



# Die nuklearmedizinische Diagnostik und Therapie beim Prostatakarzinom

## Wissenswertes für Patienten und Angehörige

Klinik für Nuklearmedizin  
Uniklinik RWTH Aachen  
Pauwelsstraße 30  
52074 Aachen

**Univ.-Prof. Dr. med. Felix Mottaghy**  
Direktor der Klinik

**Prof. Dr. med. Dirk von Mallek**  
Leitender Oberarzt

## Literatur:

Ahmadzadehfar H, Muckle M, Essler M, Biersack HJ, von Mallek D. SPECT/CT: Vorteile und Indikationen der Hybridbildgebung. Dtsch med Wochenschr 2015; 140(06): 434-438.

Kratochwil C, Fendler WP, Eiber M, Baum R, Bozkurt MF, Czernin J, Delgado Bolton RC, Ezziddin S, Forrer F, Hicks RJ, Hope TA, Kabasakal L, Konijnenberg M, Kopka K, Lassmann M, Mottaghy FM, Oyen W, Rahbar K, Schöder H, Virgolini I, Wester HJ, Bodei L, Fanti S, Haberkorn U, Herrmann K. EANM procedure guidelines for radionuclide therapy with <sup>177</sup>Lu-labelled PSMA-ligands (<sup>177</sup>Lu-PSMA-RLT). Eur J Nucl Med Mol Imaging. 2019 Nov; 46(12): 2536-2544.

Oyen W, Sundram F, Haug AR, Kairemo K, Lewington V, Mäenpää H, Mortensen J, Mottaghy F, Virgolini I, O'Sullivan JM, Wyndaele D: Radium-223 Dichloride (Ra-223) for the Treatment of Metastatic Castration-resistant Prostate Cancer: Optimizing Clinical Practice in Nuclear Medicine Center. Journal of Oncopathology. 2015; 3(1): 1-25.

Parker C, Nilsson S, Heinrich D, Helle SI, O'Sullivan JM, Fosså SD, Chodacki A, Wiechno P, Logue J, Seke M, Widmark A, Johannessen DC, Hoskin P, Bottomley D, James ND, Solberg A, Syndikus I, Kliment J, Wedel S, Boehmer S, Dall'Oglio M, Franzén L, Coleman R, Vogelzang NJ, O'Bryan-Tear CG, Staudacher K, Garcia-Vargas J, Shan M, Bruland ØS, Sartor O; ALSYMPCA Investigators. Alpha emitter radium-223 and survival in metastatic prostate cancer. N Engl J Med. 2013 Jul 18; 369(3): 213-23.

Rahbar K, Schmidt M, Heinzel A, Eppard E, Bode A, Yordanova A, Claesener M, Ahmadzadehfar H. Response and Tolerability of a Single Dose of <sup>177</sup>Lu-PSMA-617 in Patients with Metastatic Castration-Resistant Prostate Cancer: A Multicenter Retrospective Analysis. J Nucl Med. 2016 Sep; 57(9): 1334-8.

Rahbar K, Ahmadzadehfar H, Kratochwil C, Haberkorn U, Schäfers M, Essler M, Baum RP, Kulkarni HR, Schmidt M, Drzezga A, Bartenstein P, Pfestroff A, Luster M, Lützen U, Marx M, Prasad V, Brenner W, Heinzel A, Mottaghy FM, Ruf J, Meyer PT, Heuschkel M, Eveslage M, Bögemann M, Fendler WP, Krause BJ. German Multicenter Study Investigating <sup>177</sup>Lu-PSMA-617 Radioligand Therapy in Advanced Prostate Cancer Patients. J Nucl Med. 2017 Jan; 58(1): 85-90.

Sartor O, de Bono J, Chi KN et al.; VISION Investigators. Lutetium-177-PSMA-617 for Metastatic Castration-Resistant Prostate Cancer. N Engl J Med. 2021 September 16; 385(12): 1091-1103.

von Mallek D. Klinische Medizintechnik – eine ärztliche Aufgabe. Dtsch med Wochenschr 2013; 138(33): 1664.



Sehr geehrte Patienten und Angehörige,

Patienten, die an einem Prostatakarzinom erkrankt sind, bieten wir im interdisziplinären Behandlungssetting an der Uniklinik RWTH Aachen in unserer Klinik für Nuklearmedizin alle modernen Verfahren der molekularen Bildgebung für die Tumordiagnostik sowie nuklearmedizinische Tumortherapien an.

