



PI-RADS 2.1 und strukturierte Befundung der Magnetresonanztomographie der Prostata

Andreas Hötter · Olivio F. Donati

Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Universitätsspital Zürich, Zürich, Schweiz

In diesem Beitrag

- **Entstehung und Bedeutung von PI-RADS**
- **PI-RADS 2.1 Guidelines**
Technische Anpassungen in der Bildakquisition • Änderungen in den Befundkriterien für fokale Läsionen
- **Strukturierte Befundung**
Bisherige Validierung der Änderungen durch PI-RADS 2.1
- **Limitationen der aktuellen PI-RADS-Richtlinien**

Zusammenfassung

Klinisches/methodisches Problem: Die Identifikation klinisch signifikanter Prostatakarzinome bei gleichzeitigem Vermeiden einer Überdiagnostik niedrigmaligner Tumoren stellt eine Herausforderung in der klinischen Routine dar.

Radiologische Standardverfahren: Die gemäß PI-RADS-Richtlinien (Prostate Imaging Reporting and Data System Guidelines) akquirierte und interpretierte multiparametrische Magnetresonanztomographie (MRT) der Prostata ist als klinischer Standard bei Urologen und Radiologen akzeptiert.

Methodische Innovationen: Die PI-RADS-Richtlinien sind neu auf Version 2.1 aktualisiert worden und beinhalten neben präzisierten technischen Anforderungen einzelne Änderungen in der Läsionsbewertung.

Leistungsfähigkeit: Die PI-RADS-Richtlinien haben entscheidende Bedeutung in der Standardisierung der multiparametrischen MRT der Prostata erlangt und bieten Vorlagen zur strukturierten Befundung, was die Kommunikation mit dem Zuweiser erleichtert.

Bewertung: Die nun auf Version 2.1 aktualisierten Richtlinien stellen eine Verfeinerung der verbreiteten Version 2.0 dar. Dabei wurden viele Aspekte der Befundung präzisiert, einige vorbekannte Limitationen bleiben jedoch bestehen und erfordern die weitere Verbesserung der Richtlinien in kommenden Versionen.

Schlüsselwörter

Prostatakarzinom · Multiparametrische Magnetresonanztomographie · Prostataspezifisches Antigen · Transitionalzone · Scoringssystem

Die multiparametrische Magnetresonanztomographie (mpMRT) der Prostata zur Detektion von suspekten Herden ist in der Abklärung von Patienten mit Verdacht auf Prostatakarzinom in den letzten Jahren zum klinischen Standard geworden [3]. Die bisher gültige Guideline PI-RADS 2.0 [35] wurde 2019 einer Überarbeitung unterzogen, um zwischenzeitlich bekannt gewordene Unklarheiten auszuräumen. Die dabei entstandene und hier vorgestellte PI-RADS-Richtlinie in der Version 2.1 stellt somit die aktuell gültige Grundlage für die Befundung der mpMRT dar [32].

Entstehung und Bedeutung von PI-RADS

In der Prostadiagnostik steht die Detektion von klinisch signifikanten Tumoren im Vordergrund, also Prostatakarzinomen, die nach PI-RADS 2.0 einen ISUP-Grad ≥ 2 , eine Tumorgroße $\geq 0,5$ ml und/oder eine extraprostatatische Ausbreitung zeigen und von denen anzunehmen ist, dass sie einen Einfluss auf das weitere Überleben des Patienten haben werden [35]. In mehreren großen, prospektiven klinischen Studien konnte der Wert einer präbioptisch durchgeführten MRT belegt werden. Diese führt zu einer höheren Detektionsrate klinisch signifikanter Tumoren – ohne jedoch die



QR-Code scannen & Beitrag online lesen

Zahl der entdeckten niedrig-malignen Tumoren zu erhöhen. Außerdem führt eine präbiotisch durchgeführte mpMRT der Prostata zu einer geringeren Anzahl notwendiger Biopsiestanzen [1, 15, 30]. Diese Vorteile der gezielten Prostatabiopsie, für welche die Visualisierung suspekter Herde mittels mpMRT eine *Conditio sine qua non* darstellt, führten zur Aufnahme der mpMRT der Prostata in die deutschen, europäischen und amerikanischen urologischen Leitlinien [2, 5, 20].

Die 2012 eingeführten und 2015 und 2019 überarbeiteten PI-RADS-Richtlinien zur Akquisition, Interpretation und Befundung trugen wesentlich zur Akzeptanz und zum Erfolg der mpMRT der Prostata bei und wurden sowohl durch radiologische als auch urologische Experten validiert [33].

Die letzte Iteration der Guidelines fand 2019 mit der Aktualisierung der im Jahr 2016 publizierten Version PI-RADS 2.0 [35] auf Version 2.1 [32] statt. Neben der Klarstellung einzelner technischer Anforderungen an die Untersuchungstechnik sollte die neue Version primär Inkonsistenzen bei der Vergabe der Scores reduzieren und damit die Reproduzierbarkeit der Befundung verbessern. Gleichzeitig sollte damit eine Reduktion der klinisch schwierig zu handhabenden *indeterminierten* Läsionen erreicht werden [22].

Der vorliegende Artikel stellt die wichtigsten Änderungen durch PI-RADS 2.1 und die bisher veröffentlichte Literatur zur Validierung dieses Scoringssystems vor und beleuchtet noch offene Fragen und Probleme. Für Informationen zur grundsätzlichen Befundung multiparametrischer Prostata-MRT wird auf bereits in diesem Journal veröffentlichte Übersichtsarbeiten verwiesen [10, 27].

PI-RADS 2.1 Guidelines

Im Vergleich zu den mit dem Wechsel von Version 1.0 auf Version 2.0 verbundenen Änderungen sind die Anpassungen in Version 2.1 deutlich geringer und betreffen neben einzelnen Veränderungen bzgl. Empfehlungen zur technischen Durchführung primär Präzisierungen in der Charakterisierung einzelner Läsionen insbesondere in der Transitionalzone (TZ), der zentralen Zone (CZ) und im anterioren fibromuskulären Stroma (AFMS). Das grund-

sätzliche Vorgehen in der Befundung einer mpMRT bleibt unverändert, und auch die für die jeweilige Zone als dominant angesehene Sequenz bleibt erhalten. Vorerst wird auch weiterhin eine mpMRT mit T2-gewichteten, diffusionsgewichteten (DWI) und kontrastmittelverstärkten Sequenzen (DCE) empfohlen, wobei aufgrund der zunehmenden Zahl von Untersuchungen gerade unter Active Surveillance auch ein biparametrischer Ansatz ohne Kontrastmittelgabe zumindest in spezialisierten Zentren an Zuspruch gewinnt.

