

## 精准医疗视角下中国良性前列腺增生手术治疗的挑战与技术转型

沈 坤, 张大伟, 陈 纯, 虞蕾楠\*

浙江桐轩医疗科技有限公司 浙江台州

**【摘要】**良性前列腺增生 (Benign Prostatic Hyperplasia, BPH) 是中国老龄男性中常见的泌尿系统疾病, 显著影响生活质量。尽管传统治疗方式如药物治疗和经尿道前列腺切除术 (TURP) 在一定程度上缓解了症状, 但存在疗效有限、并发症多、恢复周期长等问题, 尤其在高龄或合并基础疾病患者中更为突出。近年来, 微创治疗手段逐渐兴起, 但大多数仍以组织切除为核心, 难以满足器官功能保留和术后快速恢复的双重需求。本文系统分析了 BPH 微创治疗在中国临床实践中的困境与限制, 进一步聚焦于新兴技术——超微创前列腺扩张术 (Prostatic Urethral Dilation, PUD) 及其核心器械“长寿棒”前列腺扩张导管的发展路径、技术原理和临床优势。在精准医疗理念指导下, PUD 技术的多学科协作路径及个体化治疗调整策略, 也为 BPH 治疗提供了新的临床范式。未来, 随着材料技术、影像导航及临床大数据的发展, PUD 有望成为 BPH 微创精准治疗的主流选择。

**【关键词】**良性前列腺增生; 超微创前列腺扩张术; 长寿棒; 微创治疗; 精准医疗

**【收稿日期】**2024 年 12 月 12 日 **【出刊日期】**2025 年 1 月 28 日 **【DOI】**10.12208/j.imrf.20250009

### Challenges and technological transformation of surgical treatment for benign prostatic hyperplasia in China from the perspective of precision medicine

*Kun Shen, Dawei Zhang, Chun Chen, Leinan Yu\**

*Zhejiang Tongxuan Medical Technology Co., Ltd., Taizhou, Zhejiang*

**【Abstract】** Benign prostatic hyperplasia (BPH) is common among aging men in China, often leading to lower urinary tract symptoms (LUTS). Traditional treatments such as TURP are effective but associated with complications and limited suitability for elderly or high-risk patients. Precision medicine calls for safer, individualized, and function-preserving approaches. This study reviews the clinical application of prostatic urethral dilation (PUD) using the Longevity bar—a non-resective, dual-balloon device made of TPU material with excellent biocompatibility and mechanical strength. It aligns with precision medicine goals and is especially suitable for patients seeking organ preservation and rapid recovery. In the future, with advances in material science, imaging navigation, and clinical data, PUD is expected to become a mainstream option for minimally invasive and precision treatment of BPH.

**【Keywords】** Benign prostatic hyperplasia; Prostatic urethral dilation; Longevity bar; Minimally invasive therapy; Precision medicine

#### 1 引言

作为男性特有的年龄相关性疾病, BPH 的流行病学特征正呈现“双轨演变”: 一方面, 我国 60 岁以上男性临床发病率突破 50%, 80 岁人群患病率超 60%<sup>[1]</sup>; 另一方面, 临床数据显示 40-60 岁患者占比

逐年攀升, 中青年患者对功能保留的需求尤为迫切<sup>[2]</sup>。

#### 2 BPH 治疗困境

BPH 的传统治疗手段主要包括药物治疗和手术治疗。药物治疗虽然能够在一定程度上缓解尿路症状, 但疗效有限且长期使用会伴随副作用, 如性功

\*通讯作者: 虞蕾楠

能障碍、低血压、头晕等<sup>[3]</sup>。尽管经尿道前列腺切除术 (TURP) 等传统手术方法被视为治疗 BPH 的“金标准”, 但其伴随术中出血、各种术后并发症以及患者手术时间和住院时间长等缺点<sup>[4]</sup>。近年来, 微创手术技术 (Minimally Invasive Surgical Techniques, MIST) 以创伤小、恢复快等优势逐渐受到重视, 如经尿道激光前列腺切除术 (TULP) 和双极等离子体前列腺动能汽化术 (BPKVP)<sup>[5]</sup>。

