

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2024.22.004
文章编号: 1005-8982 (2024) 22-0019-07

关节疾病专题·论著

先天性马蹄足术后复发的影响因素 及预测模型的建立*

陆士蛟¹, 王彭¹, 杜智军²

(1. 嘉兴市妇幼保健院 小儿外科, 浙江 嘉兴 214003; 2. 南通市妇幼保健院
小儿外科, 江苏 南通 226000)

摘要: 目的 基于列线图模型分析先天性马蹄足术后复发的影响因素。**方法** 回顾性分析2019年12月—2021年12月嘉兴市妇幼保健院和南通市妇幼保健院收治的153例先天性马蹄足患儿的临床资料, 所有患儿接受矫治手术, 根据术后2年内是否复发, 将患儿分为复发组(59例)和未复发组(94例)。收集两组患儿性别、年龄、患侧、家族疾病史、术前Dimeglio分型、术前是否石膏矫形、是否行跟腱切断、术后支具依从性等基本资料, 术前通过Pirani评分评估患儿病情, 并利用X射线测量其横位距跟角角度、侧位胫骨跟骨角度。通过多因素一般Logistic回归模型筛选先天性马蹄足患儿术后复发的影响因素, 构建列线图预测模型, 并评价模型的拟合效果。**结果** 复发组术前Pirani评分、Dimeglio IV型、有家族疾病史、术前未进行石膏矫正、术后支具使用依从性差的占比均高于未复发组($P < 0.05$), 而横位距跟角角度、侧位胫骨跟骨角度均小于未复发组($P < 0.05$)。多因素一般Logistic回归分析结果显示, 有家族疾病史[$\hat{OR}=8.997(95\% \text{ CI}: 1.961, 41.270)$]、Dimeglio IV型[$\hat{OR}=4.835(95\% \text{ CI}: 1.462, 15.986)$]、术前Pirani评分高[$\hat{OR}=153.681(95\% \text{ CI}: 7.907, 2\ 987.012)$]、术后支具依从性较差[$\hat{OR}=5.418(95\% \text{ CI}: 1.628, 18.029)$]为影响患儿术后复发的危险因素($P < 0.05$); 术前行石膏矫正[$\hat{OR}=0.347(95\% \text{ CI}: 0.133, 0.907)$]、侧位胫骨跟骨角度大[$\hat{OR}=0.061(95\% \text{ CI}: 0.010, 0.375)$]、横位距跟角角度大[$\hat{OR}=0.255(95\% \text{ CI}: 0.089, 0.732)$]是影响患儿术后复发的保护因素($P < 0.05$)。校准曲线的平均绝对误差为0.027, 表明模型的预测准确度高, 趋近于理想曲线。**结论** 家族遗传史、术前矫治情况、病情严重程度、治疗依从性均是影响先天性马蹄足患儿术后复发的重要因素。

关键词: 先天性马蹄足; 术后复发; 多因素分析; 列线图模型

中图分类号: R726.8

文献标识码: A

The factors influencing postoperative recurrence in congenital clubfoot and construction of a prediction model*

Lu Shi-jiao¹, Wang Peng¹, Du Zhi-jun²

(1. Department of Pediatric Surgery, Jiaying Maternal and Child Health Hospital, Jiaying, Zhejiang 214003, China; 2. Department of Pediatric Surgery, Nantong Maternal and Child Health Hospital, Nantong, Jiangsu 226000, China)

Abstract: Objective To analyze the factors influencing the postoperative recurrence of congenital clubfoot using a nomogram model. **Methods** A retrospective analysis was conducted on clinical data of 153 children with congenital clubfoot treated at Jiaying Maternal and Child Health Hospital and Nantong Maternal and Child Health Hospital from December 2019 to December 2021. All children underwent corrective surgery and were divided into

收稿日期: 2024-04-16

* 基金项目: 浙江省医药卫生科技计划项目(No: 2024KY1693); 嘉兴市科技计划项目(No: 2022AD30082)

