

多参数磁共振成像预测膀胱癌肌层浸润情况的研究进展

周紫薇¹, 曾云富²

¹成都中医药大学医学与生命科学学院, 四川 成都

²宜宾市第一人民医院放射科, 四川 宜宾

收稿日期: 2025年12月7日; 录用日期: 2025年12月31日; 发布日期: 2026年1月12日

摘要

磁共振成像已被证明是膀胱癌中不可或缺的影像技术, 能够准确识别膀胱癌的肌层侵袭情况。多参数MRI (mpMRI) 是一种广泛用于膀胱癌术前分期评估的有前景的工具; VI-RADS评分系统虽被证明是术前分期局部分期的可靠工具, 但仍需融合更多定量指标来提升准确性。本综述评估了多参数MRI在准确评估膀胱癌肌层侵袭方面的价值, 总结了其在疗效评估方面的最新进展(如nacVI-RADS), 并探讨了不同mpMRI参数在预测膀胱癌中的研究现状及进展。

关键词

膀胱癌, 多参数磁共振成像(mpMRI), 膀胱影像报告与数据系统(VI-RADS), 肿瘤膀胱壁接触长度(TCL)

Research Progress of Multiparametric Magnetic Resonance Imaging in Predicting Muscle Invasiveness of Bladder Cancer

Ziwei Zhou¹, Yunfu Zeng²

¹School of Medicine and Life Science, Chengdu University of Traditional Chinese Medicine, Chengdu Sichuan

²Department of Radiology, Yibin First People's Hospital, Yibin Sichuan

Received: December 7, 2025; accepted: December 31, 2025; published: January 12, 2026

Abstract

Magnetic resonance imaging has been established as an indispensable imaging technique in bladder

文章引用: 周紫薇, 曾云富. 多参数磁共振成像预测膀胱癌肌层浸润情况的研究进展[J]. 生物医学, 2026, 16(1): 42-48.
DOI: 10.12677/hjbm.2026.161005

cancer, capable of accurately identifying muscle invasion. Multiparametric MRI (mpMRI) is a promising tool widely used for preoperative staging assessment of bladder cancer; the Vesical Imaging-Reporting and Data System (VI-RADS) has been proven to be a reliable tool for local staging, yet it still requires integration with additional quantitative parameters to improve its accuracy. This review evaluates the value of mpMRI in accurately assessing muscle invasion in bladder cancer, summarizes recent advances in its application for treatment response evaluation (such as nacVI-RADS), and discusses the current research status and progress regarding various mpMRI parameters in predicting bladder cancer outcomes.

Keywords

Bladder Cancer, Multiparameter Magnetic Resonance Imaging (mpMRI), Vesical Imaging-Reporting and Data System (VI-RADS), Tumor Bladder Wall Contact Length (TCL)

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. 前言

膀胱癌(bladder cancer, BCA)是最常见的十大癌症之一, 并且是泌尿系统第二大癌症[1]。90%的 BCA 为尿路上皮肿瘤, 其余为鳞状细胞癌(约 6%~8%)和腺癌(2%)。高龄、男性和吸烟是导致膀胱癌发展的部分原因, 肉眼血尿或显微镜下血尿是 BCA 的显著症状[2]。目前, 膀胱镜检查结合病理活检仍是诊断 BC 的金标准[3], 并根据是否侵犯膀胱壁肌层分为肌层浸润性膀胱癌(muscle-invasive bladder cancer, MIBC)与非肌层浸润性膀胱癌(non-muscle-invasive bladder cancer, NMIBC) [4]。

NMIBC 通常采用经尿道膀胱肿瘤切除术(transurethral section of bladder tum, TURBT)治疗, 常联合膀胱内化疗或免疫治疗。MIBC 的主要治疗方法包括对患者进行全身新辅助治疗(NAT), 随后选择进行根治性膀胱切除术(radical cystectomy, RC), 或保留膀胱进行三联治疗。BCA 早期发现及治疗可以有效提高患者的存活率[5]。相对于 NMIBC 的良好预后, MIBC 面临更高的复发和死亡风险, 未来需要更多学科合作优化其治疗方案。MIBC 和 NMIBC 的治疗方式及预后均显著不同, 可靠的术前诊断对患者治疗方案的建立及改善预后至关重要[6]。

