

DOI:10.12025/j.issn.1008-6358.2017.20161218

## 术前 Halo 重力牵引辅助治疗青少年重度脊柱侧凸畸形的临床疗效

李唐波<sup>△</sup>, 林涛<sup>△</sup>, 孟怡辰, 姜横, 王策, 周许辉\*

海军军医大学附属长征医院脊柱外科, 上海 200003

**[摘要]** **目的:**探讨术前 Halo 重力牵引辅助治疗青少年重度脊柱侧凸畸形患者的临床疗效。**方法:**回顾性分析 2009 年 1 月至 2014 年 12 月第二军医大学长征医院脊柱外科收治的 37 例青少年重度脊柱侧凸患者的临床资料, 所有患者术前均接受 Halo 重力牵引治疗, 随访时间 1~4 个月。**结果:**与牵引前相比, 牵引后冠状面 Cobb 角明显降低, 差异有统计学意义[(99.5±14.4)° vs (73.2±9.3)°,  $P<0.01$ ]。与牵引前相比, 牵引后患者用力肺活量(forced vital capacity, FVC)明显上升[(1.97±0.35) L vs (2.34±0.22) L], 1 秒用力呼气容积(forced expiratory volume in one second, FEV<sub>1</sub>)明显上升[(1.75±0.28) L vs (2.08±0.15) L], 血浆白蛋白明显上升[(33±9) g/L vs (38±3) g/L], 差异均有统计学意义( $P<0.01$ )。牵引前后主弯变化量与 FVC 变化量正相关( $r=0.230$ ,  $P=0.004$ ), 与 FEV<sub>1</sub> 变化量正相关( $r=0.216$ ,  $P=0.007$ )。牵引过程中 1 例患者出现左上肢麻木。**结论:**术前 Halo 重力牵引可缓慢矫正重度脊柱侧凸青少年患者脊柱畸形, 增强肺功能水平, 提高营养水平, 但应避免牵引相关神经并发症的发生。

**[关键词]** Halo 重力牵引; 重度脊柱侧凸; 肺功能; 营养状况

**[中图分类号]** R 682.3 **[文献标志码]** A

## Clinical efficacy of preoperative Halo gravity traction in the treatment of severe adolescent scoliosis

LI Tang-bo<sup>△</sup>, LIN Tao<sup>△</sup>, MENG Yi-chen, JIANG Heng, WANG Ce, ZHOU Xu-hui\*

Department of Spine Surgery, Changzheng Hospital, Navy Medical University, Shanghai 200003, China

**[Abstract]** **Objective:** To investigate the clinical efficacy of preoperative Halo gravity traction in the treatment of severe adolescent scoliosis. **Methods:** The clinical data of 37 cases of severe scoliosis in adolescents admitted to Department of Spine Surgery, Changzheng Hospital from January 2009 to December 2014 were retrospectively analyzed. All patients received Halo gravity traction before operation, and the follow-up time ranged from 1 to 4 months. **Results:** Compared with before traction, forced vital capacity (FVC) increased significantly [(1.97±0.35) L vs [2.34±0.22] L), forced expiratory volume in one second (FEV<sub>1</sub>) increased significantly [(1.75±0.28) L vs [2.08±0.15] L), plasma albumin increased significantly [(33±9) g/L vs [38±3] g/L), and the differences were all statistically significant ( $P<0.01$ ). The change of main curve before and after traction was positively correlated with FVC change ( $r=0.230$ ,  $P=0.004$ ) and FEV<sub>1</sub> change ( $r=0.216$ ,  $P=0.007$ ). During the traction, 1 patient experienced transient brachial plexus palsy. **Conclusions:** Preoperative Halo gravity traction can gradually correct the spinal deformity, enhance the pulmonary function, and improve the nutrition level of adolescent patients with severe scoliosis. But traction-related neurological complications should be prevented.

