

· 专题 · 儿童性发育异常的诊治 ·

性发育异常患儿男性性别重建尿道成形术后
并发症的危险因素分析

全文二维码

胡建军 赵天望 陈毅夫 何军 何天衢 聂有能

中南大学湘雅医学院附属儿童医院 湖南省儿童医院泌尿外科, 长沙 410007

通信作者: 赵天望, Email: yw508@sina.com

【摘要】 目的 探讨性发育异常 (disorders of sex development, DSD) 患儿男性性别重建尿道成形术后并发症的危险因素, 为优化临床诊疗策略、降低并发症发生率提供参考。 **方法** 本研究为病例对照研究。回顾性分析 2021 年 4 月至 2024 年 12 月于湖南省儿童医院接受男性性别重建尿道成形术的 DSD 患儿临床资料, 统计术后并发症情况, 采用单因素分析筛选出相关因素 ($P < 0.20$), 并纳入多因素 Logistic 回归模型以确定独立危险因素。通过受试者操作特征 (receiver operating characteristic, ROC) 曲线确定尿道缺损长度预测术后并发症的最佳截断值。 **结果** 共纳入 60 例患儿, 手术成功 41 例; 术后发生并发症 19 例 (31.7%), 包括经皮尿道瘘 6 例、尿道口狭窄 2 例、吻合口狭窄 2 例、尿道憩室 1 例、尿道狭窄合并尿道憩室 4 例、切口感染 4 例。单因素分析显示, 仅尿道缺损长度与术后并发症之间具有相关性 ($Z = -2.840, P = 0.005$), 年龄、龟头宽度、性腺类型、染色体核型等因素与并发症之间无相关性 ($P > 0.05$)。多因素 Logistic 回归分析证实, 尿道缺损长度是术后并发症的独立危险因素 ($OR = 1.865, 95\% CI: 1.222 \sim 2.848, P = 0.004$)。ROC 曲线分析显示, 尿道缺损长度预测术后并发症的曲线下面积 (area under curve, AUC) 为 0.729 ($95\% CI: 0.578 \sim 0.881, P = 0.005$), 最佳截断值为 4.90 cm, 灵敏度为 0.684, 特异度为 0.829, 约登指数为 0.513; 结合临床实践, 确定 5.00 cm 为临床适用临界值。 **结论** 尿道缺损长度是性发育异常患儿男性性别重建尿道成形术后并发症的独立危险因素。当尿道缺损长度 ≥ 5.0 cm 时, 术后发生并发症的风险显著升高。临床应将尿道缺损长度作为核心评估指标, 针对高危患儿制定个体化手术方案, 同时加强围手术期管理, 以改善预后。

【关键词】 性发育异常; 泌尿生殖外科手术; 治疗结果; 手术后并发症; 危险因素**基金项目:** 国家临床重点专科培育项目-泌尿外科[湘卫医政处便函[2024]65 号]

DOI: 10.3760/cma.j.cn101785-20260328-00141

Analysis of risk factors for postoperative complications of urethroplasty in children with disorders of sex development after male gender reassignment

Hu Jianjun, Zhao Yaowang, Chen Yifu, He Jun, He Tianqu, Nie Youneng

Department of Urology, Affiliated Children's Hospital, Xiangya School of Medicine, Central South University (Hunan Children's Hospital), Changsha 410007, China

Corresponding author: Zhao Yaowang, Email: yw508@sina.com

【Abstract】 Objective To explore the risk factors for postoperative complications after urethroplasty in children with disorders of sex development (DSD) after male gender reassignment and provide references for optimizing clinical management strategies and lowering the incidence of complications. **Methods** The relevant clinical data were retrospectively reviewed for 60 DSD children undergoing urethroplasty for male gender reassignment from April 2021 to December 2024. The incidence of postoperative complications was statistically summarized. Univariate analysis was used for screening the relevant factors ($P < 0.20$). And screened factors were included into multivariate Logistic regression model for identifying independent risk factors. The receiver operating characteristic (ROC) curve was applied for determining the optimal cut-off value of urethral defect length for predicting postoperative complications. **Results** Postoperative complications occurred in 19 cases. Surgical success was achieved in 41 cases with a complication incidence of 31.7%. The major types of complications included fistula ($n = 6$), meatal stenosis ($n = 2$), anastomotic stenosis ($n = 2$), urethral diverticulum ($n = 1$), u-

