

Hybrid Imaging: SPECT/CT bei muskuloskelettalen Fragestellungen



Der Autor

Dr. med. Carsten Pietsch
Facharzt FMH Radiologie und Nuklearmedizin

Die SPECT/CT ist eine wertvolle Erweiterung der klassischen Skelettszintigraphie bei der Abklärung u.a. von Knochen- und Gelenkerkrankungen. Die modernen Scanner erlauben die Untersuchung aller Gelenkregionen bis hin zu den kleinen Gelenken an Hand und Fuss.

Technischer Hintergrund

Die Abkürzung SPECT/CT steht für Single Photon Emission Computed Tomography/Computed Tomography. Es handelt sich dabei um ein kombiniertes nuklearmedizinisch/radiologisches Untersuchungsverfahren, welches als Erweiterung der bekannten planaren Ganzkörperszintigraphie zu verstehen ist.

Der modular aufgebaute SPECT/CT-Scanner (Abb. 1) verfügt einerseits über eine Gammakamera im vorderen Teil (nuklearmedizinische Komponente), andererseits über einen Computertomographen (CT, radiologische Komponente) im hinteren Teil des Scanners.



Abbildung 1: SPECT/CT Scanner im MRI Stadelhofen.

Nach Anfertigung einer planaren Ganzkörperszintigraphie mit arretierten Köpfen der Gammakamera kann ein speziell interessierender Körperabschnitt zusätzlich mittels der langsam um den Patienten rotierenden Gammakameraköpfe als Schnittbild (SPECT) und direkt im Anschluss ohne Umlagern des Patienten bzw. in exakt gleicher Untersuchungsposition die CT derselben Region erfasst werden – die eigentliche SPECT/CT. Man kombiniert also in dieser Bildgebung die hoch sensitive, aber unspezifische metabolische Information der Szintigraphie mit der sehr spezifischen, jedoch nicht sehr sensitiven CT. Zur vereinfachten Darstellung werden die akquirierten Bilder dann fusioniert, wobei die CT üblicherweise in Graustufen, die nuklearmedizinische Komponente farbig dargestellt wird.

Mit einem SPECT/CT-Scanner können je nach eingesetztem Radiopharmakon/Tracer unterschiedliche metabolische Informationen gewonnen werden. Bei muskuloskelettalen Fragestellungen wird üblicherweise primär eine sogenannte „Skelettszintigraphie“ durchgeführt.

Wie in der planaren Skelettszintigraphie stellt man auch mittels SPECT den Knochenumsatz dar. Dies erfolgt durch die intravenöse Injektion einer gering radioaktiv markierten Substanz, einem Bisphosphonat-Analogon (z.B. 2,3-Dicarboxypropan-1,1-Diphosphonat, kurz ^{99m}Tc -DPD). Unmittelbar nach der Injektion (Einflussphase) können rasche szintigraphische Aufnahmen eine Mehr- oder Minderperfusion der Weichteile und im Anschluss (Frühphase) die des Knochens anzeigen. Das ^{99m}Tc -DPD wird während der Uptakezeit von ca. 4 Stunden in den Knochen eingebaut, sodass dadurch in der Spätphase die Osteoblastenaktivität visualisiert werden kann.

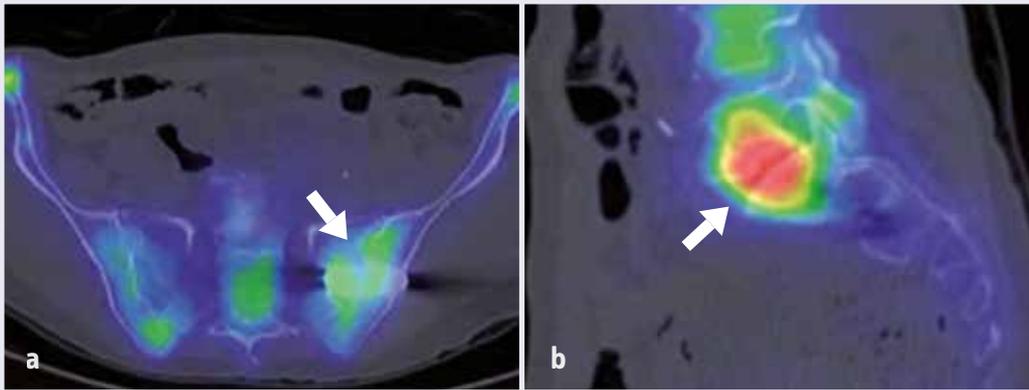


Abbildung 2: Unklare Beschwerden bei Status nach Verschraubung des linken ISG, DD Schraubenlockerung, Restinstabilität. Die SPECT/CT zeigt eine regelrechte Integration mit residuellen Ein-/Umbauvorgängen nach Verschraubung (Bild a, Pfeil). Als Schmerzursache konnte eine deutlich aktivierte Osteochondrose LWK 5/SWK 1 identifiziert werden (Bild b, Pfeil).

