

Journal für
Mineralstoffwechsel

Zeitschrift für Knochen- und Gelenkerkrankungen

Orthopädie • Osteologie • Rheumatologie

Nuklearmedizinische

Skelett-Diagnostik

Langsteger W

*Journal für Mineralstoffwechsel &
Muskuloskelettale Erkrankungen*

2000; 7 (2), 20-26

Homepage:

**[www.kup.at/
mineralstoffwechsel](http://www.kup.at/mineralstoffwechsel)**

**Online-Datenbank mit
Autoren- und Stichwortsuche**

Member of the



Indexed in SCOPUS/EMBASE/Excerpta Medica
www.kup.at/mineralstoffwechsel



Offizielles Organ der
Österreichischen Gesellschaft
zur Erforschung des Knochens
und Mineralstoffwechsels



Österreichische Gesellschaft
für Orthopädie und
Orthopädische Chirurgie



Österreichische
Gesellschaft
für Rheumatologie

Krause & Pachernegg GmbH · VERLAG für MEDIZIN und WIRTSCHAFT · A-3003 Gablitz

P. b. b. G 2022031108M, Verlagspostamt: 3002 Purkersdorf, Erscheinungsort: 3003 Gablitz

NUKLEARMEDIZINISCHE SKELETT-DIAGNOSTIK

GRUNDLAGEN DER KNOCHENPHYSIOLOGIE UND -PATHOPHYSIOLOGIE

Knochen besteht aus Zellen, Grundsubstanz (Osteoid) und Mineralien (Mg, Na, K, Sr, Ba, F sowie Ca und P in Form von Hydroxylapatit). Das Osteoid (Knochenmatrix) setzt sich aus Mukopolysacchariden und Kollagenfasern zusammen, in das Kristalle (Mineralien) gleichsam wie in ein Gerüst eingebaut werden. Den Osteoblasten, welche die Knochenmatrix bilden, stehen die Osteoklasten – im wesentlichen zuständig für den Knochenabbau – gegenüber. Zentrum des Knochenwachstums ist die Epiphysenfuge, wo intensivster Knochenanbau und Knochenmetabolismus stattfindet. Da sich Knochenan- und -abbau im Gleichgewicht befinden, unterliegt der Knochen einem ständigen aktiven Umbau [1]. Mit zunehmendem Alter verstärkt sich die Osteoklastentätigkeit und es kommt physiologisch zu einer Osteoporose. Entgegen der lange Zeit herrschenden Meinung, daß Knochen metabolisch inaktiv sei, konnte jedoch bereits Mitte der 30er Jahre die aktive Aufnahme von ³²Phosphor in das Skelett nachgewiesen werden.

KNOCHEN UND NUKLEARMEDIZIN

Pathologische Prozesse führen zur Osteoplasie (Anbau) oder zur Osteolyse (Abbau). Erst bei einem Verlust von mindestens 30–50% des normalen Mineralsalzgehaltes können diese Umbauvorgänge röntgenologisch visualisiert werden. Dem gegenüber ist der

wesentliche Vorteil der Knochenszintigraphie, daß mit dieser Methode der Knochenmetabolismus dargestellt werden kann und somit Wochen bis Monate vor Röntgenveränderungen bereits entsprechende Skeletterkrankungen nachweisbar sind.

Zur Knochendarstellung werden radioaktive Substanzen mit einer spezifischen Affinität zum Knochengewebe verwendet, nämlich nahezu ausschließlich ^{99m}Tc-markierte Phosphonate (MDP = Methylen-Diphosphonat, DPD = Diphosphono-Propan-Dicarbonsäure, HDP = Hydroxy-Methylendiphosphonat) [2]. Der Einbau der knochenaffinen Nuklide in den Knochen erfolgt über einen Ionenaustausch an den Kristalloberflächen [1]. In Abhängigkeit von der Intensität der Knochenstoffwechselfvorgänge kommt es zu einer Anreicherung der Tc-Phosphatverbindungen im Knochen. Auswirkungen auf den Kalzium- und Phosphat Spiegel oder eine Beeinflussung von Knochenwachstum und Knochenstoffwechsel können ebenso wie toxische Wirkungen ausgeschlossen werden.

NUKLEARMEDIZINISCHER UNTERSUCHUNGSABLAUF UND TECHNIK

Nach intravenöser Applikation des Radiopharmakons, welches in einer Dosis von 10–20 mCi (bei Kindern dosisadaptiert entsprechend dem Körpergewicht z. B. 0,15–0,2 mCi/kg) gegeben wird, können nach 2 bis 4 Stunden Skelett- bzw. Ganzkörper (GK)-Aufnahmen erfolgen. Diese sollten

vorzugsweise mit einer Doppelkopf-Kamera (dual head) durchgeführt werden, die Aufnahme selbst kann in einem „step and shoot mode“ (gleichsam Schritt für Schritt), aber auch in einem „continuous mode“ erfolgen. Üblicherweise werden – in Abhängigkeit von der Empfindlichkeit des entsprechenden Kollimators – im step and shoot mode aktivitäts- (z. B. 300.000 cts) oder zeitlimitierte Aufnahmen durchgeführt (z. B. 5 Minuten/Position); im continuous mode erfolgt beim GK ein kontinuierlicher Vorschub der Kameraköpfe (z. B. 8–10 cm/Minute).

