

Multiparametrische MRT in der Diagnose von Prostatakrebs

Kim T.P., Baymuratova A.Ch.

Abstrakt

Die multiparametrische Magnetresonanztomographie (mpMRT) hat vielversprechende Ergebnisse bei der Diagnose, Lokalisierung, Risikostratifizierung und Stadieneinteilung von klinisch signifikantem Prostatakrebs gezeigt. Es eröffnete auch Möglichkeiten für die lokale Behandlung von Prostatakrebs. Zur Beurteilung von Prostatakrebs mit mpMRT wurden Kombinationen aus T2-gewichteter Bildgebung, Diffusionsbildgebung, Perfusion (dynamischer Kontrastbildgebung) und spektroskopischer Bildgebung eingesetzt, die morphologische T2-Beurteilung und die funktionelle Beurteilung mit Diffusionsbildgebung bleiben jedoch die Grundlage für die Diagnose von Prostatakrebs. auf mp-MRT. Da die mpMRT-Bewertung subjektiv sein kann, ist der Einsatz des neu entwickelten standardisierten Prostate Imaging and Reporting Archiving Data System und die Schulung von Radiologen für eine genaue Interpretation von entscheidender Bedeutung.

Schlüsselwörter: diffuse Bildgebung, funktionelle Bildgebung, MRT-gesteuerte Biopsie, multiparametrische MRT, Prostatakrebs.

Einführung

Derzeit beginnt der diagnostische Weg zur Erkennung von Prostatakrebs auf der Ebene des prostataspezifischen Antigens (PSA) und der digitalen rektalen Untersuchung (DRE). Der Einsatz von PSA als Screening-Instrument, gefolgt von einer systematischen ultraschallgesteuerten transrektalen Biopsie (TRUS), hat zu einer erhöhten Erkennung von Prostatakrebs geführt und zu einer Erkrankung mit geringem Risiko geführt. Im Jahr 2014 wurden in den USA schätzungsweise 233.000 neue Fälle von Prostatakrebs diagnostiziert. Dies birgt das Risiko einer Überdiagnose und Überbehandlung, da es sich bei vielen dieser Erkrankungen um klinisch unbedeutende Prostatakrebserkrankungen mit geringem Risiko handelt. Andererseits werden vordere Tumoren in der Regel erst dann durch eine TRUS-Biopsie erkannt, wenn sie eine signifikante Größe erreicht haben und 15–20 mm vom hinteren Rand der Prostata entfernt sind, was zu einer späten Diagnose führt. Bei der systematischen TRUS-Biopsie wurde in der Vergangenheit der endgültige Gleason-Tumorgrad bei der histologischen Untersuchung nach radikaler Prostatektomie unterschätzt, was zu einer ungenauen Risikostratifizierung und Auswahl therapeutischer Optionen führte. Aus all diesen Gründen haben die USA und die kanadische Task Force on Preventive Health Care kürzlich unabhängige Stellungnahmen veröffentlicht, in denen sie argumentieren, dass die Risiken von PSA-Tests die Vorteile überwiegen. Multiparametrische Magnetresonanztomographie (MPMRT), die die morphologische Beurteilung von T2-gewichteten Bildern (T2WI) mit diffusionsgewichteten Bildern (DWI), dynamischer kontrastverstärkter

Perfusionsbildgebung (DCE) und spektroskopischer Bildgebung (MRSI) kombiniert, wurde umfassend untersucht in den letzten Jahren. Insbesondere T2WI und DWI haben sich bei der Erkennung, Lokalisierung, Risikostratifizierung und Stadieneinteilung von Prostatakrebs als vielversprechend erwiesen. Dieser Aufsatz bietet einen Überblick über verschiedene Bildgebungssequenzen und diskutiert die aktuelle Rolle der mpMRT in verschiedenen Aspekten der Prostatakrebsbehandlung.

MRT-Bildgebungsverfahren

Die empfohlene MRT bei Prostatakrebs ist die mpMRT, die hochauflösende T2WI und mindestens zwei funktionelle MRTs umfasst. Die T1-gewichtete Bildgebung ist für die Beurteilung der Prostatomorphologie oder die Identifizierung von Tumoren in der Prostata von begrenztem Nutzen. Sein Haupteinsatzgebiet ist die Erkennung von Blutungen nach einer Biopsie. Stuhlartefakte sollten durch die Gabe von Antiperistaltika reduziert werden. Die Prostatabildgebung bei 3T profitiert von einem höheren Signal-Rausch-Verhältnis. Die Verwendung einer endorektalen Spule (ERC) ist keine zwingende Voraussetzung für ein Krebserkennungsprotokoll, wird jedoch bei 1,5 T bevorzugt. Für das Stadieneinteilungsstadium wird der Einsatz von ERC empfohlen, allerdings bleiben die Patientenakzeptanz und die erhöhten Kosten Nachteile. Zum Aufblasen des ERC-Ballons kann Luft verwendet werden, dies kann jedoch zu einer Verzerrung des DWI führen. Das Aufblasen mit Flüssigkeiten (Perfluorkohlenstoff- oder Bariumsuspension) verhindert Empfindlichkeitsartefakte. Typischerweise werden etwa 60 cm³ Luft oder Flüssigkeit benötigt, um einen Ballon aufzublasen. T2-WI ist das Arbeitstier der Prostata-MRT. Es bietet eine hohe räumliche Auflösung und definiert die zonale Anatomie, die die periphere Zone von der Übergangszone, der zentralen Zone, den Ejakulationsgängen, dem vorderen fibromuskulären Stroma, den Samenbläschen und der Harnröhre unterscheidet. Die neurovaskulären Bündel werden auch als T2WI bezeichnet. Die periphere Zone weist im T2WI eine hohe Signalintensität auf, was ihren höheren Wassergehalt widerspiegelt, und Krebs in der peripheren Zone erscheint als Bereich mit geringerem Signal (Abbildung 1). Allerdings ist auch ein niedriges T2-Signal in der Randzone zu beobachten. gutartige Anomalien, einschließlich Prostatitis, Fibrose, Narbengewebe, Biopsieblutung oder Strahlenexposition.

