

纵向可撑开型人工钛肋技术治疗早发性 脊柱侧凸合并肩部失平衡的疗效观察

孙 旭, 陈忠辉, 邱 勇, 王 斌, 钱邦平, 朱泽章, 俞 杨

(南京大学医学院附属鼓楼医院 210008 南京市)

【摘要】目的:评估纵向可撑开型人工钛肋技术(vertical expandable prosthetic titanium rib, VEPTR)治疗早发性脊柱侧凸(early onset scoliosis, EOS)合并肩部失平衡的疗效。**方法:**回顾性分析在我院行 VEPTR 技术治疗的 8 例 EOS 合并肩部失平衡的患者, 其中男 6 例, 女 2 例。初次手术年龄 5.0 ± 3.4 岁(3~10 岁), 撑开间隔时间为 6~12 个月, 随访 3 年以上。比较初次术前、初次术后以及末次随访时的侧凸 Cobb 角、顶椎偏移、喙突高度差(coracoid height difference, CHD)、锁骨角(clavicle angle, CA)、锁骨倾斜角差(clavicular tilt angle difference, CTAD)和躯干偏移距离(trunk shift, TS)。**结果:**VEPTR 术后随访 56 ± 8 个月(43~70 个月)。全部患者共接受手术 46 次, 平均 5.8 次/例; 共进行撑开延长手术 38 次, 平均 4.8 次/例(3~6 次), 平均 10 个月行撑开延长一次。初次术前、术后和末次随访时的主弯 Cobb 角分别为 $82^\circ \pm 19^\circ$ 、 $49^\circ \pm 19^\circ$ 和 $52^\circ \pm 18^\circ$, 顶椎偏移分别为 48 ± 17 mm、 32 ± 12 mm 和 36 ± 12 mm, 末次随访均较术前有明显改善($P < 0.05$)。胸椎高度由术前 13.2 ± 2.1 cm 增加到术后 15.0 ± 2.2 cm, 末次随访时增加至 18.3 ± 2.4 cm; T1-S1 高度由术前 24.3 ± 3.7 cm 增加到术后 27.8 ± 4.8 cm, 末次随访时增加至 33.8 ± 5.1 cm。CHD 初次术前为 25 ± 5 mm, 初次术后减至 19 ± 6 mm ($P = 0.001$), 末次随访时为 11 ± 4 mm ($P < 0.001$)。CA、CTAD 初次术前分别为 $9^\circ \pm 2^\circ$ 和 $13^\circ \pm 4^\circ$, 初次术后分别降低为 $6^\circ \pm 4^\circ$ 和 $11^\circ \pm 4^\circ$ ($P < 0.05$), 末次随访时则分别降低至 $5^\circ \pm 4^\circ$ 和 $9^\circ \pm 4^\circ$ ($P < 0.05$)。术前的 CHD 与 TS 进行相关性分析, 结果显示二者存在显著性正相关($r = 0.716$, $P < 0.05$)。TS 初次术前为 31 ± 13 mm, 初次术后减至 14 ± 7 mm ($P = 0.011$), 末次随访时为 16 ± 7 mm ($P = 0.007$)。**结论:**VEPTR 技术作为一种非融合性矫形技术, 依靠纵向撑开力可有效控制 EOS 患者主弯畸形的进展, 维持脊柱的生长, 还可促进肩部平衡的改善。

【关键词】早发性脊柱侧凸; 纵向可撑开型人工钛肋技术; 肩部平衡

doi:10.3969/j.issn.1004-406X.2015.08.04

中图分类号: R682.3 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2015)-08-0689-06

Observation on the effect of vertical expandable prosthetic titanium rib technique on shoulder imbalance in children with early-onset scoliosis/SUN Xu, CHEN Zhonghui, QIU Yong, et al/Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2015, 25(8): 689-694