Die Skelett-GK-Untersuchungsdauer liegt – in Abhängigkeit von der Geräteausstattung und des Untersuchungsprotokolls – zwischen 20 und 45 Minuten. Da die Ausscheidung des Radiopharmakons über Nieren und Harnblase erfolgt, ist zur exakten Beurteilung insbesondere der Beckenregion demzufolge eine ausreichend leere Harnblase Grundvoraussetzung.

Durch den Einsatz der ECT (Emission Computed Tomography) Technik können bestimmte Skelettabschnitte überlagerungsfrei 3-dimensional dargestellt werden [3]; diese Technik hat sich in der Diagnostik, aber auch Differentialdiagnostik von Weichteil- und Knochenveränderungen insbesondere bei Wirbelsäulen- bzw. Schädelkrankungen bewährt.

Die 3-Phasenszintigraphie umfaßt die sogenannte Radionuklid-Angiographie, auch Perfusionsphase genannt (Sequenzaufnahme über 60–120 Sekunden zur Erfassung der regionalen arteriellen und venösen Durchblutung), weiters die Frühphase oder auch

Blutpoolphase (zwischen 2 und 10 Minuten) und schließlich die Spätphase oder ossäre Phase (nach 2–4 Stunden), welche die eigentliche Knochenspeicherung darstellt. In der Blutpoolphase werden sowohl arterielle wie auch venöse Versorgung von Skelettarealen visualisiert, so daß Aussagen bezüglich entzündlicher und degenerativer Skelettveränderungen möglich sind.

Die 2-Phasen-Skelettszintigraphie hat sich vor allem in den Fragestellungen entzündliche Gelenkveränderungen sowie für die Verlaufskontrolle und Nachweis bzw. Ausschluß von Endoprothesenlockerungen als sensitivste Methode etabliert. Die Ganzkörper-Frühaufnahme (Poolphase) ermöglicht eine Aussage über Aktivität des entzündlichen Gelenkprozesses, Grad der Hyperämie und Anzahl der betroffenen Gelenke; in den ossären Aufnahmen (Spätphase) kann die Ausdehnung und Intensität einer eventuellen knöchernen Mitbeteiligung im Rahmen des entzündlichen Gelenkprozesses beurteilt werden.

Da bei der Skelett-Szintigraphie generell ca. 50% der applizierten radioaktiven Substanz innerhalb der ersten 2–3 Stunden über die Nieren ausgeschieden werden, ist eine verstärkte Hydrierung (Erhöhung der Trinkmenge bzw. Infusionen bei Säuglingen) notwendig. Die Strahlenexposition von Harnblase und Gonaden kann durch häufige Blasenentleerungen vermieden werden. Lediglich bei Säuglingen und bei kleinen Kindern kann in Einzelfällen eine Sedierung sinnvoll erscheinen, um Bewegungsartefakte zu vermeiden.

Artefakte

Da Skelettszintigraphien üblicherweise am bekleideten Patienten durchgeführt werden, können Metallgegenstände (Geldstücke, Halsketten, Medaillons, Gürtelschnallen etc.) zu einer Absorption der Strahlung (aus dem Körper) führen, so daß minderspeichernde Areale (z. B. Osteolysen) vorgetäuscht werden. Eine weitere, typisch verminderte Speicherung findet sich auch bei einem Herzschrittmacher. Eine Darstellung von Lymphknoten im Abflußgebiet wird gelegentlich nach paravenöser Injektion der Knochentracer beobachtet.

PRIMÄRE KNOCHENTUMOREN

In Knochentumoren bzw. Metastasen kommt es zu einer erhöhten Speicherung knochenaffiner Radiopharmaka, die jedoch nicht in der Tumorzelle, sondern in erster Linie in der Umgebung in sogenannten reaktiven Knochenumbauzonen abgelagert werden. Als Screeningmethode wird üblicherweise eine Skelett-Ganzkörper-Untersuchung durchgeführt, für spezielle Fragestellungen sind 2- oder 3-Phasen-Szintigramme mit der Möglichkeit entsprechender Uptake-Quantifizierung mittels ROI (region of interest) Technik notwendig.

Der direkte Seitenvergleich von Früh- wie auch von Spätbildern ermöglicht Rückschlüsse auf den Tumormetabolismus, eindeutige Artdiagnosen sind jedoch selbstverständlich nur in Ausnahmefällen möglich.