Die Beurteilung der Aufnahmen an unserem Institut erfolgt ausschliesslich durch Doppelfachärzte Radiologie und Nuklearmedizin, sodass die fachgerechte integrative Beurteilung beider Untersuchungskomponenten gewährleistet ist.

Indikationen

Degenerative Erkrankungen

Die Differenzierung rein degenerativer von sogenannten „aktivierten degenerativen“ Veränderungen kann mit der rein morphologischen Bildgebung eine Herausforderung sein, insbesondere bei multisegmentalen Veränderungen, z.B. am Achsen skelett. Die aktivierten degenerativen Veränderungen zeichnen sich neben den bekannten morphologischen Aspekten durch eine Aktivierung des Knochenstoffwechsels aus. Die SPECT/CT ist somit in der Lage, die beschwerdeverursachende Läsion einfach zu identifizieren und durch die CT-Komponente genau zu lokalisieren, sodass eine zielgerichtete Therapie, z.B. eine Infiltration, möglich wird.

Besonders in postoperativen Situationen kann die SPECT/CT hilfreich sein. Unabhängig von (Metall-)Artefakten wird die Erhöhung des Knochenmetabolismus erfasst und mittels CT korrekt zugeordnet. Es hat sich gezeigt, dass bis zu 14% der Patienten nach operativen Eingriffen an der Wirbelsäule erneute Interventionen benötigen. Die SPECT/CT zeigt hierbei zuverlässig die häufigsten postoperativen Komplikationen/Veränderungen an: Durchbau, Pseudarthrosen, Schraubenfehl- bzw. -lockerung oder -bruch, epifusionelle Anschlussdegenerationen einschliesslich Instabilitäten, drohende oder erfolgte Abschlussplattenfrakturen nach Vertebroplastien.

Neben dem Achsen skelett hat sich der Einsatz der SPECT/CT bei unklaren Schmerzen an Händen bzw. Füssen etabliert. Hierbei scheint die SPECT/CT der MRI häufig überlegen bzgl. der Detektion der Lokalisation der schmerzauslösenden Pathologie, sodass es durch diese Zusatzinformation in einer signifikanten Anzahl der Fälle zu einer Beeinflussung des weiteren klinischen Prozederes kommt

(Accuracy / PPV MRI 0.56 / 0.80 vs. SPECT/CT 0.77 / 0.98). Gerade auch bei Statikfehlern im Bereich des oberen oder unteren Sprunggelenkes hat sich die SPECT/CT etabliert. Sie visualisiert zuverlässig die Stressreaktion der am meisten belasteten Knochen und kann wegweisend sein für eine zielgerichtete Infiltration, Umstellung oder orthetische Behandlung.

Da die SPECT/CT über die Osteoblastenaktivität in

der Lage ist, eine Stressreaktion des Knochens zu visualisieren, zählt die Identifizierung von Stress- bzw. Insuffizienzfrakturen zu den klassischen Indikationen. Durch die Akquisition einer planaren Ganzkörperszintigraphie werden hierbei mögliche weitere Stressfrakturen, z.B. der angrenzenden Knochen, gefunden. Zur Planung des therapeutischen Prozederes kann dann wiederum die in der gleichen Untersuchung angeschlossene volldiagnostische CT verwendet werden. So zeigen sich z.B. bei Hochleistungsausdauersportlern häufig mehrfache Stressfrakturen entlang der gesamten unteren Extremität, von denen jedoch zunächst nur eine klinisch auffällig geworden ist. Die Darstellung der Stressreaktion kann man sich auch zur Planung vor Gelenkersatz zu Nutze machen. So wird der Nachweis einer Stressreaktion in lediglich einem Kompartiment des degenerativ veränderten Knies von einigen Operateuren genutzt, um eine Umstellungsosteotomie bzw. eine Hemiprothese einer Totalendoprothese vorzuziehen.

