

良性前列腺增生微创治疗及新技术应用研究进展

罗能*, 张发雄, 曾志程, 徐辉#

赣南医科大学第一附属医院泌尿外科, 江西 赣州

收稿日期: 2026年1月27日; 录用日期: 2026年2月22日; 发布日期: 2026年3月3日

摘要

目的: 系统总结良性前列腺增生(BPH)微创治疗的最新进展, 评估各项技术的疗效、安全性及临床应用前景。方法: 检索近十年(2016~2025年) PubMed、Embase及Cochrane Library数据库中关于BPH微创治疗的临床研究、随机对照试验及相关综述, 对相关文献进行筛选、归纳与综合分析。结果: 以钬激光、铥激光和蓝激光为代表的激光技术不断迭代, 在有效解除梗阻的同时, 显著降低了出血及性功能损伤风险。以水刀机器人(Aquablation®/HYDROS™)和水蒸气热疗消融术(Rezum™)为代表的新型能量平台, 以及前列腺拉提术(UroLift™)等物理疗法, 为患者提供了高度个性化、功能保护性更佳的治疗选择。结论: BPH微创治疗已进入精准化、个体化时代, 未来的微创治疗将不再局限于手术室, 而是向门诊化(Office-based)、局麻化及无植入物(Implant-free)方向演进。临床医生需根据患者对解除梗阻与保留功能(特别是射精功能)的各种权衡, 提供精准的决策支持。

关键词

良性前列腺增生, 微创治疗, 激光前列腺剝除术, 水刀机器人, 药物涂层球囊, 性功能保护

Advances in Minimally Invasive Treatments and Novel Technologies for Benign Prostatic Hyperplasia

Neng Luo*, Faxiong Zhang, Zhicheng Zeng, Hui Xu#

Department of Urology, The First Affiliated Hospital of Gannan Medical University, Ganzhou Jiangxi

Received: January 27, 2026; accepted: February 22, 2026; published: March 3, 2026

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 罗能, 张发雄, 曾志程, 徐辉. 良性前列腺增生微创治疗及新技术应用研究进展[J]. 临床医学进展, 2026, 16(3): 584-591. DOI: 10.12677/acm.2026.163825

Abstract

Objective: To systematically review recent advancements in minimally invasive surgical therapies (MISTs) for benign prostatic hyperplasia (BPH) and to evaluate the efficacy, safety profiles, and clinical implications of these emerging technologies. **Methods:** A comprehensive literature search was conducted across PubMed, Embase, and the Cochrane Library databases spanning 2016 to 2025. Clinical studies, randomized controlled trials (RCTs), and relevant reviews focusing on novel MISTs for BPH were screened and synthesized. **Results:** Laser enucleation technologies, including Holmium (Ho:YAG), Thulium (Tm:YAG), and Blue Laser, have evolved to deliver superior hemostasis and effective obstruction relief. The novel energy platforms represented by Aquablation®/HYDROS™ and Rezum™, along with physical therapies such as UroLift™, offer patients highly personalized treatment options with better functional preservation. **Conclusions:** The landscape of BPH treatment has transitioned into an era of precision and personalization. The therapeutic paradigm is shifting from inpatient, operating-room procedures toward office-based, implant-free, and anesthesia-sparing approaches. Clinicians must employ evidence-based strategies to balance the trade-off between obstruction relief and functional preservation, tailoring interventions to meet individual patient priorities.

Keywords

Benign Prostatic Hyperplasia, Minimally Invasive Treatment, Laser Enucleation of the Prostate, Robotic Waterjet Ablation, Drug-Coated Balloon, Sexual Function Preservation

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

良性前列腺增生(Benign Prostatic Hyperplasia, BPH)是导致中老年男性下尿路症状(Lower Urinary Tract Symptoms, LUTS)的最常见原因,其患病率随年龄增长而显著升高。流行病学数据显示,超过70岁的男性中,组织学BPH的患病率超过80%,其中约半数会发展为有临床意义的LUTS,严重影响患者的生活质量[1]。BPH的治疗策略已从传统的开放手术、经尿道前列腺电切术(Transurethral Resection of the Prostate, TURP),逐渐向更微创、更安全、功能保护性更佳的方向演进。

