

良性前列腺增生微创技术的研究进展

王宇¹, 于大鹏^{2*}

¹济宁医学院临床医学院, 山东 济宁

²济宁市第一人民医院泌尿外科, 山东 济宁

收稿日期: 2024年3月27日; 录用日期: 2024年4月21日; 发布日期: 2024年4月28日

摘要

良性前列腺增生作为泌尿系疾病中常见的老年疾病, 主要表现为进行性排尿困难。其经典的手术方式为经尿道前列腺电切术, 该手术方式仍存在术后出血、影响射精功能等术后并发症, 经过多年的发展, 对该术式的改进, 出现前列腺剜除术, 并把激光应用于手术。与此同时, 前列腺的微创治疗也蓬勃发展, 前列腺动脉栓塞术、前列腺水蒸气消融、临时植入式镍钛装置等微创治疗逐渐应用于临床治疗。本文就良性前列腺增生的各种手术治疗和微创治疗的研究进展作一综述。

关键词

良性前列腺增生, 手术治疗, 前列腺剜除术, 微创手术治疗

Research Progress of Minimally Invasive Techniques for Benign Prostatic Hyperplasia

Yu Wang¹, Dapeng Yu^{2*}

¹School of Clinical Medicine, Jining Medical University, Jining Shandong

²Department of Urology, Jining First People's Hospital, Jining Shandong

Received: Mar. 27th, 2024; accepted: Apr. 21st, 2024; published: Apr. 28th, 2024

Abstract

Benign prostatic hyperplasia, as a common elderly disease among urological diseases, mainly manifests as progressive urination difficulty. The classic surgical method is transurethral resection of the prostate. This surgical method still has postoperative complications such as postoperative bleeding and impact on ejaculation function. After years of development, this surgical method has been improved, and prostatic enucleation has emerged, and use lasers in surgery. At the same

*通讯作者。

文章引用: 王宇, 于大鹏. 良性前列腺增生微创技术的研究进展[J]. 临床医学进展, 2024, 14(4): 2220-2227.

DOI: 10.12677/acm.2024.1441285

time, minimally invasive treatments for the prostate are also booming, and minimally invasive treatments such as prostatic artery embolization, prostate water vapor ablation, and temporary implantable nickel-titanium devices are gradually being used in clinical treatment. This article reviews the research progress of various surgical treatments and minimally invasive treatments for benign prostatic hyperplasia.

Keywords

Benign Prostatic Hyperplasia, Surgical Treatment, Prostatectomy, Minimally Invasive Surgical Treatment

Copyright © 2024 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)是中老年男性常见的疾病,其引起的下尿路梗阻症状是影响老年男性生活质量的原因之一。由于人口增长和人口老龄化,前列腺增生的全球发病率由1990年的548万增加到2019年的1126万[1],前列腺增生的治疗已经成为一个公共卫生问题。临床对于前列腺增生的治疗,大多数早期患者可以通过 α -受体阻滞剂与5 α 还原酶抑制剂等药物,达到缓解症状与延缓发展的目的。其中 α -受体阻滞剂使尿流率改善幅度是15%~30%,5 α 还原酶抑制剂使前列腺体积减少18%[2][3]。然而仍有25%的患者因效果不佳或药物副作用如气喘、头晕、体位性低血压和性功能障碍等原因而停药[4]。

当患者出现中重度下尿路梗阻症状、药物治疗无效,以及出现急性尿潴留、膀胱结石、反复尿路感染等并发症时,为避免进一步对肾功能造成损伤,对这类患者建议行手术治疗。目前前列腺手术治疗的金标准仍然是前列腺电切术(Transurethral Resection of the Prostate, TURP),需要了解的是TURP的术后并发症,如射精功能障碍、勃起功能障碍、尿道狭窄和尿失禁等。近年来,外科手术对性功能的影响,尤其是逆行射精问题成为男性术前最关注的问题之一,前列腺的微创手术治疗(Minimally Invasive Surgical Therapies, MISTs)在此背景下迅速发展,其手术过程中无需切除增生的前列腺组织,目的是在快速而有效的缓解下尿路梗阻症状的同时最大限度保留性功能,减少出血等并发症,恢复日常活动[5]。具体的微创手术方式包括:前列腺动脉栓塞术、前列腺水蒸气消融、临时植入式镍钛装置和前列腺悬扩术。本篇综述介绍了前列腺增生的各种手术治疗,并重点介绍了前列腺剜除术与近来发展迅速的微创手术治疗,论述了微创手术治疗未来发展的潜力与挑战。