Technische Anpassungen in der Bildakquisition

In PI-RADS 2.1 wurden einzelne Klarstellungen und Modifikationen der empfohlenen technischen Minimalanforderungen bei der Untersuchungsdurchführung vorgenommen.

- Typischerweise werden zur Untersuchung der Prostata hochaufgelöste T2-gewichtete Turbo-Spin-Echo-Sequenzen in axialer (entweder gekippt entlang der Prostatalängsachse oder streng axial), koronarer und sagittaler Schnittführung akquiriert. In Version 2.1 wurde präzisiert, dass zumindest eine axiale und eine weitere sagittale oder koronare Sequenz aufgenommen werden muss. Gerade zur Beurteilung von Läsionen der Transitionalzone bleibt die Akquisition von T2-gewichteten Sequenzen in allen 3 Ebenen aber weiterhin empfehlenswert.
- In PI-RADS 2.0 wurde für die Akquisition der DWI-Sequenzen die Verwendung eines niedrigen b-Werts $> 0 \text{ s/mm}^2$ (z. B. $50\text{--}100 \text{ s/mm}^2$) präferiert, um den Einfluss von Perfusionseffekten bei niedrigen b-Werten zu minimieren. In Version 2.1 wurde dies weiter gefasst, und es wird nun die Akquisition eines niedrigen b-Werts von $0\text{--}100 \text{ s/mm}^2$ und eines mittleren b-Werts von $800\text{--}1000 \text{ s/mm}^2$ empfohlen. Der für die Auswertung wichtige hohe b-Wert ($\geq 1400 \text{ s/mm}^2$) soll entweder separat akquiriert oder aus den vorangegangenen Werten über lineare Interpolation berechnet werden (sog. berechneter oder virtueller hoher b-Wert).
- Bezüglich DCE-Sequenzen wurden in PI-RADS 2.1 die technischen Anforde-

rungen reduziert, und es wird nun eine zeitliche Auflösung ≤ 15 s (früher ≤ 10 s, bevorzugt < 7 s) und die Verwendung von 3-D-Gradientenechosequenzen präferiert – beides erlaubt eine höhere örtliche Auflösung und damit bessere Abgrenzbarkeit von Läsionen. Die DCE-Sequenz soll dabei einen Zeitraum von mindestens 2 min nach Kontrastmittelgabe abdecken.

Änderungen in den Befundkriterien für fokale Läsionen

Zur Verbesserung der Reproduzierbarkeit zwischen verschiedenen Befunder*innen wurden in der neuen Version der PI-RADS-Richtlinie einzelne Formulierungen präzisiert. Gleichzeitig erfolgt erstmals die Aufnahme von Läsionen der zentralen Zone und des anterioren fibromuskulären Stromas, allerdings noch ohne spezifische Bewertungskriterien.

- In der Transitionalzone sollen grundsätzlich alle fokalen Läsionen einen Score erhalten, die entweder direkte Kriterien der Malignität oder ein von der Umgebung deutlich abweichendes Signalverhalten zeigen. Hier werden neuerdings alle typischen Knoten einer benignen Prostatahyperplasie (BPH) der PI-RADS-Kategorie 1 (vormals 2) zugeteilt und sollten nicht mehr separat ausgewiesen werden. Unter atypische BPH-Knoten mit einem PI-RADS-Score von 2 fallen nun ein fast vollständig scharf berandeter Knoten, ein homogener, umschriebener Knoten ohne scharfe T2w-hypointense Grenze und ein homogenes, geringgradig T2w-hypointenses Areal zwischen 2 Knoten (Abb. 1). Diese Läsionen können

bei deutlicher Diffusionsrestriktion (DWI-Score ≥ 4) jetzt einen PI-RADS-Score von 3 erhalten. Die mögliche Aufwertung von PI-RADS-3-Läsionen (auf T2-gewichteten Sequenzen) in der Transitionalzone bei einem DWI-Score von 5 zu einem Gesamtscore von 4 bleibt unverändert bestehen.

- In der Beurteilung von Läsionen in der Diffusionsbildgebung sowohl in der peripheren Zone (PZ) als auch in der TZ wurden ebenfalls einzelne Unklarheiten ausgeräumt: Lineare oder keilförmige Läsionen, die hypointens im ADC und/oder hyperintens im hohen b-Wert-Bild sind, erhalten einen Score von 2 (Abb. 2). Fokale Hypointensitäten im ADC und/oder fokale Hyperintensitäten im hohen b-Wert-Bild (solange sie noch nicht als „markedly diffusion-restricted“ bewertet werden), sowie Läsionen, die ausgeprägt hypointens im ADC oder ausgeprägt hyperintens im hohen b-Wert-Bild sind (Abb. 3), werden alle mit einem DWI-Score von 3 versehen.
- Bezüglich der Beurteilung der DCE-Sequenzen wurde die Aussage zum negativen Kontrastmittelverhalten ergänzt. Als *negativ* werden nun alle Läsionen bezeichnet, die entweder keine frühzeitige Kontrastmittelaufnahme oder eine diffuse multifokale Kontrastmittelaufnahme zeigen, die nicht mit einer fokalen Läsion auf den übrigen Sequenzen korrespondiert.
- Die CZ erstreckt sich symmetrisch auf beiden Seiten von den Samenleitern an der Prostatabasis bis zum Verumontanum und lässt sich auf koronaren T2-gewichteten Sequenzen am besten abgrenzen. Tumoren der CZ sind sehr selten – meist erfolgt eine Infiltration der zentralen Zone durch Tumoren, die im angrenzenden Gewebe entstanden sind. Da das Gewebesignal der CZ auch bei Gesunden in T2w und ADC hypointens ist, lassen sich Tumoren in diesem Bereich aber oftmals schwer erkennen. Als diagnostisches Kriterium gilt eine Asymmetrie in den T2-gewichteten Sequenzen, in der Diffusionsbildgebung oder nach Kontrastmittelgabe. Es existieren allerdings auch Normvarianten mit Asymmetrie zu einer Seite, was die Diagnostik erschwert.

- Das anteriore fibromuskuläre Stroma kann ebenfalls durch angrenzende Tumoren insbesondere in der Transitionalzone infiltriert werden – hier gilt, dass sich die Befundung an der Zone des vermuteten Ursprungs des Tumors orientiert.
- Bezüglich der Berechnung des Prostatavolumens wurde präzisiert, dass die anterior-posteriore und longitudinale Ausdehnung auf einer sagittalen T2-gewichteten Sequenz, die transversale Ausdehnung auf einer axialen T2-gewichteten Sequenz ermittelt werden sollen.
- Auf der Sektorenkarte, die bisher 36 Zonen für die Prostata, zwei für die Samenblasen und eine für die membranöse Urethra enthielt, wurden zwei neue Zonen in der basalen medialen Prostata hinzugefügt.

