

尺桡骨远端骨龄评分系统在特发性脊柱侧凸患者生长潜能及侧凸进展评估中的价值

毛赛虎, 史本龙, 徐磊磊, 孙旭, 刘臻, 朱泽章, 邱勇

(南京大学医学院附属鼓楼医院脊柱外科 210008 南京市)

【摘要】目的:探讨尺桡骨远端(distal radius and ulna, DRU)骨龄评分系统与其他成熟度指标的相关性,并评估其在特发性脊柱侧凸(idiopathic scoliosis, IS)患儿生长潜能和侧凸进展中的预测价值。**方法:**选取长期定期随访的 36 例女性 IS 患儿为观察对象,所有患儿均行标准化支具治疗,随访间隔为 3~6 个月直到停止支具治疗。每次随访时记录并测量如下参数:患者实足年龄、身高、主弯 Cobb 角、脊柱长度、Risser 征、DSA(digital skeletal age)评分和 DRU 评分。据此计算患儿每次随访时的身高生长速率(height velocity, HV)、Cobb 角进展速率(angle velocity, AV)和脊柱生长速率(spinal length velocity, SLV)。分析不同 DRU 骨龄评分时的 HV、SLV 及 AV 值并比较 $AV > 5^\circ/\text{年}$ 的发生率,评估其对 IS 患儿侧凸进展的预测价值。**结果:**36 例患儿初诊时年龄为 10.8 ± 1.2 岁,桡骨远端骨龄评分为 $R6.3 \pm 1.2$,尺骨远端骨龄评分为 $U4.6 \pm 1.5$ 。桡骨远端骨龄评分介于 R7~R9 之间和尺骨远端骨龄评分介于 U5~U7 之间均预示较高的 HV、SLV 和 AV,其中 $AV > 5^\circ/\text{年}$ 的发生率较桡骨远端骨龄评分 $< R7 / > R9$ 和尺骨远端骨龄评分 $< U5 / > U7$ 明显升高($P < 0.05$)。桡骨远端和尺骨远端的骨龄评分具有良好相关性($P < 0.001$)。**结论:**桡骨远端骨龄评分介于 R7~R9 之间和尺骨远端骨龄评分介于 U5~U7 之间均预示 IS 患者具有较高的身高生长速率、脊柱生长速率及侧凸 Cobb 角进展速率。DRU 骨龄评分系统是一种良好的评估 IS 患儿生长潜能及侧凸进展风险的指标。

【关键词】特发性脊柱侧凸;桡骨;尺骨;成熟度评价;侧凸进展

doi:10.3969/j.issn.1004-406X.2016.03.06

中图分类号:R682.3 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2016)-03-0239-05

Distal radius and ulna classification system as a good predictor for growth potential and curve progression in idiopathic scoliosis/MAO Saihu, SHI Benlong, XU Leilei, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2016, 26(3): 239-243

【Abstracts】Objectives: To correlate the distal radius and ulna stages(DRU) with several growth potential indicators, and to evaluate the predictive value of DRU system for curve progression in a group of braced idiopathic scoliosis(IS) patients. **Methods:** This was a consecutive longitudinal study on physically immature IS girls, who had received standardized bracing treatment and regular follow-up every 3-6 months until brace weaning. The following data of each follow-up were collected: chronologic age, height, Cobb angle, spinal length, Risser sign, digital skeletal age(DSA) scores and DRU scores. The height velocity(HV), angle velocity(AV) and spinal length velocity(SLV) of each follow-up were calculated. The values of HV, SLV and AV were analyzed and the rates of $AV > 5^\circ/\text{y}$ were compared among different DRU stages. **Results:** Thirty-six braced IS girls with single thoracic or thoracolumbar curves were reviewed. The average age at the first visit was 10.8 ± 1.2 years. The average values of initial DRU scores were $R6.3 \pm 1.2$ and $U4.6 \pm 1.5$ for radius and ulna, respectively. Both R7-R9 and U5-U7 indicated high HV, high SLV and high AV. The rates of $AV > 5^\circ/\text{y}$ were significantly higher in patients within R7-R9 and U5-U7 ($P < 0.05$). Moreover, the scores of distal radius and distal ulna were significantly correlated ($P < 0.001$). **Conclusions:** The distal radius stages R7-R9 and distal ulna stages U5-U7 indicate the high height velocity, high spinal growth velocity and high angle

基金项目:国家自然科学基金青年基金项目(编号:81301603);南京市科技发展计划项目(编号:201402028)

第一作者简介:男(1984-),医学博士,主治医师,研究方向:脊柱畸形

电话:(025)68182022 E-mail:siemens_636@163.com

通讯作者:朱泽章 E-mail:zhuzezhang@126.com

velocity. The DRU scoring system can serve as a good indicator for the growth potential and curve progression in braced IS patients.