2. 经尿道前列腺电切术

1921年马克西米利安发明了一台用于治疗前列腺增生的仪器,命名为电切镜,前列腺电切术从此出现。其手术过程主要是在全身麻醉或蛛网膜下腔麻醉下,通过电切镜依次切除和取出增生的前列腺组织,并留置几日的尿管[6]。该技术在微创的条件下能有效地改善下尿路梗阻,逐渐成为治疗前列腺增生的金标准[7]。

随着时代的进展,前列腺电切的技术和仪器也在进步。最早出现的电切镜是单极系统(Monopolar TURP, M-TURP),由于其手术中只能使用非电解溶液冲洗,膀胱冲洗液通过手术切口进入血液,稀释血

液导致经尿道电切综合征(Transurethral Resection Syndrome, TUR-S), 表现为低钠血症、急性肺水肿及脑水肿, 严重者甚至死亡[8]。之后出现了双极系统, 能量被限制在主动极与被动极之间, 操作者能够运用生理盐水作为术中冲洗液, 并且其所用的电压低, 能有效的减少电切综合征发生的机率和术后输血率[9]。一项研究中把氨甲环酸与前列腺电切术一起联合使用, 研究组患者行静脉注射血栓素 A 并且行前列腺电切, 对照组患者只行前列腺电切术, 结果研究组输血的患者比例为 2.8%, 对照组的比例是 14.2%, 表明静脉注射血栓素 A 与前列腺电切联合治疗能有效的减少术中出血量与输血需求[10]。绿激光与双击等离子前列腺电切的联合技术也能有效安全应用于体积大于 100 ml 的前列腺患者[11]。一个世纪过去了, 尽管出现了许多新的手术方式, 但前列腺电切术任然是良性前列腺增生手术的金标准。

3. 经尿道前列腺双极等离子剝除术

经尿道双极等离子前列腺剝除术(Transurethral Bipolar Plasmakinetic Enucleation of the Prostate, TUPEP)是利用电切镜的镜鞘沿外科包膜剥离增生腺体, 再用组织粉碎器或分块切除获取组织。该项技术既能达到开放技术的彻底性, 也能利用电切镜的微创性, 还能利用双击等离子系统优秀的止血效果, 对于 BPH 的治疗有跨时代的意义。

一项 TURP 与 TUPEP 的对比研究中, TUPEP 组的手术时间(56.29 min vs 69.95 min)、术中冲洗量(12.38 L vs 15.26 L)、术后血红蛋白下降率(7.13 g/l vs 9.66 g/l)、留置尿管时间(2.28 d vs 2.46 d)、住院天数(4.33 d vs 5.19 d)均少于 TURP 组, 术后 3 个月、1 年、2 年、3 年的 IPSS、生活质量评分(Quality of Life, Qol)与 TURP 组的差异无统计学意义[12]。Clavien-Dindo 分类是对手术并发症的 5 级分类, 运用于许多外科手术研究中[13]。在上述研究中, Clavien-Dindo 分级的 II、III 级并发症 TUPEP 组明显少于 TURP 组[12]。综上所述, TUPEP 在临床疗效、安全性上不输于 TURP, 甚至是更优的选择。

日间手术最早是在 1909 年由儿外科医生 Nichol 所提出, 指患者在 1 个工作日内完成住院、手术、术后短暂观察、恢复和出院。随着 TUPEP 技术的完善, 为解决“看病贵、看病难”等问题, TUPEP 的日间手术模式开始被探讨, 国内报道的一项研究表明, 在手术医生技术熟练并且有完善的围术期管理方案的条件下, 选择合适的病人也能行 TUPEP 的日间手术[14]。但该研究参与的病例少, 缺少更多的数据支持。

