

Radiologie 2019 · 59:503–509
<https://doi.org/10.1007/s00117-019-0531-8>
 Online publiziert: 29. April 2019
 © Der/die Autor(en) 2019



S. H. Polanec · H. S. Bickel · P. A. T. Baltzer

Universitätsklinik für Radiologie und Nuklearmedizin, Medizinische Universität Wien & AKH-Wien, Wien, Österreich

Kontrastmittelfreie Bildgebung der Prostata

Reif für die Praxis?

Das Prostatakarzinom (PCa) ist das häufigste Karzinom bei Männern und die dritthäufigste neoplasiebedingte Todesursache in Europa [9]. Lange waren diagnostische Tests, wie die klinische digitale rektale Untersuchung, die Bestimmung des laborchemischen prostataspezifischen Antigens (PSA) und vor allem der transrektale Ultraschall in Verbindung mit einer randomisierten Biopsie die Methoden der Wahl für die Diagnostik des Prostatakarzinoms. Durch die Etablierung der MRT in der klinischen Routine sind diese Tests immer mehr in den Hintergrund geraten. Die multiparametrische Magnetresonanztomographie (mpMRT) ist derzeit die genaueste Bildgebungsmodalität für die Detektion und das lokale Staging des PCa und wird zunehmend als der klinische Standard wahrgenommen [2, 3, 18]. Durch zwei rezente Publikationen wurde der Stellenwert der Prostata-MRT noch einmal unterstrichen: So konnte sowohl im Rahmen der Prostata MRI Imaging Study (PROMIS Trial) als auch der PRECISION-Studie gezeigt werden, dass bei Biopsie-naiven Männern mit klinischem Risiko für ein Prostatakarzinom die MRT und die Kombination mit der MRT-gezielten Biopsie der transrektalen, ultraschallgezielten Standardbiopsie deutlich überlegen sind [1, 11]. Somit kann dem Patienten im Fall einer negativen MRT eine schmerzhaft Biopsie erspart werden. Die Ergebnisse dieser Studien führten bereits zu einer Änderung der Leitlinien in England, sodass bei Verdacht auf ein PCa primär die MRT zum Ausschluss eines Malignoms durchgeführt wird. Zusätzlich steigt die Akzeptanz in der europä-

ischen urologischen Gesellschaft (EAU) bezüglich dieses Ansatzes [15].

Durch diesen Paradigmenwechsel und die dadurch steigenden Patientenzahlen werden nun die Limitationen der mpMRT deutlicher: hohe Kosten, welche nicht zuletzt durch lange Untersuchungszeiten, aber auch durch die Notwendigkeit einer Kontrastmittel(KM)-Gabe mit entsprechendem Personalaufwand bedingt sind. Zusätzlich sind die zunehmend diskutierten und auch

den Patienten bekannten Implikationen möglicher, durch MR-Kontrastmittel bedingter Gd-Ablagerungen als Problemfeld zu nennen [14]. Dies macht die Entwicklung von verkürzten Untersuchungstechniken und -protokollen, bevorzugt ohne die Notwendigkeit einer Kontrastmittelgabe wünschenswert.

Der vorliegende Artikel gibt einen Überblick über den aktuellen Stand verkürzter und KM-freier MRT-Bildgebungsmöglichkeiten der Prostata.

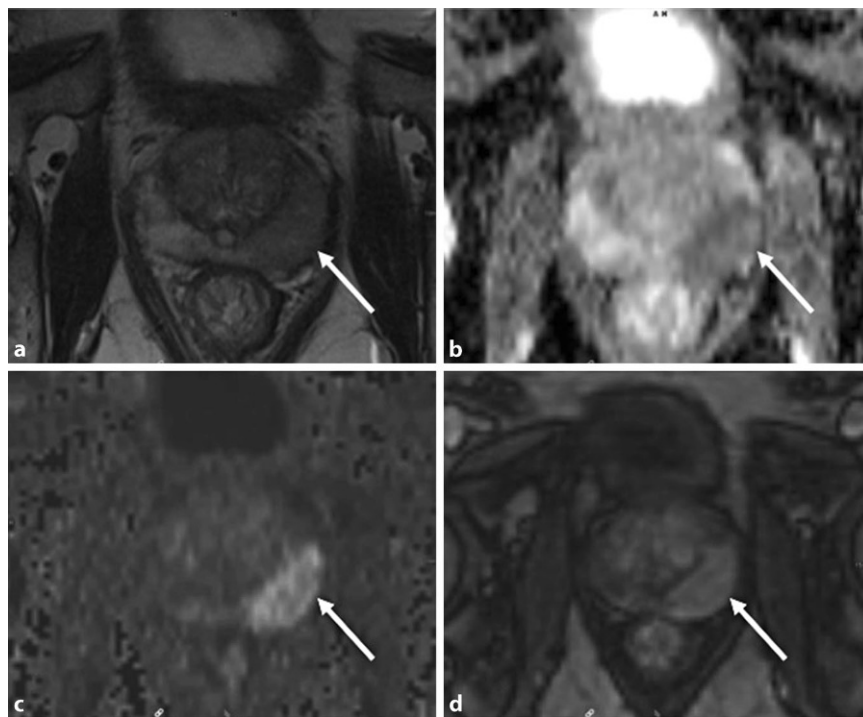


Abb. 1 ▲ MRT eines 71-jährigen Patienten mit einem Serum-PSA von 8,8 ng/ml. **a** In der T2-gewichteten Sequenz zeigt sich links in der peripheren Zone eine über 1,5 cm große hypointense, suspekt Läsion (Pfeil). **b** Korrespondierend zeigt sich eine Diffusionseinschränkung in der ADC-Map („apparent diffusion coefficient“) und **c** eine Hyperintensität in der Diffusionsbildgebung (DWI, $b = 1000 \text{ mm}^2/\text{s}^2$). Die Läsion kann eindeutig als suspekt klassifiziert werden (PI-RADS 5). **d** Die DCE liefert bei diesem Patienten keine relevante Zusatzinformation

