

# Isoprotrace<sup>®</sup>

## 10 µg Gozetotid (PSMA-11)

Kit für ein radioaktives Arzneimittel

### Spezialschulung zur Bildinterpretation für Ärzte/Ärztinnen

Dieses Schulungsmaterial wurde als verpflichtender Teil der Zulassung erstellt und mit dem Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM) abgestimmt. Es wurde als zusätzliche risikominimierende Maßnahme beauftragt, um sicherzustellen, dass Angehörige der Heilberufe, die Gallium-(<sup>68</sup>Ga-)Gozetotid verschreiben und zur Anwendung bringen, die besonderen Sicherheitsanforderungen kennen und berücksichtigen.

## Rechtliche Hinweise

- Expertenempfehlungen in Übereinstimmung mit den EAU-EANM-ESTRO-ESUR-ISUP-SIOG Guidelines on Prostate Cancer
- Lokales Recht, nationale Vorschriften und Richtlinien werden durch die vorliegenden Informationen nicht berührt und sind zu berücksichtigen
- Die (<sup>68</sup>Ga)Gallium-Gozetotid -Schulung zur Bildauswertung (Schulungsmaterial für Angehörige von Heilberufen) wurde als zusätzliche Ressource entwickelt, die Ihnen helfen soll, sich mit den Techniken für die sichere und effektive Anwendung von (<sup>68</sup>Ga)Gallium-Gozetotid vertraut zu machen
- Die Verantwortung für die genaue und rechtzeitige Erfassung und Interpretation einer PET/CT-Bildgebung mit (<sup>68</sup>Ga)Gallium-Gozetotid trägt der Nuklearmediziner oder Radiologe, der die PET/CT- Einrichtung beaufsichtigt
- Die (<sup>68</sup>Ga)Gallium-Gozetotid-Schulung zur Bildauswertung soll nicht das unabhängige medizinische Urteil des Arztes/der Ärzte, der/die für die Behandlung des einzelnen Patienten verantwortlich ist/sind, ersetzen und stellt auch keine Garantie für bestimmte klinische Resultate dar
- Das Schulungsmaterial für Angehörige von Heilberufen wurde auf der Grundlage von Peer-Review- Publikationen und Schulungsvideos anerkannter Organisationen sowie mit Unterstützung von Dr. Haim Golan, Nuklearmediziner und medizinischer Berater erstellt.

# Inhalts- verzeichnis

5-7	Isoprotrace Schulung zur Bildauswertung: Zweck des Dokuments
8	Isoprotrace – Anwendungsgebiete
9	Gegenanzeigen für die PSMA-11-PET/CT
10	Biochemischer Hintergrund: Einführung zu PSMA-11
11	Einführung zu PSMA-11
12	Was ist ein PSMA-Inhibitor?
13	PSMA-11: Chemische Struktur
14	Rekonstitution und Handhabung von Isoprotrace
15	Anwendung von Isoprotrace
16	Dosierung und Verabreichung
17-18	PSMA-PET und andere Bildgebungsverfahren und Histopathologie
19	Diagnostische Genauigkeit von PSMA-PET-CT und konventionellen Bildgebungsverfahren
20	Bildgebungsprotokolle und Dokumentation
21-23	Dokumentation
24-25	Normale Bioverteilung von PSMA-11
26	Normale Verteilung von <sup>68</sup> Ga-PSMA-11
27	Normvarianten – Gynäkomastie
28	Normvarianten – Rippenfraktur
29	Normvarianten – „Halo-Effekt“

# Inhalts- verzeichnis

30	Flare-Phänomen
31	PSMA-negativer Prostatakrebs
32	Zusammenfassung der Artefakte und Fallstricke bei der 68Ga-PSMA-11-Bildgebung mit Isoprotrace
33	Erkennungsrate mit 68Ga-PSMA-PET/CT bei biochemischem Rezidiv abhängig von PSA-Werten
34	Detektion eines nur 6 mm großen Lymphknotenmetastasens mit 68Ga-PSMA-PET-CT
35-36	Detektion von Knochenmetastasen mit 68Ga-PSMA-PET-CT, bevor im CT eine morphologische Veränderung sichtbar wird.(1)
37	Detektion von rezidivierendem Prostatakrebs im Prostatabett mit 68Ga-PSMA-PET-CT
38	Primäres Staging
39	Primäres Staging mit Zufallsbefund eines Plattenepithelkarzinoms des Kehlkopfs
40	Verwendung von Furosemid – Pro
41-42	Verwendung von Furosemid
43	Fallbeispiel 1 ohne Furosemid
44	Fallbeispiel 2 mit Furosemid
45-46	Primäre PSMA-11-PET bei biochemischem Rezidiv eines Pca
47	PSMA-11 – Metastasen
48-49	Prostatakrebs – Diskordanz bei Metastasen
50-51	Prostatakrebs – Diskordanz bei zweitem Primärtumor
52	Nicht-Prostatakrebs-Hodgkin-Lymphom
52-75	Test zur Eigenbewertung

# Isoprotrace Schulung zur Bildauswertung: Zweck des Dokuments

Die Fehlinterpretation von PET-Bildern kann zu Fehldiagnosen führen. Nach einer falsch-positiven Bildauswertung könnten Patienten mit Wirkstoffen mit klinisch relevanten Nebenwirkungen behandelt werden und ihnen könnte auch eine potenziell notwendige Therapie vorenthalten werden, während man fälschlich davon ausgeht, dass sie gemäß der Standards für die Versorgung behandelt werden.

Zum anderen kann ein falsch-negatives Scanergebnis auch andere mögliche Folgen haben:

- Verzögerte Diagnose: Ein falsch-negatives Ergebnis kann zu einer Verzögerung der Diagnose von Prostatakrebs führen, da der Scan tatsächlich vorhandene Krebszellen nicht erkennt.
- Unangemessene Behandlung: Aufgrund des falsch-negativen Ergebnisses entscheiden sich Ärzte möglicherweise für weniger aggressive Behandlungen, die für das tatsächliche Ausmaß der Krankheit nicht geeignet sind.
- Fortschreiten der Krankheit: Ohne genaue Erkennung kann der Krebs ungehindert fortschreiten und möglicherweise zu fortgeschritteneren Stadien führen, die schwerer zu behandeln sind.
- Falsche klinische Entscheidungen: Falsch-negative Ergebnisse können zu falschen klinischen Entscheidungen führen, z. B. zur Vermeidung notwendiger Eingriffe oder Operationen, die von Nutzen hätten sein können.

# Isoprotrace Schulung zur Bildauswertung: Zweck des Dokuments

Es ist wichtig, die möglichen Folgen falsch-positiver oder falsch-negativer Scan-Ergebnisse zu bedenken und diese mit den Patienten zu besprechen. Außerdem müssen Sie sicherstellen, dass die Patienten verstehen, dass jede medizinische Untersuchung das Risiko falsch-negativer oder falsch-positiver Ergebnisse birgt, die zu Fehldiagnosen, falscher Behandlung und emotionalem Stress für sie

# Isoprotrace Schulung zur Bildauswertung: Zweck des Dokuments

führen können.

Daher ist es für Ärzte von entscheidender Bedeutung, diese Risiken bei der Interpretation von Testergebnissen zu berücksichtigen und ergänzende Diagnosemethoden zu verwenden, um eine genaue und umfassende Patientenversorgung zu gewährleisten.

Dieses Schulungsmaterial zur Bildauswertung enthält die folgenden Informationen:

- Biochemischer Hintergrund
- Verabreichung an die Patienten und Scanprotokolle
- Richtlinien für die Bildauswertung und –interpretation

Diese Schulung liefert wichtige Informationen zu den Risiken, die mit Fehlern bei der Auswertung von Isoprotrace PET-Bildern verbunden sind.

# Isoprotrace – Anwendungsgebiete

Dieses Arzneimittel ist ein Diagnostikum.

Nach Radiomarkierung mit Gallium-(<sup>68</sup>Ga)-Chlorid-Lösung ist Isoprotrace indiziert für die Detektion von Prostata-spezifischen-Membranantigen (PSMA)-positiven Läsionen durch Positronenemissionstomographie (PET) bei Erwachsenen mit Prostatakrebs in den folgenden klinischen Situationen:

- Primäres Staging von Patienten mit Hochrisiko-Prostatakarzinom vor der initialen kurativen Therapie.
- Verdacht auf ein Prostatakrebs-Rezidiv bei Patienten mit steigendem Spiegel des prostataspezifischen Antigens (PSA) im Serum nach einer initialen kurativen Therapie.



# Gegenanzeigen für die PSMA-11-PET/CT

Überempfindlichkeit gegen den Wirkstoff oder einen der unten genannten sonstigen Bestandteile oder einen der Bestandteile des markierten radioaktiven Arzneimittels.

Liste der sonstigen Bestandteile:

- Gelatine, nicht gelierend
- Natriumacetat
- Natriumchlorid

# Biochemischer Hintergrund: PSMA-11

- Die Nutzung des prostataspezifischen Membranantigens (PSMA) als Zielstruktur hat sich als Innovation bei der Behandlung von Prostatakrebs erwiesen, insbesondere seit es Gozetotid gibt, das auch als PSMA-11 bekannt ist. Dieser Wirkstoff hat, als radioaktiv markierte Verbindung, einen bedeutsamen Beitrag zur Verbesserung des Nachweises und der Behandlungsplanung von Prostatakrebs geleistet.

## Quellen

1) [Michael S. Hofman, ProPSMA: A Callout to the Nuclear Medicine Community to Change Practices with Prospective, High Quality Data. *Journal of Nuclear Medicine* May 2020, 61 (5) 676-677;

DOI: <https://doi.org/10.2967/jnumed.120.245647>]

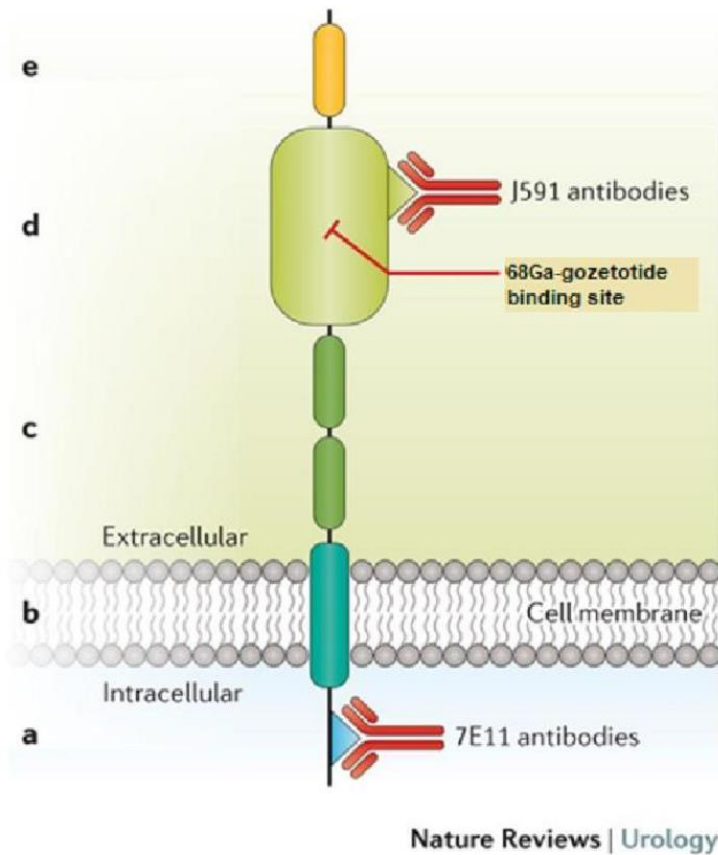
# Einführung zu PSMA-11

- Die Anwendung von PSMA-11 bei der Diagnose von Prostatakrebs hat deutliche Fortschritte gemacht. Hier sind einige der neuesten Entwicklungen:
- Die US-amerikanische Zulassungsbehörde FDA hat am 1. Dezember 2020 die Zulassung für den radioaktiven Tracer Gallium-(<sup>68</sup>Ga)-PSMA-11 zur Anwendung bei der PET-Bildgebung von Männern mit Prostatakrebs erteilt. Dieser Tracer kann zur PET-Bildgebung bei Prostatakrebs verwendet werden, wenn der Verdacht besteht, dass sich dieser in andere Körperteile ausgebreitet hat.
- In einer im Januar 2024 im Journal of Nuclear Medicine veröffentlichten Studie wurde die diagnostische Leistung von <sup>68</sup>Ga-PSMA-11-PET/CT mit der multiparametrischen MRT (mpMRT) zum Nachweis von intraprostaticem rezidiertem Prostatakrebs nach Radiatio verglichen. Die Studie ergab, dass <sup>68</sup>Ga-PSMA-11-PET/CT über eine hohe Sensitivität verfügt, die sich nicht signifikant von jener der mpMRT unterscheidet. Wenn <sup>68</sup>Ga-PSMA-11-PET/CT und mpMRT zusammen eingesetzt wurden, wiesen die Ergebnisse eine höhere Sensitivität und einen höheren negativen Vorhersagewert auf als mit mpMRT allein. (1)
- Diese Fortschritte deuten darauf hin, dass PSMA-11 ein immer wichtigeres Werkzeug bei Diagnose und Management von Prostatakrebs wird.

## Quellen

1) [Alexander Light, Stefan Lazic, Kate Houghton, Max Bayne, Martin J. Connor, Henry Tam, Hashim U. Ahmed, Taimur T. Shah and Tara D. Barwick. Diagnostic Performance of <sup>68</sup>Ga-PSMA-11 PET/CT Versus Multiparametric MRI for Detection of Intraprostatic Radiorecurrent Prostate Cancer. *Journal of Nuclear Medicine* January 2024, *jnumed.123.266527*; DOI: <https://doi.org/10.2967/jnumed.123.266527>]

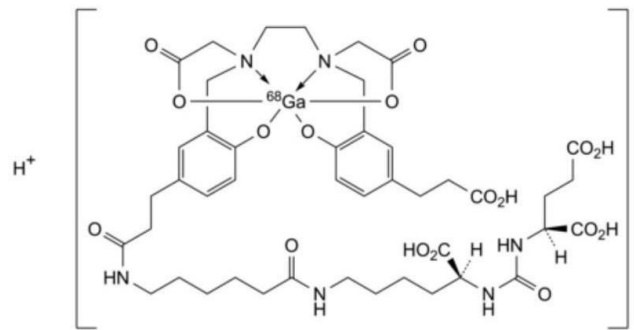
# Was ist ein PSMA-Inhibitor?



**Abbildung 1** – Die Struktur des prostataspezifischen Membranantigens (PSMA), seine Bindungsstellen für PSMA- Liganden sowie die am häufigsten eingesetzten Antikörper

- Die kurze intrazelluläre Domäne mit einer Bindungsstelle, gegen die Antikörpern gezielt gerichtet werden können.
- Die hydrophobe Transmembranregion.
- Der extrazelluläre Teil von PSMA besteht aus Bereichen mit zwei Domänen unbekannter Funktion mit prolin- und glycinreichen Regionen als Linker.
- Die große katalytische Domäne, die eine Bindungsstelle für Antikörper enthält, sowie das für die Substraterkennung zuständige aktive Zentrum, an dem PSMA-Inhibitoren binden.
- Eine Domäne mit unbekannter Funktion.

