

SPECT/CT in der Handgelenkdiagnostik

Handgelenkschmerzen sind sowohl für den Handchirurgen als auch für den Radiologen eine diagnostische Herausforderung. Für den Kliniker liegt der Grund hierfür in der hoch differenzierten Biomechanik des anatomisch komplex aufgebauten Handgelenks. Das Zusammenspiel einer Vielzahl dynamischer und statischer Elemente (Knochen, Gelenke, intrinsische und extrinsische Bänder, Kapsel-elemente, Muskelzüge) ist bei einem Schmerzen leidenden Patienten oft schwierig zu beurteilen [13]. Insbesondere chronische Handgelenkschmerzen sind daher oft nur schwer einer genauen Lokalisation zuzuordnen und eine Schnittbildgebung deshalb oft unerlässlich. Der Radiologe ist in solchen Fällen mit der komplexen Gelenkanatomie konfrontiert und muss eine Vielzahl von Strukturen analysieren. Auch die extraartikulären Strukturen wie Sehnen und Fettgewebe dürfen nicht vernachlässigt werden. Erschwerend hinzu kommt neben einer gewissen Anzahl von Normvarianten und lagerungsbedingten Stellungsvariationen oft eine Multiplizität von Läsionen, die eine genaue Zuordnung zu den Beschwerden des Patienten deutlich erschwert.

Hintergrund

Der etablierte Standard zur nichtinvasiven Diagnostik bei chronischen Handgelenkschmerzen ist die MRT. Diese wird in

den ACR (American College of Radiology) Appropriateness Criteria[®] mit einem Rating von 9 empfohlen, wenn die konventionelle Bildgebung unauffällig ist und die Symptome persistieren [3]. Das CT wird lediglich bei vermuteter Hamulusfraktur und Lunatummalazie als Erstliniendiagnostik nach Röntgenaufnahmen empfohlen (Rating 7 bzw. 5). Die konventionelle Szintigraphie wird allein bei vermuteter Lunatummalazie als Modalität der dritten Wahl mit einem Rating von 2 aufgeführt. Dies ist nicht zuletzt auch der entsprechenden Strahlenbelastung von ca. 3–4 mSv/Szintigraphie geschuldet.

In den letzten Jahren ist eine neue Modalität im diagnostischen Spektrum hinzugekommen, die in den zuletzt 2009 revidierten ACR-Kriterien noch keine Berücksichtigung gefunden hatte: die SPECT/CT. Das Hybridsystem SPECT/CT stellt eine Kombination zweier bekannter Modalitäten dar, der SPECT mit Radionuklid (^{99m}Tc-DPD) und der CT, deren Bildinformationen zu einem dreidimensionalen kombinierten Datensatz fusioniert werden. Zwar war es auch schon seit mehreren Jahren technisch möglich, SPECT-Datensätze mit CT-Datensätzen nachträglich zu fusionieren (Postprocessing). Dies wurde aber nur relativ selten angewendet, da es aufwendig war, die Patienten nacheinander in 2 verschiedenen Geräten, die oft über 2 Abteilungen verteilt waren, zu untersuchen. Zudem konnte der Patient in beiden Geräten häufig nicht völlig gleich gelagert werden, was zu einem gewissen Mismatch in den fusionierten Datensätzen führte. Eine ge-

naue Ortsauflösung ist aber in der Handgelenkdiagnostik essenziell. Mit den aktuell verfügbaren SPECT-Geräten mit integrierter hochauflösender CT-Komponente, welche die oft unzureichende Ortsauflösung in der alleinigen SPECT kompensiert, wurden diese Probleme gelöst. Daher konnte die SPECT/CT bereits bei mehreren Indikationen ihren Nutzen im klinischen Alltag unter Beweis stellen [5, 6, 7, 8].

Abkürzungen

ACR	American College of Radiology
CMC	Karpometakarpal
CRPS	„Chronic regional pain syndrome“
CT	Computertomographie
DRUG	Distales Radioulnargelenk
FOV	„Field of view“
GRE	„Gradient-recalled echo“
LT	Lunotriquetral
MBq	Megabecquerel
MRT	Magnetresonanztomographie
PDw	„Proton density-weighted“
SPECT/CT	„Single photon emission computed tomography/computed tomography“
SPIR	„Spectral presaturation with inversion recovery“
T	Tesla
^{99m} Tc-DPD	^{99m} Technetium-3,3-diphosphono-1,2-propanedicarboxylic
TE	„Time to echo“
TFCC	„Triangular fibrocartilage complex“
TR	„Time to repetition“
TSE	„Turbo spin echo“
WATS	„Water selective excitation“

