 3

U. Haberkorn

- 1.1.1 Was ist molekulare Bildgebung? ... 3
- 1.1.2 Einsatzmöglichkeiten ... 3
- 1.1.3 Darstellung der Genexpression ... 4
- 1.1.4 Gentherapie ... 5

1.2 Strahlenphysik und Messtechnik, Qualitätskontrolle ... 14

B. O. Knoop, S. I. Ziegler

- 1.2.1 Physikalische Grundlagen ... 14
- 1.2.2 Radioaktiver Zerfall ... 14
- 1.2.3 Wechselwirkung von Strahlung mit Materie ... 15
- 1.2.4 Gammadetektoren ... 17
- 1.2.5 Aktivimeter ... 19
- 1.2.6 In-vivo- und In-vitro-Messplätze ... 19
 - In-vivo-Messsysteme ... 19
 - In-vitro-Messsysteme ... 20
- 1.2.7 Gammakamera ... 20
- 1.2.8 Emissionstomographie ... 24
- 1.2.9 SPECT ... 27
- 1.2.10 PET ... 27
- 1.2.11 Multimodale Bildgebung ... 30
- 1.2.12 Qualitätssicherung ... 31

1.3 Dosimetrie und biologische Strahlenwirkung ... 32

- 1.3.1 Dosimetrie ... 32

A. Schaefer, D. Hellwig

 - Dosisbegriffe ... 32
 - Anwendung der Dosimetrie in der Nuklearmedizin ... 35
 - Weitere Methoden der Dosimetrie ... 38
- 1.3.2 Biologische Strahlenwirkung ... 40

W.-U. Müller

 - Aktivitäts- und Dosisseinheiten ... 40
 - Strahlenrisiken ... 40
 - Prinzip der Strahlenwirkung ... 42
 - Stochastische und deterministische Effekte ... 42
 - Individuelle Strahlenempfindlichkeit ... 44
 - Besonderheiten beim Einsatz von Radionukliden ... 44

1.4 Strahlenschutz ... 48

W. Sonnenschein, A. Bockisch

- 1.4.1 Einleitung ... 48
- 1.4.2 Grundsätze des Strahlenschutzes ... 48
- 1.4.3 Rechtliche Grundlage ... 49
- 1.4.4 Definition von Personen und Aufgaben im Strahlenschutz ... 50
- 1.4.5 Fachkunde und Kenntnisse ... 52
- 1.4.6 Strahlenschutzbereiche und angrenzende Bereiche ... 53
- 1.4.7 Dosisbegriffe im Strahlenschutz ... 54
- 1.4.8 Schutzgrößen und operative Größen ... 56
- 1.4.9 Dosisgrenzwerte ... 59
- 1.4.10 Dosisleistung in der Umgebung radioaktiver Stoffe ... 60
- 1.4.11 Strahlenexposition und Strahlenschutz für das Personal ... 62
- 1.4.12 Physikalische Strahlenschutzkontrollen ... 66
- 1.4.13 Strahlenschutz für den Patienten ... 69
- 1.4.14 Strahlenschutz für die allgemeine Bevölkerung und Umwelt ... 73
- 1.4.15 Strahlenschutzregister ... 75
- 1.4.16 Strahlenschutz beim Betrieb einer nuklearmedizinischen Abteilung ... 77

1.5 Radiopharmazeutische Chemie, Radiopharmazie ... 83

M. Eisenhut, W. Mier

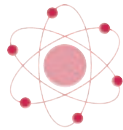
- 1.5.1 Einleitung ... 83
- 1.5.2 Radioisotope ... 83
- 1.5.3 Generatoren ... 85
- 1.5.4 Zyklotron ... 90
- 1.5.5 Herstellung von PET-Radiopharmaka ... 91
- 1.5.6 Andere Radioisotope ... 94
- 1.5.7 Radioisotope mit therapeutischer Wirkung ... 95
- 1.5.8 Qualitätskontrolle ... 96
- 1.5.9 Chromatographische Techniken ... 98

1.6 Immunoassays, Qualitätskontrolle ... 102

R. Senekowitsch-Schmidtke

- 1.6.1 Reaktionsprinzip des Immunoassays ... 102
- 1.6.2 Markierung von Immunoassays ... 102
- 1.6.3 Interferenzen bei Immunoassays ... 104
- 1.6.4 Qualitätskontrolle ... 104
- 1.6.5 In-vitro-Schilddrüsendiagnostik ... 105