Abbildung 1: Ein 55-jähriger Mann mit Prostatakrebs 7 (4+3) im Gleason-Score. (a) Die axiale T2-Gewichtung (T2WI) zeigt ein normales hyperintensives T2-Signal in der peripheren Zone (weißer Pfeil) von Hochwasser bei Krebs (schwarzer Pfeil), das sich als Bereich mit niedrigem Signal im T2WI manifestiert. (b) Karte der scheinbaren Diffusion auf derselben Ebene, die ein schwaches Signal aufgrund einer begrenzten Diffusion an der Krebsstelle zeigt (Pfeil).

Das heterogene Erscheinungsbild mit mehreren BPH-Knötchen (benigne Prostatahyperplasie oder gutartige Prostatavergrößerung) erschwert die Beurteilung von

Krebserkrankungen in der Übergangszone, insbesondere für den weniger erfahrenen Leser. Die funktionelle Bildgebung ist bei der Beurteilung eines Übergangszonentumors nicht immer hilfreich, da Bereiche mit gutartiger Stromaler oder proliferierender Hyperplasie bei DCE ein heterogenes Enhancement und bei DWI eine begrenzte Diffusion aufweisen können. Morphologische Merkmale im T2WI, wie das Aussehen einer „abgenutzten Holzkohle“ (Abbildung 2), undeutliche Knötchenränder, schwache Signalausbreitung auf die periphere Zone, linsenförmige Form, Ausdehnung auf das fibromuskuläre Stroma und lokale Invasion, helfen bei der Unterscheidung des Tumors von gutartigem Gewebe, aber auch hier können einige BPH-Knoten schlecht abgegrenzt oder eingekapselt sein, und daher bleibt dies eine bekannte Einschränkung der mpMRT. Daher gilt T2WI als die dominante aller mpMRT-Sequenzen zur Erkennung von Krebs in der Übergangszone.

Abbildung 2: Übergangszonentumor. Ein 54-jähriger Mann mit durch Biopsie nachgewiesenem Gleason-8-Prostatakarzinom. T2-gewichtetes Bild, das das typische Erscheinungsbild einer „verblassten Holzkohle“ (Pfeil) in der Übergangszone zeigt.

Der Grad der Intensitätsreduktion im T2-WI in der peripheren Zone korreliert mit dem Gleason-Grad des Tumors, wobei höhere Gleason-Komponenten eine geringere Signalintensität zeigen und somit eine Rolle bei der Tumorrisikostratifizierung spielen. Die hohe räumliche Auflösung des T2WI macht diese Sequenz auch zur Grundlage für das lokale Krankheitsstadium. Die Ausbreitung geringer Signalintensität auf die Samenbläschen, die Obliteration des rektoprostatichen Winkels und die Ausbreitung auf die neurovaskulären Bündel sind Anzeichen einer extrakapsulären Ausbreitung (IVF) des Tumors im T2-WI (Abb. 3). Lawrence et al. berichteten kürzlich, dass die Ergänzung der T2WI-Bildgebung durch DWI und DCE die Genauigkeit der präoperativen ECE-Erkennung verbesserte.

Abbildung 3: Extrakapsuläre Ausdehnung des Tumors. Ein 64-jähriger Mann mit einem durch Biopsie nachgewiesenen Prostatakarzinom mit einem Gleason-Score von 7 (3+4). Ein axiales T2-gewichtetes Bild, das mit einer endorektalen Spule aufgenommen wurde, zeigt einen Tumor mit einem schwachen Signal in der linken peripheren Zone mit minimaler Ausbreitung entlang des linken neurovaskulären Bündels (Pfeil).

Die diffusionsgewichtete MRT ist ein funktionelles Bildgebungsverfahren, das die zufällige Brownsche Bewegung von Wassermolekülen in Geweben misst. Der scheinbare Diffusionskoeffizient (ADC) im MRT oder die Nettoverschiebung von Molekülen quantifiziert die Begrenzung der Wasserdiffusion und wird durch die Aufnahme von mindestens zwei Bildsätzen mit unterschiedlicher Dauer und Amplitude des Magnetfeldgradienten (b-Wert) gemessen. Für die Durchführung von DWI sind