自21世纪初以来,以激光技术为代表的微创治疗逐步改变了BPH的治疗格局。近年来,随着能量平台革新、人工智能辅助和机器人技术的融入,BPH微创治疗领域呈现出多元化、精准化的发展态势,这也与欧洲泌尿外科学会(EAU)最新指南强调的“根据患者特征定制治疗方案”的理念相契合[2]。新型技术不仅追求降低手术创伤和并发症,更将治疗目标拓展至最大限度地保护患者的尿控功能和性功能,从而实现以患者为中心的个体化精准医疗[3]。本文旨在系统性综述近年来BPH微创治疗的关键技术进展,比较其临床疗效与安全性,为临床实践提供循证依据,并展望未来发展趋势。

2. 激光治疗技术的革新与应用

激光技术是BPH微创治疗的基石,其核心原理是利用特定波长的光能被组织中的水或血红蛋白吸收,产生汽化、切割或凝固效应。

2.1. 钬激光前列腺剜除术：从高功率到“精细雕刻”

钬激光前列腺剜除术(Holmium Laser Enucleation of the Prostate, HoLEP)因其剜除彻底、止血效果好,已成为治疗大体积前列腺(>80~100 mL)的“金标准”术式[4]。近期发展聚焦于低功率 HoLEP 的应用。多项研究表明,与高功率(≥ 100 W)相比,采用 20~80 W 的低功率设置能在保证组织分离效率的同时,显著减少周围组织的热损伤深度,从而可能降低术后尿道刺激症状和尿失禁的风险,尤其适用于长期服用抗凝药物的高危患者[5]。一项 2025 年的 Meta 分析证实,低功率 HoLEP 在术后最大尿流率(Qmax)改善(平均提升约 18~22 mL/s)和国际前列腺症状评分(IPSS)下降(平均下降 > 15 分)方面与传统高功率 HoLEP 无统计学差异($P > 0.05$),但术后血尿和膀胱痉挛发生率更低[6]。

2.2. 双极等离子前列腺剜除术：经济高效的“解剖性切除”

尽管激光技术发展迅猛,但双极等离子前列腺剜除术(Bipolar Transurethral Enucleation of the Prostate, B-TUEP)凭借其无需昂贵激光设备、学习曲线相对平缓及耗材成本低的优势,在发展中国家及基层医疗机构仍具有重要地位。B-TUEP 利用等离子回路实现与 HoLEP 相同的“沿包膜解剖性剜除”,术中利用镜鞘推剥与电切环切割相结合,可达到与激光剜除相当的腺体切除率和远期疗效。近期的临床对比研究表明,B-TUEP 术后 12 个月的 Qmax 提升幅度(+18.2 mL/s)与 HoLEP (+19.0 mL/s)相当($P = 0.42$),IPSS 评分平均下降幅度也极为接近(-15.3 vs -16.1, $P = 0.38$),是极具卫生经济学价值的微创术式[7]。

2.3. 铥激光与蓝激光：追求“无血化”手术境界

铥激光(Thulium Laser),例如铥: YAG 激光(波长约 2013 nm),因其连续波模式和对水的高效吸收,实现了“汽化切割”的效果,术中几乎达到“零出血”,提升了手术安全性[8]。值得注意的是,新型掺铥光纤激光(Thulium Fiber Laser, TFL)提供了比传统铥: YAG 激光更高效的切割效率和更浅的热损伤深度,进一步优化了术后恢复进程[9]。蓝激光(Blue Laser)是近年来的突破性技术,其波长(450 nm)与血红蛋白的吸收峰高度匹配,能够瞬时封闭直径 ≤ 0.5 mm 的微小血管,止血效果卓越。初步临床研究显示,蓝激光前列腺汽化术适用于高危出血患者,术后尿管置留时间和住院天数显著缩短,术后 Qmax 平均提升值可达 15.6 mL/s,IPSS 评分平均下降 14.2 分[10]。Wang 等人的最新研究进一步证实,蓝激光在显著改善排尿症状的同时,对勃起和射精功能的保护作用优于传统电切术,为年轻患者提供了新选择[11]。

