

**“VICTOR BABEȘ” UNIVERSITY OF MEDICINE AND PHARMACY
FROM TIMIȘOARA
FACULTY OF MEDICINE
DEPARTAMENT XV - UROLOGY UNIVERSITY CLINIC**

STOICESCU (IACOB) ROXANA – GEORGETA



PhD THESIS

**MULTIPARAMETRIC AND BIPARAMETRIC PROSTATE MRI –
INNOVATIVE APPROACHES IN THE DIAGNOSIS AND
THERAPEUTIC MANAGEMENT OF PROSTATE CANCER**

- ABSTRACT -

Scientific Coordinator :

Prof. Univ. Dr. Cumpănaș Alin – Adrian

T i m i ș o a r a

2 0 2 5

Prostate cancer is the most common solid malignancy among men in Europe and the second leading cause of cancer-related mortality. Multiparametric magnetic resonance imaging (mpMRI) is the current standard for initial evaluation, providing detailed information through T2-weighted, diffusion-weighted (DWI), and dynamic contrast-enhanced (DCE) sequences. However, mpMRI is costly, time-consuming, and requires gadolinium administration, which limits its widespread use.

In this context, biparametric MRI (bpMRI), which excludes DCE and retains only T2 and DWI sequences, offers a more accessible and faster alternative, with good performance in detecting clinically significant prostate cancer. Nevertheless, its diagnostic efficiency is lower in equivocal lesions (PI-RADS 3) or complex cases.

This study provides a direct comparison between bpMRI and mpMRI in terms of diagnostic accuracy, PI-RADS scoring, and inter-reader agreement. It also investigates the role of periprostatic adipose tissue (PPAT) as a potential imaging biomarker for oncologic risk stratification.

GENERAL PART

Prostate cancer is the most commonly diagnosed solid malignancy among men in Europe and represents the second leading cause of cancer-related mortality in this population. In the context of a growing global focus on precision medicine, early detection and accurate staging of prostate cancer have become essential objectives in current clinical practice. Medical imaging has evolved significantly in this direction, offering non-invasive, reproducible methods with a favorable cost-effectiveness profile.

Magnetic resonance imaging (MRI) of the prostate—particularly in its multiparametric form (mpMRI)—has become the reference standard in the imaging evaluation of prostate cancer. mpMRI combines T2-weighted sequences, diffusion-weighted imaging (DWI), and dynamic contrast-enhanced imaging (DCE), providing detailed information on the morphology, vascularity, and diffusion restriction of prostate tumors. The standardization of interpretation through the introduction of the PI-RADS (Prostate Imaging – Reporting and Data System) has led to significantly improved communication among specialists and better alignment between imaging findings and clinical decision-making.

However, the use of mpMRI in all clinical scenarios is limited by several factors: longer scan times (up to 45 minutes), higher costs, the need for gadolinium-based contrast agents, and limited availability in some medical centers. Furthermore, repeated contrast administration can raise safety concerns, particularly in patients with renal insufficiency or known allergies. In this context, biparametric MRI (bpMRI)—which includes only T2-weighted and DWI sequences—has been proposed as a promising alternative to mpMRI. By omitting the DCE sequence, bpMRI significantly reduces scan time (approximately 15 minutes), eliminates the risk of contrast-related adverse reactions, and allows a greater number of exams to be performed within a shorter timeframe. As such, bpMRI has emerged as an attractive method, particularly for initial patient triage, active surveillance, or in cases with contraindications to contrast administration.

Evidence from the literature suggests that bpMRI and mpMRI have comparable sensitivity and specificity in detecting clinically significant prostate cancer, especially in lesions scored as PI-RADS 4 or 5. However, bpMRI shows lower performance in the evaluation of equivocal lesions (PI-RADS 3), where the DCE sequence can be critical for score upgrading and proper therapeutic decision-making. Additionally, for assessing local extension (such as

extracapsular invasion or seminal vesicle involvement), mpMRI remains superior due to the added information provided by DCE.

An essential aspect of the clinical applicability of both imaging protocols is the reproducibility of PI-RADS scoring among different readers. Studies show good interobserver agreement for both protocols, with high intraclass correlation coefficients (ICC), particularly for prostate volume estimation and obvious lesions. Nonetheless, discrepancies are more frequent in intermediate PI-RADS categories, emphasizing the importance of experience and standardized interpretation.

SPECIAL PART

This doctoral research is structured around three major directions, all centered on the use of biparametric MRI (bpMRI) in the diagnosis of prostate cancer. The first direction evaluates the feasibility of bpMRI as an accessible alternative to multiparametric MRI (mpMRI) in resource-limited settings. The second compares the diagnostic performance of bpMRI and mpMRI in PI-RADS scoring, highlighting the clinical applicability of bpMRI in selecting patients for biopsy. The third investigates the correlation between PI-RADS scores and the distribution of periprostatic adipose tissue (PPAT), exploring its role as a potential imaging biomarker. The structure of the thesis allows for coherent integration of imaging, clinical, and morphological data, supporting the use of bpMRI as a viable alternative to mpMRI in selected scenarios and opening new avenues for applied research.