mindestens zwei B-Faktoren zur Berechnung des ADC erforderlich. Die Mehrpunktanalyse von b-Werten verbessert die Genauigkeit des berechneten ADC, indem sie die Scanzeit verlängert und das Signal-Rausch-Verhältnis (SNR) verringert. In früheren Studien wurde von einem maximalen b-Wert von 1000 s/mm² berichtet, aber in jüngerer Zeit wurde gezeigt, dass Werte von bis zu 2000 s/mm², die mit 3T-Scannern erzielt werden können, dazu beitragen können, das Signal der normalen Prostata im Hintergrund zu unterdrücken Gewebe und markieren Sie krebsbefallene Bereiche als hyperintens. Für DWI in Kombination mit ADC wird eine Interpretation mit hohem B-Wert > 1000 s/mm² empfohlen, wobei ein niedriger ADC und ein iso-zu-hohes Signal auf DWI-Bildern mit hohem B-Wert (≥ 1400 s/mm²) das Kennzeichen von Krebs sind. Zu den Einschränkungen von DWI gehören erhöhtes Rauschen und anatomische Verzerrungen des Bildes, insbesondere bei höheren b-Werten. Studien haben auch eine umgekehrte Korrelation zwischen ADC-Scores und Gleason-Scores gezeigt und können daher bei der genauen Risikostratifizierung für Therapieoptionen hilfreich sein. Es gibt jedoch erhebliche Überschneidungen bei den Konfidenzintervallen, so dass der ADC derzeit nicht als Ersatz für Gleason-Scores verwendet werden kann, obwohl die meisten klinisch signifikanten Krebsarten einen ADC-Wert von <1000 haben. DWI ist weit verbreitet und gilt als die wichtigste funktionelle Bildgebungssequenz in der mpMRT. Funktionelle Bildgebung (DWI, DCE und Magnetresonanztomographie [MRSI]) und insbesondere DWI kann helfen, Krebs von gutartigen Anomalien wie Prostatitis, Fibrose, Narbengewebe, Blutungen nach einer Biopsie oder nach einer Bestrahlung in der peripheren Zone zu unterscheiden. (Abbildung 1) b; Daher gilt DWI als die dominierende Sequenz zur Erkennung von Tumoren in der peripheren Zone. Es ist auch die nützlichste aller funktionellen Bildgebungssequenzen zur Erkennung eines Tumors in der Übergangszone. Zahlreiche Studien haben gezeigt, dass DWI die effektivste mrMRT-Sequenz zur Erkennung von Prostatakrebs ist und dadurch die diagnostische Leistung der mrMRT verbessert. Die DCE-MRT basiert auf schnellen T1-gewichteten Sequenzen vor, während und nach einer schnellen intravenösen (IV) Verabreichung (2–4 ml/s) eines Gadolinium-basierten Kontrastmittelbolus zur Beurteilung der Tumorangiogenese. Während der DCE-MRT zeigen Tumore im Vergleich zu normalem Gewebe eine frühe und hochamplitudene Kontrastmittelanreicherung, gefolgt von einem schnellen Auswaschen in einigen Fällen. DCE-MRT-Bilder können mit einer einfachen visuellen qualitativen Analyse der Rohdaten beurteilt werden, indem durch seriell erfasste Bilder oder Subtraktionsbilder gescrollt wird, um frühe Knoten- und Fokalverstärkungen zu finden. Alternativ können semiquantitative Parameter wie Aufwärtsgradient, Peakverstärkung und Auswaschgradient berechnet werden, um eine Steigungskurve (Typen A, B und C) zur Auswertung zu generieren. Quantifizierungsmetriken können auch mithilfe pharmakokinetischer Modelle (Tofts) durchgeführt werden, um die Kontrastmittelkonzentration im Gewebe abzuschätzen. Sie liefert die Transferkonstante K_{trans} , die die mikrovaskuläre Permeabilität und den Blutfluss beschreibt, und V_e , den Volumenanteil extrazellulär-extravaskulärer Kompartimente oder Leckageräume. Für die

routinemäßige klinische Beurteilung wird eine visuelle Bildanalyse oder eine halbquantitative Beurteilung der Art der Enhancement-Kurve als geeignet für die Bildinterpretation angesehen. Die Quantifizierung ist nützlich, um das Ansprechen auf die Therapie zu beurteilen, wenn sich die morphologischen Manifestationen nicht ändern. Aufgrund der Überlappung des Enhancement-Musters mit gutartigen Erkrankungen wie Prostatitis in der peripheren Zone und BPH-Knötchen in der Übergangszone wird die MRT mit DCE nicht als die dominierende Bildgebungssequenz für die isolierte Beurteilung von Krebs angesehen, weder in der peripheren Zone noch in der peripheren Zone in der Wechselzone. Zone und wird häufig als Ergänzung zu den T2WI- und DWI-Ergebnissen im mpMRT verwendet. Dies erhöht die Sicherheit bei der Identifizierung von im T2-WI/DWI identifizierten Läsionen, trägt dazu bei, in schwierigen Fällen, in denen T2-WI/DWI-Bilder mehrdeutig sind, eine endgültige interpretative Beurteilung zu erhalten, und liefert nützliche Informationen, wenn andere Sequenzen nicht optimal sind (T2-WI-Bewegung). oder Verzerrungsbilder auf DWI) und hat die Fähigkeit, beim Lesen auf kleine Tricks aufmerksam zu machen, die sonst vielleicht unbemerkt bleiben würden. Im Gegensatz zu T2WI und DWI haben Studien eine schlechte Korrelation zwischen DCE-MRT-Parametern und dem Gleason-Score gezeigt.

Allerdings ist die MRT mit DCE die dominierende Sequenz zur Erkennung eines verbleibenden/rezidivierenden Tumors nach der Therapie. Eine frühe Knotenanreicherung im DCE-MRT nach fokaler Therapie (nach der Behandlung wird der Bereich fibrotisch und DWI ist für die Beurteilung normalerweise nicht nützlich) (Abbildung 4) und im Prostatabett nach Prostatektomie hilft bei der Lokalisierung eines Lokalrezidivs.

