DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2026.22.016
文章编号：1005-8982（2026）22-0114-07

临床研究·论著

经直肠超声造影定量参数联合血清总前列腺特异性抗原鉴别前列腺癌与良性前列腺增生的诊断效能*

王静，周闪
[淮安市第一人民医院(南京医科大学附属淮安第一医院）超声科，江苏 淮安 223300]

摘要：目的 探讨经直肠超声造影定量参数联合血清总前列腺特异性抗原（tPSA）鉴别前列腺癌与良性前列腺增生的诊断效能。**方法** 回顾性选取2022年8月—2026年5月淮安市第一人民医院收治的78例前列腺癌患者作为观察组，另选取该院同期75例良性前列腺增生患者作为对照组。比较两组临床特征、血清tPSA水平及经直肠超声造影定量参数。采用多因素一般Logistic回归模型分析筛选前列腺癌与良性前列腺增生的独立鉴别指标，绘制受试者工作特征（ROC）曲线评价各指标单独及联合应用的诊断效能。**结果** 两组年龄、体质量指数、合并高血压率、合并糖尿病率、合并冠心病率比较，差异均无统计学意义（$P>0.05$）。观察组前列腺体积小于对照组（$P<0.05$），血清tPSA水平高于对照组（$P<0.05$）。两组曲线下面积、到达时间、达峰时间和平均渡越时间的比较，差异均无统计学意义（$P>0.05$）。观察组峰值强度和上升斜率高于对照组（$P<0.05$），上升时间短于对照组（$P<0.05$）。多因素一般Logistic回归分析结果显示，前列腺体积大［$\hat{OR}$=0.943（95% CI：0.917，0.969）］和上升时间长［$\hat{OR}$=0.865（95% CI：0.749，0.999）］均为前列腺癌的保护因素（$P<0.05$）；tPSA水平高［$\hat{OR}$=1.245（95% CI：1.118，1.387）］、峰值强度大［$\hat{OR}$=1.090（95% CI：1.000，1.188）］及上升斜率大［$\hat{OR}$=3.220（95% CI：1.340，7.738）］均为前列腺癌的危险因素（$P<0.05$）。ROC曲线分析结果显示，联合模型的曲线下面积最高，为0.829（95% CI：0.765，0.893）；上升斜率的敏感性最高，为0.679（95% CI：0.564，0.781），tPSA的特异性最高，为0.987（95% CI：0.928，1.000）。**结论** 经直肠超声造影定量参数联合血清tPSA对前列腺癌与良性前列腺增生具有一定的诊断效能。

关键词： 前列腺癌；经直肠超声造影；超声造影参数；血清 PSA；预测价值；诊断效能
中图分类号： R737.25　　**文献标识码：** A

Diagnostic performance of transrectal contrast-enhanced ultrasound parameters combined with serum total prostate-specific antigen for differentiating prostate cancer from benign prostatic hyperplasia*

Wang Jing, Zhou Shan
[Department of Ultrasound, Huai'an First People's Hospital (Affiliated Huai'an First Hospital of Nanjing Medical University), Huai'an, Jiangsu, 223300, China]

收稿日期：2026-07-30
* 基金项目：江苏省卫生健康委员会医学科研项目（H2024155）
[通信作者] 周闪，E-mail：zhoushancjha@163.com