The study is based on a cohort of 104 male patients (aged 40–87) who underwent prostate MRI for diagnostic or staging purposes at “Dr. Victor Babeș” Hospital in Timișoara. Examinations were performed using a Signa Explorer 1.5T MRI scanner (GE Healthcare), applying multiplanar T2-weighted, diffusion-weighted (DWI), and T1-weighted sequences for PPAT measurements. Imaging was acquired using dedicated pelvic coils, and images were analyzed in DICOM format. Each research direction employed specific imaging and statistical methods, in full compliance with international ethical standards.

Data were collected retrospectively and securely stored. Imaging was reviewed using PACS 3DNet Medical® and RadiAnt DICOM Viewer®. Statistical analysis was conducted with MedCalc® and SPSS®, applying t-tests, Mann–Whitney U, Kruskal–Wallis tests, and Spearman correlation coefficients. Results were graphically represented using Python libraries – Matplotlib and Seaborn – to ensure clear and relevant data visualization.

The first research direction

Prostate cancer is one of the most common oncological diseases affecting men, with a significant impact on public health. Multiparametric magnetic resonance imaging (mpMRI) is widely used for diagnosis, staging, and biopsy guidance due to its combination of T2-weighted, diffusion-weighted imaging (DWI), apparent diffusion coefficient (ADC), and dynamic contrast-enhanced (DCE) sequences, which provide detailed evaluation of the prostate gland. However, mpMRI is associated with high costs, longer scan times, and the need for gadolinium administration, all of which may limit its accessibility.

In this context, biparametric MRI (bpMRI), which uses only T2 and DWI sequences, has been proposed as a simpler and more accessible alternative, eliminating the need for contrast agents and reducing scan duration. This research aimed to evaluate the diagnostic performance of bpMRI compared to mpMRI through a systematic review, focusing on sensitivity, specificity, and clinical applicability. It also assessed the extent to which bpMRI can

replace mpMRI in specific clinical settings without significantly compromising diagnostic accuracy, and identified the limitations of bpMRI in staging or interpreting intermediate PI-RADS lesions.

A literature review was conducted following the PRISMA guidelines, with searches in PubMed, Cochrane Library, Scopus, and Google Scholar using MeSH terms (“prostate cancer”, “multiparametric MRI”, “biparametric MRI”). Only English-language studies published in the last five years comparing bpMRI and mpMRI directly or indirectly were included. After applying selection criteria, 31 articles were deemed eligible—8 focusing on mpMRI and 23 comparative studies.

Data were extracted into a summary table, including authors, year, methodology, diagnostic performance (sensitivity, specificity), PI-RADS scoring, clinical indications, and limitations. The review also analyzed whether bpMRI can support clinical decisions regarding biopsy, treatment, or active surveillance.

The analyzed studies showed that bpMRI offers sensitivity and specificity comparable to mpMRI in detecting clinically significant prostate cancer. Reported average values indicate a sensitivity of approximately 83% and specificity of 81% for mpMRI, and 82% sensitivity and 80% specificity for bpMRI. These results suggest that in most cases, bpMRI provides similar diagnostic performance, particularly in identifying clinically relevant lesions.

One of the main advantages of bpMRI is the reduced scan time, averaging around 15 minutes compared to 45 minutes for mpMRI. By omitting the DCE sequence, bpMRI avoids gadolinium administration, thus minimizing the risks associated with contrast agents and improving patient tolerability, especially in individuals with renal impairment or known allergies. Additionally, bpMRI is more cost-effective and increases imaging center efficiency, potentially allowing for two bpMRI exams per hour versus one mpMRI.

mpMRI remains the gold standard for detailed diagnosis and staging of prostate cancer due to its ability to provide comprehensive anatomical and functional information. However, in resource-limited settings or when rapid triage is needed, bpMRI emerges as a viable alternative. It is particularly useful in centers with limited infrastructure, in screening programs for high-risk populations, and during initial evaluations prior to biopsy decision-making. Published literature supports the use of bpMRI in the initial detection of clinically significant lesions, offering clear advantages in terms of cost, logistics, and patient safety. Nonetheless, in cases involving PI-RADS 3 lesions or those requiring detailed staging of local disease extent, mpMRI remains indispensable, delivering superior diagnostic accuracy.

Future research should focus on developing clear clinical guidelines for bpMRI use, including defined indications and limitations. Comparative studies evaluating both mpMRI and bpMRI in the same patients, interpreted independently, are recommended to objectively validate differences. Integrating artificial intelligence into imaging analysis could significantly improve PI-RADS scoring in the absence of DCE, compensating for the lack of contrast with algorithmic pattern recognition.

Another important goal is to evaluate the performance of bpMRI across different anatomical zones of the prostate—peripheral, transitional, and central zones—as sensitivity may vary depending on lesion location.

In conclusion, bpMRI is an efficient, rapid, and more accessible imaging solution in selected clinical scenarios, but cannot fully replace mpMRI at all stages of prostate cancer management. A balanced approach, tailored to the clinical context and diagnostic objectives, is essential for the optimal use of each imaging modality.

