

· 临床研究 ·

游离移植物加盖式尿道成形在尿道下裂再手术中的应用:口腔黏膜与反脱套组合提供更优的修复策略

杨 博,王学军,毛 宇,陈绍基,李博雅,周 谦,唐耘熳

(电子科技大学附属四川省人民医院小儿外科,四川成都 610072)

Use of free graft onlay urethroplasty in redo hypospadias repair: the combination of oral mucosa and retrograde degloving offers a superior strategy

YANG Bo, WANG Xuejun, MAO Yu, CHEN Shaoji, LI Boya, ZHOU Qian, TANG Yunman

(Department of Pediatric Surgery, Sichuan Provincial People's Hospital, University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu 610072, China)

ABSTRACT: **Objective** To summarize our experience with free graft onlay urethroplasty in hypospadias reoperation and to compare the outcomes of different graft materials and skin coverage methods. **Methods** A retrospective analysis was conducted on 52 patients who underwent hypospadias reoperation using free graft onlay urethroplasty during Jun. 2020 and Jul. 2025. Among them, 40 patients received oral mucosa grafts (oral mucosa group) and 12 received penile skin grafts (penile skin group). The two groups were compared in terms of age, reconstructed urethral length, complication rate, and effects of coverage methods (retrograde degloving vs. Dartos fascia). **Results** The mean reconstructed urethral length was significantly longer in the oral mucosa group than in the penile skin group [(57.3±23.4) mm vs. (19.2±7.3) mm, $P<0.001$], while the complication rate was significantly lower [(5.0%, 2/40) vs. (33.3%, 4/12), $P=0.024$]. Multivariate logistic regression analysis identified oral mucosa as an independent protective factor against complications ($OR=0.12$, 95% $CI:0.02-0.71$, $P=0.018$). Retrograde degloving was primarily used for long-segment defects repaired with oral mucosa (77.5%), while Dartos fascia coverage was more commonly employed for penile skin repairs (75.0%). **Conclusion** For hypospadias reoperation without residual chordee, free graft onlay urethroplasty can effectively widen the urethra, leading to improved urinary flow rate and satisfactory cosmetic outcomes. Oral mucosa grafts demonstrate superiority over penile skin grafts in terms of both achievable reconstruction length and lower complication rate, particularly for long-segment defect repairs. The retrograde degloving technique provides superior coverage support for long-segment reconstructions.

KEY WORDS: hypospadias; reoperation; free graft; oral mucosa; penile skin; urethroplasty

摘要: **目的** 总结应用游离移植物加盖式(onlay)尿道成形术在尿道下裂再手术修复中的经验,并比较不同移植物来源及覆盖方式对疗效的影响。 **方法** 回顾性分析 2020 年 6 月—2025 年 7 月我院收治的 52 例尿道下裂再手术患者的临床资料,患者均应用游离移植物 onlay 尿道成形术进行修复,其中 40 例采用口腔黏膜游离移植(口腔黏膜组),12 例采用阴茎皮肤游离移植(阴茎皮肤组)。比较两组患者的年龄、重建尿道长度、并发症发生率等指标,并分析覆盖方式(反脱套和 Dartos 筋膜)对治疗效果的影响。 **结果** 口腔黏膜组平均重建长度为(57.3±23.4)mm,显著长于阴茎皮肤组的(19.2±7.3)mm($P<0.001$)。口腔黏膜组并发症发生率为 5.0%(2/40),显著低于阴茎皮肤组的 33.3%(4/12)($P=0.024$)。多因素 logistic 回归分析显示,采用口腔黏膜游离材料是预防并发症风险的独立保护因素($OR=0.12$, 95% $CI:0.02\sim0.71$, $P=0.018$)。反脱套覆盖主要用于口腔黏膜修复长段缺损(77.5%),而 Dartos 筋膜覆盖更常用于阴茎皮肤修复(75.0%)。 **结论** 对于无残留尿道性阴茎弯曲的尿道下裂再手术患者,应用游离移植物 onlay 尿道成形术可有效改善尿流率并保留良好外观。口腔黏膜游离移植在重建尿道长度和降低并发症方面均优于阴茎皮肤移植,尤其适用于长段缺损修复。反脱套技术可为长段修复提供更好的覆盖支持。