4. 经尿道前列腺激光剝除术

4.1. 钬激光

钬激光是钬钇铝石榴石激光器释放的波长在 2140 nm 的激光, 能切割和汽化组织, 使局部 3-的组织凝固和坏死, 是最早应用于前列腺剝除术的激光, 该技术全称叫钬激光前列腺剝除术(Holmium Laser Enucleation of the Prostate, HoLEP)。与 TURP 相比, HoLEP 术后患者住院时间、留置尿管时间更短, 血红蛋白降低幅度小, 术后最大尿流率与症状评分均优于 TURP 组[15]。一项纳入 119 项研究数据的回顾性研究中, HoLEP 术后 1、2、3 和 5 年的再手术率分别为 2.4%、3.3%、5.4%、和 6.6%, TURP 术后 1、2、3、5 年的再手术率分别是 3.5%、3.6%、5.7%、6.6% [16]。

HoLEP 在疗效与安全性上优于 TURP, 更具有其他优势。首先, HoLEP 被誉为不被前列腺大小影响的手术方式[17]。一项研究把研究对象以前列腺大小分为 ≤ 40 g (第一组)、40~200 g (第二组)、 >200 g (第三组)三组, 结果表明第三组患者手术期输血率($P = 0.019$)更高, 第一组患者急性尿潴留发生率($P = 0.048$)更高, 住院时间、尿管留置时间和其他并发症发生率各组均无差异[18]。其次, HoLEP 能作为其他微创治疗失败的补救措施。临床上有案例把 HoLEP 作为前列腺悬扩术治疗失败后的一种有效的补救方法 [19]。

4.2. 铥激光

铥激光是钇铝石榴激光器释放的波长在 1.940~2.013 μm 的激光, 也被称为 2 μm 激光, 该技术称为前列腺铥激光钝性剜除术(Thulium Laser Enucleation of the Prostate, ThuLEP)。ThuLEP 与 HoLEP 类似, 都能应用于大体积前列腺手术。有研究把 ThuLEP 与 HoLEP 和 TUPEP 相比, 结果表明术后 6~12 个月最大尿流率、IPSS、Qol、排尿后残余尿量(Postvoid Residual Urine Volume, PVR)三组没有统计学差异, 三组末次随访的 PSA 下降的中位数无差异, 术后 1 年前列腺体积大于 120 ml 的患者经钬激光与铥激光治疗后 IPSS 改善更佳[20]。也有研究把 ThuLEP 与机器人辅助下的巨大前列腺切除术相对比, 研究表明两种手术方式在手术时间、术后 PSA、切除前列腺的体积、术后 IPSS、术后最大尿流率都无统计学差异, ThuLEP 组患者留置尿管时间、住院时间更短, 术后血红蛋白下降更少, 输血率更低[21]。

5. 前列腺动脉栓塞术

前列腺动脉栓塞(Prostate Artery Embolization, PAE)是在局部麻醉下行股动脉穿刺, 通过超选择性导管识别前列腺动脉, 注射聚乙烯醇微球使前列腺组织缺血坏死[22], 该手术后腺体明显收缩和软化[23]。有研究比较了 PAE 与 M-TURP 和 B-TURP 的疗效与安全性, 栓塞术在 IPSS 评分、尿流率、术后残余尿和前列腺体积缩小上无明显差别, PAE 组有 20% 的患者出现栓塞后综合征, 10% 患者拔除尿管后出现急性尿潴留, 表明栓塞术在安全性上与电切术仍有些差距[24]。PAE 术后可能会再次出现下尿路梗阻的情况, 研究估计 PAE 术后 5 年再干预率为 20%, 5 年后再干预率为 30%~60% [25]。研究表明复发的原因可能是血管再通, 考虑对初次症状复发的患者行液体栓塞剂联合聚乙烯醇微球的 PAE [26]。

临床上对单独使用 PAE 治疗 BPH 具有争议, 部分临床医师建议与其他传统手术治疗相结合, PAE 以辅助的方式增强传统手术的疗效[27]。一项针对巨大前列腺增生(>100 ml)的研究中, 把患者分成两组, 分别行单纯 TURP 与 TURP + PAE, 结果显示 TURP + PAE 组在手术时间、术中出血量、术后膀胱冲洗时间、术后尿管留置时间均优于单纯 TURP 组, 术后 24 个月 IPSS、Qol、Qmax、前列腺残余体积、逼尿肌压等指标同样是 TURP + PAE 组更优, 唯有在手术费用上该组花费更多[28]。在经济负担方面, 也有研究表明 PAE 的成本比 TURP 更低(2934 美元 vs 6038 美元) [29]。