目前, 膀胱镜检查结合病理活检虽然应用广泛, 但仍存在一定的局限性, 首先对原位癌(tumor *in situ*, Tis)检出率低, 可能遗漏部分癌变部位, 检查结果的准确性及有效性很大程度上取决于操作者的技术及病变提取深度, 具有较高的假阳性和假阴性率; 其次膀胱镜结合活检属于有创操作, 部分患者术后可出现尿痛、尿频、血尿和感染等症状[7]; 一项研究发现[8], 膀胱镜检查预测与组织学分期之间的一致性较低, 是一种不充分的分期方法。

TURBT 是分期的基石, 但存在关于分期过多和分期不足的难题, 部分研究[9]表明 TURBT 标本对于评估肌层浸润程度不可靠, 通常需要重复 TURBT 才能获得足够的分期信息。TURBT 还存在包括膀胱穿孔、不适和治疗开始的延迟等方面的风险。此外, 组织病理学解释在确定是否存在肌层侵犯时会受到读者之间的主观差异影响。因为 TURBT 后残留肿瘤发生率差异显著, 多达 30%至 60%的 MIBC 病例最初被分期为 NMIBC。因此, 建议在初次切除后 2 至 6 周进行二次膀胱镜检查, 约有 25%的患者会改变治疗方案[10]。

超声仅在血尿初步评估中具有价值, 但依赖操作员水平, 并且仅用于评估周围结构组织, 因此不常

用于探测或分级。计算机断层扫描(CT)用于尿路穿刺分期的总体准确率约为 73%, 在识别膀胱外扩散(T3 或 T4 期)方面很敏感, 由于 CT 成像对软组织的分辨率有限, 它在检测伴有肌层浸润的膀胱内肿瘤(T2 期)方面准确性有待期待, 并且存在电离辐射影响[10]。膀胱癌的治疗和预后与准确的术前诊断密切相关, 现有诊断方法仍存在一定的局限性和不足。磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)目前是识别膀胱癌肌肉侵袭最准确的非侵入性成像方法, 本综述主要回顾了近五年来国内外关于多参数磁共振在膀胱癌诊疗进展中的研究, 旨在总结定量和定性多参数 MRI (Multiparametric magnetic resonance imaging, mpMRI) 在术前准确预测膀胱癌肌层浸润情况的价值, 及其在疗效和预后评估中的现状和进展。

2. 多参数磁共振成像

MRI 目前广泛应用于临床疾病的诊断[6], 结合了 T2 加权成像(T2 weighted imaging, T2WI)、扩散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)/ADC 和动态对比增强(dynamic contrast enhancement, DCE)序列的 mpMRI, 对膀胱肌层浸润深度有着重要判断价值[11][12]; 在 BCA 中, 膀胱病变的形态学评估至关重要, 因为特定的结构特征对于确保准确诊断和适当分类至关重要。MRI 可以敏锐地区分内生性(壁内)和外生性(腔内)生长模式, 此外, mpMRI 不仅有助于评估局部反应, 还在评估淋巴结受累、邻近器官侵袭、潜在转移和任何并发的上尿路疾病方面发挥关键作用, 这些都是术前风险评估和手术策略的关键参数[6]。

mpMRI 即使不能替代 TURBT 的诊断性能, 但也被认为是 TURBT 的补充工具[13]。由于 mpMRI 没有独特的报告方案, 来自欧洲、亚洲、北美和南美的多学科团队于 2017 年为 mpMRI 标准报告制定了膀胱影像报告和数据系统(vesical imaging reporting and data system, VI-RADS), 并于 2018 年发表[14]。它是评估膀胱癌肌层浸润的五分制评分体系, 并已通过各种回顾性研究的验证[15][16]。

