

---

## Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Nuklearmedizin

---

AWMF-Leitlinien-Register	Nr. 031/040	Entwicklungsstufe:	1
--------------------------	-------------	--------------------	---

---

# Empfehlung zur Durchführung der mIBG-Szintigraphie bei Kindern

## I. Zielsetzung

Zweck dieser Leitlinie ist es, dem nuklearmedizinischen Team Hilfestellung für die tägliche Routinepraxis zu geben. Die zugrundeliegenden EANM-Empfehlungen und die Überarbeitung wurden beeinflusst durch die "Consensus Guidelines for mIBG Scintigraphy" (Paris, 6. November 1997) der Europäischen Neuroblastomgruppe, die Beschlüsse des Onkologischen Committees der Französischen Gesellschaft für Nuklearmedizin (11) sowie die aktuelle interdisziplinäre Leitlinie der Deutschen Krebsgesellschaft und der Gesellschaft für Pädiatrische Onkologie und Hämatologie zur Diagnostik und Therapie des Neuroblastoms (15). Diese zugrundeliegenden EANM-Empfehlungen sind nach vorliegenden Publikationen aktualisiert und an die Gegebenheiten in Deutschland angepasst worden. Sie sollten immer im Zusammenhang mit lokalen und aktuellen nationalen Qualitätsstandards und Vorschriften gesehen werden.

## II. Hintergrundinformationen und Definitionen

Meta-iodobenzylguanidine (mIBG) ist ein Aralkylguanidin Noradrenalin Analog, das, mit  $^{131}\text{I}$  oder  $^{123}\text{I}$  markiert, die szintigraphische Darstellung von neuroektodermalen Tumoren ermöglicht, einschließlich von Neuroblastomen, Phäochromozytomen, Ganglioneuromen und Paragangliomen (10, 21, 30, 49, 50, 55). Auch bei anderen Tumoren, wie medullären Schilddrüsenkarzinomen, Karzinoiden, Merkelzell-Tumoren der Haut und Metastasen dieser Tumoren konnte eine mIBG-Aufnahme gezeigt werden (22, 59). Allerdings spielt bei den letztgenannten Tumoren die mIBG-Szintigraphie eher eine untergeordnete Rolle.

Bei dem Neuroblastom handelt es sich um einen der häufigsten soliden malignen Tumoren des Kindes. In Deutschland werden Kinder mit Neuroblastomerkrankung üblicherweise im Rahmen von Studienprotokollen der Gesellschaft für Pädiatrische Onkologie und Hämatologie (GPOH) behandelt, z.B. derzeit das Neuroblastom-Studienprotokoll NB 2004. Bei ca. 40% der Patienten liegt bei Diagnose ein Stadium 4 (INSS-Klassifikation) mit Nachweis von Fernmetastasen z.B. in Knochenmark, Knochen oder Lymphknoten vor. Da die Ausbreitung der Erkrankung mit der Prognose korreliert und somit das Ausmaß der Therapie beeinflusst, ist ein exakter Nachweis aller Tumorherde von wesentlicher Bedeutung, um die Ausbreitung der Erkrankung zu bestimmen (20, 23, 60).

Die Spezifität von mIBG zum Nachweis von Tumoren des sympathischen Nervensystems beträgt nahezu 100%. Die Sensitivität zum Nachweis einzelner Neuroblastom-Herde liegt bei 80% und die Sensitivität hinsichtlich eines korrekten Staging bei 90-95%, da es mIBG-negative Neuroblastome gibt, und sehr kleine Herde dem Nachweis mit der mIBG-Szintigraphie entgehen können (3, 8, 19, 25-27, 32, 36, 40, 41).

Die hohe Tumoraaffinität von mIBG ermöglicht außerdem den therapeutischen Einsatz von mIBG bei einer Markierung mit  $^{131}\text{I}$  (17, 33, 34, 48).

Obwohl die mIBG-Therapie und die mIBG-Szintigraphie viele Gemeinsamkeiten aufweisen, befassen sich diese Empfehlungen nur mit dem Einsatz von mIBG zur Diagnose und Verlaufskontrolle. Sie enthalten Informationen über Indikationen, Aufnahmeparameter, Auswertung und Interpretation der mIBG-Szintigraphie

bei neuroektodermalen Tumoren. Ziel ist es dabei, Szintigraphien mit höchster Qualität zu erhalten.

In der Vergangenheit bestanden unterschiedliche Meinungen zum jeweiligen Wert von mIBG- und Knochenszintigraphie bei Neuroblastomen. Zwischenzeitlich konnte eindeutig gezeigt werden, dass weder die mIBG- noch die MDP-Knochenszintigraphie allein alle Herde nachweisen kann. In wenigen Fällen zeigt die Knochenszintigraphie Herde, die im mIBG negativ sind während häufiger der mIBG-uptake positiv und die Knochenszintigraphie unauffällig ist (13). Es sollte beachtet werden, dass die Mehranreicherungen in der Knochenszintigraphie unspezifisch sind und auch durch andere Läsionen als Neuroblastomherde hervorgerufen werden können. Die Knochenszintigraphie ist zur Unterscheidung eines Knochenbefalls von einem reinen Knochenmarkbefall hilfreich. Bei den initialen Staging-Untersuchungen bei Patienten mit Neuroblastomen kann daher die Knochenszintigraphie ergänzend zur mIBG-Szintigraphie eingesetzt werden, während die Knochenszintigraphie bei Verlaufuntersuchungen von geringerer Bedeutung ist (25). Auf die mIBG-Szintigraphie kann beim initialen Staging nicht verzichtet werden.

