

磁共振成像预测前列腺癌囊外侵犯的方法学演进及临床意义

熊海月, 何晓静*

重庆医科大学附属第二医院放射科, 重庆

收稿日期: 2026年2月16日; 录用日期: 2026年3月9日; 发布日期: 2026年3月19日

摘要

前列腺癌囊外侵犯(extraprostatic extension, EPE)是影响前列腺癌局部分期、手术策略制定及预后评估的关键因素。随着多参数磁共振成像(mpMRI)在前列腺癌诊疗中的广泛应用, 其在术前评估EPE中的作用不断深化。既往研究显示, MRI对EPE的评估方法经历了由基于整体印象的主观判断, 向定性影像征象、连续定量测量指标, 再到结构化评分体系的逐步演进。定性征象提高了影像评估的可解释性, 定量指标增强了客观性与可重复性, 而结构化评分体系通过整合多源影像信息, 在准确性、一致性及临床可交流性之间实现了相对平衡。现有证据表明, MRI在识别侵袭范围较大的EPE方面具有稳定表现, 其评估结果与术前手术决策、切缘阳性风险及部分肿瘤学结局存在明确关联。然而, MRI对局灶性或轻度EPE的敏感性仍有限, 在前部、移行带及前列腺尖部等特定解剖区域的评估中持续面临挑战。未来研究需在充分认识这些局限的基础上, 通过标准化评估流程和问题导向的研究设计, 进一步明确MRI评估EPE的适用边界与临床定位。

关键词

前列腺癌, 囊外侵犯, 磁共振成像

Methodological Evolution and Clinical Significance of Magnetic Resonance Imaging in Predicting Extraprostatic Extension of Prostate Cancer

Haiyue Xiong, Xiaojing He*

Department of Radiology, The Second Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing

Received: February 16, 2026; accepted: March 9, 2026; published: March 19, 2026

*通讯作者。

文章引用: 熊海月, 何晓静. 磁共振成像预测前列腺癌囊外侵犯的方法学演进及临床意义[J]. 临床医学进展, 2026, 16(3): 3309-3320. DOI: 10.12677/acm.2026.1631137

Abstract

Extraprostatic extension (EPE) is a pivotal determinant in local staging, surgical planning, and prognostic assessment of prostate cancer. With the widespread adoption of multiparametric magnetic resonance imaging (MRI) in prostate cancer management, its role in the preoperative evaluation of EPE has become increasingly prominent. Over the past decades, MRI-based assessment of EPE has evolved from subjective, impression-based interpretation to the use of qualitative imaging features, continuous quantitative metrics, and, more recently, structured scoring systems. Qualitative features enhance interpretability, quantitative measurements improve objectivity and reproducibility, and structured scoring systems integrate multidimensional imaging information to achieve a balance between diagnostic accuracy, interobserver consistency, and clinical communicability. Current evidence indicates that MRI demonstrates relatively stable performance in identifying EPE with more extensive invasion, and MRI-derived EPE assessments show reproducible associations with surgical decision-making, positive surgical margin risk, and selected oncologic outcomes. However, MRI remains limited in sensitivity for focal or subtle EPE and continues to face challenges in specific anatomic regions, including the anterior prostate, transition zone, and apical area. Future research should build upon these well-recognized limitations, emphasizing standardized assessment workflows and problem-oriented study designs to better define the appropriate clinical role and boundaries of MRI in EPE evaluation.

Keywords

Prostate Cancer, Extraprostatic Extension, Magnetic Resonance Imaging

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

前列腺癌是全球男性中最常见的恶性肿瘤之一,也是影响男性生存质量与长期健康结局的重要公共卫生问题。在其临床管理过程中,对肿瘤局部分期的准确评估构成治疗决策的核心基础,因为分期结果不仅直接影响手术方式和治疗策略的选择,也与患者的长期肿瘤学结局密切相关。国际指南一致强调,局部分期信息在是否实施根治性前列腺切除术、神经血管束保留范围的权衡以及是否需要扩大切除或联合辅助治疗等关键决策中具有不可替代的作用[1][2]。

在局部分期的诸多要素中,前列腺囊外侵犯(extraprostatic extension, EPE)指肿瘤突破前列腺包膜并向周围组织扩展,是前列腺癌由局限期向局部进展期转变的关键标志,通常对应病理分期中的 pT3a 及以上阶段[3]。大量病理学研究表明, EPE 的发生不仅提示肿瘤具有更高的侵袭性,其侵袭程度亦与生化复发风险显著相关;不同程度的 EPE 在预后上具有可区分的异质性,尤其体现在患者生存率和复发风险的差异上[3][4]。

在根治性前列腺切除术的决策过程中, EPE 状态直接影响手术策略的制定。一方面,肿瘤是否突破包膜是判断神经血管束能否安全保留的重要依据;另一方面,切除范围的扩大与否又与术后切缘阳性风险密切相关。切缘阳性不仅显著增加生化复发的发生风险,还可能在不同病理分期中进一步放大不良预后效应[5][6]。与此同时,神经血管束的保留程度与术后尿控和性功能恢复密切相关,使手术在肿瘤控制与功能保留之间始终面临权衡[7][8]。

早期用于预测 EPE 的方法主要基于前列腺特异性抗原(PSA)水平、活检 Gleason 评分及临床分期等变量构建的临床风险模型, 如 Partin 表和 CAPRA 评分等[9] [10]。这类模型通过统计学方式对局部进展风险进行估计, 在群体层面具有一定参考价值。然而, 由于其设计未能纳入肿瘤与前列腺包膜之间的局部解剖关系, 在个体患者层面预测 EPE 的能力受到明显限制, 难以准确反映肿瘤的真实侵袭范围。

随着多参数磁共振成像(multiparametric MRI, mpMRI)在前列腺癌诊疗流程中的逐步普及, 影像学在局部分期中的价值日益凸显。相较于仅依赖临床参数的风险评估方法 MRI 能够直观呈现肿瘤与前列腺包膜、神经血管束及邻近解剖结构之间的空间关系, 从而为术前评估 EPE 提供直接的影像学依据。这一优势已被多项研究反复证实, 并被正式纳入国际指南对前列腺癌局部分期的推荐框架之中[1] [11]-[13]。

围绕 MRI 预测 EPE 的研究亦逐渐积累, 其评估策略经历了由基于整体印象的主观判断, 向定性影像征象、连续定量测量以及结构化评分体系等多种方法并行发展的过程。在此背景下, 本综述拟系统梳理现有文献, 概述 MRI 预测前列腺癌囊外侵犯的方法学演进脉络, 并进一步探讨影像学 EPE 评估在手术决策与预后评估中的实际应用价值, 以期对 MRI 在该领域的合理解读与临床应用提供参考。