【Key words】 Idiopathic scoliosis; Radius; Ulna; Maturity assessment; Curve progression

【Author's address】 Spine Surgery, the Affiliated Drum Tower Hospital of Nanjing University Medical School, Nanjing, 210008, China

特发性脊柱侧凸 (idiopathic scoliosis, IS) 是一种常见的脊柱畸形, 其发生及进展多见于青少年的快速生长期, 与其骨骼系统的发育成熟度显著相关^[1,2]。既往文献研究发现 IS 患儿侧凸的进展风险与其骨骼系统的发育成熟度显著相关。目前, 临床上常用的 IS 患者骨龄评分系统主要为 Tanner-Whitehouse III 评分系统和 DSA (digital skeletal age) 评分系统。Tanner 和 Whitehouse 等^[3,4]提出的 Tanner-Whitehouse III 评分系统主要基于远端指骨、腕骨、尺骨和桡骨的骨骺形态。目前认为 Tanner-Whitehouse III 评分系统可以对 IS 患儿的骨龄进行较为精确的评估, 但因其评分复杂, 故临床应用较为困难。Sanders 等^[5]发现在 Tanner-Whitehouse III 评分系统中, 桡骨和尺骨远端的骨骺评分对患儿侧凸进展的预测能力最低, 因此将其桡骨和尺骨远端骨骺评分从 Tanner-Whitehouse III 评分系统中去除, 重新定义为 DSA 评分, 并认为 DSA 评分对 IS 患儿侧凸进展风险有良好的预测能力。最近, Luk 等^[6]对桡骨和尺骨远端的骨骺形态进行重新定义和分类, 制定了新的 DRU (distal radius and ulna) 评分系统, 他认为新的 DRU 评分系统相对简单、容易掌握, 并且与患儿的生长潜能密切相关。然而, 目前有关 DRU 评分系统在评估 IS 患儿侧凸进展高峰期中的应用价值却未见文献报道验证。本研究旨在比较不同 DRU 骨龄评分时患儿侧凸进展速率的差异, 并评估其在 IS 侧凸进展中的预测价值。

1 资料与方法

1.1 研究对象

选取 2012 年 1 月~2015 年 11 月在我院门诊行支具治疗的未成熟女性 IS 患儿, 入选标准: (1) 患者接受 Boston 支具或 Milwaukee 支具治疗, 随访问隔为 3~6 个月直到停支具; (2) 每次随访有完整的站立位全脊柱正侧位 X 线片和左手掌正位 X 线片 (全脊柱正侧位 X 线片均在脱掉支具至少 4h 后拍摄); (3) 初诊时月经未至、Risser 征 0 级, Y 三角软骨未闭合; (4) 支具治疗依从性 >75%

(通过询问患者及其父母实际支具佩戴时间计算得到); (4) 具有完整的实足年龄、月经初潮年龄、身高等人口统计学资料。排除标准: (1) 既往有脊柱手术史; (2) 有生长发育障碍及异常等。最终, 符合上述标准且随访至少 5 次的 36 例 IS 患儿纳入本研究, 平均初诊年龄 10.8 ± 1.2 岁。本研究获得本单位伦理委员会批准。

