

## 论 著

## 双参数MRI联合临床、病理指标预测前列腺癌包膜外侵犯

彭茜文 张 林\*

石河子大学第一附属医院医学影像中心  
(新疆 石河子 832000)

【摘要】 目的 探究基于双参数磁共振成像(biparametric magnetic resonance imaging, bp-MRI)的评价方法联合临床、病理相关参数对前列腺癌(prostate cancer, PCa)包膜外侵犯(extraprostatic extension, EPE)的预测价值。方法 分析104例进行根治性前列腺切除术(radical prostatectomy, RP)的PCa患者,对其进行基于bp-MRI的Likert量表评分和EPE分级,并收集其临床、病理资料。根据RP病理结果,分为EPE阳性及EPE阴性组。多因素Logistic回归分析筛选EPE的独立危险因素,建立联合预测模型。绘制各独立危险因素及预测模型受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线,计算曲线下面积(area under the curve, AUC)。绘制模型列线图、校准曲线、临床决策曲线分析(decision curve analysis, DCA)图。结果 104例PCa患者中,64例为EPE阳性,40例为EPE阴性。EPE阳性组Likert量表评分和EPE分级明显高于EPE阴性组( $P<0.05$ )。多因素Logistic回归分析表明,前列腺体积(prostate volume, PV)、总前列腺特异性抗原(total prostate-specific antigen, tPSA)、Likert量表评分和穿刺阳性率是PCa发生EPE的独立危险因素,AUC分别为0.647、0.660、0.789、0.789,联合预测模型AUC为0.935,相较于单一预测因子,联合预测模型的预测效能提升。列线图将模型可视化,更直观计算EPE发生风险。模型校准曲线与理想曲线吻合度较高、临床决策曲线分析中预测模型曲线远离两条极端线,模型诊断效能高。结论 PV、tPSA、穿刺阳性率和Likert量表评分能够预测PCa患者EPE发生风险,并且联合预测模型的预测效能进一步提高,为前列腺癌患者术前期、手术方式的选择提供参考。

【关键词】 双参数磁共振成像; 前列腺癌;  
包膜外侵犯

【中图分类号】 R445.2

【文献标识码】 A

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.04.040

## Biparametric MRI Combined with Clinical and Pathological Parameters to Predict Extraprostatic Extension of Prostate Cancer

PENG Xi-wen, ZHANG Lin\*

Department of Imaging, The First Affiliated Hospital of Shihezi University, Shihezi 832000, Xinjiang Uygur Autonomous Region, China

## ABSTRACT

**Objective** To investigate the predictive value of biparametric magnetic resonance imaging (bp-MRI)-based assessment methods combined with clinically and pathologically relevant parameters on extraprostatic extension (EPE) in prostate cancer (PCa). **Methods** 104 PCa patients undergoing radical prostatectomy (RP) were analysed. They were scored by Likert scale and graded by EPE, and clinical and pathological data were collected. According to the RP pathology results, they were divided into EPE-positive and EPE-negative groups. Multifactorial logistic regression analysis was used to screen the independent risk factors for EPE and establish a joint prediction model. The Receiver operating characteristic (ROC) curve was plotted for each independent risk factor and the prediction model, and the Area under the curve (AUC) was calculated. Plotting nomogram, calibration curves, clinical decision curve analysis (DCA) plots. **Results** Among 104 PCa patients, 64 were EPE-positive and 40 were EPE-negative, and the Likert scale score and EPE grade of the EPE-positive group were significantly higher than those of the EPE-negative group ( $P<0.05$ ). Multifactorial logistic regression analysis showed that prostate volume (PV), total prostate-specific antigen (tPSA), Likert scale score and biopsy positivity were independent risk factors for EPE in PCa, with AUC of 0.647, 0.660, 0.789, 0.789, and the AUC of the joint prediction model was 0.935, which improved the predictive efficacy compared to a single predictor. The nomogram visualized the model and calculated the risk of EPE occurrence more intuitively. The calibration curve of the model was in good agreement with the ideal line, the predictive model curve was far away from the two extreme lines in the clinical decision curve analysis, which demonstrated the model had high diagnostic efficacy. **Conclusion** PV, tPSA, puncture positivity and Likert scale score were able to predict the risk of EPE of patients with PCa, and the predictive efficacy of the combined prediction model was further improved, which provides a reference for the preoperative staging and selection of surgical modalities in prostate cancer patients.