2. 磁共振成像评估前列腺癌囊外侵犯的方法学演进

2.1. 基于整体印象的评估阶段

在 MRI 早期应用于前列腺癌局部分期的阶段, EPE 的评估主要依赖放射科医师对图像的整体印象判断。此类研究通常将 MRI 分期视为一个综合性决策过程, 阅片者基于 T2 加权图像中前列腺包膜形态及腺体轮廓的改变, 并结合增强序列所显示的周围组织信号特征, 对是否存在包膜外侵犯作出主观判断, 而并未采用统一的影像征象定义或明确的判定阈值。在这一阶段, EPE 更多作为 MRI 局部分期结果中的一个隐含组成部分存在, 而尚未被作为独立、结构化的影像学终点加以系统评估[11] [14] [15]。

多项早期研究表明, 基于整体印象的 MRI 评估在识别影像学表现明确或侵袭范围较大的 EPE 时通常具有较高的特异性[14] [16]。然而, 与其较高特异性相对应的是, 该方法在敏感性方面的局限亦被反复报道[16]-[19]。既往研究一致指出, 基于整体印象的 MRI 评估对局灶性、轻度或早期 EPE 的检出能力有限, 容易低估肿瘤的微小包膜外侵袭。这一不足在病灶体积较小、侵袭范围局限, 或位于解剖显示相对不利区域(如移行带或腺体前部)时尤为明显, 导致相当一部分病理证实为 pT3a 的病例在术前 MRI 分期中仍被归类为器官局限期。

此外, 由于整体印象判断缺乏明确且可重复的判定标准, 其诊断结果高度依赖阅片者经验, 不同研究及不同读片者之间的表现差异较为显著。既往研究普遍报道, 基于整体印象的 MRI 分期在 EPE 评估中的观察者间一致性多处于中等甚至偏低水平, 提示该方法在可重复性方面存在内在局限[11] [14]。这种不稳定性不仅削弱了不同研究结果之间的可比性, 也在一定程度上限制了其在临床决策中的可靠应用。

综合来看, 基于整体印象的 MRI 分期在前列腺癌 EPE 评估中能够较为可靠地识别临床意义明确、侵袭范围较大的包膜外侵犯, 但其在敏感性、结果稳定性及可重复性方面均存在固有不足, 难以满足精细化风险分层和个体化决策的需求。

2.2. 定性影像征象

在基于整体印象的主观评估基础上, 研究者逐渐认识到, 仅依赖经验性判断不仅难以解释不同研究之间结果的不一致性, 也限制了跨中心研究与临床实践中的有效交流。在此背景下, 多项研究开始尝试对与 EPE 相关的影像表现进行系统拆解与归纳, 提出了一系列具有明确形态学指向的定性影像征象[11] [12] [14] [20]。这一阶段的核心转变在于, 将原本笼统的“是否存在包膜外侵犯”的整体判断, 转化为可直接观察、可描述并可在不同阅片者之间共享的具体影像特征, 使 EPE 评估逐步具备结构化表达的基础。

既往研究中报道的定性影像征象主要围绕前列腺包膜及其邻近结构的形态学异常展开。以包膜完整性受损为核心的征象包括包膜局灶性隆起或轮廓不规则、连续性中断以及包膜外脂肪信号异常, 这类表现直接反映包膜屏障的破坏, 被认为是 EPE 最直观的影像学线索[16][21][22]。在此基础上, 部分研究进一步强调肿瘤-包膜界面的异常形态, 如肿瘤边缘呈放射状或锯齿样外突、肿瘤-包膜界面模糊不清, 以及包膜外条索样或结节样软组织信号, 反映肿瘤向包膜外不规则浸润的过程特征[12][14][20]。此外, 邻近结构受累的间接征象亦被纳入评估体系, 其中以神经血管束走行不对称、受压或消失最具代表性, 提示肿瘤可能沿包膜薄弱区或神经血管通道向外扩展[16][21]。

相较于完全依赖整体印象的评估方式, 定性影像征象的提出显著提升了 EPE 评估的可解释性, 使不同阅片者能够围绕相对统一的形态学语言进行判断。多项研究表明, 当包膜连续性中断、明确的包膜外信号异常或神经血管束不对称及受侵等征象清晰存在时, 其对 EPE 的诊断通常具有较高的特异性[14][16]。部分研究亦指出, 这类征象的引入在一定程度上提高了 MRI 对 EPE 的整体诊断准确性, 尤其在侵袭范围较大的病例中, 其判断结果相对更为稳定。

然而, 现有证据一致表明, 单一定性征象在敏感性方面仍存在明显不足[17]-[19]。多项研究显示, 局灶性或轻度 EPE 往往缺乏清晰的形态学破坏, 其影像学表现可能仅呈现轻微的包膜轮廓改变, 甚至在常规序列上不可见, 从而导致基于单一征象的评估易于低估肿瘤的早期或微小包膜外侵袭。此外, 不同定性征象在诊断性能上的表现差异较为显著: 部分征象虽具有较高特异性, 但出现频率有限, 而另一些征象相对常见, 却缺乏足够的判别力, 进一步限制了其在敏感性层面的应用价值。

在可重复性方面, 尽管定性征象为 EPE 评估提供了相对明确的形态学参照, 其判读过程仍不可避免地受到阅片者经验的影响[11][14][23]。既往研究显示, 即便在采用相同征象定义和判读框架的前提下, 不同阅片者之间的一致性多处于中等水平, 提示单纯依赖定性征象尚不足以完全消除主观解读差异。

值得进一步强调的是, 定性影像征象的诊断价值在一定程度上受肿瘤解剖位置的影响[17][24]-[26]。既往研究表明, 与神经血管束相关的征象更常见于后部或外周带肿瘤, 而在前部、移行带或腺体尖部区域, 由于包膜解剖结构更为复杂、周围脂肪层相对较薄或显示受限, 传统形态学征象的可见性及其诊断效能往往明显下降。这种解剖依赖性使得相同征象在不同部位肿瘤中的预测性能存在显著差异, 从而进一步限制了单一定性征象在不同人群和解剖背景下的稳定性与泛化应用。

综合来看, 定性影像征象的提出使 MRI 对 EPE 的评估从“经验判断”迈向“基于特征的分析”, 在特异性和可解释性方面具有明确优势, 但其在敏感性、可重复性以及跨解剖区域适用性方面仍存在不可忽视的局限。这些不足也为后续从其他维度探索更具稳定性和一致性的评估策略提供了现实依据。

2.3. 连续定量测量指标

在定性影像征象的基础上, 部分研究者逐渐认识到, 仅依赖离散的形态学特征难以充分反映肿瘤侵袭行为的连续性。为更客观地刻画肿瘤与前列腺包膜之间的空间关系, 一系列连续测量指标被引入对 EPE 的影像学评估中。这类方法不再仅关注征象是否存在, 而是通过量化肿瘤与包膜接触的范围或程度, 尝试以连续变量描述 EPE 的发生风险及其侵袭水平。

