

经口咽 JeRP 内固定治疗不稳定型 Jefferson 骨折的生物力学和初期临床研究

焦云龙¹, 尹庆水², 夏虹², 马向阳², 艾福志²

(1 郑州市骨科医院脊柱二科 450052 郑州市; 2 广州军区广州总医院骨科医院 510010 广州市)

【摘要】目的:评估 Jefferson 骨折复位钢板(Jefferson fracture reduction plate, JeRP)内固定治疗不稳定型 Jefferson 骨折的生物力学实验结果及临床应用效果。**方法:**(1)2012 年 5 月~2014 年 3 月于郑州市骨科医院收集人体上颈椎尸体标本 6 例,2014 年 6 月模拟不稳定型 Jefferson 骨折中的前弓双骨折类型,以 JeRP 内固定系统模拟进行复位内固定术,并以三维运动实验机对标本 C0-3 节段在正常、骨折、内固定 3 种状态的负载(前屈、后伸、左侧屈、右侧屈加载的水平方向载荷为 20N,左旋转、右旋转采用的载荷为 2.0N·m 的力矩)六向运动中中性区及运动范围(ranges of motion, ROM)进行检测及分析。(2)2008 年 4 月~2014 年 1 月广州军区广州总医院收治不稳定型 Jefferson 骨折患者 8 例,男 6 例,女 2 例;年龄 29~67 岁,平均 39 岁;均以颈项部疼痛、活动受限为主,其中 7 例无脊髓及神经损伤症状,1 例合并脊髓损伤, Frankel 分级为 D 级,寰椎环 3 处骨折 5 例,单侧前后弓骨折 3 例;术前 MRI 均显示寰椎横韧带完整。8 例均采用经口咽 JeRP 内固定手术治疗,术后定期随访并应用 CT 扫描及颈椎过伸过屈位 X 线片观察骨折愈合情况及评估寰枢椎稳定性。**结果:**骨折组中性区与正常组中性区在屈伸、侧屈、旋转 3 个运动维度的差异均有统计学意义($P < 0.05$),骨折组的三维中性区值均明显大于正常组;固定组的中性区与正常组中性区在 3 个运动维度的差异均无统计学意义($P > 0.05$),固定组的 ROM 与正常组 ROM 在 3 个运动维度的差异均无统计学意义($P > 0.05$)。8 例患者术后随访 6~15 个月,平均 7.2 个月,所有患者术后枕颈部疼痛不适症状均获得改善,1 例合并脊髓损伤的患者术后 6 个月 Frankel 分级由 D 级改善至 E 级。所有患者口咽后壁切口愈合良好,无感染发生,术后 CT 示骨折均达良好复位;术后 6 个月 CT 示骨折均骨性愈合,未见寰枢椎失稳及活动受限,初期临床应用效果良好。**结论:**JeRP 内固定系统固定在实现对不稳定型 Jefferson 骨折复位及固定的基础上保留了上颈椎活动度,为不稳定型 Jefferson 骨折的临床手术治疗提供了更多选择。

【关键词】 Jefferson 骨折;不稳定;寰椎;Jefferson 骨折复位钢板;经口咽

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2017.08.10

中图分类号:R683.2, R687.3 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2017)-08-0733-07

Biomechanical study and preliminary clinical outcome for unstable Jefferson fractures by transoral JeRP internal fixation/JIAO Yunlong, YIN Qingshui, XIA Hong, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2017, 27(8): 733-739

【Abstract】Objectives: To evaluate the biomechanical and preliminary clinical outcome for unstable Jefferson fractures by Jefferson fracture reduction plate(JeRP) internal fixation. **Methods:** (1)A total of 6 human cadaveric upper-cervical specimen were collected in Zhengzhou Orthopaedics Hospital from May 2012 to March 2014 and made into one type of unstable Jefferson fractures, and then fixed with JeRP. The ranges of motion (ROM) of C0-3 in 3 positions were measured by three-dimensional spinal motions, and the neutral zones and ROMs of every dimension in every position were analyzed. The load on the specimen was 20N in the flexion-extension and lateral-bending direction, 2.0N·m axial torque in rotation test. (2)8 patients diagnosed as unstable Jefferson fracture and operated in Guangzhou General Hospital of Guangzhou Military Command from April 2008 to January 2014 were collected, including 6 males and 2 females, with age ranging from 29 to 67 years(average, 39 years). 5 cases of them had 3 fractures while the other 3 cases had 2 fractures in the

基金项目:广东省重大科技专项(编号:2006A36001003-04);国家自然科学基金面上项目(编号:30872642)

