

· 专题 · 儿童足踝畸形的诊治 ·

Ponseti 方法治疗先天性马蹄内翻足侧位 X 线片距骨跟骨角的特点及对复发的预测价值研究



全文二维码

李敬春 徐晨晨 黎艺强 刘远忠 徐宏文

广州市妇女儿童医疗中心, 广州 510623

通信作者: 徐宏文, Email: xuhongwen@gwcmc.org

【摘要】 目的 探究婴幼儿马蹄内翻足经 Ponseti 方法治疗跟腱松解后早期 X 线片上距骨跟骨角的特点及其在预测马蹄内翻足复发中的临床价值。 **方法** 收集并随访 2002 年 1 月至 2013 年 9 月广州市妇女儿童医疗中心收治的 119 例先天性马蹄内翻足患儿, 共 177 足。根据有无复发分为复发组(33 例)和未复发组(86 例)。患儿初始治疗年龄均小于 6 个月, 均应用 Ponseti 方法行系列石膏固定矫正足内收内翻后背屈小于 15° , 并行跟腱松解术。在跟腱松解术后 3 个月内拍摄足背屈应力下 X 线侧位片, 测量侧位片距骨跟骨角(lateral talus-calcaneus angle, TC_L), 对比分析跟腱松解后单侧马蹄足患儿正常足与患足的 TC_L 特点, 分析所有马蹄足 TC_L 大小与预后的关系, 应用 logistic 回归判断早期 TC_L 对马蹄内翻足复发的预测价值。 **结果** 本研究复发组与未复发组在性别、跟腱松解年龄及跟腱松解术后 3 个月内 X 线检查年龄上比较, 差别均无统计学意义(P 值分别为 0.83, 0.57, 0.17)。TC_L 比较, 复发组($34.38^\circ \pm 10.99^\circ$)与未复发组($40.72^\circ \pm 12.86^\circ$)差异有统计学意义($P < 0.001$)。单侧患儿患足($38.56^\circ \pm 11.57^\circ$)与正常足($50.91^\circ \pm 9.26^\circ$)比较, 差异有统计学意义($P < 0.001$)。应用 Logistics 回归计算距骨跟骨角预测马蹄足复发的 ROC 曲线下面积为 0.6629($\chi^2 = 8.2567, P = 0.0041$), 距骨跟骨角的最佳临界点为 40° 。 **结论** 先天性马蹄内翻足 Ponseti 方法治疗、跟腱松解术后 3 个月内 X 线片距骨跟骨角明显较正常值小, 对预测复发有一定价值。距骨跟骨角越小, 复发的可能性越大。

【关键词】 马蹄足畸形/影像诊断; 距骨/畸形; 跟骨/畸形; 复发; 预测

基金项目: 广州市妇女儿童医疗中心/广州市儿科研究所内部基金(0170018)

DOI: 10.3760/cma.j.cn101785-202205068-003

Characteristics of talus-calcaneus angle on lateral radiograph of congenital clubfoot after Ponseti method and its predictive value for recurrence

Li Jingchun, Xu Chenchen, Li Yiqiang, Liu Yuanzhong, Xu Hongwen

Municipal Women & Children's Medical Center, Guangzhou 510623, China

Corresponding author: Xu Hongwen, Email: xuhongwen@gwcmc.org

【Abstract】 Objective To explore the characteristics of lateral talus-calcaneus angle on early radiographic examination of congenital clubfoot after Ponseti treatment and assess the clinical value of predicting the relapse of clubfoot. **Methods** Between January 2002 and September 2013, medical records were reviewed for 119 children with congenital clubfoot in 177 feet. They were divided into two groups of non-recurrent and recurrent according to the follow-up outcomes. The age of initial treatment was all under 6 months. Series of cast and achilles tendon release after Ponseti method were employed for correcting the deformity. Early radiographic examination of foot was performed within 3 months after Achilles tendon release. The authors compared lateral talus-calcaneus angle (TC_L) between normal foot and clubfoot in unilateral cases and compared the characteristics of TC_L between non-recurrent and recurrent cases. Also the relationship was examined between TC_L and prognosis of clubfoot for determining the value of initial TC_L in predicting the recurrence of clubfoot. **Results** No significant difference existed in gender, age of Achilles tendon release and age of radiographic examination ($P = 0.83, P = 0.57, P = 0.17$). TC_L of initial radiographic examination differed markedly between two