# PSMA-11: Chemische Struktur



Ph. Eur. 04/2021:3044

- ( $^{68}\text{Ga}$ )Gallium-Gozetotid bzw. ( $^{68}\text{Ga}$ )Gallium- PSMA-11 ist ein radioaktives Arzneimittel.
- Es besteht aus  $^{68}\text{Ga}$  konjugiert mit einem Liganden, der an das prostataspezifische Membranantigen (PSMA) bindet: Glu-Harnstoff-Lys(Ahx)-HBED-CC, auch bekannt als PSMA-11. (Erklärung der chemischen Struktur: Glu-Harnstoff-Lys steht für 5-Amino-1-carboxypentyl)carbamoyl)-L-Glutaminsäure, Ahx steht für 6-Aminohexansäure und HBED-CC steht für N,N'-Bis(2-hydroxy-5-(carboxyethyl)benzyl)ethylendiamin-N,N'-diessigsäure).
- Die Verbindung wird zur Bildgebung von Prostatakrebs per Positronenemissionstomographie (PET) eingesetzt.
- Nach der Verabreichung durch Injektion bindet  $^{68}\text{Ga}$ -PSMA-11 an PSMA, eine wichtige pharmakologische Zielstruktur bei Prostatakrebs, da Prostatakrebszellen üblicherweise erhöhte Mengen des Antigens PSMA aufweisen.

# Rekonstitution und Handhabung von Isoprotrace

- Entnahmen müssen unter aseptischen Bedingungen durchgeführt werden.
- Die üblichen Sicherheitsvorkehrungen für den Umgang mit radioaktivem Material sind zu beachten.
- Die Durchstechflasche darf nicht geöffnet werden, bevor der Stopfen desinfiziert ist. Die Lösung sollte mit einer Einwegspritze mit geeigneter Schutzabdeckung und einer sterilen Einwegnadel oder mit einem zugelassenen automatischen Applikationssystem über den Stopfen entnommen werden.
- Wenn die Unversehrtheit dieser Durchstechflasche beeinträchtigt ist, darf das Produkt nicht verwendet werden.
- Radioaktive Abfälle sind entsprechend den nationalen Anforderungen zu entsorgen.
- Nach Rekonstitution, Radiomarkierung und erfolgreicher Qualitätskontrolle kann ( $^{68}\text{Ga}$ ) Gallium-Gozetotid - Injektionslösung mit Wasser für Injektionszwecke oder Natriumchlorid 9 mg/ml (0,9 %) Injektionslösung bis zu einem Endvolumen von 10 ml verdünnt werden.
- Bei Verwendung des IRE ELiT GalliAd Generators muss auf ein Volumen von mindestens 4 ml verdünnt werden, um die Osmolalität zu reduzieren.
- Die Patientendosis ist unmittelbar vor der Gabe an den Patienten mit einem geeigneten Radioaktivitätskalibrierungssystem zu messen. Die Daten zur Anwendung des Produkts sind ebenfalls zu protokollieren.

# Anwendung von Isoprotrace

- Nach der Rekonstitution und der radioaktiven Markierung muss die Durchgängigkeit des intravenösen Zugangs durch eine Spülung mit 10 ml steriler 9 mg/ml (0,9 %) Natriumchlorid-Injektionslösung sichergestellt werden. Anschließend wird die Gallium-(<sup>68</sup>Ga) Gozetotid-Lösung langsam über einen Zeitraum von > 30 Sekunden intravenös verabreicht.
- Ein lokales Paravasat, das zu einer unbeabsichtigten Strahlenbelastung des Patienten sowie zu Bildgebungsartefakten führen könnte, muss vermieden werden.
- Nach der Injektion sollte eine intravenöse Spülung mit steriler 9 mg/ml (0,9 %) Natriumchlorid-Injektionslösung erfolgen, um sicherzustellen, dass die Dosis vollständig gegeben wurde.
- Die Gesamtradioaktivität in der Spritze muss unmittelbar vor und nach der Gabe an den Patienten mit einem Dosiskalibrator überprüft werden.
- Der Dosiskalibrator muss kalibriert sein und internationalen Standards entsprechen.
- Die Anweisungen zum Verdünnen der (<sup>68</sup>Ga) Gallium-Gozetotid -Lösung müssen befolgt werden (siehe Abschnitt 12 der Fachinformation).

# Dosierung und Verabreichung

- Das Arzneimittel sollte nur von geschulten medizinischen Fachkräften mit technischer Kompetenz in der Verwendung und Handhabung nuklearmedizinischer Diagnostika und nur in einer speziellen nuklearmedizinischen Einrichtung gegeben werden.

## **Dosierung**

- Die empfohlene Dosis von (<sup>68</sup>Ga)Gallium-Gozetotid beträgt 1,8 bis 2,2 MBq/kg Körpergewicht, mit einer Mindestdosis von 111 MBq bis zu einer Höchstdosis von 259 MBq.

## Ältere Patienten

- Bei älteren Patienten ist keine Dosisanpassung erforderlich.

## Kinder und Jugendliche

- Es gibt keine relevante Anwendung von (<sup>68</sup>Ga)Gallium-Gozetotid in der pädiatrischen Population für die Identifizierung von PSMA-positiven Läsionen bei Prostatakrebs.
- Die Sicherheit und Wirksamkeit von (<sup>68</sup>Ga)Gallium-Gozetotid bei Kindern im Alter von 0 bis 18 Jahren ist nicht erwiesen.

## Leberfunktionsstörung

- Die Sicherheit und Wirksamkeit der Anwendung von (<sup>68</sup>Ga)Gallium-Gozetotid bei Patienten mit Leberfunktionsstörung wurde nicht untersucht.

## Nierenfunktionsstörung

- Die Sicherheit und Wirksamkeit der Anwendung von (<sup>68</sup>Ga)Gallium-Gozetotid bei Patienten mit Nierenfunktionsstörung wurde nicht untersucht. Eine sorgfältige Abwägung der einzusetzenden Aktivität ist erforderlich, da bei diesen Patienten eine erhöhte Strahlenbelastung auftreten kann.



# PSMA-PET und andere Bildgebungsverfahren und Histopathologie

Multiparametrische MRI (mpMRI) und prostataspezifisches Membranantigen (PSMA) PET/CT sind komplementäre Bildgebungsverfahren, die zur Beurteilung von Prostatakrebs (PCa) vor der Operation eingesetzt werden.

In der genannten Studie wurden 100 Patienten analysiert, bei denen beide Scans innerhalb von 3 Monaten vor einer radikalen Prostatektomie durchgeführt wurden.

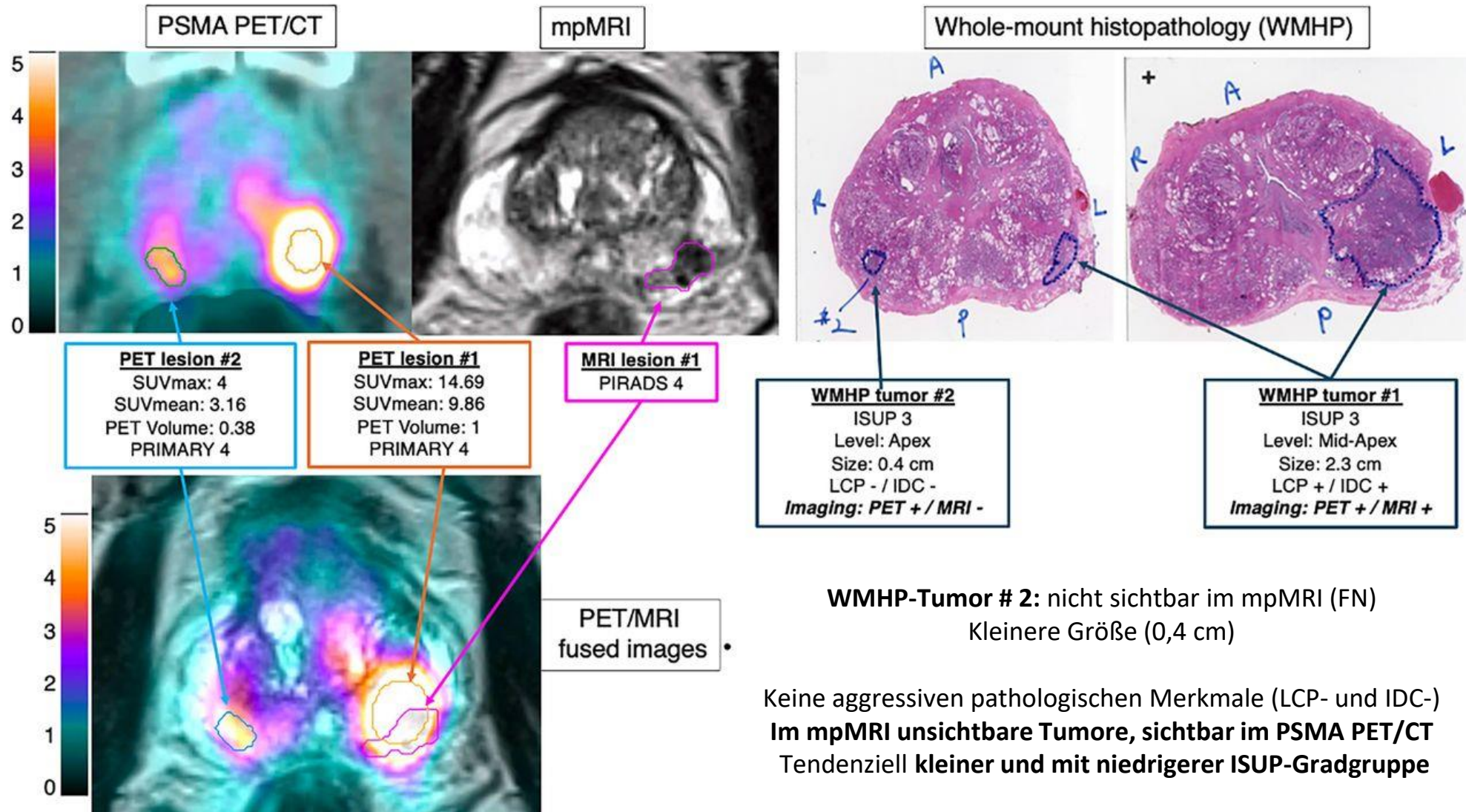
Zwei Nuklearmediziner und zwei Radiologen identifizierten bei jedem Scan unabhängig voneinander PCa-Läsionen.

Die Ergebnisse zeigten, dass PSMA PET/CT mehr PCa-Tumoren (87 % vs. 80 %) und Patienten mit PCa (98 % vs. 94 %) entdeckte als mpMRI.

Tumore, die bei beiden Scans gefunden wurden, waren im Allgemeinen größer und höhergradig. Kleinere Tumore, die bei mpMRI nicht erkannt wurden, wurden häufig bei PSMA PET/CT entdeckt.

Die Studie legt nahe, dass die Verwendung beider Modalitäten die Erkennung von klinisch signifikantem PCa verbessern kann.

# PSMA-PET und andere Bildgebungsverfahren und Histopathologie



# Diagnostische Genauigkeit von PSMA-PET-CT und konventionellen Bildgebungsverfahren

Bei dem zitierten Artikel handelt es sich um eine systematische Übersicht und Metaanalyse, die wertvolle Erkenntnisse zur diagnostischen Genauigkeit von PSMA-PET im Vergleich zu herkömmlichen Bildgebungsverfahren liefern soll.

Die wichtigsten Ergebnisse der Studie zeigen, dass:

PSMA-PET bei der Stadienbestimmung von Knoten- und Knochenmetastasen bei Prostatakrebs deutlich sensitiver und spezifischer ist als herkömmliche Bildgebungsverfahren (CIM) wie Computertomographie (CT), multiparametrische Magnetresonanztomographie (mpMRI) und Knochenscans (BS).

Konkret ergab die Studie:

Sensitivität und Spezifität:

PSMA-PET zeigte im Vergleich zu CT und BS eine höhere Sensitivität und Spezifität bei der Stadienbestimmung von Knochenmetastasen und war bei Verwendung von PSMA-PET/MRI sensitiver als mpMRI bei der lokalen Tumor-Stadienbestimmung.

Direkte Vergleiche: Die Studie betonte die Bedeutung direkter Vergleiche, die zuverlässigere Beweise lieferten als frühere indirekte Vergleiche. Dieser Ansatz ergab, dass PSMA-PET CIM bei der Erkennung der Ausbreitung von Prostatakrebs auf benachbarte Gewebe, Lymphknoten und Knochen deutlich überlegen ist.

Auswirkungen auf die klinische Praxis: Die Ergebnisse legen nahe, dass der Ersatz von CIM durch PSMA-PET als First-line-Bildgebungsverfahren für primären Prostatakrebs zu erheblichen Verbesserungen der diagnostischen Genauigkeit führen könnte, was möglicherweise Behandlungsentscheidungen und -ergebnisse für Patienten verändert.

Insgesamt plädiert die Studie für die Integration von PSMA-PET in die klinische Praxis, um das Staging von Prostatakrebs verbessern und behandeln zu können.

# Bildgebungsprotokolle und Dokumentation

## 1. Bildaufnahme:

- Das radioaktive Arzneimittel intravenös verabreichen.
- Die Bildaufnahme erfolgt üblicherweise 50 bis 100 Minuten nach der Injektion.
- Die Aufnahme muss eine Ganzkörperaufnahme von der Schädelbasis bis zur Mitte des Oberschenkels umfassen.

## 2. Auswertung:

- Die Auswertung von PSMA-PET/CT-Scans sollten von erfahrenen Nuklearmedizinern durchgeführt werden.
- Beurteilen Sie die Anreicherung von PSMA-11 in Prostata, regionären Lymphknoten und Fernmetastasen.
- Zur Quantifizierung wird häufig der SUVmax-Wert (maximaler *Standardized Uptake Value*) verwendet.

## 3. Dokumentation

- Verfassen Sie einen detaillierten Bericht, der die anatomische Lage der PSMA-aiden Läsionen enthält.
- Erwähnen Sie etwaige uneindeutige Befunde und ihre klinische Signifikanz.
- Als Leitlinie zur Auswertung werden die Kriterien von PROMISE V2 (*Second Version of the Prostate Cancer Molecular Imaging Standardized Evaluation Framework Including Response Evaluation for Clinical Trials*) empfohlen.

➤ *Diese Empfehlungen basieren auf der Leitlinie der Europäischen Vereinigung für Nuklearmedizin (EANM) und der Society of Nuclear Medicine and Molecular Imaging (SNMMI), „Joint EANM procedure guideline/SNMMI procedure standard for prostate cancer imaging 2.01“. Diese Leitlinie kann von medizinischen und technischen Fachkräften zur effektiven Implementierung der PSMA-PET/CT für Forschungsanwendungen und die klinische Praxis genutzt werden.*

# Dokumentation

- Die Beschreibung der Anreicherung von PSMA-11 im Prostatabett oder in Metastasen sollte sowohl qualitativ als auch quantitativ erfolgen.
- Bei der visuellen Beschreibung wird die PSMA-11-Aufnahme mit der Hintergrundaufnahme in Blut, Leber und Speicheldrüsen auf einer visuellen vierstufigen Skala von 0 bis 3 verglichen (siehe Tabelle 1, nächste Folie).
- Die quantitative Beschreibung wird mittels SUVmax-Wert oder Tumor-Hintergrund-Verhältnis gegeben.
- Im Bericht sollte die TNM-Klassifikation und eine Klassifikation der individuellen Befunde nach der
- Malignitätswahrscheinlichkeit auf einer fünfstufigen Skala (siehe Tabelle 2, Folie 23) enthalten sein.

