

European Urology 76, Issue 3, P340-351, September 2019

PI-RADS Prostate Imaging-Reporting and Data System: 2019, Version 2.1

前立腺の画像—報告データシステム：

2019, Version 2.1

概要 Abstract

PI-RADS v2 は公開されたデータと専門家の観察と意見の組み合わせを参考にして合意に基づくプロセスで開発された。公開から短期間の間に多くの研究が PI-RADS v2 の価値の正当性を立証したが、予想通り、多くの曖昧さと限界も特定され、それらのいくらかは文献において報告され、潜在的な解決策が提案されている。これらの問題に対処するために、PI-RADS 運営委員会は再び合意に基づくプロセスを使用していくつかの修正を勧告し、個々のシーケンスにスコアを付与しこれらのスコアを用いて、総合的な評価カテゴリーを導き出す枠組みは維持することとした。この論文で解説されるこの更新されたバージョンは PI-RADS v. 2.1 と呼ばれる。これらの PI-RADS v2.1 の改訂が採用されることで、読影者間のばらつきが改善され、前立腺 MRI の PI-RADS 評価がさらに簡素化されることが期待される。PI-RADS v2.1 のすべての構成要素に関する価値と限界に関する研究が強く推奨される。

The Prostate Imaging Reporting and Data System version 2 (PI-RADS v2) was developed with a consensus-based process using a combination of published data, and expert observations and opinions. In the short time since its release, numerous studies have validated the value of PI-RADS v2 but, as expected, have also identified a number of ambiguities and limitations, some of which have been documented in the literature with potential solutions offered. To address these issues, the PI-RADS Steering Committee, again using a consensus-based process, has recommended several modifications to PI-RADS v2, maintaining the framework of assigning scores to individual sequences and using these scores to derive an overall assessment category. This updated version, described in this article, is termed PI-RADS v2.1. It is anticipated that the adoption of these PI-RADS v2.1 modifications will improve inter-reader variability and simplify PI-RADS assessment of prostate

magnetic resonance imaging even further. Research on the value and limitations on all components of PI-RADS v2.1 is strongly encouraged.

序論 INTRODUCTION

MRI は 1980 年代から前立腺とその周囲構造の非侵襲的評価として使用され、今日に至っている。当初前立腺 MRI は T1 強調画像と T2 強調画像による単なる形態学的評価であり、その役割は生検で癌が証明された患者のもっぱら局所領域の病期診断であった。しかしながら病理学的な良性病変や臨床的に意義の乏しい前立腺癌と臨床的意義のある癌との鑑別には限界があった。

技術上の進歩（ソフトウェア・ハードウェア双方において）により、mpMRI が可能となり、解剖学的な情報を提供する T2 強調画像に加えて機能と生理学的な評価である拡散強調画像と ADCmap, dynamic MRI とさらに生体の MR プロトンスペクトロスコピーなどの技術も用いられるようになった。これらの技術的進歩は mpMRI の解釈の十分な経験の蓄積もあり、前立腺癌治療における最も重要な課題に取り組むための診断能力を大いに改善することになった。その課題とは 1) 死亡率を減少させるために重要な臨床的意義のある癌の検出を改善すること 2) 不必要な生検と治療を減少させるために人の生涯に問題を起こさないような良性疾患と悪性度の高くない癌の診断確実性を高めることである。

結果的に前立腺 MRI 検査の臨床的適応は局所領域性の病期診断のみならず、以下の方面も包含することとなった。腫瘍の検出、腫瘍の局在診断（解剖学上の部位特定）、腫瘍の生物学的性状評価、リスクの層別化、サーベイランス、再発評価、生検・手術・局所治療・放射線治療のための画像ガイダンスである。

前立腺癌の評価における MRI の役割の進歩とその重要性の認識に基づいて、2007 年にアドメテック財団は国際前立腺 MRI ワーキンググループを組織し、学問研究と産業界の主要な指導者が一堂に会した。このグループによるあらゆる方面からの討議により、研究戦略が進展し、MRI 検査が広く支持・使用されることへの多くの障壁が明らかとなった。前立腺 MRI 検査の撮影方法、解釈、読影報告書があまりにも多様で一貫性がなかったのである。多施設の臨床評価を実施していくためにはより大きな標準化と統一性の必要性が勧告された。

それに応じて ESUR（ヨーロッパ泌尿器放射線学会）がガイドラインを起草し、PI-RADS version 1 として知られる前立腺 MRI の評価システムを作成した (PI-RADS v1)。2012 年に上梓されてから、PI-RADS v1 は臨床と研究において一定の有効性が確認された。

しかしながら、またその経験によりいくつかの限界も明らかとなった。一つにはその分野の急速な進歩が原因である。より広く受け入れられるための PI-RADS の標準化へ向けて、米国放射線専門医会（ACR）、ESUR 及びアドメテック財団は PI-RADSTM v1 の基礎を固め、更新し、改善する運営委員会を設立した。この努力が PI-RADS v2 に結実した。

利用可能な最も優れたエビデンスと専門家の統一見解を使用する ACR により提供される国際的意見と管理支援に助けられ、PI-RADS v2 は PI-RADS 運営委員会、いくつかのワーキンググループのメンバーによって成熟した。PI-RADS v2 では、前立腺 mpMRI のデータ収集、読影、結果報告書の国際標準化が促進され、そのばらつきが減少するように構築されており、臨床経験として展開できるとともに科学的データとして蓄積される「生きた」記録となることが意図されている。

最初の公開後、PI-RADS v2 の価値を多くの研究が実証した。しかし予想されたように、いくらかの矛盾と限界も明らかとなった。例えば観察者間の一致は良から中程度、明確化や調整が必要な多くの具体的な評価基準が特定された。さらには mpMRI データの収集に関する特定の技術的な問題に更新と改良が必要になった。これらの問題に対処するために、PI-RADS 運営委員会は再び合意に基づくプロセスを使用して PI-RADS v2 にいくつかの修正を勧告した。また個々のシーケンスにスコアを付与しこれらのスコアを用いて、総合的な評価カテゴリーを導き出す枠組みは維持することとした。修正・更新した版を PI-RADS v2.1 とした。

PI-RADS v2.1 は未治療の前立腺癌が疑われる患者において癌の検出、癌の局在化、その生物学的特徴評価、リスクの層別化を改善させるように設計されている。総合的な目標は患者の転帰を向上させることである。特定の目標は以下である：

- 前立腺 mpMRI の最小限の受け入れ可能な技術的パラメーターの確立
- 放射線科の読影報告書の用語と内容の簡潔化と標準化

- 狙撃生検のための MRI データ利用の促進
- 癌の程度とそのリスクレベルを要約し、生検対象患者の選定と管理（経過観察戦略 vs. 即時介入）に活用可能な評価カテゴリーを開発する。
- データ蓄積と治療後経過観察を可能にする
- 放射線科医の教育と画像解釈の読影者間変動を減少させる
- 紹介医師との分野を越えた意思疎通を強化

PI-RADS v2.1 は包括的な前立腺癌の診断の記録ではなく、その時点で利用可能な他の情報と組み合わせて使用されるべきである。たとえば治療中の前立腺癌の再発を検出するためや経過観察中の病変の進行をみるための MRI 検査には使用されないし、同様に前立腺癌に罹患しているかもしれない患者の身体の他の領域（骨格系など）の評価に対しての MRI 検査にも使用されない。さらに最善の技術的パラメーターを推奨したり、提供するものではなく、mpMRI 検査が受け入れられるためのパラメーターを提供しているに過ぎない。

PI-RADS 運営委員会は PI-RADS v2.1 にはない新しいまた進歩した研究手段により、前立腺癌とその局所病期（リンパ節転移など）の評価に有望な MRI 技術が絶え間なく進歩することを心から願っている。たとえば生体 MR スペクトロスコピー画像（in-vivo MRSI）、拡散テンソル画像 (DTI)、拡散尖度画像 (DKI)、multiple b-value assessment of fractional ADC, intravoxel incoherent motion (IVIM)、blood oxygenation level dependent (BOLD) imaging、超微小超常磁性酸化鉄 (USPIO) 製剤の静注、MRI-PET である。関連するデータと経験が利用可能になれば、これらを PI-RADS™ の将来の新版に組み込むことが考慮されることになるであろう。

第 1 節：臨床学的考察と技術仕様

Section I: Clinical Considerations and Technical Specifications

A. 臨床学的考察 Clinical Considerations

1. 前立腺生検後の MRI の撮影時期 Timing of MRI Following Prostate Biopsy

経直腸的超音波下系統的生検（TRUS）後には、T1 強調像で高信号として描出される出血が前立腺内、ほとんどの場合辺縁域と精嚢だが、に存在する可能性があり、mpMRI の評価を難しくする。MR 画像で辺縁域に出血の所見がある場合は、出血が吸収される後日まで MRI 検査を延期する必要があるかもしれない。しかしながら延期は可能とは限らないし、必要であるとも限らない。臨床診療は個々人の状況と利用可能な財源によって決定されるように調整されるだろう。さらに TRUS 生検が陰性で、その後に MRI 検査が施行され、癌に一致する疑わしい所見が無かった場合、出血部位に一致して臨床的意義のある前立腺癌（訳注：clinically significant prostate cancer: csPCa）が存在する可能性は低い。この場合臨床的意義のある癌が存在するのであれば、血液産物の存在しない場所に存在する可能性が高いであろう。このように臨床的意義のある癌の検出が生検後出血により実質上損なわれる可能性は低いので、検査の主たる目的が前立腺内の臨床的意義のある癌の検出と組織学的特徴の評価でならば、前立腺生検後の MRI を延期する必要はないかもしれない。

しかしながら、出血や炎症を含む生検後変化が、症例によっては前立腺 MRI による病期診断の解釈に悪影響を及ぼすであろう。これらの変化は何ヶ月も持続するかもしれないが、時とともに消失する。生検と MRI の間隔は最低 6 週以上を空けるべきであろう。

2. 患者の準備 Patient Preparation

現時点では患者の事前の準備については、全ての問題について意見の一致がない。

消化管蠕動による **motion artifact** を減少させるために、鎮痙剤（グルカゴン、臭化ブチルスコポラミンあるいは硫酸ヒヨスチアミンの舌下など）の使用することにはある患者には有効であろう。しかしながら多くの患者には必要なく、かさむ費用と副作用の可能性を考慮しなければならない。

直腸内の便は直腸内コイル(ERC)の装着に影響するであろう。ERC を使用しないと、直腸内の空気や便が拡散強調画像の画質を劣化させるアーチファクトを引き起こす。そうすると検査の数時間前に患者に最小限の事前浣腸をすることが有効となるかもしれない。特に REC なしで検査をする場合はそうである。しかしながら浣腸は蠕動を促進させ、結果的に動き関連のアーチファクトを誘発する可能性もある。

患者はできれば MRI 直前に排便により直腸を空にすべきである。

患者は精囊の最大の緊満状態を維持するために MRI 検査に先立つ 3 日間は射精を控えることを推奨する人もある。しかしながら射精を控えることが臨床的意義のある癌に関する前立腺と精囊の評価に有効かどうかははっきりとは確立されていない。

3. 患者情報 *Patient Information*

MRI 検査とその読影時に放射線科医に提供されるべき情報を下記に記す。

- 最近の前立腺特異抗原 (PSA) 値と PSA 歴
- 生検日時と結果：生検コア数、生検部位、陽性生検グリソンスコアを含む（可能であれば陽性コアの百分率）
- その他の関連する臨床情報：直腸診 (DRE) 結果、投与薬剤（特にホルモン/ホルモン除去の場合）、過去の前立腺感染、骨盤の手術、放射線照射、家族歴。

B. 技術仕様 **Technical Specification**

前立腺 MRI のデータ収集プロトコールは個々の患者、臨床的問題、個々の患者の管理方法、使用される MRI 装置により常に調整されなければならない。MRI

検査が監視されず、臨床的意義のある癌も否定できない場合は、すくなくとも一つの撮像では撮像範囲（FOV）を大動脈分岐レベルまで拡大し、骨盤リンパ節の評価を可能にするべきである。放射線科指導医は余分なあるいは不適切な撮影シーケンスがいたずらに検査時間を延長させ、患者の不快さを増加させることを認識しておくべきあり、このような検査は患者の検査への承諾と遵守に対してマイナスの影響を与える。

検査を施行する放射線技師や放射線科指導医は撮影を監視し、検査の品質管理に努めなければならない。もしある撮影法の画質が患者の動きやその他の理由で不良になっているのであれば、問題を解決する対策をとり、その検査を再検する。

1. 磁場強度 **Magnetic Field Strength**

1. 5T と比較した 3T の基本的な長所は信号対雑音比（SNR）の増加であり、理論的には静磁場では磁場強度に比例して直線的に増加する。SNR 増加は空間分解能、時間分解能あるいは双方を増加させるために利用される。パルスシーケンスと検査の詳細な内容、パワー付与（power deposition）に依存して、磁化率効果関連のアーチファクト、信号の不均一性が 3T では増加するが、これらの問題を緩和する技術により、撮影時間がいくらか延長したり SNR が減少するであろう。しかしながら最近の最先端の 3T MRI スキャナーはこれらの問題にうまく対処できしており、PIRADS 運営委員会のほとんどのメンバーが 3T の優位性が実質的にこれらの問題を凌駕していると合意している。

磁場強度以外に画質に影響する多くの他の因子が存在するが、1.5T も 3.0T もデータの収集パラメーターが最適化され、適切な現代的技術が使用されれば、十分に信頼できる検査が提供される。1.5T と 3.0T の前立腺 MRI はよく確立されてきたが、PI-RADS 運営委員会のほとんどのメンバーが前立腺 MRI には 3T を好み、使用し、推奨している。患者が 1.5T 対応だが 3T 対応ではないと決定されているデバイスが埋め込まれている場合は 1.5T で検査すべきである。加えて 3T で安全に検査ができて、埋め込みデバイスの部位が結果的に画質を低下させるアーチファクトを発生させうる患者の場合は、1.5T が好ましい（両側性の金属製人工股関節など）。

本稿では推奨は 3T と 1.5T の MRI スキャナーのみに焦点を合わせる。それ

は mpMRI の臨床的検証に用いられてきた機種だからである。1.5T 未満の低磁場強度の前立腺 mpMRI は十分な論文審査のある臨床的検証が利用可能にならない限り、推奨しない。

2. 直腸内コイル Endorectal Coil (ERC)

外部表面フェーズドアレイコイルと統合させたときに、直腸内コイル (ERCs) はいかなる磁場強度であっても前立腺において SNR が増加する。これは癌の病期診断に使用される高空間分解能画像と DWI、高時間分解能のダイナミック造影検査のような本質的に低 SNR シークエンス検査には特に重要である。

ERCs はまた身体の高い患者にも有用である。外部フェーズドアレイ RF コイルのみでは前立腺内の SNR が低下するからである。しかしながら ERC の使用はコストと検査時間を増加させ、前立腺を変形させ、アーチファクトを招来する可能性がある。加えて患者に不快であり、検査がいやになるかもしれない。

ある 1.5TMRI システムで、とくに旧式のものでは、前立腺癌の病期診断に必要な高分解能の診断的質を達成するためには、ERC が必須である。ERC を使用しない 3 T では、ERC を用いた 1.5T で得られた画質と同等かもしれないが、癌検出及び病期診断戦略のどちらも直接比較試験はない。重要なことは、ERC の使用以外に SNR に影響する多くの因子があり（受信器のバンド幅、コイルの構造、RF chain の効率など）、現在の 1.5TMRI のある機種では比較的多数の外部フェーズドアレイコイル装置と RF チャネル（16 以上）を採用し、多くの患者で ERC なしで、十分な SNR を達成できる。

現在では ERC の使用なしで、1.5T と 3T の双方で信頼でき満足される結果が得られるようになった。これらの因子と臨床で利用できる種々の MRI 装置を考慮に入れて、PI-RADS 運営委員会は放射線科指導医に対して以下を努力するように勧告した。使用される MRI 装置で可能な最も優れ、最も安定した画質を得るために画像プロトコルを最適化すべきである。しかしながら費用、可用性、患者の嗜好やその他の考慮すべき事項も無視してはいけない。

もし ERC バルーンを拡張するために空気を使用すると、局所的な磁場の不

均一性を招来し、特に 3T では拡散強調画像でゆがみがでるかもしれない。MRI の読影に影響するアーチファクトの程度は特殊なパルスシーケンスの実施に依存して種々であるが、ERC の位置を正しく調整することや、液体（ペルフルオロカーボン液、バリウム懸濁液など）でバルーンを拡張することにより磁化率効果を消失させ改善できるかもしれない。バルーン拡張に液体を使用するときは、注入前に ERC バルーンから注意深く全ての空気を除去するべきである。空気注入式バルーンの必要性を避け、前立腺のゆがみを減少させる固体で硬度のある再利用可能な ERCs も利用できるようになった。

3. コンピューター支援評価技術

Computer-Aided Evaluation (CAE) Technology

専用のソフトウェアや特化したワークステーションを使用するコンピューター支援評価(CAE)技術は前立腺 mpMRI の読影には必要はない。しかしながら CAE はワークフロー（画像表示、解析、読影、結果報告と伝達）を促進し、定量的な薬力学的データを提供し、ある放射線科医、特に mpMRI 検査の読影経験に乏しい放射線科医にとっては病変検出と識別性能を高めるであろう。CAE はまたある種の MR 狙撃生検システムと MRI データの統合を促進する。

第2節：正常解剖と良性所見

Section II: Normal Anatomy and Benign Findings

A. 正常解剖 (Figure1) Normal Anatomy

上部から下部へ、前立腺は底部（膀胱直下）、中部（midgland）、尖部からなる。それは4つの組織学的領域に分けられる：(a)前線維筋性間質、腺組織は含まない (b)移行域 (TZ), 尿道を囲み、近位から精丘までの範囲で腺組織の5%を含む (c)中心域 (CZ), 射精管を囲み腺組織の約20%を含む (d)外側辺縁域 (PZ), 腺組織の70-80%を含む。良性前立腺過形成 (BPH) が進展すると、TZ が腺容積の百分率の増加の主原因となる。

前立腺癌のおおよそ70-75%はPZに発生し20-30%がTZに発生する。CZの癌の発生はまれであり、CZの癌は通常PZ腫瘍の二次的な浸潤である。

T2W では存在部位と信号強度の違いにより、TZはCZから区別できることが多い。しかしながら一部の患者では、加齢に伴うBPHによるTZの増大によりCZの圧迫と偏位が発生することがある。TZとCZの複合体としての「central gland 中心腺」という用語の使用は推奨されない。病理標本上で可視化または報告される領域解剖を反映していないためである。

T2W で見られる前立腺を部分的に被う薄い暗い辺縁のバンドは“前立腺被膜”と言及される。それは癌の前立腺外への進展の評価の重要な目印である。実際は、前立腺は真の被膜を欠いている；正確に言えばそれは前立腺間質とは分離できない同心性の線維筋性組織の外側帯である。その組織は前方と尖部では不完全である。

MRI の T2W では前立腺偽被膜（時に“外科的被膜”とも）は薄く、暗い低信号帯でTZとPZの境界を縁取る。組織学的評価ではこの部位には真の被膜はなく、圧縮された前立腺組織が被膜様に見える。

