

临床论著

头盆环牵引后截骨矫形治疗重度脊柱侧后凸伴骨性脊髓纵裂的安全性与疗效

王力航, 陈启鸽, 陆廷盛, 姚书耽, 蒲兴魏, 罗春山

(贵州省骨科医院脊柱外科 550004 贵阳市)

【摘要】目的:探讨头盆环牵引后截骨矫形治疗重度脊柱侧后凸伴骨性脊髓纵裂的安全性及临床疗效。**方法:**2012 年 8 月~2019 年 8 月我院收治 8 例重度脊柱侧后凸伴骨性脊髓纵裂患者,均行头盆环牵引后截骨矫形治疗,未行骨性纵裂切除。随访时间为 12~36 个月(20.33 ± 8.11 个月)。分析牵引时间,牵引前、后与矫形术后、末次随访时的身高、体重、主弯冠状面 Cobb 角、矢状面 Cobb 角,牵引前、后及矫形术后肺活量(vital capacity, VC)、用力肺活量(forced vital capacity, FVC)、第一秒用力呼气量(forced expiratory volume in one second, FEV1)、FEV1/FVC(%)、 PO_2 、 PCO_2 、三头肌皮皱厚度、血清白蛋白浓度、血清转铁蛋白浓度等指标。**结果:**8 例患者牵引时间为 22~49d (32.13 ± 7.66 d)。牵引前身高 143~165cm (155.13 ± 6.28 cm), 牵引后身高 156~175cm (167.88 ± 4.66 cm), 增高 12.75 ± 2.11 cm, 矫形术后及末次随访时身高无明显变化。牵引前体重 47.20 ± 4.55 kg, 牵引后 48.84 ± 4.19 kg, 体重增加 1.92 ± 0.32 kg, 矫形术后 49.21 ± 4.22 kg, 末次随访时 50.32 ± 5.36 kg, 体重随营养状态改善逐渐增加。牵引前主弯冠状面 Cobb 角 $92^\circ\sim 176^\circ$ ($119.50\pm 15.13^\circ$), 牵引后 $46^\circ\sim 66^\circ$ ($54.88\pm 5.88^\circ$), 矫正率 39%~68% [$(53.55\pm 7.76)\%$]; 矫形术后 $43^\circ\sim 66^\circ$ ($51.34\pm 7.47^\circ$), 矫正率 40%~72% [$(58.54\pm 8.87)\%$]; 末次随访时矫正角度无丢失。牵引前矢状面 Cobb 角 $62^\circ\sim 132^\circ$ ($91.13\pm 10.23^\circ$), 牵引后 $29^\circ\sim 51^\circ$ ($40.48\pm 6.32^\circ$), 矫正率 46%~71% [$(51.17\pm 12.14)\%$]; 矫形术后 $30^\circ\sim 55^\circ$ ($36.11\pm 6.19^\circ$), 矫正率 47%~72% [$(52.55\pm 12.69)\%$]; 末次随访时矫正角度无丢失。牵引前 VC 为 3.75 ± 0.26 L, 牵引后 4.20 ± 0.04 L, 改善率为 $(12.85\pm 7.72)\%$, 矫形术后 4.22 ± 0.05 L。牵引前 FVC 为 3.65 ± 0.26 L, 牵引后 4.14 ± 0.04 L, 改善率为 $(14.21\pm 8.30)\%$, 矫形术后 4.16 ± 0.04 L。牵引前 FEV1 为 3.34 ± 0.22 L, 牵引后 3.54 ± 0.15 L, 改善率为 $(6.44\pm 2.78)\%$, 矫形术后 3.54 ± 0.15 L。牵引后及矫形术后 FEV1/FVC、 PO_2 、 PCO_2 均回归正常范围。牵引后较牵引前三头肌皮皱厚度改善 $(11.55\pm 4.60)\%$, 白蛋白浓度改善 $(21.96\pm 7.75)\%$, 转铁蛋白浓度改善 $(23.13\pm 8.51)\%$; 矫形术后较牵引前三头肌皮皱厚度改善 $(14.12\pm 4.97)\%$, 血清白蛋白浓度改善 $(23.12\pm 7.87)\%$, 血清转铁蛋白浓度改善 $(25.43\pm 8.18)\%$ 。所有患者牵引中及矫形术中、术后均未出现不可逆性神经功能损伤, 牵引过程中均未出现钉道松动、感染等并发症。末次随访时均未出现内固定移位、松动及断裂。**结论:**头盆环牵引后截骨矫形治疗重度脊柱侧后凸伴骨性脊髓纵裂安全有效, 可避免风险更高的骨嵴切除术, 不失为首选方案之一。

【关键词】 重度脊柱侧后凸; 头盆环牵引; 截骨矫形; 脊髓纵裂; 疗效

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2020.10.07

中图分类号: R682.3, R687.3 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2020)-10-0913-08