**Keywords:** Biparameter Magnetic Resonance Imaging; Prostate Cancer; Extraprostatic Extension

部分术前诊断为局限性PCa( $\leq pT2$ 期)的患者在接受RP治疗后发现存在EPE,即升级为局部进展期( $pT3$ 期)。EPE患者具有较高的手术切缘阳性率、生化复发率<sup>[1]</sup>。为保证手术切缘阴性,EPE风险较高的患者通常采用不保留神经的RP术式,神经的切除会增加控尿和勃起功能障碍的发生风险。未发生EPE的患者通常采取保留神经的RP(nerve sparing radical prostatectomy, NSRP)治疗。荟萃分析显示采取保留神经血管束RP术式,术后患者大小便失禁( $RR=0.75$ )和勃起功能障碍( $RR=0.77$ )的风险较低<sup>[2]</sup>。因此,术前预测PCa患者EPE发生风险,有助于制定更合理的诊疗决策。

磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)是目前公认的诊断前列腺癌最佳的影像学检查方法。MRI对软组织分辨率较高,能够确定病灶位置、范围以及帮助评估前列腺包膜受累情况。放射科医生在MRI上发现EPE的差异很大,敏感性为12%-83%,特异性为63%-92%,平均敏感性为57%<sup>[3]</sup>,其敏感性不足,可能存在漏诊EPE的情况。

尽管目前运用最广泛的前列腺癌成像报告和数据系统(prostate imaging reporting and data system, PI-RADS)推荐多参数MRI(multiparametric magnetic resonance imaging, mp-MRI)作为首选的影像学检查方法<sup>[4]</sup>,但是mp-MRI存在成像时间长、检查成本高、对比剂过敏等缺点,无需DCE序列的bp-MRI成为近年来研究的热点。此外,DCE序列在PCa诊断中的价值仍存在争议<sup>[5-6]</sup>,有学者研究表明bp-MRI和mp-MRI对PI-RADS v2.1评分为4、5分患者的EPE诊断无差别<sup>[7]</sup>。也有研究表明bp-MRI和mp-MRI对PCa的分期诊断效能相当,说明DCE序列未能提高EPE诊断准确性<sup>[8]</sup>,bp-MRI具有一定的临床应用价值。Likert量表评分和EPE分级作为EPE结构化评估方法,诊断效能较高(AUC分别为0.78、0.77)<sup>[9]</sup>,具有可重复性。相较于非结构化评估,它更简明地描述了前列腺癌患者包膜受累情况,使泌尿外科医生更易于理解。

因此,本研究探究基于bp-MRI的影像评价方法联合临床、病理指标预测PCa患者EPE发生风险,以弥补MRI诊断EPE敏感性不足的缺陷,为患者术前期及手术方式决策提供参考。

## 1 资料与方法

**1.1 研究对象** 收集2019年4月至2023年11月在石河子大学第一附属医院确诊为PCa且接受RP治疗患者104名,收集其术前bp-MRI影像、临床、病理资料。所有患者获取影像

【第一作者】彭茜文,女,硕士研究生,主要研究方向:男性泌尿生殖系统影像诊断。E-mail: 1120538791@qq.com

【通讯作者】张 林,男,主任医师,主要研究方向:男性泌尿生殖系统影像诊断。E-mail: tg06098@163.com

资料及病理切片前均签署知情同意书。

纳入标准：所有入选患者均签署知情同意，自愿参加本研究；穿刺活检及MRI检查前未经治疗(放疗、化疗、手术治疗)；无MRI禁忌证，穿刺活检前均行前列腺bp-MRI检查；穿刺活检证实为前列腺癌，并取得穿刺活检病理结果；接受RP治疗，并取得术后病理结果。排除标准：MRI图像上肉眼无法观测的病灶；MRI图像质量不佳，伪影明显者；病理结果不全者。