### III. Allgemeine Indikationen

- A. Charakterisierung von neuroektodermalen Tumoren einschließlich Neuroblastomen, Phäochromozytomen und Ganglioneuromen
- B. Staging der Erkrankung
- C. Verlaufskontrollen von Neuroblastomen während/nach Therapie, insbesondere bei Patienten mit Stadium 4, sowie bei Rezidivverdacht
- D. Vor Resektion des Primärtumors und ggf. nach Resektion bei V.a. verbliebenes Resttumorgewebe
- E. Verlaufskontrolle nach Therapie, um präklinische Rezidive, insbesondere im Knochenmark auszuschließen und im Verlauf bei klinisch auffälligen Befunden, insbesondere Knochenschmerzen
- F. vor geplanter mIBG-Therapie

**Kontraindikationen:** keine.

### IV. Durchführung

Die überweisenden Ärzte sollten darüber informiert werden, dass mit radioaktivem Iod markiertes mIBG ein Zyklotronprodukt ist und daher nicht jederzeit zur Verfügung steht, sondern erst Tage nach Bestellung verfügbar ist. Außerdem kann abhängig von der verwendeten Iodmarkierung ein größerer Zeitraum (Tage) zwischen der Injektion der Substanz und den Szintigraphien notwendig sein.

#### A. Information über relevante frühere Untersuchungen

Die Krankengeschichte des Kindes, Gründe zur Durchführung der mIBG-Szintigraphie, Labordaten, frühere Behandlungen (z.B. Operationen, Chemo- und/oder Strahlentherapie) sowie diagnostische Befunde sollten bei der Szintigraphie vorliegen. Ebenso sollten die aktuell verabreichten Medikamente bekannt sein (siehe B.3.)

#### B. Patientenvorbereitung

##### B.1. Bei der Anmeldung des Kindes

Eltern und Kind sollten detaillierte Informationen über die gesamte Untersuchung erhalten. Eine Schilddrüsenblockade muss erfolgen (siehe B2). Es muss außerdem sichergestellt sein, dass alle Maßnahmen (siehe C: Vorsichtsmaßnahmen) vor der mIBG-Injektion sowohl Eltern als auch Pflegepersonal (bei stationären Kindern) sorgfältig erklärt werden. Dies sollte am besten durch ein Informationsblatt erfolgen. Eine gute Hydrierung zur Reduzierung der Strahlenexposition wird empfohlen.

Vor der Injektion

Eine Anästhesiecreme kann verwendet werden, um die i.v. Injektion für das Kind angenehmer zu machen; dabei ist eine Wartezeit von etwa 60 Minuten bis zum Wirkungseintritt erforderlich.

##### B.2. Schilddrüsenblockade

Die Schilddrüsenblockade ist wichtig, um die Schilddrüse des Kindes vor unnötiger Strahlung zu schützen, da die Schilddrüse von Kindern strahlenempfindlicher als die von Erwachsenen ist. Es stehen die folgenden Alternativen zur Verfügung:

- Na-Perchlorat (Irenat®): mindestens 15-30 Minuten vor der mIBG-Injektion, ca. 1 Tropfen / kg

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.

KG, mindestens 10 Tropfen, maximal 20 Tropfen. Optimal ist eine Blockierung von Tag -1 (Tag vor der mIBG-Applikation) bis Tag +3 mit 1 Tropfen / kg KG / Tag verteilt auf 3-6 Einzeldosen.

- Kaliumiodid, insbesondere bei Unverträglichkeit von Na-Perchlorat, bei zuvor ungenügender Blockierung oder bei Gabe von <sup>131</sup>I-mIBG zu erwägen: Beginnend am Tag vor der mIBG-Injektion bis zum Tag nach der Injektion sollten Kinder mit einem Alter von 1 Monat bis 3 Jahren 32 mg Kaliumiodid täglich erhalten, von 3 bis 13 Lebensjahren 65 mg und bei älteren Kindern 130 mg täglich. Neugeborene erhalten 16 mg Kaliumiodid nur am Tag vor der mIBG-Injektion.

### B.3. Medikamenteninteraktionen

Viele Medikamente beeinflussen die mIBG-Aufnahme und Speicherung (56). Deshalb sollten vor und nach der mIBG-Injektion sowie während der Szintigraphien etwaige Begleitmedikationen genau mit dem überweisenden Arzt besprochen werden.

#### Liste ausgewählter Medikamente mit Interferenz zur mIBG-Aufnahme:

Interferenz	Ausgewählte Medikamente
Hemmung des Uptake 1 Systems	Trizyklische Antidepressiva, Kokain, Opiode, Labetalol, Metoprolol, Antipsychotika (z.B. Phenothiazine)
Hemmung der Aufnahme in intrazelluläre, Katecholamin-speichernde Granula	Reserpin, Tetrabenazin
Kompetition um die Aufnahme in Katecholamin-speichernde Granula	Norepinephrin, Serotonin, Guanethidin
Ausschüttung / Entleerung aus den Katecholamin-speichernden Granula	Reserpin, Guanethidin, Labetalol, Sympathomimetika (z.B. Phenylpropanolamin, Amphetamine, Dopamin, Isoproterenol, Salbutamol, Fenoterol, Terbutalin, Xylometazolin)
Erhöhter Uptake und Retention	Kalziumantagonisten (z.B. Nifedipin, Nicardipin, Amlodipin)
Phytomedizin	Ginseng
Weitere Medikamente	ACE-Hemmer (z.B. Captopril, Enalapril) Amiodaron (Cordarex), Digoxin

Die im Kindesalter verbreitetsten Medikamenten mit Interferenzen sind Bronchodilatoren, die Fenoterol enthalten (z.B. Berotec®), Salbutamol (z.B. Pädiamol®, Bronchospray®, Sultanol®), Terbutalin (z.B. Bricanyl®) und Nasentropfen/-sprays mit Xylometazolin (z.B. Otriven®). Die Verwendung von frei verkäuflichen Medikamenten sollte ebenfalls immer bedacht werden. Insgesamt ergeben sich im Kindesalter selten praktische Probleme, da die Kinder eher selten o.g. Medikamente einnehmen oder ein vorübergehendes Absetzen oft möglich ist. Allerdings existieren keine genauen Daten, die den Einfluss der o.g. Medikamente auf die mIBG-Speicherung exakt quantifizieren, so dass eine Aussage schwierig ist, wie häufig falsch negative mIBG-Szintigramme unter o.g. Medikation vorkommen bzw. ob die fortgesetzte Einnahme der o.g. Medikamente eine mIBG-Anreicherung tatsächlich vollständig blockieren kann.

