

PI-RADS v2.1 联合 PSAMR 在 tPSA<20 ng/mL 的前列腺癌诊断中的价值

胡红跃¹ 卓栋² 张振兴² 宋周良¹ 汪小勇¹ 谈杰¹ 侯敬元¹ 江世祥¹

[摘要] 目的:探索前列腺特异性抗原质量比(prostate specific antigen mass ratio,PSAMR)在总前列腺特异性抗原(total prostate-specific antigen,tPSA)<20 ng/mL 的前列腺癌(prostate cancer,PCa)诊断中的价值。并结合 2.1 版前列腺影像报告与数据系统(prostate imaging reporting and data system,PI-RADS v2.1)评分进一步建立预测 PCa 风险的预测模型。**方法:**回顾性分析 2021 年 7 月—2023 年 3 月期间皖南医学院弋矶山医院收治的 382 例行 MRITRUS 融合靶向活检的可疑 PCa 患者的临床资料。入组患者的 tPSA 均在 4~20 ng/mL 之间,且穿刺前均行多参数磁共振(multi-parameter magnetic resonance imaging,mpMRI)检查,并按照 PI-RADSV2.1 进行评分。其中 2021 年 7 月—2022 年 9 月的患者为开发队列,2022 年 10 月—2023 年 3 月的患者为验证队列。分别比较 2 队列 PCa 组和非 PCa 组间年龄、tPSA、游离/总前列腺特异性抗原(f/tPSA)、前列腺体积(prostate volume,PV)、PI-RADSV2.1 评分、PSAMR 的差异。采用单因素和多因素 logistic 回归分析探究 PSAMR 及其他指标与 PCa 发生的关系,其中多因素分析采用向后逐步回归法。根据多因素分析结果建立预测模型,分别在 2 队列及整体患者中以受试者工作特征(receiver operating characteristic,ROC)曲线、校准曲线及决策曲线分析(decision curve analysis,DCA)评估模型预测性能。**结果:**本研究共纳入 342 例患者,其中病理结果显示为前列腺腺癌的患者 93 例,非 PCa 的患者 249 例。开发队列患者共 210 例,PCa 患者 58 例,非 PCa 患者 152 例。验证队列患者 132 例,PCa 患者 35 例,非 PCa 患者 97 例。基于开发队列单因素和多因素分析显示,PSAMR($OR=5.467, P=0.020$)是 PCa 发生的危险因素。纳入构建预测模型的因素包括年龄、前列腺体积、PI-RADSV2.1 评分和 PSAMR。预测模型在开发队列、验证队列和总体患者的 ROC 曲线下面积分别为 0.921、0.934 和 0.924,诊断效能良好。校准曲线显示预测准确性良好。DCA 曲线显示该预测模型具有临床应用价值。**结论:**在 tPSA 4~20 ng/mL 时,PSAMR 是 PCa 的危险因素。纳入 PI-RADS v2.1 评分和 PSAMR 构建的预测模型可为前列腺穿刺活检决策提供参考。

[关键词] 前列腺特异性抗原质量比;总前列腺特异抗原;前列腺癌;预测模型

DOI:10.13201/j.issn.1001-1420.2024.02.009

[中图分类号] R737.25 **[文献标志码]** A

Value of PI-RADS v2.1 combined with PSAMR in the diagnosis of prostate cancer with tPSA<20 ng/mL

HU Hongyue¹ ZHUO Dong² ZHANG Zhenxing² SONG Zhouliang¹

WANG Xiaoyong¹ TAN Jie¹ HOU Jingyuan¹ JIANG Shixiang¹

(¹Department of Urology, Tongling Municipal Hospital, Tongling, Anhui, 244000, China;

²Department of Urology, Yijishan Hospital of Wannan Medical College)

