

颈前咽后入路病灶清除联合后路枕颈融合固定术治疗上颈椎结核

高延征, 邢 帅, 高 坤, 张敬乙, 余正红

(郑州大学人民医院 河南省人民医院骨科 450003 郑州市)

【摘要】目的:探讨颈前咽后入路病灶清除联合后路枕颈融合固定术治疗上颈椎结核的临床效果。**方法:**2002 年 1 月~2012 年 6 月在我院接受手术治疗的上颈椎结核患者共 21 例,均伴有寰枢关节、寰枕关节严重破坏且寰椎侧块破坏无法置钉的 11 例,男 7 例,女 4 例,年龄 40.4 ± 9.5 岁(26~54 岁),寰椎结核 4 例,寰椎并枢椎结核 7 例,均行颈前咽后路病灶清除并一期后路枕颈融合内固定术。根据枢椎椎弓根破坏情况,2 例采用双侧枢椎椎弓根螺钉固定,3 例采用双侧椎板螺钉固定,6 例采用一侧椎板螺钉和一侧椎弓根螺钉混合固定。术后应用抗结核药物治疗 18 个月,并随访其神经功能(JOA 评分)、枕颈部 VAS 评分、植骨融合情况、复位程度及并发症。**结果:**11 例患者平均随访 39.5 ± 13.1 个月。术后 9 例获解剖复位,2 例达部分复位;术后 4 个月 10 例达到骨性融合,1 例出现部分植骨吸收,经对症治疗,于术后 6 个月获骨性融合。术后 18 个月结核病变均达到临床治愈。JOA 评分由术前的 8.4 ± 1.3 分上升到末次随访时的 15.0 ± 1.3 分($P<0.05$),枕颈部疼痛症状也由术前的 6.7 ± 0.6 分下降到末次随访时的 0.64 ± 0.6 分($P<0.05$),围手术期及术后随访未发现严重的并发症。**结论:**采用经咽后入路病灶清除联合后路固定融合术治疗上颈椎结核临床疗效可靠,病灶清除彻底,内固定牢靠,是一种安全有效的治疗方法。

【关键词】 上颈椎;寰枢椎;枕颈融合;结核

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2015.07.12

中图分类号:R529.2 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2015)-07-0637-06

Anterior retropharyngeal debridement combined with posterior fixation and fusion for upper cervical tuberculosis/GAO Yanzheng, XING Shuai, GAO Kun, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2015, 25(7): 637-642

【Abstract】Objectives: To investigate the effectiveness of anterior retropharyngeal debridement combined with posterior occipitocervical fusion and fixation for upper cervical spinal tuberculosis. **Methods:** From January 2002 to June 2012, 21 patients with upper cervical tuberculosis underwent surgery in our hospital, 11 cases with atlantooccipital, lateral mass and atlantoaxial joint destructed severely were selected in this study. 7 of 11 cases were males, and 4 were females, the average age was 40.4 ± 9.5 years(range, 26 to 54 years). 4 cases had tuberculosis in atlas and 7 in atlantoaxial. All cases underwent anterior retropharyngeal debridement combined with posterior fixation and fusion. According to the degree of pedicle destruction, bilateral pedicle screw fixation was performed in 2 cases, bilateral laminar screw in 3 cases and 1 hybrid fixation in 6 cases. Postoperative anti-TB drugs were used for 18 months, and JOA score, occipitocervical VAS score, fusion status, reduction degree and complications were reviewed retrospectively. **Results:** 11 patients were followed up for 39.5 ± 13.1 months. Anatomical reduction was achieved in 9 cases, partially reduction in 2 cases, bony fusion was achieved in 10 cases 4 months later, and the other one achieved bony fusion at 6 months due to partially absorption of graft. All cases were clinical cured in 18 months after operation. The JOA score increased from 8.4 ± 1.3 preoperatively to 15.0 ± 1.3 at final follow-up($P<0.05$), VAS of neck pain decreased from 6.7 ± 0.6 preoperatively to 0.6 ± 0.6 at final follow-up($P<0.05$). No serious complications were noted during follow-up. **Conclusions:** The anterior retropharyngeal debridement combined with posterior fusion is an effective

treatment for upper cervical tuberculosis.

