

Mayfield头架下采用 C1 侧块-C2 椎弓根螺钉固定整复陈旧性寰枢椎脱位

黄涛^{1,2}, 孟志斌¹, 金大地², 谭海涛¹, 王挺锐¹, 贾丙申¹

(1 海南医学院附属医院骨科; 2 南方医科大学第三附属医院脊柱外科)

【摘要】目的:探讨 Mayfield 头架下单纯后路 C1 侧块-C2 椎弓根螺钉复位固定并椎板间植骨融合治疗陈旧性寰枢椎脱位的临床效果。**方法:**自 2008 年 7 月~2011 年 7 月,对于陈旧性寰枢椎脱位患者,以术前颈椎动力位 X 线片评估,寰枢椎活动度 $\geq 5^\circ$ 为病例纳入标准,采用 Mayfield 头架下单纯后路 C1 侧块-C2 椎弓根螺钉复位固定术共治疗 11 例。其中男性 7 例,女性 4 例;年龄 28~55 岁,平均 35.6 岁。均采用 Mayfield 头架固定头部,钉棒置入满意后,后路钉棒纵向加压复位,并以下压 C2、C3 棘突力量进行辅助,寰枢关节复位满意后,取自体髂骨行后路 C1-C2 椎板间植骨融合。以 VAS 和 JOA 评分法,分别对轴性颈痛和神经功能情况行术前与术后随访对比评估分析,正中矢状位 CT 影像观察植骨融合情况。**结果:**平均手术时间为 (2.8 ± 1.2) h,平均术中出血量为 (260 ± 80) ml,术中无椎动脉及脊髓损伤。随访 6~36 个月,平均 23 个月。VAS 评分由术前 6.14 ± 1.92 分降低到末次随访的 3.15 ± 1.28 分,JOA 评分由术前 10.57 ± 2.12 分提高到末次随访的 14.22 ± 2.76 分,差异均具有统计学意义($P<0.05$)。所有病例均获满意复位,随访期间无复位丢失,内固定位置佳,无松动断裂,均于 6 个月获骨性融合,融合率达 100%。**结论:**对于寰枢椎活动度 $\geq 5^\circ$ 的陈旧性寰枢椎脱位,Mayfield 头架下 C1 侧块-C2 椎弓根螺钉固定植骨融合术式是一种安全有效的后路手术方法。

【关键词】寰枢椎脱位;复位;侧块螺钉;椎弓根螺钉;Mayfield 头架

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2012.07.02

中图分类号:R687.3,R683.2 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2012)-07-0583-05

Reduction by C1 lateral mass as well as C2 pedicle screw fixation and Mayfield skull traction for obsolete atlantoaxial dislocation/HUANG Tao, MENG Zhibin, JIN Dadi, et al/Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2012, 22(7): 583-587

【Abstract】 Objectives: To investigate the clinical outcome of reduction by C1 lateral mass as well as C2 pedicle screw fixation and Mayfield skull traction for obsolete atlantoaxial dislocation. **Methods:** The inclusive criteria was the range of motion of atlantoaxial facet joint $\geq 5^\circ$ on dynamic radiographs. A total of 11 patients undergoing posterior surgical reduction by C1 lateral mass and C2 pedicle screw placement following Mayfield skull traction from July 2008 to July 2011 were reviewed retrospectively. There were 7 males and 4 females with a mean age of 35.6 years(range, 28-55 years). Mayfield skull traction was performed in all patients. After screws were placed in C1-2, axial compression of C1-2 and forward pushing of C2-3 spinal process was applied to achieve reduction, after reduction, C1-2 autogenic bony graft was performed. VAS and JOA score was respectively used to evaluate the axial neck pain and the neurological deficit, and the results were compared before and after operation. Bony fusion was observed by the midline sagittal CT images. **Results:** The average operation time was 2.8 ± 1.2 h, and the mean blood loss was 260 ± 80 ml. No intraoperative neurovascular injury was noted. All patients were followed up for 6-36 months, with an average of 23 months. The average VAS score at final follow-up(3.15 ± 1.28) was significantly lower than that of preoperation(6.14 ± 1.92)($P<0.05$). The average JOA score at final follow-up(14.22 ± 2.76) was significantly higher than that of preoperation(10.57 ± 2.12)($P<0.05$). No loss of reduction or instrument failure was noted at final follow-up. Solid fusion was achieved in all 11 patients 6 months later. **Conclusions:** For cases with atlantoaxial dislocation and ROM of