Auch nach Prothesenimplantation gewinnt die SPECT/CT einen wachsenden Stellenwert. Neben der Möglichkeit, Lockerungszeichen einer Prothese (idealerweise im Vergleich mit der konventionellen radiologischen Bildgebung) sowie deren Lage und Intaktheit zu beurteilen, können Stressreaktionen durch (periprothetische) Fehlbelastung und/oder eine Lockerung nuklearmedizinisch erfasst werden. Damit ist die SPECT/CT der konventionellen Bildgebung häufig überlegen und kann zudem u.U. Hinweise auf einen bestehenden Infekt bieten (s.u.).

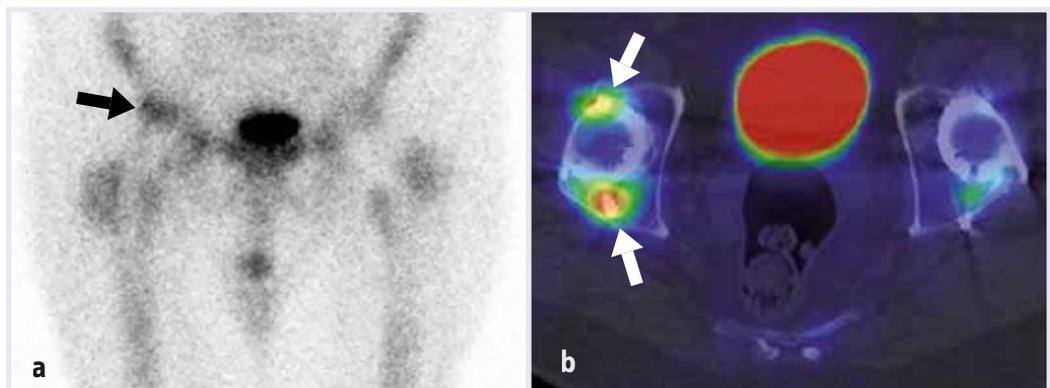


Abbildung 3: Status nach beidseitiger Hüft-TEP. Rechts unklare Beschwerden, konventionell-radiologisch unauffällig. Szintigraphisch Zeichen der Pfannenlockerung (Bild a, Pfeil) bei erhöhtem Knochenumsatz um die CT-morphologisch noch unauffälligen Verankerungsschrauben ventral und dorsal in der SPECT/CT (Bild b, Pfeile).

Für die Beurteilung einer Prothese spielen viele Faktoren eine Rolle, wie z.B. der Prothesentyp und sein Verankerungsmechanismus sowie dessen Biomechanik, der Zeitpunkt der Implantation vor Bildgebung und ob die Prothese zementiert wurde oder nicht. Die Datenlage lässt bisher eine fundierte Befundung vor allem

von Hüft- und Knieprothesen zu, der Vorhersagewert für eine Lockerung für alle Prothesenarten wird als hoch eingeschätzt. Als Faustregel gilt, dass eine szintigraphische Untersuchung nicht vor 12 Monaten postoperativ erfolgen sollte.

Durch die routinemässige Akquisition einer Mehrphasenszintigraphie lässt sich die Aktivität und Durchblutung des Knochens beurteilen (s.o.). So lässt sich auch die Vitalität von Knochenfragmenten bzw. -interponaten einschätzen. Insbesondere in der Nähe von Osteosynthesematerialien kann hier die Beurteilbarkeit in der MRI eingeschränkt sein, sodass die SPECT/CT als Alternative zum Einsatz kommt. Zum anderen hat sich die SPECT/CT in der Evaluation der Integration von Knocheninterponaten bewährt (Abb. 6/7). In diesem Zusammenhang ist noch die präoperative Einschätzung der Aktivität heterotoper Ossifikationen vor Exstirpation zu erwähnen. Es hat sich gezeigt, dass diese in der szintigraphischen Frühphase inaktiv sein sollten, bevor sie entnommen werden, um die Rezidivrate gering zu halten.

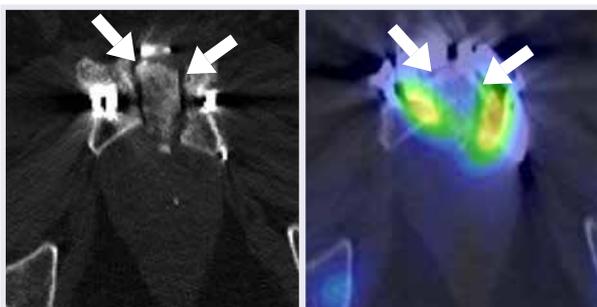


Abbildung 4: Status nach Knocheninterponat (Pfeile) der Symphyse. Das Interponat weist keinen Traceruptake auf (Pfeile Bild rechts) und ist somit avital.