【Abstract】Objectives: To investigate the effectiveness of vertical expandable prosthetic titanium rib (VEPTR) technique in treating shoulder imbalance in children with early-onset scoliosis (EOS). **Methods:** 8 EOS patients (6 boys and 2 girls) with obvious shoulder imbalance treated with VEPTR technique were reviewed. The average age at the index surgery was 5.0 ± 3.4 years old (range, 3-10 years). During the regular post-operative follow-up, expansion surgery was scheduled at an interval of 6 to 12 months. They had a minimum 3-year follow-up. Measurements of primary curve magnitude, apical vertebral translation (AVT), coracoid height difference (CHD), clavicle angle (CA), clavicular tilt angle difference (CTAD) and trunk shift (TS) were performed on radiographs, and the indexes at preoperation were compared with those at postoperation, and the latest follow-up. **Results:** All patients had a mean follow-up of 56 ± 8 months (range, 43-70 months). 46 surgeries in total were performed, averaging 5.8 surgeries per patient; and 38 expansion surgeries were carried out, averaging 4.8 surgeries per patient. The average interval for each expansion surgery was 10 months. From preoperation to latest follow-up, the Cobb angle of primary curves was averagely corrected from $82^\circ \pm 19^\circ$ to $52^\circ \pm 18^\circ$, and

第一作者简介: 男(1980-), 医学博士, 副主任医师, 研究方向: 脊柱外科

电话: (025)83304616-61021 E-mail: drsunxu@163.com

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

AVT displayed slight improvement. The average thoracic height increased from 13.2 ± 2.1 cm to 18.3 ± 2.4 cm, and the average T1-S1 height increased from 24.3 ± 3.7 cm to 33.8 ± 5.1 cm. After the index surgery, CHD, CA and CTAD improved from 25 ± 5 mm to 19 ± 6 mm, from $9^\circ \pm 2^\circ$ to $6^\circ \pm 4^\circ$, and from $13^\circ \pm 4^\circ$ to $11^\circ \pm 4^\circ$, respectively. At the latest follow-up, CHD, CA and CTAD were 11 ± 4 mm, $5^\circ \pm 4^\circ$ and $9^\circ \pm 4^\circ$ on average, respectively. TS was found to be significantly correlated with CHD before surgery. TS was averagely corrected from 31 ± 13 mm to 16 ± 7 mm from preoperation to latest follow-up. **Conclusions:** In EOS patients, VEPTR technique serves as an optional fusionless strategy to prevent curve progression, to allow growth of spine, as well as to improve shoulder imbalance.

[Key words] Early-onset scoliosis; Vertical expandable prosthetic titanium rib; Shoulder balance

[Author's address] Spinal Surgery, Drum Tower Hospital, Medical School of Nanjing University, Nanjing, 210008, China

早发性脊柱侧凸(early onset scoliosis, EOS)通常是指 5 岁以前发病的脊柱侧凸,后泛指发生于低龄儿童且具有极大畸形加重风险和呼吸功能不全的脊柱侧凸畸形^[1]。具有发病年龄早,畸形进展迅速等特点,患者多伴肩部失平衡。对于 EOS 的治疗,多推荐采用非融合可延长技术以保持低龄儿童脊柱的纵向生长能力,其中包括纵向可撑开型人工钛肋技术(vertical expandable prosthetic titanium rib, VEPTR)。然而目前学者们多关注 VEPTR 对 EOS 患者的畸形矫正效果和脊柱生长能力的保持^[2-5],对肩部平衡的改善关注较少。而术后肩部平衡问题是评估手术疗效及患者满意度的重要指标之一^[6],对纠正外观意义重大。本研究拟通过回顾性分析我科采用 VEPTR 技术治疗的 EOS 患者的手术前后的肩部平衡情况,以明确 VEPTR 对 EOS 患者肩部平衡的改善效果,为国人 EOS 患者 VEPTR 治疗提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料

对 2006 年 12 月~2014 年 8 月在我科接受 VEPTR 技术治疗的患者进行回顾性分析。病例入选标准:(1)术前存在明显肩部失衡,即喙突高度差(CHD) ≥ 9 mm^[7];(2)行 VEPTR 技术治疗,且随访时间 3 年以上。排除标准:(1)双下肢不等长;(2)双髋屈曲畸形。最终 8 例患者入选,其中男 6 例,女 2 例;年龄 5.0 ± 3.4 岁(3~10 岁)。按病因学分类:先天性脊柱侧凸 6 例,特发性脊柱侧凸 2 例。其置棒方式包括:5 例使用双侧双棒(肋骨-腰椎连接),2 例使用凹侧单棒(肋骨-腰椎连接),1 例使用凹侧双棒(1 根肋骨-腰椎连接和 1 根肋骨-肋骨连接)。近端肋骨抱钩抱紧上端椎或其上