## C. Vorsichtsmaßnahmen

1. Prüfung ob Schilddrüsenblockade erfolgt ist
2. Prüfung von etwaigen Medikamenteninteraktionen
3. mIBG muss möglichst langsam i.v. injiziert werden (Ausnahme: trägerfreies mIBG (24)).

## D. Radiopharmazeutikum

### D.1. Isotop

- Iod-123 (<sup>123</sup>I)
- (Iod-131 (<sup>131</sup>I)), nur in sehr seltenen Ausnahmefällen für diagnostische Zwecke, siehe D.2)

### D.2. Pharmazeutikum

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.

■ mIBG (Meta-iodobenzylguanidine)

$^{123}\text{I}$ -mIBG ist bei Kindern das Standard-Radiopharmazeutikum, das Szintigraphien mit hoher Qualität erzeugt. Die Gammaenergie von 159 keV bei  $^{123}\text{I}$  ist für die Bildgebung geeigneter als die von 360 keV bei  $^{131}\text{I}$ . Bei der niedrigeren Strahlenexposition ist es außerdem möglich, höhere Aktivitätsmengen von  $^{123}\text{I}$  als von  $^{131}\text{I}$  zu verwenden. Zudem stehen die Ergebnisse der Untersuchung bei Verwendung von  $^{123}\text{I}$ -mIBG früher zur Verfügung.

Aufgrund der oben aufgeführten Vorteile sollte  $^{131}\text{I}$ -mIBG, das in anderen Ländern weiter verbreitet ist, in Deutschland üblicherweise nicht zur diagnostischen Szintigraphie eingesetzt werden. Es kann ggf. zur Abschätzung der Tumorspeicherung bei der Planung einer  $^{131}\text{I}$ -mIBG-Therapie verwendet werden.

**D.3. erforderliche Aktivitätsmengen**

(siehe V weitere wissenschaftliche Studien sind erforderlich):

Die empfohlene Aktivität richtet sich nach den Diagnostischen Referenzwerten in der Nuklearmedizin der Strahlenschutzkommission (1). Die jeweiligen Aktivitätsmengen sollten gemäß den Empfehlungen des Paediatric Committee der EANM reduziert werden (29, 43). Die zurzeit aktuelle Publikation der Strahlenschutzkommission bezieht sich auf die EANM-Empfehlungen aus dem Jahr 1990 (43). Derzeit wird eine neue EANM-Empfehlung publiziert (29), die jedoch (noch) nicht Grundlage einer Publikation der Strahlenschutzkommission ist. In einer älteren Version der EANM-Dosiskarte wurde die Aktivität für Erwachsene mit 200 MBq festgelegt. In der aktuellen Publikation der Strahlenschutzkommission wird die Erwachsenenaktivität mit 370 MBq angegeben. Diese höhere Aktivität ist gerechtfertigt und sinnvoll, da heute in der Regel eine SPECT-Untersuchung durchgeführt wird. Zudem ist eine ausreichend hohe Aktivität für eine zuverlässige Darstellung von Tumor und Metastasen sowie eine qualitativ hochwertige SPECT unerlässlich. Die angegebenen Aktivitäten sollten daher keinesfalls unterschritten werden. Höhere Aktivität können u.a. erforderlich sein, um kleine Tumormanifestationen sicher beurteilen zu können (siehe auch V.).

Minimale Aktivitätsmenge:

$^{123}\text{I}$ -mIBG = 80 MBq  
 $(^{131}\text{I}$ -mIBG = 35 MBq, nur in Ausnahmen für diagnostische Zwecke, siehe D.2)

empfohlene Aktivitätsmenge für 70 kg KG:

$^{123}\text{I}$ -mIBG = 370 MBq  
 $(^{131}\text{I}$ -mIBG = 75 MBq, nur in Ausnahmen für diagnostische Zwecke, siehe D.2)

**Tabelle: Anpassung der  $^{123}\text{I}$ -mIBG-Aktivitäten an das Körpergewicht (nach (43) und (29))**

Körpergewicht(kg)	Aktivität für $^{123}\text{I}$ -mIBG [MBq],Anpassung nach EANM Dosiskarte, Version 1990 (43)	Aktivität für $^{123}\text{I}$ -mIBG [MBq],Anpassung nach geplanter EANM Dosiskarte, Version 2007 (29)
3	80	80
4	80	80
6	80	80
8	85	80
10	100	80
12	118	88
14	133	100
16	148	112
18	163	124
20	170	136

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.

30	229	192
40	281	248
50	325	300
60	355	356
>= 65	370	370

#### D.4. Injektionstechnik

Langsame Injektion in eine periphere Vene, Nachspülen mit physiologischer Kochsalzlösung. Mögliche, nicht allergische Nebenwirkungen von mIBG (Erbrechen, Tachykardie, Blässe, abdominale Schmerzen) sind bei langsamer Injektion sehr selten und werden bei Verwendung von trägerfreiem mIBG nicht beschrieben (24, 35, 39). Eine schnelle Injektion, die zu den oben angegebenen Nebenwirkungen führt, ist bei Verwendung von geträgertem mIBG daher kontraindiziert. Wenn möglich, sollte die Injektion nicht in einen zentralen Venenkatheter erfolgen; wenn dies unbedingt erforderlich ist, dann sehr, sehr langsam.