Darüber hinaus ist unseren Ärztinnen und Ärzten insbesondere die umfassende persönliche Beratung und Begleitung unserer Patienten und die Zusammenarbeit mit den erstbehandelnden Kliniken, den niedergelassenen Urologen und Hausärzten sowie den Selbsthilfegruppen besonders wichtig.

Mit dieser Broschüre informieren wir Sie gerne über die nuklearmedizinischen Diagnostik- und Therapiemöglichkeiten in unserer Klinik.

Bei Fragen sprechen Sie uns gerne jederzeit an.

Mit freundlichen Grüßen

Univ.-Prof. Dr. med. Felix M. Mottaghy  
Direktor der Klinik



**Abbildung 1:** Das Knochenszintigramm zeigt multiple Knochenmetastasen eines Prostatakarzinoms (Ansicht von der Rückseite).



**Abbildung 2:** Ergänzend zum Knochenszintigramm ermöglicht das SPECT/CT eine genaue Diagnose und die exakte Lokalisation der Knochenmetastasen.

# Molekulare Bildgebung

In der Nuklearmedizin werden bei Patienten, die an einem Prostatakarzinom erkrankt sind, radioaktive Arzneimittel für die Erstdiagnostik aber auch für die Verlaufskontrolle unter der Therapie sowie in der Tumornachsorge eingesetzt. In diesem Zusammenhang hat die Anwendung innovativer klinischer Medizintechnik mit neuen Hybridgeräten für die molekulare Schnittbildgebung, wie die Single-Photon-Emissions-Computertomografie (SPECT/CT) und die PSMA-Positronen-Emissions-Computertomografie (PET/CT), einen wesentlichen Stellenwert in der modernen Versorgung unserer Patienten.

## **Skelettszintigrafie**

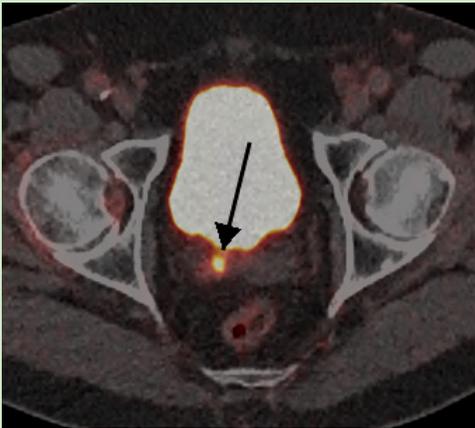
Im Rahmen der Erstdiagnostik, der Tumornachsorge und der Verlaufskontrolle führen wir in der Regel eine Skelettszintigrafie durch. Hierbei werden kurzlebige mit Technetium-99m markierte radioaktive Arzneimittel eingesetzt. Das Arzneimittel reichert sich bei einem durch Metastasen erhöhten Knochenstoffwechsel in den betroffenen knöchernen Läsionen an. Diese Anreicherungen können mittels Ganzkörperszintigrammen detektiert werden (Abbildung 1). Moderne Hybridgeräte, wie die Single-Photon-Emissions-Computertomografie (SPECT/CT), ermöglichen zudem die Anfertigung sehr genauer Schnittaufnahmen, die sowohl eine exakte Lokalisation als auch eine genaue Artdiagnose der knöchernen Läsionen ermöglichen (Abbildung 2). Eine Skelettszintigrafie wird auch durchgeführt, wenn bei symptomatischen Knochenmetastasen eine Therapie mit Radium-223-dichlorid erforderlich ist.

## **PSMA-Positronen-Emissions-Tomografie**

Die Positronen-Emissions-Tomografie wird neben der Erstdiagnostik insbesondere bei klinischem oder biochemischen Verdacht auf ein Tumorrezidiv sowie in der Verlaufskontrolle unter Therapie eingesetzt. Wir verwenden hier ein sehr kurzlebiges, mit Gallium-68 markiertes radioaktives Arzneimittel, das Gallium-68-PSMA. Unsere Klinik war eine der ersten Kliniken, die diese Diagnostik systematisch seit Mitte 2013 eingesetzt hat. Gallium-68-PSMA hat sich als wesentlich geeigneter als das bis dahin eingesetzte Fluor-18-Cholin gezeigt, insbesondere zur Diagnostik bei steigendem PSA-Werten nach erfolgter erster Therapie (Operation, Bestrahlung oder auch antihormoneller Therapie – Rezidivsituation).