关键词: 尿道下裂;再手术;游离移植;口腔黏膜;阴茎皮肤;尿道成形术

中图分类号:R699.6

文献标志码:A

DOI:10.12483/j.issn.1009-8291.202601005

CSTR:32408.14.j.CN61-1374.202601005

收稿日期:2026-01-03

修回日期:2026-05-06

通信作者:唐耘熳,主任医师。E-mail:tangyunman@126.com

作者简介:杨博,主治医师。研究方向:男性外生殖器畸形修复重建。
E-mail:yangbo418@foxmail.com

尿道下裂是男性最常见的泌尿生殖系统先天性畸形之一,发病率约为 1/250~1/300 活产男婴,手术是其唯一的治疗手段^[1]。尽管技术不断改进,尿道下

裂初次修复术后仍有15%~50%的患者因尿道狭窄、尿瘘、憩室、尿道裂开等并发症而需接受再次甚至多次手术^[1]。再手术因既往手术遗留的局部瘢痕化改变导致局部供血障碍,可利用的正常组织量往往严重不足,局部皮瓣材料时常难以利用^[2]。

在此背景下,引入游离移植进行加盖(onlay)的尿道扩增,已成为再手术中的重要修复选择^[3]。目前常用的游离移植来源包括口腔黏膜和阴茎皮肤,两者各有特点^[3],但在尿道下裂再手术中的对比研究仍较有限,尤其是结合覆盖技术(反脱套与Dartos筋膜)对疗效影响的分析鲜有报道。本研究回顾性总结我院行游离移植 onlay 尿道成形术治疗52例尿道下裂再手术患者的临床经验,重点比较口腔黏膜与阴茎皮肤游离移植的疗效差异,并探讨覆盖方式的选择策略,以期为临床实践提供参考。

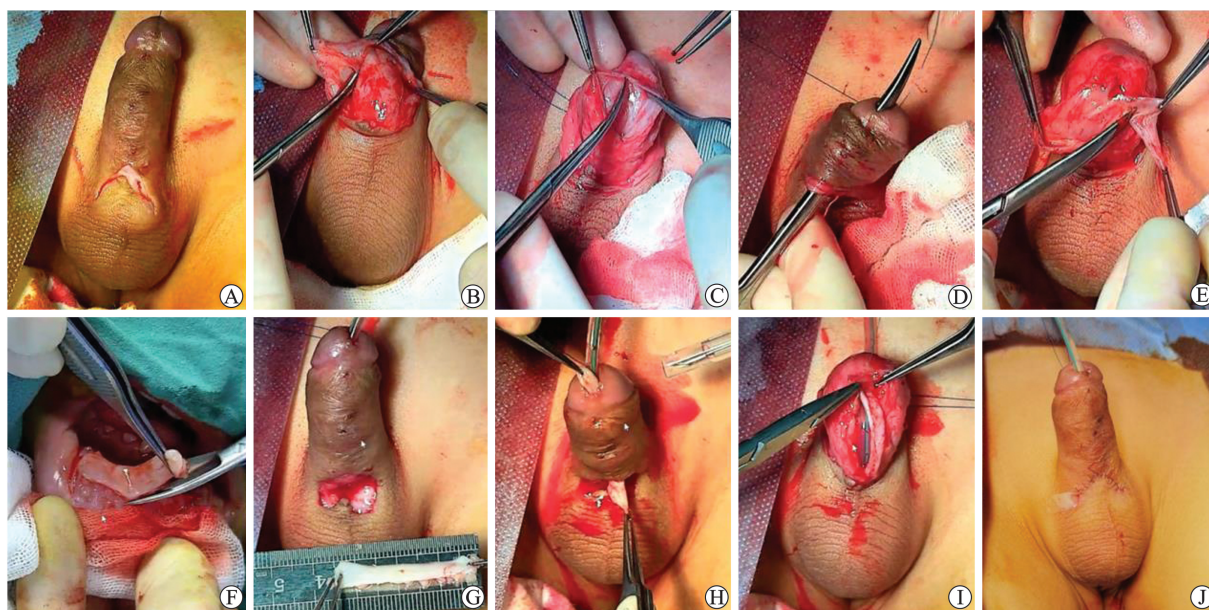
1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性收集电子科技大学附属四川省人民医院小儿外科2020年6月—2025年7月应用游离皮片 onlay 尿道成形术治疗尿道下裂再手术患者的病例资料。纳入标准:①确诊为尿道下裂术后并发症需再次手术;②采用游离移植 onlay 技术修复;③临床资料完整,随访时间 ≥ 3 个月。排除标准:①同时使用带蒂皮瓣修复;②合并严重系统性疾病影响伤口愈合;③失访或资料不全者。本研究经医院伦理委员会批准(2020-152),所有手术均获得患者或其