第一作者简介:男(1982-),主治医师,医学硕士,研究方向:脊柱外科

电话:(0371)67771706 E-mail:405yunlong@163.com

并列第一作者兼通讯作者:尹庆水 E-mail:Gz_yqs@126.com

anterior arch and posterior arch respectively. None of these patients got rupture of transverse ligament of atlas. All the 8 patients' main presentations included neck pain and limitation of motion. 7 cases of them had neurological deficit while 1 case got spinal cord injury and were graded as grade D by Frankel grading system. All the 8 patients underwent transoral reduction and fixation surgery with JeRP. During periodic postoperative follow-up, CT and cervical hyperextension-hyperflexion X-rays were performed to observe the healing process and stability of atlantoaxial segment. **Results:** (1) There was significant difference between the neutral zone of upper cervical spines of fracture status and that of normal status ($P < 0.05$). There was no significant difference between the neutral zone of upper cervical spines of fixation status and that of normal status ($P > 0.05$). There was no significant difference between the ROM of upper cervical spines of fixation status and that of normal status ($P > 0.05$). (2) All patients had completed follow-ups of 6–15 months (average, 7.2 months). All these patients' neck pain got relief and the patient suffering from neurological deficit got Frankel grade improved from grade D preoperatively to grade E postoperatively. All the patients' oral incision healed with no infection. All fractures were reduced and healed with no atlantoaxial instability or limitation of motion. The incipient clinical results were satisfactory. **Conclusions:** JeRP fixation can both reduce unstable Jefferson fractures anatomically and preserve the activity of upper-cervical segment. It is a valid technique for the fusion of upper cervical spine.

【Key words】 Jefferson fracture; Atlas; Jefferson fracture reduction plate; Unstable; Transoral

【Author's address】 Department of Spine Surgery, Zhengzhou Orthopaedics Hospital, Zhengzhou, 450052, China

长期以来,对于不同类型的 Jefferson 骨折,采用了明显不同的治疗策略。对于稳定骨折多采用牵引、外固定支架等保守治疗。但对于不稳定的 Jefferson 骨折多需要手术治疗,而现有的手术治疗方法有很多选择,各有利弊及适用范围^[1,2]。2006 年尹庆水在总结以往手术治疗方法优点和缺点基础上,自行研发了 JeRP 内固定系统,专门用于治疗不稳定型 Jefferson 骨折^[3],但最早期的生物力学实验样本年龄偏小,没有成人标本,数据的说服力较弱。本研究从生物力学实验和初期临床应用两方面对其进行分析,以期临床治疗此类骨折提供更多选择及参考。

1 材料和方法

1.1 生物力学实验

1.1.1 实验标本 纳入标准:(1)年龄 16~60 岁;(2)自然死亡或病逝;(3)无颅颈交界区及上颈椎先天性畸形;(4)无颈椎外伤史、手术史及颈椎严

重退行性病变病史。2012 年 5 月~2014 年 3 月收集 6 例新鲜尸体,均来自于郑州市骨科医院。其中男 4 例,女 2 例,年龄 19~31 岁,平均 21 岁。取其枕骨至 C3 节段,去除椎旁的肌肉、脂肪组织,完整保留骨结构、节段内所有韧带和关节囊,分别单独密封保存于 -20℃ 冰箱中备用。冷冻之前测量 6 例标本左右侧块矢状中线的水平距离并据此选择合适长度的 JeRP 钛板(图 1),最终选择了适用于 6 例标本的 2 块不同规格钛板,同时备齐与之配套使用的复位器和直径 3.5mm 的松质骨螺钉。

1.1.2 实验方法 将 6 例冷冻标本于室温自然解冻后,以聚甲基丙烯酸甲酯(polymethylmethacrylate, PMMA)(自凝型,上海齿科材料厂)将枕骨上部分和 C3 脊椎分别包埋后,在枕骨底部、寰椎及枢椎椎体上固定标志物后,将标本上下端的 PMMA 固定端块依次固定于脊柱三维运动实验机(南方医科大学基础医学院人体解剖学教研室生物力学实验室)上,由激光扫描仪扫描颈椎标本标



图 1 JeRP 内固定系统 a Jefferson 骨折复位钛板 b Jefferson 骨折复位器 c 骨折复位器末端细节

Figure 1 JeRP fixation system a Jefferson fracture reduction plate b Jefferson fracture repositer c Detail of the bottom of Jefferson fracture repositer

志物在最低载荷及最高载荷状态下的前屈、后伸、左侧屈、右侧屈、左旋转、右旋转 6 个方向运动范围(ROM)图像并记录为正常状态数据,实验中前屈、后伸、左侧屈、右侧屈加载的水平方向载荷为 20N,左旋转、右旋转采用的载荷为 $2.0\text{N}\cdot\text{m}$ 的力矩。然后用骨刀将每具标本寰椎前弓与两侧块连接处薄弱点打断以模拟 Jefferson 骨折类型之一(前弓双骨折);扫描颈椎标本标志物在最低载荷及最高载荷时的六向运动范围图像,记为骨折状态数据。最后在骨折标本依次模拟以 JeRP 进行 Jefferson 骨折复位固定手术,对寰椎进行单节段固定,并测量标本在固定状态下加载最低载荷及最高载荷的 ROM,记为内固定状态(图 2)。