Benigne Tumoren

Wesentliche Beurteilungskriterien sind Lokalisation, Intensität und Ausdehnung des Knochenstoffwechsels; mittels der Perfusion kann der Vaskularisierungsgrad einer Knochenläsion visualisiert werden. Da bei gleichen Tumorarten szintigraphisch z. T. völlig unterschiedliche Erscheinungsformen auftreten, kann die Intensität des Knochenstoffwechsels für eine Artdiagnose des Tumors nicht herangezogen werden; üblicherweise weisen benigne Knochentumoren (Tabelle 1) eine gegenüber der Norm nur mäßige Aktivitätserhöhung auf. Ausnahmen davon sind jedoch Osteoblastome, Osteoid-Osteome, stark wachsende Knochenzysten, sowie der Morbus Paget [4].

Das **Osteochondrom** (kartilaginäre Exostose) ist der häufigste benigne Knochentumor und zeigt ein sistierendes Wachstum mit Ende der Knochenreife; der Altersgipfel liegt in der 2. Dekade, betroffen sind meist die Metaphysen der langen Röhrenknochen. Im Spätszintigramm meist schwach positiv, deutliche Positivität nur bei intensivem Wachstum [5]. Das Vorkommen multipler kartilaginärer Exostosen ist im Gegensatz zum Solitärbefund mit einem höheren Entartungsrisiko (sekundäres Chondrosarkom) behaftet.

Das **Osteoid-Osteom**, ein relativ häufiger, ebenfalls benigner

Tabelle 1: Benigne Knochentumoren

Osteom
Osteoid-Osteom
Osteochondrom
Morbus Paget
Fibröse Dysplasie

Knochtumor, kommt vorwiegend bei Kindern, Jugendlichen und jungen Erwachsenen mit Prädilektionsstellen an Tibia und Femur vor. Typischerweise ist eine nächtliche klinische Schmerzsymptomatik zu beobachten. Der kortikale Typ zeigt röntgenologisch einen zentralen Nidus (entspricht unreifen Osteoblasten und Osteoid bzw. osteolytischen RZ) und in der Umgebung eine Sklerose. Skelettszintigraphisch findet sich eine typische, deutliche Mehrspeicherung in sämtlichen 3 Phasen (Perfusion, Pool- und Spätphase); ebenso charakteristisch ist auch eine ringförmige Mehrspeicherung in der frühstatischen Aufnahme [6].

Das **Osteom**, ein benigner, langsam wachsender Tumor (Vorkommen meist im Schädel), zeigt typischerweise keine nennenswerte Perfusion und nur eine schwach positive Anreicherung in der Spätphase.

Solitäre **Knochenzysten** (häufig Humerus bzw. Femur) bzw. juvenile Knochenzysten sind meist mit seröser oder hämorrhagischer Flüssigkeit gefüllt; aneurysmatische Zysten sind meist mehrfach gekammert und enthalten Blut. Skelettszintigraphisch findet sich ein meist variabler Befund mit negativer oder nur schwach positiver Spätphase.

Der **Morbus Paget** ist am häufigsten in Schädel, Femur und Beckenknochen lokalisiert (Tabelle 2) und muß differentialdiagnostisch immer von einem Sarkom abgegrenzt werden. Szintigraphisch zeigt dieser Tumor eine ausgeprägte Mehrspeicherung in der Spätphase; differentialdiagnostische Abgrenzungen und die

Dignitätsbeurteilungen gegenüber einem Paget-Sarkom sind nur mittels Verlaufskontrollen möglich [7].

Riesenzelltumoren (aus Fibroblasten sowie mehrkernigen RZ bestehend) finden sich meist bei jüngeren Erwachsenen; Prädilektionsstellen sind üblicherweise Sacrum, Femur, Radius und Humerus [4]. In 10–15% der Fälle ist eine maligne Entartung möglich (Osteo- bzw. Fibrosarkom). Sowohl die benignen als auch malignen Formen zeigen eine positive Pool- und Spätphase, sodaß hier keine weiteren Dignitätsbeurteilungen möglich sind.

Conclusio

Eine verlässliche Artdiagnose von benignen Knochtumoren mittels der Skelettszintigraphie ist nicht möglich. Das Fehlen einer deutlichen Hyperämie und Knochenstoffwechselsteigerung spricht meist für das Vorliegen eines benignen Tumors, jedoch können einige benigne Tumoren auch szintigraphisch deutlich positiv sein. Bei röntgenologisch wenig eindeutigen Befunden, wie z. B. beim Osteoid-Osteom, sowie in den differentialdiagnostischen Fragestellungen Aneurysma vs. maligner Prozeß, nicht ossifizierendes Fibrom vs. Knochsarkom (Initialstadium) und zur Bestim-

mung der Wachstumsaktivität kartilaginärer Exostosen sind nuklearmedizinische Hilfestellungen möglich.

Maligne Tumoren

Primäre Knochenmalignome (Tabelle 3) zeigen neben einer meist deutlich vermehrten arteriellen Durchblutung und Hyperämie in der Spätphase eine ebenfalls deutliche Aktivitätsvermehrung.