Strukturierte Befundung

Die strukturierte Befundung der Prostata-MRT zählt zu den wichtigsten Möglichkeiten zur Verbesserung der Befundkonsistenz und -vergleichbarkeit und erleichtert die Kommunikation mit den zuweisenden Ärzten [28, 36]. Die Version 2.1 der PI-RADS Guidelines [32] enthält im Appendix eine strukturierte Befundvorlage, die in dieser oder gering abgewandelter Form in den meisten Zentren zum Einsatz kommt. Die folgenden Punkte sind dabei von besonderer Bedeutung und sollten Teil des strukturierten Befundes sein:

- *Klinische Informationen und Indikation:* Letzter PSA-Wert, vorangegangene Biopsien oder Therapien (Bestrahlung, Androgendprivationstherapie), auffällige digitale rektale Untersuchung etc.
- *Technik:* Aussage zur PI-RADS-Kompatibilität, Feldstärke, Spulenauswahl, Kontrastmittelgabe und Sequenzauswahl
- *Prostata:*
 - Größe (L \times B \times H) und Volumen, PSA-Dichte
 - Aussage zur Bildqualität
 - Hämorrhagische Prostataareale
- *Läsionen:* Jede Läsion separat (max. 4 Läsionen), mit der Läsion mit dem höchsten PI-RADS Score beginnend

Abkürzungen

| | |
|---------|---|
| ADC | Apparent Diffusion Coefficient |
| AFMS | Anteriore fibromuskuläre Stroma |
| CZ | Zentrale Zone |
| DCE | Dynamic contrast-enhanced |
| DWI | Diffusionsgewichtete Bildgebung |
| ISUP | International Society of Urological Pathology |
| mpMRT | Multiparametrische MRT |
| PZ | Periphere Zone |
| PSA | Prostata-spezifisches Antigen |
| PI-RADS | Prostate Imaging Reporting and Data System |
| TZ | Transitionalzone |

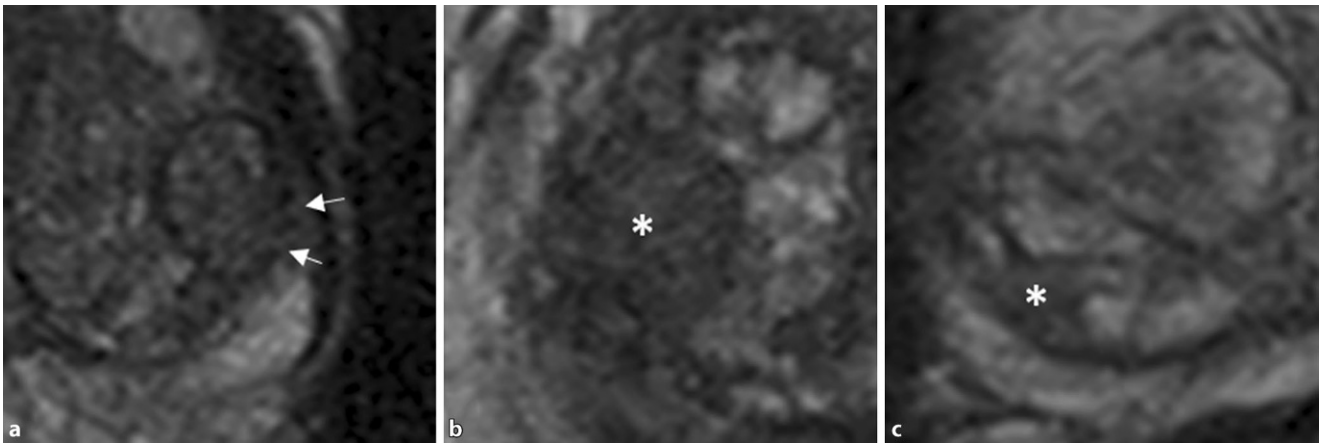


Abb. 1 ▲ Atypische Knoten einer benignen Prostatahyperplasie (BPH) mit einem PI-RADS-Score von 2. **a** Fast vollständig (Pfeile) scharf berandeter Knoten. **b** Homogen umschriebener Knoten (Sternchen) ohne scharfe, T2w-hypointense Grenze. **c** T2w-hypointenses Areal (Sternchen) zwischen 2 BPH-Knoten

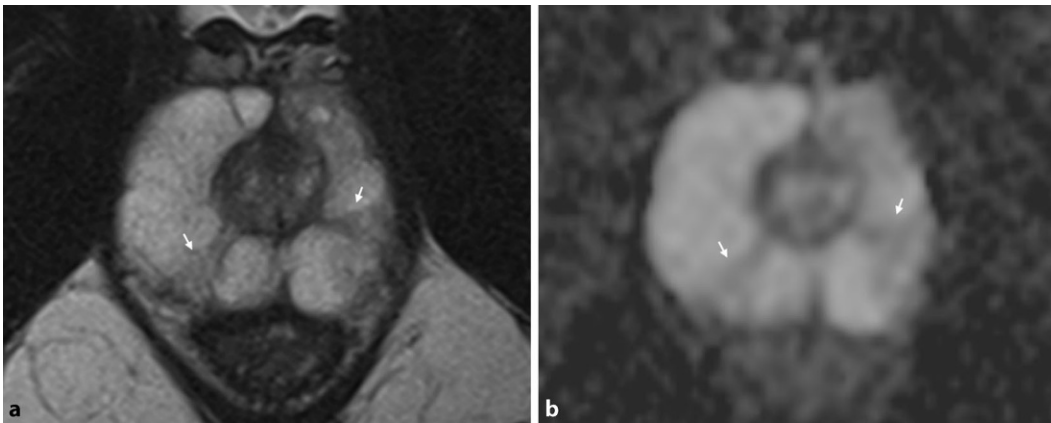


Abb. 2 ◀ Lineare und keilförmige Läsionen mit Hypointensität auf den T2-gewichteten Sequenzen (**a**) und im ADC (**b**) sowie einem PI-RADS-Score von 2 nach Version 2.1