Dieses Arzneimittel bindet unmittelbar an Oberflächenstrukturen der Prostatakarzinomzellen an, dem Prostata-Spezifischen Membran-Antigen (PSMA). Es reichert sich daher direkt und weitgehend selektiv im Tumorgewebe, in Lymphknotenmetastasen oder in Organmetastasen an. Wir haben an der Entwicklung der veröffentlichten Richtlinien zur PSMA-Diagnostik mitgearbeitet. Unsere Erfahrung spiegelt sich auch in den verschiedenen Publikationen zu dieser Thematik wider.

Auch hier ermöglicht ein modernes Hybridverfahren, die Positronen-Emissions-Computertomografie (PET/CT), die Anfertigung kontrastreicher, präziser Schnittaufnahmen zur genauen Rezidiv- und Ausbreitungsdiagnostik (Abbildung 3) und Verlaufskontrolle (Abbildung 5). Das Gallium-68-PSMA-PET/CT wird auch eingesetzt, um festzustellen, ob bei Metastasierung die Möglichkeit einer nuklearmedizinischen Therapie mit Lutetium-177-PSMA besteht. In unserer Klinik wurde hierfür im Jahr 2022 ein PET/CT der neuesten Bauart in Betrieb genommen.



**Abbildung 3:** Die Rezidiv- und Ausbreitungsdiagnostik mittels Gallium-68-PSMA-PET/CT ermöglicht eine hochauflösende Darstellung der Tumormanifestationen. Das linke Bild zeigt ein kleines Rezidiv vier Jahre nach Strahlentherapie ohne Nachweis von Fernmetastasen. Auf dem rechten Bild stellen sich bei einem anderen Patienten multiple Metastasen eines Prostatakarzinoms dar.

# Tumorthherapie

Für die nebenwirkungsarme nuklearmedizinische Therapie bei Knochen-, Lymphknoten- oder Organmetastasen eines Prostatakarzinoms verwenden wir radioaktive Arzneimittel mit hoch wirksamen, jedoch kurzlebigen Alphapartikeln (Radium-223-dichlorid) und Betastrahlern (Lutetium-177-PSMA). Die nuklearmedizinische Therapie wird in der Regel dann eingesetzt, wenn eine Hormontherapie oder eine Chemotherapie nicht mehr wirksam ist oder nicht vertragen wird. In gemeinsamen interdisziplinären Besprechungen werden die Therapieansätze diskutiert und letztlich wird gemeinsam mit dem Patienten der Entschluss zu einer der verfügbaren Therapien gefasst.

## **Radium-223-dichlorid**

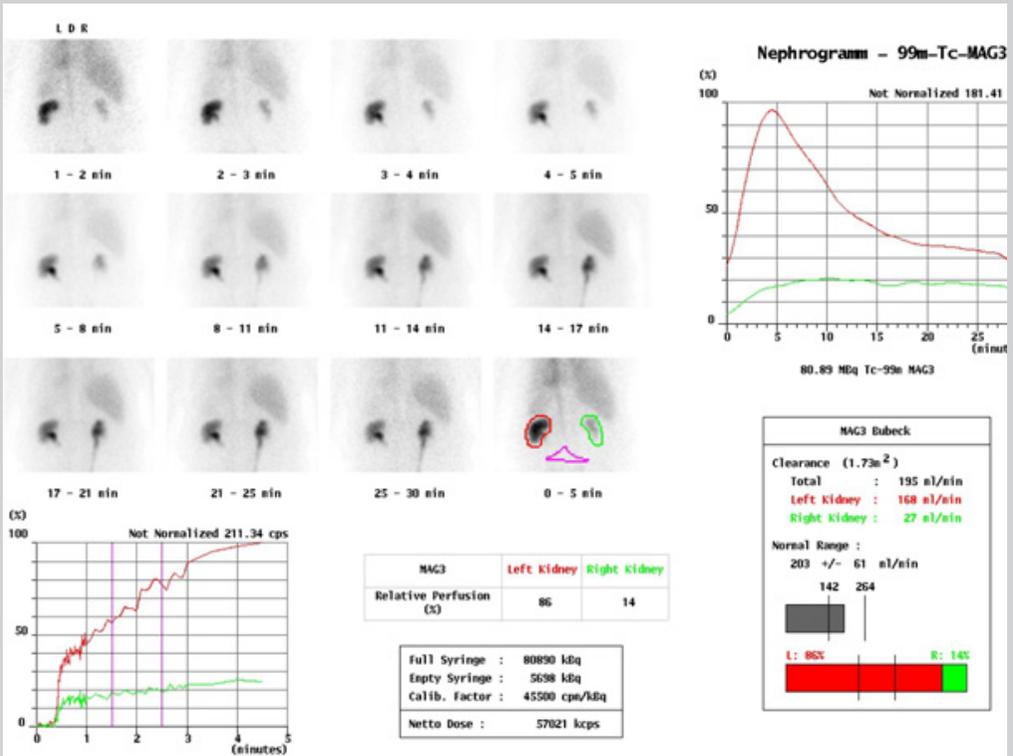
Bei Radium-223-dichlorid (Handelsname Xofigo®) handelt es sich um ein radioaktives Arzneimittel. Es ist für die Therapie schmerzhafter, mittels Skelettszintigrafie gesicherter Knochenmetastasen geeignet, sofern eine Hormontherapie nicht mehr wirksam ist und keine Organmetastasen festgestellt wurden. Ziel der Therapie ist insbesondere die Schmerzreduktion. Gleichzeitig ist gezeigt worden, dass diese palliative Therapie auch einen signifikanten Effekt auf die Lebenserwartung hat (ALSYMPCA Studie).