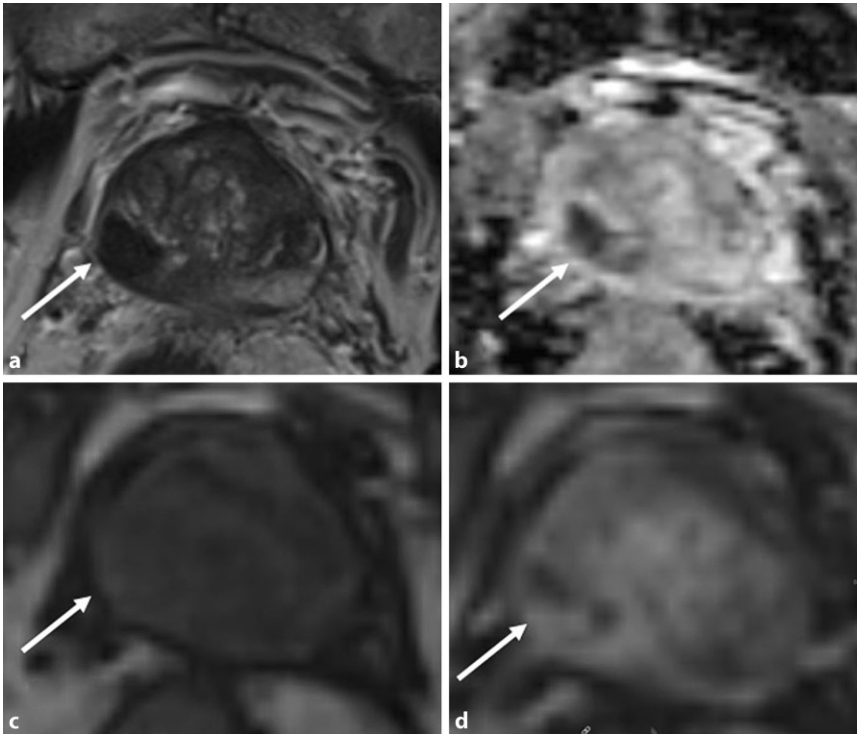


Abb. 2 ▲ Klassischer Fall einer granulomatösen Prostatitis bei einem 58-jährigen Patienten mit erhöhtem PSA (prostataspezifisches Antigen) im Serum und positiven digitalen rektalem Befund. **a** Diese seltene Form der chronischen Prostatitis wird häufig als Karzinom fehlgedeutet. **b** In T2w zeigt sich in der peripheren Zone rechts eine hypointense Läsion (Pfeil). **c** Korrespondierend dazu zeigt sich eine Läsion mit niedrigerem ADC („apparent diffusion coefficient“). **d** Diese zeigt in der frühen Kontrastmittelphase keine Anreicherung, ca. 80 s nach Kontrastmittelgabe zeigt sich ein fokales Enhancement zentral sowie im Randbereich der Läsion, wobei auch Bereiche ohne Enhancement vorliegen

State of the Art: multiparametrische MRT

Als multiparametrische MRT (mpMRT) wird die Kombination aus morphologischen und funktionellen MRT-Parametern bezeichnet. Um ein einheitliches Protokoll zu etablieren sowie die Standards der mpMRT der Prostata möglichst vergleichbar zu machen und auch hochzuhalten, wurden mit PI-RADS erste Leitlinien zur Verfügung gestellt [5]. Diese beinhalten eine Empfehlung der grundlegend erforderlichen Parameter und Sequenzen für eine mpMRT der Prostata. Die Morphologie und Anatomie der Prostata wird mittels hochauflösender T2-gewichteter und ergänzender T1-gewichteter Sequenzen beurteilt. Zu den funktionellen Parametern zählen die dynamische kontrastmittelverstärkte („dynamic contrast-enhanced“, DCE-MRT) und die diffusionsgewichtete („diffusion-weighted imaging“, DWI) Bildgebung. Die Dauer eines vollständigen

multiparametrischen Protokolls, inklusive der Anlage eines peripher-venösen Zugangs für die Kontrastmittelapplikation und die Füllung des Rektums beträgt etwa 20 min [23].

Die Befundung der multiparametrischen MRT der Prostata basiert derzeit auf der Prostate Imaging and Reporting Archiving Data System Version 2 [5]. Dieses Interpretationsschema wurde eingeführt, um die Standardisierung der multiparametrischen MRT zu verbessern. Ähnlich dem BI-RADS-System der Brust wird für suspektere Prostataläsionen ein Score von 1–5 vergeben. Patienten mit einer Läsionen PI-RADS ≥ 4 sollten zur weiteren Abklärung im Idealfall eine gezielte Biopsie des suspekten Areals erhalten. Im Gegensatz zu etwa BI-RADS ist die Interpretation von PI-RADS v2 im Sinne einer klinischen Entscheidungsregel formalisiert [22].

Stellenwert der DCE

Mit der Einführung der PI-RADS-Leitlinie Version 2 im Jahr 2015 wurde der Stellenwert der DCE herabgestuft [5]. In der ersten Version der PI-RADS-Leitlinie hatte jeder multiparametrische Parameter den gleichen Stellenwert unabhängig von der anatomischen Region der Prostata [4]. Mit der Einführung der PI-RADS Version 2 wurde sowohl der peripheren als auch der Transitionszone ein „dominanter“ oder „führender Parameter“ zugeordnet [5]. Die „führende“ Sequenz für die Beurteilung der peripheren Zone (PZ) ist die diffusionsgewichtete Bildgebung (DWI) und für die Transitionszone (TZ) die T2w. Zusätzlich wird im Gegensatz zu den anderen Parametern die DCE nicht auf einer fünfstelligen Skala bewertet, sondern stattdessen in Abhängigkeit vom Vorhandensein einer frühen Anreicherung vereinfacht als positiv oder negativ klassifiziert. Für die Praxis bedeutet dies, dass es durch eine positive DCE nur zu einem Upgrade bei einer PI-RADS-3-Läsion in der PZ kommt. In der TZ liefert die DCE keinen Beitrag zum PI-RADS-Score und ist somit obsolet. Die Beschränkung auf lediglich die frühe Anreicherungsphase bedeutet zudem die Möglichkeit einer Verkürzung der Akquisition auf die ersten beiden Minuten nach Kontrastmittelgabe.