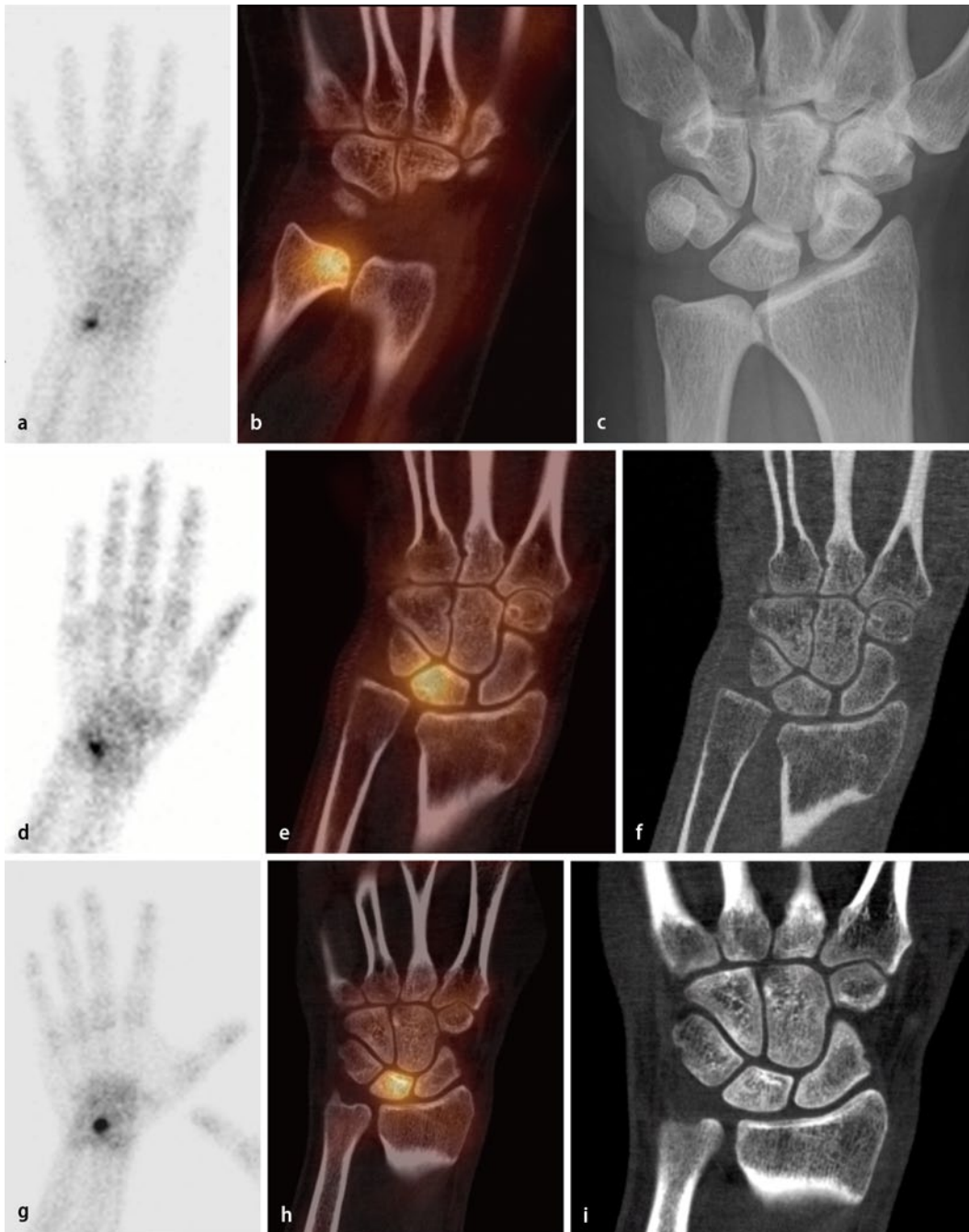


Abb. 1 ◀ **a–c** DRUG-Arthrose mit vermehrter Radionuklidanreicherung in der Ulna distal; planare Szintigraphie, Spätaufnahme (**a**); SPECT/CT koronal (**b**); konventionelles Röntgen a.-p. (**c**). **d–f** Ulnokarpales Impaktionssyndrom, vermehrte Radionuklidanreicherung im Os lunatum ulnarseits Jahre nach distaler Radiusfraktur mit konsekutiver relativer Radiusverkürzung; planare Szintigraphie, Spätaufnahme (**d**); SPECT/CT koronal (**e**); CT koronal (**f**). **g–i** Lunatumalazie (Morbus Kienboeck) Stadium 2 mit vermehrter Radionuklidanreicherung im Os lunatum und normaler relativer Ulnalänge; planare Szintigraphie, Spätaufnahme (**g**); SPECT/CT koronal (**h**), CT koronal (**i**). DRUG distales Radioulnargelenk

Darstellung des Knochenstoffwechsels

Ossäre Läsionen wie z. B. Frakturen und spongiöse Infraktionen sowie posttraumatisch oder degenerativ bedingte Umbauprozesse, die zu einer Änderung des Knochenstoffwechsels, jedoch noch nicht zu einer eindeutigen morphologischen Alteration der ossären Strukturen geführt haben, stellen die Hauptdomäne der SPECT/CT-Diagnostik am

Handgelenk dar. Knorpelschäden, Sehnenpathologien, Ligamentrupturen und kleine Ganglien dagegen werden in der SPECT/CT meist erst detektierbar, wenn sie bereits zu ossären Veränderungen geführt haben, wie beispielsweise vermehrte Sklerosierung oder gesteigerter metabolischer Aktivität in den subchondralen Arealen. Hier ist die MRT mit intraartikulär appliziertem Kontrastmittel klar überlegen. Allerdings repräsentieren diese verschiedenen Weichteilläsionen keine

schwierig zu diagnostizierenden Pathologien innerhalb dieses Patientenkollektivs. Dementsprechend können diese Patienten mittels MRT effizient untersucht und anschließend durch den Handchirurgen adäquat therapiert werden. Patienten mit multiplen Läsionen oder Voroperationen hingegen stellen den Handchirurgen und Radiologen vor größere Probleme in der Diagnostik. Falls diese Läsionen im MR detektierbar sind, können sie teilweise nur schwer gewichtet werden. In diesen Fällen

Infobox 1 Mehr Informationen zum Thema Handgelenkschmerzen

Internetlinks

— www.dg-h.de
 Deutsche Gesellschaft für Handchirurgie e.V.,
 c/o Unfallkrankenhaus Berlin, Warener Str. 7,
 12683 Berlin,
 Tel. 030/5681-4101,
 Fax 030/5681-4103,
 E-mail: internet.dgh@gmx.de

