

---

**Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Nuklearmedizin**

---

AWMF-Leitlinien-Register

Nr. 031/018

Entwicklungsstufe:

1

---

# Differentialindikation für verschiedene **radioaktive Arzneimittel bei unterschiedlichen entzündlichen Erkrankungen**

## I. Zielsetzung

Ziel dieser Leitlinien ist die Unterstützung nuklearmedizinisch tätiger Ärzte bei der Indikationsstellung zur Entzündungsszintigraphie in verschiedenen klinischen Situationen.

## II. Hintergrund

Es gibt kein optimales radioaktives Arzneimittel, das für alle klinischen Situationen bei entzündlichen Erkrankungen geeignet wäre. Die Auswahl eines Radiopharmazeutikums zur Entzündungsdiagnostik richtet sich primär nach der Pathophysiologie des entzündlichen Prozesses und der Biodistribution des eingesetzten Tracers unter kritischer Bezugnahme auf die zu erwartende Strahlenexposition des Patienten. Unter Berücksichtigung dieser Parameter, sowie evidenzbasierter Ergebnisse der Literatur ergeben sich die folgenden Empfehlungen zum Einsatz unterschiedlicher entzündungsaffiner Radiopharmaka.

## III. Empfehlungen zum Einsatz entzündungsaffiner Radiopharmaka

(Reihenfolge nach Nützlichkeit der Untersuchung bei einer bestimmten Indikation)

### **Fieber unklarer Genese (FUO)**

1. F-18-FDG
2. Ga-67-Zitrat
3. Tc-99m-markierte Antigranulozytenantikörper oder Tc-99m- Leukozyten
4. In-111-Oxin-markierte Leukozyten

*Rationale:* Fieber bei immunkompetenten und nicht neutropenischen Patienten, das über mindestens 2-3 Wochen persistiert und dessen Ursache sich trotz einwöchiger adäquater Diagnostik nicht eruieren lässt, wird als "Fieber unbekannter Ursache" (oder englisch: FUO = "fever of unknown origin") bezeichnet. Die meisten dieser Patienten (50-60%) weisen autoimmune Erkrankungen, Kollagenosen oder Malignome auf. Lediglich bei 20-40% der Fälle finden sich Entzündungen und Infektionserkrankungen. Somit unterscheiden sich Patienten mit FUO deutlich von Patienten mit neutropenischen, nosokomialen oder postoperativen Fieberzuständen die in der Regel auf akute entzündliche Prozesse zurückzuführen sind. Formal besitzen in-vitro oder in-vivo radioaktiv markierte Leukozyten eine hohe Sensitivität und Spezifität bei der Diagnostik einer granulozytären Entzündung. Da bei FUO-Patienten die Prävalenz purulenter Entzündungen aber gering ist, tragen markierte Leukozyten nur selten zur Abklärung der endgültigen Fieberursache bei und sollten eher bei der Suche nach einem Ausgangsherd bei einer okkulten Sepsis eingesetzt werden. F-18-FDG und Ga-67-Zitrat sind gegenwärtig die einzigen kommerziell verfügbaren Radiopharmazeutika zur, die neben einer Reihe von Tumoren auch granulozytäre, autoimmune, und granulomatöse Entzündungen darzustellen

können. Als unspezifischen Tracern ist Ihnen daher bei der Fokussuche bei FUO der Vorzug vor anderen Methoden zu geben. F-18-FDG sollte, soweit verfügbar, aufgrund der geringeren Strahlenbelastung, der höheren Sensitivität und schnelleren Diagnosestellung gegenüber Ga-67-Citrat bevorzugt eingesetzt werden. Erst in zweiter Linie sollten markierte Leukozyten verwendet werden. Aufgrund der besseren Abbildungsqualität und niedrigeren Strahlenexposition im Vergleich zu In-111-markierten Zellen sind hier Tc-99m-markierte Leukozyten zu bevorzugen (1-9).

### **Nosokomiales Fieber, okkulte Sepsis oder FUO nach Operationen innerhalb der letzten 6 Monate**

1. Tc-99m-markierte Antigranulozytenantikörper oder Tc-99m- markierte Leukozyten
2. F-18-FDG
3. In-111-Oxin-markierte Leukozyten

*Rationale:* Die Ursache nosokomialer, septischer und postoperativer Fieberzustände ist in den allermeisten Fällen eine granulozytäre Pathologie. In dieser Situation weisen markierte Leukozyten eine hohe Sensitivität und Spezifität bei der Identifizierung eines Fokus auf. Tc-99m-markierte Zellen eignen sich theoretisch aufgrund der besseren Abbildungsqualität und niedrigeren Strahlenexposition besser als In-111-markierte Leukozyten, wobei allerdings Vergleichsuntersuchungen fehlen. Die FDG-PET erscheint vergleichbar sensitiv, zeigt aber bei postoperativen Patienten häufig falsch positive Befunde im Operationsgebiet (7, 10, 11, 12).

### **Osteomyelitis peripherer unverletzter Knochen (akute Form, unverletzter Knochen)**

1. Dreiphasen-Skelettszintigraphie
2. Tc-99m-markierte Antigranulozytenantikörper oder Tc-99m- markierte Leukozyten

*Rationale:* Bei der Diagnostik einer akuten Osteomyelitis am unverletzten Knochen liegt die Sensitivität und Spezifität der Dreiphasen-Skelettszintigraphie bei über 90%, so dass der Einsatz spezifischerer entzündungsszintigraphischer Verfahren nur in Einzelfällen (z.B. bei der Abgrenzung zu einem Tumor) notwendig ist (Übersicht über die Literatur in 13).