2 Diagnostik ... 107



2.1 Endokrine Organe ... 109

2.1.1 Schilddrüse ... 109

T. Kuwert

Grundlagen ... 109

Bildgebende Diagnostik ... 117

Klinische Wertigkeit ... 128

2.1.2 Nebenschilddrüse ... 136

T. Kuwert, T. Fritscher

Grundlagen ... 136

Szintigraphische Methodik ... 138

Ergebnisse ... 138

Klinische Wertigkeit ... 139

2.1.3 Nebennierenmark ... 139

T. Kuwert

Grundlagen ... 139

Szintigraphische Methodik ... 141

Ergebnisse ... 142

Klinische Wertigkeit ... 142

Ausblick ... 143

2.1.4 Nebennierenrinde ... 143

M. Weckesser

Grundlagen ... 143

Szintigraphische Methodik ... 145

Ergebnisse ... 146

Klinische Wertigkeit ... 147

CT und MRT ... 151

2.2 Onkologie ... 153

U. Haberkorn

2.2.1 Biologische Grundlagen ... 153

2.2.2 Unspezifische Radiopharmaka ... 153

Wächterlymphknoten-Szintigraphie ... 153

Lipophile Kationen:

MIBI, Tetrofosmin und Furifosmin ... 155

Galliumcitrat ... 155

Thalliumchlorid ... 158

Glucosestoffwechsel ... 158

Aminosäuretransport und

Proteinsynthese ... 179

Proliferation ... 183

Radiopharmaka zur Lipid- und

Membransynthese ... 187

Darstellung apoptotischer Prozesse ... 188

Tracer zur Erfassung von Hypoxie ... 189

¹⁸F-Natriumfluorid ... 191

2.2.3 Spezifische Radiopharmaka ... 191

MIBG beim Neuroblastom ... 191

Szintigraphie mit radioaktiv

markierten Antikörpern ... 192

Zytokine ... 194

Radioaktiv markierte Peptide ... 194

Analoge von Sexualhormonen ... 200

2.3 Herz, Kreislauf und Gefäße ... 205

T. Krause

2.3.1 Grundlagen ... 205

2.3.2 Szintigraphische Methodik ... 206

Radiopharmaka ... 206

Nuklearmedizinische Methodik ... 211

2.3.3 Ergebnisse ... 217

Myokardperfusion ... 217

Myokardstoffwechsel ... 225

Myokardinfarkt ... 225

Innervierung des Herzens ... 226

Pumpfunktion ... 226

Gefäßszintigraphie ... 226

2.3.4 Klinische Wertigkeit ... 228

Koronare Herzkrankheit ... 228

Sonstige Erkrankungen ... 228

2.4 Gehirn ... 231

T. Kuwert

2.4.1 Grundlagen ... 231

Anatomie ... 231

Biochemie und Physiologie ... 233

2.4.2 Szintigraphische Methodik ... 235

rCBF und Energiestoffwechsel ... 235

Dopaminerge Neurotransmission ... 242

PET- und SPECT-Untersuchung

des zerebralen Aminosäuretransports ... 246

Liquorszintigraphie ... 247

2.4.3 Klinische Wertigkeit ... 247

Demenzen ... 247

Zerebrovaskuläre Erkrankungen ... 250

Epilepsien ... 251

Basalganglienerkrankungen ... 252

Hirntumoren ... 254

Hirntod-Diagnostik ... 256

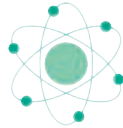
Seltene Einsatzgebiete ... 256

- 2.5 Lunge** ... 258
P. Reinartz, O. Sabri
- 2.5.1 Einleitung ... 258
- 2.5.2 Lungenemboliediagnostik ... 258
Pathophysiologie der Lungenembolie ... 258
Epidemiologie ... 259
Risikofaktoren ... 259
Klinik ... 259
Lungenszintigraphie ... 260
Computertomographie ... 268
- 2.5.3 Vorhersage der postoperativen Lungenfunktion ... 269
- 2.5.4 Pulmonale Hypertonie ... 269
- 2.5.5 Quantifizierung eines Rechts-links-Shunts ... 269
- 2.5.6 Clearance-Bestimmungen ... 270
Mukoziliäre Clearance ... 270
Resorptive Clearance ... 270
- 2.6 Skelettsystem** ... 272
W. Römer, T. Kuwert
- 2.6.1 Anatomie und Physiologie der Knochen ... 272
- 2.6.2 Szintigraphische Methodik ... 273
