

# 血清 PSA 联合影像学检查在前列腺癌早期诊断中的应用价值

郑忠忠 陈国俊 (通讯作者)

青海大学附属医院 青海 西宁 810000

**【摘要】**：前列腺癌（Prostate Cancer, PCa）是男性泌尿生殖系统常见的恶性肿瘤，其发病率随年龄增长呈显著上升趋势，严重威胁中老年男性身心健康。早期诊断是提高前列腺癌患者生存率、改善预后的关键，而前列腺穿刺活检作为诊断金标准，因具有侵袭性难以作为常规筛查手段。血清前列腺特异性抗原（Prostate Specific Antigen, PSA）检测具有无创、便捷、低成本的优势，是目前前列腺癌筛查的常用方法，但单独检测存在特异度较低、易受良性前列腺病变干扰等局限性。影像学检查可直观显示前列腺解剖结构、病灶位置及侵犯范围，弥补血清 PSA 检测的不足。本文结合近年来国内外相关研究进展，综述血清 PSA 检测与各类影像学检查联合应用在前列腺癌早期诊断中的价值，分析不同联合方案的优势与局限性，探讨其临床应用要点及研究展望，为临床前列腺癌早期精准诊断、优化诊疗策略提供参考依据。

**【关键词】**：前列腺癌；血清 PSA；影像学检查；早期诊断；联合应用

DOI:10.12417/2705-098X.26.09.006

## 1 引言

前列腺癌是全球男性发病率第二、死亡率第五的恶性肿瘤，在我国，随着人口老龄化加剧、生活方式西方化及筛查手段普及，其发病率逐年攀升，且发病年龄趋于年轻化<sup>[1]</sup>。前列腺癌早期多无典型临床症状，多数患者就诊时已进展至中晚期，错失最佳治疗时机，而早期局限性前列腺癌经规范治疗后，5年生存率可达99%，中晚期患者5年生存率仅为30%左右，因此早期精准诊断对改善患者预后至关重要<sup>[2-3]</sup>。前列腺穿刺活检是前列腺癌诊断的金标准，可明确病灶病理类型及分级，但该检查为有创操作，可能引发出血、感染、疼痛等并发症，且存在一定的漏诊率，难以作为常规筛查手段<sup>[4]</sup>。血清 PSA 检测自20世纪80年代应用于临床以来，成为前列腺癌筛查的核心手段，但其特异度较低，良性前列腺增生（BPH）、前列腺炎等良性病变均可导致 PSA 水平升高，同时部分早期前列腺癌患者 PSA 水平可处于正常范围，易造成误诊、漏诊<sup>[5]</sup>。

影像学检查可直观显示前列腺形态、病灶大小、位置及周围组织侵犯情况，为前列腺癌的早期发现和分期提供重要影像学依据<sup>[6]</sup>。近年来，血清 PSA 检测与影像学检查联合应用逐渐成为前列腺癌早期诊断的主流模式，可显著提高诊断灵敏度和特异度，减少不必要的穿刺活检，优化诊疗流程<sup>[7]</sup>。本文结合相关研究进展，对血清 PSA 联合影像学检查在前列腺癌早期诊断中的应用价值进行系统综述，如下。

## 2 血清 PSA 检测在前列腺癌早期诊断中的应用基础

### 2.1 常规 PSA 检测指标

临床常用的血清 PSA 检测指标包括总 PSA（tPSA）和游离 PSA（fPSA）。tPSA 是血清中 PSA 的总含量，是前列腺癌筛查的基础指标，当 tPSA > 10.0ng/mL 时，前列腺癌患病风险显著升高，诊断灵敏度可达 61.7%，特异度为 69.7%<sup>[8]</sup>；当 tPSA 处于 4.0~10.0ng/mL 的“诊断灰区”时，其诊断价值有限，此