第一作者简介:男(1978-),主治医师,在读博士,研究方向:脊柱外科、骨组织生物工程

电话:(0898)66773740 E-mail: rachis@126.com

通讯作者:孟志斌 E-mail: zhibinmeng@163.com

C1-2 facet $\geq 5^\circ$, C1 lateral mass and C2 pedicle screw fixation following Mayfield skull traction is reliable and effective.

【Key words】 Atlantoaxial dislocation; Reduction; Lateral mass screws; Pedicle screw; Mayfield skull traction

【Author's address】 Department of Orthopedics, the Affiliated Hospital of Hainan Medical College, Haikou, 570102, China

寰枢椎脱位目前常规治疗方案一般均采用术前及术中颅骨牵引复位,对于部分难复性寰枢椎脱位患者尚需前路松解,牵引复位后依据术者经验选择前路或后路固定融合手术治疗。2008 年 7 月~2011 年 7 月,海南医学院附属医院骨科对 11 例陈旧性寰枢椎脱位患者在不借助颅骨牵引及前路松解情况下,采用 Mayfield 头架下 C1 侧块-C2 椎弓根螺钉固定术式,进行了有效单纯后路复位固定手术治疗,取得良好疗效,报道如下。

1 资料与方法

1.1 病例纳入标准

本组 11 例陈旧性寰枢椎脱位患者均行术前颈椎动力位 X 线片评估,以寰枢椎活动度 $\geq 5^\circ$ 为纳入标准。寰枢椎活动度=(颈椎过伸位片上寰椎前、后弓结节中心点连线与枢椎椎体前缘切线交角)-(颈椎过屈位片上寰椎前、后弓结节中心点连线与枢椎椎体前缘切线交角)。

1.2 一般资料

本组男 7 例,女 4 例;年龄 28~55 岁,平均 35.6 岁。其中创伤 6 例(陈旧性齿状突骨折 3 例,寰椎横韧带断裂 3 例),先天畸形 3 例(先天性游离齿状突 1 例,先天性齿状突发育不良 2 例),类风湿性关节炎致寰枢椎脱位 2 例。术前患者均表现为不同程度的轴性颈痛,头颈部活动受限,其中 6 例呈现鹅颈畸形,8 例合并有相关四肢肌力减弱、步行不稳、持筷困难等颈段脊髓受压神经症状。手术内固定系统采用多轴万向颈椎椎弓根螺钉系统,直径 3.5mm,长度 20~35mm,常规配备纵向加压钳。

1.3 手术方法

气管插管全麻满意后,患者取俯卧位,Mayfield 头架固定头部于头颈部略前屈位 15° 左右,手术床取头高脚低约 20° ,借躯体部分重力的反向牵引力使颈椎呈牵引紧张状态,以保证术中操作时上颈椎稳定性,并部分牵引复位,同时亦减少了颈枕部静脉丛充血。常规颈枕部后路切口,自 C1 后弓结节双侧分离显露至后弓与侧块移行部,

近椎弓沟部时,分离操作应尽量靠后弓后下缘进行,避免损伤椎动脉;因脱位存在,C1 后弓与 C2 椎板间距增大,应避免误入椎板间隙损伤脊髓。

C1 侧块螺钉的进钉点:术中探明后弓下寰椎侧块内外缘,取 C1 侧块内外缘纵中线与后弓下 1/3 水平线的交点。要点为螺钉尽量经后弓与侧块移行部,增强螺钉骨性把持力,同时以钉道不侵及上方椎动脉沟骨皮质为限。向下向内牵开保护 C2 神经根后,以高速磨钻球形磨头磨去皮质后,再用直径 2.0mm 锥形高速磨钻内倾 15° ,侧位透视下瞄准前弓结节影像为上倾角方向钻孔缓慢钻入,并不断用椎弓根探针探查钻入隧道的四壁和底部,适时透视校正。