Das **Osteosarkom** (ca. 25% aller ossären Sarkome) ist der häufigste primäre maligne Knochtumor; die Tumorzellen verursachen eine direkte Knochen- oder Osteoidbildung. Prädilektionsstellen sind die Metaphysen der langen Röhrenknochen (Femur, Humerus) sowie die Beckenknochen. Der Häufigkeitsgipfel liegt zwischen dem 10. und 25. Lebensjahr. Osteo-SA-Metastasen zeigen auch außerhalb des Knochen (z. B. Lunge) die Fähigkeit, Knochen oder Osteoid zu bilden [8]. Skelettszintigraphisch findet sich eine ausgeprägte Mehrspeicherung in sämtlichen drei Phasen; in der Spätphase ist – abhängig vom Tumorstadium – gelegentlich bei ausgedehnter Knochenzerstörung, Tumornekrose oder einem reduzierten Blutfluß eine zentrale Minderspeicherung (cold lesion) als Zeichen einer Nekrose zu sehen. Die Perfusionsverminderung bzw. die Aktivitätsabnahme in der Blutpool- und in der Spätphase

Tabelle 2: Lokalisation und Häufigkeit des Morbus Paget

Wirbelsäule	78 %
Becken	70 %
Femur	65 %
Unterschenkel	44 %
Schädelkalotte	39 %
Schulterblatt	26 %
Oberarm	17 %
Rippen	9 %

Tabelle 3: Maligne Knochtumoren

Osteosarkom
Chondrosarkom
Ewing-Sarkom
Angiosarkom
Fibrosarkom
Liposarkom

unter Chemotherapie können Hinweise für ein gutes Therapieansprechen des Tumors sein [9].

Das **Chondrosarkom** (ca. 10% der malignen Knochentumoren) tritt meist nach dem 30. Lebensjahr auf, zeigt ein unterschiedliches biologisches Verhalten und hat typischerweise die Beckenknochen und die proximalen langen Röhrenknochen (Femur) als Prädilektionsstellen. Dieser Tumor wächst lokal infiltrierend und manifestiert sich röntgenologisch als Lyse. Szintigraphisch findet sich häufig eine meist deutliche Mehranreicherung in sämtlichen 3 Phasen, mit etwas geringerer Intensität jedoch als beim Osteosarkom. Eine sichere Differentialdiagnose Chondrosarkom vs. benigner Knochentumor ist szintigraphisch jedoch nicht möglich [10].

Das **Ewing-Sarkom** (ca. 6–9% aller malignen Knochentumoren) ist ein hochmaligner Tumor zwischen dem 10.–25. Lebensjahr und besteht aus undifferenzierten myeloischen oder retikulo-endothelialen Zellen. Es ist typischerweise im Os ilium und Femur zu finden, kann jedoch prinzipiell an sämtlichen Knochen lokalisiert sein. Neben einer Mehrspeicherung meist in der Perfusion- und Poolphase findet sich in der Spätphase ein erhöhter Stoffwechsel (jedoch geringer als beim Osteosarkom) [9]; gelegentlich zeigt sich auch ein negativer szintigraphischer Befund. Lediglich am Übergang vom Tumor zum normalen Knochen kann eine vermehrte Mineralisation nachgewiesen werden.

Angiosarkome und **Fibrosarkome** weisen skelettszintigraphisch kei-

ne charakteristischen Befunde auf [10].

SEKUNDÄRE KNOCHENTUMOREN

Die Skelett-Ganzkörper-Szintigraphie ist aufgrund der hohen Sensitivität beim Nachweis von Knochenumbauprozessen die klassische Screeningmethode bzw. Basisuntersuchung in der Diagnostik von Knochenmetastasen [2]. Aufgrund der geringen Spezifität der Methode sollte jedoch bei einer positiven Knochen-Szintigraphie in der Regel eine entsprechende weiterführende radiologische Diagnostik abgeschlossen werden.

Metastasen

Beim **Prostatakarzinom** beträgt die Wahrscheinlichkeit der Skelettmetastasierung bis zu 20%; nahezu ausschließlich handelt es sich hier um osteoblastische Metastasen. Gerade für die Verlaufskontrolle ist neben dem Tumormarker PSA der Einsatz der Knochenszintigraphie eine wertvolle Hilfestellung bezüglich Wirksamkeit von therapeutischen Maßnahmen und Follow-up-Strategien.

Beim **Mammakarzinom** (Metastasenhäufigkeit bis zu 30%) finden sich sowohl osteoblastische, wie auch osteoklastische Metastasen; letztere können auch skelettszinti-

graphisch lediglich durch eine verstärkte Aktivitätsanreicherung (bedingt durch verstärkten Knochenstoffwechsel) in der Umgebung der Metastase nachgewiesen werden. Das gleichzeitige Auftreten von osteoblastischen und osteolytischen Metastasen kann jedoch zu einer beträchtlichen diagnostischen Problemstellung werden [11].

