

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

史本龙,毛赛虎,孙旭,刘臻,朱泽章,钱邦平,朱锋,邱勇

(南京大学医学院附属鼓楼医院脊柱外科 210008 南京市中山路 321 号)

【摘要】目的:分析行支具治疗的特发性脊柱侧凸(idiopathic scoliosis, IS)患儿侧凸进展速率(Cobb velocity, CV)的相关因素,并探讨脊柱生长速率(spine length velocity, SLV)对 IS 患儿侧凸进展的预测价值。**方法:**于我院门诊行正规支具治疗的女性 IS 患儿 23 例,初诊时 Risser 征为 0,无神经系统异常。其中胸主弯 19 例,胸腰弯 4 例,平均随访 3.3 年。患儿每次随访均拍摄站立位全脊柱正位片及左手掌正位片,测量主弯的 Cobb 角、Risser 征、脊柱长度及骨龄(digital skeletal age, DSA)评分。另外记录患儿每次随访时的实足年龄、月经状态及身高等资料,计算患儿每次随访时的 CV、SLV 及身高生长速率(height velocity, HV)。采用 Spearman 相关系数分析 IS 患儿 SLV 及 CV 的相关因素。**结果:**本组患儿平均初诊年龄 10.8 ± 1.3 岁;月经年龄 12.2 ± 2.0 岁;初诊 DSA 评分 384.6 ± 51.9 ;初诊脊柱长度 311.6 ± 23.6 mm;平均初诊身高 145.5 ± 7.8 cm;平均初诊 Cobb 角 $23.0^\circ \pm 6.9^\circ$ 。随访时患儿平均 SLV 为 19.1 ± 17.1 mm/年;平均 HV 为 5.4 ± 4.1 cm/年;平均 CV 为 $5.7^\circ \pm 8.1^\circ$ /年。另外,SLV 高峰期(大于 20 mm/年)与 CV 高峰期(大于 5° /年)均发生于实足年龄 10~13 岁之间。Spearman 相关性分析表明,SLV 与实足年龄、Risser 征、DSA 评分、HV 及 CV 呈显著相关($r = -0.337, -0.292, -0.199, 0.374$ 和 $0.456, P < 0.05$);CV 与实足年龄、DSA 评分及 HV 呈显著相关($r = -0.192, -0.188$ 和 $0.281, P < 0.05$)。**结论:**IS 患儿侧凸进展速率与年龄、DSA 评分、HV 及 SLV 显著相关。SLV 与年龄、Risser 征、DSA 评分及 HV 显著相关,是较好的评估 IS 患儿生长潜能和侧凸进展的指标。SLV 大于 20 mm/年时提示较高的侧凸进展风险。

【关键词】特发性脊柱侧凸;脊柱生长速率;生长潜能;侧凸进展

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2014.04.06

中图分类号:R682.3 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2014)-04-0321-05

The value of spine length velocity in the prediction of curve progression in idiopathic scoliosis undergoing bracing treatment/SHI Benlong, MAO Saihu, SUN Xu, et al/Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2014, 24(4): 321-325

【Abstract】Objectives: To investigate the correlative factors of Cobb velocity(CV) in idiopathic scoliosis(IS) girls, and to evaluate the value of spine length velocity(SLV) in the prediction of curve progression. **Methods:** Twenty-three IS girls(average age of 10.8 years) undergoing bracing treatment were included in this study. All patients were initially recruited with Risser 0 and no neurologic abnormality, and were followed up untill brace weaning. The curve patterns were single thoracic curves in 19 patients and double-main curves in 4 patients. At each visit, the following data were collected and recorded: chronologic age, stage of menses, standing height, Cobb angle of the main curve, spine length, status of triradiate cartilage, Risser sign and digital skeletal age (DSA) scores. The height velocity (HV), SLV, and CV of each visit were calculated. Correlation analysis was performed by using the Spearman coefficients. **Results:** The average chronologic age, DSA score, spine length, height and Cobb angle at the first visit was 10.8 ± 1.3 years, 384.6 ± 51.9 , 311.6 ± 23.6 mm, 145.5 ± 7.8 cm and $23.0^\circ \pm 6.9^\circ$, respectively. The average SLV, HV and CV during follow-up was 19.1 ± 17.1 mm/year, 5.4 ± 4.1 cm/year and $5.7^\circ \pm 8.1^\circ$ /year, respectively. In addition, the peak of both SLV(> 20 mm/year) and CV(> 5° /year) took place during 10 and 13 years. The correlation analysis showed that SLV

基金项目:国家自然科学基金青年基金项目(81301603)

第一作者简介:男(1988-),医学博士,研究方向:脊柱外科

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

通讯作者:邱勇 E-mail: scoliosis2002@sina.com

was significantly correlated with age, Risser sign, DSA score, HV and CV($r=-0.337, -0.292, -0.199, 0.374$ and $0.456, P<0.05$). Significant correlations between CV and age, DSA score and HV were observed($r=-0.192, -0.188$ and $0.281, P<0.05$). **Conclusions:** CV is significantly correlated with age, DSA score and HV in IS girls. SLV is significantly correlated with age, Risser sign, DSA score, HV and CV, which is proved to be a good predictor of CV and growth potential in IS. SLV more than 20 mm/year indicates a high risk of curve progression.