— www.acr.org/ac
 American College of Radiology, ACR Appropriateness Criteria®, 1891 Preston White Dr,
 Reston, VA 20191, USA,
 Tel. 001/703-648-8900,
 E-mail: info@acr.org

Buchtipps

— Von Schulthess GK (2006) *Molecular anatomic imaging: PET/CT and SPECT/CT integrated modality imaging*. Lippincott Raven, Philadelphia
 Ausführliches Textbuch über integrierte multimodale Bildgebung (PET/CT und SPECT/CT) mit über 1200 Illustrationen. Preis ca. 220 EUR

— Fanti S, Farsad M, Mansi L (2011) *Atlas of SPECT/CT*. Springer, Berlin Heidelberg New York
 Größtenteils fallbasierter Atlas, der die gesamte Breite der Bildgebung mittels SPECT/CT abdeckt. Preis 43,99 EUR

kann die SPECT/CT deutliche Vorteile in der Diagnostik bieten.

Auflösung

Die konventionelle planare Szintigraphie ist eine sehr sensitive Methode zur Visualisierung des Knochenmetabolismus, sie ist jedoch z. T. unspezifisch [1]. Ein weiterer Nachteil der konventionellen Szintigraphie ist die eingeschränkte Ortsauflösung, welche gerade im Handgelenk mit seinen vielen kleinen Strukturen eine exakte anatomische Zuordnung des Hotspots erschwert. Für eine akkurate Diagnose und eine gezielte Therapie ist die genaue Lokalisation der Pathologie aber essenziell. Radionuklidspeicherungen an verschiedenen Orten in einem kleinräumigen Bereich, wie z. B. dem ulnolunatalen Kompartiment, sind in der fusionierten SPECT/CT eindeutig vonei-

Radiologe 2012 · 52:621–628 DOI 10.1007/s00117-011-2269-9
 © Springer-Verlag 2012

M.W. Huellner · K. Strobel · U. Hug · U. von Wartburg · P. Veit-Haibach
SPECT/CT in der Handgelenkdiagnostik

Zusammenfassung

Klinisches/methodisches Problem. Handgelenkschmerzen sind eine diagnostische Herausforderung für Handchirurgen und Radiologen. Insbesondere chronische Handgelenkschmerzen sind oft nur schwer einer genauen Lokalisation zuzuordnen, eine Schnittbildgebung ist deshalb oft unerlässlich.

Radiologische Standardverfahren. Der etablierte Standard zur nichtinvasiven Diagnostik chronischer Handgelenkschmerzen ist die Magnetresonanztomographie.

Methodische Innovationen. In den letzten Jahren ist mit der „single photon emission computed tomography“/CT (SPECT/CT) eine neue Modalität zum diagnostischen Spektrum muskuloskeletaler Veränderungen hinzugekommen, welche neben morphologischen Daten auch metabolische Informationen liefert.

Leistungsfähigkeit. Die SPECT/CT ermöglicht eine genaue Detektion und präzise anatomische Zuordnung unterschiedlicher Handgelenkpathologien. Dies ist oftmals entscheidend für eine korrekte Therapie.

Bewertung. Die SPECT/CT ist bei Patienten mit chronischen Handgelenkschmerzen spezifischer als die MRT. Sie bietet außerdem Vorteile bei Patienten mit posttraumatischen Veränderungen oder Metallimplantaten und kann als problemlösende Methode bei unklaren Fällen eingesetzt werden.

Empfehlung für die Praxis. Eine Anwendung der SPECT/CT erscheint aus unserer Sicht immer dann sinnvoll, wenn eine Abklärung mittels MRT unergiebig war bzw. das MRT mehrere Pathologien zeigt, bei denen nicht klar ist, welche die klinisch führende ist. Auch ein primärer Einsatz bei bestimmten osären Pathologien, bei Patienten mit Metallimplantaten oder bei unklaren Handgelenkschmerzen erscheint gerechtfertigt.

Schlüsselwörter

Handgelenkpathologien · Ulnokarpales Impaktionssyndrom · Unspezifische Schmerzen · Multimodale Bildgebung · „Single photon emission computed tomography“/CT (SPECT/CT)

SPECT/CT in diagnostics of the hand joint

Abstract

Clinical/methodical issue. Hand and wrist pain remains a diagnostic challenge, both for hand surgeons and for radiologists. Especially chronic wrist pain is often hard to localize clinically and further cross-sectional imaging is often indispensable.

Standard radiological methods. The well-established standard for non-invasive diagnostic imaging in chronic wrist pain is magnetic resonance imaging (MRI).

Methodical innovations. Recently, state-of-the-art single photon emission computed tomography/computed tomography (SPECT/CT) systems have been introduced into the diagnostic array for musculoskeletal conditions. Besides morphological data SPECT/CT also provides metabolic information.

Performance. SPECT/CT allows an exact detection and precise anatomical mapping of different pathologies of the wrist, which is often crucial for therapy.

Achievements. In patients with chronic wrist pain, SPECT/CT is more specific than MRI. It is also beneficial in patients with post-traumatic conditions and metal implants and may serve as a problem-solving tool in difficult cases.

Practical recommendations. It is considered that SPECT/CT imaging is useful if MRI results are equivocal or present no clearly leading pathology. A primary examination with SPECT/CT seems to be a reasonable option for patients with certain bone pathologies, metal implants and non-specific wrist pain.

