



手术治疗肺动脉吊带合并气管狭窄 15 例的疗效分析

周文武¹ 伍 明¹ 张志功¹ 陈 飞¹ 周亚夫¹ 陈仁伟² 刘平波²

【摘要】 目的 探讨先天性肺动脉吊带合并气管狭窄的手术治疗经验及体会。 **方法** 2010 年 7 月至 2016 年 10 月, 共计手术治疗儿童先天性肺动脉吊带 15 例, 回顾性分析其手术治疗方法及预后。 **结果** 患儿手术时平均年龄 1 岁 3 个月, 均体外循环下行异位左肺动脉移植术, 气管术中狭窄程度做不同处理: 未处理 6 例、滑动成形 5 例、狭窄段切除端端吻合 2 例、气管纵行切开及心包补片增宽 2 例; 手术死亡 2 例, 死亡率为 13.3%; 其中滑动成形死亡 1 例、气管心包补片增宽死亡 1 例。 **结论** 婴幼儿先天性肺动脉吊带极易合并气管狭窄, 气管狭窄手术修复较为困难, 部分患儿单纯左肺动脉移植可带来满意疗效, 重度长段气管狭窄需行气管滑动成形手术。

【关键词】 肺动脉吊带; 气管狭窄; 外科手术

Surgical treatment of pulmonary artery sling with tracheal stenosis in children: a report of 15 cases.

Zhou Wenwu¹, Wu Ming¹, Zhang Zhigong¹, Cheng Fei¹, Zhou Yafu¹, Chen Renwei², Liu Pingbo². 1. Department of Cardiothoracic Surgery, Hunan Provincial People's Hospital, Changsha 410005, China; 2. Department of Cardiothoracic Surgery, Hunan Children's Hospital, Changsha 410007, China. Corresponding author: Zhang Zhigong, Email: long_bow@163.com

【Abstract】 Objective To summarize the clinical experiences of surgical management of pulmonary artery sling (PAS) with tracheal stenosis in children. **Methods** From July 2010 to October 2016, 16 PAS children with tracheal stenosis underwent corrective operations. And clinical data of operative techniques and surgical outcomes were reviewed retrospectively. **Results** The mean operative age was 15 months. All children underwent left pulmonary re-implantation with cardiopulmonary bypass and 6 had no further tracheoplasty. And 3 different techniques of tracheoplasty were used, including slide tracheoplasty ($n=5$), tracheal resection & end-to-end anastomose ($n=2$) and autologous pericardium patch enlargement ($n=2$). The operative mortality was 13.3% (2/15). One dies after autologous pericardium patch enlargement and another due to slide tracheoplasty. **Conclusion** Surgical management is challenging for PAS with tracheal stenosis. The surgical outcomes for left pulmonary re-implantation alone are acceptable in children with mild or moderate tracheal stenosis. However, slide tracheoplasty is required for some cases with severe long-segment tracheal stenosis.

【Key words】 Pulmonary Artery Sling; Tracheal Stenosis; Surgical Procedures, Operative

肺动脉吊带 (pulmonary artery sling, PAS) 是一种罕见的先天性心血管畸形^[1]。其左肺动脉起源于右肺动脉起始部之后壁, 并向后方绕行包绕气管远端和支气管近端走向左肺门; 异常走形的左肺动脉、肺动脉主干、右肺动脉等血管结构形成一个发夹样血管环, 可造成气管远端受压; PAS 常合并气管支气管软骨发育异常, 半数以上的患儿气管软骨呈

全环样改变 (complete tracheal rings, CTR)^[2]; 其气管由于外部的压迫及自身的发育畸形, 临床上常表现为严重的咳喘及呼吸困难, 自然预后不佳。手术是唯一的治療手段, 手术中除矫正左肺动脉的走形外, 气管狭窄的处理也是术后生存的关键。