Abbildung 4: Resttumor nach fokaler Therapie. Das dynamische axiale Subtraktionsbild mit Kontrastanreicherung 6 Monate nach der fokalen Therapie zeigt einen knotigen Bereich der Anreicherung am Behandlungsrand. Es wurde eine Magnetresonanzenzfusionsbiopsie des Bereichs durchgeführt, die die Gleason-Krankheit 6 ergab.

Spektroskopische Bildgebung

Im MRSI der Prostata gehören die dominanten Peaks in den Spektren zu den Protonen von Citrat (Resonanz bei 2,6 ppm), Kreatin (Resonanz bei 3,0 ppm) und Cholinverbindungen (Resonanz bei 3,2 ppm). Auch Polyamin-Signale können identifiziert werden. Bei Krebs sind die Cholin-Signale im Vergleich zu gutartigen Geweben erhöht und die Citrat-Signale verringert. Für die Bildinterpretation wird häufig das Verhältnis von Cholin und Kreatin zu Citrat als metabolischer Biomarker verwendet, obwohl es in der peripheren Zone mit hohen Citratwerten zuverlässiger ist. Mehrere Studien haben den Nutzen der Ergänzung der MRT durch MRSI bei der Beurteilung von Prostatakrebs gezeigt. Studien haben gezeigt, dass MRSI die Krebserkennungsrate bei

Patienten mit erhöhten PSA-Werten erhöhen kann. MRSI hat sich bei der Beurteilung der Krebsaggressivität als vielversprechend erwiesen und ist auch ein leistungsstarkes Instrument zur Erkennung von Rezidiven und zur Überwachung des Ansprechens auf die Therapie. Die 3D-Spektroskopie dauert normalerweise etwa 10–15 Minuten. Aufgrund einer Blutung kann es zu einer erheblichen Verzerrung des Magnetfelds kommen, daher sollte die Untersuchung mit einer ausreichenden Verzögerung nach der Biopsie durchgeführt werden. MRSI erfordert mehr Zeit und Erfahrung als andere funktionelle MR-Methoden; Daher ist seine klinische Verwendung begrenzt.

Obwohl einzelne Sequenzen nützlich sind, hat sich gezeigt, dass T2WI in Kombination mit zwei funktionellen Sequenzen eine bessere Tumorcharakterisierung in der Prostata ermöglicht. In einer diagnostischen Metaanalyse von sieben Studien haben de Rooij et al. fanden insgesamt eine hohe Sensitivität und Spezifität für die Genauigkeit der mpMRT unter Verwendung von T2WI-, DWI- und DCE-MRT. Die gepoolte Sensitivität und Spezifität betrug 0,74 bzw. 0,88, mit einem negativen Vorhersagewert (NPV) zwischen 0,65 und 0,94. In einer anderen Studie zeigte mpMRT gute Ergebnisse bei der Erkennung und dem Ausschluss von klinisch signifikantem Krebs nach mindestens einer vorherigen Biopsie mit einem NPV von 95 % unter Verwendung der transperinealen Schablonenbiopsie als Goldstandard. Die Autoren kamen zu dem Schluss, dass mpMRT als Triage-Test nach einer negativen Biopsie verwendet werden könnte und so Patienten identifiziert werden könnte, die weitere Biopsien vermeiden könnten. Eine kürzlich veröffentlichte Studie berichtete über einen klinischen NPV-mpMRI von 89,6 % für signifikante Krebserkrankungen über einen Nachbeobachtungszeitraum von 5 Jahren. Shakir et al. zeigten, dass der Nutzen von MRT und gezielter Biopsie mit steigenden PSA-Werten zunahm und dass oberhalb des PSA-Schwellenwerts von 5,2 ng/ml ein diagnostischer Nutzen und ein Upgrade auf eine klinisch signifikante Erkrankung bei der Biopsie auftraten.

Während mehrere Studien die Vorteile der funktionellen Bildgebung bei der Erkennung von Prostatakrebs in der peripheren Zone gezeigt haben, kann die funktionelle Bildgebung bei der Beurteilung von Krebs in der Übergangszone usw. nur eine begrenzte Rolle spielen. - MRT aufgrund des fleckigen Erscheinungsbilds und der Kontrastverstärkung als Folge einer benignen Prostatahyperplasie. Hooks et al. berichteten, dass insbesondere die DCE-MRT gegenüber der T2WI keinen zusätzlichen Nutzen für die Krebserkennung in der Übergangszone zeigte. In ihrer Studie betrug die Genauigkeit der mp-MRT zur Erkennung der Gleason-Scores 4 und 5 in der Übergangszone 79 % für T2WI und 72 % in Kombination mit DWI und DCE-MRT. Bei Erkrankungen mit geringem Risiko betrug die Genauigkeit 66 % für T2WI und 62 % in Kombination mit funktioneller Bildgebung. In einer anderen Studie berichteten die Autoren, dass die Hinzufügung von DWI zu T2WI die Genauigkeit der Erkennung von Prostatakrebs in der Übergangszone verbesserte. Das Tumolvolumen ist ein dokumentierter Prädiktor für den Verlauf von Prostatakrebs und zeigt, ob seine korrekte