Corresponding author: JIANG Shixiang, E-mail: tljsx@163.com

Abstract Objective: To explore the value of prostate specific antigen mass ratio(PSAMR) in the diagnosis of prostate cancer(PCa) with total prostate-specific antigen(tPSA)<20 ng/mL. The prediction model of PCa risk was further established. **Methods:** The clinical data of 382 patients with suspected PCa who underwent MRITRUS fusion targeted biopsy admitted to Yijishan Hospital of Wannan Medical College from July 2021 to March 2023 were retrospectively analyzed. The tPSA of the enrolled patients was between 4 and 20 ng/mL. Multi-parameter magnetic resonance imaging(mpMRI) was performed before puncture, and the score was performed according to prostate imaging reporting and data system v2.1(PI-RADS v2.1). Among these, patients from July 2021 to September 2022 were the development cohort and patients from October 2022 to March 2023 were the validation cohort. Age, tPSA, f/tPSA, prostate volume (PV), and PI-RADS v2.1 were compared between the two cohorts of PCa and non-PCa groups, respectively. Univariate and multivariate logistic regression analysis were used to ex-

¹铜陵市立医院泌尿外科(安徽铜陵,244000)

²皖南医学院弋矶山医院泌尿外科

通信作者:江世祥,E-mail:tljsx@163.com

引用本文:胡红跃,卓栋,张振兴,等.PI-RADS v2.1 联合 PSAMR 在 tPSA<20 ng/mL 的前列腺癌诊断中的价值[J]. 临床泌尿外科杂志,2024,39(2):125-130. DOI:10.13201/j.issn.1001-1420.2024.02.009.

plore the relationship between PSAMR, other indicators and prostate cancer development, using stepwise backward regression. Based on the results of multivariate analysis, the prediction performance was evaluated by the receiver operating characteristic (ROC) curve, calibration curve, and decision curve analysis (DCA). **Results:** A total of 342 patients were included in this study, including 93 patients with pathological findings of prostate adenocarcinoma and 249 patients with non-PCa. There were 210 patients in the development cohort, 58 with PCa and 152 without PCa. The validation cohort included 132 patients, 35 with PCa and 97 without PCa. Based on the univariate and multivariate analysis of the development cohort, PSAMR($OR=5.467$, $P=0.020$) was a risk factor for the development of PCa. Factors included in constructing the prediction models included age, PV, PI-RADS v2.1 score, and PSAMR. The predictive model had the area under the ROC curve for the development cohort, validation cohort and overall patients 0.921, 0.934, and 0.924, respectively, with good diagnostic efficacy. The calibration curve showed a good predictive accuracy. DCA curve showed that the prediction model had clinical application value. **Conclusion:** PSAMR is a risk factor for PCa at tPSA 4 to 20 ng/mL. The prediction model built with PSAMR and PI-RADS v2.1 can provide reference for prostate biopsy decision-making.

Key words prostate specific antigen mass ratio; total prostate-specific antigen; prostate cancer; predictive model

前列腺癌(prostate cancer, PCa)是威胁中老年男性健康最为常见的恶性肿瘤之一,据统计2020年全球新发PCa病例超过114万例,居男性恶性肿瘤第2位^[1]。随着中国经济水平的提高、人民生活水平的改善和人均寿命的延长,中国PCa的发病率、死亡率呈显著上升趋势,已逐步成为影响中国中老年男性健康的重要疾病^[2]。PCa高发于老年男性,平均发病年龄60~70岁,约有1/6的男性在该年龄段被诊断为PCa,2/3的PCa发病年龄高于65岁^[3-4]。最近的统计数据显示,我国PCa的发病率不仅明显增高而且逐渐趋于年轻化^[5]。

为了早期诊断和治疗PCa,保护中老年男性的健康,PCa的早期无创检查和诊断就显得尤为重要。前列腺多参数磁共振(multi-parameter magnetic resonance imaging, mpMRI)检查是目前诊断PCa的最佳影像学手段,使用2.1版前列腺影像报告与数据系统(prostate imaging reporting and data system, PI-RADS v2.1)对获得的影像学数据进行综合分析,然后对病变进行评分,以达到判断和诊断PCa的目的,具有无创、可重复性高、准确率高等优点。前列腺特异性抗原(prostate specific antigen, PSA)一直被广泛应用于PCa的筛查和诊断。研究表明,相较于PSA,PSA相关衍生指标,如游离/总前列腺特异性抗原(f/tPSA)、前列腺特异性抗原密度(prostate specific antigen density, PSAD)、前列腺特异性抗原总质量(prostate specific antigen mass, PSAM)、前列腺特异性抗原质量比(prostate specific antigen mass ratio, PSAMR)等对tPSA轻度升高的PCa患者具有更优的诊断价值。由于血清PSA易受多种因素干扰,如年龄、急性前列腺炎、急性尿潴留、性生活、直肠指检、经尿道操作、体重指数(BMI)、前列腺体积、总循环血量等,临床上出现tPSA假阳性的情况并不少见,因此可

