

改良植骨方法在后路寰枢关节和枕颈融合内固定术中的应用

闫应朝¹, 王雍立², 王向阳¹, 池永龙¹, 徐华梓¹, 林焱¹, 倪文飞¹

(1 温州医科大学附属第二医院骨科医院脊柱外科 325027 温州市; 2 湖州市中心医院骨科 313000 湖州市)

【摘要】目的:探讨改良植骨方法在寰枢关节和枕颈融合内固定术中的应用价值。**方法:**2011 年 1 月~2013 年 1 月, 对 32 例因齿状突不连(21 例)、寰椎横韧带断裂或松弛导致寰枢关节不稳(6 例)以及颅底凹陷(5 例)的病例, 施行了后路经 C1 侧块或椎弓根螺钉和 C2 椎弓根或 Magerl 螺钉固定术(27 例)或枕颈固定术(5 例)。术中植骨时在 C1 和 C2 后弓或 C2 和枕骨间植入颗粒状松质骨, 压实后将少许稍长的皮质骨条铺在表面, 再放置明胶海绵 2 条, 用可吸收线缠绕在两侧内置物上或缝合于两侧软组织上, 形成网状结构, 术后颈托固定, 随访观察患者植骨融合情况。**结果:**所有患者均顺利完成手术。1 例经口咽前路松解复位后路椎弓根螺钉内固定患者, 出现术后咽后间隙感染, 经积极抗感染治疗, 于术后 2 周恢复。术中无内固定或植骨困难, 术后随访未见复位丢失或假关节形成。32 例均获得随访, 时间 5 个月~3 年 2 个月, 平均 19.1±7.2 个月, 全部患者手术后 3~6 个月获得骨性融合。**结论:**在寰枢关节和枕颈融合内固定术中应用改良植骨方法, 可获得满意的融合率。

【关键词】 上颈椎不稳; 寰枢关节; 枕颈融合术; 植骨; 内固定

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2017.01.08

中图分类号: R687.3 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2017)-01-0043-05

A modified bone graft method for posterior atlantoaxial arthrodesis and occipitocervical fixation/YAN Yingzhao, WANG Yongli, WANG Xiangyang, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2017, 27(1): 43-47

【Abstract】 Objectives: To evaluate the clinical results of a modified bone graft method for posterior atlantoaxial arthrodesis and occipitocervical fixation. **Methods:** A modified bone graft method was designed. From January 2011 to January 2013, 32 patients including odontoid nonunion in 21 patients, atlantoaxial instability in 6 patients and basilar invagination in 5 patients, there were 27 cases undergoing posterior atlantoaxial arthrodesis, and 5 cases undergoing occipitocervical fixation plus this bone graft method. The autogenous granulated cancellous bone was grafted between the arch of C1 and C2 or the arch of C2 and occipital. A few cortical bone chips were laid on the surface of compacted cancellous bone graft. Following the placement of two pieces of gelatin sponge, absorbable suture was used to fix the structure on internal fixation device or soft tissue bilaterally and form a net structure. All patients were followed up and immobilized by cervical collar after operation. The bone union rate was reviewed. **Results:** All patients completed operation successfully and were followed up for an average of 19.1±7.2 months (5-38 months). There was 1 case with postoperative retropharyngeal infection after transoral release and posterior reduction by pedicle screw instrumentation. The infection was controlled after two weeks of antibiotic therapy. In this series, all cases showed satisfactory screw fixation and bone graft intraoperatively and no incidence of postoperative reduction loss or pseudarthrosis was noted. All cases presented with bony union at 3-6 months of follow-up. **Conclusions:** Solid fusion can be achieved for posterior atlantoaxial arthrodesis and occipitocervical fixation by using this modified bone graft method.