材料与方法

一、研究对象

2010 年 7 月至 2016 年 12 月间我们收治 PAS 患儿 15 例, 其中男 7 例、女 8 例, 年龄 2 个月至 6

岁、平均年龄(13 ± 3.4)个月;体重 $2.7 \sim 17$ kg、平均体重(7.0 ± 4.2) kg。临床表现为出生后不同程度呼吸困难、气喘,伴有肺部感染反复发作,其中术前呼吸机辅助呼吸者 1 例。所有患者均经超声心动图检查、心脏 CTA 成像及支气管纤维镜检查确诊。本组均合并不同程度的气管狭窄:结合文献,轻度狭窄定义为镜下可确定气管膜部存在、或婴儿气管狭窄最窄处直径 $4 \sim 6$ mm 以上,且呼吸困难的症状无或较轻;中度为镜下显示 CTR,且呼吸困难较为明显;重度为镜下 CTR,管径狭小、内径在 3 mm 以下,呼吸困难严重,甚至呼吸衰竭^[3];长段气管狭窄(long segment tracheal stenosis, LSTS))定义为狭窄长度超过气管长度的 50%,或新生儿狭窄长度 > 1 cm、婴幼儿气管狭窄绝对长度 > 2.0 cm^[4]。本组均合并 CTR,轻度 5 例,中重度 10 例,7 例为 LSTS;合并其他心脏畸形 7 例,均为简单心脏畸形包括 6 例房间隔缺损,1 例室间隔缺损。

二、手术方法

所有手术均于体外循环下经胸骨正中切口完成^[5]。开胸后切除胸腺,纵行切开心包后心脏上方游离,升主动脉、主动脉弓及三支血管(本组无主动脉弓分支畸形者),无名静脉、上腔静脉,及右肺动脉充分游离;切断动脉导管(韧带),升主动脉套宽带并稍向左侧翻转牵拉,即可于升主动脉与上腔静脉之间触及下部气管,并暴露左肺动脉起源;向下方牵拉无名静脉、向两侧分别牵拉双侧颈总动脉,即可显示上部气管前筋膜并触及其后方的气管。完成上述游离探查后常规肝素化、建立体外循环并转流,先完成左肺动脉移植术:左肺动脉于起始部自右肺动脉处切下,右肺动脉壁残余切口予以 5-0 Prolene 直接缝合,左肺动脉自气管后方向左侧拉出,并继续游离至左侧肺门,以 6-0 Prolene 线连续缝合行左肺动脉-主肺动脉的端侧无张力吻合;在行该吻合的同时(必要时可拔除气管插管)行术中支气管纤维镜检查,评估左肺动脉移植后气管狭窄有无缓解,并据不同情况行不同气管成形术。

①局限性气管狭窄切除、端端吻合术:最狭窄处横断气管并上下游离残端 $1 \sim 2$ cm,气管切端上、下各切除 $1 \sim 2$ 个气管软骨环,取 6-0 微桥线全层间断缝合做气管端端吻合,间断外翻缝合 $6 \sim 8$ 针即可,吻合毕以温盐水浸泡,麻醉正压通气试水检测有无漏气,再次行支气管纤维镜检查,并调整气管插管位置在吻合口上方 2 cm 左右;②长段气管前壁纵行切开、心包补片增宽术^[5]:狭窄段气管前壁正中纵

行切开,上下两端切至无环状气管软骨处,取自体心包片修剪成相应的长条形,取 6-0 微桥线间断缝合纵向增宽气管内径至正常内径 1.5 倍左右,缝合毕同法试水检测有无漏气,自体心包片间断缝合两到三针悬吊于其前方的升主动脉后壁;③长段气管狭窄滑动成形术:向上延长胸骨正中切口至颈根部,于无名静脉上方、左右颈总动脉之间进一步游离气管中上部,自狭窄最明显处分别向上、下游离气管直至超越所有 CTR 并达到“正常”气管段(能触及其后部的气管膜部),必要时可向下越过隆突游离至主支气管,充分游离后于气管最狭窄处横断,向前上方翻起上段气管,并于上段气管后方正中纵行切开(CTR)直至正常气管膜部,下段气管前壁正中纵行切开(与上段气管的后正中切口等长,必要时可延伸至主支气管),上、下两段气管重叠靠拢,上段气管在前,下段气管在后,取 6-0 微桥线间断缝合,首针带垫自上段气管后正中切口的顶部(超越 2 mm)起针,与下段气管顶端做水平褥式外翻缝合,首针左右两侧同法各缝一针后,可取余线以连续缝合法、分别缝合气管纵切口,下段气管纵切口底部与上段气管底部亦同法间断缝合三针加固,缝合毕温盐水同法试水检查有无漏气。长段气管狭窄者经心包片补片增宽或滑动成形后,均再次支气管纤维镜评估吻合口内镜、并调整气管插管位置以保持气管插管气囊位于正常未吻合的气管段。

