

---

# NuklearMedizin

Nucl.-Med. Vol. 27 1988

INHALTSVERZEICHNIS –  
CONTENTS

SACHREGISTER –  
SUBJECT INDEX

AUTORENREGISTER –  
INDEX OF AUTHORS

---

# Inhalt – Contents

Managing Editors: U. Büll, G. Hör, G. Hoffmann, H. Schicha, C. Schümichen, H. Vetter



## Grußwort

F. Wolf 1

## Editorial

U. Büll 2

## 3. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Nuklearmedizin

### Abstracts 7-54

### Originalarbeiten – Original Articles

S. Jinnouchi, H. Hoshi, K. Watanabe, T. Ueda, T. Yamaguchi: The Distribution of Radioiodine-Labeled N-Isopropyl-p-Iodoamphetamine in Permanently Ischemic Brain of the Mongolian Gerbil Die Verteilung von Radiojod-markiertem N-Isopropyl-p-Jodamphetamine im dauernd ischämischen Gehirn der mongolischen Wüstenmaus 5

C. Schuemichen, Th. Krause, G. Umbach, T. Wolff: Localization of  $^{99m}\text{Tc}$ -Diphosphonates in Newly Formed Bone Matrix as a Measure of Bone Lesion Detectibility

Lokalisierung von  $^{99m}\text{Tc}$ -Diphosphonaten in der frisch gebildeten Knochenmatrix als Maß für die Nachweiswahrscheinlichkeit von Knochenläsionen 8

G. Buttermann, J. Eiber, J. Hennig, H. W. Pabst: Doppelphtonen-Absorptiometrie: Eine neue Methode zur Bestimmung des Knochenmineralgehaltes. – I. Grundlagen

Dual-Photon Absorptiometry: A New Method of Determining Bone Mineral Content. – I. Fundamentals 12

G. Wahl, H. J. Biersack, B. Kozak, R. Paillard, H. Stich: Korrelieren szintigraphisch ermittelte Knochenstoffwechselaktivitäten mit der Kalzium- und Phosphorbestimmung durch die Röntgen-Mikroanalyse?

Is there any Correlation between Scintigraphically Observed Bone Metabolism and the Calcium and Phosphorus Content as Determined by X-Ray Micro-Analysis? 19

K. Mann, B. Saller, U. Mehl, R. Hörmann, E. Moser: Highly Sensitive De-

termination of TSH in the Follow-Up of TSH-Suppressive Therapy of Patients with Differentiated Thyroid Cancer Sensitive Bestimmung von TSH in der Überwachung einer TSH-suppressiven Hormontherapie bei Patienten mit differenziertem Schilddrüsenkarzinom 24

E. Kleinhans, M. Griese, W. Meyers, G. Weiller, U. Büll: Die Aussagekraft von basalem TSH und freiem  $\text{T}_3$  im Vergleich zur erweiterten In-vitro-Diagnostik bei der Erkennung von Schilddrüsenfunktionsstörungen

Value of Basal TSH and Free  $\text{T}_3$  in Detecting Thyroid Disorders as compared to Additional  $\text{T}_4$  Parameters 29

P. Tietze, K. F. Gratz, J. Freise, H. Hundeshagen: Ulkussuche mit  $^{99m}\text{Tc}$ -Sucralfat

Ulcer Detection with  $^{99m}\text{Tc}$ -Sucralfate 32

S. F. Akber: The Conundrum of Relaxation Times Das Rätsel der Relaxationszeiten 43

U. Horstmeier, R. Klapdor, M. Bahlo, R. Montz: Immunoscintigraphy with Combinations of Various Monoclonal Antibodies – Studies on Xenografts of Human Gastrointestinal Carcinomas

Immunscintigraphie mit Mischungen verschiedener monoklonaler Antikörper – Untersuchungen an Transplantaten menschlicher gastrointestinaler Karzinome 46

U. Buell, H. Braun, A. Ferbert, H. Stirner, C. Weiller, E. B. Ringelstein: Combined SPECT Imaging of Regional Cerebral Blood Flow ( $^{99m}\text{Tc}$ -Hexamethyl-Prpyleneamine Oxime, HMPAO) and Blood Volume ( $^{99m}\text{Tc}$ -Hexamethyl-Prpyleneamine Oxime, HMPAO) and Blood Volume ( $^{99m}\text{Tc}$ -RBC) to Assess Regional Cerebral Perfusion Reserve in Patients with Cerebrovascular Disease

Kombinierte SPECT-Darstellung von regionaler Hirndurchblutung ( $^{99m}\text{Tc}$ -HMPAO) und Blutvolumen ( $^{99m}\text{Tc}$ -Erythrozyten) zur Abschätzung der zerebralen Perfusionsreserve bei Patienten mit zerebrovaskulären Erkrankungen 51

H. Klepzig jr., R. Standke, R. P. Baum, S. Tezak, D. Mildenerger, F. D. Maul, G. Hör, M. Kaltenbach: Vergleich von Belastungs-EKG und Radionuklid-Ventrikulographie bezüglich des Nachweises einer Myokardischämie bei isolierten Stenosen des Ramus interventricularis anterior

Comparison of Exercise ECG and Radionuclide Ventriculography in the Assessment of Myocardial Ischemia in Patients with Isolated Stenoses of the Left Anterior Descending Artery 57

C. L. Maini, G. Valle, C. Stella, R. Iovine, L. Marchetti: A Statistical Study on Left Ventricular Peak Filling Rate in Diabetes

Eine statistische Untersuchung über die linksventrikuläre »Peak Filling Rate« bei Diabetes 67

W. H. Knapp, K. Vyska, H.-J. Machulla, G. Notohamiprodjo, U. Schmidt, E.-J. Knust, U. Gleichmann: Double-Nuclide Study of the Myocardium Using  $^{201}\text{Tl}$  and  $^{123}\text{I}$ -Labeled Fatty Acids in Non-Ischemic Myocardial Diseases

Untersuchung des Myokardes mit  $^{201}\text{Tl}$ - und  $^{123}\text{I}$ -markierten Fettsäuren bei nichtischämischen Herzerkrankungen 72

P. B. Frederiksen, J. B. Christensen, H. Vejlsted, J. W. Rasmussen, B. Pedersen, C.-J. Edeling:  $^{57}\text{Co}$ -Bleomycin Scintigraphy for the Preoperative Detection and Staging of Lung Tumors

$^{57}\text{Co}$ -Bleomycin-Szintigraphie bei präoperativer Lungentumorsuche und -Klassifizierung 79

A. Hotze, B. Briele, F. Wolf, H. J. Biersack, F. F. Knapp: Localization and Activity of Inflammatory Bowel Disease Using  $^{111}\text{In}$  Leukocyte Imaging Lokalisation und Aktivität entzündlicher Darmerkrankungen mittels  $^{111}\text{In}$ -Leukozytenszintigraphie 83

M. Beyers, S. Aspinall, J. D. Conradie, P. J. Fourie: Radioiodination of Murine Anti-Alphafoetoprotein E.9 Monoclonal Antibody and Its  $\text{F}(\text{ab}')_2$  Fragment for the Diagnosis of Hepatocellular Carcinoma

- Radiojodierung eines monoklonalen Antikörpers gegen ein Anti-Alphafetoprotein der Maus und seines F(ab')<sub>2</sub>-Fragments zur Diagnostik des hepatozellulären Karzinoms 87
- E. Busse, R. P. Baum, G. Hör, B. Kornhuber: Nachweis der Bindung von <sup>131</sup>I-Meta-Jod-Benzylguanidin an Strukturen der Plasmamembran von Neuroblastom-Zelllinien
- Demonstration of the Binding of <sup>131</sup>I-Meta-Iodobenzylguanidine to Structures on the Plasma Membrane of Neuroblastoma Cell Lines 95
- E. Moser, C. R. Pickardt, K. Mann, D. Engelhardt, C. M. Kirsch, P. Knesevitsch, K. Tatsch, T. Kreisig, Chr. Kurz, B. Saller: Ergebnisse der Radiojod-Behandlung von Patienten mit immunogener und nichtimmunogener Hyperthyreose bei Anwendung unterschiedlicher Herddosen
- Results of Radioiodine Therapy of Patients with Immunogenic and Non-Immunogenic Hyperthyroidism Using Different Radiation Doses 98
- H. Winker, P. Reuland, J. Müller, S. Weller, U. Feine: Die <sup>99m</sup>Tc-HMPAO Leukozytenszintigraphie in der Entzündungsdiagnostik am Skelettsystem – Erste Erfahrungen
- Leukocyte Scintigraphy with <sup>99m</sup>Tc-HMPAO in the Diagnosis of Bone Inflammations – Early Results 121
- G. Leinsinger, P. Schmiedek, T. Kreisig, K. Einhäupl, W. Bauer, E. Moser: <sup>133</sup>Xe-DSPECT: Bedeutung der zerebrovaskulären Reservekapazität für Diagnostik und Therapie der chronischen zerebralen Ischämie
- <sup>133</sup>Xe-DSPECT: Significance of the Cerebrovascular Reserve Capacity for the Diagnosis and Treatment of Chronic Cerebral Ischemia 127
- T. M. D. Gimlette, M. Critchley, C. R. Aquire: Factors Predicting Hypothyroidism in Long-Term Follow-Up after <sup>131</sup>I Therapy
- Faktoren zur Voraussage der Hypothyreose in der Langzeitbeobachtung nach <sup>131</sup>I-Therapie 135
- H. Luig, W. Eschner, M. Bähre, E. Voth, G. Nolte: Eine iterative Strategie zur Bestimmung der Quellverteilung bei der Einzelphotonen-Tomographie mit einer rotierenden Gammakamera (SPECT)
- An Iterative Strategy for Determination of the Source Distribution in Single-Photon Emission Tomography with a Rotating Gamma Camera (SPECT) 140
- B. Palagi, F. Villa, P. Verga, A. Broggi, F. Guzzini, C. Cozzi, A. Tomasi, R. Picozzi: Measurement of Glomerular Filtration Rate by Impulse Synthesis: Clinical Validation and Optimization
- Messung der glomerulären Filtrationsrate durch Impulssynthese: Klinische Validierung und Optimierung 147
- L. J. Anghileri, P. Thouvenot, F. Brunotte, J. Robert: On the Role of Transferrin in <sup>67</sup>Ga Uptake by Tumor Cells
- Zur Rolle von Transferrin bei der <sup>67</sup>Ga-Aufnahme durch Tumorzellen 151
- Y. F. Shafiq, M. H. S. Al-Hissoni, M. H. Jassim: The Influence of Experimental Conditions on the Preparation of <sup>99m</sup>Tc-Pyrrolidino-Methyl Tetracycline [<sup>99m</sup>Tc-PMT] in the Form of an Instant Kit
- Der Einfluß experimenteller Bedingungen auf die Herstellung von <sup>99m</sup>Tc-Pyrrolidinemethyltetrazyklin [<sup>99m</sup>Tc-PMT] 154
- V. Kempf: Deconvolution Analysis of Renograms Obtained with Simultaneously Administered <sup>99m</sup>Tc-DTPA and <sup>131</sup>I-Hippuran
- Dekonvolutionsanalyse von Renogrammen nach gleichzeitiger Verabreichung von <sup>99m</sup>Tc-DTPA und <sup>131</sup>I-Hippuran 188
- F. Palermo, F. Boccaletto, M. Magalini, G. Chiara, T. Tommaseo, L. Dapporto: Radioisotope Evidence of Varying Transit of Solid Food in Gastrectomized Patients with and without Dumping Syndrome
- Radioisotoper Nachweis des variierenden Übergangs fester Nahrung bei Gastrektomie-Patienten mit und ohne Entleerungssyndrom 195
- I. C. Dormehl, N. Hugo, A. van Gelder, M. Maree, R. de Winter, L. Jacobs: Scintigraphic Phase Analysis of Abnormal A-V Conduction in a Baboon
- Szintigraphische Phasenanalyse eines atrioventrikulären Blocks bei einem Pavian 200
- C. M. B. Duwel, F. C. Visser, M. J. van Eenige, J. C. Roos, J. P. Roos: Pacing and the Non-Invasive Evaluation of Myocardial Fatty Acid Metabolism by Means of 17-<sup>123</sup>I-Heptadecanoic Acid Scintigraphy
- Pacing und die nichtinvasive Bestimmung des myokardialen Fettsäurestoffwechsels mittels der Szintigraphie mit 17-<sup>123</sup>I-Heptadecansäure 204
- Z. Szabó, G. Torsello, C. Reifenrath, R. Porschen, H. Vosberg: Experimentelle Untersuchung der Leberperfusion mit nichtdiffundierenden Radiotracer: Differenzierung der arteriellen und portal-venösen Perfusionskomponente durch Dekonvolutionsanalyse von First-Pass-Zeitaktivitätskurven
- Experimental Investigation of the Perfusion of the Liver with Non-Diffusible Tracers – Differentiation of the Arterial and Portal-Venous Components by Deconvolution Analysis of First-Pass Time-Activity Curves 209
- K. Tatsch, P. Knesevitsch, C.-M. Kirsch, G. Küffer, G. Dörner, A. Matuschke, J. Bogner, F. D. Goebel, E. Moser: Stellenwert der <sup>67</sup>Ga-Szintigraphie in der Primärdiagnostik und Verlaufsbeurteilung opportunistischer Pneumonien bei Patienten mit AIDS
- Value of <sup>67</sup>Ga Scintigraphy in Primary Diagnosis and Follow-Up of Opportunistic Pneumonias in Patients with AIDS 219
- Th. Chatzipanagiotou, J. Müller-Brand, E. W. Radü, J. Rem, R. Fridrich: Zerebrale Durchblutung in Ruhe und nach CO<sub>2</sub>-Stimulation bei Patienten mit einseitiger Karotisobstruktion
- Cerebral Blood Flow at Rest and after CO<sub>2</sub> Stimulation in Patients with Unilateral Carotis Obstruction 232
- S. Bielack, J. Knop, G. Dellling, K. Winkler: Szintigraphische Verlaufskontrolle von Osteosarkomen während neoadjuvanter Chemotherapie – Ergebnisse der kooperativen Osteosarkomstudie COSS der Gesellschaft für Pädiatrische Onkologie
- Scintigraphic Follow-Up of Osteosarcomas during Neoadjuvant Chemotherapy – Results of the Co-Operative Osteosarcoma Study (COSS) of the Society of Pediatric Oncology 237
- P. Reuland, W. Müller-Schauenburg, H. Kühn, K. D. Keller, U. Feine: 180°-versus 360°-Rotation bei der SPECT des Skeletts
- 180° versus 360° Rotation in Skeletal SPECT 242
- F. Grünwald, H. Durwen, P. Bülau, A. Bockisch, C. E. Elger, A. Rohde, K. Reichmann, B. Ammari, A. Hotze, H. Penin, H.-J. Biersack: HMPAO-SPECT bei zerebralen Anfällen
- HMPAO-SPECT in Cerebral Seizures 248