C2 椎弓根钉进钉点:一般取 C2 椎板的水平中线与直视下椎弓峡部外缘纵线交点,内倾角约为 $15^\circ\sim 25^\circ$ 左右,上倾角约 $30^\circ\sim 40^\circ$,此处具体进钉点及进钉角度均以术前 CT 影像协助确定及测量,术中则依据良好的枢椎椎弓峡部直视情况,结合术中透视分析把握。要点把握以钉道尽可能以较大的内倾角及较小的上倾角到达枢椎椎体,即近齿状突基底部,使置入螺钉有较长钉道,具备良好的骨性把持力,而非仅达到枢椎侧块的椎弓峡部钉。术中定位钉透视证实钉道满意后,依据透视置入合适长度直径 3.5mm 螺钉。

在 Mayfield 头架固定头部情况下,均匀施力下压 C2、C3 棘突,以部分复位寰枢椎,同时双侧架置预弯纵连杆,于螺帽未锁死情况下双侧以加压钳对椎弓根螺钉尾纵向加压,协同下压 C2、C3 棘突复位力同步复位。复位时注意均匀逐步施力,手术组三人操作协同配合良好。复位满意后,锁紧螺帽固定,冲洗创腔,以高速磨钻打磨制备植骨床,取长条状自体髂骨,行 C1-2 后路椎板间植骨融合,置引流管,关闭切口。术后 12d 伤口拆线,颈部围领固定 8 周。

1.4 观察指标

依据相关研究文献^[1-3],本研究术后随访采用上颈椎 CT 三维重建影像观察有无螺钉松动、复位丢失,以正中矢状面 CT 影像观察后路植骨融

合情况。采用视觉评分法(visual analogue scale, VAS)行术前、末次随访颈部轴性颈痛评分。采用日本整形外科学会(Japanese Orthopaedic Association, JOA)评分标准(17 分法),对术前、末次随访行神经功能评估。

1.5 统计学方法

采用 SPSS 12.0 统计学软件对术前与末次随访计量资料行配对 t 检验, $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

本组平均手术时间为 (2.8 ± 1.2) h, 平均出血量为 (260 ± 80) ml, 术中无椎动脉及脊髓损伤。全组均获随访, 随访时间 6~36 个月, 平均 23 个月。末次随访时, 轴性颈痛与神经功能较术前改善明显。术前轴性颈痛 VAS 评分为 6.14 ± 1.92 分, 末次随访时为 3.15 ± 1.28 分; 术前神经功能 JOA 评分为 10.57 ± 2.12 分, 末次随访时为 14.22 ± 2.76 分。末次随访时与术前比较均具有统计学差异 ($P < 0.05$)。患者均获满意复位, 随访期间无复位丢失, 内固定位置佳, 无松动断裂, 术后 6 个月随访时获骨性融合(图 1), 融合率达 100%。

