

UroFusion

Transperineale und transrektale gezielte Prostatabiopsien

Mit Genehmigung von
Dr. Andrea Zitella and Dr. Pietro Galluzzi

„UroFusion ist ein sicheres, schnelles und einfach zu bedienendes System zur präzisen Durchführung qualitativ hochwertiger gezielter Prostatabiopsien. Zusätzliche Werkzeuge wie die 3D-Darstellung des Prostatavolumens ermöglichen eine Echtzeit-Beurteilung von Verformungen und Bewegungen der Prostata.“



Dr. Andrea Zitella

Leiter der onkologischen Abteilungen, Urologie – Krankenhaus Molinette, Turin (Italien)

Einleitung

Die Ultraschalluntersuchung (US) stellt für Ärztinnen und Ärzte die beste Lösung zur Führung der Durchführung einer Prostatabiopsie dar. Sie ist die einzige bildgebende Echtzeit-Technologie, die einen geeigneten Kompromiss zwischen Bildqualität, Gewebeinformation, Untersuchungsdauer und Kosten für das Krankenhaus gewährleistet.

Aufgrund der physikalischen Eigenschaften des Ultraschalls können die zur Bilderzeugung verwendeten Echos zusätzliche Informationen über Gewebeeigenschaften liefern, wie etwa deren mechanische Besonderheiten, die insbesondere für die Charakterisierung von Gewebeläsionen von großem Nutzen sind.

Heutzutage eröffnen die erweiterte Konnektivität, multimodale Ansätze sowie die neuesten Innovationen durch Anwendungen der Künstlichen Intelligenz (KI) neue Perspektiven in der radiologischen Bildgebung, in denen Ultraschallgeräte eine zentrale Rolle im Bereich der Cross-Modality Imaging einnehmen können.

Hintergrund

Prostatakrebs ist die häufigste Krebserkrankung bei Männern und stellt in den Vereinigten Staaten sowie in Europa die zweithäufigste bzw. dritthäufigste krebsbedingte Todesursache dar [1,2,3,4]. Zu den häufigsten Prostataerkrankungen zählen Prostatitis, benigne Prostatahyperplasie und Prostatakrebs, deren ähnliche Symptome die Bedeutung regelmäßiger Vorsorgeuntersuchungen bei Männern verdeutlichen [5].

Treten keine Symptome einer Prostataerkrankung auf, besteht die routinemäßige Früherkennung in der Regel aus einer PSA-Blutuntersuchung sowie einer digitalen rektalen Untersuchung (DRU). Zeigt eine dieser beiden Untersuchungen einen auffälligen Befund, kann der Arzt eine multiparametrische MRT-Untersuchung (mpMRT) empfehlen. Durch die Kombination anatomischer und funktioneller Informationen aus T2-gewichteter Bildgebung (T2W), Diffusionsgewichteter Bildgebung (DWI) und dynamischer kontrastverstärkter Bildgebung (DCE) stellt diese derzeit die präziseste Methode der Prostatabildgebung dar.

Auf Basis der Ergebnisse der mpMRT entscheidet der Arzt, ob eine Prostatabiopsie zur Abklärung der Art der verdächtigen Läsion durchgeführt wird oder ob eine aktive Überwachung (Active Surveillance, AS) empfohlen wird, um wiederholte Biopsien zu vermeiden [6,7].

Die Prostatabiopsie gilt als Goldstandard in der Diagnostik des Prostatakarzinoms (PCA) [6]. Die übliche Biopsiemethode ist ultraschallgestützt; aufgrund der hohen Irregularität der Prostata und der Organisation ihrer inneren Kapseln ist es jedoch häufig nicht möglich, unterschiedliche Gewebeeigenschaften zuverlässig zu unterscheiden. Daher ist die Genauigkeit der ultraschallgeführten Biopsie oftmals begrenzt.

Die Weiterentwicklung der Technik hat zur Etablierung einer systematischen Probenentnahme (systematic sampling) der Prostata geführt, bei der – abhängig vom Risiko der Tumorentstehung – eine unterschiedliche Anzahl von Proben aus verschiedenen Arealen entnommen wird. Insgesamt werden maximal 12–15 Stanzen gewonnen: in der Regel 6 aus der peripheren Zone, 4 aus der Transitionszone und 2 aus dem Apex. In Bezug auf die Detektionsrate des Prostatakarzinoms (PCA) stellt die systematische Biopsie (SB) mit einer Nachweisrate von nahezu 70 % die beste Lösung dar [6].

Dennoch führt die statistisch relevante Wahrscheinlichkeit, klinisch signifikante Tumoren zu übersehen, dazu, dass die Forschung nach weiteren Wegen sucht, die Präzision zu erhöhen. Die Verbesserung der mpMRT-Bildqualität sowie die erweiterte Ultraschall-Konnektivität und der multimodale Ansatz der sogenannten Fusion Imaging haben den Weg dafür geöffnet, mpMRT-Bilder mit Ultraschall-Echtzeitbildern zu kombinieren. Dadurch kann eine Zielregion (Target) auf einer in den MRT-Bildern verdächtigen Läsion festgelegt und nach Synchronisation mit der Ultraschallmodalität an derselben Position im Ultraschall dargestellt werden [7]. Die Kombination aus mpMRT und Ultraschall ermöglicht es Ärztinnen und Ärzten, von der konventionellen systematischen Biopsie (SB) zu gezielten Biopsien (Targeted Biopsies, TB) überzugehen [8,9]. Die erhöhte Detektionsrate durch die Kombination aus TB und SB hat dazu geführt, dass dieses Vorgehen in den aktuellen Leitlinien ausdrücklich empfohlen wird [10].

Die MRT/US-Fusionsbildung kann kognitiv oder software-basiert erfolgen:

MRI/US fusion imaging can be cognitive or software-based:

1. Kognitiv: Der Arzt nutzt MRT-Befund und -Bilder zur Abschätzung der Läsionslage und versucht, während der ultraschallgeführten Biopsie denselben Bereich gezielt zu beproben..
2. Softwarebasiert: Das Ultraschallsystem führt die beiden Datensätze (US und MRT) automatisch zusammen, liefert Informationen zur Ziel-Lokalisation und erhöht so die Genauigkeit der Probenentnahme.

Prostatabiopsie in transperinealer (TP) und transrektaler (TR) Durchführung

Der transrektale (TR) Biopsieansatz stellt derzeit die am häufigsten angewendete Methode zur Durchführung einer Prostatabiopsie dar [11]. Das Verfahren gilt grundsätzlich als risikoarm; etwa 50 % der Patienten entwickeln jedoch leichte Komplikationen wie Hämaturie oder Hämatospermie, in seltenen Fällen auch schwerwiegendere Komplikationen.