Abstract: Objective To evaluate the diagnostic performance of transrectal contrast-enhanced ultrasound quantitative parameters combined with serum total prostate-specific antigen in differentiating prostate cancer from benign prostatic hyperplasia. **Methods** A total of 78 patients with prostate cancer admitted to our hospital between August 2022 and May 2026 were retrospectively enrolled as the observation group, while 75 patients with benign prostatic hyperplasia admitted during the same period were enrolled as the control group. Clinical characteristics, serum tPSA levels, and transrectal contrast-enhanced ultrasound quantitative parameters were compared between the two groups. Multivariate logistic regression analysis was performed to identify independent indicators for differentiating prostate cancer from benign prostatic hyperplasia. Receiver operating characteristic (ROC) curves were constructed to evaluate the diagnostic performance of individual indicators and their combination. **Results** The two groups showed no significant differences in age, BMI, prevalence of hypertension, diabetes mellitus or coronary heart disease ($P > 0.05$). The observation group had a smaller prostate volume, higher serum tPSA levels, peak intensity and rising slope, and a shorter rise time than the control group ($P < 0.05$). No significant differences were observed in the area under the ultrasound time – intensity curve, arrival time, time to peak or mean transit time ($P > 0.05$). Multivariate logistic regression analysis showed that larger prostate volume [$\hat{OR} = 0.943$ (95% CI: 0.917, 0.969)] and longer rise time [$\hat{OR} = 0.865$ (95% CI: 0.749, 0.999)] were protective factors against prostate cancer, whereas higher tPSA [$\hat{OR} = 1.245$ (95% CI: 1.118, 1.387)], greater peak intensity [$\hat{OR} = 1.090$ (95% CI: 1.000, 1.188)], and a steeper rising slope [$\hat{OR} = 3.220$ (95% CI: 1.340, 7.738)] were risk factors for prostate cancer (all $P < 0.05$). The combined model had the largest AUC of 0.829 (95% CI: 0.765, 0.893). The rising slope had the highest sensitivity of 67.9% (95% CI: 0.564, 0.781), and tPSA had the highest specificity of 98.7% (95% CI: 0.928, 1.000). **Conclusion** Transrectal contrast-enhanced ultrasound quantitative parameters combined with serum tPSA have diagnostic value for differentiating prostate cancer from benign prostatic hyperplasia.

Keywords: prostate cancer; transrectal contrast-enhanced ultrasound; ultrasound contrast parameters; serum prostate-specific antigen; predictive value; diagnostic performance

前列腺癌是发生于男性前列腺部位的恶性肿瘤，是男性最常见的癌症类型之一，其发病率随年龄增长而升高，国内发病率呈上升趋势且大城市已接近发达国家水平，早期多无明显症状，晚期可出现小便异常、骨痛等表现，严重威胁男性健康[1–3]。既往临床多采用直肠指检、血清总前列腺特异性抗原（serum total prostate-specific antigen, tPSA）检测等手段诊断，但直肠指检主观性强、易漏诊，血清 tPSA 检测特异性较低，易因良性前列腺疾病出现假阳性，难以满足早期精准诊断需求[4–5]。

为提高前列腺癌与良性前列腺增生的鉴别诊断效能，本研究评价经直肠超声造影定量参数联合血清 tPSA 的诊断价值。经直肠超声造影技术在肝脏肿瘤、肛周病变等领域应用成熟，可精准显示病变位置、浸润范围及血流特征，诊断准确率较高[6–8]。本研究通过分析经直肠超声造影多参数与血清 tPSA 水平的联合预测价值，发现二者联合检测的诊断效能显著高于单一指标，旨在为前列腺癌与良性前列腺增生的临床鉴别提供参考。

1　资料与方法

1.1　一般资料

回顾性选取 2022 年 8 月—2026 年 5 月淮安市第一人民医院收治的接受前列腺穿刺活检，且穿刺前完成经直肠超声造影及血清总前列腺特异性抗原检测的 153 例前列腺疾病患者。根据病理结果将 78 例前列腺癌患者作为观察组，75 例良性前列腺增生患者作为对照组。本研究经本院医学伦理委员会审批通过（KY–2026–139–01）。

1.2　纳入及排除标准

观察组纳入标准：①经前列腺穿刺活检病理确诊，且符合前列腺癌相关诊断标准[9]；②临床资料完整，可完成经直肠超声造影及血清 tPSA 检测；③年龄≥40 岁，无相关禁忌证。对照组纳入标准：①经前列腺穿刺活检病理证实为良性前列腺增生，未检出恶性病变；②同期就诊，临床资料完整；③无相关检查禁忌证。