Keywords

Hand and wrist pathology · Ulnocarpal impaction syndrome · Unspecific pain · Multimodality imaging · Single photon emission computed tomography/CT (SPECT/CT)

einander unterscheidbar und einer definitiven Diagnose zuzuordnen (■ Abb. 1). Für ein vollständiges SPECT/CT-Protokoll werden, wie in der konventionellen Szintigraphie auch, zunächst planare

Frühaufnahmen akquiriert, die Informationen über die Verteilung des Radionuklids im Blutpool liefern. So wird neben der räumlichen Auflösung in einem gewissen Ausmaß auch eine zeitliche Auflösung er-

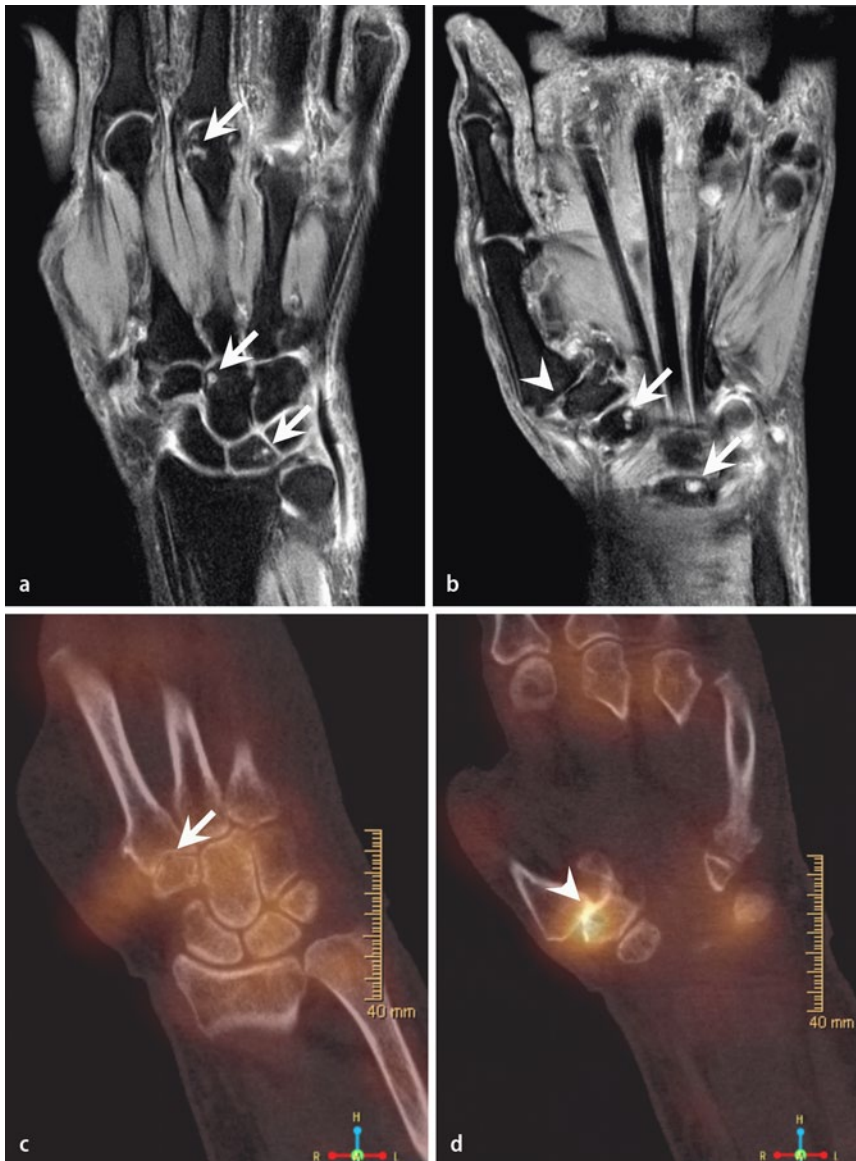


Abb. 2 ▲ **a, b** PDw-SPiR koronal, degenerativ bedingte Zysten an mehreren Lokalisationen (Pfeile), Rhizarthrose (Pfeilkopf). **c, d** SPECT/CT koronal, vermehrte Radionuklidspeicherung im Bereich der Rhizarthrose (Pfeilkopf), randsklerosierte Zyste im CMC-Gelenk II ohne vermehrte Radionuklidspeicherung (Pfeil). PDw-SPiR „proton density-weighted spectral presaturation with inversion recovery“, CMC karpometakarpal

möglichst, quasi dynamisch-metabolische Daten, die für die Diagnostik entzündlicher Erkrankungen wichtig sind. Dies betrifft in der Handgelenkdiagnostik beispielsweise die Osteomyelitis, rheumatoide Arthritis und insbesondere das CRPS („complex regional pain syndrome“).

Diagnostische Genauigkeit

Durch die zusätzliche CT-Komponente wird bei muskuloskeletalen Läsionen eine höhere diagnostische Genauigkeit erreicht als durch die SPECT oder konven-

tionelle Szintigraphie alleine [16]. Dies führte zum Beispiel in der Studie von Linke et al. [15] zu einer Änderung der Diagnose bei ca. einem Drittel der untersuchten Patienten, teilweise auch zu einer Reklassifizierung der zugrunde liegenden Pathologie (also Fraktur statt Arthrose oder Arthrose statt Osteomyelitis).