W. Becker, T. Steck, P. Albert, W. Börner: Hysterosalpingoscintigraphy: A Simple and Accurate Method Evaluating Fallopian Tube Patency  
Hysterosalpingoscintigraphie: Eine einfache und genaue Methode zur Prüfung der Tubendurchgängigkeit 252

H. W. Müller-Gärtner, R. Montz, R. Klapdor, M. Hirschmann, W. Rehpennig, J. Langkowski: Radioimmunbehandlung solitärer Lebermetastasen mittels intratumoraler Instillation <sup>131</sup>I-markierter monoklonaler Antikörper – Erste Ergebnisse einer klinischen Studie

Radioimmunotherapy of Solitary Liver Metastases by Means of Intratumoral Instillation of <sup>131</sup>I-Labelled Monoclonal Antibodies – Preliminary Results of a Clinical Trial 258

F. Grünwald, J. Ruhlmann, B. Ammari, R. Knopp, A. Hotze, H.-J. Biersack: Erfahrungen mit einem »High Dose«-Therapiekonzept beim metastasierenden differenzierten Schilddrüsenkarzinom

Experience with a High-Dose Concept of Differentiated Metastatic Thyroid Cancer Therapy 266

#### Kurzmitteilungen – Short Communications

A. Hotze, A. Bockisch, M. Rüther, H. J. Biersack: Vergleich von <sup>99m</sup>Tc-HMPAO-markierten Leukozyten und <sup>99m</sup>Tc-Nanololoid bei Osteomyelitiden  
Comparison of <sup>99m</sup>Tc-HMPAO-Labelled Leukocytes and <sup>99m</sup>Tc-Nanocolloid in Osteomyelitis 63

A. Behar, G. Lagrue, F. Cohen-Boulakia, J. Baillet: Capillary Filtration in Idiopathic Cyclic Edema – Effects of Daflon 500 mg

Kapillarfiltrierung beim idiopathischen zyklischen Ödem – Wirkung von Daflon 500 mg 105

F. Duška, L. Hadaš, J. Vižda, P. Kafka, E. Urbanová, V. Palička, Y. Mazurová, M. Kuba, V. Grossman: <sup>99m</sup>Tc-Aminohexylidendiphosphonate and <sup>99m</sup>Tc-Pyrophosphate in the Scintigraphic Diagnosis of Experimental Myocardial Infarction in Dogs

<sup>99m</sup>Tc-Aminohexylidendiphosphonat und <sup>99m</sup>Tc-Pyrophosphat zur szintigraphischen Diagnose des experimentellen Herzinfarkts beim Hund 226

M. Madler, S. Fritsch, G. Fenzl, A. Schalhorn, E. Moser: Perfusionszintigraphie mit <sup>99m</sup>Tc-markierten Mikrosphären zur Funktionsbeurteilung implantierter Portsysteme vor intraarterieller Zytostase bei Lebermetastasen

Perfusion Scintigraphy with <sup>99m</sup>Tc-Labeled Microspheres to Monitor Implanted Port Systems Prior to Intraarterial Cytostasis of Liver Metastases 228

#### Berichte – Reports

H. J. Biersack, U. Buell, P. J. Ell: HMPAO – Fundamental and Clinical Research

HMPAO – Grundlagen- und klinische Forschung 108

O. Schober, H. Hundeshagen: Qualitätskontrolle in vivo

In-Vivo Quality Control 157

#### Fallberichte – Case Reports

W. Becker, C. Pabst, W. Börner: Toxic Megacolon Presenting in the Leukocyte Scan as Distended Transverse Bowel  
Das Erscheinungsbild eines toxischen Megakolons als dilatiertes Colon transversum im Leukozytenszintigramm 36

Th. Krause, C. Schümichen, S. Hohenloser, W. Kasper, Th. Meinertz: Szintigraphie mit <sup>111</sup>In-markiertem Antimysin F(ab)<sub>2</sub> monoklonalem Antikörper und <sup>99m</sup>Tc-Pyrophosphat bei Rhabdomyolyse

Scintigraphy with <sup>111</sup>In-Labeled Antimysin F(ab)<sub>2</sub> Monoclonal Antibody and <sup>99m</sup>Tc-Pyrophosphate in Rhabdomyolysis 38

P. A. Dimopoulos, S. D. Yarmenitis, P. Vasilakos, G. M. Zavras, Th. Gorilas: False Aneurysm of Splanchnic Arteries – A Scintigraphic Pitfall

Falsches Aneurysma der Mesenterialarterien – Eine szintigraphische Fehlerquelle 272

#### Buchbesprechungen – Book Reviews

40, 118, 274

#### Kleine Mitteilungen – Announcements

42, 66, 120, 185, 231, 276

# Sachregister – Subject Index

## Originalarbeiten

AIDS, Pneumonien, <sup>67</sup>Ga 219

Amphetamin, <sup>131</sup>J, ischämisches Hirn, Maus 5

Antimyosin, <sup>111</sup>In, Rhabdomyolyse 38

Biokinetik, <sup>131</sup>J Amphetamin, ischämisches Hirn, Maus 5

Bleomycin, <sup>57</sup>Co, Lungentumoren 79

Berichte:

HMPAO, Grundlagen und klinische Forschung 108

Qualitätskontrolle in vivo 157

*Schilddrüse* 158

*Hirn* 160

*Radionuklidventrikulographie* 161

*Herz, <sup>201</sup>Tl, <sup>99m</sup>Tc-MIBI* 162

*Skelett* 163

*Leukozyten* 164

*Monoklonale Antikörper* 169

*Lunge* 173

NMR 177

Buchbesprechungen:

*Atlas of Radionuclide Imaging* 274

*Biologische Wirkungen von inhalierten Radionukliden* 119

*Fractionation in Radiotherapy* 118

*Functional Studies Using NMR* 40

*Genetic Effects from Internally Deposited Radionuclides* 274

*Klinische Kernspintomographie* 41

*Klinische Nuklearmedizin* 40

*Labelled Compounds and Radiopharmaceuticals Applied in Nuclear Medicine* 118

*Nuclear Medicine Annual 1987* 41

*Radiation Protection in Occupational Health* 118

*The Year Book of Nuclear Medicine 1987* 274

*Tschernobyl und die Folgen – Begutachtung von Strahlenschäden* 274

*Tumoren der Lunge* 41

*Wandel nuklearmedizinische Nierendiagnostik* 40

<sup>57</sup>Co-Bleomycin, Lungentumoren 79

CO<sub>2</sub>-Stimulation, einseitige Karotisobstruktion, zerebrale Perfusionsreserve 232

COSS-Studie, Osteosarkomstudie, szintigraphische Verlaufskontrolle unter Chemotherapie 237

Dekonvolutionsanalyse, Leberperfusion, experimentell 209

Dekonvolutionsanalyse, Renogramm 188  
Diphosphonate, <sup>99m</sup>Tc, Knochenmatrix, Knochenläsion, Nachweiswahrscheinlichkeit 8

Doppelphotonen-Absorptiometrie, Knochenmineral, Grundlagen 12

DSPECT, <sup>133</sup>Xe, zerebrovaskuläre Reservekapazität 127

Dumping-Syndrom, Transitzeit fester Nahrung 195

Editorial: PET versus SPECT 2

Fallbericht, falsches Aneurysma der Mesenterialarterien, pitfall 272

Fallbericht, Rhabdomyolyse, <sup>111</sup>In-Antimyosin, <sup>99m</sup>Tc-Pyrophosphat 38

Fallbericht, toxisches Megakolon, Leukozytenszintigraphie 36

Fettsäuren, <sup>123</sup>J, Metabolismus 204

Fettsäuren, <sup>123</sup>J, nichtischämische Herzkrankungen 72

<sup>67</sup>Ga, Pneumonien, AIDS 219

<sup>67</sup>Ga, Transferrin, Tumoraufnahme 151

Glomeruläre Filtrationsrate, Messung durch Impulssynthese 147

Herz, siehe Myokard

HMPAO, siehe <sup>99m</sup>Tc-HMPAO

Hyperthyreose, Radiojodtherapie, Herddosen, Ergebnisse 98

Hypothyreose, Radiojodtherapie, Langzeitbeobachtung 135

Hysterosalpingoszintigraphie, Tubendurchgängigkeit 252

Immunszintigraphie, Anti-Alphafoetoprotein 87

Immunszintigraphie, <sup>111</sup>In-Antimyosin, Rhabdomyolyse 38

Immunszintigraphie, Mischung verschiedener Antikörper 43

Immuntherapie, solitäre Lebermetastasen 258

Impulssynthese, Messung der glomerulären Filtrationsrate 147

<sup>111</sup>In-Antimyosin, <sup>99m</sup>Tc-Pyrophosphat, Rhabdomyolyse, Fallbericht 38

