

Vol. 5 No. 6 Dec. 2024

DOI: 10.12180/j.issn.2096-7721.2024.06.003

### 机器人辅助腹腔镜下良性前列腺增生手术术式介绍

何安邦, 叶孙益, 王平, 汪朔, 夏丹

(浙江大学医学院附属第一医院余杭院区泌尿外科 浙江 杭州 311121)

摘 要 良性前列腺增生是中老年男性最为常见的良性的泌尿系统疾病之一,传统手术方式包括开放性前列腺剜除术、经尿道前列腺电切术、经尿道激光前列腺剜除术、经尿道前列腺等离子剜除术、腹腔镜下前列腺剜除术等,虽然手术方式众多,但均有一定局限性。随着机器人辅助手术时代来临,机器人辅助腹腔镜下良性前列腺增生手术已成为大体积前列腺增生手术常选择的方式之一。本研究介绍机器人辅助耻骨后入路保留尿道前列腺切除术和机器人辅助单纯前列腺切除术两种手术方式,并对适应证与禁忌证、体位布局、手术步骤进行总结。

关键词 机器人辅助手术; 良性前列腺增生; 前列腺切除术

中图分类号 R699.8 文献标识码 A 文章编号 2096-7721 (2024) 06-1024-06

# Introduction to robot-assisted laparoscopic surgery for benign prostatic hyperplasia

HE Anbang, YE Sunyi, WANG Ping, WANG Shuo, XIA Dan

(Department of Urology, Yuhang Branch of the First Affiliated Hospital of Zhejiang University School of Medicine, Hangzhou 311121, China)

Abstract Benign prostatic hyperplasia (BPH) is one of the most common diseases in urinary system of middle-aged and older men. Traditional surgical methods include open prostatectomy, transurethral resection of prostate, transurethral laser enucleation of prostate, transurethral plasma enucleation of prostate, and laparoscopic enucleation of prostate, etc. Though there are many surgical approaches, they all have certain limitations. With the advent of the era of robot-assisted surgery, robot-assisted laparoscopic BPH surgery has become one of the commonly chosen modalities for large-volume prostatic hyperplasia. Two surgical approaches are introduced in this paper, which are urethra-sparing robot-assisted retropubic prostatectomy and robot-assisted simple prostatectomy. Meanwhile, indications, contraindications, surgical positions and surgical steps of the two modalities are summarized.

Key words Robot-assisted Surgery; Benign Prostatic Hyperplasia; Prostatectomy

良性前列腺增生(Benign Prostatic Hyperplasia, BPH)是中老年男性最常见的良性泌尿系统疾病之一,主要表现为膀胱出口梗阻和以下尿路症状为主的临床症状,如尿频、尿急、夜尿增多、排尿困难、尿潴留等。根据临床症状轻重,BPH患者治疗方式可选择等待观察、药物治疗和手术治疗。随着肾上腺素能 α-受体阻

滯剂和5α-还原酶抑制剂等相关药物的问世, 大多数患者可通过药物治疗很好地控制前列腺增生相关临床症状,但仍有部分患者药物治疗效果欠佳或拒绝药物治疗,出现严重的下尿路症状,甚至尿潴留,严重影响生活质量,需要手术治疗。

目前,前列腺增生相关手术方式包括开放手

收稿日期: 2023-10-26 录用日期: 2024-02-06

Foundation Item: Natural Science Foundation of Zhejiang Province (LQ22H160038)

通讯作者: 夏丹, Email: xiadan@zju.edu.cn

Corresponding Author: XIA Dan, Email: xiadan@zju.edu.cn

**引用格式**:何安邦,叶孙益,王平,等.机器人辅助腹腔镜下良性前列腺增生手术术式介绍[J].机器人外科学杂志(中英文),2024,5(6):1024-1029.

Citation: HE A B, YE S Y, WANG P, et al. Introduction to robot-assisted laparoscopic surgery for benign prostatic hyperplasia[J]. Chinese Journal of Robotic Surgery, 2024, 5(6): 1024–1029.