Kontrastmittelfreie Bildgebung

Biparametrische MRT

Im Vergleich zum multiparametrischen Protokoll wird bei der biparametrischen MRT der Prostata auf die DCE verzichtet, wodurch eine Reduktion der Gesamtscanzeit erreicht werden kann. Bei Scannen der T2w-Bilder in 3 Ebenen mit zusätzlicher DWI dauert eine biparametrische MRT ca. 15 min [17, 28]. Eine rezente Publikation berichtet über ein abgekürztes biparametrisches Protokoll, welches ca. 9 min dauert [12]. Dies wird durch das Einsparen der sagittalen und koronaren Akquisition (jeweils ca. 4 min) der T2w-Sequenz erreicht.

Die Autoren zweier rezenter Metaanalysen zeigten eine zwischen biparametrischer und multiparametrischer MRT ver-

gleichbar hohe Sensitivität und Spezifität, die diagnostische Genauigkeit wird mit 87% angegeben [10, 16]. Die Mehrheit der Studien wurde auf 3-T-Geräten durchgeführt. Die ESUR-Guidelines empfehlen für die Bildgebung Hochfeld-MRT, jedoch konnten Studien zeigen, dass zwischen Untersuchungen mit 1,5 bzw. 3 T kein Unterschied in der diagnostischen Genauigkeit bei der Anwendung von biparametrischen Protokollen besteht [28]. (■ Abb. 1).

Eine rezente Arbeit von Di Campli et al. hat die Erfahrung der Radiologen bei biparametrischen und multiparametrischen MRT verglichen [8]. Die Resultate belegen, dass die diagnostische Genauigkeit sowohl bei unerfahrenen als auch erfahrenen Radiologen bei der Interpretation eines biparametrischen Protokolls nicht signifikant differiert. Wiewohl die Heterogenität der einzelnen Studienergebnisse hoch ist, belegen die Daten einen global geringen Mehrwert durch die Verwendung von Gd-haltigen MR-Kontrastmitteln. Ein verkürzter, biparametrischer Bildgebungsansatz wäre anhand dieser Ergebnisse auf robustem Evidenzniveau als routinetauglich zu bewerten.

Demgegenüber steht der im Einzelfall doch ganz erhebliche Nutzen der DCE: typische Stolperfallen der Prostatabefundung, wie die Fehlinterpretation eines hypertrophen fibromuskulären Stromas als Karzinom oder die Tumordiagnose im Fall einer granulomatösen Prostatitis sowie basale Verschiebungen der zentralen Zone, lassen sich mit Hilfe von DCE-Aufnahmen leicht als gutartig identifizieren ([19]; ■ Abb. 2) Auch in der Detektion von sehr kleinen Läsionen ist die DCE-MRT aufgrund der höheren räumlichen Auflösung regelhaft überlegen. Potenzielle, wenn auch in der Literatur nicht klar belegte Vorteile ergeben sich bei der Beurteilung der Infiltration der Samenbläschen und der Organüberschreitung ([26]; ■ Abb. 3).

Den vielfach praktizierten Ansatz der rektalen Vorbereitung und/oder die medikamentöse Ruhigstellung der Darmmotilität zu unterlassen, kann besonders die bezüglich Suszeptibilitätsartefakten sensitiven DWI-Sequenzen empfindlich stören. In einem solchen Fall können

Radiologe 2019 · 59:503–509 <https://doi.org/10.1007/s00117-019-0531-8>
© Der/die Autor(en) 2019

S. H. Polanec · H. S. Bickel · P. A. T. Baltzer

Kontrastmittelfreie Bildgebung der Prostata. Reif für die Praxis?

Zusammenfassung

Hintergrund. Die multiparametrische MRT (mpMRT) ist derzeit die genaueste Bildgebungsmodalität für die Detektion und das lokale Staging des Prostatakarzinoms (PCa). Nachteile dieser Modalität sind hohe Kosten, großer Zeitaufwand und die Notwendigkeit einer Kontrastmittelgabe.

Ziel der Arbeit. In diesem Beitrag soll ein Überblick über den aktuellen Stand verkürzter und kontrastmittelfreier MRT-Bildgebungsmöglichkeiten der Prostata vermittelt werden.

Ergebnisse. Biparametrische Untersuchungsprotokolle und der Einsatz von 3-D-T2w-Sequenzen sind bereits erforschte kontrastmittelfreie und schnellere Methoden, mit denen sich die Untersuchungszeit der Prostata ohne wesentliche Einbußen der diagnostischen Genauigkeit verkürzen lässt.

Schlüsselwörter

Magnetresonanztomographie · Biparametrisches Untersuchungsprotokoll · Diffusionsbildgebung · Prostatakarzinom · Staging

Contrast-agent free imaging of the prostate. Ready for clinical practice?

Abstract

Background. Multiparametric MRI (mpMRI) is currently the most accurate imaging modality for detection and local staging of prostate cancer (PCa). Disadvantages of this modality are high costs, time consumption and the need for a contrast medium.

Aims. The aim of the work was to provide an overview of the current state of fast and contrast-free MRI imaging of the prostate.

Results. Biparametric examination protocols and the use of three-dimensional T2-

weighted sequences are readily available methods that can be used to shorten the examination time without sacrificing diagnostic accuracy.

Keywords

Biparametric examination protocols · Diffusion imaging · Prostate cancer · Magnetic resonance imaging · Staging

die DCE-Aufnahmen die Tumordetektion entscheidend beeinflussen.