The second research direction

This research direction primarily aimed to compare the performance of bpMRI with the current imaging standard, mpMRI, in the evaluation of the prostate. The focus was placed on two key aspects: prostate volume estimation and PI-RADS scoring—both fundamental elements in the diagnostic and triage algorithm for prostate cancer. By excluding the DCE sequence, bpMRI offers a more accessible and less invasive alternative that could be successfully applied in selected clinical settings without significantly compromising diagnostic accuracy.

This retrospective study analyzed 92 mpMRI examinations performed between 2020 and 2023, from which data required for bpMRI evaluation were extracted. All scans were performed on the same 1.5 Tesla MRI system, using standardized protocols. Two experienced readers independently reviewed the images using only T2-weighted and DWI sequences for bpMRI, without access to mpMRI results or clinical data. For each case, prostate volume and PI-RADS score were calculated, and the results were compared with the original mpMRI assessments.

The findings revealed excellent agreement between the two readers regarding prostate volume measurements ($ICC > 0.99$), for both mpMRI and bpMRI, supporting the reliability of bpMRI in basic morphological assessment. In terms of PI-RADS scoring, ICC values were also high (above 0.90), and the weighted Kappa coefficient indicated substantial interobserver agreement (~ 0.79). These results confirm that PI-RADS scoring based on bpMRI is reproducible and can be reliably applied in most cases.

An important observation was the tendency of bpMRI to underestimate PI-RADS scores in lesions initially classified as PI-RADS 3 on mpMRI. In such cases, the biparametric evaluations assigned lower scores, suggesting a potential risk of underestimating intermediate-risk lesions. This is most likely due to the absence of the DCE sequence, which provides additional information about tumor perfusion and vascularity. Conversely, for PI-RADS 4 lesions, the agreement between the two methods was much stronger, with no statistically significant differences, indicating that bpMRI can adequately assess high-risk lesions.

Another relevant finding was that mpMRI detected extraprostatic changes, such as periprostatic fat infiltration or pelvic lymphadenopathy, which were not identified on bpMRI. This highlights the limitations of bpMRI in evaluating tumor extension or associated pathology, making mpMRI essential in complex or advanced cases where complete staging is required.

Despite these limitations, bpMRI offers several important advantages: shorter scan time, significantly lower costs, no need for contrast agent administration, and better patient tolerability. Additionally, it enables the scanning of twice as many patients in the same time frame, making it particularly valuable in triage settings, resource-limited centers, or screening programs for high-risk populations.

Although the study did not include histopathological correlations or long-term follow-up data, the results support the integration of bpMRI into imaging practice—at least for initial evaluations or the monitoring of low-risk lesions. In the future, the method's performance could be enhanced by incorporating artificial intelligence into the scoring process and by defining clear guidelines for bpMRI use based on patient profiles.

In conclusion, bpMRI proves to be a viable alternative to mpMRI in many clinical scenarios, with comparable accuracy in basic prostate assessment and clear benefits in terms of efficiency, cost, and accessibility. However, mpMRI remains indispensable for complete staging, particularly in suspicious or complex cases.

The third research direction

This research direction explored the potential use of periprostatic adipose tissue (PPAT) as an additional imaging biomarker for assessing oncologic risk in patients with suspected prostate cancer, prior to undergoing biopsy. The study focused exclusively on biopsy-naïve patients—those without prior interventions or biopsies—to eliminate external influences on local anatomy and ensure an objective imaging evaluation framework.

A total of 104 mpMRI examinations were analyzed, during which PPAT thickness, subcutaneous adipose tissue thickness (SATT), total PPAT volume, and posterior PPAT thickness (PPPATT) were measured using T2-weighted sequences and semi-automated segmentation methods. PI-RADS scores were assigned in a standardized manner, and the imaging data were correlated with PI-RADS scores and PSA levels using non-parametric statistical methods and multiple regression models.

Overall results did not reveal strong correlations between linear or volumetric PPAT parameters and PI-RADS scores, suggesting that these measurements are not direct predictors of oncologic risk across the entire study population. However, PPPATT showed a weak but statistically significant correlation with PI-RADS scores, indicating a potential role for regional fat distribution in influencing the imaging appearance of prostatic lesions.

Age-stratified analysis revealed interesting patterns: in patients under 60 years of age, total PPAT volume showed a moderate correlation with PI-RADS scores, suggesting that in early-stage or less pronounced disease, periprostatic fat volume may indirectly reflect tumor activity or local inflammation. In contrast, in patients over 60, posterior fat thickness appeared more relevant, and a weak inverse correlation was observed between subcutaneous fat and PI-RADS score, suggesting a possible difference between the impact of local versus systemic adipose tissue.

Multiple linear regression analysis did not demonstrate a significant predictive value of PPAT and SATT thickness on PI-RADS scores, indicating that these variables alone are insufficient to estimate oncologic risk. Additionally, differences between patients with PI-RADS scores ≥ 4 and those with lower scores were not statistically significant, although slight discrepancies in PPATT and PPPATT values were observed.