能造成过度穿刺或漏诊等不良后果。PSAM是指人体血液中tPSA的总量,PSAMR是指PSAM/前列腺体积。因此PSAMR可有效排除总循环血量和前列腺体积对PSA的影响,从而更加准确地评估可疑PCa患者行前列腺穿刺活检术的指征及罹患PCa的可能性。PSAMR用于诊断PCa最早于2007年由国外学者Bañez等^[6]首先提出。大量研究显示,运用PSAMR诊断PCa的特异度及灵敏度均较高,因此PSAMR具备作为筛查PCa指标的潜能^[7]。PSAMR不仅可排除前列腺体积对PSA的影响,还考虑了BMI及全身血流量对PSA的影响,故PSAMR诊断PCa的准确度及灵敏度均较PSA及PSAD高^[8]。

本研究探索了PSAMR在tPSA<20 ng/mL的可疑PCa患者中的诊断价值,并建立预测模型,旨在为临床提供一种更为敏感及无创的PCa的诊断手段。现报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取2021年7月—2023年3月在皖南医学院弋矶山医院行MRITRUS融合靶向活检的382例可疑PCa患者。纳入患者tPSA均在4~20 ng/mL之间,且穿刺前均行多参数磁共振(multi-parameter magnetic resonance imaging, mpMRI)检查,并按照PI-RADS v2.1进行评分。其中2021年7月—2022年9月的患者为开发队列,2022年10月—2023年3月的患者为验证队列。

1.2 纳入及排除标准

纳入标准:①穿刺前tPSA在4~20 ng/mL之间;②入组患者均在本院行MRITRUS融合靶向活检,并有明确病理诊断;③mpMRI检查各序列图像完整且清晰;④患者年龄、tPSA、fPSA、前列腺体积、身高、体重等临床资料准确。

排除标准:①患者行PSA血清学检查前有急

性前列腺炎、前列腺按摩、直肠指检、尿潴留、导尿等影响 PSA 结果的疾病或操作;②患者在穿刺和磁共振检查前有过前列腺增生手术史或药物治疗史以及放疗史等;③因各种原因无法进行 PI-RADS v2.1 评分的患者。

1.3 PSA 及参数检测与计算方法

采用化学发光免疫分析仪测定 tPSA 及 fPSA,抽血前无经直肠操作、导尿等影响 PSA 结果的因素,以确保 PSA 的准确性,相关参数计算方法如下:前列腺体积(mL)= $0.52 \times \text{前后径} \times \text{上下径} \times \text{横径}$ (按 mpMRI 图像测定);体表面积(m^2)= $0.0057 \times \text{身高}(\text{cm}) + 0.0121 \times \text{体重}(\text{kg}) + 0.0882$;血浆容量(L)=体表面积 $\times 1.670$;PSAM(μg)=tPSA $\times$ 血浆容量;PSAMR($\mu\text{g}/\text{mL}$)=PSAM/前列腺体积。

1.4 统计学方法

所有数据采用 SPSS 26.0 及 R 软件(4.1.3)进行统计分析。正态分布的连续变量用 $\bar{X} \pm S$ 表示,组间比较采用独立样本 t 检验;非正态分布的连续变量采用 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,组间比较采用 Mann-Whitney U 检验。在开发队列中,采用单因素和多因素 logistic 分析选择显著的风险预测指标进行构建列线图模型。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。分别在开发队列、验证队列及整体患者中采用受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线、校准曲线(自助法,重复 1 000 次)对模型性能进行评价。采用决策曲线(decision curve analysis, DCA)显示使用该模型在一定概率下的净获益率。

