

**Zeitschrift:** Physioactive  
**Herausgeber:** Physioswiss / Schweizer Physiotherapie Verband  
**Band:** 51 (2015)  
**Heft:** 2

**Artikel:** SPECT/CT : erste Anzeichen einer Kniegelenksarthrose erkennen =  
SPECT/CT : identifier les premiers signes de gonarthrose  
**Autor:** Rieger, Bertram / Hirschmann, Michael T.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-928973>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 27.04.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## SPECT/CT: erste Anzeichen einer Kniegelenksarthrose erkennen

### SPECT/CT: identifier les premiers signes de gonarthrose

DR. MED. BERTRAM RIEGER, PD DR. MICHAEL T. HIRSCHMANN

Das neue Verfahren SPECT/CT erlaubt es, erste arthrotische Veränderungen am Kniegelenk zu erkennen, bevor strukturelle Schäden auftreten.

Je früher eine Arthrose des Kniegelenks erkannt wird, desto früher kann sie auch behandelt werden. Die frühe Diagnostik der Arthrose war allerdings bisher nur schwer möglich. Selbst die Magnetresonanztomografie (MRT) ist nicht verlässlich in der Lage, erste arthrotische Veränderungen und Überlastungen vor ersten strukturellen Schäden zu identifizieren. Seit einiger Zeit steht dem Orthopäden eine neue Bildgebung namens SPECT/CT zur Verfügung.

#### Was ist SPECT/CT?

SPECT/CT ist ein neues Untersuchungsverfahren, das die Vorteile von zwei bekannten Bildgebungsverfahren, der 3D-Skelettszintigrafie (SPECT) und dem Schichtröntgen (CT), miteinander kombiniert.

Die *SPECT* ist ein sehr sensibles nuklearmedizinisches Verfahren, das Veränderungen des Knochenstoffwechsels darstellt. Hierbei wird dem Patienten eine radioaktiv markierte Substanz (Tracer) gespritzt, in der Regel ein mit Technetium-99 markiertes Diphosphonat, das auf aktive Knochenzellen ausgerichtet ist. Nach Verstoffwechslung durch aktive Knochenzellen wird mit einer Gammakamera die Aktivität des Knochenstoffwechsels sichtbar gemacht.

**Abbildung 1: SPECT/CT einer medialen Arthrose des Kniegelenks. Im rechten Bild ist eine erhöhte Stoffwechselaktivität im medialen Kompartiment sichtbar. Im Vergleich auf der kontralateralen Seite keine Aktivität. | Illustration 1: SPECT/CT d'une arthrose médiane de l'articulation du genou. Sur la photo de droite, on remarque une activité métabolique accrue dans le compartiment médian. En comparaison, pas d'activité du côté controlatéral.**

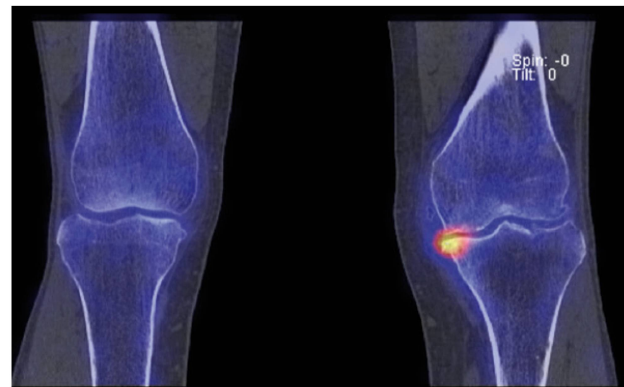
La nouvelle procédure SPECT/CT permet d'identifier les premières modifications arthrosiques au niveau de l'articulation du genou avant que n'apparaissent des dommages structuraux.