Infektszintigraphie

Die Infektszintigraphie mit der SPECT/CT wird als Zusatzuntersuchung zur konventionellen Skelettszintigraphie eingesetzt, allerdings kann sie aus physikalischen Gründen nicht am gleichen Tag wie die Skelettszintigraphie durchgeführt werden. Für die Infektszintigraphie kommt ein anderer Tracer zum Einsatz. Es handelt sich dabei um einen gering radioaktiv markierten monoklonalen Antigranulozytenantikörper, der an das NCA95-Antigen bindet, welches sich auf Granulozytenoberflächen findet.

Zur korrekten Interpretation der szintigraphischen Aufnahmen müssen 6 Stunden und 24 Stunden nach der Injektion des Tracers vergangen sein. Über das Anreicherungsverhalten in Relation

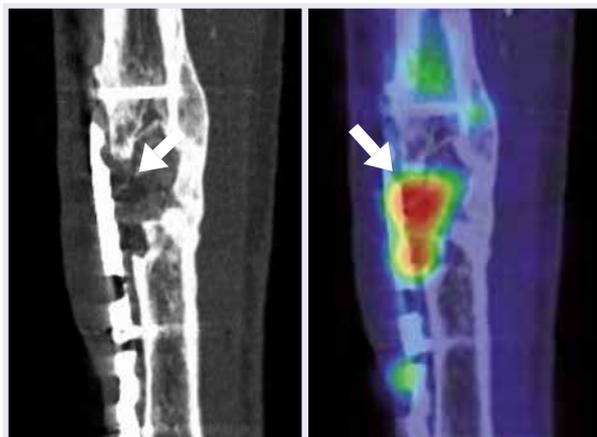


Abbildung 5: Status nach Tibiaosteosynthese und mehrfacher Revision. Aktuell Osteomyelitis mit deutlichem Antigranulozytenuptake unter der Platte in der Defektzone (Pfeile).

zum gesunden Knochenmark z.B. der Gegenseite kann ein (Low Grade-) Infekt erkannt werden. Die Sensitivität liegt bei 90%. Besonders der hohe negative prädiktive Wert spielt vor möglicher Prothesenrevision eine wichtige Rolle (je nach Studie NPV bis 1). Der Ausschluss insbesondere auch von Low-Grade-Infekten wird seitens der orthopädischen Chirurgen hinsichtlich der Planung eines ein- bzw. zweizeitigen Vorgehens geschätzt. Im Weiteren hat sich gezeigt, dass mittels SPECT/CT mit hoher Sicherheit ein eigentlicher Protheseninfekt von einem Infekt der umgebenden Weichteile differenziert werden kann. Dies hat einen entscheidenden Einfluss auf das weitere klinische Vorgehen.

Einschränkend ist zu bemerken, dass Infektionen an der Wirbelsäule nicht gut beurteilt werden können, da die hier in hoher Anzahl vorhandenen Vorläuferzellen im Knochenmark NCA-95 exprimieren und somit eine Differenzierung zu einem Infekt häufig nicht möglich ist.

Infektszintigraphien mit SPECT/CT werden ab sofort auch am Medizinisch Radiologischen Institut am Stadelhofen angeboten.

Referenzen

1. Scheyerer, Pietsch et al: SPECT/CT for imaging of the spine and pelvis in clinical routine: a physician's perspective of the adoption of SPECT/CT in a clinical setting with a focus on trauma surgery. Eur J Nucl Med Mol Imaging. 2014
2. Molecular Anatomic Imaging: PET/CT, PET/MR, and SPECT/CT, Chapter 65-68, von Schulthess GK, Pietsch et al, 3rd edition, 2016, Wolters Kluwer

VueMotion / MyVue - das Bildarchiv für unsere Patienten

Zuweisende haben im MRI über VueMotion Zugriff auf Patientenbilder und Befunde. Ebenso haben alle Patienten über MyVue Zugriff auf ihre Bilder ohne Befunde. Beide Archive sind als 24/7 Service über die Homepage des MRI erreichbar.

Der Bildzugriff als Patient erfolgt über: <https://patient.mri-roentgen.ch>. Alternativ finden Sie den Link „Bildarchiv für Patienten“. Mit den Daten auf Ihrer persönlichen Karte können Sie sich auf der rechten Seite einloggen. Im Portal sind alle Untersuchungen von Ihnen verfügbar. Es besteht natürlich jederzeit die Möglichkeit, Ihr Passwort zu ändern.

Der Bildzugriff als betreuender Arzt erfolgt über: <https://telerad.mri-roentgen.ch> oder unsere Startseite über den Link „Bildarchiv (für Ärzte/Zuweiser)“.