Beurteilung für den Erfolg einer fokalen Therapie zwingend erforderlich ist. Hierbei handelt es sich um eine neuartige organschonende Behandlung, die darauf abzielt, lokal begrenzte, klinisch relevante Indexläsionen selektiv zu entfernen und gleichzeitig den Rest der Prostata zu schonen und umliegenden Strukturen. Die histologische Architektur eines Tumors beeinflusst die quantitativen Ergebnisse der MRT und ist bekanntermaßen der wichtigste Prädiktor für die Tumorsichtbarkeit im mpMRT. In der Peripherie eines im MRT sichtbaren „soliden“ Tumors kann ein dünner oder infiltrativer Tumor vorhanden sein, der mit normalem Gewebe vermischt ist. Studien haben gezeigt, dass das größte Tumolvolumen im mpMRT, bestimmt anhand von Bildern in einer der einzelnen Sequenzen, eine ziemlich genaue Schätzung des Tumolvolumens in der gesamten Präparathistologie liefert, obwohl die Schätzung für größere Tumoren über 10 mm genauer war. und $>0,5 \text{ cm}^3$ pro Volumen als bei kleinen Tumoren. Da die Interpretation der Prostata-MRT subjektiv und inkonsistent sein kann, wurden zur Verbesserung MRT-Scores bei Verdacht auf Prostatakrebs (Prostate Archiving Imaging and Reporting System [PI-RADS]) auf einer Skala von 1 bis 5 Punkten (basierend auf einem festen Kriterium) entwickelt Standardisierung der Interpretation und Berichterstattung von MRT. Das Likert-Bewertungssystem basiert auf dem Gesamterlebnis des Lesers und ist eine subjektivere Form der Bewertung. Studien haben sowohl für PI-RADS- als auch für Likert-Bewertungssysteme eine höhere Reproduzierbarkeit zwischen Beobachtern bei erfahrenen Lesern als bei weniger erfahrenen Lesern gezeigt. Eine aktuelle Metaanalyse von 14 Studien, in denen der Einsatz des PI-RADS-Bewertungssystems zur Erkennung von Prostatakrebs mittels mpMRT evaluiert wurde, zeigte eine gute diagnostische Genauigkeit. Das PI-RADS-Bewertungssystem befindet sich jedoch in der Entwicklung und Version 2 von PI-RADS wurde kürzlich veröffentlicht. Der Einsatz von mpMRT bei Männern ohne vorherige Biopsie wurde untersucht, die Kostenwirksamkeit und der wahre Nutzen für diese Patientengruppe müssen jedoch noch ermittelt werden. Kürzlich hat der britische National Health Service gezeigt, dass die Prostata-MRT selbst bei Patienten, die zuvor noch keiner Biopsie unterzogen wurden, kosteneffektiv sein kann. De Rooy et al. verglichen die Lebensqualität und Gesundheitskosten einer TRUS-gesteuerten Biopsiestrategie mit einer bildgebenden Strategie, die eine MRT und eine MRT-gesteuerte Biopsie durchführte, siehe 10 Jahre nach der ersten Überweisung zur Biopsie getrennt. Ihre Ergebnisse zeigten vergleichbare Gesundheitskosten in den beiden Strategien, jedoch eine verbesserte Lebensqualität (QoL) in der Bildgebungsgruppe. Die Verbesserung der Lebensqualität ist mit einer Verringerung von Überdiagnosen und Überbehandlungen in der Bildgebungsgruppe verbunden.

In einer kürzlich veröffentlichten randomisierten prospektiven Studie von Panebianco et al. wurde bei 215/570 (38 %) Patienten in der TRUS-Biopsiegruppe Prostatakrebs festgestellt. Von den 355/570 Patienten mit negativer TRUS-Biopsie zeigte die mpMRT nach der Biopsie bei 208 Patienten eine verdächtige Läsion, von denen 186 bei der Biopsie positiv waren (d. h. 52 % der Patienten nach anfänglicher negativer Biopsie). In der Bildgebungsgruppe hatten 440/570 Patienten ein positives MRT, davon waren 417

biopsiepositiv. Von den 130 Patienten in der Bildgebungsgruppe, bei denen die MRT negativ ausfiel, hatte keiner bei der Sättigungsbiopsie eine Gleason-Krankheit 7. In einer anderen Studie von Haffner et al. berichteten über eine Krebserkennungsrate von 54 % in der systematischen Biopsiegruppe im Vergleich zu 63 % in der MRT-Gruppe. Mehrere Studien haben die Erkennung von klinisch signifikanteren Tumoren in der MRT-Gruppe im Vergleich zur systematischen Biopsie gezeigt, auch wenn die Gesamtkrebserkennungsrate in der Bildgebungsgruppe möglicherweise nicht höher ist, wodurch die Effizienz der Biopsie verbessert und die Krebsdiagnose erleichtert wird. In einer Metaanalyse mit 14 Studien und 698 Patienten betrug die mittlere Krebserkennungsrate nach einer negativen Biopsie 37,5 % (Bereich 19,2–68,3 %). Die kombinierte Sensitivität und Spezifität für die Standortanalyse betrug 57 % bzw. 90 %. Der positive Vorhersagewert der mpMRT lag in diesen Studien zwischen 17 und 92. In vielen dieser Studien wurden jedoch Biopsien durch visuelle/kognitive Beurteilung nach der mpMRT gewonnen. Haken und andere berichteten über eine Krebserkennungsrate von 25 % (108/438) bei Patienten, die zuvor mindestens eine negativ erhöhte PSA-Biopsie hatten und sich anschließend einer mpMRT und einer biopsiegesteuerten MRT unterzogen, wobei 87 % dieser Krebsarten als klinisch signifikant befunden wurden. Der positive Vorhersagewert der mpMRT in dieser Studie betrug 41 % (108/265) nach Patientenanalyse und 33 % (123/368) nach Standortanalyse. In ähnlicher Weise haben Vourganti et al. berichteten über eine Krebserkennungsrate von 37 % (73/195) nach vorheriger negativer Biopsie und verdächtiger MRT. In ihrer Studie verbesserte sich die gezielte Biopsie mittels MRT-TRUS-Fusion bei 28 Patienten und identifizierte bei 12 Patienten zusätzliche signifikante Krebserkrankungen, die durch systematische Biopsie nicht entdeckt wurden. Kürzlich haben Sonn et al. Außerdem wurde bei 34 % (36/105) der Patienten mittels MRT-TRUS-Fusion nach einer anfänglichen negativen Biopsie Krebs festgestellt, wobei 72 % davon klinisch signifikant waren. Der positive Vorhersagewert der mpMRT für sehr verdächtige Läsionen (PI-RAD-Scores von 4 und 5) betrug 50 % (24/48 Patienten).