排除标准：①合并其他系统恶性肿瘤或前列腺转移癌；②存在经直肠超声造影、血清 tPSA 检测及前列腺穿刺活检禁忌证；③检查时存在急性

前列腺炎、泌尿系统感染或急性尿潴留或前列腺相关手术；④合并严重心、肝、肾等重要脏器功能障碍、凝血功能异常；⑤对超声造影剂（六氟化硫微泡或SonoVue）过敏。

1.3 方法

1.3.1 经直肠超声造影（transrectal contrast-enhanced ultrasound, TR-CEUS）检查 选用Resona A20T型彩色多普勒超声诊断仪（深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司），搭配4～13 MHz经直肠ELC13-4U探头，支持谐波造影模式并搭载时间-强度曲线（time-intensity curve, TIC）造影定量分析软件。检查前嘱患者排空大小便，取左侧屈膝卧位，对肛周区域常规消毒铺巾。

首先行常规经直肠超声检查，观察前列腺形态、大小、内部回声及血流分布情况，测量前列腺上下径、左右径、前后径，按前列腺体积=0.52×上下径×左右径×前后径，计算前列腺体积。随后切换至谐波造影模式，机械指数设为0.07，总增益为50 dB，动态范围为65 dB，探测深度为50 mm，焦点置于前列腺后缘以下。检查过程中保持机械指数、增益、动态范围、探测深度及焦点位置不变，并采用TIC定量分析软件进行离线分析。

按说明书配制注射用六氟化硫微泡（商品名：声诺维，瑞士Bracco Suisse SA公司），经肘静脉注射2.4 mL，随后以5 mL生理盐水冲管。以造影剂开始注射作为计时起点，同时启动动态录像。检查过程中患者保持左侧屈膝卧位和平静呼吸，操作者固定探头位置，尽量避免体位改变及探头移动，连续记录5～7 min。出现短暂运动伪影时，选取运动稳定时段进行TIC分析；图像明显移位、无法获得完整TIC者判定为图像质量不合格。

由2名具有5年以上超声造影分析经验的医师按照随机顺序独立分析图像。分析期间对患者tPSA水平、磁共振检查及病理结果设盲，2名医师之间亦不交流测量结果。医师分别按照统一的ROI选取原则完成参数测量，取2次测量结果的平均值作为最终分析值；若2次测量结果差异超过预设范围，则由2名医师重新测量并协商确定。为评价超声造影参数的观察者间一致性，从纳入患者中随机抽取30例，由2名医师在对tPSA及病理结果设盲的情况下独立完成峰值强度、上升时间及上升斜率测量，一致性良好。

1.3.2 血清总前列腺特异性抗原检测 入院当日清晨空腹采集患者肘静脉血3 mL，以无菌离心管盛放，以3 000 r/min离心15 min，离心半径14 cm。当日采用cobas e 801型全自动电化学发光免疫分析仪（德国Roche Diagnostics GmbH公司）及配套总前列腺特异性抗原检测试剂盒（电化学发光法，德国Roche Diagnostics GmbH公司）检测血清tPSA水平，严格按照试剂盒说明书操作，确保检测过程规范、结果准确。

1.3.3 病理确诊方法 全部患者接受前列腺穿刺活检。患者取截石位，常规消毒铺巾，用利多卡因行局部浸润麻醉，在经直肠超声引导下，经会阴进行可疑病变区域靶向穿刺2针，再进行系统穿刺12针。穿刺标本置于10%甲醛溶液中固定，标识穿刺点位置后送病理科进行病理检查，以穿刺活检病理结果作为本研究的统一参考标准，其中78例确诊为前列腺癌，75例病理诊断为良性前列腺增生。