**[Key Words]** Halo gravity traction; severe scoliosis; pulmonary function; nutrition status

目前, 大多数轻中度青少年脊柱侧凸畸形通过手术治疗能达到令人满意的矫形效果, 但重度脊柱畸形的处理仍然是困扰脊柱外科医师的难题<sup>[1-2]</sup>。除了畸形重而难矫正, 脊柱畸形造成的心肺功能损害进一步增加了手术风险。这类患者进行手术的首要目的是阻止畸形进一步进展, 减小弯曲角度, 并降低远期呼吸系统并发症发生率。重度脊柱侧凸手术策略包括前方或后方松解及截骨, 手术入路

包括前后联合或单纯后入路。手术松解及固定的范围越大, 神经损伤的可能性也越大。对该类患者进行术前 Halo 重力牵引, 能减轻侧弯程度并提升肺功能, 从而降低后续手术风险<sup>[1-3]</sup>。但目前关于青少年重度脊柱侧凸患者矫形术前应用 Halo 头环牵引的治疗效果尚不明确。因此, 本研究旨在回顾性评价青少年重度脊柱侧凸患者术前应用 Halo 重力牵引的临床疗效, 为后续研究奠定基础。

**[收稿日期]** 2016-12-30 **[接受日期]** 2017-04-07

**[作者简介]** 李唐波, 硕士, 住院医师. E-mail: tblispine@163.com; 林涛, 博士, 住院医师. E-mail: tlinispine@163.com

<sup>△</sup>共同第一作者(Co-first authors).

\*通信作者(Corresponding author). Tel: 021-81886999, E-mail: xhzhou@163.com

## 1 资料与方法

1.1 一般资料 筛选本院2009年1月至2014年12月收治的脊柱侧凸患者。入选标准:(1)年龄10~18岁;(2)冠状面 Cobb 角度 $>80^\circ$ , 脊柱柔韧度 $<35\%$ ;(3)行 Halo 重力牵引辅助脊柱后路矫形植骨融合椎弓根螺钉内固定手术;(4)患者监护人签署知情同意书,并有完整的病历记录及随访。共37例患者符合入选标准。随访时间1~4个月,平均 $(2.7 \pm 0.9)$ 个月。37例中,男性12例,女性25例;年龄12~17岁,平均 $(14.4 \pm 2.2)$ 岁。平均体质量 $(35 \pm 12)$  kg。诊断特发性脊柱侧凸26例,先天性脊柱侧凸7例,神经源性脊柱侧凸4例。术前冠状面 Cobb 角 $(82.6 \sim 131.4)^\circ$ ,平均 $(99.5 \pm 14.4)^\circ$ ;胸椎后凸角度 $(39 \sim 107)^\circ$ ,平均 $(76.3 \pm 19.8)^\circ$ ;C7棘突铅垂线与骶骨中线的平均距离为 $(2.6 \pm 1.2)$  cm。29例患者在随访期间进行了完整的肺功能检查,术前肺功能检查中用力肺活量(forced vital capacity, FVC)为 $(1.97 \pm 0.35)$  L,1秒用力呼气容积(forced expiratory volume in one second, FEV<sub>1</sub>)为 $(1.75 \pm 0.28)$  L。所有患者进行了生化常规检查,平均血浆白蛋白 $(33 \pm 9)$  g/L。

1.2 牵引方法 Halo 重力牵引按照文献<sup>[4]</sup>进行。牵引质量从 $(1.5 \sim 2.5)$  kg 开始,根据患者耐受情况每天增加 $(1.0 \sim 1.5)$  kg,最终牵引质量达到患者体质量的33%~50%。牵引在轮椅及病床上持续进行,日间牵引12 h以上,平卧时牵引质量减至原质量50%~75%。牵引过程中每天进行四肢及颅神经功能检查并进行钉眼消毒。如果出现神经症

状,立即去除牵引,如果钉眼处皮肤感染,则取出该处 Halo 钉。每2周复查全脊柱 X 线片,当畸形矫正不再改善时行矫形手术。

1.3 牵引效果评价 在牵引前、后全脊柱正侧位、Bending 位 X 线片上测量主弯 Cobb 角,胸椎后凸角,脊柱柔韧度,冠状面失平衡程度(C7棘突铅垂线与骶骨中线的距离)。所有患者均由本院同一医师在同一肺活量计上进行肺功能测量,记录能充分反映肺容量和肺流量情况的 FVC 和 FEV<sub>1</sub><sup>[5]</sup>。

1.4 统计学处理 采用 SPSS 19.0 (SPSS Inc., Chicago, IL) 统计软件进行分析。数据以  $\bar{x} \pm s$  表示,采用配对 *t* 检验对患者牵引前后侧凸角度以及肺功能、白蛋白等指标进行比较。采用 Pearson 相关分析评价牵引前后侧凸角度变化量与肺功能变化量的相关关系。检验水准( $\alpha$ )为0.05。