将以上三种状态 ROM 图像录入计算机,计算出各状态下各方向的中性区及 ROM 值。将正常状态测量结果作为空白组,骨折状态及固定状态的相应测量结果作为对照组。所得数据采用 SPSS 13.0 建立数据库,进行统计分析。本实验设计为两因素多水平的重复测量设计,统计学方法为重复测量数据的两因素多水平方差分析,以 Bonferroni 法比较骨折组、固定组在前后屈伸、左右侧屈和左右旋转 3 个维度的运动中性区、ROM 与正常状态的差异,检验的显著水准设为 0.05。

1.2 临床应用

1.2.1 临床资料 2008 年 4 月~2014 年 1 月广州军区广州总医院收治不稳定型 Jefferson 骨折患者 8 例,男 6 例,女 2 例;年龄 29~67 岁,平均 39 岁。均以颈项部疼痛、活动受限为主,其中 7 例无脊髓及神经损伤症状,1 例合并脊髓损伤,Frankel 分级为 D 级。寰椎环 3 处骨折 5 例,单侧前后弓骨折 3 例;术前 MRI 显示 8 例患者的寰椎横韧带完整,无断裂及影像学损伤征象。

均采用 JeRP 内固定系统。术中侧块及前弓固定螺钉采用直径 3.5mm 普通皮质骨螺钉。临时复位螺钉采用直径 3.5mm 皮质骨螺钉。

1.2.2 手术方法 术中患者仰卧位,经鼻留置胃

管连接常压引流瓶,手术全程维持颅骨牵引,牵引重量为 4~5kg。经鼻插管全麻后,依次按照碘伏、生理盐水、双氧水、生理盐水、碘伏、生理盐水的顺序消毒口腔、口咽及鼻腔后,进行术区常规消毒、铺无菌巾,以 Codman 撑开器充分显露口咽部,沿中线纵行切开咽后壁粘膜层及肌层 3~4cm,显露寰椎前弓、侧块及骨折断端。用磨钻磨除寰椎前结节后,选择合适规格 JeRP 钛板,按照前弓曲度适度塑形后放置在寰椎前弓表面,以 2 枚 3.5mm 螺钉固定一侧断端侧块,透过钛板的滑槽孔拧入 1 枚复位螺钉于骨折线对侧前弓上。以复位器长臂尖端钩住 JeRP 的复位孔,短臂卡在复位螺钉上。逐渐握拢复位器手柄使两臂合拢,直视下可见骨折断端靠拢复位。在复位器锁紧状态下固定前弓其余螺钉,撤出复位器和复位钉(图 3)。以碘伏及生理盐水冲洗伤口后严密缝合肌层和粘膜层,碘仿纱条及硫酸镁纱条覆盖切口。

1.2.3 术后处理 术后严密监护 24h 后酌情拔除经鼻气管插管,术后次日去除碘仿纱条,开始全能素鼻饲,术后 7d 查看咽喉壁切口确认无炎性分泌物后拔除胃管同时开始经口饮食。若患者气管插管困难导致操作时间过长或咽部粘膜刺激较强,术后需适度延迟拔除胃管及开始进食的时间,但一般延迟不超过 3d。术前半小时及术后 1 周,静脉应用二代头孢菌素及奥硝唑预防感染。术后前 2 日应用小剂量激素以改善口咽后壁粘膜及肌层的肿胀,降低口咽切口的张力。术后前 3 日继续以氯己定溶液含漱,每日 3 次;每日由专人以庆大霉素溶液喷壶(16 万单位庆大霉素加 40ml 生理盐水)喷口咽部,每隔 2h 1 次,每次约 1~2ml。术后严格佩戴颈围领 3 个月。

1.2.4 术后随访 术后 3、6、12 个月复查,随访时均行颈椎侧位+张口正位+过伸过屈位 X 线片检查和 CT 平扫+二维重建,明确骨折愈合情况及判断上颈椎稳定性。1 例合并脊髓损伤的患者,术后随访观察其神经功能改善情况。

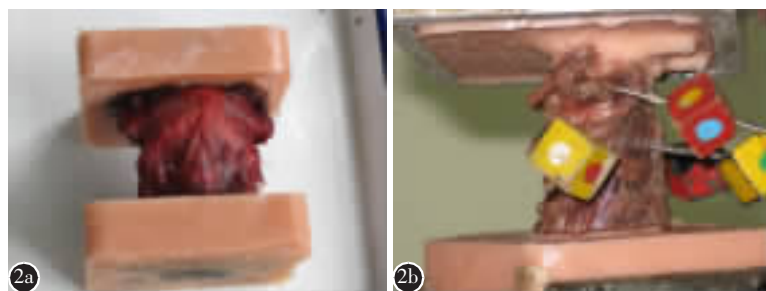


图 2 上颈椎标本生物力学实验图 a 颈椎标本经 PMMA 包埋后外观 b 颈椎标本上固定标志物进行负载旋转试验场景

Figure 2 Biomechanics trial scene of human cadaveric upper-cervical specimen a Upper-cervical specimen embedded in PMMA b Scene of loaded-rotation trial of upper-cervical specimen pinned with marks