rethral stenosis combined with urethral diverticulum ($n=4$) and incision infection ($n=4$). Univariate analysis indicated that urethral defect length alone was significantly correlated with postoperative complications ($Z = -2.840, P=0.005$). No significant correlations existed among age, glanular width, gonadal type, karyotype or the occurrence of complications (all $P>0.05$). Multivariate Logistic regression analysis confirmed that urethral defect length was an independent risk factor for postoperative complications ($OR = 1.865, 95\% CI: 1.222 - 2.848, P=0.004$). Receiver operating characteristic (ROC) curve analysis revealed that the area under the curve (AUC) of urethral defect length for predicting postoperative complications was 0.729 ($95\% CI: 0.578 - 0.881, P=0.005$) with an optimal cut-off value of 4.90 cm, a sensitivity of 0.684, a specificity of 0.829 and a Youden index of 0.513. In conjunctions with comprehensive clinical practices, 5.00 cm was determined as a clinically applicable critical value. **Conclusion** Urethral defect length is an independent risk factor for postoperative complications of urethroplasty in DSD children after male gender reassignment. The risk of postoperative complications spikes greatly when urethral defect length is ≥ 5.0 cm. Clinically, urethral defect length should be regarded as a core evaluation indicator. Individualized surgical protocols and enhanced perioperative management should be formulated for high-risk children for better outcomes.

【Key words】 Disorder of Sex Development; Urogenital Surgical Procedures; Treatment Outcome; Post-operative Complications; Risk Factors

Fund program: National Key Clinical Specialty Cultivation Project Urology (Document No. Xiangwei Yizhengchu [2024]65)

DOI:10.3760/cma.j.cn101785-20260328-00141

性发育异常 (disorders of sex development, DSD) 是一组因染色体、性腺或性激素合成/代谢及受体功能异常导致的先天性泌尿生殖系统畸形^[1]。其发病机制复杂, 临床表现多样, 个体差异大。临床决策需综合患儿病理、生理与心理特点, 家庭意愿及社会因素, 并经 DSD 多学科协作团队讨论, 制定个体化性别分配与治疗方案^[2]。对于选择男性性别的 DSD 患儿, 不同情况下需经历多步骤手术, 其中尿道成形术是实现男性性别重建的核心手术, 旨在恢复正常的尿道解剖结构、实现顺畅排尿并塑造符合男性特征的阴茎外观。与单纯近端型尿道下裂相比, DSD 常合并阴茎发育不良、尿道板发育欠佳、内分泌紊乱及多系统畸形, 局部组织血供差, 重建条件不佳, 尿道成形术难度更大, 术后并发症风险显著增加^[3]。目前多数研究聚焦于普通尿道下裂患儿, 针对 DSD 这一特殊人群尿道成形术后的并发症危险因素研究仍较缺乏。本研究旨在探讨男性性别重建尿道成形术后并发症的独立危险因素, 为优化临床诊疗策略、提高手术成功率提供循证依据。

资料与方法

一、一般资料

本研究为病例对照研究。回顾性收集 2021 年 4 月至 2024 年 12 月于本院接受男性性别重建尿道

成形术的 DSD 患儿临床资料, 包括: 年龄、尿道缺损长度、龟头宽度、身高、体重、身体质量指数 (body mass index, BMI)、尿道下裂分型、阴茎下弯程度、性腺类型、染色体核型, 以及是否合并隐睾、阴茎阴囊转位、阴囊分裂、苗勒管残迹、早产、低出生体重, 术前激素治疗与手术分期情况, 手术方式。

纳入标准: ①符合性发育异常诊断标准^[4]; ②经多学科团队 (multi disciplinary team, MDT) 会诊后确定按男性进行性别重建; ③首次手术为尿道成形术; ④临床资料、手术记录及随访资料完整; ⑤术后规范随访 ≥ 6 个月。排除标准: ①合并严重心、肝、肾、肺等脏器功能障碍或凝血功能异常, 无法耐受手术及麻醉; ②合并其他需同期手术干预的严重泌尿系统畸形; ③随访中断或临床资料缺失。

二、资料收集及相关定义

通过医院电子病历系统及随访数据库收集患儿以下临床指标: ①基本情况: 年龄、尿道缺损长度、龟头宽度、身高、体重、BMI。②DSD 相关临床特征: 尿道下裂分型、阴茎下弯程度、性腺类型、染色体核型, 以及是否合并隐睾、阴茎阴囊转位、苗勒管残迹、阴囊分裂、早产、低出生体重。③治疗相关指标: 包括术前激素治疗 (是/否, 双氢睾酮外涂或 HCG 肌注)、手术分期 (一期/分期)、手术方式 (Duckett 术、Duckett 术 + Duplay 术、改良 Koyanagi 术、TIP 术、分期手术)、随访时间。④治疗结果与术后并发症: 由两名高年资小儿泌尿外科医师独

立统计术后并发症情况,意见不一致时经科室讨论决定。并发症包括经皮尿道痿、尿道口狭窄、吻合口狭窄、尿道憩室、尿道狭窄并尿道憩室、切口感染。手术成功定义为术后未发生上述任一并发症,阴茎外观满意,尿道解剖结构连续、完整,排尿功能正常,无排尿费力、尿线细、尿漏、尿失禁等。