综上所述, 对于拒绝手术或有手术禁忌症的前列腺增生患者, PAE 是一个安全可行的选择[30]。对难治性 PBH 而言 PAE 是一个很好的选择, 即便是考虑不良事件和复发等极端情况, PAE 也能以更低的成本得到与 TURP 相似的治疗效果。

6. 前列腺水蒸气消融

美国马萨诸塞州马尔伯勒波士顿科学公司发明了一种技术, 该技术通过把射频能量转化为无菌水蒸气中的热能, 同时运用水蒸气的对流性质, 迅速通过组织间隙均匀扩散, 将储存的热量释放导致增生的前列腺组织坏死, 对前列腺组织进行针对性的消融, 该项技术被称为前列腺水蒸气消融(Water Vapor Thermal Therapy, WVTT)。

安全性方面, 由于水蒸气向四周扩散并释放能量的距离有限, 前列腺组织坏死的范围仅限于距离中央腺体 1~2 cm 区域, 该技术的安全性得以保证[31]。在一项评估该技术安全性与有效性的研究中, 以 62 名门诊患者为观察对象进行长达 1 年的随访调查, 术后 6 个月 IPSS 下降 13 分(68.1%, $P < 0.001$), 术后 1 年 IPSS 评分下降 12 分(61.5%, $P < 0.001$), 1 年后生活质量(The Quality of Life, Qol)评分下降 3.2% ($P < 0.001$), Qmax 提高 6 ml/s [32]。来自意大利的研究数据也表明, 该技术能有效改善患者性功能和尿路功能, 并且没有早期和晚期严重的不良事件[33]。

该技术最大的特点是对射精和勃起功能的影响小, 一项研究中, 术后新发勃起功能障碍病例为 0,

术后逆行射精率为 10.8% [32]。在手术时间方面, 一项日本的研究显示, 无论前列腺体积和注射次数如何, WVTT 的手术持续时间都无明显变化, 表明该技术能在各种类型的设施中进行[34]。随着人口老龄化, 良性前列腺增生在全球发病率逐渐上升[35], WVTT 创伤小、手术时间短, 给部分传统手术禁忌的患者提供了一个选择。

7. 临时植入式镍钛装置

临时植入式镍钛装置(Temporary Implantable Nitinol Device, TIND)是一种能覆盖前列腺部尿道全长, 导致膀胱颈和前列腺尿道重塑的装置。患者取截石位, 在局部麻醉下通过膀胱镜鞘把装置引入到膀胱中, 然后在前列腺部尿道 5、7、12 点方向展开镍钛支杆, 压迫引起局部组织缺血坏死, 形成新的宽敞的尿流渠道[36] [37]。患者可在当天出院, 于 5~7 天后取出该装置。

该装置现已至第二代, 在运用第一代设备的研究中, 患者术后 1 年 IPSS 下降 45%, Qmax 上升 67%, 早期并发症有 4 例, 前列腺脓肿 1 例(3.1%), 尿路感染 1 例(3.1%), 装置移位引起的一过性尿失禁 1 例(3.1%), 尿潴留 1 例(3.1%) [38]。术后 3 年 IPSS 下降 19%, Qmax 提高 41%, 其中有 3 例在初次手术后 24 个月内需要再次干预[39]。第二代设备为了减少膀胱黏膜的损伤, 把尖端改为郁金香花的外观, 其在一项前瞻性、单臂、多中心的研究中, 2 例死亡(与该手术无关), 5 例失访, 41 例患者术后 48 个月 IPSS 下降 45.3% ($P < 0.001$), Qol 下降 45.1% ($P < 0.001$), 在超过 36~79 个月的术后随访中, 无晚期术后并发症, 仅 2 例患者需再次手术治疗(1 例行经尿道前列腺电切术, 1 例行经尿道激光前列腺摘除术) [40]。

该技术的优点有许多, 包括无需全身麻醉、能在门诊进行、手术时间短并且术后无需留置尿管, 缺点是其数据大部分来自于制造商赞助的多中心研究, 缺乏更多长期疗效的数据支持, 并且缺少与前列腺电切术等已有手术比较的试验和行业独立研究, 对于该技术广泛应用于临床仍需进一步观察。

8. 微创前列腺悬扩术

前列腺悬扩术(Prostatic Urethral Lift, PUL)是在膀胱镜下放置缝合型植入物, 挤压并固定侧叶, 使尿道前列腺部保持扩张[41]。主要适用于前列腺体积在 20~70 cm³, 且伴有明显的侧叶梗阻的患者, 相对禁忌症是前列腺体积大于 100 cm³ 和中叶突出的患者[42]。