2 结果

2.1 2 队列患者的一般临床资料

本研究共纳入 342 例患者。开发队列患者共 210 例,其中 PCa 患者 58 例,非 PCa 患者 152 例(表 1)。验证队列患者 132 例,其中 PCa 患者 35 例,非 PCa 患者 97 例(表 2)。在 2 队列中,PCa 患者年龄、PSA、PI-RADS v2.1 评分和 PSAMR 均较非 PCa 患者高,而 f/t PSA 和前列腺体积低于非 PCa 患者。

2.2 2 队列基本资料的单因素 logistic 回归分析

开发队列的单因素 logistic 回归分析结果显示,年龄、PSA、前列腺体积、f/t PSA、PI-RADS v2.1 评分和 PSAMR 与 PCa 相关。验证队列的单因素 logistic 回归分析结果显示,年龄、前列腺体积、f/t PSA、PI-RADS v2.1 评分和 PSAMR 与 PCa 相关。见表 3。

2.3 2 队列基本资料的多因素 logistic 回归分析

开发队列的多因素 logistic 回归分析结果显示,年龄、前列腺体积、PI-RADS v2.1 评分和 PSAMR 与 PCa 显著相关(均 $P < 0.05$)。在验证队列中,多因素 logistic 回归分析也得到同样的结果。见表 4。

2.4 预测模型的建立

根据开发队列的多因素分析结果,选择 PCa 显著相关的预测指标建立预测模型,见图 1。

列线图使用方法:每个临床指标对应于一个特定的点,每个点在“分值”轴都有对应的分值。然后将患者的各个临床指标的分值相加,在“总分”轴上找到相应分值对应的点,通过画条垂线到“前列腺癌风险”轴,交点对应的数值即为 PCa 发生的概率。

表 1 开发队列患者的一般临床资料

$\bar{X} \pm S, M(P_{25}, P_{75})$

临床指标	开发队列			P 值
	总体(210 例)	非 PCa 组(152 例)	PCa 组(58 例)	
年龄/岁	68.32 $\pm$ 9.02	67.01 $\pm$ 9.04	71.76 $\pm$ 8.10	0.001
PSA/(ng/mL)	10.50(7.38,13.95)	9.83(7.19,13.10)	12.93(8.56,14.82)	0.016
PI-RADS v2.1 评分/分	2.00(2.00,3.00)	2.00(1.00,3.00)	4.00(3.00,4.00)	<0.001
前列腺体积/mL	51.18(37.07,69.31)	59.62(43.49,78.83)	36.97(28.90,47.77)	<0.001
f/t PSA	0.16(0.11,0.22)	0.17(0.12,0.23)	0.15(0.11,0.19)	0.063
PSAMR/($\mu\text{g}/\text{mL}$)	0.56(0.39,0.81)	0.49(0.34,0.68)	0.86(0.61,1.34)	<0.001

表 2 验证队列患者的一般临床资料

$M(P_{25}, P_{75})$

临床指标	验证队列			P 值
	总体(132 例)	非 PCa 组(97 例)	PCa 组(35 例)	
年龄/岁	67.99 $\pm$ 8.77	67.07 $\pm$ 8.52	70.54 $\pm$ 9.05	0.044
PSA/(ng/mL)	9.98(7.11,13.43)	9.39(7.03,13.37)	10.30(7.64,13.58)	0.439
PI-RADS v2.1 评分/分	3.00(2.00,3.00)	2.00(1.00,3.00)	4.00(3.00,4.00)	<0.001
前列腺体积/mL	52.89(37.97,71.88)	58.53(47.36,74.63)	32.26(25.68,45.03)	<0.001
f/t PSA	0.15(0.11,0.22)	0.16(0.11,0.22)	0.13(0.09,0.18)	0.021
PSAMR/($\mu\text{g}/\text{mL}$)	0.52(0.37,0.75)	0.45(0.33,0.67)	0.79(0.59,1.27)	<0.001