术、经尿道前列腺切除术 (Transurethral Resection of Prostate, TURP)、经尿道激光前列腺剜除术 (Transurethral Laser Enucleation of Prostate, TLEP)及腹腔镜下良性前列腺切除术等。虽然 手术方式众多,但均有一定局限性,BPH术后 仍存在许多困扰尚未解决,主要包括术后短暂 尿失禁、术后尿路感染、尿道外口狭窄、术后 创面出血及逆行射精问题。每种手术方式适合 不同前列腺体积的 BPH 患者,如对于中小体积 前列腺(≤80 mL), TURP 是治疗 BPH 首选 手术方式;对于大体积前列腺(>80 mL),欧 洲泌尿外科指南推荐首选开放性单纯前列腺切 除术 (Open Simple Prostatectomy, OSP) [1-2]。 随 着机器人辅助手术开展和普及, 机器人辅助腹 腔镜下 BPH 手术已成为可选择的大体积前列腺 增生手术方式之一, 在机器人辅助腹腔镜下, 模拟 OSP 并改良创新,可在微创条件下完成对 开放手术效果的超越 [3]。本研究介绍本中心采取 的两种手术方式: 机器人辅助耻骨后入路保留 尿道前列腺切除术(Robot-assisted Urethra-sparing Prostatectomy, RAUSP)[4]和机器人辅助单纯前 列腺切除术(Robot-assisted Simple Prostatectomy, RASP)<sup>[5]</sup>,并对适应证与禁忌证、体位布局、手 术步骤进行总结。

## 1 机器人辅助耻骨后入路保留尿道前列腺切除术

- 1.1 **适应证** BPH 梗阻需要外科处理且体积 ≤ 80 mL; 中叶增生≤ 2 cm。
- 1.2 禁忌证 中叶 > 2 cm; 前列腺双侧叶严重 不对称; 前列腺体积特别巨大。
- 1.3 穿刺通道位置布局及手术体位 患者全身麻醉后取平卧位,常规消毒铺巾后,建立腹膜外通道和腹膜外操作腔隙并放置套管,通道位置如图 1<sup>[4]</sup>。镜头孔(红色)位于脐下(经腹膜外),右侧 8 cm 和 14 cm 处放置第 1 机械臂通道套管(蓝色)和辅助通道套管(黑色),左侧 8 cm 和 16 cm 处放置第 2 机械臂(蓝色)和第 3 机械臂套管(蓝色)。通道建立后,改 Trendelenburg体位(头低脚高位,10°~15°),接机械臂和套管,分别置人操作器械。Trocar 布局与经腹膜外前列

腺癌根治术类似。

1.4 手术步骤 建立经腹膜外通道和安装器械 成功后,分离耻骨后间隙,清除膀胱颈部、前列 腺表面脂肪。轻拉导尿管气囊定位膀胱颈口位置 (如图 2A), 离断逼尿肌裙并沿前列腺表面剥离, 直至暴露膀胱颈前侧缘(如图 2B)。切开前列 腺外科包膜,在前列腺外科包膜与增生腺体之 间层面游离(如图 2C),沿此层面钝锐性结合 分离两侧叶至前列腺尖部(如图 2D),期间可 自尿道注入 50 mL 吲哚菁绿, 在近红外光荧光 成像引导下分离,以减少前列腺尿道损伤可能 (如图 2E)。双侧叶切除后为切除中叶创造了 较大操作空间,可用牵引线向上提起中叶,用 钝性方式轻推中叶表面黏膜组织, 完整切除中 叶(如图 2F)。在整个腺叶切除过程中,不主 张特意寻找尿道,增生腺叶切除后尿道会自动 保留, 过多寻找并分离尿道会增加尿道破裂风 险,经直肠超声可观察是否存在腺体残留,如 存在明显腺体残留需进一步切除(如图 2G)。 切除腺体后,采用膀胱注水试验来检查尿道完 整性,如有破损,可用可吸收单乔线修补尿道(如 图 2H)。严格止血后,关闭前列腺包膜和逼尿 肌裙(如图 2I)。如同时合并膀胱结石,可完 成上述操作后膀胱内灌注约 150 mL 生理盐水, 切开膀胱,取出结石,放置耻骨后引流管1根, 取出手术标本,关闭各个通道。

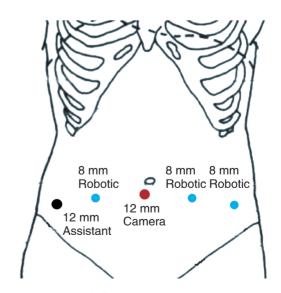


图 1 RAUSP(腹膜外)各通道位置 Figure 1 Trocar layout in RAUSP(extraperitoneal)