In conclusion, the results suggest that while PPAT is not a standalone imaging biomarker for oncologic risk assessment, it may enhance imaging interpretation in selected cases—particularly in younger patients or those with equivocal lesions. PPAT volume and its regional distribution, especially posteriorly, may complement PI-RADS scoring and support decisions regarding biopsy. Further research is therefore warranted in larger studies with histologic validation, integration of PPAT into artificial intelligence algorithms, and standardization of measurements within fast imaging protocols such as bpMRI. In this context, PPAT could become a valuable complementary imaging parameter in the personalized evaluation of patients with suspected prostate cancer.

General conclusions

mpMRI remains the gold standard for prostate cancer evaluation, offering detailed information that supports staging and biopsy decisions. However, bpMRI proves to be an effective alternative for screening and in resource-limited centers, maintaining good accuracy in detecting clinically significant lesions while providing logistical and cost-related advantages.

Both methods demonstrate high interobserver agreement for PI-RADS scoring and prostate volume assessment. Performance differences between bpMRI and mpMRI are most notable in PI-RADS 3 and 4 lesions, where DCE plays a critical role.

PPAT analysis introduces an innovative approach to risk stratification, especially in younger patients, though isolated linear measurements have limitations. PPAT volume may become a valuable imaging biomarker, particularly if integrated into predictive scores alongside clinical and biological factors, supported by AI-based models.

To confirm the clinical utility of bpMRI and PPAT, prospective multicenter studies and clear guidelines are needed for their application in screening and biopsy decision-making.

Personal contributions

We directly compared bpMRI and mpMRI in PI-RADS scoring, highlighting their differing performance in intermediate lesions. We introduced an original evaluation of PPAT as a potential imaging biomarker and proposed hypotheses regarding its role in carcinogenesis, especially in younger patients.

The imaging analysis included both linear thickness and volumetric measurements, contributing to the development of new research directions. We confirmed the robustness of bpMRI for clearly visible lesions and emphasized the importance of mpMRI in ambiguous cases.

By including a biopsy-naïve population, we established a clinically realistic research model valuable for initial patient triage. Additionally, we proposed future directions with practical potential, including extended AI-based scoring systems aimed at improving diagnostic accuracy and enabling personalized assessments.

UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE "VICTOR BABEȘ"
TIMIȘOARA
FACULTATEA DE MEDICINĂ
DEPARTAMENTUL XV - CLINICA UNIVERSITARĂ UROLOGIE

STOICESCU (IACOB) ROXANA – GEORGETA



**UNIVERSITATEA
DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE
„VICTOR BABEȘ” DIN TIMIȘOARA**

TEZĂ DE DOCTORAT

**RMN MULTIPARAMETRIC ȘI BIPARAMETRIC DE PROSTATĂ –
ABORDĂRI INOVATIVE ÎN DIAGNOSTICUL ȘI ÎN STABILIREA
CONDUITEI TERAPEUTICE ÎN CANCERUL DE PROSTATĂ**

- REZUMAT -

Conducător științific
Prof. Univ. Dr. Cumpănaș Alin – Adrian

T i m i ș o a r a

2 0 2 5

Cancerul de prostată este cea mai frecventă neoplazie solidă la bărbații din Europa și a doua cauză de mortalitate oncologică. Imagistica prin rezonanță magnetică multiparametrică (mpMRI) este standardul actual în evaluarea inițială, oferind informații detaliate prin secvențele T2, DWI și DCE. Totuși, mpMRI este costisitoare, de durată și necesită administrarea de gadolinium, ceea ce limitează utilizarea sa pe scară largă.

În acest context, imagistica biparametrică (bpMRI), care exclude DCE și păstrează doar T2 și DWI, oferă o alternativă mai accesibilă și rapidă, cu performanțe bune în detectarea cancerului semnificativ clinic. Cu toate acestea, eficiența bpMRI este mai scăzută în leziunile echivoce (PI-RADS 3) sau în cazuri complexe.

Studiul de față compară direct bpMRI și mpMRI în ceea ce privește acuratețea diagnostică, scorizarea PI-RADS și concordanța între evaluatori. Se investighează, totodată, rolul țesutului adipos periprostic (PPAT) ca posibil marker imagistic pentru stratificarea riscului oncologic.

PARTEA GENERALĂ

Cancerul de prostată este cea mai frecventă malignitate solidă diagnosticată la bărbați în Europa și reprezintă a doua cauză de mortalitate oncologică în această populație. În contextul unui interes global tot mai accentuat pentru medicina de precizie, detecția precoce și stadializarea corectă a cancerului prostatic au devenit obiective esențiale în practica medicală curentă. Imagistica medicală a evoluat considerabil în această direcție, oferind metode neinvazive, reproductibile și cu un bun raport cost-eficiență.

Rezonanța magnetică nucleară (RMN) a prostatei, în special sub forma mpMRI, a devenit standardul de referință în evaluarea imagistică a cancerului de prostată. mpMRI combină secvențele T2 ponderate, imagistica prin difuzie (DWI) și imagistica dinamică cu substanță de contrast (DCE), oferind informații detaliate despre morfologia, vascularizația și caracterul restrictiv al difuziei tumorilor prostatice. Standardizarea interpretării acestor examinări prin introducerea sistemului PI-RADS (Prostate Imaging – Reporting and Data System) a permis o îmbunătățire semnificativă a comunicării între specialiști și o corelare mai bună între rezultatele imagistice și deciziile clinice.