### **Osteomyelitis peripherer Knochen (posttraumatische und postoperative Situation; chronische Verlaufsformen, Z.n Knie und Hüft-TEP)**

1. Tc-99m-markierte Antigranulozytenantikörper oder Tc-99m-markierte Leukozyten (jeweils in Kombination mit der Dreiphasen-Skelettszintigraphie) oder FDG-PET
2. 111-Oxin-markierte autologe Leukozyten
3. Ga-67-Zitrat
4. Tc-99m-Nanokolloid (Notfalldiagnostik)

*Rationale:* Es ist sehr wahrscheinlich, dass die FDG-PET die höchste Genauigkeit im Nachweis und Ausschluss einer chronischen Osteomyelitis aufweist (14, 15, 16). Allerdings fehlen für die Diagnostik einer Osteomyelitis in peripherer Lokalisation noch Vergleichsdaten zwischen der FDG-PET mit konventionellen nuklearmedizinischen Verfahren anhand ausreichend großer Patientenkollektive. Die Dreiphasen-Skelettszintigraphie behält ihren bisherigen Stellenwert, weil ihre Sensitivität bei diesem Krankheitsbild ähnlich hoch ist wie bei der akuten Osteomyelitis und weil sie ubiquitär verfügbar und kostengünstig ist. Ihre Spezifität ist jedoch insgesamt unbefriedigend (Übersicht über die Literatur in 13). Ein normales Skelettszintigramm schließt eine Osteomyelitis weitgehend aus, bei einem positiven Befund müssen jedoch spezifischere entzündungsszintigraphische Verfahren angewandt werden. Die Sensitivitäten von Knochenszintigraphie, Leukozytenszintigraphie des peripheren Skeletts, Galliumszintigraphie und kombinierter Knochen- und Leukozytenszintigraphie waren in der großen Meta-Analyse von Termaat et al. vergleichbar, ausreichend spezifisch zeigten sich jedoch nur die Leukozytenszintigraphie der peripheren Knochen und die kombinierte Knochen- und Leukozytenszintigraphie (15). Die diagnostische Richtigkeit der Szintigraphie mit 99mTc-HMPAO-markierten autologen Leukozyten scheint der In-111-Leukozytenszintigraphie gleichwertig zu sein. Das gleiche gilt für die Verwendung monoklonaler Antikörper und von Fab'-Fragmenten (Übersicht über die Literatur in 13). Diese Methoden sollten heute aufgrund der im Vergleich zur In-111-Leukozytenszintigraphie deutlich geringeren Strahlenexposition bevorzugt eingesetzt werden. Dies gilt vor allem für den Einsatz in der Pädiatrie. Eine mögliche Indikation für die Nanokolloid-Szintigraphie besteht bei Patienten mit dem Verdacht auf eine Osteomyelitis des peripheren Skelettsystems, bei der eine notfallmäßige rasche Diagnosesicherung erforderlich ist. Die Frage nach einer chronischen Osteomyelitis beruhend auf einer septischen Prothesenlockerung ist besonders schwer zu

Die "Leitlinien" der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften sind systematisch entwickelte Hilfen für Ärzte zur Entscheidungsfindung in spezifischen Situationen. Sie beruhen auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen und in der Praxis bewährten Verfahren und sorgen für mehr Sicherheit in der Medizin, sollten aber auch ökonomische Aspekte berücksichtigen. Die "Leitlinien" sind für Ärzte rechtlich nicht bindend und haben daher weder haftungsbegründende noch haftungsbefreiende Wirkung.

Die AWMF erfasst und publiziert die Leitlinien der Fachgesellschaften mit größtmöglicher Sorgfalt - dennoch kann die AWMF für die Richtigkeit - insbesondere von Dosierungsangaben - keine Verantwortung übernehmen.

beantworten, da bei diesem Krankheitsbild häufig eine aseptische Entzündung auf dem Boden einer Fremdkörperreaktion gegenüber dem Prothesenmaterial oder einer mechanischen Reizung z.B. bei Girdlestone-Hüfte besteht. Die bisher vorliegenden Ergebnisse, gewonnen mit den verschiedenen entzündungsszintigraphischen Verfahren (ohne FDG-PET) sind uneinheitlich, der größte Nachteil der untersuchten Verfahren scheint in einer hohen Rate an falsch positiven Befunden zu bestehen. Bei ausreichender Sensitivität, jedoch beschränkter Spezifität eignen sich die meisten entzündungsszintigraphischen Verfahren einschließlich der Dreiphasen-Skelettszintigraphie insbesondere zum Ausschluss einer Osteomyelitis in dieser Patientengruppe (17). Ob die FDG-PET bessere Ergebnisse liefern wird, wie für möglich gehalten (18), ist aber noch nicht abschließend geklärt.

## Osteomyelitis Wirbelsäule

1. F-18-FDG
2. Ga-67-Zitrat

*Rationale:* Die Sensitivität der Dreiphasen-Skelettszintigraphie bei der Spondylodiszitis ist unzureichend (19). Sowohl bei Einsatz monoklonaler Antigranulozyten-Antikörper als auch bei der Szintigraphie mit markierten Leukozyten findet man bei der Spondylodiszitis meist keine Mehranreicherung sondern entweder einen Normalbefund oder eine unspezifische Aktivitätsminderbelegung (13). Die FDG-PET ist das einzige nuklearmedizinische Verfahren, mit dem eine Infektion der Wirbelsäule mit einer hohen Treffsicherheit diagnostiziert werden kann und eine verlässliche Einschätzung der Floridität des Krankheitsprozesses möglich ist (20-24). Bei Nichtverfügbarkeit der Methode ist die Ga-67-Zitrat-SPECT indiziert, deren Ergebnisse mit denen der MRT vergleichbar sind (25,26).

## Vaskulitis der großen und mittelgroßen Arterien

1. F-18-FDG

*Rationale:* Prospektive Untersuchungen der letzten Jahre haben übereinstimmend gezeigt, dass die F-18-FDG PET ein sensitives und spezifisches Verfahren bei der Diagnostik der Vaskulitis großer und mittelgroßer Arterien darstellt (27-42). Auch in der Verlaufskontrolle ist die F-18-FDG PET als verlässliche Methode einzusetzen (34, 35, 37).