- 2.6.3 Ergebnisse ... 276
- 2.6.4 Klinische Wertigkeit ... 283
Primäre Knochentumoren ... 283
Knochenmetastasen ... 285
Trauma ... 287
Sportmedizin ... 289
Morbus Sudeck ... 289
Prothesenlockerung ... 290
Osteonekrosen ... 291
Arthritiden ... 291
Osteomyelitis ... 292
- 2.7 Niere** ... 294
F. Grünwald, N. Döbert
- 2.7.1 Grundlagen ... 294
- 2.7.2 Szintigraphische Methodik ... 295
Radiopharmaka ... 295
Untersuchungsablauf ... 296
Modelle zur Ermittlung quantitativer Parameter ... 297
- 2.7.3 Ergebnisse und klinische Wertigkeit ... 298
Besonderheiten bei Kindern ... 298
Normalbefund ... 298
Obstruktive Erkrankungen ... 300
Refluxprüfung ... 308
Nierenfehlbildungen und Dystopien ... 308
Umschriebene Parenchymerkrankungen ... 310
Erkrankungen mit generalisierter Parenchymbeteiligung ... 311
- Nierenarterienstenose ... 311
Sonstige Erkrankungen der Nierengefäße ... 317
Nierentransplantation ... 317
- 2.8 Gastrointestinaltrakt** ... 324
T. Krause
- 2.8.1 Grundlagen ... 324
- 2.8.2 Szintigraphische Methodik ... 325
Radiopharmaka ... 325
Untersuchungsverfahren ... 325
- 2.8.3 Ergebnisse ... 328
- 2.8.4 Klinische Wertigkeit ... 340
- 2.9 Entzündungen/Infektionen** ... 342
U. Haberkorn
- 2.9.1 Grundlagen ... 342
- 2.9.2 Unspezifische Entzündungstracer ... 342
- 2.9.3 Spezifische Tracer ... 346
Ex-vivo-Markierung von Leukozyten ... 346
Leukozytenmarkierung mit Antikörpern ... 351
Chemotaktische Peptide und Zytokine ... 353
- 2.9.4 Infektionsspezifische Radiopharmaka ... 356
- 2.10 Hämatologie und retikulohistiozytäres System** ... 358
O. Schober, B. Riemann
- 2.10.1 Erythrozytäres System ... 358
Blut-, Erythrozyten- und Plasmavolumenbestimmung ... 358
Erythrozytenkinetik ... 358
Eisenresorption ... 359
Eisenausscheidung, Blutverlust ... 359
Eisenkinetik ... 360
- 2.10.2 Thrombozytäres System ... 363
- 2.10.3 Knochenmark und Milz ... 363
- 2.10.4 Wasser- und Elektrolythaushalt ... 365
- 2.11 Varia** ... 369
C. Menzel, F. Grünwald
- 2.11.1 Sialoszintigraphie ... 369
Grundlagen ... 369
Szintigraphische Methodik ... 369
Ergebnisse ... 369
Klinische Wertigkeit ... 370
- 2.11.2 Hysterosalpingoszintigraphie ... 371
Grundlagen ... 371
Untersuchungsablauf ... 371
Ergebnisse ... 371
Klinische Wertigkeit ... 372

- 2.11.3 Skrotumszintigraphie ... 372
 - Grundlagen ... 372
 - Szintigraphische Methodik ... 372
 - Ergebnisse ... 373
 - Klinische Wertigkeit ... 374

- 2.11.4 Dakryoszintigraphie ... 374
 - Szintigraphische Methodik ... 374
 - Ergebnisse ... 375
 - Klinische Wertigkeit ... 375

3 Therapie ... 377



3.1 Radioiodtherapie ... 379

F. Grünwald, C. Menzel

- 3.1.1 Grundlagen ... 379
- 3.1.2 Durchführung der Radioiodtherapie ... 379
- 3.1.3 Entlassung nach Therapie ... 380
- 3.1.4 Benigne Schilddrüsenerkrankungen ... 380
 - Indikationen ... 381
 - Vorbereitung und Durchführung ... 382
 - Nebenwirkungen ... 384
 - Nachuntersuchungen ... 385
 - Ergebnisse ... 385
 - Klinische Relevanz ... 388
- 3.1.5 Maligne Schilddrüsenerkrankungen ... 388
 - Grundlagen ... 388
 - Vorbereitung und Durchführung ... 392
 - Nebenwirkungen ... 393
 - Nachsorge ... 394
 - Ergebnisse ... 395
 - Klinische Relevanz ... 398