1.2 测量数据

在站立位全脊柱正位 X 线片上测量主弯 Cobb 角, 并计算患儿每次随访时的侧凸 Cobb 角进展速率 (angle velocity, AV)^[7]。脊柱长度测量为站立位全脊柱正位 X 线片上, 从 T1 上终板到 L5 下终板经每个椎体中点的折线的长度^[8], 计算患儿每次随访时的脊柱生长速率 (spine length velocity, SLV)^[7]。记录患儿每次随访时的 Y 三角软骨闭合状态和 Risser 征 (按美国 Risser 征评分标准评估)。根据每次随访时的身高计算身高生长速率 (height velocity, HV)。于患儿每次随访时拍摄的左手掌正位 X 线片上计算 DSA 评分^[5,9]; 同时应用 Luk 等^[6]提出的 DRU 评分系统分别计算桡骨远端和尺骨远端的骨龄评分, 桡骨远端骨龄评分定义为: R1, 一个或多个点状骨骺; R2, 明显的呈椭圆形的骨骺; R3, 骨骺最大直径超过桡骨远端干骺端宽度的一半; R4, 骨骺远侧缘呈双线征; R5, 骨骺近侧缘呈明显的不规则增厚的白线状, 但最大直径未及桡骨远端干骺端; R6, 骨骺内侧或外侧明显超出桡骨远端干骺端; R7, 骨骺内侧缘呈帽状, 而外侧缘仍为圆形; R8, 骨骺外侧缘呈帽状; R9, 骨骺两侧帽状明显, 与干骺端间隙减小; R10, 骨骺与干骺端融合, 生长板消失融合为一线状; R11, 骨骺与干骺端完全融合。尺骨远端骨龄评分定义为: U1, 一个或多个点状骨骺; U2, 椭圆形骨骺; U3, 骨骺最大直径超过尺骨远端干骺端宽度的一半; U4, 骨骺内侧缘可见茎突; U5, 茎突明显变大, 尺骨头明显可见; U6, 骨骺宽度达尺骨干骺端两侧缘; U7, 骨骺与干骺端内侧间隙变窄, 开始融合; U8, 融合范围扩大, 但未完全融合; U9, 骨骺与干骺端完全融合。

1.3 统计方法

应用 SPSS 17.0 (SPSS Inc., Chicago, IL) 软件进行统计学分析, 临床资料统计数值以均值 $\pm$ 标准差($\bar{x}\pm s$)表示。计数资料比较分析应用卡方检验, 桡骨远端和尺骨远端评分相关性分析应用双侧 Kendall's tau_b 相关系数表示, $P<0.05$ 表示有显著性差异。

2 结果

共有 36 例 IS 患儿纳入本研究, 其中单胸弯 31 例, 胸腰弯 5 例。初诊时患儿一般资料见表 1。所有患儿总共随访 308 次。

不同 DRU 评分患者的生长潜能参数见表 2、3 和图 1。桡骨远端评分介于 R7~R9 之间和尺骨远端评分介于 U5~U7 之间均预示着高 HV、高 SLV 和高 AV。桡骨远端骨龄评分和尺骨远端骨龄评分与 DSA 评分、脊柱长度、身高及 Risser 征呈类似的变化趋势。

不同 DRU 评分组患者 $AV>5^\circ/\text{年}$ 的发生情况见表 4。桡骨远端评分介于 R7~R9 之间 ($P=0.012$) 和尺骨远端评分介于 U5~U7 之间 ($P=0.000$) $AV>5^\circ/\text{年}$ 的发生率均显著性高于其他组。Kendall's tau_b 相关性分析示桡骨远端和尺骨远端的骨龄评分呈线性相关 ($r=0.787, P<0.001$)。

3 讨论

IS 患儿侧凸进展的高风险与其较高的生长潜能关系密切, 这一观点目前已被广泛接受。准确评估 IS 患儿生长潜能对正确选择治疗方案具有重要的决定意义, 而错误的评估则可能会导致不可逆的侧凸进展。在临床治疗中, 一些 IS 患儿生长潜能及侧凸进展的预测因素已经被广泛应用。既往文献报道 IS 患儿侧凸进展的高风险因素主

要包括月经初潮未至、Risser 征 0 级伴 Y 三角软骨闭合和 Risser 征 1 级、身高生长高峰 (PHV) 年龄、月经初潮年龄及较高的初始 Cobb 角进展速率等^[10-13]。Tanner-Whitehouse III 评分系统被证明是预测 IS 患儿侧凸进展的重要指标^[3,4]。然而, Tanner-Whitehouse III 评分系统难于掌握且计算复杂, 因此在临床中的应用受到很大限制。Sanders 等^[5]发现 Tanner-Whitehouse III 评分系统虽然与患儿生长潜能具有良好的相关性, 但其并不能非常准确预测患儿的侧凸进展, 他提出了 DSA 评分, 相比于 Tanner-Whitehouse III 评分系统不但保留了与生长潜能较好的相关性, 且具有操作相对简单的优点, 值得临床推广使用。