groups $[(34.38 \pm 10.99^\circ) \text{ vs. } (40.72 \pm 12.86^\circ), P < 0.001]$. TC_L was significantly different between clubfoot and normal foot $[(38.56 \pm 11.57^\circ) \text{ vs. } (50.91 \pm 9.26^\circ), P < 0.001]$. Logistic regression indicated that the area under the curve of receiver operating characteristic (ROC) was 0.6629 ($\chi^2 = 8.2567, P = 0.0041$) in predicting recurrence of clubfoot using a TC_L cutoff value of 40° . The diagnostic specificity and sensitivity was 61.11% and 68.09% respectively. **Conclusion** TC_L on early radiography within 3 months after achilles tendon release is less than that in normal foot. TC_L offers some values in the prediction of recurrence after treatment. The smaller TC_L, the more likely to be relapsing with a cutoff value of 40° .

【Key words】 Equinus Deformity/DG; Talus/AB; Calcaneus/AB; Recurrence; Forecasting

Fund program: Project of Guangzhou Institute of Pediatrics/Guangzhou Women & Children's Medical Center (0170018)

DOI:10.3760/cma.j.cn101785-202205068-003

先天性马蹄内翻足 (congenital clubfoot, CCF) 是儿童足部先天性畸形中常见的一种, 发病率约为 1/1 000, 中国人群相对世界其他人群发病率低^[1]。马蹄足畸形一般包括前中足内收、后足内翻、踝关节马蹄伴有胫骨内旋^[2]。Ponseti 方法是目前先天性马蹄内翻足早期治疗的首选方法^[3-4]。国内外文献报道其治疗成功率为 78%~92%, Ponseti 方法操作简便、微创、初期矫正成功率高; 但仍有部分患儿 (26%~48%) 会出现不同程度和类型的畸形复发, 需要采取石膏矫形、肌腱松解、肌力平衡等方法治疗^[5-9]。复发性马蹄内翻足的治疗随着年龄的增长, 足踝逐渐成熟僵硬, 治疗难度也会增大, 因此早期预测复发可以进行早期干预, 降低治疗的难度。

负重位下或者双足背屈应力下 X 线正侧位片能够评估足部应力分布的异常情况, 是一种常用的先天性马蹄内翻足治疗后功能评估的客观方法^[10-11]。侧位距骨跟骨角能够反映距下关节的关系, 进而反映后足的畸形情况。我们通过之前的研究发现, 跟腱切断松解对侧位距骨跟骨角影响不大, 因而我们认为侧位距骨跟骨角在跟腱松解术后具有良好的稳定性^[12]。既往研究也发现, 马蹄足患儿患侧侧位距骨跟骨角比正常值要小^[13]。因此, 本研究拟分析马蹄内翻足跟腱松解术后 3 个月内患足背屈应力下 X 线片侧位距骨跟骨角的特点, 探讨其与马蹄足复发之间的关系, 明确距骨跟骨角对先天性马蹄内翻足复发的预测作用。

材料与方法

一、研究对象

本研究采用回顾性队列研究方法, 收集 2002 年 1 月至 2013 年 9 月广州市妇女儿童医疗中心收治的 119 例先天性马蹄足内翻足患儿作为研究对象。

纳入标准: ①特发性先天性马蹄内翻足患儿; ②初始治疗采用标准 Ponseti 方法者; ③初始石膏治疗年龄小于 6 个月且行跟腱切断松解手术, 早期 X 线检查在跟腱松解术后 3 个月内, 随访时间超过 6 年, 规范穿戴丹尼氏矫正鞋治疗者。排除标准: ①初始治疗为手术治疗者; ②合并脑瘫、外伤、多关节挛缩者。本研究已经获得广州市妇女儿童医疗中心伦理委员会批准 (伦理审批号: 138A01)

二、Ponseti 治疗方案

采用长腿管型石膏固定, 每周更换 1 次石膏, 经过 4~6 次石膏矫正后, 背屈受限 (患足背屈小于 15°) 经跟腱松解后, 患足予最大外展背屈位石膏固定 3 周, 然后拆除石膏行丹尼氏矫正鞋治疗, 初始 3 个月带杆穿鞋每日约 23 h, 以后每 3 个月递减 4 h, 至夜间带杆治疗, 维持至 4 周岁。