Die DCE hat ihre Stärken nicht nur in der Primärdiagnostik des PCa, sondern auch beim Monitoring des Therapieerfolgs. Besonders bei Patienten nach neuen fokalen Therapien (photodynamische Therapie, Elektroporation, hochintensiver fokussierter Ultraschall [HIFU] und Kryoablation) ist die DCE eine essenzielle Sequenz für die Beurteilung des unmittelbaren posttherapeutischen Therapieansprechens. Typische Ablationsszonen zeigen einen zentralen Fokus der KM-Anreicherung mit umgebenden Rim-Enhancement. Auch nach radikaler Prostatektomie hat die DCE ihre Berechtigung, da sich die Rekurrenz durch ein rasches KM-Anflutverhalten zeigt [20].

Zeitersparnis durch 3-D-Akquisition der T2-Sequenzen

Für die detaillierte Beurteilung des neurovaskulären Bündels sowie der Organüberschreitung des Prostatakarzinoms für ein adäquates Staging ist die Beurteilung der Bilder in allen 3 Schnittebenen wichtig. Die Akquisition der T2-gewichteten Parameter pro Schnittebene beansprucht ca. 4 min und nimmt somit den größten Teil der Messzeit im Bildgebungsprotokoll der Prostata ein. Eine Möglichkeit diesen Vorgang zu verkürzen ist die 3-D-T2w-Akquisition durch Volumenanzug. Der hochauflösende, meist isotrop akquirierte 3-D-Datensatz kann mittels multiplanarer Rekonstruktionen in beliebigen Schnittebenen betrachtet werden und erlaubt somit, die Scanlänge im Vergleich

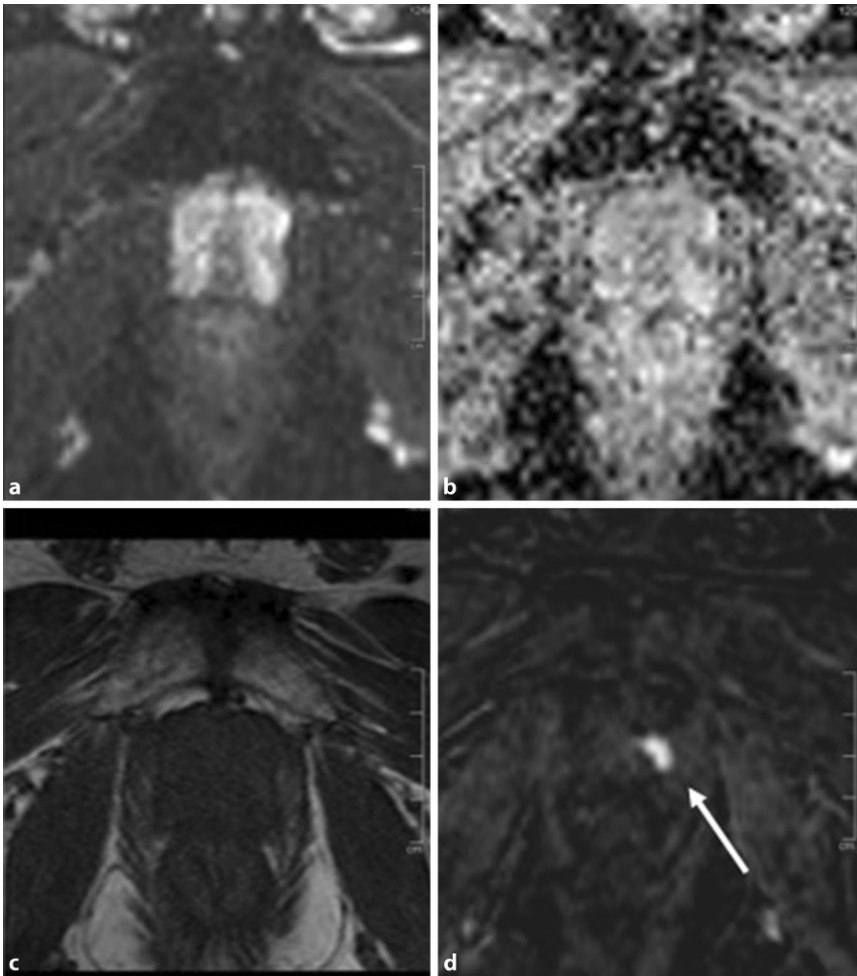


Abb. 3 ▲ 64-jähriger Patient mit bereits negativer Ultraschallbiopsie und erhöhtem PSA-Wert (prostataspezifisches Antigen) von 9,6 ng/ml. Weder in der axialen DWI (a) bzw. ADC-Map („apparent diffusion coefficient“; b) noch in den T2-gewichteten Bildern (c) lässt sich eine eindeutig suspekta Läsion abgrenzen. In der DCE zeigt sich links apikal, ein eindeutig Kontrastmittel aufnehmendes, suspektes Areal (d, Pfeil). Die anschließend durchgeführte, MR-gezielte Biopsie des Areals bestätigte ein Prostatakarzinom Gleason 7 (3 + 4)

zur konventionellen 2-D-Akquisition in 3 Ebenen deutlich zu verringern. Die gesamte Scandauer für einen 3-D-T2w-Datensatz beträgt etwa 4 min [23]. Die Ergebnisse sind sowohl hinsichtlich ihrer Bildqualität als auch der Detektierbarkeit von Läsionen vergleichbar, wenn auch die 3-D-Akquisition im Vergleich zur schichtselektiven Anregung zu unscharfen Aufnahmen durch Phasenfehler führen kann. Generell müssen jedoch keine Einschränkungen in der diagnostischen Genauigkeit in Kauf genommen werden, das technische Personal muss jedoch die Aufnahmen noch am Gerät auf Bewegungsartefakte überprüfen, da hier keine alternative zweite und dritte Akquisition zur Verfügung steht. Mit

diesem Ansatz ist ein multiparametrisches Protokoll in einer Zeit von 12 min möglich. Für den klinischen Alltag würde dies bedeuten, dass bis zu 2 Patienten pro Stunde mehr gescannt werden können. Daten zum Nutzen dieser 3-D-Technik in einem biparametrischen Protokoll sind noch ausständig, jedoch sind die bereits gesammelten Ergebnisse diesbezüglich vielversprechend ([23]; ■ Abb. 4 und 5).