# Dokumentation – Tabelle 1

**Tabelle 1.** Vierstufige Skala (visueller Score) der PSMA-Expression.<sup>11</sup>

Visueller Score	Grad der PSMA-Expression
0	Weniger als Blutpool
1	Gleich oder mehr als Blutpool und weniger als Leber
2	Gleich oder mehr als Leber und weniger als Ohrspeicheldrüse
3	Gleich oder mehr als Ohrspeicheldrüse

PSMA: prostataspezifisches Membranantigen

# Dokumentation – Tabelle 2

**Tabelle 2.** Fünfstufige Skala zur Interpretation von PET/CT-Befunden.<sup>12</sup>

Score	Befunde
1	Gutartige Läsion ohne PSMA-Anreicherung
2	Wahrscheinlich gutartig (schwache PSMA-Anreicherung an einer für PC untypischen Lokalisation)
3	Uneindeutiger Befund (schwache PSMA-Anreicherung an einer für PC typischen Lokalisation oder starke Anreicherung an einer für PC untypischen Lokalisation)
4	Wahrscheinlich PC (starke PSMA-Anreicherung an einer für PC typischen Lokalisation aber ohne eindeutige Befunde im CT)
5	PC (starke PSMA-Anreicherung an einer für PC typischen Lokalisation mit eindeutigen Befunden im CT)

PC: Prostatakrebs; PET/CT: Positronen-Emissions-Tomographie/Computer-Tomographie; PSMA: prostataspezifisches Membranantigen.

# Normale Bioverteilung von PSMA-11 (1)

Eine normale physiologische PSMA-Aufnahme findet sich in:

- Tränendrüsen
- Ohrspeicheldrüsen und Unterkieferspeicheldrüsen,
- Leber, Milz, Darm (vor allem Dünndarm und insbesondere Zwölffingerdarm)
- Nierenaktivität mit anschließender renaler Clearance über Harnleiter, Harnblase und Harnröhre
- PSMA wird auch über den Speichel ausgeschieden, was eine mögliche Aktivität in Speiseröhre, Magen oder Kehlkopf erklärt.
- $^{68}\text{Ga}$ -PSMA-11 unterliegt auch einer hepatobiliären Clearance, sodass eine Aktivität in den Gallengängen, der Gallenblase und den extrahepatischen Gängen festgestellt werden kann.



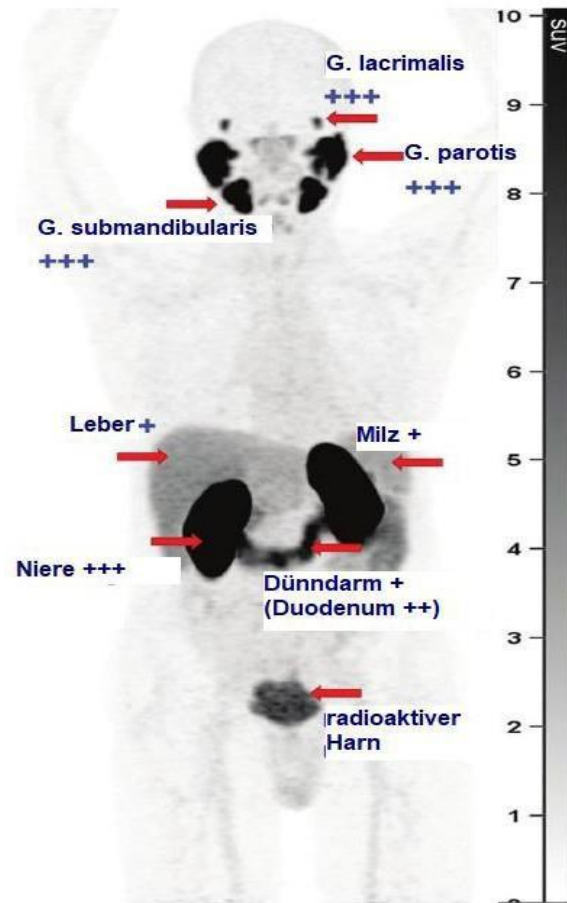
# Normale Bioverteilung von PSMA-11 (2)

Eine schwache physiologische Aktivität findet man auch in:

- Sympathischen Ganglien (G. coeliaca, G. stellatum, hypogastrische und präsakrale Ganglien). Dies ist häufiger sichtbar beim Einsatz neuerer PET/CT-Scanner, die mit Time-of-Flight-Technik arbeiten. Es ist wichtig, die Lage der sympathischen Ganglien zu kennen, da diese fälschlicherweise als mögliche Lymphknotenmetastasen gedeutet werden könnten.
- Das Ganglion stellatum befinden sich typischerweise paravertebral auf Höhe der Schilddrüse, die Ganglia coeliaca paraaortal auf Höhe der Nieren, die hypogastrischen Ganglien befinden sich auf Höhe der Darmbeinschaufeln und die sakralen Ganglien befinden sich im präsakralen Bereich.
- Physiologische Aktivität kann unter Umständen auch im Trigeminalganglion beobachtet werden, welches im Cavum trigeminale (Meckel-Raum) lokalisiert ist.
- Im Pankreas kann unter Umständen eine heterogene und variable Anreicherung beobachtet werden, die mit der
- variablen Anzahl, Verteilung und Ausdehnung von Inselzellen im Zusammenhang steht, bei denen die Expression von PSMA-Liganden Rezeptoren beschrieben wurde.

# Normale Verteilung von $^{68}\text{Ga}$ -PSMA-11

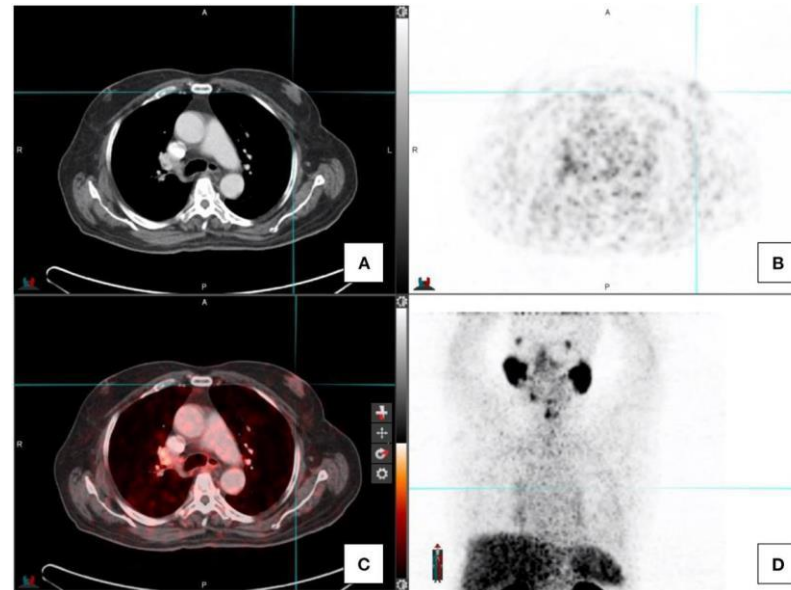
Publizierte  
Fallbeispiele



Quelle: Hofman et al. January 2018 Radiographics 38(1):200-217

# Normvarianten – Gynäkomastie

## Publizierte Fallbeispiele



Ein Patient mit Gynäkomastie mit assoziierter schwacher  $^{68}\text{Ga}$ -PSMA-11-Aktivität.

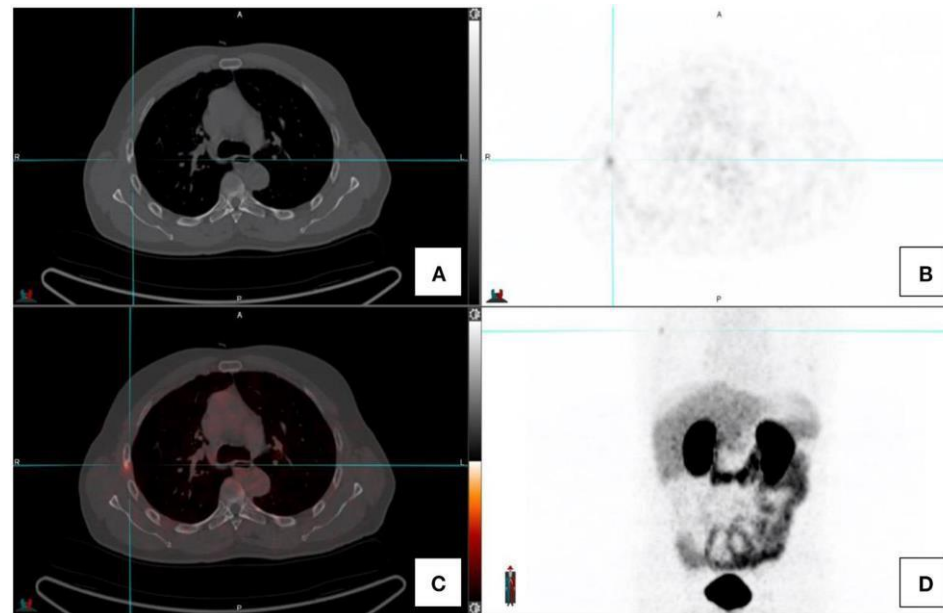
- CT-Bild (A)
- PET-Bild (B)
- PET/CT-Fusionsbild (C)
- Maximum-Intensity-Projection-Bild (D)

Gynäkomastie kommt bei Männern nicht häufig vor und ist daher nicht in der Normalverteilung enthalten. Allerdings können Prostatakrebspatienten, die sich einer Androgendeprivationstherapie (ADT) unterziehen, Gynäkomastie entwickeln. Dieser Zustand kann manchmal mit einer geringen Ga-PSMA-Aufnahme einhergehen. Ärzte sollten sich dieser möglichen Nebenwirkung bewusst sein, um sie nicht als metastasierende Erkrankung zu fehlinterpretieren.

Quelle: Malan N and Vangu M-d-T (2022) Normal Variants, Pitfalls, and Artifacts in Ga-68 Prostate Specific Membrane Antigen (PSMA) PET/CT Imaging. *Front. Nucl. Med.* 2:825512. doi: 10.3389/fnume.2022.825512

# Normvarianten – Rippenfraktur

## Publizierte Fallbeispiele

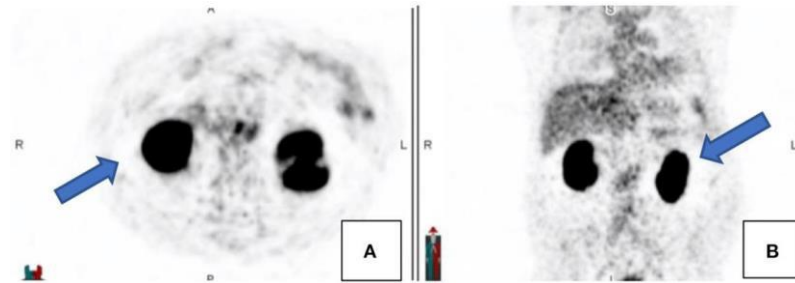


Transaxiale Bilder eines Prostatakrebspatienten mit einer rechtsseitigen Rippenfraktur.

- CT-Bild (A)
- PET-Bild (B)
- Fusionsbild (C)
- Maximum- Intensity- Projection-Bild (D)

Quelle: Malan N and Vangu M-d-T (2022) Normal Variants, Pitfalls, and Artifacts in Ga-68 Prostate Specific Membrane Antigen (PSMA) PET/CT Imaging. *Front. Nucl. Med.* 2:825512. doi: 10.3389/fnume.2022.825512

## Normvarianten – „Halo-Effekt“



- Transaxiale (A) und koronale (B) PET-Bilder zur Demonstration der relativ signalarmen Bereiche rund um die kräftige Aktivität in den Nieren, des sogenannten Halo-Effekts, siehe Pfeile.

# Flare-Phänomen

- Nach Einleitung einer Androgendeprivationstherapie (ADT) mit einem Gonadotropin-Releasing-Hormon (GnRH)-Antagonisten kann unter Umständen eine heterogene „Flare-Reaktion“ beobachtet werden, bei der die Läsionen nach 2 Wochen einen um bis zu 73 % erhöhten Standardized Uptake Value aufweisen.
- Nach der „Flare-Reaktion“ können auch zusätzliche Läsionen sichtbar werden.
- Die optimale Zeitperiode zum Nachweis der Läsionen liegt bei 2 bis 4 Wochen nach Einleitung der ADT.

# PSMA-negativer Prostatakrebs

- Die meisten Prostatakarzinome sind PSMA-avide. Es wurde aber berichtet, dass 3 bis 10 % der Prostatakarzinome eine schwache PSMA- Expression aufweisen können und daher keine starke Anreicherung, sondern nur eine minimale oder schwache Anreicherung zeigen.
- Die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von PSMA-negativen Lymphknotenmetastasen bei einem PSMA-aviden Primärtumor ist gering, außer bei intensiv mit Chemotherapie vorbehandelten Patienten.
- Prostatakrebs ist eine heterogene Erkrankung; Primärtumor und Metastasen zeigen nicht immer eine übereinstimmende PSMA-Expression. Es wurde gezeigt, dass eine steigende prozentuale PSMA-Negativität des Primärtumors in der Immunhistochemie mit einer steigenden Häufigkeit PSMA-negativer Bildaufnahmen und PSMA-negativer Metastasen assoziiert ist.
- Bei Hinweisen auf ein biochemisches Rezidiv durch einen steigenden PSA-Wert kann bei einem negativen PSMA-Scan dann eine Bildgebung mit den folgenden Radiopharmazeutika in Betracht gezogen werden: 18F-Fluciclovin (das von den bei Prostatakrebs hochregulierten Aminosäuretransportern LAT1–4 und ASCT1/2 in Prostatakrebszellen aufgenommen wird) oder 11C/18F-Cholin (das wegen der bei Krebszellen erhöhten Synthese von Zellmembranlipiden eingesetzt werden kann).