时良性前列腺病变与前列腺癌的 PSA 水平存在重叠，单纯依靠 tPSA 难以鉴别，误诊率较高<sup>[9]</sup>。fPSA 是血清中未与其他蛋白结合的游离态 PSA，占血清总 PSA 的 10%~20%<sup>[10]</sup>。研究表明<sup>[11]</sup>，前列腺癌患者血清 fPSA 水平及 fPSA/tPSA 比值显著低于良性前列腺病变患者，当 tPSA 处于诊断灰区时，fPSA/tPSA 比值可提高诊断准确性，比值 < 0.16 提示前列腺癌风险较高，比值 > 0.25 时良性前列腺增生可能性更大。

### 2.2 PSA 衍生指标

为进一步提高 PSA 检测的诊断效能，临床衍生出前列腺特异性抗原密度（PSAD）、前列腺特异性抗原速率（PSAV）、前列腺健康指数（PHI）等指标。PSAD 由 Benson 等在 1992 年提出，计算方式为 tPSA 与前列腺体积的比值，正常值 ≤ 0.15，PSAD > 0.15 时前列腺癌风险升高，可有效区分良性前列腺增生与前列腺癌，尤其适用于前列腺体积较大的患者<sup>[12]</sup>。PSAV 是指血清 PSA 水平的年增长速率，正常情况下 PSAV < 0.75ng/（mL·年），当 PSAV > 0.75ng/（mL·年）时，提示前列腺癌可能性增加，可用于前列腺癌的早期预警<sup>[13]</sup>。PHI 是基于 tPSA、fPSA 和 PSA 前体的组合运算模型，对前列腺癌检测具有较高的检出率，可进一步提高诊断的精准度<sup>[14]</sup>。

### 2.3 血清 PSA 检测的局限性

尽管血清 PSA 检测具有无创、便捷的优势，但单独应用仍存在明显局限性。①特异度较低，前列腺炎、前列腺增生、前列腺外伤等良性病变均可导致 PSA 水平升高，导致假阳性率较高，据统计，PSA 单独用于灰区前列腺癌的诊断效能有限，前列腺癌过度诊断的发生率为 16%~50%<sup>[15]</sup>；②存在假阴性，部分早期前列腺癌（如低危型、隐匿型）患者血清 PSA 水平可处于正常范围，易导致漏诊<sup>[16]</sup>；③无法定位病灶，仅能提示前列腺异常，不能明确病灶位置、大小及侵犯范围，难以指导临床穿刺活检<sup>[5]</sup>。因此，单独依靠血清 PSA 检测难以满足前列腺癌早期精准诊断的需求，需与影像学检查联合应用。

### 3 常用影像学检查在前列腺癌早期诊断中的应用

#### 3.1 多参数磁共振成像 (mpMRI)

mpMRI 是目前前列腺癌影像学诊断中最常用、最有效的方法,主要包括 T2 加权成像 (T2WI)、弥散加权成像 (DWI)、动态对比增强成像 (DCE-MRI) 等序列,可从解剖结构、水分子扩散、血流灌注等多方面评估前列腺病变<sup>[17]</sup>。T2WI 可清晰显示前列腺的分区结构,前列腺癌病灶在 T2WI 上多表现为外周带低信号,边界模糊,可初步判断病灶位置及范围;DWI 可反映组织内水分子扩散运动,前列腺癌细胞密度高、细胞间隙小,水分子扩散受限,在 DWI 上表现为高信号,表现弥散系数 (ADC) 值显著降低,ADC 值可定量评估病灶的恶性程度,中低危前列腺癌患者 ADC 值高于高危患者<sup>[18]</sup>;DCE-MRI 可反映病灶的血流灌注情况,前列腺癌病灶血供丰富,增强扫描后表现为早期强化、快速消退,可进一步提高病灶检出率<sup>[19]</sup>。mpMRI 的优势在于软组织分辨率高、无辐射、可多方位成像,能精准定位病灶、评估肿瘤侵犯范围及淋巴结转移情况,对前列腺癌早期诊断的灵敏度和特异度均较高<sup>[20]</sup>。