Die allgemeine Metastasen-Häufigkeit der verschiedenen Tumore und die Lokalisation von Solitärmetastasen sind in Tabelle 4 und Tabelle 5 angegeben. Das **Plasmozytom** als hämatologische Neoplasie ist am häufigsten zwischen dem 40. und 60. Lebensjahr nachweisbar und skelettszintigraphisch weitgehend negativ; beim diffusen Plasmozytom und sekundärer Amyloidose kann eine extraossäre Tracer-Speicherung nachgewiesen werden.

GELENKSERSATZ

Aseptische **Lockerungen von Gelenkprothesen** (TEP) sollten nur unter Kenntnis des speziellen Prothesentyps und der Implantationstechnik (zementiert, zementfrei) sowie des postoperativen Zeitintervalls beurteilt werden. In den ersten 6 Wochen postoperativ ergeben sich durch atypische Knochenmarks-Verteilungen, unspezifische postoperative Entzün-

Tabelle 4: Metastasen-Häufigkeit von malignen Knochentumoren

Prostata Ca	5–20 %
Mamma Ca	5–30 %
Bronchus Ca	30–50 %
Nieren Ca	15–35 %
Histiozytose X	35–95 %

Tabelle 5: Lokalisationshäufigkeit von Solitärmetastasen

Wirbelsäule
Becken
Sternum
Rippen
Röhrenknochen
Schädel

dungsreaktionen, Leukozyten-vermittelten Fremdkörperreaktionen oder eine Myositis ossificans der umgebenden Muskulatur beträchtliche diagnostische Schwierigkeiten. Bei einer Spezifität von 94–96 % ist die Sensitivität der 3-Phasen-Knochenszintigraphie [14] in der Fragestellung betreffend Lockerung zwischen 30 und 65 % (Pfanne) bzw. zwischen 90 und 100 % (Schaftbereich).

Szintigraphische Veränderungen und Schmerzen um den Prothesenschaft sind bei der **zementfreien** häufiger als bei der zementierten Hüft-TEP zu finden [12]. Lokale Mehranreicherungen in der Knochenphase im sogenannten Abstützpunkt (kaudal der Schaftspitze) sind ab 6 Monaten postoperativ häufig und unbedenklich und können auch für mehrere Jahre beobachtet werden. Die Prothesenlockerung bei der **zementierten** Hüft-TEP zeigt szintigraphisch typischerweise eine meist diffuse saumförmige Mehrspeicherung um den Prothesenschaft oder eine Dreipunkt-Lokalisation (Trochanter major, minor und Schaftspitze). Aktivitätserhöhungen sind initial (als Folge der Operation) üblicherweise maximal bis zu einem Jahr nachweisbar, über diese Zeit hinaus sollte man an das Vorliegen einer pathologischen Veränderung denken; Prothesenlockerungen zeigen bei der Knie-TEP typischerweise eine vermehrte Speicherung im Tibia-Plateau.

Während früher bei der zementfreien Hüft-TEP schmerzhafte Lockerungen häufiger einem neuerlichen Prothesenwechsel zugeführt wurden, steht heute – zumindestens anfänglich – auf jeden Fall die konservative Behandlungs-

form im Vordergrund [13]. In der differentialdiagnostischen Fragestellung aseptische (mechanische) vs. septische (infektiöse) TEP-Lockerung sollte zusätzlich zur Mehrphasen-Skelett-Szintigraphie auch noch eine Leukozyten-Szintigraphie erfolgen [14]. Grundsätzlich ist zu bedenken, daß – ohne Erregernachweis – nicht jede szintigraphisch diagnostizierte und mit einer klinischen Symptomatik behaftete Entzündung einem septischen Befund entsprechen muß.

Conclusio

Bei Hüft- und Kniegelenksprothesen zeigen zementierte und unzementierte Implantante ein unterschiedliches Speicherverhalten; dieses ist zeitabhängig. Der postoperative Verlauf zeigt physiologischerweise naturgemäß Änderungen. Da in einigen Fällen keine eindeutige Differentialdiagnose zwischen Infektion und Prothesenlockerung im Rahmen einer skelettszintigraphischen Diagnostik gestellt werden kann, sollten für zusätzliche Informationen weitere Untersuchungen wie z. B. ⁶⁷Ga- oder ¹¹¹In-markierte Entzündungsszintigraphien durchgeführt werden.

Trauma

Im Rahmen von osteoporotischen Veränderungen bzw. als Folge von Sportverletzungen (z. B. Überlastungsfrakturen) ist auch hier die nuklearmedizinische Diagnostik der röntgenologischen Diagnostik überlegen, da typische Veränderungen im Röntgen erst oft nach mehreren Tagen nachweisbar sind.