In etwa 4–5 % der Fälle ist aufgrund von Infektionen oder damit verbundenen Komplikationen eine stationäre Aufnahme erforderlich. Neben dem Risiko für den Patienten stellen diese Komplikationen auch eine Belastung für das nationale Gesundheitssystem dar, insbesondere durch erhöhte Behandlungskosten. Aus diesem Grund müssen alternative Vorgehensweisen in Betracht gezogen werden [11].

„Das biplane Ko-Registrierungssystem gewährleistet eine präzisere Fusion und Überlagerung von Ultraschall- und mpMRT-Bildern – eine unverzichtbare Voraussetzung für die korrekte Zentrierung von Läsionen, auch solcher, die im Ultraschall nicht eindeutig darstellbar sind.“



Dr. Pietro Galluzzi

Leiter der diagnostischen und interventionellen Ultraschallabteilung des Krankenhauses Valduce in Como, Italien

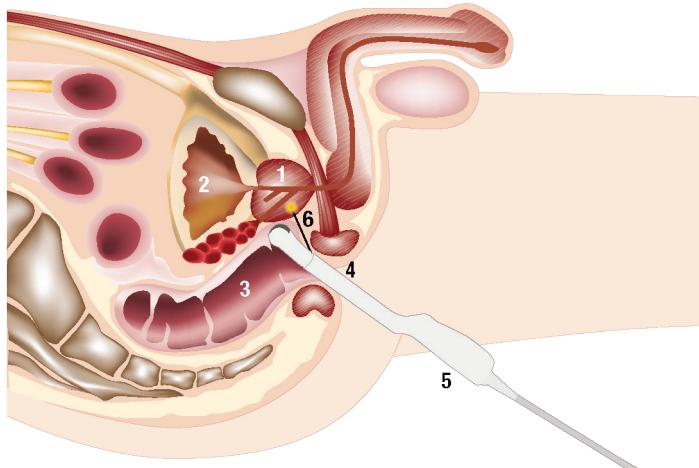


Abb. 1: Transrektale Biopsie (TR)

- | | | | |
|---|-----------|---|------------------|
| 1 | Prostata | 4 | Anus |
| 2 | Harnblase | 5 | Ultraschallsonde |
| 3 | Rektum | 6 | Nadel |

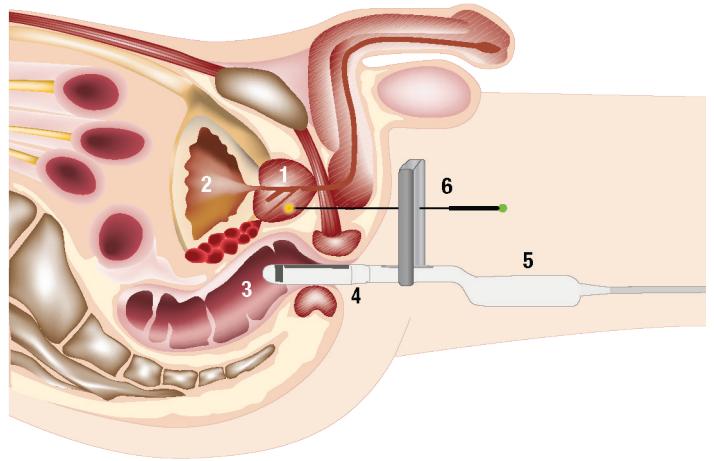


Abb. 3: Transperineale Biopsie (TP)

- | | | | |
|---|-----------|---|----------------------------|
| 1 | Prostata | 5 | Ultrasound probe |
| 2 | Anus | 6 | Biopsieraster vor der Haut |
| 3 | Harnblase | | hinter dem Hodensack |
| 4 | Rektum | | |

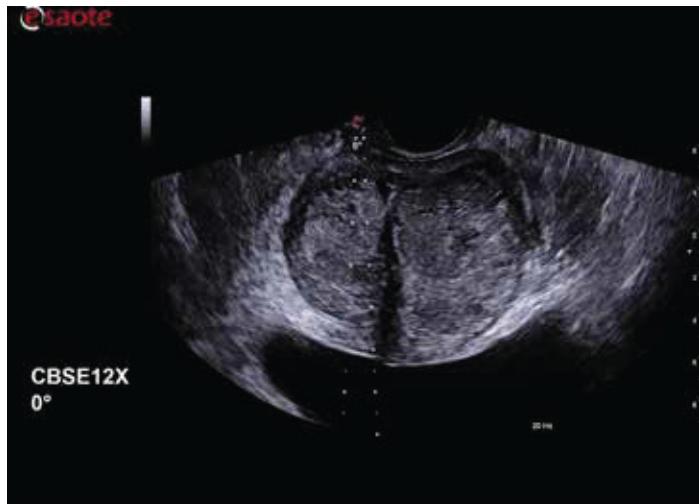


Abb. 2: Ultraschallbild der Prostata mit der E 3-12-Sonde über den transrektalen (TR) Zugang



Abb. 4: Ultraschallbild der Prostata mit der TLC-3-13-Sonde über den transperinealen (TP) Zugang

Der transperineale (TP) Zugang stellt eine sicherere alternative Biopsietechnik dar. Diese Methode reduziert das Risiko postoperativer Infektionen und verbessert die Krebsdetektionsrate insbesondere in den anterioren und apikalen Bereichen der Prostata deutlich. Darüber hinaus wird diese Technik aufgrund ihres geringen Risikoprofils in den neuesten Leitlinien ausdrücklich empfohlen [10].

Dennoch wird sie aufgrund ihrer technischen Komplexität und der für den Patienten häufig als schmerhaft empfundenen Durchführung bislang seltener eingesetzt [12].

Ausrüstung

UroFusion ist als Bestandteil der MyLab™ X90-, MyLab™ X9-, MyLab™ 9-Familie sowie des MyLab™ X8 eXP verfügbar und mit zwei speziell entwickelten Sonden kompatibel: der End-Fire-Sonde E 3-12 für den transrektalen (TR) Zugang sowie der biplanaren Linear-Konvex-Array-Sonde TLC 3-13 für den transperinealen (TP) Zugang.



Abb. 5: Endokavitäre Sonden von Esaote S.p.A. ermöglichen das UroFusion-Navigationstool und bieten dem Arzt die Möglichkeit, den Eingriff in zwei Konfigurationen durchzuführen: transrektal (TR) mit der E-3-12-Sonde und transperineal (TP) mit der TLC-3-13-Sonde.

Die Hardware basiert auf einem elektromagnetischen Trackingsystem, das aus einem Magnetfeldgenerator und einer auf der endokavitären Sonde positionierten Empfangsantenne besteht. Die Antenne ermöglicht die Erfassung der Position des Schallkopfs innerhalb eines dreidimensionalen Feldes, das vom elektromagnetischen Sender erzeugt wird. Die UroFusion-Software erlaubt die gleichzeitige Registrierung der Datensätze einer zweiten DICOM-Modalität (Digital Imaging and Communication in Medicine) sowie von Ultraschall-Echtzeitbildern. Die Ausdehnung des Magnetfeldes beträgt etwa 70 cm ab dem Magneten.