Nach intravenöser Gabe reichert sich Radium-223-dichlorid wie Kalzium in den Knochenmetastasen an. Hochwirksame Alphapartikel bestrahlen lokal die Tumor- und Entzündungszellen, ohne das umgebende gesunde Gewebe und das Knochenmark wesentlich zu schädigen. Die Therapie wird sechsmal ambulant im Abstand von jeweils vier Wochen durchgeführt. Vor und während der Therapie wird regelmäßig das Blutbild kontrolliert.

## **Lutetium-177-PSMA**

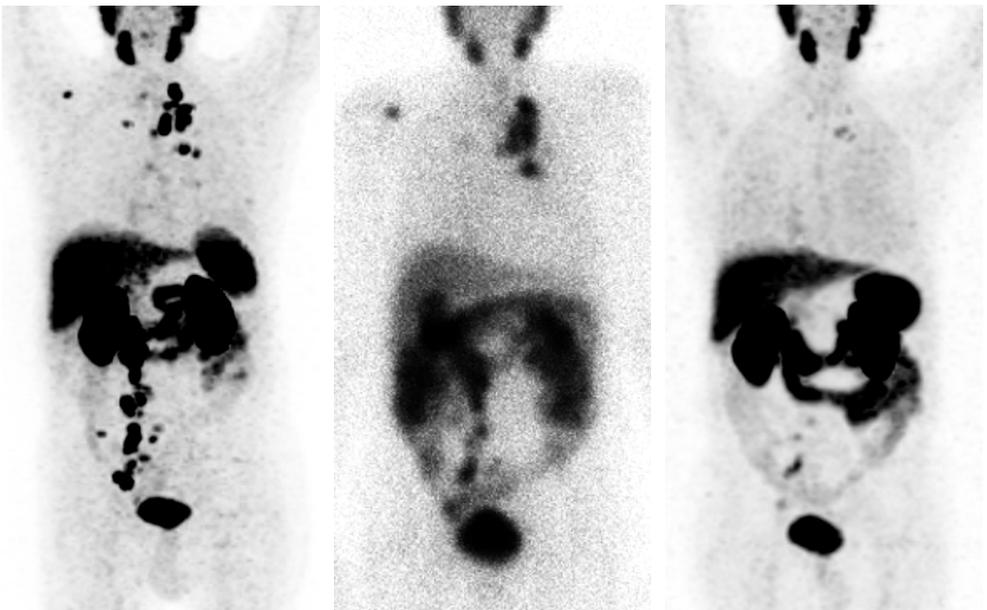
In Gegensatz zu Radium-223-dichlorid kann eine Behandlung mit Lutetium-177-PSMA (Handelsname Pluvicto®) insbesondere dann erfolgen, wenn neben Knochen- oder Lymphknotenmetastasen auch Organmetastasen (insbesondere Lungen- oder Lebermetastasen) festgestellt wurden und eine Hormon- und Chemotherapie nicht mehr wirksam ist. Ziel der Therapie ist die Verkleinerung der Tumormassen und bei Knochenmetastasen zudem die Schmerzreduktion. Es konnte mittlerweile auch gezeigt werden, dass diese Behandlungsmethode die Überlebenschancen bei Patienten mit metastasiertem Prostatakrebs deutlich verbessern kann (VISION Studie).