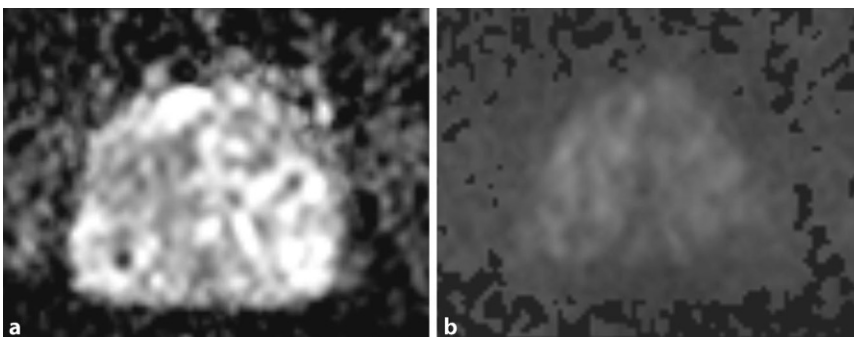


Abb. 3 ▲ Diffusionsgewichteter (DWI) Score von 3 nach PI-RADS 2.1. Ausgeprägt hypointense Läsion im ADC (**a**) bei nahezu Isointensität im hohen b-Wert-Bild (**b**, berechneter b-Wert: 1400 s/mm²)

- Ort (Sektorenkarte und ggf. Serien-/ Bildnummer)
- Größe der Läsion
- Signalverhalten in T2w, DWI und DCE
- Kontakt zum Prostatarand
- Staging/übriges Becken
- Extraprostatische Ausbreitung
- Distanz zu oder Infiltration des neurovaskulären Bündels (für PI-RADS 4/5)
- Infiltration der Samenblasen
- Lymphknoten- oder Knochenmetastasen
- Gesamtbeurteilung

Für die verbliebenen Freitextfelder bieten die PI-RADS 2.1-Guidelines ein eigenes Stichwortverzeichnis an, so dass auch dort die Variabilität zwischen einzelnen Befunder*innen möglichst geringgehalten werden soll. In viele Befundvorlagen ist gleichzeitig auch die Sektorenkarte der Prostata nach Version 2.1 integriert – die Markierung der Läsionen erleichtert den biopsierenden Kolleg*innen die korrekte Identifikation der beschriebenen Läsionen (▣ **Abb. 4**). Zur Unterstützung der Befunderstellung stehen mittlerweile mehrere Softwareprodukte verschiedener Hersteller zur Verfügung, welche die einfache und grafisch ansprechende Erstellung eines strukturierten Befundes erleichtern.

Bisherige Validierung der Änderungen durch PI-RADS 2.1

Die bisherigen Studienergebnisse zum Einfluss der Änderungen in PI-RADS 2.1 ge-

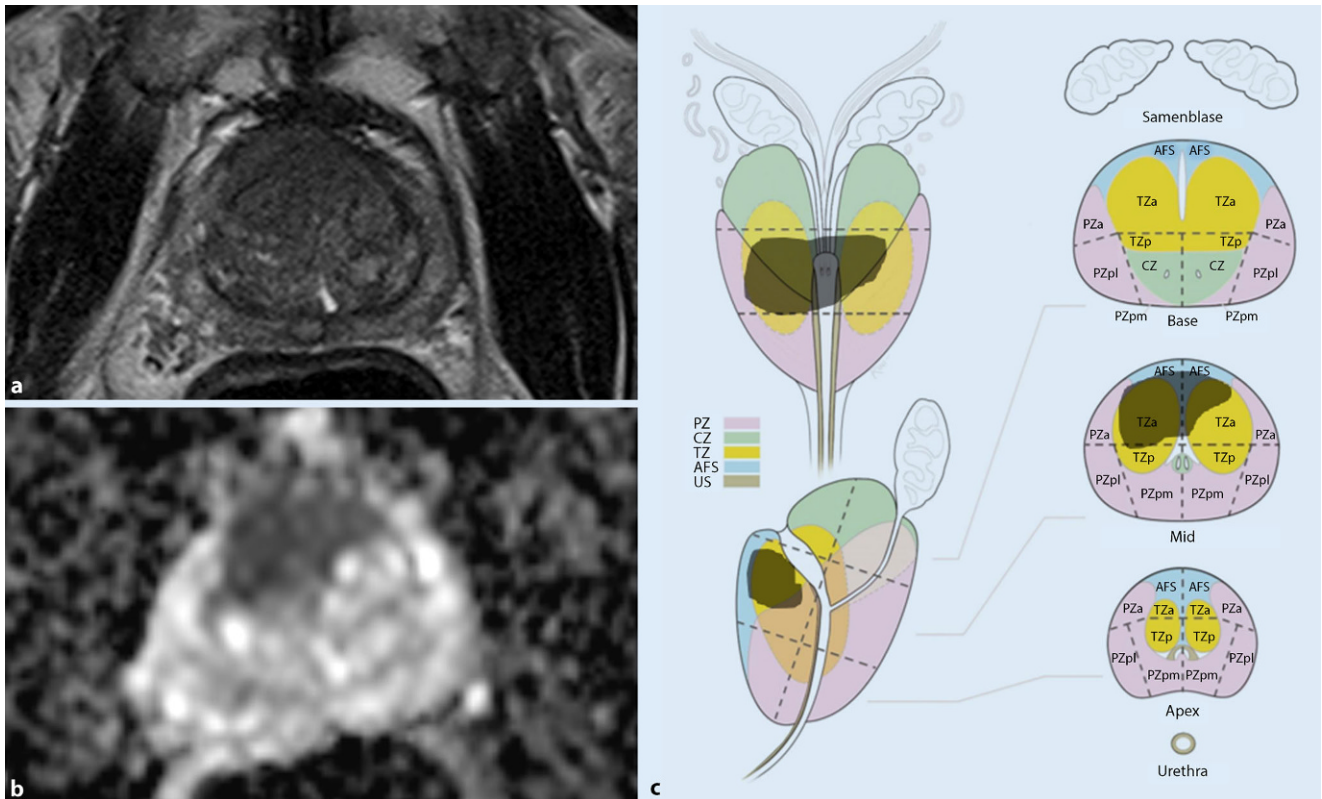


Abb. 4 ▲ Beispiel für strukturierte Befundung eines Prostatakarzinoms (Gleason 4 + 4). Tumorsuspekte Läsion in der anterioren Transitionalzone auf der T2-gewichteten Sequenz (a) und ADC-Map (b) sowie auf der in den PI-RADS 2.1-Richtlinien enthaltenen Sektorenkarte (c). PZ periphere Zone, CZ zentrale Zone, TZ Transitionalzone, US urethraler Sphinkter, AFS vorderes fibromuskuläres Stroma

genüber 2.0 auf die Genauigkeit in der Detektion von klinisch signifikanten Karzinomen und die Reproduzierbarkeit zwischen verschiedenen Befunder*innen sind teils widersprüchlich. Während einige Studien zumindest für Läsionen der Transitionalzone von einer gering erhöhten Genauigkeit oder einer gering verbesserten Reproduzierbarkeit berichten [4, 6, 16, 31, 34, 37], zeigen andere Studien praktisch keinen Unterschied in der Tumordetektion zwischen den beiden Scoringssystemen [7, 14, 17, 26]. Dies liegt vermutlich an der geringen Zahl von Läsionen der Transitionalzone, die in der klinischen Routine durch Version 2.1 eine Aufwertung erfahren – während die überwältigende Mehrzahl insbesondere der Läsionen mit klinisch signifikanten Karzinomen bereits in Version 2.0 korrekt kategorisiert wurde. Daher wird der Einfluss der neuen Version 2.1 auf das klinische Management von Patienten bisher als gering angesehen [17], wobei wahrscheinlich erst größere prospektive Studien diesbezüglich eine endgültige