1.4 观察指标

①临床资料：年龄、BMI、是否合并基础疾病、前列腺体积；②经直肠超声造影参数：峰值强度、曲线下面积、到达时间、上升时间、达峰时间、上升斜率、平均渡越时间；③血清tPSA水平。

1.5 统计学方法

数据分析采用SPSS 26.0统计软件。计量资料以均数±标准差（$\bar{x}\pm s$）或中位数（下四分位数，上四分位数）[M（P_{25}，P_{75}）]表示，比较用t检验或秩和检验；计数资料以率（%）表示，比较采用χ^2检验；影响因素的分析采用多因素一般Logistic回归模型，绘制受试者工作特征（receiver operating characteristic, ROC）曲线。P<0.05为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组临床资料比较

两组年龄、BMI、合并高血压率、合并糖尿病率、合并冠心病率比较，经Z/χ^2检验，差异均无统计学意义（P>0.05）。两组前列腺体积、血清

tPSA 水平比较，经 Z 检验，差异均有统计学意义（P <0.05）；观察组前列腺体积小于对照组，血清 tPSA 水平高于对照组。见表 1。

表 1　两组临床资料比较

组别	n	年龄/[岁，M(P_{25},P_{75})]	BMI/[kg/m^2，M(P_{25},P_{75})]	合并基础病 例(%)		
				高血压	糖尿病	冠心病
观察组	78	67.00(59.75,74.00)	23.66(22.77,25.81)	43(55.13)	19(24.36)	14(17.95)
对照组	75	64.00(58.00,73.00)	24.01(22.86,25.24)	37(49.33)	16(21.33)	12(16.00)
Z/χ^2 值		0.657	0.117	0.515	0.198	0.103
P 值		0.511	0.907	0.473	0.656	0.748

组别	前列腺癌家族史 例(%)	前列腺体积/[mL，M(P_{25},P_{75})]	tPSA/[ng/mL，M(P_{25},P_{75})]
观察组	8(10.26)	35.29(24.60,49.36)	9.87(6.24,17.93)
对照组	6(8.00)	52.90(38.94,71.00)	7.02(4.93,10.40)
Z/χ^2 值	0.234	4.580	3.728
P 值	0.629	0.000	0.000

2.2　两组经直肠超声造影参数比较

两组曲线下面积、到达时间、达峰时间和平均渡越时间的比较，经 t/Z 检验，差异均无统计学意义（P >0.05）。两组峰值强度、上升斜率和上升时间比较，经 t/Z 检验，差异均有统计学意义（P <0.05）；观察组峰值强度、上升斜率均高于对照组，上升时间短于对照组。见表 2。

表 2　两组经直肠超声造影参数比较

组别	n	峰值强度/(dB，$\bar{x}\pm s$)	曲线下面积/(dB·s，$\bar{x}\pm s$)	到达时间/(s，$\bar{x}\pm s$)	上升时间/[s，M(P_{25},P_{75})]
观察组	78	28.38 ± 6.82	1910.11 ± 551.80	22.45 ± 3.82	11.91(9.88,13.70)
对照组	75	24.95 ± 4.83	1958.83 ± 608.86	21.61 ± 3.82	13.34(11.40,16.19)
t/Z 值		3.600	0.519	1.369	3.595
P 值		0.000	0.605	0.173	0.000

组别	达峰时间/[s，M(P_{25},P_{75})]	上升斜率/[dB/s，M(P_{25},P_{75})]	平均渡越时间/[s，M(P_{25},P_{75})]
观察组	33.14(30.98,37.70)	2.04(1.60,2.65)	112.20(95.09,146.33)
对照组	36.35(31.66,39.71)	1.57(1.20,2.10)	121.05(99.98,155.26)
t/Z 值	1.759	3.962	0.874
P 值	0.079	0.000	0.382