#### D.5. Strahlenexposition

Abhängig von der verwendeten Aktivitätsmenge und dem Alter des Kindes:

z.B. 5,6 mSv für ein 5 Jahre altes Kind (18 kg KG), das 124 MBq  $^{123}\text{I}$ -mIBG erhalten hat (57).

### E. Durchführung der Untersuchung

Eine kindgerechte Umgebung, kindgerechtes Verhalten und eine spezielle, kindgerechte Ausbildung der/des MTRA sowie in die Untersuchung einbezogene Eltern sind sehr hilfreich, um eine Kooperation des Kindes zu erreichen. Eine Sedierung ist bei kooperativem Kind in der Regel für eine technisch hochwertige Untersuchung nicht erforderlich (44). Insbesondere bei Kindern in der schwierigen Altersgruppe zwischen 1 und 3 Jahren kann eine Sedierung zur Durchführung der Untersuchung notwendig sein, wenn eine ruhige Lagerung für den ganzen Untersuchungszeitraum trotz der genannten Bemühungen nicht zu erreichen ist.

#### E.1. Untersuchungszeitpunkt

Bei Verwendung von  $^{123}\text{I}$ -mIBG sollten die Aufnahmen 20-24 Std. nach Injektion angefertigt werden. Um die Dynamik der Anreicherung beurteilen zu können, kann es sinnvoll sein zusätzlich bereits nach ca. 4 Std. Aufnahmen zu akquirieren. Bei unklaren Befunden können weitere Spätaufnahmen - nie später als 48 Std. p.i. - sinnvoll sein.

Bei Verwendung von  $^{131}\text{I}$ -mIBG werden die Aufnahmen generell 48 Std. p.i. angefertigt und können 3 Tage p.i. oder später wiederholt werden.

#### E.2. Kollimator

Es sollten entsprechend den Herstellerempfehlungen Kollimatoren für  $^{123}\text{I}$  bzw.  $^{131}\text{I}$  verwendet werden.

#### E.3. Positionierung des Kindes

Die besten Bilder erhält man, wenn das Kind möglichst kollimaturnah liegt, am besten direkt auf dem Kamerakopf. Wenn vorhanden, sollte ein Spezialtisch mit einer Öffnung für den Kollimator verwendet werden, der eine Lage des Kindes direkt auf dem Kamerakopf ermöglicht. Vor den Aufnahmen sollte die Blase entleert werden bzw. eine frische Windel angezogen werden. Auf eine symmetrische Lagerung des Kindes ist zu achten. Ggf. kann die Aufnahme in einer 2. Ebene hilfreich sein.

#### E.4. Aufnahmerichtungen

Bei Kindern, die die ganze Untersuchungszeit ruhig auf der Kamera liegen, können Ganzkörperaufnahmen mit seitlichen Einzelaufnahmen des Kopfes/Schädels sinnvoll sein. Alternativ können Einzelaufnahmen des ganzen Körpers angefertigt werden:

- Kopf/Schädel ventral, dorsal
- Kopf/Schädel rechts- und links-seitlich (unter Einschluss der Arme)
- Thorax ventral, dorsal
- Abdomen ventral, dorsal
- Becken (leere Blase!) ventral, dorsal (seitlich, wenn Blase nicht leer)
- Beine und Füße ventral, dorsal

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.

Die Aufnahmen sollten entsprechend den Knochenszintigraphien durchgeführt werden, z.B. Großzehen nach innen gedreht und Knie zusammen.

### **E.5. Computervorgaben**

Statische Einzelaufnahmen

Aufnahmezeit minimal 10 Minuten oder 250 Kilocounts per Einzelaufnahme (Kompromiss zwischen bester Bildqualität und erreichbarer Aufnahmezeit). Eine Pixelgröße von etwa 2 mm entspricht einer 256x256 Matrix bzw. 128x128 mit Zoom.

Ganzkörperaufnahmen

Für Ganzkörperaufnahmen hat sich eine Scangeschwindigkeit von 5 cm/min oder eine Gesamtaufnahmezeit von 30 Minuten als sinnvoll herausgestellt.

### **E.6. Zusätzliche Bilder**

SPECT

Eine SPECT-Untersuchung erlaubt die bessere anatomische Zuordnung der mIBG-Speicherung und ist in den meisten Fällen unerlässlich. Auf keinen Fall sollte sie bei mIBG-Speicherungen in/oder am Rande der Leber oder nahe der Blase bzw. an anderen physiologischerweise intensiv mIBG-speichernden Regionen fehlen. Darüberhinaus können mit der SPECT kleine oder nur gering mIBG-speichernde Tumorherde besser erkannt werden. Insbesondere erlaubt die Darstellung mittels SPECT den Vergleich mit anderen Schnittbildverfahren (MRT/CT) (9, 45, 46).

Landmarking

Sollten Schwierigkeiten auftreten, zwischen einer mIBG-Aufnahme im Tumor und einer Abflussstörung im Nierenbecken zu unterscheiden, kann entweder Furosemid (Lasix®) benutzt werden, um das Nierenbecken auszuwaschen oder in Ausnahmefällen mit MAG3/DTPA die Niere markiert werden. Nur in seltenen Fällen ist ein Blasenkatheter erforderlich; selbst bei Neuroblastomen im Becken führt die Blasenaktivität selten zu Problemen. Das Kind sollte jedoch - falls es kooperativ ist - angehalten werden, die Blase vor den Szintigraphien zu entleeren.