表 3 2 队列各临床指标的单因素分析

临床指标	开发队列				验证队列			
	β	OR	95%CI	P 值	β	OR	95%CI	P 值
年龄	0.066	1.068	1.027~1.110	0.001	0.048	1.049	1.001~1.100	0.047
PSA	0.09	1.094	1.016~1.178	0.017	0.039	1.040	0.950~1.138	0.400
前列腺体积	-0.061	0.941	0.921~0.962	<0.001	-0.075	0.927	0.899~0.957	<0.001
f/t PSA	-4.116	0.016	0.000~1.008	0.050	-6.012	0.002	0.000~0.569	0.031
PI-RADS v2.1 评分	1.275	3.578	2.457~5.210	<0.001	1.082	2.951	1.892~4.604	<0.001
PSAMR	2.867	17.591	6.381~48.495	<0.001	3.327	27.863	6.775~114.587	<0.001

表 4 2 队列各临床指标的多因素分析

临床指标	开发队列				验证队列			
	β	OR	95%CI	P 值	β	OR	95%CI	P 值
年龄	0.145	1.156	1.084~1.233	<0.001	0.159	1.172	1.070~1.284	0.001
前列腺体积	-0.057	0.944	0.916~0.947	<0.001	-0.083	0.920	0.877~0.966	0.001
PI-RADS v2.1 评分	1.123	3.074	1.934~4.888	<0.001	1.115	3.048	1.674~5.552	<0.001
PSAMR	1.699	5.467	1.304~22.912	0.020	3.201	24.546	1.675~359.613	0.019
常量	-12.568	<0.001		<0.001	-13.287	<0.001		0.001