【Key words】 Upper cervical instability; Atlantoaxial joint; Occipitocervical fixation; Bone graft; Internal fixation

第一作者简介: 男(1993-), 医学硕士, 研究方向: 脊柱外科

电话: (0577)88002815 E-mail: yingzhaoyan99@163.com

通讯作者: 王向阳 E-mail: xiangyangwang@126.com

【Author's address】 Department of Orthopaedics, Second Amliated Hospital, Wenzhou Medical University, Wenzhou, 325027, China

寰枢关节不稳和颅底凹陷是脊柱外科领域中一个复杂、可能危及生命的问题,寰枢关节和枕颈融合内固定术是解决此问题的重要方法。但是内固定只能提供术后暂时的稳定性,而植骨融合才能保证永久的稳定性。随着外科技术的发展,手术中使用的植骨方法也发生了变化。虽然大多数研究显示各种植骨方法的融合率较高^[1],但是植骨术后骨不连以及假关节形成等问题仍然存在,且远不止所报道的^[2-4]。我们介绍一种在寰枢椎间或寰枕间植入颗粒状松质骨并铺上少许皮质骨条,然后用明胶海绵和可吸收线固定,不用钛揽、钢丝、椎板夹、螺钉等装置固定植骨结构,简化了手术操作,获得了较理想的融合率,报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

2011 年 1 月~2013 年 1 月,选取 32 例因齿状突不连(21 例)、寰椎横韧带断裂或松弛导致寰枢关节不稳(6 例)以及颅底凹陷(5 例)的病例。施行后路经 C1 侧块或椎弓根螺钉和 C2 椎弓根或 Magerl 螺钉固定术,或枕颈固定术。男性 21 例,女性 11 例。年龄 8~75 岁,平均 47.1 ± 17.9 岁。全部 32 例均采用改良植骨方法。

1.2 手术方法

(1)内固定方法。手术由同一位资深脊柱外科医生主刀。气管插管全麻后,在 Mayfield 头架固定下患者取俯卧位。颅骨牵引维持头颈的稳定性,使颈椎稍屈曲。在 C 型臂 X 线机透视下定位,常规方法暴露上颈椎后方结构,清楚显露枢椎棘突、椎板和侧块的内侧部分,然后显露寰椎后结节,骨膜

剥离器沿后结节向两侧作骨膜下剥离,充分剥离后弓,以清楚暴露出后弓峡部,注意保护椎动脉。去除部分骨皮质及枢椎棘突表面软组织,为下一步的充分植骨做准备。根据文献^[5-9]按需分别施行了经口咽前路松解,后路经 C1 侧块或椎弓根螺钉和 C2 椎弓根或 Magerl 螺钉固定术,或枕颈固定术。内固定器械用钛合金材料制作,由同一家厂家生产。椎弓根、侧块螺钉及 Magerl 螺钉在骨质内的部分有 3 种直径,分别为 3.0mm、3.5mm 和 4.0mm,颅骨固定钉直径为 3.5mm 和 4.0mm,螺钉长度因人而异。

(2)改良植骨方法。螺钉置入以后,再用高速磨钻磨掉部分 C1 和 C2 后弓皮质来制备植骨床。选择适当尺寸和长度的钛棒,并按相应手术要求安装连接好。自体骨移植材料取自髂骨后嵴。在植骨前,将所取自体骨分离为松质骨和皮质骨,将松质骨剪成 $2 \sim 3 \text{mm}^3$ 的颗粒状,皮质骨被凿成稍长的皮质骨条(图 1)。植骨时,将颗粒状松质骨填满于 C1 和 C2 后弓或 C2 和枕骨间植骨床,然后将少许皮质骨片铺在压实的松质骨的表面,再放置 2 两条明胶海绵,最后用可吸收线缠绕在两侧内置物上或缝合于两侧软组织上,形成网状结构(图 2)。术后切口负压引流 24~48h,即刻可去除颅骨牵引,平均术后 1~3d 即可戴颈托坐起或下地活动。颈围支具持续外固定 4~12 周。