## Gefäßprotheseninfektion

1. Tc-99m-markierte Leukozyten
2. Tc-99m-markierte Antigranulozytenantikörper
3. In-111-Oxin-markierte Leukozyten

*Rationale:* Szintigraphische Methoden sind bei der Diagnostik der Gefäßprotheseninfektion vergleichbar sensitiv wie radiologische Schnittbildtechniken, scheinen aber insbesondere in den ersten drei postoperativen Monaten spezifischer zu sein (43-57). Dabei zeigen 99mTc-markierte Leukozyten eine vergleichbare diagnostische Richtigkeit wie In-111-markierte Leukozyten. Über den erfolgreichen Einsatz von F-18-FDG wurde bislang nur kasuistisch berichtet. Systematische Studien, insbesondere im Vergleich mit markierten Leukozyten fehlen bislang.

## Endokarditis

1. Tc-99m-markierte Antigranulozytenantikörper
2. Tc-99m- markierte Leukozyten

*Rationale:* Szintigraphische Methoden spielen bei der Diagnose einer Endokarditis eine nur untergeordnete Rolle. Sie sind indiziert bei negativer oder nicht durchführbarer transösophagealer Echokardiographie und dem klinischen Verdacht auf Endokarditis und zur Beurteilung der Floridität von Klappenvegetationen. Aussagekräftige Daten existieren bislang nur für die 99m-Tc-markierte Anti-CD66 Antikörper-SPECT (Übersicht über die Literatur in 58)

## Renale Infektionen

1. In- 111-Oxin-markierte autologe Leukozyten

*Rationale:* In-111-Oxin-markierte Leukozyten werden als einziges Radiopharmazeutikum nicht renal eliminiert und können für die Diagnostik renaler Infektionen eingesetzt werden (Übersicht über die Literatur in 1, 59).

## Entzündliche Darmerkrankungen

1. Tc-99m-markierte Leukozyten
2. In- 111-Oxin-markierte Leukozyten

*Rationale:* Die Wertigkeit der Szintigraphie mit Tc-99m- und In-111-markierten Leukozyten bei entzündlichen Darmerkrankungen wurde ausgiebig untersucht und belegt (Übersicht über die Literatur in 60). Bei Kindern wurden auch falsch negative Befunde beschrieben (61). Sowohl für Tc-99m- als auch In-111-markierte Leukozyten wurden Methoden zur (Semi-)Quantifizierung der Ergebnisse beschrieben (62,63). Aus methodologischen und strahlenhygienischen Gründen werden Tc-99m-markierte Leukozyten bevorzugt. Zur Früherkennung entzündlicher Darmerkrankungen scheint die kombinierte Anwendung der Sonographie und Szintigraphie mit Tc-99m-markierten Leukozyten die diagnostische Genauigkeit zu verbessern (64). Tc-99m-markierte Antigranulozytenantikörper konnten sich wegen schlechterer Sensitivität und unspezifischer Darmaktivität nicht etablieren (65-70). Der Beitrag der FDG-PET kann wegen der geringen Anzahl von Untersuchungen noch nicht eingeschätzt werden (71,72).

## Appendicitis

1. Tc-99m-markierte Antigranulozytenantikörper oder Fab'-Fragmente
2. Tc-99m-markierte Leukozyten

*Rationale:* Nuklearmedizinische Methoden bei der Appendizitis werden in Deutschland sehr selten eingesetzt, obwohl sämtliche Methoden über eine ausreichende Sensitivität (im Median 91%) und Spezifität (in Median 92%) verfügen (73-97). Ausführlicher untersucht wurden Tc-99m-HMPAO-markierte Leukozyten, In-111-markierte Leukozyten, Tc-99m-HIG sowie Tc-99m-markierte monoklonale Antikörper und Fab'-Fragmente. Die Diagnose kann szintigraphisch früh gestellt werden, wobei in den meisten Arbeiten ein Zeitpunkt innerhalb der ersten 2-3 Stunden nach Injektion verwendet wurde. Da die in vitro Präparation von autologen Leukozyten zeitaufwendig ist und bei dem akuten und auch heute noch potentiell lebensgefährlichen Krankheitsbild eine frühe Diagnose essentiell erscheint, würde es sich angesichts der Datenlage empfehlen, bei der Frage nach einer Appendizitis Tc-99m-markierte monoklonale Antikörper oder Fab'-Fragmente einzusetzen.

---

## Literatur

1. Becker W, Meller J. The role of nuclear medicine in infection and inflammation. *Lancet Infectious Diseases* 2001; 1: 326-333.
2. Bleeker-Rovers CP, de Kleijn E, Corstens FHM, et al. Clinical value of FDG-PET in patients with fever of unknown origin and patients suspected of focal infection or inflammation, *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2004; 31: 29-37.
3. Blockmans D, Knockaert D Maes A, et al., Clinical value of [F-18]fluoro-deoxyglucose positron emission tomography for patients with fever of unknown origin, *Clin Infect Dis* 2001; 32: 191-196.
4. Buysschaert I, Vanderschueren S, Blockmans D, et al. Contribution of (18)fluoro-deoxyglucose positron emission tomography to the work-up of patients with fever of unknown origin. *Eur J Intern Med* 2004; 15:151-156.
5. Lorenzen J, Buchert R, Bohuslavizki KH. Value of FDG-PET in patients with fever of unknown origin. *Nucl Med Commun* 2001; 22: 779-783.
6. Meller J, Altenvoerde G, Munzel U, et al. Fever of unknown origin- prospective comparison of 18 FDG-imaging with a double head coincidence camera (DHCC) and Ga-67 citrate SPECT. *Eur J Nucl Med* 2000; 27: 1617-1625.
7. Meller J, Sahlmann CO, Lehmann K, et al. FDG-Hybrid-Camera-PET in patients with postoperative fever. *Nuklearmedizin*. 2002; 29: 22-29.
8. Meller J, Becker W. Nuklearmedizinische Diagnostik bei Patienten mit Fieber unklarer Genese (FUO). *Nuklearmedizin* 2001; 40: 59-70.
9. Meller J, Sahlmann CO, Scheel AK. FDG-PETAND PET/CT in Fever of Unknown Origin (FUO). *J. Nucl. Med.* 2007: im Druck
10. Bearcroft PW, Miles KA. Leucocyte scintigraphy or computed tomography for the febrile post-operative patient? *Eur J Radiol* 1996; 23:126-129.