在现有研究中, 应用最为广泛且研究最为充分的定量指标是肿瘤-包膜接触长度(length of capsular contact, LCC), 即肿瘤在 MRI 上与前列腺包膜发生接触的线性范围。多项研究一致证实, MRI 测得的 LCC 与病理证实的 EPE 发生风险之间存在稳定的正相关关系[27]-[30]。随着 LCC 的增加, 发生 EPE 的概率及其侵袭程度均呈递增趋势。作为连续变量, LCC 在区分器官局限期与包膜外侵犯方面表现出相对稳定的诊断性能, 并在不同研究和读片者之间显示出较好的可重复性和跨研究一致性。需要指出的是, 尽管 LCC 的整体诊断价值已得到充分验证, 不同研究在具体阈值设定上仍存在一定差异[29][31][32]。这种差

异更多反映了研究设计、队列构成及测量方法上的不一致, 而非 LCC 本身诊断效能的不稳定。

在此基础上, 研究者进一步尝试引入更高维度的定量描述方式, 包括肿瘤与前列腺包膜的接触面积、三维接触界面以及基于三维重建的接触体量等指标。这类方法通过整合多平面乃至全体积信息, 更全面地刻画肿瘤-包膜界面的空间关系。既往研究表明, 相较于单一线性测量, 面积或体量相关参数在部分研究队列中可进一步提升 EPE 预测的整体准确性[31] [33]-[35], 且在侵袭范围较大的病例中, 其诊断表现相对更为稳定。

从诊断性能角度看, 连续测量指标在敏感性方面通常优于单一定性征象, 尤其有助于识别缺乏明确形态学破坏的边缘性或中等程度 EPE [14] [23]。这类指标能够以连续变量形式反映肿瘤与包膜之间的侵袭关系, 从而降低仅依赖可见结构异常所带来的漏诊风险。同时, 既往研究亦显示, 当测量值超过一定范围时, 其特异性仍可维持在较高水平, 提示定量指标在“排除”与“确认”EPE 两方面均具备潜在诊断价值[36]。值得注意的是, 多数研究并未将连续测量指标作为严格的二分类工具, 而是更强调其在风险分层和概率评估中的作用。

在可重复性方面, 定量测量方法相较于传统主观判断显示出一定优势。既往研究表明, LCC 及相关定量指标的观察者间一致性通常优于基于定性征象的评估方式, 尤其在采用明确测量规则并固定影像序列条件下, 其重复性可达到中等至良好水平[14] [27]。然而, 相关研究亦指出, 测量结果仍可能受到 MRI 序列选择、层厚设置、空间分辨率以及肿瘤边界界定方式等因素的影响[35], 提示定量方法在实践中仍依赖成像参数和测量规范的统一。

总体而言, 连续测量指标的引入代表了 MRI 评估 EPE 从离散征象向连续量化表达的重要转变。其核心优势在于以连续变量刻画侵袭行为, 降低对主观经验的依赖, 并在敏感性和可重复性方面相较单一定性征象有所改善。然而, 现有证据亦表明, 这类指标在阈值设定、测量标准及跨研究一致性方面仍存在差异, 更适合作为多维影像评估体系中的组成部分, 而非单独替代其他影像学方法的唯一标准。

2.4. 结构化评分体系

在定性影像征象与连续定量测量指标相继提出后, 研究者逐渐认识到, 单一维度的影像信息难以充分表征 EPE 的复杂影像学表现[14] [36]。定性评估通过明确的形态学描述增强了结果的可解释性, 但在敏感性及观察者一致性方面仍存在固有限制; 定量测量则借助连续变量提高了客观性与可重复性, 然而其临床解读往往依赖阈值设定, 且不易直接转化为直观、可操作的风险分层。在此背景下, 结构化评分体系逐步形成, 其核心价值并非取代既有评估方式, 而在于整合多源影像信息, 并以分层形式表达 EPE 风险, 从而在可解释性与稳定性之间寻求平衡。

现有结构化评分体系旨在以标准化方式呈现 MRI 对 EPE 的综合判断, 但其具体实现路径并不完全一致。一类方法以 Likert 量表为代表[23] [37] [38], 通过将阅片者对 EPE 发生可能性的整体主观判断转化为有序等级进行表达。该方法并不要求对单个影像征象进行逐项评估, 而是对综合风险印象进行量化, 从而在一定程度上减少了表述差异, 提升了影像报告在临床沟通中的一致性。

与此不同, ESUR 评分体系及其后续发展出的多种 EPE 分级系统[39]-[42]更多基于影像征象的组合判断。这类方法通常围绕包膜形态改变、神经血管束受侵以及肿瘤与包膜关系等关键特征构建判定框架, 部分体系还进一步引入半定量或定量信息, 对侵袭风险进行分层表达。通过明确征象构成和分级逻辑, 此类评分体系在提高影像学评估可解释性的同时, 也在一定程度上改善了不同阅片者之间的一致性和可重复性。

从诊断性能角度看, 多项研究一致表明, 结构化评分体系在整体准确性方面通常优于单一定性征象, 尤其在影像表现不典型或处于临界状态的病例中, 其对 EPE 风险的区分能力更为稳定。与纯定性方法相

比, 结构化评分在敏感性方面往往有所提升[23][43][44], 而其特异性仍维持在相对可接受的水平, 从而在 EPE 的“排除”与“确认”之间实现了更为均衡的诊断表现。

在一致性和可重复性方面, 结构化评分体系的优势尤为明确。既往研究显示, 在引入明确评分标准和分级框架后, 不同阅片者之间的一致性普遍高于依赖主观判断或孤立征象的评估方式, 且这一优势在多中心或多读片者研究中表现得更为稳定[45]-[47]。这一特性对于术前分期等高度依赖影像结论的临床应用场景具有重要意义, 也在一定程度上解释了结构化评分体系在相关指南和共识文件中逐步获得推荐的原因。

需要指出的是, 结构化评分体系并非一种“更高级”的方法学终点, 其本质仍建立在定性征象与定量测量信息之上, 不同评分体系在分级标准、权重设置及判定逻辑方面亦存在差异。既往研究表明, 在特定解剖区域或轻度 EPE 情境下, 结构化评分的诊断性能仍可能受到解剖结构差异及影像可见性受限的影响[17][24][25]。因此, 结构化评分更应被理解作为一种影像信息的整合与标准化表达方式, 而非独立于定性或定量方法之外、可单独取代其他评估策略的替代方案。

总体而言, 结构化评分体系通过整合多源影像信息, 在准确性、一致性及临床可解释性之间实现了相对平衡, 代表了 MRI 评估 EPE 从单一特征判断向综合风险表达的重要转变。

2.5. 基于人工智能与影像组学的辅助诊断

在定性征象、连续测量及结构化评分体系逐步完善的基础上, 人工智能与影像组学被引入 EPE 评估。该类方法通过高维特征提取与算法建模, 对肿瘤及其邻近组织的纹理与空间关系进行量化分析, 以提升风险分层的稳定性与一致性。