ENTZÜNDLICHE KNOCHENERKRANKUNGEN

Die klassische nuklearmedizinische „Screening-Methode“ ist die 3-Phasen-GK-Untersuchung, welche – auch dann, wenn röntgenologisch noch unauffällige Befunde vorliegen – entzündliche Veränderungen mit einer hohen Sensitivität nachweisen kann. Die typischen Symptome für eine Entzündung – nämlich vermehrte Durchblutung, Weichteilschwellung und reaktiv gesteigerter Knochenumbau – können in einem einzigen Untersuchungsgang nachgewiesen werden. Dies ist vor allen Dingen bei akuten Entzündungen (z. B. Osteomyelitis) wichtig, da gerade hier relativ rasch Knochen in umfangreichem Maße zerstört werden kann.

Die **akute Osteomyelitis** (OM) beginnt primär meist im Markraum und greift sekundär auf den Knochen über. Perakute Verläufe können zur Bildung einer Markphlegmone führen; hier kommt es aufgrund einer lokalen Druckerhöhung zu einer reduzierten Blutzufuhr; im Skelettszintigramm findet sich ein falsch negativer Befund (cold lesion) [15]. Neben „cold and hot spots“-Kombinationen sind differentialdiagnostisch bei Kindern ein Sudecksyndrom und ein Gelenkserguß im Femurkopf (bei cold spots) abzugrenzen [16].

Da bei Säuglingen und Kleinkindern der möglichst frühzeitige Nachweis entzündlicher Knochenveränderungen für die Therapie und Prognose der Erkrankung geradezu von entscheidender Bedeutung ist, können durch eine

ehebaldigste Diagnostik Therapieerfolge von bis zu 90% erwartet werden. Somit stellt die Skelettszintigraphie bei Verdacht auf akute Osteomyelitis eine unabdingbare und innerhalb kürzester Zeit erforderliche Untersuchungsoption dar.

Nach Osteosynthesen, Knochen-
transplantationen, WS-Operationen
und offenen Frakturen kann es
naturgemäß zur Fragestellung
Nachweis bzw. Ausschluß einer
postoperativen Osteomyelitis
kommen. Bedingt durch diese
massiven Veränderungen im
Knochenstoffwechsel kann die
3-Phasen-Skelettszintigraphie
jedoch diesbezüglich keine aus-
reichende diagnostische Hilfestel-
lung ermöglichen [17].

Die **sekundär chronische OM**,
ein im Anschluß an eine akute
Osteomyelitis zu findendes
Krankheitsbild, zeigt aufgrund
von meist lebenslangen Umbau-
vorgängen entsprechende typische
Skelettszintigraphie-Befunde. Hier
wird in Zusammenschau mit der
Klinik (BSG-Erhöhung, CRP-positiv,
Leukozytose) eine entsprechende
diagnostische Aussage möglich sein
[18].

ENTZÜNDLICHE GELENKERKRANKUNGEN

Entzündliche Gelenkerkrankungen
gehen in der überwiegenden
Anzahl der Fälle von der gut
durchbluteten Synovia aus, sind
oft multifokal, können klinisch
häufig nicht eindeutig lokalisiert
werden und stellen somit eine der
Hauptindikationen für die szinti-
graphische Diagnostik dar. Wir
sprechen von einer *Synovitis*,

wenn Entzündungen auf die
Synovia beschränkt sind, von einer
Arthritis, wenn andere
Gelenksstrukturen, vor allem
Gelenkknorpel mitbetroffen sind
und von einer *Osteoarthritis*, wenn
Entzündungen auf subchondrale
Knochenanteile übergreifen [19].
Auch hier ist die 2- bzw. 3-Phasen-
Szintigraphie die Methode der
Wahl und pathologische Verände-
rungen sind entsprechend früh-
zeitig nachweisbar. Speziell die
Sacroileitis ist durch die ROI-
Technik effizienter diagnostizierbar.

Die **akute rheumatoide Arthritis**
zeigt im Vollbild eine erhebliche
lokale Hyperperfusion und deut-
liche Mehrspeicherung in der
Poolphase; in Abhängigkeit vom
Schweregrad der knöchernen Mit-
beteiligungen finden sich entspre-
chende Mehrspeicherungen in
der Spätphase [19].

VON DER NUKLEARMEDIZINISCHEN DIAGNOSE ZUR THERAPIE: RSO

Die Radiosynoviorthese (RSO) –
die Wiederherstellung der
Synovialis mit Radionuklid –
stellt eine effiziente Therapie-
möglichkeit zur lokalen Behand-
lung chronisch entzündlicher
Gelenkerkrankungen dar, die

innerhalb der letzten 5 Jahre einen
entsprechenden Stellenwert
erreicht hat. Durch die intra-
artikuläre Injektion eines Beta-
Strahlers (⁹⁰Yttrium, ¹⁸⁶Rhenium,
¹⁶⁹Erbium) wird die entzündlich
veränderte Synovialis bestrahlt
und so der entzündliche Prozeß
beeinflusst. Das an Kolloide ge-
bundene Radionuklid wird in den
oberflächlichen Synovialiszellen
phagozytiert, bewirkt innerhalb
von Tagen bis Wochen eine Ent-
zündung und durch Fibrosierung
und Sklerosierung der Gefäße
einen Rückgang der Synovialis-
zotten. Die wesentlichen Indika-
tionen und KI sind in Tabelle 6
und Tabelle 7 angeführt.