Die Qualität des Trackings wird kontinuierlich überwacht und im Signalbereich auf dem Bildschirm in Form blauer Linien angezeigt.

Bei aktiviertem UroFusion wird auf dem Touchscreen eine spezielle Benutzeroberfläche angezeigt, die den Arbeitsablauf sowie die Bildakquisition erleichtert.

Befunde und Vorgehensweise (TP-Zugang)

In diesem Fall erfolgt der Zugang der Biopsienadel über den Damm (Perineum). Dieser Ansatz stellt heute in Bezug auf postoperative Infektionen die sicherste Lösung für den Patienten dar, da kein Risiko für wiederholte Sepsisereignisse besteht. Das Verfahren gliedert sich in vier Schritte:

1. Vorbereitungsphase:

Der Anwender importiert ein oder mehrere DICOM-Datensätze – wie MRT, CT oder PET-CT – direkt aus einem PACS oder von externen Datenträgern, z. B. einer CD oder einem USB-Stick, in das Ultraschallsystem. In der Regel werden für Prostatabiopsien axiale und sagittale T2-gewichtete MRT-Sequenzen importiert und für die Navigation verwendet.

Zusätzlich kann der Arzt weitere Datensätze einbinden, wie Diffusionsgewichtete Bildgebungsserien (DWI) und Apparent-Diffusion-Coefficient-Serien (ADC). UroFusion ermöglicht anschließend die Kombination dieser Datensätze mit den T2-Sequenzen, um die präzise Lokalisation der Zielregionen zu unterstützen.

Die Ausrichtung der verschiedenen Serien kann entweder automatisch über die Funktion „Auto Series Alignment“ oder manuell durch den Anwender vorgenommen werden.

Der Anwender kann bis zu 25 Zielregionen definieren – entweder mithilfe einer 3D-Kugel über die Schaltfläche „Focal lesion“ auf dem Touchscreen, durch manuelle 3D-Konturierung oder alternativ durch automatische 3D-Konturierung der Läsion, sofern diese im MRT-Datensatz klar abgrenzbar ist.

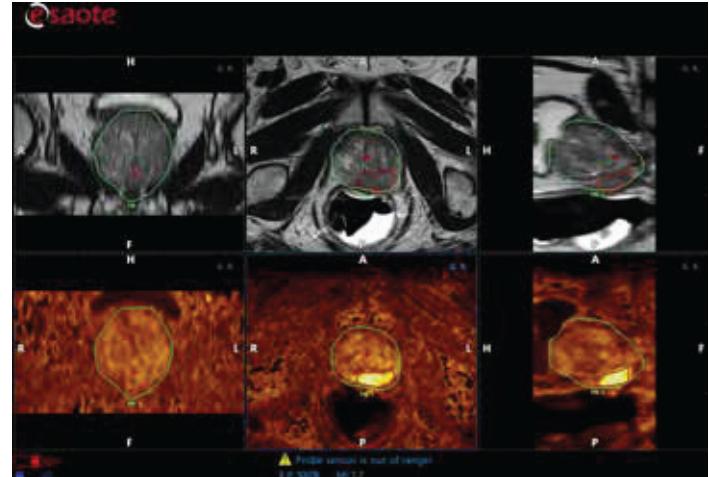


Abb. 6: Beispiel für die Aktualisierung und Überlagerung von mpMRT-Bildern in einer UroFusion-Umgebung. In diesem Fall wird das Primärbild durch die axiale T2-gewichtete Sequenz dargestellt, das Sekundärbild durch die DWI-Sequenz.

Dieses Werkzeug bietet die Möglichkeit, mithilfe eines KI-Algorithmus schnell eine 3D-Rekonstruktion des Prostatavolumens zu erstellen, der die Prostatakonturen automatisch erfasst und für die anschließende automatische Ausrichtung nutzt. Die Prostata ist ein weiches Organ, das durch die endokavitäre Sonde sowie die mpMRT-Spule erheblichen Deformationen unterliegt. Auch aus diesem Grund ermöglicht das mpMRT-Volumen eine Echtzeitbeurteilung des durch die Sonde ausgeübten Kompressionsgrades und dessen Anpassung an die Fusionsmethodik.

Phase der automatischen Ausrichtung:

In diesem Schritt synchronisiert der Anwender die Ultraschallbefunde in Echtzeit mit dem MRT-Datensatz. Zunächst wird die erste Ebene ausgewählt (im dargestellten Fall wählte der Arzt die sagittale Ansicht, es ist jedoch auch möglich, mit der axialen Ebene zu beginnen). Anschließend erfolgt die 3D-Ausrichtung durch das Abfahren des gesamten Drüsengebietes.

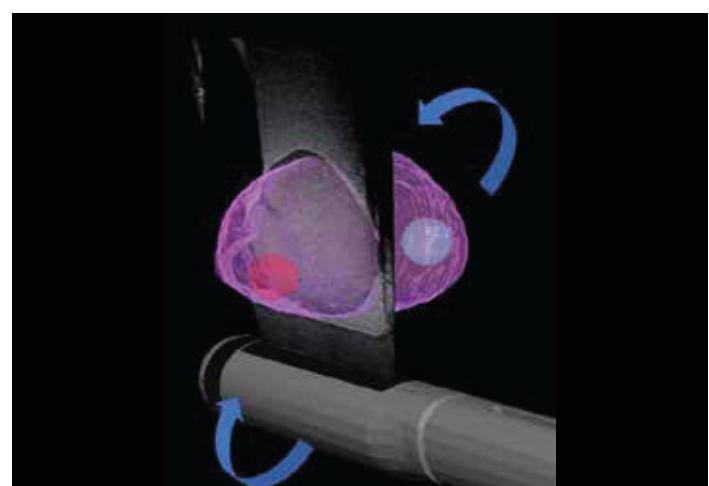


Abb. 7: Projektion des Ultraschallstrahls während eines sagittalen 3D-Scans mit der TLC-3-13-Sonde.

Nach der 3D-Aufzeichnung kann das System mithilfe des Ultraschalls automatisch die Konturen des Prostatavolumens erfassen und berechnet gleichzeitig die MRT-Daten zur Synchronisation der beiden Modalitäten. Nach Abschluss der Synchronisation wechselt UroFusion direkt in die Navigationsphase.