房间隔缺损、室间隔缺损同期修补,一般于气管吻合完成后术中二次评估气管内径是否完成缺损修补。

三、术后管理及随访

患儿返回 ICU 后,循环血流动力学管理同一般体外循环者。

呼吸机采用压力控制、呼气末正压通气模式,充分镇静,24 h 后行床旁支气管纤维镜检查,彻底清除气管内分泌物,评估气管内膜水肿、有无管壁塌陷后逐步脱机;气管心包补片增宽者延长呼吸机通气时间。

存活患儿出院前予以支气管纤维镜检查评估气管狭窄程度及吻合口瘢痕增生情况,并视吻合口瘢痕肉芽情况予以不同频次的镜下冷冻处理或气囊扩张;末次镜下处理后 1 个月、6 个月复查两次支气管纤维镜,无明显气管狭窄及瘢痕者终止支气管纤维镜复查,以后每年复查 CT。

结 果

7 例左肺动脉移植术后未做气管狭窄修复手术,其中 5 例气道压显著下降,外径 3.2 mm 的支气管纤维镜可进入支气管腔;1 例气管向左扭曲、右主支气管与气管几乎成直角,行隆突及左右支气管游离后,气管下行方向及右主支气管与气管夹角恢复正常,术中气道压明显下降,支气管纤维镜评估气管最小内径大于 3.5 mm;上述 6 例于术后 24 h 支气管纤维镜再次评估后顺利脱机,随访 6 个月以上无气促等症状,CT 显示气管内径均有一定程度的增长;另 1 例未做气管成形者(为本组体重年龄最低者,2 个月、2.7 Kg)为 LSTS、占气管长度 75% 以上并双侧支气管受累,左肺动脉移植及心内畸形矫治后,外径 2.8 mm 的支气管纤维镜难以到达隆突,但气道压有所下降,返回 ICU 后气道压上升,CO₂ 潴留,术后 30 h 再次手术行狭窄气管纵行切开、自体心包片补片增宽术,但气管隆突部位仍有狭窄,外径 2.8 mm 的支气管纤维镜可达隆突、难以进入左右主支气管,本例术后无法脱机,10 d 后死于严重肺部感染、呼吸衰竭。

8 例左肺动脉移植术后同期予以气管成形手术。狭窄气管切除、端端吻合 2 例,吻合后气管直径 4 mm 以上,术后 3~5 d 脱机,1 周后复查支气管纤维镜见吻合口有一定的肉芽瘢痕环形增生,其中 1 例冷冻清除一次后缓解,冷冻术后 1 个月复查显示吻合口轻度狭窄,最窄处内径 4 mm,未行镜下扩张术,亦无呼吸困难,6 个月后曾接受电话随访、后失访;另 1 例反复多次冷冻处理辅以球囊扩张后有缓解,最后一次镜下治疗(术后 4 个月)后半年(患儿 3 岁 7 个月)复查显示气管吻合口处仍有轻度狭窄、约 5.0 mm,吻合口瘢痕组织固定,随访至今患儿生长发育及活动耐量可。气管纵行切开自体心包片增宽者 1 例,术后 14 d 脱机,脱机前 2 次支气管纤维镜检查,首次为术后 48 h,显示有自体心包片的反常活动,第二次为术后 11 d,显示心包补片缝线附近有大量肉芽组织增生形成,予以镜下冷冻处理后好转,心包反常活动消失,该例脱机后 5 d 再次出现气促等症状,复查支气管纤维镜后见原肉芽组织增生部位再次有肉芽形成,再次冷冻切除处理后好转,此后 6 个月内多次复查支气管纤维镜,虽有一定程度的吻合口瘢痕增生,但管腔无狭窄,心包片固定,不随呼吸运动而摆动。气管滑动成型者 5 例,为本

组近期所开展手术,死亡 1 例,术后 24 h 支气管纤维镜检查显示气管管腔内无明显狭窄,术后血气满意,第 3 天突发心跳呼吸骤停,复苏后超声检查显示左肺动脉扭曲、开口狭窄,复苏后血流动力难以维持,数小时后死亡,无尸体解剖资料;其余 4 例均于术后 3 d 内支气管显微镜检查评估后脱机,术后 2 周出现不同程度的气促,复查支气管显微镜显示气管腔横切面形态呈前后方向的椭圆形,位于气管内壁两侧的吻合口有不同程度的瘢痕肉芽、导致管腔横径狭小,经多次冷冻处理辅以球囊扩张后气管腔恢复圆形结构,1 个月后复查气管内壁有数处瘢痕增生,最后一次镜下治疗后 6 个月复查显示气管无明显狭窄,腔内基本光滑平整,暂无术后 1 年以上随访结果。