既往研究表明, 基于 mpMRI 构建的放射组学模型可在回顾性队列中实现对 EPE 的有效预测, 其性能在部分研究中优于单一定性征象或传统评分体系。相关特征在区分 EPE 存在与否方面具有独立预测价值[48], 提示微观纹理与空间异质性信息可补充人工可见征象所难以识别的侵袭信号。

在此基础上, 深度学习进一步实现了 EPE 的自动检测与分级。Benjamin D. Simon 等[49]采用级联模型完成风险评估且一致性较高; Stefania L. Moroiianu 等[50]基于卷积神经网络实现自动识别, 其性能接近人工结构化评分。Ingeborg van den Berg 等[34]则将 AI 与传统指标结合, 在病灶特异性层面提升预测准确性。

然而, 多数研究仍基于回顾性单中心数据, 模型泛化能力有待验证。因此, 人工智能更应被视为对现有影像评估框架的辅助, 而非替代方案。总体而言, 其引入标志着 EPE 评估由结构化人工判断向数据驱动辅助分析的拓展, 但临床成熟度仍需多中心前瞻性研究进一步证实。

3. 磁共振成像评估前列腺囊外侵犯的临床意义与应用边界

3.1. 术前手术决策支持

多项研究表明, MRI 评估的 EPE 风险在术前阶段可为手术策略制定提供有价值的参考, 尤其体现在神经血管束保留可行性的评估以及侧特异性切除范围的规划中[13][51][52]。在实际临床决策中, 影像学提示的 EPE 风险通常与临床分期、活检 Gleason 评分及 PSA 水平等因素共同纳入综合考量, 而非作为单一决定性依据[11][46]。

既往研究显示, 当 MRI 明确提示存在或高度怀疑 EPE 时, 外科医生在术中更倾向于采取相对谨慎的神经保留策略, 或在高风险侧扩大切除范围[13][53]; 相反, 在 MRI 未显示明确 EPE 的情况下, 则可能支持更积极的神经保留尝试。这种影响主要体现在术前风险认知与决策倾向的调整, 而非对具体手术方案的机械性限定[11][51]。

3.2. 与切缘阳性风险的关联

在围手术期结局中, MRI 预测的 EPE 风险与术后切缘阳性(positive surgical margin, PSM)之间的关联, 是目前证据相对一致、研究最为集中的应用场景之一[54] [55]。多项研究发现, 影像学提示存在 EPE 或 EPE 风险较高的患者, 其术后 PSM 发生率明显升高, 尤其在侧特异性 EPE 明确或侵袭范围较大的情况下更为突出[56] [57]。

需要强调的是, MRI 评估的 EPE 并不等同于切缘阳性的必然发生, 而是反映肿瘤突破包膜、贴近或累及潜在切缘的可能性[54] [58], 从而为术前 PSM 风险分层提供依据。部分研究进一步指出, 影像学对轻度与较广泛 EPE 的区分, 有助于解释局灶性切缘阳性与广泛切缘阳性之间的差异[56] [58]; 但其预测效能仍受到手术技术差异及个体解剖因素的影响。

3.3. 与肿瘤学结局的关联

在中长期随访结局方面, 部分研究进一步探讨了 MRI 评估的 EPE 与生化复发无生存期(biochemical recurrence-free survival, BRFS)等肿瘤学结局之间的关系。现有证据表明, 影像学提示存在 EPE, 尤其是侵袭程度较高的 EPE, 与术后生化复发风险升高存在显著相关性[47] [58], 在一定程度上反映了肿瘤的生物学侵袭性[18] [59]。

值得注意的是, 这种关联更多体现为风险层级的区分, 而非对个体预后的确定性预测。部分研究指出, 即使在相同病理分期(如 pT3a)患者中, MRI 所反映的 EPE 程度差异, 仍可能对应不同的复发风险[60], 提示影像学评估在传统病理分期之外, 可能提供补充性的预后分层信息。然而, 现有研究在样本量、随访时长及辅助治疗策略方面存在一定异质性[58] [59], 相关结论仍需谨慎解读。

3.4. 临床应用中的诊断不确定性与风险权衡

尽管 MRI 在 EPE 风险分层中具有明确的临床相关性, 其诊断结论本质上仍属于概率性判断, 而非确定性分期。尤其在结构化评分体系和连续量化指标广泛应用的背景下, 影像学评估更多呈现为风险等级的表达, 而非绝对存在与否的界定, 这一特征不可避免地引入诊断不确定性。

既往研究显示, 不同评分体系在侵袭程度表达及预后区分能力方面并不完全一致[47], 提示风险分层方式本身可能影响临床解读。同时, 不同评估框架在敏感性与特异性之间存在权衡[23], 进一步强化了影像判断的相对性。

这种差异在手术决策层面具有现实影响。术前影像学提示 EPE 风险升高时, 外科医生往往趋向采取更为谨慎的神经血管束保留策略。然而, 神经保留程度与术后功能恢复密切相关; 在影像结果存在不确定性的情况下, 若风险被高估, 可能导致扩大切除范围, 从而对功能结局产生不利影响。

同时, EPE 本身具有程度异质性。不同侵袭范围在预后上存在显著差异[58], 且并非所有影像学提示 EPE 的患者均具有相同结局[18]。因此, 将影像学 EPE 等同于“必须扩大切除”的绝对指征, 可能忽略侵袭程度差异所蕴含的风险分层意义。

此外, 在特定解剖区域, MRI 对 EPE 的识别能力存在局限。移行带或前部肿瘤更易出现漏诊或误判[17], 区域性差异进一步增加了评估的不确定性, 也提示单一框架难以适用于所有解剖背景。

因此, MRI 评估 EPE 的核心价值应定位为风险分层与决策支持, 而非手术策略的机械性依据。临床实践中, 应将影像结果与临床风险因素、病理分级及患者功能诉求综合考量, 在肿瘤控制与功能保留之间实现更为个体化的平衡。明确并正视影像评估中的诊断不确定性, 有助于降低因风险高估所致的潜在过度治疗, 并进一步厘清其在临床路径中的合理定位。

4. 现有证据的局限与未来研究方向

4.1. 当前研究的主要局限

尽管 mpMRI 在 EPE 评估中已展现出明确的临床相关性, 现有研究亦反复指出, 其诊断性能仍存在一系列在不同研究中高度一致、可重复出现的局限。

首先, MRI 对局灶性或轻度 EPE 的敏感性不足, 是目前证据最为一致的结论之一。多项研究显示, 在病理证实为 pT3a 的患者中, 相当比例在术前 MRI 上未能显示明确的包膜外侵犯征象, 提示 MRI 更擅长识别侵袭范围较大的 EPE, 而对早期或微小包膜外侵袭的检出能力有限[14] [58]。

其次, EPE 的影像学评估在不同解剖区域之间存在显著差异。多项研究一致指出, 相较于后部或外周带肿瘤, 前部、移行带及前列腺尖部区域的 EPE 更容易被 MRI 漏诊。这一现象不仅与上述区域包膜显示受限有关, 也与其肿瘤生长方式、解剖参照不足及周围脂肪层较薄等因素密切相关[24]-[26]。