Cu toate acestea, utilizarea mpMRI în toate scenariile clinice este limitată de mai mulți factori: durata crescută a examinării (până la 45 de minute), costurile ridicate, necesitatea administrării de gadolinium și disponibilitatea redusă în unele centre. În plus, utilizarea repetată a substanței de contrast poate ridica probleme de siguranță, în special la pacienții cu insuficiență renală sau alergii cunoscute.

În acest context, imagistica biparametrică (bpMRI), care include doar secvențele T2 și DWI, a fost propusă ca o alternativă promițătoare la mpMRI. Prin omiterea secvenței DCE, bpMRI reduce semnificativ timpul de examinare (aproximativ 15 minute), elimină riscul reacțiilor adverse la substanța de contrast și permite efectuarea unui număr mai mare de investigații într-un interval scurt de timp. Astfel, bpMRI s-a impus ca o metodă atractivă în special în triajul inițial al pacienților, în monitorizarea activă sau în cazurile în care există contraindicații pentru administrarea de contrast.

Datele din literatura de specialitate indică o sensibilitate și specificitate comparabile între bpMRI și mpMRI în identificarea cancerului de prostată semnificativ clinic, în special în cazul leziunilor cu scor PI-RADS 4 sau 5. Cu toate acestea, performanțele bpMRI sunt mai modeste în evaluarea leziunilor echivoce (PI-RADS 3), unde aportul DCE poate fi esențial pentru creșterea scorului și luarea unei decizii terapeutice adecvate. De asemenea, în evaluarea extensiei locale (invazie extracapsulară sau a veziculelor seminale), mpMRI rămâne superioară datorită informațiilor suplimentare oferite de secvența DCE.

Un aspect esențial în aplicabilitatea clinică a celor două metode imagistice este reproductibilitatea scorării PI-RADS între evaluatori. Studiile arată o concordanță interobservator bună pentru ambele protocoale, cu valori ICC ridicate, mai ales în evaluarea volumului prostatic și a leziunilor evidente. Totuși, diferențele apar mai frecvent în cazul leziunilor PI-RADS intermediare, ceea ce subliniază importanța experienței și a interpretării standardizate.

PARTEA SPECIALĂ

Această cercetare doctorală este structurată pe trei direcții majore, având ca nucleu comun utilizarea bpMRI în diagnosticul cancerului de prostată. Prima direcție evaluează fezabilitatea bpMRI ca alternativă accesibilă la mpMRI în centre cu resurse limitate. A doua compară performanța bpMRI și mpMRI în scorarea PI-RADS, evidențiind aplicabilitatea clinică a bpMRI în selecția pacienților pentru biopsie. Cea de-a treia investighează corelația dintre scorurile PI-RADS și distribuția grăsimii periprostatice (PPAT), explorând rolul acesteia ca posibil biomarker imagistic. Structura lucrării permite o integrare coerentă a datelor imagistice, clinice și morfologice, susținând utilizarea bpMRI ca alternativă viabilă la mpMRI în contexte selecționate și deschizând noi direcții de cercetare aplicabilă.

Lucrarea se bazează pe un lot de 104 pacienți (40–87 ani) investigați prin RMN de prostată în scop diagnostic sau de stadializare, în cadrul Spitalului „Dr. Victor Babeș” Timișoara. Examinările au fost efectuate cu un sistem Signa Explorer 1.5T (GE Healthcare),

utilizând secvențe T2 multiplanare, DWI și T1 pentru măsurători PPAT. Achizițiile s-au realizat cu bobine pelviene dedicate, iar imaginile au fost analizate în format DICOM. Fiecare direcție de cercetare a aplicat metode imagistice și statistice specifice, respectând principiile etice internaționale.

Datele au fost colectate retrospectiv și stocate securizat. Imaginile au fost analizate cu PACS 3DNet Medical® și RadiAnt DICOM Viewer®. Analiza statistică a fost realizată cu MedCalc® și SPSS®, utilizând teste t-Student, Mann-Whitney U, Kruskal-Wallis și coeficientul Spearman pentru corelații. Rezultatele au fost reprezentate grafic cu ajutorul bibliotecilor Python – Matplotlib și Seaborn – pentru o vizualizare clară și relevantă a datelor.

Prima direcție de cercetare

Cancerul de prostată reprezintă una dintre cele mai frecvente afecțiuni oncologice masculine, având un impact important asupra sănătății publice. mpMRI este utilizată pe scară largă pentru diagnostic, stadializare și ghidarea biopsiilor, datorită combinației de secvențe imagistice T2, DWI, ADC și DCE, care oferă o evaluare detaliată a glandei prostatice. Totuși, mpMRI implică costuri mari, un timp de examinare mai îndelungat și necesită administrarea de gadolinu, aspecte care pot limita accesibilitatea metodei.