3. VI-RADS 评分

VI-RADS 评分是在基于 mpMRI 检查的基础上, 综合各序列影像学特征表现评估膀胱肌层浸润风险的诊断手段[17]。VI-RADS 的临床效能 TURBT 术前评估中显示出巨大的前景, 为预测肌肉侵袭和指导治疗决策提供了可靠的方法。Del Giudice [16]等人指出 VI-RADS 评分可以潜在地减少重复 TURBT 的需求, 从而最大限度地降低患者发病率, 改善膀胱癌患者的治疗计划和结局。此外, 使用 VI-RADS 评分系统不仅促进了多学科团队之间更好的沟通, 还提高了成像结果的可重复性。Ueno Y [13]等人的研究发现在 TURBT 的执行中应用 VI-RADS 评分有助于确定切除部位的深度及范围, 从而降低膀胱穿孔的风险, 提高病理诊断的准确性。

VI-RADS 研究进展

一项研究表明, VI-RADS 评分 1~2 的病灶均被验证为非肌层浸润性膀胱癌, 而对于 VI-RADS 评分 3 的病灶, 肌层浸润情况应谨慎判断[18]。在临界值和诊断性能方面, 选择不同的临界值所展示的诊断性能不同, 大多数研究通过将 VI-RADS = 3 设置为临界值来报告诊断性能。而 Luo [19]等人研究发现 VI-RADS = 4 特异性高于 VI-RADS = 3, VI-RADS = 3 在灵敏度方面表现更好, 因此, 其认为 VI-RADS 4 作为临界值适用于预测肌层浸润状态且在根治性膀胱切除术术前未做 TURBT 的患者, VI-RADS 3 作为临界值更适用于评估倾向于接受常规诊断性 TURBT 以病理确认肌层侵袭性的患者。同时 Yu [20]等人通过 Meta 分析发现 VI-RADS = 3 分更适合筛选 MIBC 患者, 而 VI-RADS = 4 分更适合明确 NMIBC 的诊断。

尽管 VI-RADS 评分区分 MIBC 和 NMIBC 的准确性较高, 但仍需要进一步验证。具有不同经验水平的阅片者之间的可重复性和预测肌层侵袭的适当临界分数是需要克服的两个主要障碍[21]。

VI-RADS 作为一项新兴的 MRI 标准, 目前仍有许多细节未达成共识。其中之一就是是否需要在 VI-

RADS 评分中加入动态 DCE 序列。Delli [22] 等人的研究结果显示, 对于经验不足的阅片者来说, 增加的动态 DCE 序列有增加诊断 MIBC 假阳性率的风险。刘[23]等人研究发现在双参数磁共振成像(bp-MRI)中, T2WI 3 分且 DWI 2 分被 VI-RADS 赋值为 2 分时, 在诊断 MIBC 方面与 mpMRI 有相同的诊断效能。T2WI 3 分且 DWI 2 分时, VI-RADS 赋值为 3 分较赋值为 2 分诊断 MIBC 的效能可能更低[23]。另有研究认为, 基于 T2WI 和 DWI 两个序列, 就可以在不注射增强钆对比剂的情况下, 达到类似 T2WI、DWI 和 DCE 三个序列的诊断效果, 并且避免钆对比剂带来的风险[24][25]。但是, 此类研究样本量普遍偏小, 因此最后得到的证据的说服力有待增强。最近, Xu [26]等人通过回顾性研究验证在膀胱癌患者的术前评估中, 基于双参数 VI-RADS 评分的结果准确性同多参数 VI-RADS 评分接近, 并且在有 TURBT 手术史的患者中, 上述结论一致。然而, DCE 序列在治疗后评估仍然特别有价值, 它有助于区分活肿瘤和治疗相关纤维化。近来, 在 Cai Q 等人[27]研究中, 发现 DCE 序列是一种评估 NAT 后病理分期(ypT0)状态的可靠且可重复的成像工具, 能够准确地指导临床决策(AUC = 0.84, κ = 0.85)。其后期需要更多更大规模的研究来验证其结果的稳定性和可重复性。