Safety and efficacy of osteotomy after halo pelvic traction in severe scoliosis accompanied with split cord malformation/WANG Lihang, CHEN Qiling, LU Tingsheng, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2020, 30(10): 913-920

【Abstract】 Objectives: To investigate the safety and clinical efficacy of osteotomy after halo pelvic traction for the treatment of severe scoliosis accompanied with split cord malformation. **Methods:** The data of eight cases of severe scoliosis with split cord malformation treated in our hospital from August 2012 to August 2019 were collected and retrospectively analyzed. None of them underwent resection of the longitudinal fissure. The follow-up period was 12-36 months. The traction time, height, weight, coronal Cobb angle, and

基金项目: 贵州省科技支撑计划项目(编号: 黔科合支撑[2020]4Y131); 贵州省卫生计生委科学技术基金项目(编号: gzwjkj2018-1-042)

第一作者简介: 男(1986-), 主治医师, 医学硕士, 研究方向: 脊柱外科, 脊柱矫形, 脊髓损伤

电话: 13511917547 E-mail: 351379821@qq.com

通讯作者: 罗春山 E-mail: lyz8088gk@163.com

sagittal Cobb angle were measured before and after traction, after orthopedic surgery, and at the final follow-up. Before and after traction, and after orthopedic surgery, vital capacity (VC), forced vital capacity (FVC), forced expiratory volume in one second (FEV1), FEV1/FVC(%), PO_2 , PCO_2 , triceps skin fold thickness, albumin concentration, and transferrin concentration were analyzed. **Results:** The traction time of 8 patients ranged from 22 days to 49 days (32.13 ± 7.66 days). The height was 143–165 cm (155.13 ± 6.28 cm) before traction and 156–175 cm (167.88 ± 4.66 cm) after traction, increased by 12.75 ± 2.11 cm. There was no significant change in height after operation and at the last follow-up. The body weight was 47.20 ± 4.55 kg before traction, 48.84 ± 4.19 kg after traction, increased by 1.92 ± 0.32 kg, 49.21 ± 4.22 kg after orthopedic surgery, and 50.32 ± 5.36 kg at the last follow-up. The Cobb angle of the main curve was 92° to 176° ($119.50^\circ \pm 15.13^\circ$) before traction, and 46° to 66° ($54.88^\circ \pm 5.88^\circ$) after traction, with a correction rate of 39%–68% [$(53.55 \pm 7.76)\%$]. It was 43° – 66° ($51.34^\circ \pm 7.47^\circ$) after orthopedic surgery, and the correction rate was 40%–72% [$(58.54 \pm 8.87)\%$]. The correction angle was not lost at the last follow-up. The Cobb angle of sagittal plane was 62° to 132° ($91.13^\circ \pm 10.23^\circ$) before traction and 29° to 51° ($40.48^\circ \pm 6.32^\circ$) after traction, with a correction rate of 46%–71% [$(51.17 \pm 12.14)\%$]. The correction rate was 47%–72% [$(52.55 \pm 12.69)\%$] after orthopedic surgery. The correction angle was not lost at the last follow-up. VC was 3.75 ± 0.26 L before traction and 4.20 ± 0.04 L after traction. The improvement rate was $(12.85 \pm 7.72)\%$ and 4.22 ± 0.05 L after orthopedic surgery. FVC was 3.65 ± 0.26 L before traction and 4.14 ± 0.04 L after traction. The improvement rate was $(14.21 \pm 8.30)\%$ and 4.16 ± 0.04 L after orthopedic surgery. FEV1 was 3.34 ± 0.22 L before traction and 3.54 ± 0.15 L after traction. The improvement rate was $(6.44 \pm 2.78)\%$ and 3.54 ± 0.15 L after orthopedic surgery. FEV1/FVC, PO_2 and PCO_2 returned to normal range after traction and orthopedic surgery. The thickness of triceps skin fold, albumin and transferrin were improved by $(11.55 \pm 4.60)\%$, $(21.96 \pm 7.75)\%$ and $(23.13 \pm 8.51)\%$, compare with that before traction. Also, the thickness of triceps skin fold was improved by $(14.12 \pm 4.97)\%$, albumin concentration was $(23.12 \pm 7.87)\%$, and transferrin concentration was $(25.43 \pm 8.18)\%$. All patients had no irreversible neurological dysfunction during and after the operation, and there were no complications such as loosening of nail track and infection during traction. At the last follow-up, no internal fixation displacement, loosening and fracture occurred. **Conclusions:** Halo pelvic traction is a safe and effective treatment for severe scoliosis accompanied with split cord malformation. It can avoid the higher risk of ridge resection, and can be considered as one of the first choice.