讨 论

PAS 为罕见心血管畸形,一般认为其自然预后较为凶险^[6,7]。但目前暂无大样本的临床研究揭示 PAS 的自然预后;本文所报道的病例,术前左肺动脉血流动力学基本正常、均合并有不同程度的气管狭窄,这一临床特点与大多数 PAS 外科处理的临床报道相似,因此可以认为 PAS 所合并的气管狭窄是影响其自然预后的关键因素,也是影响其手术预后的关键因素。我国台湾学者^[8]使用便携式超声筛查了 186 213 例 7~14 岁的学龄儿童,发现了 11 例 PAS,由此计算的发病率为 5.9/100 000,这个发病率可能低估了新生儿、婴幼儿的 PAS 发病情况,但又提示有部分未在婴幼儿期处理的 PAS 患儿可存活至学龄期,甚至成人期。

本组采用胸骨正中切口体外循环下手术,先完成左肺动脉移植后再考虑是否行进一步气管成形手术^[5]。结合术前呼吸困难的表现,CT、支气管纤维镜等检查结果,术前一般可对是否行下一步气管成形作出初步判断。术中首先游离气管下段并显露右肺动脉及其后方的左肺动脉起始部,再肝素化,转流后再行左肺动脉-肺动脉主干吻合;行该吻合时需注意在肺动脉主干的中下部作吻合,避免吻合口的扭曲成角。本组 1 例气管滑动成型的患儿术后第 3 天突发心跳骤停死亡,回顾分析手术视频时发现左肺动脉-肺动脉主干吻合口位置过高,左肺动脉显得冗长,体外循环停机、心脏充血后左肺动脉于吻合口处出现折叠成角,这可能是导致患者死亡的原因。外科医师在进行血管吻合时,往往注意

无张力吻合,于是在游离左肺动脉时会尽可能游离至肺门水平、甚至左肺动脉分叉处更远的水平;本研究的经验是 PAS 患儿的左肺动脉自气管后方拖出来后、心包腔内略向左游离即可,其长度足够无张力吻合,而将吻合口置于肺动脉主干中下部(即动脉韧带或动脉导管起始部近心端少许)是预防术后左肺动脉扭曲成角的技术要点。

左肺动脉移植后,其对气管的卡压已解除,气管受左肺动脉牵拉而向左移位也可得到纠正,故气管内径可能得到弹性扩张,气道压也可能明显下降。此时需再次评估是否做进一步的气管成形手术。除术前的预判外,本组还依据左肺动脉移植前后气道压的变化来综合判断是否进一步行气管成形手术。本组有 6 例在左肺动脉移植后,气管以垂直方向向下走形、双侧支气管夹角正常、2.8 mm 外径的支纤镜能顺利进入,气道峰压及平均压明显下降,故未作进一步的气管干预处理,且预后满意。这一结果提示 PAS 合并气管狭窄(甚至 LSTS)的患儿并不一定要求气管的特殊处理,部分患儿单独左肺动脉移植术也有望获得满意的中远期疗效,韩国学者也发表过类似的观点^[9]。还有小样本的研究显示重度气管狭窄,甚至合并多发 CTR 改变的患儿,其气管内径可望在数年内增长,且其增长速度快于正常儿童,这一研究结果也支持上述观点^[10]。

新生儿、婴幼儿气管手术难度较大,预后报道不一。正常新生儿气管内径约 4 mm,2 岁以内儿童气管前后径约 5 mm,横径约 6 mm^[11],而出现呼吸困难的 PAS 患儿其气管内径往往缩窄至正常水平的 50% 以上,故在细小的气管上操作极为困难;同时气管的切割缝合术后,局部不可避免地有不同程度的肉芽瘢痕形成,导致术后再狭窄,这就要求术后须有支气管纤维镜镜下冷冻治疗和(或)扩张处理,而且往往是多次镜下处理。上述手术操作困难、术后瘢痕增生再狭窄、以及术后狭窄的气管有望自行生长等多方面的因素造成了外科医师对气管成形手术的争议与慎重态度。但更多的学者认为有呼吸困难,甚至呼吸衰竭、反复肺部感染的 PAS 合并 LSTS 的患儿,还是应在心胸外科、内儿科等多学科的配合下积极手术,并且随着外科技术的进步及治疗团队经验的提升,气管狭窄、尤其是 LSTS 的手术预后会有显著提高^[4, 12]。