4. mpMRI 其他研究进展

4.1. nacVI-RADS 应用

最新研究表明[28], mpMRI 的实用性不仅限于初步分期, 还为新辅助化疗(NAC)后治疗反应提供了宝贵见解, 有助于识别保留膀胱策略的最佳候选人及更微创治疗方案的患者。nacVI-RADS 是基于 VI-RADS 的改良版本, 即新辅助化疗 VI-RADS (nacVI-RADS)评分, 专门用于评估膀胱癌对新辅助治疗(如放疗或免疫治疗)的反应。他结合了治疗前后的 MRI 表现, 将反应分为五个等级: 1~2 分完全缓解(无残余疾病)、3 分降期至非肌层浸润性疾病、4 分部分缓解, 但仍有肌层浸润性癌、5 分无反应或疾病进展。

Dehghanpour 等人[29]的前瞻性验证研究显示, nacVI-RADS 在检测 NAC 完全反应时的灵敏度为 76.5%~85.3%, 特异性为 76.2%~81%, AUC 为 0.93, 且读者间一致性极佳(κ = 0.85), 表明 nacVI-RADS 在 NAC 后环境中是强有力的决策支持工具。Brembilla 等人[30]强调了 nacVI-RADS 在接受新辅助免疫治疗患者中的预测价值, 并发性 ≥ 3 分项的检测残留 MIBC 敏感度为 91%~98%, 特异性为 55%~94%, 读者间高度一致(κ = 0.62~0.65)。证明了 nacVI-RADS 在临床实践中的可行性。

这一基于 mpMRI 的通路实现了 NAC 后状态评估的客观、可重复且具有临床相关性进行分级, 有助于个性化治疗决策。通过区分完全反应者、部分反应者和无反应者, nacVI-RADS 评分支持诊疗讨论, 并促进基于此证据的膀胱保留策略(包括放化疗及三模式疗法)的合理应用。最新研究[29][30]表明, mpMRI, 尤其是 nacVI-RADS, 有助于根据患者对治疗的反应进行分级, 从而避免完全反应者的过度治疗, 同时确保无反应患者及时进行 RC 诊疗手段。预测新辅助治疗反应可指导 MIBC 个性化治疗和保留膀胱的决策。尽管如此, nacVI-RADS 目前处于试验阶段, 未被纳入当前临床指南。因此, nacVI-RADS 应用应谨慎解释, 最好在研究协议范围内进行, 直到有更大规模的试验来验证这些发现。

4.2. 不同 mpMRI 定量参数在膀胱癌中研究进展

膀胱肿瘤发病率约占尿路上皮癌的 90%~95%, 其中约 5%~49%的病灶位于输尿管口附近或完全靠近输尿管口[31]。输尿管口区作为膀胱癌的好发部位之一, VI-RADS 评分却并未提及输尿管与肿瘤间的表现的评价作用, 发生于输尿管口区的肿瘤常可观察到肿瘤处输尿管口变窄及输尿管扩张征象, Cai Q 等人[32]研究发现, 位于输尿管口的膀胱癌患者肌层浸润几率更高, 这或许是由于输尿管口区特殊的组织学和解剖特征所致。膀胱三角区的固有层极为薄, 固有肌层更靠近上皮表面, 这使得膀胱癌更可能侵入开管肌。另外, Deng [33]等人研究发现把膀胱输尿管口区肿瘤与膀胱输尿管口关系分为“蒂包埋输尿管口”

和“肿瘤与输尿管口分界不清”两组。“蒂包埋输尿管口”组中 85.7%为 NMIBC。“肿瘤组织与输尿管口分界不清”组中 95.5%为 MIBC, 并且在该组中若出现病变侧输尿管扩张的肿瘤中 93.8%为 MIBC。由此推测, 膀胱输尿管口区肿瘤出现“蒂包埋输尿管口”征象, 肿瘤浸润肌层的风险较低; 肿瘤与膀胱输尿管口分界不清并伴有同侧输尿管扩张为肿瘤浸润肌层的间接征象之一。