[Key words] Upper cervical spine; Atlantoaxial; Occipital-cervical fusion; Tuberculosis

[Author's address] Department of Orthopedics, Zhengzhou University People's Hospital (Henan Provincial People's Hospital), Zhengzhou, 450003, China

上颈椎结核是临床上比较罕见的一种疾病,仅占脊柱结核的 0.3%~1%^[1-5]。由于其发病隐匿,上颈椎漏斗结构对脊髓压迫容忍度较大,就诊时往往已失去保守治疗的时机,常需要手术治疗。目前,上颈椎结核常用的手术治疗方法有经口咽病灶清除术^[6]、Halo-Vest 保护下行病变组织清除并植骨融合术^[7]以及微创手术^[8]等。经口咽手术容易导致混合感染,前路手术及微创手术均无法提供坚强的内固定,术后存在上颈椎不稳的风险。我院采用颈前咽后入路病灶清除联合后路固定融合术治疗 11 例上颈椎结核,取得良好效果,总结报告如下。

1 资料和方法

1.1 一般资料

2002 年 1 月~2012 年 6 月在我院接受治疗的上颈椎结核患者 21 例,选取伴有寰枢关节、寰枕关节严重破坏且寰椎侧块破坏无法置钉的 11 例,回顾分析其临床资料。男 7 例,女 4 例,年龄 40.4 ± 9.5 岁 (26~54 岁),病程 17.3 ± 4.5 个月 (11~27 个月),其中寰椎结核 4 例,寰椎并枢椎结核 7 例,11 例均存在不同程度的枕颈部疼痛。5 例存在双上肢麻木无力,6 例存在低热、盗汗等症状。X

线、上颈椎 CT 平扫-矢状重建及颈椎增强 MRI 平扫显示椎体及侧块边缘模糊,骨质破坏,病灶局部均有明显的脓肿和死骨,其中 7 例寰枢椎结核患者寰椎侧块上下关节面均有较重破坏,11 例寰齿间距 (ADI) 6.4 ± 2.1 mm,抗结核治疗有效,结合血沉、C 反应蛋白等生化检查,均诊断为上颈椎结核伴寰枢椎脱位 (图 1~6)。

1.2 术前准备

术前所有患者均行椎动脉造影,通过影像合成技术将椎动脉造影图像和上颈椎矢状及冠状重建图像进行合成,以此来评价椎动脉走行畸形情况 (图 4)。行枕颈部三维 CT 平扫+重建,评估枢椎椎弓根破坏情况。本组 11 例中,2 例双侧枢椎椎弓根钉道破坏较轻 (小于 1/3),3 例双侧和 5 例一侧枢椎椎弓根钉道破坏较重 (超过 1/3),1 例存在椎动脉高跨畸形。

3 例因脓肿较大,合并椎管内脓肿,严重压迫脊髓,采取急诊手术治疗,其余 8 例均采用四联疗法 (利福平胶囊 0.45g,异烟肼片 0.30g,盐酸乙胺丁醇片 0.75g,晨起顿服;吡嗪酰胺片 0.5g,每日三次,口服) 抗结核治疗。同时,辅以支持治疗,待体温控制在 37.5° 以下,结核中毒症状减轻,血沉 < 30 mm/h 时行手术治疗。



图 1 C2 左侧椎弓根破坏,行左侧椎板螺钉固定 图 2 a、b、c C1 左侧寰椎侧块关节破坏 (箭头所示),关节不稳,寰枢椎侧方滑脱,齿突有明显破坏,C1 左侧置钉困难,行枕颈融合