在气管成形方面,本组先后使用狭窄端切除-端端吻合(2 例)、狭窄段纵行切开自体心包补片增宽(2 例)及气管滑动成形(5 例)等 3 种技术手段。

从有限的手术例数总结,本组认为狭窄段切除-端端吻合技术相对简单,但适用范围较小,如切除长度超过 5~6 枚气管软骨环、而又未做广泛气管游离就可能导致局部吻合口张力高。纵行切开加自体心包片补片增宽,术后心包片反常活动难以避免,有报道自体心包片加用肋软骨可缓解反常活动,但本研究没有相关经验^[3];本组 2 例自体心包片增宽,其中 1 例为再次手术者采用,患儿死亡,考虑原因为该例 LSTS 范围广泛,狭窄畸形矫治不彻底;本研究采用自体心包片悬吊于升主动脉后壁的主动脉外膜上,仅 1 例存活,其中远期疗效尚未证实。

气管滑动成形近年来应用日益增多,一般认为其疗效优于其他手术方式,滑动成型的基本原理是将 LSTS 于中点部位横断后,分别于狭窄段气管前、后壁纵行切开,再上、下两段相向滑动靠拢并吻合^[13]。理论上,滑动成型后气管周长及内径均可增加一倍,但该技术手术操作复杂、难度较大,手术时间长。我们的体会主要有以下几点:①气管充分游离是滑动成型的关键,手术体位为伸颈仰卧位,消毒范围达下颌部,消毒铺巾需考虑到麻醉组及内镜组成员的插管方便,胸部正中切口需向上达到甲状腺水平,向上游离气管也需达到甲状腺水平,必要时可将甲状腺峡部切断以增加气管活动度,向下游离气管需达隆突水平,甚至支气管游离至肺门水平,必要时可考虑心脏停跳排空后再做相应游离,游离气管时注意侧方气管筋膜组织适当保留,注意保护左侧喉返神经,该神经一般清晰可见,婴幼儿气管全程充分游离后,再辅以适当的屈颈体位,可基本无张力完成最大限度的滑动成型;②参照文献,LSTS 中部横断,上段气管后壁纵行切开、下段气管前壁纵行切开,切开后术者双手持镊子将切断的气管软骨外翻整形,可使切开的气管腔呈 C 型,便于滑动吻合及吻合后气管腔形态调整^[13];③选用可吸收 6-0 微桥线间断缝合,外翻缝合可最大限度减少术后吻合口瘢痕肉芽增生,吻合后注意保持气管垂直下行,以便于术后支气管纤维镜检查及镜下治疗。

参考文献

- 1 Fiore AC, Brown JW, Weber TR, et al. Surgical treatment of pulmonary artery sling and tracheal stenosis[J]. Ann Thorac Surg, 2005, 79(1): 38-46. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2004.06.005.