此外, 不同研究在 MRI 序列选择、测量方法及判定阈值设定方面存在明显差异, 进一步限制了研究结果在不同中心和不同人群之间的可比性。即便在采用定量测量或结构化评分体系的研究中, 观察者间一致性相较纯主观评估有所改善, 但在解剖条件复杂或影像表现不典型的病例中, 其稳定性仍难以充分保证[35] [45]。

4.2. 基于现有局限的未来研究方向

鉴于现有研究已较为一致地揭示了 MRI 在 EPE 评估中的多项固有不足, 未来研究的重点更应围绕这些已明确的问题本身展开, 而非单纯追求新的技术形式或复杂模型。

首先, 针对 MRI 对局灶性或轻度 EPE 敏感性不足这一核心问题, 未来研究有必要进一步细化影像学终点的定义。既往研究表明, 影像学对 EPE 的识别能力与侵袭范围密切相关, 而将 EPE 简化为“存在或不存在”的二分类结局, 可能低估 MRI 对不同侵袭程度的区分能力[47] [58]。因此, 从侵袭程度或分级角度对 EPE 进行表达, 而非仅依赖二分类判断, 更符合现有证据所揭示的影像学表现特征, 也有助于提高评估结果的临床解释价值。

其次, 针对前部、移行带及前列腺尖部 EPE 识别能力不足的问题, 未来研究需在特定解剖背景下开展更具针对性的分析。既往研究已明确指出, 移行带相关的 EPE 并非罕见, 但其影像学表现更为隐匿, 现有评估方法在该人群中的诊断性能明显受限[17] [26]。这一现象提示, 未来研究有必要在解剖分区层面重新审视 EPE 的影像学表现特征, 并验证不同评估策略在不同肿瘤位置中的适用性, 而非假设单一方法可普遍适用于所有解剖区域。

最后, 鉴于不同研究在序列选择、测量方式及技术参数上的高度异质性, 未来研究亟需加强影像采集与评估流程的标准化。多项研究已显示, LCC 等定量指标的诊断性能及一致性在不同序列之间存在差异[35], 提示缺乏统一技术路径本身可能成为限制结果可比性和外部推广的重要因素。因此, 围绕标准化序列选择与测量规范开展的多中心验证研究, 将是提升 MRI 评估 EPE 稳定性与一致性的关键前提。

总体而言, 未来研究的核心任务并非单纯增加新的技术形式, 而是在充分理解 EPE 生物学行为与解剖学特性的基础上, 通过问题导向的研究设计, 逐步明确 MRI 在不同侵袭程度及不同解剖背景下评估 EPE 的适用边界与最佳应用场景。

5. 总结与展望

前列腺癌 EPE 的准确评估是前列腺癌局部分期和个体化治疗决策中的关键环节。围绕这一临床需求, 磁共振成像在过去数十年中逐步被引入并发展为术前评估 EPE 的核心影像学工具, 其方法学也经历了从

整体印象的主观判断, 到定性影像征象的总结、连续定量测量指标的引入, 再到结构化评分体系的逐步演进。这一发展过程反映了影像学对 EPE 复杂表现形式的持续认识深化, 而非单一技术路径的线性替代。

基于上述方法学演进, 现有研究一致表明, MRI 在识别侵袭范围较大的 EPE 方面具有相对稳定的诊断能力, 其评估结果与术前手术策略调整、切缘阳性风险以及部分肿瘤学结局之间存在可重复的关联性, 体现了明确的临床相关性。然而, 大量证据同时指出, MRI 对局灶性或轻度 EPE 的敏感性仍然有限, 并且在前部、移行带及前列腺尖部等特定解剖区域的评估中面临持续挑战。这些局限在不同研究设计和技术路径中反复出现, 提示其更多源于 EPE 的生物学特性与解剖背景, 而非单一影像方法本身。

在此基础上, 当前影像学 EPE 评估的核心价值在于风险分层与决策支持, 而非对病理分期的简单替代或对手术策略的机械性指令。结构化评分体系及量化方法的意义, 并不在于消除不确定性, 而在于以更稳定、可交流的方式表达 MRI 所能反映的侵袭风险信息。未来研究需要在充分认识现有局限的前提下, 进一步聚焦不同侵袭程度和解剖背景下的适用边界, 通过标准化评估流程和多中心验证, 逐步明确 MRI 在前列腺癌 EPE 评估中的合理定位。

参考文献

- [1] Mottet, N., Bellmunt, J., Bolla, M., Briers, E., Cumberbatch, M.G., De Santis, M., *et al.* (2017) EAU-ESTRO-SIOG Guidelines on Prostate Cancer. Part 1: Screening, Diagnosis, and Local Treatment with Curative Intent. *European Urology*, **71**, 618-629. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2016.08.003>
- [2] Avulova, S., Zhao, Z., Lee, D., Huang, L., Koyama, T., Hoffman, K.E., *et al.* (2018) The Effect of Nerve Sparing Status on Sexual and Urinary Function: 3-Year Results from the CEASAR Study. *Journal of Urology*, **199**, 1202-1209. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2017.12.037>
- [3] Jeong, B.C., Chalfin, H.J., Lee, S.B., Feng, Z., Epstein, J.I., Trock, B.J., *et al.* (2015) The Relationship between the Extent of Extraprostatic Extension and Survival Following Radical Prostatectomy. *European Urology*, **67**, 342-346. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2014.06.015>
- [4] Danneman, D., Wiklund, F., Wiklund, N.P. and Egevad, L. (2013) Prognostic Significance of Histopathological Features of Extraprostatic Extension of Prostate Cancer. *Histopathology*, **63**, 580-589. <https://doi.org/10.1111/his.12199>
- [5] Budäus, L., Isbarn, H., Eichelberg, C., Lughezzani, G., Sun, M., Perrotte, P., *et al.* (2010) Biochemical Recurrence after Radical Prostatectomy: Multiplicative Interaction between Surgical Margin Status and Pathological Stage. *Journal of Urology*, **184**, 1341-1346. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2010.06.018>
- [6] Abdollah, F., Sun, M., Suardi, N., Gallina, A., Capitanio, U., Bianchi, M., *et al.* (2013) Presence of Positive Surgical Margin in Patients with Organ-Confining Prostate Cancer Equals to Extracapsular Extension Negative Surgical Margin. a Plea for TNM Staging System Reclassification. *Urologic Oncology*, **31**, 1497-1503. <https://doi.org/10.1016/j.urolonc.2012.04.013>
- [7] Steineck, G., Bjartell, A., Hugosson, J., Axén, E., Carlsson, S., Stranne, J., *et al.* (2015) Degree of Preservation of the Neurovascular Bundles during Radical Prostatectomy and Urinary Continence 1 Year after Surgery. *European Urology*, **67**, 559-568. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2014.10.011>
- [8] Axén, E., Godtman, R.A., Bjartell, A., Carlsson, S., Haglund, E., Hugosson, J., *et al.* (2021) Degree of Preservation of Neurovascular Bundles in Radical Prostatectomy and Recurrence of Prostate Cancer. *European Urology Open Science*, **30**, 25-33. <https://doi.org/10.1016/j.euro.2021.06.005>
- [9] Eifler, J.B., Feng, Z., Lin, B.M., Partin, M.T., Humphreys, E.B., Han, M., *et al.* (2013) An Updated Prostate Cancer Staging Nomogram (Partin Tables) Based on Cases from 2006 to 2011. *BJU International*, **111**, 22-29. <https://doi.org/10.1111/j.1464-410x.2012.11324.x>
- [10] Cooperberg, M.R., Pasta, D.J., Elkin, E.P., Litwin, M.S., Latini, D.M., Du Chane, J., *et al.* (2005) The University of California, San Francisco Cancer of the Prostate Risk Assessment Score: A Straightforward and Reliable Preoperative Predictor of Disease Recurrence after Radical Prostatectomy. *Journal of Urology*, **173**, 1938-1942. <https://doi.org/10.1097/01.ju.0000158155.33890.e7>
- [11] Morlacco, A., Sharma, V., Viers, B.R., Rangel, L.J., Carlson, R.E., Froemming, A.T., *et al.* (2017) The Incremental Role of Magnetic Resonance Imaging for Prostate Cancer Staging before Radical Prostatectomy. *European Urology*, **71**, 701-704. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2016.08.015>
- [12] Gumus, K.Z., Menendez, M., Baerga, C.G., Harmon, I., Kumar, S., Mete, M., *et al.* (2025) Investigation of Radiomic Features on MRI Images to Identify Extraprostatic Extension in Prostate Cancer. *Computer Methods and Programs in*