<sup>111</sup>In-Oxin, Leukozyten, entzündliche Darmerkrankungen 83

Iterative Rekonstruktion, SPECT 140

<sup>131</sup>J-Amphetamin, ischämisches Hirn, Maus 5

<sup>123</sup>J-Fettsäuren, nichtischämische Herzkrankungen 72

<sup>123</sup>J-Fettsäuren, Metabolismus 204

<sup>131</sup>J-Hippuran, Renogramm, Dekonvolutionsanalyse 188

<sup>131</sup>J-MIBG, Bindung an Neuroblastomzellen 95

<sup>131</sup>J-Therapie, High-dose-Konzept, metastasierendes Schilddrüsenkarzinom 266

<sup>131</sup>J, Therapie, Hyperthyreose, Herddosen, Ergebnisse 98

<sup>131</sup>J-Therapie, Hypothyreose, Langzeitbeobachtung 135

Kapillarfiltrierung, Ödem 105

KHK, Radionuklid-Ventrikulographie, Belastungs-EKG 57

Knochen, Entzündung, Leukozyten, <sup>99m</sup>Tc-HMPAO 121

Knochen, Läsion, Nachweiswahrscheinlichkeit, <sup>99m</sup>Tc-Diphosphonate 8

Knochen, Osteosarkom, COSS-Studie 237

Knochen, SPECT, 180°- versus 360°-Rotation 242

Knochenmineral, Doppelphotonen-Absorptiometrie, Grundlagen 12

Knochenmineral, Korrelation mit Knochenstoffwechsel 19

Knochenstoffwechsel, Korrelation mit Knochenmineral 19

Lebermetastasen, Immuntherapie 258

Lebermetastasen, intraarterielle Zytostase, Perfusionszintigraphie zur Kontrolle 228

Leberperfusion, First-Pass, Dekonvolutionsanalyse 209

Leukozytenszintigraphie, <sup>111</sup>In, entzündliche Darmerkrankungen 83

Leukozytenszintigraphie, <sup>99m</sup>Tc-HMPAO, Knochen, Entzündung 121

Leukozytenszintigraphie, <sup>99m</sup>Tc-HMPAO, <sup>99m</sup>Tc-Nanokolloid 63

Leukozytenszintigraphie, toxisches Megakolon, Fallbericht 36

Lunge, Pneumonien, AIDS, <sup>67</sup>Ga 219

Lungentumoren, <sup>57</sup>Co-Bleomycin 79

Magenentleerung, Dumping-Syndrom, Transitzeit 195

Megakolon, toxisch, Leukozytenszintigraphie, Fallbericht 36

MIBG, <sup>131</sup>J, Bindung an Neuroblastomzellen 95

# Subject Index

Monoklonale Antikörper, Mischung, Immunszintigraphie 43  
Myokard,  $^{123}\text{I}$ -Fettsäuren, Metabolismus 204  
Myokard, LAD Stenose, Radionuklid-ventrikulographie 57  
Myokard,  $^{201}\text{Tl}$ ,  $^{123}\text{I}$ -Fettsäuren, nicht-ischämische Erkrankungen 72  
Myokardinfarkt, experimentell,  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Aminoheylidendiphosphonat,  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Pyrophosphat 226  
NMR, Relaxationszeiten 43  
Ödem, Kapillarfiltrierung 105  
Osteomyelitis, Leukozytenszintigraphie,  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Nanokolloid 63  
Osteosarkom, COSS-Studie, Sammelstatistik 237  
PET, versus SPECT, Editorial 2  
Phasenanalyse, Radionuklidventrikulographie, AV Block 200  
Pitfall; falsches Aneurysma der Mesenterialarterien, Fallbericht 272  
Portssysteme, Lebermetastasen, intraarterielle Zytostase, Perfusionsszintigraphie 228  
Qualitätskontrolle, in vivo, Bericht 157  
Radiojodtherapie, High-dose-Konzept, metastasierendes differenziertes Schilddrüsenkarzinom 266  
Radiojodtherapie, Hypothyreose, Langzeitbeobachtung 135  
Radiojodtherapie, Hyperthyreose, Herddosen, Ergebnisse 98  
Radionuklid-Ventrikulographie, Belastungs-EKG, LAD Stenose 57  
Radionuklid-Ventrikulographie, Peak-Filling-Rate bei Diabetes 67  
Radionuklid-Ventrikulographie, Phasenanalyse bei AV Block 200  
Relaxationszeiten, NMR 43  
Renographie, Dekonvolutionsanalyse 188  
Rhabdomyolyse,  $^{111}\text{In}$ -Antimyosin,  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Pyrophosphat, Fallbericht 38  
Schilddrüse, Funktionsdiagnostik, TSH basal mit  $\text{T}_3$  29  
Schilddrüsenkarzinom, metastasierend, High-dose-Therapiekonzept 266  
Schilddrüsenkarzinom, Nachsorge, TSH sensitiv 24  
Skelett, siehe Knochen  
SPECT, iterative Datenrekonstruktion 140  
SPECT, Knochen,  $180^\circ$ - versus  $360^\circ$ -Rotation 242  
SPECT,  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -HMPAO, zerebrale Anfälle 248  
SPECT, versus PET, Editorial 2  
SPECT, zerebrale Perfusionsreserve 46

$^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Aminoheylidendiphosphonat, Myokardinfarkt, experimentell 226  
 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Diphosphonate, Knochenmatrix, Knochenläsion, Nachweiswahrscheinlichkeit 8  
 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -DTPA, Renogramm, Dekonvolutionsanalyse 188  
 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -HMPAO, Grundlagen und klinische Forschung, Berichte 108  
 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -HMPAO, Leukozyten,  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Nanokolloid 63  
 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -HMPAO, Leukozyten, Knochen, Entzündung 121  
 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -HMPAO, zerebrale Anfälle 248  
 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -HMPAO,  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -RBC, zerebrale Perfusionsreserve 46  
 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Mikrosphären, Lebermetastasen, intraarterielle Zytostase, Kontrolle 228  
 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -PMT, Herstellung eines Instant Kits 151  
 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Pyrophosphat,  $^{111}\text{In}$ -Antimyosin, Rhabdomyolyse, Fallbericht 38  
 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Pyrophosphat, Myokardinfarkt, experimentell 226  
 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Sucralfat, Ulkussuche 32  
TSH, basal,  $\text{T}_3$ , Funktionsdiagnostik der Schilddrüse 29  
TSH, sensitiv, Nachsorge, Schilddrüsenkarzinom 24  
 $\text{T}_3$ , TSH basal, Funktionsdiagnostik der Schilddrüse 29  
Tubendurchgängigkeit 252  
Tumor,  $^{67}\text{Ga}$ -Aufnahme, Transferrin 151  
Ulkus, -suche,  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Sucralfat 32  
 $^{133}\text{Xe}$ -DSPECT, zerebrovaskuläre Reservekapazität 127  
Zerebrale Anfälle,  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -HMPAO 248  
Zerebrovaskuläre Erkrankungen, chronisch,  $^{133}\text{Xe}$ -DSPECT, Reservekapazität 127  
Zerebrovaskuläre Erkrankungen, einseitige Karotisobstruktion,  $\text{CO}_2$ -Stimulation, Perfusionsreserve 232  
Zerebrovaskuläre Erkrankungen, zerebrale Perfusionsreserve 46

## Original Articles

AIDS, pneumonia,  $^{67}\text{Ga}$  219  
Amphetamine,  $^{131}\text{I}$ , ischemic brain, mouse 5  
Antimyosin,  $^{111}\text{In}$ , rhabdomyolysis 38  
Biokinetics,  $^{131}\text{I}$ -amphetamine, ischemic brain, mouse 5  
Bleomycin,  $^{57}\text{Co}$ , lung tumors 79  
Bone, inflammation, leukocytes,  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -HMPAO 121  
Bone, lesion detectability,  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -diphosphonates 8  
Bone metabolism, correlation with bone mineral 19  
Bone mineral, correlation with bone metabolism 19  
Bone mineral, dual photon absorptiometry, fundamentals 12  
Bone, osteosarcoma, COSS study 237  
Bone, SPECT,  $180^\circ$  versus  $360^\circ$  rotation 242  
Book Reviews:  
*Atlas of Radionuclide Hepatobiliary Imaging* 274  
*Biologische Wirkungen von inhalierten Radionukliden* 119  
*Fractionation in Radiotherapy* 118  
*Functional Studies Using NMR* 40  
*Genetic Effects from Internally Deposited Radionuclides* 274  
*Klinische Kernspintomographie* 41  
*Klinische Nuklearmedizin* 40  
*Labelled Compounds and Radiopharmaceuticals Applied in Nuclear Medicine* 118  
*Nuclear Medicine Annual 1987* 41  
*Radiation Protection on Occupational Health* 118  
*The Year Book of Nuclear Medicine 1987* 274  
*Tschernobyl und die Folgen – Begutachtung von Strahlenschäden* 274  
*Tumoren der Lunge* 41  
*Wandel nuklearmedizinischer Nierendiagnostik* 40  
CAD, equilibrium radionuclide ventriculography, exercise ECG 57  
Capillary filtration, edema 105  
Case Report:  
False aneurysma of splanchnic arteries, pitfall 272