În acest context, bpMRI, care utilizează doar secvențele T2 și DWI, a fost propus ca o alternativă mai simplă și mai accesibilă, eliminând nevoia de substanță de contrast și reducând durata examinării. Această direcție de cercetare a urmărit să evalueze performanța diagnostică a bpMRI în comparație cu mpMRI, printr-un review sistematic, concentrându-se asupra sensibilității, specificității și aplicabilității clinice. De asemenea, s-a analizat în ce măsură bpMRI poate înlocui mpMRI în anumite contexte clinice, fără a compromite semnificativ acuratețea, și care sunt limitele acestei metode în stadializarea bolii sau în interpretarea leziunilor cu scor PI-RADS intermediar.

A fost realizat un review sistematic conform ghidului PRISMA, prin căutări în PubMed, Cochrane Library, Scopus și Google Scholar, folosind termeni de tip MeSH („prostate cancer”, „multiparametric MRI”, „biparametric MRI”). Au fost incluse articole publicate în ultimii 5 ani, în limba engleză, care compară direct sau indirect performanțele bpMRI și mpMRI. După aplicarea criteriilor de selecție, 31 de articole au fost considerate eligibile – dintre care 8 axate pe mpMRI și 23 studii comparative între cele două metode.

Datele au fost extrase într-un tabel cu informații despre autori, an, metodologie, performanță diagnostică (sensibilitate, specificitate), scor PI-RADS, indicații clinice și limitări. De asemenea, s-a analizat dacă bpMRI poate susține decizii legate de biopsie, tratament sau supraveghere activă.

Studiile analizate au demonstrat că bpMRI oferă o sensibilitate și specificitate comparabile cu cele ale mpMRI în detectarea cancerului de prostată clinic semnificativ. Valorile medii raportate în literatură indică o sensibilitate de aproximativ 83% și o specificitate de 81% pentru mpMRI, respectiv 82% sensibilitate și 80% specificitate pentru bpMRI. Aceste rezultate sugerează că, în majoritatea cazurilor, bpMRI poate oferi o performanță diagnostică similară cu mpMRI, mai ales în ceea ce privește identificarea leziunilor relevante clinic.

Unul dintre principalele avantaje ale bpMRI constă în durata redusă a examinării, care se situează în jurul a 15 minute, comparativ cu aproximativ 45 de minute necesare pentru un protocol complet mpMRI. Prin eliminarea secvenței DCE, bpMRI nu mai necesită administrarea de gadoliniu, ceea ce reduce riscurile asociate substanțelor de contrast și face metoda mai bine tolerată, în special de pacienții cu afecțiuni renale sau alergii. Costurile generale ale investigației sunt mai mici, iar eficiența operațională a centrelor imagistice este crescută, existând posibilitatea realizării a două examinări bpMRI pe oră, față de una singură pentru mpMRI.

Astfel, mpMRI rămâne standardul de aur în diagnosticul detaliat și în stadializarea cancerului de prostată, datorită capacității sale de a furniza informații anatomice și funcționale complexe. Cu toate acestea, în contextul în care resursele sunt limitate sau este necesar un triaj rapid al pacienților, bpMRI se conturează ca o alternativă viabilă. Aceasta este deosebit de utilă în centrele cu infrastructură redusă, în cadrul programelor de screening pentru populațiile cu risc crescut, precum și în evaluarea inițială înainte de luarea deciziei de efectuare a biopsiei.

Datele din literatura de specialitate susțin faptul că bpMRI poate înlocui mpMRI în detecția inițială a leziunilor clinic semnificative, cu avantaje clare în ceea ce privește costurile, simplitatea logistică și siguranța pacientului. Totuși, în cazurile în care se identifică leziuni PI-RADS 3 sau în situațiile care impun o stadializare detaliată a extensiei locale a bolii, mpMRI rămâne indispensabilă, oferind un nivel superior de acuratețe diagnostică.

În ceea ce privește perspectivele de cercetare, este necesară dezvoltarea unor ghiduri clare pentru utilizarea bpMRI în practica clinică, cu definirea precisă a indicațiilor și limitărilor. De asemenea, se recomandă realizarea unor studii comparative în care același pacient să fie evaluat atât prin mpMRI, cât și prin bpMRI, cu interpretări independente, pentru o validare obiectivă a diferențelor. Integrarea inteligenței artificiale în procesul de analiză imagistică ar putea contribui semnificativ la optimizarea scorării PI-RADS în absența secvenței DCE, compensând lipsa contrastului prin modele algoritmice de recunoaștere a patternurilor subtile.

Un alt obiectiv important este evaluarea diferențiată a performanței bpMRI în diversele zone anatomice ale prostatei – zona periferică, zona de tranziție și zona centrală – întrucât sensibilitatea metodei poate varia în funcție de localizarea leziunii.

În concluzie, bpMRI reprezintă o soluție eficientă, rapidă și mai accesibilă în anumite scenarii clinice, dar nu poate înlocui complet mpMRI în toate etapele managementului cancerului de prostată. O abordare echilibrată, bazată pe contextul clinic și pe obiectivele evaluării, este esențială pentru utilizarea optimă a fiecărei metode imagistice.