- Biomedicine*, **259**, Article 108528. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2024.108528>
- [13] Hricak, H., Wang, L., Wei, D.C., Coakley, F.V., Akin, O., Reuter, V.E., *et al.* (2004) The Role of Preoperative Endorectal Magnetic Resonance Imaging in the Decision Regarding Whether to Preserve or Resect Neurovascular Bundles during Radical Retropubic Prostatectomy. *Cancer*, **100**, 2655-2663. <https://doi.org/10.1002/cncr.20319>
- [14] Krishna, S., Lim, C.S., McInnes, M.D.F., Flood, T.A., Shabana, W.M., Lim, R.S., *et al.* (2017) Evaluation of MRI for Diagnosis of Extraprostatic Extension in Prostate Cancer. *Journal of Magnetic Resonance Imaging*, **47**, 176-185. <https://doi.org/10.1002/jmri.25729>
- [15] Somford, D.M., Hamoen, E.H., Fütterer, J.J., van Basten, J.P., Hulsbergen-van de Kaa, C.A., Vreuls, W., *et al.* (2013) The Predictive Value of Endorectal 3 Tesla Multiparametric Magnetic Resonance Imaging for Extraprostatic Extension in Patients with Low, Intermediate and High Risk Prostate Cancer. *Journal of Urology*, **190**, 1728-1734. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2013.05.021>
- [16] Onay, A., Ertas, G., Vural, M., Colak, E., Esen, T. and Bakir, B. (2020) The Role of T2-Weighted Images in Assessing the Grade of Extraprostatic Extension of the Prostate Carcinoma. *Abdominal Radiology*, **45**, 3293-3300. <https://doi.org/10.1007/s00261-020-02419-4>
- [17] Chen, X., Li, W., Yang, J., Huang, C., Zhou, C., Chen, Y., *et al.* (2023) Extracapsular Extension of Transitional Zone Prostate Cancer Miss-Detected by Multiparametric Magnetic Resonance Imaging. *Journal of Cancer Research and Clinical Oncology*, **149**, 6943-6952. <https://doi.org/10.1007/s00432-023-04573-w>
- [18] Gomez-Iturriaga, A., Büchser, D., Miguel, I.S., Marban, M., Urresola, A., Ezquerro, A., *et al.* (2020) MRI Detected Extraprostatic Extension (EPE) in Prostate Cancer: Do All T3a Patients Have the Same Outcomes? *Clinical and Translational Radiation Oncology*, **24**, 135-139. <https://doi.org/10.1016/j.ctro.2020.08.002>
- [19] Dinneen, E., Allen, C., Strange, T., Heffernan-Ho, D., Banjeglav, J., Lindsay, J., *et al.* (2022) Negative mpMRI Rules Out Extra-Prostatic Extension in Prostate Cancer before Robot-Assisted Radical Prostatectomy. *Diagnostics*, **12**, Article 1057. <https://doi.org/10.3390/diagnostics12051057>
- [20] Guerra, A., Flor-de-Lima, B., Freire, G., Lopes, A. and Cassis, J. (2023) Radiologic-Pathologic Correlation of Prostatic Cancer Extracapsular Extension (ECE). *Insights into Imaging*, **14**, Article No. 88. <https://doi.org/10.1186/s13244-023-01428-3>
- [21] Cornud, F., Rouanne, M., Beuvon, F., Eiss, D., Flam, T., Liberatore, M., *et al.* (2012) Endorectal 3D T2-Weighted 1mm-Slice Thickness MRI for Prostate Cancer Staging at 1.5 Tesla: Should We Reconsider the Indirect Signs of Extracapsular Extension According to the D'Amico Tumor Risk Criteria? *European Journal of Radiology*, **81**, e591-e597. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2011.06.056>
- [22] Caglic, I., Sushentsev, N., Colarieti, A., Warren, A.Y., Shah, N., Lamb, B.W., *et al.* (2022) Value of the Capsular Enhancement Sign on Dynamic Contrast-Enhanced Prostate Multiparametric MRI for the Detection of Extracapsular Extension. *European Journal of Radiology*, **150**, Article 110275. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2022.110275>
- [23] Costa, D.N., Passoni, N.M., Leyendecker, J.R., de Leon, A.D., Lotan, Y., Roehrborn, C.G., *et al.* (2018) Diagnostic Utility of a Likert Scale versus Qualitative Descriptors and Length of Capsular Contact for Determining Extraprostatic Tumor Extension at Multiparametric Prostate MRI. *American Journal of Roentgenology*, **210**, 1066-1072. <https://doi.org/10.2214/ajr.17.18849>
- [24] Matsumoto, K., Akita, H., Narita, K., Hashiguchi, A., Takamatsu, K., Takeda, T., *et al.* (2019) Prediction of Extraprostatic Extension by MRI Tumor Contact Length: Difference between Anterior and Posterior Prostate Cancer. *Prostate Cancer and Prostatic Diseases*, **22**, 539-545. <https://doi.org/10.1038/s41391-019-0136-3>
- [25] Ahn, H., Hwang, S.I., Lee, H.J., Suh, H.S., Choe, G., Byun, S., *et al.* (2020) Prediction of Extraprostatic Extension on Multi-Parametric Magnetic Resonance Imaging in Patients with Anterior Prostate Cancer. *European Radiology*, **30**, 26-37. <https://doi.org/10.1007/s00330-019-06340-3>
- [26] Samaratunga, H., Egevad, L., Yaxley, J.W., *et al.* (2023) Clinicopathologic Significance of Anterior Prostate Cancer: Comparison with Posterior Prostate Cancer in the Era of Multiparametric Magnetic Resonance Imaging. *The American Journal of Surgical Pathology*, **47**, 701-708.
- [27] Baco, E., Rud, E., Vlatkovic, L., Svindland, A., Eggesbø, H.B., Hung, A.J., *et al.* (2015) Predictive Value of Magnetic Resonance Imaging Determined Tumor Contact Length for Extracapsular Extension of Prostate Cancer. *Journal of Urology*, **193**, 466-472. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2014.08.084>
- [28] Washino, S., Ito, K. and Miyagawa, T. (2022) Prostate-Specific Antigen Level, Biopsy Grade Group, and Tumor-Capsular Contact Length on Magnetic Resonance Imaging Are Independently Associated with an Extraprostatic Extension. *International Journal of Urology*, **29**, 1455-1461. <https://doi.org/10.1111/iju.15012>
- [29] Rosenkrantz, A.B., Shanbhogue, A.K., Wang, A., Kong, M.X., Babb, J.S. and Taneja, S.S. (2016) Length of Capsular Contact for Diagnosing Extraprostatic Extension on Prostate MRI: Assessment at an Optimal Threshold. *Journal of Magnetic Resonance Imaging*, **43**, 990-997. <https://doi.org/10.1002/jmri.25040>