监护人的知情同意。

移植选择策略:移植类型由手术医师根据以下原则于术前及术中综合判断:①优先选用口腔黏膜,适用于重建长度预估 >30 mm、合并硬化萎缩性苔藓(lichen sclerosus, LS)或既往手术次数 ≥ 3 次的复杂病例;②阴茎皮肤移植适用于重建长度预估 ≤ 30 mm、局部阴茎皮肤质地良好的短段修复。

1.2 手术方法 所有手术均由同一组经验丰富的医师在全身麻醉下完成。患者取平卧位,双腿分开 30° ~ 45° ,屈膝约 30° 。存在阴茎体段尿道裂开或尿瘘者常规阴茎脱套分离显露尿道,阴茎体段皮肤完整者行反脱套;阴囊中线切口或人字形切口切开皮肤和皮下组织,找到正常海绵体尿道层面,继而沿Buck筋膜浅层向远侧分离阴茎皮下组织,两侧分离至2点和10点位置,向前达尿道口皮下,充分显露尿道,并可经阴囊切口将阴茎体拖出。脱套后在金属探子或导管引导下切开尿道口径异常段中线,近侧达尿道宽敞部或正常尿道,远侧切开尿道外口(如远段尿道口径正常,则切开达口径正常部)。检查尿道上皮健康程度,修剪腹侧不规整的尿道边缘,测量尿道缺损长度。按125%缺损长度取游离上皮移植(阴茎体部相对健康的皮肤或口腔黏膜),其宽度儿童通常取1.0~1.5 cm,成人通常取2.0~2.5 cm。去除游离移植皮下组织,以 onlay(加盖)方式与尿道缺损边缘缝合,成形管状新尿道。继而逐层缝合切口,反脱套者阴囊近侧深部留置橡皮片引流(图1)。



A:阴囊切口;B:向远侧阴茎皮下脱套分离至冠状沟区;C:在切口中翻出阴茎体,切开口径异常的尿道中线;D:尿道腹侧中线切口穿出尿道外口;E:修剪原有尿道腹侧不规整的部分;F:切取口腔黏膜;G:口腔黏膜修整备用;H:口腔黏膜游离移植经阴茎皮下穿出尿道外口;I:将游离移植缝合于尿道腹侧;J:术毕阴茎体皮肤保持完整性。

图1 反脱套口腔黏膜 onlay 手术过程

1.3 术后处理与随访 术后 3~5 d 取出引流片,留置尿管 9~14 d。术后 1 d、1 个月、3 个月和 12 个月随访外观与排尿并测尿流。手术成功标准:无明显排尿梗阻表现,无显著并发症,不需要进一步外科干预如尿道扩张、尿道切开或再次手术修复等。

1.4 观察指标 主要指标:重建尿道长度、并发症发生率。次要指标:患者年龄、覆盖方式(反脱套/Dartos 筋膜)、尿流率参数、供区并发症。

1.5 统计学方法 采用 SPSS 26.0 软件进行统计分析。计量资料以均数±标准差表示,组间比较采用独立样本 *t* 检验(符合正态分布)或 Mann-Whitney *U* 检验(非正态分布);计数资料以例(%)表示,组间比较采用 χ^2 检验或 Fisher 精确检验;采用多因素 logistic 回归分析并发症发生风险的独立影响因素。效应量计算采用 Cohen's *d*。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

共 52 例患者被纳入本研究,其中 18 岁以下儿童 45 例(86.5%),成人 7 例(13.5%),平均年龄 11.7 (2.1~39.1)岁。之前手术次数 1~6 次,平均 1.7 次。术前尿道下裂并发症诊断包括尿道狭窄 45 例(86.5%),其中 LS 21 例(40.4%)、尿道皮肤瘻 16 例(30.8%)、尿道裂开 4 例(7.7%)、尿道憩室 6 例(11.5%)、阴茎瘢痕性弯曲 2 例(3.9%)。其他合并症/并发症包括肾积水 2 例(3.9%)(左肾积水和双肾

表 2 影响术后并发症发生的多因素 logistic 回归分析

变量	OR	95%CI	P 值
游离材料(口腔黏膜/阴茎皮肤)	0.12	0.02~0.71	0.018
覆盖方式(反脱套/Dartos 筋膜)	0.45	0.07~2.82	0.392
重建长度(每增加 10 mm)	1.25	0.82~1.90	0.299
月龄(每增加 12 个月)	0.98	0.93~1.03	0.42