Die "Leitlinien" der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften sind systematisch entwickelte Hilfen für Ärzte zur Entscheidungsfindung in spezifischen Situationen. Sie beruhen auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen und in der Praxis bewährten Verfahren und sorgen für mehr Sicherheit in der Medizin, sollten aber auch ökonomische Aspekte berücksichtigen. Die "Leitlinien" sind für Ärzte rechtlich nicht bindend und haben daher weder haftungsbegründende noch haftungsbefreiende Wirkung.

Die AWMF erfasst und publiziert die Leitlinien der Fachgesellschaften mit größtmöglicher Sorgfalt - dennoch kann die AWMF für die Richtigkeit - insbesondere von Dosierungsangaben - keine Verantwortung übernehmen.

98. Davies SG, Garvie NW. The role of Indium-labeled leukocyte imaging in pyrexia of unknown origin. *Br J Radiol* 1990; 63: 850-854.
99. Kjaer A, Lebech AM, Eigtved A, Hojgaard L. Fever of unknown origin: prospective comparison of diagnostic value of 18F-FDG-PET and 111In-granulocyte scintigraphy. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2004; 31: 622-626.
100. Meller J, Siefker U, Becker W. Nuklearmedizinische Diagnostik erregerbedingter Skeletterkrankungen. *Nuklearmediziner* 2002; 25: 122-132.
101. Meller J, Sahlmann CO, Liersch T, Tang HP, Alavi A. Nonprosthesis Orthopedic Applications of 18F Fluoro-2-Deoxy-D-Glucose PET in the Detection of Osteomyelitis. *PET Clin* 2006; 1: 107-121.
102. Termaat MF, Raijmakers PGHM, Scholten HJ, Bakker FC, Patka P, Haarman HJTM. The accuracy of diagnostic imaging for the assessment of chronic osteomyelitis: a systematic review and meta-analysis. *J Bone Joint Surg Am* 2005; 87: 2464-2471.
103. Ivancevic V. Nuklearmedizinische Entzündungsdiagnostik, Update 2007: Osteomyelitis. *Nuklearmediziner* 2007 (im Druck)
104. Ivancevic V, Perka C, Hasart O, Sandrock D, Munz DL. Imaging of low-grade bone infection with a technetium-99m labelled monoclonal anti-NCA-90 Fab' fragment in patients with previous joint surgery. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2002; 29: 547-551.
105. Cremerius U, Mumme T, Reinartz P, Wirtz D, Niethard FU, Büll U. Analyse des (18)F-FDG Speichermusters in der PET zur Diagnostik von septischer und aseptischer Lockerung bei Totalendoprothesen des Hüftgelenks. *Nuklearmedizin* 2003; 42: 234-239.
106. Palestro CJ, Kim CK, Swyer AJ et al. Radionuclide diagnosis of vertebral osteomyelitis: indium-111-leukocyte and technetium-99m-methylene diphosphonate bone scintigraphy *J Nucl Med* 1991; 32: 1861-1865.
107. Stumpe KDM, Dazzi H, Schaffner A, von Schulthess GK. Infection imaging using whole-body FDG-PET. *Eur J Nucl Med* 2000; 27: 822-832.
108. Gratz S, Dörner J, Fischer U, Behr TM, Behe M, Altenvoerde G, Meller J, Grabbe E, Becker W. 18F-FDG hybrid PET in patients with suspected spondylitis. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2002; 29: 516-524.
109. Stumpe KD, Zanetti M, Weishaupt D, Hodler J, Boos N, Von Schulthess GK. FDG positron emission tomography for differentiation of degenerative and infectious endplate abnormalities in the lumbar spine detected on MR imaging. *Am J Roentgenol* 2002; 179: 1151-1157.
110. De Winter F, Gemmel F, Van De Wiele C, Poffijn B, Uyttendaele D, Dierckx R. 18-Fluorine fluorodeoxyglucose positron emission tomography for the diagnosis of infection in the postoperative spine. *Spine* 2003; 28: 1314-1319.
111. Gemmel F, Dumarey N, Palestro CJ. Radionuclide imaging of spinal infections. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2006; 33: 1226-1237.
112. Gratz S, Dörner J, Oestmann JW, Opitz M, Behr T, Meller J, Grabbe E, Becker W. 67Ga-citrate and 99Tcm-MDP for estimating the severity of vertebral osteomyelitis. *Nucl Med Commun* 2000; 21: 111-120.
113. Love C, Patel M, Lonner BS, Tomas MB, Palestro CJ. Diagnosing spinal osteomyelitis: a comparison of bone and Ga-67 scintigraphy and magnetic resonance imaging. *Clin Nucl Med* 2000; 25: 963-977.
114. Blockmans D, Maes A, Stroobants S, et al., New arguments for a vasculitic nature of polymyalgia rheumatica using positron emission tomography, *Rheumatology* 1999; 38: 444-447.
115. Hara M, Goodman PC, Leder RA. FDG-PET finding in early-phase Takayasu arteritis, *J Comput Assist Tomogr* 1999; 23: 16-18.
116. De Winter F, Petrovic M, Van de Wiele C, Vogelaers D, Afschrift M, Dierckx RA. Imaging of giant cell arteritis: evidence of splenic involvement using FDG positron emission tomography. *Clin Nucl Med* 2000; 25: 633-634.
117. Blockmans D, Stroobants S, Maes A, Mortelmans L. Positron emission tomography in giant cell arteritis and polymyalgia rheumatica: evidence for inflammation of the aortic arch. *Am J Med* 2000; 108:246-249.
118. Turlakow A, Yeung HW, Pui J, et al. Fluorodeoxyglucose positron emission tomography in the diagnosis of giant cell arteritis. *Arch Intern Med* 2001; 161:1003-1007.
119. Belhocine T, Kaye O, Delanaye P et al. Maladie de Horton et atteintes artérielles extra-temporales: utilité de la tomographie par émission de positons au18FDG. A propos de trois observations et revue de la littérature. *Rev Med Interne*. 2002; 23:1-8.
120. Meller J, Vosschenrich R, Grabbe E, Becker W. Value of F-18-FDG-hybrid camera PET and MRI in early Takayasu Aortitis. *Eur Radiol* 2003; 13: 400-405.
121. Meller J, Strutz F, Siefker U, Scheel A, Sahlmann CO, Lehmann K., Vosschenrich R. Early Diagnosis and Follow-up of Aortitis with [18F]FDG-PET and MRI. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2003; 30: 730-736.
122. Bleeker-Rovers CP, Bredie SJ, van der Meer JW, Corstens FH, Oyen WJ. F-18-fluorodeoxyglucose positron emission tomography in diagnosis and follow-up of patients with different types of vasculitis. *Neth J Med* 2003; 61: 323-329.
123. Brodmann M, Lipp RW, Passath A et al., The role of 2-F-18-fluoro-2-deoxy-D-glucose positron emission tomography in the diagnosis of giant cell arteritis of the temporal arteries. *Rheumatology* 2004; 43: 241-242.
124. Scheel AK, Meller J, Vosschenrich R, et al. Diagnosis and follow-up of aortitis in the elderly. *Ann Rheum Dis* 2004; 63: 1507-1510.
125. Webb M, Chambers A, Al-Nahas A et al. The role of F-18-FDG-PET in characterising disease activity in