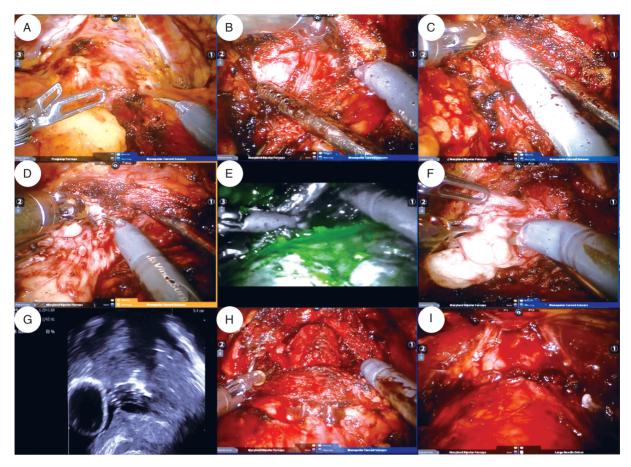


图 2 RAUSP 的手术步骤

Figure 2 Key surgical procedures of RAUSP

注: A. 明确膀胱颈口位置; B. 离断逼尿肌裙,暴露膀胱颈前侧缘; C. 沿前列腺外科包膜与增生腺体之间层面游离; D. 钝锐性结合分离两侧叶至前列腺尖部; E. 利用吲哚菁绿在近红外光荧光成像引导下分离; F. 完整切除中叶; G. 直肠超声观察是否存在腺体残留; H. 采用膀胱注水试验检查尿道完整性; I. 关闭前列腺包膜和逼尿肌裙

#### 2 机器人辅助单纯前列腺切除术

2.1 **适应证** 理论上适合所有需要外科处理的 BPH 患者。

2.2 穿刺通道位置布局及手术体位 患者全身麻醉后平卧位。常规消毒铺巾后,建立腹腔通道和腹腔操作腔隙并放置套管(如图 3)。镜头孔(红色)位于脐上(经腹腔),右侧 8 cm 和 14 cm 处放置第 1 机械臂通道套管(蓝色)和辅助通道套管(黑色),左侧 8 cm 和 16 cm 处放置第 2 机械臂(蓝色)和第 3 机械臂套管(蓝色)。通道建立后,改 Trendelenburg 体位,接机械臂和套管,分别置入操作器械。Trocar 布局与经腹前列腺癌根治术类似。

2.3 **手术步骤**<sup>[5]</sup> 留置导尿管,膀胱内注水充盈膀胱,纵行切开膀胱底部(如图 4A),上下左

右牵引膀胱切口,暴露手术视野(如图 4B),

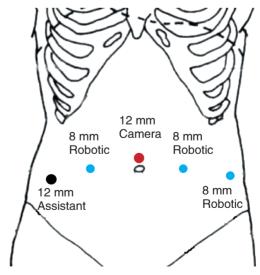


图 3 RASP(经腹腔)各通道位置 Figure 3 Trocar layout of RASP(transabdominal)

若存在膀胱结石或膀胱憩室可先行处理。明确输尿管口位置(如图 4C),绕膀胱颈口一圈切开膀胱黏膜和前列腺外科包膜(如图 4D~E),首先在前列腺后平面沿外科包膜表面向远处分离直至前列腺尖部(如图 4F),然后沿此平面进一步向前列腺双侧缘及前平面发展,直至暴露前列腺尖部尿道并离断(如图 4G~J),在整个前列腺腺叶游离过程中,特别强调在前

列腺外科包膜与增生腺体之间平面游离,游离平面过深或平面丢失易引起出血甚至大出血。前列腺窝明显出血点可用电凝或可吸收线缝扎止血(如图 4K)。用可吸收单乔线或倒刺线缝合以恢复膀胱颈口与尿道连续性,从而使前列腺腺窝达到完全上皮化(如图 4L)。逐层缝合膀胱切口,取出手术标本,关闭各个通道。