2.3　前列腺癌与良性前列腺增生鉴别诊断指标的多因素 Logistic 回归分析

以病理诊断结果为（良性前列腺增生=0，前列腺癌=1）因变量，以前列腺体积、tPSA、上升斜率、峰值强度和上升时间（均为实测值）为自变量，进行多因素一般 Logistic 回归分析。结果显示，前列腺体积大[$\hat{OR}$=0.943（95% CI：0.917，0.969）]和上升时间长[$\hat{OR}$=0.865（95% CI：0.749，0.999）]均为前列腺癌的保护因素（P <0.05）；tPSA 水平高[$\hat{OR}$=1.245（95% CI：1.118，1.387）]、峰值强度大[$\hat{OR}$=1.090（95% CI：1.000，1.188）]及上升斜率大[$\hat{OR}$=3.220（95% CI：1.340，7.738）]均为前列腺癌的危险因素（P <0.05）。见表 3。

2.4　经直肠超声造影定量参数联合血清 tPSA 对前列腺癌与良性前列腺增生的诊断效能

ROC 曲线分析结果显示，联合模型的 AUC 最高，为 0.829（95% CI：0.765，0.893）；上升斜率的敏感性最高，为 0.679（95% CI：0.564，0.781），tPSA 的特异性最高，为 0.987（95% CI：0.928，1.000）。见表 4 和图 1。

表 3　前列腺癌与良性前列腺增生鉴别诊断指标的多因素一般 Logistic 回归分析参数

自变量	b	S_b	Wald χ^2 值	P 值	$\hat{OR}$ 值	95% CI	
						下限	上限
前列腺体积	−0.059	0.014	17.406	0.000	0.943	0.917	0.969
tPSA	0.219	0.055	15.876	0.000	1.245	1.118	1.387
峰值强度	0.086	0.044	3.868	0.049	1.090	1.000	1.188
上升时间	−0.145	0.074	3.894	0.048	0.865	0.749	0.999
上升斜率	1.169	0.447	6.835	0.009	3.220	1.340	7.738
常量	−1.915	1.557	1.512	0.219			

表 4　经直肠超声造影定量参数联合血清 tPSA 对前列腺癌与良性前列腺增生的诊断效能分析参数

指标	截断值	AUC	95% CI		敏感性/%	95% CI		特异性/%	95% CI	
			下限	上限		下限	上限		下限	上限
峰值强度	29.265 dB	0.644	0.557	0.731	0.423	0.312	0.540	0.827	0.722	0.904
上升时间	11.040 s	0.668	0.584	0.753	0.449	0.336	0.566	0.813	0.707	0.894
上升斜率	1.745 dB/s	0.686	0.602	0.769	0.679	0.564	0.781	0.613	0.494	0.724
tPSA	15.279 ng/mL	0.675	0.59	0.759	0.333	0.231	0.449	0.987	0.928	1.000
联合诊断	0.676	0.829	0.765	0.893	0.577	0.460	0.688	0.960	0.888	0.992