**1.2 MRI图像采集** 采用美国GE公司3.0T超导MRI扫描仪(Discovery MR750; General Electric Medical Systems, Milwaukee, Wisconsin)和8通道体部相控阵表面线圈，扫描范围约覆盖前列腺及双侧精囊腺。扫描前嘱受试者饮水，膀胱适度充盈，尽量排气以减少直肠气体影响。扫描参数为：轴位T2WI、轴位T2WI+FS及矢状位T2WI+FS(TR4456ms，TE68ms，层厚3.0mm，层距1mm，FOV24cm×24cm，激励次数2次)、冠状位T2WI+FS(TR3421ms，TE80ms，层厚3.0mm，层距1mm，FOV25cm×25cm，激励次数2次)、轴位T1WI(TR811ms，TE68ms，层厚3.0mm，层距1mm，FOV 24cm×24cm，激励次数2次)、轴位DWI(TR2200ms，TE80ms，层厚3.0mm，层距1mm，FOV 38cm×38cm，激励次数3次，b值设置为800s/mm<sup>2</sup>及1500s/mm<sup>2</sup>)。

**1.3 MRI图像分析** 由两名经验丰富的影像诊断医师(具有5年以上工作经验)采用双盲法共同阅片，基于bp-MRI进行Likert量表评分及EPE分级，若出现评价不一致，则由上级医师最终评定。此外，还对原发病灶进行定位，分为外周带组、移行带组和弥漫组，弥漫组定义为病灶分布于两个及以上解剖带。根据PI-RADS v2.1指南<sup>[4]</sup>标准，在T2WI上对所有纳入患者的PV进行测量，PV=前后径×左右径×上下径×0.52(轴位测量左右径，矢状位测量前后径及上下径)。

Likert量表评分方法<sup>[10]</sup>：(1)无EPE(可以在完整的前列腺包膜和肿瘤之间观察到正常组织)；(2)可能没有EPE(肿瘤紧邻前列腺包膜)；(3)不确定(肿瘤紧邻前列腺包膜并造成包膜不规则)；(4)可能有EPE(肿瘤使前列腺包膜凸起、变形并模糊)；(5)有EPE(肉眼可见和可测量的包膜外肿瘤)。

EPE分级方法<sup>[11]</sup>：0级，无病理性EPE嫌疑；1级，肿瘤包膜接触长度≥15mm或包膜不规则或包膜膨出；2级，包膜接触长度≥15mm且包膜不规则、膨出；3级，MRI可见包膜缺失或明显侵犯邻近组织结构。

**1.4 组织病理学评估** 所有患者在手术前均接受标准的系统性超声引导下经直肠(transrectal ultrasound, TRUS)活检(12个活检中心)，由一位具有10年以上诊断经验的病理科医师出具病理报告，依据2019版国际泌尿病理协会(International Society of Urological Pathology, ISUP)指南，进行Gleason评分及ISUP分级(Gleason评分≤6、3+4、4+3、8和9-10，对应ISUP分级第1-5级)。活检中心阳性数除以活检中心数计算穿刺阳性率。记录最高的穿刺ISUP分级。RP术后病理EPE阳性定义为癌症细胞延伸超过前列腺包膜进入周围的脂肪组织、膀胱颈或侵犯精囊。根据是否存在EPE，分为EPE阳性组及EPE阴性组。

**1.5 统计学方法** 使用SPSS(v26.0)统计软件对本研究中符合正态分布且方差齐的连续变量进行独立样本t检验，以均数±标准差描述( $\bar{x} \pm s$ )；不符者行Mann-Whitney U检验，以中位数(四分位间距)[M(P<sub>25</sub>-P<sub>75</sub>)]描述；无序分类变量行卡方检验，有序分类变量行Mann-Whitney U检验，以频数(百分比)[n(%)]描述。纳入区分度高的因子行多因素二元Logistic回归分析以确定EPE的独立危险因

素，并绘制每个独立因素及其联合的ROC曲线，计算AUC。P小于0.05表示具有统计学意义。

使用R4.3.2软件rms包绘制联合预测模型，列线图可视化模型，绘制模型的校准曲线，评价模型预测和临床实际发生EPE风险的一致程度。使用R 4.3.2软件rmda包绘制DCA曲线，评估模型的临床净获益。