In der MRT basiert die Detektion der Aktivität ossärer Läsionen primär auf dem Vorhandensein von T2-hyperintensem Signal (in fettgesättigten Sequenzen) innerhalb des Fettmarks, dem sog. Knochenmarködem. Nach intravenöser Gabe von

Gadolinium wird außerdem die Anreicherung dieses Kontrastmittels als Kriterium für Aktivität herangezogen, dies geschieht in gewissem Umfang stets auch in den Arealen mit Knochenmarködem. Jedoch ist das Knochenmarködem häufig einerseits unspezifisch, da es bei einer Vielzahl von Läsionen wie Knorpeldefekten, Knochenkontusionen und Frakturen, Infektionen, Tumoren, aseptischen Knochennekrosen und auch idiopathisch auftritt [18, 22]. Andererseits können hinter diesem uncharakteristischen Signalmuster auch auf histologischer Ebene völlig verschiedene Ursachen stecken [24]. Unsere eigenen Erfahrungen zeigen, dass zur Detektion relevanter Läsionen bei Patienten mit unspezifischen Handgelenkbeschwerden für das Kriterium Knochenmarködem weder eine hinreichende Sensitivität noch Spezifität besteht, anders als für das Kriterium Radionuklidanreicherung [8].

Es muss jedoch insgesamt betont werden, dass es bei der Zuordnung der Befunde weiterer morphologischer Kriterien sowie der Anamnese und klinischer Angaben bedarf. Sowohl das Knochenmarködem als auch Mehranreicherungen in Szintigraphie und SPECT/CT benötigen diese Einordnung in den diagnostischen Kontext. In **Abb. 2** ist die Hand einer Patientin mit bekannter Rhizarthrose und neu aufgetretenen karpalen Schmerzen zu sehen. In der MRT fallen neben der Rhizarthrose die zahlreichen teils erosiven subchondralen Defekte in mehreren Kompartimenten auf, die stellenweise von einem Saum von Knochenmarködem umgeben sind (**Abb. 2a,b**). Die SPECT/CT zeigt eine vermehrte Radionuklid-Tracer-Aufnahme nur im Bereich der Rhizarthrose, wohingegen keine vermehrte metabolische Aktivität im Bereich der anderen degenerativ bedingten ossären Veränderungen vorliegt (**Abb. 2c, d**). Die Beschwerden waren im Verlauf regredient ohne Anpassung der Therapie.

Eine Steigerung der diagnostischen Wertigkeit der SPECT/CT kann bei bestimmten Fragestellungen mittels intraartikulär appliziertem Kontrastmittel erfolgen (**Abb. 3**). Diese Integration einer zusätzlichen diagnostischen Komponente erweitert den Horizont des SPECT/CT



Abb. 3 ◀ Arthro-SPECT/CT bei unklaren Handgelenkschmerzen. Der kommunizierende radialeseitige TFCC-Defekt (weißer Pfeil), die LT-Bandläsion (schwarzer Pfeil) und die vermehrte Radionuklidspeicherung im Os lunatum passen zu einem ulnokarpalen Impaktionssyndrom. TFCC „triangular fibrocartilage complex“, LT lunotriquetral

und ermöglicht auch die Detektion von Band- und Knorpelläsionen [12].

Untersuchungsposition

Gewöhnlich werden in der SPECT/CT beide Hände simultan abgebildet. Der Patient liegt hierzu auf dem Gantrytisch auf dem Bauch und hat in „Superman“-Position beide Hände über Kopf nebeneinander in die Gantry gestreckt. Die Handflächen liegen plan auf dem Gantrytisch. Diese Untersuchungsposition sollte bei der Bildanalyse berücksichtigt werden, da die Position der Ulna im DRUG in Abhängigkeit von der Beugung des Ellbogengelenks und v. a. von der Rotation des Unterarms variiert: In Pronationsstellung windet sich der Radius um die Ulna, ist im DRUG etwas gegen palmar transloziert und in Relation zur Ulna verkürzt. In Supinationsstellung hingegen richtet sich der Radius parallel zur Ulna aus, verschiebt sich im DRUG etwas gegen dorsal und verlängert sich in Relation zur Ulna [2, 10, 16, 21]. Das DRUG mit der knöchernen Führung (Sigmoidnotch des Radius) und der ligamentären Zügelung (TFCC) der Ulna trägt dabei als Teil des triartikulären Unterarmkomplexes zur kontrollierten Pro- und Supination bei [9, 20]. Die Superman-Position führt also zu einer Pronationsstellung mit den

entsprechenden Veränderungen im Vergleich zur konventionellen Röntgenaufnahme in Neutralstellung [19]. Dies sollte nicht mit einer durch Band- oder Kapselinsuffizienz verursachten DRUG-Instabilität verwechselt werden [17]. Subluxationen oder Dislokationen ohne einhergehende Vorderarmfraktur sind zudem sehr ungewöhnlich [14].

Seitenvergleich in der SPECT/CT

Häufig kann bei der Bildinterpretation ein Seitenvergleich hilfreich sein, z. B. wenn ein Patient ohne DRUG-Pathologie bilateral ähnliche DRUG-Stellungen zeigt. Auch bei der Interpretation von Normvarianten kann ein Seitenvergleich sinnvoll sein. Die Hände eines Patienten mit einem Os lunatum Viegas Typ 2 und belastungsabhängigen Schmerzen auf der rechten Seite zeigt **Abb. 4**. Diese Normvariante geht mit einer höheren Inzidenz degenerativer Veränderungen einher als der „Wildtyp“ [23]. Aufgrund des MRT-Befundes wurde für die Symptome des Patienten der fehlende Knorpelüberzug an den lunohamatalen Facetten verantwortlich gemacht. Die SPECT/CT zeigt dort keine vermehrte Radionuklidanreicherung. Der Seitenvergleich weist eine ähnliche Situation kontralateral nach mit einem Os lunatum Viegas Typ 2 und gering vermehr-