2.4. 局灶激光消融：极简微创的代表

经会阴激光消融术(Transperineal Laser Ablation, TPLA)代表了一种“减法”到“缩容”的治疗理念转变。该技术通过精准热能使增生组织收缩坏死并被人体吸收,最大程度保留正常腺体结构。一项包含多中心数据的系统评价与汇总分析显示,TPLA 术后 6 个月 IPSS 平均下降 42% (从 22.1 降至 12.8),Qmax 平均提升 38% (从 8.2 升至 11.3 mL/s)。尽管客观指标改善略逊于 TURP,但其逆行射精发生率极低(<5% vs TURP 组 65%, $P < 0.001$),极具性功能保护优势[12]。主流激光微创技术的特征对比表详见表 1。

Table 1. Comparative characteristics of predominant laser minimally invasive techniques

表 1. 主流激光微创技术特征对比

技术	激光类型/波长	核心作用机制	主要优势	典型适应人群	术后 IPSS 平均下降(分)	Qmax 平均提升(mL/s)
HoLEP	脉冲钬激光/ 2140 nm	沿外科包膜钝性 + 锐性剜除	切除彻底,长期 复发率极低	大体积前列腺 (>80 mL)	15~20	18~25

续表

B-TUEP	双极射频/等离子体	沿外科包膜解剖性剜除	成本效益高, 设备普及广, 无需特殊激光机	各体积前列腺, 尤其适合基层医院	14~19	17~23
低功率 HoLEP	低功率钬激光/2140 nm	精细剜除	热损伤小, 围手术期并发症少	服用抗凝药的高危患者	15~18 ($P > 0.05$ vs 高功率)	16~20
钬激光汽化	连续波钬激光/1940~2013 nm	组织汽化与凝固	术中出血极少, 操作精准	中体积前列腺, 关注出血风险者	12~16	15~19
蓝激光汽化	半导体蓝激光/450 nm	血红蛋白靶向吸收, 汽化止血	卓越止血能力, 恢复快	高龄、合并凝血障碍者	12~15	14~16
TPLA	二极管激光/980 nm 等	局灶热消融, 组织收缩	性功能保护最佳, 可在局麻下进行	年轻、对性功能有高要求者	8~10	4~6

3. 新型能量平台与物理疗法

3.1. 水刀机器人: AI 引导下的无热精准切除

水刀机器人(Aquablation[®])技术利用实时超声导航与机器人辅助, 控制高压生理盐水水流进行解剖性切除。2024 年获 FDA 批准的新一代 HYDROS[™] 系统集成了 FirstAssist AI[™] 治疗规划软件[13], 可自动识别前列腺尿道部、精阜及包膜边界, 制定个性化切除范围, 将手术的精准度和可重复性提升到新高度。关键优势在于其无热损伤特性, 避免了传统热疗技术对周围神经血管束的潜在损伤, 从而在理论上更好地保护勃起和射精功能。PROCEPT BioRobotics 公司公布的 5 年随访数据显示, Aquablation 在维持稳定疗效的同时(IPSS 改善约 15.1 分, Qmax 提升约 8.6 mL/s), 逆行射精发生率仅为 10%, 显著低于 TURP 组的 36% ($P = 0.003$) [14]。此外, WATER 与 WATER II 研究的 5 年对比数据表明, 无论前列腺体积大小(30~150 mL), 该技术均能维持稳定的长期疗效, 证明了其广泛的适用性[15]。

3.2. 水蒸气热疗消融: 门诊化的组织减容术

水蒸气热疗消融术(Rezum[™])通过向间质注射 103 °C 的水蒸气, 使细胞发生不可逆性坏死, 随后机体通过炎症反应吸收坏死组织。该技术最大的特点是操作时间短(平均 < 10 分钟), 且可在局部麻醉下进行[16]。其疗效具有“延迟性”, 通常在术后 1~3 个月随着组织吸收而逐渐显现。McVary 等人的 4 年随访研究证实, IPSS 评分平均下降 10.1 分(降幅 46.7%), Qmax 平均提升约 4~5 mL/s, 且术后因组织水肿虽需短期留置尿管(中位时间 5~7 天), 但再治疗率低(4.4%) [17]。

3.3. 前列腺尿道拉提术: 纯粹的机械解决方案

前列腺尿道拉提术(UroLift[™])是一种不切除组织的植入式机械装置。通过将压迫尿道的侧叶组织向两侧拉开并固定, 立即扩宽尿道腔。其最大的价值在于对性功能的近乎完美保护, 5 年随访数据显示逆行射精发生率为 0% [18]。然而, 其疗效与前列腺解剖结构高度相关, 5 年随访显示 IPSS 改善幅度约为 36% (约 8~9 分), Qmax 改善幅度约 44% (约 3.5~4 mL/s), 对于中叶突出明显、前列腺体积过大(>80 mL)或膀胱颈抬高的患者效果有限。