2 结果

**2.1 患者一般资料** 研究共纳入104例临床局限性前列腺癌患者，术后病理显示EPE阳性患者64例，EPE发生率高达61.5%。EPE阳性组平均年龄71.20岁，EPE阴性组平均年龄68.93岁，年龄之间无统计学差异(P>0.05)。tPSA、PV、穿刺阳性率、病灶区域、穿刺ISUP分级、Likert量表评分、EPE分级组间差异具有统计学意义(P<0.05)。EPE阳性患者PV较阴性患者小，而tPSA、穿刺阳性率、穿刺ISUP分级、Likert量表评分、EPE分级均较高。前列腺癌患者病灶多位于外周带，部分EPE患者病灶弥漫分布。见表1。

| 表1 EPE阳性组与EPE阴性组患者基本资料比较[M(P <sub>25</sub> -P <sub>75</sub> ), n(%)] |                    |                    |        |                      |
|----------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|--------|----------------------|
| 变量                                                                   | EPE阳性组(n=64)       | EPE阴性组(n=40)       | P值     | t/Z/χ <sup>2</sup> 值 |
| 年龄(岁)                                                                | 71.20±7.23         | 68.93±8.33         | 0.144  | -1.474               |
| PV(mL)                                                               | 31.70±10.83        | 38.41±12.68        | 0.005  | 2.877                |
| tPSA(ng/mL)                                                          | 20.17(14.32-33.46) | 15.17(11.74-20.32) | 0.006  | -2.736               |
| 穿刺阳性率(%)                                                             | 50.00(33.33-64.59) | 25.00(16.67-41.67) | <0.001 | -4.991               |
| 病灶区域                                                                 |                    |                    | <0.001 | 18.620               |
| 外周带                                                                  | 30(46.88%)         | 26(65.00%)         |        |                      |
| 移行带                                                                  | 9(14.06%)          | 13(32.50%)         |        |                      |
| 弥漫                                                                   | 25(39.06%)         | 1(2.50%)           |        |                      |
| 穿刺ISUP分级                                                             |                    |                    | 0.001  | -3.275               |
| 1                                                                    | 12(18.75%)         | 11(27.50%)         |        |                      |
| 2                                                                    | 9(14.06%)          | 9(22.50%)          |        |                      |
| 3                                                                    | 14(21.88%)         | 15(37.50%)         |        |                      |
| 4                                                                    | 20(31.25%)         | 3(7.50%)           |        |                      |
| 5                                                                    | 9(14.06%)          | 2(5.00%)           |        |                      |
| Likert量表评分                                                           |                    |                    | <0.001 | -5.114               |
| 1                                                                    | 1(1.56%)           | 2(5.00%)           |        |                      |
| 2                                                                    | 10(15.62%)         | 20(50.00%)         |        |                      |
| 3                                                                    | 16(25.00%)         | 14(35.00%)         |        |                      |
| 4                                                                    | 22(35.94%)         | 3(7.500%)          |        |                      |
| 5                                                                    | 15(21.88%)         | 1(2.50%)           |        |                      |
| EPE分级                                                                |                    |                    | <0.001 | -4.714               |
| 0                                                                    | 1(1.55%)           | 1(2.50%)           |        |                      |
| 1                                                                    | 22(34.38%)         | 32(80.00%)         |        |                      |
| 2                                                                    | 27(42.19%)         | 6(15.00%)          |        |                      |
| 3                                                                    | 14(21.88%)         | 1(2.50%)           |        |                      |

注：PV：前列腺体积；tPSA：总前列腺特异性抗原。

**2.2 独立危险因素分析** 多因素二元Logistic回归分析结果显示tPSA、穿刺阳性率、Likert量表评分升高、PV减小是EPE的独立危险因素(P<0.05)。见表2。

| 表2 EPE阳性/阴性组各风险因素多因素二元Logistic分析 |        |       |        |       |       |        |       |
|----------------------------------|--------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|
| 变量                               | β值     | SE    | Wald值  | OR值   | 95%CI |        | P值    |
|                                  |        |       |        |       | 上限    | 下限     |       |
| tPSA(ng/mL)                      | 0.028  | 0.065 | 10.306 | 1.232 | 1.085 | 1.399  | 0.001 |
| PV(mL)                           | -0.164 | 0.048 | 11.967 | 0.848 | 0.773 | 0.931  | 0.001 |
| 穿刺阳性率(%)                         | 0.067  | 0.024 | 7.876  | 1.069 | 1.020 | 1.121  | 0.005 |
| Likert量表评分                       | 1.484  | 0.622 | 5.697  | 4.409 | 1.304 | 14.910 | 0.017 |