一项报告称[13], VI-RADS = 2 的肿瘤(包括带蒂的外生性肿瘤及伴有膀胱壁内层增厚的广基底肿瘤)中, 仍有 4.1%~17.4%的病例实际为 MIBC。此类结果出现假阴性可能源于患者个体情况、图像质量不佳、阅片经验不足、肿瘤位置特殊、非典型病理组织学表现或影像学特征, 以及当前 VI-RADS 评分标准自身的局限性。若仅依据 MRI 结果确定膀胱切除术适应症, 而不进行经 TURBT 或重复 TURBT, 理论上可最大程度降低膀胱癌患者的手术创伤。然而, 目前依靠 VI-RADS 制定膀胱癌治疗策略存在明显局限, 因此急需开发能够提高 MIBC 诊断准确性的检测方法。瘤周强化(Peritumoral enhancement, PTE)是指在肿瘤浸润边缘观察到的线性强化影, 该强化区域自正常膀胱壁向外凸出(曲度大于正常膀胱壁), 且强化程度高于正常肌层及肿瘤主体。Takeuchi M [34]等人研究多发性结合 PTE 的改良 VI-RADS 提高了对 MIBC 的敏感性, 能识别原 VI-RADS 中被归类为假阴性的 MIBCs。

近年来, 膀胱 MRI 在膀胱癌的术前诊断、肿瘤分期、分级以及治疗反应评估中的应用价值日益凸显。部分研究结果显示多个 MRI 定量参数在 MIBC 与 NMIBC 间差异有统计学意义, 提示这些肿瘤 MRI 定量参数可能是评估膀胱癌肌层浸润状态的重要指标。其中, 肿瘤膀胱壁接触长度(TCL)是膀胱癌肌层浸润的独立危险因素, 并且 AUC 最大。

TCL 已被用来预测多种肿瘤的侵袭情况, 如前列腺癌、肺癌和子宫内膜癌, TCL 在 Ahn [35]最近的论文中也称为肿瘤壁界面(肿瘤与膀胱壁的接触长度), 在 bca 患者中, 阈值为 3 ± 0.3 厘米(AUC 0.90~0.92)的肌层浸润效果显著; A. Akcay 等人[36]发现 TCL 在判定肌层侵袭时的 AUC 值为 0.918 (95%、0.852 和 0.983), 阈值为 >19.5 毫米。同样, Selvaraju A 的[37]研究显示, TCL 和 TCL/Dmax 分别超过 3.47 厘米(AUC 为 0.687~0.935)和 1.064 (AUC 为 0.728~0.941)者, 表明存在肌肉侵袭性肿瘤。然而, TCL 在预测膀胱癌侵袭中的重要性仍需进一步验证, 其在膀胱癌肌层侵袭众多风险因素中的作用仍不确定。

5. 总结与展望

膀胱癌的肌层浸润状态是决定患者治疗策略及长期预后的关键所在。在 mp-MRI 基础上建立的 VI-RADS 评分则展现了可靠区分 MIBC 与 NMIBC 的潜力。然而, 目前 VI-RADS 评分在临床广泛应用前仍面临证据缺口, 尤其缺乏前瞻性、大样本、多中心的研究, 难以系统验证其诊断一致性、观察者间重复性及临床诊断效能。展望未来, 随着 mp-MRI 的持续发展, VI-RADS 评分融入多个定量参数来提高诊断肌层浸润情况准确性及敏感性, 有望进一步推动膀胱癌诊疗向精准化、个体化方向迈进, 为实现治疗决策的优化和患者生存率的提升提供关键影像学支持。

参考文献

- [1] Siegel, R.L., Miller, K.D. and Jemal, A. (2020) Cancer Statistics, 2020. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, **70**, 7-30. <https://doi.org/10.3322/caac.21590>
- [2] Dobruch, J. and Oszczudłowski, M. (2021) Bladder Cancer: Current Challenges and Future Directions. *Medicina*, **57**, Article 749. <https://doi.org/10.3390/medicina57080749>
- [3] Witjes, J.A., Bruins, H.M., Cathomas, R., Compérat, E.M., Cowan, N.C., Gakis, G., *et al.* (2021) European Association of Urology Guidelines on Muscle-Invasive and Metastatic Bladder Cancer: Summary of the 2020 Guidelines. *European Urology*, **79**, 82-104. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2020.03.055>
- [4] 王承炎, 刘华琼, 高文鑫, 等. 磁共振成像 VI-RADS 评分在膀胱癌中的应用及进展[J]. 磁共振成像, 2023, 14(8): 176-181.