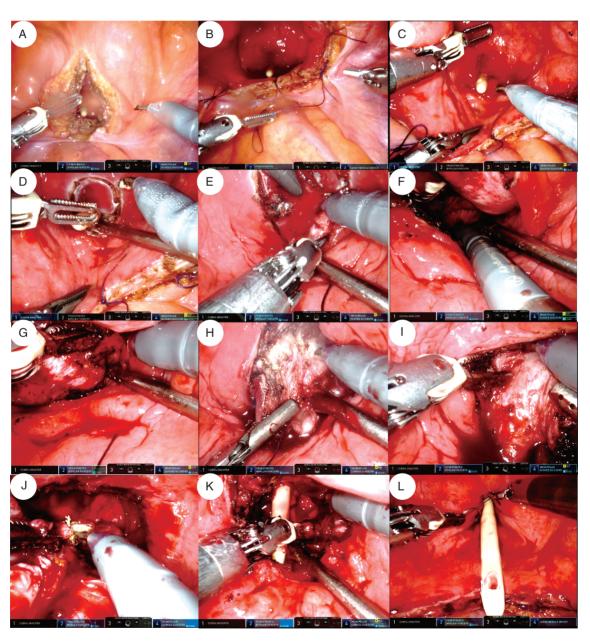


图 4 RASP 手术步骤

Figure 4 Key surgical procedures of RASP

注: A. 纵行切开膀胱底部; B. 牵引膀胱切口以暴露手术视野; C. 明确输尿管口位置; D. 切开膀胱黏膜; E. 切开前列腺外科包膜; F. 在前列腺后平面沿外科包膜表面分离至前列腺尖部; G. 向前列腺右侧缘分离; H. 向前平面分离; I. 向前列腺左侧缘分离; J. 游离暴露前列腺尖部尿道并离断; K. 电凝止血; L. 吻合膀胱颈口和尿道

#### 3 讨论

目前, TURP 仍是治疗 BPH 标准手术方法, 然而对于大体积前列腺(>80 mL)患者,手术 风险及并发症明显增加,因此 TURP 不适用于大 体积前列腺患者,推荐首选激光剜除术和开放 手术[1-2]。随着激光剜除的应用, TLEP已成为 大体积前列腺手术的首选术式之一, 但其学习 曲线较长,较难掌握,且很难完全切除增生前 列腺组织,难以在短期内完全掌握手术技巧[6-7]。 对于大体积前列腺, 开放手术具有安全、彻底 等优点,但由于手术创伤大、术中失血较多、 前列腺位置深且不易暴露、术后恢复慢等缺点, 逐步被腹腔镜手术替代[8]。自 Mariano M B 等人[9] 首次成功完成腹腔镜下经腹腔单纯前列腺切除 术 (Laparoscopic Simple Prostatectomy, LSP)后, 多项临床研究发现,相比于开放单纯前列腺切 除术, LSP 患者泌尿系感染和尿脓毒血症发生率 明显下降,术后功能恢复与开放手术类似[10-11], 这说明 LSP 是一种治疗大体积 BPH 安全有效的 方法。但由于腹腔镜手术器械的固有弊端,完 成LSP具有一定难度,所以没有得到广泛推广 和普及[12]。

随着科技发展和手术器械的进步, 达芬奇机 器人手术系统被发明并成功应用于临床。2008年, Sotelo R 等人[13] 首先报道成功开展 RASP 的经 验,预示着单纯前列腺切除术进入机器人手术 时代, 随后国外 Leslie S<sup>[14]</sup>、Hoy N Y<sup>[15]</sup>, 国内沈 周俊[16]、艾星[17]、管维[18]、郭宏骞[19]等团队先 后报道成功开展 RASP, 并证实 RASP 在手术操 作、术后并发症及疗效方面优于 LSP 和 OSP。 Banapour P 等人<sup>[20]</sup> 进行 Meta 分析, 共纳入 9 项 研究 125 例 RASP 手术,分析结果得出 RASP 术后患者排尿和储尿功能均得到了显著改善。 Autorino R 等人 [21] 报道了 487 例 RASP 的多中 心大样本研究, 术后1年随访结果显示, 患者 IPSS、Qmax 及性功能均获得满意结果。另一篇 Meta分析[22]纳入了8项研究共119例RASP手术, 分析结果显示,相比于 OSP, RASP 对 BPH 患者 Omax 和 IPSS 的改善效果相似, 但可明显减少 术中出血、缩短住院天数等。此外一项纳入了 15 项研究 6659 例患者的 Meta 分析 [23],比较了 RASP 与 OSP、LSP、TLEP 的术后并发症及疗效,研究发现 RASP 术后并发症发生率、住院时间、估计失血量、输血率较 OSP 有明显优势,但手术时间有所增加;与 LSP 相比,RASP 具有住院时间短和术后 SHIM 评分低的优势,而手术时间、估计失血量及并发症无明显差别;相比于TLEP,RASP 患者住院时间较长、尿管时间长、输血率高,但两组在主观上(IPSS、QoL)和客观上(Qmax、PVR)功能结局均无差异,以上结果均显示 RASP 是安全、有效的手术方式。