患儿均由同一治疗小组收治,主刀医师为同一名高年资医师。尿道下裂分度及定义:中度为阴茎体尿道下裂,重度为阴囊型、会阴型^[5]。阴茎下弯程度及定义:轻度指阴茎下弯 $<15^{\circ}$,中度指阴茎下弯 $15^{\circ}\sim 35^{\circ}$,重度指阴茎下弯 $>35^{\circ}$ ^[6]。早产:孕周 <37 周^[7]。低出生体重:出生体重 $<2\,500\text{ g}$ ^[8]。

本研究遵守《赫尔辛基宣言》,并经湖南省儿童医院伦理委员会批准(HCHLL-2026-141),患儿监护人均知情并签署知情同意书。

三、统计学处理

采用 SPSS 26.0 进行统计学分析。不服从正态分布的计量资料以 $M(Q_1, Q_3)$ 表示,两组间比较采用 Mann-whitney U 检验,计数资料以例(%)表示,组间比较采用 χ^2 检验或 Fisher 精确概率法。将单因素分析中 $P<0.20$ 的指标纳入多因素 Logistic 回归模型,分析术后并发症的独立危险因素,计算 B 值、 SE 值、Wald χ^2 值、 P 值、 OR 值及 95% CI 。采用受试者操作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线分析尿道缺损长度对术后并发症的预测价值,计算曲线下面积(area under curve, AUC)、最佳截断值、灵敏度、特异度及约登指数。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

结 果

一、基本情况

共纳入患儿 60 例,年龄 38.0(29.0,48.0)个月,尿道缺损长度 4.2(3.7,5.5)cm,龟头宽度 13.0

(12.0,14.0)mm,身高 94.5(89.3,104.8)cm,体重 14.0(12.1,18.0)kg,BMI 16.1(14.9,17.1)。随访时间 54.0(36.0,76.5)个月。性腺类型:睾丸 46 例(占 76.7%,双侧性腺均为生精小管)、条索性腺 9 例(占 15%,一侧性腺为条索性腺、一侧性腺为生精小管)、卵睾 5 例(占 8.3%,一侧性腺为卵泡、一侧性腺为生精小管)。染色体核型:46,XY 29 例(48.3%)、46,XX 5 例(8.3%)、45,X/46,XY 14 例(23.3%)、47,XXY 7 例(11.7%)、45,XY 1 例(1.7%)、45,X/47,XXY 1 例(1.7%)、45,X/46,X 2 例(3.3%)、46,XX/46,XY 1 例(1.7%)。部分合并隐睾、阴茎下弯、阴茎阴囊转位、苗勒管残迹等。见表 1。

二、治疗结果

60 例中,手术成功 41 例;发生并发症 19 例(31.7%),其中经皮尿道痿 6 例(10.0%)、尿道口狭窄 2 例(3.3%)、吻合口狭窄 2 例(3.3%)、尿道憩室 1 例(1.7%)、尿道狭窄合并尿道憩室 4 例(6.7%)、切口感染 4 例(6.7%)。

三、术后并发症的单因素分析结果

单因素分析结果显示,仅尿道缺损长度与术后并发症之间存在相关性($Z=-2.840, P=0.005$)。年龄、龟头宽度、身高、体重、BMI 及随访时间等基线指标,尿道下裂分型、阴茎下弯程度、隐睾、性腺类型、染色体核型、术前激素治疗、阴茎阴囊转位、苗勒管残迹、早产、低出生体重、阴囊分裂等临床特征,以及手术分期、手术方式等因素,与术后并发症之间均无显著相关性($P>0.05$)。见表 1。

四、术后并发症的多因素 Logistic 回归分析结果

将单因素分析中 $P<0.20$ 的尿道缺损长度、阴茎下弯程度 2 项指标纳入多因素 Logistic 回归模型,变量赋值情况见表 2。结果显示,尿道缺损长度是

表 1 性发育异常患儿男性性别重建尿道成形术后并发症的单因素分析

Table 1 Univariate analysis of complications after urethroplasty in children with disorders of sex development