Hier steht eine Anzeige

 Springer

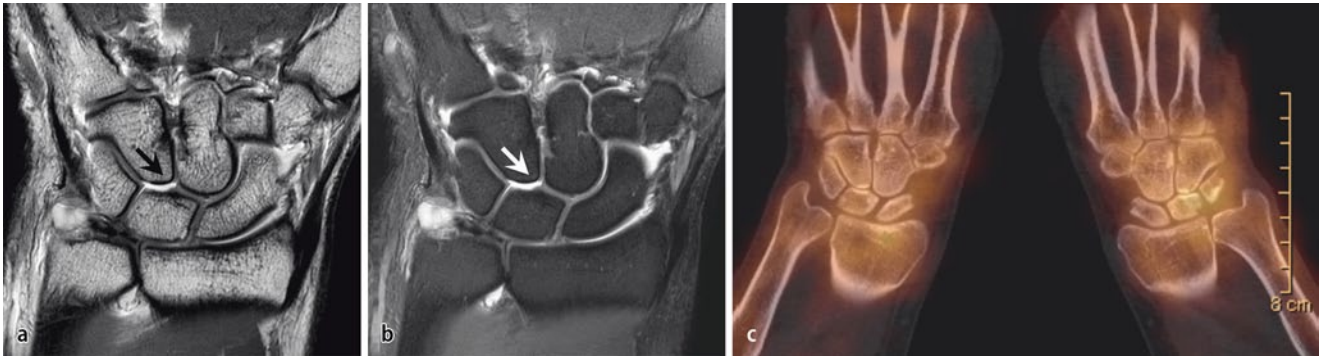


Abb. 4 ▲ Os lunatum Viegas Typ 2 mit Knorpeldefekten (Pfeile) an den lunohamatalen Facetten in der MRT, PDw- (a), PDw-SPW-Sequenz (b); subchondraler Mehrsklerosierung und normaler Radionuklidanreicherung in der SPECT/CT (c). PDw-SPW „proton density-weighted spectral presaturation with inversion recovery“

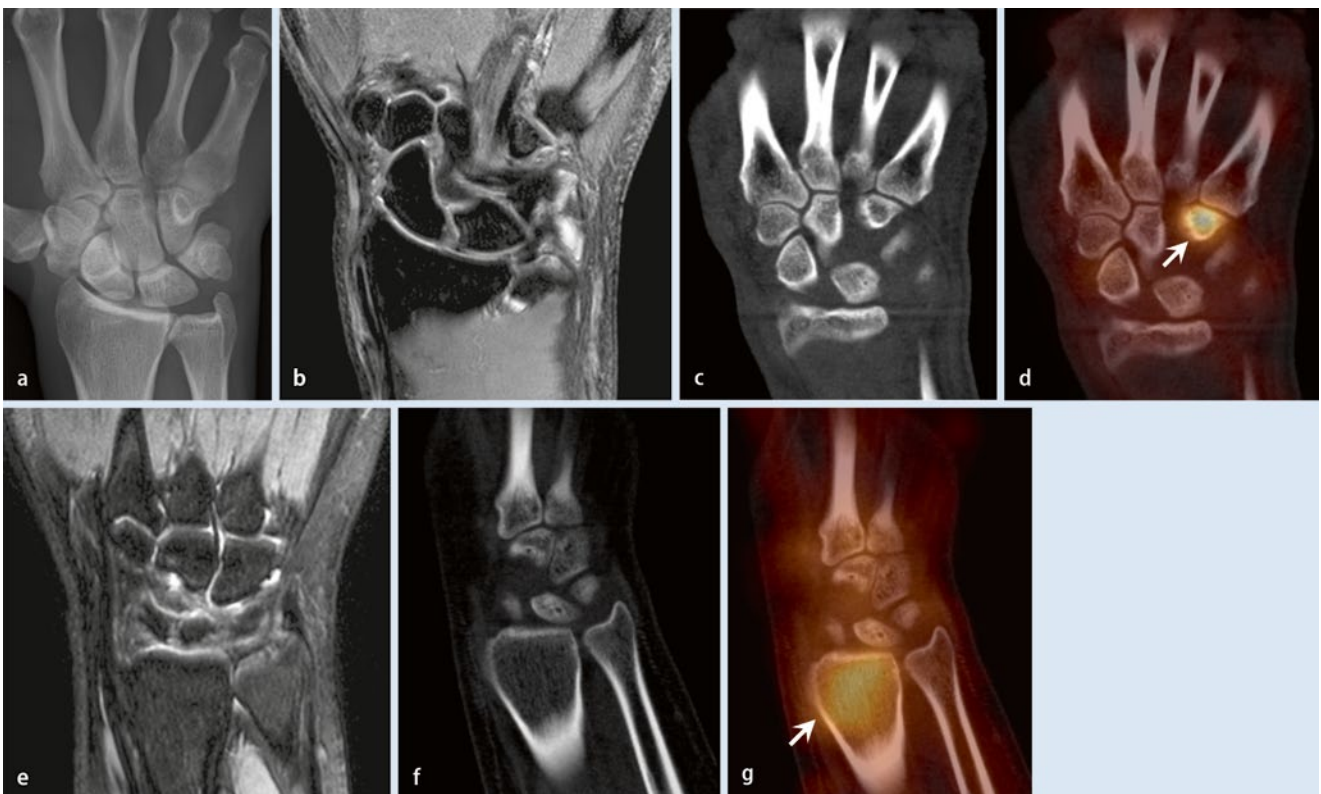


Abb. 5 ▲ a–d Posttraumatische Veränderungen mehrere Wochen nach okkulten Hamulusfraktur, unauffälliges konventionelles Röntgen (a), MRT mit PDw-SPW-SPW-Sequenz koronal (b) und CT koronal (c), vermehrte Radionuklidanreicherung in der Hamulusbasis in der SPECT/CT koronal (Pfeil) (d); e–g Knochenumbauprozesse 5 Monate nach distaler Radiusfraktur, unauffällige MRT-PDw-SPW-SPW-Sequenz koronal (e) und CT koronal (f), vermehrte Radionuklidanreicherung im Radius distal in der SPECT/CT koronal (Pfeil, g). PDw-SPW „proton density-weighted spectral presaturation with inversion recovery“. (Bilder teilweise entnommen aus [8])