【Key words】 Idiopathic scoliosis; Maturity indicator; Spine length velocity; Growth potential; Cobb velocity

【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)是一种常见的发生于青春发育期前后的脊柱畸形,以女性多见^[1,2]。IS 的流行病学和自然史证明其发生及进展与患儿所处的生长发育状态,即生长潜能密切相关^[3,4]。有研究表明,行正规支具治疗的 IS 患儿中,28%患儿最终侧凸进展超过 5°,且其中 19%需要接受手术治疗^[5]。侧凸进展多发生于青春期中生长发育的高峰期,进展风险与骨骼快速生长期密切相关,而成熟的脊柱侧凸发生严重进展的风险明显小于处于生长发育高峰期的患儿^[6]。因此,对 IS 患儿侧凸进展风险做出准确的评估,对于临床治疗策略的制定和预后评估意义重大。既往众多文献^[7,8]报道的侧凸进展的评估指标包括实足年龄、Cobb 角、骨龄(digital skeletal age, DSA)评分、月经初潮、Risser 征、第二性征、身高生长速率(height velocity, HV)等都是与生长潜能相关并被证明是侧凸畸形加重的重要预测因素。然而,有关脊柱生长速率(spine length velocity, SLV)对 IS 患儿侧凸进展预测价值的研究却少见报道。我们拟通过分析 IS 患儿侧凸进展速率的相关因素,来探讨脊柱生长速率对 IS 患儿侧凸进展的预测价值。

1 资料与方法

1.1 研究对象

选取 2010 年 1 月~2012 年 9 月于我院门诊行支具治疗的女性 IS 患儿。入选标准:(1)初诊时月经未至、Risser 征为 0 且 Y 三角软骨未闭;(2)MRI 显示无神经系统异常;(3)患儿接受正规的支具治疗(Boston 支具或 Milwaukee 支具)^[5];(4)治疗期间支具治疗依从性大于 75%,且至少每 6 个月复诊一次,直至停支具或因侧凸进展需行手术治疗;(5)有完整的青春期生长发育资料。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。

符合上述标准且 Cobb 角最终进展超过 5°的 23 例 IS 患儿纳入本研究,初诊年龄 7.8~13.0 岁,平均 10.8 岁,其中胸主弯 19 例,胸腰弯 4 例。本组患者月经年龄 12.2 ± 2.0 岁(10.2~14.8 岁);初诊 DSA 评分 384.6 ± 51.9 (273~446);初诊脊柱长度 311.6 ± 23.6 mm (255~342 mm);平均初诊身高 145.5 ± 7.8 cm (121.5~157.1 cm);平均初诊 Cobb 角 $23.0\pm 6.9^\circ$ (15~38°)。平均随访 3.3 年(1.3~6.1 年),随访时患儿平均 SLV 为 19.1 ± 17.1 mm/年 (1.0~93.3 mm/年);平均 HV 为 5.4 ± 4.1 cm/年 (0~26 cm/年);平均 CV 为 $5.7\pm 8.1^\circ$ /年 (-12.5~40.0°/年)。结果详见表 1。本研究获得南京大学医学院附属鼓楼医院伦理委员会批准。

1.2 测量数据

患儿每次随访均需拍摄站立位全脊柱正位片及左手掌正位片。于患儿站立位全脊柱正位片上测量主弯的 Cobb 角、Risser 征及脊柱长度。脊柱长度用从 T1 椎体上终板至 L5 椎体下终板,连接各椎体上下终板中点、椎体对角线连线交点及椎间盘的折线长度表示(图 1)^[9]。于患儿左手掌正位片上计算 DSA 评分^[8]。另外记录患儿每次随访时的实足年龄、月经状态及身高等资料。最终,计算患儿每次随访时的 Cobb 角进展速度(Cobb velocity, CV)、SLV 及 HV: $CV=[\text{Cobb 角 } n-\text{Cobb 角 } (n-1)]/[\text{时间间隔 } n-(n-1)]$; $SLV=[\text{脊柱长度 } n-\text{脊柱长度 } (n-1)]/[\text{时间间隔 } n-(n-1)]$; $HV=[\text{身高 } n-\text{身高 } (n-1)]/[\text{时间间隔 } n-(n-1)]$ 。