分组	例数	年龄(月)	尿道缺损长度 [$M(Q_1, Q_3)$, cm]	龟头宽度 [$M(Q_1, Q_3)$, mm]	身高 [$M(Q_1, Q_3)$, cm]	体重 [$M(Q_1, Q_3)$, kg]	身体质量指数
无并发症组	41	38(33,47)	4.1(3.5,4.7)	13(12,14)	95(90,104)	14(12.8,17.5)	15.6(15.1,16.8)
并发症组	19	33(24,48)	5.1(4.1,7.5)	13(12,14)	91(89,108)	13.5(12,19.3)	16.5(14.9,17.2)
统计量		$Z=-0.795$	$Z=-2.840$	$Z=-0.794$	$Z=-0.262$	$Z=-0.095$	$Z=-1.105$
P 值		0.427	0.005	0.427	0.793	0.924	0.269
分组	随访周期 [$M(Q_1, Q_3)$, 月]	尿道下裂分型[例(%)]		阴茎下弯程度[例(%)]			
		中度	重度	轻度	中度	重度	
无并发症组	52(36,78)	9(21.95)	32(78.05)	5(12.20)	3(7.32)	33(80.49)	
并发症组	56(36,71)	2(10.53)	17(89.47)	0(0.00)	5(26.32)	14(73.68)	
统计量		$Z=-0.326$	$\chi^2=0.497$			-	
P 值		0.744	0.481			0.056	

续上表

分组	隐睾[例(%)]		性腺[例(%)]			染色体[例(%)]		
	否	是	睾丸	卵睾	条索性腺	46,XX	46,XY	其他
无并发症组	21(51.22)	20(48.78)	29(70.73)	4(9.76)	8(19.51)	3(7.32)	18(43.9)	20(48.78)
并发症组	13(68.42)	6(31.58)	17(89.47)	1(5.26)	1(5.26)	2(10.53)	11(57.89)	6(31.58)
统计量	$\chi^2=1.564$		-			$\chi^2=1.603$		
P 值	0.211		0.219			0.449		
分组	术前激素治疗[例(%)]		阴茎阴囊转位[例(%)]		苗勒管残迹[例(%)]			
	否	是	否	是	否	是		
无并发症组	22(53.66)	19(46.34)	13(31.71)	28(68.29)	14(34.15)	27(65.85)		
并发症组	7(36.84)	12(63.16)	6(31.58)	13(68.42)	7(36.84)	12(63.16)		
统计量	$\chi^2=1.470$		$\chi^2=0.000$		$\chi^2=0.041$			
P 值	0.225		0.992		0.839			
分组	手术分期[例(%)]		早产[例(%)]		低出生体重[例(%)]			
	一期	分期	否	是	否	是		
无并发症组	35(85.37)	6(14.63)	37(90.24)	4(9.76)	36(87.80)	5(12.20)		
并发症组	18(94.74)	1(5.26)	19(100)	0	17(89.47)	2(10.53)		
统计量	$\chi^2=0.384$		-		-			
P 值	0.536		0.394		1.000			
分组	阴囊分裂[例(%)]		手术方式[例(%)]					
	否	是	Duckett 术	Duckett 术 + Duplay 术	改良 Koyanagi 术	TIP 术	分期手术	
无并发症组	6(14.63)	35(85.37)	18(43.90)	6(14.63)	6(14.63)	5(12.20)	6(14.63)	
并发症组	3(15.79)	16(84.21)	9(47.37)	6(31.58)	3(15.79)	0(0.00)	1(5.26)	
统计量	-		-					
P 值	1.000		0.313					

注 - : 当任一理论频数 < 5 时, 采用 Fisher 精确概率法

DSD 患儿男性性别重建尿道成形术后并发症的独立危险因素 ($OR = 1.865, 95\% CI: 1.222 \sim 2.848, P = 0.004$)。阴茎下弯程度对术后并发症无独立影响 ($P > 0.05$)。见表 3。

表 2 性发育不良患儿男性性别重建尿道成形术后并发症的多因素 Logistic 回归分析变量赋值表

Table 2 Assignment of variables for multivariate Logistic regression analysis of complications after urethroplasty in children with disorders of sex development

变量	赋值情况
尿道缺损长度	连续性变量
阴茎下弯程度	轻度/中度 = 1; 重度 = 2

五、尿道缺损长度预测性发育异常患儿男性性别重建尿道成形术后并发症的 ROC 曲线分析

ROC 曲线分析显示,尿道缺损长度预测 DSD 尿道成形术后并发症的 AUC 为 0.729 (95% CI: 0.578 ~ 0.881, $P = 0.005$), 具有中等预测价值。该指标预测术后并发症的最佳截断值为 4.90 cm, 灵敏度为 0.684、特异度为 0.829, 约登指数为 0.513。

结合临床诊疗实际、患儿手术特点及临床决策实用性,进一步校正确定临床最佳临界值为 5.0 cm, 该阈值下特异度为 0.829、灵敏度为 0.579, 更符合临床筛查与风险预判实际需求。见图 1。