Figure 1 The left pedicle screw fixation was not achieved due to the destruction of tuberculosis, so we used lamina screws fixation **Figure 2 a, b, c** Left lateral mass and odontoid were severe destructed (Arrow marks), which resulted in atlantoaxial joint instability and lateral slippage, so the occipitocervical fusion was performed

1.3 手术方法

1.3.1 麻醉方法 均采用气管插管全身麻醉,配合术中持续颅骨牵引,便于显露和复位,并降低术中错位导致脊髓损伤的风险。

1.3.2 颈前咽后路病灶清除术 取仰卧位,使颈椎略后伸,自右侧乳突尖向舌骨水平做一颌骨下方弧形切口,即改良的 Schobinger 切口。依次切开皮肤、皮下组织、颈阔肌;沿颈阔肌深层向上、下锐性分离,显露深筋膜。沿胸锁乳突肌内缘纵行切开深筋膜。寻找肩胛舌骨肌,结扎切断。注意识别与保护由此横过的舌下神经及喉上神经,结扎甲状腺动静脉及颈动静脉的其他分支,从血管鞘内缘、内脏鞘外缘间隙用食指钝性分离到达椎体前方,锐性剥离椎前疏松筋膜,C 型臂 X 线机透视定位并向上显露寰枢椎及侧块关节,并探查骨质破坏及脱位情况,引流脓液,刮除死骨及干酪样组织。反复冲洗脓腔及病灶,6 例因 C1-2 侧块关节部位有明显骨缺损,行局部植骨。链霉素泥明胶海绵体填塞术腔。置引流条一根,分层关闭术野。

1.3.3 后路枕颈融合术 翻身至俯卧位,安装颅骨牵引,取枕骨隆凸-C3 后正中切口,依次切开皮肤、皮下组织,沿棘突两侧做骨膜下剥离,充分显露颅底、C1 后弓及 C2 椎板。逐步暴露侧块关节病变组织,3 例因 C2 神经根粘连影响病灶清除的手术操作,将其结扎切断,充分刮除病变组织及死骨(取部分死骨做病理检查),若存在椎管内脓肿压迫,切开椎管进行减压,反复冲洗术腔,依据术前 CT 平扫结果采用不同的枢椎置钉方式,2 例置入双侧枢椎椎弓根螺钉,3 例置入双侧椎板螺钉,6 例置入一侧椎板螺钉和一侧椎弓根螺钉。放置枕骨板,固定连接棒。C 型臂 X 线机显示内固定位置良好,寰枢椎序列可。充分冲洗,取自体髂骨块植骨。双侧寰枢关节后方填塞链霉素泥明胶海绵,放置引流管,分层关闭切口。

1.4 术后处理

术后 48h 保留气管插管,预防喉头水肿窒息;支具保护下尽早下床活动;1 周后复查颈椎 CT 及 X 线片;颈托固定 3~4 个月;采用四联疗法抗结核治疗(利福平胶囊 0.45g,异烟肼片 0.30g,盐酸乙胺丁醇片 0.75g,晨起顿服;吡嗪酰胺片 0.5g,每日三次,口服),6 个月后采用三联疗法(利福平胶囊 0.45g,异烟肼片 0.30g,盐酸乙胺丁醇片 0.75g,晨起顿服)治疗 6~12 个月。定期复查肝肾功能。

1.5 疗效评价

采用日本骨科学会制定的颈椎 JOA 评分^[9]标准评价手术前后神经功能状态及术后神经功能改善率[改善率公式:术后改善率=(术后评分-术前评分)/(17-术前评分)×100%];采用视觉模拟评分(VAS)评价枕颈部局部疼痛;根据寰齿间距(ADI)评价复位程度:ADI<3.5mm,定义为解剖复位,ADI>3.5mm,定义为部分复位;采用颈椎平片及颈椎 CT 判定骨性融合情况。