方邻近椎体对应的 1~2 根肋骨,固定于横突外侧 2~3 cm 处,其中 3 例固定于第 2 肋骨,1 例固定于第 3 肋骨,2 例固定于第 4 肋骨,2 例固定于第 2~3 肋骨。

1.2 手术方法

手术均由同一个团队完成,均在体感诱发电位和运动诱发电位监护下进行。初次手术内固定置入物均为 VEPTR 器械(Synthes Inc., West Chester, PA, 美国),安装策略包括凹侧单棒支撑、凹侧双棒支撑及双侧双棒支撑^[5]。初次置入 VEPTR 器械参考 Campbell 等介绍的方法^[8],并根据患者生长情况和影像学检查情况决定后续的定期撑开延长手术^[9]。

1.3 评价方法

收集所有患者术前、术后以及末次随访时的站立位全脊柱正位 X 线片,记录主弯方向、肩部抬高方向以及躯干倾斜方向,并测量主胸弯 Cobb 角及下列影像学指标:(1)顶椎偏移距离(apical vertebral translation, AVT),主胸弯顶椎中点与骶骨平分线之间的距离;(2)胸椎高度^[9], T1 椎体上终板至 T12 椎体下终板的垂直距离;(3) T1-S1 高度^[9], T1 椎体上终板至 S1 椎体上终板之间的垂直距离;(4)喙突高度差(coracoid height difference, CHD)^[10], 两侧喙突最高点之间的垂直高度差,根据 Akel 等^[7]定义, CHD ≥ 9 mm 为肩部失衡;(5)锁骨角(clavicle angle, CA)^[11], 连接双侧锁骨最高点的连线与水平线之间的夹角;(6)锁骨倾斜角差(clavicular tilt angle difference, CTAD)^[7], 锁骨胸骨端的轴线与水平线夹角为锁骨倾斜角, 双侧锁骨倾斜角差值可得该值;(7)躯干偏移距离(trunk shift, TS), 作一条通过顶椎的水平线, 其与两侧胸廓交点连线的中垂线为躯干垂直参考线(vertical

trunk reference line, VTRL), VTRL 与骶骨正中垂线的距离即为躯干偏移距离。

1.4 统计学分析

应用 SPSS 21.0 统计学软件进行数据录入及分析, 计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示。对术前、术后和末次随访时的主弯 Cobb 角、AVT、CHD、CA、CTAD、TS 的变化进行配对 t 检验, 对术前的 CHD 与 TS 进行相关性分析。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

VEPTR 术后随访 56 ± 8 个月 (43~70 个月)。全部患者共接受手术 46 次, 平均 5.8 次/例; 共进

行撑开延长手术 38 次, 平均 4.8 次/例 (范围 3~6 次), 平均 10 个月行撑开延长一次。2 例完成 VEPTR 治疗后行终末期融合手术, 6 例仍继续行 VEPTR 治疗。

随访期间共有 4 例 5 人次出现并发症, 其中 1 例出现术中并发症, 为胸膜破裂; 3 例出现术后并发症, 均为肋骨不完全性骨折致使肋骨抱钩移位, 其中 1 例随访中 2 次出现肋骨骨折后抱钩脱位突起于皮下。在初次放置 VEPTR 和后续的撑开手术中均无神经和血管并发症发生。