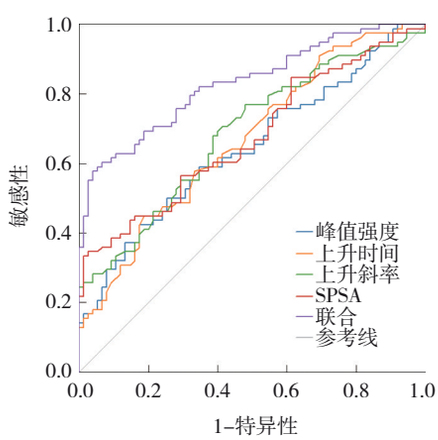


图 1　经直肠超声造影定量参数联合血清 tPSA 鉴别前列腺癌与良性前列腺增生的 ROC 曲线

3　讨论

前列腺癌是全球范围内严重威胁中老年男性健康的泌尿系统恶性肿瘤，其发病率长期位居男性恶性肿瘤第 2 位，近年来我国前列腺癌的发病率与死亡率亦呈持续上升态势，且发病年龄逐渐前移，已成为泌尿外科临床重点防控的恶性疾病之一[10-12]。前列腺癌的早期精准分层与鉴别诊断，是改善患者治疗时机与远期预后的关键环节。当前临床用于前列腺癌筛查与诊断的手段多样，血清前列腺特异性抗原检测因操作简便而应用最为广泛，直肠指检、常规经直肠超声、多参数磁共振成像等也在不同场景中发挥辅助作用，但单一模式均存在明显局限。血清 tPSA 易受前列腺增生、炎症等良性病变干扰，特异性不足，常规影像学检查对微小病灶、低危病灶的识别能力有限[13-14]。经直肠超声造影能够实时动态反映组织微循环灌注特征，通过量化 TIC 参数客观评估病灶血流动力学差异，在实体肿瘤良恶性鉴别中展现出较高的应用价值[15-16]。本研究以病理结果为参考标准，评价经直肠超声造影定量参数联合血清 tPSA 对前列腺癌与良性前列腺增生的诊断效能。

血清 tPSA 是前列腺上皮细胞合成的特异性蛋白，其水平升高与前列腺组织异常增殖、基底膜破坏及肿瘤浸润性生长密切相关。本研究结果显示，前列腺癌患者血清 tPSA 水平显著高于良性前列腺增生患者，且多因素一般 Logistic 回归分析证实血清 tPSA 升高为前列腺癌诊断的独立危险因素，与既往多项临床研究结论一致[17-18]。tPSA 在前列腺癌筛查中的价值已得到广泛认可，但其水平易受前列腺体积、年龄、操作刺激等因素影响，单独应用时假阳性率偏高，易导致不必要的穿刺活检[19]。本研究中 tPSA 单独诊断前列腺癌的曲线下面积为 0.675，提示其具备一定的筛查价值，但仍

需联合其他指标进一步提升诊断精准度。前列腺体积在良恶性前列腺疾病鉴别中具有重要的参考意义，本研究中前列腺癌组前列腺体积显著低于良性增生组，且前列腺体积增大为前列腺癌诊断的独立保护因素。良性前列腺增生以腺体及间质细胞弥漫性增生为主要病理特征，多表现为前列腺整体体积显著增大，而前列腺癌多以局灶性病变为主，早期肿瘤对腺体体积影响有限，部分病例甚至因肿瘤组织侵犯导致正常腺体萎缩，因此前列腺体积相对偏小[20]。这一特征有助于在临床中对 tPSA 升高但前列腺体积差异显著的病例进行初步分层，减少良恶性判断偏差。两组曲线下面积、到达时间、达峰时间及平均渡越时间等参数比较无差异，提示上述指标对前列腺癌与良性增生的鉴别价值有限，临床应用中可重点关注具有统计学差异的核心参数。经直肠超声造影可动态显示前列腺组织微循环灌注特征，其中峰值强度主要反映局部血容量，上升斜率反映造影剂灌注速率，上升时间则反映组织快速充盈过程[21-22]。前列腺癌组织微血管密度增加、血管结构异常及局部灌注动力学改变，可能表现为峰值强度升高、上升斜率增大和上升时间缩短[23]。本研究结果与上述病理生理特征基本一致，提示相关参数有助于鉴别前列腺癌与良性前列腺增生[24]。但 SonoVue 属于血池型微泡造影剂，相关参数主要反映血管内微泡的灌注过程，不能直接用于评价肿瘤血管通透性。本研究联合模型的 AUC 为 0.829，高于各单项指标的表观 AUC，提示加入超声造影参数后模型的总体区分度有所提高。但联合模型的敏感性为 0.577，低于上升斜率单项指标的 0.679；联合诊断的特异性为 0.960，亦未超过 tPSA 单项指标的 0.987，因此不能认为联合检测同时提高了敏感性和特异性。不同阈值反映不同的临床取舍：用于穿刺前初筛时应更重视敏感性，以减少漏诊；用于减少不必要穿刺时则需兼顾特异性和阴性预测能力。本研究获得的截断值来源于单中心样本，尚未经过独立验证，暂不宜直接作为临床决策阈值[25]。