## 2 结果

2.1 一般情况 37例患者牵引19~118 d,平均 $(46 \pm 8)$  d,平均最大牵引质量16.3 kg(10~20 kg)。牵引过程中1例患者出现左上肢麻木,减轻牵引质量后症状逐渐消失。无钉道感染、牵引装置松动发生。

### 2.2 牵引效果

2.2.1 Cobb 角的改变 结果(表1)表明:牵引后末次随访主弯 Cobb 角 $(73.2 \pm 9.3)^\circ$ ,胸椎后凸角度 $(61.8 \pm 13.3)^\circ$ ,冠状面失平衡 $(1.9 \pm 1.7)$  cm,身高平均增加 $(3.6 \pm 1.1)$  cm,与牵引前相比差异有统计学意义( $P < 0.01$ )。典型病例见图1。

表1 术前 Halo 重力牵引对相关指标的影响

指标	牵引前	牵引后末次随访	P 值
冠状面侧凸角度 $\theta/^\circ$	$99.50 \pm 14.40$	$73.20 \pm 9.30$	$<0.001$
胸椎后凸角度 $\theta/^\circ$	$76.30 \pm 19.80$	$61.80 \pm 13.30$	$<0.001$
FVC V/L	$1.97 \pm 0.35$	$2.34 \pm 0.22$	$<0.001$
FEV <sub>1</sub> V/L	$1.75 \pm 0.28$	$2.08 \pm 0.15$	$<0.001$
白蛋白 $\rho_B/(g \cdot L^{-1})$	$33.00 \pm 9.00$	$38.00 \pm 3.00$	0.003

2.2.2 肺功能的改变 29例患者牵引后平均 FVC 为 $(2.34 \pm 0.22)$  L,FEV<sub>1</sub> 为 $(2.08 \pm 0.15)$  L。牵引前后主弯变化量与 FVC 变化量正相关( $r=0.230$ ,  $P=0.004$ ),与 FEV<sub>1</sub> 变化量正相关( $r=0.216$ ,

$P=0.007$ )。患者平均血浆白蛋白 $(38 \pm 3)$  g/L。牵引后相关指标与牵引前差异均有统计学意义( $P < 0.01$ ,表1)。

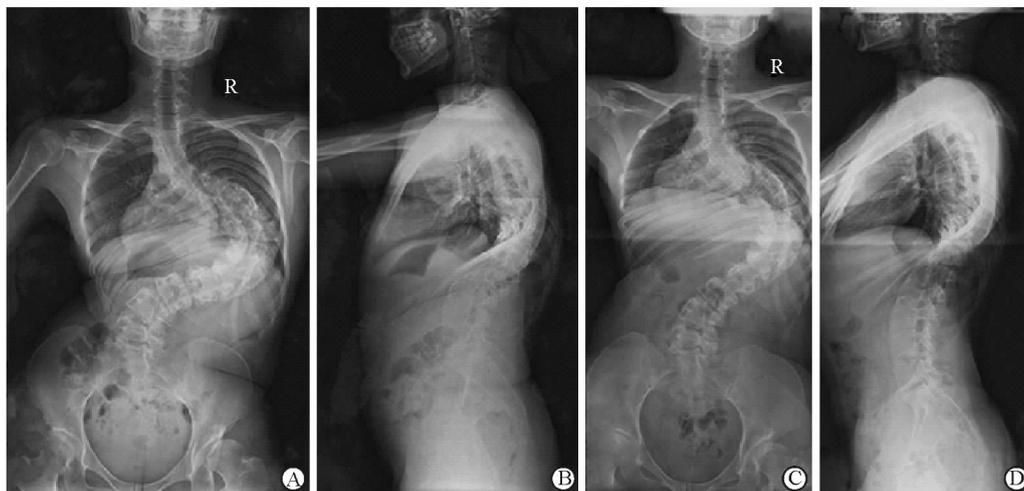


图1 典型患者 Halo 重力牵引前后影像学改变

患者女性,15岁,诊断特发性脊柱侧凸。A:冠状面胸主弯 $131.4^\circ$ ,C7棘突铅垂线与骶骨中线的距离 $4.4\text{ cm}$ ;B:T5~12椎体后凸角度 $89.3^\circ$ ;C:Halo重力牵引5周后冠状面胸主弯 $98.3^\circ$ ,C7棘突铅垂线与骶骨中线的距离 $2.1\text{ cm}$ ;D:胸椎后凸角度 $35.5^\circ$