海綿体を支配する神経は前立腺の両側性に5時と7時の位置の後外側に走行する下膀胱動脈からの分枝動脈と伴走する静脈と密接に関連し、一緒になって神経血管束を構成する。尖部と底部には小さな神経分枝が前立腺の辺縁を蔽い、

被膜を貫通して。癌の前立腺外浸潤（EPE）の潜在的通路となる。

B. 区域図 Sector Map (AppendixII)

PI-RADS v2.1 で使用される分割モデルは、ヨーロッパ合意会議と ESUR 前立腺ガイドライン 2012 から採用された。モデルは領域を 41 区域に分割し、38 が前立腺で、2 つが精嚢そして残りの 1 つが外尿道括約筋である（付録 2）。

区域図の使用は放射線科医、泌尿器科医、病理医他に対して MRI 報告書に表現される所見の部位の特定化を可能ならしめ、生検と治療選択に関する患者との話し合いへの貴重な視覚教材となるであろう。

前立腺と関連構造の区域への分割・割り付けは報告を標準化し、MR 標的生検や治療の正確な局在化、病理相関、研究の手助けとなる。腫瘍の輪郭、前立腺の表面及び神経血管束、外尿道括約筋、膀胱頸部などの隣接構造、これらの間の関係は前立腺周囲組織の温存手術の際の大切な情報であり、区域図はまた根治的前立腺切除時に外科的切除のための有用なロードマップになるであろう。

記録図の報告はハードコピー（印刷物）でも電子媒体（コンピュータ上）でもどちらでもかまわない。

記録図の使用に関する情報に関しては、第 3 節と付録 2 を参照。

C. 良性所見 Benign Findings

前立腺内の多くの信号異常が良性である。最も代表的なものに以下がある：

1. 良性前立腺過形成 benign prostatic hyperplasia (BPH)

良性前立腺過形成（BPH）はテストステロンに反応して進展するが、実際は変換後のジヒドロテストステロンへの反応である。BPH は TZ に発生するが、外方増殖性で押し出される形で BPH 結節は PZ にもみられる。BPH は間質と腺の過形成が混在しており、帯状領域や境界明瞭な辺縁を有する被包化された丸い結節様に見える。腺優位性 BPH 結節と嚢胞性萎縮は T2 強調画像にて中等度から高度な高信号であり、信号と被膜の存在から悪性腫瘍と鑑別する。間質優位性結節は T2 強調画像で低信号である。多くの BPH 結節

は信号が混在している。BPH 結節は DCE で非常に多血性なことがあり、DWI では様々な信号強度を呈する。

BPH は良性病変であるが、生検アプローチや治療にとって重要な臨床的意義を有している。それは腺容積を増大させ、尿道を伸展し、尿流を妨害するからである。BPH 組織は前立腺特異抗原 (PSA) を産生するので、MRI による腺の容積の正確な測定は個々の PSA レベルとの相関を考慮し、PSA 濃度 (PSA/前立腺容積) を計算するための重要な基準値となる。

2. 出血 Hemorrhage

PZ や精囊の出血は生検後によく起こる。局所的なこともびまん性のこともあるが、T1 強調画像では高信号、T2 強調画像では等から高信号を呈する。しかしながら、慢性の出血産物はすべての MR 画像で低信号となるかもしれない。

3. 嚢胞 Cysts

種々の嚢胞が前立腺と隣接構造に発生しうる。身体の他のどこの嚢胞でも同様に、前立腺内の嚢胞も“単純な”液を含んでいれば、T2W で非常に高信号、T1W で低信号である。しかし液は血液成分やタンパクに富んだ液体を含むことがあり、そうすると様々な信号強度を呈し、T1W で高信号となることがある。

4. 石灰化 Calcifications

石灰化は、見える場合は、あらゆる撮像法 (パルスシーケンス) で高度な低信号領域となる。

5. 前立腺炎 Prostatitis

前立腺炎は多くの男性を侵すが、しばしば無症状である。病理学的には、免疫細胞の浸潤であり、その性状は炎症を起こす原因に依存する。MRI 画像では前立腺炎は T2W と ADC (見かけの拡散係数) map 双方で、PZ 内で低信号となる。前立腺炎はまた血流が増加し、DCE で“疑陽性”となる。しかしながら、形態学的に通常は帯状、楔状であり、局所・円形・卵円形・不整形よりはびまん性であり、ADC マップ上の信号低下は一般的に癌ほど強くはなく、癌ほど局所的ではない。

6. 萎縮 Atrophy

前立腺萎縮は加齢として正常経過の一部として起こり、慢性炎症からも発生する。典型的には腺組織の喪失から T2W では楔状の低信号領域、ADC map 上は軽度の低信号に描出される。ADC は一般的には癌ほど低信号ではなく、しばしば侵された前立腺は輪郭が陥凹する。

7. 線維化 **Fibrosis**

前立腺線維症は炎症後に起こる。T2W で楔状、帯状の低信号領域として描出されるかもしれない。

第3節：評価と報告 Section III: Assessment and Reporting

前立腺 MRI 検査の主な目的は臨床的意義のある前立腺癌に相当する異常を検出し、局在化することであり、mpMRI は前立腺内の部位と背景組織に依存するが、5mm 未満の中等度から高度の悪性度の癌を検出することができる。しかしながら臨床的意義のある前立腺癌の定義に関しては普遍的な合意はない。

PI-RADS™ v2.1 では、mpMRI 検査の読影所見と臨床・研究のための病理相関を標準化するために、臨床的意義のある癌を定義している。mpMRI の現在の使用状況とその性能及び MRI 標的手技に基づいて、PI-RADS v2.1 では臨床的意義のある癌の定義を、(a) 病理学的・組織学的にグリソンスコア 7 以上（グリソン 4 は目立つが優位ではない 3+4 も含む）、(b) 容積 0.5cc 以上、(c) 前立腺外進展(EPE)とし、上記の三つのどれでも最低一つあれば臨床的意義のある癌とする。

PI-RADS™ v2.1 では 5 段階評価を使用する。その際に T2W, DWI と DCE 所見の組み合わせによる mpMRI パターンと臨床的意義のある癌との関連性の可能性（確率）を前立腺内のすべての病変に適応する。

PI-RADS™ v2.1 カテゴリー Assessment Categories

- PI-RADS 1 - 非常に低い（臨床的意義のある癌はほぼ確実に存在しない）
- PI-RADS 2 - 低い（臨床的意義のある癌は存在する可能性は低い）
- PI-RADS 3 - 中程度（臨床的意義のある癌の存在はどちらともいえない）
- PI-RADS 4 - 高い（臨床的意義のある癌が存在する可能性が高い）
- PI-RADS 5 - 非常に高い（臨床的意義のある癌がほぼ確実に存在する）

PI-RADS™ v2.1 カテゴリーの割り当ては mpMRI 所見のみで決定されるべきであり、血清 PSA、直腸診、病歴や治療選択などの他の因子を考慮すべきではない。PI-RADS 4 あるいは 5 で生検を考慮すべきであり、PI-RADS 1 あるいは 2 に関しては考慮すべきではないが、PI-RADS™ v2.1 には管理関連の勧告はない。管理に当たっては当然 MRI 所見以外の因子として、検査値/臨床所見の病歴や個人の好み、専門科の意見、標準治療などを考慮に入れなければならないからである。このように PI-RADS カテゴリー 3 の所見に対しては、mpMRI のみではなくそれ以外の因子に依存して生検が適切であったり、なかったりするであろう。

mpMRI, MRI 狙撃生検、インターベンションの分野ではエビデンスが増えてくるにつれて、生検と管理に関する特別な勧告やアルゴリズムが将来の PI-RADS™ に追加されていくことになるだろう。

T2W と DWI が診断的な画質となった現時点では PIRADS カテゴリーを決定する上での DCE の役割は小さい。病変内の早期濃染の欠如は通常何の追加情報ももたらさず、T2W あるいは DWI の特定の異常に一致しないびまん性の造影効果は前立腺炎で見られる。さらに DCE は所見が低い (PIRADS 1 あるいは 2) あるいは高い (PIRADS 4 あるいは 5) 臨床的意義のある癌の可能性の場合は全体の評価には貢献しない。しかしながら、DWI が辺縁領域において PIRADS 3 であった場合、DCE で陽性であれば所見が臨床的意義のある癌に相当する可能性が高まり、評価カテゴリーが PIRADS 4 に上がるかもしれない (Table 1)。同様に T2W が TZ で PIRADS 3 の場合、DWI が陽性なら所見が臨床的意義のある癌に合致する可能性が高まり、評価カテゴリーが PI-RADS 4 に上がるかもしれない。

PI-RADS Assessment

Peripheral Zone (PZ)

DWI	T2W	DCE	PI-RADS
1	Any*	Any	1
2	Any	Any	2
3	Any	–	3
		+	4
4	Any	Any	4
5	Any	Any	5

★ 「Any」 は1から5を示します。

Transition Zone (TZ)

T2W	DWI	DCE	PI-RADS
1	Any*	Any	1
2	≤3	Any	2
	≥4	Any	3
3	≤4	Any	3
	5	Any	4
4	Any	Any	4
5	Any	Any	5

★ 「Any」 は1から5を示します。

A. 所見報告 Reporting (see Appendix I: Report Templates)

前立腺の測定 Measurement of the Prostate Gland

前立腺の容積は常に報告すべきである。それは手動あるいは自動分割による容積計算（断面を画像のスライス厚で積分する）を行うか、あるいは下記の楕円体公式(ellipsoid formulation)を使用する；(最大前後径)×(最大縦径)[どちらも正中矢状断 T2W 画像で測定]×(最大横径)[短軸 T2W 画像で測定]×0.52。

前立腺容積は PSA 濃度（ $PSAD=PSA/\text{報告された前立腺容積 ng/ml}^2$ ）を計算するために有用である。

病変のマッピング Mapping Lesion

前立腺癌は通常多発性である。通常、最大の病巣が最高のグリソンスコアとなり、前立腺外進展 (EPE) と切除縁が断端陽性となる可能性が最も高い。

PI-RADSTMv2 では、3,4 あるいは 5 の PIRADS 評価カテゴリーの所見を 4 個まで区域図 (Appendix II) に割り当てることができ、index (優位) 前立腺内病変を明らかにしなければならない。Index lesion は最も高い PIRADS カテゴリーの病変をいう。もし最高の PIRADS カテゴリーが 2 個あるいはそれ以上に割り当てられた場合、index lesion は EPE の所見があるものとなる。このように同一の PIRADS カテゴリーのより大きな病変があっても、EPE があるより小さな病変は index lesion と定義される。もし EPE のある病変がなければ、最も大きな PIRADS カテゴリーを有する最大病変が index lesion と考えるべきである。

もし疑わしい病変が 4 個よりも多い場合は、最も臨床的意義のある癌の可能性がある（すなわち最大の PIRADS カテゴリー）病変を 4 個だけ報告する。疑わしい病変を 4 個より多く報告する方が適切な症例もあるかもしれない。

PI-RADS カテゴリー 2 あるいは定義上良性病変（嚢胞など）の場合の副所見の報告は任意となるが、引き続く生検を誘導する目印としてあるいは引き続く mpMRI 検査における経過観察病変として有用となるであろう。

もし疑わしい所見が一つの区域の境界を越えて進展する場合、すべての隣接し浸潤される区分を区域図に記入しなければならない（一つの病変として）。

病変の測定 Measurement of lesions

現在の技術上、mpMRI は腫瘍容積と腫瘍の進展範囲を、特にグリソンスコア 3 の場合に、病理組織と比較して過小評価してきた。さらに MRI で病変サイズを測定する最も適切なスライス面と撮像法は明確には決定されておらず、撮像方法（パルスシーケンス）により病変サイズには有意な差が存在し、今後のさらなる研究が必要である。これらの限界にもかかわらず、PI-RADS 運営委員会は測定の標準化は MR 画像-病理相関と研究に有用と信じ、下記のルールを測定に使用するように勧告する。

最低必要なことは短軸画像で疑われる病変の最大径を報告することである。もし疑われる所見の最大径が矢状断や冠状断であれば、この測定値とスライス面も報告すべきである。もし病変が短軸画像で輪郭があまり明瞭でなければ、最もよく病変を描出する画像での測定を報告する。

もう一つの方法は、病変容積を利用できる適切なソフトウェアで測定するか、あるいは病変の 3 方向を測定して計算する（最大 A-P 径）×（最大 L-R 径）×（最大 C-C 径）×0.52。（anterior-posterior, left-right, cranio-caudal）

辺縁領域においては、病変は ADC map 画像で測定する。移行域では病変を T2W で測定すべきである。

もし病変の測定が ADC (PZ 病変)あるいは T2W (TZ 病変)では困難あるいは正確さを欠くのであれば、測定は病変を最もよく描出する撮像法画像（シーケンス）でなされるべきである。

mpMRI 報告書においては、測定に使用された画像番号/シリーズとシーケンスを記載すべきである。

前立腺の特定の解剖学的領域の病変の評価（訳注：ver.2.1 での新設）

Evaluation of lesions in specific anatomic regions of the prostate

TZ の評価 Evaluation of the TZ

前立腺癌の評価のために MRI 検査を受けるほとんど全ての男性の移行領域には

様々な数の過形成結節と結節間の介在組織からなる BPH を認める。そのような背景においては MRI 検査で仮に所見を認識したとしても、その中のどの所見をスコア化し PI-RADS 評価カテゴリーに割り当てるかを決定することはしばしば非常に困難（原文 **challenging**）な作業である。PI-RADS v2.1 においては TZ 所見の形態と辺縁の特徴を記述された TZ 評価基準を使用して少なくとも 2 つの断面(訳注, 原文は **Two planes**)の T2W MRI で評価すべきことを助言している。

TZ でスコア化する対象とは：TZ 内の限局性の病巣、結節あるいは領域に T2W あるいは DWI で悪性に関連のある特徴が存在しかつそれが背景の優勢な画像的特徴とは異なっていればスコア化する。例えば、背景よりも強い拡散制限がある結節間の病変/領域あるいは背景よりも明らかに強い拡散制限を有する結節（高 b 値拡散強調画像と ADC マップにおいて）はスコア化すべきである。T2W では不明瞭な境界、レンズ状の形態あるいは浸潤所見（**invasive behavior**）を有し、他の背景や結節とは異なる限局性病変も、スコア化すべきであり、例え背景と比較して拡散制限が同じ場合でもスコア化する。

その他の所見はスコア化すべきではない。例えば TZ 領域全体に散在する多発性の類似した外観の結節に拡散制限が認められ、拡散制限自体が背景の特徴となっている場合は、スコア化すべきではない。

TZ におけるスコア化の方法：TZ の PI-RADS 評価カテゴリーを決定する主因子は T2W スコアであり、T2W スコア 1 とは TZ は正常所見であることを意味する。csPCa の評価のために前立腺の mpMRI を受けるほとんど全ての男性の TZ 内には年齢に関連した BPH の所見が存在し、また典型的な BPH 結節は csPCa の可能性は極めて考えにくい(原文 **highly unlikely to harbor csPCa**)所見なので、BPH 単独の所見は正常変異（原文 **normal variant**）と考え、T2W スコアは 1 とする。これらのタイプの結節は取り立てて報告は不要である。すべての MRI 検査は PI-RADS 評価カテゴリーの 1-5 に割り当てられるために、1 より上位の PI-RADS 評価カテゴリーの所見が無い場合は、MRI 検査の全体の PI-RADS 評価カテゴリーは PI-RADS 1 として報告され、臨床的に重要な意義のある癌は非常に可能性が低い（原文 **clinically significant cancer is highly unlikely**）。

TZ 内の境界明瞭な結節（原文 **circumscribed nodules**）の被膜化が不完全あるいはほとんど完全な場合（原文 **incompletely or almost completely encapsulated**）、これらの非定型結節（原文 **atypical nodules**）は T2W スコア 2 とする。

T2W スコアが TZ の PI-RADS 評価カテゴリーを決定する主因子であるが、拡散制限もまた悪性を示唆する因子である。時に TZ 内の非定型結節は癌を含有し、DWI がそれを同定するのに有用であろう。非定型の TZ 結節において高い DWI スコアと評価される所見により前立腺癌の可能性が高まる場合、非定型結節 (T2W スコア 2) は 4 以上の DWI スコア (乃ち高度の拡散制限がある) であれば、PI-RADS 評価カテゴリー 3 にアップグレードされる。

軽度/中等度の拡散制限は TZ のほぼ被膜化された結節と被膜化のない結節で遭遇するありふれた所見である。そのような病変は間質の過形成による影響を考慮し、軽度/中等度の拡散制限でもってアップグレードはしない。つまり T2W スコア 1 or 2 は DWI スコア 3 (乃ち軽度/中等度の拡散制限) があってもそれぞれを PI-RADS 評価基準の 2 or 3 にすることはしない。

CZ の評価 Evaluation of the central zone

正常の CZ は通常 T2W と ADC マップで前立腺の底部から精丘にかけて射精管を取り囲む両側性の対称的な低信号として同定できる。CZ は高 b 値 DWI では対称的に軽度高信号であり、早期濃染は呈さず、高 b 値 DWI で非対称性に信号増加は認めない。CZ に発生する PCa はまれであり、ほとんどが隣接する PZ あるいは TZ から発生し、CZ に進展する。右 CZ から左 CZ 間での領域で限局性の早期濃染 and/or T2W, ADC あるいは高 b 値画像における非対称性ある場合は、PCa の存在を示唆する所見である。しかしながらサイズの非対称性のみは正常変異の可能性がある。特に TZ の前立腺肥大症 (BPH) の状況下では、BPH が CZ を変形圧排したり、非対称性を発生させるからである。時に CZ は精丘よりも上位のレベルで正中に明瞭な結節に見えることがあるが ADC/DWI 画像での対称性 and/or 早期濃染の欠如が良悪性の鑑別に有用である。

前部線維筋性間質の評価

Evaluation of the anterior fibromuscular stroma(AFMS)

正常な AFMS は T2W, ADC 及び高 b 値 DWI では両側性に対称性の形態 (三日月形 "crescentic") であり、対称的に低信号 (閉鎖筋や骨盤底筋群の信号と同様に) であり、早期濃染は見られない。骨盤の筋肉と比較して相対的に T2W 信号の上昇、高 b 値 DWI の高信号、隣接する骨盤筋群の信号と比較して ADC が低信号 (つまり結果的に正常 AFMS よりも ADC において相対的に低信号)、非対称性の腫大や限局性腫瘤、そして早期濃染・・・これらの所見は AFMS に進展した PCa

の検出に有用である。AFMS には PCa は発生しないため、AFMS の疑い病巣を報告する際には、その病変が最も発生した可能性として考えられる領域を考慮して、PZ あるいは TZ どちらかの評価基準を適用する。発生起源の領域が不明瞭で確定できない場合は、PI-RADS 評価カテゴリー方法論の避けがたい限界と考える。