**2.3 各独立危险因素及其联合预测效能比较** tPSA、PV、穿刺阳性率、Likert量表评分4个独立危险因素及其联合预测EPE的AUC分别为0.660、0.647、0.789、0.789和0.935。tPSA、PV预测效能较低，AUC小于0.700；穿刺阳性率、Likert量表评分预测效能中等且相当，均为0.789；联合模型预测效能最高，AUC大于0.900。联合模型的预效能高于单一预测因子的预测效能。PV的特异度最低，为0.575，tPSA、PV、穿刺阳性率、Likert量表评分的敏感度为0.469、0.656、0.656、0.578，敏感度均不高，联合诊断的敏感度为0.844，有了明显提升。见表3。

如图1所示，联合预测模型的ROC曲线远离参考线，说明预测模型较其他单一预测因子区分度高，模型预测效能高。

**2.4 预测模型可视化** 如图2所示，列线图将EPE预测模型以图形方式可视化，能够为患者个性化预测EPE的发生概率，为患者的治疗提供参考依据。

**2.5 预测模型评价** 如图3所示，Ideal为理想校准曲线，表示预测概率等于实际发生概率，Apparent表示原始校准曲线，Bias-corrected表示校正后的校准曲线，三线高度拟合，证明此模型预测的EPE风险较准度高，准确性高。

如图4所示，该预测模型曲线远离ALL线和None线，临床净获益高。

表3 各独立危险因素及其联合预测EPE的效能分析

| 变量          | 截断值   | 敏感度   | 特异度   | 约登指数  | AUC   | P值     |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| tPSA(ng/mL) | 24.56 | 0.469 | 0.925 | 0.394 | 0.660 | 0.006  |
| PV(mL)      | 34.71 | 0.656 | 0.575 | 0.231 | 0.647 | 0.012  |
| 穿刺阳性率(%)    | 45.84 | 0.656 | 0.875 | 0.531 | 0.789 | <0.001 |
| Likert量表评分  | 3.50  | 0.578 | 0.900 | 0.478 | 0.789 | <0.001 |
| 联合          | 0.573 | 0.844 | 0.900 | 0.744 | 0.935 | <0.001 |