### 3 讨论

Halo 牵引技术从 20 世纪 50 年代兴起,逐渐发展出 Halo 股骨、Halo 胫骨和 Halo 骨盆牵引。这些牵引方式牵引力较大且需要患者长期卧床,颅神经麻痹、颈椎管狭窄及骨质丢失等牵引相关并发症发生率较高<sup>[6]</sup>。Halo 重力牵引则在具有相对较低牵引力的情况下,能够有效改善患者骨骼冠状面及矢状面畸形、肺功能及营养状况<sup>[7]</sup>。此外,Halo 重力牵引不需要患者长期卧床,因此更加适合青少年人群。

在过去的数十年间,许多脊柱外科医师认为 Halo 牵引能逐渐改善脊柱畸形程度,使得后续复杂的矫形手术变得更加安全。但是 Halo 牵引对重度脊柱畸形的有效性鲜有报道,甚至 Halo 牵引时限问题都存在较大争议,文献报道从数周至数月不等。Letts 等<sup>[8]</sup>认为,患者在牵引后 1 周内获得大部分矫形,并建议 Halo 牵引不超过 3 周。本组患者持续牵引时间 2~17 周,其中 7 例超过 12 周,而且在 12 周后也能获得较好的矫形效果,主弯 Cobb 角平均减少 $(11.3 \pm 3.7)^\circ$ 。Sink 等<sup>[9]</sup>报道了 19 例围手术期 Halo 重力牵引的脊柱侧凸患者,牵引时间 6~21 周,主弯 Cobb 角从平均 $84^\circ$ 矫正为 $55^\circ$ ,冠状面矢平衡从 $3\text{ cm}$ 矫正为 $1.2\text{ cm}$ ,身高增加 $5.3\text{ cm}$ 。本研究结果与其相似。本组患者通过 Halo 重力牵引后侧凸矫正率为 $26.4\%$ 。Koller 等<sup>[3]</sup>对 45 例进行 Halo 牵引的成年重度脊柱畸形患者进行 12~108 个月的随访,发现主弯角度平均减小 $16^\circ$ ,因此

认为 Halo 牵引对重度僵硬脊柱侧弯的治疗效果不佳。与本研究结果不同的原因是 Koller 等纳入的患者平均年龄为 $(24 \pm 14)$ 岁,属于骨骼发育成熟时期,相较于本研究人群畸形更难矫正。

重度脊柱侧凸常限制患者胸廓发育,影响肋间肌及膈肌的功能,进而降低呼吸系统顺应性<sup>[10]</sup>。青少年时期重度脊柱侧凸畸形不予治疗,进入成年期后有近 $5\%$ 的患者会发生慢性呼吸衰竭,远高于同龄人发生呼吸衰竭的比例。有研究<sup>[11-12]</sup>报道,胸主弯 Cobb 角超过 $100^\circ$ 的患者肺顺应性与发生呼吸窘迫综合征的患者肺顺应性相似。因此,重度脊柱侧凸的治疗不仅要矫正畸形,更要在术前纠正肺功能损害。有研究<sup>[13]</sup>认为,肺功能与侧弯的角度有相关性。但是这些研究纳入的都是特发性脊柱侧弯患者,不伴有严重的呼吸系统损害,因此不能代表所有患者人群。本研究发现患者肺功能下降程度与侧弯角度恢复正相关。Swank 等<sup>[14]</sup>对 20 例侧弯平均角度达到 $135^\circ$ 且均接受 Halo 重力牵引的成年患者进行随访,发现部分患者肺功能改善,另一部分无改善并且有加重趋势。本组 29 例患者有完整的肺功能记录,结果提示经过 Halo 牵引,患者肺功能显著提高 $(P < 0.05)$ 。此外,重度脊柱畸形患者由于呼吸功能差,日常活动较同龄健康人群消耗更多的能量,因此这些患者体质量较低,血白蛋白常低于正常水平。本研究结果发现,牵引后患者白蛋白水平显著增加,差异有统计学意义。