全般的評価への注意 Caveats of Overall Assessment

- 画像を見る際に相関と同期スクロールを容易にするために、すべてのシークエンス（T2W, DWI と DCE）のスライス面の角度、ベッド位置、スライス厚は同一にすることを強く推奨する。
- 前立腺炎（肉芽腫性前立腺炎を含む）による変化はすべての撮像方法（パルスシークエンス）において PZ 内に信号異常を引き起こす可能性がある。形態学と信号強度は悪性腫瘍の可能性を分類するのに有用である。PZ 領域では、T2W や DWI で軽度の信号異常があり、それが円形ではなくむしろ不明瞭、線状、葉状あるいはびまん性などであった場合は悪性の可能性は低い。
- PZ では DWI は最重要の決定シークエンス（dominant technique）である。従って仮に DWI スコアが 4 で、T2W スコアが 2 の場合は、PIRADS カテゴリーは 4 となる (Table 1)。
- TZ では T2W は最重要の決定シークエンス（dominant technique）である。従って仮に T2W スコアが 4 で、DWI スコアが 2 の場合は、PIRADS カテゴリーは 4 となる (Table 2)。
- PIRADS 評価の主要因子は TZ では T2W, PZ では DWI であり、病変の層的部位の同定が重要である。特に問題となる部位は、前立腺の底部の CZ と PZ の境界面, TZ も関与する PZ の前角と前線維筋性間質との境界面である。
- 現時点の mpMRI 検査では、TZ では臨床的意義のある前立腺癌を確実に検出し、特徴付ける能力は PZ に比べて低い。
- 40 才以上の男性では TZ 内に円形/卵円形、境界明瞭で被包化された内部信号が均一あるいは不均一な結節はありふれた所見である。しばしばその結節は拡散制限が存在したり、局所性に造影剤による増強効果を来すが、良性の前立腺過形成と考えられる。これらには PIRADS カテゴリーを割り当てる必要はない。そのような結節は時に臨床的意義のある癌を含むことがあるが、その可能性は非常に低い。
- すべてのシークエンスで両側性の対称的な信号異常はしばしば正常解剖か

良性変化によるものである。

- もし mpMRI 検査 (T2W, DWI,DCE) のある要素が技術的に不十分な結果となるかあるいは施行されなかった場合、その検査の PIRADS カテゴリーは “X” とする。これは DWI で最も起こる。DWI は PZ の臨床的意義のある癌の診断にはしばしば極めて重要なので、DWI 検査が十分でない場合や、未施行の場合は、もしその失敗の原因が取り除けるのであれば、mpMRI 検査のこの要素を再検すべきである。もしできなければ評価は下記の表を使用して、取得できた他のパルスシーケンスで完了することになるかもしれない。しかしながらこれは重大な制約であり、たとえそれが前立腺のたった一つだけの領域であったとしても検査報告書には明確に記載しなければならない。

DWIが十分でない場合の評価

辺縁領域 (PZ) と移行域 (TZ)

T ₂ W	DWI	DCE	PI-RADS
1	X	Any	1
2	X	Any	2
3	X	–	3
		+	4
4	X	Any	4
5	X	Any	5

DCEが十分でない場合の評価

辺縁領域 (PZ) : DWI評価カテゴリーで決定

移行域 (TZ)

T ₂ W	DWI	DCE	PI-RADS
1	Any	X	1
2	≤3	X	2
	≥4	X	3
3	≤4	X	3
	5	X	4
4	Any	X	4
5	Any	X	5

もしDWIとDCEがどちらも不十分あるいは結果が利用できなければ、EPEの決定による病期診断に関しては評価は限定的となる。

第4節：MULTIPARAMETRIC MRI (MPMRI)

A. T1 強調 (T1W) と T2 強調 (T2W)

T1-Weighted (T1W) and T2-Weighted (T2W)

T1W シーケンスと T2W シーケンスはすべての前立腺 MRI 検査でどちらも施行すべきである。T1 強調像は主に前立腺と精嚢内の出血の存在を決定し、前立腺の輪郭を明瞭化するために使用される。またリンパ節転移と骨転移の検出にも有用であり、特にガドリニウム造影剤の静脈内投与後に有用である (gadolinium-based contrast agent; GBCA)。

T2 強調像は前立腺の層構造を識別し、腺内の異常を評価し、精嚢浸潤・EPE・リンパ節病変の評価をするのに使用される。

T2 強調像では、PZ 内の臨床的意義のある癌は通常、円形あるいは境界不明瞭な低信号の局所病変として描出される。しかしながら、この所見は特異的ではなく、以下に例をあげる種々の状況で見られる。前立腺炎、出血、腺萎縮、良性過形成、生検関連瘢痕や治療後変化（ホルモン、焼灼など）。

TZ 腫瘍の T2W で見られる特徴には、境界不明瞭で均一な中等度の低信号 (“erased charcoal” or “smudgy fingerprint” appearance), 棘状の辺縁, レンズ状形態, 完全な低信号被膜の欠如, そして尿道括約筋と前線維筋性間質への浸潤がある。たくさんあればあるほど、臨床的意義の癌の可能性が高くなる。

TZ ではしばしば様々な量の腺 (T2 で高信号) と間質 (T2 で低信号) がお互い混在しているので、T2 強調画像での癌の同定が難しい。良性の線維間質が優位な領域は臨床的意義のある癌のような所見を呈したり、癌を不明瞭にしてしまう。

PZ と TZ の癌はどちらも解剖学的境界を越えて進展する。腺内での進展（前立腺の区域領域を越える、など）、精嚢への進展そして腺外への進展（EPE）があるときは、浸潤様式に注目する。

1. 技術仕様 Technical Specification

T2W

T2WI は常に短軸断面（患者の長軸方向に沿って垂直あるいは前立腺の長軸に合わせた斜短軸面）と最低でももう 1 つの直交する断面（矢状断 and/or 冠状断など）を撮影すべきである。T2WI は通常、2D RARE(rapid acquisition with relaxation enhancement)、一般的には fast-spin-echo(FSE)あるいは turbo-spin-echo(TSE)として知られるパルスシーケンスを撮影する。ぼけ (blurring) をさけるために、過剰な echo train lengths は避けるべきである。

- ・ 3mm のスライス厚, ギャップなし。撮像面は DWI 及び DCE と同一断面にするべきである。
- ・ 撮像範囲 FOV : 一般的に 12-20cm とし前立腺と精嚢全体を包含する。
- ・ スライス面内空間分解能 : $\leq 0.7\text{mm}$ (位相方向) $\times \leq 0.4\text{mm}$ (周波数方向)

3D の短軸データ収集は 2D 収集の補助役として使用される。もしデータが等方向性ボクセルを使用して収集されれば、3D データ収集は解剖の詳細を視覚化し、真病変と部分容積平均効果を鑑別するのに特に有用である。しかしながら軟部組織コントラストは 2D T2W とは異なり、また 2D よりも劣ることもあり、面内分解能 (in-plane resolution) は 2D より低いかもしれない。

T1W

前立腺の T1 強調像はスピンエコーやグラジエントエコーシーケンス双方で、脂肪抑制あるなしで得られる。収集時間短縮 (acquisition time) や解剖学的範囲を増やすために T2W よりも空間分解能を落とすかもしれないが、スライス位置は DWI と DCE で使用されたものと同一にする。

2. T2WI の PI-RADS 評価

PI-RADS Assessment for T2W

Score	Peripheral Zone (PZ)
1	均一な高信号（正常）
2	線状または楔形の低信号域またはびまん性の軽度低信号域、 通常は境界が不明瞭
3	不均一な信号強度あるいは境界不明瞭で、円形の中等度低信号 2、4、または5に該当しない他のものを含む
4	前立腺内に限局する、比較的境界明瞭で、均一な 中等度の低信号域/腫瘍で、最大径が1.5 cm未満のもの
5	4と同様だが、最大径が1.5cm以上または 明確な前立腺外浸潤/浸潤性態度を示す場合
Score	Transition Zone (TZ)
1	正常な外観のTZ（まれ）または円形の完全被包化結節（“typical nodule”）
2	大部分が被膜に囲まれた結節 または 被膜のない均一な比較的境界明瞭な結節 （“atypical nodule”） または 結節間に存在する均一な軽度低信号領域
3	不均一な信号強度で、境界が不明瞭なもの 2、4、または5に該当しない他のものを含む
4	レンズ状または境界が不明瞭な、均一な、中等度の低信号性を示す、 最大径が1.5 cm未満
5	4と同様だが、最大径が1.5cm以上または 明確な前立腺外浸潤/浸潤性態度を示す場合

B. 拡散強調画像 Diffusion-Weighted Imaging (DWI)

拡散強調画像は水分子の不規則な動きを反映し、前立腺 mpMRI 検査の重要な要素である。それには ADC map と高 b 値画像が必須である。

ADC map は画像のおおののボクセルの ADC 値を表示したものである。最近の臨床導入状況では、ADC 値を計算するために 2 つ以上の b 値と b 値の増加に伴い信号減衰を示す単一指数関数モデルを使用している。ほとんどの臨床的意義のある癌は正常の組織と比較すると拡散が制限・障害されるので、グレイスケールの ADC map 上では低信号に描出される。ADC 値は組織学的悪性度

(histologic grades) に反比例することが報告されてきているが、BPH, 低悪性度癌 (low grade cancers)、高悪性度癌 (high grade cancers) の ADC 値にはかなりの重なりがある。さらに ADC の計算は b 値の選択に影響を受け、製造業者間で一貫性がなかった。従って ADC 評価のためには定性的な視覚評価が最も使用される。にもかかわらず、ADC 値の閾値を $750\text{-}900\mu\text{m}^2/\text{sec}$ に設定すると、良性と悪性の前立腺組織の鑑別に役立ち、閾値以下の ADC 値と臨床的意義のある癌とを相関させるかもしれない。

高 b 値画像 (“High b-value” image) は最低でも $1400\text{sec}/\text{mm}^2$ の b 値を使用する。この画像は正常組織と比較して拡散が制限あるいは妨害される領域の信号の残存の程度を表示するが、異なった b 値による傾斜磁場を適用して、拡散が活発なほど信号が減少することを示すものである。ADC map のみと比較して、臨床的意義のある癌の被視認性が高 b 値画像で時に改善し、特に前線維筋性間質に隣接あるいは浸潤する癌、被膜下の癌、腺の尖部・底部の癌で改善する。高 b 値画像を得るには二つの方法がある。一つは直接高 b 値シークエンス撮影 (さらなる走査時間が必要) によって得、もう一つは ADC map を作成するために使用されたより低い b 値データを外挿して高 b 値画像を計算 (作成) する (後者は潜在的にアーチファクトが少ない傾向にある、なぜなら高 b 値データ収集に必要な強いグラジエントパルスに対応する長い TE を避けることができるからである)。b 値が増加するにつれて、信号対雑音比 (SNR) は減少し、その結果最適な高 b 値は磁場強度、ソフトウェアそして製造業者に依存することになる。このように現時点では 1400 以上の b 値での DWI の必要性を越えて広く容認された最適な “高 b 値” というものは存在しない。

1. 技術仕様 Technical Specification

spectral fat saturation と組合わせた自由呼吸下のスピノエコーEPI シーケンスを推奨する。

- TE: ≤ 90 msec; TR: ≥ 3000 msec
- スライス厚: ≤ 4 mm, ギャップなし。スライス位置は T2W と DCE で使用されたものと同一あるいは同様の状況にする。
- 撮像範囲: 16-22cm
- 面内空間分解能 : ≤ 2.5 mm (位相と周波数方向)

ADC map にとって、時間や機器の制約で、二つだけの b 値しか得られない場合、ひとは $0-100 \text{ sec/mm}^2$ (できれば $50-100 \text{ sec/mm}^2$) の低 b 値、もう一つは $800-1000 \text{ sec/mm}^2$ の中間の b 値を推奨する。ADC を計算するために使用する最大 b 値はより高い b 値で報告される拡散尖度効果を避けるためには 1000 sec/mm^2 以下が推奨される。にも関わらず高 b 値 ($\geq 1400 \text{ sec/mm}^2$) 画像はまた必須であり、低 b 値と中間 b 値画像で別途収集データからあるいは計算されるべきである。100 と 1000 sec/mm^2 の間の他の b 値画により正確な ADC の計算と高 b 値 ($\geq 1400 \text{ sec/mm}^2$) 画像の推測画像を提供するであろう。

1. DWI の PI-RADS 評価

PI-RADS Assessment of DWI

ある病変のなかの信号強度はその病変が存在する組織学的領域内の“正常”な前立腺組織の平均信号と視覚的に比較するべきである。

Score	Peripheral Zone (PZ) or Transition Zone (TZ)
1	ADCおよび高b値DWIにおいて異常なし（すなわち正常）
2	ADCにおいて線状/楔形低信号強度を示すもの、および/または高b値DWIにおいて線状/楔形高信号強度を示すもの
3	ADCで限局性（背景と明確に区別される）の低信号および/または高b値DWI画像における限局性の高信号；ADC画像において著明な低信号強度を示すか、高b値DWI画像において著明な高信号強度を示す場合があるが、両方を示すことはない。
4	ADCにおいて限局性の著明な低信号を示しかつ高b値DWI画像において著明な高信号を示す病変；最大径が1.5cm未満
5	4と同様だが、最大径が1.5cm以上または明確な前立腺外浸潤/浸潤性態度を示す場合

2. DWI への注意 Caveats for DWI

- DWI の所見は常に T2W, T1W, DCE と相関性を持たせるべきである。
- 技術的問題であるが、信号強度の単位は異なる MRI スキャナー間では標準化されておらず、CT の濃度の Hounsfield 単位とは同様ではない。つまりすべての MRI スキャナーから得られる画像に適応できる標準化された“前立腺ウインドウ”というものはない。臨床的意義のある癌は拡散に制限・障害があり、ADC map では低信号として描出されるはずである。そこで以下のことを強く推奨する。ある特定の MRI 装置で得られた ADC map は臨床的意義のある癌を描出するために ADC map において有意に低信号となるように調整され、常に同じコントラスト（ウインドウ幅とウインドウレベル）設定で一貫性をもって評価されるべきである。ある特定の製造業者あるいは MRI 装置の経験を有する放射線科医の助言は有用であろう。
- ADC の色分けマップ（color-coded maps）はある特定の MRI 装置あるいは製造業者による画像の視覚評価の標準化として有用かもしれないが、量的な ADC 値の再現性に関する問題を取り除くことは出来ないであろう。
- 良性所見とある種の正常な組織や構造物（例えば、結石やその他の石灰化、線維化や濃密な線維筋性間質、通常は生検後の血液産物）は十分な信号がなく、T2W と ADC のどちらも無信号か、信号があってもごくわずかである。臨床的意義のある癌と比較して、これらのものはすべての拡散強調画像において著明に低信号であり、鑑別可能である。

- TZ 内の BPH 結節のあるものは明瞭な被膜を有せず、ADC map で低信号となり、高 b 値 DWI で高信号となる。形態学的特徴がある BPH 結節では評価に有用であろうが、現時点ではこのことが mpMRI の認識されている限界と言える。
- PZ あるいは CZ(訳注 “or CZ” は ver.2.1 での追加所見である)の被包化された、境界明瞭な、円形結節は、もし ADC で低信号であったとしても押し出された BPH 結節と思われる。この PIRADS カテゴリー所見は 2 とすべきである。
- カテゴリー4 での “高度な markedly” という言葉は同じ領域におけるその他の全ての局所の信号の中でもより明瞭な信号変化として定義される。

2. ダイナミック造影 MRI

Dynamic Contrast-Enhanced (DCE) MRI

DCE MRI は低分子量ガドリニウム造影剤 (gadolinium-based contrast agent; GBCA) を経静脈的に投与する前、中、後の rapid T1W gradient echo scan によるデータ収集と定義される。多くの他の悪性腫瘍と同様に、GBCA の急速静注後の前立腺癌もしばしば正常組織に比較して早期に濃染する。しかしながら実際の前立腺癌の造影剤増強動態は変動が激しく、不均一である。早期に washout する悪性腫瘍があれば、造影剤が長く残留する腫瘍もある。さらに造影剤増強効果のみが臨床的意義のある前立腺癌の決定的な所見ではなく、早期濃染がないからといって癌の可能性は除外できない。

DCE はいくらかの小さな意義のある癌を検出するのに役立つかもしれない (訳注: ver. 2.0 では以下の文章である。「DCE は小さな臨床的意義のある癌を見逃さないためにすべての mpMRI 検査に常に含めるべきである。」 Ver. 2.1 では DCE の必要性がかなりトーンダウンしていることがわかる。これに関しては少しでも見逃さないためには絶対必要であると主張する著者も少なくない)。DCE 検査では局所的早期濃染がないかどうか綿密に検討するべきである。もしあれば、それに相当する T2W, DWI 画像に相当する異常がないかどうかを注意深く読影せねばならない。現在 DCE の付加価値はしっかりと確立されていないが、ほとんどの既報の情報では T2W と DWI の組み合わせに追加する DCE の付加価値はわずかである。つまり DCE は前立腺 mpMRI 検査には重要な要素ではあるが、PI-RADS v2.1 カテゴリーの決定における役割は T2W と DWI に次ぐ二次的なもの

のである。

DCE が陽性とは、造影増強効果が、局所的で、隣接する正常前立腺組織の造影増強効果より早期あるいは同時期で、通常 T2W and/or DWI の疑わしい所見に一致することをいう。病変の陽性の造影増強効果は通常大腿動脈に GBCA を注入後 10 秒以内に起こる（画像取得に使用される時間分解能、注入速度、心拍出量その他の因子に依存するが）。

DCE を解析する最も広く利用されている方法は手動スクロールあるいはシネモードによりおのおののスライス位置で個々の DCE の時間経過（time-points）を直接視覚評価する方法である。造影増強効果の視覚評価は脂肪抑制やサブトラクション技術により改善する（特に造影前の T1W で高信号になる血液産物が存在する場合に）。造影増強効果の視覚的評価にはボクセル内の造影増強効果を色で特徴付けた parametric map（slope and peak など）が有用である。しかしながらサブトラクト画像あるいは parametric map でのすべての疑わしい所見は常に元画像で確認しなければならない。

かなりの努力が“curve typing”に費やされてきた（つまり信号対時間の機能的な病変の動態グラフ）。しかしながら前立腺癌の造影増強効果の特徴はきわめて多様であり、現時点では文献的には特徴的なカーブのタイプの使用を支持する証拠はほとんどない。もう一つのアプローチはコンパートメント薬物動態学的モデルであり、信号強度ではなく造影剤濃度に立脚し、動脈血の流入量が造影剤の wash-in(K^{trans})と wash-out(K_{ep})の時定数を計算するために機能する。商業ベースのソフトウェアプログラムが利用でき、 K^{trans} “map”を作成出来、病変の被視認性を改善するかもしれない。薬力学解析は腫瘍の性質への貴重な洞察や薬物の進歩に対するバイオマーカー測定を提供するが、PI-RADS 運営委員会は臨床使用へのこの解析方法のルーチンの採用を支持する論文審査のある十分な既報あるいは専門科の意見の一致は現時点では十分ではないと考えている。

このように、PI-RADSTMv2 にとっては、DCE “陽性”の MRI 病変とは、造影増強効果が限局性で、隣接する正常前立腺組織の造影増強効果より早い同時期であり、T2W and/or DWI の所見に合致する病変である。TZ においては BPH 結節はしばしば早期に濃染するが、それらは通常特徴的な良性の形態（円形で境界明瞭）を呈する。DCE “陰性”の MRI 病変とは周囲の前立腺と比較して早期濃染がないか、造影領域の辺縁が T2W and/or DWI の所見に合致せず、びまん性に造影されるものをいう。