1.3 观测指标

术前 3d 和术后 1 周内及第 1、3、6、12 个月及此后每年均进行 X 线片及上颈椎 CT 检查^[10]。同时观察两组有无神经、椎动脉、脊髓、静脉丛损伤和内固定松动、断裂失败等并发症、是否出现复位



图 1 将取下的自体髂骨分离成松质骨和皮质骨,上方为皮质骨条,下方为松质骨颗粒 图 2 术中改良植骨的效果

Figure 1 The autogenous iliac bone was separated into cancellous bone and cortical bone; Above for cortical bone; Below was granulated cancellous bone Figure 2 Effect of modified bone graft in operation

丢失和植骨融合情况。

2 结果

所有患者螺钉固定顺利,植骨骨量充足,植骨过程顺利,关闭切口前评估固定及植骨效果满意。所有病例平均随访时间为 19.1 ± 7.2 个月(5~38 个月)。1 例经口咽前路松解后路复位内固定术患者,术后 3d 出现咽后间隙感染,经积极抗感染治疗后,于术后 2 周体温、C 反应蛋白(CRP)及咽后间隙宽度恢复正常。术后 1 周内全部病例均经影

像学检查显示螺钉固定满意,全部病例术后 3~6 个月均获得骨性融合(图 3、4),颈椎序列良好,颈椎过屈过伸位 X 线片显示颈椎稳定。全部病例随访过程未见假关节形成或复位丢失,亦未出现内固定松动、退出或断裂。