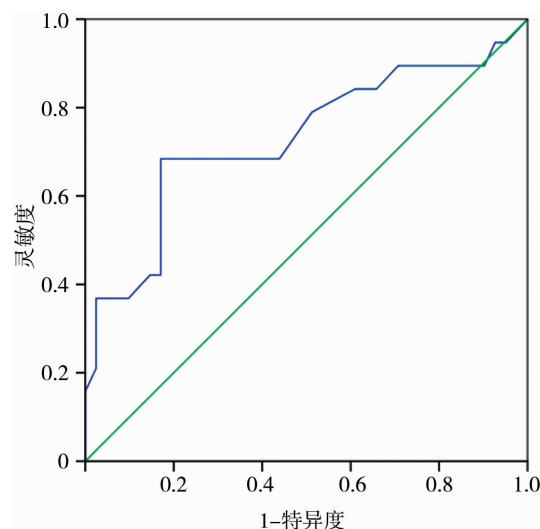


图 1 尿道缺损长度预测性发育异常患儿男性性别重建尿道成形术后并发症的 ROC 曲线

Fig. 1 ROC curve of urethral defect length in predicting postoperative complications

表 3 性发育异常患儿男性尿道重建尿道成形术后并发症的多因素 Logistic 回归分析结果

变量	B 值	SE 值	Wald χ^2 值	P 值	OR 值	95% CI	
						下限	上限
尿道长度	0.623	0.216	8.341	0.004	1.865	1.222	2.848
阴茎下弯程度							
轻度/中度	0.250	0.738	0.115	0.735	1.284	0.302	5.455
重度(对照组)					1.000		

讨 论

DSD 是一类由染色体、性腺或性激素信号通路异常引发的先天性疾病,其核心表现为生殖系统解剖结构与第二性征发育偏离正常男性或女性模式,临床以外生殖器性别模糊、尿道下裂或性腺发育不全为主要特征。这类患者多因外生殖器形态异常、体格发育延迟或原发性闭经等问题被发现,诊疗过程需多学科协作以实现早期精准诊断分型、明确性别选择并制定个体化干预方案。性别重建是综合性诊疗工程,其目标不仅在于恢复生理功能,更需兼顾远期心理健康与社会适应能力^[4]。对于选择男性性别的患儿,核心目标是矫正阴茎下弯、剔除与性别不相符的性腺组织、重建通畅尿道并优化外生殖器外观,以改善排尿功能与生活质量。尿道成形术作为男性性别重建的核心环节,其成败直接决定最终疗效,是临床诊疗的重点与难点^[8]。目前 DSD 患者尿道成形术后相关并发症(如尿道皮肤瘘、尿道憩室、尿道狭窄、切口感染)仍较常见,发生率明显高于普通尿道下裂患儿,其发生风险与尿道缺损长度等因素密切相关,是影响手术成功率的重要因素^[9]。

DSD 患儿尿道成形术与单纯近端型尿道下裂尿道成形术在术后并发症发生特征及风险机制上存在本质差异。单纯近端型尿道下裂患儿仅存在泌尿生殖系统局部解剖畸形,不合并染色体异常、性腺发育缺陷及内分泌紊乱,阴茎、尿道海绵体及周围软组织发育基础相对良好。此类患儿术后并发症多源于手术创伤与尿道吻合口张力异常,以尿道皮肤瘘、尿道狭窄为主要表现,整体并发症发生率较低,术后修复效果与远期预后较理想。而 DSD 患儿病理生理背景更复杂,部分患儿因性腺发育异常、雄激素分泌不足,常伴有阴茎海绵体发育不良、龟头偏小、尿道海绵体薄弱等,导致尿道重建的组织基础较差;同时,常合并阴茎下弯、阴茎阴囊转

位、苗勒管残迹等多种泌尿生殖系统畸形,增加手术的复杂性与术后并发症风险。此外,不同染色体核型与性腺类型患儿的组织愈合能力及对激素治疗的反应性可能存在差异,进一步增加了并发症的防控难度^[10]。上述特殊病理基础导致 DSD 患儿术后不仅发生切口感染及多重复合并发症的风险更高,尿道狭窄、尿道憩室等远期并发症的发生率也显著增加,整体并发症防控难度远高于单纯近端型尿道下裂修复手术。

两类手术并发症的差异主要源于疾病本质与局部组织条件不同。单纯近端型尿道下裂多为孤立性结构畸形,全身性发育及激素水平异常相对少,依托标准化的手术操作与围手术期管理即可有效规避大部分术后并发症。而 DSD 患儿受染色体核型异常、基因异常、雄激素分泌不足、雄激素受体异常及多系统合并畸形等多重病理因素影响,局部皮瓣血运及完整性差、覆盖组织缺乏、组织愈合能力存在先天性缺陷,即便采用与近端型尿道下裂修复术一致的精细化手术方案与标准化术后护理,仍易出现创面愈合不良及多并发症叠加的不良预后。本研究结果显示,尿道缺损长度作为术后并发症的独立危险因素,对 DSD 患儿预后的负面影响更为突出。长段尿道缺损所致的吻合口高张力、局部组织血供破坏等问题,在 DSD 患儿先天不良的组织基础上被进一步放大,最终导致并发症风险显著升高。因此,临床诊疗中不可直接套用单纯近端型尿道下裂的诊疗经验,需针对 DSD 患儿的疾病特点,建立以多学科协作评估为基础的个体化并发症防控体系,精准干预高危因素,以降低术后并发症发生率,改善患儿远期生殖与心理健康预后^[11]。