3 讨论

尿道下裂再手术修复的核心挑战在于局部组织因既往手术而严重瘢痕化,导致血供不良、可利用的自身组织量严重不足^[2,4-5]。在这一背景下,引入游离移植物进行尿道成形术,能够提供额外且可靠的组织量,从而在无张力条件下重建尿道,打破了既往依赖局部皮瓣时“巧妇难为无米之炊”的困境^[3,6]。对于长段尿道的替代重建,游离移植物引入常需要分期手术,而当尿道的长度没有缺损(不需要切断原有尿道)而仅存在口径问题(如狭窄、憩室、瘻等)时,局部尿道的组织缺损问题可采用游离移植物 onlay 技术

积水各 1 例)、膀胱输尿管反流 3 例(5.8%)均为双侧、21-三体综合征 1 例(1.9%)、后尿道瓣膜症术后 1 例(1.9%)。

所有患者的临床资料见表 1。术后并发症包括尿瘻 4 例,阴茎头裂开 2 例,尿道狭窄 2 例,其中 1 例尿瘻和 1 例狭窄在术后 3 个月内自愈,未纳入并发症统计,部分口腔黏膜组病例切开狭窄的尿道口后新成形尿道口在冠状沟,也未纳入阴茎头裂开统计。

表 1 口腔黏膜组与阴茎皮肤组患者的临床资料比较

指标	口腔黏膜组 (<i>n</i> = 40)	阴茎皮肤组 (<i>n</i> = 12)	<i>P</i> 值
月龄/月 [*]	157.1 ± 126.8	57.8 ± 27.5	0.005
重建长度/mm [#]	57.3 ± 23.4	19.2 ± 7.3	<0.001
覆盖方式 [△]			0.002
反脱套	31(77.5)	3(25.0)	
Dartos 筋膜	9(22.5)	9(75.0)	
并发症 [△]	2(5.0)	4(33.3)	0.024

^{*}:以 $\bar{x} \pm s$ 表示,采用 Mann-Whitney *U* 检验;[#]:以 $\bar{x} \pm s$ 表示,采用 Welch's *t* 检验;[△]:以例(%)表示,采用 Fisher 精确检验。

两组供区均未见明显并发症。鉴于两组基线月龄存在统计学差异,本研究进一步进行了多因素 logistic 回归分析以控制混杂因素,结果显示采用口腔黏膜游离移植是预防术后并发症风险的独立保护因素($OR = 0.12, P = 0.018$,表 2)。

进行修复^[3-8]。本研究在肯定游离移植这一基本策略有效性的前提下,进一步探究了不同来源的游离移植物(口腔黏膜与阴茎皮肤)以及不同覆盖技术(反脱套与 Dartos 筋膜)对修复效果的影响。

本组 52 例复杂再手术病例的成功修复证实,游离移植物 onlay 技术是应对局部组织匮乏的有效策略。其成功依赖于三大支柱:高质量的移植物来源、良好的受区血管床建立,以及稳妥的移植物固定^[8]。本研究采用的术式设计均围绕此三点展开:通过反脱套或 Dartos 筋膜技术创造血运良好的受床;通过精细的缝合技术确保移植物稳定贴合。在这一成功的技术框架内,本研究进一步分析发现,不同来源的移

植物与不同的覆盖方式,其表现存在显著差异。

本研究结果显示,口腔黏膜组在重建长度和并发症控制方面均显著优于阴茎皮肤组。这一优势可归因于其良好的组织学特性,契合了游离移植成功的要求:①移植质量优。口腔黏膜上皮层厚,固有层富含弹性纤维及致密血管网,使其具备优异的抗尿液腐蚀能力和低收缩率。相比之下,阴茎皮肤虽取材方便,但其真皮层相对较薄,收缩率更高,且在潮湿的尿道环境中长期耐久性存疑^[9]。②血管化能力强。口腔黏膜移植后血管化速度快,这与其黏膜下层丰富的毛细血管床直接相关。本研究口腔黏膜组较低的并发症发生率(5.0%),尤其是在平均长达57.3 mm的修复中,充分证明了其强大的存活能力。而阴茎皮肤组较高的并发症发生率(33.3%),尤其是特征性的“头裂”问题,部分反映了其远端血供相对脆弱,在张力条件下更易愈合不良。口腔黏膜组中原始再手术问题以术后长段狭窄居多,患者对外观要求不高,修复中部分病例重建尿道口于冠状沟,未统计阴茎头裂开并发症,这从另一侧面也反映出避开阴茎头瓶颈区的尿道重建能够达到更安全的再手术修复。③修复潜力大。面对再手术中常见的长段、复杂缺损,口腔黏膜能提供充足且高质量的材料。本研究中,口腔黏膜组最大修复长度达110 mm,而阴茎皮肤组平均仅19.2 mm,这一差距不仅是术者选择偏好的结果,更是材料本身物理特性所决定的客观现实^[10-11]。