[Key words] Severe scoliosis; Halo pelvic traction; Osteotomy; Split cord malformation; Curative effect

[Author's address] Department of Spine Surgery, Guizhou Orthopedic Hospital, Guiyang, 550004, China

重度脊柱侧后凸伴脊髓纵裂 (split cord malformation, SCM) 是较少见的先天性脊柱脊髓畸形, 结构复杂, 手术难度大, 风险高, 是脊柱侧后凸治疗中的难点, 特别是骨性脊髓纵裂, 脊柱矫形前是否预防性切除骨性纵隔是脊柱外科争论的焦点^[1-4]。脊柱纵向牵引在治疗重度僵硬性脊柱侧后凸中改善柔韧性、降低矫形风险已获得共识^[5-8]。有学者报道大重量牵引后再行矫形内固定治疗重度僵硬性脊柱侧后凸获较好矫形效果^[9-16]。有学者认为头盆环牵引可有效避免一次性矫正角度过大导致的脊髓和重要神经血管的损伤^[17,18]。我科使用头盆环牵引后矫形内固定治疗重度脊柱侧后凸取得良好效果, 已完成 82 例, 其中 8 例合并骨性脊髓纵裂, 均未发生不可逆性神经损害。本研究旨在探讨头盆环牵引后再行矫形治疗重度脊柱侧后凸伴骨性脊髓纵裂的安全性及临床疗效。

1 资料与方法

1.1 一般资料

纳入标准: 冠状面 Cobb 角 $\geq 90^\circ$ 的脊柱侧后凸伴骨性脊髓纵裂。排除标准: (1) 术前伴有神经症状的患者; (2) 合并其他复杂椎管内畸形如脊髓拴系、肿瘤、脊膜膨出等; (3) 有头盆环牵引禁忌证, 如术区皮肤感染、颈椎脱位或不稳。

严格按照纳入与排除标准筛选出 2012 年 8 月~2019 年 8 月收治的伴骨性脊髓纵裂的重度脊柱侧后凸患者 8 例, 男 5 例, 女 3 例; 年龄 13~34 岁 (22.8 ± 6.2 岁)。所有患者术前常规行全脊柱 X 线片、CT 及 MRI 检查。主弯位于胸段 7 例, 胸腰段 1 例; 按照先天性脊柱侧凸分类: 分节不良 3 例, 形成障碍 2 例, 混合型 3 例; 其中 3 例合并脊髓空洞。术前主弯冠状面 Cobb 角 92° ~ 176° ($119.50^\circ \pm 15.13^\circ$), 主弯 Bending 位 Cobb 角 88° ~

172° ($108.54^\circ \pm 16.35^\circ$), 柔韧性 4.32%~19.55% [$(11.36 \pm 7.45)\%$]; 矢状面 Cobb 角 $65^\circ \sim 132^\circ$ ($91.13^\circ \pm 10.23^\circ$), 所有患者术前均未发现神经功能异常。骨性脊髓纵裂位于主弯顶椎 1 例, 位于顶椎远端 1~3 节段 6 例, 位于顶椎近端 1 例。

1.2 治疗方法

1.2.1 头盆环牵引 在局麻下行头颅-骨盆环安置, 取坐位, 选择合适的颅环, 套入颅部, 使其周围距颅骨约 1.5~2.0cm, 分别于双侧眉弓外上方 1~1.5cm 避开额肌, 耳廓上后方 2.0~2.5cm 处穿过颅环钉孔置入 4 枚螺钉, 拧入颅骨外板。站立位, 将 3.5mm 克氏针从髂前上棘上后方 2cm 处打入, 穿髂骨翼至髂后上棘。同法打入另 1 枚 3.5mm 克氏针。将两枚克氏针和盆环连接, 头环盆环之间安置 4 根牵引螺杆, 起始螺母处标记起始位置并开始牵引。患者卧定制海绵床, 可下地行走, 对症止痛, 严格钉道护理。第 1 周牵引 5~7mm/d, 第 2 周牵引 2~5mm/d, 第 3 周及以后牵引 1~2mm/d。牵引速度先快后慢, 严密观察有无并发症, 一般牵引 3~7 周左右, 达到患者承受最大极限, 若出现神经并发症立即退回 2cm 观察神经功能, 必要时完全退回。若出现钉道并发症退回 1cm 并维持, 换药至钉道愈合后继续牵引。

1.2.2 矫形手术 保留头盆环牵引装置, 调整牵引杆位置, 确保不影响手术操作, 俯卧位, 用“马蹄形”软垫适配头盆环摆放体位。采用后路最上-最下固定椎棘突连线切口, 剥离椎旁肌, 充分显露融合范围的椎板及关节突, 在 3D 打印模型辅助下在预置钉椎体置入椎弓根螺钉。在截骨区切除 2~3 个椎板, 防止矫形后脊髓卡压或过度堆积造成脊髓损伤。对头盆环牵引后侧后凸角度仍然较大的患者, 采用经椎弓根截骨 (pedicle subtraction osteotomy, PSO)/邻椎不对称截骨, 对侧后凸角度相对较小的患者, 只采用顶椎区 SPO (Smith-Petersen osteotomy)/Ponte 截骨, 根据矫正需要可增加截骨数量。截骨完成前先置单侧棒, 同时松解头盆环牵引装置, 防止截骨断端移位压迫硬膜囊。所有患者均在融合节段内行上位椎体的下关节突切除, 增加矫正效果, 打磨植骨床。矫形完成后, 进行麻醉唤醒试验。打磨椎板, 行融合节段充分植骨。放置引流, 逐层缝合切口, 待患者麻醉清醒后, 返回病房。