- [5] Tran, L., Xiao, J., Agarwal, N., Duex, J.E. and Theodorescu, D. (2020) Advances in Bladder Cancer Biology and Therapy. *Nature Reviews Cancer*, **21**, 104-121. <https://doi.org/10.1038/s41568-020-00313-1>
- [6] 卢文斌, 王尉, 聂海波, 张小明, 吕军. 膀胱癌的诊疗研究进展[J]. 中国医药科学, 2022, 12(13): 62-65, 130.
- [7] de Haas, R.J., Steyvers, M.J. and Fütterer, J.J. (2014) Multiparametric MRI of the Bladder: Ready for Clinical Routine? *American Journal of Roentgenology*, **202**, 1187-1195. <https://www.ajronline.org/doi/10.2214/AJR.13.12294>
- [8] van Straten, C.G.J.I., Bruins, M.H., Dijkstra, S., Cornel, E.B., Kortleve, M.D.H., de Vocht, T.F., *et al.* (2023) The Accuracy of Cystoscopy in Predicting Muscle Invasion in Newly Diagnosed Bladder Cancer Patients. *World Journal of Urology*, **41**, 1829-1835. <https://doi.org/10.1007/s00345-023-04428-6>
- [9] Zapala, P., Dybowski, B., Poletajew, S., Bialek, L., Niewczas, A. and Radziszewski, P. (2018) Clinical Rationale and Safety of Restaging Transurethral Resection in Indication-Stratified Patients with High-Risk Non-Muscle-Invasive Bladder Cancer. *World Journal of Surgical Oncology*, **16**, Article No. 6. <https://doi.org/10.1186/s12957-018-1310-0>
- [10] Shalaby, E.A., Mohamed, A.R., Elkammash, T.H., Abouelkheir, R.T. and Housseini, A.M. (2022) Role of Multiparametric Magnetic Resonance Imaging in the Diagnosis and Staging of Urinary Bladder Cancer. *Current Urology*, **16**, 127-135. <https://doi.org/10.1097/cu9.0000000000000128>
- [11] Gruber, L., Gruber, H., Luger, A.K., Glodny, B., Henninger, B. and Loizides, A. (2017) Diagnostic Hierarchy of Radiological Features in Soft Tissue Tumours and Proposition of a Simple Diagnostic Algorithm to Estimate Malignant Potential of an Unknown Mass. *European Journal of Radiology*, **95**, 102-110. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2017.07.020>
- [12] van der Pol, C.B., Chung, A., Lim, C., Gandhi, N., Tu, W., McInnes, M.D.F., *et al.* (2018) Update on Multiparametric MRI of Urinary Bladder Cancer. *Journal of Magnetic Resonance Imaging*, **48**, 882-896. <https://doi.org/10.1002/jmri.26294>
- [13] Ueno, Y., Takeuchi, M., Tamada, T., Sofue, K., Takahashi, S., Kamishima, Y., *et al.* (2019) Diagnostic Accuracy and Interobserver Agreement for the Vesical Imaging-Reporting and Data System for Muscle-Invasive Bladder Cancer: A Multireader Validation Study. *European Urology*, **76**, 54-56. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2019.03.012>
- [14] Panebianco, V., Narumi, Y., Altun, E., Bochner, B.H., Efsthathiou, J.A., Hafeez, S., *et al.* (2018) Multiparametric Magnetic Resonance Imaging for Bladder Cancer: Development of VI-RADS (Vesical Imaging-Reporting and Data System). *European Urology*, **74**, 294-306. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2018.04.029>