一项新手术方式的出现, 需要与该疾病的金标准相对比。与 TURP 相比, 两组术后 IPSS、Qmax、Qol 均有改善, TURP 治疗组结果明显更好($P < 0.05$), 根据 Clavien-Dindo 分级, 两组治疗相关不良事件无明显差异, 术后 2 年 PUL 组 100% 患者保留射精功能, TURP 组中 34% 患者完全没有射精功能[42]。一项研究表明, 前列腺悬扩术在 4 年后再手术率是前列腺电切术的两倍[43]。另一个研究表明, 在伴有急性尿潴留的前列腺增生患者中, 73% 的患者在行 PUL 术后 12 个月内不再依赖于留置尿管, 且未再次手术干预[44]。也有研究对 WVTT 与 PUL 的数据进行对比分析, 结果表明 WVTT 组与 PUL 组相比, IPSS 评分降低情况在 24 个月(-11.2 ± 7.3 比 -9.13 ± 7.62)与 36 个月(-11.0 ± 7.1 比 -8.83 ± 7.41) WVTT 组更优于 PUL 组, 而对男性射精功能的影响, PUL 在所有时期均优于 WVTT 组($P < 0.01$) [45]。

综上所述, PUL 在不影响性功能的情况下, 能够快速、有效的缓解下尿路梗阻症状。在 IPSS 与最大尿流率等方面, TURP 比 PUL 更胜一筹。对于希望缓解前列腺增生引起的下尿路梗阻症状且拒绝或无法行电切的患者, 或者希望尽量保留射精功能的患者, PUL 是一个合适的选择。

9. 总结

随着新型微创手术治疗方式的出现, 术前手术方案的确定至关重要。本篇综述详细介绍了传统手术方式与新型微创手术的优势与劣势, 强调了各种微创手术治疗的发展与特点。总结来说, 在长期的疗效上前列腺电切与前列腺剜除术更佳, 但各种微创手术避免了全身麻醉, 副作用更少。其中 PEA 能作

为传统手术方式的辅助治疗, 能达到更佳的疗效。WVTT 与 PUL 对性功能的影响更小, 是期望保留性功能患者的选择之一。部分微创手术治疗的证据是从少量试验中总结出的, 长期疗效的数据少, 因此仍需要填补这一空白, 完善数据支持。