1.3 评价指标

测量头盆环牵引前、牵引后、矫形术后 1 周及末次随访时身高、体重, 在头盆环牵引前、牵引后、矫形术后 1 周及末次随访时站立位脊柱全长正侧位 X 线片上测量冠状面、矢状面 Cobb 角, 在牵引前、牵引后、矫形术后 1 周检查肺活量 (vital capacity, VC)、用力肺活量 (forced vital capacity, FVC)、第一秒用力呼气量 (forced expiratory volume in one second, FEV1)、 PO_2 、 PCO_2 , 三头肌皮皱厚度、血清白蛋白、血清转铁蛋白。

1.4 统计学方法

使用 SPSS 22.0 统计软件, 对头盆环牵引前、牵引后、矫形术后及末次随访时评价指标数据采用配对资料 t 检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 牵引情况及疗效

8 例患者牵引时间为 22~49d (32.13 ± 7.66 d)。牵引前、后身高、体重、Cobb 角见表 1。牵引后, 身高增高 12.75 ± 2.11 cm, 体重增加 1.93 ± 0.32 kg, 冠状面、矢状面 Cobb 角矫正率分别为 ($53.55 \pm 7.76\%$)、($51.17 \pm 12.14\%$), 身高、体重、冠状面及矢状面 Cobb 角与牵引前比较均有统计学差异 ($P < 0.05$)。1 例患者牵引 4 周时出现右下肢肌力下降, 立即回退 2cm 并严密观察 3d 后肌力恢复, 行 SPO 截骨融合固定术, 终止牵引时主弯 Cobb 角 62° 。1 例患者牵引 7 周时出现鞍区麻木, 立即回退 2cm, 7d 后逐渐恢复, 终止牵引时主弯 Cobb 角 57° , 行邻椎不对称短缩截骨矫形术。上述 2 例患者经头盆环牵引回退后神经功能完全恢复, 余牵引患者未出现神经并发症。所有患者牵引过程中均未出现钉道松动、感染、钉道皮肤不愈合等并发症。牵引后, 8 例患者肺功能均有不同程度提高 (表 2), VC 改善率为 ($12.85 \pm 7.72\%$), FVC 改善率为 ($14.21 \pm 8.30\%$), FEV1 改善率为 ($6.44 \pm 2.78\%$), FEV1/FVC (%)、 PO_2 、 PCO_2 均回归正常范围, 与牵引前比较差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。牵引后, 营养状态均不同程度改善 (表 3), 牵引后三头肌皮皱厚度改善 ($11.55 \pm 4.60\%$), 白蛋白浓度改善 ($21.96 \pm 7.75\%$), 转铁蛋白浓度改善 ($23.13 \pm 8.51\%$), 与牵引前比较均有统计学差异 ($P < 0.05$)。

2.2 矫形手术围手术期及随访情况

均未行骨性纵裂切除。单节段 PSO 截骨 3 例, 双节段邻椎不对称短缩截骨 4 例, 原位融合 1

例。手术时间 230~410min (305.32 ± 78.76 min); 术中出血量 660~1800ml (854.76 ± 443.55 ml)。随访 12~36 个月 (20.33 ± 8.11 个月)。矫形术后、末次随访时主弯冠状面、矢状面 Cobb 角见表 1, 矫形术后主弯冠状面、矢状面 Cobb 角较牵引前矫正率分别为 (58.54 ± 8.87)%、(52.55 ± 12.69)%, 与牵引前比较差异均有统计学意义 ($P < 0.05$), 末次随访时均无丢失。术中、术后均未出现神经损伤, 未发生大血管损伤, 无脑脊液漏、感染、死亡病例。矫形术后肺功能、营养状态明显改善 (表 2、3), VC 改善率 (14.21 ± 7.81)%, FVC 改善率 (15.34 ± 8.56)%, FEV1 改善率 (6.68 ± 2.79)%, FEV1/FVC (%)、 PO_2 、 PCO_2 正常范围, 与牵引前比较差异均有统计学意义 ($P < 0.05$); 三头肌皮皱厚度改善 (14.12 ± 4.97)%, 白蛋白浓度改善 (23.12 ± 7.87)%, 转铁蛋白浓度改善 (25.43 ± 8.18)%, 与牵引前比较差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)。8 例患者均未发