最近, Luk 等^[6]观察了 150 例 IS 患儿, 重新制定了新的 DRU 评分系统用以评估患儿的生长潜能和侧凸进展风险。在该研究中, 作者发现 IS 患儿身高、坐高、臂长和长骨的生长高峰在桡骨评分 R7 和尺骨评分 U5 时出现; 而身高和臂长的生长大多于桡骨评分 R10 和尺骨评分 U9 时停止。然而, 该研究所入选的 IS 患儿初诊年龄相对较大,

表 1 36 例患儿初诊时一般资料

Table 1 Demographics of the 36 patients

	均值 $\pm$ 标准差 Mean $\pm$ SD	区间 Range
年龄(年) Age(y)	10.8 $\pm$ 1.2	7.8~11.7
身高(cm) Height(cm)	143.2 $\pm$ 6.9	130.5~151.4
Cobb角($^\circ$) Cobb angle($^\circ$)	26.2 $\pm$ 7.7	20~40
脊柱长度(mm) Spinal length(mm)	316.4 $\pm$ 21.1	255~340
DSA评分 DSA score	382.7 $\pm$ 65.0	252~510
桡骨远端评分(R) Distal radius score	6.3 $\pm$ 1.2	5~9
尺骨远端评分(U) Distal ulnar score	4.6 $\pm$ 1.5	3~7

表 2 不同桡骨远端评分对应的生长潜能参数

Table 2 Growth-related parameters at different distal radius scores

桡骨远端评分 Distal radius scores	例数 Cases	DSA评分 DSA scores	脊柱长度(mm) Spinal length	身高(cm) Height	Risser征 Risser sign	脊柱生长速率 SLV(mm/y)	身高生长速率 HV(cm/y)	侧凸进展速率 AV($^\circ$ /y)
5	13	320.1 $\pm$ 23.3	290.8 $\pm$ 12.6	133.6 $\pm$ 6.7	0	17.3 $\pm$ 8.8	7.7 $\pm$ 5.4	-5.0 $\pm$ 3.2
6	38	339.4 $\pm$ 47.8	300.6 $\pm$ 28.7	142.3 $\pm$ 13.2	0	22.2 $\pm$ 12.1	8.1 $\pm$ 13.6	-3.1 $\pm$ 2.4
7	44	407.5 $\pm$ 65.7	310.3 $\pm$ 42.1	146.2 $\pm$ 30.9	0	26.1 $\pm$ 13.4	9.5 $\pm$ 21.2	3.2 $\pm$ 12.2
8	57	431.4 $\pm$ 48.5	331.2 $\pm$ 33.7	151.9 $\pm$ 29.8	0.2 $\pm$ 0.7	35.7 $\pm$ 21.2	9.5 $\pm$ 19.7	3.5 $\pm$ 13.5
9	57	540.1 $\pm$ 66.1	345.2 $\pm$ 39.6	157.6 $\pm$ 20.4	2.0 $\pm$ 1.5	14.3 $\pm$ 17.8	4.2 $\pm$ 12.4	4.6 $\pm$ 12.2
10	55	607.8 $\pm$ 19.7	361.5 $\pm$ 15.6	162.7 $\pm$ 21.1	4.2 $\pm$ 2.6	6.5 $\pm$ 8.3	1.4 $\pm$ 7.5	-0.1 $\pm$ 5.4
11	44	609.0 $\pm$ 0	362.8 $\pm$ 21.3	163.2 $\pm$ 18.9	4.6 $\pm$ 0.5	2.1 $\pm$ 4.5	0.3 $\pm$ 1.1	2.1 $\pm$ 3.9