本研究中,DSD 患儿尿道成形术后并发症总发生率为 31.7%,其中经皮尿道瘘最为常见(占 10.0%),其次为尿道狭窄合并尿道憩室和切口感染(各占 6.7%),与临床实际相符。王登辉等^[12]报道 40 例中术后出现并发症 10 例(25%),其中尿道瘘 7 例。经皮尿道瘘的高发与 DSD 患儿尿道海绵体发育薄

弱、局部血供欠佳密切相关;尿道狭窄合并憩室则多与吻合口张力过大、皮瓣缺血、瘢痕组织增生及感染有关;切口感染则与手术创伤及术后护理等因素相关^[13]。

本研究单因素分析显示,在纳入的众多指标中,仅尿道缺损长度与术后并发症显著相关;年龄、龟头宽度、性腺类型、染色体核型、术前激素治疗、手术方式及分期等因素均未显示统计学意义。Yu 等^[14]对 110 例 DSD 患者的研究显示,术后并发症发生率为 38%,尿道缺损越长,尿道皮肤瘻的发生率越高(占 19%)。上述结果提示,身体发育指标并非并发症的关键影响因素,而本中心实施的规范化、个体化综合诊疗策略可能有效抵消了不同疾病特征及治疗方案对预后的影响。本中心所有 DSD 患儿术前均经 MDT 评估,对性别选择进行慎重、全面的考量,对阴茎发育欠佳者给予规范化雄激素替代治疗以优化局部组织条件;对重度尿道下裂或阴茎下弯者,根据尿道缺损程度合理选择一期或分期手术,避免因一期手术张力过大导致并发症;手术方案由高年资医师遵循“个体化、精细化”原则制定^[15];术后患儿均接受标准化专科护理。上述措施确保了不同亚组患儿术后并发症发生率无显著差异,体现了 MDT 模式在 DSD 治疗中的核心价值。

多因素 Logistic 回归分析进一步证实,尿道缺损长度是术后并发症的独立危险因素,尿道缺损长度每增加 1 cm,发生并发症的风险升高 86.5%。Yamazaki 等^[16]研究证实,尿道缺损长度增加可显著增加术后并发症发生率。其机制可从以下方面分析:①尿道缺损越长,重建后近端尿道与新尿道吻合时因组织量有限而易产生吻合口张力,导致黏膜对合不良、瘢痕增生,张力是吻合口裂开、狭窄甚至尿道瘻发生的最直接机械性因素^[17];②长段尿道重建涉及范围广,对周围组织血供破坏更明显,缺损越长,所截取皮瓣或皮管越长,其远端血供越易受损,导致局部缺血缺氧,愈合不良。如术中即观察到皮瓣发绀或苍白,预示术后组织坏死、瘻管形成的风险高,DSD 患儿本身薄弱的尿道海绵体可放大这一效应^[18];③长段缺损常需更多皮瓣,皮瓣越长,存活与整合难度越大,易导致尿道憩室、尿道瘻等并发症^[19];④长段尿道缺损常伴有严重阴茎下弯,术中切断尿道板后若阴茎下弯矫正不彻底,强行拉直阴茎可能导致尿道吻合口张力过大或在术后下弯复发,影响远期外观与功能。此外,手术时间延长、创伤增大,增加了感染风险,而感染可影响

吻合口愈合,形成恶性循环。

本研究 ROC 曲线分析显示,尿道缺损长度预测术后并发症的最佳截断值为 4.90 cm, AUC 为 0.729,灵敏度为 0.684,特异度为 0.829。临床可将尿道缺损长度 ≥ 5.0 cm 作为高危预警指标,应对此类患儿采取强化干预措施,包括:术前加强 MDT 评估,必要时延长激素治疗时间以改善组织条件;术中优先考虑选择一期或分期手术,选用血供丰富、平整、规则的皮瓣,采用无张力吻合技术,精细操作可以保护血供;术后强化专科护理,适当延长导尿管留置时间,加强抗感染及切口管理,并制定长期随访计划,早期发现并处理远期并发症。