生神经功能减退。末次随访时患者一般情况好, 外形、躯干平衡较术前明显改善, 均未出现内固定移位、松动及断裂 (图 1)。

3 讨论

脊髓纵裂分为三种类型^[19,20], 其中 I 型为双管型, 两个半侧脊髓拥有各自独立的硬脊膜管, 中间被骨性或软骨间隔分隔。对于无神经症状或神经症状稳定的先天性脊柱畸形伴脊髓纵裂患者, 尤其对于 I 型脊髓纵裂患者, 脊柱矫形术前是否需要预防性切除脊髓纵裂仍存争议。部分学者认为对脊柱冠状面和矢状面形态的重建中椎管形态发生明显改变, 对脊髓造成一定的牵拉和卡压, 从而加重原有神经损害或引发新的神经损害, 建议所有骨性脊髓纵裂患者在行脊柱矫形术之前均应预防性行骨嵴切除术^[21]。然而, Miller 等^[22]报道行骨嵴切除的 33 例脊髓纵裂患者中, 22 例患者术

表 1 8 例患者牵引前、牵引后、术后 1 周和末次随访时身高、体重、Cobb 角

Table 1 Height, weight and Cobb angle before traction, after traction, 1 week after operation and final follow-up

	牵引前 Before traction	牵引后 After traction	术后 1 周 1 week after operation	末次随访 Final follow-up
身高 (cm) Height	155.13±6.28	167.88±4.66 ^①	168.24±4.87 ^②	169.38±4.95 ^③
体重 (kg) Weight	47.20±4.55	48.84±4.19 ^①	49.21±4.22 ^②	50.32±5.36 ^③
冠状面 Cobb 角 (°) Cobb angle of coronal plane	119.50±15.13	54.88±5.88 ^①	51.34±7.47 ^②	51.56±7.22 ^③
矢状面 Cobb 角 (°) Cobb angle of sagittal plane	91.13±10.23	40.48±6.32 ^①	36.11±6.19 ^②	36.23±6.11 ^③

注: ①与牵引前比较 $P < 0.05$; ②与牵引前比较 $P < 0.05$; ③与牵引前比较 $P < 0.05$

Note: ①Compared with before traction, $P < 0.05$; ②Compared with before traction, $P < 0.05$; ③Compared with before traction, $P < 0.05$

表 2 8 例患者牵引前、牵引后和术后 1 周的肺功能

Table 2 Pulmonary function before traction, after traction and 1 week after operation

	牵引前 Before traction	牵引后 After traction	术后 1 周 1 week after operation
肺活量 (L) Vital capacity	3.75±0.26	4.20±0.04 ^①	4.22±0.05 ^②
用力肺活量 (L) Forced vital capacity	3.65±0.26	4.14±0.04 ^①	4.16±0.04 ^②
第一秒用力呼气量 (L) Forced expiratory volume in one second	3.34±0.22	3.54±0.15 ^①	3.54±0.15 ^②
FEV1/FVC (%)	0.92±0.01	0.86±0.03 ^①	0.84±0.04 ^②
PO_2 (mmHg)	59.50±5.25	70.88±3.59 ^①	71.45±3.64 ^②
PCO_2 (mmHg)	40.63±1.63	41.88±1.84 ^①	41.76±1.67 ^②

注: ①与牵引前比较 $P < 0.05$; ②与牵引前比较 $P < 0.05$

Note: ①Compared with before traction, $P < 0.05$; ②Compared with before traction, $P < 0.05$

表 3 8 例患者牵引前、牵引后及术后 1 周的营养状态

Table 3 Nutritional status before traction, after traction and 1 week after operation

	牵引前 Before traction	牵引后 After traction	术后 1 周 1 week after operation
三头肌皮皱厚度 (mm) Triceps skinfold thickness	11.36±3.21	12.46±3.06 ^①	14.53±3.64 ^②
白蛋白 (g/L) Albumin	30.95±1.98	39.66±2.33 ^①	40.27±3.36 ^②
转铁蛋白 (g/L) Transferrin	1.96±0.11	2.55±0.10 ^①	2.63±0.11 ^②

注: ①与牵引前比较 $P < 0.05$; ②与牵引前比较 $P < 0.05$

Note: ①Compared with before traction, $P < 0.05$; ②Compared with before traction, $P < 0.05$

后神经症状未见明显好转,1 例患者出现神经损害症状加重;他们认为对脊髓纵裂患者进行外科干预应慎重。Chen 等^[4]也发现先天性脊柱畸形伴脊髓纵裂患者行一期脊柱后路截骨矫形手术的并发症发生率较不伴脊髓纵裂患者并未无明显升高。Shen 等^[23]的前瞻性研究结果发现,对于无神经症状或者神经症状稳定的脊髓纵裂患者,单纯行脊柱矫形手术是安全有效的,无需行预防性骨嵴切除。朱泽章等^[24]认为对于脊柱畸形严重且术中需行三柱截骨的 I 型脊髓纵裂患者,如果骨性纵裂位于截骨水平内,则建议在矫形术中同时切除