#### 3.2 超声检查

超声检查具有无创、便捷、低成本、可重复的优势,是前列腺癌筛查的常用影像学手段,主要包括经腹部超声和经直肠超声 (TRUS)。经腹部超声可初步观察前列腺大小、形态,排查明显的占位性病变,但分辨率较低,对早期微小病灶的检出率较低<sup>[21]</sup>。TRUS 是目前前列腺超声检查的首选方式,探头可直接贴近前列腺,分辨率更高,能清晰显示前列腺的内部结构、病灶位置、大小及形态,前列腺癌病灶在 TRUS 上多表现为低回声结节,边界模糊、形态不规则,部分病灶可出现钙化、血流信号丰富等表现<sup>[22]</sup>。此外,TRUS 可引导前列腺穿刺活检,提高穿刺的精准度,减少漏诊<sup>[23]</sup>。但其局限性在于对前列腺中央区病灶的检出率较低,易受操作者经验影响,且难以区分良性结节与恶性结节<sup>[24]</sup>。

#### 3.3 CT 检查

CT 检查具有分辨率高、成像速度快、可清晰显示钙化及骨质结构的优势,主要用于前列腺癌的分期诊断,可评估前列腺癌是否侵犯周围组织 (如膀胱、直肠) 及远处转移 (如骨转移)<sup>[25]</sup>。对于检测前列腺癌是否有骨转移,CT 通常优于 MRI,因为 CT 在显示硬组织,尤其是骨骼方面更为敏感,也适用于部分不能行 MRI 检查的患者<sup>[26]</sup>。

但 CT 检查对前列腺癌早期微小病灶的检出率较低,软组织分辨率低于 MRI,难以区分前列腺良性增生与早期前列腺癌,因此不作为前列腺癌早期诊断的首选影像学检查,多与其他检查联合应用。此外,CT 检查具有辐射性,不适用于长期随访及年轻患者的筛查。

#### 3.4 PET 检查

PET 检查是一种功能性影像学检查,可反映病灶的代谢活性,常用的显像剂包括 18F-氟代脱氧葡萄糖 (18F-FDG) 和前列腺特异性膜抗原 (PSMA) 显像剂。18F-FDG-PET 可通过检测病灶的葡萄糖代谢水平判断病变性质,前列腺癌病灶代谢活跃,表现为高摄取,但良性前列腺增生、前列腺炎等病变也可出现轻度高摄取,特异度较低<sup>[27]</sup>。相比传统的 CT 和 MRI,PSMA 靶向成像能够更精确地找到肿瘤部位,提高前列腺癌的诊断准确性,同时有助于医生制定更个性化的治疗方案,减少非肿瘤区域的活检。

### 4 血清 PSA 联合影像学检查在前列腺癌早期诊断中的应用价值

#### 4.1 血清 PSA 联合 mpMRI 检查

血清 PSA 联合 mpMRI 是目前前列腺癌早期诊断的最佳联合方案之一,两者优势互补,可显著提高诊断效能。血清 PSA 检测可作为初筛手段,筛选出 tPSA > 4.0ng/mL 或处于诊断灰区的可疑患者,再行 mpMRI 检查,精准定位病灶、评估病变性质,减少不必要的穿刺活检<sup>[28]</sup>。对于血清 PSA 处于诊断灰区 (4.0~10.0ng/mL) 的患者,血清 PSA 衍生指标 (fPSA/tPSA、PSAD) 联合 mpMRI 检查可进一步提高诊断精准度。

#### 4.2 血清 PSA 联合超声检查

血清 PSA 联合超声检查是临床应用最广泛的联合方案,具有无创、便捷、低成本的优势,适用于基层医院及大规模人群筛查。血清 PSA 检测筛选出可疑患者后,行 TRUS 检查,可清晰显示前列腺病灶的位置、大小及形态,引导穿刺活检,提高穿刺阳性率。研究表明<sup>[29]</sup>,对于 tPSA > 10.0ng/mL 的患者,TRUS 检查可快速定位病灶,引导穿刺活检,明确诊断;对于 tPSA 处于诊断灰区的患者,TRUS 检查可结合病灶的超声特征 (如低回声、形态不规则、血流丰富),辅助判断病变性质,提高诊断准确性。