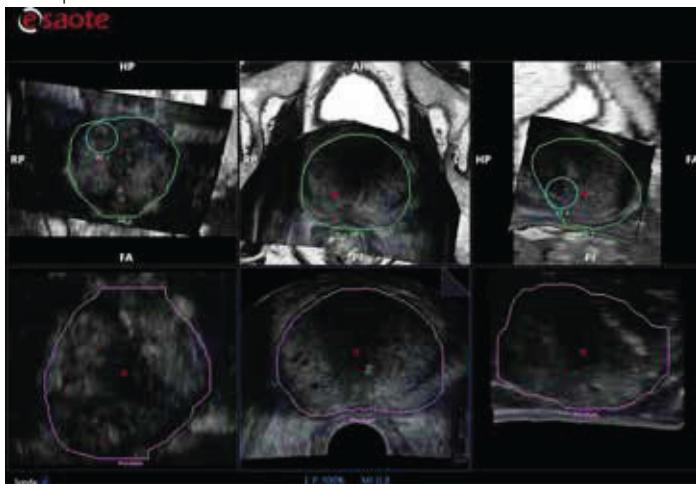


Abb. 8: Überlagerung des 3D-Ultraschallvolumens mit den MRT-Befunden während der automatischen Synchronisation.

3. Feinabstimmungsphase:

Der Anwender kann die Ausrichtung mithilfe verschiedener Schnell-Feinjustierungssysteme einfach anpassen oder erneut durchführen.

- Eine 3D-Ultraschall-Volumenregistrierung der Prostata, bei der die Ausrichtung der aktuellen Befunde angepasst wird, um den Abstand zwischen den beiden Volumina zu minimieren.
- Über die One-Point-Registrierung, die eine erneute Ausrichtung der beiden Modalitäten ermöglicht, indem in beiden Datensätzen ein Punkt an derselben Position gesetzt wird..
- Freehand Tuning ermöglicht es, das MRT-Bild manuell zu verschieben und zu rotieren und/oder die MRT-Bildebene zu verändern, um eine Ausrichtung der beiden Modalitäten zu erreichen, ohne die Ko-Registrierungsphase erneut durchführen zu müssen..
- Internal Marker Tuning ermöglicht es dem Anwender, die verschiedenen Bildebenden durch Markierung anatomischer Referenzpunkte auszurichten, die in beiden Modalitäten eindeutig sichtbar sind. Das System benötigt hierfür mindestens drei Punkte im Ultraschall- und MRT-Datensatz, um eine präzise Ausrichtung zu gewährleisten.

4. Navigations- und Biopsiephase:

Das System ist nun bereit für die Navigation zwischen den beiden Modalitäten, und die Biopsien können unter Führung der US/MRT-Bildfusion durchgeführt werden. Wurde mehr als ein Datensatz einer zweiten Modalität geladen, kann der Anwender jederzeit zwischen diesen wechseln und einen davon als Referenz festlegen. Zudem stehen verschiedene Darstellungs-Layouts zur Verfügung.

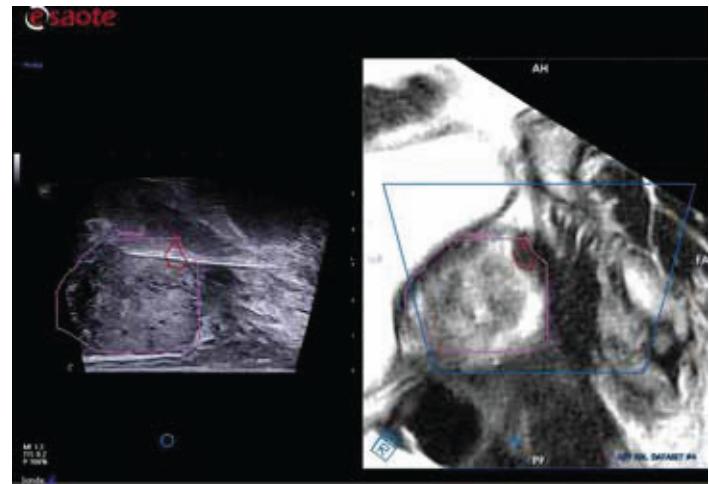


Abb. 9: Live-Ultraschall mit der zweiten Modalität in derselben Ebene. Bildfusion von B-Mode und MRT-Datensatz. Dieses Layout zeigt beide Modalitäten während der Biopsie direkt nebeneinander. Die Kontur des Prostatavolumens ermöglicht die Echtzeitbeobachtung von Prostatabewegungen und gibt dem Arzt Werkzeuge an die Hand, um die beiden Modalitäten schnell erneut zu synchronisieren.

Der Arzt kann die Biopsielinie beider Modalitäten auf dem Monitor darstellen. Auch in dieser Phase ist es möglich, die beiden Modalitäten bei Patientenbewegungen oder -kontraktionen erneut auszurichten. Beide Modalitäten können eingefroren und die Ausrichtung – wie in der Freehand-Tuning- oder der 3D-Registrierungsphase – schnell wiederholt werden.

Ein weiteres integriertes Werkzeug ist das Sample Mapping, das zur Dokumentation der Position jeder während des Eingriffs entnommenen Probe dient. Dabei besteht die Möglichkeit, das 3D-Volumen einschließlich der Markierungen zu speichern oder dieses zu einem späteren Zeitpunkt erneut zu überprüfen.

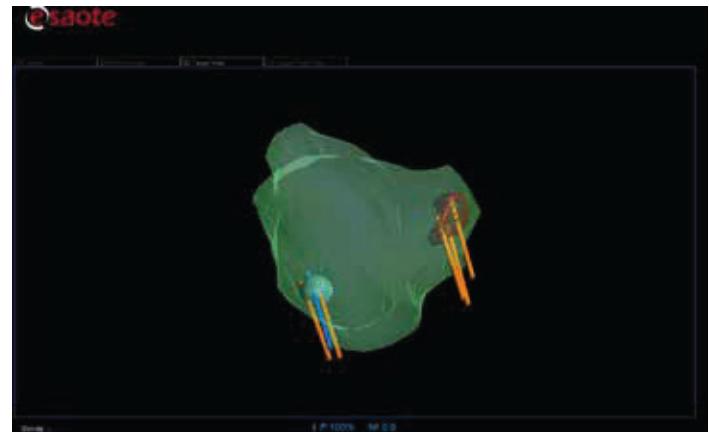


Abb. 10: 3D-Darstellung der Prostata mit Kartierung der Biopsiestanzen.

Befunde und Vorgehensweise (TR-Zugang)

Dieser Ansatz stellt derzeit die am häufigsten angewendete Methode der Prostatabiopsie dar. Der Zugang der Biopsienadel erfolgt über das Rektum, wobei das System den Nadelführungsmechanismus abhängig von der Konfiguration automatisch einstellt und dem Anwender über ein spezielles Menü die Möglichkeit gibt, die korrekte Nadelkonfiguration festzulegen. Zur Durchführung der Biopsie kann der Arzt wählen, ob die Proben aus der axialen oder der sagittalen Ebene entnommen werden.