参考文献

- [1] Xu, X.F., Liu, G.X., Guo, Y.S., *et al.* (2021) Global, Regional, and National Incidence and Year Lived with Disability for Benign Prostatic Hyperplasia from 1990 to 2019. *American Journal of Men's Health*, **15**. <https://doi.org/10.1177/15579883211036786>
- [2] Carson, C.R. and Rittmaster, R. (2003) The Role of Dihydrotestosterone in Benign Prostatic Hyperplasia. *Urology*, **61**, 2-7. [https://doi.org/10.1016/S0090-4295\(03\)00045-1](https://doi.org/10.1016/S0090-4295(03)00045-1)
- [3] Chapple, C.R. (2005) A Comparison of Varying α -Blockers and Other Pharmacotherapy Options for Lower Urinary Tract Symptoms. *Reviews in Urology*, **7**, S22-S30.
- [4] Dahm, P., Brasure, M., Macdonald, R., *et al.* (2017) Comparative Effectiveness of Newer Medications for Lower Urinary Tract Symptoms Attributed to Benign Prostatic Hyperplasia: A Systematic Review and Meta-Analysis. *European Urology*, **71**, 570-581. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2016.09.032>
- [5] Malde, S., Umbach, R., Wheeler, J.R., *et al.* (2021) A Systematic Review of Patients' Values, Preferences, and Expectations for the Diagnosis and Treatment of Male Lower Urinary Tract Symptoms. *European Urology*, **79**, 796-809. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2020.12.019>
- [6] Leslie, S.W., Chargui, S. and Stormont, G. (2023) Transurethral Resection of the Prostate.
- [7] Wang, B., Zhang, S., Sun, C., *et al.* (2020) Comparison between a Transurethral Prostate Split and Transurethral Prostate Resection for Benign Prostatic Hyperplasia Treatment in a Small Prostate Volume: A Prospective Controlled Study. *Annals of Translational Medicine*, **8**, Article 1016. <https://doi.org/10.21037/atm-20-5462>
- [8] Rassweiler, J., Teber, D., Kuntz, R., *et al.* (2006) Complications of Transurethral Resection of the Prostate (TURP)—Incidence, Management, and Prevention. *European Urology*, **50**, 969-980. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2005.12.042>
- [9] Alexander, C.E., Scullion, M., Omar, M.I., *et al.* (2020) Reprint—Bipolar vs. Monopolar Transurethral Resection of the Prostate for Lower Urinary Tract Symptoms Secondary to Benign Prostatic Obstruction: A Cochrane Review. *Canadian Urological Association Journal*, **14**, 423-430. <https://doi.org/10.5489/cuaj.6464>
- [10] Gupta, A., Priyadarshi, S., Vyas, N. and Sharma, G. (2021) Efficacy of Tranexamic Acid in Decreasing Primary Hemorrhage in Transurethral Resection of the Prostate: A Novel Combination of Intravenous and Topical Approach. *Urology Annals*, **13**, 238-242. <https://doi.org/10.5489/cuaj.6464>
- [11] Tsai, M.Y., Chen, C.H., Chiang, P.H. and Chiang, P.C. (2023) Combination of 180-W GreenLight XPS Laser and Bipolar Transurethral Resection of Prostate for the Treatment of Large Prostates beyond 100 ml: A Novel Hybrid Technique. *International Urology and Nephrology*, **55**, 2741-2746. <https://doi.org/10.1007/s11255-023-03723-w>
- [12] Yang, C.Y., Chen, G.M., Wu, Y.X., *et al.* (2023) Clinical Efficacy and Complications of Transurethral Resection of the Prostate versus Plasmakinetic Enucleation of the Prostate. *European Journal of Medical Research*, **28**, Article No. 83. <https://doi.org/10.1186/s40001-023-00989-9>
- [13] Bolliger, M., Kroehnert, J.A., Molineus, F., *et al.* (2018) Experiences with the Standardized Classification of Surgical Complications (Clavien-Dindo) in General Surgery Patients. *European Surgery*, **50**, 256-261. <https://doi.org/10.1007/s10353-018-0551-z>
- [14] Zou, Z., Zhang, L., Cai, K., *et al.* (2023) Feasibility and Safety of Bipolar-Plasmakinetic Transurethral Enucleation and Resection of the Prostate in Day Surgery Mode. *Journal of Zhejiang University*, **52**, 148-155. <https://doi.org/10.3724/zdxbyxb-2022-0643>
- [15] Kuntz, R.M., Ahyai, S., Lehrich, K., *et al.* (2004) Transurethral Holmium Laser Enucleation of the Prostate versus Transurethral Electrocautery Resection of the Prostate: A Randomized Prospective Trial in 200 Patients. *Journal of Urology*, **172**, 1012-1016. <https://doi.org/10.1097/01.ju.0000136218.11998.9e>
- [16] He, W., Ding, T., Niu, Z., *et al.* (2023) Reoperation after Surgical Treatment for Benign Prostatic Hyperplasia: A Systematic Review. *Frontiers in Endocrinology*, **14**, Article 1287212. <https://doi.org/10.3389/fendo.2023.1287212>
- [17] Tamalunas, A., Westhofen, T., Schott, M., *et al.* (2022) Holmium Laser Enucleation of the Prostate: A Truly Size-Independent Method? *LUTS: Lower Urinary Tract Symptoms*, **14**, 17-26. <https://doi.org/10.1111/luts.12404>
- [18] Porto, J.G., Blachman-Braun, R., Delgado, C., *et al.* (2023) Is Holmium Laser Enucleation of the Prostate Truly Size-Independent? A Critical Evaluation at the Extreme Ends of the Spectrum. *Urology*, **182**, 204-210. <https://doi.org/10.1016/j.urology.2023.09.002>