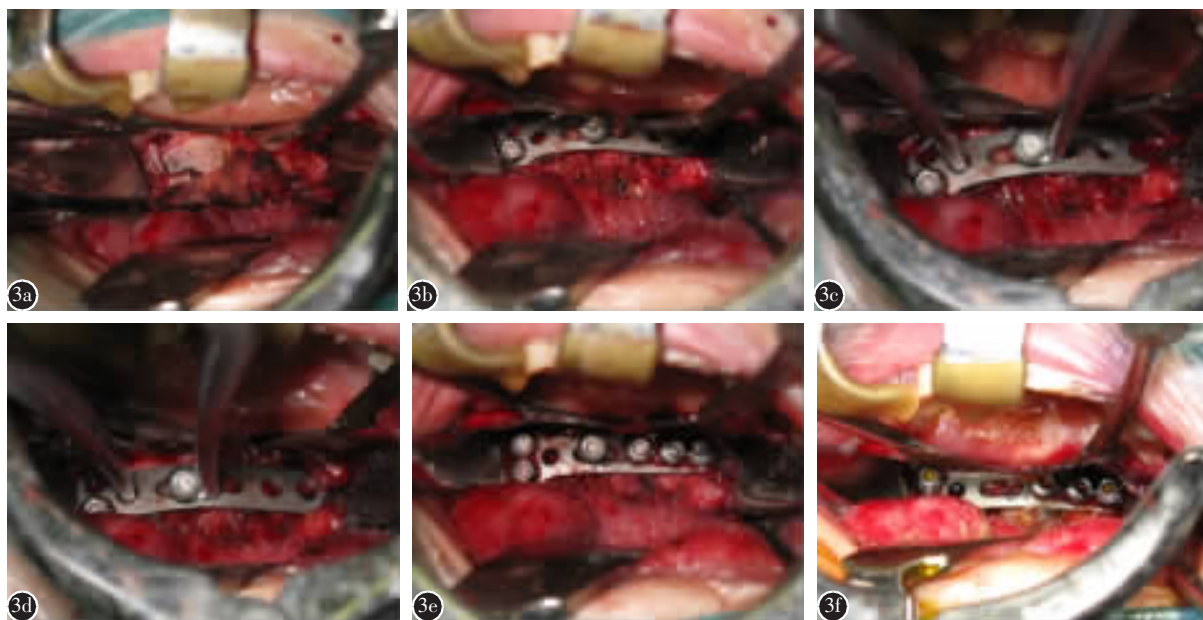


图3 手术操作步骤 a 经口咽显露直至充分显露寰椎前弓及左右侧块前表面 b 安装 JeRP 及复位螺钉并固定右侧的侧块 c 安装复位器 d 横向缓慢合拢复位器钳臂,使断端左侧前弓向右侧侧块靠拢复位 e 固定所有螺钉 f 撤出复位器和复位钉

Figure 3 The surgical technique a Expose the anterior aspect of C1 b Local JeRP and reduction screw, fix one lateral mass c Fix special redactor d Reduction e Fix all the screws f Withdraw the reductor and reduction screw

2 结果

2.1 颈椎标本在正常、骨折、固定三种状态下的运动中性和 ROM

见表 1。正常组中性区与骨折组中性区在屈伸、侧屈、旋转 3 个运动维度的差异均有统计学意义 ($P < 0.05$), 而骨折组的三维中性区值均明显大于正常组, 由此判定骨折状态比正常状态的中性区增大; 固定组的中性区与正常组中性区在 3 个运动维度的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$), 固定组的 ROM 与正常组 ROM 在 3 个运动维度的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。

2.2 临床治疗结果

8 例患者口咽部切口均一期愈合, 无感染发生, 术后 X 线片及 CT 显示 8 例寰椎骨折均获得解剖复位。随访 6~15 个月, 平均 7.2 个月, 患者咽部无异物感, 无血管损伤等并发症。1 例合并脊髓损伤的患者术后随访至 6 个月时 Frankel 分级已由 D 级改善至 E 级。术后 6 个月时复查 CT 显示所有患者骨折愈合良好, 寰枢关节对位良好, 颈椎活动度正常, 颈椎过伸过屈位 X 线片显示上颈椎稳定性良好 (图 4)。1 例在术后复查的 CT 中可见 1 枚侧块螺钉中段部分进入寰枢关节间隙, 但未影响患者术后颈椎活动度。