- Toxic megacolon, leukocyte scintigraphy 36
- Rhabdomyolysis, <sup>111</sup>In-antimyosin, <sup>99m</sup>Tc-pyrophosphate 38
- Cerebral seizures, <sup>99m</sup>Tc-HMPAO 248
- Cerebrovascular disease, cerebral perfusion reserve 46
- Cerebrovascular disease, chronic, <sup>133</sup>Xe-DSPECT, reserve capacity 127
- Cerebrovascular disease, unilateral carotid obstruction, CO<sub>2</sub>-stimulation, perfusion reserve 232
- <sup>57</sup>Co-bleomycin, lung tumors 79
- CO<sub>2</sub>-stimulation, unilateral carotid obstruction, cerebral perfusion reserve 232
- COSS study, osteosarcoma, scintigraphic follow-up during chemotherapy 237
- Deconvolution analysis, perfusion of liver, experimental 209**
- Deconvolution analysis, renogram 188
- Diphosphonates, <sup>99m</sup>Tc, bone matrix, bone lesion detectability 8
- DSPECT, <sup>133</sup>Xe, cerebrovascular reserve capacity 127
- Dual-photon absorptiometry, bone mineral, fundamentals 12
- Dumping syndrome, transit time of solid food 195
- Edema, capillary filtration 105**
- Editorial: PET versus SPECT 2
- Equilibrium radionuclide ventriculography, exercise, ECG, LAD stenosis 57
- Equilibrium radionuclide ventriculography, phase analysis in abnormal A-V conduction 200
- Equilibrium radionuclide ventriculography, peak filling rate in diabetes 67
- Fatty acids, <sup>123</sup>I, metabolism 204**
- Fatty acids, <sup>123</sup>I, non-ischemic myocardial diseases 67
- <sup>67</sup>Ga, pneumonia, AIDS 219
- <sup>67</sup>Ga, transferrin, tumor-uptake 151
- Glomerular filtration rate, measurement by impulse synthesis 147
- Heart, see myocardium**
- HMPAO, see <sup>99m</sup>Tc-HMPAO
- Hyperthyroidism, radioiodine therapy, doses, results 98
- Hysterosalpingoscintigraphy, tube patency 252
- Hypothyroidism, radioiodine therapy, long-term follow-up 135
- <sup>131</sup>I-amphetamine, ischemic brain, mouse 5
- <sup>123</sup>I-fatty acids, metabolism 204
- <sup>123</sup>I-fatty acids, non-ischemic myocardial diseases 67
- <sup>131</sup>I-hippuran, renogram, deconvolution analysis 188
- <sup>131</sup>I-therapy, high-dose concept, metastatic thyroid carcinoma 266
- <sup>131</sup>I-therapy, hyperthyroidism, doses, results 98
- <sup>131</sup>I-therapy, hypothyroidism, long-term follow-up 135
- Immunodetection, see immunoscintigraphy
- Immunoscintigraphy, anti-alphafoetoprotein 87
- Immunoscintigraphy, combination of various antibodies 43
- Immunoscintigraphy, <sup>111</sup>In-antimyosin, rhabdomyolysis 38
- Immunotherapy, solitary liver metastases 258
- Impulse synthesis, measurement of glomerular filtration rate 147
- <sup>111</sup>In-antimyosin, <sup>99m</sup>Tc-pyrophosphate, rhabdomyolysis, case report 38
- <sup>111</sup>In-oxine, leukocytes, inflammatory bowel disease 83
- Iterative reconstruction, SPECT 140
- Leukocyte scintigraphy, <sup>111</sup>In inflammatory bowel disease 83**
- Leukocyte scintigraphy, <sup>99m</sup>Tc-HMPAO, bone, inflammation 121
- Leukocyte scintigraphy, <sup>99m</sup>Tc-HMPAO, <sup>99m</sup>Tc-nanocolloid 63
- Leukocyte scintigraphy, toxic megacolon, case report 36
- Liver metastases, immunotherapy 258
- Liver metastases, intraarterial cytosclerosis, perfusion scintigraphy for control 228
- Liver perfusion, first-pass, deconvolution analysis 209
- Lung, pneumonia, AIDS, <sup>67</sup>Ga 219
- Lung tumors, <sup>57</sup>Co-bleomycin 79
- Megacolon, toxic, leukocyte scintigraphy, case report 36**
- MIBG, <sup>131</sup>I, binding to neuroblastoma cells 95
- Monoclonal antibodies, combination, immunoscintigraphy 43
- Myocardial infarction, experimental, <sup>99m</sup>Tc-aminohexylidendiphosphonate, <sup>99m</sup>Tc-pyrophosphate 226
- Myocardium, <sup>123</sup>I-fatty acids, metabolism 204
- Myocardium, LAL stenosis, equilibrium radionuclide ventriculography 57
- Myocardium, <sup>201</sup>Tl, <sup>123</sup>I-fatty acids, non-ischemic diseases 67
- NMR, relaxation times 43**
- Osteomyelitis, leukocyte scintigraphy, <sup>99m</sup>Tc-nanocolloid 63**
- Osteosarcoma, COSS study, multicentric results 237
- PET, versus SPECT, Editorial 2**
- Pitfall, false aneurysms of splanchnic arteries, case report 272
- Port systems, liver metastases, intraarterial cytosclerosis, perfusion scintigraphy 228
- Quality control, in vivo, reports 157**
- Radioiodine therapy, high-dose concept, differentiated metastatic thyroid carcinoma 266**
- Radioiodine therapy, hyperthyroidism, doses, results 98
- Radioiodine therapy, hypothyroidism, long-term follow-up 135
- Radionuclide ventriculography, see equilibrium-radionuclide-ventriculography
- Relaxation times 43
- Renography, deconvolution analysis 188
- Reports:**
- In vivo quality control (*only German, no English summary*) 157
- HMPAO – fundamental and clinical research 108
- Pharmacological development* 108
- Kinetics baboon rat* 109
- Intracellular localization* 110
- Wada test* 110
- Brain death* 111
- Clinical data* 113
- Labelling of leukocytes:*
- Inflammatory bowel disease* 113
- Abscesses and lesions* 115
- Abdominal diseases* 115
- Trapping mechanism* 116
- Tumor detection, blood flow* 116
- Liver tumors* 117
- Rhabdomyolysis, <sup>111</sup>In-antimyosin, <sup>99m</sup>Tc-pyrophosphate, case report 38
- Skeleton, see bone**
- SPECT, bone, 180° versus 360° rotation 242
- SPECT, cerebral perfusion reserve 46
- SPECT, iterative data reconstruction 140
- SPECT, <sup>99m</sup>Tc-HMPAO, cerebral seizures 248
- SPECT, versus PET, Editorial 2
- Stomach emptying, dumping syndrome, transit time 195
- <sup>99m</sup>Tc-aminohexylidendiphosphonate, myocardial infarction, experimental 226
- <sup>99m</sup>Tc-diphosphonates, bone matrix, bone lesion detectability 8
- <sup>99m</sup>Tc-DTPA, renogram, deconvolution analysis 188
- <sup>99m</sup>Tc-HMPAO, cerebral seizures 248
- <sup>99m</sup>Tc-HMPAO, fundamental and clinical research, reports 108
- <sup>99m</sup>Tc-HMPAO, leukocytes, bone, inflammation 121

---

<sup>99m</sup>Tc-HMPAO, leukocytes, <sup>99m</sup>Tc-nano-colloid 63  
<sup>99m</sup>Tc-HMPAO, <sup>99m</sup>Tc-RBG, cerebral perfusion reserve 46  
<sup>99m</sup>Tc-microspheres, liver, metastases, intraarterial cytosclerosis, control 228  
<sup>99m</sup>Tc-PMT, preparation of instant kit 154  
<sup>99m</sup>Tc-pyrophosphate, <sup>111</sup>In-antimyosin, rhabdomyolysis, case report 38  
<sup>99m</sup>Tc-pyrophosphate, myocardial infarction, experimental 226

<sup>99m</sup>Tc-sucralfate, ulcer detection 32  
Thyroid carcinoma, follow-up, TSH sensitive 24  
Thyroid carcinoma, metastatic, high-dose therapy concept 266  
Thyroid, functional disorders, TSH basal and T<sub>3</sub> 29  
TSH, basal and T<sub>3</sub>, functional disorders of thyroid 29  
TSH, sensitive, follow-up, thyroid carcinoma 24

Tube patency 252  
Tumor, <sup>67</sup>Ga-uptake, transferrin 151  
T<sub>3</sub>, TSH basal, functional disorders of thyroid 29

Ulcer, detection, <sup>99m</sup>Tc-sucralfate 32

<sup>133</sup>Xe-DSPECT, cerebrovascular reserve capacity 127



# Stichwortverzeichnis – Abstracts

## Datenverarbeitung

Hochauflösende PET 2/42  
SPECT, 180° versus 360° 2/43  
Computersimulation, Herzfunktion 2/43

## Erythropoese

Erythropoetin, Ferrokinetik 2/41

## First-Pass-Studie

Rezirkulation, Abtrennung 2/50

## Gastroenterologie

Magenresektion, Funktion 2/17  
Ösophagus, Parameterbilder 2/17  
Jejunioileostomie, Funktion 2/17  
Sklerodermie, Funktionsszintigraphie 2/18  
Schilling-Test, B12 2/18  
Leukozyten, entzündliche Darmerkrankungen 2/19  
Colitis ulcerosa, Granulosint 2/19  
Colitis ulcerosa, Granulozyten Ak 2/19

## Immunszintigraphie

Ovarialkarzinom(e), anti-CA 125 2/8  
Kolorektale Tumoren, anti-CA 19-9 2/8  
Kombination, Applikationswege 2/9  
Streptavidin-Biotin-System 2/9  
<sup>99m</sup>Tc-MAK, BW 431/26 2/29  
<sup>99m</sup>Tc-MAK, intrazelluläres Verhalten 2/29  
<sup>99m</sup>Tc-anti-CEA, kolorektale Karzino-  
me 2/30  
<sup>99m</sup>Tc-anti-CEA, kolorektale Tumor-  
rezidive 2/30  
<sup>99m</sup>Tc-anti-CEA, verschiedene Tumo-  
ren 2/30

## Knochen

Thyreoidektomie, Knochendichte 2/33  
Skelettszintigraphie, Traumatologie 2/33  
Szintimetrie, Traumata 2/33  
Zementlose TEP, quantitativer Uptake 2/34  
Osteosarkom, COSS Studie 2/34  
Mamma-Ca, MCA 2/34  
Renale Osteopathie 2/42

## Leukozyten

MAK BW 250/183 2/21  
<sup>99m</sup>Tc-MAK 2/21  
<sup>99m</sup>Tc, <sup>123</sup>J-MAK 2/21  
<sup>123</sup>J-MAK 2/21  
<sup>99m</sup>Tc-MAK, <sup>111</sup>In-Oxin 2/22

<sup>99m</sup>Tc-MAK, <sup>99m</sup>Tc-HMPAO 2/22

<sup>99m</sup>Tc-MAK, Abszeß 2/23

<sup>111</sup>In, Hüft TEP 2/43

## Myokard

SPECT, Hinterwand 2/14  
Stumme Ischämie 2/14  
Narbe, Kriterien 2/14  
Rheologische Parameter 2/16  
Linksschenkelblock 2/16  
Fettsäuren, Oxidation 2/31  
Fettsäuren, KHK 2/31  
Fettsäuren, versus <sup>201</sup>Tl 2/31  
Fettsäuren, Angioplastie 2/32  
<sup>201</sup>Tl/<sup>99m</sup>Tc-PPi, Nekrosen 2/32  
<sup>81</sup>Rb/<sup>81m</sup>Kr 2/41

## Nephro-Urologie

Isotopenmiktionszysturographie 2/10  
Nierenfunktion, ESWL 2/10  
Gadolinium-DTPA, NMR 2/12  
Captopril, NAST 2/12  
Belastung, NAST 2/12  
<sup>99m</sup>Tc-MAG3, Kinetik 2/13  
<sup>99m</sup>Tc-MAG3, Parameterbilder 2/13  
<sup>99m</sup>Tc-MAG3, klinische Ergebnisse 2/13

## NMR

Linksventrikuläre Thromben 2/38  
Aortendissektion 2/38  
Angioblastome 2/38  
Laktatkonzentration 2/40  
Vorhofseptumdefekte 2/49  
Aorteninsuffizienz 2/49

## Onkologie

Lymphszintigraphie, NMR 2/23  
Lymphszintigraphie, malignes Mela-  
nom 2/23  
Knochenmarkszintigraphie, Neoplasien 2/24  
Knochenmarkszintigraphie, NMR,  
Plasmozytom 2/24  
<sup>99m</sup>Tc-MIBI, <sup>201</sup>Tl, Schilddrüsenkarzi-  
nom 2/24  
<sup>123</sup>J-Methyltyrosin, Hirntumoren 2/25  
MIBG, Neuroblastom, Phäochromo-  
zytom, MEN II-Syndrom 2/25  
MIBG, Sipple-Syndrom 2/26

## PET

Lungentumoren 2/9  
FDG, Transportkonstanten in Tumoren 2/53  
Hirntumoren, Chemotherapie 2/53  
Hirn, Proteinsynthese 2/54

## Radionuklidventrikulographie

Intensivstation, mobile Kamera 2/47  
Verlauf nach PTCA 2/47  
Adriamycin, Dosierung 2/48  
<sup>99m</sup>Tc-Isonitrile 2/48  
Akzessorische AV-Verbindungen 2/49

## Radiopharmakologie

Ruthenocen-Amin-Derivate 2/40  
<sup>123</sup>J-Röntgenkontrastmittel 2/40  
<sup>99m</sup>Tc-HMPAO, Muskelperfusion 2/41

## Schilddrüse

Ultraschall, Grauwertanalyse 2/44  
TCTU, TSH, SD-Volumen 2/44  
TCTU, regional 2/45  
Autonomie, <sup>201</sup>Tl 2/46  
Hyperthyreose, PG-Bindungsstellen 2/46  
Autonomie, definitive Therapie 2/47  
Radiojodtherapie, Frühhypothyreose 2/50  
Veränderungen nach Bestrahlung 2/50  
Onkozytäre SD-Ca, Radiojodspeiche-  
rung 2/52