Das Arzneimittel bindet unmittelbar am Prostata-Spezifischen Membran-Antigen (PSMA) der Tumorzellen, die auf diese Weise mit hochwirksamen Betastrahlen zielgenau und zugleich nebenwirkungsarm bestrahlt werden. Vor einer Therapie wird daher mit einem Gallium-68-PSMA-PET/CT untersucht, ob die Metastasen PSMA tatsächlich anreichern. Darüber hinaus werden labormedizinische Kontrollen durchgeführt sowie szintigrafisch die Nierenfunktion (Abbildung 4) untersucht, um eine sichere Therapie zu gewährleisten.



**Abbildung 4:** Die Nierenfunktionsszintigrafie ermöglicht die seitengetrennte Untersuchung der Nierenfunktion vor und die sorgfältige Kontrolle im Verlauf der Therapie mit Lutetium-177-PSMA.

Nach den Voruntersuchungen werden die Patienten für die Therapie stationär für mindestens 48 Stunden aufgenommen. Das Lutetium-177-PSMA wird intravenös injiziert, um über das Gefäßsystem die Tumormanifestationen zu erreichen. Während des stationären Aufenthalts werden mit der Therapieaktivität auch Ganzkörperzintiagramme angefertigt, um die Speicherung des radioaktiven Arzneimittels in den Metastasen zu prüfen (Abbildung 5). Die Therapie wird je nach Ansprechen der Tumormanifestationen und der klinischen Gesamtsituation mehrfach durchgeführt (4-6 Zyklen). Mit dem PSMA-PET/CT wird der Therapieerfolg kontrolliert (Abbildung 5).



**Abbildung 5:** Das Gallium-68-PSMA-PET/CT vor der Therapie (Abbildung links) zeigt multiple Lymphknoten- und Knochenmetastasen. Das Ganzkörperzintiagramm nach Applikation von Lutetium-177-PSMA (Abbildung Mitte) ermöglicht während der Therapie die Kontrolle einer ausreichenden Speicherung des radioaktiven Arzneimittels in den Metastasen. Bereits nach 4 Therapiezyklen ist der PSA-Wert von 200 ng/ml auf 40 ng/ml abgefallen und das PSMA-PET/CT dokumentiert ein exzellentes Therapieansprechen (Abbildung rechts).

## Kontakt

### Klinik für Nuklearmedizin Univ.-Prof. Dr. med. Felix M. Mottaghy

Klinikdirektor

Pauwelsstraße 30

52074 Aachen

Tel. Terminanfragen allgemein: 0241 80-88735

Tel. Terminanfragen PET/CT: 0241 80-88745

Tel. Sekretariat: 0241 80-88741

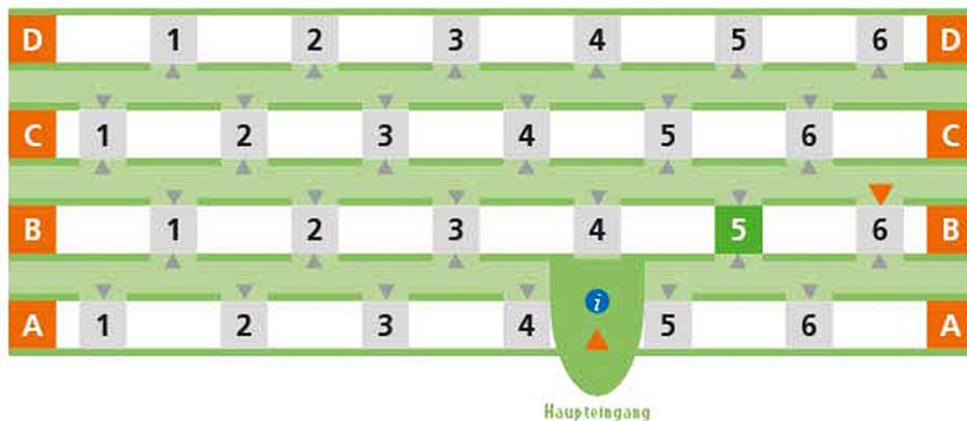
Fax: 0241 80-82520

nuklearmedizin@ukaachen.de

## Anreise

Für die Anreise mit dem Auto erfolgt die Anfahrt über die Kullenhofstraße. Mit dem Bus erreichen Sie uns mit den Linien E, 3A, 3B, 4, 5, 32, 33, 45, 70, 73 und 80 der ASEAG.

### Klinik für Nuklearmedizin



Sie treten durch den Haupteingang ein und gehen hinter der Rolltreppe nach rechts. Folgen Sie dem Gang B bis Sie den Aufzug B5 erreichen. Mit diesem Aufzug fahren Sie in die Etage -2. Die Poliklinik befindet sich im Flur 28.

nuklearmedizin@ukaachen.de 