2018年,本团队成功开展并报道 RAUSP<sup>[4]</sup>,首次在机器人辅助下完成 Madigan 术式。该研究中总结了 27 例患者行 RAUSP 的手术经验,可完整保留患者尿道,甚至保留射精功能,保留尿道成功率高达 96.3%,术后患者 IPSS、PVR、Qmax 和 QoL 都有显著改善,14 例有勃起功能记录的患者中,13 例射精正常,只有 1 例发生逆行射精。然而患者术后国际勃起功能指数 -5 评分无明显改善,这可能与术前未明确选择勃起功能障碍的患者有关。RAUSP 在 Madigan 和 Millin 技术理念基础上进行改良创新,大大提高保留尿道成功率,既解除尿路梗阻,又提高生活质量,真正实现了"两全其美"。但 RAUSP 仍存在局限性,手术患者前列腺体积不宜过大,且难以同时处理膀胱憩室或膀胱结石。

随后在 2020 年,本团队又进一步研究并成功实施了改良 Freyer 术式的 RASP<sup>[5]</sup>。该术式将膀胱颈口与远端尿道吻合,关闭前列腺窝,恢复尿道连续性,完成尿道膀胱颈口重建,最大程度减少术后出血和膀胱激惹的可能性。在此研究中,15 例患者前列腺体积为 77~150 mL,平均体积为(115.5±35.2)mL。按照 Clavien-Dindo分类法评估患者术后并发症,有 4 例患者并发症达到 I~Ⅱ级。经过术后 3 个月随访,发现患者IPSS、Qmax、PVR 和 QoL 较术前均有显著改善,这表明对于大体积 BPH 患者,改良 Freyer 术式的RASP 是一种安全而有效的手术方式。

总结而言,对于 RAUSP 及 RASP 术式,两 者各有优势。RAUSP 适合于前列腺体积中等大

小、要求保留射精功能者,RASP适合于前列腺体积较大、对生育功能无要求者。与传统的 OSP和 LSP 手术相比,机器人辅助前列腺增生手术具有操作精细、出血少、恢复迅速、安全有效等明显优势,并不显著增加手术时间,适用于任何前列腺体积的 BPH 患者,尤其是体积较大的患者。然而,由于达芬奇机器人手术系统及机器人手术耗材费用较高,可能对其在国内的进一步推广产生一定影响。不过,随着国内自主研发机器人技术的不断发展和壮大,众多国产手术机器人已经开始进入临床前期应用阶段。相信在不久的将来,国产手术机器人将在推动机器人辅助前列腺增生手术的进一步普及和应用方面发挥重要作用。

利益冲突声明: 本文不存在任何利益冲突。

作者贡献声明:何安邦、叶孙益、王平负责设计论 文框架;何安邦负责起草论文;叶孙益、王平、汪朔负 责论文修改;王平负责指导撰写文章;夏丹负责拟定写 作思路,指导撰写文章并最后定稿。

#### 参考文献

- Gratzke C, Bachmann A, Descazeaud A, et al. EAU guidelines on the assessment of non-neurogenic male lower urinary tract symptoms including benign prostatic obstruction[J]. Eur Urol, 2015, 67(6): 1099-1109.
- [2] Gravas S, Gacci M, Gratzke C, et al. Summary paper on the 2023 European Association of Urology Guidelines on the management of non-neurogenic male lower urinary tract symptoms[J]. Eur Urol, 2023, 84(2): 207-222.
- [3] 夏丹,汪朔,王共先,等.机器人治疗良性前列腺增生专家共识[J]. 微创泌尿外科杂志,2023,12(1):30-34.
- [4] WANG P, XIA D, YE S Y, et al. Robotic-assisted urethra-sparing simple prostatectomy Via an extraperitoneal approach[J]. Urology, 2018, 119(9): 85-90.
- [5] 王平,夏丹,孔德波,等.经腹膜外耻骨上机器人辅助腹腔镜单纯前列腺切除术15例[J].第二军医大学学报,2020,41(7):757-760.
- [6] Robert G, Cornu J N, Fourmarier M, et al. Multicentre prospective evaluation of the learning curve of holmium laser enucleation of the prostate (HoLEP)[J]. BJU International, 2016, 117(3): 495–499.
- [7] Shah H N, Mahajan A P, Sodha H S, et al. Prospective evaluation of the learning curve for holmium laser enucleation of the prostate[J]. J