Bei **rheumatischen Erkrankungen**
sollte an eine RSO-Therapie be-
reits dann gedacht werden, wenn
nach einer 6-monatigen Basis-
therapie einzelne Gelenke nicht
in den Griff zu bekommen sind
bzw. Nebenwirkungen oder Kom-
plikationen die Basistherapie be-
einträchtigen. Dies ist nach heuti-
ger Sicht umso wichtiger, als –
gemessen an den radiologischen
Veränderungen – das Hauptaus-
maß der Gelenksdestruktion in
den ersten beiden Erkrankungs-
jahren auftritt und das Fortschrei-
ten der Erkrankung zu Funktional-
itätsverlust und damit früher zu
einer Invalidität führt [20].

Die häufigsten **aktivierten Arthro-
sen** sind Fingerpolyarthrosen,
Rhizarthrose und posttraumati-
sche Arthrosen; eine weitere spe-

Tabelle 6: RSO-Indikationen

Rheumatoide Arthritis (seropositiv/-negativ)
Mb. Bechterew (extravertebrale Manifestationen)
Psoriasis-Arthropathie
Villonoduläre Synovialitis
Hämophilie
Aktivierter Arthrose (Osteoarthritis)
Postoperative Synovialitis

Tabelle 7: RSO-Kontraindikationen

Gravidität (absolut)
Laktation (absolut)
Kinder/Jugendliche (relativ)
Bakerzysten (relativ)
Instabiles Gelenk (relativ)

zielle Indikation wäre hier die sogenannte Detritus-Synovialitis mit rezidivierender Ergußbildung des Kniegelenkes, die durch die RSO eingedämmt werden kann, was zu einer länger anhaltenden Besserung der Beschwerdesymptomatik führt, als dies durch lokale Kortikoidinjektionen möglich ist.

Persistierende, postoperative Synovialitiden treten nicht selten als Folge bzw. Komplikation von Knieendoprothese (KTEP) Implantation oder auch nach diagnostischer bzw. therapeutischer Arthroskopie auf. Auch hier ist die RSO eine einfache, elegante Behandlungsmöglichkeit mit gutem Resultat [21].

Therapieergebnisse

Bei Patienten mit rheumatoider Arthritis werden in ca. 75% zufriedenstellende Resultate erzielt, in fortgeschrittenen Stadien zwangsläufig weniger; gemessen an radiologischen Veränderungen kann ein deutlich geringeres Ausmaß der Gelenksdestruktion festgestellt werden. Bei aktivierten Arthrosen können in ca. 50% gute Resultate erzielt werden, der Langzeiteffekt liegt etwa bei 80%; ähnliches gilt auch für die postoperativen Synovialitiden (z. B. St. p. KTEP). Insgesamt erfahren nach RSO mindestens 75% der behandelten Patienten in den ersten 1 bis 2 Jahren eine Besserung der Beschwerdesymptomatik [22].

Conclusio

Bei sorgfältiger Durchführung und vernünftiger interdisziplinärer Zusammenarbeit stellt die RSO ein den Patienten wenig belastendes, jedoch sehr effizientes Therapieverfahren zur Behandlung

chronisch-entzündlicher Gelenkerkrankungen dar. Bei multimorbiden Patienten oder bei Kontraindikationen eines chirurgischen Eingriffs sind durch die RSO bedeutende Verbesserungen der Lebensqualität möglich.

Literatur:

1. Hahn K, Bokisch A. Skelettsystem. In: Büll U, Schicha H, Biersack HJ, Knapp WH, Reiners C, Schober O (eds). Nuklearmedizin. Georg Thieme, Stuttgart-New York, 1996; 361–89.
2. Subramanian G, McAfee JG, O'Hara RE, Rosenstreich M, Mehter A. 99m Tc-polyphosphate PP 46: A new radio-pharmaceutical for skeletal imaging. J Nucl Med 1971; 12: 399–400.
3. Weber DA. Options in camera technology for the bone scan: role of SPECT. Semin Nucl Med 1988; 18: 78–89.
4. Grünwald F. Primäre Knochentumoren. Der Nuklearmediziner 1997; 20: 221–30.
5. Lange RH, Lange TA, Rao BK. Correlative radiographic scintigraphic and histological evaluation of exostoses. J Bone Joint Surg 1984; 66: 1454–69.
6. Smith FW, Gilday DL. Scintigraphic appearances of osteoid osteoma. Radiology 1980; 137: 191–5.
7. Gates GF. Nuclear Medicine Atlas: Bone SPECT imaging of the painful back. Clin Nucl Med 1996; 21: 560–71.
8. Murphy WA. Imaging bone tumors in the 1990s. Cancer 1991; 67 (Suppl 4): 1169–76.
9. Riebel T, Knop J, Winkler K, Delling G. Vergleichende röntgenologische und nuklearmedizinische Untersuchungen beim Osteosarkom zur Beurteilung der Effektivität einer präoperativen Chemotherapie. Fortschr Röntgenstr 1986; 145: 365–72.
10. Schaub Th, Gilday GL, Ash JM. Radionuclide imaging in Histiocytosis X. Pediat Radiol 1987; 17: 397–404.
11. Schünemann H. Ist die Skelettszintigraphie in der Nachsorge des Mammakarzinoms entbehrlich? Eine prospektive Studie über 630 Fälle. Tumordiagn Ther 1989; 10: 131–5.
12. Herzswurm PJ, Simpson SL, Duffin S, Oswald SG, Ebert FR. Thigh pain and total hip arthroplasty: Scintigraphy with 2,5-year follow-up. Clin Orthop 1997; 336: 156–61.
13. Owen RJ, Harper WM, Finlay DB, Belton IP. Isotope bone scans in patients