3 讨论

施行经 C1 侧块或椎弓根螺钉和 C2 椎弓根或 Magerl 螺钉固定术或枕颈固定术是为了达到上颈椎即刻稳定,更是为植骨融合创造条件^[7,8,11]。

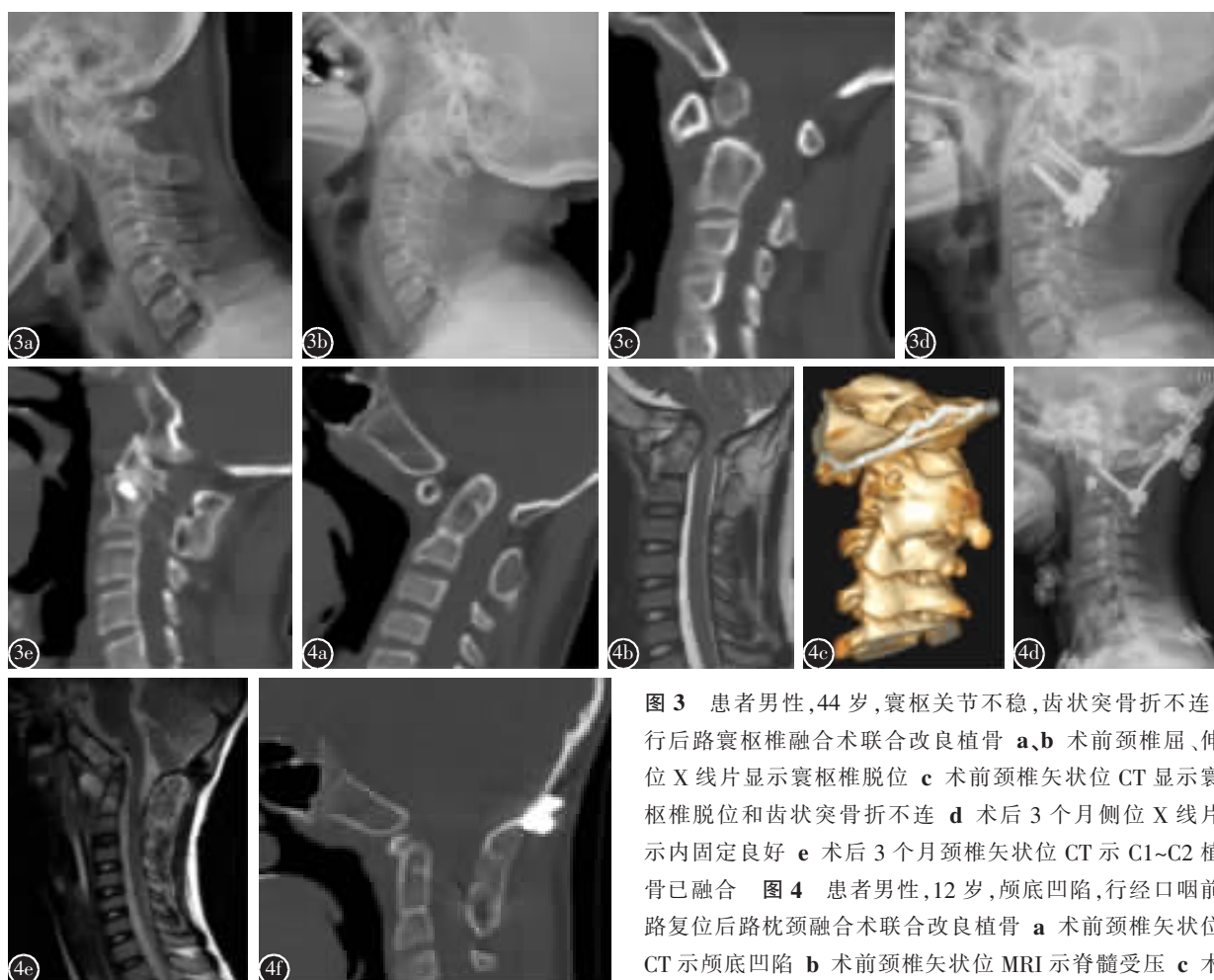


图 3 患者男性,44 岁,寰枢关节不稳,齿状突骨折不连,行后路寰枢椎融合术联合改良植骨 **a**、**b** 术前颈椎屈、伸位 X 线片显示寰枢椎脱位 **c** 术前颈椎矢状位 CT 显示寰枢椎脱位和齿状突骨折不连 **d** 术后 3 个月侧位 X 线片示内固定良好 **e** 术后 3 个月颈椎矢状位 CT 示 C1~C2 植骨已融合 **图 4** 患者男性,12 岁,颅底凹陷,行经口咽前路复位后路枕颈融合术联合改良植骨 **a** 术前颈椎矢状位 CT 示颅底凹陷 **b** 术前颈椎矢状位 MRI 示脊髓受压 **c** 术前颈椎三维 CT 重建示枕颈畸形 **d**~**f** 术后 3 个月影像学

示内固定良好,脊髓受压解除,上颈椎序列恢复,颈枕区植骨已融合

Figure 3 44-year-old male patient with atlantoaxial instability and odontoid nonunion treated with posterior C1-C2 rod-cantilever fusion and autograft bone grafting **a**, **b** Preoperation flexion-extension lateral X-ray of cervical spine showed dislocation of atlantoaxial joint **c** Preoperation sagittal CT showed dislocation of atlantoaxial joint and odontoid nonunion **d** Postoperation 3 months, lateral view of cervical spine X-ray showed solid internal fixation **e** Postoperation 3 months, sagittal CT showed solid bony fusion **Figure 4** 12-year-old male patient with basilar invagination treated with the transoral release and occipitocervical fusion and autograft bone grafting **a** Preoperation sagittal CT showed skull basilar invagination **b** Preoperation MRI showed medullary compression **c** Preoperation 3D CT reconstruction showed occipito-cervical deformity **d**~**f** Postoperation 3 months, the imaging showed solid internal fixation, total decompression of cervical spinal cord, recovery of upper cervical spine and solid bony fusion