# Zusammenfassung der Artefakte und Fallstricke bei der $^{68}\text{Ga}$ -PSMA-11-Bildgebung mit Isoprotrace

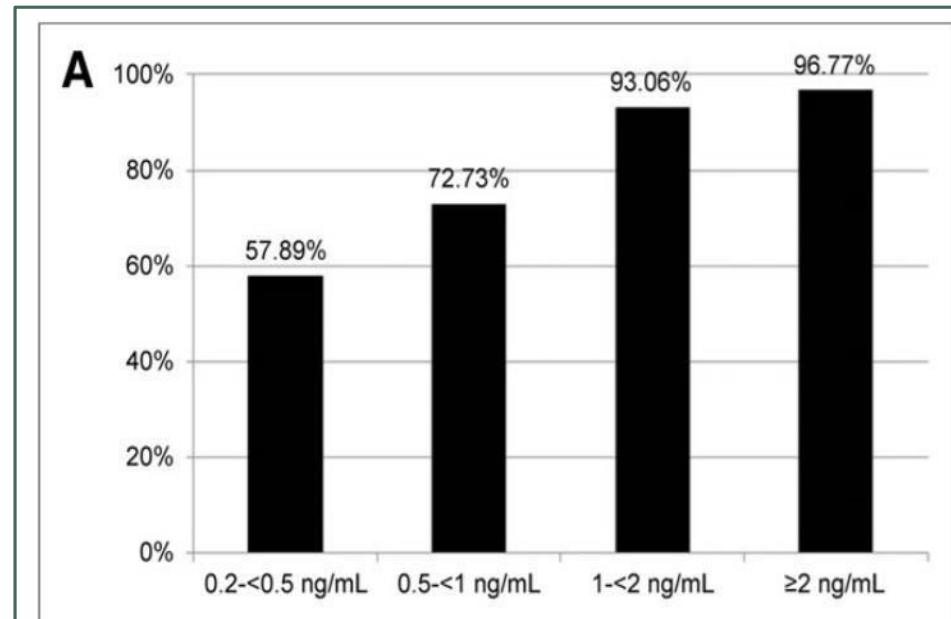
- Halo-Artefakt – intensive renale Aktivität verursacht Photopenie in der Umgebung der Nieren
- Bewegungsartefakte (Atem- und Patientenbewegungen, die zu Falschzuordnungen der PET- und CT-Bilder führen)
- Falsch-negative Befunde – PSMA-negativer Prostatakrebs (3 bis 10 % der Prostatakarzinome)
- Flare-Phänomen – Zusätzliche Läsionen sichtbar und erhöhter SUV-Wert (Standardized Uptake Value) kurz nach ADT (Androgendeprivationstherapie)
- Falsch-positive Befunde – Infektionen/Entzündungen (pulmonal, Prostatitis, post Radiatio usw.)
- Knochenerkrankungen (Osteophyten, Frakturen, Hämangiome usw.)
- Gutartige Neubildungen (mit Gefäßproliferation – z. B. Schilddrüsen-, Nebenschilddrüsen-, Nebennierenadenome usw.)
- Bösartige Neubildungen (PSMA-exprimierende Tumoren – Brustkrebs, Lungenkrebs, Lymphome, Dickdarntumoren usw.)



# Erkennungsrate mit $^{68}\text{Ga}$ -PSMA-PET/CT bei biochemischem Rezidiv abhängig von PSA-Werten

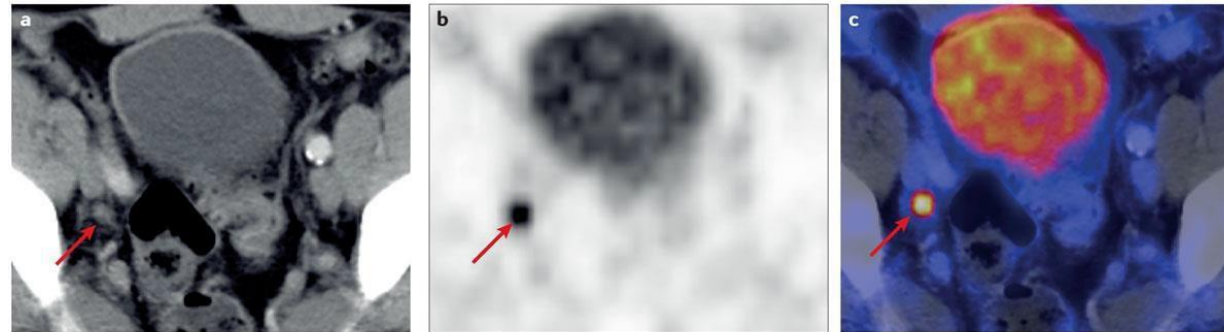
## Evaluation of Hybrid $^{68}\text{Ga}$ -PSMA Ligand PET/CT in 248 Patients with Biochemical Recurrence After Radical Prostatectomy

Matthias Eiber<sup>\*1,2</sup>, Tobias Maurer<sup>\*3</sup>, Michael Souvatzoglou<sup>1</sup>, Ambros J. Beer<sup>1,4</sup>, Alexander Ruffani<sup>1</sup>, Bernhard Haller<sup>5</sup>, Frank-Philipp Graner<sup>1</sup>, Hubert Kübler<sup>3</sup>, Uwe Haberhorn<sup>6</sup>, Michael Eisenhut<sup>6</sup>, Hans-Jürgen Wester<sup>7</sup>, Jürgen E. Gschwend<sup>3</sup>, and Markus Schwaiger<sup>1</sup>



Die Erkennung von Prostatakrebs mit Ga-68 Gozetotid (PSMA-11) wird von der Größe des Tumors beeinflusst. Größere Tumoren neigen dazu, höhere Werte von PSA (Prostata-spezifisches Antigen) im Blut zu produzieren, das von den Krebszellen abgesondert wird. Die Grafik veranschaulicht die Wahrscheinlichkeit der Krebserkennung in Bezug auf den PSA-Spiegel im Blut.

# Detektion eines nur 6 mm großen Lymphknotenmetastasens mit $^{68}\text{Ga}$ -PSMA-PET-CT



Nature Reviews | Urology

## Publizierte Fallbeispiele

$^{68}\text{Ga}$ -PSMA-PET/CT eines 52-jährigen Patienten mit primärem Prostatakrebs (Serum-PSA-Wert 19 ng/ml und Gleason-Score 7 bei Biopsie).

**a** | Das kontrastmittelverstärkte CT zeigt einen kleinen Lymphknoten (6 mm, roter Pfeil) neben der rechten Arteria iliaca interna.

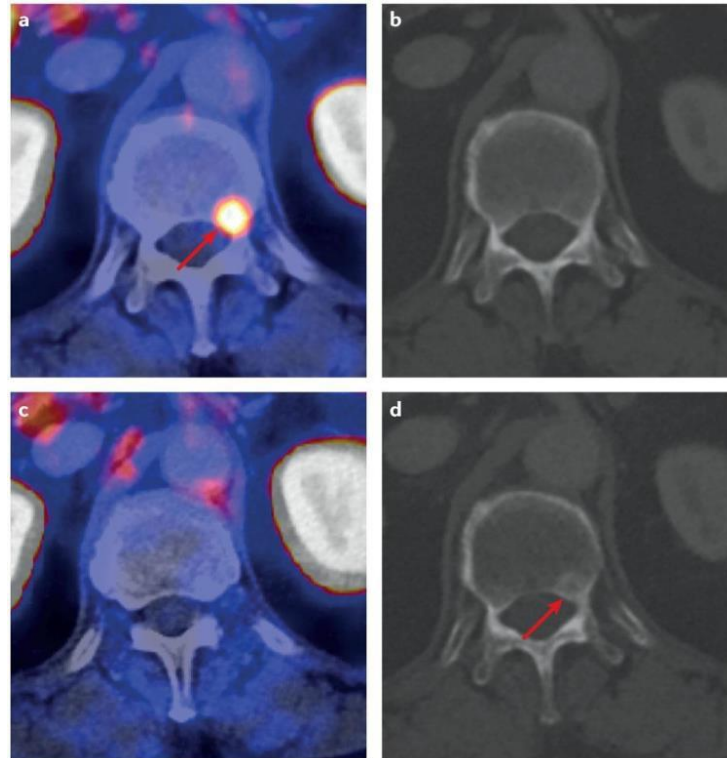
**b** | PET-Bild und

**c** | PET-CT-Fusionsbild zeigen eine starke Expression des prostataspezifischen Membranantigens (PSMA) in diesem Lymphknoten.

Nach radikaler Prostatektomie und Lymphadenektomie wurde eine Lymphknotenmetastase im entsprechenden Template-Feld identifiziert.

# Detektion von Knochenmetastasen mit $^{68}\text{Ga}$ -PSMA-PET-CT, bevor im CT eine morphologische Veränderung sichtbar wird.(1)

## Publizierte Fallbeispiele

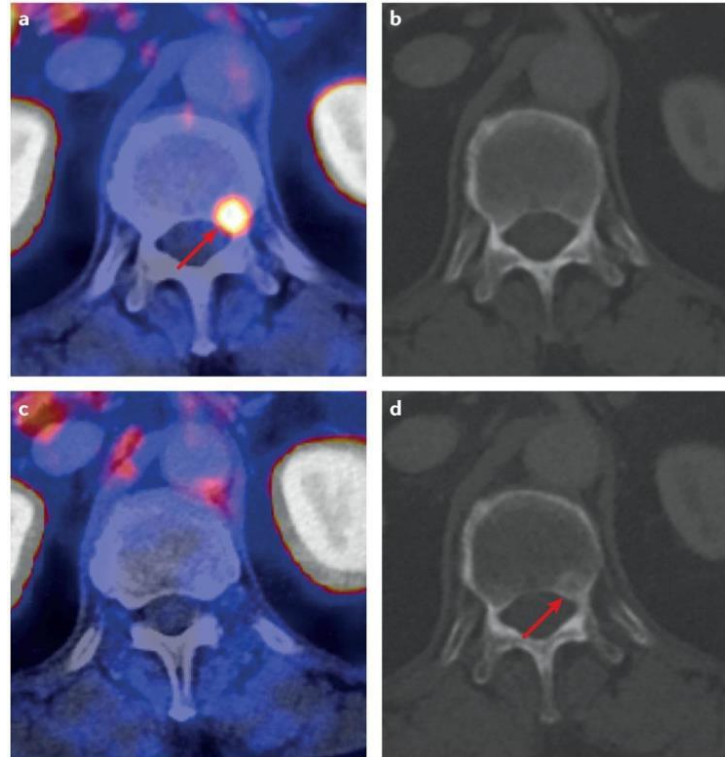


Nature Reviews | Urology

- $^{68}\text{Ga}$ -PSMA-PET-CT: Eines 73-jährigen Patienten mit rezidiviertem Prostatakrebs nach radikaler Prostatektomie (initialer Gleason-Score 9) und lokaler Salvage-Strahlentherapie
- Die oberen Bilder stammen von einer  $^{68}\text{Ga}$ -PSMA-PET/CT-Staging-Untersuchung bei einem Serum-PSA-Wert von 3,6 ng/ml und die unteren Bilder von einer Restaging-Untersuchung sechs Monate später bei einem Serum-PSA-Wert von 1,8 ng/ml.
  - a** | Das PET/CT-Fusionsbild zeigt eine starke Anreicherung in der Brustwirbelsäule mit Verdacht auf eine Knochenmetastase.
  - b** | Das entsprechende CT zeigt kein morphologisches Korrelat.

# Detektion von Knochenmetastasen mit $^{68}\text{Ga}$ -PSMA-PET-CT, bevor im CT eine morphologische Veränderung sichtbar wird. (2)

## Publizierte Fallbeispiele



Nature Reviews | Urology

**c** | Das PET/CT-Fusionsbild 6 Monate später zeigt keine erhebliche Anreicherung von  $^{68}\text{Ga}$ -PSMA in der Läsion nach externer Strahlentherapie.

**d** | Eine neue Sklerose im Wirbel im CT deutet auf

posttherapeutische Veränderungen an einer metastatischen Läsionsstelle hin. Dies unterstreicht die überlegene Sensitivität der PSMA-PET-CT, mit der Metastasen früher erkannt werden können als mit einer CT allein.

# Detektion von rezidivierendem Prostatakrebs im Prostatabett mit $^{68}\text{Ga}$ -PSMA-PET-CT

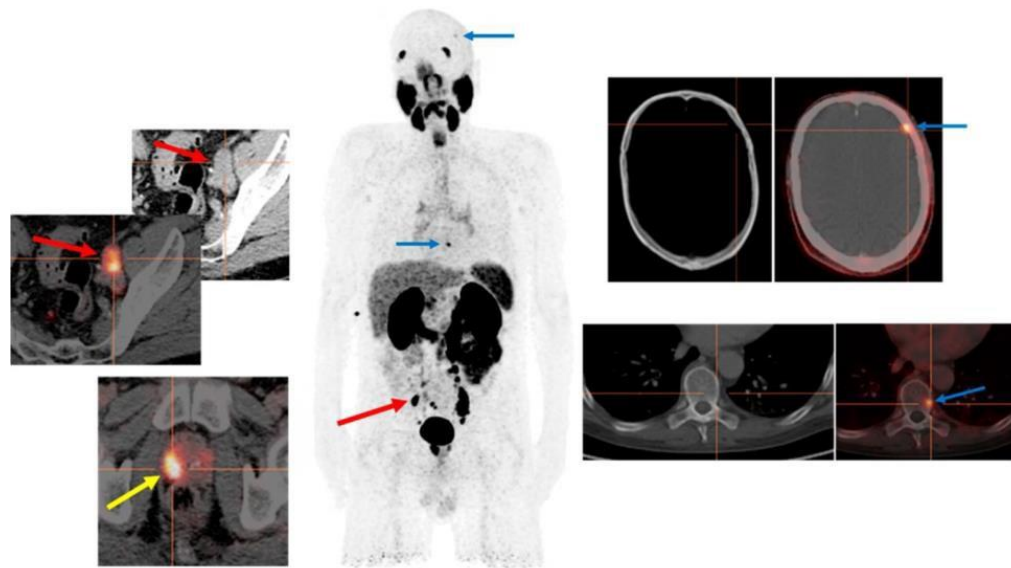


Nature Reviews | Urology

## Publizierte Fallbeispiele

- $^{68}\text{Ga}$ -PSMA-PET/CT eines 74-jährigen Patienten mit rezidiviertem Prostatakrebs (initialer Gleason-Score 7) radikaler Prostatektomie und lokaler Salvage-Strahlentherapie mit steigendem Serum-PSA-Wert (1,76 ng/ml zum Zeitpunkt der Untersuchung).
- **a** | Das kontrastmittelverstärkte CT zeigt eine Raumforderung im Bereich der früheren linken Bläschendrüse (roter Pfeil): Residualgewebe, reaktive Fibrose oder Rezidiv.
- **b** | PET-Bild und
- **c** | PET/CT-Fusionsbild zeigen eine starke  $^{68}\text{Ga}$ -PSMA-11-Anreicherung, was auf ein Lokalrezidiv hindeutet.
- Die PSMA-strahlengeführte Salvage-Operation zeigte eine Weichgewebemetastase, ein schlecht differenziertes Adenokarzinom der Prostata (Gleason-Score 7), unter Einschluss einer Bläschendrüse mit einem kribriformen Karzinom.

