

自制异体骨垫与自体髂骨在颈椎前路椎间植骨融合中的比较

汪伟基, 关玉成, 高希林, 季明华, 郭树章, 范相成, 叶斯波(解放军兰州军区乌鲁木齐总医院创伤骨科, 新疆维吾尔自治区乌鲁木齐市 830000)

文章亮点:

- 1 前路椎间植骨融合仍是目前治疗颈椎退行性或创伤性不稳的主要方法。作者设计的椭圆形同种异体骨垫, 可以适应不同高度及宽度椎间隙的需要, 符合椎间隙的生理形状。
- 2 试验结果显示, 与自体髂骨相比, 同种异体骨垫在颈椎前路植骨融合中疗效满意, 可有效融合病变椎间隙, 且异体骨垫不会产生因取骨引起的取骨区疼痛等不适。异体骨垫明显较自体髂骨组融合时间长, 虽骨垫最终融合率与自体髂骨无明显差别, 但骨垫融合时间仍明显长于自体髂骨。
- 3 不足之处在于两组样本资料较少, 随访观察时间较短, 对于其在颈椎前路椎间融合中的远期效果和安全性还有待于继续观察研究, 以便于得出较为客观的结论。

关键词:

生物材料; 骨生物材料; 自制异体骨垫; 自体髂骨; 颈椎融合; 内固定

主题词:

脊柱融合术; 骨移植; 内固定器

摘要

背景: 颈椎骨折诊断后多需手术治疗, 前路椎间植骨融合技术仍是目前治疗颈椎退行性或创伤性不稳的主要方法。作者设计的椭圆形同种异体骨垫, 可以适应不同高度及宽度椎间隙的需要, 符合椎间隙的生理形状。

目的: 通过与自体髂骨比较, 评价自制同种异体骨垫在颈椎前路椎间植骨融合中的疗效。

方法: 2009年1月至2013年6月对58例颈椎椎间盘突出患者行前路一期椎间盘切除、椎间植骨融合内固定治疗, 根据植骨材料不同, 分为同种异体骨垫组和自体髂骨组, 病程12-24个月。治疗后评价指标包括日本骨科协会(JOA)评分、颈椎间隙融合率、融合时间、手术时间、术中出血及排斥反应。

结果与结论: 治疗后6个月两组患者JOA评分差异无显著性意义($P > 0.05$)。治疗后6个月同种异体骨垫组、自体髂骨组治疗后有效融合率分别为84%和88%, 差异无显著性意义($P > 0.05$)。同种异体骨垫组植骨融合时间较自体髂骨组长, 差异有显著性意义($P < 0.05$)。两组内固定物均牢靠无松动, 随访期间均无植骨排斥。提示与自体髂骨相比, 同种异体骨垫在颈椎前路植骨融合中疗效满意, 可有效融合病变椎间隙, 且异体骨垫不会产生因取骨引起的取骨区疼痛等不适。

汪伟基, 关玉成, 高希林, 季明华, 郭树章, 范相成, 叶斯波. 自制异体骨垫与自体髂骨在颈椎前路椎间植骨融合中的比较[J]. 中国组织工程研究, 2014, 18(39):6252-6257.

Comparative analysis of allogeneic bone pad and autogenous bone graft in anterior cervical interbody fusion

Wang Wei-ji, Guan Yu-cheng, Gao Xi-lin, Ji Ming-hua, Guo Shu-zhang, Fan Xiang-cheng, Ye Si-bo
(Department of Orthopedic Trauma, Urumqi General Hospital of Lanzhou Military Command, Urumqi 830000, Xinjiang Uygur Autonomous Region, China)

Abstract

BACKGROUND: Surgical treatment is often required for fractures of the cervical vertebrae. Anterior interbody fusion technology is still the main method for the treatment of cervical degeneration or traumatic instability. Here, the self-made oval allogeneic bone pad can adapt to different height and width of the intervertebral space, in line with the physiological shape of the intervertebral space.

OBJECTIVE: By comparison with autogenous iliac crest bone, to evaluate various types of self-designed allogeneic bone pads on anterior cervical interbody fusion.

METHODS: From January 2009 to December 2013, 58 patients with cervical disc herniation were enrolled and subjected to cervical discectomy and anterior cervical interbody fusion. According to different bone grafts, these patients were divided into allogeneic bone pad and autogenous iliac bone groups. The course of disease was 12 to 24 months. The postoperative effect was measured by Japanese Orthopaedic Association (JOA) score, cervical fusion rate, fusion time, operative time, blood loss and rejection rate.