Abschluss

Die „Flucht“ der gezielten Biopsie ist populär geworden und die Vorteile der gezielten Biopsie wurden in mehreren Studien wiederholt nachgewiesen. Zusammen mit der neueren Literatur gibt es immer mehr Hinweise darauf, dass die Wirksamkeit der mpMRT in Verbindung mit PSA und anschließender gezielter Biopsie einer im MRT sichtbaren Läsion eine bessere Alternative zur systematischen TRUS-Biopsie im diagnostischen Weg zur Erkennung von Prostatakrebs darstellt daher vorteilhaft. Krebsdiagnose. Der größte Nutzen kann aus der Reduzierung unnötiger Biopsien (MPMRI NPV für klinisch signifikante Krebsarten) resultieren, was wiederum Überdiagnosen und Überbehandlungen verhindern kann. Es könnte auch die Zahl übersehener klinisch bedeutsamer Krebserkrankungen verringern und die Risikostratifizierung verbessern; Daher bietet es dem Patienten eine genauere therapeutische Wahl.

Literatur

1. Abdurakhmanovich, K. O., & ugli, G. S. O. (2022). Ultrasonic Diagnosis Methods for Cholecholithiasis. Central Asian Journal Of Medical And Natural Sciences, 3(2), 43-47.
2. Abdurakhmanovich, K. O., & ugli, G. S. O. (2022). Ultrasound Diagnosis of the Norm and Diseases of the Cervix. Central Asian Journal Of Medical And Natural Sciences, 3(2), 58-63.
3. Akbarov S. et al. VALUE OF US AND DOPPLEROMETRY IN CHRONIC PYELONEPHRITIS OF PREGNANT WOMEN //Yangi O'zbekiston talabalari axborotnomasi. – 2023. – T. 1. – №. 2. – C. 26-29.
4. Akhmedov YA, Ataeva SKh, Ametova AS, Bazarova SA, Isakov HKh THE HISTORY OF THE DEVELOPMENT OF RADIATION DIAGNOSTICS. Web of scientist: International scientific research journal. 2021;2:34-42.
5. Akhmedov YA, Rustamov UKh, Shodieva NE, Alieva UZ, Bobomurodov BM Modern Application of Computer Tomography in Urology. Central Asian journal of medical end natural sciences. 2021;2(4):121-125.
6. Alimdjanovich, R.J., Obid , K., Javlanovich, Y.D. and ugli, G.S.O. 2022. Advantages of Ultrasound Diagnosis of Pulmonary Pathology in COVID-19 Compared to Computed Tomography. Central Asian Journal of Medical and Natural Science. 3, 5 (Oct. 2022), 531-546.
7. Khamidov OA, Yakubov DZh, Alieva UZ, Bazarova SA, Mamaruziev ShR Possibilities of Sonography in Differential Diagnostics of Hematuria. Central Asian journal of medical end natural sciences. 2021;2(4):126-131
8. Khamidov OA, Yakubov DZh, Ametova AS, Bazarova SA, Mamatova ShT Application of the Ultrasound Research Method in Otorhinolaryngology and Diseases of the Head and Neck Organs. International Journal of Development and Public Policy. 2021;1(3):33-37
9. Khamidov OA, Yakubov DZh, Ametova AS, Turdumatov ZhA, Mamatov RM Magnetic Resonance Tomography in Diagnostics and Differential Diagnostics of Focal Liver Lesions. Central Asian journal of medical end natural sciences. 2021;2(4):115-120
10. Khamidov Obid Abdurakhmanovich, Davranov Ismoil Ibragimovich, Ametova Alie Servetovna. (2023). The Role of Ultrasound and Magnetic Resonance Imaging in the Assessment of Musculo-Tendon Pathologies of the Shoulder Joint. International Journal of Studies in Natural and Medical Sciences, 2(4), 36–48. Retrieved from <https://scholarsdigest.org/index.php/ijsnms/article/view/95>
11. Khasanova Diyora Zafarjon kizi, Khamidov Obid Abdurakhmonovich and Juraev Kamoliddin Danabaevich 2023. SYMPHYSIOPATHY AND PREGNANCY. "Conference on Universal Science Research 2023". 1, 2 (Feb. 2023), 55–60.
12. Khudayberdiyevich Z. S. et al. Possibilities and Prospects of Ultrasound Diagnostics in Rheumatology //Central Asian Journal of Medical and Natural Science. – 2022. – T. 3. – №. 5. – C. 570-582.
13. Nurmurzayev Z.N.; Suvonov Z.K.; Khimmatov I.Kh. Ultrasound of the Abdominal Cavity. JTCOS 2022, 4, 89-97.