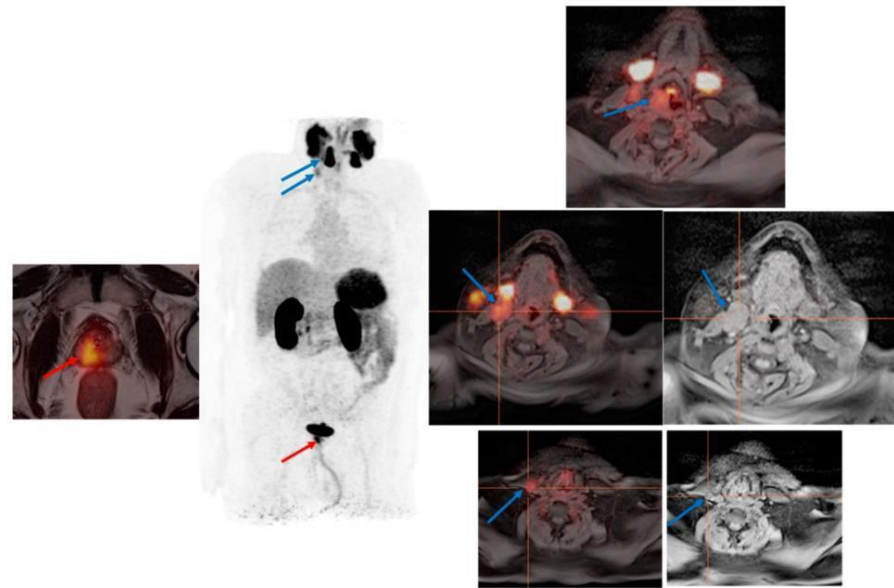
# Primäres Staging



- PSMA-11-PET/CT-Bilder für das primäre Staging eines 56-jährigen Mannes mit neuer PCa-Diagnose mit Gleason-Score 5 + 5 und einem PSA-Wert von 45,96 ng/ml, die zwei PSMA-avide Knochenläsionen frontoparietal an der linken Schädelseite sowie am neunten Brustwirbel zeigen (blaue Pfeile), neben dem Primärtumor im rechten Prostatalappen (gelber Pfeil) und bilateralen Beckenlymphknotenmetastasen (rote Pfeile).
- Beide Knochenläsionen waren in der separat durchgeführten CT-Untersuchung des Patienten nicht zu sehen gewesen.

# Primäres Staging mit Zufallsbefund eines Plattenepithelkarzinoms des Kehlkopfs

## Publizierte Fallbeispiele



PSMA-11-PET-Untersuchung für das primäre Staging eines Hochrisiko-Prostatakarzinoms.

- Beim primären Staging eines 60-jährigen Patienten mit neu diagnostiziertem Hochrisiko-Prostatakarzinom (PSA-Wert: 30,9 ng/ml):
- wurde der Primärtumor im rechten Prostatalappen mit deutlicher PSMA- Expression gefunden (roter Pfeil)
- und als Zufallsbefund eine verdächtige Läsion mit ausgeprägter PSMA-Expression im rechten Sinus piriformis (Bereich des rechten Stimmbands) mit mehreren verdächtigen Lymphknoten im rechten Halsbereich (blaue Pfeile).
- Die anschließende histologische Untersuchung dieser Läsion im Hals bestätigte ein Plattenepithelkarzinom des Kehlkopfs.

# Verwendung von Furosemid - Pro

In der medizinischen Literatur wurde gezeigt, dass die Anwendung von forcierter Diurese mit Furosemid Auswirkungen auf die Erkennungsraten von lokalen Rezidiven (LR) bei Patienten mit Prostatakrebs hat:

**Erhöhte Erkennungsraten:** Die Studie ergab, dass die Erkennungsrate von Läsionen, die positiv auf lokale Rezidive beurteilt wurden, bei Patienten, die Furosemid erhielten, signifikant höher war als bei Patienten, die kein Furosemid erhielten. Konkret wurde bei 25,5 % der Patienten in der Furosemid-Gruppe (56 Fälle) ein lokales Rezidiv festgestellt, verglichen mit 17,3 % in der Gruppe ohne Furosemid (38 Fälle), mit einem statistisch signifikanten p-Wert von 0,048.

**Verringerung uneindeutiger Befunde:** Die Anzahl uneindeutiger Befunde im Prostatabett war in der Furosemid-Gruppe (12,3 %) niedriger als in der Gruppe ohne Furosemid (16,8 %), obwohl dieser Unterschied keine statistische Signifikanz erreichte.

**Verbesserte diagnostische Sicherheit:** Die Verabreichung von Furosemid war mit einem besseren Kontrast zwischen lokalem Rezidiv und Harnblasenaktivität verbunden, was für eine genaue Diagnose entscheidend ist, insbesondere in Fällen, in denen das lokale Rezidiv in der Nähe der Harnblase auftritt.

Insgesamt deutet die Studie darauf hin, dass die frühzeitige Verabreichung von Furosemid die Erkennung eines lokalen Rezidivs bei Prostatakrebspatienten verbessert, die sich einer <sup>68</sup>Ga-PSMA-11-PET/CT-Bildgebung unterziehen.

*Uprimny C, Bayerschmidt S, Kroiss AS, Fritz J, Nilica B, Svirydenka H, Decristoforo C, von Guggenberg E, Horninger W, Virgolini JJ. Early Injection of Furosemide Increases Detection Rate of Local Recurrence in Prostate Cancer Patients with Biochemical Recurrence Referred for 68Ga-PSMA-11 PET/CT. J Nucl Med. 2021 Nov;62(11):1550-1557. doi: 10.2967/jnumed.120.261866. Epub 2021 Mar 12. PMID: 33712533; PMCID: PMC8612314.*



# Verwendung von Furosemid – Con (1)

Während die Verabreichung von Furosemid während  $^{68}\text{Ga}$ -PSMA-11-PET/CT-Scans Vorteile bei der Verbesserung der Erkennungsraten lokaler Rezidive bei Patienten mit Prostatakrebs gezeigt hat, gibt es potentielle Nachteile, die zu berücksichtigen sind:

**Erhöhte renale Auswaschung:** Furosemid ist ein Diuretikum, das die renale Ausscheidung fördert. Es gibt Bedenken, dass eine frühe Verabreichung von Furosemid zu einer erhöhten renalen Auswaschung des Tracers führen kann, bevor dieser an den PSMA-Rezeptor bindet, was möglicherweise zu einer verringerten Aufnahme des Tracers in Tumorkläsionen und einer geringeren Empfindlichkeit der Untersuchung führen kann.

**Variable Reaktion:** Die Wirksamkeit von Furosemid kann von Patient zu Patient unterschiedlich sein. Bei einigen Patienten kann es zu keiner signifikanten Verringerung der Aktivität der Harnblase kommen oder trotz Diurese kann noch Tracer in der Harnblase verbleiben, was die Klarheit der Bildgebungsergebnisse beeinträchtigen kann.

**Potentielle Dehydratation:** Die Verwendung von Furosemid erfordert eine sorgfältige Kontrolle der Flüssigkeitsaufnahme. Bei unzureichender Flüssigkeitszufuhr kann es bei Patienten zu Dehydrierung kommen, was zu Komplikationen führen kann, insbesondere bei Patienten mit bereits bestehenden Nierenproblemen oder anderen Begleiterkrankungen.

*Uprimny C, Bayerschmidt S, Kroiss AS, Fritz J, Nilica B, Sviridenka H, Decristoforo C, von Guggenberg E, Horninger W, Virgolini JJ. Early Injection of Furosemide Increases Detection Rate of Local Recurrence in Prostate Cancer Patients with Biochemical Recurrence Referred for  $^{68}\text{Ga}$ -PSMA-11 PET/CT. J Nucl Med. 2021 Nov;62(11):1550-1557. doi: 10.2967/jnumed.120.261866. Epub 2021 Mar 12. PMID: 33712533; PMCID: PMC8612314.*

# Verwendung von Furosemid – Con (2)

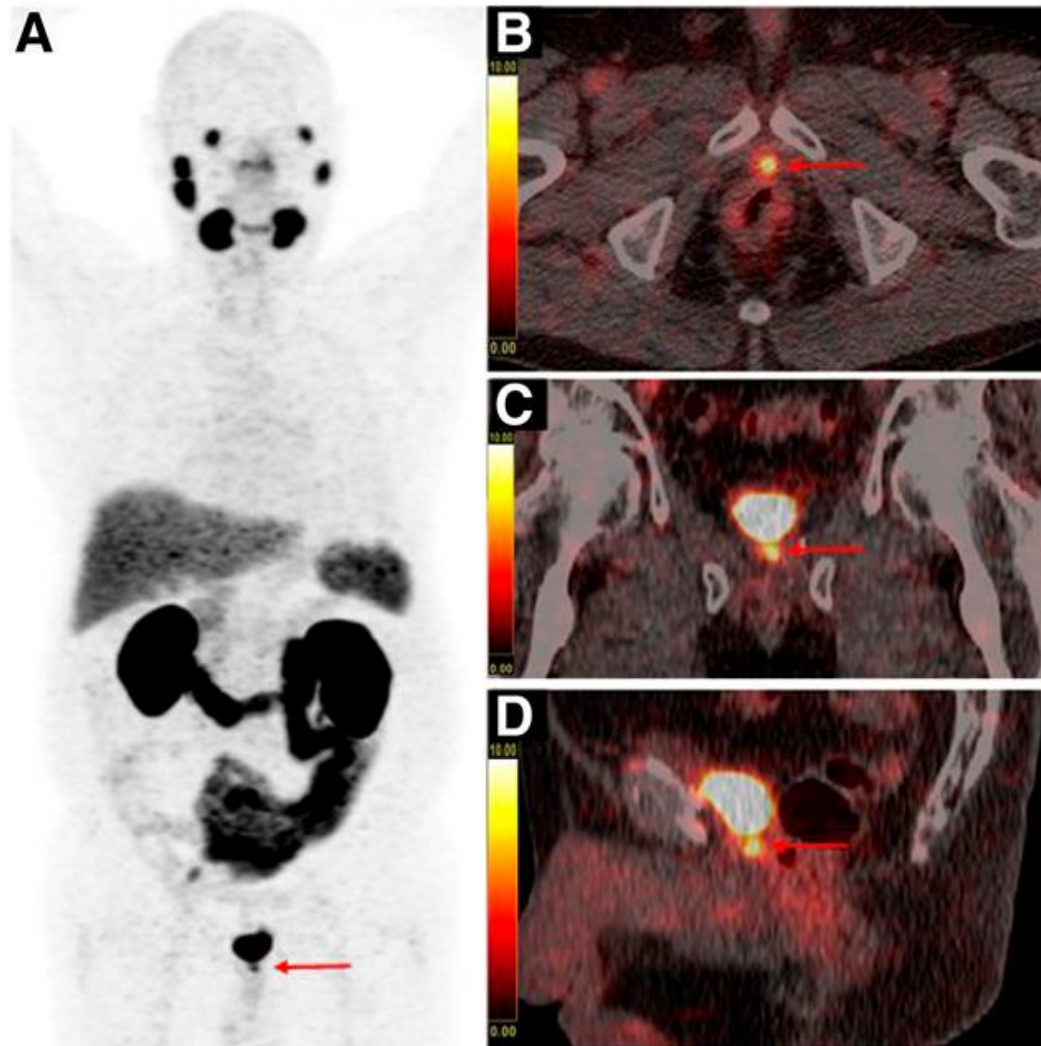
Zeitliche und Protokoll Komplexität: Die Notwendigkeit einer präzisen zeitlichen Abstimmung der Verabreichung von Furosemid mit der Tracer-Injektion erhöht die Komplexität des Bildgebungsprotokolls. Dies kann zusätzliche Schulungen des Personals und eine sorgfältige Koordination erfordern, um optimale Ergebnisse sicherzustellen.

Begrenzte Auswirkungen auf andere Organe: Während Furosemid die Aktivität der Harnblase wirksam reduziert, hat es keine signifikanten Auswirkungen auf die Ansammlung des Tracers in anderen Organen. Dies bedeutet, dass zwar die Erkennungsraten in bestimmten Bereichen verbessern werden, jedoch nicht die allgemeine Bildgebungsempfindlichkeit an allen potentiellen Rezidivstellen erhöht.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Furosemid den diagnostischen Nutzen von <sup>68</sup>Ga-PSMA-11-PET/CT-Scans verbessern kann, seine Verwendung jedoch sorgfältig gegen diese potentiellen Nachteile abgewogen werden muss, um die Patientensicherheit und optimale Bildgebungsergebnisse zu gewährleisten.

*Uprimny C, Bayerschmidt S, Kroiss AS, Fritz J, Nilica B, Svirydenka H, Decristoforo C, von Guggenberg E, Horninger W, Virgolini JJ. Early Injection of Furosemide Increases Detection Rate of Local Recurrence in Prostate Cancer Patients with Biochemical Recurrence Referred for 68Ga-PSMA-11 PET/CT. J Nucl Med. 2021 Nov;62(11):1550-1557. doi: 10.2967/jnumed.120.261866. Epub 2021 Mar 12. PMID: 33712533; PMCID: PMC8612314.*

# Fallbeispiel 1 ohne Furosemid



Beispiel für einen uneindeutigen Befund im Prostatabett bei  $^{68}\text{Ga}$ -PSMA-11 PET/CT:

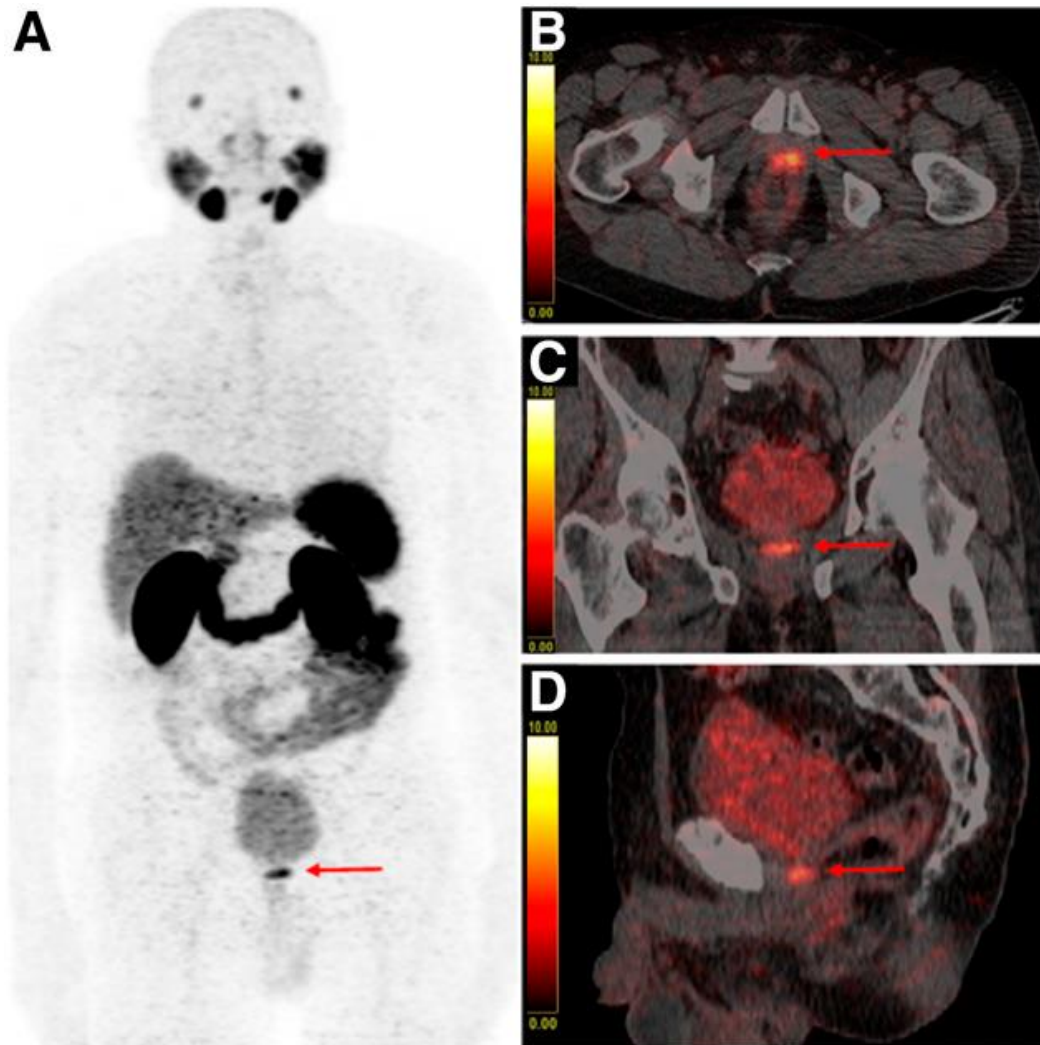
- a. Maximalintensitätsprojektion
- b. axial fusioniert
- c. koronal fusioniert
- d. sagittal fusioniert

Patient mit BCR nach radikaler Prostatektomie und Salvage-Strahlentherapie (PSA: 1,34 ng/ml), der vor der Bildgebung kein Furosemid erhält. Intensive fokale Aufnahme ist in der Mittellinie auf Höhe der vesikourethralen Anastomose vorhanden (roter Pfeil).