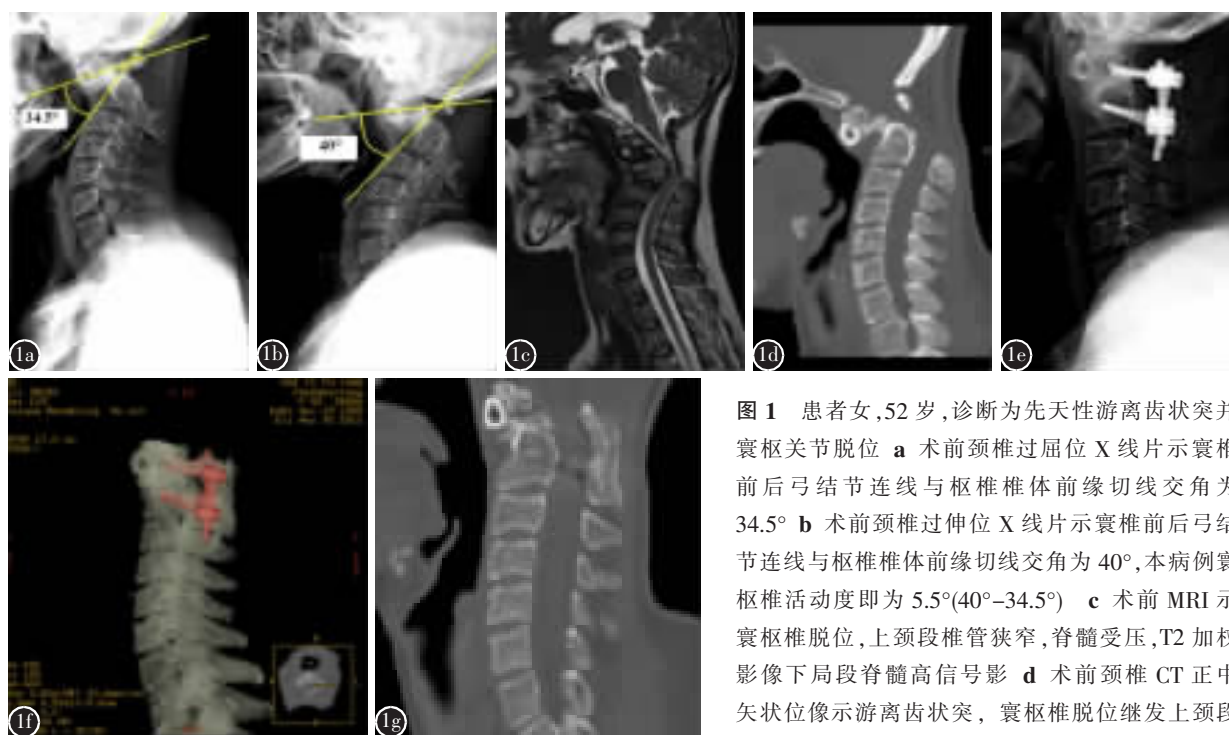


图 1 患者女, 52 岁, 诊断为先天性游离齿状突并寰枢关节脱位 **a** 术前颈椎过屈位 X 线片示寰椎前后弓结节连线与枢椎椎体前缘切线交角为 34.5° **b** 术前颈椎过伸位 X 线片示寰椎前后弓结节连线与枢椎椎体前缘切线交角为 40° , 本病例寰枢椎活动度即为 $5.5^\circ(40^\circ-34.5^\circ)$ **c** 术前 MRI 示寰枢椎脱位, 上颈段椎管狭窄, 脊髓受压, T2 加权影像下局段脊髓高信号影 **d** 术前颈椎 CT 正中矢状位像示游离齿状突, 寰枢椎脱位继发上颈段椎管狭窄 **e** 术后 3d 颈椎侧位 X 线片示寰枢椎复

位, C1 侧块-C2 椎弓根内固定位置良好, 后方可见椎板间植骨影像 **f** 术后 6 个月随访 CT 三维重建影像显示内固定无松动, 寰枢椎复位无丢失 **g** 术后 6 个月随访 CT 正中矢状位影像显示复位后椎管减压满意, 后方植骨已融合

Figure 1 52-year-old female was diagnosed as Os odontoideum and atlantoaxial dislocation **a** The preoperative lateral overextension radiograph showed the crossing angle between line 1 and line 2 was 34.5° (The line connecting the centers of anterior and posterior tubercle of atlas was defined as line 1, and the tangent line of anterior axis vertebral body was defined as line 2) **b** The preoperative lateral extension radiograph showed the crossing angle between line 1 and line 2 was 40° . The range of atlantoaxial joint motion was $5.5^\circ(40^\circ-34.5^\circ)$ **c** The preoperative MRI image showed atlantoaxial dislocation and spinal canal stenosis. Abnormal signals due to spinal cord compression was also observed on T2-weighted MRI image **d** Os odontoideum was shown on the preoperative midline sagittal CT image, and spinal canal stenosis secondary to atlantoaxial dislocation was also observed **e** 3 days after operation lateral radiograph showed reduction of atlantoaxial joint and the position of C1 lateral mass-C2 pedicle screws fixation placed well. The bone graft between laminar of C1 and C2 was visible on this lateral radiograph **f** The 6 months follow-up 3D-CT reconstruction image showed no loosening of internal fixation and no loss of reduction **g** Bony fusion and spinal canal decompression were confirmed on the midline sagittal CT images