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。分别以 SLV 和 CV 为纵坐标,年龄为横坐标做散点图,且分别对其进行曲线拟合,选择各自 R 方值最高的曲线。数据采用 t 检验,相

关性使用 Spearman 相关系数表示, $P < 0.05$ 表示有显著性。

2 结果

SLV 高峰期(大于 20mm/年)发生于患儿实足年龄 10~13 岁之间(图 2), 而 CV 高峰期(大于 5°/年)亦见于实足年龄 10~13 岁之间(图 3), 与 SLV 趋势相同。

Spearman 相关性分析表明, 本组患儿 SLV 与其实足年龄、Risser 征、DSA 评分、HV 及 CV 呈显

著相关($r = -0.337$ 、 -0.292 、 -0.199 、 0.374 和 0.456 , $P < 0.05$); 另外, CV 与实足年龄、DSA 评分及 HV 呈显著相关($r = -0.192$ 、 -0.188 和 0.281 , $P < 0.05$)。相关性分析结果详见表 2。

3 讨论

IS 的自然史表明, IS 患儿的侧凸进展与其生长发育潜能密切相关^[10]。既往研究发现了多维生长潜能的评估指标用于评估 IS 患儿侧凸进展的可能性。实足年龄因获取方便成为发育成熟度的最常用的指标, Sanders 等^[8]研究发现实足年龄与脊柱侧凸快速进展期的相关系数高达 0.89, 因此患儿实足年龄可提示 IS 患儿侧凸进展期的到来。HV 被认为是重要的评估 IS 患儿生长潜能的指标, 可很直观的反映脊柱纵向的生长潜能, 对治疗方案的选择有重要的参考价值^[7, 11]。月经初潮年龄作为评估生长潜能和预测侧凸进展的指标具有获取方便的特点, 是青春期女孩重要而显著的性成熟标志。Dimeglio 等^[12]发现女孩月经初潮多发生在骨龄 13~13.5 岁左右, 此时 Risser 征多为 1 级。Sanders 等^[13]报道身高生长高峰 (peak height velocity, PHV) 的发生与月经初潮年龄存在显著的相关性, 相关系数在 0.71~0.93 之间。Sanders 等^[13]的研究发现 IS 患儿月经初潮前 2 年到初潮前半年侧凸进展的速度最快, 而初潮后身高的生长速率开始减速, 侧凸进展的危险性相应的降低。另外, 用于评估 IS 患儿生长潜能及侧凸进展的指标还有 Cobb 角、DSA 评分、Risser 征、第二性征、内分泌激素水平等^[14, 15]。因生长潜能的多维性使得医师很难根据一次检查和单个指标进行有效的判



图 1 脊柱长度测量示意图 (脊柱长度表示为从 T1 椎体上终板至 L5 椎体下终板, 连接各椎体上下终板中点、椎体对角线连线交点及椎间盘的折线)

Figure 1 Measurement of spinal length (Spinal length was measured by the line through the midpoints of superior endplate, diagonal intersection of each vertebra, midpoints of inferior endplate and discs from the superior endplate of T1 to the inferior endplate of L5)