3 讨论

3.1 Jefferson 骨折的定义及分型

1919 年 Jefferson^[4]系统分析了他收治的 4 例寰椎骨折病例及以往文献报道过的 42 例寰椎骨折病例, 发现寰椎骨折可以是爆裂性的, 在前后弓上各有两处骨折, 并首次系统阐述了这种骨折的受伤机制, 后来人们将这种骨折称为 Jefferson 骨折。近年来有人质疑学界将“寰椎骨折”与“Jefferson 骨折”混为一谈。

但值得注意的是, “Jefferson 骨折”这个命名的意义不在于寰椎骨环的骨折数量, 而在于阐述一种经典的骨折机制, 即轴向暴力和反作用力产生的水平合力使寰椎骨环受到离心性暴力, 从而在寰椎骨环最薄弱部位发生骨折^[5,6]。然而寰椎前后弓同时发生四处骨折的病例在临床上并不多见, 更为多见的是寰椎骨环的部分骨折。而且有学者指出 Jefferson 本人当时所报道的 4 例“Jefferson 骨折”无 1 例是四部分骨折^[7]。因此, 狭义的“Jefferson 骨折”对于寰椎前后弓 4 处同时骨折的定义非常局限。尹庆水、夏虹等认为将轴向暴力所致的寰椎骨环各型骨折涵盖于“Jefferson 骨折”的定义更具临床意义。对 Jefferson 骨折的分型关键是针对其稳定性, 寰椎的稳定性主要取决于齿状

表 1 颈椎标本在不同状态下的三维运动中性区和运动范围 (ROM) ($\bar{x} \pm s$, °, $n=6$)**Table 1** Neutral zone and ROM of three-dimensional motion of cadaveric specimens in different status and results of pairwise comparisons

运动维度 Dimension of movement	中性区 Neutral zone			运动范围 ROM		
	正常 Normal	骨折 Fracture	固定 Fixation	正常 Normal	骨折 Fracture	固定 Fixation
屈伸 Flexion-extension	2.01±0.43	6.38±2.40 ^①	1.99±0.39 ^②	12.68±5.83	24.32±4.15 ^①	10.52±4.52 ^②
侧屈 Lateral bending	2.22±1.52	7.24±4.09 ^①	2.90±2.13 ^②	11.00±1.55	21.09±4.93 ^①	10.81±1.97 ^②
旋转 Axial torque	38.18±6.56	49.99±7.07 ^①	39.01±6.91 ^②	56.66±6.99	69.69±6.49 ^①	57.60±8.23 ^②

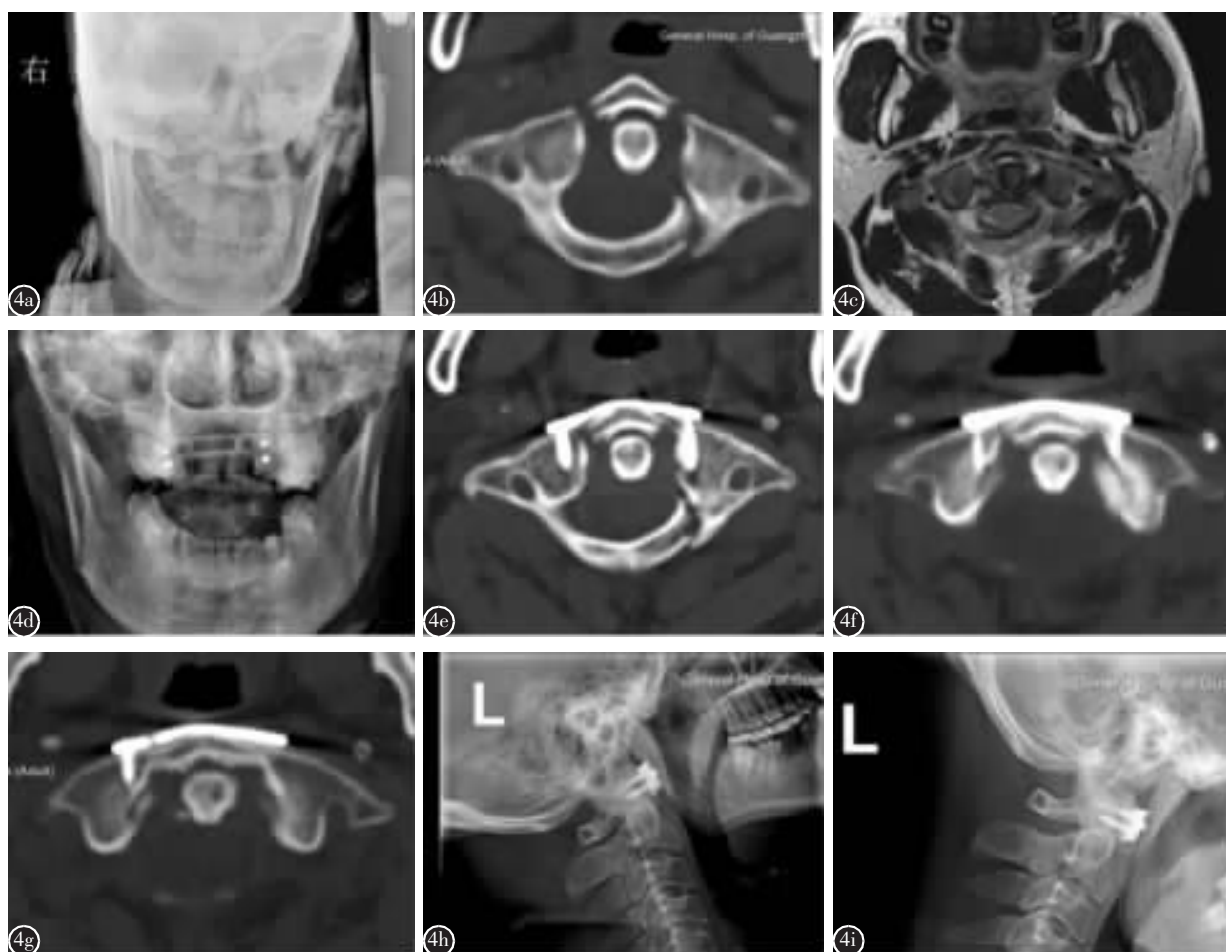
注:①与正常状态比较 $P<0.05$; ②与正常状态比较 $P>0.05$.Note:①Compared with normal status, $P<0.05$; ②Compared with normal status, $P>0.05$ 