ter Sklerosierung der subchondralen Lamelle an der akzessorischen lunatalen Facette des Os hamatum. Im weiteren Verlauf waren die Beschwerden ohne Therapie regredient.

Nicht selten werden auf der kontralateralen Seite auch zufällig Pathologien entdeckt, die zum Zeitpunkt der Untersuchung klinisch noch nicht symptoma-

tisch waren, sich aber im weiteren Verlauf manifestieren. Dies sind unserer Erfahrung nach meistens degenerativ bedingte Veränderungen wie die posttraumatische ulnokarpale Impaktion durch relative radiale Verkürzung (■ Abb. 1d–f), seltener vaskulär bedingte Pathologien wie z. B. die Lunatummalazie (■ Abb. 1g–i).

Detektion posttraumatischer und degenerativer Veränderungen

Knochenkontusionen und Frakturen führen zu einer erhöhten Radionuklidaufnahme im traumatisierten Areal. Dies ermöglicht so einerseits die Detektion okkulten Frakturen, welche selbst in der



Abb. 6 ▲ Bildgebung bei Patienten mit Osteosynthesematerial. **a–f** Patient mit Herbert-Schrauben-Reosteosynthese einer Skaphoidpseudarthrose. Metallartefakte im relevanten Bereich im MRT (*Pfeile*) in PDw- (**a**), PDw-SPIR- (**b**) und 3-D-GRE-WATS-Bildgebung (**c**) bedingt durch 2 Schrauben im Os scaphoideum (CT koronal, **d**); pathologisch vermehrte Radionuklidaufnahme in der SPECT/CT im Bereich der ehemaligen Pseudarthrose (*Pfeile* in **e, f**); **g** Patient mit Ulnaprothesenimpaktion, vermehrter Radionuklidanreicherung und Erosionen proximal der Sigmoidnotch des Radius (*Pfeil*). PDw-SPIR, „proton density-weighted spectral presaturation with inversion recovery“; GRE-WATS, „gradient-recalled echo water selective excitation“

MRT nur schwer zu diagnostizieren sind (■ **Abb. 5a–d**). Andererseits können auch Monate nach traumatischen Ereignissen noch Knochenumbauprozesse nachgewiesen werden, welche die persistierenden Beschwerden des Patienten erklären, wohingegen die MRT oft wieder unauffällig ist (■ **Abb. 5e–g**). Im Vergleich

zur MRT ist die SPECT/CT in der Diagnostik der klinisch relevanten Läsionen bei unspezifischen, bislang nicht hinreichend diagnostisch erkläraren Handgelenkschmerzen deutlich spezifischer (1,0 vs. 0,2), jedoch weniger sensitiv (0,71 vs. 0,86 [8]). Im Vergleich zu anderen Standardbildgebungen, wie z. B. der Szinti-

graphie, oder im Vergleich zur alleinigen CT hat die SPECT/CT unterschiedliche Vorteile bzw. Stärken in der muskuloskelettalen Diagnostik. Even-Sapir et al. [4] wiesen bei unterschiedlichen muskuloskelettalen Erkrankungen nach, dass die SPECT/CT signifikant mehr Läsionen findet als die konventionelle Skelett-

szintigraphie. In einer Studie von Knupp et al. [11] mit einer relativ kleinen Patientengruppe mit Rückfußdeformitäten wurde gezeigt, dass die Radionuklidanreicherung in der SPECT/CT mit dem Ausmaß der Arthrose auf konventionellen Röntgenbildern korreliert.

Metallartefakte

Selbst einfache technische Aspekte limitieren bei Handgelenkpatienten manchmal die diagnostische Qualität der MRT. Operierte Patienten mit implantiertem Osteosynthesematerial, orthopädischen Prothesen oder verbliebenen kleinsten Metallabriebpartikeln sind im MRT oft nur schwer zu beurteilen. Die Magnetfeldinhomogenitäten beschränken sich zwar meist nur auf einen kleinen Teil des FOV. Dies ist jedoch meist der diagnostisch relevante Bereich, da die klinische Symptomatik des Patienten in der Regel mit dem vormals operierten Areal in Zusammenhang steht (▣ **Abb. 6a–f**). Während die Diagnosestellung in der MRT durch Metallartefakte Schwierigkeiten bereiten kann, wird die SPECT/CT hiervon geringer limitiert. Das Handgelenk eines Patienten mit vermehrter Radionuklidanreicherung und Erosionen et was proximal der Sigmoidnotch des Radius nach Implantation einer Ulnaprothese zeigt ▣ **Abb. 6g**, was die klinisch vermutete Diagnose einer Prothesenimpaktion bestätigte. Eine klare Aussage über eine Prothesenschaftlockerung und/oder eine Prothesenkopfimpaktion war bei diesem Patienten wichtig für die Planung der weiteren Therapie.