骨嵴。以上作者的观点是以一期手术为出发点,并未考虑牵引对于脊髓纵裂的影响。

脊柱纵向牵引在治疗重度僵硬性脊柱侧后凸中改善柔韧性、降低矫形风险均有积极作用,但并未对牵引治疗对脊髓纵裂的影响有明确研究。本研究旨在分析头盆环牵引后再矫形对重度脊柱侧后凸伴脊髓骨性纵裂的安全性及有效性。笔者在临床实践中选择合适病例行头盆环牵引后矫形手术有以下体会:(1)头盆环四根牵引螺杆具有微量弹性形变力及刚性稳定性,牵引力持续稳定释放,对脊柱纵向牵引作用可看作牵引-稳定-重建-牵



图 1 患者男性,18 岁,发现脊柱侧后凸畸形 15 年,身高 143cm,诊断先天性脊柱侧后凸畸形伴骨性脊髓纵裂 **a** 牵引前 X 线片显示冠状面主弯 Cobb 角 176°,矢状面 Cobb 角 132° **b** 牵引前 CT/MRI 示顶椎下 3 个节段 T10 椎管内骨嵴,脊髓双管型纵裂 **c** 牵引前 CT 三维重建示椎板结构异常 **d** 牵引前外观见剃刀背,腹部折叠 **e** 头盆环牵引 2 周主弯冠状面 Cobb 角 80°

Figure 1 A 18-year-old male with scoliosis for 15 years was admitted to the hospital. He was diagnosed with severe scoliosis accompanied with split cord malformation. His height was 143cm **a** The Cobb angle of coronal main curve was 176°, and sagittal Cobb angle 132° **b** There were apophysis in T10 intraspinal at 3 lower levels of the apical vertebra, and double canal type of longitudinal fissure of spinal cord **c** CT 3D reconstruction: abnormal lamina structure **d** Appearance before traction: razorback, abdominal fold **e** The Cobb angle of the main curve was 80° after halo pelvic traction for 2 weeks



图 1 **f** 头盆环牵引 2 周腹部折叠好转 **g** 牵引 7 周出现鞍区麻木, 回退 2cm 后麻木恢复, 牵引终末状态主弯冠状面 Cobb 角 57° **h** 头盆环牵引 7 周终末状态, 体重较牵引前增加 3kg, 终末牵引时身高 164cm, 行邻椎短缩截骨固定融合 **i** 术后 1 周主弯冠状面 Cobb 角 52° **j** 术后 1 周剃刀背消失, 体重较牵引前增加 4kg **k** 随访 2 年, 矫形角度无丢失 **l** 术后 2 年恢复良好, 外观如常人, 终末身高 164cm, 较牵引前增加 22cm, 体重增加 6kg

Figure 1 **f** Appearance of halo pelvic traction for 2 weeks: improved abdominal fold **g** After traction for 7 weeks, the sellar region was numb, and the numbness recovered after 2cm retreat. The Cobb angle of the main curve was 57° in the final state of traction **h**

Appearance of halo pelvic traction for 7 weeks. The body weight increased by 3kg compared with that before traction. At the end of the traction, the height was 164cm, and the proximal vertebral shortening osteotomy was performed for fixation and fusion **i** One week after operation, Cobb angle of main curve was 52° **j** One week after operation, razorback disappeared, and the body weight increased by 4kg **k** The angle was not lost during the follow-up of 2 years **l** Two years after operation, the appearance recovered well: look like a regular person. The final height was 164cm, which was 22cm taller, and the body weight increased by 6kg

引的循环,对挛缩软组织有撕裂-修复的重建作用,观察患者皮肤外观、皮肤张力、肌肉张力可得出结论,对脊柱椎间盘、小关节、韧带等组织也有相同作用。(2)头盆环牵引的刚性稳定性决定了牵引力的方向一致性,可保证头颅始终位于骨盆正中,可恢复脊柱冠状面、矢状面力线,观察重度脊柱侧后凸患者牵引后的表现可得出结论。(3)头盆环牵引后胸腔容积得到提升,肺功能指标不同程度好转,腹腔脏器受压等情况好转,观察到患者营养状态均得到提升,增加围术期安全性及手术耐受力。肠系膜血管、肠腔固定韧带等在牵引过程中得到改建,降低术后并发症风险。(4)头盆环牵引后的脊柱形态改变、侧后凸角度减小明显影响手术决策,牵引后主弯、代偿弯、后凸、旋转均不同程度好转,部分矫正率可达 70%,对比一期矫形,牵引后的手术决策中截骨等级、截骨范围、融合范围均降低,术中矫形难度、手术时间、出血量明显降低。(5)对比重力牵引、头颅股骨牵引,头盆环牵引稳定、持续、牵引力强,患者可自行行走,依从性好者甚至可返家自行调节牵引。(6)头盆环牵引可增加脊髓对形变的耐受性,有部分患者经牵引后身高增加 20cm,但椎管总长度不变,为脊髓随椎管形态的改变而改变。椎管内血管以及脊髓在缓慢形变过程中重建适应,最终稳定在牵引的终末状态。对手术的矫形程度,保证脊髓安全性有指导作用。(7)对椎管内或脊髓有异常者,渐进的牵引可观察神经功能状态,若出现神经功能异常立即回退,神经功能可得到恢复,提示矫形极限,可避免手术矫形的“矫枉过正”。