RESULTS AND CONCLUSION: At 6 months postoperatively, the JOA score of two groups had no significant difference at 6 months after treatment ($P > 0.05$); the cervical fusion rates were 83.7% and 87.8%, respectively, in the allogeneic bone pad and autogenous iliac bone groups, with no significant difference ($P > 0.05$). Fusion time was higher in the allogeneic bone pad than in the autogenous iliac bone group ($P < 0.05$). The internal fixators in

汪伟基, 男, 新疆维吾尔自治区乌鲁木齐市人, 汉族, 石河子大学毕业, 主治医师, 主要从事创伤骨科方面的研究。

通讯作者: 季明华, 副主任医师, 解放军兰州军区乌鲁木齐总医院创伤骨科, 新疆维吾尔自治区乌鲁木齐市 830000

doi:10.3969/j.issn.2095-4344.2014.39.004
[http://www.crter.org]

中图分类号:R318

文献标识码:A

文章编号:2095-4344

(2014)39-06252-06

稿件接受: 2014-08-18

Wang Wei-ji, Attending physician, Department of Orthopedic Trauma, Urumqi General Hospital of Lanzhou Military Command, Urumqi 830000, Xinjiang Uygur Autonomous Region, China

Corresponding author: Ji Ming-hua, Associate chief physician, Department of Orthopedic Trauma, Urumqi General Hospital of Lanzhou Military Command, Urumqi 830000, Xinjiang Uygur Autonomous Region, China

Accepted: 2014-08-18

the two groups were firm without loosening, and there was no rejection during the follow-up. Compared with the autogenous iliac crest bone, anterior cervical interbody fusion with allogeneic bone pad can achieve satisfactory effects, which can be better for intervertebral fusion and cannot induce pain due to bone cutting.

Subject headings: spinal fusion; bone transplantation; internal fixators

Wang WJ, Guan YC, Gao XL, Ji MH, Guo SZ, Fan XC, Ye SB. Comparative analysis of allogeneic bone pad and autogenous bone graft in anterior cervical interbody fusion. *Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu*. 2014;18(39):6252-6257.

0 引言 Introduction

颈椎骨折多为突发的意外事件所致, 是一种严重的致残性创伤, 因其可能造成脊髓损伤, 威胁患者的生命或造成不同程度上的残疾, 严重影响患者的生活自理能力和参加社会活动的 ability 而备受重视。由于脊柱是一个复杂的生物力学复合体, 目前的科学技术尚不能提供完美的替代品, 颈椎骨折诊断后多需行手术治疗^[1]。自从Robinson and Smith报道经典的颈椎前路减压植骨融合以来, 因其减压彻底, 对患者活动功能影响较小, 已成为治疗颈椎伤病的主要选择^[2-3]。用于颈椎前路重建的材料较多, 如自体髂骨、同种异体骨、钛网等。取自体髂骨三面皮质骨移植是前路减压的经典方案, 但是自体髂骨移植存在供区并发症等缺点^[4-5]。同种异体骨来源广泛、使用简便, 已逐渐成为颈腰椎退变椎间盘切除、创伤骨缺损的植骨首选^[6-8]。文章中所选用的椭圆形同种异体骨垫, 由解放军兰州军区乌鲁木齐总医院创伤骨科自行设计, 其外观均已获国家专利(专利号: 201130349955.5), 由山西组织库协助加工生产, 无菌包装, 骨垫由腓骨加工制成, 未见明显排异反应。外观略前宽后窄, 呈椭圆形, 根据厚度及宽度不同, 分为5个型号, 以适应不同高度及宽度椎间隙的需要, 上下与椎体终板接触面均制作成锯齿状防止滑脱, 符合椎间隙的生理形状, 在手术时间、出血量等明显少于自体髂骨, 在临床应用中取得了满意的融合效果。

文章通过回顾性分析解放军兰州军区乌鲁木齐总医院创伤骨科自2009年1月至2013年6月收治58例患者的临床资料, 治疗前均向患者及患者家属详细交代2种材料的不同及治疗后可能的并发症, 患者及患者家属均理解并支持该项研究。根据植骨材料不同, 分为两组, 同种异体骨垫组28例, 自体髂骨组30例。患者治疗后均获随访, 并行相关检查。患者治疗前、治疗后、复查期间行颈椎正位X射线片及CT检查, 观察颈椎融合情况, 并采用JOA 17分法评分标准进行神经功能评定。

1 对象和方法 Subjects and methods

设计: 回顾性病例对比分析。

时间及地点: 于2009年1月至2013年6月在解放军兰州军区乌鲁木齐总医院创伤骨科完成。

对象: 病例选自2009年1月至2013年6月解放军兰州军区总医院创伤骨科收治的颈椎椎间盘突出前路椎间植骨融合患者资料, 共58例, 根据植骨材料不同, 分为同种异体骨垫组和自体髂骨组。同种异体骨垫组28例, 男13例, 女