本研究存在一定局限性。首先，本研究采用回顾性病例—对照设计，仅比较病理确诊的前列腺癌与良性前列腺增生患者，未纳入前列腺炎、非典型小腺泡增殖、tPSA 升高但穿刺阴性等临床疑难病例，可能产生疾病谱偏倚，并高估模型的诊断效能。其次，联合模型在同一组样本中完成变量筛选、模型建立及效能评价，缺少外部验证，可能存在过度拟合和 AUC 乐观估计。再次，本研究未系统纳入多参数磁共振前列腺成像报告和数据系统评分，也未将联合模型与 tPSA 联合前列腺成像报告和数据系统等常用穿刺前风险评估策略进行比较，尚不能确定超声造影参数在现有诊断路径中的增量价值。此外，模型截断值未在独立人群中验证，不同临床场景下敏感性与特异性的合理平衡仍需进一步研究。未来应在连续入组的前瞻性多中心人群中开展内部及外部验证，并结合多参数磁共振和病理危险分层评价模型的临床适用性。

参 考 文 献 ：

[1] 王凡凡, 陈金鹏, 郑雅楠, 等. 中医药治疗前列腺癌的研究进展[J]. 西北药学杂志, 2026, 41(1): 284-302.

[2] 李武学, 张天贺, 赵兴华, 等. 基于机器学习算法构建前列腺癌早期诊断的风险预测模型[J]. 现代泌尿外科杂志, 2026, 31(3): 249-257.

[3] Li J X, Wu Y P, Hou J, et al. A comparative study of the global burden of prostate cancer (1990-2021): emphasis on the disparities between the United States and China[J]. Prostate, 2026, 86(4): 451-463.

[4] 涂艺圆, 涂忠, 谢秋波, 等. 前列腺特异性抗原灰区前列腺癌相关诊断指标的研究进展[J]. 武汉大学学报(医学版), 2026, 47(1): 122-130.

[5] 张青松, 张婉泽, 汪鑫, 等. 系统免疫炎症指数和中性粒细胞/淋巴细胞比值在前列腺癌临床诊断中的应用价值[J]. 中华男科学杂志, 2026, 32(2): 129-132.

[6] 姚灯礼, 杨华, 罗芳, 等. 经直肠超声造影联合血清微 RNA-130b-3p、磷酸葡萄糖变位酶样蛋白 5 对早期前列腺癌的诊断价值[J]. 安徽医药, 2025, 29(5): 972-976.

[7] 于立超, 黄志鹏, 王平. 实时超声造影及 MRI 联合经直肠超声对前列腺癌穿刺检出率的对比研究[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2023, 21(6): 144-146.

[8] 张同莉, 王长春, 祖拜热·依斯坎代尔, 等. 经直肠超声造影联合 MRI 在 PSA 灰区前列腺癌诊断中的价值[J]. 中国超声医学杂志, 2024, 40(8): 924-927.

[9] 中华医学会泌尿外科学分会前列腺癌联盟. 中国前列腺癌早期诊断专家共识[J]. 中华泌尿外科杂志, 2015, 36(8): 561-564.

[10] Schafer E J, Laversanne M, Sung H, et al. Recent patterns and trends in global prostate cancer incidence and mortality: an update[J]. Eur Urol, 2025, 87(3): 302-313.

[11] Jani C, Mouchati C, Abdallah N, et al. Trends in prostate cancer mortality in the United States of America, by state and race, from

1999 to 2019: estimates from the centers for disease control WONDER database[J]. Prostate Cancer Prostatic Dis, 2023, 26(3): 552-562.