A doua direcție de cercetare

Această direcție de cercetare a avut ca scop principal compararea performanței metodei bpMRI cu standardul imagistic actual, mpMRI, în evaluarea imagistică a prostatei. Accentul s-a pus pe două aspecte esențiale: estimarea volumului prostatic și atribuirea scorurilor PI-RADS, ambele fiind elemente fundamentale în algoritmul de diagnostic și triaj al cancerului de prostată. Prin excluderea secvenței dinamice cu contrast (DCE), bpMRI propune o alternativă mai accesibilă și mai puțin invazivă, care ar putea fi aplicată cu succes în contexte clinice selectate, fără a compromite semnificativ acuratețea diagnostică.

Pentru acest studiu retrospectiv, au fost analizate 92 de examene mpMRI realizate în perioada 2020–2023, din care au fost extrase datele necesare evaluării bpMRI. Toate examinările au fost efectuate pe același sistem RMN (1.5 Tesla), utilizând protocoale standardizate. Doi evaluatori cu experiență au revizuit imaginile în mod independent, exclusiv pe baza secvențelor T2 și DWI în cazul bpMRI, fără a avea acces la rezultatele mpMRI sau la datele clinice ale pacienților. Pentru fiecare caz, s-au calculat volumul prostatic și scorul PI-RADS, iar rezultatele au fost comparate cu cele inițiale din mpMRI.

Rezultatele obținute au evidențiat o concordanță excelentă între cei doi evaluatori în ceea ce privește măsurarea volumului prostatei ($ICC > 0,99$), atât pentru mpMRI cât și pentru bpMRI, ceea ce susține fiabilitatea metodei biparametrice în analiza morfologică de bază. În ceea ce privește scorarea PI-RADS, valorile ICC au fost de asemenea ridicate (peste 0,90), iar coeficientul Kappa ponderat a indicat un acord substanțial între observatori ($\sim 0,79$). Aceste date confirmă că scorarea PI-RADS pe baza bpMRI este reproductibilă și poate fi aplicată cu încredere în majoritatea cazurilor.

O observație importantă a fost tendința bpMRI de a subevalua scorul PI-RADS în leziunile clasificate drept PI-RADS 3 prin mpMRI. În aceste situații, evaluările biparametrice au atribuit scoruri mai mici, sugerând un potențial risc de subestimare a leziunilor cu risc intermediar. Acest lucru este cel mai probabil legat de lipsa secvenței DCE, care aduce informații suplimentare privind perfuzia și vascularizația tumorală. În schimb, pentru leziunile PI-RADS 4, concordanța dintre cele două metode a fost mult mai bună, fără diferențe semnificative statistice, ceea ce arată că bpMRI poate evalua adecvat leziunile cu risc oncologic crescut.

Un alt aspect relevant a fost identificarea de către mpMRI a unor modificări extraprostatice, precum infiltrația grăsimii periprostatice sau adenopatii pelvine, care nu au fost

detectate de bpMRI. Această constatare subliniază limitările metodei biparametrice în evaluarea extensiei tumorale sau a patologiei asociate, motiv pentru care mpMRI rămâne esențială în cazurile complexe sau avansate, unde se impune stadializarea completă.

Cu toate acestea, bpMRI oferă o serie de avantaje importante: timp redus de examinare, costuri semnificativ mai mici, lipsa necesității administrării de substanță de contrast și o tolerabilitate mai bună pentru pacienți. În plus, metoda permite investigarea unui număr dublu de pacienți într-un interval de timp similar, ceea ce o face extrem de valoroasă în contexte de triaj, în centre cu resurse limitate sau în programele de screening pentru populațiile cu risc crescut.

Deși studiul nu a inclus corelări histopatologice sau date de urmărire pe termen lung, datele obținute susțin integrarea bpMRI în practica imagistică, cel puțin pentru evaluările inițiale sau pentru monitorizarea leziunilor cu risc scăzut. În viitor, performanța acestei metode ar putea fi crescută prin integrarea inteligenței artificiale în procesul de scorare și prin definirea unor ghiduri clare pentru utilizarea bpMRI în funcție de profilul pacientului.

În concluzie, bpMRI se dovedește o alternativă viabilă la mpMRI în multe situații clinice, având o acuratețe comparabilă în evaluarea de bază a prostatei și oferind beneficii evidente în ceea ce privește eficiența, costurile și accesibilitatea. Totuși, mpMRI rămâne indispensabilă pentru stadializarea completă, în special în cazurile suspecte sau complexe.

A treia direcție de cercetare

Această direcție de cercetare a explorat posibilitatea utilizării țesutului adipos periprostatic (PPAT) ca marker imagistic suplimentar pentru evaluarea riscului oncologic la pacienții cu suspiciune de cancer de prostată, înainte de efectuarea unei biopsii. Studiul s-a concentrat exclusiv pe pacienți biopsya-naive, adică fără intervenții sau biopsii anterioare, tocmai pentru a elimina influențele externe asupra anatomiei locale și a asigura un cadru obiectiv de analiză imagistică.