## **F. Interventionen**

nicht vorhanden

## **G. Auswertung**

Die Auswertung der planaren Untersuchungsdaten sollte abgeschlossen sein bevor das Kind die Abteilung verlassen hat, um ggf. Zusatzaufnahmen veranlassen zu können. SPECT-Untersuchungen sollten in transversaler, sagittaler und koronaler Schnittebene beurteilt werden. Die Schichtdicke sollte der Auflösung des Gammakamerasystems entsprechen.

## **H. Darstellung der Bilder**

Schwarz-weiß-Aufnahmen aller angefertigten Bilder nach den Vorgaben der AG Standardisierung der DGN zur Bilddokumentation.

## **I. Interpretation/Befundung/Fehlermöglichkeiten**

### **I.1. Normalverteilung von mIBG**

Um Fehlinterpretationen zu vermeiden, sind Kenntnisse über die normale mIBG-Speicherung erforderlich (2, 31, 37). mIBG wird physiologischerweise durch Leber, Milz, Myokard, Speicheldrüsen und Nebennieren aufgenommen. Die Myokardspeicherung kann besonders bei Kindern unter 1 Jahr relativ hoch sein. In anderen Altersstufen findet sich eine vergleichbare Speicherung in Leber und Myokard. Auch in der Skelettmuskulatur, Nasenmukosa, Lunge, Harntrakt, Kolon, Gallenblase und Schilddrüse kann sich eine mIBG-Speicherung mit unterschiedlicher Intensität finden, die entweder durch eine hohe adrenergische Innervation oder Catecholaminausscheidung (oder beides) bedingt ist. Bei ca. 10% der Patienten zeigt sich eine mIBG-Aufnahme in braunem Fettgewebe im Hals/Schulter-Bereich (7, 38).

Freies Iod bewirkt eine SchilddrüsenSpeicherung (die unbedingt blockiert werden sollte, siehe B2) sowie Speicherungen im Magen-Darm-Trakt (2). Das knöcherne Skelett zeigt keine mIBG-Speicherung. In den Extremitäten findet sich nur eine leichte Aktivität in den Muskeln; die Knochen selbst können dann als kalte Areale (besonders bei den Kniegelenken) zur Darstellung kommen.

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.

## I.2. Pathologie

Eine pathologische mIBG-Speicherung findet sich in Primärtumoren des sympathischen Nervensystems und Metastasen einschließlich Lymphknoten, Leber, Knochen und Knochenmark. Die Intensität der Speicherung kann in benignen und malignen Tumoren identisch sein. Auch eine Reifung des Neuroblastoms muss zu keiner Änderung der Speicherintensität führen. Eine Speicherung des mIBG im Skelettsystem kann entweder fokal betont oder diffus ausgeprägt sein und kann entweder durch Knochenmetastasen, Knochenmarkinfiltrationen oder beides bedingt sein.

## I.3. Falsch negative Befunde

Einer oder mehrere Herde können aus folgenden Gründen übersehen werden:

- a. physiologische Gründe: durch eine limitierte Auflösung können kleine Herde nicht zur Darstellung kommen,
- b. anatomische Gründe: kleine Herde, die nahe am Primärtumor, an großen Metastasen oder in Regionen mit hoher physiologischer Speicherung (Myokard, Schilddrüse, Speicheldrüsen, Leber, Niere, Blase und Kolon) liegen, können übersehen werden (2, 40),
- c. kein oder ein nur niedriger Tumoruptake kann durch die Tumorerogenität, Tumornekrosen, Fehlen von Granula, fehlender Traceraufnahme des Tumors, durch pharmakologische Blockierungen oder durch unbekannte Gründe bedingt sein (8).

## J. Qualitätskontrolle

### J.1. Bilder

Wegen der langen Aufnahmezeiten ist es wichtig, alle Bilder auf Bewegungsartefakte hin zu überprüfen. Dies sollte erfolgen, bevor das Kind die Abteilung verlassen hat.

## V. Weitere wissenschaftliche Studien sind für folgende Punkte erforderlich

- Es gibt zur Zeit keine wissenschaftliche Basis für die Angabe einer "korrekten" Aktivitätsmenge. Erfahrungen aus der mIBG-Therapie haben jedoch gezeigt, dass die Sensitivität des Tumor- und Metastasennachweises durch mIBG mit einer Erhöhung der verwendeten Aktivitätsmenge ansteigt (12, 16). Dabei sollte auch daran gedacht werden, dass ein richtiges Staging der Neuroblastome von größter klinischer Bedeutung ist.
- Unklar ist der diagnostische Zugewinn durch eine SPECT/CT mit einer Niedrigdosis-CT gegenüber einer alleinigen SPECT oder gegenüber einer SPECT/MRT-Fusion bzw. side-by-side Befundung (42). Publikationen zu diesem Thema fehlen bisher und sind notwendig.
- Der Nutzen der FDG-PET beim Neuroblastom ist bisher nicht gut definiert, insbesondere nicht im Vergleich zur mIBG-Szintigraphie inklusive SPECT (5, 51). Daher wird der routinemäßige Einsatz der FDG-PET beim Neuroblastom nicht empfohlen. Bei mIBG-negativen Tumoren des sympathischen Nervensystems scheint eine FDG-PET sinnvoll zu sein (47, 52). Allerdings fehlt hier der Vergleich mit der Somatostatinrezeptor-Szintigraphie, die ebenfalls bei mIBG-negativen Neuroblastomen als szintigraphisches Verfahren der 2. Wahl eingesetzt werden kann. Darüberhinaus werden von einer amerikanischen Arbeitsgruppe in nur einer Publikation Hochrisikopatienten in der Nachsorge als Indikation für die FDG-PET empfohlen. Der Vergleich mit der mIBG-Szintigraphie fehlt bisher (28).
- Für spezifische PET-Tracer wie  $^{11}\text{C}$ -Hydroxyephedrin (HED) und  $^{18}\text{F}$ -DOPA gibt es Publikationen, die den Einsatz bei Tumoren des sympathischen Systems vielversprechend erscheinen lassen (6, 18, 53, 54, 58). Eine einzige Arbeit vergleicht die  $^{11}\text{C}$ -HED-PET/CT mit der  $^{123}\text{I}$ -mIBG-SPECT/CT und kommt mit wenigen Neuroblastom-Patienten zu dem Schluß dass die  $^{11}\text{C}$ -HED-PET/CT mindestens den gleichen diagnostischen Nutzen hat (3). Hier sind weitere Vergleichsstudien mit größeren Patientenzahlen notwendig.
- Der diagnostische Zugewinn der PET/CT mit Niedrigdosis-CT gegenüber der alleinigen PET oder gegenüber einer PET/MRT-Fusion bzw. side-by-side Befundung ist für alle genannten PET-Tracer unklar und umstritten (4, 14).