Diffusionsbildgebung – der unverzichtbare Parameter?

In der Bildgebung des Prostatakarzinoms und besonderes in der KM-freien Detektion desselben ist die DWI unverzichtbar.

Die DWI ist, wie bereits erwähnt, die dominante oder führende Sequenz in der peripheren Zone der Prostata, in der über 70 % der Karzinome lokalisiert sind. Sie liefert Informationen über das Diffusionsvermögen von Wassermolekülen im Gewebe und spiegelt somit die lokalen mikrostrukturellen Charakteristika wider. Quantifiziert wird die Diffusivität mittels des „apparent diffusion coefficient“ (ADC). In malignen Geweben wird meist eine reduzierte Diffusionskapazität beobachtet – dies kann multifaktoriell auf eine erhöhte Zelldichte sowie desmoplastisch fibrotische Prozesse zurückgeführt werden, welche eine Reduktion des für die Diffusion von extrazellulärem Wasser zur Verfügung stehenden Raumes bedingen. Intrazelluläres Wasser trägt bei klinisch üblichen Diffusionssequenzen nicht nennenswert zum gemessenen ADC bei. Nach den rezenten Leitlinien sollte die DWI-Bildgebung mit sehr hohen b Werten (1400–2000 s/mm²) akquiriert werden, welche verglichen zu üblichen b-Werten (800–1000 s/mm²) die diagnostische Genauigkeit verbessern sollen [5, 13]. Mehrere Studien konnten keinen Zusammenhang zwischen niedrigen ADC-Werten und biologisch aggressiveren Tumoren (gemessen anhand des Gleason-Scores) belegen [6, 27].

Darüber hinaus soll der ADC-Wert auch immer mehr als Biomarker dienen, um einerseits sowohl Karzinome generell, als auch andererseits signifikante Karzinome auszuschließen und dadurch dem Patienten in weiterer Folge unnötige Biopsien zu ersparen [7]. Eine 2018 publizierte Arbeit zeigt, dass durch die Messung von quantitativen ADC-Werten potenziell bis zu 33 % der gezielten Biopsien vermieden werden könnten [21]. Dies hat eine nicht zu unterschätzende Relevanz bezüglich Biopsie-assoziiierter Nebenwirkungen und der hohen Kosten einer Biopsie. In der Routine hat sich dies noch nicht etabliert, bis dato schlagen die PI-RADS-Leitlinien keine quantitativen ADC-Schwellenwerte für die Bestimmung der Dignität von Prostataläsionen vor. Wie bei allen Biomarkern erfordern auch Imaging Biomarker wie der ADC ein sorgfältiges Qualitätsmanagement, bevor Schwellenwerte für klini-

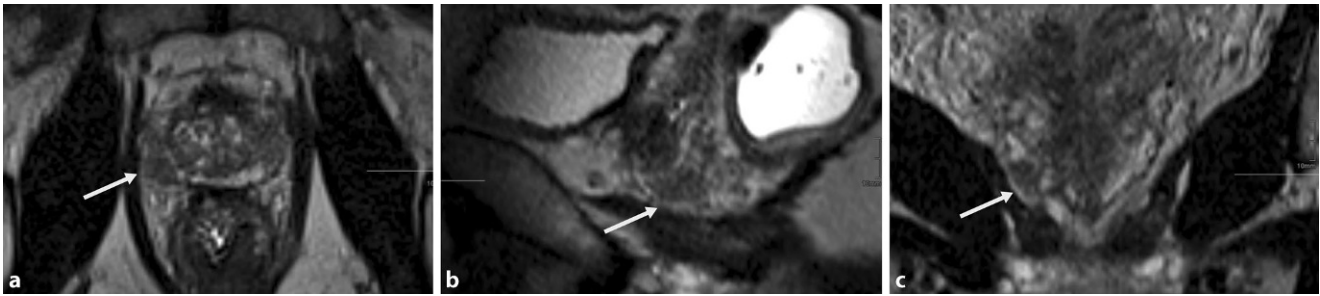


Abb. 4 ▲ 62-jähriger Patient mit suspekter PI-RADS-5-Läsion in der peripheren Zone (Pfeil). Bilder einer schnellen, 3-D-akquirierten T2-Sequenz in axialer (a), koronarer (b), sagittaler (c) Rekonstruktion. Die Akquisitionszeit hierfür beträgt ca. 4 min



Abb. 5 ▲ 62-jähriger Patient mit suspekter PI-RADS-5-Läsion in der peripheren Zone (Pfeil). Konventionelle, 2-D-akquirierte T2-TSE-Bilder in allen 3 Ebenen. (a) Axial, (b) koronar, (c) sagittal. Die Akquisitionszeit hierfür beträgt ca. 12 min. Für die allgemeine Beurteilung der Prostata sowie für die Detektion der suspekten Läsion sind beide Methoden gleichwertig

sche Entscheidungen empfohlen werden können. Für jedes Zentrum und jeden Magneten sind technische Anpassungen und Kalibrierungen sowie Schulungen des technischen und medizinischen Personals erforderlich, um Verzerrungen zu beseitigen und robuste ADC-Schwellenwerte festzulegen.