### 2.1 常规手术与微创手术的局限性

在当前的临床实践中, 经尿道前列腺切除术 (TURP) 作为治疗 BPH 的金标准手术, 虽有明确的短期疗效, 但也存在诸多不可忽视的缺陷。术中出血是常见并发症之一, 尤其对伴有高血压、糖尿病或抗凝治疗史的老年患者而言, 手术风险明显增高。同时, TURP 常伴有电切综合征、电灼热伤、尿道狭窄及尿失禁等术后并发症, 严重时甚至影响患者生活质量与功能恢复。此外, 手术时间和住院周期较长, 增加了医疗资源的负担。

尽管微创手术技术 (MIST) 在减少术中出血、缩短术后恢复时间方面有所改进, 但其根本治疗机制仍以组织切除为核心, 存在不可逆的功能损伤风险。尤其是在处理接近尿道括约肌区域时, 操作稍有不慎, 即可引发术后排尿控制障碍。

## 3 发展历史

早期的经尿道柱状球囊扩张术 (TUDP) 术后时有尿失禁发生, 不能有效预防, 故未能得到长期推广<sup>[6]</sup>。近年来, 随着导管设计、生物材料及精准引导技术的进步, PUD 技术现已成为临床研究的热点。基于早期的 TUDP, 中国浙江桐轩医疗科技有限公司自主研发出前列腺扩裂导管 (长寿棒) 和基于 TUDP 术改良的超微创前列腺扩开术 (Prostatic Urethral Dilation, PUD) 凭借非切除、机械扩张的特性, 在临床上得到越来越多的关注。

PUD 技术更强调精准性和稳定性, 提供了一个更加安全、快速、功能保留性强的治疗选择, 尤其适合不能耐受或者有性功能保留需求的患者。桐轩医疗通过对这项技术进行了深入研究, 通过对球囊导管的多方面改进, 自主研发出全球独创的 TPU 材质前列腺扩裂导管 (长寿棒), 并使扩张过程标准化, 临床优势明显, 远期治疗效果良好。

## 4 技术原理

良性前列腺增生症导致的排尿障碍涉及许多复杂因素, 其中最重要的就是机械原因, 往往是由于逼尿肌收缩力和膀胱出口阻力之间失去平衡造成患者的排尿和最大尿道闭合压力不平衡<sup>[7]</sup>。如果能有效尿道闭合压力, 尿路梗阻问题就会迎刃而解<sup>[8]</sup>。PUD 术后使尿道压力处于最低阻抗状态, 独家创新前后球囊设计实现亚毫米级定位, 前囊精准定位靶向扩张, 后囊扩张同步压迫止血, 尿路梗阻可得到长期有效的改善。全球首创 TPU 材质 (Thermoplastic Urethane, 热塑性聚氨酯橡胶), 具备卓越的生物相容性及机械性能<sup>[9]</sup>。TPU 兼具良好的弹性、耐疲劳性和柔韧性, 能够在有限空间内实现稳定的扩张性能, 不易破裂, 确保手术过程中的安全性。其拉伸强度和断裂伸长率远高于传统医用硅胶或 PVC 材料, 这意味着在扩张过程中能够承受更大的内压, 同时维持良好的柔顺性与形变可逆性<sup>[10]</sup>。

此外, TPU 材料具有优异的生物相容性。细胞存活率大于 70%, 炎症反应轻微, 表面蛋白吸附率低, 抗菌有效率高, 有助于降低细菌黏附和生物膜形成风险<sup>[11]</sup>。其表面具有适中的亲水性, 能够在保证柔润导入的同时, 减少导管与组织之间的摩擦系数, 从而降低机械刺激带来的微损伤<sup>[12]</sup>。其良好的成型加工性能, 可实现复杂结构的一体化精密成型, 并在临床使用中表现出极低的破裂率和气体渗透率, 为球囊系统的精准扩张和压力控制提供可靠保障<sup>[13]</sup>。