2 结果

2.1 一般结果

11 例患者术程顺利(均由作者主刀完成),术中取病变组织行病理检查证实均为结核病变。11 例均行前路病灶清除术联合枕颈融合术(2 例双侧枢椎椎弓根螺钉固定,3 例双侧椎板螺钉固定,6 例一侧椎板螺钉和一侧椎弓根螺钉混合固定)。手术时间 205.5 ± 22.0 min,术中出血量 315.1 ± 128.4 ml。术中 3 例因 C2 神经根阻挡病灶清除的手术操作,将其结扎切断。2 例因前路有明显骨缺损,进行了颗粒植骨充填。术中术后未发生椎动脉、上颈髓等重要结构损伤,无脑脊液漏、食管漏发生。术后平均卧床时间 3.9 ± 1.0 d(2~5d)。

2.2 临床疗效

11 例均获随访,平均随访 39 个月,术后颈椎 X 线片及上颈椎 CT 示:11 例结核病灶清除彻底,内固定位置良好(图 5、6),上颈椎序列可。9 例获解剖复位,2 例获部分复位,但颈椎 MRI 显示上颈髓压迫解除,术后 4 个月 10 例达到后路及前路植骨骨性融合,1 例后路植骨不愈合,经对症处理,延长外固定时间,术后 6 个月达骨性融合。术后常规应用抗结核药物治疗至病灶局部无新生死骨和寒性脓肿形成,影像学检查显示植骨已愈合,红细胞沉降率(ESR)及 C 反应蛋白(CRP)持续处于正常水平 3 个月。平均用药时间 16.5 ± 1.5 个月(13~18 个月)。随访期间未发生内固定松动、断裂、内陷等并发症。

患者颈椎 JOA 评分及枕颈部 VAS 评分测量结果见表 1。术后及末次随访时的 JOA 评分及 VAS 评分较术前明显改善,三者间两两相比差异有统计学意义($P < 0.05$,表 1)。末次随访时,颈椎 JOA 改善率为 $(77.1 \pm 16.1)\%$ 。其中 1 例由于外伤原因,枕颈部存在轻微疼痛症状。随访期间有 3 例