Aussage ermöglichen. Auch die zur Klassifizierung von Läsionen in der peripheren Zone vorgenommenen Änderungen (bspw. die Definition linearer Diffusionsrestriktionen als PI-RADS 2) scheint nur sehr selten ein „downgrading“ von PI-RADS 3 zu PI-RADS 2 herbeizuführen [17]. Die Abschätzung des Prostatavolumens scheint in PI-RADS 2.0 geringfügig genauer zu gelingen, als in Version 2.1 [11].

Limitationen der aktuellen PI-RADS-Richtlinien

Die Version 2.1 der PI-RADS-Guidelines versteht sich als Verfeinerung der bestehenden Guidelines in Version 2.0. Die vorgenommenen Änderungen fallen demnach auch vergleichsweise gering aus, und während einzelne Kritikpunkte und Inkonsistenzen vorangegangener Versionen bereinigt wurden, bleiben bekannte Limitationen von PI-RADS bestehen.

Obwohl die strukturierte Befundvorlage die Angabe des letzten PSA-Werts und

ggf. der PSA-Dichte verlangt, haben klinische Informationen aktuell keinen Einfluss auf die Befundung bzw. die Zuweisung von Scores zu Läsionen. Einzelne Publikationen berichten allerdings, dass sich z. B. unter Einbeziehung der PSA-Dichte eine Verbesserung der Genauigkeit [18, 24] oder personalisierte Entscheidungen hinsichtlich der Notwendigkeit einer Biopsie [8] erreichen ließen. Die PI-RADS-Richtlinien enthalten bisher auch keine Empfehlungen für die weitere Therapie bzw. Diagnostik der Patienten (im Unterschied z. B. zu den Richtlinien für die Mammadiagnostik, BI-RADS). Allerdings sind hier bereits Vorschläge des PI-RADS Steering Committees zur Implementation der MRT in die Abklärung von Patienten mit Verdacht auf Prostatakarzinom veröffentlicht worden [21], so dass eine Inkorporation in zukünftige Versionen wahrscheinlich ist.

In den meisten Zentren werden neben PI-RADS-4- bzw. -5-Läsionen auch *indefinierte* Läsionen mit einem Score von 3 biopsiert, um kein klinisch signifi-

kantes Karzinom zu verpassen. Dies liegt auch an der schwierigen Beurteilung dieser PI-RADS-3-Läsionen begründet, wobei die Änderungen in PI-RADS 2.1 insbesondere für Läsionen in der Transitionalzone nach bisheriger Studienlage keinen großen Effekt auf das klinische Management zeigen [17]. Hier könnte die Einbeziehung quantitativer Parameter (z. B. des ADC-Werts) prinzipiell hilfreich sein und neben einer besseren Detektion von höhergradigen Tumoren zusätzlich eine Reduktion der Variabilität zwischen den einzelnen Befunder*innen ermöglichen. Hierfür ist aber eine Standardisierung der Messungen zwischen verschiedenen Institutionen und Geräten unerlässlich [9, 29]. Für die Schwelle von 1,5 cm zwischen einer Läsion mit einem Score von 4 vs. 5 sind nur wenig Daten vorhanden. Auch diese Entscheidung könnte durch weitere quantitative Parameter verbessert werden [25]. Der potenzielle Mehrwert neuerer Sequenzen oder Analysemethoden wie z. B. MR-Fingerprinting oder Radiomics ist bisher noch unzureichend geklärt und somit in der aktuellen Version der Guidelines noch nicht enthalten.

Seriell durchgeführte Verlaufskontrollen im Rahmen einer Active-Surveillance-Strategie werden in der Zukunft an Relevanz gewinnen, allerdings sind die Bewertungskriterien hier noch nicht exakt definiert. So könnte z. B. der Nachweis einer *Tumorprogression* anhand einer Größemessung auf T2w-Sequenzen oder ggf. auch durch ein Absinken des ADC-Werts im Verlauf (als Indiz für einen höheren Gleason Score) erfolgen [19]. Ähnliche Limitationen existieren auch für die Rezidivbeurteilung nach erfolgter lokaler Therapie, wobei dazu kürzlich erste Empfehlungen publiziert wurden [23].

Die Bildqualität der MRT-Sequenzen und die häufigen, meist (post)entzündlichen Veränderungen in der peripheren Zone haben ebenfalls einen großen Einfluss auf die Detektion von Läsionen [12, 13] – auch hierzu fehlt in den aktuellen Richtlinien noch eine möglichst objektive und reproduzierbare Einschätzung.

Fazit für die Praxis

- Die PI-RADS-Richtlinien haben zur Standardisierung und damit zur Verbreitung

und Akzeptanz der multiparametrischen MRT der Prostata entscheidend beigetragen.

- Die nun auf Version 2.1 aktualisierten Richtlinien stellen eine evolutionäre Verfeinerung der bestehenden Version 2.0 dar, die vor allem technische Anforderungen adressieren und Unklarheiten und Ungenauigkeiten im Scoringssystem reduzieren sollen.
- Neben der strukturierten Befundung und einem standardisierten Stichwortverzeichnis sollen diese Präzisierungen zu einer verbesserten Vergleichbarkeit zwischen Untersuchern und Zentren beitragen.
- Einige bereits aus Version 2.0 vorbekannte Limitationen bleiben jedoch weiterhin bestehen und sollten in kommenden Versionen adressiert werden.

Korrespondenzadresse



PD Dr. med. Olivio F. Donati

Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Universitätsspital Zürich
Rämistrasse 100, 8091 Zürich, Schweiz
olivio.donati@usz.ch

Funding. Open access funding provided by University of Zurich

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. A. Hötter und O. Donati geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Für diesen Beitrag wurden von den Autoren keine Studien an Menschen oder Tieren durchgeführt. Für die aufgeführten Studien gelten die jeweils dort angegebenen ethischen Richtlinien.

Open Access. Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.

Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation auf <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>.

Literatur

1. Ahmed HU, El-Shater Bosaily A, Brown LC, Gabe R, Kaplan R, Parmar MK, Collaco-Moraes Y, Ward K, Hindley RG, Freeman A, Kirkham AP, Oldroyd R, Parker C, Emberton M (2017) Diagnostic accuracy of multi-parametric MRI and TRUS biopsy in prostate cancer (PROMIS): a paired validating confirmatory study. *Lancet* 389(10071):815–822. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)32401-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)32401-1)
2. AWMF (2021) S3-Leitlinie Prostatakarzinom (Version 6.0). <https://www.leitlinienprogramm-onkologie.de/leitlinien/prostatakarzinom/>. Zugegriffen: 17.06.2021
3. Barentsz JO, Richenberg J, Clements R, Choyke P, Verma S, Villeirs G, Rouviere O, Logager V, Fütterer JJ (2012) ESUR prostate MR guidelines 2012. *Eur Radiol* 22(4):746–757. <https://doi.org/10.1007/s00330-011-2377-y>
4. Bhayana R, O'Shea A, Anderson MA, Bradley WR, Gottmukkala R, Mojtahed A, Pierce TT, Harisinghani M (2020) PI-RADS versions 2 and 2.1: Interobserver agreement and diagnostic performance in peripheral and transition zone lesions among six radiologists. *AJR Am J Roentgenol*. <https://doi.org/10.2214/AJR.20.24199>
5. Bjurlin MA, Carroll PR, Eggener S, Fulgham PF, Margolis DJ, Pinto PA, Rosenkrantz AB, Rubenstein JN, Rukstalis DB, Taneja SS, Turkbey B (2020) Update of the standard operating procedure on the use of multiparametric magnetic resonance imaging for the diagnosis, staging and management of prostate cancer. *J Urol* 203(4):706–712. <https://doi.org/10.1097/JU.0000000000000617>
6. Byun J, Park KJ, Kim M-H, Kim JK (2020) Direct comparison of PI-RADS version 2 and 2.1 in transition zone lesions for detection of prostate cancer: preliminary experience. *J Magn Reson Imaging* 52(2):577–586. <https://doi.org/10.1002/jmri.27080>
7. Costa DN, Jia L, Subramanian N, Xi Y, Rofsky NM, Recchimuzzi DZ, Diaz de Leon A, Arraj P, Pedrosa I (2020) Prospectively-reported PI-RADS version 2.1 atypical benign prostatic hyperplasia nodules with marked restricted diffusion ('2+1' transition zone lesions): Clinically significant prostate cancer detection rates on multiparametric MRI. *AJR Am J Roentgenol*. <https://doi.org/10.2214/AJR.20.24370>
8. Distler FA, Radtke JP, Bonekamp D, Kesch C, Schlemmer H-P, Wiczorek K, Kirchner M, Pahernik S, Hohenfellner M, Hadaschik BA (2017) The value of PSA density in combination with PI-RADS™ for the accuracy of prostate cancer prediction. *J Urol* 198(3):575–582. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2017.03.130>
9. Donati OF, Chong D, Nanz D, Boss A, Froehlich JM, Andres E, Seifert B, Thoeny HC (2014) Diffusion-

- weighted MR imaging of upper abdominal organs: field strength and intervendor variability of apparent diffusion coefficients. *Radiology* 270(2):454–463. <https://doi.org/10.1148/radiol.13130819>
10. Franiel T, Röthke M (2017) Prostatadiagnostik nach PI-RADS 2.0. *Radiologie* 57(8):665–678. <https://doi.org/10.1007/s00117-017-0269-0>
 11. Ghafoor S, Becker AS, Woo S, Causa Andrieu PI, Stocker D, Gangai N, Hricak H, Vargas HA (2020) Comparison of PI-RADS versions 2.0 and 2.1 for MRI-based calculation of the prostate volume. *Acad Radiol*. <https://doi.org/10.1016/j.acra.2020.07.027>
 12. Giganti F, Allen C, Emberton M, Moore CM, Kasivisvanathan V (2020) Prostate imaging quality (PI-QUAL): A new quality control scoring system for multiparametric magnetic resonance imaging of the prostate from the PRECISION trial. *Eur Urol Oncol* 3(5):615–619. <https://doi.org/10.1016/j.euo.2020.06.007>
 13. Hötter AM, Dappa E, Mazaheri Y, Ehdai B, Zheng J, Capanu M, Hricak H, Akin O (2019) The influence of background signal intensity changes on cancer detection in prostate MRI. *AJR Am J Roentgenol* 212(4):823–829. <https://doi.org/10.2214/AJR.18.20295>
 14. Hötter AM, Blüthgen C, Rupp NJ, Schneider AF, Eberli D, Donati OF (2020) Comparison of the PI-RADS 2.1 scoring system to PI-RADS 2.0: Impact on diagnostic accuracy and inter-reader agreement. *PLoS One* 15(10):e239975. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0239975>
 15. Kasivisvanathan V, Rannikko AS, Borghi M et al (2018) MRI-targeted or standard biopsy for prostate-cancer diagnosis. *N Engl J Med* 378(19):1767–1777. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1801993>
 16. Lim CS, Abreu-Gomez J, Carrion I, Schieda N (2021) Prevalence of prostate cancer in PI-RADS version 2.1 transition zone atypical nodules upgraded by abnormal DWI: Correlation with MRI-directed TRUS-guided targeted biopsy. *AJR Am J Roentgenol*. <https://doi.org/10.2214/AJR.20.23932>
 17. Linhares Moreira AS, de Visschere P, van Praet C, Villeirs G (2020) How does PI-RADS v2.1 impact patient classification? A head-to-head comparison between PI-RADS v2.0 and v2.1. *Acta Radiol*. <https://doi.org/10.1177/0284185120941831>
 18. Luis R, Leandro B, Gonzalo V, Pablo C, Hernandez RP, Carlos A (2020) PI-RADS 3 lesions: Does the association of the lesion volume with the prostate-specific antigen density matter in the diagnosis of clinically significant prostate cancer? *Urol Oncol*. <https://doi.org/10.1016/j.urolonc.2020.11.010>
 19. Moore CM, Giganti F, Albertsen P, Allen C, Bangma C, Briganti A, Carroll P, Haider M, Kasivisvanathan V, Kirkham A, Klotz L, Ouzzane A, Padhani AR, Panebianco V, Pinto P, Puech P, Rannikko A, Renard-Penna R, Touijer K, Turkbey B, van Poppel H, Valdagni R, Walz J, Schoots I (2017) Reporting magnetic resonance imaging in men on active surveillance for prostate cancer: the PRECISE recommendations—A report of a European school of oncology task force. *Eur Urol* 71(4):648–655. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2016.06.011>
 20. Mottet N, Bellmunt J, Bolla M, Briers E, Cumberbatch MG, de Santis M, Fossati N, Gross T, Henry AM, Joniau S, Lam TB, Mason MD, Matveev VB, Moldovan PC, van den Bergh RCN, van den Broeck T, van der Poel HG, van der Kwast TH, Rouvière O, Schoots IG, Wiegel T, Cornford P (2017) EAU-ESTRO-SIOG guidelines on prostate cancer. Part

PI-RADS 2.1 and structured reporting of magnetic resonance imaging of the prostate

Clinical/methodological issue: The detection of clinically significant prostate cancers while simultaneously avoiding over-diagnosing tumors with low malignant potential is a challenge in clinical practice.