值得注意的是,两组并发症类型亦有所不同:口腔黏膜组主要并发症为吻合口狭窄及尿瘘,而阴茎皮肤组则以尿道口裂开及尿瘘为主,提示两种移植物的并发症分布存在差异,临床随访时应有所侧重。虽然有这种差别存在,阴茎体皮肤仍然是临床常用的尿道修复材料,在应用恰当时能提供良好修复效果^[12-13]。

覆盖方式的选择并非孤立的技术决策,而是与再手术病例局部病损复杂程度和可利用修复材料质与量紧密协同的策略。本研究观察到清晰的临床决策逻辑:①反脱套覆盖。采用的前提是阴茎体存在相对完整的皮肤和皮下组织不需要破坏,主要与口腔黏膜修复长段复杂缺损联合应用。TOLBERT等^[14]报告在尿道狭窄的治疗中,经尿道镜腔内切开狭窄尿道并引入口腔黏膜修复,取得良好疗效,其创新性为可解决传统手术中新尿道覆盖物的完整性与质量问题。反脱套技术通过创造一个新的、血运丰富的“外套”式覆盖层,为游离的口腔黏膜提供了最佳的保护和营养环境,这对于血供要求高、修复跨度大的移植体至关重要^[15]。②Dartos筋膜覆盖。Dartos筋膜覆盖是尿

道下裂修复中较常规采用的覆盖技术^[16]。当应用于游离移植体 onlay 尿道成形时,更多用于修复相对短小的缺损。当阴茎体皮肤存在尿道裂开或尿瘘时,无法使用反脱套技术完成覆盖。该技术操作简便,创伤小,适合于局部条件尚可、缺损较短的修复场景。这种“材料-技术”的匹配模式,本质上是对游离移植体成活所需“良好血管床”和“稳妥固定”两大要素的精细化应对。尽管在本研究中,两种覆盖方式间并发症发生率对比未达统计学显著性(5.9%对比22.2%, $P=0.170$),但其应用模式的差异本身就蕴含了修复重建手术的临床逻辑。

基于以上发现,本研究提出一个层级化的临床决策框架,以指导尿道下裂再手术中游离移植体的应用。①首要原则:对于尿道局部口径不足的再手术病例,可考虑采用游离移植 onlay 技术以增加组织量、调整均匀的尿道张力。②移植体选择:首选口腔黏膜,尤其适用于缺损长度 >30 mm、伴有LS、或既往多次手术的复杂病例。次选阴茎皮肤,可考虑用于缺损长度 <30 mm、局部有优质阴茎皮肤可用的短段修复,但需警惕尿道口裂开风险。③覆盖技术匹配:长段/复杂缺损+口腔黏膜,优先采用反脱套技术,以提供最大化血运支持。短段/简单缺损+阴茎皮肤,可采用Dartos筋膜覆盖,兼顾效果与手术效率。

本研究为单中心回顾性分析,存在固有的选择偏倚。样本量相对有限($n=52$),尤其阴茎皮肤组仅12例,统计效能受到一定制约,研究结论需审慎解读。此外,两组样本量差异较大(40例对比12例),倾向性评分匹配因阴茎皮肤组样本量过小而未能实施,本研究以多因素logistic回归代替以控制混杂因素,但两组间的直接比较结论仍需谨慎解读。由于移植体的选择并非随机分配,两组间基线特征存在差异,读者在解读两组比较结果时需充分考虑该选择偏倚。未来需要多中心、前瞻性的研究进一步验证这一决策框架,并探索组织工程口腔黏膜等新型材料在解决供区限制方面的潜力^[17]。