- [15] Kim, S.H. (2020) Validation of Vesical Imaging Reporting and Data System for Assessing Muscle Invasion in Bladder Tumor. *Abdominal Radiology*, **45**, 491-498. <https://doi.org/10.1007/s00261-019-02190-1>
- [16] Del Giudice, F., Barchetti, G., De Berardinis, E., Pecoraro, M., Salvo, V., Simone, G., *et al.* (2020) Prospective Assessment of Vesical Imaging Reporting and Data System (VI-RADS) and Its Clinical Impact on the Management of High-Risk Non-Muscle-Invasive Bladder Cancer Patients Candidate for Repeated Transurethral Resection. *European Urology*, **77**, 101-109. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2019.09.029>
- [17] Lai, A.L. and Law, Y.M. (2023) VI-RADS in Bladder Cancer: Overview, Pearls and Pitfalls. *European Journal of Radiology*, **160**, Article ID: 110666. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2022.110666>
- [18] Liu, S., Xu, F., Xu, T., Yan, Y., Yao, X. and Tang, G. (2020) Evaluation of Vesical Imaging-Reporting and Data System (VI-RADS) Scoring System in Predicting Muscle Invasion of Bladder Cancer. *Translational Andrology and Urology*, **9**, 445-451. <https://doi.org/10.21037/tau.2020.02.16>
- [19] Luo, C., Huang, B., Wu, Y., Chen, J. and Chen, L. (2020) Use of Vesical Imaging-Reporting and Data System (VI-RADS) for Detecting the Muscle Invasion of Bladder Cancer: A Diagnostic Meta-Analysis. *European Radiology*, **30**, 4606-4614. <https://doi.org/10.1007/s00330-020-06802-z>
- [20] 余青洋, 陈康康, 赵炯蕾, 等. 基于 mp-MRI 的 VI-RADS 评分诊断肌层浸润性膀胱癌效能的 Meta 分析[J]. 中华泌尿外科杂志, 2025, 46(6): 430-438.
- [21] Kazan, O., Gunduz, N., Bakir, B., Iplikci, A., Culpan, M., Ersoy, B., *et al.* (2023) Diagnostic Validity of the Vesical Imaging-Reporting and Data System (VI-RADS): A Real-World Study. *Actas Urológicas Españolas (English Edition)*, **47**, 638-644. <https://doi.org/10.1016/j.acuroe.2023.05.003>
- [22] Pizzi, A.D., Mastrodicasa, D., Marchioni, M., *et al.* (2021) Bladder Cancer: Do We Need Contrast Injection for MRI Assessment of Muscle Invasion? A Prospective Multi-Reader VI-RADS Approach. *European Radiology*, **31**, 3874-3883. <https://doi.org/10.1007/s00330-020-07473-6>
- [23] 刘沛昆, 杨潇, 蔡令凯, 等. bp-MRI 与 mp-MRI 对肌层浸润性膀胱癌诊断效能的对比研究[J]. 中华泌尿外科杂志, 2023, 44(11): 818-822.
- [24] Liu, P., Cai, L., Jiang, L., Chen, H., Cao, Q., Bai, K., *et al.* (2025) Comparative Diagnostic Performance of VI-RADS Based on Biparametric and Multiparametric MRI in Predicting Muscle Invasion in Bladder Cancer. *BMC Medical Imaging*, **25**, Article No. 60. <https://doi.org/10.1186/s12880-025-01595-3>
- [25] Ye, L., Chen, Y., Xu, H., *et al.* (2022) Biparametric Magnetic Resonance Imaging Assessment for Detection of Muscle-