Die "Leitlinien" der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften sind systematisch entwickelte Hilfen für Ärzte zur Entscheidungsfindung in spezifischen Situationen. Sie beruhen auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen und in der Praxis bewährten Verfahren und sorgen für mehr Sicherheit in der Medizin, sollten aber auch ökonomische Aspekte berücksichtigen. Die "Leitlinien" sind für Ärzte rechtlich nicht bindend und haben daher weder haftungsbegründende noch haftungsbefreiende Wirkung.

Die AWMF erfasst und publiziert die Leitlinien der Fachgesellschaften mit größtmöglicher Sorgfalt - dennoch kann die AWMF für die Richtigkeit - insbesondere von Dosierungsangaben - keine Verantwortung übernehmen.

- Takayasu arteritis, Eur J Nucl Med Mol Imaging 2004; 31:627-634.
185. Kobayashi Y, Ishii K, Oda K, et al. Aortic wall inflammation due to Takayasu arteritis imaged with 18F-FDG-PET coregistered with enhanced CT. J Nucl Med 2005; 46: 917-922.
  186. Walter MA, Melzer RA, Schindler C, Müller-Brand J, Tyndall A, Nitzsche EU. The value of [18F]FDG-PET in the diagnosis of large-vessel vasculitis and the assessment of activity and extent of disease. Eur J Nucl Med Mol Imaging. 2005; 32: 674-681.
  187. Blockmans D, de Ceuninck L, Vanderschueren S, Knockaert D, Mortelmans L, Bobbaers H. Repetitive 18F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography in giant cell arteritis: a prospective study of 35 patients. Arthritis Rheum 2006; 55: 131-137.
  188. Blockmans D, Baeyens H, Van Loon R, Lauwers G, Bobbaers H. Periaortitis and aortic dissection due to Wegener's granulomatosis. Clin Rheumatol 2000;19: 161-164.
  189. Liberatore M, Misuraca M, Calandri E, et al. White blood cell scintigraphy in the diagnosis of infection of endovascular prostheses within the first month after implantation. Med Sci Monit 2006;12 :MT5-9.
  190. Delgado M, Prats E, Benito JL, et al. Scintigraphy with 99mTc-HMPAO labeled leukocytes and computed tomography in the diagnosis of vascular graft infection. A comparative study. Rev Esp Med Nucl 1999; 18: 77-83.
  191. Cordes M, Hepp W, Langer R, et al. Vascular graft infection: detection by 123I-labeled antigranulocyte antibody (anti-NCA95) scintigraphy. Nuklearmedizin 1991;30: 173-177.
  192. Liberatore M, Iurilli AP, Ponzo F, et al. Aortofemoral graft infection: the usefulness of 99mTc-HMPAO-labelled leukocyte scan. Eur J Vasc Endovasc Surg 1997; 14 Suppl A:27-29.
  193. Krznaric E, Nevelsteen A, van Hoe L, et al. Diagnostic value of 99Tcm-d,l-HMPAO-labelled leukocyte scintigraphy in the detection of vascular graft infections. Nucl Med Commun 1994; 15: 953-960.
  194. Venz S, Cordes M, Hepp W. 123 I-anti-NCA95 antibodies in diagnosis of bacterial wound infections after prosthetic vascular replacement. Comparison with computerized tomography Vasa 1994; 23: 138-144.
  195. Ramo OJ, Vorne M, Lantto E, et al. Postoperative graft incorporation after aortic reconstruction - comparison between computerised tomography and Tc-99m-HMPAO labelled leucocyte imaging. Eur J Vasc Surg 1993; 7:122-128.
  196. Davidovic B, Davidovic L, Nastic-Miric D, et al. The role of biphasic scintigraphy with 99mTc-HMPAO leukocytes in detection of synthetic vascular graft infections - preliminary results. Med Pregl 1993; 46 Suppl 1:23-25.
  197. Insall RL, Keavey PM, Hawkins T et al. The specificity of technetium-labelled-leucocyte imaging of aortic grafts in the early postoperative period. Eur J Vasc Surg 1991; 5 571-576.