Eine klare Unterscheidung zwischen lokalem Rezidiv und Harnaktivität in der Harnröhre ist nicht möglich (SUVmax der fokalen Aufnahme in der Mittellinie: 10,3 und SUVmax der Harnblase: 118,0).

Uprimny C, Bayerschmidt S, Kroiss AS, Fritz J, Nilica B, Sviridenka H, Decristoforo C, von Guggenberg E, Horninger W, Virgolini JJ. Early Injection of Furosemide Increases Detection Rate of Local Recurrence in Prostate Cancer Patients with Biochemical Recurrence Referred for  $^{68}\text{Ga}$ -PSMA-11 PET/CT. *J Nucl Med.* 2021 Nov;62(11):1550-1557. doi: 10.2967/jnumed.120.261866. Epub 2021 Mar 12. PMID: 33712533; PMCID: PMC8612314.

# Fallbeispiel 2 mit Furosemid



$^{68}\text{Ga}$ -PSMA-11 PET/CT:

- a. Maximalintensitätsprojektion
- b. axial fusioniert
- c. koronal fusioniert
- d. sagittal fusioniert (D)

Bilder eines PC-Patienten mit BCR nach radikaler Prostatektomie (PSA, 1,18 ng/ml), der eine forcierte Diurese mit 20 mg Furosemid gleichzeitig mit einer Radiotracer-Injektion erhielt.

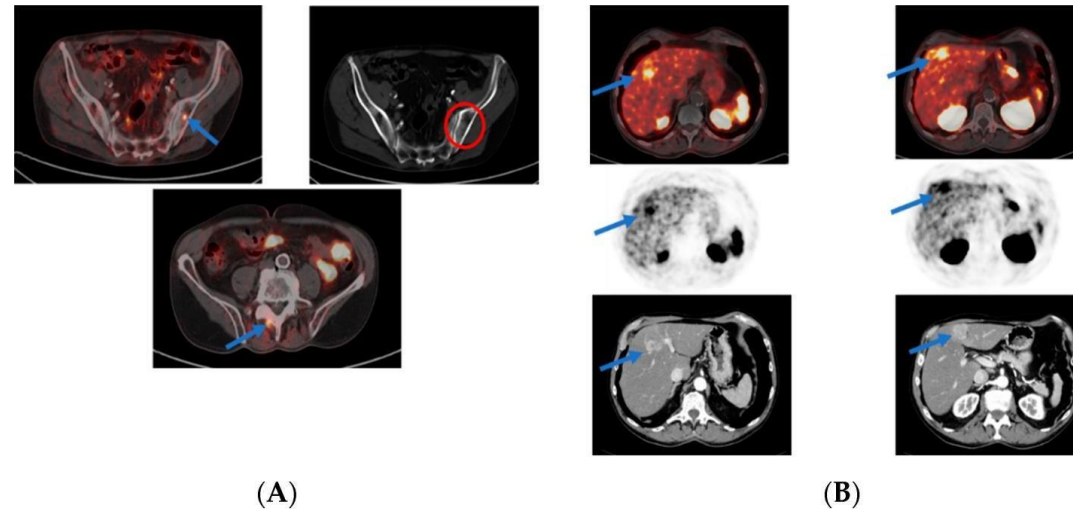
Im Bereich der vesikourethralen Anastomose (roter Pfeil) ist eine fokale Aufnahme hoher Intensität mit SUVmax von 9,6 vorhanden, die klar von der benachbarten Harnaktivität in der Blase (SUVmax von 9,4) unterschieden werden kann, was einen Fall darstellt, der mit einem lokalen Rezidiv übereinstimmt.

Der maligne Ursprung des Befundes wurde in einer nachfolgenden MRT bestätigt

Uprimny C, Bayerschmidt S, Kroiss AS, Fritz J, Nilica B, Sviridenka H, Decristoforo C, von Guggenberg E, Horninger W, Virgolini JJ. Early Injection of Furosemide Increases Detection Rate of Local Recurrence in Prostate Cancer Patients with Biochemical Recurrence Referred for  $^{68}\text{Ga}$ -PSMA-11 PET/CT. *J Nucl Med.* 2021 Nov;62(11):1550-1557. doi: 10.2967/jnumed.120.261866. Epub 2021 Mar 12. PMID: 33712533; PMCID: PMC8612314.

# Primäre PSMA-11-PET bei biochemischem Rezidiv eines PCa

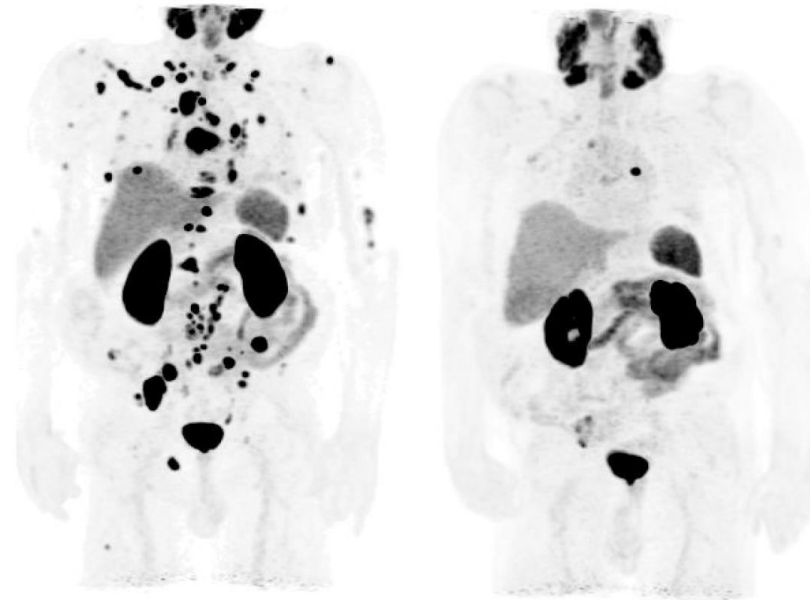
## Publizierte Fallbeispiele



- Die [ $^{68}\text{Ga}$ ]Ga-PSMA-11- PET/CT eines 74-jährigen Patienten mit biochemischem Rezidiv eines Prostatakarzinoms zeigte **(A)** PSMA-positive Knochenläsionen im linken Darmbein mit entsprechenden Knochenveränderungen im CT-Scan (roter Kreis) und im Wirbelbogen des vierten Lendenwirbels. **(B)** Weitere PSMA-avide und kontrastmittel aufnehmende intrahepatische Läsionen in den Lebersegmenten IVa und IVb (blaue Pfeile). Die histologische Untersuchung dieser hepatischen Läsionen zeigte ein hepatozelluläres Karzinom.

# Primäre PSMA-11-PET bei biochemischem Rezidiv eines PCa

## Publizierte Fallbeispiele



- Die PSMA-11-PET-Untersuchung eines Patienten mit metastasiertem kastrationsresistentem Prostatakrebs und einem PSA-Wert von 65,74 ng/mL zeigt multiple Knochen- und Lymphknotenmetastasen mit stark erhöhter PSMA- Expression vor der PSMA-Radioliganden-Therapie (RLT) (links) und nach der PSMA-RLT (rechts).

# PSMA-11 – Metastasen

## Publizierte Fallbeispiele

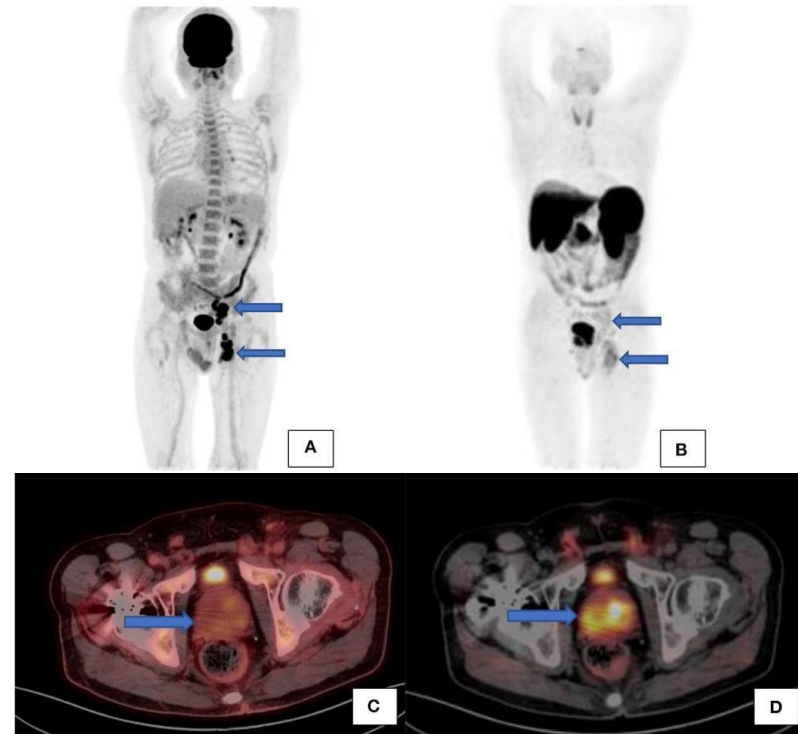


- MIP-Bild (Maximum Intensity Projection), welches breit gestreute osteoblastische Metastasen bei einem Patienten mit kastrationsresistentem Prostatakarzinom zeigt.

Quelle : Malan N and Vangu M-d-T (2022) Normal Variants, Pitfalls, and Artifacts in Ga-68 Prostate Specific Membrane Antigen (PSMA) PET/CT Imaging. *Front. Nucl Med.* 2:825512. doi: 10.3389/fnume.2022.825512

# Prostatakrebs – Diskordanz bei Metastasen (1)

## Publizierte Fallbeispiele



- Ein Patient mit bestätigtem Prostatakarzinom wurde einem  $^{68}\text{Ga}$ -PSMA-Scan unterzogen [siehe Maximal-Intensity- Projection-Bild (B) und transaxiales PET/CT-Fusionsbild (D)], der eine starke Anreicherung in der Prostata und eine schwache Anreicherung in den linken Becken- und Leistenlymphknoten zeigt.
- Beim gleichen Patienten wurde außerdem ein  $^{18}\text{F}$ -FDG-Scan durchgeführt [(A) – Maximal-Intensity- Projection-Bild und (C) – transaxiales PET/CT- Fusionsbild], der eine schwache Anreicherung in der Prostata, aber eine starke Anreicherung in den gleichen linken Becken- und Leistenlymphknoten zeigt (blaue Pfeile).
- Entspricht „DISKORDANTER FDG- vs. PSMA-Anreicherung“

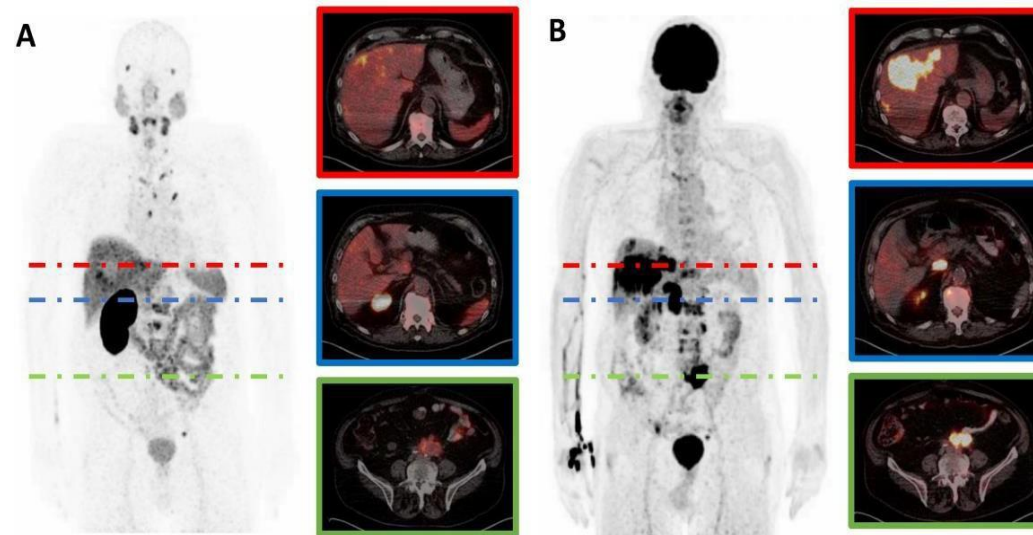
Diskordanz zwischen FDG und PSMA – Eine Diskordanz tritt auf, wenn die FDG-Bildgebung Krebsläsionen erkennt, die PSMA nicht erkennt, was zu einer Änderung der Behandlungsplanung führt.