1. 技術仕様 Technical Specification

DCE は一般的には造影様式の評価に数分をかける。背景の前立腺の組織と比較して早期濃染病変を検出するために、局所的な早期濃染を描出するためには時間分解能は 15 秒未満の撮像(acquisition)にすべきである。しかしながらもし十分な空間分解能と全体的な画質が担保されるならば、より高速の時間分解能が選択されるかもしれない。脂肪抑制やサブトラクションを推奨する。

- 文献の中では 2D あるいは 3D のどちらかの T1 gradient echo (GRE) sequence が述べられていますが、一般的に現代のシステムの使用時には 3D T1W GRE が利用可能で、望ましい。
- TR/TE: <100msec/ <5msec
- スライス厚: 3mm, ギャップなし、撮像面は DWI と DCE に使用したものと同一にすべき。
- FOV: 前立腺と精嚢全体を包含する
- 撮像面空間分解能: $\leq 2\text{mm} \times \leq 2\text{mm}$
- 時間分解能: $\leq 15 \text{ sec}$
- 全観察時間: $\geq 2 \text{ min}$
- 薬物投与量: 0.1 mmol/kg 標準的 GBCA あるいは等価の高い相関性のある GBCA
- 注入速度; 2-3cc/sec で注入を開始し、連続性で画像データを収集（すべての検査で同様にすべきである）

2. DCE の PI-RADS 評価 PI-RADS Assessment for DCE

Score	Peripheral Zone (PZ) or Transition Zone (TZ)
(-)	早期または同時の造影増強効果なし； または、T2Wおよび/またはDWIにおける局所所見に対応しないびまん性多発造影増強効果、 またはT2WIにおいてBPHの所見を示す病変に対応する局所的造影増強効果（PZにおける突出型BPHの所見を含む）
(+)	限局性、かつ；隣接する正常な前立腺組織の造影増強効果よりも早期にまたは同時に発生し、 かつ；T2強調画像（T2W）および/またはDWIにおける疑わしい所見と一致する

DCE への注意 Caveats for DCE

- DCE は常に T2W と DWI と共に解釈すべきである；臨床的意義のある癌の限局性造影増強効果は通常 T2W and/or DWI の局所所見に一致して見られる。
- DCE が有用な状況は、一部あるいは前立腺すべての DWI の評価が技術的にうまくいかない場合（つまりカテゴリーX）と同一患者において優先順位を決定すべき多発病変がある場合（例えば、すべての他の因子が同等であれば、最大の DCE 陽性病変が **index lesion** となる）。
- びまん性に増強される DCE は通常炎症による（前立腺炎など）。浸潤癌もびまん性の造影増強効果を呈する可能性があるが、その状況はまれであり、通常は浸潤癌に相当する T2W and/or DWI の異常が存在する。
- 組織学的に散在性にまばらな癌が正常の前立腺組織と混在している場合がある。そういう場合は T2W と DWI では描出されず（**occult**）、DCE のみで描出されたという報告がある（**anecdotally**）。しかしながらこういう腫瘍は通常は悪性度の低い腫瘍（**low grade tumors**）であり、造影増強効果は同時に存在している前立腺炎による影響かもしれない。

bi-parametric MRI について（ver.2.1 新設）

Commentary on bi-parametric MRI

総合的な PI-RADS 評価カテゴリーを決定する DCE の限定的役割にもかかわらず、経験から明らかなように、症例によっては、DCE は PZ と TZ の双方において csPCa の検出に有用であり、臨床の場面では時に DCE が「保険 **Safety-net**」あるいは「予備 **buck-up**」と見なされてきた。DWI がアーチファクトや不十分な信号対雑音比（SNR）のために画質が低下する場合は特にそうである。

DCE の役割が限定的と仮定すると、DCE のない前立腺 MRI、いわゆる “**biparametric MRI**”（**bpMRI**）に関心が高まることになる。多くの研究結果が生検の経験のない男性（**biopsy naïve men**）や過去の陰性生検の経験のある男性の csPCa（訳注：臨床的意義のある前立腺癌）の検出に対して **bpMRI** の価値を指示する結果を報告している。

PI-RADS 運営委員会は様々な臨床状況における **bpMRI** 検査に関する研究の継続を支援しており、潜在的な以下の利益を認めている。(1)ガドリニウム造影剤に関連する有害事象とガドリニウムの残留をなくす、(2)検査時間の短縮、(3)医療費の削減、おそらくその結果、前立腺癌を疑われ生検の既往のない男性が MRI 検査を受けやすくなり、実際受けるであろう。

しかしながら、PI-RADS 運営委員会は懸念も抱いている。ある研究では、DCE-MRI が前立腺の mpMRI の感度を改善すると報告している。bpMRI のほとんどの研究は前向き研究ではあるが、わずか 1-2 人の読影医により単一の施設で異なった方法論を使用して施行されている。bpMRI の施行は多人数の読影者による多施設臨床試験では、質の低下の可能性がある、更なる研究が必要である。現時点での状況では、もし bpMRI が広範に臨床検査として採用された場合は、csPCa の見逃しが増える可能性がある。さらに上述のように、特に T2W あるいは DWI がアーチファクトや不十分な信号対雑音比(SNR)による画質の劣化がある場合は、DCE は検査における「保険 safety-net」あるいは「予備 back-up」の撮影であり、そういう状況はある特定の MRI スキャナーにおいては直腸内コイルを使用しないと頻繁に起こる状況でもある。このように DCE が未治療の前立腺患者の評価には不必要だと判断するには更なる研究をすることが重要である。DCE は治療後の局所再発を評価するには依然として必須であり、現行の PI-RADS 評価基準はその状況には適応してはいけない。

PI-RADS 運営委員会は以下の多施設前向き研究を奨励する；多くの読影医を雇用して、双方のアプローチ（訳注：mpMRI と bpMRI のことか？）により促された mp-MRI による生検（訳者による補注：腫瘍部を狙った標的生検）の結果である csPCa と低悪性度の前立腺癌(indolent PCa)の相対的な生検診断率を TRUS-GB(経直腸的超音波ガイド下生検)（訳者による補注：従来の標準である systemic biopsy 全前立腺生検）の結果と比較検討し、mpMRI の結果に基づいた生検の報告された利点が bpMRI によっても維持されるかどうかを検証する。

（非常に難しい文章なので、以下原文を収載）。

The PI-RADS Steering Committee encourages multicenter prospective studies, employing multiple readers, addressing relative biopsy yields of csPCa and indolent PCa of mpMRI directed biopsy prompted by both approaches, with TRUS-GB comparisons to see if the documented advantages of mpMRI directed biopsy are retained by bpMRI.

現時点では、委員会は bpMRI は限定された臨床状況に対しての検査であることを提案し、mpMRI が bpMRI 検査よりも望ましい以下の状況を提言する。

1. 過小診断と過剰診断の間のバランスで、いかなる臨床的意義のある癌も見逃さないことが臨床的に優先されることを好む男性においては mpMRI が

やはり望ましい。これらの患者には原因不明の PSA 値の上昇があり、陰性生検の既往のある患者と PSA の早い倍加時間が持続したり、臨床的あるいは病理学的状況は変化している積極的監視下の患者が含まれる。

2. 先に受けた bpMRI で csPCa を疑う所見がなく、潜伏する癌の疑いが持続する男性患者で、次の MRI 検査では csPCa を見逃さないことが臨床的に優先される場合は、結果として、推奨される再撮影方法は mpMRI である。
3. 前立腺の形態を変化させることが知られている前立腺の治療介入の既往 (TRUS/TURP/BPH therapy, 放射線治療、局所治療あるいは塞栓療法) と薬剤/ホルモン治療 [testosterone, 5-alpha reductase, etc.] の既往のある場合は、mpMRI で評価されるべきであり、疾患を検出し局在化させるために外科的介入後の適切な検査時期を決定する必要がある。
4. 生検の既往のない男性で、濃厚な家族歴、既知の遺伝学的素因、泌尿器遺伝子スコア (urinary genomic scores) が上昇し、csPCa に対する平均的なリスク予測値計算スコア (risk calculator scores) よりも高い場合は mpMRI を受けるべきである。
5. 股関節のインプラントやその他の DWI 画像の質を劣化させることが予想される状況を有する男性は mpMRI を受けるべきである。

PI-RADS 評価カテゴリーにとっての bpMRI の意味

Implication of bpMRI for PI-RADS Assessment Categories

bpMRI が施行され、DCE 情報が得られない場合、TZ 評価は不変である。PZ における所見に対する PI-RADS 評価カテゴリーは DWI スコアを主因子して DWI スコアが 3 の場合はカテゴリーは上がらない。PI-RADS 評価カテゴリー 3 の男性の割合は増加傾向であり、PI-RADS 4 は減少し、その際これらの PI-RADS カテゴリーにおける csPCa の存在する可能性は変化し、さらなる情報管理とそれに続く生検の既往のない男性と陰性生検の既往のある男性の双方に対する介入の手順も変更が必要になるであろう。

第 5 節：病期診断 Section V: Staging

MRI は T 因子(T stage)、腺内に限局(< T2 disease)か、腺を越えて進展(>T3 disease)の決定に有用である。

前立腺の尖部は注意深く評価すべきである。癌が外尿道括約筋に進展する場合、括約筋切断による排尿機能障害を引き起こす外科的リスクが存在する。この領域の腫瘍は放射線治療の候補ともいえる。

前立腺外進展 (EPE) の正確な評価には神経血管束と精嚢への浸潤の評価が含まれ、高分解能の T2 強調画像が必要である。高分解能の造影の脂肪抑制 T1 強調画像からさらに情報が得られるであろう。

精嚢浸潤の特徴には以下がある。限局性あるいはびまん性の T2W 低信号、精嚢内や精嚢に沿った異常造影増強効果、拡散制限、前立腺底部と精嚢間角の不明瞭化、前立腺底部から精嚢内と精嚢周囲への腫瘍の直接進展である。

EPE の評価に使用される画像の特徴には以下がある。神経血管束の非対称性あるいは浸潤、前立腺の輪郭の膨隆、不規則あるいは棘状の辺縁、直腸前立腺角の不明瞭化、腫瘍と被膜の 1.0cm より長い接触面、腫瘍の直接進展あるいは膀胱壁浸潤所見による被膜の断裂。

解析の次なる段階は骨盤と後腹膜腔のリンパ節病変である。MRI でのリンパ節異常の検出は現時点では、大きさ、形態 (morphology and shape) , 造影パターンに限定される。一般的には短径が 8mm 以上のリンパ節を疑うが、微小リンパ節内転移 (harbor metastasis) では必ずしも大きくなるしない。評価すべきリンパ節は以下である。総大腿リンパ節、閉鎖リンパ節、外腸骨節、内腸骨節、総腸骨節、傍直腸リンパ節、前仙骨リンパ節、傍下大静脈リンパ節、大動脈分岐のレベルまでの傍大動脈リンパ節。

骨転移の存在の評価もするべきである。

Appendix I

Report Templates

下記に PI-RADS を使用した mp-MRI の報告書のひな形を提供する。目的は各医師間の意思疎通を改善することにある。したがって、PI-RADS v2.1 の総合的な疑いカテゴリーは、PI-RADS 解釈システムを使用する場合にのみ適用される点に注意が必要です。おのおのの病変に対して総合的な疑いカテゴリーが与えられることが推奨される、それぞれのパルスシーケンスレベルのカテゴリーは任意ではあるが、総合疑いカテゴリーの決定に役立つ場合がある。総合的な疑いはすべての症例で報告されるべきであるが、最終的な印象を修飾する可能性のある付加的な情報（例えば、辺縁領域病変を強く疑うが、細菌、緊急性、排尿時症状と会陰痛の臨床症状がある場合は前立腺炎を疑う）も提供できる。

単に様相を説明するよりも構造物の関与（例えば、神経血管束や精嚢）の有無をはっきりと説明することを推奨する。推定病期もはっきりと報告することを推奨するが、任意である。

利用可能である場合は、血清 PSA レベルと以前の生検の情報と値を報告することを推奨する；すべての症例に利用可能ではないだろう。最後に技術面が PI-RADS に準拠していることを述べる「技術」仕様を明らかにすることを推奨するが、ここの要素（例えば、DWI の b 値）を詳細に報告するかどうかは任意である。以前の検査の日付もリスト化すべきである。

PI-RADS 報告ひな形は次ページから始まる。

PI-RADS Report Template

INDICATION:(以下を含む、血清 PSA 値とすべての以前の生検方法-TRUS, FUSION, IN BORE, 日付と結果), 以前の治療 (放射線、ホルモン療法)

TECHNIQUE:(PI-RADS 準拠の状態; 以下の項目の明確な記載を推奨: 磁場強度, 使用したコイル、造影剤の経静脈投与のルートと速度とパルスシーケンス設定値)

COMPARISON:

FINDINGS:

大きさ : L×W×H or V cubic cm (PDA density を含む)

質(Quality)

出血(Hemorrhage):

辺縁領域(Peripheral zone):

移行域(Transition zone):

病変(複数)重症度順で (最高得点から最低得点まで、次にサイズ順に)

#1:

位置: PI-RADS の区域ラベルとイメージシリーズ/番号を使用

大きさ:

T2:

DWI:

DCE:

前立腺の辺縁: (浸潤なし, 不確定あるいは診断的な前立腺外浸潤)

病変の総合的な PI-RADS カテゴリー:

前立腺外浸潤:

神経血管束: 主病変 (index lesion) あるいは PI-RADS 4/5 病変からの距離

精囊:

リンパ節

その他の骨盤臓器:

IMPRESSION:

総合的 PI-RADS カテゴリー
(PI-RADS カテゴリー群のリスト化)

以下は参考例です。

前立腺 MRI

病歴/適応: 血清 PSA 上昇、2 週間前: 12.1ng/ml

TECHNIQUE: PI-RADS 勧告に従った骨盤の多断面・多シーケンス画像診断を 3.0T 磁場 MRI で 16 チャンネルの外部表面フェーズドアレイコイルを使用し、左肘窩から経静脈的にガドブトロール 10ml を秒速 2ml の速度で投与前後で撮像を行った。専用の 3 断面 20cm FOV FSE T2; b 値 50, 400, 800 s/mm² と計算された b 値 1400 s/mm² の拡散強調画像と ADC map; 10 病の時間分解能を有する 3D ダイナミック造影 T1 強調画像を 3mm スライスで撮影後、全骨盤の造影後 T1 強調画像も撮影した。

COMPARISON: なし

FINDINGS:

Size: 4.0 x 4.0 x 5.0 L x W x H cm for 42 cubic cm, PSA density 0.29 ng/mL/mL

Quality: 直腸の拡張による拡散強調画像における軽度の幾何学的歪みは、診断の信頼性を損なうものではない。

Hemorrhage: なし

Peripheral zone: やや不均一な高信号。局所的な所見は下記。

Transition zone: 前立腺肥大症に合致する中等度の不均一性。局所所見は下記。

Lesion #1:

Location: 右 midgland 移行域の腹側(RM-TZa) on series 5 image 16, axial T2

Size: 1.1 x 0.7 cm

T2:均一で中等度の低信号で前立腺外浸潤を伴う, Sequence category 5/5

DWI: 局所の高 b 値 DWI で著明な高信号かつ ADC で著明な低信号で前立腺外浸潤を伴う, Sequence category 5/5

DCE:局所の早期濃染, 陽性

Prostate margin: 腹側への肉眼的な前立腺外浸潤

Lesion overall PI-RADS category: 5/5

病変 #2:

Location: 左側尖部辺縁域後外側(LX-PZpl) on series 8 image 20, ADC map

Size: 0.8 x 0.6 cm

T2: 境界明瞭, 均一, 中等度低信号, sequence category 4/5

DWI: 局所の高 b 値 DWI で軽度高信号かつ ADC で中等度の低信号, Sequence category 3/5

DCE: 局所の早期濃染, 陽性

Prostate margin: 前立腺辺縁に隣接しない。

Lesion overall PI-RADS category: 4/5

Neurovascular bundles: 浸潤なし, Lesion #2 から約 0.8cm

Seminal vesicles: 浸潤なし

Lymph nodes: リンパ節腫大なし

Bones: 骨転移を示唆する所見なし

Other pelvic organs: 正常範囲

IMPRESSION:

1. 右移行域病変は非情に強く疑い、前立腺外浸潤を認める
MRI 推定病期 T3a (PI-RADS 5)
2. 左辺縁領域病変は強く疑い、前立腺外浸潤はなし (PI-RADS 5)

Overall PI-RADS category 5

PI-RADSR v2.1 評価分類

PI-RADS 1 – 非常に低い（臨床的に意義のある癌の存在する可能性は極めて低い）

- PI-RADS 2** – 低（臨床的に意義のある癌が存在する可能性は低い）
PI-RADS 3 – 中（臨床的に意義のある癌が存在するか否かが不明確）
PI-RADS 4 – 高（臨床的に意義のある癌が存在する可能性が高い）
PI-RADS 5 – 非常に高い（臨床的に意義のある癌が存在する可能性が極めて高い）（以下原文）

PI-RADSR v2.1 Assessment Categories

- PI-RADS 1** – Very low (clinically significant cancer is highly unlikely to be present)
PI-RADS 2 – Low (clinically significant cancer is unlikely to be present)
PI-RADS 3 – Intermediate (the presence of clinically significant cancer is equivocal)
PI-RADS 4 – High (clinically significant cancer is likely to be present)
PI-RADS 5 – Very high (clinically significant cancer is highly likely to be present)

Appendix II

区域図 Sector Map

PI-RADS v2.1 で使用される区域モデルは 41 に分割し、38 は前立腺、2 は精嚢、1 は外尿道括約筋である。

前立腺は短軸断面で中央（前立腺尿道で示唆される）を通る垂直線により左右に分割され、腺の中央を通る水平線により前後に分割される。

前立腺底部、中部、尖部で左右の辺縁域 (PZ) はおのものが 3 区域にさらに分割される：前 (a)，内後 (mp)，外後 (lp)

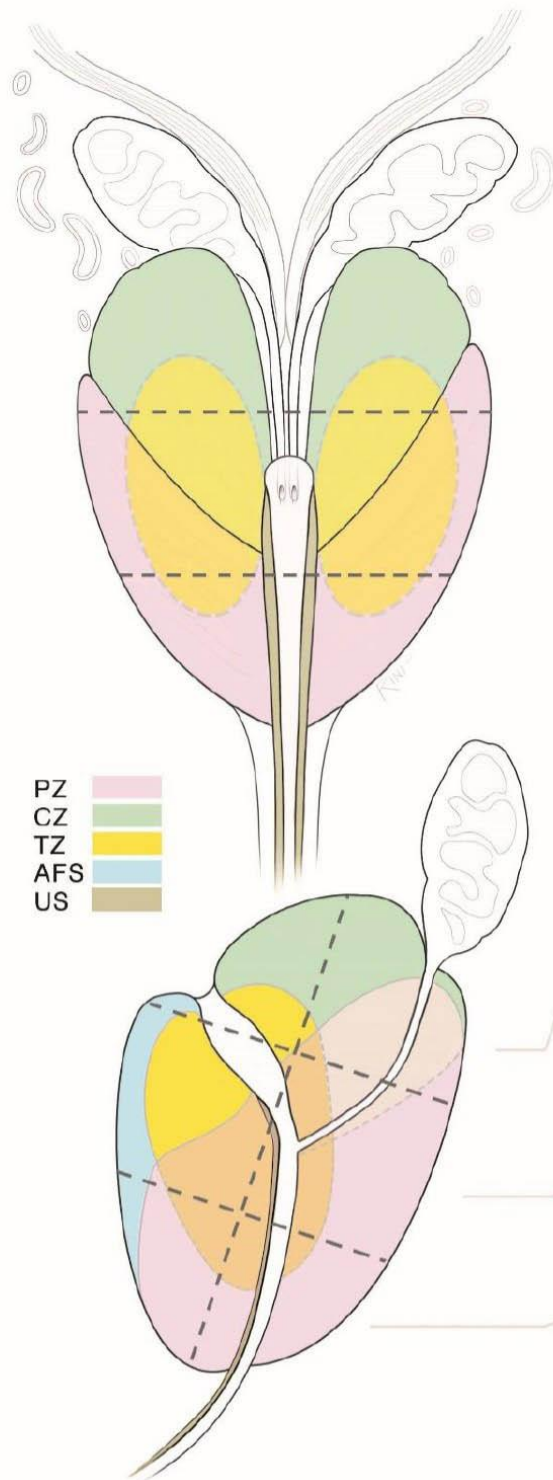
前立腺底部、中部、尖部で左右の移行域 (TZ) はおのものが 2 区域にさらに分割される：前 (a)，後 (p)