[通信作者] 王彭, E-mail: wpjxfby@126.com; Tel: 13813726553

a recurrence group (59 cases) and a non-recurrence group (94 cases) based on whether they experienced a recurrence within two years after surgery. Data including sex, age, affected side, family history of diseases, preoperative Dimeglio classification, preoperative orthosis using plaster casting, Achilles tendon lengthening, and postoperative bracing compliance were collected. Preoperative disease severity was assessed using the Pirani scoring system, and X-ray examinations were performed to measure the transverse talocalcaneal angle and the lateral tibio-calcaneal angle. Multivariable Logistic regression analysis was used to identify factors influencing postoperative recurrence in children with congenital clubfoot, and a nomogram prediction model was constructed and its fit was evaluated. **Results** The recurrence group had higher Pirani scores and higher proportions of patients with Dimeglio type IV clubfoot, family history of diseases, no preoperative orthosis using plaster casting, and poor postoperative bracing compliance compared to the non-recurrence group ($P < 0.05$). The transverse talocalcaneal and lateral tibio-calcaneal angles in the recurrence group were smaller than those in the non-recurrence group ($P < 0.05$). Multivariable Logistic regression analysis indicated that family history of diseases [$\hat{OR} = 8.997$ (95% CI: 1.961, 41.270)], Dimeglio type IV clubfoot [$\hat{OR} = 4.835$ (95% CI: 1.462, 15.986)], high preoperative Pirani scores [$\hat{OR} = 153.681$ (95% CI: 7.907, 2987.012)], and poor postoperative bracing compliance [$\hat{OR} = 5.418$ (95% CI: 1.628, 18.029)] were risk factors for postoperative recurrence ($P < 0.05$), and that preoperative orthosis using plaster casting [$\hat{OR} = 0.347$ (95% CI: 0.133, 0.907)], larger lateral tibio-calcaneal angle [$\hat{OR} = 0.061$ (95% CI: 0.010, 0.375)], and larger transverse talocalcaneal angle [$\hat{OR} = 0.255$ (95% CI: 0.089, 0.732)] were protective factors against postoperative recurrence ($P < 0.05$). The calibration curve's mean absolute error was 0.027, indicating high prediction accuracy and an ideal curve fit. **Conclusions** Family history, preoperative treatment, severity of the condition, and treatment compliance are significant factors influencing postoperative recurrence in children with congenital clubfoot.

Keywords: congenital clubfoot; postoperative recurrence; multivariable analysis; nomogram model

先天性马蹄足是一种常见的足部畸形,其特征为足跟内翻、足尖向下,严重者可影响行走和日常活动,对患者的生活质量造成显著影响^[1]。当前,通过手术矫正等手段,大多数马蹄足患者可以获得良好的矫形效果^[2]。然而,术后复发仍是临床面临的挑战,复发情况也与个体差密切相关^[3]。复发不仅会导致足部功能恶化,还可能需要进一步治疗或再次手术,给患者及其家庭带来极大负担。因此,准确评估复发风险,探索影响复发的因素,并建立相应的预测模型,对指导临床实践、优化治疗策略、提高患者预后,具有重要意义^[4]。

尽管已有研究探讨了多种可能的影响因素,包括矫形器佩戴不当或使用依从性差^[5-6]、缺乏适当的锻炼^[7]、儿童年龄等个体差异^[8],但关于这些因素的综合分析和预测模型的建立尚不充分。本研究通过回顾性分析嘉兴市妇幼保健院和南通市妇幼保健院收治的153例先天性马蹄足患儿的临床资料,应用列线图模型系统评估这些因素对术后复发的影响,旨在为临床提供更准确的复发风险评估工具,为患儿提供个性化的治疗和随访方案,以提高预后。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性分析2019年12月—2021年12月嘉兴市妇幼保健院和南通市妇幼保健院收治的153例先天性马蹄足患儿的临床资料,所有患儿接受矫治手术,根据术后2年内是否复发,将患儿分为复发组(59例)和未复发组(94例)。本研究经医院医学伦理委员会批准,伦理批号:2021(医伦)-87,患儿家属均签署知情同意书。