Quelle : Malan N and Vangu M-d-T (2022) Normal Variants, Pitfalls, and Artifacts in Ga-68 Prostate Specific Membrane Antigen (PSMA) PET/CT Imaging. *Front. Nucl Med.* 2:825512. doi: 10.3389/fnume.2022.825512



# Prostatakrebs – Diskordanz bei Metastasen (2)

## Publizierte Fallbeispiele

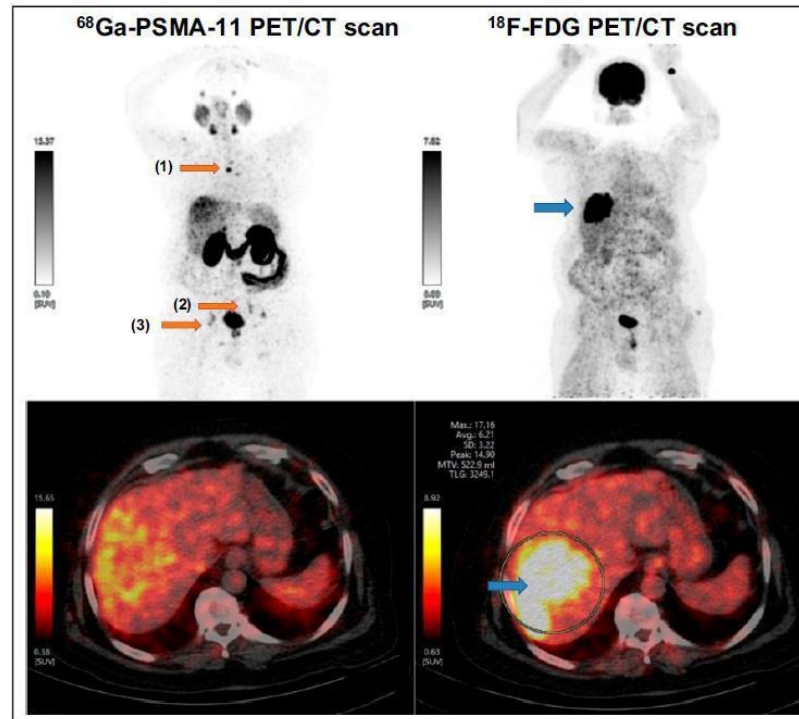


- $[^{68}\text{Ga}]$ -PSMA-11- (A) und  $[^{18}\text{F}]$ FDG- (B) PET/CT-Bilder eines typischen mCRPC-Patienten mit Läsionen mit diskordanter Anreicherung in Leber (rot) und Lymphknoten (blau und grün).
- Hinweis: mCRPC: metastasiertes kastrationsresistentes Prostatakarzinom mit „DISKORDANTER FDG- vs. PSMA-Anreicherung“
- Wichtig für die Patientenauswahl für die  $[^{177}\text{Lu}]$ Lu-PSMA-617 RLT

Quelle : Khreish, F.; Ribbat, K.; Bartholomä, M.; Maus, S.; Stemler, T.; Hierlmeier, I.; Linxweiler, J.; Schreckenberger, M.; Ezziddin, S.; Rosar, F. Value of Combined PET Imaging with  $[^{18}\text{F}]$ FDG and  $[^{68}\text{Ga}]$ Ga-PSMA-11 in mCRPC Patients with Worsening Disease during  $[^{177}\text{Lu}]$ Lu-PSMA-617 RLT. *Cancers* 2021, 13, 4134. <https://doi.org/10.3390/cancers13164134>

# Prostatakrebs – Diskordanz bei zweitem Primärtumor (1)

## Publizierte Fallbeispiele

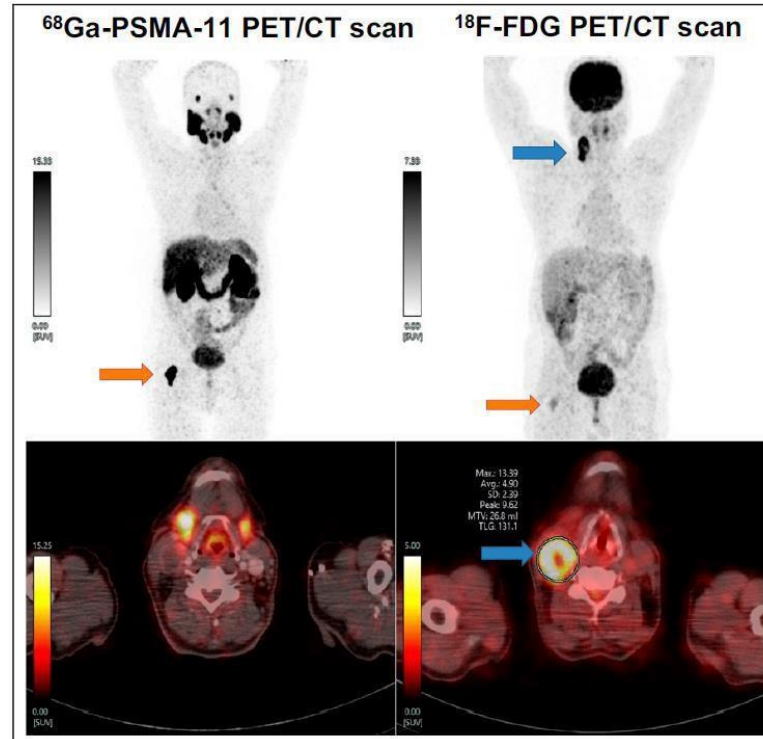


- Ganzkörper- $^{68}\text{Ga}$ -PSMA-11-PET/CT- und  $^{18}\text{F}$ -FDG-PET/CT-Aufnahmen, welche eine  $^{68}\text{Ga}$ -PSMA-11-Anreicherung (orange Pfeile) in sklerotischen Skelettläsionen im Wirbelkörper des 4. Brustwirbels (Läsion 1), in den linken inneren Beckenlymphnoten (Läsion 2) und bilateral in den Beckenknochen (Läsion 3) zeigen.
- An keiner dieser Stellen war eine  $^{18}\text{F}$ -FDG-Anreicherung zu sehen.
- Eine hypodense Läsion in Segment VII/VIII der Leber zeigte eine  $^{18}\text{F}$ -FDG-Anreicherung (blauer Pfeil), aber keine signifikante  $^{68}\text{Ga}$ -PSMA-11-Anreicherung.
- Eine ultraschallgeführte Biopsie der Lebersegmente war angeraten und ergab ein kombiniertes hepatozelluläres Karzinom und Cholangiokarzinom.

Quelle: Ashwini Chalikandy, Subhash Yadav, and Sandip Basu. Differentiation of Discordant Lesions on Dual-Tracer PET/CT ( $^{68}\text{Ga}$ -PSMA-11 and  $^{18}\text{F}$ -FDG) in Prostate Carcinoma: Diagnosis of Second Primary Malignancies. *J Nucl Med Technol* 2023; 51:339–342 DOI: 10.2967/jnmt.123.265779

# Prostatakrebs – Diskordanz bei zweitem Primärtumor (2)

## Publizierte Fallbeispiele

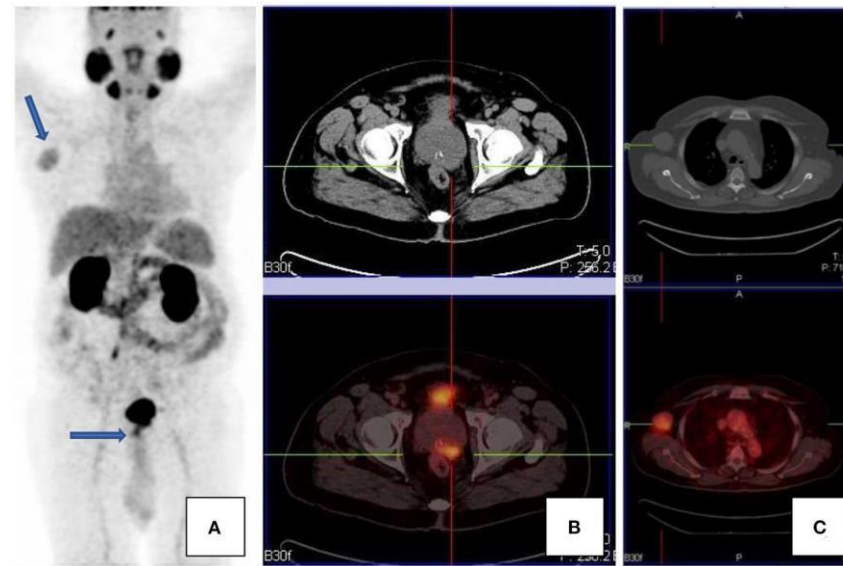


- Ganzkörper- $^{68}\text{Ga}$ -PSMA-11-PET/CT- und  $^{18}\text{F}$ -FDG-PET/CT-Aufnahmen, welche eine  $^{68}\text{Ga}$ -PSMA-11-Anreicherung (orange Pfeile) in einer sklerotischen Läsion am rechten Femurhals zeigen sowie eine schwache  $^{18}\text{F}$ -FDG-Anreicherung, was stimmig mit der Diagnose eines Prostatakarzinoms mit Skelettmetastasierung ist.
- Ein rechter Halslymphknoten Level III/IV zeigt  $^{18}\text{F}$ -FDG-Anreicherung (blaue Pfeile), aber keine  $^{68}\text{Ga}$ -PSMA-11-Anreicherung
- Eine ultraschallgeführte Biopsie des rechten Halslymphknotens zeigte ein **wenig differenziertes metastasiertes Plattenepithelkarzinom**

Quelle : Ashwini Chalikandy, Subhash Yadav, and Sandip Basu. Differentiation of Discordant Lesions on Dual-Tracer PET/CT ( $^{68}\text{Ga}$ -PSMA-11 and  $^{18}\text{F}$ -FDG) in Prostate Carcinoma: Diagnosis of Second Primary Malignancies. *J Nucl Med Technol* 2023; 51:339–342 DOI: 10.2967/jnmt.123.265779

# Nicht-Prostatakrebs-Hodgkin-Lymphom

## Publizierte Fallbeispiele



- Ein Patient mit bestätigtem Prostatakarzinom, mit fokaler Anreicherung in der Prostata (A) Maximum-Intensity-Projection-Bild
- Transaxiale CT- und fusionierte PET/CT-Bilder auf Beckenhöhe (B) zeigen den Prostatakrebs.
- In der rechten Achselhöhle ist eine Tumormasse mit geringer PSMA-Aufnahme zu erkennen. Es handelt sich dabei um einen Hodgkin-Lymphom-Tumor (oberer blauer Pfeil auf A und CT- und PET/CT-Bilder auf C).
- Die Lage der Raumforderung in der Achsel war untypisch für eine Metastase beim Mangel an sonstigen Metastasen.
- Die Raumforderung wurde entfernt und die Histologie bestätigte ein Hodgkin-Lymphom.

Quelle : Malan N and Vangu M-d-T (2022) Normal Variants, Pitfalls, and Artifacts in Ga-68 Prostate Specific Membrane Antigen (PSMA) PET/CT Imaging. *Front. Nucl Med.* 2:825512. doi: 10.3389/fnume.2022.825512

# Test zur Eigenbewertung

**Der Test zur Eigenbewertung, der diesem Schulungsmaterial folgt, soll Ihr Verständnis und die Beibehaltung der behandelten Konzepte stärken**

1. Hier sind einige wichtige Gründe, warum es von Vorteil ist, diesen Test zu machen: Festigung des Gelernten: Der Test hilft dabei, den gerade erlernten Stoff zu verinnerlichen und stellt sicher, dass sich die Schlüsselkonzepte in Ihrem Gedächtnis festigen.
2. Identifizierung von Wissenslücken: Durch die Durchführung des Tests können Sie alle Bereiche identifizieren, in denen Ihr Verständnis möglicherweise noch unzureichend ist, sodass Sie diese Themen überprüfen und verbessern können.
3. Aktive Teilnahme: Das Ausfüllen der Tests zur Eigenbewertung erfordert eine aktive Teilnahme, die den Lernprozess verbessert und dafür sorgt, dass der Lernstoff sich besser einprägt.
4. Sofortiges Feedback: Der Test bietet sofortiges Feedback und hilft Ihnen zu verstehen, was Sie gut gemacht haben und wo Sie Ihr Wissen noch vertiefen müssen.

Test zur  
Eigenbewertung  
zur Gozetotid  
Schulungsmateri  
al Präsentation

1. Worin besteht der Verwendungszweck von Isoprotrace (Gozetotid) als Radiopharmazeutikum?

- a) Die Behandlung von Prostatakrebs.
- b) Die Verhinderung der Ausbreitung von Prostatakrebs.
- c) Die Diagnose und das Bestimmen des Stadiums von Prostatakrebs.
- d) Die Nebenwirkungen der Behandlung von Prostatakrebs zu verringern.

# Test zur Eigenbewertung zur Gozetotid Schulungsmateri al Präsentation

## 1. Worin besteht der Verwendungszweck von Isoprotrace (Gozetotid) als Radiopharmazeutikum?

- a) Die Behandlung von Prostatakrebs.
- b) Die Verhinderung der Ausbreitung von Prostatakrebs.
- c) Die Diagnose und das Bestimmen des Stadiums von Prostatakrebs.
- d) Die Nebenwirkungen der Behandlung von Prostatakrebs zu verringern.

**Richtige Antwort:** c) Die Diagnose und das Bestimmen des Stadiums von Prostatakrebs.

**Erläuterung:**

Isoprotrace ist ein diagnostisches Verfahren zur Identifizierung und Charakterisierung von Prostatakrebsläsionen. Siehe Abschnitt 4.1 der Fachinformation.

# Test zur Eigenbewertung zur Gozetotid Schulungsmateri al Präsentation

## 2. Was ist PSMA und warum ist es ein wichtiger Angriffspunkt in der Prostatakrebs-Bildgebung?

- a) PSMA ist ein Protein, das in gesunden Zellen vorkommt und dessen Vorhandensein auf die Ausbreitung von Prostatakrebs hinweist.
- b) PSMA ist ein Protein, das nur in Prostatakrebszellen vorkommt und daher ein spezifischer Marker für die Diagnose ist.
- c) PSMA ist ein Protein, das sowohl in gesunden als auch in Krebszellen vorkommt, aber seine Konzentration ist in Prostatakrebszellen deutlich erhöht.
- d) PSMA ist ein Protein, das das Wachstum von Prostatakrebszellen hemmt.



# Test zur Eigenbewertung zur Gozetotid Schulungsmateri al Präsentation

## 2. Was ist PSMA und warum ist es ein wichtiger Angriffspunkt in der Prostatakrebs-Bildgebung?

- a) PSMA ist ein Protein, das in gesunden Zellen vorkommt und dessen Vorhandensein auf die Ausbreitung von Prostatakrebs hinweist.
- b) PSMA ist ein Protein, das nur in Prostatakrebszellen vorkommt und daher ein spezifischer Marker für die Diagnose ist.
- c) PSMA ist ein Protein, das sowohl in gesunden als auch in Krebszellen vorkommt, aber seine Konzentration ist in Prostatakrebszellen deutlich erhöht.
- d) PSMA ist ein Protein, das das Wachstum von Prostatakrebszellen hemmt.

**Richtige Antwort:** c)

**Erläuterung:**

PSMA ist ein Protein, das sowohl in gesunden als auch in Krebszellen vorkommt, aber seine Konzentration ist in Prostatakrebszellen deutlich erhöht. Dadurch wird PSMA zu einem wertvollen Angriffspunkt für die Bildgebung, da die erhöhten Werte in Krebszellen eine bessere Visualisierung ermöglichen.

Test zur  
Eigenbewertung  
zur Gozetotid  
Schulungsmateri  
al Präsentation

**3. Was sind die von der FDA zugelassenen klinischen Indikationen für die Verwendung von Isoprotrace?**

- a) Überwachung der Nebenwirkungen der chirurgischen Behandlung von Prostatakrebs. Die Diagnose von Prostatakrebs bei Männern mit einem niedrigen PSA-Wert.
- b) Die Diagnose von Prostatakrebs bei Männern mit einer familiären Vorgeschichte der Erkrankung.
- c) Die Diagnose und Einstufung von Hochrisiko-Prostatakrebs und die Abklärung eines vermuteten Rezidivs.

# Test zur Eigenbewertung zur Gozetotid Schulungsmateri al Präsentation

## 3. Was sind die von der FDA zugelassenen klinischen Indikationen für die Verwendung von Isoprotrace?

- a) Überwachung der Nebenwirkungen der chirurgischen Behandlung von Prostatakrebs. Die Diagnose von Prostatakrebs bei Männern mit einem niedrigen PSA-Wert.
- b) Die Diagnose von Prostatakrebs bei Männern mit einer familiären Vorgeschichte der Erkrankung.
- c) Die Diagnose und Einstufung von Hochrisiko-Prostatakrebs und die Abklärung eines vermuteten Rezidivs.

**Richtige Antwort: c**

**Erläuterung:**

Die Diagnose und Einstufung von Hochrisiko-Prostatakrebs und die Abklärung eines vermuteten Rezidivs. Isoprotrace wird zur Diagnose und Einstufung von Hochrisiko-Prostatakrebs sowie zur Überwachung eines Rezidivs nach der Behandlung eingesetzt.