- Invasive Bladder Cancer: A Systematic Review and Meta-Analysis. *European Radiology*, **32**, 6480-6492. <https://doi.org/10.1007/s00330-022-08696-5>
- [26] Xu, H., Chen, Y., Ye, L., Zheng, H., Song, B. and Yao, J. (2024) Application of Magnetic Resonance Imaging Report Combined With VI-RADS Bi-Parametric and Multi-Parametric Scoring Systems in Bladder Cancer Diagnosis. *Journal of Sichuan University (Medical Science Edition)*, **55**, 1071.
- [27] Cai, Q., Tian, L., Kong, L., Zhang, K., Weng, B., Huang, B., *et al.* (2025) Multiparametric MRI for Assessing Residual Tumors in Patients with Muscle-Invasive Bladder Cancer after Neoadjuvant Treatment: A Reliable Tool for Guiding Bladder Preservation. *European Radiology*, **36**, 219-228. <https://doi.org/10.1007/s00330-025-11773-0>
- [28] Panebianco, V., Briganti, A., Efstathiou, J.A., Galgano, S.J., Luk, L., Muglia, V.F., *et al.* (2025) Multiparametric Magnetic Resonance Imaging and Vesical Imaging-Reporting and Data System (VI-RADS) for Bladder Cancer Diagnosis and Staging: A Guide for Clinicians from the American College of Radiology VI-RADS Steering Committee. *European Urology*. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2025.10.010>
- [29] Dehghanpour, A., Pecoraro, M., Messina, E., Laschena, L., Borrelli, A., Novelli, S., *et al.* (2024) Diagnostic Accuracy and Inter-Reader Agreement of the nacVI-RADS for Bladder Cancer Treated with Neoadjuvant Chemotherapy: A Prospective Validation Study. *European Radiology*, **35**, 4016-4026. <https://doi.org/10.1007/s00330-024-11327-w>
- [30] Brembilla, G., Basile, G., Cosenza, M., Giganti, F., Del Prete, A., Russo, T., *et al.* (2024) Neoadjuvant Chemotherapy VI-RADS Scores for Assessing Muscle-Invasive Bladder Cancer Response to Neoadjuvant Immunotherapy with Multiparametric MRI. *Radiology*, **313**, e233020. <https://doi.org/10.1148/radiol.233020>
- [31] Novikov, A.I., Leonenkov, R.V., Temkin, D.B., Borovik, M.V., Shpilenny, E.S. and Alferova, N.V. (2021) Transurethral Resection of Bladder Cancer Involving the Orifice of the Ureter. *Cancer Urology*, **17**, 104-111. <https://doi.org/10.17650/1726-9776-2021-17-2-104-111>
- [32] Cai, Q., Ling, J., Kong, L., Huang, Y., Lin, Y., Wen, Z., *et al.* (2022) Multiparametric MRI Evaluation of VI-RADS for Bladder Tumors Located at the Ureteral Orifice. *Radiology*, **304**, 593-599. <https://doi.org/10.1148/radiol.220028>
- [33] 邓磊, 邹玉坚, 杨水清, 张坤林, 黄翔, 李建鹏. 多参数磁共振成像 VI-RADS 对膀胱癌肌层侵犯的预测价值和输尿管口膀胱癌肌层侵犯征象研究[J]. 磁共振成像, 2022, 13(7): 121-125.
- [34] Takeuchi, M., Higaki, A., Kojima, Y., Ono, K., Maruhisa, T., Yokoyama, T., *et al.* (2024) Diagnostic Significance of Peritumoral Enhancement in Distinguishing between Muscle-Invasive and Non-Muscle-Invasive Bladder Cancer. *Abdominal Radiology*, **50**, 1679-1688. <https://doi.org/10.1007/s00261-024-04658-1>
- [35] Ahn, H., Hwang, S.I., Lee, H.J., Choe, G., Oh, J.J., Jeong, S.J., *et al.* (2020) Quantitation of Bladder Cancer for the Prediction of Muscle Layer Invasion as a Complement to the Vesical Imaging-Reporting and Data System. *European Radiology*, **31**, 1656-1666. <https://doi.org/10.1007/s00330-020-07224-7>
- [36] Akcay, A., Yagci, A.B., Celen, S., Ozlulderden, Y., Turk, N.S. and UFUK, F. (2021) VI-RADS Score and Tumor Contact Length in MRI: A Potential Method for the Detection of Muscle Invasion in Bladder Cancer. *Clinical Imaging*, **77**, 25-36. <https://doi.org/10.1016/j.clinimag.2021.02.026>
- [37] Selvaraju, A., Patbamniya, N.K., Kumar, M., Seth, A., Kaushal, S. and Das, C.J. (2025) Preoperative Prediction of Muscle Invasion in Bladder Cancer in the Indian Population Using the Vesical Imaging-Reporting and Data System (VI-RADS) Score and Individual Multiparametric Magnetic Resonance Imaging (MRI) Characteristics. *Clinical Radiology*, **84**, Article ID: 106862. <https://doi.org/10.1016/j.crad.2025.106862>