1.2 纳入与排除标准

1.2.1 纳入标准 ①符合先天性马蹄足诊断标准;②有手术指征;③临床资料完整;④单足患病,且Dimeglio III、IV型。

1.2.2 排除标准 ①凝血功能障碍;②神经原性、外伤等其他原因导致的足部畸形;③器官功能障碍;④合并免疫系统疾病。

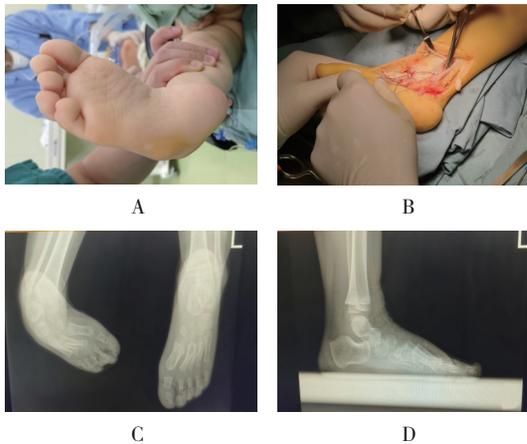
1.3 资料收集

通过医院病例系统收集两组患儿的一般资料,包括性别、年龄、患侧、家族疾病史、术前Dimeglio分型、术前是否石膏矫形、术中是否行跟腱切断等信息。术前通过Pirani评分评估患儿病情^[9],评分0~

6分,评分越高表示马蹄足畸形的严重程度越高。并利用X射线测量患儿侧位胫骨跟骨角和横位距跟角。

1.4 手术方法

所有患儿通过跟腱稍内侧的后侧切口进行Z形跟腱延长术,通过第一趾骨基底部内侧切口切断趾外展肌腱,以调整足部姿势,确保前足中轴线与胫骨中轴线的交角为90°,并将足外展调整至5~15°。使用从足跟沿胫骨方向插入的克氏针固定距下关节和踝关节,并应用长腿管形石膏进行固定。术后6~8周,拆除克氏针及外固定装置,使用上海优加医疗用品有限公司生产的Dennis-Browne支具全天固定3个月,之后穿戴矫形鞋,并在睡眠时继续使用支具2年,期间定期门诊随访以监测治疗效果和进展。见图1。



A:术前; B:术中; C:术前影像学检查; D:术后影像学检查。

图1 患儿术前、术中、术后情况

1.5 主观依从性评价

石膏拆除后,患儿须全天佩戴支具治疗,期间全天佩戴时间≥23h(仅在洗浴时可摘除1h),持续3个月。之后转为夜间佩戴模式,仅在夜间睡眠期间使用支具,持续时间每晚14~16h。若随访期间

未能遵守上述佩戴支具的规定,则视为对支具使用的依从性差。

1.6 复发评估标准

治疗后对所有患儿进行2年的定期随访,婴儿期以足部功能限制为主要判定依据,具体表现为足部无法正常外展、背屈受限,以及距趾关节出现内偏现象。幼儿期根据行走步态进行评估,正面观察出现前足内翻,从后方观察可见足跟内翻;坐位时进行的踝关节活动度检查显示背屈角度限制。任一表现均可视作复发。

1.7 统计学方法

数据分析采用SPSS 25.0和R 4.0统计软件。计量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,比较用t检验;计数资料以构成比或率(%)表示,比较用 χ^2 检验;影响因素的分析用多因素一般Logistic回归模型,构建列线图预测模型,使用Bootstrap重复采样1000次进行内部验证。 $P < 0.05$ 为差异有统计学上意义。

2 结果

2.1 先天性马蹄足术后复发的单因素分析

本研究纳入153例先天性马蹄足患儿,根据术后2年的随访结果,共59例复发。

复发组与未复发组的性别构成、患儿年龄、母亲年龄、患侧、行跟腱切断情况比较,经 χ^2/t 检验,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。复发组与未复发组术前Pirani评分、Dimeglio分型、家族疾病史、术前石膏矫正情况、横位距跟角角度、侧位胫骨跟骨角度、术后支具使用依从性比较,差异均有统计学意义($P < 0.05$);复发组术前Pirani评分、Dimeglio IV型、有家族疾病史、术前未进行石膏矫正、术后支具使用依从性差的占比均高于未复发组,而横位距跟角角度、侧位胫骨跟骨角度均小于未复发组。见表1。