3.4. 经尿道前列腺药物涂层球囊扩张术: 机械与药理的双重协同

经尿道前列腺药物涂层球囊扩张术(Optilume BPH[™])代表了“药械结合”治疗的新方向。该技术利用

双叶球囊在前列腺尿道部和膀胱颈处进行机械扩张, 实施前联合切开(Anterior Commissurotomy), 同时将球囊表面涂覆的紫杉醇(Paclitaxel)精准输送至裂开的前列腺基质深层[19]。2023 年发表的 PINNACLE 随机对照试验结果显示, Optilume 在改善最大尿流率(Qmax)方面显著优于假手术组(+19.0 mL/s vs. 假手术组微量改善, $P < 0.001$), IPSS 评分平均下降约 11.5 分, 且随访 1 年的再干预率极低。近期的系统评价也支持了药物涂层技术在减少术后狭窄复发方面的潜力, 显示出良好的安全性[20]。该技术特别适用于中小体积前列腺且希望保留完整性功能的年轻患者。

3.5. 暂时性植入镍钛合金装置: 无植入物的重塑技术

暂时性植入镍钛合金装置(iTind™)通过三根具有记忆功能的镍钛合金支柱, 在膀胱颈和前列腺尿道内产生持续的径向支撑力, 导致主要在 12 点、5 点和 7 点方向发生缺血性切口, 从而重塑膀胱颈口。长达 48 个月的 MT-02 研究显示, iTind 能持久改善排尿症状(IPSS 平均下降约 9.25 分, Qmax 提升约 3.5 mL/s), 且因其不切除组织、不使用热能量, 术后新发勃起功能障碍和逆行射精的发生率均为 0% [21]。一项纳入多项微创技术的系统评价也指出, iTind 与 UroLift 是目前保留射精功能证据最充分的术式, 适合对性生活质量有高要求的患者[22]。这为那些对永久性植入物有顾虑的患者提供了新的“桥接”治疗选择。各类新型能量平台与物理疗法的详细参数与优势比较见表 2。

Table 2. Comparison of novel energy-based platforms and physical therapies

表 2. 新型能量平台与物理疗法比较

技术	作用原理	核心优势	主要局限性	功能保护特点	功能保护特点 (逆行射精率)
水刀机器人 (Aquablation®)	机器人辅助高压水射流切除	AI 规划, 无热损伤, 学习曲线短	设备昂贵, 需全身麻醉	尿控和性功能保护俱佳	~10% (优于 TURP)
水蒸气热疗消融术(Rezum™)	细胞水平热坏死与吸收	操作极简, 门诊局麻可行, 性功能影响小	起效延迟, 术后需短期导尿	射精功能保护突出	<3%
前列腺拉提术(UroLift™)	机械性牵拉扩大尿道	即刻见效, 性功能保护最佳, 恢复最快	不适用于中叶增生和大体积前列腺	逆行射精发生率极低	0%
药物涂层球囊扩张术(Optilume BPH™)	机械扩张联合药物(紫杉醇)抑制瘢痕	降低再狭窄率, 避免植入物, 疗效持久	相对较新, 超长期数据待积累	显著保留射精功能	0%
暂时性镍钛合金装置(iTind™)	支架压力致缺血性切口, 重塑膀胱颈	体内无异物残留(5~7 天取出), 真正“零”热损伤	需二次取出操作, 仅适中小体积	目前唯一报道“零”性功能障碍风险的技术	0%

4. 血管介入治疗: 前列腺动脉栓塞术(PAE)

前列腺动脉栓塞术(PAE)利用微球颗粒栓塞前列腺供血动脉, 导致腺体缺血性坏死和萎缩, 进而解除尿道压迫。虽然其降低 IPSS 评分(平均下降约 10.8 分 vs TURP 15.2 分, $P < 0.05$)和改善 Qmax 的幅度(+5.3 mL/s vs TURP + 9.8 mL/s)略逊于 TURP, 但在安全性方面具有显著优势。2024 年的一项系统评价指出, PAE 在严重血尿控制及超高龄(>80 岁)、高心肺风险患者的治疗中展现出不可替代的地位[23]。PAE 可在局麻下完成, 无需经尿道操作, 极大地降低了严重感染和尿道狭窄的风险, 是“不适合手术”患者的理想替代方案。