with painful knee replacements: Do they alter management? Br J Radiol 1995; 68: 1204–7.

14. Chik KK, Magee MA, Bruce WJ. Tc-99m stannous colloid-labeled leukocyte scintigraphy in the evaluation of the painful arthroplasty. Clin Nucl Med 1996; 21: 838–43.

15. Redleaf MI, Angeli SI, McCabe BF. Indium 111-labeled white blood cell scintigraphy as an unreliable indicator of malignant external otitis resolution. Ann Otol Rhinol Laryngol 1994; 103: 444–8.

16. Oyen WJ, Claessens RA, van Horn JR, Slooff TJ, van der Meer JW, Corstens FH. Diagnosing prosthetic joint infection. J Nucl Med 1991; 32: 2195–6.

17. Nepola JV, Seabold JE, Marsh JL, Kirchner PT, El-Khoury GY. Diagnosis of infection in ununited fractures. Combined imaging with indium 111-labeled leukocytes and technetium-99m methylene diphosphonate. J Bone Joint Surg Am 1993; 75: 1816–22.

18. Guhlmann CA, Brecht-Krauß D, Moog F. (F-18) FDG-PET in der Diagnostik der chronischen Osteitis: Vergleich mit der Immunszintigraphie mit monoklonalen Tc-99m-markierten Antigranulozyten-Antikörpern. Nuklearmedizin 1997; 36: A15.

19. Schümichen C. Szintigraphische Diagnostik entzündlicher Knochen- und Gelenkerkrankungen. Der Nuklearmediziner 1997; 20: 231–43.

20. Panholzer PJ, Jörg L, Langsteger W. Eine effiziente Behandlungsmöglichkeit in der Rheumatologie: Die Radiosynoviorthese. Acta Med Austriaca 1999; 26 (Sonderheft 1): 22–3.

21. Mödder G. Nuklearmedizinische Therapie (Radiosynoviorthese) in Rheumatologie und Onkologie. Der Nuklearmediziner 1995; 18: 5–30.

22. Franke C, Langsteger W. Gewußt wie: Radiosynoviorthese. In Avril N, Tausig A (eds). Nuklearmedizin 2000, Kongress Proceedings, 2000; 5–13.

Korrespondenzadresse:

Prim. Univ.-Doz.

*Dr. med. Werner Langsteger
Abteilung für Nuklearmedizin &
Endokrinologie, KH der Barmherzigen
Schwestern Linz
A-4010 Linz, Seilerstätte 4
email: nuklearmedizin.linz@bhs.at
Homepage: http://www.bhs.at/linz*

Mitteilungen aus der Redaktion

Besuchen Sie unsere zeitschriftenübergreifende Datenbank

[Bilddatenbank](#)

[Artikeldatenbank](#)

[Fallberichte](#)

e-Journal-Abo

Beziehen Sie die elektronischen Ausgaben dieser Zeitschrift hier.

Die Lieferung umfasst 4–5 Ausgaben pro Jahr zzgl. allfälliger Sonderhefte.

Unsere e-Journale stehen als PDF-Datei zur Verfügung und sind auf den meisten der marktüblichen e-Book-Readern, Tablets sowie auf iPad funktionsfähig.

[Bestellung e-Journal-Abo](#)

Haftungsausschluss

Die in unseren Webseiten publizierten Informationen richten sich **ausschließlich an geprüfte und autorisierte medizinische Berufsgruppen** und entbinden nicht von der ärztlichen Sorgfaltspflicht sowie von einer ausführlichen Patientenaufklärung über therapeutische Optionen und deren Wirkungen bzw. Nebenwirkungen. Die entsprechenden Angaben werden von den Autoren mit der größten Sorgfalt recherchiert und zusammengestellt. Die angegebenen Dosierungen sind im Einzelfall anhand der Fachinformationen zu überprüfen. Weder die Autoren, noch die tragenden Gesellschaften noch der Verlag übernehmen irgendwelche Haftungsansprüche.

Bitte beachten Sie auch diese Seiten:

[Impressum](#)

[Disclaimers & Copyright](#)

[Datenschutzerklärung](#)