15例; 年龄33-62岁, 平均(48.3±2.7)岁; 病程12-24个月。自体髂骨组30例, 男21例, 女9例; 年龄36-69岁, 平均(52.5±3.1)岁; 病程12-24个月。治疗前已向患者告知2种手术方案, 患者自行选择。

纳入标准: ①临床症状较重, 腱反射亢进, 肌张力增高。②X射线片、CT诊断为相邻2个节段的颈椎病、颈椎骨折、脱位。③MRI检查显示脊髓受压。④手术中植骨采用自制异体骨垫或自体髂骨。⑤保守治疗3个月无效, 临床相关资料完整者。⑥患者及家属对治疗方案均知情同意。

排除标准: ①合并严重并发症患者。②合并有先天性椎管狭窄, 颈椎先天性畸形患者。③保守治疗后症状缓解患者。

材料: 椭圆形同种异体骨垫, 由解放军兰州军区乌鲁木齐总医院创伤骨科自行设计, 其外观均已获国家专利(专利号: 201130349955.5), 由山西组织库协助加工生产, 无菌包装, 骨垫由腓骨加工制成, 未见明显排异反应。外观略前宽后窄, 呈椭圆形, 根据厚度及宽度不同, 分为5个型号, 以适应不同高度及宽度椎间隙的需要, 上下与椎体终板接触面均制作成锯齿状防止滑脱, 符合椎间隙的生理形状(图1), 在手术时间、出血量等明显少于自体髂骨, 在临床应用中取得了满意的融合效果。

椎间融合器为北京理贝尔生物工程研究所有限公司生产, 产品标准编号: YZB/国2356-2009(椎间融合器)型号: RH- I -RH- VI。产品由GB/T13810规定的钛合金或用ASTMF2026规定的PEEK材料制造, 显影针用ISO13782中的钽制造, 部分产品表面经阳极氧化。主要适用于脊柱椎间融合。

方法:

治疗方法: 全部病例均为同一组医师完成。采用颈椎前路切口, 气管插管全麻成功后, 颈后垫小枕, 颈椎呈轻度过伸位, 常规显露椎间隙, C型臂影像监视器定位病变间隙, 刮勺刮除椎间盘及增生骨赘后, 测量椎间隙深度与宽度, 选择合适的型号, 牵引下使椎间隙增大将骨垫植入椎间隙, 颈椎前路钢板内固定。逐层缝合皮下及皮肤, 留置橡胶引流条。取髂骨组则先行颈椎切开、显露后, 刮勺刮除椎间盘及增生骨赘后, 测量椎间隙深度与宽度, 于术者同侧髂骨翼, 取长约4 cm斜形切口, 根据测量结果, 取适当大小的三面皮质髂骨植于病变椎间隙, 颈椎前路钢板内固定。逐层缝合皮下及皮肤, 留置橡胶引流条。治疗后3 d戴颈托下地, 摄X射线片, 治疗后颈托外固定3个月。

主要观察指标: 分别于治疗前后、复查期间行颈椎正位X射线片及CT检查, 观察颈椎融合情况。融合标准采用Jonbergen等提出的判断融合标准: I级: 骨质融合, 并有骨小梁通过; II级: 植骨完好, 未见完全的骨质重塑和融合, 但交界面无透光区; III级: 植骨完好,但在移植骨的上、下端与受区骨的交界面处有透光区; IV级: 无任何骨融合迹象,移植骨吸收。

日本矫形外科学会(Japanese Orthopedic Association, JOA)评分: 采用JOA 17分法评分标准进行神经功能评定。

统计学分析: 由第一作者采用SPSS 17.0统计学软件进行资料统计分析, 以数据及观察指标的不同为依据, 计量资料用t检验, 计数资料采用 χ^2 检验, 检验水准 $\alpha=0.05$, $P < 0.05$ 认为差异有显著性意义

2 结果 Results

2.1 参与者数量分析 按意向性处理, 纳入前路椎间植骨融合患者58例, 根据植骨材料不同, 分为2组, 同种异体骨垫组28例, 自体髂骨组30例。患者治疗后均获得随访, 无脱落。

2.2 基线资料比较 两组患者年龄、性别及病变性质基本一致, 差异无显著性意义($P > 0.05$), 见表1。

2.3 随访结果 不同时期通过两组患者的JOA评分、Cobb角、融合节段椎体前后缘高度比值判定治疗效果, 见表2, 3。

JOA评分在治疗前后差异具有显著性意义($P < 0.01$), 治疗后恢复良好。治疗后6个月两组JOA评分对比差异无显著意义($P > 0.05$)。

采用自制异体骨垫与自体髂骨治疗后6个月比较, JOA评分、Cobb角、融合节段椎体前后缘高度比值差异均无显著性意义($P > 0.05$)。

2.4 融合率 分别于治疗后即刻、3个月、6个月、12个月拍摄颈椎正侧位X射线片, 半年后摄过伸过屈位X射线片。两组病例均在12个月之内原位融合。同种异体骨垫组与自体髂骨组治疗后3个月差异有显著性意义($P < 0.01$), 治疗后6个月差异无显著性意义($P > 0.05$)。同种异体骨垫组明显较自体髂骨组融合时间长, 虽骨垫最终融合率与自体髂骨无明显差别, 但骨垫融合时间仍明显长于自体髂骨。见表4。