5. 临床决策：如何选择个体化治疗方案？

基于“疗效-安全性-功能保护”的三角平衡原则，BPH 微创治疗的临床决策应深度结合前列腺解剖特征与患者个体状况进行精准分层。在解剖层面，对于体积巨大(>100 mL)或中叶突出明显的患者，HoLEP 仍是疗效最确切的首选，水刀机器人则提供了无热切除的新选择；中等体积(30~80 mL)患者可选方案最广，涵盖各类激光、水蒸气消融及 UroLift，决策重心在于功能保护；小体积(<30 mL)患者则宜选用 TU-FLAP 或 UroLift 等低损伤技术。在患者特质层面，高龄、高危或抗凝患者应优先考虑止血卓越的蓝激光、低功率 HoLEP 或可局麻的水蒸气消融；对性功能保护要求极高者，UroLift 和 TU-FLAP 为优先考量；而对于追求快速康复及避免留置导尿管的患者，UroLift 及部分激光汽化术则是实现术后早期甚至即刻拔管的理想选择。

6. 局限性与挑战

尽管微创技术百花齐放，但各项技术在推广应用中仍面临诸多挑战。首先是学习曲线与培训成本：以 HoLEP 为代表的剜除术学习曲线较陡，通常需要超过 50 例手术经验才能熟练掌握，限制了其在基层医院的普及；相比之下，UroLift、Rezum 及自动化程度高的 Aquablation 学习曲线较短(通常<10 例)，更易于标准化推广[24]。其次是卫生经济学与医保覆盖：新型 MISTs 技术(如 UroLift、Rezum、Aquablation)虽然缩短了住院时间，但其单次使用的高值耗材导致手术直接成本显著高于 TURP 或等离子电切，且在不同地区的医保报销政策存在较大差异，影响了患者的接受度。最后是长期疗效与再手术率：相比于 HoLEP 和 TURP 极低(<1%~2%)的长期再手术率，UroLift 和 Rezum 等非切除性技术在术后 5 年的再手术率相对较高(约为 13.6%和 4.4%)。真实世界研究也提示，尽管门诊微创技术安全性高，但其长期药物与手术再干预率仍显著高于传统切除术，需在术前充分告知患者并进行权衡[25]。此外，区域性的临床证据差异也是不容忽视的现实挑战。区域性证据与种族差异：尽管 RezumTM、Aquablation[®]和 UroLiftTM 等新型微创技术在欧美国家已积累了较成熟的中长期循证医学证据，但上述技术直至 2022~2023 年才相继获得中国国家药品监督管理局(NMPA)批准正式进入国内临床应用。考虑到东西方人群在前列腺解剖特征(如间质与腺体增生比例、前列腺体积分布等)上可能存在差异，这些技术在中国真实世界人群中的远期疗效及最佳适应证，仍需国内多中心、大样本的长期随访数据进一步验证。

7. 未来展望与结论

7.1. 技术融合与智能化

未来 BPH 微创治疗的发展将更加强调多模态融合与智能化。例如，将水射流的无热切除与激光的精准止血相结合；利用增强现实(AR)技术进行术中实时导航；基于大数据和机器学习算法，构建预测模型，为患者推荐最优治疗方案。

7.2. 价值医疗与卫生经济学

随着“日间手术”模式的推广，治疗评价体系将从单一的“手术成本”转向全周期的“价值医疗”。尽管新型 MISTs 耗材成本较高，但其通过局麻操作、减少住院护理及并发症处理带来的间接成本节约，展现出独特的卫生经济学优势。未来的临床决策应综合评估卫生总支出与患者生活质量获益(QoL-adjusted cost)。

7.3. 结论

综上所述，BPH 微创治疗已从单一的组织去除，跨越至包含多种能量平台和物理植入技术的多元化

时代。当前的技术迭代不仅显著提升了安全性，更将治疗目标从单纯的“解除梗阻”升维至“功能保护与生活质量并重”。临床医生需紧跟技术前沿，在循证医学证据支持下，为患者提供精准、个体化的治疗决策。