图 4 患者男, 42 岁 **a** 术前 X 线平片示侧块间距 (LMD) $>6.9\text{mm}$ **b** 术前 CT 显示寰椎三处骨折 **c** 术前 MRI 显示寰椎横韧带完整 **d** 术后 X 线片示寰枢椎侧块关节对位良好 **e** 术后 CT 示骨折基本复位 **f** 术后 3 个月 CT 示骨折部分愈合 **g** 术后 6 个月 CT 示骨折愈合良好 **h, i** 术后 6 个月颈椎过伸过屈位 X 线片示上颈椎稳定性良好

Figure 4 A male patient, age 42 years **a** Preoperative X-ray shows that lateral mass distance (LMD) $>6.9\text{mm}$ **b** Preoperative CT images shows 3 fractures on the anterior arch and posterior arch **c** Preoperative MRI images shows that transverse ligament of atlas was intact **d** Postoperative X-ray shows that the lateral atlanto-axial joint is fine **e** Postoperative CT images shows that fractures were restored **f** Three months after the surgery, CT image shows the fractures healed partially **g** Six months after the surgery, CT image shows the fractures healed well **h, i** Six months after surgery, cervical hyperextension and hyperflexion X-rays show that the stability of upper-cervical is fine

突前方的寰椎前弓和后方的横韧带的完整性^[8]。Jefferson 骨折分为两型: I, 稳定型; II, 不稳定型。两者再根据骨折具体部位及数量进一步将稳定型 Jefferson 骨折(I 型)分为: I a, 单纯前(后) 1/4 骨折; I b, 单纯后 1/2 骨折; 将不稳定型 Jefferson 骨折(II 型)分为: II a, 单纯前 1/2 骨折; II b, 单纯半环骨折(单侧前后弓骨折); II c, 单纯前(后) 3/4 骨折; II d, 前后弓双骨折(典型 Jefferson 骨折); II e, 上述各型骨折合并寰椎横韧带断裂^[9,10]。

本研究生物力学实验中的前弓 2 处骨折, 造成前弓、横韧带组成的环状结构完全破坏, 从而导致寰枢正中关节功能丧失, 最终使得寰枢关节在各个方向的 ROM 出现异常增大, 结合国内外多学者的相关生物力学实验结果^[9,11,12], 寰枢正中关节失效后, 寰枢关节均表现出显著失稳, 完全符合不稳定型 Jefferson 骨折范围。

本实验选择 C0-3 作为实验观测对象是由于受到试验条件的限制: 实验需要以 PMMA 固定包埋标本两端, 如果包埋枕骨和 C2, 则标本上下端块距离过近, 在标本上固定标志物后, 由于在狭窄的空间内容纳过多附加物, 在对标本进行六向运动实验时附加物体之间极易相互影响, 进而会影响实验结果准确性。所以选择包埋枕骨和 C3, 观察 C0-3 的 ROM。C2 和 C3 之间没有进行干预处理, 所以在各个运动维度该节段的运动范围贡献值是一定的, 并不会影响对 C0-2 稳定性的判断。