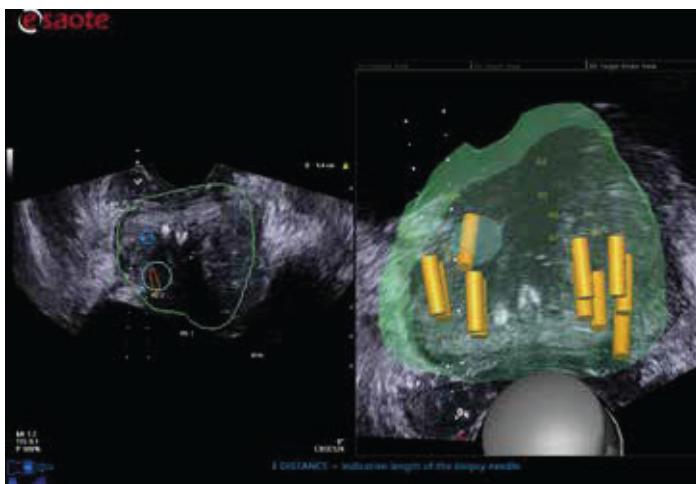


Abb. 11: Transrektale Biopsie (TR) mit aktiviertem Nadelführungsmechanismus und Sample Mapping. Im MRT-Volumen kann der Arzt in 3D nachvollziehen, wie die Proben innerhalb der Drüse verteilt sind.

Der Workflow entspricht dem des TP-Zugangs; der wesentliche Unterschied besteht darin, dass die 3D-Ultraschall-Volumenregistrierung in der axialen Ansicht vom Apex zur Basis oder umgekehrt durchgeführt werden muss.

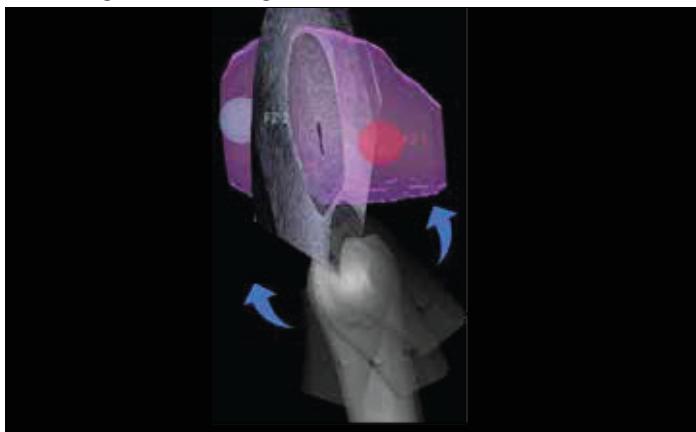


Abb. 12: Projektion des Ultraschallstrahls während eines axialen 3D-Scans mit der E-3-12-Sonde.

Zusätzliche Funktionen

Falls erforderlich, können die beiden Modalitäten auch manuell synchronisiert werden: In diesem Schritt überlagert der Anwender die Ultraschallbilder in Echtzeit mit dem MRT-Datensatz. Die Ausrichtung erfolgt anhand gemeinsamer Referenzstrukturen in beiden Modalitäten, z. B. des Harnröhrenkanals in der äquatorialen Ebene oder klar erkennbarer Zysten bzw. knöcherner Strukturen. Das Prostatavolumen kann diesen Schritt zusätzlich unterstützen, da die Überlagerung der im MRT dargestellten Kontur mit dem Ultraschallbild weitere Referenzpunkte für den Anwender liefert. Darüber hinaus kann der Arzt die Ebenenausrichtung beider Modalitäten verändern, um die Synchronisation zu überprüfen.

Anschließend kann die vorgenommene Ausrichtung durch Anklicken von „Confirm the alignment“ bestätigt werden, woraufhin direkt in die Navigationsphase gewechselt wird. Ziel dieses Ausrichtungsansatzes ist eine möglichst präzise Überlagerung und Fusion der beiden Modalitäten – eine unverzichtbare Voraussetzung für die korrekte Zentrierung von Läsionen, auch solcher, die im Ultraschall nicht eindeutig darstellbar sind.

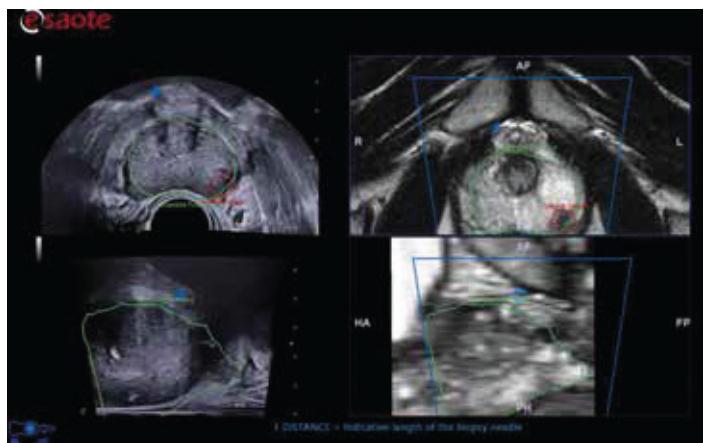


Abb. 13: Biplanare Ausrichtung der beiden Modalitäten entlang der sagittalen Achse mit der biplanaren Sonde. In diesem Fall nutzt der Anwender beide Darstellungen, um die Qualität der Ausrichtung zu überprüfen.

Nach Abschluss der Synchronisation muss der Patient möglichst ruhig liegen, um eine hohe Fusionsqualität aufrechtzuerhalten. Dennoch können trotz Lokalanästhesie unwillkürliche Bewegungen oder Muskelkontraktionen auftreten. In solchen Fällen kann zur automatischen Korrektur dieser Bewegungen ein Bewegungssensor am Körper des Patienten angebracht werden. Als Applikationsstelle eignet sich bei Seitenlagerung die Sakralregion oder – bei gynäkologischer Lagerung – der Beckenkamm, um die Auswirkungen von Bewegungsartefakten zu minimieren.

Das System unterstützt zudem den Classic CIVCO Stepper sowie den GfM Stepper. Nach abgeschlossener Kalibrierung kann dieser für gezielte Prostatabiopsien im Rahmen fokaler Therapien eingesetzt werden und nutzt dabei die gebotene Präzision und Stabilität.