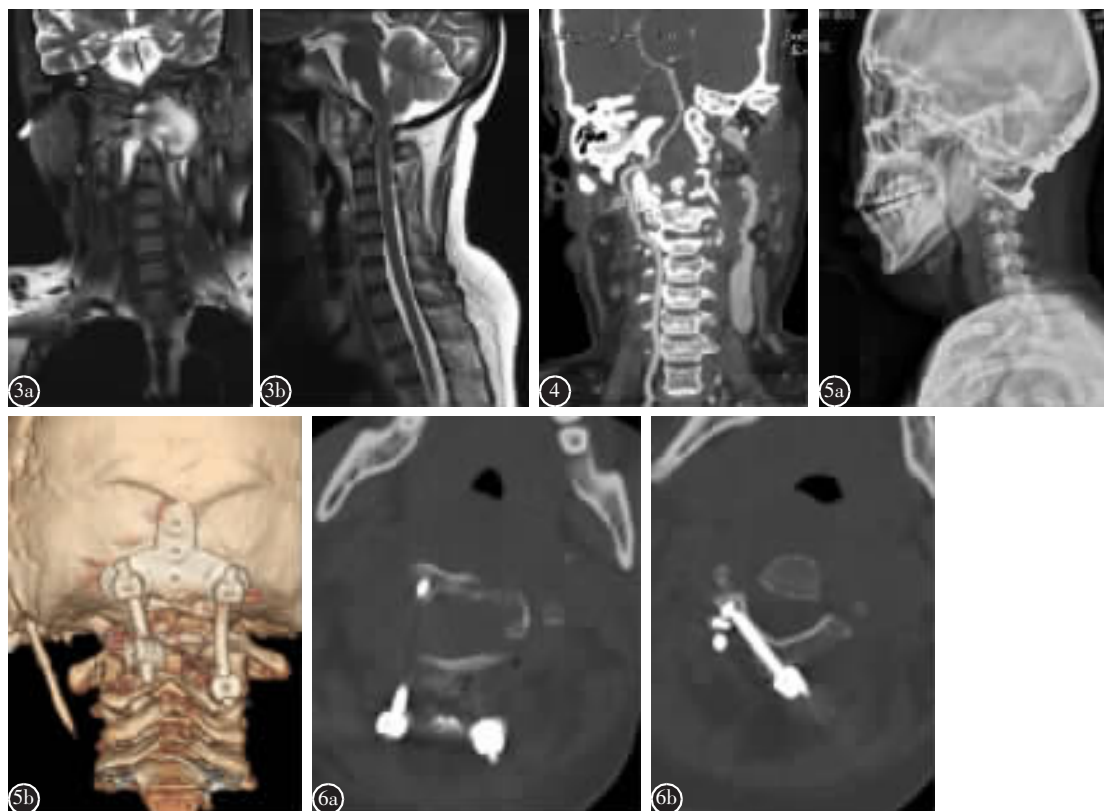


图 3 a、b 颈椎 MRI 示寰枢关节右侧及咽后壁巨大脓肿 图 4 通过椎动脉造影和颈椎 CT 平扫合成图像评价椎动脉走行的畸形情况 图 5 a 术后颈椎侧位片显示内固定位置良好,上颈椎序列可 b CT 示髂骨块位置可(方框标示),C2 椎弓根螺钉及椎板螺钉位置良好 图 6 a、b CT 示 C2 椎弓根螺钉及椎板螺钉位置良好

Figure 3 a, b Cervical MRI showed that there was a huge abscess on the left part of atlantoaxial joint and posterior pharyngeal wall; **Figure 4** Vertebral artery deformity was checked by composite image of vertebral artery angiography image and cervical CT scan images **Figure 5 a** Postoperative cervical lateral radiographs showed that internal fixation were well placed, the upper cervical vertebrae were well sequenced **b** CT showed the iliac bone graft (Box marks) **Figure 6 a, b** CT showed C2 pedicle screw and laminar screw was well fixed

表 1 患者手术前后临床疗效比较表 ($\bar{x} \pm s$)
Tab 1 Surgical outcome of JOA scores

	术前 Preoperation	术后 Postoperation	末次随访 Final follow-up
颈椎 JOA 评分 JOA of cervical vertebra	8.4±1.3	10.0±1.2 ^①	15.0±1.3 ^{①②}
枕颈部 VAS 评分 VAS of craniocervical	6.7±0.6	1.7±0.8 ^①	0.6±0.6 ^{①②}

注:①与术前比较 $P < 0.05$; ②与术后比较 $P < 0.05$

Note: ①Compared with preoperation, $P < 0.05$; ②Compared with postoperation, $P < 0.05$

出现上肢针刺感,手指疼痛,考虑为药物性周围神经炎或术后神经根残留症状,给予神经妥乐平针剂治疗(7.2Nu iv,日本脏器制药公司提供)治疗 3 周,症状减轻,服用神经妥乐平片(8Nu Bid Po)维

持 1~2 个月。1 例因 C2 神经根切除存在枕颈部麻木症状,但不影响患者生活质量。

3 讨论

上颈椎毗邻延髓、小脑等重要结构,解剖结构复杂,尤其对于伴有椎动脉走行变异,椎弓根发育畸形的患者,手术难度大,风险高,如出现延髓损伤可致呼吸衰竭,甚至死亡。既往主要采用石膏托、Halo 架固定^[10]等保守治疗及微创手术治疗^[11]。近年来,随着寰枢椎局部解剖学、椎动脉造影技术、三维 CT 重建技术及高场强核磁共振成像技术的快速发展,以及内固定器材的改进和脊柱外科技术水平的进步,上颈椎结核的手术治疗方法逐渐增多。对于骨质或软组织破坏较轻的患者可以通过保守治疗得到痊愈。但由于发病较隐匿,多