Standard radiological methods: Multiparametric prostate magnetic resonance imaging (MRI) in accordance with the Prostate Imaging Reporting and Data System (PI-RADS) guidelines is accepted as standard-of-care with both urologists and radiologists.

Methodological innovations: The PI-RADS guidelines have been updated to version 2.1, including revised technical recommendations and changes to the scoring of lesions.

Performance: The PI-RADS guidelines have had great impact on the standardization of multiparametric prostate MRI and offer templates for structured reporting. This simplifies communication with the referring physician.

Achievements: The new version 2.1 of the guidelines represents an evolutionary improvement of the widely accepted version 2.0. Several aspects of reporting have been revised—however, some pre-known limitations persist, which will require further refinement in the future.

Keywords

Prostatic neoplasms · Multiparametric magnetic resonance imaging · Prostate-specific antigen · Transitional zone · Scoring system

- 1: Screening, diagnosis, and local treatment with curative intent. *Eur Urol* 71(4):618–629. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2016.08.003>
21. Padhani AR, Barentsz J, Villeirs G, Rosenkrantz AB, Margolis DJ, Turkbey B, Thoeny HC, Cornud F, Haider MA, Macura KJ, Tempany CM, Verma S, Weinreb JC (2019) PI-RADS steering committee: The PI-RADS multiparametric MRI and MRI-directed biopsy pathway. *Radiology* 292(2):464–474. <https://doi.org/10.1148/radiol.2019182946>
22. Padhani AR, Weinreb J, Rosenkrantz AB, Villeirs G, Turkbey B, Barentsz J (2019) Prostate imaging-reporting and data system steering committee: PI-RADS v2 status update and future directions. *Eur Urol* 75(3):385–396. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2018.05.035>
23. Panebianco V, Villeirs G, Weinreb JC, Turkbey BI, Margolis DJ, Richenberg J, Schoots IG, Moore CM, Futterer J, Macura KJ, Oto A, Bittencourt LK, Haider MA, Salomon G, Tempany CM, Padhani AR, Barentsz JO (2021) Prostate magnetic resonance imaging for local recurrence reporting (PI-RR): international consensus-based guidelines on multiparametric magnetic resonance imaging for prostate cancer recurrence after radiation therapy and radical prostatectomy. *Eur Urol Oncol*. <https://doi.org/10.1016/j.euo.2021.01.003>
24. Roscigno M, Stabile A, Lughezzani G, Pepe P, Galosi AB, Naselli A, Naspro R, Nicolai M, La Croce G, Aljouli M, Perugini G, Guazzoni G, Montorsi F, Balzarini L, Sironi S, Da Pozzo LF (2020) The use of multiparametric magnetic resonance imaging for follow-up of patients included in active surveillance protocol. Can PSA density discriminate patients at different risk of reclassification? *Clin Genitourin Cancer* 18(6):e698–e704. <https://doi.org/10.1016/j.clgc.2020.04.006>
25. Rosenkrantz AB, Babb JS, Taneja SS, Ream JM (2017) Proposed adjustments to PI-RADS version 2 decision rules: Impact on prostate cancer detection. *Radiology* 283(1):119–129. <https://doi.org/10.1148/radiol.2016161124>
26. Rudolph MM, Baur ADJ, Cash H, Haas M, Mahjoub S, Hartenstein A, Hamm CA, Beetz NL, Konietzschke F, Hamm B, Asbach P, Penzkofer T (2020) Diagnostic performance of PI-RADS version 2.1 compared to version 2.0 for detection of peripheral and transition zone prostate cancer. *Sci Rep* 10(1):15982. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-72544-z>
27. Schlemmer H-P (2017) Multiparametrische MRT der Prostata. *Radiologie* 57(8):621–630. <https://doi.org/10.1007/s00117-017-0277-0>
28. Schwartz LH, Panicek DM, Berk AR, Li Y, Hricak H (2011) Improving communication of diagnostic radiology findings through structured reporting. *Radiology* 260(1):174–181. <https://doi.org/10.1148/radiol.11101913>
29. Shukla-Dave A, Obuchowski NA, Chenevert TL, Jambawalikar S, Schwartz LH, Malayarenko D, Huang W, Noworolski SM, Young RJ, Shiroishi MS, Kim H, Coolens C, Laue H, Chung C, Rosen M, Boss M, Jackson EF (2019) Quantitative imaging biomarkers alliance (QIBA) recommendations for improved precision of DWI and DCE-MRI derived biomarkers in multicenter oncology trials. *J Magn Reson Imaging* 49(7):e101–e121. <https://doi.org/10.1002/jmri.26518>
30. Siddiqui MM, Rais-Bahrami S, Turkbey B, George AK, Rothwax J, Shakir N, Okoro C, Raskolnikov D, Parnes HL, Linehan WM, Merino MJ, Simon RM, Choyke PL, Wood BJ, Pinto PA (2015) Comparison of MR/ultrasound fusion-guided biopsy with ultrasound-guided biopsy for the diagnosis of prostate cancer. *JAMA* 313(4):390–397. <https://doi.org/10.1001/jama.2014.17942>
31. Tamada T, Kido A, Takeuchi M, Yamamoto A, Miyaji Y, Kanomata N, Sone T (2019) Comparison of PI-RADS version 2 and PI-RADS version 2.1 for the detection of transition zone prostate cancer. *Eur J Radiol* 121:108704. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2019.108704>
32. Turkbey B, Rosenkrantz AB, Haider MA, Padhani AR, Villeirs G, Macura KJ, Tempany CM, Choyke PL,