- [19] Nishino, T., Endo, F., Nakama, D., *et al.* (2024) Holmium Laser Enucleation of the Prostate as a Secondary Surgery Following Prostatic Urethral Lift. *IJU Case Reports*, **7**, 34-37. <https://doi.org/10.1002/iju5.12661>
- [20] Shoma, A.M., Ghobrial, F.K., El-Tabey, N., *et al.* (2023) A Randomized Trial of Holmium Laser vs Thulium Laser vs Bipolar Enucleation of Large Prostate Glands. *BJU International*, **132**, 686-695. <https://doi.org/10.1111/bju.16174>
- [21] Wen, Z., Deng, X.Z., Wang, L., *et al.* (2023) Efficacy and Safety of Transurethral Thulium Laser Enucleation versus Robot-Assisted Prostatectomy for Large-Volume Benign Prostatic Hyperplasia: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Robotic Surgery*, **17**, 2633-2646. <https://doi.org/10.1007/s11701-023-01715-7>
- [22] Gao, Y.A., Huang, Y., Zhang, R., *et al.* (2014) Benign Prostatic Hyperplasia: Prostatic Arterial Embolization versus Transurethral Resection of the Prostate—A Prospective, Randomized, and Controlled Clinical Trial. *Radiology*, **270**, 920-928. <https://doi.org/10.1148/radiol.13122803>
- [23] De Assis, A.M., Moreira, A.M., Carnevale, F.C., *et al.* (2021) Role of Ultrasound Elastography in Patient Selection for Prostatic Artery Embolization. *Journal of Vascular and Interventional Radiology*, **32**, 1410-1416. <https://doi.org/10.1016/j.jvir.2021.07.018>
- [24] Radwan, A., Farouk, A., Higazy, A., *et al.* (2020) Prostatic Artery Embolization versus Transurethral Resection of the Prostate in Management of Benign Prostatic Hyperplasia. *Prostate International*, **8**, 130-133. <https://doi.org/10.1016/j.pri.2020.04.001>
- [25] Bilhim, T., Costa, N.V., Torres, D., *et al.* (2022) Long-Term Outcome of Prostatic Artery Embolization for Patients with Benign Prostatic Hyperplasia: Single-Centre Retrospective Study in 1072 Patients over a 10-Year Period. *Cardiovascular and Interventional Radiology*, **45**, 1324-1336. <https://doi.org/10.1007/s00270-022-03199-8>
- [26] Guerra, X., Sapoval, M., Querub, C., *et al.* (2023) Repeat Prostatic Artery Embolization with the Addition of a Liquid Embolic Agent: Short-Term Results. *Academic Radiology*. <https://doi.org/10.1016/j.acra.2023.10.005>
- [27] Ayyagari, R., Powell, T., Staib, L., *et al.* (2020) Prostatic Artery Embolization Using 100-300- μ m Trisacryl Gelatin Microspheres to Treat Lower Urinary Tract Symptoms Attributable to Benign Prostatic Hyperplasia: A Single-Center Outcomes Analysis with Medium-Term Follow-Up. *Journal of Vascular and Interventional Radiology*, **31**, 99-107. <https://doi.org/10.1016/j.jvir.2019.08.005>
- [28] Zhiyu, Z., Zhen, S., Qi, Z., *et al.* (2023) Two-Year Outcomes after Transurethral Prostate Resection Post-Prostatic Artery Embolization versus Transurethral Prostate Resection Alone for Giant Benign Prostatic Hyperplasia. *Urology Journal*, **20**, 361-368.
- [29] Wu, X., Zhou, A., Heller, M. and Kohlbrenner, R. (2022) Prostatic Artery Embolization versus Transurethral Resection of the Prostate for Benign Prostatic Hyperplasia: A Cost-Effectiveness Analysis. *Journal of Vascular and Interventional Radiology*, **33**, 1605-1615. <https://doi.org/10.1016/j.jvir.2022.08.006>
- [30] Xu, X.J., Li, J., Huang, X.Z. and Liu, Q. (2020) An Updated Meta-Analysis of Prostatic Arterial Embolization versus Transurethral Resection of the Prostate in the Treatment of Benign Prostatic Hyperplasia. *World Journal of Urology*, **38**, 2455-2468. <https://doi.org/10.1007/s00345-019-03044-7>
- [31] Arezki, A., Sadri, I., Couture, F., *et al.* (2021) Reasons to Go for Rezum Steam Therapy: An Effective and Durable Outpatient Minimally Invasive Procedure. *World Journal of Urology*, **39**, 2307-2313. <https://doi.org/10.1007/s00345-020-03457-9>
- [32] Alegorides, C., Fourmarier, M., Eghazarian, C., *et al.* (2020) Treatment of Benign Prostate Hyperplasia Using the Rezum[®] Water Vapor Therapy System: Results at One Year. *Progrès en Urologie*, **30**, 624-631. <https://doi.org/10.1016/j.purol.2020.05.004>
- [33] Campobasso, D., Siena, G., Chiodini, P., *et al.* (2023) Composite Urinary and Sexual Outcomes after Rezum: An Analysis of Predictive Factors from an Italian Multi-Centric Study. *Prostate Cancer and Prostatic Diseases*, **26**, 410-414. <https://doi.org/10.1038/s41391-022-00587-6>
- [34] Bausch, K., Zahiti, L., Schrut, M., *et al.* (2023) Water Vapor Thermal Therapy of Lower Urinary Tract Symptoms Due to Benign Prostatic Obstruction: Efficacy and Safety Analysis of a Real-World Cohort of 211 Patients. *World Journal of Urology*, **41**, 1605-1612. <https://doi.org/10.1007/s00345-023-04395-y>
- [35] (2022) The Global, Regional, and National Burden of Benign Prostatic Hyperplasia in 204 Countries and Territories from 2000 to 2019: A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *The Lancet Healthy Longevity*, **3**, E754-E776.
- [36] Balakrishnan, D., Jones, P. and Somani, B.K. (2020) ITIND: The Second-Generation Temporary Implantable Nitinol Device for Minimally Invasive Treatment of Benign Prostatic Hyperplasia. *Therapeutic Advances in Urology*, **12**. <https://doi.org/10.1177/1756287220934355>
- [37] Elterman, D., Gao, B., Zorn, K.C., *et al.* (2021) How I Do It: Temporarily Implanted Nitinol Device (ITind). *The Canadian Journal of Urology*, **28**, 10788-10793.
- [38] Porpiglia, F., Fiori, C., Bertolo, R., *et al.* (2015) Temporary Implantable Nitinol Device (TIND): A Novel, Minimally