数患者就诊时已失去保守治疗的机会,往往需要手术治疗^[12,3]。Behari 等^[13]和 Gupta 等^[14]按照临床症状和神经功能损害程度分别采用不同的手术方法联合抗结核药物进行治疗,均取得满意的疗效。我院 10 年间共收治 21 例结核患者,其中 11 例因寰枢椎骨质破坏较重,伴有寰枢椎脱位,通过手术治疗,9 例获解剖复位,2 例获部分复位,颈椎 MRI 示颈髓受压得到解除,随访过程中未发现死亡病例和复发病例。

经口咽入路病灶清除,是上颈椎结核的术式之一,但是该术式术野较深、操作空间狭小,且存在口腔混合感染、咽后壁脓肿、发音改变、舌水肿及脑脊液漏等风险和并发症^[15]。Whitesides 等^[16]采用侧方咽后入路治疗上颈椎疾病取得良好效果,但在显露时往往需切开颈动脉鞘,手术风险大,且操作毗邻同侧椎动脉,难以清除对侧病灶,影响手术疗效^[17]。

本组病例均采用颈前咽后入路,即改良 Schobinger 切口,经颈前疏松间隙,自血管鞘、内脏鞘间隙到达椎体前方,病灶暴露较为充分,容易牵拉,并发症少^[15,16]。由于该切口不经口咽部,不需特殊口腔准备和开口器械,同时也降低了结核菌通过口腔经消化道传播的风险。术后随访过程中无一例发生切口感染、食管炎、食管瘘等并发症。

结核常侵犯寰椎侧块和枢椎椎体及局部软组织,目前尚无可靠的前路内固定材料,很难获得牢固的前路固定。因此,前路病灶清除的同时,需要行后路枕颈融合术,不仅可以进一步对结核病灶进行清除,提供坚强的复位力度,而且可以重建上颈椎稳定^[18,19],预防或治疗结核引起的畸形。目前,枢椎至枕骨的枕颈融合术是一种较为成熟的手术方式,该术式不仅可以获得即时固定,还可以保留下颈椎的运动功能。病灶清除后,取合适大小的三面皮质骨骼骨块以填补骨质的缺损,也可同时采用颗粒植骨。术前需通过影像学资料严格评价椎弓根对螺钉的承受能力和结核病变对其破坏程度^[20]。若枢椎椎体(椎弓根)破坏较为严重或先天发育不良,则可考虑采用椎板螺钉固定。椎板螺钉不仅操作方便,而且可以维持上颈椎稳定^[21~24]。本组者 6 例采用一侧椎板螺钉固定,一侧采用椎弓根螺钉固定;2 例双椎弓根螺钉固定;3 例采用双椎板螺钉固定。随访过程中,经椎弓根螺钉固定

与椎板螺钉固定的枕颈融合术均可获得有效的固定和可靠的融合,无内固定松动、断裂等情况发生。

枕颈融合术治疗上颈椎结核指征:①大量椎旁脓肿或椎管内脓肿导致脊髓压迫,保守治疗 3 个月神经压迫症状无改善;②C1-2 骨质遭到严重破坏或有死骨形成,需行病灶清除和内固定稳定上颈椎,预防畸形发生;③结核病灶导致寰枕关节或寰枢关节严重破坏,合并寰枢或寰枕关节脱位。④C1 一侧或双侧侧块严重破坏无法承受螺钉置入。