中心域 (CZ) は射精管周囲の前立腺底部に含まれる。

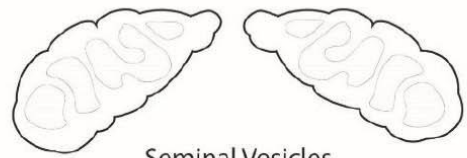
前線維筋間質 (AS) は底部・中部・尖部で左右に分割
精嚢 (SV) は左右に分割。

尿道括約筋 (US) は前立腺尖部と尿道膜様部に添って発達している。

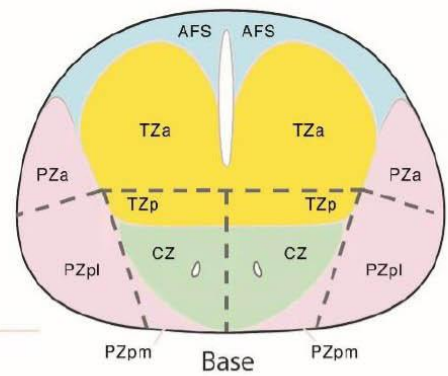
区域図 Sector map は理想的な“正常前立腺”である。患者やその前立腺 MRI においては、多くの前立腺が腫大あるいは萎縮した要素を有しており、PZ は腫大した TZ により不明瞭になる。そのような例では書かれた報告書に加えて、所見の位置を明確に指し示す区域図が局在化には特に有用となるであろう。



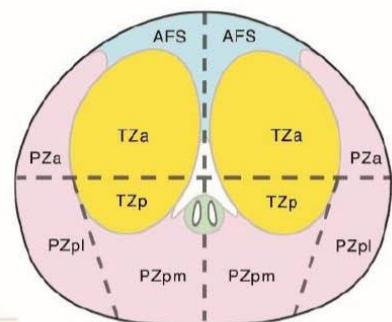
PZ
 CZ
 TZ
 AFS
 US



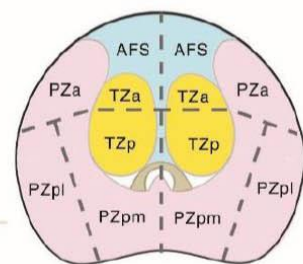
Seminal Vesicles



Base



Mid



Apex



Urethra

Appendix III

Lexicon 専門用語解説

異常 ABNORMALITY

- Focal abnormality : ある focus, 中心点あるいは部位に局在
- Focus : 隣接組織からは区別される限局性所見、三次元の空間占拠性構造ではない。
- Index Lesion : MRI で同定される最高の PIRADS カテゴリー病変。もし最高の PIRADS カテゴリーが 2 つ以上の病変に割り当てられた場合は、index lesion は EPE あるいは最大病変。dominant lesion としても知られる。
- Lesion : 局在化した病理学的あるいは外傷性的変化、障害、変形あるいは組織・臓器・身体の部分の断裂
- Mass : 腫瘍細胞・炎症細胞の増殖あるいは嚢胞変性から生ずる三次元の場所占拠性構造
- Nodule : 小さな塊、組織の腫脹あるいは集積
- Non-focal abnormality : 単一の focus に限局していない異常
- Diffuse : 広範に広がった ; 局在・限定されず、複数の領域に分散した、拡がりに連続性があることもないことも。解剖学的に境界に一致しない。
- Multifocal : 隣接組織から区別される多発異常所見
- Regional : 前立腺区域、sextant あるいは葉に一致する、前立腺組織の大きな容積を浸潤する腫瘍以外の異常信号

形態 SHAPE

- Round : 円形あるいは球形
- Oval : 卵円形あるいは楕円形
- Lenticular : 両凸レンズ、三日月状の形態
- Lobulated : 波状の輪郭を有する小葉から構成される
- Water-drop-shaped, Tear-shaped : 涙滴状・水滴状の形態、一端が他端よりも明らかに大きいことから卵円形と区別
- Wedge-shaped : 楔状、パイあるいは V 字型
- Linear : 線あるいは帯状の形態
- Irregular : 対称性・均一性の欠如

境界 MARGINS

- Circumscribed : 境界明瞭な (well defined)
- Non-circumscribed : 境界不明瞭な (Ill-defined)
- Indistinct : ぼけた (Blurred)
- Obscured : 明瞭に見えない or 容易に認識できない (Not clearly seen or easily distinguished)
- Irregular : 一様でない (uneven)
- Spiculated : 腫瘍の辺縁から放射状に伸びる線
- Encapsulated : 明瞭で均一、平滑な低信号線で境界された (BPH 結節)
- Organized chaos : 移行域内の境界明瞭で被包化された不均一な腫瘍 (BPH 結節)
- Erased charcoal sign : 指で汚され塗りつけられたようなぼけた辺縁 ; 前立腺移行域内でのぼけた辺縁の均一な T2 低信号病変のこと (前立腺癌)

MR の画像信号の特徴 MR IMAGING SIGNAL CHARACTERISTICS

- Hyperintense : MRI 画像上背景の前立腺組織 or 参照組織/構造よりもより高い信号強度 (より強い強度、より明るい)
- T2 Hyperintensity : T2 強調画像でより高い信号強度 (more intense, brighter)
- Isointense : 比較される関連組織/構造と同じ強度 ; MRI で背景前立腺組織の信号強度と同一あるいはほぼ同一の強度
- Hypointense : 背景前立腺組織あるいは関連組織/構造よりも強度が少ない (暗い darker)
- Markedly hypointense : 参照タイプの正常あるいは異常組織で予想されるよりも低信号、例えば石灰化・血液・ガスなどによる影響がある場合、(訳注 : 原文の意味がとりにかねる表現なので原文を付けておきます。 “Signal intensity lower than expected for normal or abnormal tissue of the reference type, e.g., when involved with calcification or blood or gas ” ADC map の評価で “Markedly hypointense” があるのですが、その箇所には合わない説明のようです。ADC map の category 4,5 の markedly hypointense の表現に関しては本文の拡散強調画像の項 “Caveats for DWI” に説明がありますので、そちらを参考にしてください。)
- T2 hypointensity : T2 強調画像で低信号強度 (less intense, darker)
- Organized chaos : 移行域の不均一な T2 信号で、境界明瞭な辺縁で被包化 (BPH nodule)

- **Restricted diffusion** : ボクセル内で、主に細胞膜境界により、水分子のランダムなブラウン運動が制限されること ; 1400 sec/mm^2 より大きな **b** 値で撮影あるいは計算された拡散強調画像上で前立腺の辺縁域あるいは移行域よりも高い信号強度を有し、該当する ADC マップで低信号を呈している。同意語: “impeded ” diffusion
- **Diffusion-weighted hyperintensity** : 拡散強調画像で T2 shine-through の影響ではなく、背景前立腺よりも高信号を有する
- **Apparent Diffusion Coefficient (ADC)** みかけの拡散係数; 組織における水分子の運動の程度の測定。異なった **b** 値で得られたデータにおける信号損失を計算することにより決定され、単位は mm^2/sec or $\mu \text{m}^2/\text{sec}$
- **ADC Map** : 画像におけるおのおのボクセルの ADC 値の表示
- **ADC Hyperintense** : ADC map で背景よりも高信号強度を有する (more intense, brighter)
- **ADC isointense** : ADC map で背景と同一あるいはほぼ同一の信号強度を有する
- **ADC Hypointense** : ADC map で参照背景よりも低信号強度 (darker) を有する
- **b-value** : **b** 値 ; 拡散に対する拡散強調画像シーケンスの感度を決定する拡散勾配の強度と時間の大きさ
- **Dynamic contrast enhanced Wash-in** : 造影増強効果の早期動脈相 ; 造影剤の組織へ到達するに必要な一定の時間
- **DCE Wash-out** : 後期静脈相、de-enhancement, 造影効果に引き続く信号減少, 造影剤の組織から消失するのに必要な時間
- **Pharmacodynamic analysis PD curves** 薬力学的解析 薬力学的曲線; 造影剤の wash-in と wash-out 率の時定数を計算するための組織造影剤濃度の変化を定量する方法
- **Time vs. signal intensity curve** : y 軸に組織信号変化、x 軸に 時間をプロット
- **Enhancement kinetic curve** : 組織信号強度を時間関数としてプロットする組織造影効果のグラフ表示

造影増強効果のパターン **ENHANCEMENT PATTERNS**

- **早期流入 Early phase wash-in** ; 造影剤投与後早期の信号強度の特徴 ; 造影剤の前立腺への到達に相当する流入相 (wash-in phase)
- **遅延相 Delayed phase** ; 造影剤投与後に信号強度の早期上昇に引き続く信号強度の特徴

- 持続する遅延相 1 型カーブ Persistent delayed phase - type 1 curve
経時的に増加する信号強度
- プラトー遅延相 2 型カーブ Plateau delayed phase - type 2 curve
信号強度の最初の上昇後経時的に変化せず平坦; プラトーとはダイナミック造影 MRI 検査内において 10%未満の信号強度の変化
- 洗い出し遅延相 3 型カーブ Washout delayed phase - type 3 curve
信号強度の最初の上昇後に最高値から減少する
- 陽性 DCE positive DCE
局所的で、隣接する正常前立腺組織よりも速くあるいは同時の造影増強効果があり、T2 and/or DWI で辺縁領域あるいは移行域に造影増強効果に一致する限局性病変がある
- 陰性 DCE negative DC
隣接する正常前立腺組織よりも早期あるいは同時の造影増強効果がない。
T2 and/or DWI の限局性病変に一致しないびまん性多発性の造影増強効果。
BPH 病変に一致する限局性造影効果

解剖学的用語 AN ATOMICAL TERMS

- Prostate: Regional Parts 前立腺：領域区分；
前立腺は上部から下部にかけて 3 領域パートに分割；底部，中間部，尖部
(the base, the midgland, and the apex)
- Base of prostate 前立腺底部
膀胱直下の前立腺の上方 1/3
- Mid prostate 前立腺中部
中部前立腺尿道の精丘を含む前立腺の中間部 1/3；midgland
- Apex of prostate 前立腺尖部
前立腺下部の 1/3
- Peripheral zone 辺縁域
前立腺の後方外縁、外側、尖部を覆う；尖部の大部分を構成する
- Transition zone 移行域
近位の前立腺部尿道に沿った組織で加齢に伴い増大する(BPH)。
MRI の T2 強調画像で低信号線として描出される「外科的被膜」（あるいは「偽被膜」）により辺縁域から境界される。
BPH の主体領域

- **Central zone** 中心域；前立腺底部から精丘までの範囲で背側と頭側で射精管を覆う組織。形態は逆円錐型で底を前立腺の底部に向ける。腺組織よりも間質を多く含む。
- **Anterior fibromuscular stroma** 前線維筋間質
前方に位置し平滑筋を含む、膀胱頸部では尿道周囲筋線維と混合する、腺組織を含まない。
- **Prostate: Sectors** 前立腺区域
intervention 時に前立腺を標的とするために定義された解剖学的区域、標準化された MRI では前立腺区域は 38 区域が同定され、それに精囊と尿道膜様部がある。おのおのの伝統的な **prostate sextant** は二分割され、6 領域となる。以下を含む、前線維筋間質、移行域の前後区域、辺縁域の前、外、内側区域。前後区域は前立腺を前後に半分に二分割する線で決定される、**Sector Map** ダイアグラムを参照
- **Prostate“capsule”** 前立腺 “被膜”
組織学的には前立腺を覆う明瞭な被膜はない。しかしながら歴史的に前立腺の線維筋間質の外側層が “被膜” と呼ばれてきた。それは前立腺の辺縁域あるいは辺縁域の一部を覆う明瞭な薄層組織として画像でも描出される骨盤内筋膜と融合している。
- **Prostate pseudocapsule** 前立腺偽被膜
画像上移行域を覆う薄い “被膜” がみられるが、組織学的には真の被膜は存在しない。画像上は移行域と辺縁域の接合部は明らかな線状の低信号帯の境界がみられるが、しばしばこれを前立腺 “偽被膜” あるいは “外科的被膜” と呼ばれる。
- **Seminal vesicle** 精囊
男性の泌尿生殖器系の 2 つの対をなす 1 つで、膀胱の背側・前立腺の頭側にある。精液の要素であるフルクトースに富んだ精囊液を産生する。これらの腺は同側の輸精管に合流し、前立腺底部で射精管を形成する。
- **Neurovascular bundle of prostate NVB** 神経血管束
腰部交感神経鎖から腸骨動脈に沿って骨盤へ下行する神経線維で、副交感神経線維と合流混合し、S2-S4 へ分岐する。混合神経束は背側の膀胱背側・精囊・前立腺へ走行し、“骨盤神経叢”を形成する。骨盤神経叢から海綿体神経が分岐し前立腺の左右のおのおのの後外側面に沿って走行する。海綿体神経に動静脈が伴走し血管神経束が形成され、MR 画像で 5 時と 7 時の位置で最も明瞭に描出される。前立腺の尖部と底部で、神経血管束は “被膜” を貫通する分枝を送り、腫瘍が前立腺外進展する潜在性経路となる。

- **Right NVB** 右神経血管束
7 時の後外側に位置
- **Left NVB** 左神経血管束
5 時の後外側に位置
- **Vas deferens** 精管
精子を輸送する精囊の排出管。陰囊に始まり、精囊に合流し射精管を形成、精丘のレベルで中部前立腺尿道に開口する。
- **Verumontanum** 精丘
精丘（粘膜とその隣接組織の挙上による尿道の隆起）は射精管が前立腺尿道に開口する部位で中部前立腺尿道の後壁に存在する細長い隆起
- **Neck of urinary bladder** 膀胱頸部,
膀胱の壁である膀胱下部であり、収束し、連続性に近位尿道となる。
- **Urethra: Prostatic** 前立腺尿道
近位前立腺尿道は前立腺底部の膀胱頸部から中間部前立腺の精丘までの範囲。末梢前立腺尿道は精丘から膜様部尿道までの範囲で、尿道括約筋の平滑筋も含む。
- **Urethra: Membranous** 膜様部尿道
尿道の膜様部は前立腺尖部と球部海綿体の間に位置し、尿生殖隔膜を貫通走行する。
- **External urethral sphincter** 外尿道括約筋,
尿道膜様部の全長を覆い、尿生殖隔膜筋膜に包まれている。
- **Periprostatic compartment** 前立腺周囲区画
前立腺周囲間隙
- **Rectoprostatic compartment/Rectoprostatic angle** 前立腺と直腸間隙
- **Extraprostatic** 前立腺外の領域と関連する
- **Prostate-seminal vesicle angle** 前立腺精囊角
前立腺底部と精囊の間隙、正常では脂肪組織と前立腺の神経血管束で満たされている。

病期診断用語 STAGING TERMS

- **Abuts “capsule” of prostate** (前立腺 “被膜” と境界する)
腫瘍が “被膜” に接している(touch)
- **Bulges “capsule” of prostate** (前立腺 “被膜” の膨隆)
凸状の “被膜” の輪郭

疑う病変の前立腺輪郭の膨隆: 局所性, 棘状 (前立腺外腫瘍)

広基性接触 (腫瘍の少なくとも 25% が被膜と接触している)

1cm 以上の腫瘍と被膜の接触

尖部尿道より下方に沿って進展する前立腺尖部のレンズ状腫瘍

- **Mass effect on surrounding tissue (周囲組織への mass effect)**
腫瘍周囲組織への圧排 or 隣接組織あるいは構造の偏位、or 浸潤腫瘍による組織面の不明瞭化
- **Invasion 浸潤**
解剖学的境界を越えた腫瘍進展 (腺内の腫瘍進展も含む)
前立腺内区域を横断
腺外、“被膜”を横断 (腫瘍の被膜外進展、腫瘍の前立腺外進展、腫瘍の腺外進展)
- **Invasion: “Capsule” 被膜浸潤**
腫瘍の“被膜”浸潤あるいは“被膜”を横断する進展で、辺縁が不明瞭でばけて不整になる
- **Extraprostatic extension (EPE) 前立腺外進展**
被膜の陥入
被膜の断裂 (breach of the capsule)
“被膜”を横断する腫瘍の直接進展,
直腸前立腺角の不明瞭化
- **Invasion: Pseudocapsule 偽被膜の浸潤**
境界を不明瞭化する偽被膜への腫瘍浸潤
- **Invasion: Anterior fibromuscular stroma 前線維筋性間質の浸潤**
辺縁が不明瞭な前線維筋間質への腫瘍浸潤
- **Invasion: Prostate – seminal vesicle angle 前立腺 - 精嚢角への浸潤**
前立腺底部と精嚢間隙領域への腫瘍浸潤
- **Invasion : Seminal vesicle, Seminal vesicle invasion (SVI) 精嚢への腫瘍浸潤**
精嚢への腫瘍浸潤、3 タイプあり。
 1. 前立腺底部の上部での射精管に沿った精嚢への腫瘍進展
精嚢内や精嚢に沿った限局性の T2 低信号域
精嚢の内腔の拡張と T2 低信号域
精嚢内の拡散制限
精嚢壁に沿ったあるいは内腔の造影効果
前立腺—精嚢角の不明瞭化
 2. 前立腺底部から精嚢内と精嚢周囲への直接腺外腫瘍進展

3. Metachronous tumor deposit 異時性腫瘍の存在

独立した限局性の精囊の末梢の T2 低信号域の造影腫瘍

- **Invasion: Neck of urinary bladder** 膀胱頸部浸潤
膀胱頸部へ浸潤する前立腺尿道に沿った腫瘍進展
- **Invasion: Membranous urethra** 膜様部尿道への浸潤
膜様部尿道に浸潤する前立腺尿道に沿った腫瘍進展
- **Invasion: Periprostatic, extraprostatic** 前立腺外への進展
- **Invasion: Neurovascular bundle of prostate** 前立腺の神経血管束への浸潤
前立腺の神経血管束への腫瘍進展
神経血管束の非対称性腫大あるいは直接腫瘍浸潤
直腸前立腺角の評価（右と左）
 1. 非対称性：不明瞭化あるいは扁平化したものは異常
 2. 直腸前立腺角の脂肪：
浸潤（個々の要素が同定できないあるいは分離できない）
浸潤なし（個々の要素が同定可能 individual elements are visible）
 3. 直接腫瘍進展
- **Invasion: External urethral sphincter** 外尿道括約筋への腫瘍浸潤
外尿道括約筋への腫瘍進展
括約筋の正常の低信号の消失, 括約筋の円形輪郭の連続性の消失