---

## Literatur:

1. Diagnostische Referenzwerte in der Nuklearmedizin. Empfehlungen der Strahlenschutzkommission - Verabschiedet in der 167. Sitzung der Strahlenschutzkommission am 6./7. Juli 2000. 2000;
2. Bonnin F, Lumbroso J, Tenenbaum F, et al. Refining interpretation of MIBG scans in children. J Nucl Med

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.

- 1994; 35: 803-810.
61. Franzius C, Hermann K, Weckesser M, et al. Whole-body PET/CT with C-11-meta-hydroxyephedrine in tumors of the sympathetic nervous system: feasibility study and comparison with I-123-mIBG SPECT/CT. *J Nucl Med* 2006; 47: 1635-1642.
  62. Franzius C, Juergens K, Schober O. Is PET/CT necessary in paediatric oncology? *For. Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2006; 33: 960-965.
  63. Franzius C, Lang K, Wormanns D, et al. PET/CT and PET - application in pediatric oncology. *Der Nuklearmediziner* 2004; 27: 315-323.
  64. Franzius C, Riemann B, Vormoor J, et al. Metastatic neuroblastoma demonstrated by whole-body PET-CT using C-11-HED. *Nuklearmedizin* 2005; 44: N4-N5.
  65. Gelfand M. I-123-MIBG uptake in the neck and shoulders of a neuroblastoma patient: damage to sympathetic innervation blocks uptake in brown adipose tissue. *Pediatr Radiol* 2004; 34: 577-579.
  66. Gelfand M. Meta-iodobenzylguanidine in children. *Semin Nucl Med* 1993; 23: 231-242.
  67. Gelfand M, Elgazzar A, Kriss V, et al. Iodine-123-MIBG SPECT versus planar imaging in children with neural crest tumors. *J Nucl Med* 1994; 35: 1753-1757.
  68. Georger B, Hero B, Harms D, et al. Metabolic activity and clinical features of primary ganglioneuromas. *Cancer* 2001; 91: 1905-1913.
  69. Giammarile F, Boneu A, Edeline V, et al. Guide de réalisation de la scintigraphie à la méta-iodobenzylguanidine (mIBG) en oncologie pédiatrique. *Med Nucl* 2000; 24: 35-41.
  70. Giammarile F, Lumbroso J, Ricard M, et al. Radioiodinated metaiodobenzylguanidine in neuroblastoma: influence of high-dose on tumour site detection. *Eur J Nucl Med* 1995; 22: 1180-1183.
  71. Gordon I, Peters A, Gutman A, et al. Skeletal assessment in neuroblastoma - the pitfalls of iodine-123-MIBG scans. *J Nucl Med* 1990; 31: 129-134.
  72. Hahn K, Pfluger T. Is PET/CT necessary in paediatric oncology? *Against. Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2006; 33: 966-968.
  73. Hero B, Berthold F, Engert H, et al. Neuroblastom. Interdisziplinäre Leitlinie der Deutschen Krebsgesellschaft und der Gesellschaft für Pädiatrische Onkologie und Hämatologie. 2005;
  74. Hickeson M, Charron M, Maris J, et al. Biodistribution of post-therapeutic versus diagnostic I-131-MIBG scans in children with neuroblastoma. *Pediatr Blood Cancer* 2004; 42: 268-274.
  75. Hoefnagel C, De Kraker J, Valdes Olmos R, et al. [131I]MIBG as a first line treatment in advanced neuroblastoma. *Q J Nucl Med* 1995; 39 (Suppl. 1): 61-64.
  76. Hoegerle S, Nitzsche E, Altehoefer C, et al. Pheochromocytomas: detection with F18-DOPA whole-body PET - initial results. *Radiology* 2002; 222: 507-512.
  77. Jacobs A, Delree M, Desprechins B, et al. Consolidating the role of \*I-MIBG-scintigraphy in childhood neuroblastoma: five years of clinical experience. *Pediatr Radiol* 1990; 20: 157-159.
  78. Kaarsch P, Spix C. Deutsches Kinderkrebsregister, Jahresbericht 2005. Berlin: Buchdruckerei Johannes Krüger OHG, 2006.
  79. Khafagi F, Shapiro B, Fischer M, et al. Phaeochromocytoma and functioning paraganglioma in childhood and adolescence: role of iodine 131 metaiodobenzylguanidine. *Eur J Nucl Med* 1991; 18: 191-198.
  80. Khafagi F, Shapiro B, Gross M. The adrenal gland. In: *Clinical Nuclear Medicine*. Maisey M, Britton K, Gilday D (eds.). Chapman&Hall: London 1989; 271-291.
  81. Kinnier-Wilson L, Draper G. Neuroblastoma, its natural history and prognosis: a study of 487 cases. *Br Med J* 1974; 3: 301-307.
  82. Knickmeier M, Schäfers M, Schober O. Two years' experience using no-carrier-added meta-[I-123]iodobenzylguanidine in clinical studies. *Eur J Nucl Med* 2001; 28: 941.
  83. Kushner B, Cheung N. Exploiting the MIBG-avidity of neuroblastoma for staging and treatment. *Pediatr Blood Cancer* 2006; 47: 863-864.
  84. Kushner B, Yeh S, Kramer K, et al. Impact of metaiodobenzylguanidine scintigraphy on assessing response of high-risk neuroblastoma to dose-intensive induction chemotherapy. *J Clin Oncol* 2003; 21: 1082-1086.
  85. Kushner BH. Neuroblastoma: a disease requiring a multitude of imaging studies. *J Nucl Med* 2004; 45: 1172-1188.
  86. Kushner BH, Yeung HW, Larson SM, et al. Extending positron emission tomography scan utility to high-risk neuroblastoma: fluorine-18-fluorodeoxyglucose positron emission tomography as sole imaging modality in follow-up of patients. *J Clin Oncol* 2001; 19: 3397-3405.
  87. Lassmann M, Biassoni L, Monieus M, et al. The New EANM Dosage Card. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2007; in press
  88. Leung A, Shapiro B, Hattner R, et al. Specificity of radioiodinated MIBG for neural crest tumors in childhood. *J Nucl Med* 1997; 38: 1352-1357.
  89. Lumbroso J, Giammarile F, Hartmann O, et al. Upper clavicular and cardiac meta-[123I]iodobenzylguanidine uptake in children. *Q J Nucl Med* 1995; 39: 17-20.
  90. Lumbroso J, Guermazi F, Hartmann O, et al. Meta-iodobenzylguanidine (mIBG) scans in neuroblastoma: sensitivity and specificity, a review of 115 scans. *Prog Clin Biol Res* 1988; 271: 689-705.
  91. Lumbroso J, Hartmann O, Schlumberger M. Therapeutic use of [131I]-metaiodo-benzylguanidine in neuroblastoma: a phase II study in 26 patients. "Societe Francaise d'Oncologie Pédiatrique" and Nuclear