3 讨论

复位、神经减压并重建 C1-2 稳定性是寰枢椎脱位手术治疗的主要目的。其中神经减压最合理的方法是复位,通过有效复位即可恢复正常的上颈椎管容积,达到神经减压的目的。然而,如何简单有效地对寰枢椎脱位进行复位一直是值得探讨的难点问题。自 Harms 等^[4]与 Goel 等^[5]分别于 2001 年和 2002 年报道其应用 C1 侧块-C2 椎弓根螺钉固定技术达到 100% 的高融合率以来,该技术在寰枢椎后路固定技术中可靠的生物力学稳定性^[6-8],以及可进行术中复位操作的优越性^[9-11],已逐渐被广泛认同。本文着重探论 Mayfield 头架结合 C1 侧块-C2 椎弓根螺钉技术对于陈旧性寰枢椎脱位单纯后路复位应用情况。

3.1 C1 侧块-C2 椎弓根螺钉复位寰枢椎脱位的机理及应用

寰枢椎脱位的机制是在创伤、先天畸形以及局部炎性侵袭三类致病因素下寰枢椎失稳,由于直立头颅重力作用下,头颅与 C1 整体向前下移位,韧带受应力积累出现拉长与松弛,C1 后弓与拉长的 C1-2 椎板间韧带向前下方顶压脊髓,C2 则相对于 C1 向后上移位,C2 齿状突或枢椎基底部分向后上压迫腹侧脊髓,上颈椎出现成角甚至鹅颈畸形,椎管呈钳夹样狭窄,此即寰枢椎脱位及椎管狭窄的机理。

在 Mayfield 头架固定颅骨情况下,C1 侧块-C2 椎弓根螺钉固定技术对于寰枢椎脱位的术中复位机制,为杠杆原理下的反脱位运行机制。其借助于良好置钉状况下的螺钉三维把持力,以寰枢椎侧块关节为复位杠杆支点,采用加压钳对钉尾纵向加压,加压钳由于杠杆作用能将手的握力放大数倍,该力量经寰枢椎侧块关节为支点的钉道杠杆传导至寰枢椎前方,形成可控的前方纵向张力,可松解寰枢椎前方挛缩瘢痕组织;C1-2 侧块关节呈脱位反向滑动,由于颅骨与 C1 相对固定,这种滑动以 C2 侧块上关节面相对于固定的 C1 侧块关节面向前下滑动,从而达到寰枢椎复位并椎管减压的目的。

本技术对寰枢椎脱位进行术中复位的前提条件是螺钉置入的可靠性,具备良好的骨性把持力。Fiore 等^[12]对有关 C1 侧块钉置钉情况及 C2 椎弓钉与椎弓峡部钉置钉方法的区别等做了详尽的描述。本组手术 C1 的进钉点较 Fiore 所描述的略偏

上 2mm,使钉道尽量通过 C1 后弓与侧块移行部,类似于下颈椎解剖意义上的椎弓根部分,以不侵及上方椎动脉沟骨皮质为限,可获得更长更牢固的螺钉骨性把持力,同时也避免解剖显露 C1 侧块下部进钉点时易损伤寰枢椎间静脉丛和 C2 神经根的风险。C2 则按 Fiore 所描述的方法,钉道尽可能以较大的内倾角及较小的上倾角到达枢椎椎体,近齿状突基底部,以避免成为骨性把持力较差的枢椎峡部螺钉。