Halo 重力牵引有潜在颅神经损伤、臂丛神经损伤等风险。多数报道认为此类神经损伤为暂时性、

可逆性神经损害,只要及时发现并积极治疗,预后良好<sup>[15-16]</sup>。本组1例患者在牵引3周时出现左上肢麻木,去除牵引后症状消失;所有患者均未出现颅神经并发症。在牵引前一定要排除先天性颈椎畸形,并在牵引过程中循序增加牵引质量、坚持体检神经功能均可有效预防神经并发症的发生。常规进行进钉点处消毒可以防止感染发生。

综上所述,对于患有重度脊柱侧凸的青少年患者,通过 Halo 重力牵引可缓慢矫正脊柱畸形,增强肺功能水平,且能提高营养水平。该方法是该类患者进行最终矫形术前准备的重要措施之一。

## 参考文献

[1] FLETCHER N D, BRUCE R W. Early onset scoliosis: current concepts and controversies [J]. *Curr Rev Musculoskelet Med*, 2012,5(2):102-110.

[2] 徐庆,谢文吉,高木良. 踝阵挛试验在脊柱侧凸矫形术中脊髓功能监测的应用价值[J]. *中国临床医学*, 2004,11(3):413-414.

[3] KOLLER H, ZENNER J, GAJIC V, et al. The impact of halo-gravity traction on curve rigidity and pulmonary function in the treatment of severe and rigid scoliosis and kyphoscoliosis: a clinical study and narrative review of the literature[J]. *Eur Spine J*, 2012,21(3):514-529.

[4] WATANABE K, LENKE L G, BRIDWELL K H, et al. Efficacy of perioperative halo-gravity traction for treatment of severe scoliosis ( $\geq 100^\circ$ )[J]. *J Orthop Sci*, 2010,15(6):720-730.

[5] PELLEGRINO R, VIEGI G, BRUSASCO V, et al. Interpretative strategies for lung function tests [J]. *Eur Respir J*, 2005,26(5):948-968.

[6] DEWALD R L, RAY R D. Skeletal traction for the treatment of severe scoliosis. The University of Illinois halo-hoop apparatus[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1970,52(2):233-238.

[7] POURTAHERI S, SHAH S A, DITRO C P, et al. Preoperative halo-gravity traction with and without

thoracoscopic anterior release for skeletal dysplasia patients with severe kyphoscoliosis[J]. *J Child Orthop*, 2016,10(2):135-142.

- [8] LETTS R M, PALAKAR G, BOBECKO W P. Preoperative skeletal traction in scoliosis[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1975,57(5):616-619.
- [9] SINK E L, KAROL L A, SANDERS J, et al. Efficacy of perioperative halo-gravity traction in the treatment of severe scoliosis in children [J]. *J Pediatr Orthop*, 2001,21(4):519-524.
- [10] TEIXEIRA DA SILVA L E, DE BARROS A G, DE AZEVEDO G B. Management of severe and rigid idiopathic scoliosis[J]. *Eur J Orthop Surg Traumatol*, 2015,25 Suppl 1:S7-S12.
- [11] LEE D K, CHUN E M, SUH S W, et al. Evaluation of postoperative change in lung volume in adolescent idiopathic scoliosis: measured by computed tomography [J]. *Indian J Orthop*, 2014,48(4):360-365.
- [12] NEMANI V M, KIM H J, BJERKE-KROLL B T, et al. Preoperative halo-gravity traction for severe spinal deformities at an SRS-GOP site in West Africa: protocols, complications, and results[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2015,40(3):153-161.
- [13] HIRSCH C, ILHARREBORDE B, MAZDA K. EOS suspension test for the assessment of spinal flexibility in adolescent idiopathic scoliosis[J]. *Eur Spine J*, 2015,24(7):1408-1414.
- [14] SWANK S M, WINTER R B, MOE J H. Scoliosis and cor pulmonale[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1982,7(4):343-354.
- [15] LEHMAN R A JR, KANG D G, LENKE L G, et al. Pulmonary function following adult spinal deformity surgery: minimum two-year follow-up[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2015,97(1):32-39.
- [16] KOLLER H, PFANZ C, MEIER O, et al. Factors influencing radiographic and clinical outcomes in adult scoliosis surgery: a study of 448 European patients[J]. *Eur Spine J*, 2016,25(2):532-548.

[本文编辑] 廖晓瑜, 贾泽军