表 3 不同尺骨远端评分对应的生长潜能参数

Table 3 Growth-related parameters at different distal ulna scores

尺骨远端评分 Distal ulna scores	例数 Cases	DSA 评分 DSA scores	脊柱长度 (mm) Spinal length	身高 (cm) Height	Risser 征 Risser sign	脊柱生长速率 SLV (mm/y)	身高生长速率 HV (cm/y)	侧凸进展速率 AV (°/y)
3	12	303.4±19.3	269.4±10.1	133.0±7.9	0	16.3±6.7	6.1±3.3	-2.7±2.3
4	36	380.1±42.4	295.4±20.1	139.3±14.3	0	19.1±10.9	8.7±9.6	-0.9±3.0
5	47	391.2±69.7	310.1±37.4	146.7±27.5	0	22.8±13.0	9.3±16.2	4.4±8.2
6	56	436.2±39.5	325.5±33.0	151.2±24.5	0.1±0.5	21.1±14.6	8.4±14.3	5.4±14.9
7	60	530.7±59.8	348.8±29.8	158.0±14.0	1.8±2.0	20.5±11.1	6.7±9.6	4.1±7.2
8	50	608.1±21.1	363.5±15.3	162.7±11.2	3.9±2.7	13.0±6.3	5.6±4.5	1.0±2.4
9	47	609.0±0	363.8±27.7	163.9±15.2	4.6±0.8	6.0±4.2	2.0±1.5	1.2±3.6

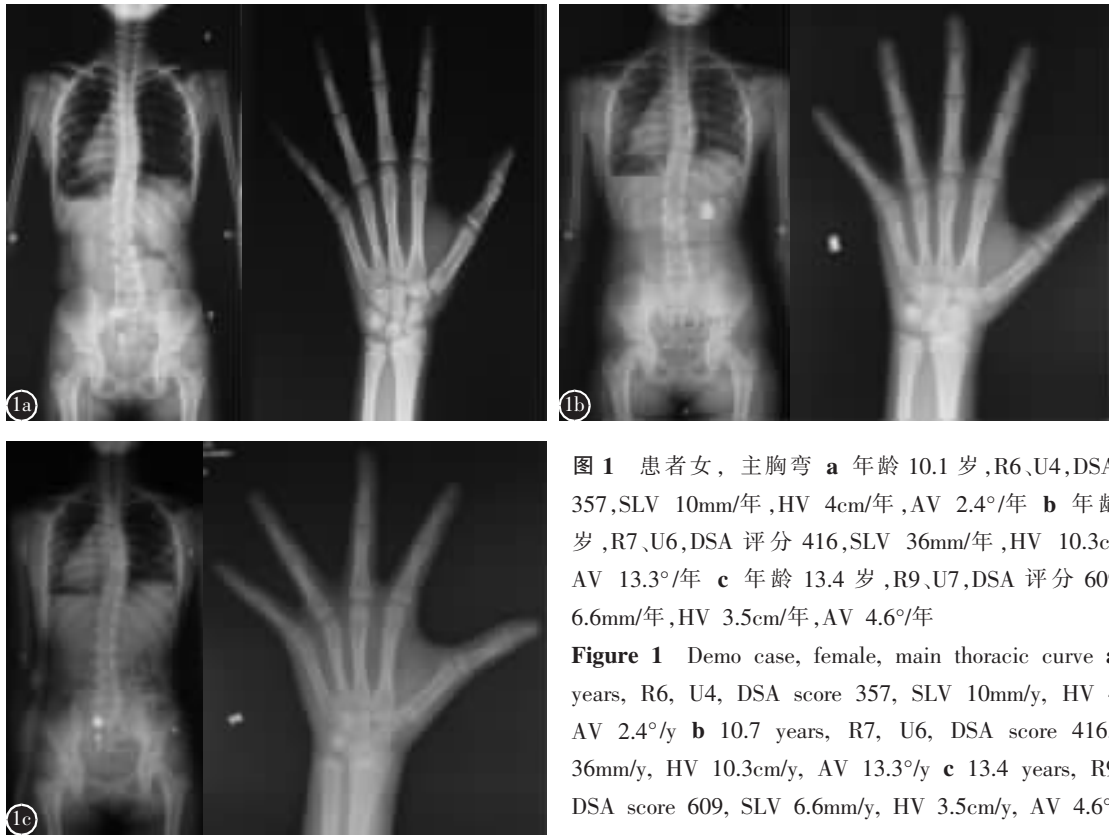


图 1 患者女, 主胸弯 a 年龄 10.1 岁, R6、U4, DSA 评分 357, SLV 10mm/年, HV 4cm/年, AV 2.4°/年 b 年龄 10.7 岁, R7、U6, DSA 评分 416, SLV 36mm/年, HV 10.3cm/年, AV 13.3°/年 c 年龄 13.4 岁, R9、U7, DSA 评分 609, SLV 6.6mm/年, HV 3.5cm/年, AV 4.6°/年