# Test zur Eigenbewertung zur Gozetotid Schulungsmateri al Präsentation

## 4. Wie hoch ist die empfohlene Isoprotrace-Dosis für einen Patienten?

- a) 1,8 bis 2,2 MBq/kg Körpergewicht mit einer Mindestdosis von 111 MBq und einer Höchstdosis von 259 MBq.
- b) 1 bis 2 MBq/kg Körpergewicht mit einer Mindestdosis von 100 MBq und einer Höchstdosis von 200 MBq.
- c) 0,5 bis 1 MBq/kg Körpergewicht mit einer Mindestdosis von 50 MBq und einer Höchstdosis von 150 MBq.
- d) Bei der Dosis sollte es sich um eine feste Dosis handeln, die vom örtlichen Arzt festgelegt wird.

# Test zur Eigenbewertung zur Gozetotid Schulungsmateri al Präsentation

## 4. Wie hoch ist die empfohlene Isoprotrace-Dosis für einen Patienten?

- a) 1,8 bis 2,2 MBq/kg Körpergewicht mit einer Mindestdosis von 111 MBq und einer Höchstdosis von 259 MBq.
- b) 1 bis 2 MBq/kg Körpergewicht mit einer Mindestdosis von 100 MBq und einer Höchstdosis von 200 MBq.
- c) 0,5 bis 1 MBq/kg Körpergewicht mit einer Mindestdosis von 50 MBq und einer Höchstdosis von 150 MBq.
- d) Bei der Dosis sollte es sich um eine feste Dosis handeln, die vom örtlichen Arzt festgelegt wird.

**Richtige Antwort:** a)

**Erläuterung:**

1,8 bis 2,2 MBq/kg Körpergewicht mit einer Mindestdosis von 111 MBq und einer Höchstdosis von 259 MBq. Die empfohlene Dosis richtet sich nach dem Körpergewicht, wobei es bestimmte Mindest- und Höchstwerte gibt.

Test zur  
Eigenbewertung  
zur Gozetotid  
Schulungsmateri  
al Präsentation

5. Wann sollten die PET-Aufnahmen nach der intravenösen Gabe aufgenommen werden?

- a) 10 bis 20 Minuten.
- b) 30 bis 40 Minuten.
- c) 50 bis 100 Minuten.
- d) 120 bis 150 Minuten.

# Test zur Eigenbewertung zur Gozetotid Schulungsmateri al Präsentation

5. Wann sollten die PET-Aufnahmen nach der intravenösen Gabe aufgenommen werden?

- a) 10 bis 20 Minuten.
- b) 30 bis 40 Minuten.
- c) 50 bis 100 Minuten.
- d) 120 bis 150 Minuten.

**Richtige Antwort: c)**

**Erläuterung:**

50 bis 100 Minuten. Die Bilderfassung erfolgt in der Regel 50 bis 100 Minuten nach der Gabe von Isoprotrace, damit der Tracer ausreichend Zeit hat, sich im Zielgewebe anzureichern.

Test zur  
Eigenbewertung  
zur Gozetotid  
Schulungsmateri  
al Präsentation

6. Was ist der SUVmax-Wert, und wofür dient er bei der PSMA-PET/CT-Bildauswertung?
- a) SUVmax ist ein Maß für den Blutfluss zur Prostata.
  - b) SUVmax ist ein Maß für die Größe von Prostatakrebsläsionen.
  - c) SUVmax ist ein Maß für die Tracer-Avidität von Prostatakrebszellen.
  - d) SUVmax ist ein Maß für die Menge an Isoprotrace, die von der Harnblase aufgenommen wird.



# Test zur Eigenbewertung zur Gozetotid Schulungsmateri al Präsentation

6. Was ist der SUVmax-Wert, und wofür dient er bei der PSMA-PET/CT-Bildauswertung?
- a) SUVmax ist ein Maß für den Blutfluss zur Prostata.
  - b) SUVmax ist ein Maß für die Größe von Prostatakrebzläsionen.
  - c) SUVmax ist ein Maß für die Tracer-Avidität von Prostatakrebszellen.
  - d) SUVmax ist ein Maß für die Menge an Isoprotrace, die von der Harnblase aufgenommen wird.

**Richtige Antwort:** c)

**Erläuterung:**

Der SUVmax-Wert ist ein Maß für die Stoffwechselaktivität von Prostatakrebszellen. SUVmax (Standardized Uptake Value maximum) spiegelt die Menge des von einer Läsion aufgenommenen Tracers wider und gibt die PSMA- Avidität der Krebszellen an.

# Test zur Eigenbewertung zur Gozetotid Schulungsmateri al Präsentation

## 7. Was ist das "Flare-Phänomen" in der PSMA-PET/CT-Bildgebung und worauf weist es hin?

- a) Es handelt sich um einen vorübergehenden Rückgang der PSMA-Anreicherung, der anzeigt, dass die Behandlung anschlägt.
- b) Es handelt sich um einen vorübergehenden Anstieg der PSMA-Anreicherung, der möglicherweise auf ein Ansprechen auf die Behandlung hinweist.
- c) Es handelt sich um ein gleichbleibendes Muster einer hohen PSMA-Anreicherung in bestimmten Regionen, das auf ein hohes Rezidivrisiko hinweist.
- d) Es handelt sich um ein selten vorkommendes Phänomen, bei dem keine PSMA-Anreicherung zu beobachten ist, was darauf hinweist, dass kein Prostatakrebs vorliegt.

# Test zur Eigenbewertung zur Gozetotid Schulungsmateri al Präsentation

## 7. Was ist das "Flare-Phänomen" in der PSMA-PET/CT-Bildgebung und worauf weist es hin?

- a) Es handelt sich um einen vorübergehenden Rückgang der PSMA-Anreicherung, der anzeigt, dass die Behandlung anschlägt.
- b) Es handelt sich um einen vorübergehenden Anstieg der PSMA-Anreicherung, der möglicherweise auf ein Ansprechen auf die Behandlung hinweist.
- c) Es handelt sich um ein gleichbleibendes Muster einer hohen PSMA-Anreicherung in bestimmten Regionen, das auf ein hohes Rezidivrisiko hinweist.
- d) Es handelt sich um ein selten vorkommendes Phänomen, bei dem keine PSMA-Anreicherung zu beobachten ist, was darauf hinweist, dass kein Prostatakrebs vorliegt.

**Richtige Antwort:** b)

**Erläuterung:**

Es handelt sich um einen vorübergehenden Anstieg der PSMA-Anreicherung, der möglicherweise auf ein Ansprechen auf die Behandlung hinweist. Das "Flare- Phänomen" ist durch einen vorübergehenden Anstieg der PSMA-Anreicherung nach Beginn der Androgendeprivationstherapie gekennzeichnet, was auf ein Ansprechen auf die Behandlung hinweisen kann.

# Test zur Eigenbewertung zur Gozetotid Schulungsmateri al Präsentation

- 8. Welche potenziellen Fallstricke oder Artefakte können die Genauigkeit der PSMA-PET/CT- Bildgebung beeinträchtigen?**
- a) Nur Bewegungsartefakte stellen ein Problem dar, da sie zu einer Fehlregistrierung zwischen PET- und CT-Aufnahmen führen können.
  - b) Falsch-negative Ergebnisse können aufgrund von PSMA-negativem Prostatakrebs, Infektionen/Entzündungen und Knochenerkrankungen auftreten.
  - c) Falsch positive Ergebnisse können durch gutartige und bösartige Neoplasmen sowie durch iatrogene Fehler entstehen.
  - d) Alle oben genannten Punkte sind potenzielle Fallstricke oder Artefakte, die die Genauigkeit der PSMA-PET/CT-Bildgebung beeinträchtigen können.

# Test zur Eigenbewertung zur Gozetotid Schulungsmateri al Präsentation

## 8. Welche potenziellen Fallstricke oder Artefakte können die Genauigkeit der PSMA-PET/CT- Bildgebung beeinträchtigen?

- a) Nur Bewegungsartefakte stellen ein Problem dar, da sie zu einer Fehlregistrierung zwischen PET- und CT-Aufnahmen führen können.
- b) Falsch-negative Ergebnisse können aufgrund von PSMA-negativem Prostatakrebs, Infektionen/Entzündungen und Knochenerkrankungen auftreten.
- c) Falsch positive Ergebnisse können durch gutartige und bösartige Neoplasmen sowie durch iatrogene Fehler entstehen.
- d) Alle oben genannten Punkte sind potenzielle Fallstricke oder Artefakte, die die Genauigkeit der PSMA-PET/CT-Bildgebung beeinträchtigen können.

**Richtige Antwort: d)**

### **Erläuterung:**

Alle oben genannten Punkte sind potenzielle Fallstricke oder Artefakte, die die Genauigkeit der PSMA-PET/CT-Bildgebung beeinträchtigen können. Diese Artefakte können die Genauigkeit der Aufnahme beeinträchtigen, weshalb eine sorgfältige Interpretation der Bilder durch erfahrene Ärzte unerlässlich ist.

Test zur  
Eigenbewertung  
zur Gozetotid  
Schulungsmateri  
al Präsentation

9. Was sind auf einer PET/CT-Aufnahme die häufigsten Bereiche einer physiologischen PSMA- Anreicherung?

- a) Das Gehirn, die Lunge und die Knochen.
- b) Die Leber, die Milz und die Nieren.
- c) Das Herz, die Bauchspeicheldrüse und die Schilddrüse.
- d) Die Harnblase, die Prostata und die Hoden.

# Test zur Eigenbewertung zur Gozetotid Schulungsmateri al Präsentation

9. Was sind auf einer PET/CT-Aufnahme die häufigsten Bereiche einer physiologischen PSMA- Anreicherung?

- a) Das Gehirn, die Lunge und die Knochen.
- b) Die Leber, die Milz und die Nieren.
- c) Das Herz, die Bauchspeicheldrüse und die Schilddrüse.
- d) Die Harnblase, die Prostata und die Hoden.

**Richtige Antwort:** b)

**Erläuterung:**

Die Leber, die Milz und die Nieren. Diese Organe weisen eine normale physiologische PSMA-Anreicherung auf, was bei der Interpretation berücksichtigt werden sollte.

# Test zur Eigenbewertung zur Gozetotid Schulungsmateri al Präsentation

## 10. Welche Vorgehensweise wird für die Dokumentation der PSMA-Anreicherung bei Prostatakrebspatienten empfohlen?

- a) Geben Sie nur eine qualitative Beschreibung, die sich auf das Vorhandensein oder Fehlen von PSMA-aviden Läsionen konzentriert.
- b) Geben Sie nur eine quantitative Beschreibung, indem Sie SUVmax-Werte zur Quantifizierung der Aufnahme verwenden.
- c) Sowohl eine qualitative als auch eine quantitative Beschreibung mit Angabe der visuellen Skala und der SUVmax-Werte.
- d) Die Vorgehensweise bei der Meldung wird ausschließlich von dem Arztbestimmt, der den Fall meldet.



# Test zur Eigenbewertung zur Gozetotid Schulungsmateri al Präsentation

## 10. Welche Vorgehensweise wird für die Dokumentation der PSMA-Anreicherung bei Prostatakrebspatienten empfohlen?

- a) Geben Sie nur eine qualitative Beschreibung, die sich auf das Vorhandensein oder Fehlen von PSMA-aviden Läsionen konzentriert.
- b) Geben Sie nur eine quantitative Beschreibung, indem Sie SUVmax-Werte zur Quantifizierung der Aufnahme verwenden.
- c) Sowohl eine qualitative als auch eine quantitative Beschreibung mit Angabe der visuellen Skala und der SUVmax-Werte.
- d) Die Vorgehensweise bei der Meldung wird ausschließlich von dem Arztbestimmt, der den Fall meldet.

**Richtige Antwort:** c)

**Erläuterung:** Sowohl eine qualitative als auch eine quantitative Beschreibung mit Angabe der visuellen Skala und der SUVmax-Werte. Eine umfassende Dokumentation sollte sowohl qualitative als auch quantitative Beschreibungen der PSMA-Anreicherung enthalten, um eine genaue Dokumentation und Kommunikation zu gewährleisten.

Test zur  
Eigenbewertung  
zur Gozetotid  
Schulungsmateri  
al Präsentation

11. Wie lässt sich die im MIP-Bild beobachtete erhöhte PSMA-Expression im Skelett am besten erklären?



- a) Knochenmarkserweiterung
- b) Solitale Knochenmetastasen
- c) Multiple Knochenmetastasen
- d) Morbus Paget

*Image source: Groener D, Baumgarten J, Haefele S, Happel C, Klimek K, Mader N, Nguyen Ngoc C, Tselis N, Chun FKH, Grünwald F, et al. Salvage Radioligand Therapy with Repeated Cycles of <sup>177</sup>Lu-PSMA-617 in Metastatic Castration-Resistant Prostate Cancer with Diffuse Bone Marrow Involvement. Cancers. 2021; 13(16):4017. <https://doi.org/10.3390/cancers13164017>*

Test zur  
Eigenbewertung  
zur Gozetotid  
Schulungsmateri  
al Präsentation

11. Wie lässt sich die im MIP-Bild beobachtete erhöhte PSMA-Expression im Skelett am besten erklären?



- a) Knochenmarkserweiterung
- b) Solitale Knochenmetastasen
- c) Multiple Knochenmetastasen
- d) Morbus Paget

**Richtige Antwort:** c)

**Erläuterung:** Prostatakrebs neigt häufig zur Knochenmetastasierung, wobei osteoblastische Metastasen die häufigste Form darstellen. Sie machen ca. 68 % aller Knochenmetastasen aus. Wenn ein PSMA-Scan (prostataspezifisches Membranantigen) Bereiche mit erhöhter Aufnahme zeigt, ist dies daher wahrscheinlich ein Hinweis auf eine Knochenmetastasierung

*Image source: Groener D, Baumgarten J, Haefele S, Happel C, Klimek K, Mader N, Nguyen Ngoc C, Tselis N, Chun FKH, Grünwald F, et al. Salvage Radioligand Therapy with Repeated Cycles of <sup>177</sup>Lu-PSMA-617 in Metastatic Castration-Resistant Prostate Cancer with Diffuse Bone Marrow Involvement. *Cancers*. 2021; 13(16):4017. <https://doi.org/10.3390/cancers13164017>*

Dieses Material in gedruckter Form und medizinische Informationen  
können bei Billev Pharma per E-mail angefordert werden

[pv@billevpharma.dk](mailto:pv@billevpharma.dk)

# Meldungen von Nebenwirkungen

Die Meldung des Verdachts auf Nebenwirkungen ist von großer Wichtigkeit für eine kontinuierliche Überwachung des Nutzen-Risiko-Verhältnisses von Arzneimitteln. Angehörige der Heilberufe sind aufgefordert, jeden Verdachtsfall einer Nebenwirkung dem

Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte, Abt. Pharmakovigilanz,  
Kurt-Georg-Kiesinger-Allee 3, 53175 Bonn,

<https://www.bfarm.de/>

oder dem pharmazeutischen Unternehmen (siehe Kontaktdaten unten) anzuzeigen:

[pv@billevpharma.dk](mailto:pv@billevpharma.dk)