- [30] Bakir, B., Onay, A., Vural, M., Armutlu, A., Yıldız, S.Ö. and Esen, T. (2020) Can Extraprostatic Extension Be Predicted by Tumor-Capsule Contact Length in Prostate Cancer? Relationship with International Society of Urological Pathology Grade Groups. *American Journal of Roentgenology*, **214**, 588-596. <https://doi.org/10.2214/ajr.19.21828>
- [31] Asfuroğlu, U., Asfuroğlu, B.B., Özer, H., İnan, M.A. and Uçar, M. (2024) A Comparative Analysis of Techniques for Measuring Tumor Contact Length in Predicting Extraprostatic Extension. *European Journal of Radiology*, **181**, Article 111753. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2024.111753>
- [32] Eurboonyanun, K., Pisuchpen, N., O'Shea, A., Lahoud, R.M., Atre, I.D. and Harisinghani, M. (2021) The Absolute Tumor-Capsule Contact Length in the Diagnosis of Extraprostatic Extension of Prostate Cancer. *Abdominal Radiology*, **46**, 4014-4024. <https://doi.org/10.1007/s00261-021-03063-2>
- [33] Veerman, H., Hoeks, C.M.A., Sluijter, J.H., van der Eijk, J.A., Boellaard, T.N., Roeleveld, T.A., et al. (2022) 3D-Reconstructed Contact Surface Area and Tumour Volume on Magnetic Resonance Imaging Improve the Prediction of Extraprostatic Extension of Prostate Cancer. *Journal of Digital Imaging*, **36**, 486-496. <https://doi.org/10.1007/s10278-022-00756-y>
- [34] van den Berg, I., Soeterik, T.F.W., van der Hoeven, E.J.R.J., Claassen, B., Brink, W.M., Baas, D.J.H., et al. (2023) The Development and External Validation of Artificial Intelligence-Driven MRI-Based Models to Improve Prediction of Lesion-Specific Extraprostatic Extension in Patients with Prostate Cancer. *Cancers*, **15**, Article No. 5452. <https://doi.org/10.3390/cancers15225452>
- [35] Onay, A., Vural, M., Armutlu, A., Ozel Yıldız, S., Kiremit, M.C., Esen, T., et al. (2019) Evaluation of the Most Optimal Multiparametric Magnetic Resonance Imaging Sequence for Determining Pathological Length of Capsular Contact. *European Journal of Radiology*, **112**, 192-199. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2019.01.020>
- [36] Kim, W., Kim, C.K., Park, J.J., Kim, M. and Kim, J. (2016) Evaluation of Extracapsular Extension in Prostate Cancer Using Qualitative and Quantitative Multiparametric MRI. *Journal of Magnetic Resonance Imaging*, **45**, 1760-1770. <https://doi.org/10.1002/jmri.25515>
- [37] Freifeld, Y., Diaz de Leon, A., Xi, Y., Pedrosa, I., Roehrborn, C.G., Lotan, Y., et al. (2019) Diagnostic Performance of Prospectively Assigned Likert Scale Scores to Determine Extraprostatic Extension and Seminal Vesicle Invasion with Multiparametric MRI of the Prostate. *American Journal of Roentgenology*, **212**, 576-581. <https://doi.org/10.2214/ajr.18.20320>
- [38] Asfuroğlu, U., Asfuroğlu, B.B., Özer, H., Gönül, İ.I., Tokgöz, N., İnan, M.A., et al. (2022) Which One Is Better for Predicting Extraprostatic Extension on Multiparametric MRI: ESUR Score, Likert Scale, Tumor Contact Length, or EPE Grade? *European Journal of Radiology*, **149**, Article 110228. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2022.110228>
- [39] Barentsz, J.O., Richenberg, J., Clements, R., Choyke, P., Verma, S., Villeirs, G., et al. (2012) ESUR Prostate MR Guidelines 2012. *European Radiology*, **22**, 746-757. <https://doi.org/10.1007/s00330-011-2377-y>
- [40] Schieda, N., Quon, J.S., Lim, C., El-Khodary, M., Shabana, W., Singh, V., et al. (2015) Evaluation of the European Society of Urogenital Radiology (ESUR) PI-RADS Scoring System for Assessment of Extra-Prostatic Extension in Prostatic Carcinoma. *European Journal of Radiology*, **84**, 1843-1848. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2015.06.016>
- [41] Mehralivand, S., Shih, J.H., Harmon, S., Smith, C., Bloom, J., Czarniecki, M., et al. (2019) A Grading System for the Assessment of Risk of Extraprostatic Extension of Prostate Cancer at Multiparametric MRI. *Radiology*, **290**, 709-719. <https://doi.org/10.1148/radiol.2018181278>
- [42] Gatti, M., Faletti, R., Gentile, F., Soncin, E., Callaris, G., Fornari, A., et al. (2022) mEPE-Score: A Comprehensive Grading System for Predicting Pathologic Extraprostatic Extension of Prostate Cancer at Multiparametric Magnetic Resonance Imaging. *European Radiology*, **32**, 4942-4953. <https://doi.org/10.1007/s00330-022-08595-9>
- [43] Park, K.J., Kim, M. and Kim, J.K. (2020) Extraprostatic Tumor Extension: Comparison of Preoperative Multiparametric MRI Criteria and Histopathologic Correlation after Radical Prostatectomy. *Radiology*, **296**, 87-95. <https://doi.org/10.1148/radiol.2020192133>
- [44] Schirò, S., Milanese, G., Maddalo, M., Ziglioli, F., Maestroni, U.V., Manna, C., et al. (2022) MR-Based Simplified Extraprostatic Extension Evaluation: Comparison of Performances of Different Predictive Models. *European Radiology*, **33**, 2975-2984. <https://doi.org/10.1007/s00330-022-09240-1>
- [45] Ostau, N.E.V., Handke, A.E., Wiesenfarth, M., Albers, P., Antoch, G., Noldus, J., et al. (2024) Bicenter Validation of a Risk Model for the Preoperative Prediction of Extraprostatic Extension of Localized Prostate Cancer Combining Clinical and Multiparametric MRI Parameters. *World Journal of Urology*, **42**, Article No. 530. <https://doi.org/10.1007/s00345-024-05232-6>
- [46] Triquell, M., Regis, L., Winkler, M., Valdés, N., Cuadras, M., Celma, A., et al. (2022) Multiparametric MRI for Staging of Prostate Cancer: A Multicentric Analysis of Predictive Factors to Improve Identification of Extracapsular Extension before Radical Prostatectomy. *Cancers*, **14**, Article No. 3966. <https://doi.org/10.3390/cancers14163966>
- [47] Reisetær, L.A.R., Halvorsen, O.J., Beisland, C., Honoré, A., Gravdal, K., Losnegård, A., et al. (2020) Assessing Extraprostatic