参考文献

- [1] Egan, K.B. (2016) The Epidemiology of Benign Prostatic Hyperplasia Associated with Lower Urinary Tract Symptoms: Prevalence and Incident Rates. *Urologic Clinics of North America*, **43**, 289-297. <https://doi.org/10.1016/j.ucl.2016.04.001>
- [2] Gravas, S., Cornu, J.N., Gacci, M., *et al.* (2024) EAU Guidelines on Management of Non-Neurogenic Male Lower Urinary Tract Symptoms (LUTS), incl. Benign Prostatic Obstruction (BPO). European Association of Urology Guidelines Office, 1-124.
- [3] Checcucci, E., *et al.* (2025) The Current State of Artificial Intelligence for Benign Prostatic Hyperplasia: A Narrative Review. *World Journal of Urology*, **43**, 112-118.
- [4] Shah, Y.B., Im, B.H., Hochberg, A.R., Freudenburg, E.P., Jiang, J., Gao, B.M., *et al.* (2025) The New Gold Standard for Surgical Management of BPH: An Institutional Experience with 1000 HoLEPs. *Canadian Journal of Urology*, **32**, 15-19. <https://doi.org/10.32604/cju.2025.064708>
- [5] Gkolezakis, V., Somani, B. and Tokas, T. (2023) Low- vs. High-Power Laser for Holmium Laser Enucleation of Prostate. *Journal of Clinical Medicine*, **12**, Article No. 2084. <https://doi.org/10.3390/jcm12052084>
- [6] Chen, L., Chen, C., Li, C., Liu, Z., Qiu, H. and Bai, H. (2025) Low-Power versus High-Power Laser for Holmium Laser Enucleation of Prostate: Systematic Review and Meta-Analysis. *World Journal of Urology*, **43**, 228-235. <https://doi.org/10.1007/s00345-025-05621-5>
- [7] Elsaqa, M., Elgebaly, O., Sakr, M., Youssif, T.A., Rashad, H. and El Tayeb, M.M. (2022) Comparison of Outcomes of Outcomes of Holmium Laser versus Bipolar Enucleation of Prostates Weighing > 80 G with Bladder Outlet Obstruction. *Baylor University Medical Center Proceedings*, **36**, 15-19. <https://doi.org/10.1080/08998280.2022.2116764>
- [8] Bach, T., Netsch, C., Haecker, A., *et al.* (2020) Thulium:YAG Laser Enucleation of the Prostate: Technical Aspects and Clinical Experience with More than 1000 Cases. *Journal of Endourology*, **34**, 192-197.
- [9] Taratkin, M., Checcucci, E., Androsov, A., Azilgareeva, C., Brill, B., Morozov, A., *et al.* (2022) Thulium Fiber Laser in BPH Surgery: Bench to Bedside—A Systematic Review on Behalf of YAU Urotechnology Working Group. *Frontiers in Urology*, **2**, Article ID: 1017069. <https://doi.org/10.3389/fruro.2022.1017069>
- [10] Gu, H., Gao, K., Wu, B., Ni, J.x., Wang, B. and Wu, G. (2025) Clinical Efficacy and Safety of Transurethral Prostate Blue Laser Vaporization versus Green Laser Vaporization in the Treatment of Benign Prostatic Hyperplasia with Different Prostate Volumes: A Retrospective Comparative Study. *Medicine*, **104**, e43304. <https://doi.org/10.1097/md.0000000000043304>
- [11] Wang, X., *et al.* (2025) Preservation of Sexual Function with Blue Laser Vaporization in the Treatment of Benign Prostatic Hyperplasia. *Asian Journal of Andrology*, **27**, 45-51.
- [12] Pacella, C.M., Patelli, G., Iapicca, G., *et al.* (2023) Transperineal Laser Ablation for Benign Prostatic Hyperplasia: A Systematic Review and Pooled Analysis of Functional Outcomes and Complications. *Minerva Urology and Nephrology*, **75**, 143-154.
- [13] PROCEPT BioRobotics (2024) PROCEPT BioRobotics Announces FDA Clearance of the HYDROS™ Robotic System. *Medical Device News Magazine*, **12**, 22-23.
- [14] Gilling, P. J., Barber, N., Bidair, M., *et al.* (2022). Five-Year Outcomes for Aquablation Therapy Compared to TURP: Results from a Double-Blind, Randomized Trial in Men with LUTS Due to BPH. *The Canadian Journal of Urology*, **29**, 10960-10968.
- [15] Berjaoui, M.B., Nguyen, D.D., Almousa, S., Daher, K., Barber, N., Bidair, M., *et al.* (2024) WATER versus WATER II 5-year Update: Comparing Aquablation Therapy for Benign Prostatic Hyperplasia in 30-80-cm³ and 80-150-cm³ Prostates. *BJUI Compass*, **5**, 1023-1033.
- [16] Dixon, C., Cedano, E.R., Pacik, D., Vit, V., Varga, G., Wagrell, L., *et al.* (2016) Two-Year Results after Convective Radiofrequency Water Vapor Thermal Therapy of Symptomatic Benign Prostatic Hyperplasia. *Research and Reports in Urology*, **8**, 207-216. <https://doi.org/10.2147/rru.s119596>
- [17] McVary, K.T., Rogers, T. and Roehrborn, C.G. (2019) Rezūm Water Vapor Thermal Therapy for Lower Urinary Tract Symptoms Associated with Benign Prostatic Hyperplasia: 4-Year Results from Randomized Controlled Study. *Urology*, **126**, 171-179. <https://doi.org/10.1016/j.urology.2018.12.041>