他の病理学的状態の MRI の特徴

MRI CHARACTERISTICS OF ADDITIONAL PATHOLOGIC STATES

- **BPH nodule** 良性前立腺過形成結節
T2 強調画像において境界明瞭な低信号の辺縁を持つ円形あるいは卵円形の腫瘍で少なくとも2つの断面画像で同定されるもの；移行域あるいは移行域から辺縁域に押し出されて発見される被包化腫瘍あるいは「組織化された無秩序 organized chaos」の様相を呈する領域。
- **Hypertrophy of median lobe of prostate** 前立腺内側葉の過形成
前立腺内側葉の容積増加、mass effect あるいは膀胱内腔への膨隆と尿道の伸展
- **Cyst** 嚢胞
境界明瞭な液体を含有する T2 高信号の嚢様構造
- **Hematoma-Hemorrhage** 血腫—出血
まとまった T1 高信号域あるいは病変

- Calcification 石灰化
すべての MRI 画像（MRI sequences）で著明な低信号病変

Appendix IV

SAMPLE PROTOCOLS(作成中)

Appendix V

Atlas

参考文献 REFERENCES 省略

SECTOR MAP CREDIT

前立腺のセクター図は、McNeal JE（Am J Surg Pathol. 1988 Aug;12:619-33）による前立腺の正常組織学と解剖学的相関を使用して、Villers ら（Curr Opin Urol. 2009;19:274-82）および Dickinson ら（Eur Urol. 2011;59:477-94）が図として公表したものを基にジョーンズ・ホプキンス大学医学応用美術学科の准教授である DAVID A. RINI、MFA、CMI、FAMI が修正したものである。

FIGURES

Figure 1 – T2強調画像による前立腺解剖図

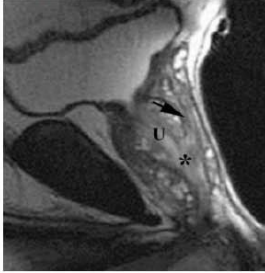
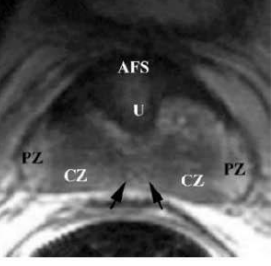
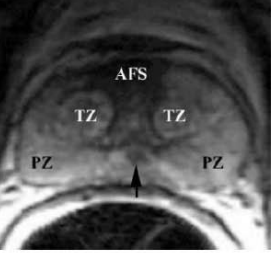
	A. 前立腺の矢状断面像では、尿道（U）、射精管の走行（矢印）および射精管が合流して中部前立腺尿道に開口する位置である精丘（★）が示されています。
	B. 後部前立腺の冠状断像では中心域（CZ）と辺縁域（PZ）が示される。CZはその底部は前立腺の底部に向かう逆円錐型で、腺組織よりも間質が多いので、均一な低信号であることに注目せよ。CZは若い患者で明瞭に同定されるが；良性前立腺過形成（BPH）による年齢性依存性の移行域の増大がCZを圧排偏位し、同定が困難になる可能性がある。
	C. 前立腺底部の短軸画像は、膀胱直下の前立腺の上部1/3を構成しており、以下の解剖学的区域を示す：前線維筋性間質（AFS）は平滑筋を含み、膀胱頸部の尿道周囲の筋繊維と混ざり合い、腺組織は含まないので、非常に低信号となる；中心域（CZ）は射精管（矢印）を囲む；辺縁域（PZ）は前立腺の外層の外側と背側を覆う。
	D. 前立腺中間部の短軸像は前立腺の中1/3を構成し、中部前立腺尿道内の精丘を含み、前線維筋性間質（AFS）と尿道周囲の移行域（TZ）を認める。腺中間部ではPZは容積が増大し、前立腺外層の外側と背側を占め、均一な高信号を呈することに注目せよ。矢印は射精管の合流部を示し、精丘の腺中部尿道に開口する。
	E. 前立腺尖部の短軸画像は、前立腺の下部1/3を構成し尿道（U）の腹側に低信号の前線維筋性間質（AFS）を見る。辺縁域が前立腺尖部の大部分を占めている。

Figure 2– T2強調画像における辺縁域のPI-RADS評価

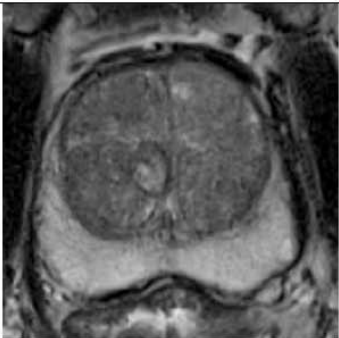
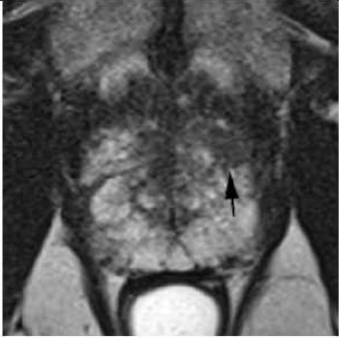
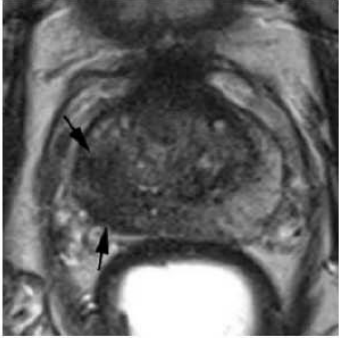
1		均一な高信号強度（正常） Uniform hyperintense signal intensity (normal).
2		線状(矢印), 楔状あるいはびまん性の軽度低信号域、通常境界は不明瞭 Linear (arrow), wedge-shaped, or diffuse mild hypointensity, usually indistinct margin.
3		不均一な信号強度あるいは輪郭のない円形の中等度の低信号（矢印） Heterogeneous signal intensity or non-circumscribed, rounded, moderate hypointensity (arrow).
4		輪郭のある 均一な中等度の低信号域/腫瘍で、前立腺内に限局し、最大径1.5cm未満（矢印） Circumscribed, homogenous moderate hypointense focus/mass confined to prostate and <1.5 cm in greatest dimension (arrow).
5		4と同じだが, 最大径が1.5cm以上（矢印）あるいは前立腺外浸潤/浸潤性態度あり Same as 4 but ≥1.5cm in greatest dimension (arrows) or definite extraprostatic extension/invasive behavior.

Figure 3 – T2強調画像における移行域のPI-RADS評価

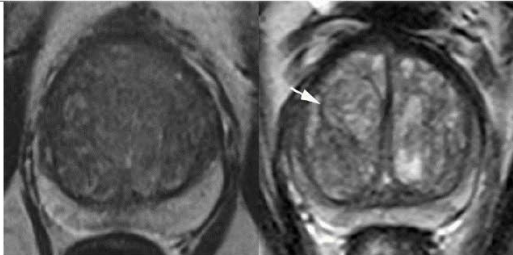
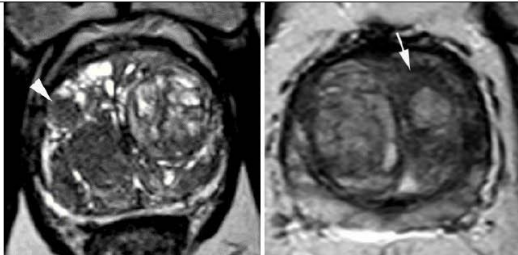
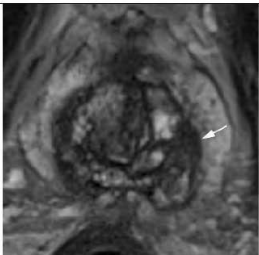
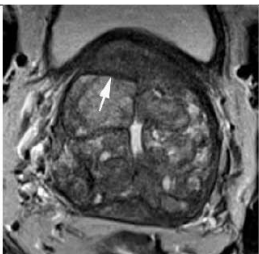
1		正常のTZ所見(まれ) – 均一な中等度の信号強度、あるいは単一の円形で完全に被包化 (矢印) された結節 (「定型結節」) Normal appearing TZ (rare) - homogeneous intermediate signal intensity, OR a round, completely encapsulated (arrow) nodule ("typical nodule")
2		大部分が被膜に囲まれた結節または被膜のない均一な比較的境界明瞭な結節 (「非定型結節」) または結節間に存在する均一な軽度低信号域 A mostly encapsulated nodule OR a homogeneous circumscribed nodule without encapsulation (arrowhead) ("atypical nodule") OR a homogeneous mildly hypointense area between nodules (arrow)
3		境界が不明瞭な不均一な信号強度 (矢印)。2, 4, または5に該当しない他のものを含む Heterogeneous signal intensity with obscured margins (arrow). Includes others that do not qualify as 2, 4, or 5.
4		レンズ状 (矢印) または輪郭不明瞭で均一な中等度の低信号で、最大径が1.5 cm未満 Lenticular (arrow) or non-circumscribed, homogeneous, moderately hypointense, and <1.5 cm in greatest dimension.
5		4と同様だが、最大径が1.5cm以上 (矢印) または明確な前立腺外浸潤/浸潤性態度を示す場合 Same as 4, but ≥ 1.5 cm in greatest dimension (arrows) or definite extraprostatic extension/invasive behavior.

Figure 4 – 拡散強調画像における辺縁領域のPI-RADS評価

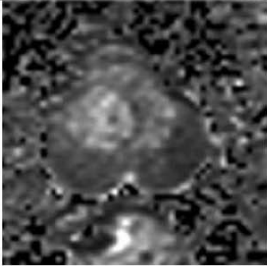
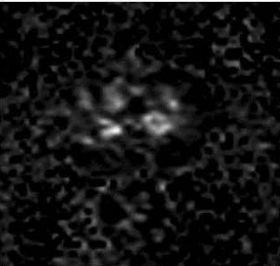
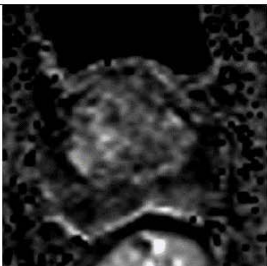
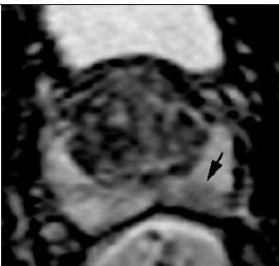
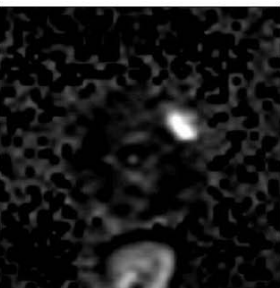
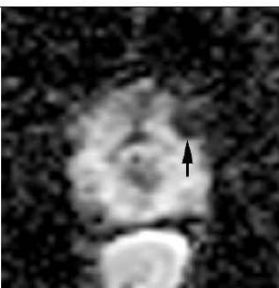
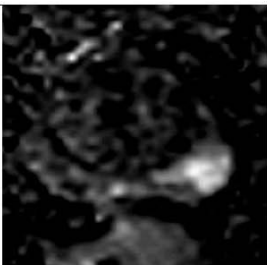
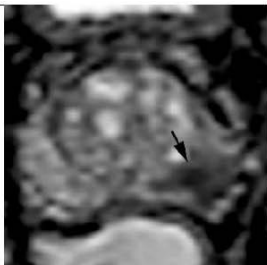
1			ADCと高b値DWIで異常なし (i.e. 正常) No abnormality (i.e. normal) on ADC and high b-value DWI.
2			線状/楔状の低信号(ADC) and/or 線状/楔状の高信号(高b値DWI) Linear/wedge shaped hypointense on ADC and/or linear/wedge shaped hyperintense on high b-value DWI
3			限局性の（背景とは明確に区別される） ADC低信号 および/または高b値DWIの高信号； 高度の低信号（ADC）あるいは高度の高信号 （high b-value DWI）のことがあるが、 両方はなし Focal (discrete and different from the background) hypointense on ADC and/or focal hyperintense on high b-value DWI; may be markedly hypointense on ADC or markedly hyperintense on high b-value DWI, but not both.
4			ADCで限局性の著明な低信号かつ 高b値 DWIで著明な高信号；最大径1.5cm未満 Focal markedly hypointense on ADC and markedly hyperintense on high b-value DWI ; <1.5cm in greatest dimension
5			4と同じだが最大径は1.5cm以上 あるいは前立腺外浸潤/浸潤性態度 Same as 4 but ≥ 1.5 cm in greatest dimension or definite extraprostatic extension/invasive behavior
	High b-value DWI	ADC map	

Figure 5 – 拡散強調画像における移行域のPI-RADS評価

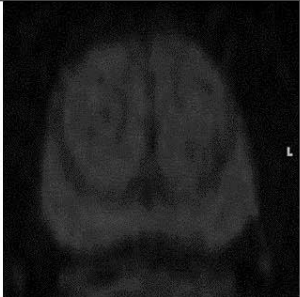
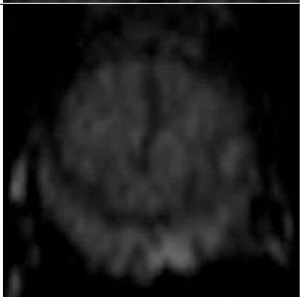
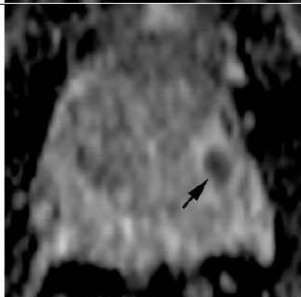
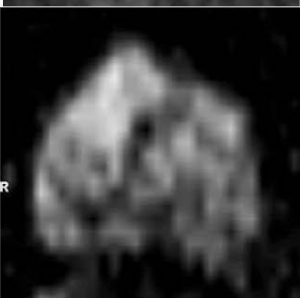
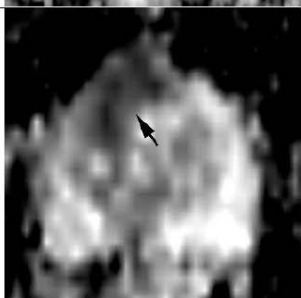
1			ADCと高b値DWIにおいて異常なし（正常） No abnormality (i.e. normal) on ADC and high b-value DWI
2			線状/楔状の低信号(ADC) and/or 線状/楔状の高信号(高b値DWI) 非局所性の低信号(ADC) and/or 高信号(高b値DWI) Linear/wedge shaped hypointense on ADC and/or linear/wedge shaped hyperintense on high b-value DWI Non-focal hypointense on ADC and/or hyperintense on high b-value DWI
3			限局性の（背景とは明確に区別される）ADC低信号 および/または高b値DWIの高信号；高度の低信号（ADC）あるいは高度の高信号（high b-value DWI）のことがあるが、両方はなし Focal (discrete and different from the background) hypointense on ADC (arrow) and/or focal hyperintense on high b-value DWI; may be markedly hypointense on ADC OR markedly hyperintense on high b-value DWI, but not both
4			ADCで限局性の著明な低信号かつ高b値DWIで著明な高信号；最大径1.5cm未満 Focal markedly hypointense on ADC AND markedly hyperintense on high b-value DWI ; <1.5cm in greatest dimension
5			4と同じだが最大径は1.5cm以上あるいは前立腺外浸潤/浸潤性態度 Same as 4 but ≥1.5cm in greatest dimension or definite extraprostatic extension/invasive behavior
High b-value DWI		ADC map	

Figure 6– dynamic MRIのPI-RADS評価

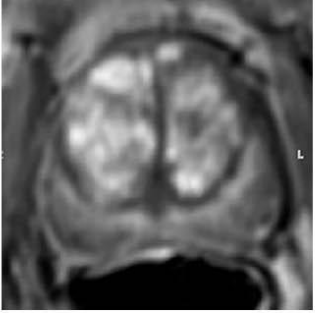
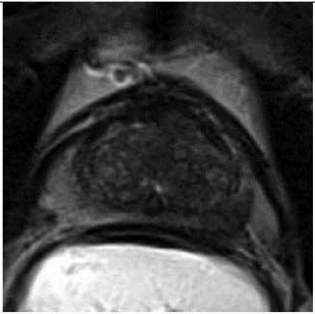
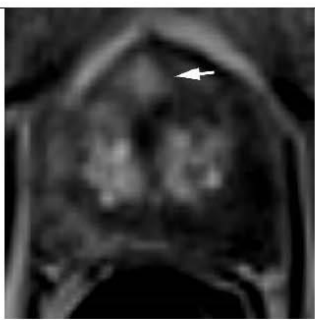
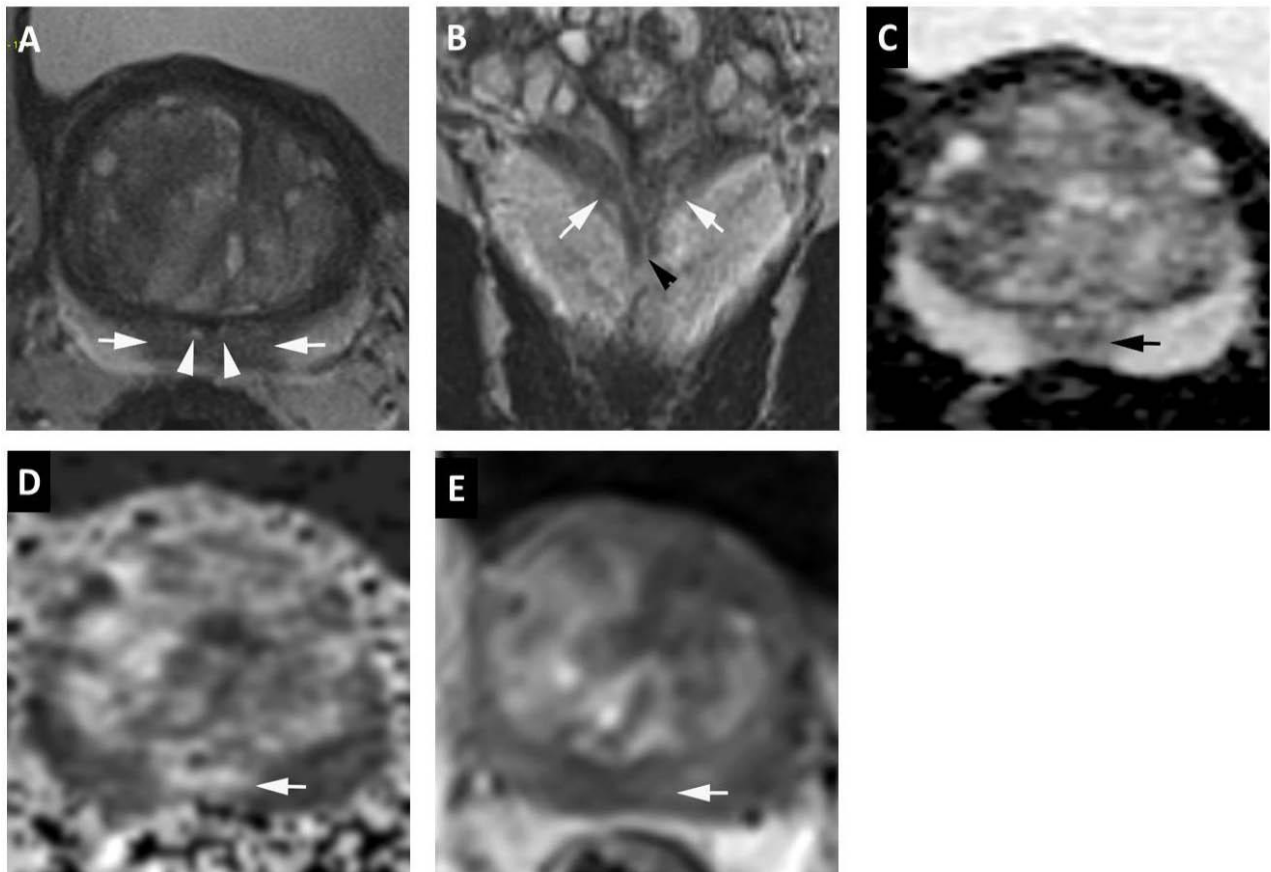
Negative		
	早期あるいは同時の造影増強効果がない； またはT2Wおよび/またはDWIの局所初見に一致しないびまん性の 多発濃染 あるいは T2WでBPHの特徴を示唆する病変に一致する局所性造影増強効果 (PZへ膨隆するBPHと考えられる所見も含む) No early or contemporaneous enhancement; or diffuse multifocal enhancement NOT corresponding to a focal finding on T2W and/or DWI or focal enhancement corresponding to a lesion demonstrating features of BPH on T2WI (including features of extruded BPH in the PZ)	
Positive	Peripheral Zone 	
Transition Zone		
	限局性、かつ； 隣接する正常前立腺組織の造影増強効果より 早期あるいは同時の造影増強効果、かつ； T2W および/または DWIの癌を疑う初見に一致する造影増強効果 Focal, and; earlier than or contemporaneously with enhancement of adjacent normal prostatic tissues, and; corresponds to suspicious finding on T2W and/or DWI	