- Extension with Multiparametric MRI of the Prostate: Mehrlivand Extraprostatic Extension Grade or Extraprostatic Extension Likert Scale? *Radiology: Imaging Cancer*, **2**, e190071. <https://doi.org/10.1148/rycan.2019190071>
- [48] Losnegård, A., Reisæter, L.A.R., Halvorsen, O.J., Jurek, J., Assmus, J., Arnes, J.B., *et al.* (2020) Magnetic Resonance Radiomics for Prediction of Extraprostatic Extension in Non-Favorable Intermediate- and High-Risk Prostate Cancer Patients. *Acta Radiologica*, **61**, 1570-1579. <https://doi.org/10.1177/0284185120905066>
- [49] Simon, B.D., Merriman, K.M., Harmon, S.A., Tetreault, J., Yilmaz, E.C., Blake, Z., *et al.* (2024) Automated Detection and Grading of Extraprostatic Extension of Prostate Cancer at MRI via Cascaded Deep Learning and Random Forest Classification. *Academic Radiology*, **31**, 4096-4106. <https://doi.org/10.1016/j.acra.2024.04.011>
- [50] Moroianu, Ș.L., Bhattacharya, I., Seetharaman, A., Shao, W., Kunder, C.A., Sharma, A., *et al.* (2022) Computational Detection of Extraprostatic Extension of Prostate Cancer on Multiparametric MRI Using Deep Learning. *Cancers*, **14**, Article No. 2821. <https://doi.org/10.3390/cancers14122821>
- [51] Nyarangi-Dix, J., Wiesenfarth, M., Bonekamp, D., Hitthaler, B., Schütz, V., Dieffenbacher, S., *et al.* (2020) Combined Clinical Parameters and Multiparametric Magnetic Resonance Imaging for the Prediction of Extraprostatic Disease—A Risk Model for Patient-Tailored Risk Stratification When Planning Radical Prostatectomy. *European Urology Focus*, **6**, 1205-1212. <https://doi.org/10.1016/j.euf.2018.11.004>
- [52] Heetman, J.G., van der Hoeven, E.J.R.J., Rajwa, P., Zattoni, F., Kesch, C., Shariat, S., *et al.* (2023) External Validation of Nomograms Including MRI Features for the Prediction of Side-Specific Extraprostatic Extension. *Prostate Cancer and Prostatic Diseases*, **27**, 492-499. <https://doi.org/10.1038/s41391-023-00738-3>
- [53] Elsherif, S.B., Kuchana, V., Aslam, R., Kamat, A., Bhosale, P.R. and Klekers, A.R. (2019) Locally Advanced Prostate Cancer Imaging Findings and Implications for Treatment from the Surgical Perspective. *Abdominal Radiology*, **45**, 865-877. <https://doi.org/10.1007/s00261-019-02318-3>
- [54] He, D., Wang, X., Fu, C., Wei, X., Bao, J., Ji, X., *et al.* (2021) MRI-Based Radiomics Models to Assess Prostate Cancer, Extracapsular Extension and Positive Surgical Margins. *Cancer Imaging*, **21**, Article No. 46. <https://doi.org/10.1186/s40644-021-00414-6>
- [55] Quentin, M., Schimmöller, L., Ullrich, T., Valentin, B., Demetrescu, D., Al-Monajjed, R., *et al.* (2022) Pre-Operative Magnetic Resonance Imaging Can Predict Prostate Cancer with Risk for Positive Surgical Margins. *Abdominal Radiology*, **47**, 2486-2493. <https://doi.org/10.1007/s00261-022-03543-z>
- [56] Wang, J.G., Zhong, C., Zhang, K.C., *et al.* (2024) Imaging Classification of Prostate Cancer with Extracapsular Extension and Its Impact on Positive Surgical Margins after Laparoscopic Radical Prostatectomy. *Frontiers in Oncology*, **14**, Article 1344050. <https://doi.org/10.3389/fonc.2024.1344050>
- [57] Xu, L., Zhang, G., Zhang, D., Zhang, J., Zhang, X., Bai, X., *et al.* (2023) An MRI-Based Grading System for Preoperative Risk Estimation of Positive Surgical Margin after Radical Prostatectomy. *Insights into Imaging*, **14**, Article No. 178. <https://doi.org/10.1186/s13244-023-01516-4>
- [58] Wibmer, A.G., Nikolovski, I., Chaim, J., Lakhman, Y., Lefkowitz, R.A., Sala, E., *et al.* (2022) Local Extent of Prostate Cancer at MRI versus Prostatectomy Histopathology: Associations with Long-Term Oncologic Outcomes. *Radiology*, **302**, 595-602. <https://doi.org/10.1148/radiol.210875>
- [59] Merriman, K.M., Harmon, S.A., Belue, M.J., Yilmaz, E.C., Blake, Z., Lay, N.S., *et al.* (2023) Comparison of MRI-Based Staging and Pathologic Staging for Predicting Biochemical Recurrence of Prostate Cancer after Radical Prostatectomy. *American Journal of Roentgenology*, **221**, 773-787. <https://doi.org/10.2214/ajr.23.29609>
- [60] Teramoto, Y., Numbere, N., Wang, Y. and Miyamoto, H. (2023) The Clinical Significance of pT3a Lesions as Well as Unilateral versus Bilateral Invasion into the Seminal Vesicle in Men with pT3b Prostate Cancer: A Proposal for a New pT3b Subclassification. *Archives of Pathology & Laboratory Medicine*, **147**, 1261-1267. <https://doi.org/10.5858/arpa.2022-0244-0a>