Figure 1 Demo case, female, main thoracic curve a 10.1 years, R6, U4, DSA score 357, SLV 10mm/y, HV 4cm/y, AV 2.4°/y b 10.7 years, R7, U6, DSA score 416, SLV 36mm/y, HV 10.3cm/y, AV 13.3°/y c 13.4 years, R9, U7, DSA score 609, SLV 6.6mm/y, HV 3.5cm/y, AV 4.6°/y

表 4 不同 DRU 评分患者 AV>5°/年的情况

Table 4 Chi-square analysis between occurrence of AV>5°/y and DRU scores

	例数 Cases	AV>5°/年例数 (%) Cases of AV>5°/y (%)	P 值 P value
DRU (R)			
<7	51	19 (37.3)	0.012
7~9	158	92 (58.2)	
>9	99	44 (44.4)	
DRU (U)			
<5	48	17 (35.4)	0.000
5~7	163	99 (60.7)	
>7	97	39 (40.2)	

平均为 13.1±1.5 岁 (7.1~16.3 岁) 岁, 因此缺乏对年龄更小患儿的评估; 另外, 该研究中 IS 患儿的治疗方案包括随访观察和支具治疗, 弯型包括单弯和双弯, 随访间隔从 3 个月~6 年, 这些缺陷均会增加其结果的变异性。本研究仅包括单胸弯和胸腰弯未成熟的行支具治疗的 IS 患儿, 并且患儿每次随访间隔均严格控制在 3~6 个月之间直到停支具, 因此所得的结果更为可靠。另外, 本研究入选的 IS 患儿初诊时平均年龄为 10.8 岁, 平均桡骨远端评分为 R6.3, 平均尺骨远端评分为 U4.6。相比于 Luk 等^[9]的研究 (10.8 岁 VS 13.1 岁), 本研究可以在更大年龄范围内评估 DRU 评

分系统对 IS 患儿生长潜能和侧凸进展风险的预测能力。

Luk 等^[6]的研究发现,DRU 评分与身高、坐高、臂长和长骨的生长呈显著性相关。本研究 36 例 IS 患儿中,桡骨远端评分介于 R7~R9 之间和尺骨远端评分介于 U5~U7 之间预示较高的身高和脊柱生长速率及较高的侧凸 Cobb 角进展速率。更重要的是,桡骨远端评分介于 R7~R8 之间和尺骨远端评分介于 U5~U6 之间高度预示 DSA 评分介于 400~425 之间。而 DSA 评分介于 400~425 之间高度预示 IS 患儿侧凸快速进展期的开始^[5]。因此,桡骨远端评分介于 R7~R8 之间和尺骨远端评分介于 U5~U6 之间对 IS 患儿生长高峰期和侧凸快速进展期具有良好的预测能力。

另外,Luk 等^[6]的研究发现,IS 患儿的身高、坐高、臂长和长骨的生长高峰期分别出现于桡骨远端评分 R7 和尺骨远端评分 U5 时。因此,为了尽可能地减少支具佩戴时间,他们建议支具开始佩戴的时间可以推迟到 R6~R7 之间,而 R5 之前可以不用佩戴支具。然而该结论需要进一步证明。本研究结果提示,在 DRU 评分为 R7 和 U5 之前虽然脊柱侧凸进展速率相对较小,但患儿仍有较高的身高和脊柱纵向生长速率。我们认为此时相对较小的侧凸进展速率可能与刚开始佩戴支具有关。故单纯的桡骨和尺骨骨龄评分并不能成为是否佩戴支具的决定因素,但可以为支具佩戴时间等提供参考。支具治疗的 IS 患儿在其达到 R7 和 U5 后,侧凸进展风险会显著升高,需要更密切的观察并及时调整支具佩戴时间。