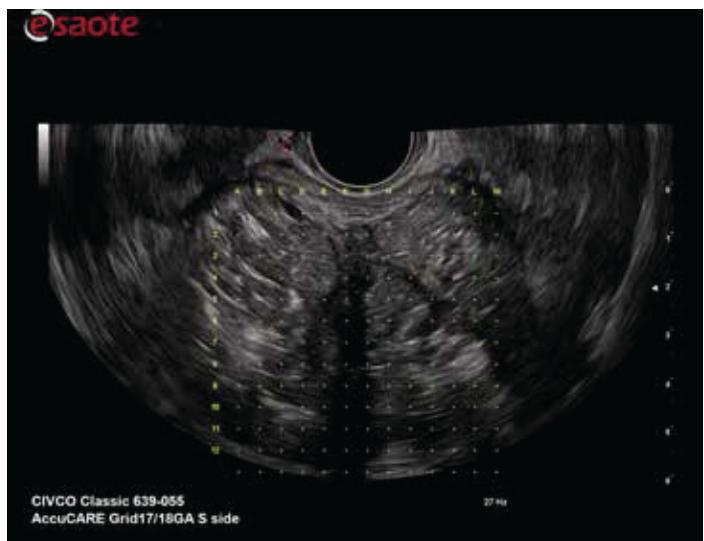


Abb. 14: Beispiel für ein CIVCO-Classic-Raster, das über ein Live-Ultraschallbild gelegt ist.

Die UroFusion-Umgebung unterstützt zudem weitere Technologien wie microV, das Esaote-Werkzeug zur Darstellung der Mikrovaskularisation; QElaxto 2D, die Esaote-2D-Shear-Wave-Technik zur Beurteilung der Gewebestefigkeit der Prostata; sowie CnTI™, die Esaote-Software für kontrastverstärkten Ultraschall (Contrast-Enhanced Ultrasound, CEUS). Alle diese Verfahren stehen während einer Fusionsuntersuchung in Echtzeit zur Verfügung, können die Interventionsmöglichkeiten und die diagnostische Genauigkeit des Arztes verbessern und sowohl die Menge als auch die Qualität der verfügbaren Informationen erhöhen.

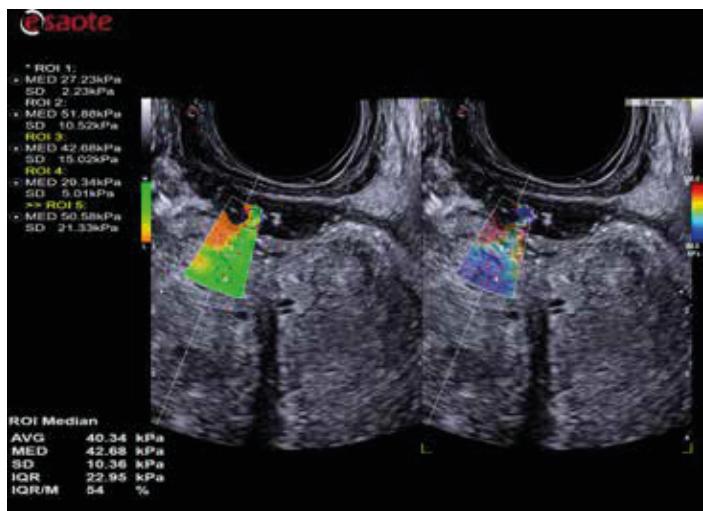


Abb. 15: QElaxTo 2D angewendet auf die Prostata mit Dual-Mode-Darstellung zur Anzeige der Dispersionskarte (linke Seite). Die orangefarbenen Bereiche kennzeichnen eine geringe Zuverlässigkeit, die grünen Bereiche eine hohe Zuverlässigkeit; rechts ist die Darstellung der Steifigkeitskarte zu sehen.

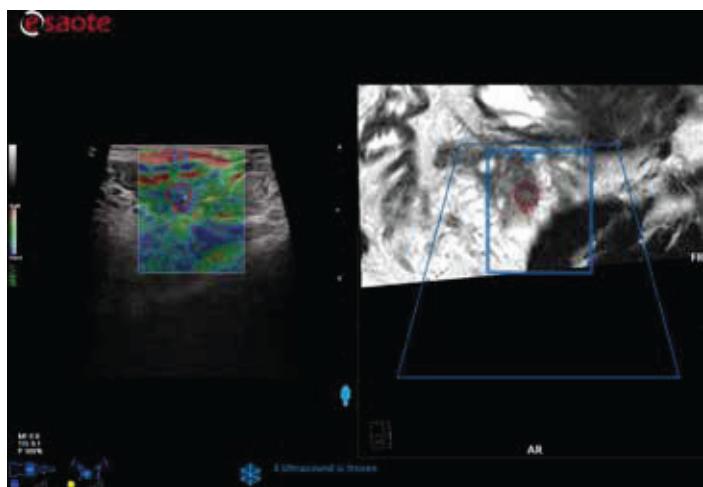


Abb. 16: Beispiel für die Anwendung von ElaxTo mit der biplanaren Sonde. Die Elastizitätsanalyse des Gewebes in der UroFusion-Umgebung liefert dem Arzt zusätzliche Werkzeuge zur Untersuchung von Läsionen – unabhängig davon, ob ein konkreter Verdacht besteht oder nicht.

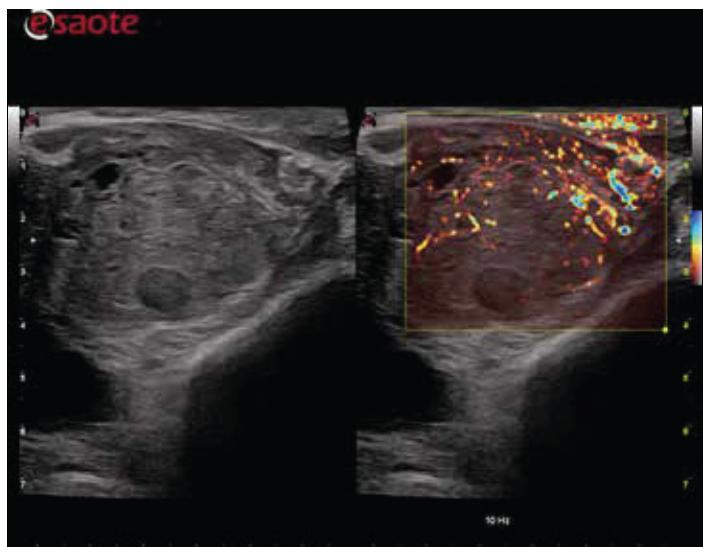


Abb. 17: Untersuchung der Mikrovaskularisation der Prostata unter Verwendung der microV-Erweiterung.

Fazit

UroFusion ist ein vollständig auf gezielte Prostatabiopsien (TB) spezialisiertes Softwarepaket, das durch Künstliche Intelligenz unterstützt wird und Ärztinnen und Ärzte bei der präzisen Probenentnahme verdächtiger Läsionen unterstützt, indem Informationen aus MRT- und Ultraschallbildern kombiniert werden.

Der Anwender ist in der Lage, Patientenbewegungen oder Organverformungen in Echtzeit zu überwachen und kann durch Feinabstimmungswerzeuge oder Anpassung der Sondenposition die Ausrichtung der beiden Modalitäten jederzeit schnell wiederherstellen.

Zusätzliche Werkzeuge wie das Sample Mapping sind hilfreich für die Nachsorge, falls weitere Biopsien erforderlich sind, sowie für die Planung möglicher fokaler Therapieverfahren.