## Radiojodtherapie

Dosierungsschema 2/52  
Hormone, Schwangerschaft 2/52

## Therapie

Immuntherapie, Radionuklide 2/35  
Immuntherapie, solitäre Lebermeta-  
stase 2/35  
Immuntherapie, Peritonealkarzinose 2/35  
Malignes Phäochromozytom 2/36  
M. Basedow, verschiedene Herddosen 2/36  
Radiojodtherapie, NMR, Knochen-  
markszintigraphie 2/37  
Radiosynovektomie 2/37  
Radiojodtherapie, periphere Hormone 2/37

## ZNS

<sup>133</sup>Xe-DSPECT, Reservekapazität 2/26  
<sup>99m</sup>Tc-HMPAO, CO<sub>2</sub>-Spiegel 2/27  
Fluß-Volumen-SPECT 2/27  
<sup>99m</sup>Tc-HMPAO, TCT 2/27  
<sup>99m</sup>Tc-HMPAO, Epilepsie 2/28  
<sup>99m</sup>Tc-HMPAO, Demenz 2/28  
Perfusion, Karotiskompression 2/28  
Karotisstenose, <sup>99m</sup>Tc-LDL, <sup>111</sup>In-  
Thrombozyten 2/44

K. Tatsch, P. Knesewitsch,  
C.-M. Kirsch, G. Küffer,  
G. Dörner, A. Matuschke\*,  
J. Bogner\*, F. D. Goebel\*,  
E. Moser

Aus der Radiologischen Klinik  
und Poliklinik  
(Dir.: Prof. Dr. med. Dr. h. c. J. Lissner)  
und der Medizinischen Poliklinik\*  
(Dir.: Prof. Dr. med. N. Zöllner)  
der Universität München, BRD

### Value of $^{67}\text{Ga}$ Scintigraphy in Primary Diagnosis and Follow-Up of Opportunistic Pneumonias in Patients with AIDS

# Stellenwert der $^{67}\text{Ga}$ -Szinti- graphie in der Primärdiagnostik und Verlaufsbeurteilung opportunistischer Pneumonien bei Patienten mit AIDS\*\*

Opportunistic pneumonias are a life-threatening complication in patients with AIDS. Early diagnosis and therapy is necessary to improve prognosis. This study was designed to assess the value of  $^{67}\text{Ga}$  scintigraphy in the primary detection and follow-up of these special pneumonias.  $^{67}\text{Ga}$  scintigraphy was performed in 40 patients: 10 normal controls and 30 HIV-positive patients with AIDS or AIDS-related complex (ARC).  $^{67}\text{Ga}$  scan results were compared with current chest radiographs and the results of pathogen detection. The evaluation of positive scans was based on a quantification of the pulmonary uptake, expressed as a pulmonary/soft-tissue uptake ratio. Only 8/30 patients had a normal scan, 22/30 showed diffuse (13/22) or focal (9/22) increases of pulmonary uptake. In 7/8 patients with normal scans the chest radiograph was negative as well. The one patient with negative scan but positive chest radiograph had pulmonary Kaposi's sarcoma. In 11/22 patients the  $^{67}\text{Ga}$  scan and chest radiograph were positive simultaneously. In the other 11/22 patients with positive scans chest radiographs were initially negative but showed pathology in 5 cases within 1-2 weeks. The reason for positive scans in most cases was an opportunistic lung infection; other forms of pneumonia were only observed in two cases. The defined uptake ratio demonstrated to be a highly sensitive parameter for monitoring pneumonia and the effects of therapy in follow-up studies. In conclusion, quantitative  $^{67}\text{Ga}$  scintigraphy proved to be a reliable and highly sensitive method for primary detection and follow-up of opportunistic pneumonias in patients with AIDS.

## Zusammenfassung

Opportunistische Pneumonien bedeuten für AIDS-Patienten eine lebensbedrohliche Komplikation. Zur Verbesserung der Prognose sind frühzeitige Diagnosestellung und Thera-

pieeinleitung unerlässlich. Ziel der vorliegenden Studie war es, den Stellenwert der  $^{67}\text{Ga}$ -Szintigraphie für Primärdiagnostik und Verlaufsbeurteilung dieser spezifischen Pneumonieformen zu untersuchen. Die Studie umfaßte 40 Patienten: 10 Lungengesunde und 30 HIV-positive Patienten mit AIDS oder AIDS-related complex (ARC). Die Befunde von Szintigraphie und konventionellem Thorax-Röntgen wurden verglichen und dem Erregerspektrum zugeordnet. Kriterium für ein pathologisches Szintigramm war ein am lungengesunden Normalkollektiv ermittelter Lunge/

Weichteilquotient (LWQ). Nur 8/30 Patienten hatten ein normales Szintigramm. 22/30 wiesen diffuse (13/22) oder fokale (9/22) Mehranreicherungen in der Lunge auf. 7/8 Patienten mit normalem Szintigramm waren gleichzeitig Röntgen-negativ. In dem Einzelfall mit positivem Röntgenbefund und negativem Szintigramm lag ein pulmonales Kaposi-Sarkom vor. Bei 11/22 Patienten mit positivem Szintigramm war gleichzeitig der Röntgenbefund pathologisch. Die anderen 11 Patienten mit pathologischem Szintigramm hatten einen negativen Röntgenausgangsbefund, der

\*\* Herrn Prof. Dr. Dr. h. c. J. Lissner zum 65. Geburtstag gewidmet.

(Eingegangen: 19. Februar 1988; in revidierter Form: 16. Mai 1988)

aber in 5 Fällen noch innerhalb 1–2 Wochen positiv wurde. Pathologische Szintigramme waren meist Folge einer opportunistischen Pneumonie; gewöhnliche Pneumonien kamen selten vor. Zur Therapiekontrolle und Verlaufsbeurteilung opportunistischer Pneumonien sind als hochsensitiver und objektivierbarer Parameter  $^{67}\text{Ga}$ -Verlaufsuntersuchungen mit Quantifizierung der Lungenanreicherung zu empfehlen.

## Einleitung

Für Patienten mit AIDS bedeuten opportunistische Infektionskrankheiten eine lebensbedrohliche Komplikation. Wie die letzten Jahre gezeigt haben, wird die Prognose *quoad vitam* dabei in erster Linie von Erkrankungen der Lunge bestimmt (9, 21, 26). Andere Prädispositionsstellen opportunistischer Infektionen, wie z. B. der Gastrointestinaltrakt, haben vergleichsweise nur eine geringere Bedeutung (27).

Opportunistische Pneumonien werden bei AIDS-Patienten am häufigsten durch den Parasiten *Pneumocystis carinii* (2, 9, 22, 26), atypische Mykobakterien (12, 18) oder das Cytomegalievirus (20) verursacht. Die hohen Morbiditäts- und Letalitätsraten (6, 21), insbesondere bei der *Pneumocystis-carinii*-Pneumonie, belegen die Notwendigkeit, durch frühzeitige Diagnosestellung und Einleitung einer spezifischen Therapie die Prognose der Patienten zu verbessern. Da subjektives Beschwerdebild und klinischer Untersuchungsbefund im Frühstadium der Pneumonie jedoch häufig nur diskrete Hinweise liefern (2, 12, 14, 21), kann die Diagnosestellung erhebliche Schwierigkeiten bereiten.

Die vorliegende Studie untersucht, welchen Stellenwert die  $^{67}\text{Ga}$ -Szintigraphie für die Primärdiagnostik und Verlaufsbeurteilung dieser besonderen Pneumonieformen besitzt. Dazu werden die Ergebnisse der Szintigraphie mit der konventionellen Thorax-Röntgendiagnostik und den klinischen Befunden korreliert.

## Patienten und Methodik

Insgesamt wurden 40 Patienten untersucht. 10 HIV-negative Personen ohne Lungenerkrankung stellten für die szintigraphischen Untersuchungen das Normalkollektiv. Bei 30 Patienten mit serologisch gesichertem HIV-Nachweis wurde neben der Standard-Diagnostik auch eine  $^{67}\text{Ga}$ -Szintigraphie durchgeführt. Ein Großteil der Patienten wies zum Zeitpunkt der Untersuchung klinisch unspezifische Symptome wie Fieber, Husten oder Dyspnoe auf. Die Patienten waren zwischen 24 und 50 Jahre alt, bei einem Medianwert von 33 Jahren. Mit 28 Männern bei nur 2 Frauen war das Verhältnis deutlich zu Lasten des männlichen Geschlechts verschoben.

Die Klassifikation der Patienten erfolgte entsprechend den Kriterien der Centers for Disease Control (7). Bei 22 Patienten lag demnach AIDS im Stadium der klinischen Manifestation vor, 8 Patienten hatten zum Zeitpunkt der Untersuchung noch die Diagnose AIDS-related complex (ARC), ein Vorstadium der klinisch manifesten Erkrankung.

Zur Durchführung der Szintigraphie wurde den Patienten 185 MBq  $^{67}\text{Ga}$ -Zitrat intravenös verabreicht. Die Szintigraphie wurde ausschließlich in planarer Technik durchgeführt. 48 und 72 h nach Injektion erfolgten Lungenaufnahmen von ventral und dorsal. Für die Aufnahmen wurde eine Großfeldgammakamera (mittlere energetischer Kollimator, 1 Peak-Messung bei 93 keV) mit angeschlossenem Rechnersystem verwendet. Die Aufnahmezeit pro Bild betrug 10 (24 h) bzw. 15 (72 h) min. Im Durchschnitt lagen dabei 1,5–2 Millionen counts pro Bild vor.

Zusätzlich zu der rein visuellen Bildinterpretation wurde als Grundlage für eine objektive Wertung von Ausgangs- und Verlaufsbeurteilungen in den Aufnahmen nach 72 h die Lungenanreicherung mittels ROI-Technik quantifiziert. Aus dem Produkt von ventraler und dorsaler Zählratendichte wurde die Wurzel gezogen. Dieses geometrische Mittel galt als  $^{67}\text{Ga}$ -Lungen-Uptake. Auf identische Weise wurde die Ga-Anreicherung im lateralen Halsweichteilmantel (unter Aussparung der HWS) quantifiziert und als Bezugsgröße herangezogen. Der Quotient aus  $^{67}\text{Ga}$ -Lungen-Uptake und Weichteilspeicherung wird im folgenden mit LWQ bezeichnet und ist ein Parameter für inter- und intraindividuelle Vergleiche. Die diagnostische Entscheidung – normal oder pathologisch – erfolgte lediglich an den LWQ-Werten.

Das Ergebnis der Ga-Szintigraphie wurde jeweils mit dem aktuellen Thorax-Röntgenbefund (zeitlicher Abstand zur Szintigraphie maximal 4 Tage) und den klinischen Angaben bzw. Befunden (Bronchoskopie mit Lavage und/oder Gewebsgewinnung, mikrobiologischer Erregernachweis) korreliert. Von 8 Patienten lagen zusätzlich zu dem Ausgangszintigramm Verlaufsuntersuchungen mit  $^{67}\text{Ga}$  vor. Das Intervall zwischen den Untersuchungen betrug wenigstens 6 Wochen und längstens 6 Monate, im Mittel waren es 2 Monate.

## Ergebnisse

### *Ergebnisse der $^{67}\text{Ga}$ -Szintigraphie*

*Befunde bei Lungengesunden.* Im lungengesunden Kontrollkollektiv unterschied sich die Lungenanreicherung nicht von der des umgebenden Weichteilgewebes. Dies äußerte sich quantitativ in einem LWQ, der im Mittel bei  $0,95 \pm 0,05$  SD lag. In Anlehnung an diese Befunde wurde in der vorliegenden Untersuchung ein LWQ  $<1,1$  (Mittelwert + 3 SD) als normal definiert, ein LWQ  $>1,1$  galt als pathologisch und wies auf eine erhöhte Ga-Anreicherung der Lungen hin.