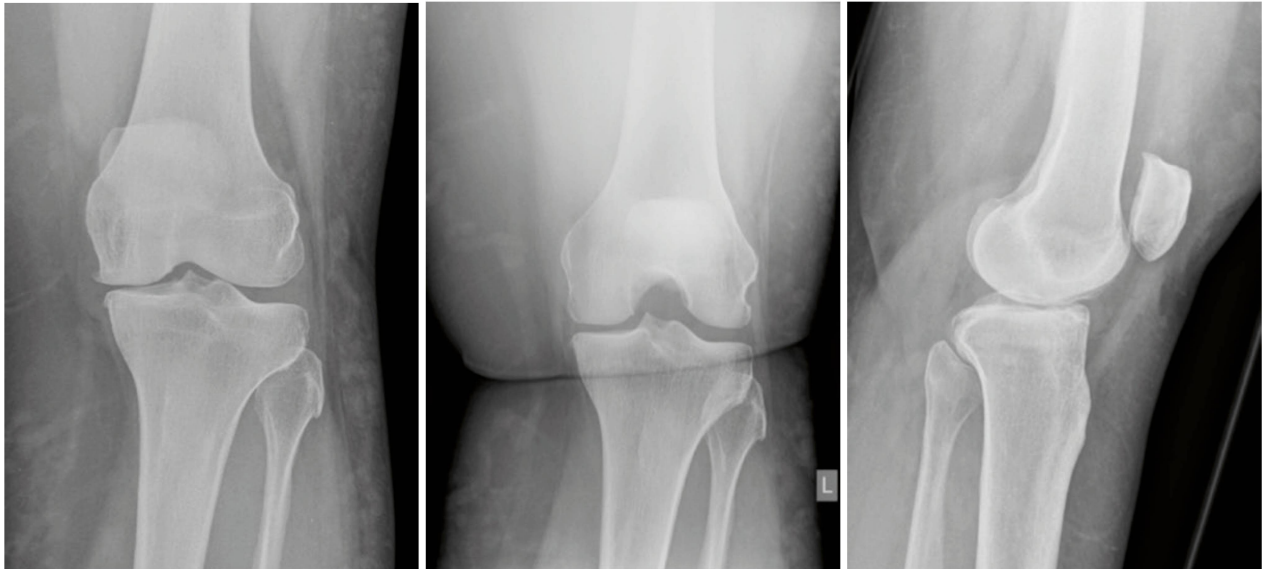
Plus la gonarthrose est identifiée tôt, plus elle peut être traitée tôt. Cependant, le diagnostic précoce de l'arthrose n'a jusqu'ici été que difficilement possible. Même la tomographie par résonance magnétique (TRM) n'est pas en mesure d'identifier de manière fiable les premières modifications arthrosiques et les surcharges avant les premiers dommages structuraux. Depuis un certain temps, l'orthopédiste dispose d'une nouvelle imagerie appelée SPECT/CT.

#### Qu'est-ce que le SPECT/CT?

Le SPECT/CT est une nouvelle procédure d'examen qui combine les avantages de deux procédures d'imagerie connues, la scintigraphie osseuse en 3D (SPECT) et le scanner (CT).

Le *SPECT* est une procédure très sensible de la médecine nucléaire qui montre les modifications du métabolisme osseux. Pour ce faire, on injecte au patient un marqueur radioac-





**Abbildung 2a–c: Konventionelle Röntgenbilder. 2a) Anterior posterior (ap) Strahlengang. 2b) Schuss Aufnahme (belastete Flexion in ap). 2c) streng seitliche Aufnahme. Es zeigt sich eine Verminderung des Gelenkspaltes medialseitig. | Illustration 2a–c: Radiographies conventionnelles. 2a) Rayonnement antérieur postérieur (ap). 2b) Cliché en schuss (flexion en charge en ap). 2c) Cliché strictement latéral. On constate une réduction de l'espace articulaire du côté médian.**

Die *Computertomografie* ist ein hochauflösendes bildgebendes Röntgenschnittverfahren, das dazu dient, strukturelle Veränderungen des Knochens darzustellen. So lassen sich Knochenveränderungen sehr spezifisch beurteilen. Im Gegensatz zum Röntgen lassen sich die Bilder in 3D rekonstruieren.

#### Veränderter Stoffwechsel sichtbar gemacht

Bei der Arthrose gehen Veränderungen des Knochenstoffwechsels den sichtbaren strukturellen Veränderungen voraus. Deswegen kann die SPECT/CT zur Diagnostik der Früharthrose herangezogen werden. In mehreren Studien konnte bewiesen werden, dass SPECT/CT tatsächlich eine Früharthrose erkennen kann [3–5].