三、X 线检测及相关定义

患儿术后 3 个月内双足在背屈应力位下拍摄正侧位 X 线片, 利用 AutoCAD 2020 软件测量距骨跟骨角的大小, 选取侧位足部 X 线片上距骨骨化核上缘、下缘各一点连线的中点, 然后再取距骨骨化核上缘、下缘各一点连线的中点, 两个中点的连线定义为距骨长轴, 应用同样的方法定义跟骨长轴。距骨和跟骨长轴的夹角定义为距骨跟骨角 (talus-calcaneus angle, TC_L), 见图 1、图 2。

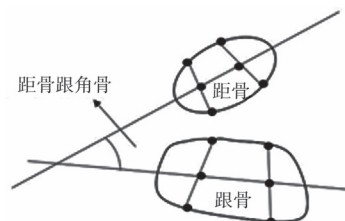


图 1 先天性马蹄内翻足侧位距骨跟骨角测量示意图

Fig. 1 Schematic diagram of measuring lateral talus-calcaneus angle (TC_L) on radiographic examination of congenital clubfoot

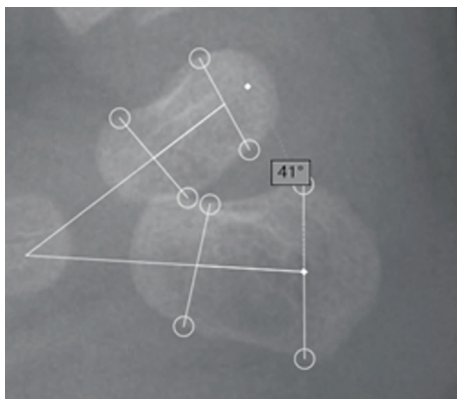


图2 先天性马蹄内翻足患儿在 AutoCAD2020 软件下测量距骨跟骨角

Fig.2 Talus-calcaneus angle (TC_L) of children with clubfoot was measured by AutoCAD software (2020)

先天性马蹄内翻足于 Ponseti 方法治疗后能保持外观正常,步态正常,脚掌无痛着地行走者定义为治愈。如果患儿独立行走后出现前足内收、内翻、马蹄畸形,则定义为复发;如果需要再次手术治疗,也定义为复发^[5,14]。

四、统计学处理

选择 SAS 9.4 进行统计学分析,应用 t 检验比较复发组和未复发组患儿初始治疗年龄构成,应用卡方检验比较两组性别及患侧构成。应用二分类 Logistics 回归评估距骨跟骨角与复发的关系,应用 t 检验评估复发组与未复发组距骨跟骨角大小的差异。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、一般特征

119 例患儿初始治疗年龄(1.21 ± 2.48)个月,跟腱松解手术年龄(2.88 ± 1.49)个月,早期 X 线检查时间在跟腱松解术后(1.13 ± 0.46)个月。复发 33 例(复发组),未复发 86 例(未复发组)。复发年龄为(5.92 ± 1.44)岁。见表 1。

复发组与未复发组性别构成比较,差异无统计学意义($\chi^2 = 0.048, P = 0.83$),跟腱松解的年龄差异无统计学意义($t = 0.57, P = 0.57$),早期 X 线检查年龄差异无统计学意义($t = 1.39, P = 1.39$)。见表 2。

二、复发组与未复发组患儿侧位 X 线片距骨跟骨角的变化及其对复发的预测

随机选取 50 例患儿进行足部重复测量,两位测量者 ICC = 0.92, $F = 28.07, P = 0.001$ 。早期 X 线

检查复发组距骨跟骨角为(34.38 ± 10.99)°,未复发组为(40.72 ± 2.86)°,两组差异有统计学意义($t = 21.44, P < 0.001$)。单侧患儿中,患足距骨跟骨角为(38.56 ± 11.57)°,与正常足的(50.91 ± 9.26)°相比,差异具有统计学意义($t = 25.59, P < 0.001$)。

表 1 119 例先天性马蹄内翻足患儿基线信息

Table 1 Baseline information of children with congenital clubfoot included in the study

项目	数值
性别(例)	
男	74
女	45
侧别(例)	
左	26
右	35
双侧 ^a	58
有无复发(例)	
未复发	86
复发	33
复发年龄($\bar{x} \pm s$, 岁)	5.92 ± 1.44
跟腱松解年龄($\bar{x} \pm s$, 月)	2.88 ± 1.49
术后早期 X 线检查时间($\bar{x} \pm s$, 月)	1.13 ± 0.46