## 5 BPH 治疗突破

长寿棒作为新一代 PUD 导管, 主要技术突破包括前后球囊结构设计、全球首创 TPU 材料及微创特性。与传统药物、手术治疗及 TUDP 的对比分析与传统药物治疗相比, PUD 及长寿棒技术在快速缓解尿路梗阻症状方面具有明显优势, 且无需长期药物维持, 避免了药物治疗的副作用<sup>[14]</sup>。与传统手术方法 (如 TURP 及激光汽化术) 相比, PUD 创伤显著降低, 无组织切除, 出血风险极低; 术后恢复迅速, 多数患者术后 24 小时内可恢复日常活动。并且长寿棒通过优化的前后囊设计 (见图 1)、新型 TPU 材料以及微创特性, 术中实现扩张压力的均匀分布, 避免了乳胶材质球囊压力不均的问题。前囊精准定位靶向扩张; 后囊扩张同步压迫止血, 解决了 TUDP 术后并发尿失禁等的难题<sup>[6]</sup>。大幅提升了手术稳定性和术后长期疗效, 使该技术在安全性和有效性方面实现了重要的进步。

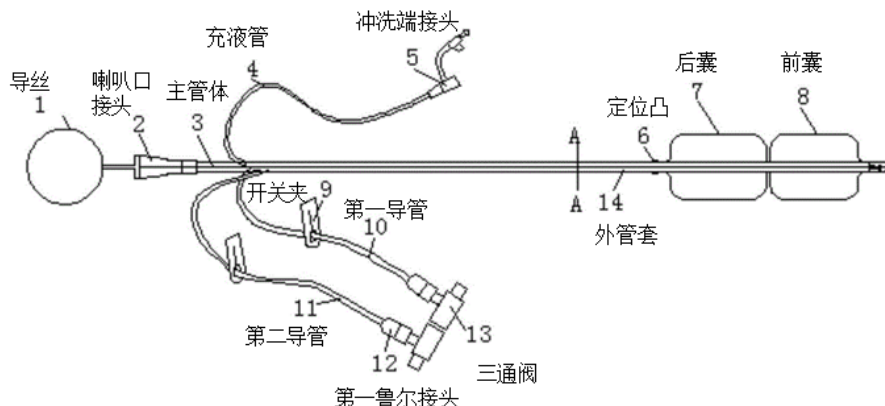


图1 前列腺扩裂导管（长寿棒）新型整体结构示意图

## 6 临床应用

前列腺扩裂导管（长寿棒）是经过大量临床实践改进的导管。其操作流程标准化（平均时间约15分钟/例），学习曲线平缓（培训周期≤3例），术后24小时内患者多数可下床自由活动。PUD及长寿棒技术在尿流动力学、症状缓解、安全性、功能保护及患者满意度方面均优于传统手术治疗，为临床提供了一种真正符合精准医疗理念的BPH微创解决方案。精准医疗的推广不仅要求在治疗前进行多学科协作，确保患者能从泌尿外科、影像学、老年病学等多个领域专家的综合评估中获益，同时也应加强术后监测，定期检测生物标志物和尿流动力学参数，全面评估个体化疗效，进一步优化随访管理策略。

## 7 未来发展方向

未来的研究方向包括个性化精准治疗方案、新型生物材料开发应用以及更广泛的大规模多中心临床试验。这些研究有助于进一步验证PUD及长寿棒的长期疗效及适应症范围，推动临床应用的不断深入。随着精准医疗的发展，多学科会诊将成为治疗BPH的重要组成部分，推动不同领域的专家共同探索PUD技术在精准医疗中的应用潜力，进一步开发出新的治疗策略。未来的研究方向包括个性化精准治疗方案、新型生物材料开发应用以及更广泛的大规模多中心临床试验。这些研究有助于进一步验证PUD及长寿棒的长期疗效及适应症范围，推动临床应用的不断深入。随着精准医疗的发展，多学科会