3.2 Mayfield 头架在寰枢椎脱位术中复位的作用

单纯采用 C1 侧块-C2 椎弓根螺钉术中复位过程中,由于应力过大,螺钉在骨性钉道内产生张力性切割,螺钉弯曲、松动,导致失稳、复位困难的情况已有相关文献报道^[9]。对此本组手术均采用 Mayfield 头架,固定颅骨,使头颈部略前屈位 15° 左右,手术床取头高脚低位约 20°,借躯体部分重力的反向牵引力使颈椎呈牵引紧张状态,以保证术中置钉操作时上颈椎稳定性,并可部分牵引复位作用。同时,头高脚低位亦减少了颈枕部静脉丛充血,可达到减少术中出血的目的。采用在术中螺钉加压复位时,辅以均匀下压 C2、C3 棘突力量,在 Mayfield 头架稳定固定颅骨情况下,C1 由于颈枕关节连接相对固定,在此力量下 C2 及相对于 C1 向前复位,从而减少螺钉杠杆复位张力,避免螺钉对骨性钉道张力性切割及螺钉弯曲情况发生。下压施力者需注意均匀施力,达到恢复上颈椎正常序列即可,避免过度下压,以免损伤脊髓。在螺钉加压杠杆复位力与下压 C2、C3 棘突复位力协同下,本组手术病例均达到满意复位,术中未见螺钉松动、复位固定失败情况。术中复位时如遇螺钉对钉道有张力性切割松动迹象,可考虑加行 C1-2 后路钢丝捆扎辅助固定。

3.3 寰枢椎脱位前后路术式选择的探讨

对于难复性寰枢椎脱位,近年国内外较多文献报道需行前路经口咽松解术。然而,经口咽前路松解减压术的手术部位及视野深在,手术操作难度大,脑脊液漏发生率高,术前需气管切开置管,同时口咽部存在大量细菌,术后感染风险高等固有术式缺陷,限制了此类手术的广泛开展和应用。

本研究组以过伸、过屈位片下寰椎前、后弓结节中心连线与枢椎椎体前缘切线的交角之差,对寰枢椎的活动度进行了量化,并以寰枢椎活动度 $\geq 5^\circ$ 为纳入标准,达到了单纯后路有效复位的

目的。研究结果证明,对于有一定寰枢椎活动度的陈旧性寰枢椎脱位,单纯后路操作策略即可达到满意复位疗效,从而避免了相对更复杂的前路经口咽松解术。曹飞等^[13]在有关前后路联合术式的探讨中提到,难复性寰枢椎脱位如前路松解不满意,只要前路松解下寰枢椎稍有松动,后路采用椎弓根钉系统提拉,均能获得满意的复位。

依据文献^[14-16]标准:“全麻状态下颅骨牵引 6~10kg,达 10min 而不能有效复位即为难复性寰枢椎脱位,需行前路松解术”,则部分有一定活动度的寰枢椎脱位必然被囊括其中,从而选择相对复杂,风险更高的经口咽松解术。但 Visocchi 等^[17]认为采用单纯后路术式策略即可对部分难复性寰枢椎脱位进行良好复位;同时亦有学者于 2010 年对于全麻肌松下大重量颈椎牵引所冒的神经风险提出了质疑^[18]。据此,结合本组手术实践经验,我们认为难复性寰枢椎脱位这一模糊概念具有一定的不合理性,不能较好指导临床治疗寰枢椎脱位的前后路术式选择,而应根据术前颈椎动力位片检查结果对寰枢椎脱位进行寰枢关节活动度量化评估,本组病例中所提出的寰枢椎活动度 $\geq 5^\circ$ 为量化标准,是否合理,则尚需进一步探讨。

本术式采用 Mayfield 头架固定了颅骨及 C1,从而使螺钉杠杆复位力与下压 C2、C3 棘突复位力可以产生协同复位力,较一般常用复位方式所产生的复位力,如颅骨牵引的间接纵向复位张力,以及类似于腰椎滑脱后路的螺钉提拉复位力^[10],具有复位力度更强以及作用力更直接的优势。依据笔者的经验,C1 侧块-C2 椎弓根螺钉结合 Mayfield 头架术式,以其较强的术中复位能力,对于寰枢椎活动度 $\geq 5^\circ$ 的寰枢椎脱位是一种相对简单有效的单纯后路复位术式,可达到良好的临床疗效。然而,如何更合理地量化寰枢椎活动度这一指标,标准化手术指征,避免相关技术陷阱,仍需进一步深入研究探讨。