注 ^a:58 例双侧病变的患儿中,12 例复发,其中 7 例为双侧复发,3 例为单侧复发

表 2 复发组与未复发组先天性马蹄内翻足患儿一般情况比较

Table 2 Comparison of general conditions of children with congenital clubfoot between recurrent and non-recurrent groups

分组	性别(例)		跟腱松解时 年龄 ($\bar{x} \pm s$, 月)	早期 X 线 检查年龄 ($\bar{x} \pm s$, 月)
	男	女		
未复发组($n = 86$)	54	32	2.83 ± 1.43	3.88 ± 1.51
复发组($n = 33$)	20	13	3.00 ± 1.65	4.33 ± 1.68
t/χ^2	0.048		0.57	1.39
P	0.830		0.57	0.17

应用二分类 Logistics 回归计算距骨跟骨角预测复发的 ROC 曲线下面积为 0.6629, $\chi^2 = 8.2567, P = 0.0041$,见图 3。距骨跟骨角的最佳临界点为 40°。诊断复发的特异度为 61.11%,灵敏度为 68.09%。

讨 论

X 线检查是先天性马蹄内翻足常用的评估方法,通过 X 线检查,可以了解足部各个骨骼的排列位置,分析足骨关节改变和畸形组成。而站立位或

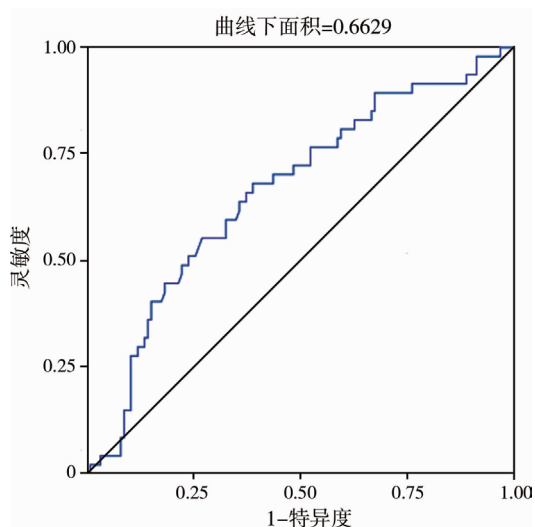


图3 先天性马蹄内翻足患儿 Ponseti 方法治疗后距骨跟骨角预测复发的 ROC 曲线 注 接受者操作特性曲线(receiver operating characteristic curve,ROC)

Fig. 3 ROC curve of talus-calcaneus angle (TC_L) predicting recurrence in children with congenital clubfoot after a treatment of Ponseti

者模拟负重位照片,除了可以观察以上特点外,还可以看出应力分布改变、距骨改变以及距跟关系的改变。侧位胫骨距骨角或者胫骨跟骨角可以很好反映足背屈情况和踝关节后方韧带的挛缩情况^[11]。而侧位距骨跟骨角可以反映距下关节和后方距跟韧带情况^[2]。因此,站立位或模拟负重位 X 线检查是马蹄足的常用检查方法。但是在实际检查过程中,由于患儿年龄小,配合性较差,特别是年龄较小的儿童足模拟负重位(背屈应力下)正位 X 线片通常拍摄较为困难,而侧位片具有良好的操作性,因此,本研究为避免选择性误差,选择侧位片进行分析。另外,我们之前通过跟腱松解对侧位距骨跟骨角的研究发现,侧位距骨跟骨角在手术前后的差异并不明显^[12],说明其受踝关节的背屈影响较小,稳定性较好,因此本研究选择侧位距骨跟骨角进行研究。

侧位距骨跟骨角可以反映距下关节在矢状面的活动情况,在背屈应力下还可以明确距下关节后方韧带的挛缩情况,因此也反映出马蹄足的僵硬情况。一般情况下,侧位距骨跟骨角越小,说明马蹄足的僵硬程度越严重。本研究通过对单侧马蹄足患儿的分析发现,患足的距骨跟骨角比正常足距骨跟骨角明显变小,进一步说明患足距下关节后方存在挛缩。马蹄足的患足即使通过 Ponseti 方法治疗成为一个正常的跖行足,也不能恢复正常足的结构,其韧带依然存在挛缩痉挛情况。通过对复发组和未复发组的比较,发现复发组距骨跟骨角明显小