综上所述,对于无残留尿道性阴茎弯曲的尿道下裂再手术患者,游离移植体 onlay 尿道成形术是应对局部组织匮乏的有效修复策略,可显著改善尿流率并保留良好外观。口腔黏膜移植在重建尿道长度和降低并发症发生率方面均优于阴茎皮肤移植,尤其适用于长段缺损(>30 mm)及合并LS的复杂病例,是首选移植体。反脱套技术可为长段修复提供更优的血运支持,与口腔黏膜联合使用可获得更佳的修复效果。

参考文献:

- [1] SPRINGER A, VAN DEN HEIJKANT M, BAUMANN S. Worldwide prevalence of hypospadias[J]. J Pediatr Urol. 2016, 12(3):152. e1-152. e7.
- [2] ÁLVAREZ VEGA DR, MENDELSON JL, GITLIN JS, et al. Optimizing outcomes in redo hypospadias repair: The impact of perioperative hyperbaric oxygen therapy on tissue healing[J]. J Pediatr Urol. 2026, 22(1):105648.
- [3] BUSH N, MOSA H, SNODGRASS W. An objective analysis of >600 paired hypospadias graft measurements; prepuce vs oral graft take and HBOT effect[J]. J Pediatr Urol. 2025, 21(5): 1342-1345.
- [4] 方一圻, 宋宏程, 孙宁, 等. 影响尿道下裂术后并发症危险因素的多中心研究[J]. 中华小儿外科杂志, 2023, 44(4): 329-337.
- [5] 杨珍珍, 李佳义, 刘沛, 等. 一期 Duckett 与分期 Bracka 尿道成形术治疗非远端型尿道下裂术后并发症的 Meta 分析[J]. 临床小儿外科杂志, 2023, 22(2): 168-179.
- [6] 王寿福, 陈海琛, 潮敏, 等. 改良尿道板镶嵌尿道成形术治疗尿道下裂的疗效研究[J]. 中国修复重建外科杂志, 2024, 38(9): 1092-1097.
- [7] KRÖPFL D, TUCAK A, PRLIC D, et al. Using buccal mucosa for urethral reconstruction in primary and re-operative surgery [J]. Eur Urol, 1998, 34(3): 216-220.
- [8] LI HB, XU YM, FU Q, et al. One-stage dorsal lingual mucosal graft urethroplasty for the treatment of failed hypospadias repair [J]. Asian J Androl, 2016, 18(3): 467-470.
- [9] GUO Y, MA N, WANG M, et al. Comparing the tissue properties of human buccal mucosa and penile skin flap: insights for urethral graft substitution [J]. World J Urol, 2025, 43(1): 137.
- [10] BARBAGLI G, KULKARNI SB, FOSSATI N, et al. Long-term followup and deterioration rate of anterior substitution urethroplasty[J]. J Urol, 2014, 192(3): 808-813.
- [11] BERG C, SINGH A, HU P, et al. Current trends in the use of buccal grafts during urethroplasty among society of genitourinary reconstructive surgeons[J]. Urology, 2024, 191: 139-143.
- [12] ALREFAEY A, ANWAR MA, ABDELMAGID ME, et al. Comparative outcomes of penile skin grafts versus buccal mucosal grafts in urethroplasty for the treatment of extensive anterior urethral strictures[J]. Sci Rep, 2025, 15(1): 29508.
- [13] FIHMAN V, ESCANDE F, RAVASSE P, et al. Re-do hypospadias surgery following failed previous repair: lessons learned over two decades of experience [J]. Pediatr Surg Int, 2024, 40(1): 311.
- [14] TOLBERT SN, FINDLAY BL, UNGERER GN, et al. Transmeatal urethral surgery (TraMUS): technique and one-year outcomes in the management of penile urethral strictures [J]. World J Urol, 2025, 43(1): 338.
- [15] YANG B, WANG XJ, BO-YA L, et al. Surgical treatment of hypospadias with lichen sclerosus: long-term outcomes from a single center[J]. Andrology, 2025, 13(7): 1722-1731.
- [16] CHURCHILL BM, VAN SAVAGE JG, KHOURY AE, et al. The dartos flap as an adjunct in preventing urethrocutaneous fistulas in repeat hypospadias surgery[J]. J Urol, 1996, 156(6): 2047-2049.
- [17] BROWNELL D, ELIA E, PELLERIN FA, et al. Isolation and characterization of epithelial cells and fibroblasts from the human penile urethra[J]. Front Bioeng Biotechnol, 2025, 13: 1713156.

(编辑 闫玉梅)