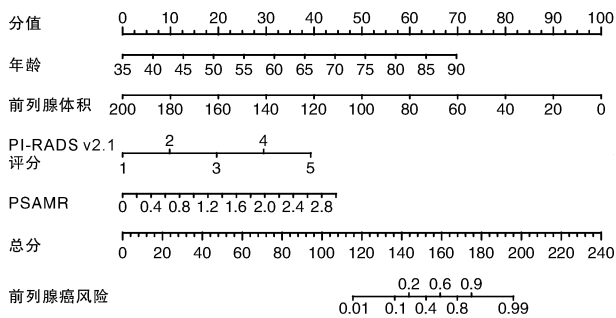


图 1 预测前列腺风险的列线图模型

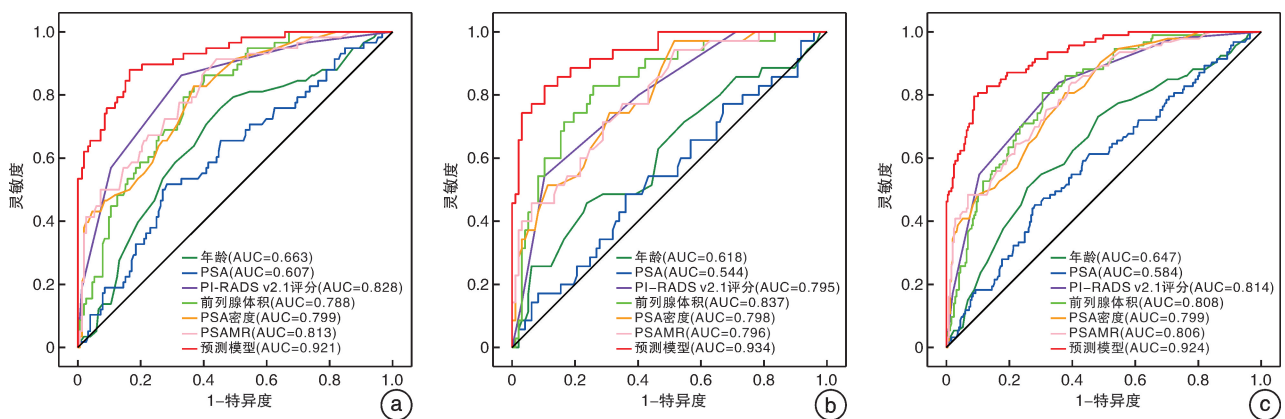
2.5 预测模型效能评估

2.5.1 ROC 曲线 预测模型在开发队列中的 ROC 曲线 AUC 为 0.921(图 2a)。其预测 PCa 的阈值概率为 0.240 时,灵敏度、特异度、阳性预测值、阴性预测值分别为 0.879、0.835、0.671、0.948

(表 5)。同样,预测模型在验证队列及整体患者中均显示诊断效能良好,ROC 曲线 AUC 分别为 0.934(图 2b)和 0.924(图 2c)。

2.5.2 校准曲线 开发队列模型的校准曲线显示预测曲线与标准曲线基本拟合(图 3a),霍斯默-莱梅肖拟合优度检验结果为($\chi^2=0.2687, P=0.604 > 0.05$)。同样在验证队列及整体患者中校准曲线显示预测准确性较高(图 3b、c),霍斯默-莱梅肖拟合优度检验结果为分别为($\chi^2=0.2692, P=0.604 > 0.05$)和($\chi^2=0.1103, P=0.740 > 0.05$)。