Mittelfristiges Ziel unsererseits ist die papier- und filmlose Dokumentation, letztendlich entscheiden Sie als betreuender Arzt jedoch, welche Form der Befunddokumentation für Sie die beste ist. Wunschänderungen können Sie jederzeit auf unseren Anmeldeformularen vermerken. Patienten- und Arztzugang sind über das TLS-Protokoll gesichert.

MRI INFOS

Neues am MRI

PD Dr. med. Florian M. Buck, Facharzt für Radiologie FMH, ist seit Mai 2016 bei uns tätig. Er ist auf rheumatologische und orthopädische Bildgebung spezialisiert und war Leitender Arzt an der Universitätsklinik Balgrist. PD Dr. med. Buck hat seine Ausbildung am Kantonsspital Luzern, der Universitätsklinik Balgrist sowie am Universitätsspital Basel und an der UCSD San Diego, USA, absolviert und sich in muskuloskelettaler Radiologie an der Universität Zürich habilitiert. Er bietet das gesamte Spektrum der diagnostischen und interventionellen muskuloskelettalen Radiologie an. Sein besonderes Interesse gilt der Bildgebung von Sportverletzungen und rheumatologisch-entzündlichen Erkrankungen.



Dr. med. Carsten Pietsch ist Facharzt für Radiologie und Nuklearmedizin (FMH) und verstärkt seit Mai 2016 unser Team. Seine Ausbildung zum Radiologen absolvierte er an der Universitätsklinik Köln und dem Kantonsspital Aarau, seit 2009 als Oberarzt. Parallel dazu absolvierte Dr. med. Pietsch seine Ausbildung zum Nuklearmediziner am Universitätsspital Zürich und wurde 2013 zum Oberarzt befördert. Von 2014 an baute Dr. med. Pietsch als Stv. Leiter Nuklearmedizin das PET/CT-Zentrum der Hirslanden Klinik St. Anna Luzern auf und etablierte es sehr erfolgreich in der Region. Dr. med. Pietsch unterstützt unser Team durch seine tiefen Kenntnisse in der onkologischen und muskuloskelettalen Hybridbildung (PET/CT, SPECT/CT) sowie radiologisch in der senologischen Bildgebung.



Standorterweiterung Schulthess Klinik

In Nachfolge von Dr. Huber führen wir seit Januar 2016 in der Schulthess Klinik die MR-Dienstleistungen weiter und haben damit unseren vierten Standort eröffnet. Wir bieten am MRI Schulthess Klinik, trotz Schwerpunkt muskuloskelettale Bildgebung, alle gängigen MR-Untersuchungen an. Fachkompetenz und Kundenorientierung im Sinne des Zuweisers und Patienten, prägnante Merkmale der Dienstleistung am MRI, gelten ab sofort auch für unseren neusten Standort.

MRI ÄRZTETEAM

Fachärzte FMH Radiologie

Dr. med. Cyrille H. Benoit
Dr. med. Thomas P. Bischof
PD Dr. med. Florian M. Buck
Dr. med. Faril Gantino
PD Dr. med. Paul R. Hilfiker
Dr. med. Roger Hunziker
PD Dr. med. Thomas Schertler
PD Dr. med. Marius Schmid
Dr. med. Katharina Stoob

Fachärzte FMH Radiologie und Nuklearmedizin

Prof. Dr. med. Thomas Hany
Dr. med. Carsten Pietsch
Dr. med. Daniel T. Schmid

Fachärzte FMH Radiologie und Neuroradiologie

Prof. Dr. med. Bernhard Schuknecht
Dr. med. Torsten Straube
PD Dr. med. Stephan Ulmer

ANMELDUNG UND BEFUNDE

MRI Bahnhofplatz

Bahnhofplatz 3
8001 Zürich

Telefon +41 (0)44 225 20 90
Fax +41 (0)44 211 87 54
E-Mail mri-bhp@hin.ch

MRI Bethanien

Toblerstrasse 51
8044 Zürich

+41 (0)44 257 20 90
+41 (0)44 251 69 11
mri-bth@hin.ch

MRI Stadelhofen

Goethestrasse 18
8001 Zürich

+41 (0)44 226 20 90
+41 (0)44 226 20 50
anmeldung-mri@hin.ch

MRI Schulthess Klinik

Lengghalde 2
8008 Zürich

+41 (0)44 542 20 90
+41 (0)44 542 20 50
mri-shk@hin.ch

Website MRI Institute
www.mri-roentgen.ch