4 参考文献

- Rothman SH, Glenn WV Jr. CT evaluation of interbody fusion [J]. Clin Orthop Relat Res, 1985, 193: 47-56.
- Tui SK, Chen P, Eichler ME, et al. Reliability of radiologic assessment of fusion: cervical fibular allograft model[J]. Spine, 2004, 29(8): 856-860.
- 袁文, 张颖, 王新伟, 等. 保留椎体后壁的椎体次全切除术治疗多节段颈椎病的前瞻性研究[J]. 中华外科杂志, 2006, 44(16): 1087-1090.
- Harms J, Melcher RP. Posterior C1-C2 fusion with polyaxial screw and rod fixation [J]. Spine, 2001, 26(22): 2467-2471.
- Goel A, Desai KI, Muzumdar DP. Atlantoaxial fixation plate and screw method: a report of 160 treated patients [J]. Neurosurgery, 2002, 51(6): 1351-1357.
- Lapsiwala SB, Anderson PA, Oza A, et al. Biomechanical comparison of four C1 to C2 rigid fixative techniques: anterior transarticular, posterior transarticular, C1 to C2 pedicle and C1 to C2 intralaminar screws [J]. Neurosurgery, 2006, 58(3): 516-521.
- Claybrooks R, Kayanja M, Milks R, et al. Atlantoaxial fusion: a biomechanical analysis of two C1-C2 fusion techniques [J]. Spine, 2007, 32(6): 682-688.
- Sun HL, Eun SK, Joo KS, et al. Clinical and radiological Comparison of treatment of atlantoaxial instability by posterior C1-C2 transarticular screw fixation or C1 lateral mass-C2 pedicle screw fixation [J]. Clinical Neuroscience, 2010, 17(7): 886-892.
- Jun T, Lijun L, Guixin S, et al. C1 lateral mass-C2 pedicle screws and cross link compression fixation for unstable atlas fracture [J]. Spine, 2009, 34(23): 2505-2509.
- 张东, 何秦, 黄焱星. 后路寰椎侧块结合枢椎椎弓根螺钉固定治疗上颈椎不稳的临床研究[J]. 南方医科大学学报, 2010, 30(2): 359-361.
- 蔡小军, 何斌, 韩建华, 等. 寰枢椎椎弓根固定技术治疗 C1-2 不稳 [J]. 第三军医大学学报, 2009, 31(19): 1908-1909.
- Fiore AJ, Mummaneni PV, Haid RW, et al. C1 lateral mass screws: surgical nuances [J]. Techniques in Orthopaedics, 2002, 17(3): 272-277.
- 曹飞, 王世海, 张福华. 经口咽前后路一期手术治疗难复性寰枢椎脱位 [J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2011, 21(2): 168-169.
- Wang SL, Wang C, Yan M, et al. Syringomyelia with irreducible atlantoaxial dislocation, basilar invagination and Chiari I malformation. [J]. Eur Spine, 2010, 19(3): 361-366.
- 王超, 阎明, 周海涛, 等. 难复性寰枢关节脱位的手术治疗 [J]. 中华骨科杂志, 2004, 24(5): 290-294.
- 王超, 阎明, 周海涛, 等. 前路松解复位后路内固定治疗难复性寰枢关节脱位 [J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2003, 13(10): 583-586.
- Visocchi M, Pietrini D, Tufo T, et al. Pre-operative irreducible C1-C2 dislocations: intra-operative reduction and posterior fixation: the “always posterior strategy” [J]. Acta Neurochir, 2009, 151(5): 551-560.
- Suchomel P. Expert's comment concerning Grand Rounds case entitled “Syringomyelia with irreducible atlantoaxial dislocation, basilar invagination and Chiari I malformation” (by Shenglin Wang, Chao Wang, Ming Yan, Haitao Zhou, Liang Jiang) [J]. Eur Spine, 2010, 19(3): 367-369.

(收稿日期: 2011-12-20 修回日期: 2012-05-14)

(英文编审 蒋欣/贾丹彤)

(本文编辑 彭向峰)