2.5 典型病例 42岁男性患者, 创伤致C_{6/7}脱位。急诊就诊于本院, 治疗前颈椎X射线片检查提示颈椎II度脱位。颈椎MRI提示脊髓压迫明显。治疗前JOA评分7分。急诊行颈椎前路椎间融合, 采用本科自行研制的颈椎前路异体骨垫行椎间融合, 未取骨植骨, 治疗后恢复顺利无并发症出现, 第3天即佩戴颈托下地活动, 治疗后8个月已骨性融合, 随访12个月JOA评分15分。治疗后颈椎X射线片提示椎间融合器位置良好, 颈椎曲度恢复, 见图2。

2.6 不良事件 两组均未出现感染、异体排斥反应、椎间高度丢失、螺钉松动、断钉等并发症。治疗后复查X射线片检查均提示颈椎生理曲度良好。

3 讨论 Discussion

随着目前经济的发展, 老龄化社会的到来及众多青少年较长时间的坐于电脑前, 缺乏最基本的锻炼, 颈椎病呈快速增加趋势。以及出行中较多使用车辆, 建筑高度的增加, 车祸伤、高处坠落伤导致的颈椎骨折、脱位患者也逐年增加。因颈椎病或颈椎骨折、脱位较易导致脊髓损伤, 威胁患者的生命或造成不同程度上的残疾, 严重影响患者的生活自理能力和参加社会活动的能力而备受重视。但因为颈椎位置的特殊性, 保守较多容易导致更加严重的后果。而后路手术因小脑、脑干的特殊位置, 也增加了手术的困难性^[9-11]。自从Robinson and Smith报道经典的颈椎前路减压植骨融合以来, 因其减压彻底, 对患者活动功能影响较小, 并可避免后路操作导致的危险后果, 已成为全世界治疗颈椎伤病的主要选择^[12-14]。几十年间该治疗方式也越来越成熟, 随着目前各项研究的进行, 大多证明了该治疗方式的几项优点^[15-16]: 创伤小、减压充分、恢复快、远期疗效。但是对于术中所选择的植骨材料目前仍未能形成一致的看法。

虽然自体髂骨移植被认为是脊柱外科植骨材料的金标准^[17-18], 但其仍有患者及术者不可接受的缺点^[19-21]: ①延长了手术时间。②增加患者痛苦(某些患者取骨区有长期慢性疼痛)。③失血增多。④增加感染概率。⑤供骨区感觉麻木。此外尚有髂骨骨折、异位骨化、骨盆稳定性破坏等^[22-23], 而且骨源有限, 因此利用传统的取髂骨或其部分自体骨植骨手术方案, 目前受到了较大的挑战, 出现了较多种类的异体骨或生物材料, 如生物活性玻璃、可吸收聚合物材料、钛制外科网等。金属cage在颈椎融合中的长期效果尚不明确^[24-25], 而且它本身造成的应力遮挡效应妨碍了成骨过程, 往往导致融合失败, 且价格偏高, 患者经济负担重。生物活性物质, 因其具有的科学技术, 价格均偏高。因为国内特殊的医疗环境, 较多的医疗器械, 医保给予报销较低比例, 难免会增加患者的经济困难。前路椎体间植骨融合技术仍是目前治疗颈椎退行性或外伤性不稳的主要方法^[26-27]。并且由于颈椎手术危险性大, 一旦失败后果较严重, 故而大多数人在临床上使用同种异体骨垫。同种异体皮质骨是目前比较成熟的移植材料, 具有来源广泛、力学性能好、具有诱导成骨能力^[28-30], 随着同种异体骨的处理技术与保存方法日趋完善, 以骨库为技术依托的同种异体骨已成为临床上脊柱融合的主要应用材料^[31-32], 价格低廉, 患者易接受。

颈椎骨移植材料的研究进展常常是随着四肢骨移植材料的发展而发展的^[33-34], 由于人体是一个完美的整体, 脊柱是一个复杂的生物力学复合体, 目前的科学技术尚不能提供完美的替代品。各项术中人体骨的替代物, 因其本身具有的特性或患者本身的因素, 并不能全部适用^[35-36]。本院自制异体骨垫的优缺点: 颈椎自然生理弧度表现为前突, 椎间隙前宽后窄, 圆形骨笼进行椎间融合, 存在植入过程中破坏椎体终板, 骨垫嵌入椎体, 椎间高度丢失以及靠侧孔融合等问题, 等高的骨垫与椎间隙不匹配, 存在融合面