本研究中,阴茎下弯程度在单因素分析中 $P < 0.20$,但多因素回归模型分析显示并非术后并发症的独立影响因素。其原因可能系本研究样本量较小有关,统计效能不足可能无法检出其潜在关联;此外,本研究为 DSD 病例,重度阴茎下弯(47/60, 78.3%)占比明显偏高,检验效能不平衡,假阴性风险增高,后续需扩大样本量进一步验证。

本研究存在一定局限性。首先,本研究为单中心、回顾性研究,样本量有限,多因素分析结果可能存在一定假阳性风险。其次,未能纳入手术时间、护理质量、家属依从性等潜在混杂因素。最后,未对高危患儿(尿道缺损 ≥ 5.0 cm)进行干预效果的随访验证或前瞻性研究。未来需开展多中心、前瞻性研究,扩大样本量,纳入更多潜在影响因素,并进行并发症分层分析及干预效果评价,为临床提供更高级别的循证依据。

综上所述,尿道缺损长度是性发育异常患儿男性性别重建尿道成形术后并发症的独立危险因素。尿道缺损长度每增加 1 cm,术后并发症风险升高 86.5%。尿道缺损长度对术后并发症具有中等预测价值,最佳预测截断值为 4.90 cm。临床应将尿道缺损长度作为核心术前评估指标,对尿道缺损长度 ≥ 5.0 cm 的高危患儿,应加强术前激素治疗、合理选择手术方式、术中操作精细化并强化术后随访,以降低并发症发生率,提高性别重建的治疗效果,改善患儿远期预后。

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突

作者贡献声明 胡建军、陈毅夫、聂有能负责文献检索,胡建军、陈毅夫、何天衢负责论文设计,聂有能、何天衢负责数据收集,胡建军、何天衢负责研究结果分析与讨论,胡建军、聂有能负责论文撰写;赵天望、何军负责全文知识性内容的审读与修正