表1 先天性马蹄足患儿术后复发的单因素分析

组别	n	男/女/例	患儿年龄/月, $\bar{x} \pm s$	母亲年龄/岁, $\bar{x} \pm s$	术前Pirani评分($\bar{x} \pm s$)	Dimeglio分型 例(%)		患侧 例(%)		家族疾病史 例(%)	
						III型	IV型	左	右	有	无
复发组	59	35/24	16.73 ± 2.30	27.45 ± 3.44	5.54 ± 0.62	21(35.59)	38(64.41)	30(50.85)	29(49.15)	36(61.02)	23(38.98)
未复发组	94	53/41	16.21 ± 2.14	27.63 ± 3.61	4.82 ± 0.47	58(61.70)	36(38.30)	42(44.68)	52(55.32)	37(39.36)	57(60.64)
χ^2/t 值		0.128	1.421	0.306	7.749	9.894		0.553		6.814	
P值		0.720	0.157	0.760	0.000	0.002		0.457		0.009	

续表 1

组别	术前石膏矫正 例(%)		横位距跟角角度/ (°, $\bar{x} \pm s$)	侧位胫骨跟骨角度/ (°, $\bar{x} \pm s$)	行跟腱切断 例(%)		支具依从性 例(%)	
	是	否			是	否	较好	较差
复发组	22(37.29)	37(62.71)	12.51 ± 1.68	10.81 ± 1.33	41(69.49)	18(30.51)	22(37.29)	37(62.71)
未复发组	58(61.70)	36(38.30)	15.07 ± 1.90	13.15 ± 1.54	72(76.60)	22(23.40)	59(62.77)	35(37.23)
χ^2/t 值	8.660		8.475	9.630	0.947		9.444	
P 值	0.003		0.000	0.000	0.330		0.002	

2.2 先天性马蹄足术后复发的多因素 Logistic 回归分析

以患儿术后是否复发为因变量(未复发 = 0, 复发 = 1), 将单因素分析中差异有统计学意义的指标作为自变量纳入多因素分析, 赋值见表 2。多因素一般 Logistic 回归分析结果显示, 有家族疾病史 [$\hat{OR}=8.997$ (95% CI: 1.961, 41.270)]、Dimeglio IV 型 [$\hat{OR}=4.835$ (95% CI: 1.462, 15.986)]、术前 Pirani 评分

高 [$\hat{OR}=153.681$ (95% CI: 7.907, 2 987.012)]、术后支具依从性较差 [$\hat{OR}=5.418$ (95% CI: 1.628, 18.029)] 为影响患儿术后复发的危险因素 ($P < 0.05$); 术前行石膏矫正 [$\hat{OR}=0.347$ (95% CI: 0.133, 0.907)]、侧位胫骨跟骨角度大 [$\hat{OR}=0.061$ (95% CI: 0.010, 0.375)]、横位距跟角角度大 [$\hat{OR}=0.255$ (95% CI: 0.089, 0.732)] 是影响患儿术后复发的保护因素 ($P < 0.05$)。见表 3。

表 2 赋值表

自变量	赋值	自变量	赋值
术前 Pirani 评分	原值输入	横位距跟角角度	实测值
Dimeglio 分型	0 = III 型, 1 = IV 型	侧位胫骨跟骨角度	实测值
家族疾病史	0 = 无, 1 = 有	支具依从性	0 = 较好, 1 = 较差
术前石膏矫正	0 = 否, 1 = 是		