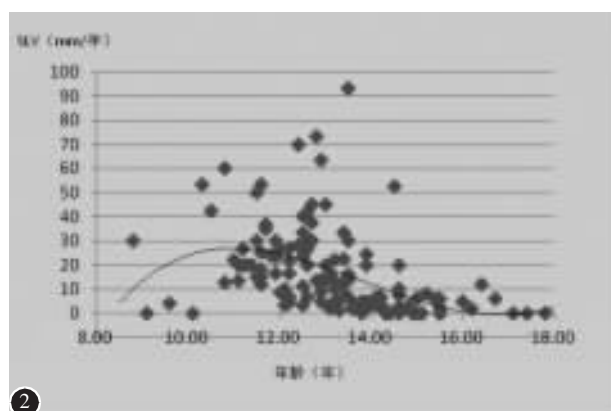


图 2 脊柱生长速率随年龄变化趋势图

Figure 2 Distribution of SLV at different chronologic age

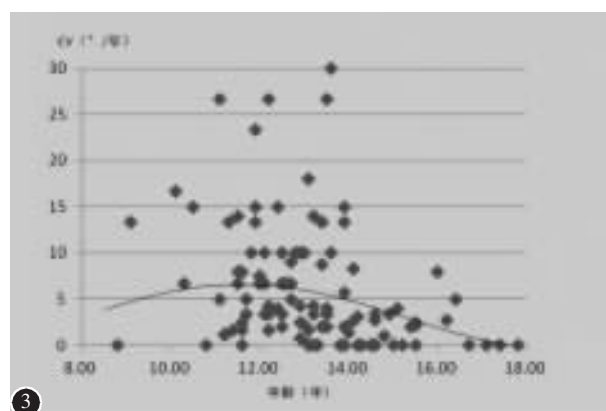


图 3 Cobb 角速率随年龄变化趋势图

Figure 3 Distribution of CV at different chronologic age

表 1 23 例患儿的一般资料
Table 1 Demographics of 23 patients

项目 Items	均值 mean	95%置信区间 95% CI
初诊年龄(岁) Initial age (year)	10.8±1.3	10.1~11.4
月经年龄(岁) menstrual age (year)	12.2±2.0	11.1~13.3
初诊 DSA 评分 Initial DSA scores	384.6±51.9	332.5~412.0
初诊脊柱长度(mm) Initial spine length(mm)	311.6±23.6	292.4~329.4
初诊身高(cm) Initial height(cm)	145.5±7.8	136.9~152.0
初诊 Cobb 角(°) Initial Cobb angle(°)	23.0±6.9	17.8~25.3
随访 SLV(mm/年) SLV(mm/year)	19.1±17.1	6.1~31.3
随访 HV(cm/年) HV(cm/year)	5.4±4.1	3.5~6.5
随访 CV(°/年) CV(°/year)	5.7±8.1	2.2~6.0

注:SLV, 脊柱生长速率;HV, 身高生长速率;CV, Cobb 角速率
Note: SLV, spine length velocity; HV, height velocity; CV, Cobb velocity

断,故对 IS 患儿生长潜能及侧凸进展风险的评估应结合尽可能多的指标进行综合性考虑才能做出尽可能准确的判断。

本研究结果发现,进展性的 IS 患儿 CV 波动于-12.5°/年至 40.0°/年之间,随访时的平均 CV 为 5.7±8.1°/年,表明 IS 患儿不同生长发育时期侧凸进展的风险不同。相关性分析发现, CV 与患儿的实足年龄及 DSA 评分呈显著负相关 ($r=-0.192$ 和 $-0.188, P<0.05$)。患儿实足年龄越小、DSA 评分越低,预示越大的生长潜能,则其侧凸进展的风险越大。Lonstein 等^[16]回顾性分析了 727 例 IS 患儿,发现其中 169 例(23.2%)发生了侧凸的进展,较低的实足年龄是其侧凸进展的高风险指标之一,与本研究相符。Wang 等^[17]将 DSA 评分与脊柱生长板的组织学分级进行相关分析,发现 DSA 评分越高,组织学分级下降,椎体的生长潜能下降。他们认为结合患儿的实足年龄和月经状态,DSA 评

表 2 相关性分析结果
Table 2 Results of correlation analysis

	年龄 age	Risser 征 Risser sign	DSA 评分 DSA	脊柱长度 Spine length	SLV	身高 height	HV	Cobb 角 Cobb angle	CV
SLV	r	-0.337 ^①	-0.292 ^①	-0.199 ^②	-0.137	1	-0.17	0.374 ^①	-0.071
	P	<0.001	0.001	0.026	0.127		0.066	<0.001	0.431
CV	r	-0.192 ^②	-0.169	-0.188 ^②	-0.129	0.456 ^①	-0.182	0.281 ^①	0.125
	P	0.037	0.075	0.042	0.163	<0.001	0.055	0.005	0.177

注: r , 相关系数; SLV, 脊柱生长速率;HV, 身高生长速率;CV, Cobb 角速率;① $P<0.01$;② $P<0.05$
Note: r , correlation coefficient; SLV, spine length velocity; HV, height velocity; CV, Cobb velocity; ① $P<0.01$; ② $P<0.05$

分可以较好的应用于脊柱生长潜能的评估中。本研究发现 CV 与 DSA 评分显著相关, 与 Wang 等的研究类似。另外,本研究的相关性分析发现 CV 与 HV 呈显著正相关($r=0.281, P<0.05$),表明较高的 HV 预示患儿较高的生长潜能,其侧凸进展的风险则亦较大。Ylikoski^[6]跟踪随访了 535 例未经治疗的 IS 患儿,发现其侧凸进展与 HV 呈显著正相关,且 HV 大于 2cm/年预示侧凸进展的风险非常大,其结果与本研究相近。