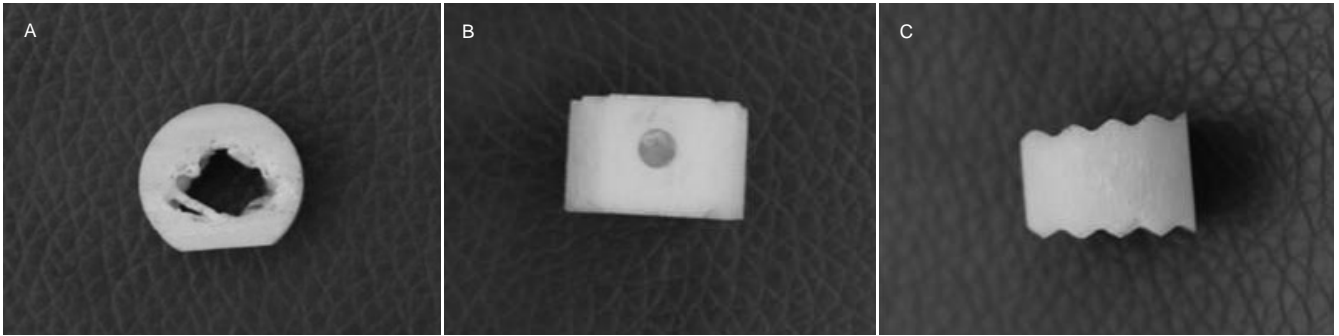


图1 自行研制的颈椎前路异体骨垫

Figure 1 Self-developed anterior cervical allogeneic bone pad

图注: 图中 A 为融合器俯视图; B 为融合器主视图; C 为融合器左视图。

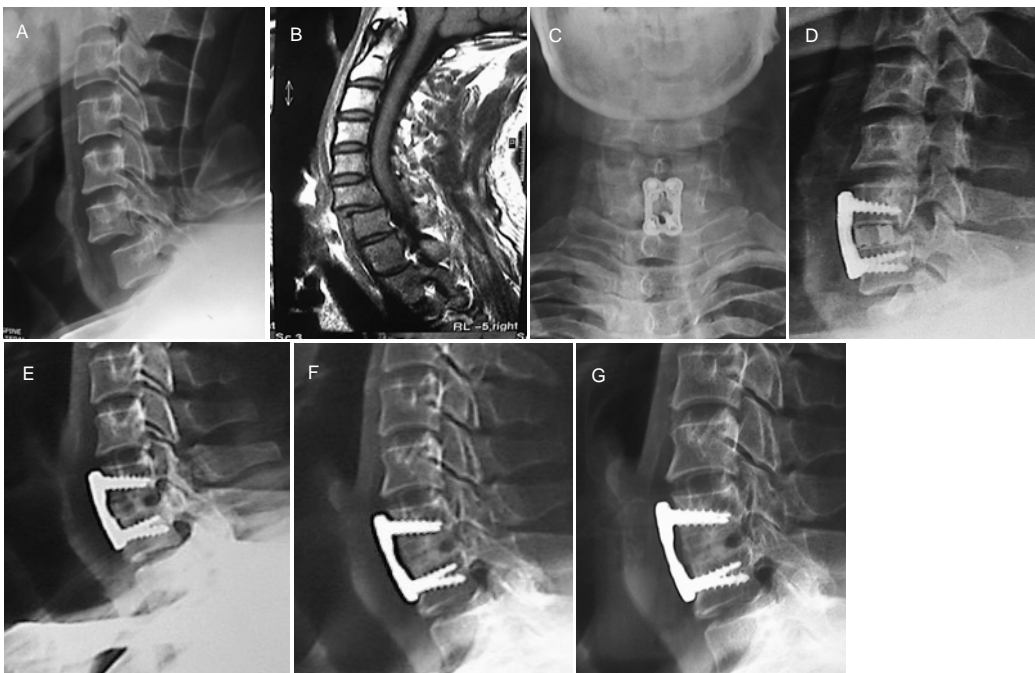


图2 男性42岁颈椎前路异体骨垫椎间融合患者治疗前后的影像学图片

Figure 2 Imaging observation of a male patient, 42 years old, undergoing anterior cervical interbody fusion with allogeneic bone pad

图注: 图中 A 为治疗前 X 射线片; B 为治疗前 MR 片; C, D 为治疗后 1 周; E 为治疗后 3 个月; F 为治疗后 8 个月已骨性融合; G 为治疗后 12 个月骨性融合。