主弯畸形矫正、脊柱生长的维持、肩部失衡和躯干倾斜矫正情况见图 1 和表 1。初次术前、术后

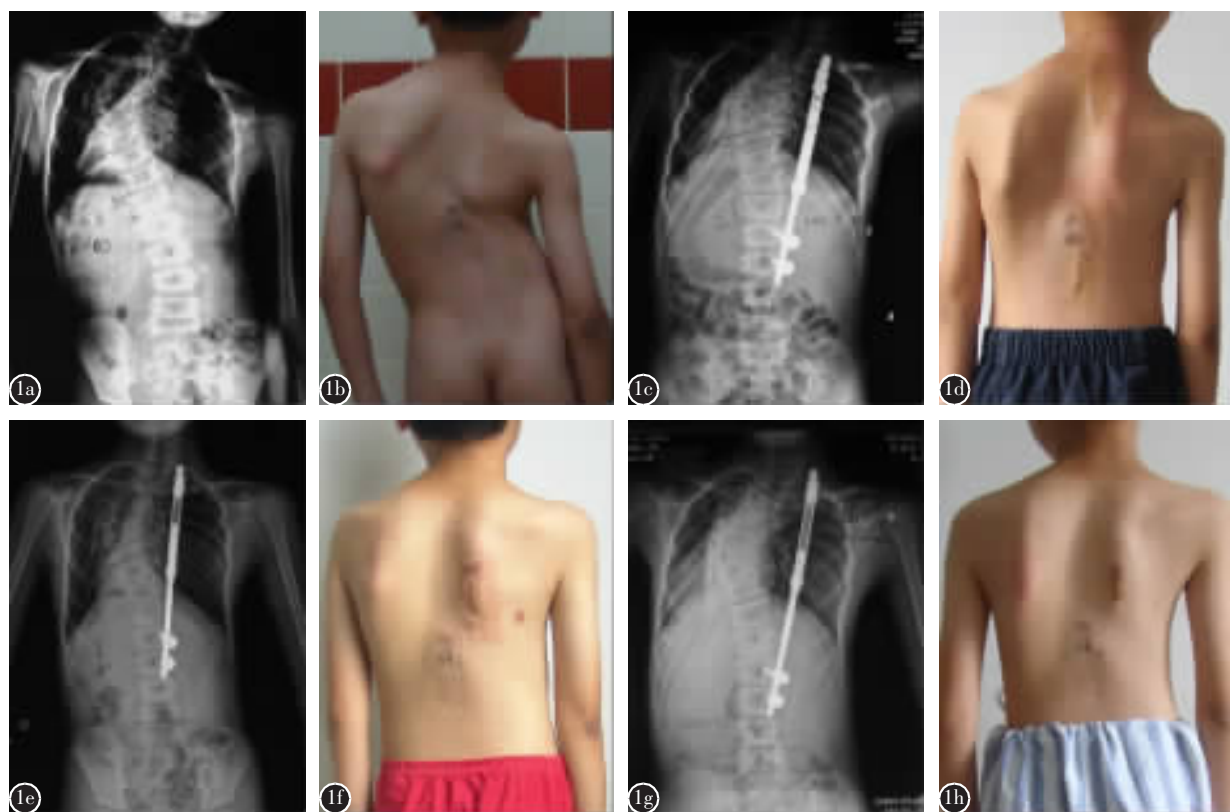


图 1 患者男, 10 岁, 先天性脊柱侧凸伴肩部失衡、躯干倾斜 **a** 术前正位 X 线片示 CHD 29mm, TS 为 25mm, CA、CTAD 分别为 12° 和 19° **b** 术前外观照示肩部明显失衡 **c** VEPTR 置入术后正位 X 线片示 CHD 减少为 24mm, TS 为 11mm, CA、CTAD 分别减少至 10° 和 16° **d** VEPTR 置入术后外观照, 肩部失衡有改善 **e** VEPTR 第二次撑开术后正位 X 线片示 CHD 为 14mm, TS 为 6mm, CA 和 CTAD 分别为 4° 和 11° **f** VEPTR 置入第二次撑开术后外观照, 肩部平衡明显改善 **g** VEPTR 置入术后 45 个月, 行 4 次 VEPTR 撑开延长术, 末次随访时正位 X 线片示 CHD 减少为 15mm, TS 为 16mm, CA 和 CTAD 分别为 2° 和 13° **h** VEPTR 置入术后末次随访时外观照, 肩部平衡明显改善