*Befunde bei AIDS-Patienten.* Bei 8/30 Patienten (27%) wurde im Ausgangszintigramm ein Normalbefund erhoben. Darunter waren je 4 mit Diagnose ARC oder AIDS. In den Fällen mit normalem Szintigramm (Abb. 1a) lagen LWQ-Werte im Bereich von 0,88 bis 1,00 (Mittelwert:  $0,95 \pm 0,04$ ) vor. Damit war in jedem Einzelfall der LWQ unter dem Grenzwert von 1,1.

Ein erhöhter LWQ im Ausgangszintigramm wurde bei 22 Patienten (73%) beobachtet, darunter waren 17 mit AIDS und 5 mit ARC. Die LWQ-Werte lagen im Bereich zwischen 1,25 und 2,63 (Mittelwert:  $1,51 \pm 0,28$ ) und damit stets über dem definierten Grenzwert von 1,1. Szintigraphisch waren zwei pathologische Anreicherungsformen zu unterscheiden: Bei 13 Patienten lag eine diffuse Mehrspeicherung in beiden Lungenhälften vor (Abb. 1b). In 9 Fällen war die pathologische Mehranreicherung fokal begrenzt. Parahiläre, zentrale und basale Lungenanteile (Abb. 1c) waren bevorzugt befallen, fokale Mehrspeicherungen in den Lungenoberfeldern wurden nie beobachtet. In zwei Fällen mit parahilärer Speicherung ließ sich die Anreicherung in Lymphknoten lokalisieren, in den übrigen Fällen war mit planarer Aufnahmetechnik keine Abgrenzung von Lymphknoten und Lungenparenchym möglich.

### *Korrelation der Befunde von Szintigraphie und Thorax-Röntgen*

Neben unauffälligen Befunden umfaßte das Spektrum röntgenologischer

Veränderungen in der Thoraxaufnahme in erster Linie interstitielle Infiltrate in retikulärer, retikulonodulärer oder nodulärer Form. Die Befunde

reichten bis zu einer milchglasartigen Trübung der gesamten Lunge. Auf exakte zahlenmäßige Aufschlüsselung der verschiedenen Infiltratformen wurde verzichtet, da das Überwiegen von Mischformen eine exakte Klassifizierung erschwerte. Eine alveoläre Infiltration wurde nur selten beobachtet. Veränderungen im Röntgenbild nahmen typischerweise ihren Ausgang vom Hilusbereich und betrafen in erster Linie den Lungenkern. Eine Ausbreitung fand, falls nachweisbar, in zentrifugaler Richtung statt.

Das Ergebnis der Korrelation der Befunde von Szintigraphie und Thorax-Röntgen ist als Vierfeldertafel in Tab. 1 zusammengefaßt. In 7 Fällen mit unauffälligem Röntgenbild bei normalem Szintigramm bestätigte der blande klinische Verlauf in der Folgezeit die Befunde als richtig negativ. Ein AIDS-Patient zeigte bei negativem Szintigramm (Abb. 2a) einen positiven Röntgenbefund (Abb. 2b). Das negative Szintigramm sprach gegen das Vorliegen eines floriden Entzündungsprozesses und stimmte bei diesem Patienten mit der subjektiven Symptomfreiheit und dem klinisch unauffälligen Untersuchungsbefund überein. Ursache des positiven Röntgenbefundes war ein pulmonales Kaposi-Sarkom, das bronchoskopisch zu sichern war.

11 Patienten zeigten bei der Ausgangsuntersuchung einen pathologischen szintigraphischen und röntgenologischen Befund. In 7 Fällen stimmten Lokalisation und Ausmaß der Befunde überein, in den übrigen 4 Fällen war im Szintigramm der Lungenbefall ausgedehnter als im Röntgenbild.

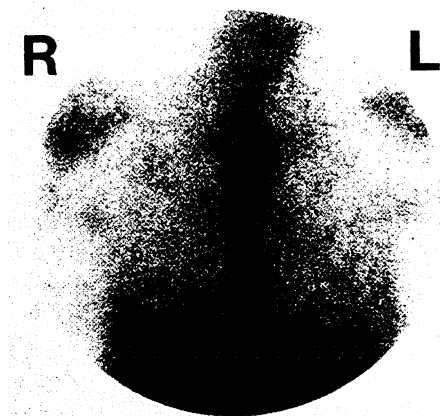
Pathologische Mehranreicherungen im Szintigramm bei normalem Röntgenbefund wurden bei 11 Patienten beobachtet (Abb. 3a, b). Eine Abhängigkeit dieser Befunde vom szintigraphischen Speichermuster (fokal; diffus) war nicht gegeben. Verlaufsaufnahmen zeigten, daß bei 5 der 11 Patienten das zunächst negative Röntgenbild später doch Infiltrate zeigte. Dieser Befund war im Mittel 10 Tage (Bereich: 4–15 Tage) nach dem positiven Szintigramm zu dokumentieren (Abb. 3c).

### Erregerspektrum bei positiven Ga-Szintigrammen

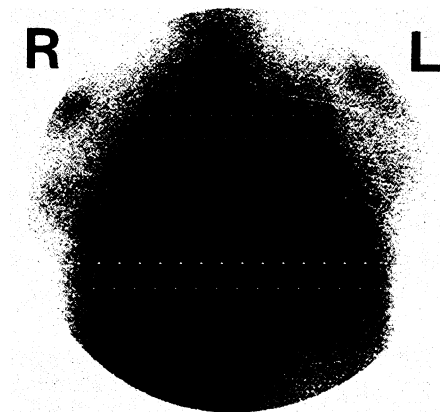
In 20/22 Fällen mit positivem Szintigramm konnten Pneumonieerreger durch Bronchiallavage, bronchoskopisch gewonnenes Material und Kulturen nachgewiesen werden. Tab. 2 faßt die Ergebnisse zusammen. In der Mehrzahl der Fälle lag der Anreicherung im Szintigramm eine Pneumonie durch opportunistische Erreger zu-

Tab. 1 Korrelation der Befunde von Szintigraphie und Thorax-Röntgen.

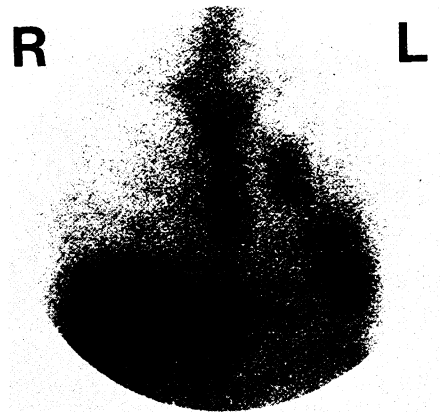
Thorax-Röntgen	Szintigramm	
	negativ	positiv
negativ	7	11
positiv	1	11



a

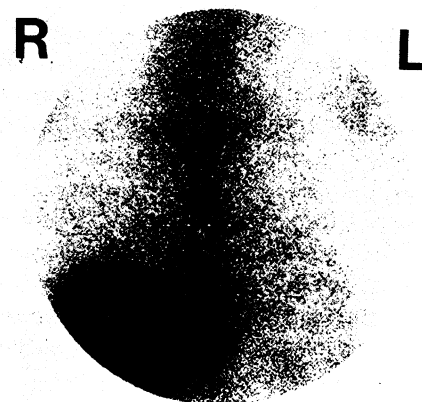


b



c

Abb. 1 Anreicherungsmuster im <sup>67</sup>Ga-Szintigramm bei AIDS-Patienten: a) Normalbefund (LWQ 1,0), b) pathologische, diffuse Mehranreicherung beider Lungen (LWQ 2,3), c) pathologisch erhöhte Aktivitätsbelegung in fokaler Form (LWQ 1,8).



a



b

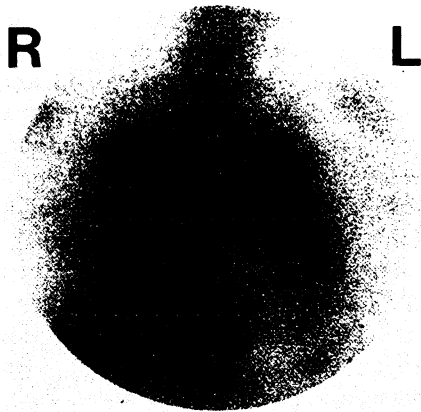
Abb. 2 AIDS-Patient mit pulmonalem Kaposi-Sarkom: a) Normalbefund im <sup>67</sup>Ga-Szintigramm (LWQ 0,9), b) pathologischer Röntgenbefund.

grunde (n = 18). Am häufigsten wurde *Pneumocystis carinii* als Erreger gesichert, gefolgt von atypischen Mykobakterien (*M. avium*, *M. xen-*

*pi*, *M. fortuitum*). Eine Cytomegalie-Pneumonie konnte in unserem Kollektiv nur selten nachgewiesen werden. In einem Fall lag gesichert eine Mischinfektion von *Pneumocystis carinii* mit Mykobakterium *avium* vor.

Der Zusammenhang zwischen Anreicherungsmuster und Erregerspektrum ist in Tab. 3 dargestellt. Bei mittel- bis hochgradiger diffuser Anreicherung im Szintigramm (LWQ >1,6) wurde stets *Pneumocystis carinii* als Erreger nachgewiesen, derselbe Keim war allerdings auch in Fällen mit fokaler Mehrspeicherung als Pneumonieerreger nachzuweisen. Pneumonien durch atypische Mykobakterien zeigten stets Anreicherungen in fokaler Form.

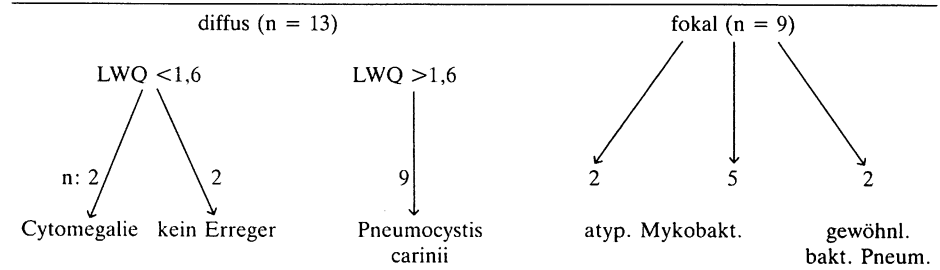
In 2 Fällen waren bakterielle Infektionen (*Streptococcus pneumoniae*, *Staphylococcus aureus*) für einen fo-



Tab. 2 Erregerspektrum bei positiven <sup>67</sup>Ga-Szintigrammen.

Opportunistische Infektionen	n = 18
<i>Pneumocystis carinii</i>	n = 11
Atypische Mykobakterien	n = 4
Cytomegalie	n = 2
Pneum. carinii/atyp. Mykobakt.	n = 1
Bakterielle Infektionen	n = 2
Kein Erregernachweis (bisher)	n = 2

Tab. 3 Zusammenhang zwischen Anreicherungsmuster und Erregerspektrum.



Tab. 4 Ergebnisse der szintigraphischen Verlaufsuntersuchungen.