Mucha et al. konnten in einer Studie zeigen, dass die Höhe der Knochen-Tracer-Aufnahme im SPECT/CT (d. h. wie viel Tracer der Knochen aufnimmt) von der mechanischen Beinachse abhängt [1]. Patienten mit varischer Beinachse haben eine vermehrte Belastung im medialen Knie-Kompartiment. Im SPECT/CT lassen sich Patienten mit einer chronischen achsenbedingten Überlastung an einer erhöhten Knochen-Tracer-Aufnahme im medialen Femurkondylus als auch Tibiaplateau erkennen (*Abbildung 1*). Das bedeutet, dass der Knochenstoffwechsel an dieser Stelle erhöht ist. Patienten mit einer Valgus-Achse haben eine erhöhte Knochen-Tracer-Aufnahme im lateralen Knie-Kompartiment.

In einer weiteren Studie konnten Schoen et al. zeigen, dass auch bei Patienten mit einer patellofemorale Überlas-

tif (traceur), généralement du diphosphonate marqué avec du technétium-99, qui cible les cellules osseuses actives. Après la métabolisation par les cellules osseuses actives, l'activité du métabolisme osseux est rendue visible par une caméra gamma.

La *tomographie informatisée* est un procédé de scanner qui fournit des images de haute résolution, ce qui permet de montrer les modifications structurales de l'os. Ainsi, il est possible d'évaluer les modifications osseuses de manière très spécifique. Contrairement à celles de la radiographie, ces images peuvent être reconstituées en 3D.

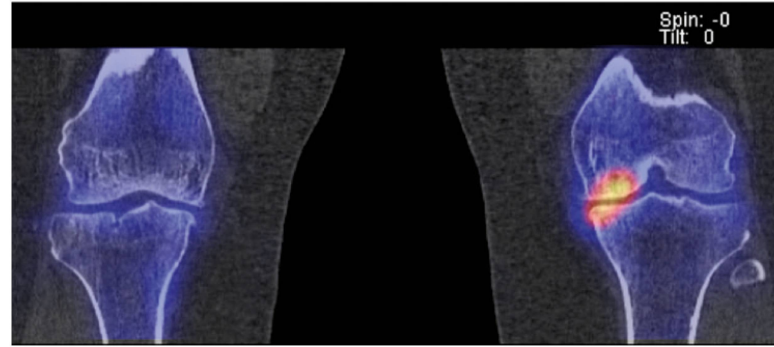
#### Un métabolisme modifié rendu visible

Dans le cas de l'arthrose, les modifications du métabolisme osseux précèdent les modifications structurales visibles. C'est pourquoi le SPECT/CT peut être mis en œuvre pour le diagnostic de l'arthrose précoce. Plusieurs études ont montré que le SPECT/CT peut effectivement identifier l'arthrose précoce [3–5].

Mucha et al. ont montré que l'importance de l'absorption du traceur osseux dans le SPECT/CT (c.-à-d. le nombre de traceurs que l'os absorbe) dépend de l'axe mécanique de la jambe [1]. Les patients dont l'axe de la jambe est en varus présentent une charge accrue dans le compartiment médian du genou. Le SPECT/CT permet d'identifier les patients qui présentent une surcharge chronique liée à l'axe grâce à une absorption osseuse accrue du traceur dans le condyle médian du fémur tout comme dans le plateau tibial (*illustration 1*).



**Abbildung 3:** Ganzbeinaufnahme mit varischer Beinachse. Die Mikulicz-Linie (Verbindungsline zwischen dem Hüftkopfszentrum und dem Sprunggelenkszentrum) verläuft durch das mediale Kompartiment. **Illustration 3:** Radiographie der jambe complète avec axe en varus. La ligne de Mikulicz (ligne de liaison entre le centre de la tête fémorale et le centre de la cheville) passe par le compartiment médian.



**Abbildung 4:** SPECT/CT in koronarer Schichtung mit vermehrter Knochen-Tracer-Aufnahme im medialen Kompartiment des linken Kniegelenks. **Illustration 4:** SPECT/CT en stratification coronaire avec absorption osseuse accrue du traceur dans le compartiment médian de l'articulation du genou gauche.

Cela signifie que le métabolisme osseux est accru à cet endroit. Les patients dont l'axe de la jambe est en valgus présentent une absorption osseuse plus élevée du traceur dans le compartiment latéral du genou.