  198. Insall RL, Jones NA, Chamberlain J, et al. New isotopic technique for detecting prosthetic arterial graft infection: 99mTc-hexametazime-labelled leucocyte imaging. Br J Surg 1990; 77: 1295-1298.
  199. Reilly DT, Grigg MJ, Cunningham DA et al. Vascular graft infection: the role of indium scanning. Eur J Vasc Surg 1989;3: 393-397.
  200. Berridge DC, Frier M, Perkins AC, et al. A comparison between visual and quantitative analysis in a prospective evaluation of labelled 111In leucocyte imaging in vascular infection. Nucl Med Commun 1989; 10: 487-495.
  201. Vorne M, Laitinen J, Lehtonen J, et al. 99mTc-leucocyte scintigraphy in prosthetic vascular graft infections. Nuklearmedizin 1989; 28 : 95-99.
  202. Berridge DC, Earnshaw JJ, Frier M, et al.. 111In-labelled leucocyte imaging in vascular graft infection. Br J Surg 1989; 76: 41-44.
  203. Becker W, Dusel W, Berger P, Spiegel W. The 111In-granulocyte scan in prosthetic vascular graft infections: imaging technique and results. Eur J Nucl Med 1987;13: 225-229.
  204. Ivancevic V, Munz DL. Nuclear medicine imaging of endocarditis. Q J Nucl Med 1999; 43: 93-9.
  205. Meller J, Sahlmann CO, Becker W. Nuclear medicine studies in the dialysis patient. Seminars in dialysis 2002; Semin Dial 2002;15:269-276.
  206. Ivancevic V. Immunszintigraphie mit dem monoklonalen NCA-95-Antigranulozyten-Antikörper und dem NCA-90-Antigranulozyten-Antikörper-Fab'-Fragment zur Entzündungsdiagnostik bei Problemindikationen und zur Knochenmarkszintigraphie. Habilitationsschrift 2002. [www.edoc.hu-berlin.de/habilitationen/ivancevic-velimir-2002-03-26/HTML/index.html](http://www.edoc.hu-berlin.de/habilitationen/ivancevic-velimir-2002-03-26/HTML/index.html) (externer Link)
  207. Grahniquist L, Chapman SC, Hvidsten S, Murphy MS. Evaluation of 99mTc-HMPAO leukocyte scintigraphy in the investigation of pediatric bowel disease. J Pediatr 2003; 143: 48-53.
  208. Bennink RJ, Peeters M, Rutgeerts P, Mortelmans L. Evaluation of early treatment response and predicting the need for colectomy in active ulcerative colitis with 99mTc-HMPAO white blood cell scintigraphy. J Nucl Med 2004; 45: 1698-1704.
  209. Chew HK, Voutnis DD, Evans JW, Szczepura KR, Swift EA, Bird NJ, Ruparelia P, Solanki CK, Ballinger JR, Chilvers ER, Middleton SJ, Peters AM. Quantification of disease activity in patients undergoing leucocyte scintigraphy for suspected inflammatory bowel disease. Eur J Nucl Med Mol Imaging. 2005; 32: 329-337.
  210. Rispo A, Imbriaco M, Celentano L, Cozzolino A, Camera L, Mainenti PP, Manguso F, Sabbatini F, D'Amico P, Castiglione F. Noninvasive diagnosis of small bowel Crohn's disease: combined use of bowel sonography and Tc-99m-HMPAO leukocyte scintigraphy. Inflamm Bowel Dis 2005; 11: 376-382.
  211. Papos M, Nagy F, Naraii G, Rajtar M, Szantai G, Lang J, Csernay L. Anti-granulocyte immunoscintigraphy

Die "Leitlinien" der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften sind systematisch entwickelte Hilfen für Ärzte zur Entscheidungsfindung in spezifischen Situationen. Sie beruhen auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen und in der Praxis bewährten Verfahren und sorgen für mehr Sicherheit in der Medizin, sollten aber auch ökonomische Aspekte berücksichtigen. Die "Leitlinien" sind für Ärzte rechtlich nicht bindend und haben daher weder haftungsbegründende noch haftungsbefreiende Wirkung.

Die AWMF erfasst und publiziert die Leitlinien der Fachgesellschaften mit größtmöglicher Sorgfalt - dennoch kann die AWMF für die Richtigkeit - insbesondere von Dosierungsangaben - keine Verantwortung übernehmen.