表 3 先天性马蹄足患儿术后复发因素的多因素一般 Logistic 回归分析参数

因素	b	S_b	Wald χ^2	P 值	\hat{OR}	95% CI	
						下限	上限
术前 Pirani 评分	5.035	1.514	11.061	0.001	153.681	7.970	2 987.012
Dimeglio 分型	1.576	0.610	6.671	0.010	4.835	1.462	15.986
家族疾病史	2.197	0.777	7.989	0.005	8.997	1.961	41.270
术前石膏矫正	-1.058	0.490	4.658	0.031	0.347	0.133	0.907
横位距跟角角度	-1.368	0.539	6.445	0.011	0.255	0.089	0.732
侧位胫骨跟骨角度	-2.794	0.924	9.133	0.003	0.061	0.010	0.375
支具依从性	1.690	0.613	7.588	0.006	5.418	1.628	18.029
常量	-2.250	0.719	9.783	0.002	-	-	-

2.3 影响因素预测模型的建立

根据多因素分析结果建立列线图模型, 结果显示, 有家族疾病史、Dimeglio IV 型、术前未行石膏矫正、Pirani 评分高、胫骨跟骨角度及横位距跟角角度小、术后支具依从性差的患儿术后复发的风险更高。见图 2。

2.4 风险因素模型验证

校准曲线接近理想的诊断试验特性曲线, 反映模型的预测概率与观察到的复发率具有较高的一致性。曲线的平均绝对误差为 0.027, 表明模型的预测准确度高, 误差小。见图 3。

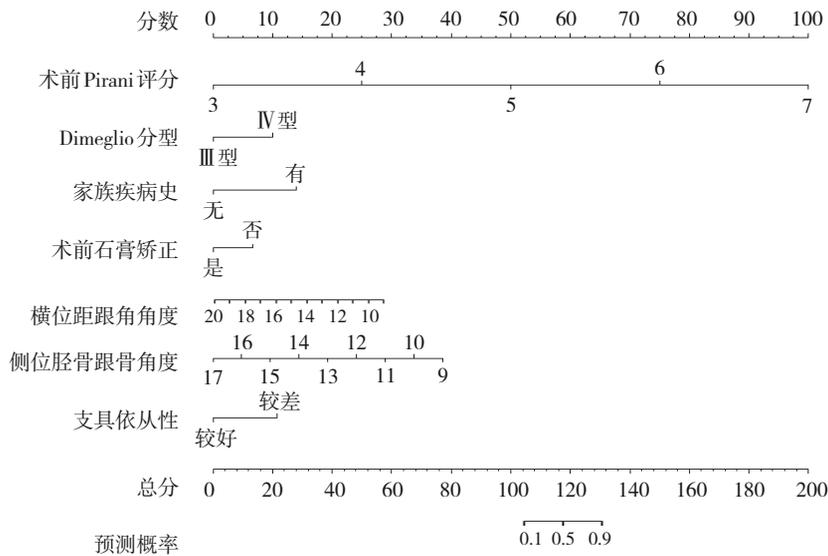
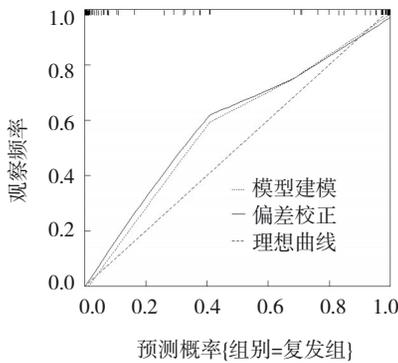


图2 术后复发影响因素的列线图模型



B = 1 000 repetitions, boot Mean absolute error = 0.027 n = 153

图3 先天性马蹄足术后复发的影响因素预测模型

3 讨论

先天性马蹄足是一种出生时存在的足部结构畸形,以足跟内翻、前足内翻和足尖下垂为主要特征,严重影响患儿的行走能力和生活质量,必要时需进行手术矫形治疗^[10]。尽管早期干预能显著改善足部形态,但术后复发仍是一个不容忽视的问题。NGUYEN 等^[11]对患者进行长期随访,平均随访时间 17.2 年,平均复发率为 37%,且平均随访时间和复发率之间呈正相关。因此,研究先天性马蹄足术后复发的影响因素对临床治疗策略的优化至关重要,有助于指导医生在手术治疗和术后管理中采取个体化的预防措施,提升治疗成功率。本研究结果表明,复发组患儿中有家族疾病史、术前未进行石膏矫正、术后支具使用依从性差、Dimeglio IV 型的占比更高,这反映先天性马蹄足复发风险与遗传因素、治疗前准备、术后康复管理和畸形严重程度有关