常用的植骨方法是在 C1 后弓与 C2 椎板间放置肋骨或髂骨块,然后用钢丝、椎板夹、钛缆或螺钉,将其与寰枢椎后部结构固定在一起^[9,12,13]。这些方法能达到良好的融合效果,但是增加了固定装置使手术复杂化,而且钢丝、钛缆下穿椎板还会增加损伤脊髓的风险。Sugimoto 等^[14]使用寰椎钩棒联合 Magerl 螺钉进行植骨块的固定。钩棒同椎板夹固定类似,会侵入寰椎后弓内侧,占用椎管空间,其间植骨块松脱的情况也时有发生^[15]。

植骨融合的成功率与植骨床的准备以及植骨材料与之接触的面积有关^[16,17]。王超等^[18]在坚强内固定的基础上,于寰枢椎后弓间植入颗粒状松质骨并放弃了钛缆固定取得了良好的融合效果。Vaccaro^[17]和 Evans 等^[19]认为植入颗粒状松质骨增加了与植骨床的接触面积,加速了骨融合及融合质量。文献报道^[20]单纯自体松质骨植骨融合率为 93.5%。但单纯植入松质骨不予固定可能会导致患者由俯卧位变仰卧位后碎骨与植骨床分离。另外上颈椎后路手术椎旁肌肉剥离范围大,患者术后转为站立位后,由于重力的作用,碎骨甚至可移位至相邻节段。

Giannoudis 等^[21,22]认为植骨融合的理想情况有:生物力学上的稳定以提供合适的骨生长环境、骨祖细胞促进骨的合成、融合部位能形成新生血管以进行细胞和代谢产物的运输、信号分子促进细胞的扩增和分化、存在三维细胞生长支架。所以移植骨除了提供结构性支持。还应能提供骨传导基质、骨诱导因子和骨生成细胞这三大要素,即具备骨传导、骨诱导和骨生成三项功能。

为了获得坚固迅速的骨性融合,我们将颗粒状松质骨填满于 C1 和 C2 后弓或 C2 和枕骨间植骨床,压实后将少许皮质骨条铺在表面,再放置明胶海绵 2 条,最后用可吸收缝合线固定植骨结构。设计理念如下:

第一,选择适当的植骨来源。自体髂骨具有足够的骨储备,具备骨传导性(提供骨细胞生长支架结构),骨诱导性(如 BMP 招募和诱导成骨细胞活性),骨生成性(成骨细胞和间充质干细胞促进新骨形成)和组织相容性^[23]。Goldberg 等^[24]认为,虽然相比于自体植骨,同种异体植骨发生塌陷机会较低,但是同种异体植骨引起更多的炎症反应和免疫反应,且在骨结合方面更会降低血管化和延迟骨诱导。Niu 等^[25]对 42 例行腰椎植骨融合术进行

了一项前瞻性对照研究,发现经过 24.6 个月的追踪,自体髂骨移植相比于含有骨形态发生蛋白(bone morphogenetic protein, BMP)的人工骨有更高的融合率($P<0.05$)。这些都表明自体骨移植因其优良的骨传导性和骨诱导性,比同种异体植骨融合更完全也更迅速,也因其完整的组织相容性和零疾病传播机会而广受推崇^[19]。

第二,相比于结构植骨,我们选择松质骨与皮质骨分离碎块植骨。结构性植骨虽可增强局部稳定性,提高结构强度,但其操作复杂且取骨区并发症高发限制了其应用^[19,26]。与大块髂骨植骨或结构性植骨相比,大多数脊柱外科医生倾向于使用自体颗粒骨植骨,因为自体颗粒骨获取简单方便,引起的并发症也较少^[27,28]。相关研究^[21,22,25,28]表明,松质骨中骨诱导因子比皮质多,具有更大的细胞活性,骨祖细胞能形成更多的血管,以促进更多的骨传导和成骨,能迅速地融合。过往认为,在术后早期,颗粒骨移植相比于结构骨移植,移植部位容易松动或塌陷。但随着内固定的发展与普及,颗粒植骨因其迅速高效的融合率更受术者青睐^[18]。虽然皮质移植骨生物力学性能在重塑期内减弱到 75%,但仍比松质移植骨更为致密和坚韧^[29,30]。我们的植骨方法将所取自体髂骨分离为松质移植骨和皮质移植骨,松质骨容易附着植骨部位并加快植骨区深部的血管形成,覆盖松质骨移植层的少许皮质骨条可以提高在重建阶段的结构强度^[26],并有利于可吸收线缠绕形成网状结构,在一定程度上也弥补单纯松质骨植骨易与植骨床分离的缺点。