诊将成为治疗BPH的重要组成部分，推动不同领域的专家共同探索PUD技术在精准医疗中的应用潜力，进一步开发出新的治疗策略。

## 8 结论

综上所述，超微创前列腺扩开术（PUD）及前列腺扩裂导管（长寿棒）是近年来治疗BPH的重要进展之一，其以创伤小、并发症少、恢复迅速的特点，适合广大BPH患者尤其是不愿意或不耐受手术、希望保留器官和功能患者。相比于传统治疗手段及早期的TUDP，长寿棒以其最新技术优势，为临床提供了一种更安全、更有效的新选择。未来随着材料学、影像技术和精准医学<sup>[15]</sup>的不断进步，PUD技术的临床应用前景将更加广阔，有望成为BPH微创治疗领域的新标准。此外，随着进一步临床研究的深入，PUD和长寿棒技术还可能在更广泛的适应症、术后长期管理及患者整体生活质量的改善方面取得更多突破。

## 致谢

我们诚挚感谢浙江桐轩医疗科技有限公司和江苏长寿棒科技有限公司全体人员提供的技术支持。

## 参考文献

- [1] 谢金波,彭波.良性前列腺增生的流行病学特征及危险因素研究进展[J].同济大学学报(医学版),2021,42(04):568-573.
- [2] 宋爽,蒋运兰,李滔,康静,杜秋风,易晓冬.中国成年男性良性前列腺增生发生率的Meta分析[J].预防医学情报杂

- 志,2024,40(11):1463-1472
- [3] 黄翼然. 前列腺增生药物治疗临床遵循原则[C].中国男科学杂志. 2006:18-19;
- [4] 李兰,沈园园.围术期综合护理路径在预防经尿道前列腺等离子电切术后并发症中的效果研究[J].中国科技期刊数据库,2024(5):0168-0171
- [5] Porto J G , Titus R , Camargo F ,et al. Minimally invasive techniques in quest of Holy Grail of surgical management of enlarged prostates: a narrative review[J].World Journal of Urology, 2024, 42(1),35.
- [6] Bu W, Zeng S, Ren L, Wang D, Ma Z (2017) Recent Advance of Transurethral Columnar Balloon Dilation of the Prostate. J Biochem Mol Biol Vol. 3:No. 2:10. doi: 10.21767/2471-8084.100038
- [7] 邱功阔,宋波,金锡御,张煦伟,方强,王耀芳.膀胱出口梗阻对逼尿肌兴奋性、收缩性及顺应性影响的实验研究[J].中华泌尿外科杂志,2000,21(7):421-423
- [8] 杨星亮,赵江,冯观贵,于伟,李龙坤.静态尿道压力图对良性前列腺增生所致膀胱出口梗阻的诊断价值[J].第三军医大学学报,2014,36(8):821-824
- [9] 赵江,宋阳,陈弦.硅橡胶/TPU 动态硫化热塑性弹性体的配方和加工工艺的研究[J].塑料工业,2014,42(10):60-64
- [10] 宋文生,张琳,郑英丽,等.热塑性聚酯型聚氨酯弹性体性能研究[C]//中国聚氨酯工业协会年会.2010.
- [11] Lo, I. L., Kao, C. Y., Huang, T. H., Ho, C. T., & Kao, C. T. (2024). The cytotoxicity assessment of different clear aligner materials. *Journal of dental sciences*, 19(4), 2065–2073. <https://doi.org/10.1016/j.jds.2024.05.025>
- [12] Restivo, E., Peluso, E., Bloise, N., Bello, G. L., Bruni, G., Giannaccari, M., Raiteri, R., Fassina, L., & Visai, L. (2024). Surface Properties of a Biocompatible Thermoplastic Polyurethane and Its Anti-Adhesive Effect against *E. coli* and *S. aureus*. *Journal of functional biomaterials*, 15(1), 24. <https://doi.org/10.3390/jfb15010024>
- [13] 刘伟锋.拉伸形变主导作用的 TPU 增韧复合材料制备及其结构性能研究[J].华南理工大学, 2013.
- [14] 柯本生.前列腺肥大药物:是否有引发癌症的副作用?[J].心血管病防治知识,2014(11):31-32
- [15] 王东文,原小斌.走进数字泌尿新时代:数字医学技术在精准泌尿外科的应用[J].中华腔镜外科杂志(电子版),2019,12(2):70-74

**版权声明:** ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

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



**OPEN ACCESS**