对于 C2 神经根能否切断一直存在争议,在上颈椎手术过程中,由于 C2 神经根及其周围静脉丛的阻挡,寰椎侧块入钉点及其周围病变组织的显露较为困难。Goel 等^[25]研究发现若要精准置钉,必须切断 C2 神经根。随后众多学者认为切断 C2 神经不仅便于操作、提高置钉精确度、降低螺钉移位等风险,而且避免术后发生枕大神经痛等手术并发症。Elliott 等^[26]通过 Meta 分析结果显示切断 C2 神经根可以降低手术出血量,缩短手术时间,降低神经痛的发生率,但增加了局部麻木等症状发生的风险。Squires 等^[27]和 Hamilton 等^[28]对手术中切断 C2 神经根的部分患者进行随访发现,术后枕颈部麻木症状确实存在。但 Patel 等^[29]在行儿科手术中切断 C2 神经根,结果并未出现 C2 神经根相关的并发症。本组 11 例患者中,3 例因 C2 神经根阻碍髂骨块植入,术中将一侧 C2 神经根切断,术后随访过程中,1 例枕颈部出现麻木症状,但是不影响患者生活质量。笔者认为 C2 神经根是否切断,应以满足操作为基准。术中操作注意植入髂骨块后适度加压,防止移位,并促进植骨愈合。

寰枢椎外侧静脉丛出血问题,由于上颈椎稳定性破坏,导致静脉丛的增生扩张,形成巨大静脉窦,一旦损伤会引起凶猛出血。由于扩张的静脉壁非常薄弱,双极电凝很难奏效。局部止血可用止血纱布包明胶海绵进行压迫,同时可适当抬高床头或控制性降低血压,起达止血目的。部分患者由于结核性炎症长期刺激,已致静脉闭锁或炎性栓塞,并无明显出血现象。

与经口咽入路相比,颈前咽后入路不经口腔,减少了混合感染的风险;无需特殊开口器械,无需术前后特殊的口腔准备和护理;患者术后口咽

部舒适度好。联合后路枕颈融合,可以获得良好的上颈椎稳定性,预防和治疗由于结核破坏引起的脱位及畸形,改善神经症状,获得了满意的临床效果。但枕颈融合同时导致颈椎旋转和屈伸功能的部分丧失,术前应根据影像学资料认真评估骨质破坏情况,严格把握适应证。