N	LWQ			Anreicherung	Erreger	Befund
1	1,4	1,8	2,1	fokal	Atyp. Mykobakt.	Progression
2	1,5	1,7	1,5	fokal	Pneum. carinii	Ø Änderung
3	1,5	1,4	1,4	fokal	Atyp. Mykobakt.	Ø Änderung
4	2,3	1,6		diffus	Pneum. carinii	Regression
5	1,5	1,4	1,2	fokal	Atyp. Mykobakt.	Regression
6	1,6	1,0		diffus	Pneum. carinii	Normalisierung
7	1,5	1,1	1,0	diffus	Pneum. carinii	Normalisierung
8	2,0	1,4	0,9	diffus	Pneum. carinii	Normalisierung

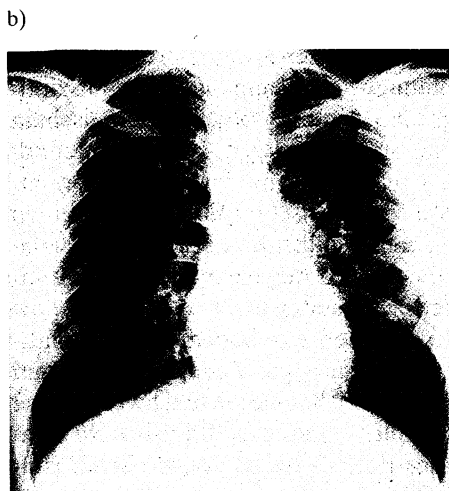


Abb. 3 AIDS-Patient mit einer *Pneumocystis carinii*-Pneumonie: a) Hochgradige diffuse Mehranreicherung in beiden Lungen (LWQ 2,1), b) unauffälliger Röntgenbefund zum Zeitpunkt der Szintigraphie, c) pathologischer Röntgenbefund 10 Tage später.

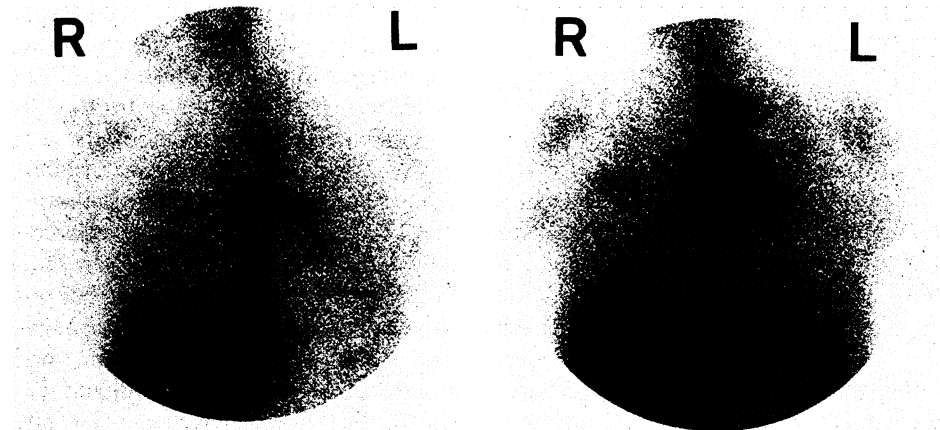
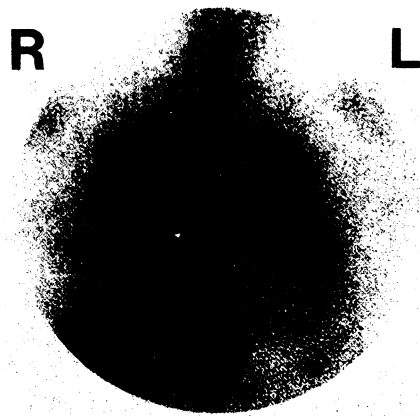
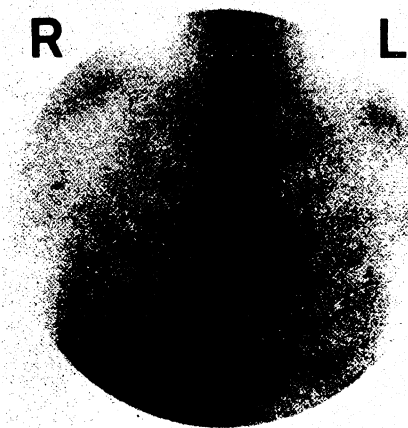


Abb. 4 AIDS-Patient mit einer Pneumonie durch atypische Mykobakterien. Befundprogredienz in der Verlaufsuntersuchung: a) Im Ausgangsbefund fokale Mehranreicherung beidseits parahilär (LWQ 1,4), b) deutliche Zunahme der fokalen Mehranreicherung in bezug auf Intensität und Ausdehnung des Befundes 4 Monate später.



a)



b)

Abb. 5 AIDS-Patient mit einer Pneumocystis-carinii-Pneumonie. Nachweis der Befundnormalisierung durch szintigraphische Verlaufuntersuchungen: a) Floride Pneumonie mit hochgradiger diffuser Mehranreicherung im Szintigramm (LWQ 1,6), b) normale Aktivitätsbelegung 3 Monate später (LWQ 1,0).

kal positiven Befund im Szintigramm verantwortlich. Zweimal blieb der Erregernachweis bislang negativ.

#### Szintigraphische Verlaufuntersuchungen

Bei 8 Patienten lagen Verlaufuntersuchungen vor. Als Parameter für eine untersucherunabhängige Beurteilung des Pneumieverlaufs wurde der LWQ herangezogen, Tab. 4 faßt die Ergebnisse zusammen. Mit der Quantifizierung waren Befundprogredienz oder -regression im Pneumieverlauf zuverlässig zu erkennen. Abb. 4 zeigt Fall 1 aus Tab. 4 als Beispiel einer Befundprogredienz, in Ab. 5 ist Fall 6 mit Befundnormalisierung bei einer Pneumonie dargestellt.

## Diskussion

AIDS-Patienten werden durch opportunistische Infektionen lebensbedrohlich gefährdet (9, 21, 26, 27). Wie bei anderen Krankheitszuständen, die mit einer Suppression des Immunsystems verbunden sind, stellt auch bei AIDS die Lunge einen Hauptmanifestationsort opportunistischer Infektionen dar (21). Die Inzidenz dieser Pneumonien ist hoch; allein für die Pneumocystis-carinii-Pneumonie wurden Werte bei 60% gefunden (6, 9). Die Letalität wird im Bereich von 50% und mehr angegeben (6, 24, 26). Diese Daten erfordern vermehrte Anstrengungen bei Diagnostik und Therapie AIDS-bedingter Infektionen. Gezielte therapeutische Maßnahmen setzen eine funktionsmorphologische und bakteriologische Diagnosesicherung voraus, da eine prophylaktische Medikation aufgrund hoher Nebenwirkungsraten (9) nicht generell in Frage kommt und die Behandlungsstrategie vom Erregertyp abhängt. Es ist allgemein akzeptiert, daß eine frühzeitige Diagnosestellung einer opportunistischen Infektion die Prognose entscheidend verbessert (9, 12, 22). In dieser Frühphase sind die subjektiven Beschwerden jedoch gering und der klinische Untersuchungsbefund oft nicht ergiebig (12, 14, 20).

Derzeit wird der Weg zur Diagnosesicherung noch kontrovers diskutiert. Zahlreiche Studien betonen den hohen Stellenwert der Bronchoskopie mit bronchoalveolärer Lavage oder Gewebsgewinnung, insbesondere zum Nachweis der häufigsten opportunistischen Pneumonie (Pneumocystis carinii) (8, 20, 24). Die Methode ist allerdings invasiv, nicht ohne Komplikationen (20) und als Screening-Verfahren ungeeignet. Der konventionellen Thorax-Röntgenaufnahme kommt bei positiven Befunden Bedeutung zu, negative Befunde jedoch schließen, wie eine Reihe von Untersuchungen (2, 12, 17, 19, 23, 27) bereits gezeigt hat, eine opportunistische Infektion nicht aus. Schließlich wurde in der Ga-Szintigraphie, die seit langem neben der Tumordiagnostik auch als sensitives Verfahren für den Nachweis ent-

zündlicher Prozesse eingesetzt wird (4, 11), eine erfolgversprechende Methode für die Diagnostik opportunistischer Pneumonien gesehen.

Erste Kasuistiken von Levenson et al. (14), gefolgt von Beiträgen anderer Untersucher (15, 25), zeigten an Patienten mit Pneumocystis-carinii-Pneumonie bei unterschiedlichen Grunderkrankungen (Lymphom, Verdacht auf AIDS bei Homosexualität) die Überlegenheit der <sup>67</sup>Ga-Szintigraphie im Vergleich zum Röntgenbild. Weitere Studien an begrenzten selektierten Kollektiven (2, 12, 27) stützen diese ersten kasuistischen Daten.

Die hier vorgelegten Ergebnisse bestätigen, daß die Ga-Szintigraphie ein hochsensitives Verfahren zum Nachweis entzündlicher Lungenveränderungen bei AIDS darstellt. In dem untersuchten Kollektiv war kein falsch negativer Befund nachweisbar (Sensitivität: 100%). In der Literatur beziehen sich Angaben zur Sensitivität der <sup>67</sup>Ga-Szintigraphie häufig nur auf die Pneumocystis-carinii-Pneumonie. In Abhängigkeit unterschiedlicher Untersucher und Wertungskriterien liegen die Angaben dazu zwischen 90% und 100% (2, 8, 12, 19, 27). Nach derzeitigem Kenntnisstand spricht umgekehrt ein negatives Szintigramm gegen eine AIDS-Pneumonie. Kramer et al. (12) schreiben der Kombination unauffälliges Röntgenbild mit negativem <sup>67</sup>Ga-Szintigramm einen hohen negativen Voraussagewert für einen pathologischen Lungenprozeß zu und betonen, daß ein negatives Szintigramm selbst bei pathologischem Röntgenbefund gegen einen entzündlichen Prozeß in der Lunge spricht. Mit der Einschränkung der kleinen eigenen Fallzahl waren diese Aussagen anhand der eigenen Beobachtungen zu bestätigen.

Angaben zur Spezifität der Szintigraphie sind problematisch, da zum sicheren Krankheitsnachweis eine komplexe und zum Teil invasive Diagnostik erforderlich ist, die im Einzelfall nur selten verantwortet werden kann. In dieser Studie blieben 2 Patienten mit positivem Szintigramm ohne Erregernachweis, wobei aber bislang auf eine invasive Diagnostik verzichtet wurde. Unter diesem Vorbehalt betrug die Spezifität in der vorlie-

genden Untersuchung 91%. Angaben aus dem Schrifttum reichen von 51% bis über 90% (2, 8, 12, 19), wobei für die Streuung unterschiedliche Untersuchungszeitpunkte und Wertungskriterien verantwortlich gemacht werden (12). Der Ergebnisvergleich von Szintigraphie und Röntgen zeigt entscheidende Unterschiede im Aussagewert beider Verfahren. 11/22 Patienten (50%) mit positivem Szintigramm und gesichertem Erregernachweis wiesen gleichzeitig einen unauffälligen Thorax-Röntgenbefund auf. Dieses Ergebnis belegt die höhere Sensitivität der Szintigraphie im Vergleich zum Röntgen beim Nachweis opportunistischer Pneumonien. Negative Röntgenbefunde traten unabhängig vom szintigraphischen Anreicherungsmuster und Erregertyp auf. Bei 5 der 11 Patienten wurde der anfänglich negative Röntgenbefund mit einer zeitlichen Verzögerung von 1–2 Wochen positiv. Als Folgerung ergibt sich, daß opportunistische Pneumonien sich im Szintigramm frühzeitiger darstellen und damit eher behandelt werden können.

Bei einem Vergleich der Befundausdehnung fällt auf, daß bei 4 von 11 Patienten der szintigraphisch nachweisbare Befall erheblich umfangreicher war als im Röntgenbild. Die vorliegenden Ergebnisse bestätigen damit, daß, wie im Schrifttum (10) erwähnt, die Ausdehnung einer AIDS-Pneumonie im Röntgenbild allein unterschätzt werden kann. Gegen eine Überschätzung des szintigraphischen Befundes sprechen die pathophysiologischen Mechanismen (4) der Ga-Akkumulation im Entzündungsprozeß. Sie beruhen, soweit bekannt, auf einer erhöhten Gefäßpermeabilität, der direkten Aufnahme in Leukozyten und Mikroorganismen sowie einer hohen Affinität von Gallium zu dem Entzündungsmediator Laktoferin. Diese Faktoren sind auf den Ort der Entzündung begrenzt. Zum Zeitpunkt der Szintigraphie (72 h p. i.) kann die Blutpoolaktivität als Ursache für falsch positive Befunde vernachlässigt werden.