Dans une autre étude, Schoen et al. ont montré qu'une surcharge fémoro-patellaire est également détectable de manière précoce chez les patients qui en sont atteints grâce au SPECT/CT [2]. Ce même groupe de travail a découvert dans 84 SPECT/CT réalisés successivement qu'une rotule basse (patella baja) et une inclinaison latérale accrue de la rotule («patellar tilt») vont de pair avec une absorption osseuse plus élevée du traceur dans les zones plus sollicitées. C'est pourquoi le SPECT/CT peut apporter des indications importantes sur la charge fémoropatellaire avant et après les opérations de correction de la course rotulienne, telles que le déplacement de tubérosité, les reconstructions de ligaments ou les interventions de creusement de la trochlée.

Deux exemples de cas vont nous permettre d'exposer les possibilités du SPECT/CT dans la pratique clinique quotidienne.

### Surcharge médiane chez un patient jeune

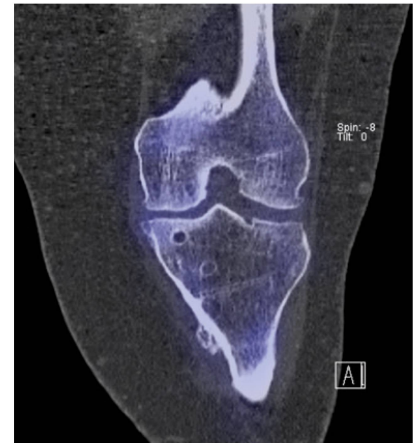
Un artisan a des douleurs qui augmentent depuis quelques mois, en particulier après le travail, dans la zone médiane du genou. Son activité professionnelle s'en trouve de plus en plus limitée. L'examen clinique montre un axe de la jambe en varus en position debout; on constate une douleur à la pression dans la zone de l'espace articulaire médian ainsi qu'un léger épanchement sans rougeur ni chaleur. Les signes du ménisque sont négatifs, les ligaments latéraux sont stables, tant en extension complète qu'en légère flexion. L'examen radiologique montre un rétrécissement de l'espace articulaire dans le compartiment médian sans signes secondaires d'ar-



**Abbildung 5:** Intraoperative Bildverstärkeraufnahme nach medial öffnender Tibiavalgisations-Osteotomie zur Korrektur der varischen Beinachse. | **Illustration 5:** Radiographie peropératoire avec amplificateur d'image après ostéotomie tibiale de valgisation à ouverture médiane pour la correction de l'axe de la jambe en varus.



**Abbildung 6:** Postoperatives Röntgen sechs Wochen nach der Operation mit korrekter Korrektur und intakter Stellung der Platte. | **Illustration 6:** Radiographie postopératoire prise six semaines après l'opération avec correction correcte et position intacte de la plaque.



**Abbildung 7:** SPECT/CT ein Jahr nach medial öffnender Tibiavalgisations-Osteotomie und nach Entfernung der winkelstabilen Platte. Zu sehen sind noch die Schraubenlöcher im Knochen und ein vollständig durchgebauter Osteotomie-Spalt. Keine Knochen-Tracer-Aufnahme im medialen Kompartiment. | **Illustration 7:** SPECT/CT un an après ostéotomie tibiale de valgisation à ouverture médiane et après retrait de la plaque à stabilité angulaire. On voit encore les trous des vis dans l'os et une fente d'ostéotomie complètement vascularisée. Pas d'absorption osseuse du traceur dans le compartiment médian.

tung das SPECT/CT eine solche früh sichtbar machen kann [2]. Dieselbe Arbeitsgruppe fand in 84 konsekutiv durchgeführten SPECT/CTs, dass eine tiefstehende Kniescheibe (Patella baja) und eine vermehrte laterale Neigung der Kniescheibe («patellar tilt») mit einer erhöhten Knochen-Tracer-Aufnahme an den belasteten Stellen einherging. Das SPECT/CT kann daher wichtige Hinweise zur patellofemorale Belastung vor und nach Korrekturoperationen der Patellaführung wie Tuberositas-Versetzung, Band-Rekonstruktionen oder Trochleavertiefungsplastiken liefern.