表1 两组患者一般资料比较

Table 1 Comparison of general information in the two groups

组别	n	性别(n)		年龄($\bar{x} \pm s$, 岁)	病变性质(n)			
		男	女		神经根型	脊髓型	椎动脉型	交感型
同种异体骨垫组	28	13	15	48.3 \pm 2.7	5	7	6	10
自体髂骨组	30	21	9	52.5 \pm 3.1	4	10	7	9
统计值		0.183		0.925	0.824			
P		0.694		0.178	0.212			

表注: 两组患者基线资料差异无显著性意义($P > 0.05$), 具有可比性。

积小, 承压不均衡, 易导致骨垫嵌入等问题^[37-38], 作者的设计为国家专利技术, 由腓骨制作而成。外观略前宽后窄, 呈椭圆形, 根据厚度及宽度不同, 分为5个型号, 上下与椎体终板接触面均制作成锯齿状防止滑脱, 可以适应不同高

度及宽度椎间隙的需要, 符合椎间隙的生理形状。前宽后窄形状的椭圆形异体骨垫, 更加符合椎间隙的形状, 有利于维持颈椎的生理曲度, 骨垫边缘为锯齿状, 具有抗旋转, 防止骨垫移位脱出等增加接触面的稳定性的功能。并可以

表2 两组患者治疗前、治疗后6个月JOA评分比较

Table 2 Comparison of Japanese Orthopaedic Association scores before fixation and 6 months after treatment ($\bar{x}\pm s$, score)

时间	同种异体骨垫组(n=28)	自体髂骨组(n=30)
治疗前	10.5±0.6	10.8±0.9
治疗后6个月	14.7±0.8	13.5±0.9
t	39.534	38.216
P	< 0.01	< 0.01

表注: 两组患者治疗后JOA评分均较治疗前明显改善($P < 0.01$)。

表4 两组患者治疗后融合率的比较

Table 4 Comparison of the postoperative fusion rate of patients (n/%)

随访时间	同种异体骨垫组(n=28)	自体髂骨组(n=30)
3个月	18/64 ^a	23/77
6个月	23/84	26/88
12个月	28/100	30/100

表注: 与自体髂骨组比较, ^a $P < 0.01$ 。提示治疗后3个月同种异体骨垫组融合率显著低于自体髂骨组($P < 0.01$)。

避免髂骨或其余部分取骨的手术导致的患肢疼痛、延缓下地行功能活动时间。在手术时间、出血量等方面明显少于自体髂骨。从以上数据分析来看, 虽然异体骨垫融合时间明显较自体髂骨延长, 但最终融合率无明显差异, 此外应用异体骨垫还可以缩短手术及住院时间^[39-40], 减轻因取骨带来的疼痛及取骨所产生的髋部疼痛及感觉障碍、出血、骨折、感染等并发症^[41], 可以促使患者早期离床活动, 减轻了患者由于卧床而带来的心理负担。缺点是异体骨垫融合时间较自体髂骨明显延长, 且有一定比例患者会出现轻度排斥反应, 住院费用有所增加。

结论: 根据作者近年对58例患者的随访, 在两组患者的JOA评分、Cobb角、融合节段椎体前后缘高度对比及远期融合率方面并无明显差异, 取得了满意的融合效果。但鉴于本次研究局限于本院, 两组样本资料相对较少, 随访观察时间较短, 对于其在颈椎前路椎间融合中的远期效果和安全性还有待于继续观察、研究, 以便于得出较为客观的结论。

作者贡献: 所有作者均参与课题的设计、实施及评估, 李明华审核, 汪伟基对文章负责。

利益冲突: 文章及内容不涉及相关利益冲突。

伦理要求: 参与试验的患病个体及其家属自愿参加, 对试验过程完全知情同意, 在充分了解治疗方案的前提下签署“知情同意书”; 干预及治疗方案获医院伦理委员会批准。

学术术语: 颈椎骨折-多为突发的意外事件所致, 是一种严重的致残性创伤, 因其可能造成脊髓损伤, 威胁患者的生命或造成不同程度的残疾, 严重影响患者的生活自理能力和参加社会活动的的能力而备受重视。

作者声明: 文章为原创作品, 无抄袭剽窃, 无泄密及署名和专利争议, 内容及数据真实, 文责自负。

表3 两组患者治疗后6个月JOA评分、Cobb角、融合节段椎体前后缘高度比值比较

Table 3 The Japanese Orthopaedic Association score, Cobb angle and front and rear edges height ratio of vertebral fusion segments at 6 months after treatment ($\bar{x}\pm s$)

组别	n	JOA评分(分)	Cobb角(°)	融合节段椎体前后缘高度比值
同种异体骨垫组	28	14.7±0.8	96.5±11.6	80.5±12.6
自体髂骨组	30	13.5±0.9	95.7±9.2	83.7±14.1
t		35.137	28.187	13.941
P		> 0.05	> 0.05	> 0.05