本研究的不足之处在于样本量较小及入选的均为 IS 女孩,未纳入男性 IS 患者。患儿随访问隔的不完全统一对各个生长速率参数的计算会造成一定的误差。另外,本研究并未包括桡骨远端骨龄评分早于 R5 和尺骨远端骨龄评分早于 U3 的 IS 患儿,这在后期的研究中需要补充。值得提出的是,因为生长潜能参数的不完全一致性,同时应用桡骨远端和尺骨远端评分并联合其他生长潜能参数可以获得更为准确的评估结果。

本研究结果显示,行支具治疗的 IS 女性患儿中,桡骨远端骨龄评分介于 R7~R9 之间和尺骨远端骨龄评分介于 U5~U7 之间预示较高的身高生长速率、较高的脊柱生长速率和较高的侧凸 Cobb 角进展速率。因此,DRU 骨龄评分系统是一种良好的评估 IS 患儿生长潜能及侧凸进展风险的指

标,值得临床推广使用。

4 参考文献

1. Sun X, Wang B, Qiu Y, et al. Outcomes and predictors of brace treatment for girls with adolescent idiopathic scoliosis[J]. Orthop Surg, 2010, 2(4): 285-290.
2. Lenke LG, Betz RR, Harms J, et al. Adolescent idiopathic scoliosis: a new classification to determine extent of spinal arthrodesis[J]. J Bone Joint Surg Am, 2001, 83 (8): 1169-1181.
3. Tanner JM, Whitehouse RH. Clinical longitudinal standards for height, weight, height velocity, weight velocity, and stages of puberty[J]. Arch Dis Child, 1976, 51(3): 170-179.
4. Tanner JM, Whitehouse RH, Marubini E, et al. The adolescent growth spurt of boys and girls of the Harpenden growth study[J]. Ann Hum Biol, 1976, 3(2): 109-126.
5. Sanders JO, Browne RH, McConnell SJ, et al. Maturity assessment and curve progression in girls with idiopathic scoliosis[J]. J Bone Joint Surg Am, 2007, 89(1): 64-73.
6. Luk KD, Saw LB, Grozman S, et al. Assessment of skeletal maturity in scoliosis patients to determine clinical management: a new classification scheme using distal radius and ulna radiographs[J]. Spine J, 2014, 14(2): 315-325.
7. 史本龙, 毛赛虎, 孙旭, 等. 脊柱生长速率对行支具治疗的特发性脊柱侧凸患儿侧凸进展的预测价值[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2014, 24(4): 321-325.
8. Wever DJ, Tonseth KA, Veldhuizen AG, et al. Curve progression and spinal growth in brace treated idiopathic scoliosis[J]. Clin Orthop Relat Res, 2000, 377: 169-179.
9. Christoforidis A, Badouraki M, Katzos G, et al. Bone age estimation and prediction of final height in patients with beta-thalassaemia major: a comparison between the two most common methods[J]. Pediatr Radiol, 2007, 37(12): 1241-1246.
10. Mao SH, Jiang J, Sun X, et al. Timing of menarche in Chinese girls with and without adolescent idiopathic scoliosis: current results and review of the literature[J]. Eur Spine J, 2011, 20(2): 260-265.
11. Shi B, Mao S, Xu L, et al. Integrated multi-dimensional maturity assessments predicting the high risk occurrence of peak angle velocity during puberty in progressive female idiopathic scoliosis [J]. J Spinal Disord Tech, 2014, DOI: 10.1097/BSD.0000000000000203.
12. 毛赛虎, 史本龙, 孙旭, 等. 多维度评估对特发性脊柱侧凸进展高峰期的预测价值[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2015, 25(8): 724-732.
13. 毛赛虎, 史本龙, 孙旭, 等. 支具治疗后初始 Cobb 角进展速率对青少年特发性脊柱侧凸患者支具疗效的预测价值[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2015, 25(4): 724-337.

(收稿日期:2015-12-01 末次修回日期:2016-01-22)

(英文编审 唐翔宇/贾丹彤)

(本文编辑 卢庆霞)