Anhand von zwei Fallbeispielen wollen wir die Möglichkeiten des SPECT/CT im klinischen Alltag verdeutlichen.

### Mediale Überlastung bei jüngerem Patienten

Ein Handwerker leidet an medial betonten Knieschmerzen, die seit einigen Monaten zunehmen, insbesondere nach der Arbeit. Seine Arbeitstätigkeit ist zunehmend eingeschränkt. In der klinischen Untersuchung zeigt sich im Stehen eine varische Beinachse und es besteht eine Druckdolenz im Bereich des medialen Gelenkspalts sowie ein leichter Erguss ohne Rötung oder Überwärmung. Die Meniskuszeichen sind negativ, die Seitenbänder sind sowohl in vollständiger Extension wie auch in leichter Flexion stabil. In der radiologischen Untersuchung ist eine Gelenkspaltverschmälerung im medi-

throse. La radiographie de la jambe complète laisse apparaître un axe de la jambe en varus (*illustrations 2 + 3*).

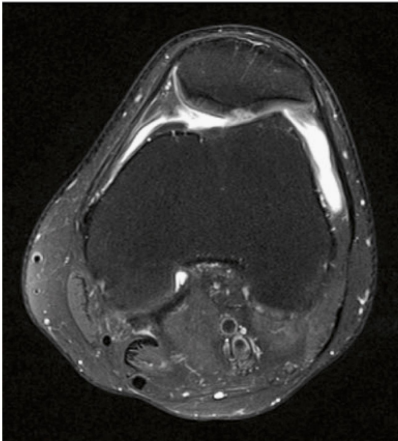
Le SPECT/CT montre une absorption osseuse accrue du traceur isolée dans le compartiment médian (*illustration 4*). L'indication a été posée de rectifier la jambe au moyen d'une ostéotomie tibiale de valgisation à ouverture médiane (*illustration 5*).

Le déroulement postopératoire s'est avéré sans problèmes et le patient n'avait plus aucune douleur lors du contrôle réalisé 3 mois plus tard (*illustration 6*). Un an après l'opération, le métal a été retiré et un examen SPECT/CT réalisé. Il n'y avait plus d'absorption osseuse du traceur dans le compartiment médian (*illustration 7*). L'intervention avait permis de normaliser le métabolisme osseux accru par l'arthrose précoce.

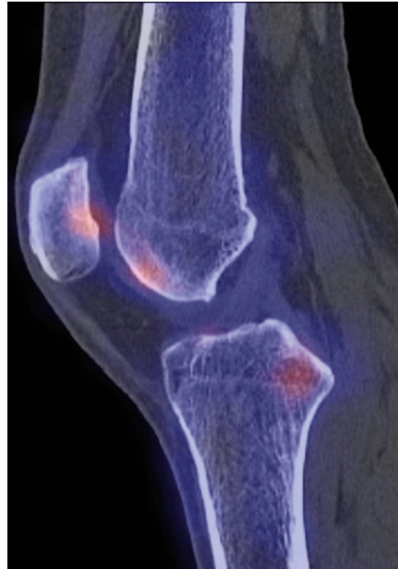
### Lésion traumatique du cartilage derrière la rotule

Un homme de 32 ans avait subi une contusion directe de l'articulation du genou gauche. Depuis lors, il se plaignait de douleurs croissantes derrière la rotule. L'IRM a montré une lésion légère à moyenne du cartilage dans le logement rétro-patellaire (*illustration 8*).

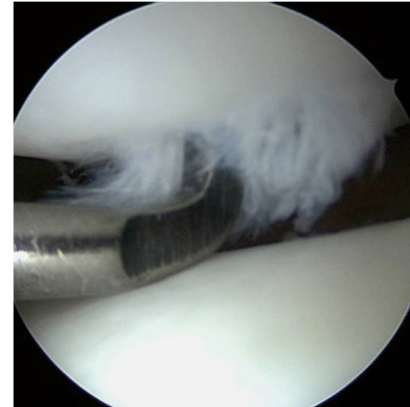
Le SPECT/CT a montré une absorption osseuse accrue du traceur dans le lit osseux de la lésion du cartilage (*illustration 9*).