目前常用牵引方法有 Halo-骨盆牵引、Halo-重力牵引、Halo-股骨髁上牵引。邱勇等^[25,26]先后报道了 Halo-股骨髁上牵引及 Halo 轮椅悬吊重力牵引可以提高脊柱侧凸尤其是特发性脊柱侧凸畸形矫正效果。但有学者^[26,27]研究发现,行 Halo 股骨牵引后,76%的患者出现骨质疏松,骨折风险明显增加,而头环重力牵引时间较长,国内报道^[16,26,27]最大重量牵引时间为 4~15 周,平均 10.4 周,患者住院时间延长。且此类牵引的稳定性较差,多数患者未进行前路松解手术,实际矫形能力有待进一步观察。Halo-股骨髁上牵引优点如下^[27]:(1)大重量牵引具有更大的牵引力量,使畸形脊柱获得足够矫正力,能使顶椎产生有效松解,也是其他方法难以达到的;(2)大重量 Halo-股骨髁上牵引可使

患者获得更有效的牵引时间,可长时间维持牵引,尤其夜间睡眠情况下,肌肉相对松弛,牵引效果往往会更好;(3)大重量 Halo-股骨髁上牵引对于僵硬性脊柱侧凸的松解效果更好,主弯区域内真正僵硬区域之上下邻近节段僵硬则是相对的;由于大重量 Halo-股骨髁上牵引的牵引力量大,时间长,可松动主弯区域内顶椎区上下相邻节段与每个椎间隙,释放出更多的活动度,同时可以使主弯区域内挛缩的软组织包括躯干肌、椎旁肌等获得有效的松解。以上特点与头盆环牵引相同,同时 Halo 骨盆牵引可降低术中脊髓神经并发症的发生率。但 Halo-双侧股骨髁上牵引会增加卧床时间,易引起如压疮、坠积性肺炎、下肢静脉血栓等长期卧床相关并发症,同时其本身可引起钉道感染或颅内感染;若长时间牵引,易发生关节僵硬等骨关节并发症,如膝关节僵硬,髋关节僵硬等。Halo 骨盆牵引可避免 Halo 股骨牵引以上并发症。

本研究主要讨论头盆环牵引后截骨矫形治疗重度脊柱侧后凸伴骨性脊髓纵裂的安全性及临床疗效。2 例牵引中出现的神经功能障碍经头盆环牵引回退处理后均得到恢复,考虑为非器质性损害。具体原因参考脊髓 MRI 影像表现,双管脊髓在牵引前贴近凹侧椎管壁,经牵引后侧后凸角度减小,双管脊髓逐渐向凸侧被动漂移,凹侧边脊髓在“临界点”受骨性纵裂卡压故出现神经功能障碍,经回退后卡压消除,神经功能恢复。典型病例(图 1)骨性纵隔位于顶椎,术中未做骨性纵隔切除,未做侵犯椎管的截骨,行原位固定融合,术后未出现神经功能障碍。8 例伴有骨性脊髓纵裂的患者均未行骨嵴切除术,矫形术后均未发生神经功能减退。末次随访时均未出现内固定移位、松动及断裂,患者一般情况好,外形、躯干平衡较术前明显改善,营养状态明显改善。提示头盆环牵引符合以上优势,安全有效。但头盆环牵引并非脊柱畸形患者的唯一选择,也存在诸多缺点,如更高的钉道并发症,潜在的瘫痪风险,颈椎耐受力极限,颅神经臂丛神经牵拉风险,患者心理负担以及护理困难。