Figure 1 A 10-year-old boy with congenital thoracic scoliosis presenting with shoulder imbalance and trunk shifting to the left side (**a**, **b**). After the index surgery with VEPTR, CHD, CA and CTAD were improved from 29mm to 24mm, from 12° to 10° , and from 19° to 16° , retrospectively (**a**–**d**). Four expansion surgeries were performed during 45-month follow-up (**e**–**h**). The X-ray and clinical appearance after the 2nd distraction were showed in **e** and **f**. At the latest follow-up, CHD, CA and CTAD were 15mm, 2° and 13° , retrospectively. Meanwhile, TS was corrected from 25mm to 16mm from preoperatively to the latest follow-up

和末次随访时的主弯 Cobb 角分别为 $82^{\circ} \pm 19^{\circ}$ 、 $49^{\circ} \pm 19^{\circ}$ 和 $52^{\circ} \pm 18^{\circ}$, 顶椎偏移分别为 $48 \pm 17 \text{mm}$ 、 $32 \pm 12 \text{mm}$ 和 $36 \pm 12 \text{mm}$, 末次随访均较术前有明显改善 ($P < 0.05$)。胸椎高度由术前 $13.2 \pm 2.1 \text{cm}$ 增加到术后的 $15.0 \pm 2.2 \text{cm}$, 末次随访时增加至 $18.3 \pm 2.3 \text{cm}$; T1-S1 高度由术前 $24.3 \pm 3.7 \text{cm}$ 增加到术后 $27.8 \pm 4.8 \text{cm}$, 末次随访时增加至 $33.8 \pm 5.1 \text{cm}$ 。

初次术前 CHD 为 $25 \pm 5 \text{mm}$, 初次术后减至 $19 \pm 6 \text{mm}$ ($P = 0.001$), 末次随访时进一步减少为 $11 \pm 4 \text{mm}$ ($P < 0.001$)。初次术前 CA、CTAD 分别为 $9^{\circ} \pm 2^{\circ}$ 和 $13^{\circ} \pm 4^{\circ}$, 初次术后分别降低为 $6^{\circ} \pm 4^{\circ}$ 和 $11^{\circ} \pm 4^{\circ}$ ($P < 0.05$), 末次随访时则分别降低至 $5^{\circ} \pm 4^{\circ}$ 和 $9^{\circ} \pm 4^{\circ}$ ($P < 0.05$)。7 例患者站立位全脊柱正侧位片显示其肩部抬高方向与主弯畸形方向、躯干倾

表 1 8 例患者术前、术后和末次随访时的影像学参数

Table 1 Radiographic parameters of patients before surgery and immediately after surgery, and at the final follow-up

		病例编号(number of cases)								均值 Mean	标准差 SD
		1	2	3	4	5	6	7	8		
主弯 Cobb 角(°) Main curve											
术前 Before surgery		95	61	76	54	84	97	80	110	82	19
术后 After surgery		83	30	49	22	40	57	59	50	49	19
随访 Follow-up		85	38	41	30	54	70	53	46	52	18
顶椎偏移(mm) Apical vertebral translation											
术前 Before surgery		55	73	57	22	40	43	31	60	48	17
术后 After surgery		43	42	35	13	24	29	25	47	32	12
随访 Follow-up		49	33	47	15	32	37	27	50	36	12
躯干偏移距离(mm) Trunk shift											
术前 Before surgery		29	24	36	45	52	25	30	10	31	13
术后 After surgery		23	9	7	5	22	11	18	15	14	7
随访 Follow-up		16	14	10	29	14	16	22	7	16	7
胸椎高度(cm) Thoracic height											
术前 Before surgery		11.3	13.2	16.9	10.2	13.1	15.2	13.4	12.5	13.2	2.1
术后 After surgery		13.1	15.3	18.8	11.8	14.4	16.7	16.3	13.9	15.0	2.2
随访 Follow-up		17.5	17.7	22.4	14.9	16.3	19.2	20.1	18.2	18.3	2.3
T1-S1 高度(cm)											
术前 Before surgery		21.2	23.5	27.1	23.6	25.7	30.5	24.3	18.1	24.3	3.7
术后 After surgery		22.4	27.6	33.2	25.8	30.5	33.8	28.2	20.5	27.8	4.8
随访 Follow-up		27.4	37.9	38.3	28.7	37.1	40.3	31.2	29.2	33.8	5.1
喙突高度差(CHD,mm) Coracoid height difference											
术前 Before surgery		27	20	24	30	28	29	27	17	25	5
术后 After surgery		22	9	14	24	21	24	24	14	19	6
随访 Follow-up		7	7	8	16	11	15	16	7	11	4
锁骨角(CA,°) Clavicle angle											
术前 Before surgery		8	10	6	10	8	12	10	5	9	2
术后 After surgery		6	7	4	6	4	10	11	0	6	4
随访 Follow-up		2	4	3	8	6	2	12	0	5	4
锁骨倾斜角差(CTAD,°)Clavicular tilt angle difference											
术前 Before surgery		13	6	11	15	13	19	15	11	13	4
术后 After surgery		9	4	7	14	14	16	13	7	11	4
随访 Follow-up		7	4	3	10	6	13	13	12	9	4