3.2 Radiosynoviorthese ... 401

G. Mödder

- 3.2.1 Grundlagen ... 401
 - Definition ... 401
 - Indikationen und Kontraindikationen ... 401
 - Wirkprinzipien ... 401
 - Dosierung und Strahlenexposition ... 402
- 3.2.2 Durchführung der Radiosynoviorthese ... 403
 - Vorbereitung ... 403
 - Ablauf der Radiosynoviorthese ... 406
 - Maßnahmen nach Radiosynoviorthese ... 407
 - Nebenwirkungen ... 407
- 3.2.3 Ergebnisse ... 408

3.3 Palliative Knochenschmerztherapie ... 410

F. D. E. Jüngling, T. Krause

- 3.3.1 Grundlagen ... 410
 - Wirkprinzip ... 410
 - Evidenzlage ... 410
 - Zulassungsstatus ... 410
 - Indikationen ... 411
 - Kontraindikationen ... 411
- 3.3.2 Durchführung der Knochenschmerztherapie ... 411
 - Voruntersuchungen und Unterlagen ... 411
 - Patientenaufklärung ... 411
 - Patientenvorbereitung ... 412
 - Applikation ... 412
 - Dokumentation und Befundbericht ... 413

3.4 Radioimmuntherapie ... 417

M. Hofmann, T. Krause

- 3.4.1 Grundlagen ... 417
 - Historische Entwicklung ... 417
 - Das Immunsystem ... 418
 - Aufbau von Antikörpern ... 418
- 3.4.2 Nuklearmedizinische Methodik ... 419
 - Radioaktive Markierung von Antikörpern ... 419
 - Szintigraphische Methodik ... 421
- 3.4.3 Ergebnisse ... 423
 - Radioimmuntherapie von B-Zell-Lymphomen ... 423
 - Radioimmuntherapie zur Myeloablation bei Leukämien ... 427
 - Radioimmuntherapie mit α -Strahlern ... 428
- 3.4.4 Künftige Entwicklungen in der Radioimmuntherapie ... 429

- 3.5 ^{131}I -MIBG-Therapie ... 432**
U. Haberkorn
- 3.5.1 Grundlagen ... 432
- 3.5.2 Durchführung der ^{131}I -MIBG-Therapie ... 433
Vorbereitung ... 433
Durchführung ... 433
Nebenwirkungen ... 434
Phäochromozytom ... 435
Neuroblastom ... 435
Paragangliome ... 442
Karzinoide ... 442
Medulläres Schilddrüsenkarzinom ... 442
MIBG und Somatostatinrezeptoren ... 442
Gentherapie ... 442
- 3.6 Therapie mit rezeptoraffinen Peptiden ... 444**
M. Hofmann, T. Krause
- 3.6.1 Grundlagen ... 444
Historische Entwicklung ... 444
Biochemie der Peptidhormonrezeptoren ... 445
- 3.6.2 Nuklearmedizinische Methodik ... 447
Radioaktive Markierung der Peptide ... 447
Szintigraphische Methodik ... 448
- 3.6.3 Ergebnisse ... 451
Neuroendokrine Tumoren ... 451
Hirneigene Tumoren ... 452
- 3.6.4 Künftige Entwicklungen
in der Radiopeptidtherapie ... 453
- 3.7 Spezielle nuklearmedizinische Therapien ... 456**
F. D. E. Jüngling, T. Krause
- 3.7.1 Polycythaemia vera ... 456
Grundlagen ... 456
Durchführung ... 456
Ergebnisse ... 457
- 3.7.2 ^{90}Y -Instillation ... 457
- 3.7.3 Therapie des HCC mit ^{131}I -Lipiodol ... 457
Grundlagen ... 457
Durchführung ... 458
Ergebnisse ... 459
- 3.7.4 Glioblastoma multiforme ... 459
Grundlagen ... 459
Durchführung ... 460
Ergebnisse ... 460
- 3.7.5 ^{224}Ra -Therapie der
ankylosierenden Spondylitis ... 460
Grundlagen ... 460
Durchführung ... 462
Ergebnisse ... 462
- Sachverzeichnis ... 465**