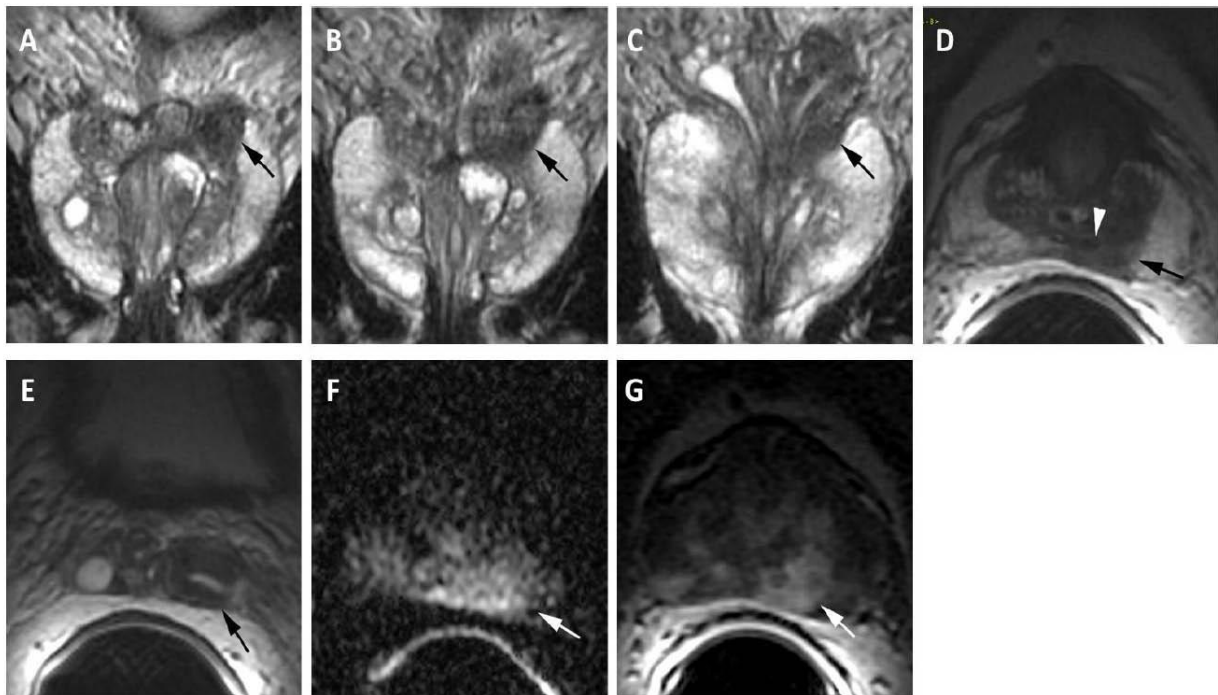
Figure 7– 正常の中心域



- A. 短軸のT2強調画像では前立腺の底部において射精管（矢頭）を囲む対称性の均一な低信号強度（矢印）を示す。
- B. 冠状断のT2強調画像では腺の中間部において底部から精丘（矢頭）のレベルに円錐形の分布で拡がる対称性の均一な低信号を示す。
- C. 短軸のADC mapではA. に対応して対称性の軽度の低信号を示す。
- D. 拡散強調画像（ $b=1400 \text{ sec/mm}^2$ ）ではA. とB. に対応して対称性の軽度高信号強度を示す（矢印）。
- E. 早期のdynamic MRI画像では中心域の領域には造影増強効果を認めない（矢印）。

T2W MRI PI-RADS=1, DWI PI-RADS=1, DCE-MRI PI-RADS=negative,
PI-RADS Assessment Category=1

Figure 8- 中心域の前立腺癌

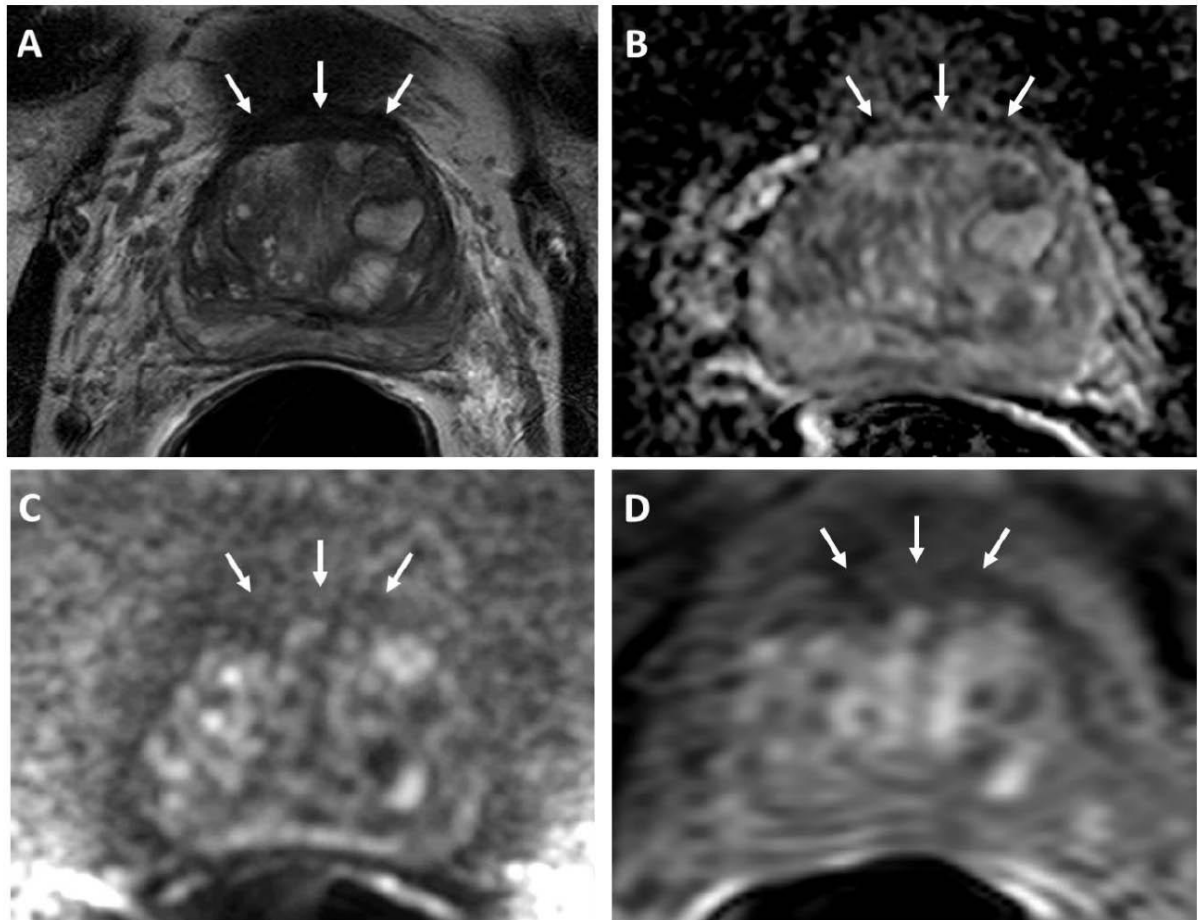


前立腺癌の59才男性で直腸内コイルを使用して1.5TのMRIで撮影（根治的前立腺摘出術では腺癌は左底部に存在しGleason score 4+3の癌で前立腺外浸潤と精嚢浸潤を伴っていた）。

- A-C. 冠状断のT2強調画像では左底部を浸潤する非対称性の中等度の低信号強度を呈し、左精嚢への進展を伴っている（矢印）。
- D. 短軸のT2強調画像では非対称性の中等度の低信号強度（矢印）は左射精管（矢頭）を囲む左中心域に存在している。
- E. 短軸のT2強調画像では左精嚢の非対称性の壁肥厚を認める（矢印）。
- F. 短軸の拡散強調画像（b=1000 sec/mm²）では左の中心域に非対称性の高信号強度を認める。
- G. 短軸のdynamic造影MRIではT2WIとDWIでの信号異常に対応した早期の非対称性の造影増強効果を認める。

T2W MRI PI-RADS=5, DWI PI-RADS=5, DCE-MRI PI-RADS=positive,
PIRADS Assessment Category= 5.

Figure 9. 正常の前線維筋性間質

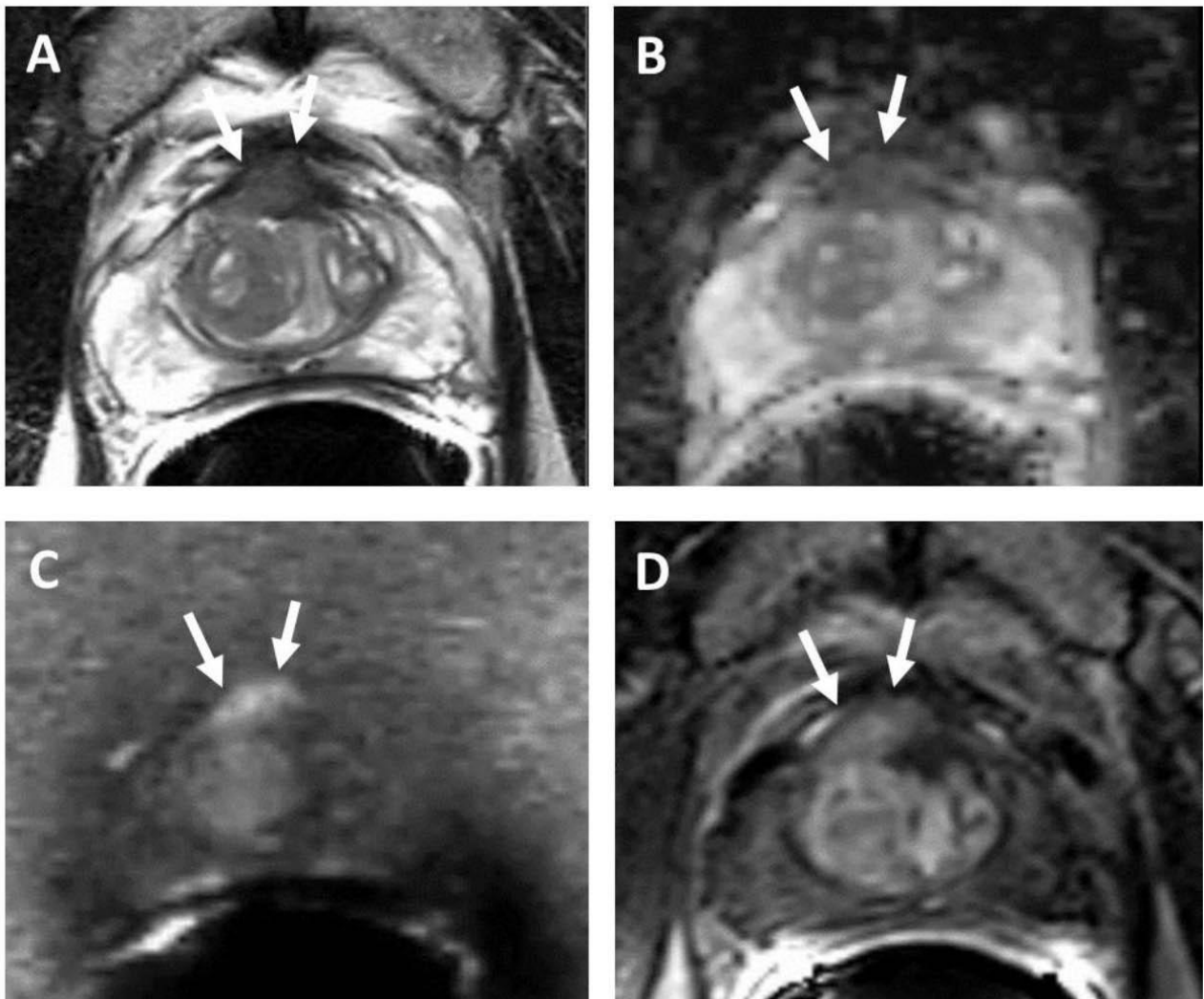


正常の前線維筋性間質 (AFMS) は垂直方向に配列した平滑筋束から構成され、膀胱の平滑筋と連続しており、非腺層として前立腺の全面を被覆している。

- A. 短軸のT2強調画像では前立腺の前部に沿って対称性の著明な低信号強度を呈しており、矢印は正常AFMSの定型所見である。
- B. 短軸のADC mapではAFMSに沿って（背景の前立腺と同様の）正常な信号強度を呈しており、正常のAFMS（矢印）所見である。
- C. 拡散強調画像 ($b=2000\text{sec/mm}^2$) ではAFMSに沿って（背景前立腺と同様の）正常の低信号強度を呈している（矢印）。
- D. 早期dynamic造影MRIではAFMSでは造影増強効果は見られない（矢印）。

T2W MRI PI-RADS=1, DWI PI-RADS=1, DCE-MRI PI-RADS=negative,
Overall PI-RADS=1

Figure 10: 前線維筋性間質に侵すように見える前立腺癌

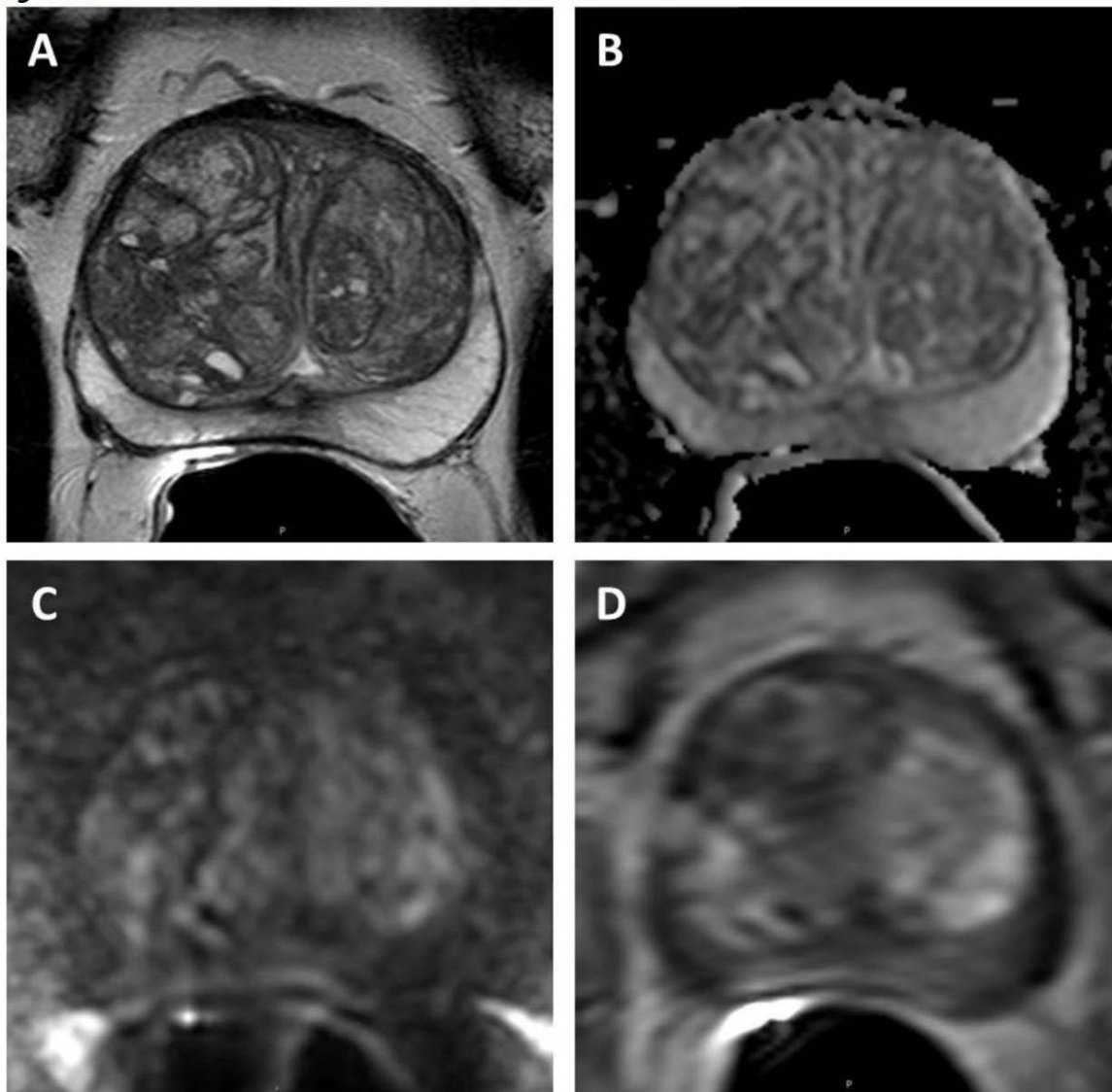


前線維筋性間質を侵すように見える前立腺癌をこのように移行域の基準によって評価した。68才の男性でPSA 4.1ng/ml, Gleason score 3+4の癌はMRIの標的生検で診断された。

- A. 短軸のT2強調画像ではレンズ状の形態で均一な中等度の低信号病変（矢印）が前立腺外浸潤を伴い前線維筋性間質を侵しているように見える。
- B. ADC mapではA. に対応する限局性の低信号強度病変を認める（矢印）。
- C. 拡散強調画像 (b=2000sec/mm²) ではAとBに対応する著明な低信号強度（矢印）を認める。
- D. 早期dynamic造影MRI画像では前方病変内に著明な造影効果を認める（矢印）。