联。先天性马蹄足的遗传因素涉及多基因遗传模式和环境因素的相互作用,有研究表明 PITX1、TBX4 和 HOXD 等基因家族成员,可能与足部发育异常相关^[12-13]。这些基因在胚胎发育期间参与下肢的形态生成和肌肉骨骼系统的分化过程,而基因变异可能导致足部骨骼、肌肉和韧带发育异常,影响足部的结构和功能^[14]。ABRAHAM 等^[15]研究显示,未经石膏矫正的患儿因为缺少术前足部软组织的充分伸展,可能导致术后恢复不佳。因为术前石膏矫正可以通过逐渐伸展和重塑足部软组织来减少足部畸形,连续的渐进性矫形可以增强软组织的塑形能力^[16]。通过每周调整石膏的角度来逐步纠正足部的位置,使其更接近正常足部解剖结构,在手术前为患儿创建更有利的软组织环境。因此,未经石膏矫正的患儿缺失了这一渐进的软组织拉伸和准备阶段,可能导致术后足部因刚性较高和适应性差而调整不到位,增加复发风险。根据 HEGAZY 等^[17]的研究结果,术后使用支具可以维持手术后足部矫正位置,这在先天性马蹄足的治疗中也起到关键作用。支具的使用基于生物力学原理,通过外部固定设备持续施加适当的力和方向,促进软组织的适应性重建,帮助新的足部结构在功能和形态上趋于稳定。AROOJIS 等^[18]也在研究中表明,支具不仅有助于维持足部的正确解剖位置,还可以通过限制不适当的运动来降低复发风险。因此,患儿如未能按照医嘱正确佩戴支具,会导致足部未能在矫正位置得到适当维持,增加畸形复发的风险。

在 Dimeglio 分型系统中, IV 型代表最严重的畸形。CHEN 等^[19]在研究中分析 176 例马蹄内翻足婴儿的恢复情况, 复发率为 17.0%, 且 Dimeglio 分型与复发情况密切相关。GADOMSKI 等^[20]也指出, 足部软组织的明显紧缩和关节位置的严重异常增加矫形的难度和复发的可能性。此外, 在矫形治疗过程中, IV 型患儿可能需要更复杂的手术干预, 如软组织松解和骨性矫形。软组织松解旨在释放足部紧张的肌腱、韧带和关节囊, 改善足部的活动范围和位置; 而骨性矫形手术则可能涉及切除或重塑骨头以纠正足骨的错位, 有时还包括在特定位置植入内固定物以稳定矫正后的结构^[21]。然而, 这也带来更长的康复时间和更高的术后复发风险。本研究中, 复发组术前 Pirani 评分更高, 这进一步说明畸形严重程度对治疗效果的影响。根据以往的研究, Pirani 评分系统可以对患儿畸形程度进行综合评估, 高 Pirani 评分反映足部结构的显著异常和软组织的极度紧张, 从而增加矫形治疗的难度^[22]。MOERMAN 等^[23]的研究显示, 术前畸形程度较高的患儿足部生物力学稳定性不足, 从而增加复发风险。此外, 侧位胫骨跟骨角度和横位距跟角角度是评估足部解剖结构和功能状态的重要角度, 反映距骨、跟骨与胫骨之间的相对位置关系。NGUYEN-KHAC 等^[24]指出, 在先天性马蹄足的患儿中, 距骨和跟骨的位置异常会导致这 2 个角度减小, 反映足部的结构和功能紊乱。此外, 足骨之间的异常排列不仅影响足部的正常功能, 还会对足部的血液循环和神经功能产生负面影响, 进一步加剧畸形^[25]。而畸形较为严重的患儿, 即便经过矫形手术, 其足部恢复到理想解剖位置的能力也有限, 复发的风险相对较高。所以复发组患儿的侧位胫骨跟骨角和横位距跟角角度均小于未复发组。多因素一般 Logistic 分析结果也显示, 家族疾病史、Dimeglio 分型、术前 Pirani 评分、胫骨跟骨角度及横位距跟角角度、术前是否行石膏矫正、术后支具依从性等情况均是影响患儿术后复发的重要因素。因此, 对这些因素的全面考量和管理对提高治疗效果、降低复发风险具有重要意义, 也强调个体化治疗计划和密切随访在先天性马蹄足管理中的重要作用。本研究中, 列线图模型校准曲线的接近于理想曲线, 反映该模型在预测先天性马蹄足患儿术后复发概率方面准确度高, 能够为医