#### 4.3 血清 PSA 联合 PET-CT 检查

血清 PSA 联合 PET-CT 检查主要用于前列腺癌的分期诊断与复发评估。血清 PSA 检测筛选出可疑患者后,PET-CT 可通过 PET 的代谢显像 (如 PSMA 靶向显像) 精准识别常规 CT 难以发现的微小转移灶,同时结合 CT 的解剖结构清晰显示肿瘤侵犯周围组织的范围,为治疗方案的制定提供全面依据。但 PET-CT 检查成本较高、有辐射暴露,因此不作为前列腺癌早期诊断的首选,多用于中晚期前列腺癌的分期评估与复发监测<sup>[30]</sup>。

### 5 结论

前列腺癌早期诊断是改善患者预后的关键,血清 PSA 检测具有无创、便捷、低成本的优势,是前列腺癌筛查的核心手段,但单独应用存在特异度较低、无法定位病灶等局限性。影像学检查可直观显示前列腺病变的解剖结构、位置及侵犯范围,弥

补血清 PSA 检测的不足。血清 PSA 联合影像学检查（尤其是联合 mpMRI）可显著提高前列腺癌早期诊断的灵敏度、特异度及准确率，减少不必要的穿刺活检，指导临床诊疗。不同联合方案各有其优势与局限性，临床需根据患者的具体情况，选

择合适的联合诊断方案，同时结合 PSA 衍生指标、基因检测等技术，进一步提高诊断精准度。未来，随着医学技术的不断进步，血清 PSA 联合影像学检查将在前列腺癌早期诊断中发挥更重要的作用，为前列腺癌的精准诊疗提供更有力的支持。

## 参考文献:

- [1] Dovbysh S A,Romaniuk M A,Shelehov V I,et al.Decision Support System for Diagnosing Early Stages of Prostate Cancer Based on Pathomorphological Features[J].Cybernetics and Systems Analysis,2026,(prepublish):1-12.
- [2] 吴果,杨帆.多参数 MRI 对临床显著性前列腺癌早期诊断的干扰因素分析及优化策略[J].影像研究与医学应用,2026,10(03):6-8.
- [3] 秦克松,蒲建军,武跃清.结合器械的经会阴前列腺穿刺方法在早期诊断中的效果评估研究[J].中国医疗器械信息,2026,32(02):39-41.
- [4] 范雪行,李金城,李嘉松,等.前列腺癌发病率变化的流行病学分析[J/OL].空军军医大学学报,1-9[2026-02-24].
- [5] 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/OL].现代泌尿外科杂志,1-9[2026-02-24].
- [6] 陈新国,陈蕾,肖伟,等.MRI 联合血清 PSA、PSAD、f/tPSA 对早期前列腺癌诊断价值[J].分子诊断与治疗杂志,2025,17(12):2292-2294+2298.
- [7] Wu D,Tang Z.Application value of prostate-specific antigen density combined with multiparametric MRI in early diagnosis of prostate cancer.[J].Magnetic resonance imaging,2025,127 110593.
- [8] Willisch P,Villafranca E,Ortega R S,et al.Salvage brachytherapy for local recurrence of prostate cancer.Evaluation of technique and dose fractionation,impact of early diagnosis,and its effect on survival.A multicenter retrospective observational study:RESPRO.[J].Brachytherapy,2025,25(1):31-39.
- [9] Jong D C F,Eberhardt J,Oyeniya S O,et al.A mixed-methods evaluation of a peer-led,co-produced,asset-based intervention for early diagnosis of prostate cancer for Black men:the PROCAN-B study.[J].BMJ open,2025,15(11):e105803.
- [10] 路旭东.MRI 弥散加权成像联合血清 PSA 对外周带前列腺癌的诊断价值[J].影像研究与医学应用,2025,9(21):49-51.
- [11] 朱虹,汪会,司宏伟,等.靶向前列腺特异性膜抗原含腺类 PET 显像剂的研究进展[J/OL].安徽医科大学学报,2026,(02):369-375[2026-02-24].
- [12] 丛明奇,李金森,张博,等.基于 PI-RADS 双参数 MRI 联合临床指标对前列腺癌诊断效能的研究[J].中华养生保健,2025,43(19):81-84.
- [13] Kang H,Hu M.Recent advances in targeted prostate cancer diagnosis and therapy using ultrasound imaging combined with novel nanocarriers:facilitating early detection and effective treatment of prostate cancer.[J].Cancer treatment and research communications,2025, 45 100994.
- [14] Kurucz M L,Natali T,Westerhout S,et al.Prostate Volume and PSA-Density Estimation by Transabdominal Ultrasound:Prospective Evidence of Comparative Accuracy to MRI and Transrectal Ultrasound in Prostate Cancer Early Diagnostics.[J].The Prostate,2025, 85(16):1488-1496.
- [15] 张琰,吴涛,李月峰,等.血清 CHI3L1、AGR2 联合多参数磁共振成像在前列腺癌诊断中的临床价值[J].安徽医药,2025,29(08):1561-1565.
- [16] Jong D C F,Oyeniya S O,Nnyanzi A L,et al.Barriers and facilitators to accessing healthcare for early diagnosis of prostate cancer for black men—a qualitative exploration in North-East England and Scotland[J].BMC Public Health,2025,25(1):2454-2454.
- [17] Engesser C,Henkel M,Stalder F A,et al.Accompanying the prostate cancer patient pathway:evaluation of novel clinical decision support software in patients with early diagnosis of prostate cancer.[J].BMC medical informatics and decision making,2025,25(1):260.
- [18] 冯子煜,张学冲,武玉东.血清 TPSA、FPSA、FPSA/TPSA 在前列腺癌早期诊断及恶性程度评估中的价值[J].实用癌症杂志, 2025,40(05):762-766.
- [19] Negahdary M,Batista A D M,Buoro M R,et al.A Modified Gold Electrode with Triangular Gold Nanocrystals;Application as an Immunosensor for Early Diagnosis of Prostate Cancer[J].BioNanoScience,2025,15(3):363-363.
- [20] 李应蕃,李鸿欣,王为服,等.前列腺癌早期筛查及诊断模式的新进展[J].中华男科学杂志,2025,31(05):462-467.