- and [99mTc]hexamethylpropyleneamine-oxime-labeled leukocyte scintigraphy in inflammatory bowel disease. *Dig Dis Sci* 1996; 41: 412-420.
244. Steinsträsser A, Oberhausen E. granulocyte labelling kit BW 250/183. Results of the European multicenter trial. *Nuklearmedizin* 1996; 35: 1-11.
  245. Segarra I, Roca M, Baliellas C, Vilar L, Ricart Y, Mora J, Puchal R, Martin-Comin J. Granulocyte-specific monoclonal antibody-technetium-99m-BW 250/183 and inium-111 oxine-labelled leukocyte scintigraphy in inflammatory bowel disease. *Eur J Nucl Med* 1991; 18: 715-719.
  246. Ivancevic V, Schwörer H, Sandrock D, Kaufmann C, Ramadori G, Emrich D, Munz DL. Falsely negative 99mTc-anti-granulocyte immunoscintigraphy and positive 99mTc-HMPAO-labelled leukocyte scan in active Crohn's disease. *Nuklearmedizin* 1995; 34: 248-251.
  247. Ivancevic V, Munz DL. Nonspecific bowel activity in 99Tcm-labelled monoclonal anti-granulocyte-antibody imaging. *Nucl Med Commun* 1992; 12: 899-900.
  248. Ivancevic V, Wolter A, Munz DL. Nonspecific bowel activity in imaging inflammation with Tc-99m labelled monoclonal anti-NCA-90 Fab' fragment MN3. *Nuklearmedizin* 2001; 40: 71-74.
  249. Skehan SJ, Issenman R, Nernagh J, Nahmias C, Jacobson K. 18F-fluorodeoxyglucose positron tomography in diagnosis of pediatric inflammatory bowel disease. *Lancet* 1999; 354: 836-837.
  250. Neurath MF; Vehling D; Schunk K; Holtmann M; Brockmann H; Helisch A; Orth T; Schreckenberger M; Galle PR; Bartenstein P. Noninvasive assessment of Crohn's disease activity: a comparison of 18F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography, hydromagnetic resonance imaging, and granulocyte scintigraphy with labeled antibodies. *Am J Gastroenterol* 2002; 97: 1978-1985.
  251. Colak T, Gungor F, Ozugur S, Bozan H, Yildiz A, Boz A, et al. The value of 99mTc-HMPAO labelled white blood cell scintigraphy in acute appendicitis patients with an equivocal clinical presentation. *Eur J Nucl Med* 2001; 28: 575 - 580.
  252. Rypins EB, Kipper SL, Weiland F, Neal C, Line B, McDonald R, et al. 99mTc anti-CD 15 monoclonal antibody (LeuTech) imaging improves diagnostic accuracy and clinical management in patients with equivocal presentation of appendicitis. *Ann Surg* 2002; 235: 232 - 239.
  253. Colak T, Gungor F, Ozugur S, Bozan H, Yildiz A, Boz A, et al. The value of 99mTc-HMPAO labelled white blood cell scintigraphy in acute appendicitis patients with an equivocal clinical presentation. *Eur J Nucl Med* 2001; 28: 575 - 580.
  254. Kipper SL, Rypins EB, Evans DG, Thakur ML, Smith TD, Rhodes B. Neutrophil-specific 99mTc-labeled anti-CD15 monoclonal antibody imaging for diagnosis of equivocal appendicitis. *J Nucl Med* 2000; 41: 449 - 455.
  255. Rypins EB, Kipper SL. 99mTc-hexamethylpropyleneamine oxime (Tc-WBC) scan for diagnosing acute appendicitis in children. *Am Surg* 1997; 63: 878 - 881.
  256. Rypins EB, Evans DG, Hinrichs W, Kipper SL. Patients with equivocal clinical presentation. *Ann Surg* 1997; 226: 58 - 65.
  257. Overbeck B, Briele B, Hotze A, Biersack HJ, Kania U, Vogel J, et al. 99mTc-anti-granulocyte antibodies (BW 250/183) in the detection of appendicitis. *Nuklearmedizin* 1992; 31: 24 - 28.
  258. Shung-Shung S, Yu-Chien S, Mei-Due Y, Hwei-Chung W, Kao A. Improving the diagnosis of acute appendicitis with atypical findings by Tc-99m HMPAO leukocyte scan. *Nuklearmedizin* 2002; 41: 37 - 41.
  259. Rypins EB, Kipper SL. Scintigraphic determination of equivocal appendicitis. *Am Surg* 2000; 66: 891 - 895.
  260. Barron B, Hanna C, Passalacqua AM, Lamki L, Wegener WA, Goldenberg DM. Rapid diagnostic imaging of acute, nonclassic appendicitis by leukoscintigraphy with sulesomab, a technetium 99m-labeled antigranulocyte antibody Fab' fragment. *LeukoScan Appendicitis Clinical Trial Group. Surgery* 1999; 125: 288 - 296.
  261. Wong DW, Vasinrapee P, Spieth ME, Cook RE, Ansari AN, Jones Jr M, Mandal A. Rapid detection of acute appendicitis with Tc-99m-labeled intact polyvalent human immune globulin. *J Am Coll*
  262. Lin WY, Kao CH, Lin HT, Wang YL, Wang SJ, Liu TJ. 99Tcm-HMPAO-labelled white blood cell scans to detect acute appendicitis in older patients with an atypical clinical presentation. *Nucl Med Commun* 1997; 18: 75 - 78.
  263. Kao CH, Lin HT, Wang YL, Wang SJ, Liu TJ. Tc-99m HMPAO-labeled WBC scans to detect appendicitis in women. *Clin Nucl Med* 1996; 21: 768 - 771.
  264. Evetts BK, Foley CR, Latimer RG, Rimkus DS. Tc-99 hexamethylpropyleneamineoxide scanning for the detection of acute appendicitis. *J Am Coll Surg* 1994; 179: 197 - 201.
  265. Biersack HJ, Overbeck B, Ott G, Kania U, Briele B, Kropp J, et al. Tc-99m labeled monoclonal antibodies against granulocytes (BW 250/183) in the detection of appendicitis. *Clin Nucl Med* 1993; 18: 371 - 376.
  266. Foley CR, Latimer RG, Rimkus DS. Detection of acute appendicitis by technetium 99 HMPAO scanning. *Am Surg* 1992; 58: 761 - 765.
  267. Moore J, Bartholomeusz D, Wycherley A, Devitt P, Toouli J, Drew P. 99mTechnetium labelled leukocyte scanning in acute lower abdominal pain: can it reduce the negative appendectomy rate? *Aust NZ J Surg* 1995; 65: 403 - 405.
  268. DeLaney AR, Raviola CA, Weber PN, McDonald PT, Navarro DA, Jasko I. Improving diagnosis of appendicitis. Early autologous leukocyte scanning. *Arch Surg* 1989; 124: 1146 - 1151.
  269. Navarro DA, Weber PM, Kang IY, dos Remedios LV, Jasko IA, Sawicki JE. Indium-111 leukocyte imaging in