第三,辅助材料的应用。传统碎骨植入后,由于局部出血,植入的颗粒骨易被渗血冲散,且由于重力作用,患者由俯卧位变仰卧位后碎骨容易与植骨床分离。另外上颈椎后路手术椎旁肌肉剥离范围大,术后碎骨甚至可移位至相邻节段。本方法明胶海绵可促进血痂的形成,缝线缠绕可以起到一个临时固定植骨结构的作用,减少了微运动,增加了植入骨与植骨床的贴合性。

我们的方法和以前植骨方法不同的是放弃结构植骨并改良单纯颗粒植骨,将少许皮质骨条铺在压实的松质骨表面,不增加植骨块固定装置,而用可吸收物形成网状结构固定。本方法后方植骨均融合,融合率 100%。

综上所述,改良植骨方法避免了结构植骨的

繁琐操作和对取骨区潜在并发症,又可避免单纯颗粒状植骨易与植骨床分离的缺点,在寰枢关节和枕颈融合内固定术中的应用,可获得满意的融合率。然而,本研究也有其局限范围。首先,本研究未与其他植骨方式进行任何形式的对照;其次,还需大样本量验证该植骨方法的融合率。

4 参考文献

- Benke M, Yu WD, Peden SC, et al. Occipitocervical junction: imaging, pathology, instrumentation[J]. Am J Orthop (Belle Mead NJ), 2011, 40(10): E205-215.
- Leven D, Cho SK. Pseudarthrosis of the cervical spine: risk factors, diagnosis and management[J]. Asian Spine J, 2016, 10(4): 776-786.
- Elliott RE, Tanweer O, Boah A, et al. Atlantoaxial fusion with screw-rod constructs: meta-analysis and review of literature[J]. World Neurosurgery, 2014, 81(2): 411-421.
- Raizman NM, O'Brien JR, Poehling-Monaghan KL, et al. Pseudarthrosis of the spine[J]. J Am Acad Orthop Surg, 2009, 17(8): 494-503.
- Wang C, Yan M, Zhou HT, et al. Open reduction of irreducible atlantoaxial dislocation by transoral anterior atlantoaxial release and posterior internal fixation [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2006, 31(11): E306-313.
- 马维虎, 刘观斌, 徐荣明, 等. 寰椎椎弓根螺钉及枢椎椎板螺钉固定植骨融合治疗创伤性上颈椎不稳[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2010, 20(3): 214-218.
- 党耕町, 王超, 阎明, 等. 后路寰椎椎侧块钉板固定植骨融合术的临床初探[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2003, 13(1): 8-11.
- 王超, 尹绍猛, 阎明, 等. 使用枢椎椎弓根螺钉和枕颈固定板的枕颈融合术[J]. 中华外科杂志, 2004, 42(12): 707-711.
- Magerl F, Seeman PS. Stable posterior fusion of the atlas and axis by transarticular screw fixation. In: Kehr P, Weidner A, eds. Cervical Spine[M]. 4th ed. New York: Springer Verlag, 1987. 322-327.
- Grabowski G, Cornett CA. Bone graft and bone graft substitutes in spine surgery: current concepts and controversies[J]. J Am Acad Orthop Surg, 2013, 21(1): 51-60.
- McGraw RW, Rusch RM. Atlanto-axial arthrodesis[J]. J Bone Joint Surg Br, 1973, 55(3): 482-489.
- Ahmed R, Traynelis VC, Menezes AH. Fusions at the craniovertebral junction [J]. Childs Nerv Syst, 2008, 24 (10): 1209-1224.
- Holness RO, Huestis WS, Howes WJ, et al. Posterior stabilization with an interlaminar clamp in cervical injuries: technical note and review of the long term experience with the method[J]. Neurosurgery, 1984, 14(3): 318-322.