生在制订治疗计划和风险管理中提供科学、精确的指导。

综上所述, 先天性马蹄足术后复发与遗传背景、畸形程度、术前及术后管理均密切相关。列线图模型的建立也为临床提供一个强有力的工具, 以预测先天性马蹄足患儿术后复发的风险。临床上, 应当充分考虑这些因素, 在制订治疗计划、术前准备和术后管理中采取个性化策略。未来研究应进一步探讨遗传标志物与马蹄足复发的关联, 深入探究不同治疗方法对复发率的影响, 以及开发更为精准的预测模型, 从而优化先天性马蹄足的治疗策略, 降低复风险。

参 考 文 献 :

- [1] 夏冰, 董英梅, 贺盼盼, 等. 超声评估婴幼儿先天性马蹄内翻足治疗过程中畸形变化的初步研究[J]. 中华超声影像学杂志, 2021, 30(11): 993-997.
- [2] CASTELO L D A, SAAD M, TAMAOKI M J S, et al. Correlation between baropodometric parameters and functional evaluation in patients with surgically treated congenital idiopathic clubfoot[J]. J Pediatr Orthop B, 2022, 31(4): 391-396.
- [3] DRURY G, NUNN T R, DANDENA F, et al. Treating older children with clubfoot: results of a cross-sectional survey of expert practitioners[J]. Int J Environ Res Public Health, 2023, 20(19): 6846.
- [4] 王文静, 夏冰, 董英梅, 等. 超声下婴幼儿马蹄内翻足距舟角、跟骰角和胫跟角与 Pirani 评分的相关性分析[J]. 中华外科杂志, 2024, 62(3): 210-215.
- [5] van SCHELVEN H, MOERMAN S, van der STEEN M, et al. Prognostic factors for recurrent idiopathic clubfoot deformity: a systematic literature review and meta-analysis[J]. Acta Orthop, 2022, 93: 11-28.
- [6] 尹小旋, 甘红琴, 田瑞雪, 等. 不同拥挤度下正畸模型手工测量和数字化测量的可靠性评价研究[J]. 中华全科医学, 2023, 21(3): 409-412.
- [7] NAHLE I S, MIRON M C, GRIMARD G, et al. Ultrasound measurements in clubfoot treated with the Ponseti method and risk factors for recurrence: a retrospective study[J]. J Child Orthop, 2022, 16(1): 46-54.
- [8] CADY R, HENNESSEY T A, SCHWEND R M. Diagnosis and treatment of idiopathic congenital clubfoot[J]. Pediatrics, 2022, 149(2): e2021055555.
- [9] JAIN A, GUPTA P, KOTHARI S, et al. Predictive ability of scoring systems towards casting in treatment of idiopathic clubfoot by the Ponseti method in infants[J]. J Pediatr Orthop B, 2021, 30(5): 478-483.
- [10] PURI A M C, HUGHES K P, STENSON K M, et al. Variations in arterial pedal circulation in idiopathic congenital talipes