- 2 Berdon WE, Baker DH, Wung JT, et al. Complete cartilage-ringing tracheal stenosis associated with anomalous left pulmonary artery: the ring-sling complex [J]. Radiology, 1984, 152 (1): 57–64. DOI: 10.1148/radiology.152.1.6729137.
- 3 Antón-Pacheco JL, Cano I, Comas J, et al. Management of congenital tracheal stenosis in infancy [J]. Eur J Cardiothorac Surg, 2006, 29 (6): 991–996. DOI: 10.1016/j.ejcts.2005.12.061.
- 4 Butler CR, Speggorin S, Rijnberg FM, et al. Outcomes of slide tracheoplasty in 101 children: a 17-year single-center experience [J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2014, 147 (6): 1783–1789. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2014.02.069.
- 5 周文武, 张志功, 伍明, 等. 先天性肺动脉吊带合并气管狭窄的手术治疗 (11 例报告) [J]. 中国医师杂志, 2014, 16 (8): 1027–1029. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1008-1372.2014.08.007.
Zhou WW, Zhang ZG, Wu M, et al. Surgical treatment of congenital pulmonary artery sling with tracheal stenosis: a report of 11 cases. Journal of Chinese Physician, 2014, 16 (8): 1027–1029. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1008-1372.2014.08.007.
- 6 安育林, 付松, 杨学勇, 等. 先天性肺动脉吊带合并气管狭窄的一期纠治 [J]. 中国医药导报, 2011, 8 (20): 247–248. DOI: 10.3969/j.issn.1673-7210.2011.20.123.
An YL, Fu S, Yang XY, et al. One stage surgical repair of congenital pulmonary artery sling with tracheal stenosis [J]. China Medical Herald, 2011, 8 (20): 247–248. DOI: 10.3969/j.issn.1673-7210.2011.20.123.
- 7 Backer CL, Russell HM, Kaushal S, et al. Pulmonary artery sling: Current results with cardiopulmonary bypass [J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2012, 143 (1): 144–151. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2011.09.038.
- 8 Yu JM, Liao CP, Ge S, et al. The prevalence and clinical impact of pulmonary artery sling on school-aged children: a large-scale screening study [J]. Pediatr Pulmonol, 2008, 43 (7): 656–661. DOI: 10.1002/ppul.20823.
- 9 Kwak JG, Kim WH, Min J, et al. Is tracheoplasty necessary for all patients with pulmonary artery sling and tracheal stenosis? [J]. Pediatr Cardiol, 2013, 34 (3): 498–503. DOI: 10.1007/s00246-012-0481-7.
- 10 Cheng W, Manson DE, Forte V, et al. The role of conservative management in congenital tracheal stenosis: an evidence-based long-term follow-up study [J]. J Pediatr Surg, 2006, 41 (7): 1203–1207. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2006.03.046.
- 11 Griscom NT, Wohl MEB. Dimensions of the growing trachea related to age and gender [J]. AJR Am J Roentgenol, 1986, 146 (2): 233–237. DOI: 10.2214/ajr.146.2.233.
- 12 Yong MS, d'Udekem Y, Brizard CP, et al. Surgical management of pulmonary artery sling in children [J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2013, 145 (4): 1033–1039. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2012.05.017.
- 13 Elliott M, Hartley BE, Wallis C, et al. Slide tracheoplasty [J]. Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg, 2008, 16 (1): 75–82. DOI: 10.1097/MOO.0b013e3282f45ab7.

(收稿日期: 2017-03-27)

本文引用格式: 周文武, 伍明, 张志功, 等. 手术治疗肺动脉吊带合并气管狭窄 15 例的疗效分析 [J]. 临床小儿外科杂志, 2017, 16 (6): 583–587. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6353.2017.06.013.

Citing this article as: Zhou WW, Wu M, Zhang ZG, et al. Surgical treatment of pulmonary artery sling with tracheal stenosis in children: a report of 15 cases [J]. J Clin Ped Sur, 2017, 16 (6): 583–587. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6353.2017.06.013.

(上接第 582 页)

- Fine time course expression analysis identifies cascades of activation and repression and maps a putative rRegulator of mammalian sex determination [J]. PLoS Genet, 2013, 9 (7): e1003630. DOI: 10.1371/journal.pgen.1003630.
- 13 Hersmus R, Stoop H, Turbitt E, et al. SRY mutation analysis by next generation (deep) sequencing in a cohort of chromosomal Disorders of Sex Development (DSD) patients with a mosaic karyotype [J]. BMC Med Genet, 2012, 13: 108. DOI: 10.1186/1471-2350-13-108.
- 14 Brian K, Jordan, Mansoor Mohammed, et al. Up-regulation of WNT-4 signaling and dosage-sensitive sex reversal in humans [J]. Am J Hum Genet, 2001, 68 (5): 1102–1109.

DOI: 10.1086/320125.

(收稿日期: 2017-01-22)

本文引用格式: 祖建成, 雍江, 胡建军, 等. 尿道下裂患儿染色体及核型分析 [J]. 临床小儿外科杂志, 2017, 16 (6): 580–582. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6353.2017.06.012.

Citing this article as: Zu JC, Yong J, Hu JJ, et al. Chromosomal and karyotypic testing of hypospadias [J]. J Clin Ped Sur, 2017, 16 (6): 580–582. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6353.2017.06.012.