斜方向一致。对术前的 CHD 与 TS 进行相关性分析,结果显示二者存在显著性正相关($r=0.716, P<0.05$)。初次术前 TS 为 $31\pm 13\text{mm}$,初次术后减至 $14\pm 7\text{mm}$ ($P=0.011$),末次随访时为 $16\pm 7\text{mm}$ ($P=0.007$)。

3 讨论

VEPTR 技术是由 Campbell 研发并最早用于治疗胸廓发育不良综合征 (thoracic insufficiency syndrome, TIS)。TIS 是一类因胸廓畸形不能支持正常呼吸和肺组织生长的疾病的统称,以先天性胸椎侧凸伴有并肋/肋骨缺如等胸廓发育畸形患者多见^[12]。鉴于 VEPTR 器械的设计特点和在 TIS 中的疗效,该技术被应用到 EOS 的治疗中。

在 VEPTR 治疗 EOS 的临床应用中,不少学者发现其可在一定程度上控制 EOS 患者脊柱侧凸畸形的进展,并能保持脊柱的生长^[2-5]。本组 8 例患者主弯 Cobb 角由初次术前的 $82^\circ\pm 19^\circ$ 减少至末次随访时的 $52^\circ\pm 18^\circ$,顶椎偏移由初次术前的 $48\pm 17\text{mm}$ 降低至末次随访时的 $36\pm 12\text{mm}$;胸椎高度和 T1-S1 高度分别由初次术前的 $13.2\pm 2.1\text{cm}$ 和 $24.3\pm 3.7\text{cm}$,增加至末次随访时的 $18.3\pm 2.3\text{cm}$ 和 $33.8\pm 5.1\text{cm}$ 。这一结果与之前的研究^[2-4]相似。另外,本组共有 4 例出现并发症,包括胸膜破裂、肋骨不全骨折造成肋骨抱钩移位,这也与先前文献报道^[2-4]相一致。

脊柱侧凸患者的肩部平衡包括影像学平衡和美学平衡,二者之间存在着差异。但由于美学的主观性很大,且对于脊柱侧凸的美学评估存在一定困难,因此学者们多采用影像学指标对肩部平衡情况进行评估。文献中用于评估肩部平衡的影像学指标很多^[7,10,11,13],包括 T1 倾斜(T1 tilt)、第一肋角(first rib angle, FRA)、喙突高度差(CHD)及锁骨肋骨交点高度差(clavicle-rib cage intersection point difference, CRID)、锁骨角(CA)、锁骨倾斜角差(CTAD)等。在这些指标中,最常用的是 T1 倾斜,由 Ginsburg 等^[13]最早提出,用于提示上胸弯的存在,但有时 T1 的倾斜方向与双肩的倾斜方向并不一致,因此, T1 倾斜并不能够反映双肩平衡情况。另外, EOS 患者多合并肋骨的缺失或者融合,因此 FRA 也不适用于 EOS 患者双肩平衡的评估。CTAD 是由 Akel 等^[7]提出的一个影像学指标,该指标与肩部美学平衡有良好相关性 ($r=$