[12] Chu F F, Chen L M, Guan Q, et al. Global burden of prostate cancer: age-period-cohort analysis from 1990 to 2021 and projections until 2040[J]. World J Surg Oncol, 2025, 23(1): 98.

[13] 黄再千, 叶昶. PSA联合血栓弹力图对前列腺癌骨转移诊断价值的研究[J]. 现代泌尿生殖肿瘤杂志, 2025, 17(1): 9-13.

[14] 王伟, 李月峰, 朱琳杰, 等. mp-MRI定量参数结合血清EPCA-2、PSA水平诊断前列腺癌包膜侵犯的价值探讨[J]. 中国男科学杂志, 2025, 39(2): 61-65.

[15] 李渝, 罗季平, 但思宇, 等. 经直肠常规超声联合超声造影在前列腺良恶性病灶鉴别诊断中的应用[J]. 中国超声医学杂志, 2023, 39(3): 287-291.

[16] 但思宇, 李渝, 罗季平, 等. 经直肠超声联合超声造影在前列腺低回声病灶诊断中的应用价值[J]. 现代肿瘤医学, 2023, 31(11): 2095-2101.

[17] Höti N, Lih T S, Dong M M, et al. Urinary PSA and serum PSA for aggressive prostate cancer detection[J]. Cancers, 2023, 15(3): 960.

[18] Zou B Z, Wen H, Luo H J, et al. Value of serum free prostate-specific antigen density in the diagnosis of prostate cancer[J]. Ir J Med Sci, 2023, 192(6): 2681-2687.

[19] 杨星星, 顾峰, 陆健美, 等. 基于磁共振第2.1版前列腺影像报告和数据系统评分联合游离PSA/总PSA在前列腺癌早期诊断中的价值[J]. 中国医药导报, 2024, 21(13): 113-115, 119.

[20] 李建忠, 陈素静, 岳鑫, 等. mpMRI与TRUS对前列腺体积以及PSAD的评估价值及对前列腺癌诊断的影响[J]. 国际泌尿系统杂志, 2025(3): 41-44.

[21] 周隽, 郑兵. 基于多模态超声参数的Logistic回归模型诊断前列腺癌的临床价值[J]. 临床超声医学杂志, 2025, 27(3): 232-237.

[22] van Riel L A M J G, van Kollenburg R A A, Freund J E, et al. Reliable visualization of the treatment effect of transperineal focal laser ablation in prostate cancer patients by magnetic resonance imaging and contrast-enhanced ultrasound imaging[J]. Eur Urol Open Sci, 2023, 54: 72-79.

[23] 张明, 高庆禄, 孟庆松, 等. 经直肠前列腺超声造影在不同总前列腺特异性抗原区间前列腺癌诊断中的应用[J]. 现代泌尿外科杂志, 2023, 28(10): 851-855.

[24] Sun Y, Fang J Y, Shi Y P, et al. Machine learning based on radiomics features combing B-mode transrectal ultrasound and contrast-enhanced ultrasound to improve peripheral zone prostate cancer detection[J]. Abdom Radiol (NY), 2024, 49(1): 141-150.

[25] 李廷廷, 杨永生, 陈武, 等. 经直肠多模态超声及血清前列腺特异性抗原对临床局限性前列腺癌诊断的预测价值[J]. 中华健康管理学杂志, 2023, 17(2): 136-141.

（李科 编辑）

本文引用格式： 王静, 周闪. 经直肠超声造影定量参数联合血清总前列腺特异性抗原鉴别前列腺癌与良性前列腺增生的诊断效能[J]. 中国现代医学杂志, 2026, 36(22): 114-120.

Cite this article as: Wang J, Zhou S. Diagnostic performance of transrectal contrast-enhanced ultrasound parameters combined with serum total prostate-specific antigen for differentiating prostate cancer from benign prostatic hyperplasia[J]. China Journal of Modern Medicine, 2026, 36(22): 114-120.