In der Diagnostik des Kaposi-Sarkoms ist die <sup>67</sup>Ga-Szintigraphie nur von untergeordneter Bedeutung. In einem kasuistischen Beitrag wiesen

Krishnamurthy et al. (13) bereits 1976 auf die fehlende <sup>67</sup>Ga-Speicherung beim Kaposi-Sarkom hin. Diese Befunde wurden durch neuere Beiträge an AIDS-Patienten bestätigt (12, 19, 27). Auch bei dem eigenen Patienten mit gesichertem pulmonalem Kaposi-Sarkom war keine pathologische Anreicherung nachweisbar, der Röntgenbefund dagegen war positiv. Diese Befundkonstellation erhärtet bei Vorliegen von AIDS den Verdacht eines pulmonalen Kaposi-Sarkoms.

Eine Zuordnung von szintigraphischen Speichermustern zum Erregertyp erlaubt folgende Aussagen:

Wie aus der Literatur bekannt (2, 8, 12, 19, 27), weist eine hochgradige diffuse Anreicherung der gesamten Lunge mit hoher Wahrscheinlichkeit auf eine Pneumocystis-carinii-Pneumonie hin. Die eigenen Ergebnisse können weiterhin zeigen, daß die Angabe eines relativen Uptake-Parameters die Abgrenzung der Erreger verbessert. Bei einem LWQ >1,6 war ausschließlich Pneumocystis carinii nachweisbar. Ähnliche Ergebnisse werden in der Literatur auch für semiquantitative Gewichtungskonzepte der Anreicherungsintensität beschrieben, wobei die Speicherung von Leber, Knochenmark und Weichteilgewebe als Bezugsgrößen gewählt wurde. Auf mögliche Nachteile dieser Bezugsgrößen wird später gesondert eingegangen. Zusätzlich konnte gezeigt werden, daß atypische Mykobakterien ausschließlich einen fokalen Befall im Szintigramm verursachen. Kasuistische Beiträge von Malhotra et al. (16), Bach et al. (1) und Skarzynski et al. (18) wurden damit durch eigene Beobachtungen bestätigt. Die vorgelegten Ergebnisse zeigen darüber hinaus, daß das fokale Muster aber auch bei gewöhnlichen bakteriellen Pneumonien und vereinzelt bei Pneumocystis carinii nachweisbar war und schränkt damit die Spezifität einer fokalen Anreicherung im Hinblick auf einen bestimmten Erregertyp ein.

Wie Bitran et al. (3) bereits zeigten, kommt einem positiven Szintigramm bei Patienten mit ARC besondere Bedeutung zu, da mit dem Nachweis opportunistischer Pneumonieerreger definitionsgemäß AIDS im Stadium der klinischen Manifestation vorliegt.

Von einer derartigen Umklassifizierung mit prognostischer Bedeutung waren auch in der eigenen Studie 4 Patienten betroffen.

Ein positives Szintigramm war in der Regel Anlaß zur Bronchoskopie. Während diffuse Mehrspeicherungen keine Zusatzinformation liefern, haben sich fokale Mehrspeicherungen als wichtige Lokalisationshilfe für eine gezielte Bronchiallavage erwiesen.

Die durchgeführte Quantifizierung erweist sich zur Verlaufsbeurteilung hilfreich. Der LWQ-Parameter erleichtert die Beurteilung von Längsschnittstudien. Als Bezugsgröße wurde der Halsweichteilmantel gewählt. Dieser hat im Vergleich zu Leber und Knochenmark den Vorzug, daß die Anreicherung hier nicht zahlreichen und im Einzelfall schwer abschätzbaren Variablen unterliegt. An solchen sind für die Leber bekannt: Beeinflussung durch Medikamente, Drogen, Infektionen, Abhängigkeit der Speicherung von der hepatischen Enzymaktivität und der Anreicherung in anderen Organen. Für das Knochenmark ist noch ungeklärt, ob nicht AIDS zu einem veränderten Speicherverhalten führt. Dieser Aspekt gewinnt insbesondere dadurch an Bedeutung, als mit der Knochenmarkszintigraphie bereits eine hohe Inzidenz von Knochenmarkveränderungen bei diesem Patientenkollektiv nachgewiesen wurde (5). Aufgrund der aufgeführten Unwägbarkeiten sollte der Quantifizierung einer Anreicherung bezogen auf normales Weichteilgewebe gegenüber anderen Gewichtungskonzepten mit Bezug der Anreicherung auf Leber und Knochenmark der Vorzug gegeben werden. Die Wahl des lateralen Halsweichteilgewebes als Bezugsgröße erfolgte aus Praktikabilitätsgründen, da dieser Bereich in allen Aufnahmen miterfaßt war und sich Zusatzaufnahmen erübrigen.

Die vorgelegten Ergebnisse belegen, daß szintigraphische Untersuchungen mit Berechnung des LWQ hervorragend zur Verlaufsbeurteilung geeignet sind. Das Verfahren ist praktikabel, der Aufwand vertretbar. Un-

ter dem Gesichtspunkt der Prognose von AIDS-Patienten kann auch die Strahlenexposition akzeptiert werden (ca. 5 rad für das untere Kolon).

#### LITERATUR

- 1 Bach M C, Bagwell S P, Masur H. Utility of gallium imaging in the diagnosis of *Mycobacterium avium* – intracellular infection in patients with the acquired immunodeficiency syndrome. *Clin Nucl Med* 1985; 11: 175–7.
- 2 Barron T F, Birnbaum N S, Shane L B, Goldsmith S J, Rosen M J. *Pneumocystis carinii* pneumonia studied by gallium-67 scanning. *Radiology* 1985; 154: 791–3.
- 3 Bitran J, Bekerman C, Weinstein R, Bennett Ch, Ryo U, Pinsky S. Patterns of gallium-67 scintigraphy in patients with acquired immunodeficiency syndrome and the AIDS related complex. *J Nucl Med* 1987; 28: 1103–6.
- 4 Botsch H. Galliumszintigraphie: Diagnostik bei entzündlichen Erkrankungen und Tumoren. Berlin – Heidelberg – New York – Tokyo: Springer, 1985.
- 5 Brandhorst I, Ganser A, Brodt H-R et al. Scintigraphic bone marrow status in acquired immunodeficiency syndrome (AIDS): First results in 22 patients. *Nuklearmedizin*. Stuttgart – New York: F. K. Schattauer, 1986; 654–6.
- 6 Centers for Disease Control Update: Acquired immunodeficiency syndrome (AIDS) – United States. *Morbidity Mortality Weekly Report* 1983; 32: 309–11.
- 7 Centers for Disease Control Update: Acquired immunodeficiency syndrome (AIDS) – United States. *Morbidity Mortality Weekly Report* 1984; 32: 691.
- 8 Coleman D L, Hattner R S, Luce J M, Dodek P M, Golden J A, Murray J F. Correlation between gallium lung scans and fiberoptic bronchoscopy in patients with suspected *pneumocystis carinii* pneumonia and the acquired immune deficiency syndrome. *Am Rev Respir Dis* 1984; 130: 1166–9.
- 9 Goebel F D, Zoller W G. *Pneumocystis carinii*-Pneumonie bei Patienten mit erworbenem Immundefekt-Syndrom (AIDS). *AIDS-Forsch* 1986; 2: 89–96.
- 10 Graybeal F R, Berens S V, Jurgensen P F. Gallium-67 scintigraphy in acquired immune deficiency syndrome complicated by *pneumocystis carinii* pneumonia. *Clin Nucl Med* 1985; 10: 669–70.
- 11 Hoffer P B, Bekerman C, Henkin R E. Gallium-67 imaging. New York: John Wiley & Sons, 1978.
- 12 Kramer E L, Sanger J J, Garay S M et al. Gallium-67 scans of the chest in patients with acquired immunodeficiency syndrome. *J Nucl Med* 1987; 28: 1107–14.
- 13 Krishnamurthy G T, Singhi V, Taylor R D, Ranganath K, Bland W H. Radionuclide scanning in the evaluation of Kaposi sarcoma. *Arch Intern Med* 1976; 136: 400–3.
- 14 Levenson S M, Warren R D, Richman S D, Johnston G S, Chabner B A. Abnormal pulmonary gallium accumulation in *P. carinii* pneumonia. *Radiology* 1976; 119: 395–8.
- 15 Levin M, McLeod R, Young Q et al. *Pneumocystis carinii* pneumonia: importance of gallium scan for early diagnosis and description of a new immunoperoxidase technique to demonstrate *Pneumocystis carinii*. *Am Rev Respir Dis* 1983; 128: 182–5.
- 16 Malhotra C M, Erickson A D, Feinsilver S H, Spraragen S C, McCully K S, Claunch B C. Ga-67 studies in a patient with acquired immunodeficiency syndrome and disseminated mycobacterial infection. *Clin Nucl Med* 1985; 10: 96–8.
- 17 Picard C, Meignan M, Rosso J, Cinotti L, Mayaud C, Revuz J. Technetium-99m aerosol and gallium scanning in acquired immune deficiency syndrome. *Clin Nucl Med* 1987; 12: 501–6.
- 18 Skarzynski J J, Sherman W, Lee H K, Berger H. Patchy uptake of gallium in the lungs of AIDS patients with atypical mycobacterial infection. *Clin Nucl Med* 1987; 12: 507–9.
- 19 Sollitto R A. Gallium scintigraphy useful in imaging AIDS infections. *Diagn Imag Int* 1987; 3/2: 38–41.
- 20 Stover D E, White D A, Romano P A, Gellene R A, Robeson W A. Diagnosis of pulmonary disease in acquired immune deficiency syndrome (AIDS). Role of bronchoscopy and bronchoalveolar lavage. *Am Rev Respir Dis* 1984; 130: 639–62.
- 21 Stover D E, White D A, Romano P A, Gellene R A, Robeson W A. Spectrum of pulmonary diseases associated with the acquired immune deficiency syndrome. *Am J Med* 1985; 78: 429–37.
- 22 Szabados A, Schierz G, Deinhardt F. Die *Pneumocystis carinii*-Pneumonie. *Internist* 1985; 26: 335–40.
- 23 Tatsch K, Knesewitsch P, Küffer G, Dörner G, Göbel F D. The value of Ga-67 scintigraphy in patients with AIDS. *Nuklearmedizin*. Stuttgart – New York: F. K. Schattauer, 1988; 393–6.
- 24 Tuazon C U, Delaney M D, Simon G L, Witorsch P, Varma V M. Utility of gallium-67 scintigraphy and bronchial washings in the diagnosis and treatment of *Pneumocystis carinii* pneumonia in patients with the acquired immune deficiency syndrome. *Am Rev Respir Dis* 1985; 132: 1087–92.
- 25 Turbiter E H, Yeh S D, Rosen P P, Bains M S, Benua R S. Abnormal gallium scintigraphy in *Pneumocystis carinii* pneumonia with a normal chest radiograph. *Radiology* 1978; 127: 437–8.
- 26 Weiske R, Buck J, Schneider R, Hanneemann Th, Krauss B. Lungenkomplikationen bei AIDS. *Radiologe* 1986; 26: 3–9.
- 27 Woolfenden J M, Carrasquillo J A, Larson S M et al. Acquired immunodeficiency syndrome: Ga-67 citrate imaging. *Radiology* 1987; 162: 383–7.

#### Korrespondenz:

Dr. med. K. Tatsch  
Nuklearmedizinische Abteilung der Klinik  
und Poliklinik für Radiologie  
Klinikum Großhadern  
Marchioninstraße 15  
D-8000 München 70, BRD