更重要的是,本研究发现 SLV 大于 20mm/年与 CV 大于 5°/年均发生于患儿实足年龄 10~13 岁之间, 预示 SLV 与 CV 具有较好的相关性。Wever 等^[9]研究发现,与 SLV 小于 10mm/年的 IS

患儿相比,SLV 大于 10mm/年的患儿有显著升高的侧凸进展发生率。故 Wever 等认为,IS 患儿随访时于 X 线片上对其脊柱长度进行持续的测量,可以用于监测和评估脊柱的生长潜能,是侧凸进展很好的预测指标。而本研究相关性分析进一步发现,SLV 与实足年龄、Risser 征、DSA 评分、HV 及 CV 呈显著相关 ($r=-0.337、-0.292、-0.199、0.374$ 和 $0.456, P<0.05$), 且 SLV 与 CV 的相关系数高于其他指标 (0.456 vs -0.192、-0.188 和 0.281)。另外 SLV 的测量仅需要在站立位全脊柱正位片上进行,不像 DSA 等参数需要额外增加左手掌正位片的拍摄,故无需增加患儿的辐射量。因此 SLV 是一个较好的评估 IS 患儿生长潜能和侧

凸进展的指标。值得临床医师推广使用。

总之,多维成熟度指标共同评估 IS 患儿生长潜能及侧凸进展可获得较好预测能力,IS 患儿的侧凸进展速率与其实足年龄、DSA 评分、身高生长速率及脊柱生长速率显著相关。脊柱生长速率与实足年龄、Risser 征、DSA 评分及身高生长速率显著相关,是一个较好的评估 IS 患儿生长潜能和侧凸进展的指标。脊柱生长速率大于 20mm/年提示较高的侧凸进展风险。

4 参考文献

1. DiMeglio A, Canavese F, Charles YP. Growth and adolescent idiopathic scoliosis: when and how much[J]? J Pediatr Orthop, 2011, 31(1 Suppl): S28-36.
2. Escalada F, Marco E, Duarte E, et al. Growth and curve stabilization in girls with adolescent idiopathic scoliosis [J]. Spine, 2005, 30(4): 411-417.
3. Ascani E, Bartolozzi P, Logroscino CA, et al. Natural history of untreated idiopathic scoliosis after skeletal maturity [J]. Spine, 1986, 11(8): 784-789.
4. Bunnell WP. The natural history of idiopathic scoliosis before skeletal maturity[J]. Spine, 1986, 11(8): 773-776.
5. Xu L, Qiu X, Sun X, et al. Potential genetic markers predicting the outcome of brace treatment in patients with adolescent idiopathic scoliosis[J]. Eur Spine J, 2011, 20(10): 1757-1764.
6. Ylikoski M. Growth and progression of adolescent idiopathic scoliosis in girls[J]. J Pediatr Orthop B, 2005, 14(5): 320-324.
7. Little DG, Song KM, Katz D, et al. Relationship of peak height velocity to other maturity indicators in idiopathic scoliosis in girls[J]. J Bone Joint Surg Am, 2000, 82(5): 685-693.
8. 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.
9. 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.
10. Ascani E, Bartolozzi P, Logroscino CA, et al. Natural history of untreated idiopathic scoliosis after skeletal maturity [J]. Spine, 1986, 11(8): 784-789.
11. Song KM, Little DG. Peak height velocity as a maturity indicator for males with idiopathic scoliosis [J]. J Pediatr Orthop, 2000, 20(3): 286-288.
12. Dimeglio A. Growth in pediatric orthopaedics[J]. J Pediatr Orthop, 2001, 21(4): 549-555.
13. Sanders JO. Maturity indicators in spinal deformity [J]. J Bone Joint Surg Am, 2007, 89 Suppl 1: 14-20.
14. Katz DE, Durrani AA. Factors that influence outcome in bracing large curves in patients with adolescent idiopathic scoliosis[J]. Spine, 2001, 26(21): 2354-2361.
15. Upadhyay SS, Nelson IW, Ho EK, et al. New prognostic factors to predict the final outcome of brace treatment in adolescent idiopathic scoliosis[J]. Spine, 1995, 20(5): 537-545.
16. Lonstein JE, Carlson JM. The prediction of curve progression in untreated idiopathic scoliosis during growth [J]. J Bone Joint Surg Am, 1984, 66(7): 1061-1071.
17. Wang S, Qiu Y, Ma Z, et al. Histologic, risser sign, and digital skeletal age evaluation for residual spine growth potential in Chinese female idiopathic scoliosis [J]. Spine, 2007, 32(15): 1648-1654.

(收稿日期:2013-11-22 修回日期:2014-03-06)

(英文编审 蒋欣/贾丹彤)

(本文编辑 彭向峰)