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.

- Medicine Co-investigators. *J Nucl Biol Med* 1991; 35: 220-223.
92. Mairs R. Neuroblastoma therapy using radiolabelled [<sup>131</sup>I]meta-iodobenzylguanidine ([<sup>131</sup>I]MIBG) in combination with other agents. *Eur J Cancer* 1999; 35: 1171-1173.
  93. Mairs RJ, Cunningham SH, Russell J, et al. No-carrier-added Iodine-131-MIBG: Evaluation of a therapeutic preparation. *J Nucl Med* 1995; 36: 1088-1095.
  94. Moyes J, McCready V, Fullbrook A. Neuroblastoma MIBG in its diagnosis and management: Springer, 1989.
  95. Nakajo M, Shapiro B, Copp J, et al. The normal and abnormal distribution of the adrenomedullary imaging agent m-[<sup>131</sup>I]iodo-benzyl-guanidine (I-131 MIBG) in man: evaluation by scintigraphy. *J Nucl Med* 1983; 24: 672-682.
  96. Okuyama C, Ushijima Y, Kubota T, et al. I-123-Metaiodobenzylguanidine uptake in the nape of the neck of children: likely visualization of brown adipose tissue. *J Nucl Med* 2003; 44: 1421-1425.
  97. Owens J, Bolster AA, Prosser JE, et al. No-carrier-added I-123-MIBG: an initial clinical study in patients with pheochromocytoma. *Nucl Med Commun* 2000; 21: 437-440.
  98. Parisi M, Greene M, Dykes T, et al. Efficacy of metaiodobenzylguanidine as a scintigraphic agent for the detection of neuroblastoma. *Invest Radiol* 1992; 27: 768-773.
  99. Perel Y, Conway J, Kletzel M, et al. Clinical impact and prognostic value of metaiodobenzylguanidine imaging in children with metastatic neuroblastoma. *J Pediatr Hematol Oncol* 1999; 21: 13-18.
  100. Pfluger T, Schmied C, Porn U, et al. Integrated imaging using MRI and I-123-metaiodobenzylguanidine scintigraphy to improve sensitivity and specificity in the diagnosis of pediatric neuroblastoma. *Am J Roentgenol* 2003; 181: 1115-1124.
  101. Piepsz A, Hahn K, Roca I, et al. A radiopharmaceutical schedule for image in pediatric. Recommendations of the pediatric task group of the European Association of Nuclear Medicine. *Eur J Nucl Med* 1990; 17: 127-129.
  102. Pintelon H, Jonckheer M, Piepsz A. Paediatric nuclear medicine procedures: routine sedation or management of anxiety. *Nucl Med Commun* 1994; 15: 664-666.
  103. Rufini V, Fisher G, Shulkin B, et al. Iodine-123-MIBG imaging of neuroblastoma: utility of SPECT and delayed imaging. *J Nucl Med* 1996; 37: 1464-1468.
  104. Rufini V, Giordano A, Di Guida D, et al. [<sup>123</sup>I]MIBG scintigraphy in neuroblastoma: a comparison between planar and SPECT imaging. *Q J Nucl Med* 1995; 4: 25-28.
  105. Schmidt M, Eschner W, Dietlein M, et al. Konventionelle nuklearmedizinische Tumordiagnostik (Tumor-SPECT): Was ist angesichts von F-18-FDG-PET noch aktuell? *Nuklearmedizin* 2005; 44: 37-48.
  106. Schmidt M, Simon T, Hero B, et al. Is there a benefit of I-131-MIBG therapy in the treatment of children with stage 4 neuroblastoma? A retrospective evaluation of The German Neuroblastoma Trial NB97 and implications for The German Neuroblastoma Trial NB2004. *Nuklearmedizin* 2006; 45: 145-151.
  107. Shapiro B, Copp J, Sisson J, et al. Iodine-131 metaiodobenzylguanidine for the locating of suspected pheochromocytoma: experience in 400 cases. *J Nucl Med* 1985; 26: 576-585.
  108. Shulkin B, Shapiro B. Current concepts on the diagnostic use of MIBG in children. *J Nucl Med* 1998; 39: 679-688.
  109. Shulkin BL, Hutchinson RJ, Castle VP, et al. Neuroblastoma: positron emission tomography with 2-[fluorine-18]-fluoro-2-deoxy-D-glucose compared with metaiodobenzylguanidine scintigraphy. *Radiology* 1996; 199: 743-750.
  110. Shulkin BL, Koeppe RA, Francis IR, et al. Pheochromocytomas that do not accumulate metaiodobenzylguanidine: Localization with PET and administration of FDG. *Radiology* 1993; 186: 711-715.
  111. Shulkin BL, Wieland DM, Baro ME, et al. PET Hydroxyephedrine Imaging of Neuroblastoma. *J Nucl Med* 1996; 37: 16-21.
  112. Shulkin BL, Wieland DM, Schwaiger M, et al. PET Scanning with Hydroxyephedrine: An Approach to the Localization of Pheochromocytoma. *J Nucl Med* 1992; 33: 1125-1131.
  113. Sisson J, Shulkin B. Nuclear medicine imaging of pheochromocytoma and neuroblastoma. *Q J Nucl Med* 1999; 43: 217-223.
  114. Solanki K, Bomanji J, Moyes J, et al. A pharmacological guide to medicines which interfere with the biodistribution of radiolabelled meta-iodobenzylguanidine (MIBG). *Nucl Med Commun* 1992; 13: 513-521.
  115. Stabin M, Gelfand M. Dosimetry of pediatric nuclear medicine procedures. *Q J Nucl Med* 1998; 42: 93-112.
  116. Trampal C, Engler H, Juhlin C, et al. Pheochromocytomas: Detection with C-11 Hydroxyephedrine PET. *Radiology* 2004; 230: 423-428.
  117. Wieland D, Wu J, Brown L, et al. Radiolabeled adrenergi neuron-blocking agents: adrenomedullary imaging with [<sup>131</sup>I]iodobenzylguanidine. *J Nucl Med* 1980; 21: 349-353.
  118. Young JJ, Ries L, Silverberg E, et al. Cancer incidence, survival, and mortality for children younger than age 15years. *Cancer* 1986; 58 (Suppl. 2): 598-602.