Die "Leitlinien" der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften sind systematisch entwickelte Hilfen für Ärzte zur Entscheidungsfindung in spezifischen Situationen. Sie beruhen auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen und in der Praxis bewährten Verfahren und sorgen für mehr Sicherheit in der Medizin, sollten aber auch ökonomische Aspekte berücksichtigen. Die "Leitlinien" sind für Ärzte rechtlich nicht bindend und haben daher weder haftungsbegründende noch haftungsbefreiende Wirkung.

Die AWMF erfasst und publiziert die Leitlinien der Fachgesellschaften mit größtmöglicher Sorgfalt - dennoch kann die AWMF für die Richtigkeit - insbesondere von Dosierungsangaben - keine Verantwortung übernehmen.

- appendicitis. Am J Roentgenol 1987; 148: 733 - 736.
270. Thakur ML, Marcus CS, Kipper SL, Ahdoot R, Diggles L, Pham HL, et al. Imaging infection with LeuTech. Nucl Med Commun 2001; 22: 513 - 519.
271. Passalacqua AM, Klein RL, Wegener WA, Crawford JA, Crow JP, Andrews DA, Goldenberg DM. Diagnosing suspected acute nonclassic appendicitis with sulesomab, a radiolabeled antigranulocyte antibody imaging agent. J Pediatr Surg 2004; 39: 1338 - 1344.
272. Chang CC, Tsai CY, Lin CC, Jeng LB, Lee CC, Kao CH. Comparison between technetium-99m hexamethylpropyleneamineoxide labeled white blood cell abdomen scan and abdominal sonography to detect appendicitis in children with an atypical clinical presentation. Hepatogastroenterology 2003; 50: 426 - 429.
273. Cheng KS, Shiau YC, Lin CC, Lee CC, Kao A. Comparison between technetium-99m hexamethylpropyleneamineoxide labeled white blood cell abdomen scan and abdominal sonography to detect appendicitis in female patients with an atypical clinical presentation. Hepatogastroenterology 2003; 50: 136 - 139.
274. Henneman PL, Marcus CS, Inkelis SH, Butler JA, Baumgartner FJ. Evaluation of children with possible appendicitis using technetium 99m leukocyte scan. Pediatrics 1990; 85: 838 - 843.
275. Henneman PL, Marcus CS, Butler JA, Hall TA, Koci TM, Worthen N, Wilson SE. Evaluation of women with possible appendicitis using technetium-99m leukocyte scan. Am J Emerg Med 1990; 8: 373 - 378.

---

## Verfahren zur Konsensbildung

### Autoren

J. Meller, Abteilung Nuklearmedizin der Universität Göttingen und V. Ivancevic, Nuklearmedizinische Gemeinschaftspraxis im Allgemeinen Krankenhaus, Celle; Leitlinienausschuss der DGN vertreten durch: H Lerch (Wuppertal), R Bares (Tübingen), HJ Biersack (Bonn), M Clausen (Hamburg), M Dietlein (Köln), M Fischer (Kassel), CM Kirsch (Homburg/Saar), W Knapp (Hannover), E Moser (Freiburg), C Reiners (Würzburg), H Schicha (Köln), O Schober (Münster), C Schümichen (Rostock).

Überarbeitet nach: W. Becker †, Abteilung Nuklearmedizin der Universität Göttingen

### Erstellungsdatum:

12/1999

### Letzte Überarbeitung:

11/2007

### Nächste Überprüfung geplant:

k.A.

---

Zurück zum [Index Leitlinien der Dt. Ges. f. Nuklearmedizin](#)

Zurück zur [Liste der Leitlinien](#)

Zurück zur [AWMF-Leitseite](#)

---

**Die "Leitlinien" der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften sind systematisch entwickelte Hilfen für Ärzte zur Entscheidungsfindung in spezifischen Situationen. Sie beruhen auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen und in der Praxis bewährten Verfahren und sorgen für mehr Sicherheit in der Medizin, sollen aber auch ökonomische Aspekte berücksichtigen. Die "Leitlinien" sind für Ärzte rechtlich nicht bindend und haben daher weder haftungsbegründende noch haftungsbefreiende Wirkung.**

Die AWMF erfasst und publiziert die Leitlinien der Fachgesellschaften mit größtmöglicher Sorgfalt - dennoch kann die AWMF für die Richtigkeit - **insbesondere von Dosierungsangaben - keine Verantwortung** übernehmen.

---

**Stand der letzten Aktualisierung: 11/2007**

© Dt. Ges. f. Nuklearmedizin

Autorisiert für elektronische Publikation: [AWMF online](#)

HTML-Code aktualisiert: 06.12.2007; 13:34:19

Die "Leitlinien" der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften sind systematisch entwickelte Hilfen für Ärzte zur Entscheidungsfindung in spezifischen Situationen. Sie beruhen auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen und in der Praxis bewährten Verfahren und sorgen für mehr Sicherheit in der Medizin, sollten aber auch ökonomische Aspekte berücksichtigen. Die "Leitlinien" sind für Ärzte rechtlich nicht bindend und haben daher weder haftungsbegründende noch haftungsbefreiende Wirkung.

Die AWMF erfasst und publiziert die Leitlinien der Fachgesellschaften mit größtmöglicher Sorgfalt - dennoch kann die AWMF für die Richtigkeit - insbesondere von Dosierungsangaben - keine Verantwortung übernehmen.