于未复发组的距骨跟骨角,进一步说明复发组患儿本身韧带的挛缩要重于未复发组。

研究发现,正常足侧位片距骨跟骨角为 30° ,马蹄足侧位片距骨跟骨角小于 10° ^[13]。这与本研究发现正常足($50.91 \pm 9.26^\circ$)、马蹄足($38.56 \pm 11.57^\circ$)情况不同。该结果应与本研究中所有患儿检查年龄较小(X 线检查时间:6 月龄 + 3 月龄 = 9 月龄)有关;其次,本研究采用单侧马蹄足的“正常足”作为正常足,也可能导致测量值的差异;另外,我们选用骨化核作为距骨跟骨的长轴,与其他研究选用的方法不同,也会影响到测量结果^[15-16]。

目前研究报道马蹄足复发的影响因素包括术前严重程度、是否规范使用矫正支具等。马蹄足严重程度评估常用 Pirani 评分和 Dimeglio 评分^[17]。这两种评估都是按照马蹄足的外形进行评估的,缺乏客观性指标。不按规范穿矫正鞋复发几率会增大,这在国内国外文献中都有报道,但我们研究发现规范穿鞋的患儿也会复发,一般多发生在 6~7 岁,也就是在不穿矫正鞋的 2 年左右,这也是本研究选择至少满 6~7 岁患儿的原因。马蹄足的诊断主要在于临床检查,主观性较强,而 X 线检查是一个客观指标,能够比较好地排除主观因素影响,检查结果可靠。我们通过计算距骨跟骨角的 AUC 值为 0.6629,说明早期 X 线检查距骨跟骨角是一个重要的预测因素。虽然 Sriharsha 等^[18]研究发现,X 线检查与临床评分具有相关性,不建议马蹄足治疗和随访中常规行 X 线照片评估。但我们的研究发现跟腱松解后早期 X 线评估对马蹄足患儿预后判断是有意义的。

我们的研究还存在一下缺点:①本研究为回顾性研究,选择病例上存在初始治疗年龄、初始治疗 X 线检查时间不统一的情况;②病例失随访率较高,近四分之三的病例失访;③马蹄足复发有多方面原因,利用距骨跟骨角预测复发的特异度和灵敏度不是很高,预测马蹄足的复发还需要结合其他方面进行分析。

综上所述,先天性马蹄内翻足 Ponseti 方法治疗后在跟腱松解后早期 X 线侧位片距骨跟骨角是减小的,这与马蹄足挛缩和严重程度有关,侧位距骨跟骨角对马蹄足的复发有一定预测价值,距骨跟骨角小于 40° 的马蹄足,有复发风险。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