表注: 两组治疗后6个月比较, JOA评分、Cobb角、融合节段椎体前后缘高度比值差异均无显著性意义($P > 0.05$)。

4 参考文献 References

- [1] 林坚平, 宋世锋, 黎早敏, 等. 自体骨髓移植复合人工骨治疗骨缺损[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2011, 15(26): 4891-4894.
- [2] 从宪玲, 王金成, 王亮, 等. 骨库的特点及发展趋势[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2011, 15(33): 6235-6338.
- [3] 关玉成, 贾勇, 梁景灏, 等. 自制异体骨垫在颈椎融合术中的临床应用[J]. 西北国防医学杂志, 2010, 31(1): 17-18.
- [4] Vail Jonbergen HP, Spmit M, Anderson PG, et al. Anterior cervical interbody fusion with a titanium box cage: early radiological assessment of fusion and subsidence. Spine. 2005; 30:646-649.
- [5] 周其佳, 王谦. 同种异体骨移植在基层医院的应用研究[J]. 医学理论与实践, 2007, 20(12): 1388-1390.
- [6] Njoku I Jr, Alimi M, Leng LZ, et al. Anterior cervical discectomy and fusion with a zero-profile integrated plate and spacer device: a clinical and radiological study. Neurosurg Spine. 2014:1-9.
- [7] Davis RJ, Kim KD, Hisey MS, et al. Cervical total disc replacement with the Mobi-C cervical artificial disc compared with anterior discectomy and fusion for treatment of 2-level symptomatic degenerative disc disease: a prospective, randomized, controlled multicenter clinical trial: clinical article. J Neurosurg Spine. 2013; 19(5): 532-545.
- [8] 程昌志, 林舟丹. 同种异体骨移植在颈椎前路融合手术中的应用[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2007, 11(43): 8765-8769.
- [9] Kim CH, Chung CK, Jahng TA, et al. Segmental Kyphosis after Cervical Interbody Fusion with Stand-alone Polyetheretherketone (PEEK) Cages: A Comparative Study on Two Different PEEK Cages. Spinal Disord Tech. 2014. [Epub ahead of print]
- [10] 杨进顺, 廖壮文, 范子文, 等. 一体成型皮质骨生物型颈椎椎间融合器在颈前路融合术中的应用[J]. 中华创伤骨科杂志, 2010, 12(7): 609-612.
- [11] Lan X, Xu JZ, Luo F, et al. One-stage debridement and bone grafting with internal fixation via posterior approach for treatment of children thoracic spine tuberculosis. Zhongguo Gu Shang. 2013; 26(4): 320-3
- [12] Nayak AN, Stein MI, James CR, et al. Biomechanical analysis of an interbody cage with three integrated cancellous lag screws in a two-level cervical spine fusion construct: an in vitro study. Spine. 2014. pii: S1529-9430(14)00574-9.
- [13] 王宣, 申勇, 张英泽. 脊柱非融合技术的新进展及应用[J]. 中国矫形外科杂志, 2008, 16(19): 1486-1489.
- [14] 朱永顺, 王文军. 颈椎非融合性固定的研究进展[J]. 中国矫形外科杂志, 2007, 15(5): 362-363.