## Verfahren zur Konsensbildung:

### Danksagung:

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.

Die Autoren danken Dr. C. A. Hofnagel, Dr. J. Lumbroso und Dr. S. Miller für ihre hilfreichen Ratschläge, die in die zugrunde liegenden Guidelines der EANM eingeflossen sind. Weiterhin danken die Autoren Dr. W. Eschner, Dr. M. Lassmann und Dr. J. Eckardt für ihre wertvollen Anregungen aus dem Bereich der Medizinphysik und dem Strahlenschutz.

#### **Autoren der EANM-Leitlinie (2002)\***

P. Olivier, CHU Nancy, Frankreich; P. Colarinha, Instituto Portugues de Oncologia, Lisbon, Portugal; J. Fettich, University Medical Centre Ljubljana, Slovenien; S. Fischer, Klinik für Nuklearmedizin, LMU München, Deutschland; K. Hahn, Klinik für Nuklearmedizin, LMU München, Deutschland; U. Porn, Klinik für Nuklearmedizin, LMU München, Deutschland; J. Frökier, Aarhus University Hospital-Skejby, Dänemark; F. Giammarile, Centre Léon Bérard, Lyon, Frankreich; S Fischer, Klinik für Nuklearmedizin, LMU München, Deutschland; I. Gordon, Great Osmond Street Hospital for Children, London, Großbritannien; L. Kabasakal, Cerraphasa Tipp Fakultesi, Nukleer Tipp Ana Bilim Dali, Aksaray, Türkei; M. Mann, Red Cross Hospital, Cape Town, Südafrika; M. Mitjavilala, Hospital Universitario de Getafe, Madrid, Spanien; A. Piepsz, AZ VUB and CHU St Pierre, Brussels, Belgien; R. Sixt, The Queen Silvia Children's Hospital, Göteborg, Schweden; J. van Velzen, ARPES, EANM

#### **Deutsche Übersetzung (2002)\*\***

K. Hahn, Klinik für Nuklearmedizin, LMU München, Deutschland

#### **Überprüfung und Aktualisierung der deutschen Version (2007)**

C. Franzius, Klinik und Poliklinik für Nuklearmedizin, Universitätsklinikum Münster, Deutschland; M. Schmidt, Klinik und Poliklinik für Nuklearmedizin, Universitätsklinikum Köln, Deutschland; B. Hero, Klinik und Poliklinik für Kinderheilkunde, Kinderonkologie und -hämatologie, Universitätsklinikum Köln, Deutschland, für die Neuroblastomstudiengruppe der Gesellschaft für Pädiatrische Onkologie und Hämatologie (GPOH); K. Hahn, Klinik für Nuklearmedizin, LMU München, Deutschland

#### **Anschrift für die Verfasser:**

PD. Dr. Christiane Franzius  
Klinik und Poliklinik für Nuklearmedizin  
Universitätsklinikum Münster  
Albert-Schweitzer-Str. 33  
48129 Münster

\*Leitlinie des Paediatric Committee der European Association of Nuclear Medicine (EANM)

\*\*Der Nuklearmediziner 2002; 25, 101-105

#### **Erstellungsdatum:**

2007

#### **Letzte Überarbeitung:**

#### **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: ??/2007**

**© Dt. Ges. f. Nuklearmedizin**

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.

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.