T2W MRI PI-RADS=5, DWI PI-RADS=5, DCE-MRI PI-RADS=positive,
PI-RADS Assessment Category=5

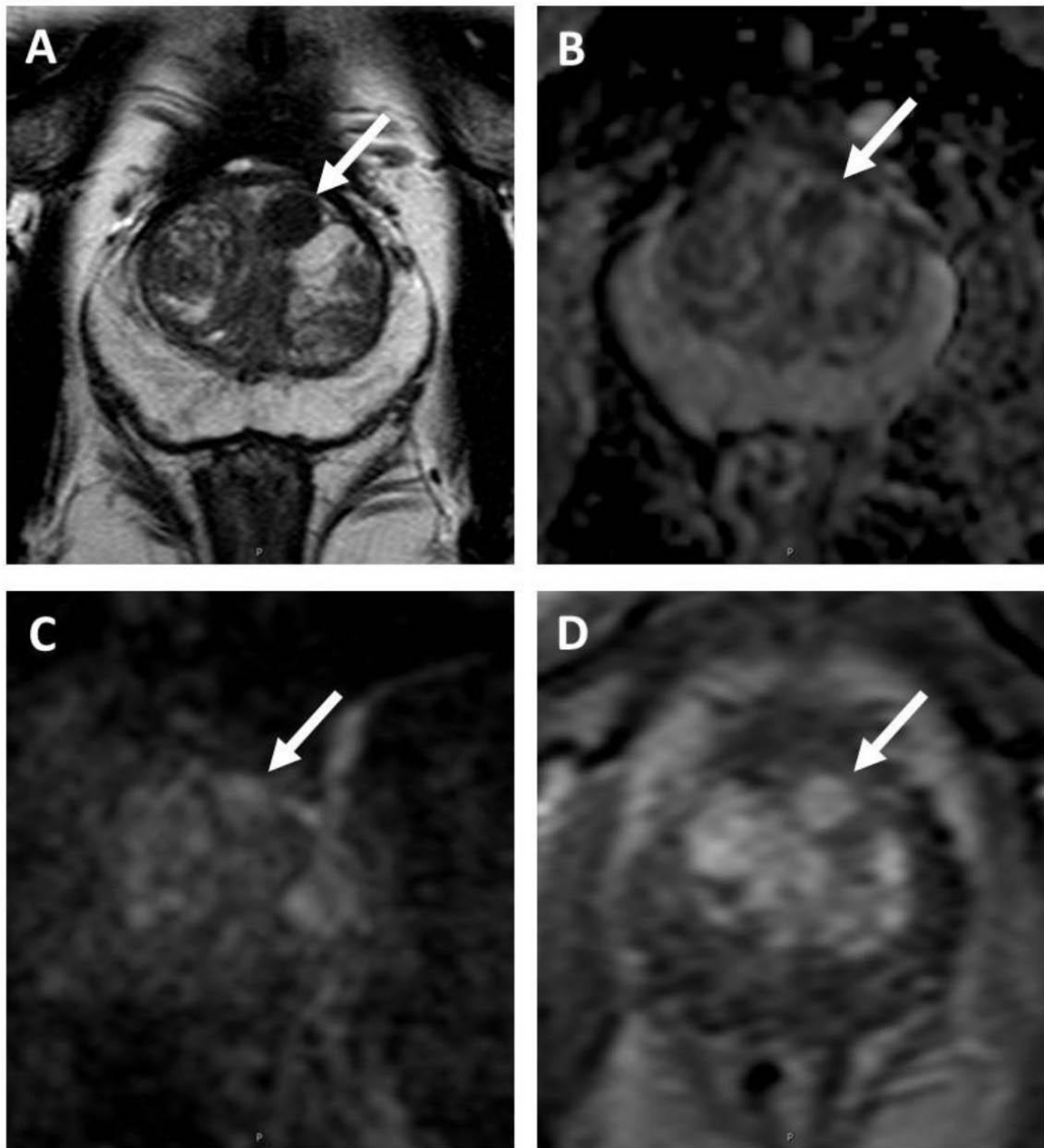
Figure 11. 定型的な良性前立腺過形成の移行域



- A. 短軸のT2強調画像では完全に被包化された「定型」結節を認め、いわゆる「組織化した混沌 organized chaos」パターンを形成している。
- B. ADC mapでは背景よりも低い低信号強度の局所病変を認めない。
- C. 拡散強調画像 (b=2000sec/mm²) では背景よりも高い著明な高信号の病変を認めない。
- D. 早期dynamic造影MRIでは定型的なBPH結節内に著明な造影増強効果を認めます。

T₂W MRI PI-RADS=1, DWI PI-RADS=1, DCE-MRI PI-RADS=negative,
PI-RADS Assessment Category=1

Figure 12. 非定型結節を有する移行域



- A. 短軸のT2強調画像では大部分が被包化された均一な低信号結節を認める（矢印）
- B. ADC mapではAで見られた病変に一致して背景よりも低い著明な低信号強度を有する限局性病変を認める。
- C. 拡散強調画像($b=1500 \text{ sec/mm}^2$)ではAとBで見られた病変に一致して背景よりも高い著明な高信号強度（矢印）の限局性病変を認める。
- D. 早期dynamic造影MRI画像では結節内に著明な造影増強効果を認める（矢印）

T2W MRI PI-RADS=2, DW PI-RADS=4, DCEMRI PI-RADS=positive,
PI-RADS Assessment Category=3

Figure13. TZ内の結節の概略図とそれぞれに対応する評価。
結節の形態と境界の評価は少なくとも2つの断面で行わなければならない。
楕円形または球形の形状および嚢胞性変化は、結節内の許容される所見である。

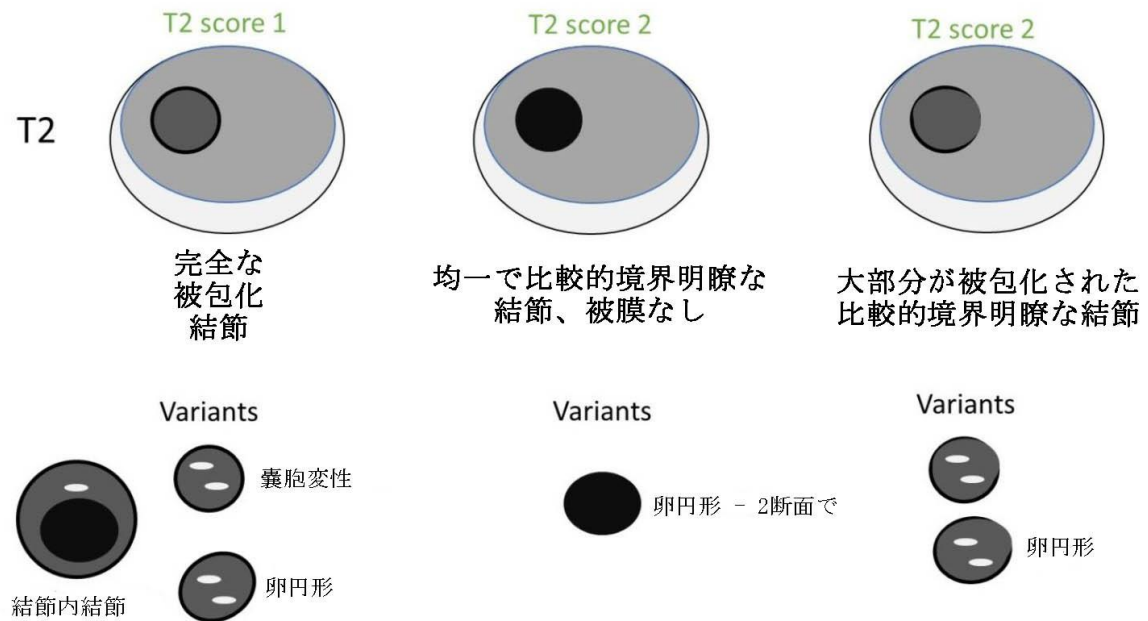


Figure 14. PI-RADS v2.1のTZ評価におけるDWIを組み込んだ評価カテゴリー決定の模式図。
部分的に被包化または境界が明瞭な非被包化結節で、拡散が明らかに制限されている（妨げられている）
（DWIスコア4または5）場合、評価カテゴリー3と判定される。（点線は、信号がほぼ等信号のために境界が不明瞭あるいは決定が困難なほぼ等信号の病変の領域を表している）。

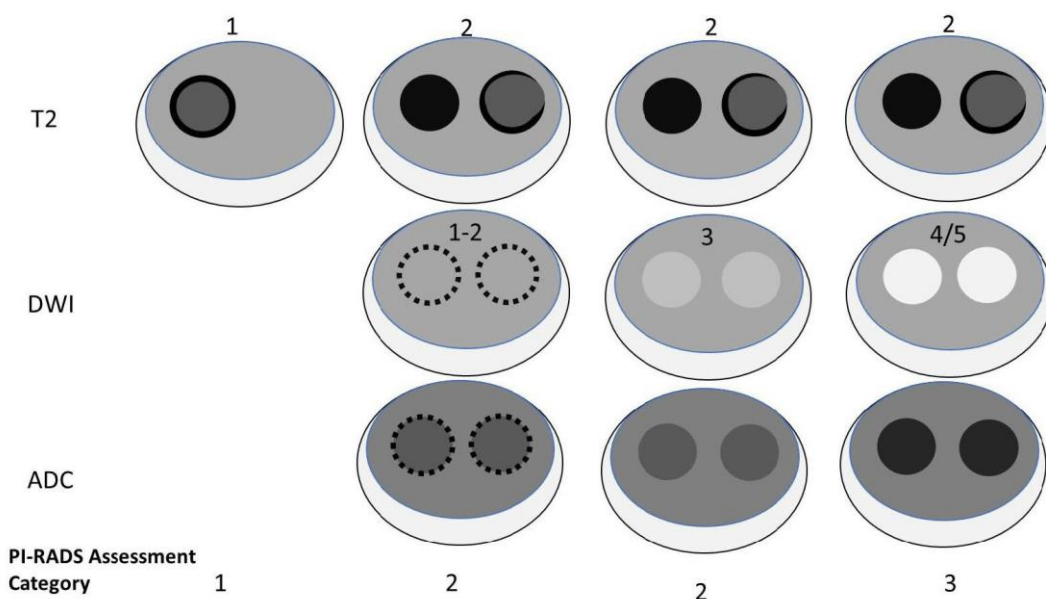
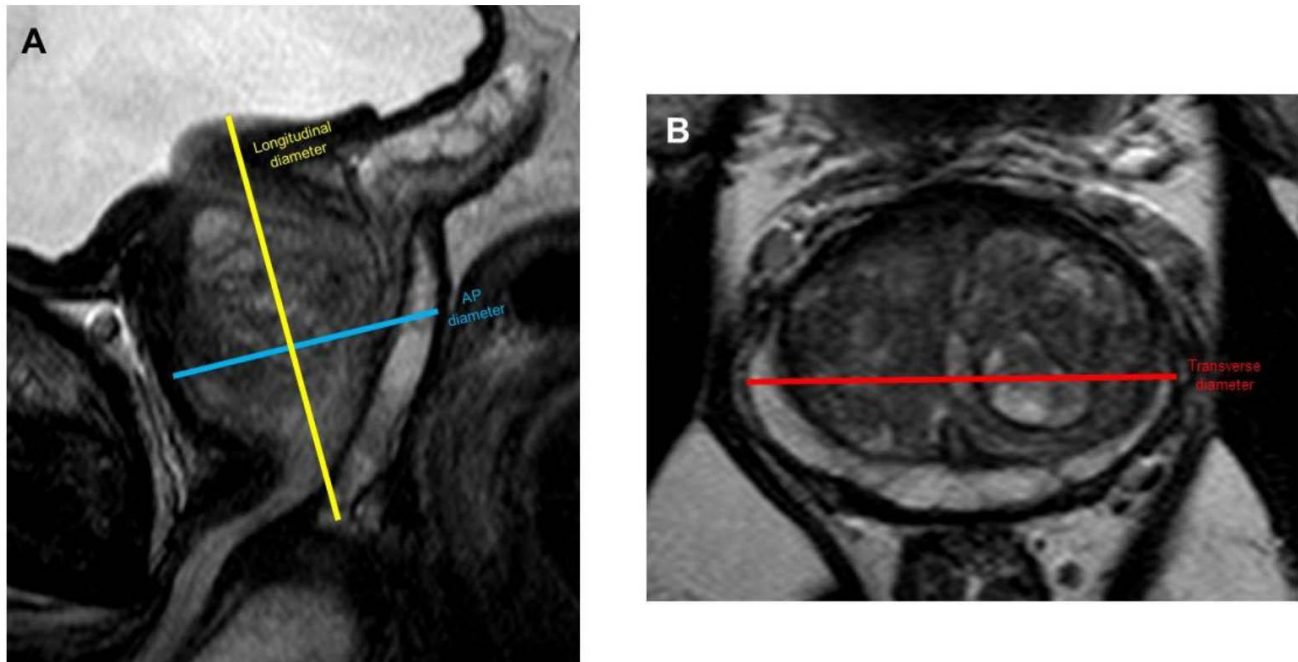
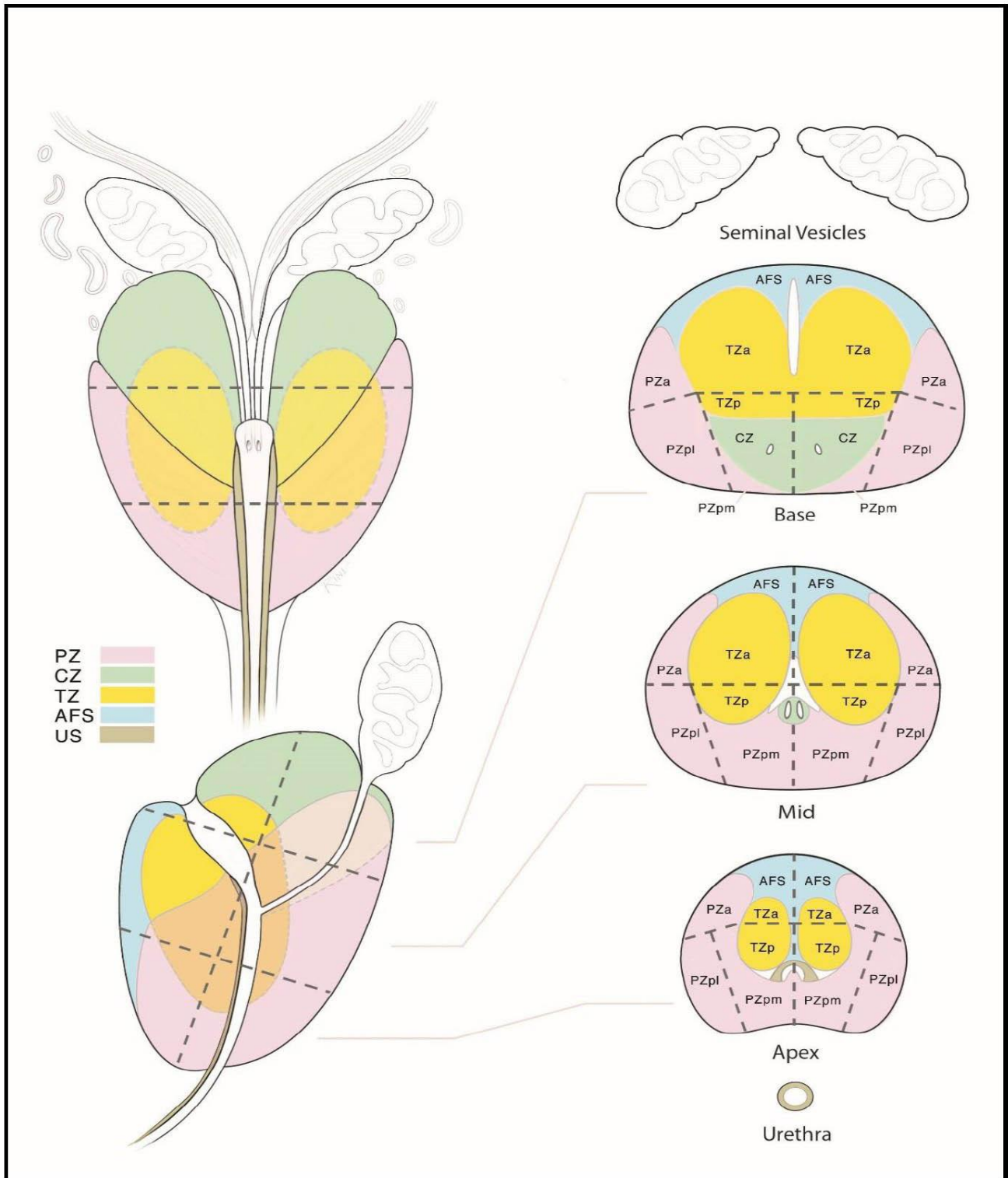


Figure15. MRIで前立腺の体積を計算する際の楕円体式における推奨測定



最大長径 (Longitudinal diameter)と最大前後径(maximum AP diameter)は矢状断のT2強調画像で測定すべきであり(A)、最大横径(maximum transverse diameter)は短軸のT2強調画像で測定すべきである(B)。

Figure 16: Sector map diagram v2.1.



Pi-RADS v2.1 で使用される分割モデルは領域を前立腺を 38 sectors / regions) に分割し、2 つが精嚢そして 1 つは膜腰部尿道である (すべてで 41)。

前立腺の底部と中間部、尖部の左右の辺縁域 (PZ) はそれぞれ 3 つの区域に分割される : 前 (a) , 後内側 (pm) , そして後外側 (pl)。

前立腺の底部と中間部、尖部の左右の移行域 (TZ) はそれぞれ 2 つの区域に分割される : 前 (a) と後 (p)。

前線維筋性間質 (AFS) は前立腺の底部と中間部、尖部で右/左に分割される。

精嚢 (SV) は右/左に分割される。

区域図は理想的な前立腺を図解している。先のバージョンからは、新たな 2 つの区域を加えたが、それは射精管、近位の尿道角、前立腺の全体的な比率を冠状断、矢状断と短軸画像で一致させるような位置の調整されてきたことに基づく変更である。患者とかれらの MRI 画像において、ほとんどの前立腺では腫大や萎縮した解剖学的要素を有しており、例えば PZ は腫大した TZ により不明瞭化しているし、CZ は容易に同定できない。そのような場合において、図解は前立腺のモデルとして使用され、区域図は書面報告に加えて、所見の位置のマーキングに使用することができる。

図の出典 : 前立腺のセクター図は、McNeal JE (Am J Surg Pathol. 1988 Aug;12:619-33) による前立腺の正常組織学と解剖学的相関を使用して、Villers ら (Curr Opin Urol. 2009;19:274-82) および Dickinson ら (Eur Urol. 2011;59:477-94) が図として公表したものを基にジョンズ・ホプキンス大学医学応用美術学科の准教授である DAVID A. RINI、MFA、CMI、FAMI が修正したものである。

図は、PI-RADS バージョン 2.0 および前立腺画像報告およびデータシステムバージョン 2.1: 2019 から改変されました。

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2019.02.033>

chrome-

extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://edge.sitecorecloud.io/americancoldf5f-acrorgf92a-productioncb02-3650/media/ACR/Files/RADS/PI-RADS/PIRADS-2019.pdf