- Urol, 2007, 177(4): 1468-1474.
- [8] Serretta V, Morgia G, Fondacaro L, et al. Open prostatectomy for benign prostatic enlargement in southern Europe in the late 1990s: a contemporary series of 1800 interventions[J]. Urology, 2002, 60(4): 623-627.
- [9] Mariano M B, Graziottin T M, Tefilli M V. Laparoscopic prostatectomy with vascular control for benign prostatic hyperplasia[J]. J Urol, 2002. 167(6): 2528–2529.
- [10] Asimakopoulos A D, Mugnier C, Hoepffner J L, et al. The surgical treatment of a large prostatic adenoma: the laparoscopic approach-a systematic review[J]. J Endourol, 2012, 26(8): 960–967.
- [11] Demir A, Gunseren K Ö, Kordan Y, et al. Open vs laparoscopic simple prostatectomy: a comparison of initial outcomes and cost[J]. J Endourol, 2016, 30(8): 884–889.
- [12] Manickam R, Nachimuthu S, Kallappan S, et al. Laparoscopic adenomectomy in BPH-Does it have a role today?[J]. Asian J Urol, 2018. 5(1): 37-41.
- [13] Sotelo R, Clavijo R, Carmona O, et al. Robotic simple prostatectomy[J]. J Urol, 2008, 179(2): 513-515.
- [14] Leslie S, Abreu A L, Chopra S, et al. Transvesical robotic simple prostatectomy: initial clinical experience[J]. Eur Urol, 2014, 66(2): 321–329.
- [15] Hoy N Y, Van Zyl S, St Martin B A. Initial Canadian experience with robotic simple prostatectomy: Case series and literature review[J]. Can Urol Assoc J, 2015, 9(9-10): E626-630.
- [16] 谢欣,何威,沈周俊,等.机器人辅助腹腔镜单纯前列腺切除术的初步探讨[J].中华泌尿外科杂志,2016,37(6):407-410.
- [17] 滕竞飞, 贾卓敏, 关亚伟, 等. 机器人辅助腹腔镜前列腺单纯切除术治疗大体积 (>80mL) 良性前列腺增生的安全性与疗效分析 [J]. 微创泌尿外科杂志, 2018, 7(6): 361-365.
- [18] 栾阳,张军,徐浩,等.机器人辅助腹腔镜手术治疗大体积良性前列腺增生3例并文献复习[J].微创泌尿外科杂志,2021,10(1):16-21.
- [19] 陈鑫楠,方昌华,杜霖,等.保留 Retzius 间隙和尿道的机器人辅助单纯前列腺切除术治疗大体积良性前列腺增生的临床研究 [J].中华男科学杂志,2022,28(11):1006-1010.
- [20] Banapour P, Patel N, Kane C J, et al. Robotic-assisted simple prostatectomy: a systematic review and report of a single institution case series[J]. Prostate Cancer Prostatic Dis, 2014, 17(1): 1–5.
- [21] Autorino R, Zargar H, Mariano M B, et al. Perioperative outcomes of robotic and laparoscopic simple prostatectomy: a European-American multi-institutional analysis[J]. Eur Urol, 2015, 68(1): 86–94.
- [22] Lucca I, Shariat S F, Hofbauer S L, et al. Outcomes of minimally invasive simple prostatectomy for benign prostatic hyperplasia: a systematic review and meta-analysis[J]. World J Urol, 2015, 33(4): 563-570
- [23] Pandolfo S D, Del Giudice F, Chung B I, et al. Robotic assisted simple prostatectomy versus other treatment modalities for large benign prostatic hyperplasia: a systematic review and meta-analysis of over 6500 cases[J]. Prostate Cancer Prostatic Dis, 2022, 26(3): 495-510.

编辑: 张笑嫣

## 欢迎投稿 欢迎订阅 欢迎指导