Au fost analizate 104 examinări mpMRI, în cadrul cărora s-au măsurat grosimea PPAT, grosimea adiposului subcutanat (SATT), volumul total de grăsime periprostatică și grosimea acesteia în regiunea posterioară (PPPATT), utilizând secvențe T2 și metode de segmentare semi-automate. Scorurile PI-RADS au fost atribuite în mod standardizat, iar datele imagistice au fost corelate cu scorurile PI-RADS și nivelul PSA, folosind metode statistice non-parametrice și regresii multiple.

Rezultatele generale nu au identificat corelații puternice între parametri liniari sau volumetrici ai PPAT și scorul PI-RADS, ceea ce sugerează că aceste măsurători nu sunt predictorii direcți ai riscului oncologic la nivelul întregii populații analizate. Cu toate acestea, PPPATT a prezentat o corelație slabă dar semnificativă cu scorurile PI-RADS, indicând un

potențial rol al distribuției regionale a grăsimii în influențarea aspectului imagistic al leziunilor prostatice.

Analiza stratificată pe grupe de vârstă a scos în evidență observații interesante: la pacienții sub 60 de ani, volumul PPAT a fost moderat corelat cu scorurile PI-RADS, sugerând că în formele timpurii sau mai discrete de boală, volumul de grăsime periprostacic ar putea reflecta indirect activitatea tumorală sau inflamația locală. În schimb, la pacienții peste 60 de ani, grosimea adiposului posterior a avut o relevanță mai mare, iar o corelație inversă slabă a fost observată între grăsimea subcutanată și scorul PI-RADS, sugerând o posibilă diferență între impactul țesutului adipos local și cel sistemic.

Modelul de regresie liniară multiplă nu a demonstrat o valoare predictivă semnificativă a grosimii PPAT și SATT asupra scorului PI-RADS, ceea ce indică faptul că aceste variabile, izolate, nu sunt suficiente pentru estimarea riscului oncologic. De asemenea, diferențele între pacienții cu scoruri PI-RADS ≥ 4 și cei cu scoruri mai mici nu au fost semnificative din punct de vedere statistic, deși s-au remarcat discrepanțe ușoare în valorile PPATT și PPPATT.

În concluzie, rezultatele obținute sugerează că PPAT, deși nu este un marker imagistic de sine stătător pentru evaluarea riscului oncologic, ar putea contribui la rafinarea interpretării imagistice în cazuri selecționate, în special la pacienții tineri sau în leziuni echivoce. Volumul PPAT și distribuția sa regională, în special în zona posterioară, pot completa scorarea PI-RADS și pot susține deciziile privind necesitatea biopsiei. În acest sens, este justificată continuarea cercetării în studii mai ample, cu validare histologică, integrarea PPAT în algoritmi de inteligență artificială și standardizarea măsurătorilor în protocoalele imagistice rapide, precum bpMRI. Astfel, PPAT ar putea deveni un parametru imagistic complementar în evaluarea personalizată a pacienților cu suspiciune de cancer de prostată.

Concluzii generale

mpMRI rămâne standardul de aur pentru evaluarea cancerului de prostată, oferind informații detaliate și susținând deciziile de stadializare și biopsie. Totuși, bpMRI se dovedește o alternativă eficientă în screening și în centre cu resurse limitate, menținând o bună acuratețe în detecția leziunilor semnificative și oferind avantaje logistice și de cost. Ambele metode au o concordanță interobservator ridicată pentru scorul PI-RADS și volumul prostatic. Diferențele de performanță între bpMRI și mpMRI apar mai ales în leziunile PI-RADS 3 și 4, unde DCE aduce un aport decisiv.

Analiza PPAT propune o abordare inovatoare în stratificarea riscului, mai ales în cazul pacienților tineri, însă măsurătorile liniare izolate au limitări. Volumul PPAT ar putea deveni un marker imagistic util, mai ales dacă este integrat în scoruri predictive alături de factori clinici și biologici, susținut de modele AI.

Pentru a valida utilizarea clinică a bpMRI și a PPAT, sunt necesare studii multicentrice prospective și ghiduri clare pentru utilizarea lor în screening și decizia de biopsie.

Contribuții personale

Am comparat direct bpMRI și mpMRI în scorizarea PI-RADS, evidențiind performanța diferită în leziunile intermediare. Am introdus evaluarea originală a PPAT ca posibil biomarker imagistic și am formulat ipoteze privind rolul acestuia în carcinogeneză, mai ales la pacienții tineri.

Analiza imagistică a inclus atât grosimi liniare cât și volume, contribuind la dezvoltarea unor direcții noi în cercetare. Am confirmat robustețea bpMRI pentru leziunile evidente și am subliniat utilitatea mpMRI în cazurile ambigue.

Prin includerea unei populații biopsy-naive, am creat un model de cercetare realist clinic, valoros pentru trierea inițială. De asemenea, am propus direcții viitoare cu potențial de aplicare, inclusiv scoruri extinse cu AI, pentru creșterea acurateței și personalizarea diagnosticelor.