参 考 文 献

- [1] Nordenström A, Mangone A, Mantovani G. Hormone replacement

- in disorders of sex development, and long-term effects [J]. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab*, 2025, 39 (4): 102022. DOI: 10.1016/j.beem.2025.102022.
- [2] 中华医学会小儿外科学分会泌尿外科学组. 性别发育异常中国专家诊疗共识 [J]. *中华小儿外科杂志*, 2019, 40 (4): 289-297. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-3006.2019.04.001.
- Group of Urological Surgery, Branch of Pediatric Surgery, Chinese Medical Association. Chinese expert consensus on disorders of sexual development [J]. *Chin J Pediatr Surg*, 2019, 40 (4): 289-297. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-3006.2019.04.001.
- [3] 彭柳成, 陈毅夫, 童方运, 等. 45, X/46, XY 嵌合体患儿的临床特征及外科治疗分析 [J]. *临床小儿外科杂志*, 2024, 23 (11): 1042-1048. DOI: 10.3760/cma.j.cn101785-202407003-008.
- Peng LC, Chen YF, Tong FY, et al. Clinical characteristics and surgical treatment analysis of children with 45, X/46, XY mosaicism [J]. *J Clin Ped Sur*, 2024, 23 (11): 1042-1048. DOI: 10.3760/cma.j.cn101785-202407003-008.
- [4] 中华预防医学会生育力保护分会生殖内分泌生育保护学组. 性发育异常分类与诊断流程专家共识 [J]. *生殖医学杂志*, 2022, 31 (7): 871-875. DOI: 10.3969/j.issn.1004-3845.2022.07.002.
- Reproductive Endocrinology & Fertility Preservation Section of Chinese Society on Fertility Preservation under Chinese Preventive Medicine Association. Consensus on classification and clinical diagnostic flowchart of disorders of sex development [J]. *J Reprod Med*, 2022, 31 (7): 871-875. DOI: 10.3969/j.issn.1004-3845.2022.07.002.
- [5] 中华医学会小儿外科学分会泌尿学组. 中国儿童尿道下裂术后评估及随访专家共识 (2023) [J]. *中华小儿外科杂志*, 2025, 46 (2): 97-105. DOI: 10.3760/cma.j.cn421158-20231110-00475.
- Group of Urology, Branch of Pediatric Surgery, Chinese Medical Association. Expert consensus on postoperative evaluation and follow-up in children with hypospadias in China [J]. *Chin J Pediatr Surg*, 2025, 46 (2): 97-105. DOI: 10.3760/cma.j.cn421158-20231110-00475.
- [6] Wood D, Wilcox D. Hypospadias: lessons learned. An overview of incidence, epidemiology, surgery, research, complications, and outcomes [J]. *Int J Impot Res*, 2023, 35 (1): 61-66. DOI: 10.1038/s41443-022-00563-7.
- [7] 中华医学会小儿外科学分会泌尿学组. 尿道下裂专家共识 [J]. *中华小儿外科杂志*, 2018, 39 (12): 883-888. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-3006.2018.12.002.
- Subspecialty Group of Urology, Branch of Pediatric Surgery, Chinese Medical Association. Chinese society of pediatric surgery, Chinese medical association. expert consensus on hypospadias [J]. *Chin J Pediatr Surg*, 2018, 39 (12): 883-888. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-3006.2018.12.002.
- [8] Hidouri S, Kalaitzoglou E, Romero CJ. Editorial: disorders of sex development in children: advancing multidisciplinary approaches for complex diagnosis and management [J]. *Front Pediatr*, 2025, 13: 1646197. DOI: 10.3389/fped.2025.1646197.
- [9] Vicentin JP, de Souza El Beck M, Germano CW, et al. Trends in time regarding sex assignment of patients with disorders of sex development: experience of an interdisciplinary service [J]. *Sex Dev*, 2022, 16 (4): 236-241. DOI: 10.1159/000520704.
- [10] 潘永东, 方晓亮, 徐国锋. 尿道下裂再手术后并发症的危险因素分析 [J]. *临床小儿外科杂志*, 2025, 24 (3): 250-254. DOI: 10.3760/cma.j.cn101785-202207006-009.
- Pan YD, Fang XL, Xu GF. Analysis of risk factors for complications following reoperation for hypospadias [J]. *J Clin Ped Sur*, 2025, 24 (3): 250-254. DOI: 10.3760/cma.j.cn101785-202207006-009.
- [11] van de Grift TC, Rapp M, Holmdahl G, et al. Masculinizing surgery in disorders/differences of sex development: clinician-and participant-evaluated appearance and function [J]. *BJU Int*, 2022, 129 (3): 394-405. DOI: 10.1111/bju.15369.
- [12] 王登辉, 崔梦杰, 韩晓江, 等. 性别发育异常合并近端尿道下裂尿道成形术后并发症的危险因素分析 [J]. *临床小儿外科杂志*, 2023, 22 (9): 849-854. DOI: 10.3760/cma.j.cn101785-202211056-010.
- Wang DH, Cui MJ, Han XJ, et al. Risk factors of complications after urethroplasty in children with gender dysplasia and proximal hypospadias [J]. *J Clin Ped Sur*, 2023, 22 (9): 849-854. DOI: 10.3760/cma.j.cn101785-202211056-010.
- [13] Ahmed SA, Zaidi SZ. Paediatric penile perception score (PPPS) in hypospadias repair [J]. *J Pak Med Assoc*, 2022, 72 (8): 1632-1634. DOI: 10.47391/JPM.4103.
- [14] Yu J, Sun N, Song HC, et al. Analysis in the influence factors of urethroplasty in DSD [J]. *BMC Urol*, 2022, 22 (1): 124. DOI: 10.1186/s12894-022-01080-x.
- [15] Manzoor A, Talat N, Adnan HM, et al. Post-hypospadias repair penile score in follow-up patients of urethroplasty [J]. *Cureus*, 2022, 14 (4): e23816. DOI: 10.7759/cureus.23816.
- [16] Yamazaki Y, Nishi M, Shimokihara K, et al. The modified Belt-Fuqua procedure using an asymmetric "furisode" sleeve for proximal hypospadias with severe curvature [J]. *J Pediatr Urol*, 2022, 18 (3): 365. e1-365. e8. DOI: 10.1016/j.jpuirol.2022.03.013.
- [17] Atan A, Polat F, Turkyilmaz Z, et al. Reducing fistula rate in hypospadias repair [J]. *J Pediatr Urol*, 2025, 21 (1): 239-240. DOI: 10.1016/j.jpuirol.2024.09.036.
- [18] Sennert M, Wirmer J, Hadidi AT. Preoperative glans & penile dimensions in different hypospadias grades [J]. *J Pediatr Urol*, 2022, 18 (1): 47-53. DOI: 10.1016/j.jpuirol.2021.09.020.
- [19] Faraj S, Bouty A, Demede D, et al. Hypospadias preputial flap onlay technique-step by step [J]. *J Pediatr Urol*, 2023, 19 (3): 347-348. DOI: 10.1016/j.jpuirol.2023.02.013.

(收稿日期: 2026-03-28)

本文引用格式: 胡建军, 赵天望, 陈毅夫, 等. 性发育异常患儿男性性别重建尿道成形术后并发症的危险因素分析 [J]. *临床小儿外科杂志*, 2026, 25 (6): 534-540. DOI: 10.3760/cma.j.cn101785-20260328-00141.

Citing this article as: Hu JJ, Zhao YW, Chen YF, et al. Analysis of risk factors for postoperative complications of urethroplasty in children with disorders of sex development after male gender reassignment [J]. *J Clin Ped Sur*, 2026, 25 (6): 534-540. DOI: 10.3760/cma.j.cn101785-20260328-00141.