- [15] 杨成林,毕郑钢,曹阳,等.椎间撑开颈前路减压植骨钢板内固定术治疗脊髓型颈椎病[J].中国矫形外科杂志,2007,15(5):328-330.
- [16] Caroli E,Orlando ER,Andrea G,et al.Anterior cervical fusion with interbody titanium cage containing surgical bone site graft:our institution's experience in 103 consecutive cases of degenerative spondylosis. Spinal Disord Tech. 2007;20(3): 216-220.
- [17] Fraser JF,Hartl R. Anterior approaches to fusion of the cervical spine:a metaanalysis of fusion rates. Neuro surg Spine.2007; 6(4):298-303.
- [18] 毕大卫,祖罡,陈亿民,等.不同颈前路椎体间融合固定术疗效评价的病例对照研究[J].中国骨伤,2008,21(6):419-421.
- [19] Davis RJ, Kim KD, Hisey MS,et al.Cervical total disc replacement with the Mobi-C cervical artificial disc compared with anterior discectomy and fusion for treatment of 2-level symptomatic degenerative disc disease: a prospective, randomized, controlled multicenter clinical trial: clinical article. J Neurosurg Spine.2013;19(5):532-545.
- [20] Zigler JE, Delamarter R, Murrey D,et al.ProDisc-C and anterior cervical discectomy and fusion as surgical treatment for single-level cervical symptomatic degenerative disc disease: five-year results of a Food and Drug Administration study. Spine (Phila Pa 1976).2013;38(3):203-209.
- [21] Fraser JF,Hartl R.Anterior approaches to fusion of the cervical spine: a metaanalysis of fusion rates. Neuro surg Spine. 2007; 6:298-303.
- [22] Scholz M,Schnake KJ,Pingel A,et al.A new zero-profile implant for stand-alone anterior cervical interbody fusion.Clin Orthop Relat Res.2011;469:666-673.
- [23] Miller LE,Block JE.Safety and effectiveness of bone allografts in anterior cervical discectomy and fusion surgery. Spine (Phila Pa 1976). 2011;36:2045-2050.
- [24] Vanek P, Bradac O, DeLacy P, et al. Comparison of 3 fusion techniques in the treatment of the degenerative cervical spine disease. Is stand-alone autograft really the "gold standard?": prospective study with 2-year follow-up. Spine (Phila Pa 1976). 2012;37(19):1645-1651.
- [25] Jacobs W, Willems PC, Kruyt M, et al. Systematic review of anterior interbody fusion techniques for single- and double-level cervical degenerative disc disease.Spine (Phila Pa 1976). 2011;36(14):E950-960.
- [26] Jacobs W, Willems PC, van Limbeek J,et al. Single or double-level anterior interbody fusion techniques for cervical degenerative disc disease. Cochrane Database Syst Rev. 2011;(1):CD004958.
- [27] Buttermann GR.Prospective nonrandomized comparison of an allograft with bone morphogenic protein versus an iliac-crest autograft in anterior cervical discectomy and fusion. Spine J.2008;8:426-435.
- [28] Daentzer D,Willbold E,Kalla K,et al.Bioabsorbable Interbody Magnesium-Polymer-Cage: Degradation Kinetics, Biomechanical Stiffness and Histological Findings from an Ovine Cervical Spine Fusion Model.Spine (Phila Pa 1976). 2014. [Epub ahead of print]
- [29] Matz PG,Anderson PA,Holly LT,et al.The natural history of cervical spondylotic myelopathy.J Neuro Surg Spine.2009;11: 104-111.
- [30] Yan D,Wang Z,Deng S,et al.Anterior corpectomy and reconstruction with titanium mesh cage and dynamic cervical plate for cervical spondylotic myelopathy in elderly osteoporosis patients.Arch Orthop Trauma Surg. 2011;131: 1369-1374.
- [31] Amaral SH,Silva MN,Giraldi M,et al.Multiple cervical arcocristectomies for the treatment of cervical spondylotic myelopathy: surgical technique and results. J Neurosurg Spine. 2007;7:503-508.
- [32] Hwang SL, Lee KS, Su YF, et al. Anterior corpectomy with iliac bone fusion or discectomy with interbody titanium cage fusion for multilevel cervical degenerated disc disease.J Spinal Disord Tech.2007;20:565-570.
- [33] Azab W,Abdel-Razek M,Ali A,et al.Outcome evaluation of a zero profile implant for anterior cervical discectomy with fusion. Turk Neuro surg,2012;22:611-617.
- [34] Daentzer D, Floerkemeier T, Bartsch I, et al. Preliminary results in anterior cervical discectomy and fusion with an experimental bioabsorbable cage - clinical and radiological findings in an ovine animal model.Springerplus. 2013;2:418.
- [35] Hussain M,Natarajan RN,Fayyazi AH,et al.Screw angulation affects bone-screw stresses and bone graft load sharing in anterior cervical corpectomy fusion with a rigid screw-plate construct: a finite element model study.Spine J. 2009;9: 1016-1023.
- [36] Marawar S,Girardi FP,Sama AA,et al.National trends in anterior cervical fusion procedures.Spine (Phila Pa 1976). 2010;35:1454-459.
- [37] Jiang SD,Jiang LS,Dai LY.Anterior cervical discectomy and fusion versus anterior cervical corpectomy and fusion for multilevel cervical spondylosis: a systematic review.Arch Orthop Trauma Surg.2012;132:155-161.
- [38] Daniels AH,Riew D,Yoo JU,et al.Adverse events associated with anterior cervical spine surgery. Am Acad Orthop Surg. 2008;16:729-738.
- [39] Yang B,Li H,Zhang T,et al.The incidence of adjacent segment degeneration after cervical disc arthroplasty (CDA): a meta analysis of randomized controlled trials. PLoS One. 2012;7: e35-32.
- [40] Oppenlander ME, Bina R, Snyder LA, et al. Intravertebral polymethylmethacrylate augmentation of anterior cervical discectomy fusion and plating in the setting of osteoporosis. Spinal Disord Tech. 2014;27(3):185-188.
- [41] Louie PK, Hassanzadeh H, Singh K.Epidemiologic trends in the utilization, demographics, and cost of bone morphogenetic protein in spinal fusions.Curr Rev Musculoskelet Med. 2014;7(3):177-181.