-
- Invasive Treatment for Relief of Lower Urinary Tract Symptoms (LUTS) Related to Benign Prostatic Hyperplasia (BPH): Feasibility, Safety and Functional Results at 1 Year of Follow-Up. *BJU International*, **116**, 278-287. <https://doi.org/10.1111/bju.12982>
- [39] Porpiglia, F., Fiori, C., Bertolo, R., *et al.* (2018) 3-Year Follow-Up of Temporary Implantable Nitinol Device Implantation for the Treatment of Benign Prostatic Obstruction. *BJU International*, **122**, 106-112. <https://doi.org/10.1111/bju.14141>
- [40] Amparore, D., De Cillis, S., Schulman, C., *et al.* (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>
- [41] Chin, P.T., Bolton, D.M., Jack, G., *et al.* (2012) Prostatic Urethral Lift: Two-Year Results after Treatment for Lower Urinary Tract Symptoms Secondary to Benign Prostatic Hyperplasia. *Urology*, **79**, 5-11. <https://doi.org/10.1016/j.urology.2011.10.021>
- [42] Magistro, G., Stief, C.G. and Gratzke, C. (2017) Prostatic Urethral Lift versus Transurethral Resection of the Prostate (TURP). *Current Urology Reports*, **18**, Article No. 82. <https://doi.org/10.1007/s11934-017-0725-4>
- [43] Feiertag, J.H., Kane, J.A. and Clark, J.Y. (2024) Incidence of Surgical Reintervention for Benign Prostatic Hyperplasia Following Prostatic Urethral Lift, Transurethral Resection of the Prostate, and Photoselective Vaporization of the Prostate: A TriNetX Analysis. *European Urology Open Science*, **59**, 63-70. <https://doi.org/10.1016/j.euros.2023.11.009>
- [44] Rochester, M., Doherty, R., Page, T., *et al.* (2024) Prostatic Urethral Lift for Subjects in Urinary Retention (PULSAR): 12-Month Results of A Prospective Controlled Trial Compared with Real-World Outcomes. *BJUI Compass*, **5**, 60-69. <https://doi.org/10.1002/bco2.280>
- [45] Elterman, D., Shepherd, S., Saadat, S.H., *et al.* (2021) Prostatic Urethral Lift (UroLift) versus Convective Water Vapor Ablation (Rezum) for Minimally Invasive Treatment of BPH: A Comparison of Improvements and Durability in 3-Year Clinical Outcomes. *The Canadian Journal of Urology*, **28**, 10824-10833.