$0.60, P<0.01$),而且在影像学检查不能很好显露肩部时,可以利用锁骨的胸骨端与水平线的夹角测得该角数值。本研究最终选择 CHD、CA 和 CTAD 作为肩部平衡评价指标。根据 Akel 等^[7]定义 CHD 超过 9mm 代表肩部失衡,本组最终入选 8 例术前存在肩部失衡的患者。

Samy 等^[14]采用 CHD 和 CTAD 这两个指标评估 VEPTR 对先天性脊柱侧凸患儿的肩部平衡纠正情况,发现在置入 VEPTR 术后, CHD 由术前 21mm 降至 11.2mm, CTAD 由术前 8.9° 减少至 4.4° ,经过平均 28.9 个月的随访, CHD 进一步降至 7mm, CTAD 减至 3.9° 。认为 VEPTR 对肩部失衡可获得满意的矫正,其不仅体现在初次术后,在随后的撑开手术过程中也依然保持明显效果。但该研究存在一定的局限性,因为其只是单纯考虑肩部平衡的问题,而没有将局部的肩部平衡与整体的躯干平衡一起考虑。EOS 发病年龄早,常见多节段脊椎发育畸形或椎体分节不良,脊柱两侧生长极不对称,因此 EOS 患者就诊时可见整体躯干平衡和局部肩部平衡的破坏,分别表现为躯干倾斜和肩部失衡。与该研究相比,本研究也有类似结果,8 例术前存在肩部失衡的 EOS 患者进行了 VEPTR 置入,初次术后 CHD、CA、CTAD 均较术前明显改善 ($P<0.05$),并在末次随访时依然保持良好效果,其中有 4 例患者在末次随访时 CHD 小于 9mm。

通过观察本组 8 例 EOS 患者的站立位全脊柱正侧位 X 线片,我们发现其肩部抬高方向与主弯畸形方向、躯干倾斜方向基本一致。将患者术前的 CHD 与 TS 进行相关性分析,结果显示二者存在显著性正相关。因此,我们认为 EOS 患者的肩部失衡可能为躯干失衡的代偿效应,其机制为:EOS 主胸弯型患者弯曲僵硬,当胸廓主体向侧弯凸侧倾斜时,往往需要抬高同侧的肩部,使头部向对侧倾斜以改善头部-骨盆相对位置,从而尽量达到较好的总体平衡。本组患者在置入 VEPTR 后,躯干倾斜逐步改善,可见躯干平衡与肩部平衡的改善趋势相一致,二者的改善是相辅相成的。

理论上,双侧置入钛棒可能在脊柱畸形矫正和肩部平衡改善方面优于单侧置棒。本组中 3 例采用单侧置入单棒或双棒,其中因为 1 例患儿年幼但畸形非常严重,受软组织条件所限,在凸侧根本无法置棒;2 例则因为经济原因,仅在凹侧置

棒。本组近端均采用肋骨抱钩,抱紧于上端椎或其上方邻近椎体对应的 1~2 根肋骨距横突外侧 2~3cm 处。由于病例数有限,无法进一步分组比较置棒侧别和抱钩位置对肩部平衡改善的影响。值得一提的是,目前国内 VEPTR 应用已逐渐减少,这和其较高的并发症发生率有关。VEPTR 技术的术中并发症包括胸膜破裂、血气胸等,术后并发症包括肋骨骨折、抱钩脱位以及感染等。本组中并发症发生情况与文献中相当。肋骨骨折及抱钩脱位更为常见,主要是因为 VEPTR 抱钩粗大,而中国患儿的肋骨较为细小。然而,对于伴发 TIS 的 EOS 患儿,单纯应用生长棒难以解决胸廓塌陷的问题,而这正是 VEPTR 治疗的最佳适应证。因此,VEPTR 在治疗此类患儿方面仍具有一定的优势。