2.5.3 DCA 曲线 开发队列 DCA 曲线显示,该预测模型在阈概率为 5%~100%时有较高的临床应用价值(图 4a)。验证队列和整体患者的决策曲线同样显示此预测模型有临床应用价值(图 4b、c)。

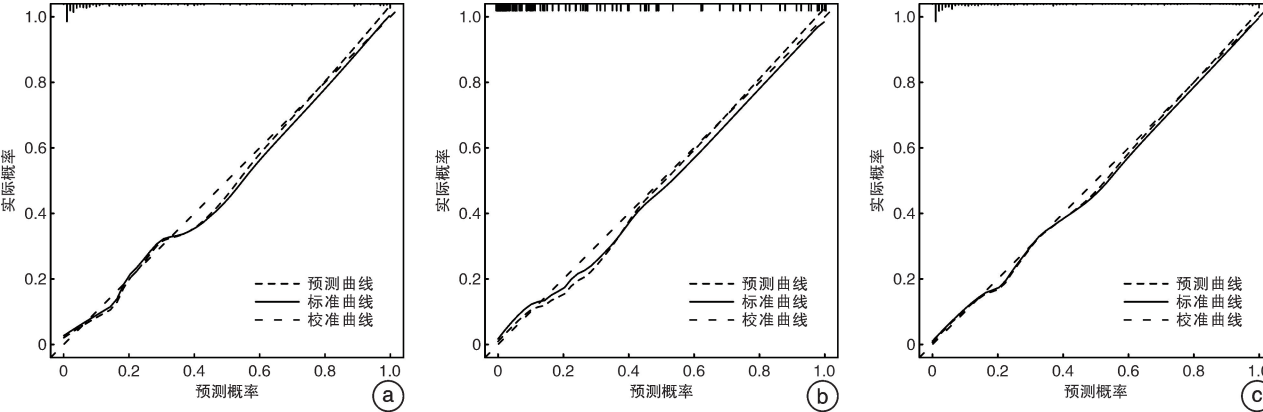


a: 开发队列预测模型及各指标 ROC 曲线; b: 验证队列预测模型及各指标 ROC 曲线; c: 整体患者预测模型及各指标 ROC 曲线。

图 2 ROC 曲线图

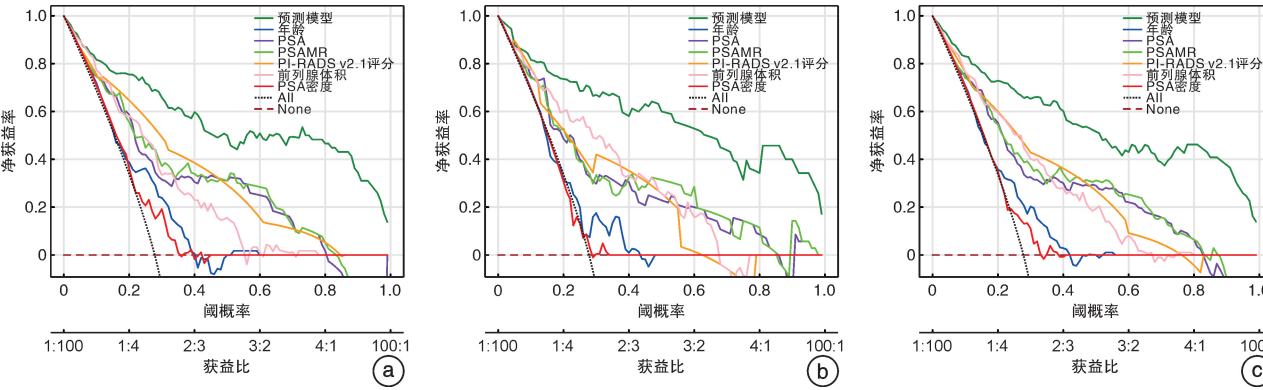
表 5 基于开发队列阈值概率下风险预测模型的各项预测指标

队列	AUC	阈值	灵敏度	特异度	阳性预测值	阴性预测值
开发队列	0.921	0.24	0.879	0.835	0.671	0.948
验证队列	0.934	0.24	0.886	0.814	0.633	0.952



a: 开发队列的校准曲线; b: 验证队列的校准曲线; c: 整体患者的校准曲线。

图 3 校准曲线图



a: 开发队列的 DCA 曲线; b: 验证队列的 DCA 曲线; c: 整体患者的 DCA 曲线。

图 4 DCA 曲线图

3 讨论

PSA 作为公认的诊断 PCa 的血清学标志物,是最常用的筛查 PCa 的手段。然而 PSA 的诊断价值具有局限性。因 PSA 易受多种因素干扰,如前列腺体积、总循环血量等因素,特别是对于轻度升高的 tPSA,临床医生诊断时较为棘手,需结合前列腺 mpMRI 检查综合判断是否需行前列腺穿刺活检术。有研究表明,tPSA 在灰区时前列腺穿刺活检的阴性率为 65%~70%^[9],穿刺阳性率不容乐观。

PSAMR 作为 PSA 的衍生物之一,可有效排除总循环血量和前列腺体积对 PSA 的影响,从而更加准确地评估可疑 PCa 患者行前列腺穿刺活检术的指征及罹患 PCa 的可能性^[6,8]。近年来相继有多项研究进行探究验证 PSAMR 在 PCa 诊断中的价值。Hong 等^[10]研究表明 PSAMR 相对于 f/t PSA,在 PCa 的筛检和肿瘤进展的监测中具有更高的价值。可为 PCa 患者的个体化治疗提供参考。Lee

等^[11]研究也表明 PSAMR 是一个 PCa 诊断中独立的预测因素。并且应用 PSAMR 可避免将近 60% 不必要的重复前列腺穿刺活检,可减少患者的创伤及节省医疗。同样李方龙等^[12]研究发现 PSAMR 不仅可用于 PCa 的诊断,而且 PSAMR (AUC = 0.82) 的诊断能力明显优于 PSA (AUC = 0.73)。并且在 PSA 灰区患者中,PSAMR (AUC = 0.856) 的诊断能力同样优于 PSA (AUC = 0.521) 以及 f/tPSA (AUC = 0.756)。本研究结果同样表明 PSAMR 是 PCa 的独立预测指标,并且 PSAMR 的诊断效能优于 PSA 及 PSAD。这与先前的研究结果一致。

目前为止在 PCa 的影像学检查中,mpMRI 仍具有重要参考价值^[13]。PI-RADS 第 2 版评分系统进一步提高了 mpMRI 对 PCa 的诊断效能^[14]。并且研究结果表明,联合 PI-RADS v2.1 建立的 PCa 诊断模型的应用价值优于 PSA 及其他相关

参数^[14]。

鉴于前列腺穿刺活检可能导致患者血尿、疼痛、感染、心理打击等并发症,因此,对于 tPSA < 20 ng/mL 的患者,准确评估其穿刺活检指征具有重要的临床意义。本研究旨在探索出一种无创的、可重复的诊断方法,供临床医生参考使用,更加精确地评估穿刺活检的指征,减少不必要的穿刺活检。通过对 342 例行穿刺活检的患者资料进行分析,结果表明 PSAMR 与 PCa 发生显著相关。并且在 tPSA < 20 ng/mL 的可疑 PCa 患者中具有较好的预测 PCa 的价值。