作者贡献声明 文献检索为李敬春、徐晨晨,论文调查设计为李敬春、徐宏文,数据收集与分析为徐晨晨、刘远忠,论文结果撰写为李敬春、徐宏文,论文讨论分析为黎艺强、刘远忠

参 考 文 献

- [1] Todd M, Kodovaru SS, Antoniou G, et al. Clubfoot deformity in the solomon islands: melanesian versus polynesian ethnicity, a retrospective cohort study[J]. J Child Orthop, 2020, 14(4): 281-285. DOI: 10. 1302/1863-2548. 14. 190172.
- [2] Baghdadi T, Bagheri N, Najafi A, et al. Ponseti casting method in idiopathic congenital clubfoot and its correlation with radiographic features abstract[J]. Arch Bone Jt Surg, 2017, 5(3): 168-173.
- [3] Besselaar AT, Sakkars R, Schuppers HA, et al. Guideline on the diagnosis and treatment of primary idiopathic clubfoot[J]. Acta Orthop, 2017, 88(3): 305-309. DOI: 10. 1080/17453674. 2017. 1294416.
- [4] ehlhlM, Floh U, Steinwender G, et al. Ponseti method is superior to surgical treatment in clubfoot-Long-term, randomized, prospective trial[J]. Gait Posture, 2017, 58: 346-351. DOI: 10. 1016/j. gaitpost. 2017. 08. 010.
- [5] Thomas HM, Sangiorgio SN, Ebrahimzadeh E, et al. Relapse rates in patients with clubfoot treated using the ponseti method increase with time: a systematic review[J]. JBJS Rev, 2019, 7(5): e6. DOI: 10. 2106/JBJS. RVW. 18. 00124.
- [6] Hosseinzadeh P, Kelly DM, Zions LE. Management of the relapsed clubfoot following treatment using the ponseti method[J]. J Am Acad Orthop Surg, 2017, 25(3): 195-203. DOI: 10. 5435/JAAOS-D-15-00624.
- [7] Nogueira MP, Queiroz AC, Melanda AG, et al. Results of ponseti brasil program; multicentric study in 1621 feet; preliminary results[J]. J Pediatr Orthop, 2017, 37(3): e197-e201. DOI: 10. 1097/BPO. 0000000000000801.
- [8] Radler C. The ponseti method for the treatment of congenital club foot; review of the current literature and treatment recommendations[J]. Int Orthop, 2013, 37(9): 1747-1753. DOI: 10. 1007/s00264-013-2031-1.
- [9] 姜海, 邱裕生. 先天性马蹄内翻足经 Ponseti 方法治疗后复发的处理对策[J]. 临床小儿外科杂志, 2020, 19(9): 785-788. DOI: 10. 3969/j. issn. 1671-6353. 2020. 09. 005.
Jiang H, Qiu YS. Therapeutic advances of recurrent congenital clubfoot after Ponseti method in children[J]. J Clin Ped Sur, 2020, 19(9): 785-788. DOI: 10. 3969/j. issn. 1671-6353. 2020. 09. 005.
- [10] Shabtai L, Hemo Y, Yavor A, et al. Radiographic indicators of surgery and functional outcome in ponseti-treated clubfeet[J]. Foot Ankle Int, 2016, 37(5): 542-547. DOI: 10. 1177/1071100715623036.
- [11] Kang S, Park SS. Lateral tibio-calcaneal angle as a determinant for percutaneous achilles tenotomy for idiopathic clubfeet[J]. J Bone Joint Surg Am, 2015, 97(15): 1246-1254. DOI: 10. 2106/JBJS. O. 00076.
- [12] Li J, Liu Y, Li Y, et al. Early radiographic changes in the lateral talocalcaneal angle following achilles tenotomy in children with idiopathic clubfoot[J]. Foot Ankle Int, 2020, 41(3): 350-355. DOI: 10. 1177/1071100719895211.
- [13] Herbsthofer B, Eckardt A, Rompe JD, et al. Significance of radiographic angle measurements in evaluation of congenital clubfoot[J]. Arch Orthop Trauma Surg, 1998, 117(6-7): 324-329. DOI: 10. 1007/s004020050259.
- [14] Holt JB, Westerlind B, Morcuende JA. Tibialis anterior tendon transfer for relapsing idiopathic clubfoot[J]. JBJS Essent Surg Tech, 2015, 5(3): e16. DOI: 10. 2106/JBJS. ST. O. 00015.
- [15] Itohara T, Sugamoto K, Shimizu N, et al. Assessment of the three-dimensional relationship of the ossific nuclei and cartilaginous anlagen in congenital clubfoot by 3-D MRI[J]. J Orthop Res, 2005, 23(5): 1160-1164. DOI: 10. 1016/j. orthres. 2005. 02. 004.
- [16] Howard CB, Benson MK. The ossific nuclei and the cartilage anlage of the talus and calcaneum[J]. J Bone Joint Surg Br, 1992, 74(4): 620-623. DOI: 10. 1302/0301-620X. 74B4. 1624527.
- [17] 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. DOI: 10. 1097/BPB. 0000000000000832.
- [18] Sriharsha Y, Balaji G, Bharathi D, et al. Do the clinical scores (Pirani and Dimeglio scores) correlate with the radiological parameters in idiopathic club foot in infants? A cross-sectional study[J]. J Pediatr Orthop B, 2021, 30(5): 471-477. DOI: 10. 1097/BPB. 0000000000000835.

(收稿日期: 2022-05-23)

本文引用格式: 李敬春, 徐晨晨, 黎艺强, 等. Ponseti 方法治疗先天性马蹄内翻足侧位 X 线片距骨跟骨角的特点及对复发的预测价值研究[J]. 临床小儿外科杂志, 2022, 21(8): 714-718. DOI: 10. 3760/cma. j. cn101785-202205068-003.

Citing this article as: Li JC, Xu CC, Li YQ, et al. Characteristics of talus-calcaneus angle on lateral radiograph of congenital clubfoot after Ponseti method and its predictive value for recurrence[J]. J Clin Ped Sur, 2022, 21(8): 714-718. DOI: 10. 3760/cma. j. cn101785-202205068-003.