Die Möglichkeit einer automatischen 3D-Rekonstruktion des Prostatavolumens sowie der bereits entnommenen Proben erlaubt es dem Anwender, sowohl die Anzahl der korrekt am Ziel entnommenen Stanzen zu beurteilen als auch die Probenentnahme in bestimmten Prostatabereichen bei der anschließenden systematischen Kartierung gezielt anzupassen – insbesondere bei voluminösen Prostatadrüsen.

Gezielte Biopsien sollten gemäß den Leitlinien zur routinemäßigen Standardprozedur werden, und UroFusion unterstützt die Durchführung dieses komplexen Verfahrens mit einem intelligenten Workflow und speziell entwickelten Werkzeugen – von der Vorbereitung bis zur Nachsorge.

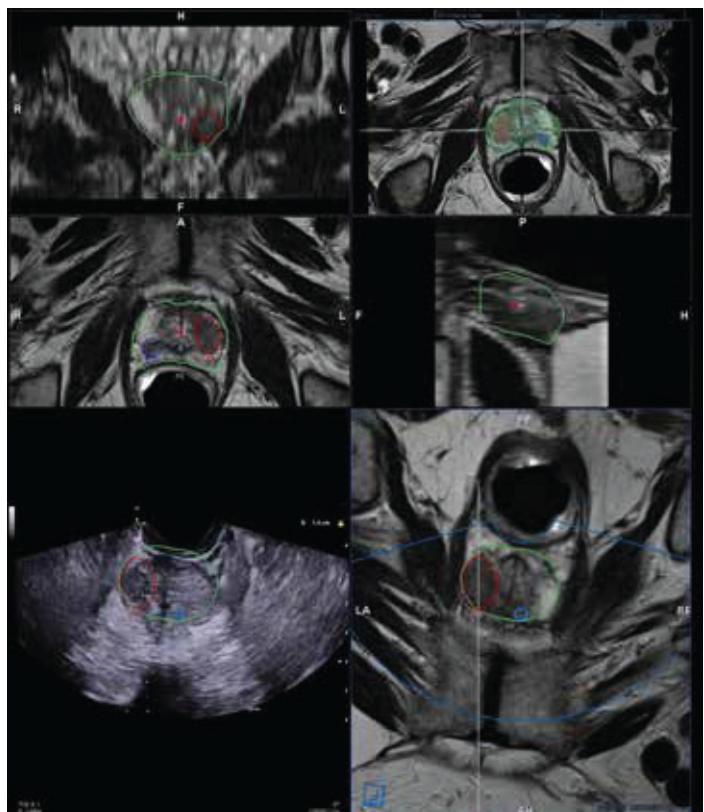


Abb. 18: In diesem Fall zeigt die MRT-Untersuchung des Patienten eine PI-RADS-5-Läsion in der äquatorialen Zone auf der linken Seite der Drüse sowie eine PI-RADS-4-Läsion in kontralateraler Position. Dank der Möglichkeit, unterschiedliche Zielgeometrien zu verwenden, kann der Arzt die Konturen der Läsionen effizienter nachzeichnen. Die Konturen der Prostata können als Referenz dienen, um Prostatabewegungen zu überwachen, und zugleich die Ausrichtung unterstützen. Der Arzt entnimmt 2–3 Proben aus der Zielregion und nutzt dabei die Biopsieführung als Hilfe, um diese präziser zu erreichen.

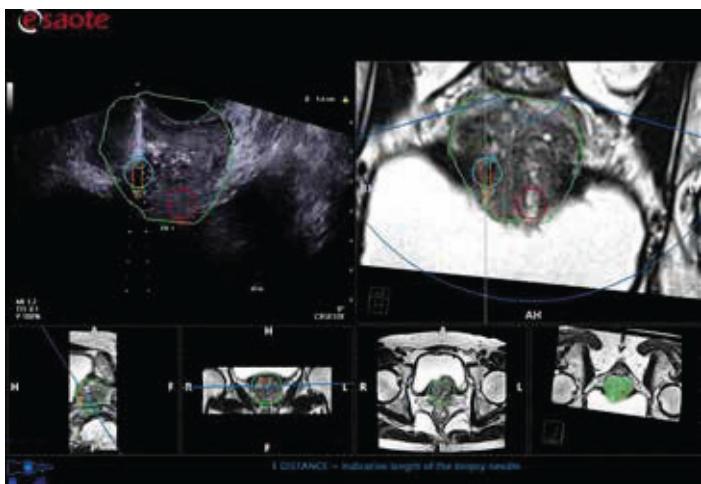


Abb. 19: Echtzeit-Prostatakartierung beim transrektalen (TR) Zugang.

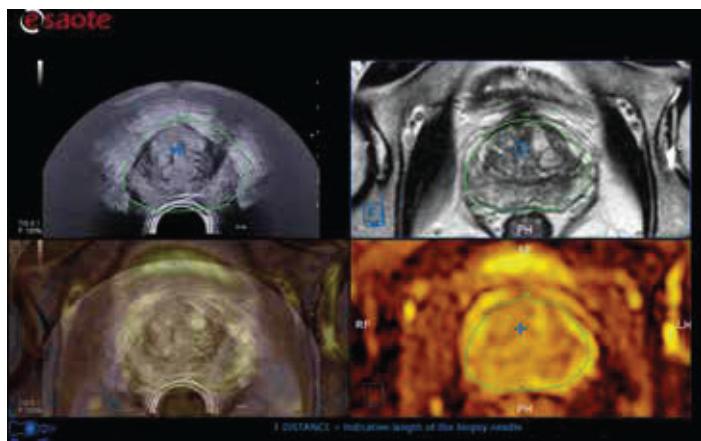


Abb. 22: Beispiel für die multimodale Überlagerung verschiedener Datensätze zur präziseren Lokalisierung einer Läsion.

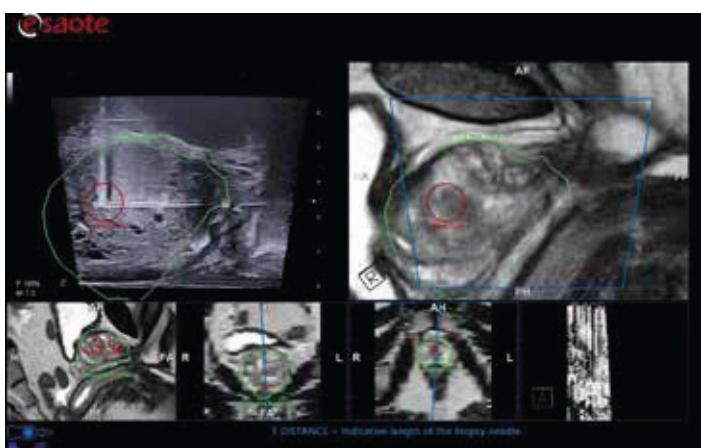


Abb. 20: Live-Ultraschall mit der zweiten Modalität in derselben Ebene sowie allen Ebenen der zweiten Modalität. Dieses Layout liefert Informationen über die räumliche Position der Projektionsachsen der Sonde entsprechend der während der automatischen Registrierung erreichten Synchronisation. In dieser Abbildung ist der Beitrag der Fusionsbildgebung erkennbar, der die Detektion einer klar hypointensiven Läsion im T2-gewichteten Bild ermöglicht, die im Ultraschall nicht sichtbar ist.