Fazit

Die SPECT/CT kombiniert den Vorteil der hohen Sensitivität der vermehrten Radionuklidanreicherung in Arealen mit erhöhtem Knochenstoffwechsel mit der hohen Ortsauflösung der CT und ermöglicht so eine genaue Detektion und präzise anatomische Zuordnung unterschiedlicher Handgelenkpathologien; dies ist im Handgelenkbereich oftmals entscheidend für eine korrekte Therapie. Eine Anwendung der SPECT/CT erscheint aus

unserer Sicht immer dann sinnvoll, wenn eine Abklärung mittels MRT unergiebig war bzw. die MRT mehrere Pathologien zeigt, bei denen nicht klar ist, welche die klinisch führende ist. Momentan beschränkt sich der Einsatz der SPECT/CT im Handgelenkbereich meist noch auf ihren Stellenwert als problemlösende Methode. Aus unserer Sicht sprechen jedoch viele gute Gründe für einen künftigen, teils primären Einsatz bei bestimmten ossären Pathologien, speziell post-traumatischen Fragestellungen, Patienten mit Metallimplantaten oder bei unklaren Handgelenkschmerzen.

Korrespondenzadresse



Dr. M.W. Huellner
Institut für Radiologie
und Nuklearmedizin,
Luzerner Kantonsspital,
CH-6004 Luzern,
Schweiz
martin.huellner@usz.ch

Interessenkonflikt. Der korrespondierende Autor gibt für sich und seine Koautoren an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Literatur

- Buck AK, Nekolla S, Ziegler S et al (2008) SPECT/CT. *J Nucl Med* 49:1305–1319
- Cone RO, Szabo R, Resnick D et al (1983) Computerized tomography of the normal radioulnar joints. *Invest Radiol* 18:541–545
- Dalinka MK, Alazraki N, Berquist TH et al (2000) Chronic wrist pain. American College of Radiology. ACR Appropriateness Criteria. *Radiology* 215(Suppl):333–338
- Even-Sapir E, Flusser G, Lerman H et al (2007) SPECT/multislice low-dose CT: a clinically relevant constituent in the imaging algorithm of nononcologic patients referred for bone scintigraphy. *J Nucl Med* 48:319–324
- Gnanasegaran G, Adamson K, Barwick T (2010) Multislice SPECT/CT gains wider clinical acceptance. *Diagn Imaging Eur* 26(1):1–8
- Hirschmann MT, Iranpour F, Konala P et al (2010) A novel standardized algorithm for evaluating patients with painful total knee arthroplasty using combined single photon emission tomography and conventional computerized tomography. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 18:939–944
- Hirschmann MT, Schmid R, Dhawan R et al (2011) Combined single photon emission computerized tomography and conventional computerized tomography: clinical value for the shoulder surgeons? *Int J Shoulder Surg* 5:72–76
- Hüllner MW, Burkert A, Schleich FS et al (2012) SPECT/CT versus MRI in patients with nonspecific pain of the hand and wrist – a pilot study. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 39(5):750–759

- Kihara H, Short WH, Werner FW et al (1995) The stabilizing mechanism of the distal radioulnar joint during pronation and supination. *J Hand Surg [Am]* 20:930–936
- King GJ, McMurtry RY, Rubenstein JD et al (1986) Kinematics of the distal radioulnar joint. *J Hand Surg [Am]* 11:798–804
- Knupp M, Pagenstert GI, Barg A et al (2009) SPECT/CT compared with conventional imaging modalities for the assessment of the varus and valgus malaligned hindfoot. *J Orthop Res* 27:1461–1466
- Kruger T, Hug U, Hüllner MW et al (2011) SPECT/CT arthrography of the wrist in ulnocarpal impaction syndrome. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 38(4):792
- Lichtman D, Alexander A (eds) (1997) *The wrist and its disorders*. Saunders, Philadelphia
- Lichtman DM, Joshi A (2003) Acute injuries of the distal radioulnar joint and triangular fibrocartilage complex. *Instr Course Lect* 52:175–183
- Linke R, Kuwert T, Uder M et al (2010) Skeletal SPECT/CT of the peripheral extremities. *AJR Am J Roentgenol* 194:W329–335
- Linscheid RL (1992) Biomechanics of the distal radioulnar joint. *Clin Orthop Relat Res* (187):46–55
- Lo IK, Macdermid JC, Bennett JD et al (2001) The radioulnar ratio: a new method of quantifying distal radioulnar joint subluxation. *J Hand Surg [Am]* 26:236–243
- Orr JD, Sabesan V, Major N et al (2010) Painful bone marrow edema syndrome of the foot and ankle. *Foot Ankle Int* 31:949–953
- Pfirrmann CW, Theumann NH, Chung CB et al (2001) What happens to the triangular fibrocartilage complex during pronation and supination of the forearm? Analysis of its morphology and diagnostic assessment with MR arthrography. *Skeletal Radiol* 30:677–685
- Soubeyrand M, Wassermann V, Hirsch C et al (2011) The middle radioulnar joint and triarticular forearm complex. *J Hand Surg Eur Vol* 36(6):447–454
- Tsai PC, Paksima N (2009) The distal radioulnar joint. *Bull NYU Hosp Jt Dis* 67:90–96
- Vanhoenacker FM, Snoeckx A (2007) Bone marrow edema in sports: general concepts. *Eur J Radiol* 62:6–15
- Viegas SF, Wagner K, Patterson R et al (1990) Medial (hamate) facet of the lunate. *J Hand Surg [Am]* 15:564–571
- Zanetti M, Bruder E, Romero J et al (2000) Bone marrow edema pattern in osteoarthritic knees: correlation between MR imaging and histologic findings. *Radiology* 215:835–840