Alternativen

MR-Spektroskopie

In der ersten Version der PI-RADS-Leitlinien inkludierte die Definition einer multiparametrischen MRT der Prostata noch die MR-Spektroskopie [4]. Für die Unterscheidung zwischen einer gutartigen Prostataläsion und einer suspekten Läsion wurde das Verhältnis von Zitrat (CIT) zu Cholin (CHO) gemessen [25, 29]. In der gesunden Prostata überwiegt das Zitrat. Das Verhältnis von CIT/CHO ist allerdings nicht nur im Prostatakarzinom erhöht, sondern auch bei einer Prostatitis, was zu falsch-positiven Befunden führt. Der zusätzliche Zeitaufwand wurde für die Spektroskopie mit

ca. 10 min beschrieben. Auch wenn die Technik äußerst vielversprechende Informationen erbringt, schlägt sich dieser Mehraufwand nicht in einer verbesserten diagnostischen Genauigkeit gegenüber multiparametrischen Protokollen mit 3 Parametern (T2w, DWI, DCE) nieder [24]. In den aktuell gültigen Leitlinien wurde die Spektroskopie exkludiert und spielt nur noch eine experimentelle Rolle [5].

Fazit für die Praxis

- Mit der steigenden Beliebtheit der MRT der Prostata als primäres diagnostisches Werkzeug für die Detektion des Prostatakarzinoms und der zunehmenden Evidenz bezüglich ihres breiteren Einsatzes steigen die Patientenzahlen.
- Dies erfordert ein Umdenken hin zu schnelleren, kontrastmittelfreien und dennoch diagnostisch adäquaten Untersuchungsprotokollen.
- Biparametrische Untersuchungsprotokolle und der Einsatz von 3-D-T2w-Sequenzen sind bereits erforscht

Methoden, mit denen sich die Untersuchungszeit verkürzen lässt, ohne dafür Einbußen in der diagnostischen Genauigkeit hinnehmen zu müssen.

Korrespondenzadresse



Dr. S. H. Polanec, PhD
 Universitätsklinik
 für Radiologie und
 Nuklearmedizin, Medizinische
 Universität Wien & AKH-Wien
 Währinger Gürtel 18–20,
 Ebene 7F, 1090 Wien,
 Österreich
 stephan.polanec@
 meduniwien.ac.at

Funding. Open access funding provided by Medical University of Vienna.

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. S. H. Polanec, H. S. Bickel und P. A. T. Baltzer 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 (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) 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.