14. Obid, K., Servetovna, A. A., & Javlanovich, Y. D. (2022). Diagnosis and Structural Modification Treatment of Osteoarthritis of the Knee. *Central Asian Journal of Medical and Natural Science*, 3(5), 547-559.
15. Rustamov UKh, Shodieva NE, Ametova AS, Alieva UZ, Rabbimova MU US-DIAGNOSTICS FOR INFERTILITY. *Web of scientist: International scientific research journal*. 2021;2(8):55-61
16. Rustamov UKh, Urinboev ShB, Ametova AS Ultrasound diagnostics of ectopic pregnancy. *Central Asian journal of medical end natural sciences*. 2021;2(2):25-28
17. Usarov M.Sh, Otakulov Z.Sh and Rakhmonkulov Sh. H. 2022. Contrast-enhanced ultrasound in the differential diagnosis of focal nodular hyperplasia and hepatocellular liver adenoma. *Journal the Coryphaeus of Science*. 4, 4 (Dec. 2022), 70–79.
18. Yakubov, J., Karimov, B., Gaybullaev, O., and Mirzakulov, M. 2022. Ultrasonic and radiological picture in the combination of chronic venous insufficiency and osteoarthritis of the knee joints. *Academic Research in Educational Sciences*. 5(3), pp.945–956.
19. Yakubov D. Z., Gaybullaev S. O. The diagnostic importance of radiation diagnostic methods in determining the degree of expression of gonarthrosis //UZBEK JOURNAL OF CASE REPORTS. – C. 36.
20. Yakubov D.J., Turanov A.R. and Baymuratova A.C. 2022. Possibilities of contrast-enhanced ultrasound tomography in the diagnosis of metastatic liver lesions in patients with cervical cancer. *Journal the Coryphaeus of Science*. 4, 4 (Dec. 2022), 80–88.
21. Yakubov Doniyor Javlanovich, Juraev Kamoliddin Danabaevich, Gaybullaev Sherzod Obid ugli, and Samiev Azamat Ulmas ugli. 2022. “INFLUENCE OF GONARTHROSIS ON THE COURSE AND EFFECTIVENESS OF TREATMENT OF VARICOSE VEINS”. *Yosh Tadqiqotchi Jurnal* 1 (4):347-57.
22. Yusufzoda Hosiyat Turon kizi, Khamidov Obid Abdurakhmonovich and Juraev Kamoliddin Danabaevich 2023. DIAGNOSIS OF CHANGES IN PREGNANT WOMEN WITH VULVOVAGINITIS. "Conference on Universal Science Research 2023". 1, 2 (Feb. 2023), 51–55.
23. Ахмедов Якуб Амандуллаевич; Гайбуллаев Шерзод Обид угли; Хамидова Зиёда Абдивахобовна. МРТ В СРАВНЕНИИ С ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ АРТРОСКОПИЕЙ КОЛЕННОГО СУСТАВА ДЛЯ ОЦЕНКИ РАЗРЫВОВ МЕНИСКА. *Tadqiqotlar* 2023, 7, 105-115.
24. Гайбуллаев Ш., Усаров М., Далерова М. НОРМАЛЬНЫЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ РАЗМЕРЫ ЖЕЛЧНОГО ПУЗЫРЯ И ОБЩЕГО ЖЕЛЧНОГО ПРОТОКА У НОВОРОЖДЕННЫХ // *Involta Scientific Journal*. – 2023. – Т. 2. – №. 1. – С. 142-148.
25. Кадиров Ж. Ф. и др. МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ ТОМОГРАФИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОРАЖЕНИЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ У БОЛЬНЫХ, ИНФИЦИРОВАННЫХ ВИРУСОМ ИММУНОДЕФИЦИТА ЧЕЛОВЕКА // *Journal of new century innovations*. – 2022. – Т. 10. – №. 5. – С. 157-173.