- Cornud F, Margolis DJ, Thoeny HC, Verma S, Barentsz J, Weinreb JC (2019) Prostate imaging reporting and data system version 2.1: 2019 update of prostate imaging reporting and data system version 2. *Eur Urol* 76(3):340–351. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2019.02.033>
33. Vargas HA, Hötter AM, Goldman DA, Moskowitz CS, Gondo T, Matsumoto K, Ehdäie B, Woo S, Fine SW, Reuter VE, Sala E, Hricak H (2016) Updated prostate imaging reporting and data system (PI-RADS v2) recommendations for the detection of clinically significant prostate cancer using multiparametric MRI: critical evaluation using whole-mount pathology as standard of reference. *Eur Radiol* 26(6):1606–1612. <https://doi.org/10.1007/s00330-015-4015-6>
34. Wang Z, Zhao W, Shen J, Jiang Z, Yang S, Tan S, Zhang Y (2020) PI-RADS version 2.1 scoring system is superior in detecting transition zone prostate cancer: a diagnostic study. *Abdom Radiol (NY)* 45(12):4142–4149. <https://doi.org/10.1007/s00261-020-02724-y>
35. Weinreb JC, Barentsz JO, Choyke PL, Cornud F, Haider MA, Macura KJ, Margolis D, Schnall MD, Shtern F, Tempany CM, Thoeny HC, Verma S (2016) PI-RADS prostate imaging—Reporting and data system: 2015, version 2. *Eur Urol* 69(1):16–40. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2015.08.052>
36. Wetterauer C, Winkel DJ, Federer-Gsponer JR, Halla A, Subotic S, Deckart A, Seifert HH, Boll DT, Ebbing J (2019) Structured reporting of prostate magnetic resonance imaging has the potential to improve interdisciplinary communication. *PLoS One* 14(2):e212444. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0212444>
37. Xu L, Zhang G, Zhang D, Zhang X, Bai X, Yan W, Zhou Y, Zhou Z, Xiao Y, Jin Z, Sun H (2020) Comparison of PI-RADS version 2.1 and PI-RADS version 2 regarding interreader variability and diagnostic accuracy for transition zone prostate cancer. *Abdom Radiol (NY)* 45(12):4133–4141. <https://doi.org/10.1007/s00261-020-02738-6>

Brustkrebsfrüherkennung bei Familiengeschichte mit Eierstockkrebs

Forscher empfehlen früheren Beginn

Frauen haben ein erhöhtes Brustkrebsrisiko, wenn die Erkrankung bereits in ihrer Verwandtschaft aufgetreten ist. Das Risiko kann aber auch dann größer sein, wenn Familienmitglieder ersten Grades an einer anderen Krebsart erkrankt sind.

Dies ergab eine Studie eines Teams aus Wissenschaftlern und Ärzten des Nationalen Centrums für Tumorerkrankungen (NCT) Heidelberg, des Deutschen Krebsforschungszentrums (DKFZ) und des Universitätsklinikums Heidelberg (UKHD) sowie internationalen Kollegen. Deutlich wurde dies insbesondere, wenn Eierstockkrebs in der Familie aufgetreten ist: Dann beträgt das Brustkrebsrisiko das 1,4-fache des üblichen Werts. Wenn Eierstockkrebs bei einer Verwandten vor dem 50. Lebensjahr diagnostiziert wurde, stieg es sogar um das 1,7-fache. Die Forscher empfehlen daher, bei betroffenen Frauen mit der Mammographie einige Jahre früher als üblich zu beginnen.

In einer aktuellen Studie untersuchten Wissenschaftler vom NCT Heidelberg, DKFZ und UKHD unter Leitung von Dr. Mahdi Fallah und Dr. Elham Kharazmi, wie genau sich andere Krebserkrankungen in der Verwandtschaft auf das Brustkrebsrisiko von Frauen auswirken. Die Auswertung der Ergebnisse zeigt, dass das Risiko sich auch dann erhöhen kann, wenn Familienmitglieder ersten Grades an anderen Krebsarten als Brustkrebs erkrankten. Bei 14 der insgesamt 33 untersuchten Krebsarten ist das Risiko allerdings nur geringfügig erhöht – zwischen 1,1-fach (Prostatakrebs) bis 1,2-fach (Weichteiltumoren). Für 17 weitere Krebsarten, die in der Familie auftraten, ändert sich das Brustkrebsrisiko nicht signifikant.

In Deutschland können Frauen zwischen dem 50. und 69. Lebensjahr alle zwei Jahre eine kostenlose Mammographie durchführen lassen. „Wir raten bei einer Familiengeschichte mit Eierstockkrebs, die Brustkrebsfrüherkennung schon vier Jahre eher zu beginnen als hierzulande üblich – also bereits im Alter von 46 statt 50 Jahren,“ sagt Fallah. Diese Empfehlung beruht auf dem sogenannten kumulativen 10-Jahres-Risiko: Bei 50-jährigen Frauen liegt das durchschnittliche Risiko, in den nächsten zehn Jahren an Brustkrebs

zu erkranken, bei 2,2 Prozent. Gemäß der Studie erreichen Frauen mit der beschriebenen Familiengeschichte von Eierstockkrebs diesen Risikowert schon vier Jahre eher. Bei den anderen Krebsarten rechtfertigt das leicht erhöhte Risiko keinen früheren Beginn der Früherkennungsuntersuchungen, so die Autoren.

Für ihre Studie analysierten die Wissenschaftler um Fallah und Kharazmi die Datensätze von mehr als fünf Millionen schwedischen Frauen geboren nach 1931. Die Untersuchung ist damit die bislang größte ihrer Art. Die Datensätze bestehen aus Stammbaumdaten, die die untersuchten Frauen mit ihren Eltern, Kindern und deren Nachkommen sowie den schwedischen Krebsregisterdaten seit 1958 verknüpft. Alle zwei bis drei Jahre werden die Informationen aktualisiert. Insgesamt umfasst das schwedische Register Stammbaumdaten von mehr als 12,8 Millionen Menschen, etwa 1,7 Millionen Aufzeichnungen über fortgeschrittene Krebserkrankungen und rund eine halbe Million Fälle von Karzinomen im frühen Stadium. In diesem Umfang ist das Datenmaterial weltweit einzigartig.

Originalpublikation:

T. Mukama, E. Kharazmi, K. Sundquist, J. Sundquist, and M. Fallah (2021) Risk-adapted starting age of breast cancer screening in women with a family history of ovarian or other cancers: A nationwide cohort study. *Cancer*, 23 February 2021, <https://doi.org/10.1002/cncr.33456>

Quelle: Nationales Centrum für Tumorerkrankungen (NCT) Heidelberg, eine gemeinsame Einrichtung des Deutschen Krebsforschungszentrums (DKFZ), des Universitätsklinikums Heidelberg (UKHD) und der Deutschen Krebshilfe (DKH), 11.03.2021 (Fel)