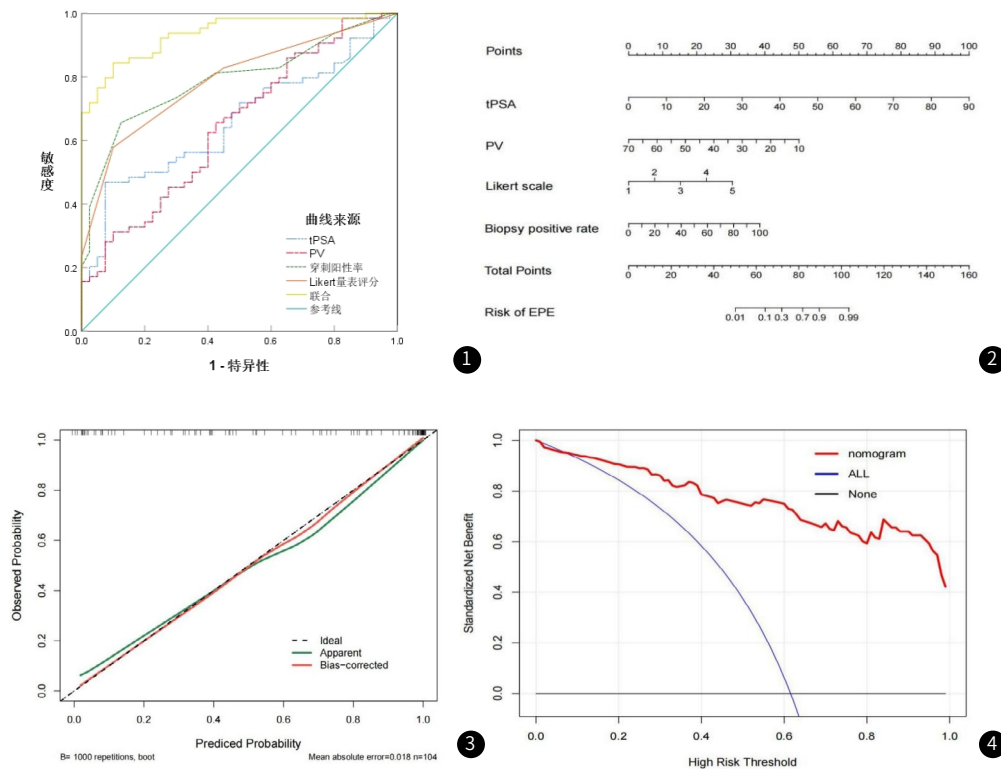


图1 各独立危险因素及其联合预测EPE的ROC曲线。图2 EPE预测模型列线图。

图3 EPE预测模型校准曲线。图4 EPE预测模型DCA。

### 3 讨论

**3.1 不同区域前列腺癌与EPE发生风险的相关性** 前列腺主要分为四个区域，移行带、外周带、中央带、前纤维基质区<sup>[12-14]</sup>。外周带占比超过70%，是前列腺肿瘤最常见的起源部位，约80%的前列腺肿瘤出现在该区域<sup>[15]</sup>。移行带位于前列腺的中央或前方，被外科包膜、外周带或前纤维肌基质包围<sup>[16]</sup>，是前列腺增生的好发区域，由于增生结节存在恶变可能，移行带也是PCa好发区域。前列腺这两个区域之间存在解剖学差异，当病变大小相当时，移行带PCa更可能局限在前列腺内，并且RP治疗预后比外周带PCa更好<sup>[17]</sup>。本研究将病灶分为外周带、移行带和弥漫分布。病灶弥漫分布通常提示病灶较大，或存在局部浸润情况，生物学行为可能存在差异。本研究严格按照解剖分区，目前很少有研究将此变量纳入EPE的预测。然而，除了不同区域病灶解剖学差异造成前列腺癌发生EPE的风险不同之外，还有研究表明每个区域都有不同的发病率和预后，不同区域之间组织学和分子分析存在

差异，这也表明了不同区域的PCa有不同的侵袭性<sup>[18-19]</sup>，本研究分析显示位于外周带组的前列腺癌病灶在EPE阳性组和EPE阴性组均占比最高，分别为46.88%、65.00%，相较于病灶位于移行带和弥漫分布，外周带病灶发生EPE的风险更高。

**3.2 前列腺体积与前列腺癌EPE发生风险的相关性** 前列腺体积经常由直肠指检、TRUS计算而得<sup>[20]</sup>，除此之外，还有通过MRI测量PV的方法。有研究显示在MRI测得的PV较为准确<sup>[21]</sup>，本研究所有PV均在MRI上测得。有研究表明，PV较小的PCa患者肿瘤的侵袭性强于PV较大的PCa患者，发生EPE的风险更高，因此，前列腺癌的检测和治疗策略应将PV纳入考虑<sup>[22]</sup>。本研究纳入了PV这一指标参与到EPE的风险评估，结果也显示PV是EPE的预测因子。

**3.3 前列腺癌临床、病理指标与EPE发生风险的相关性** PCa患者的临床、病理指标特征与EPE发生风险密切相关。2014年ISUP共识建议在制定PCa患者临床诊疗决策时需考虑患者年龄、

PSA、PSAD、ISUP分级及穿刺阳性率等因素。Sayyid等<sup>[23]</sup>的研究显示,年龄、tPSA、Gleason评分、穿刺阳性率、穿刺最高评分肿瘤受累程度是前列腺癌EPE的预测因素。总之,本研究纳入了上述大多数临床、病理指标,结果表明tPSA、穿刺阳性率是EPE的独立危险因素,与既往研究一致。

**3.4 前列腺癌MRI影像特征与EPE发生风险的相关性** MRI是目前公认的诊断前列腺癌最佳的影像学检查方法,对前列腺癌EPE的检测具有较高的特异性,但其敏感性较低,且在不同研究中敏感性差异比较大,原因可能是图像采集方法有差异,图像质量控制不一,其次前列腺组织增生反应或炎症可能会引起前列腺包膜膨出和不规则等提示包膜外侵犯的影像学特征,还需考虑的一个方面是,放射医生的阅片经验也会影响EPE的诊断。