**Abbildung 8:** In der MRT-Aufnahme ist ein fokaler Knorpeldefekt Grad III nach Outerbridge retropatellar sichtbar. | Illustration 8: L'IRM montre un défaut cartilagineux focal rétropatellaire de degré III d'après Outerbridge.



**Abbildung 9:** Im SPECT/CT zeigt sich eine vermehrte Knochen-Tracer-Aufnahme im Bereich der Patella mit Signalsteigerung in der Subchondralschicht. | Illustration 9: Le SPECT/CT montre une absorption osseuse accrue du traceur dans la zone de la rotule avec augmentation du signal dans la couche sous-chondrale.



**Abbildung 10:** Arthroskopisches Bild der Knie- und Trochlea. Mit einem arthroskopischen Tasthaken wird die Tiefe der Läsion auspalpiert. | Illustration 10: Image arthroscopique de la rotule et de la trochlée. Un crochet palpeur arthroscopique permet de sonder la profondeur de la lésion.

alen Kompartiment sichtbar ohne sekundäre Zeichen einer Arthrose. In der Ganzbeinaufnahme liegt eine varische Beinachse vor (*Abbildung 2 + 3*).

Im SPECT/CT zeigt sich eine vermehrte Knochen-Tracer-Aufnahme isoliert im medialen Kompartiment (*Abbildung 4*). Es wurde die Indikation gestellt, das Bein mit einer medial öffnenden Tibiavalgisations-Osteotomie zu begradigen (*Abbildung 5*).

Der postoperative Verlauf gestaltete sich problemlos und der Patient war in der Dreimonatskontrolle beschwerdefrei (*Abbildung 6*). Ein Jahr postoperativ erfolgte die Metallentfernung und eine SPECT/CT-Untersuchung, es gab keine Knochen-Tracer-Aufnahme mehr im medialen Kompartiment (*Abbildung 7*). Die früharthrotisch erhöhte Knochenstoffwechselaktivität ist durch die Therapie normalisiert worden.

### Traumatischer Knorpelschaden hinter der Kniescheibe

Ein 32-jähriger Mann erleidet eine direkte Kontusion des linken Kniegelenks. Seither hat er zunehmende Beschwerden hinter der Kniescheibe. Im MRT war eine leichte bis mittelschwere Knorpelläsion im retropatellaren Gleitlager sichtbar (*Abbildung 8*).

Das SPECT/CT zeigte eine vermehrte Knochen-Tracer-Aufnahme im Knochenbett des Knorpelschadens (*Abbildung 9*).

La plaque sous-chondrale était donc impliquée. L'arthroscopie a confirmé une lésion focale du cartilage et de l'os qui s'étendait jusqu'à la plaque sous-chondrale (*illustration 10*). Dans une première étape, du tissu cartilagineux a été retiré et le lit osseux a été préparé pour une transplantation. Trois semaines plus tard, les cellules de cartilage cultivées ont été réimplantées grâce à une mini arthrotomie. Dans un tel cas, le SPECT/CT aide à vérifier s'il y a une atteinte osseuse.

### Une méthode d'examen extrêmement sensible

L'introduction clinique de l'imagerie SPECT/CT a apporté une nouvelle impulsion au dépistage précoce de l'arthrose de l'articulation du genou. Nous disposons ainsi d'une procédure qui permet de combiner des informations mécaniques avec des modifications du métabolisme. Une véritable évaluation de la biomécanique (du métabolisme influencé par la mécanique) est désormais possible. L'examen SPECT/CT est une méthode d'examen extrêmement sensible pour l'évaluation des modifications de surcharges dues à une arthrose précoce. Il est nécessaire de travailler avec un médecin expérimenté en médecine nucléaire pour obtenir une bonne interprétation des images. |

Die subchondrale Platte war also mitbeteiligt. In der Arthroskopie bestätigte sich eine fokale bis an die subchondrale Platte reichende Knorpel-Knochen-Läsion (Abbildung 10). In einem ersten Schritt wurde Knorpelgewebe entnommen und das Knochenbett für die Transplantation vorbereitet. Nach drei Wochen wurden die angezüchteten Knorpelzellen über eine Miniarthrotomie reimplantiert. Das SPECT/CT hilft in einem solchen Fall zu identifizieren, ob eine Knochenmitbeteiligung vorliegt.