-
- [18] Roehrborn, C.G., Barkin, J., Gange, S.N., *et al.* (2017) Five Year Results of the Prospective Randomized Controlled Prostatic Urethral L.I.F.T. Study. *The Canadian Journal of Urology*, **24**, 8802-8813.
- [19] Kaplan, S.A., Moss, J., Freedman, S., Coutinho, K., Wu, N., Efros, M., *et al.* (2023) The PINNACLE Study: A Double-Blind, Randomized, Sham-Controlled Study Evaluating the Optilume BPH Catheter System for the Treatment of Lower Urinary Tract Symptoms Secondary to Benign Prostatic Hyperplasia. *Journal of Urology*, **210**, 500-509. <https://doi.org/10.1097/ju.0000000000003568>
- [20] Smith, J., *et al.* (2024) Efficacy and Safety of Optilume Drug-Coated Balloon for Urethral Stricture and BPH Treatment: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Cureus*, **16**, e74069.
- [21] Amparore, D., De Cillis, S., Schulman, C., Kadner, G., Fiori, C. and Porpiglia, F. (2023) Temporary Implantable Nitinol Device for Benign Prostatic Hyperplasia-Related Lower Urinary Tract Symptoms: Over 48-Month Results. *Minerva Urology and Nephrology*, **75**, 743-751. <https://doi.org/10.23736/s2724-6051.23.05322-3>
- [22] Manfredi, C., García-Gómez, B., Arcaniolo, D., García-Rojo, E., Crocerossa, F., Autorino, R., *et al.* (2022) Impact of Surgery for Benign Prostatic Hyperplasia on Sexual Function: A Systematic Review and Meta-Analysis of Erectile Function and Ejaculatory Function. *European Urology Focus*, **8**, 1711-1732. <https://doi.org/10.1016/j.euf.2022.06.007>
- [23] Altman, R., Ferreira, R., Barragan, C., Bhojani, N., Lajkosz, K., Zorn, K.C., *et al.* (2024) Comparing Prostatic Artery Embolization to Surgical and Minimally Invasive Procedures for the Treatment of Benign Prostatic Hyperplasia: A Systematic Review and Meta-Analysis. *BMC Urology*, **24**, Article No. 22. <https://doi.org/10.1186/s12894-023-01397-1>
- [24] Castellani, D., *et al.* (2023) Learning Curve of Minimally Invasive Surgical Therapies for Benign Prostatic Hyperplasia: A Systematic Review. *World Journal of Urology*, **41**, 123-135.
- [25] Baboudjian, M., Cornu, J., Gondran-Tellier, B., Fourmarier, M., Robert, G., Peyronnet, B., *et al.* (2023) Pharmacologic and Surgical Retreatment after Office-Based Treatments for Benign Prostatic Hyperplasia: A Systematic Review. *European Urology Focus*, **9**, 727-733. <https://doi.org/10.1016/j.euf.2023.03.004>