基于上述不足,有专家学者依据前列腺癌MRI影像特征提出了多种EPE结构化评估方法,包括PI-RADS v2.1评分、EPE分级和Likert量表评分、ESUR评分等。Onay等<sup>[10]</sup>改进了Likert量表以预测前列腺癌EPE。Wibmer等<sup>[24]</sup>的研究表明,Likert量表标准化报告系统可以显著提高预测EPE的诊断准确性。一些学者对Likert量表评分进行外部验证,结果显示Likert量表在预测EPE方面具有较高的准确性(敏感性为0.47,特异性为0.90)<sup>[25]</sup>。最近的研究表明,Likert量表评分是EPE的独立危险因素<sup>[26]</sup>,这与本研究的结果一致。

**3.5 bp-MRI影像联合临床、病理指标预测前列腺癌包膜外侵犯的可行性** 本研究旨在弥补MRI诊断EPE敏感度低的缺陷,为临床PCa患者提供更为精确的分期诊断方法。MRI诊断EPE的敏感度仅为0.57,本研究结果显示联合预测模型的敏感度可达到0.844,远高于任何单一预测因素,同时也反映了不仅是MRI预测EPE的敏感度低,临床和病理相关指标预测EPE敏感度也较低,只使用某一种指标是不能准确诊断EPE的,需要多学科综合评价。有一部分研究报道的相关预测模型的预测性能仅通过AUC来反映,虽然AUC展现了模型预测的准确性,但它缺乏与临床相关的信息,本研究还绘制了校准曲线评估模型预测情况和实际情况的差异,发现其拟合度较好,预测准确性高。除此之外,本研究还绘制了临床决策曲线分析图,用于评判模型的获益风险,发现此模型临床净获益较高。

总之,基于bp-MRI的影像评估方法联合临床、病理参数对前列腺癌EPE的预测具有一定价值,能为患者术前分期及手术方案制定提供一定依据。

**3.6 本研究的局限性** 本研究还存在以下局限性:(1)回顾性研究,存在选择偏倚;(2)病理上定义的EPE为pT3a期,本研究的EPE为广义的pT3期,未进行pT3a、pT3b亚组分析,可能高估了模型的诊断性能,需进行亚组拆分进一步探讨预测pT3a期和pT3b期的差异;(3)本研究的样本量为104人,总体样本量较小,EPE阳性人数为64例,阳性率较高,代表性可能不足,需加大样本量进行分析;(4)本研究开发的预测模型有待进一步验证。

## 参考文献

- [1] Godoy G, Tareen B U, Lepor H. Site of positive surgical margins influences biochemical recurrence after radical prostatectomy[J]. *BJU international*, 2009, 104(11): 1610-1614.
- [2] Nguyen L N, Head L, Witiuk K, et al. The risks and benefits of cavernous neurovascular bundle sparing during radical prostatectomy: a systematic review and meta-analysis[J]. *The Journal of Urology*, 2017, 198(4): 760-769.
- [3] de Rooij M, Hamoen E H J, Witjes J A, et al. Accuracy of magnetic resonance imaging for local staging of prostate cancer: a diagnostic meta-analysis[J]. *European Urology*, 2016, 70(2): 233-245.