26. Amandullaevich A. Y., Abdurakhmanovich K. O. Organization of Modern Examination Methods of Mammary Gland Diseases //Central Asian Journal of Medical and Natural Science. – 2022. – T. 3. – №. 5. – С. 560-569.
27. Ataeva SKh, Ravshanov ZKh, Ametova AS, Yakubov DZh Radiation visualization of chronic joint diseases. Central Asian journal of medical end natural sciences. 2021;2(2):12-17
28. Babajanovich K. Z., Abdurakhmanovich K. O., Javlanovich Y. D. Ultrasound and MSCT as the Next Step in the Evolution of the Examination of Patients with Ventral Hernias //Central Asian Journal of Medical and Natural Science. – 2022. – T. 3. – №. 5. – С. 583-591.
29. Hamidov OA, Diagnostics of injuries of the soft tissue structures of the knee joint and their complications. European research. Moscow. 2020;1(37):33-36.
30. Kadirov J. F. et al. NEUROLOGICAL COMPLICATIONS OF AIDS //Journal of new century innovations. – 2022. – T. 10. – №. 5. – С. 174-180.
31. Khamidov OA, Akhmedov YA, Ataeva SKh, Ametova AS, Karshiev BO Role of Kidney Ultrasound in the Choice of Tactics for Treatment of Acute Renal Failure. Central Asian journal of medical end natural sciences. 2021;2(4):132-134
32. Khamidov OA, Akhmedov YA, Yakubov DZh, Shodieva NE, Tukhtaev TI DIAGNOSTIC POSSIBILITIES OF USES IN POLYKYSTOSIS OF KIDNEYS. Web of scientist: International scientific research journal. 2021;2(8):27-33
33. Khamidov OA, Ataeva SKh, Ametova AS, Yakubov DZh, Khaydarov SS A Case of Ultrasound Diagnosis of Necrotizing Papillitis. Central Asian journal of medical end natural sciences. 2021;2(4):103-107
34. Khamidov OA, Ataeva SKh, Yakubov DZh, Ametova AS, Saytkulova ShR ULTRASOUND EXAMINATION IN THE DIAGNOSIS OF FETAL MACROSOMIA. Web of scientist: International scientific research journal. 2021;2(8):49-54
35. Khamidov OA, Khodzhanov IYu, Mamasoliev BM, Mansurov DSh, Davronov AA, Rakhimov AM The Role of Vascular Pathology in the Development and Progression of Deforming Osteoarthritis of the Joints of the Lower Extremities (Literature Review). Annals of the Romanian Society for Cell Biology, Romania. 2021;1(25):214 – 225
36. Khamidov OA, Mirzakulov MM, Ametova AS, Alieva UZ Multispiral computed tomography for prostate diseases. Central Asian journal of medical end natural sciences. 2021;2(2):9-11
37. Khamidov OA, Normamatov AF, Yakubov DZh, Bazarova SA Respiratory computed tomography. Central Asian journal of medical end natural sciences. 2021;2(2):1-8
38. Khamidov OA, Urozov UB, Shodieva NE, Akhmedov YA Ultrasound diagnosis of urolithiasis. Central Asian journal of medical end natural sciences. 2021;2(2):18-24
39. Нурмурзаев, З. Н., Жураев, К. Д., & Гайбуллаев, Ш. О. (2023). ТОНКОИГОЛЬНАЯ АСПИРАЦИОННАЯ ЦИТОЛОГИЯ ПОД УЛЬТРАЗВУКОВЫМ КОНТРОЛЕМ В ДИАГНОСТИКЕ ЗАБРЮШИННЫХ

- ОБРАЗОВАНИЙ: ИССЛЕДОВАНИЕ 85 СЛУЧАЕВ. *Academic Research in Educational Sciences*, 4(4), 126–133.
40. Хамидов, О., Гайбуллаев, Ш. и Давранов, И. 2023. СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ УЗИ И МРТ В ДИАГНОСТИКЕ ПОВРЕЖДЕНИЙ МЕНИСКА КОЛЕННОГО СУСТАВА. *Евразийский журнал медицинских и естественных наук*. 3, 4 (апр. 2023), 176–183.
41. Хамидов О. А., Гайбуллаев Ш. О., Хакимов М. Б. ОБЗОР МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ПАТОЛОГИИ ГОЛОВНОГО МОЗГА: ПРОБЛЕМЫ И ВОЗМОЖНОСТИ // *Journal of new century innovations*. – 2022. – Т. 10. – №. 5. – С. 181-195.
42. Хамидов О. А., Гайбуллаев Ш. О., Хомидова Д. Д. РОЛЬ УЛЬТРАЗВУКА И МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ В ОЦЕНКЕ МЫШЕЧНО-СУХОЖИЛЬНЫХ ПАТОЛОГИЙ ПЛЕЧЕВОГО СУСТАВА // *Uzbek Scholar Journal*. – 2023. – Т. 12. – С. 125-136.
43. Хамидов О.А. Оптимизация лучевой диагностики повреждений мягкотканых структур коленного сустава и их осложнений, *Американский журнал медицины и медицинских наук*. 2020;10 (11):881-884. (In Russ.)
44. Хамидов, О. А., Жураев, К. Д., & Муминова, Ш. М. (2023). СОНОГРАФИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ПНЕВМОТОРАКСА. *World scientific research journal*, 12(1), 51-59.
45. Ходжибеков М.Х., Хамидов О.А. Обоснование ультразвуковой диагностики повреждений внутрисуставных структур коленного сустава и их осложнений. 2020;3(31):526-529. (In Russ.)
46. Юсуфзода Х. и др. ОПТИМАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ СИНДРОМА МИРИЗЗИ // *Yangi O'zbekiston talabalari axborotnomasi*. – 2023. – Т. 1. – №. 2. – С. 21-25.
47. Якубов Д. Д., Давранов И. И., Шодикулова П. Ш. ХАРАКТЕРИСТИКИ МСКТ И ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ COVID-19 ПРИ БЕРЕМЕННОСТИ // *Journal of new century innovations*. – 2023. – Т. 22. – №. 1. – С. 165-176.
48. Якубов Д. Ж., Гайбуллаев Ш. О. Влияние посттравматической хондропатии на функциональное состояние коленных суставов у спортсменов. *Uzbek journal of case reports*. 2022; 2 (1): 36-40. – 2022.
49. Угли, Н. З. Н., Шухратович, У. М., Хуршедовна, А. С. and Фаёзович, В. Ф. (2023) “Роль Ультразвука В Оценке Повреждения Мениска”, *Central Asian Journal of Medical and Natural Science*, 4(2), pp. 588-595. doi: 10.17605/OSF.IO/M5HZP.
50. Жавланович, Я. Д., Амандуллаевич, А. Я., Зафаржонович, У. З., & Павловна, К. Т. (2023). Мультипараметрическая МРТ В Диагностике Рака Предстательной Железы. *Central Asian Journal of Medical and Natural Science*, 4(2), 577-587. <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/MQDHP>