### Eine sehr sensitive Untersuchungsmethode

Die Früherkennung von Arthrose am Kniegelenk hat mit der klinischen Einführung der SPECT/CT-Bildgebung neuen Auftrieb erhalten. Es steht nun ein Verfahren zur Verfügung, das es erlaubt, mechanische Informationen mit Stoffwechselferänderungen zu kombinieren. Eine wirkliche Beurteilung der Biomechanik (des durch die Mechanik beeinflussten Stoffwechsels) ist nun möglich. Die SPECT/CT-Untersuchung ist eine sehr sensitive Untersuchungsmethode zur Beurteilung früharthrotischer Überlastungsveränderungen. Für die Interpretation der Bilder ist es notwendig, mit einem erfahrenen Nuklearmediziner zusammenzuarbeiten. |

### Literatur | Bibliographie

1. Hirschmann MT, Schön S, Afifi FK, Amsler F, Rasch H, Friederich NF, Arnold MP. Assessment of loading history of compartments in the knee using bone SPECT/CT: a study combining alignment and 99mTc-HDP tracer uptake/distribution patterns. J Orthop Res. 2013 Feb; 31(2): 268–74.
2. Schoen SN, Afifi FK, Rasch H, Amsler F, Friederich NF, Arnold MP, Hirschmann MT. Assessment of in vivo loading history of the patellofemoral joint: a study combining patellar position, tilt, alignment and bone SPECT/CT. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2014 Dec; 22(12): 3039–46.
3. Pagenstert GI, Barg A, Leumann AG, Rasch H, Müller-Brand J, Hintermann B, Valderrabano V. SPECT-CT imaging in degenerative joint disease of the foot and ankle. J Bone Joint Surg Br. 2009 Sep; 91(9): 1191–1196.
4. Hirschmann MT, Iranpour F, Davda K, Rasch H, Hugli R, Friederich NF. Combined single-photon emission computerized tomography and conventional computerized tomography (SPECT/CT): clinical value for the knee surgeons? Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2010; 18(3): 341–5.
5. Konala P, Iranpour F, Kerner A, Rasch H, Friederich NF, Hirschmann MT. Clinical benefit of SPECT/CT for follow-up of surgical treatment of osteochondritis dissecans. Ann Nucl Med. 2010 Oct; 24(8): 621–624.



**MEDI-RENT**  
RINGGENBERG  
CFM-Bewegungschienen-Mietervice

[www.medi-rent.ch](http://www.medi-rent.ch)

**Vermietung & Verkauf Artromot/ Kinetec**  
Hier bestellen: 032 331 64 15  
Maximale Lieferzeit innert 24 Stunden  
Kantone: BE, SO, NE, JU, FR, VS, VD





Dr. med. **Bertram Rieger** ist Oberarzt im Team Knie an der Klinik für Orthopädie und Traumatologie des Bewegungsapparates im Kantonsspital Baselland (Bruderholz, Liestal, Laufen). [www.kniedoktor.ch](http://www.kniedoktor.ch)

Dr **Bertram Rieger**, chef de clinique au sein de l'équipe du genou de la Clinique d'orthopédie et de traumatologie de l'appareil locomoteur de l'Hôpital cantonal de Bâle-Campagne (Bruderholz, Liestal, Laufen). [www.kniedoktor.ch](http://www.kniedoktor.ch)



PD Dr. med. **Michael T. Hirschmann** ist Team-Leiter Knie, Leitender Arzt an der Klinik für Orthopädie und Traumatologie des Bewegungsapparates am Kantonsspital Baselland (Bruderholz, Liestal, Laufen). [www.kniedoktor.ch](http://www.kniedoktor.ch)

PD Dr **Michael T. Hirschmann**, chef de l'équipe du genou, médecin-chef de la Clinique d'orthopédie et de traumatologie de l'appareil locomoteur de l'Hôpital cantonal de Bâle-Campagne (Bruderholz, Liestal, Laufen). [www.kniedoktor.ch](http://www.kniedoktor.ch)



**Sitzkeile**



**Lendenstützen**

**bei uns besonders günstig !**



**TOBLER & CO. AG**  
Strickerei/Näherei

9038 Rehetobel

Tel. 071 877 13 32

Fax 071 877 36 32

[www.tobler-coag.ch](http://www.tobler-coag.ch)