3.2 不稳定型 Jefferson 骨折的手术治疗

不稳定型 Jefferson 骨折大多需要积极采取手术治疗^[1,2]。临床早期治疗不稳定型 Jefferson 骨折常用手术方式主要有枕颈融合术和寰枢椎固定术两类。枕颈融合术虽可确保枕寰枢椎的稳定性, 但是颈椎运动功能的丧失较多^[13]。而寰枢椎固定术在造成寰枢椎旋转功能的丧失同时难以对寰椎骨折进行复位, 因此往往导致寰椎固定在非正常位置, 影响寰枢关节的功能^[14,15]。Abeloos 等^[16]介绍了一种新型外科技术, 采用与横棒相连接的后路双侧寰椎侧块螺钉固定, 用于治疗 Halo 架固定失败的不稳定型 Jefferson 骨折, 疗效满意。Ruf 等^[17]则采用经口复位联合 C1 前环和侧块切开复位内固定术治疗 6 例伴横韧带断裂的不稳定型 Jefferson 骨折患者, 复位及固定骨折的同时重建了上颈椎稳定性。上述结果证实, 经口复位联合 C1 切开复位内固定术能够维持寰枢关节的旋转

活动度, 保持寰枕和寰枢关节的一致性。我们应用的 JeRP 内固定系统对骨折分离移位的寰椎可以达到术中即时复位固定的作用, 复位滑槽孔的合理设计及复位器的横向收拢加压使复位和固定过程一次完成。

3.3 JeRP 内固定手术的生物力学基础

寰枢关节的运动范围可分为中性区和弹性区两部分^[11]。用中性区的大小来判断关节的稳定性较用整个运动范围来判断更为灵敏^[12]。本研究生物力学实验结果显示骨折组中性区明显增大, 判定该骨折为不稳定型骨折; 而固定组中性区及 ROM 与正常相比无统计学差异, 证实 JeRP 固定在恢复上颈椎稳定性的同时保留了正常的活动度。

3.4 JeRP 固定的临床应用

JeRP 内固定系统在即时稳定和促进横韧带完整的不稳定型 Jefferson 骨折良好愈合的同时, 避免了上颈椎活动度的丢失, 初期临床应用效果良好。

3.4.1 关于经口咽入路手术的感染问题 部分学者认为经口咽入路手术术后发生切口感染的概率较高^[18], 但我们回顾广州军区广州总医院骨科医院自 2015 年 1 月 1 日~2017 年 3 月 20 日 162 例经口咽手术患者的临床资料, 该资料患者包括经口前路 JeRP 内固定治疗不稳定型 Jefferson 骨折、经口前路 TARP 钢板复位植骨融合内固定治疗寰枢椎脱位、经口前路寰枢椎占位病变切除等, 162 例患者术后无 1 例发生口咽部切口感染。总结经验, 经口咽手术切口感染的预防需要严密的围手术期口腔及鼻腔管理和抗生素的合理应用, 主要包括: (1) 排除口咽及鼻咽部炎症; (2) 术前于口腔科洗牙并修补龋齿; 术前 3d 开始以氯己定溶液含漱, 每日 3 次; (3) 若患者长期吸烟, 术前绝对禁烟同时应用超声波雾化吸入化痰祛痰药物, 每日 3~4 次; (4) 术前 30min 静脉应用奥硝唑及二代头孢菌素, 术后继续应用 1 周; (5) 术中麻醉后切开前, 严格按照碘伏、生理盐水、双氧水、生理盐水、碘伏、生理盐水的顺序消毒口腔、口咽及鼻腔, 最后直至冲洗液由黄变为清澈为止, 且在切口缝合后再次以碘伏溶液浸泡及生理盐水充分冲洗; (6) 术后前 3 日继续以氯己定溶液含漱, 每日 3 次; (7) 术后前 3 日每日由专人以庆大霉素溶液喷壶(16 万单位庆大霉素加 40ml 生理盐水)喷口咽部, 每隔 2h 1 次, 每次约 1~2ml; (8) 术后前 2

日应用小剂量激素以改善口咽后壁粘膜及肌层的肿胀,降低口咽切口的张力。

3.4.2 经口咽入路手术的术前准备工作 (1)术前检查患者的张口情况,如果合并口腔颌面外科疾病致张口困难,则无法进行经口咽手术而需更改手术入路。(2)术中 Codman 撑开器显露时上钩需卡在上中切牙上,术前检查患者的上牙是否牢固,如果有松动表现,术前须请口腔科制作简易上牙托保护,以防牙齿被撑开器顶脱。(3)手术开始前必须完成胃管的置入,置入困难时可使用带有导丝的胃管。(4)术前应测量患者理想侧块钉道与正中矢状面垂直距离以及侧块理想进钉点与寰椎前弓中点的骨表距离,有助于选择合适长度的 JeRP 钛板,提高置钉的精准度。