综上所述,头盆环牵引后截骨矫形治疗重度脊柱侧后凸伴骨性脊髓纵裂安全有效,可避免风险更高的骨嵴切除术,不失为首选方案之一。但仍需要大量临床论证。

4 参考文献

1. Zani DD, De Zani D, Morandi N, et al. Imaging diagnosis: split cord malformation [J]. Vet Radiol Ultrasound, 2010, 51(1): 57-60.
2. Feng F, Tan H, Li X, et al. Radiographic characteristics in congenital scoliosis associated with split cord malformation: a retrospective study of 266 surgical cases [J]. BMC Musculoskelet Disord, 2017, 18(1): 420.
3. Hui H, Zhang ZX, Yang TM, et al. Vertebral column resection for complex congenital kyphoscoliosis and type I split spinal cord malformation [J]. Eur Spine J, 2014, 23(6): 1158-1163.
4. Chen B, Yuan Z, Chang MS, et al. Safety and efficacy of one-stage spinal osteotomy for severe and rigid congenital scoliosis associated with split spinal cord malformation [J]. Spine, 2015, 40(18): 1005-1013.
5. Bullmann V, Halm HF, Schulte T, et al. Combined anterior and posterior instrumentation in severe and rigid idiopathic scoliosis[J]. Eur Spine J, 2006, 15(4): 440-448.
6. Nemani VM, Kim HJ, Bjerke-Kroll BT, et al. Preoperative halogravity traction for severe spinal deformities at an SRS-GOP site in west africa[J]. Spine, 2015, 40(3): 153-161.
7. 邱勇, 刘臻, 朱锋, 等. Halo-股骨髁上牵引对重度脊柱侧凸后路矫形的影响[J]. 中华外科杂志, 2007, 45(8): 513-516.
8. Kulkarni AG, Shah SP. Intraoperative skull-femoral(skeletal) traction in surgical correction of severe scoliosis ($>80^\circ$) in adult neglected scoliosis[J]. Spine, 2013, 38(8): 659-664.
9. Wang Y, Xie J, Zhao Z, et al. Preoperative short-term traction prior to posterior vertebral column resection: procedure and role[J]. Eur Spine J, 2016, 25(3): 687-697.
10. Qiu Y, Liu Z, Zhu F, et al. Comparison of effectiveness of halofemoral traction after anterior spinal release in severe idiopathic and congenital scoliosis: a retrospective study[J]. J Orthop Surg Res, 2007, 2(3): 231-253.
11. Mehlman CT, Al-Sayyad MJ, Crawford AH. Effectiveness of spinal release and halo-femoral traction in the management of severe spinal deformity[J]. Spine J, 2004, 2(5): 667-673.
12. Hamzaoglu A, Ozturk C, Aydogan M, et al. Posterior only pedicle screw instrumentation with intraoperative halo-femoral traction in the surgical treatment of severe scoliosis (>100 degrees)[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2008, 33(9): 979-983.
13. Mehrpour S, Sorbi R, Rezaei R, et al. Posterior-only surgery with preoperative skeletal traction for management of severe scoliosis[J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2017, 137(4): 457-463.
14. Zhang H, Wang Y, Guo C, et al. Posterior-only surgery with strong halo-femoral traction for the treatment of adolescent idiopathic scoliotic curves more than 100° [J]. Int Orthop, 2011, 35(7): 1037-1042.
15. Zhang HQ, Gao QL, Ge L, et al. Strong halo-femoral traction with wide posterior spinal release and three dimensional spinal correction for the treatment of severe adolescent idiopathic scoliosis[J]. Chin Med J(Engl), 2012, 125(7): 1297-1302.
16. 张宏其, 余洪贵, 王昱翔, 等. 大重量 Halo-股骨髁上牵引在重度僵硬性非特发性脊柱侧凸畸形中贡献率的分析[J]. 中国矫形外科杂志, 2017, 25(19): 1729-1734.
17. 李占银, 阿尖措, 王德元, 等. 分期与一期矫正重度脊柱侧凸近期结果比较[J]. 中国矫形外科杂志, 2019, 27(9): 784-788.
18. 史亚民, 侯树勋, 李利, 等. 重度脊柱侧凸治疗中神经并发症的防治对策[J]. 中华外科杂志, 2007, 45(8): 517-519.
19. Izei Y, Kural C. Composite type of split cord malformation: rare and difficult to explain[J]. Pediatric Neurosurg, 2011, 47(6): 461.
20. Sinha S, Agarwal D, Mahapatra AK. Split cord malformations: an experience of 203 cases[J]. Childs Nerv Syst, 2006, 22(1): 3-7.
21. McMaster MJ. Occult intraspinal anomalies and congenital scoliosis[J]. J Bone Joint Surg Am, 1984, 66(4): 588-601.
22. Miller A, Guille JT, Bowen JR. Evaluation and treatment of diastematomyelia[J]. J Bone Joint Surg Am, 1993, 75(9): 1308-1317.
23. Shen J, Zhang J, Feng F, et al. Corrective surgery for congenital scoliosis associated with split cord malformation: it may be safe to leave diastematomyelia untreated in patients with intact or stable neurological status[J]. J Bone Joint Surg Am, 2016, 98(11): 926-946.
24. 朱泽章, 邱勇. 先天性脊柱畸形伴椎管内异常外科治疗策略的再认识[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2018, 28(7): 577-579.
25. 朱锋, 邱勇, 王斌, 等. Halo 轮椅悬吊重力牵引在严重脊柱侧凸儿童术前的应用价值[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2010, 20(7): 549-553.
26. 邱勇, 刘臻, 朱锋, 等. Halo-股骨髁上牵引对重度脊柱侧凸后路矫形的影响[J]. 中华外科杂志, 2007, 45(8): 513-516.
27. 张宏其, 王昱翔, 唐明星, 等. 大重量 Halo-股骨髁上牵引辅助一期后路手术治疗重度僵硬型非特发性脊柱侧凸的临床疗效[J]. 中国矫形外科杂志, 2014, 22(23): 2139-2143.

(收稿日期:2020-06-12 末次修回日期:2020-09-13)

(英文编审 谭 啸)

(本文编辑 李伟霞)