- [21] 周鹏程,李亮,万润济.MRI在前列腺癌早期诊断中的应用价值及影像特征分析[J].影像研究与医学应用,2025,9(10):183-185.
- [22] Mharrach I,Tadlaoui A K,Aqerrout M,et al.Diagnostic value of miR-21 and miR-221 as potential biomarkers for early diagnosis of prostate cancer.[J].Molecular and clinical oncology,2025,22(5):40.
- [23] 程钉.多参数磁共振成像鉴别诊断外周带早期前列腺癌和前列腺炎的应用价值[J].影像研究与医学应用,2025,9(05):100-102.
- [24] 曾斌,邱实,周翔鸿,等.新兴技术及理论在泌尿系统肿瘤“防诊治”中的应用:华西医院的临床经验分享[J].现代泌尿外科杂志,2025,30(05):448-453.
- [25] 刘昌海,张恒,邵晓光,等.基于 Transformer 的前列腺癌血清拉曼光谱辅助诊断算法[J].工业控制计算机,2025,38(02):68-69+72.
- [26] 陈驰华,周婷,廖凯兵.动态增强磁共振成像联合血清微小 RNA-495-3p、半胱氨酸蛋白酶 8 诊断前列腺癌的研究[J].中国医刊,2025,60(02):177-180.
- [27] 戴彩霞,李亚敏,邹颖,等.国内外前列腺癌筛查研究热点的可视化分析[J].中国现代手术学杂志,2024,28(06):488-494.
- [28] 陶学育,沈文彩,董泓宏.尿液中 lncRNA 在泌尿系统恶性肿瘤中的研究进展[J].浙江临床医学,2024,26(12):1884-1886.
- [29] 武博,郑志斌,任海林.前列腺癌的诊断方法研究进展[J].中国药物与临床,2024,24(24):1625-1629.
- [30] 王辰辰,陈慧,张银,等.南京地区前列腺癌患者一级亲属筛查行为现状及影响因素分析[J].中国性科学,2024,33(11):32-36.