- [4] Turkbey B, Rosenkrantz A, Haider M, et al. Prostate imaging reporting and data system version 2.1: 2019 update of prostate imaging reporting and data system version 2[J]. *European Urology*, 2019, 76(3): 340-351.
- [5] Greer M D, Shih J H, Lay N, et al. Validation of the dominant sequence paradigm and role of dynamic contrast-enhanced imaging in PI-RADS Version 2[J]. *Radiology*, 2017, 285(3): 859-869.
- [6] Rosenkrantz A B, Kim S, Campbell N, et al. Transition zone prostate cancer: revisiting the role of multiparametric MRI at 3 T[J]. *American Journal of Roentgenology*, 2015, 204(3): W266-W272.
- [7] Kızıloğlu H A, Beyhan M, Gökçe E, et al. Role of contrast agent in evaluation of periprostatic invasion in prostate cancer[J]. *Cirugia Y Cirujanos*, 2023.
- [8] Christophe C, Montagne S, Bourrelier S, et al. Prostate cancer local staging using biparametric MRI: assessment and comparison with multiparametric MRI[J]. *European Journal of Radiology*, 2020, 132: 109350.
- [9] Park K J, Kim M H, Kim J K. Extraprostatic tumor extension: comparison of preoperative multiparametric mri criteria and histopathologic correlation after radical prostatectomy[J]. *Radiology*, 2020, 296(1): 87-95.
- [10] Onay A, Ertas G, Vural M, et al. The role of T2-weighted images in assessing the grade of extraprostatic extension of the prostate carcinoma[J]. *Abdominal Radiology (New York)*, 2020, 45(10): 3293-3300.
- [11] Mehrilivand S, Shih J H, Harmon S, et al. A grading system for the assessment of risk of extraprostatic extension of prostate cancer at multiparametric MRI[J]. *Radiology*, 2019, 290(3): 709-719.
- [12] McNeal J E. The zonal anatomy of the prostate[J]. *The Prostate*, 1981, 2(1): 35-49.
- [13] Timms B G. Prostate development: a historical perspective[J]. *Differentiation*, 2008, 76(6): 565-577.
- [14] McNeal J E. Normal and pathologic anatomy of prostate[J]. *Urology*, 1981, 17(Suppl 3): 11-16.
- [15] Zlotta A R, Egawa S, Pushkar D, et al. Prevalence of prostate cancer on autopsy: cross-sectional study on unscreened Caucasian and Asian men[J]. *Journal of the National Cancer Institute*, 2013, 105(14): 1050-1058.
- [16] Augustin H, Erbersdobler A, Hammerer P G, et al. Prostate cancers in the transition zone: Part 2; clinical aspects[J]. *BJU international*, 2004, 94(9): 1226-1229.
- [17] Teloken P E, Li J, Woods C G, et al. The impact of prostate cancer zonal origin on pathological parameters at radical prostatectomy and subsequent biochemical failure[J]. *The Journal of Urology*, 2017, 198(6): 1316-1323.
- [18] Ali A, Du Feu A, Oliveira P, et al. Prostate zones and cancer: lost in transition? [J]. *Nature Reviews Urology*, 2022, 19(2): 101-115.
- [19] 陈泽谷, 白志明, 杨光, 等. PI-RADS v2.1在前列腺癌诊断中的临床应用价值[J]. *中国CT和MRI杂志*, 2023, 21(8): 114-117.
- [20] Roehrborn C G, Girman C J, Rhodes T, et al. Correlation between prostate size estimated by digital rectal examination and measured by transrectal ultrasound[J]. *Urology*, 1997, 49(4): 548-557.
- [21] Bezinque A, Moriarity A, Farrell C, et al. Determination of prostate volume: a comparison of contemporary methods[J]. *Academic Radiology*, 2018, 25(12): 1582-1587.
- [22] Briganti A, Chun F K H, Suardi N, et al. Prostate volume and adverse prostate cancer features: fact not artifact[J]. *European Journal of Cancer (Oxford, England: 1990)*, 2007, 43(18): 2669-2677.
- [23] Sayyid R, Perlis N, Ahmad A, et al. Development and external validation of a biopsy-derived nomogram to predict risk of ipsilateral extraprostatic extension[J]. *BJU international*, 2017, 120(1): 76-82.
- [24] Wibmer A, Vargas H A, Sosa R, et al. Value of a standardized lexicon for reporting levels of diagnostic certainty in prostate MRI[J]. *American Journal of Roentgenology*, 2014, 203(6): W651-W657.
- [25] Muehlethaler U J, Burger I A, Becker A S, et al. Diagnostic accuracy of multiparametric MRI versus 68Ga-PSMA-11 PET/MRI for extracapsular extension and seminal vesicle invasion in patients with prostate cancer[J]. *Radiology*, 2019, 293(2): 350-358.
- [26] Wang J, Guang, Huang B, Tian, Huang L, et al. Prediction of extracapsular extension in prostate cancer using the Likert scale combined with clinical and pathological parameters[J]. *Frontiers in Oncology*, 2023, 13: 1229552.

(收稿日期: 2024-03-12)

(校对编辑: 江丽华)