同时纳入 PI-RADS v2.1 评分和 PSAMR 构建的预测 PCa 的列线图具有较高的诊断性能,预测 PCa 的临界概率为 0.240。在开发队列中 ROC 曲线 AUC 为 0.921,并且在验证队列及整体患者中显示诊断能力优良。此外模型的校准曲线及 DCA 曲线等结果均显示该列线图模型有良好的校准能力和临床应用价值。因此纳入 PI-RADS v2.1 评分和 PSAMR 构建的预测模型可为前列腺穿刺活检决策提供参考,具有临床应用价值。

当然,本研究也有一些不足之处:本研究属于回顾性研究,选择部分对象入组,而非所有对象,可能会对结果产生一定的偏倚;前列腺穿刺活检本身存在一定的漏诊,可能会造成研究结果的偏差;本研究是单中心的回顾性研究,以后的研究需要多中心的更多的数据来进行测试验证并开展相关的前瞻性研究。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Sung H, Ferlay J, Siegel RL, et al. Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries [J]. CA Cancer J Clin, 2021, 71(3): 209-249.
- [2] 叶定伟, 朱耀. 中国前列腺癌的流行病学概述和启示 [J]. 中华外科杂志, 2015, 53(4): 249-252.
- [3] Perdana NR, Mochtar CA, Umbas R, et al. The risk factors of prostate cancer and its prevention: a literature review [J]. Acta Med Indones, 2016, 48(3): 228-238.
- [4] Salem HA, Caddeo G, McFarlane J, et al. A multicentre integration of a computer-led follow-up of prostate cancer is valid and safe [J]. BJU Int, 2018, 122(3): 418-426.
- [5] Siegel RL, Miller KD, Fedewa SA, et al. Colorectal cancer statistics, 2017 [J]. CA Cancer J Clin, 2017, 67(3): 177-193.
- [6] Bañez LL, Hamilton RJ, Partin AW, et al. Obesity-related plasma hemodilution and PSA concentration among men with prostate cancer [J]. JAMA, 2007, 298(19): 2275-2280.
- [7] Choi HC, Park JH, Cho BL, et al. Prostate specific antigen mass ratio potential as a prostate cancer screening tool [J]. J Urol, 2010, 184(2): 488-493.
- [8] 吉春冬, 刘凯, 冯越, 等. PSAMR 联合 PI-RADS v2 评分对高级别前列腺癌的预测价值 [J]. 国际肿瘤学杂志, 2020, 47(12): 723-727.
- [9] Draisma G, Etzioni R, Tsodikov A, et al. Lead time and overdiagnosis in prostate-specific antigen screening: importance of methods and context [J]. J Natl Cancer Inst, 2009, 101(6): 374-383.
- [10] Hong SK, Oh JJ, Byun SS, et al. Value of prostate-specific antigen (PSA) mass ratio in the detection of prostate cancer in men with PSA levels of ≤ 10 ng/mL [J]. BJU Int, 2012, 110(2 Pt 2): E81-E85.
- [11] Lee WK, Lee S, Hong SK, et al. Clinical utility of prostate-specific antigen mass ratio for prediction of prostate cancer detection on a repeated prostate biopsy [J]. Int Braz J Urol, 2014, 40(4): 484-492.
- [12] 李方龙, 李德维, 殷小涛, 等. 前列腺特异性抗原新参数在前列腺癌诊断中的应用 [J]. 现代泌尿外科杂志, 2015, 20(12): 871-874.
- [13] 王森, 王莹, 侯惠民, 等. mp-MRI 对前列腺癌诊断的敏感性及其影响因素——基于前列腺癌病理大切片的单中心临床研究 [J]. 中华泌尿外科杂志, 2020, 41(10): 746-751.
- [14] 罗进阳, 郑嘉欣, 蔡宗龙, 等. 基于第二版 PI-RADS 建立的预测模型对前列腺穿刺活检结果的预测价值 [J]. 中华泌尿外科杂志, 2019, 40(9): 673-679.

(收稿日期: 2023-06-16)