Literatur

- 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* 389:815–822
- Asbach P, Haas M, Hamm B (2015) MR imaging of the prostate. *Radiologie* 55:1088–1096
- Barentsz J, de Rooij M, Villeirs G, Weinreb J (2017) Prostate imaging-reporting and data system version 2 and the implementation of high-quality prostate magnetic resonance imaging. *Eur Urol* 72:189–191
- Barentsz JO, Richenberg J, Clements R, Choyke P, Verma S, Villeirs G, Rouviere O, Logager V, Futterer JJ, European Society of Urogenital R (2012) ESUR prostate MR guidelines 2012. *Eur Radiol* 22:746–757
- Barentsz JO, Weinreb JC, Verma S, Thoeny HC, Tempny CM, Shtern F, Padhani AR, Margolis D, Macura KJ, Haider MA, Cornud F, Choyke PL (2016) Synopsis of the PI-RADS v2 guidelines for Multiparametric prostate magnetic resonance imaging and recommendations for use. *Eur Urol* 69:41–49
- Boesen L, Chabanova E, Logager V, Balslev I, Thomsen HS (2015) Apparent diffusion coefficient ratio correlates significantly with prostate cancer gleason score at final pathology. *J Magn Reson Imaging* 42:446–453
- De Cobelli F, Ravelli S, Esposito A, Giganti F, Gallina A, Montorsi F, Del Maschio A (2015) Apparent diffusion coefficient value and ratio as noninvasive potential biomarkers to predict prostate cancer grading: comparison with prostate biopsy and radical prostatectomy specimen. *Ajr Am J Roentgenol* 204:550–557
- Di Campi E, Delli Pizzi A, Seccia B, Cianci R, d'Annibale M, Colasante A, Cinalli S, Castellani P, Navarra R, Iantorno R, Gabrielli D, Buffone A, Caulo M, Basilio R (2018) Diagnostic accuracy of biparametric vs multiparametric MRI in clinically significant prostate cancer: Comparison between readers with different experience. *Eur J Radiol* 101:17–23
- Global Burden of Disease Cancer C, Fitzmaurice C, Allen C, Barber RM, Barregard L, Bhutta ZA, Brenner H, Dicker DJ, Chimed-Orchir O, Dandona R, Dandona L, Fleming T, Forouzanfar MH, Hancock J, Hay RJ, Hunter-Merrill R, Huynh C, Hosgood HD, Johnson CO, Jonas JB, Khubchandani J, Kumar GA, Kutz M, Lan Q, Larson HJ, Liang X, Lim SS, Lopez AD, MacIntyre MF, Marczak L, Marquez N, Mokdad AH, Pinho C, Pourmalek F, Salomon JA, Sanabria JR, Sandar L, Sartorius B, Schwartz SM, Shackelford KA, Shibuya K, Stanaway J, Steiner C, Sun J, Takahashi K, Vollset SE, Vos T, Wagner JA, Wang H, Westerman R, Zeeb H, Zoeckler L, Abd-Allah F, Ahmed MB, Alabed S, Alam NK, Aldhahri SF, Alem G, Alemayohu MA, Ali R, Al-Raddadi R, Amare A, Amoako Y, Artaman A, Asayesh H, Atnafu N, Awasthi A, Saleem HB, Barac A, Bedi N, Bensenor I, Berhane A, Bernabe E, Betsu B, Binagwaho A, Boneya D, Campos-Nonato I, Castaneda-Orjuela C, Catala-Lopez F, Chiang P, Chibueze C, Chittheer A, Choi JY, Cowie B, Damte S, das Neves J, Dey S, Dharmaratne S, Dhillon P, Ding E, Driscoll T, Ekwueme D, Endries AY, Farvid M, Farzadfar F, Fernandes J, Fischer F, TT GH, Gebru A, Gopalani S, Hailu A, Horino M, Horita N, Hussein A, Huybrechts I, Inoue M, Islami F, Jakovljevic M, James S, Javanbakht M, Jee SH, Kasaeian A, Kedir MS, Khader YS, Khang YH, Kim D, Leigh J, Linn S, Lulevicic R, El Razeq HMA, Malekzadeh R, Malta DC, Marcenes W, Markos D, Melaku YA, Meles KG, Mendoza W, Mengiste DT, Meretoja TJ, Miller TR, Mohammad KA, Mohammadi A, Mohammed S, Moradi-Lakeh M, Nagel G, Nand D, Le Nguyen Q, Nolte S, Ogbo FA, Oladimeji KE, Oren E, Pa M, Park EK, Pereira DM, Plass D, Qorbani M, Radfar A, Rafay A, Rahman M, Rana SM, Soreide K, Satpathy M, Sawhney M, Sepanlou SG, Shaikh MA, She J, Shiue I, Shore HR, Shrimme MG, So S, Soneji S, Stathopoulou V, Stroumpoulis K, Sufiyan MB, Sykes BL, Tabares-Seisdedos R, Tadese F, Tedla BA, Tessema GA, Thakur JS, Tran BX, Ukwaia KN, Uzochukwu BSC, Vlassov VV, Weiderpass E, Wubshet Terefe M, Yebo HG, Yimam HH, Yonemoto N, Younis MZ, Yu C, Zaidi Z, Zaki MES, Zenebe ZM, Murray CJL, Naghavi M (2017) Global, Regional, and National Cancer Incidence, Mortality, Years of Life Lost, Years Lived With Disability, and Disability-Adjusted Life-years for 32 Cancer Groups, 1990 to 2015: A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease Study. *JAMA Oncol* 3:524–548
- Kang Z, Min X, Weinreb J, Li Q, Feng Z, Wang L (2019) Abbreviated Biparametric versus standard multiparametric MRI for diagnosis of prostate cancer: a systematic review and Meta-analysis. *Ajr Am J Roentgenol* 212:357–365
- Kasivisvanathan V, Rannikko AS, Borghi M, Panebianco V, Mynderse LA, Vaarala MH, Briganti A, Budaus L, Hellawell G, Hindley RG, Roobol MJ, Eggener S, Ghei M, Villeirs A, Bladou F, Villeirs GM, Virdi J, Boxler S, Robert G, Singh PB, Venderink W, Hadaschik BA, Ruffion A, Hu JC, Margolis D, Crouzet S, Klotz L, Taneja SS, Pinto P, Gill I, Allen C, Giganti F, Freeman A, Morris S, Punwani S, Williams NR, Brew-Graves C, Deeks J, Takwoingyi Y, Emberton M, Moore CM, Collaborators PSG (2018) MRI-targeted or standard biopsy for prostate-cancer diagnosis. *N Engl J Med*. <https://doi.org/10.1056/nejmoa1801993>
- Kuhl CK, Bruhn R, Kramer N, Nebelung S, Heidenreich A, Schrading S (2017) Abbreviated biparametric prostate MR imaging in men with elevated prostate-specific antigen. *Radiology* 285:493–505
- Ma S, Xu K, Xie H, Wang H, Wang R, Zhang X, Wei J, Wang X (2018) Diagnostic efficacy of b value (2000 s/mm²) diffusion-weighted imaging for prostate cancer: Comparison of a reduced field of view sequence and a conventional technique. *Eur J Radiol* 107:125–133
- McDonald RJ, McDonald JS, Kallmes DF, Jentoft ME, Murray DL, Thielen KR, Williamson EE, Eckel LJ (2015) Intracranial gadolinium deposition after contrast-enhanced MR imaging. *Radiology* 275:772–782
- 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, Rouviere O, Schoots IG, Wiegel T, Cornford P (2017) EAU-ESTRO-SIOG guidelines on prostate cancer. Part 1: screening, diagnosis, and local treatment with curative intent. *Eur Urol* 71:618–629
- Niu XK, Chen XH, Chen ZF, Chen L, Li J, Peng T (2018) Diagnostic performance of biparametric MRI for detection of prostate cancer: a systematic review and meta-analysis. *Ajr Am J Roentgenol* 211:369–378
- Obmann VC, Pahwa S, Tabayayong W, Jiang Y, O'Connor G, Dastmalchian S, Lu J, Shah S, Herrmann KA, Paspulati R, MacLennan G, Ponsky L, Abouassaly R, Gulani V (2018) Diagnostic accuracy of a rapid Biparametric MRI protocol for detection of histologically proven prostate cancer. *Urology* 122:133–138
- Padhani AR, Haider MA, Villers A, Barentsz JO (2018) Multiparametric magnetic resonance imaging for prostate cancer detection: what we see and what we miss. *Eur Urol*. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2018.12.004>
- Panebianco V, Giganti F, Kitzing YX, Cornud F, Campa R, De Rubeis G, Ciardi A, Catalano C, Villeirs G (2018) An update of pitfalls in prostate mpMRI: a practical approach through the lens of PI-RADS v. 2 guidelines. *Insights Imaging* 9:87–101
- Patel P, Mathew MS, Trilisky I, Oto A (2018) Multiparametric MR Imaging of the Prostate after Treatment of Prostate Cancer. *Radiographics* 38:437–449
- Polanec SH, Helbich TH, Bickel H, Wengert GJ, Pinker K, Spick C, Clauser P, Susani M, Shariat S, Baltzer PAT (2018) Quantitative apparent diffusion coefficient derived from diffusion-weighted imaging has the potential to avoid unnecessary MRI-guided biopsies of mpMRI-detected PI-RADS 4 and 5 lesions. *Invest Radiol* 53:736–741
- Polanec SH, Helbich TH, Margreiter M, Klingler HC, Kubin K, Susani M, Pinker-Domenig K, Brader P (2014) Magnetic resonance imaging-guided prostate biopsy: institutional analysis and systematic review. *Rofo* 186:501–507
- Polanec SH, Lazar M, Wengert GJ, Bickel H, Spick C, Susani M, Shariat S, Clauser P, Baltzer PAT (2018) 3D T2-weighted imaging to shorten multiparametric prostate MRI protocols. *Eur Radiol* 28:1634–1641
- Polanec SH, Pinker-Domenig K, Brader P, Georg D, Shariat S, Spick C, Susani M, Helbich TH, Baltzer PA (2016) Multiparametric MRI of the prostate at 3T: limited value of 3D (1)H-MR spectroscopy as a fourth parameter. *World J Urol* 34:649–656
- Scheenen TW, Heijmink SW, Roell SA, Hulsbergen-Van de Kaa CA, Knipscheer BC, Witjes JA, Barentsz JO, Heerschap A (2007) Three-dimensional proton MR spectroscopy of human prostate at 3T without endorectal coil: feasibility. *Radiology* 245:507–516
- Sertdemir M, Weidner AM, Schoenberg SO, Morelli JN, Haecker A, Kirchner M, Weiss C, Hausmann D, Dinter DJ, Attenberger UI (2018) Is there a role for functional MRI for the assessment of extracapsular extension in prostate cancer? *Anticancer Res* 38:427–432
- Turkbey B, Shah VP, Pang Y, Bernardo M, Xu S, Kruecker J, Locklin J, Baccala AA Jr, Rastinehad AR, Merino MJ, Shih JH, Wood BJ, Pinto PA, Choyke PL (2011) Is apparent diffusion coefficient associated with clinical risk scores for prostate cancers that are visible on 3-T MR images? *Radiology* 258:488–495
- Van Nieuwenhoeve S, Sausse TP, Thiry S, Trefois P, Annet L, Michoux N, Lecouvet F, Tombal B (2018) Prospective comparison of a fast 1.5-T