- equinovarus: a systematic review[J]. *J Pediatr Orthop B*, 2021, 30(1): 59-65.
- [11] NGUYEN J, VELIKY J, HANNA A, et al. Does revision surgery peak after extensive joint surgical correction of congenital talipes equinovarus?[J]. *Foot Ankle Orthop*, 2022, 7(4): 2473011421S0 0846.
- [12] 刘宾宾, 张晋, 王倩倩, 等. *PLOD2* 基因变异复合杂合缺失致 II 型 Bruck 综合征 1 例[J]. *中华实用儿科临床杂志*, 2021, 36(23): 1831-1833.
- [13] 姜永生, 张小鸽. *TGFBR2* 基因突变致 Loey-Dietz 综合征 1 例报告[J]. *临床儿科杂志*, 2019, 37(7): 538-540.
- [14] DAP M, HARTER H, LAMBERT L, et al. Genetic studies in isolated bilateral clubfoot detected by prenatal ultrasound[J]. *J Matern Fetal Neonatal Med*, 2022, 35(26): 10384-10387.
- [15] ABRAHAM J, WALL J C Jr, DIAB M, et al. Ponseti casting vs. Soft tissue release for the initial treatment of non-idiopathic clubfoot[J]. *Front Surg*, 2021, 8: 668334.
- [16] 徐志庆, 刘云鹏, 华国军, 等. 舞蹈演员跖趾关节炎发生机制的有限元分析[J]. *中国现代医学杂志*, 2019, 29(3): 93-96.
- [17] HEGAZY M, EL BARBARY H, HAMMOUD M, et al. The foot external rotation above-knee (FERAK) brace versus the Denis Browne brace for management of idiopathic clubfoot following Ponseti casting: a randomized controlled trial[J]. *Int Orthop*, 2022, 46(2): 313-319.
- [18] AROOJIS A, PANDEY T, DUSA A, et al. Development of a functional prototype of a SMART (sensor-integrated for monitoring and remote tracking) foot abduction brace for clubfoot treatment: a pre-clinical evaluation[J]. *Int Orthop*, 2021, 45(9): 2401-2410.
- [19] CHEN Y G, CAO S X, WANG C, et al. Use of ankle dorsiflexion and the Dimeglio and Pirani scores in predicting relapse of Clubfoot treated with the Ponseti method[J]. *J Foot Ankle Surg*, 2023, 62(2): 218-221.
- [20] GADOMSKI B C, LABUS K M, STEWART H L, et al. A large animal model for orthopedic foot and ankle research[J]. *Front Vet Sci*, 2022, 9: 816529.
- [21] TILKERIDIS K, KESKINIS A, PARASKEVOPOULOS K, et al. Neglected stiff equinovarus foot deformity treated with Cole osteotomy, combined with external ilizarov hinged frame fixation, soft-tissue release, and Achilles tendon lengthening: a case report[J]. *J Am Podiatr Med Assoc*, 2021, 111(3): 20.
- [22] PAVONE V, VESCIO A, CULMONE A, et al. Interobserver reliability of Pirani and Dimeglio scores in the clinical evaluation of idiopathic congenital clubfoot[J]. *Children (Basel)*, 2021, 8(8): 618.
- [23] MOERMAN S, ZIJLSTRA-KOENRADES N, REIJMAN M, et al. The predictive value of radiographs and the Pirani score for later additional surgery in Ponseti-treated idiopathic clubfeet, an observational cohort study[J]. *Children (Basel)*, 2022, 9(6): 865.
- [24] NGUYEN-KHAC V, DESROCHES A, BOUCHAÏB J, et al. Results of talectomy for inveterate or recurrent clubfoot[J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2023, 109(3): 103146.
- [25] 金伟林, 邵世坤, 曾冠楠, 等. Scarf 联合 Akin 截骨术治疗中、重度跖外翻的临床疗效[J]. *中国现代医学杂志*, 2020, 30(5): 111-114.

(童颖丹 编辑)

本文引用格式: 陆士蛟, 王彭, 杜智军. 先天性马蹄足术后复发的影响因素及预测模型的建立[J]. *中国现代医学杂志*, 2024, 34(22): 19-25.

Cite this article as: LU S J, WANG P, DU Z J. The factors influencing postoperative recurrence in congenital clubfoot and construction of a prediction model[J]. *China Journal of Modern Medicine*, 2024, 34(22): 19-25.