3.5 本研究的不足和缺陷

由于人体颈椎标本获取途径所限,生物力学实验样本量相对较小,仅仅模拟了不稳定型 Jefferson 骨折的一种类型,不能完全代表不稳定 Jefferson 骨折。此外,生物力学实验中,只是打断了寰椎的前弓两处,而未离断横韧带,且临床 8 例患者横韧带均完整,所以本研究结果局限于不合并横韧带断裂的 Jefferson 骨折。另一方面,8 例 Jefferson 骨折患者中有 1 例在术后复查的 CT 中可见 1 枚侧块螺钉中段部分进入寰枢关节间隙,虽然未影响患者术后颈椎活动度,但 JeRP 固定侧块的螺钉置入精度有待进一步研究及改进且初期临床治疗患者数量较少。这些不足都需要在未来更大样本的生物力学实验和临床治疗过程中寻求更多的证据支持。

综上所述,JeRP 内固定系统虽然存在不足,但其在实现对前弓双骨折不稳定型 Jefferson 骨折可靠的复位及固定同时保留了寰枢关节活动功能,为临床手术治疗提供了一种切实可行的选择。

4 参考文献

- Hein C, Richter HP, Rath SA. Atlantoaxial screw fixation for the treatment of isolated and combined unstable Jefferson fractures: experiences with 8 patients[J]. Acta Neurochir, 2002, 144(11): 1187-1192.
- Tan J, Ni CH, Li LJ, et al. C1 lateral mass-C2 pedicle screws and crosslink compression fixation for instable atlas fracture[J]. Zhonghua Yi Xue Za Zhi, 2006, 86(23): 1743-1747.
- 尹庆水, 夏虹, 吴增辉, 等. 经口入路复位内固定治疗不稳定型 Jefferson 骨折[J]. 中国骨科临床与基础研究杂志, 2012, 4(6): 405-410.
- Jefferson G. Fracture of the atlas vertebra: report of four cases, and a review of those previously recorded [J]. Br J Surg, 1919, 7(27): 407-422.
- Schneeberg NG. The medical history of Thomas Jefferson (1743-1826)[J]. J Med Biogr, 2008, 16(2): 118-125.
- Sasaka KK, Decker GT, El-Khoury GY. Axial loading with hyperflexion injury to the atlas resulting in crushed lateral masses[J]. Emerg Radiol, 2006, 12(6): 274-277.
- Inaoka T, Ohashi K, El-Khoury GY. A single fracture in the ring of vertebrae below the atlas: report of four cases [J]. Emerg Radiol, 2007, 14(6): 449-452.
- Lee C, Woodring JH. Unstable Jefferson variant atlas fracture: an unrecognized cervical injury[J]. Am J Neuroradiol, 1999, 12(6): 1105-1110.
- 夏虹, 赵卫东, 黄文华, 等. 寰椎不同类型骨折对上颈椎稳定性影响的生物力学研究[J]. 中国临床解剖学杂志, 2003, 21(5): 495-497.
- 焦云龙, 尹庆水. 不稳定型 Jefferson 骨折的诊疗研究进展[J]. 中华创伤骨科杂志, 2009, 11(2): 179-181.
- Panjabi MM, Dvorak J, Durancieu J, et al. Three-dimensional movements of the upper cervical spine [J]. Spine, 1988, 13(7): 726-730.
- Gebauer M, Goetzen N, Barvencil F, et al. Biomechanical analysis of atlas fractures: a study on 40 human atlas specimens[J]. Spine, 2008, 33(7): 766-770.
- 陈建明, 张成程, 许天明, 等. 经寰枢椎椎弓根螺钉固定治疗 Jefferson 骨折合并寰枢椎不稳[J]. 中华创伤杂志, 2011, 27(10): 873-877.
- 张美超, 周海涛, 王超, 等. 对寰椎侧块螺钉钛板固定装置的力学性能评价[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2006, 16(9): 685-687.
- Koller H, Kammermeier V, Ulbricht D. Anterior retropharyngeal fixation C1-2 for stabilization of atlantoaxial instabilities: study of feasibility, technical description and preliminary results[J]. Eur Spine J, 2006, 15(9): 1326-1338.
- Abeloos L, De Witte O, Walsdorff M, et al. Posterior osteosynthesis of the atlas for nonconsolidated Jefferson fractures: a new surgical technique [J]. Spine, 2011, 36(20): 1360-1363.
- Ruf M, Melcher R, Harms J. Transoral reduction and osteosynthesis C1 as a function-preserving option in the treatment of unstable Jefferson fractures[J]. Spine, 2004, 29(7): 823-827.
- Al-Holou WN, Park P, Wang AC, et al. Modified trans-oral approach with an inferiorly based flap [J]. J Clin Neurosci, 2010, 17(4): 464-468.

(投稿日期:2017-06-25 修回日期:2017-07-24)

(英文编审 蒋欣/贾丹彤)

(本文编辑 李伟霞)