4 参考文献

- Desai SS. Early diagnosis of spine tuberculosis by MRI[J]. J Bone Joint surg Br, 1994, 76(6): 863-869.
- Jai AK, Kumar S, Tuli SM. Tuberculosis of spine(C1-D4)[J]. Spine Cord, 1999, 37(5): 362-369.
- Bhagwati SN. Craniocervical junction tuberculosis: a rare but dangerous disease[J]. Surg Neurol, 1999, 51(1): 21-25.
- Edwards RJ, David KM, Crockard HA. Management of tuberculomas of the craniocervical junction [J]. Br J Neurosurg, 2000, 14(1): 19-22.
- 刘晓光, 王超, 刘忠军, 等. 寰枢椎结核的定性诊断和治疗[J]. 中华外科杂志, 2007, 45(6): 409-411.
- 鲁玉来, 王仁成, 张辉, 等. 经口腔病灶清除术治疗寰枢椎结核(附 5 例报告)[J]. 中国矫形外科杂志, 1995, 2(03): 162-163.
- 韦峰, 刘晓光, 刘忠军, 等. 上颈椎结核的诊断与治疗[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2011, 21(10): 802-806.
- 张西峰, 王岩, 刘郑生, 等. 微创手术与传统开放手术治疗脊柱结核的疗效比较[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2005, 15(3): 156-158.
- Hukuda S, Mochizuki T, Ogata M, et al. Operations for cervical spondylotic myelopathy. A comparison of the results of anterior and posterior procedures[J]. J Bone Joint Surg Br, 1985, 67(4): 609-615.
- Arora S, Sabat D, Maini L, et al. The results of nonoperative treatment of craniocervical junction tuberculosis: a review of twenty-six cases[J]. J Bone Joint Surg Am, 2011, 93(6): 540-547.
- 迟永龙. 上颈椎微创外科技术及其适应证[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2007, 17(5): 330-331.
- 马远征, 胡明, 才晓军, 等. 脊柱结核的外科治疗探讨[J]. 中华骨科杂志, 2005, 25(2): 68-73.
- Behari S, Nayak SR, Bhargava V, et al. Craniocervical tuberculosis: protocol of surgical management[J]. Neurosurgery, 2003, 52(1): 72-81.
- Gupta SK, Mohindra S, Sharma BS, et al. Tuberculosis of the craniocervical junction: Is surgery necessary [J]? Neurosurgery, 2006, 58(6): 1144-1150.
- Frempong-Boadu AK, Faunce WA, Fessler RG. Endoscopically assisted transoral-transpharyngeal approach to the craniocervical junction[J]. Neurosurgery, 2002, 51(5 Suppl): S60-66.
- Whitesides TE Jr, Kelly RP. Lateral approach to the upper cervical spine for anterior fusion[J]. South Med J, 1966, 59(8): 879-883.
- Hssen M G. Anterior plating for lower cervical spine tuberculosis[J]. Int Orthop, 2003, 27(2): 73-77.
- Lapsiwala SB, Anderson PA, Oza A, et al. Biomechanical comparison of four C1 to C2 rigid fixative techniques: anterior transarticular screws[J]. Neurosurgery, 2006, 58(3): 516-523.
- Kuroki H, Rengachary SS, Goel VK, et al. Biomechanical comparison of two stabilization techniques of the atlantoaxial joints: transarticular screw fixation versus screw and rod fixation[J]. Neurosurgery, 2005, 56(1 Suppl): 151-159.
- 张强华, 李海东, 闵继康. 变异型寰椎椎弓根的影像解剖及后路置钉策略[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2014, 24(10): 912-917.
- Wright NM. Posterior C2 fixation using bilateral crossing C2 laminar screws: case series and technical note [J]. J Spinal Disord Tech, 2004, 17(2): 158-162.
- Gorek J, Acaroglu E, Berven S, et al. Constructs incorporating intralaminar C2 screws provide rigid stability for atlantoaxial fixation[J]. Spine, 2005, 30(13): 1513-1518.
- Matsubara T, Mizutani J, Fukuoka M, et al. Safe atlantoaxial fixation using a laminar screw (intralaminar screw) in a patient with unilateral occlusion of vertebral artery: case report [J]. Spine, 2007, 32(1): E30-33.
- 马向阳, 尹庆水, 吴增晖, 等. 枢椎椎板固定固定的解剖学可行性研究[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2006, 16(1): 48-51.
- Goel A, Desai KI, Muzumdar DP. Atlantoaxial fixation using plate and screw method: a report of 160 treated patients[J]. Neurosurgery, 2002, 51(6): 1351-1357.
- Elliott RE, Tanweer O, Frempong-Boadu A, et al. Impact of starting point and C2 nerve status on the safety and accuracy of C1 lateral mass screw: meta-analysis and review of the literature [J]. J Spinal Disord Tech, 2013, Equib ahead of print.
- Squires J, Molinari RW. C1 lateral mass screw placement with intentional sacrifice of the C2 ganglion: functional outcomes and morbidity in elderly patients [J]. Eur Spine J, 2010, 19(8): 1318-1324.
- Hamilton DK, Smith JS, Sansur CA, et al. C-2 neurectomy during atlantoaxial instrumented fusion in the elderly: patient satisfaction and surgical outcome[J]. J Neurosurg Spine, 2011, 15(1): 3-8.
- Patel AJ, Gressot LV, Boatey J, et al. Routine sectioning of the C2 nerve root and ganglion for C1 lateral mass screw placement in children: surgical and functional outcomes [J]. Childs New Syst, 2013, 29(1): 93-97.

(收稿日期: 2015-01-24 修回日期: 2015-05-10)

(英文编审 蒋欣/贾丹彤)

(本文编辑 彭向峰)