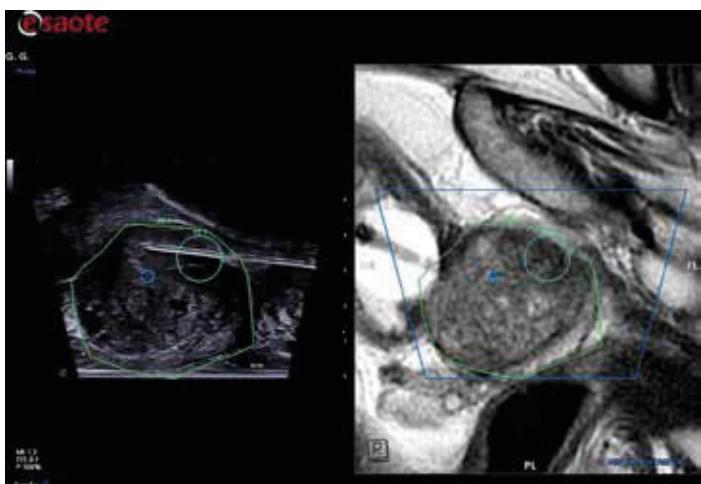


Abb. 21: Beispiel einer transperinealen Biopsie (TP). Nachdem Proben aus der Zielregion entnommen wurden, führt der Arzt eine systematische Biopsie der Drüse (ca. 12 Stanzen) durch, um auch Läsionen zu erfassen, die im MRT nicht sichtbar sind.

Referenzen

- [1] Siegel R, Naishadham D, Jemal A. Cancer statistics, 2013. CA Cancer J Clin 2013;63(1):11-30
- [2] Z. Khan, N. Yahya, K. Alsaih, M.I. Al-Hiyali and F. Meriaudeau, Recent Automatic Segmentation Algorithms of MRI Prostate Regions: A Review, in IEEE Access, vol. 9, pp. 9788-97905, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3090825.
- [3] Atlanta: American Cancer Society, 2017, [online] Available: <https://www.cancer.org/research/cancer-facts-statistics/all-cancer-facts-figures.html>.
- [4] Lironne D.F. Venderbos, André Deschamps, John Dowling, Ernst-Günter Carl, Sebastiaan Remmers, Hein van Poppel, Monique J. Roobol, Europa Uomo Patient Reported Outcome Study (EUPROMS): Descriptive Statistics of a Prostate Cancer Survey from Patients for Patients, European Urology Focus, Volume 7, Issue 5, 2021, Pages 987-994, ISSN 2405-4569, <https://doi.org/10.1016/j.euf.2020.11.002>
- [5] Xia, Shu-Jie et al. An overview of prostate diseases and their characteristics specific to Asian men. Asian journal of andrology vol. 14,3 (2012): 458-64. doi:10.1038/ajaa.2010.137
- [6] P. Rajwa, B. Pradere, F. Quhal, K. Mori, E. Laukhtina, N.A. Huebner, D. D'Andrea, A. Krzywon, S.R. Shim, Pascal A. Baltzer, R. Renard-Penna, M.S. Leapman, S.F. Sharifi, G. Ploussard, Reliability of Serial Prostate Magnetic Resonance Imaging to Detect Prostate Cancer Progression During Active Surveillance: A Systematic Review and Meta-analysis, European Urology, Volume 80, Issue 5, 2021, Pages 549-563, ISSN 0302-2838, <https://doi.org/10.1016/j.euro.2021.05.001>.(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0302283821003250>)
- [7] Maudy C. W. Gayet, Anouk A. M. A. van der Aa, Harrie P. Beerlage, Bart Ph Schrier, Maaike Gielens, Roel Heesakkers, Gerrit J. Jager, Peter F.A. Mulders, Hessel Wijkstra, Cancer Detection Rates of Systematic and Targeted Prostate Biopsies after Biparametric MRI, Prostate Cancer, vol. 2020, Article ID 4626781, 6 pages, 2020.<https://doi.org/10.1155/2020/4626781>
- [8] Penzkofer, Tobias, and Clare M Tempany-Afdhal. Prostate cancer detection and diagnosis: the role of MR and its comparison with other diagnostic modalities--a radiologist's perspective. NMR in biomedicine vol. 27,1 (2014): 3-15. doi:10.1002/nbm.3002
- [9] Kelley, R Phelps et al. The use of prostate MR for targeting prostate biopsies. BJR open vol. 1,1 20180044, 19 Jun, 2019, doi:10.1259/bjro.20180044
- [10] European Assosiation of Urology 2021 – Guidelines on Prostate Cancer
- [11] Boesen L. Magnetic resonance imaging-transrectal ultrasound image fusion guidance of prostate biopsies: current status, challenges and future perspectives. Scand J Urol. 2019 Apr-Jun;53(2-3):89-96. doi: 10.1080/21681805.2019.1600581. Epub 2019 Apr 22. PMID: 31006323.
- [12] Kongnyuy, Michael et al. Magnetic Resonance Imaging-Ultrasound Fusion-Guided Prostate Biopsy: Review of Technology, Techniques, and Outcomes. Current urology reports vol. 17,4 (2016): 32. doi:10.1007/s11934-016-0589-z
- [13] Huang GL, Kang CH, Lee WC, Chiang PH. Comparisons of cancer detection rate and complications between transrectal and transperineal prostate biopsy approaches - a single center preliminary study. BMC Urol. 2019 Oct 28;19(1):101. doi: 10.1186/s12894-019-0539-4. PMID: 31660936; PMCID: PMC6816188.
- [14] Shinohara K, Nguyen H, Masic S. Management of an increasing prostate-specific antigen level after negative prostate biopsy. The Urologic clinics of North America. 2014;41(2):327-38.
- [15] Andrew B. Rosenkrantz, MD; Sadhna Verma, MD; Peter Choyke, MD; Steven C. Eberhardt, MD; Masoom A. Haider, MD; Daniel J. Margolis, MD; Samir S. Taneja, MD; Krishnanath Gaitonde, MD; Scott E. Eggener, MD; Leonard S. Marks, MD; Peter Pinto, MD; Geoffrey A. Sonn, MD. Prostate MRI and MRI-Targeted Biopsy in Patients with Prior Negative Biopsy. American Urological Assosiation. 2016.