biparametric with the 3.0-T multiparametric ESUR magnetic resonance imaging protocol as a triage test for men at risk of prostate cancer. *BJU Int.* <https://doi.org/10.1111/bju.14538>

29. Weinreb JC, Blume JD, Coakley FV, Wheeler TM, Cormack JB, Sotito CK, Cho H, Kawashima A, Tempany-Afdhal CM, Macura KJ, Rosen M, Gerst SR, Kurhanewicz J (2009) Prostate cancer: sextant localization at MR imaging and MR spectroscopic imaging before prostatectomy—results of ACRIN prospective multi-institutional clinicopathologic study. *Radiology* 251:122–133

E. Bartels
Farbduplexsonografie der
hirnversorgenden GefäÙe

Atlas und Handbuch

Stuttgart: Schattauer 2018, 2. Auflage, 368 S., 1205 Abb., (ISBN: 978-3-7945-3093-9), Hardcover 149.99 EUR

Mit dieser zweiten Auflage liegt eine aktualisierte Version des vor 20 Jahren erschienen Buches zur Farbduplexsonografie der hirnversorgenden GefäÙe vor. Auf knapp 400



Seiten wird das gesamte Gebiet der neurosonologischen Diagnostik umfassend abgehandelt. Die gut strukturierte Gliederung wurde beibehalten; nach einer ausreichend

dimensionierten Einführung in die technischen und physikalischen Grundlagen und Darstellung der anatomischen Verhältnisse, werden die Untersuchungstechniken der Karotiden und Vertebralarterien abgehandelt. Daran schließen sich Abschnitte zu dem venösen System sowie die intrakranielle Duplexsonografie sowohl der Arterien als auch des Hirnparenchyms und des venösen Systems an. Abschließend werden auch die Perspektiven der Neurosonologie aufgezeichnet.

Ungewöhnlich ist der durchgehend zweisprachige Aufbau des Buches. Die linke Hälfte der Seite enthält den englischen Text, wohingegen die rechte Spalte den deutschen Text wiedergibt. Der Verlag bewirbt dieses etwas ungewöhnliche Erscheinungsbild so, dass sich der Leser dadurch direkt die englischsprachige Nomenklatur vergegenwärtigt. Allerdings mag man sich fragen, ob dies wirklich ein Vorteil ist. Der normale Leser wird entweder das Englische oder das Deutsche lesen, 50% des Textes (und damit auch des Papiers) sind für den Leser wohl zumeist unnötig, außerdem empfinde ich es beim Lesen gelegentlich irritierend, dass man immer eine Spalte überspringen muss.

Positiv hervorzuheben sind die klaren Hinweise auf Untersuchungstechniken, die auch grafisch jeweils deutlich hervorgehobenen Fehlermöglichkeiten und Fallstricke, sowie

der große Umfang pathologischer Befunde. Positiv ist dabei hervorzuheben, dass den Ultraschallbeispielen häufig auch der Orientierung dienende schematische Zeichnungen gegenüber gestellt sind, sowie viele CT- und MRT-Bilder oder Angiografien. Bei zahlreichen Abbildungen hat man jedoch den Eindruck, dass diese bereits vor vielen Jahren entstanden sind. Auch das Literaturverzeichnis enthält zu über 85% Publikationen aus dem letzten Jahrhundert.

Bei den Beispielen fehlt mir eine Darstellung der A. temporalis superficialis sowie im Normalbefund als auch im pathologischen Fall einer Arteriitis. Ebenso kommt der Abschnitt über die Orbita-Untersuchung zu kurz, auch wenn dies nicht unmittelbar im Fokus des Buchtitels zu liegen scheint. Auch die Nerven-diagnostik wird entsprechend des Fokus des Buches nur am Rande erwähnt.

Insgesamt liegt mit der Neuauflage ein zahlreich bebildertes und mit vielen Beispielen versehene umfassende Darstellung der neurosonologischen Diagnostik hirnversorgender Arterien und Venen vor. Die durchgängige Zweisprachigkeit des Buches ist sicher gewöhnungsbedürftig, kann der internationalen Verbreitung aber nur zum Vorteil gereichen.

P. Ringleb (Heidelberg)