- Sugimoto Y, Tanaka M, Nakanishi K, et al. Safety of atlantoaxial fusion using laminar and transarticular screws combined with an atlas hook in a patient with unilateral vertebral artery occlusion (case report)[J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2009, 129(1): 25-27.
- 王超. 用内固定方法治疗寰枢椎不稳定[J]. 当代医学, 2001, 7(1): 53-54.
- Jorgenson SS, Lowe TG, France J, et al. A prospective analysis of autograft versus allograft in posterolateral lumbar fusion in the same patient. A minimum of 1-year follow-up in 144 patients[J]. Spine, 1994, 19(18): 2048-2053.
- Vaccaro AR, Chiba K, Heller JC, et al. Bone grafting alternatives in spinal surgery[J]. Spine J, 2002, 2(3): 206-215.
- 王超, 阎明, 周海涛, 等. 后路经关节螺钉固定颗粒状植骨融合治疗寰枢椎不稳定[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2004, 14(1): 5-8.
- Evans A, Kobbe P. Autologous bone graft: properties and techniques[J]. J Orthop Trauma, 2010, 24(Suppl 1): S36-40.
- 常耕町, 王超, 刘忠军. 使用颗粒状自体松质骨植骨的寰枢椎后路融合术[J]. 中华骨科杂志, 1997, 17(9): 544-546.
- Giannoudis PV, Einhorn TA, Marsh D. Fracture healing: the diamond concept[J]. Injury, 2007, 38(Suppl 4): S3-S6.
- Giannoudis PV, Einhorn TA, Schmidmaier G, et al. The diamond concept: open questions[J]. Injury, 2008, 39 (Suppl 2): S5-S8.
- Fillingham Y, Jacobs J. Bone grafts and their substitutes[J]. Bone Joint J, 2016, 98-B(1 Suppl A): 6-9.
- Goldberg VM, Stevenson S. Natural history of autografts and allografts[J]. Clin Orthop Relat Res, 1987, 225: 7-16.
- Niu CC, Tsai TT, Fu TS, et al. A comparison of posterolateral lumbar fusion comparing autograft, autogenous laminectomy bone with bone marrow aspirate, and calcium sulphate with bone marrow aspirate: a prospective randomized study [J]. Spine(Phila Pa 1976), 2009, 34(25): 2715-2719.
- Malloy KM, Hilibrand AS. Autograft versus Allograft in Degenerative Cervical Disease[J]. Clin Orthop Relat Res, 2002, 394: 27-38.
- Wang C, Yan M, Zhou H, et al. Atlantoaxial transarticular screw fixation with morselized autograft and without additional internal fixation: technical description and report of 57 cases[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2007, 32(6): 643-646.
- Lubelski D, Benzel EC. C1-C2 fusion: promoting stability, reducing morbidity[J]. World Neurosurg, 2014, 82(6): 1052-1054.
- Enneking WF, Burchardt H, Puhl JJ, et al. Physical and biological aspects of repair in dog cortical-bone transplants[J]. J Bone Joint Surg Am, 1975, 57(2): 237-252.
- Goldberg VM, Stevenson S, Shaffer JW, et al. Biological and physical properties of autogenous vascularized fibular grafts in dogs[J]. J Bone Joint Surg Am, 1990, 72(6): 801-810.

(收稿日期:2016-11-18 修回日期:2016-12-26)

(英文编审 蒋欣/贾丹彤)

(本文编辑 彭向峰)