综上所述,VEPTR 技术作为一种非融合性矫形技术,依靠纵向撑开力可有效控制 EOS 患者主弯畸形的进展,维持脊柱的生长,还可促进肩部平衡的改善。当 EOS 患者发生躯干向主弯凸侧倾斜的时候,会出现同侧肩部抬高现象,因此 EOS 患者的肩部失衡为躯干倾斜的代偿效应。VEPTR 可通过在凹侧撑开以恢复躯干平衡,从而改善肩部平衡。

4 参考文献

1. Bess S, Akbarnia BA, Thompson GH, et al. Complications of growing-rod treatment for early-onset scoliosis: analysis of one hundred and forty patients[J]. J Bone Joint Surg Am, 2010, 92(15): 2533-2543.
2. Campbell RM Jr, Adcox BM, Smith MD, et al. The effect of mid-thoracic VEPTR opening wedge thoracotomy on cervical tilt associated with congenital thoracic scoliosis in patients with thoracic insufficiency syndrome[J]. Spine, 2007, 32(20): 2171-2177.
3. Samdani AF, Ranade A, Dolch HJ, et al. Bilateral use of the vertical expandable prosthetic titanium rib attached to the pelvis: a novel treatment for scoliosis in the growing spine[J]. J Neurosurg Spine, 2009, 10(4): 287-292.
4. Hasler CC, Mehrkens A, Hefti F. Efficacy and safety of VEPTR instrumentation for progressive spine deformities in young children without rib fusions[J]. Eur Spine J, 2010, 19(3): 400-408.
5. 邱勇, 孙旭, 王斌, 等. 纵向可撑开型人工钛肋技术治疗早发性脊柱侧凸早期疗效[J]. 中华外科杂志, 2012, 50(10): 883-888.
6. Qiu XS, Ma WW, Li WG, et al. Discrepancy between radiographic shoulder balance and cosmetic shoulder balance in adolescent idiopathic scoliosis patients with double thoracic curve[J]. Eur Spine J, 2009, 18(1): 45-51.
7. Akel I, Pekmezci M, Hayran M, et al. Evaluation of shoulder balance in the normal adolescent population and its correlation with radiological parameters[J]. Eur Spine J, 2008, 17(3): 348-354.
8. Campbell RM Jr, Smith MD, Mayes TC, et al. The effect of opening wedge thoracotomy on thoracic insufficiency syndrome associated with fused ribs and congenital scoliosis[J]. J Bone Joint Surg Am, 2004, 86(8): 1659-1674.
9. Reinker K, Simmons JW, Patil V, et al. Can VEPTR® control progression of early-onset kyphoscoliosis? a cohort study of VEPTR® patients with severe kyphoscoliosis[J]. Clin Orthop Relat Res, 2011, 469(5): 1342-1348.
10. Bago J, Carrera L, March B, et al. Four radiological measures to estimate shoulder balance in scoliosis [J]. J Pediatr Orthop B, 1996, 5(1): 31-34.
11. Kuklo TR, Lenke LG, Graham EJ, et al. Correlation of radiographic, clinical, and patient assessment of shoulder balance following fusion versus nonfusion of the proximal thoracic curve in adolescent idiopathic scoliosis[J]. Spine, 2002, 27(18): 2013-2020.
12. Campbell RM Jr, Smith MD, Mayes TC, et al. The characteristics of thoracic insufficiency syndrome associated with fused ribs and congenital scoliosis[J]. J Bone Joint Surg Am, 2003, 85(3): 399-408.
13. Ginsburg H, Goldstein L, Devanny J, et al. An evaluation of the upper thoracic curve in idiopathic scoliosis: guidelines in the selection of the fusion area[C]. Presented at the Annual Meeting of the Scoliosis Research Society. Hong Kong, 1977.
14. Samy MA, Al Zayed ZS, Shaheen MF. The effect of a vertical expandable prosthetic titanium rib on shoulder balance in patients with congenital scoliosis[J]. J Child Orthop, 2009, 3(5): 391-396.

(收稿日期:2015-03-23 末次修回日期:2015-04-20)

(英文编审 郑国权/贾丹彤)

(本文编辑 卢庆霞)