

# 山羊颈椎切除减压后行颈前路可调控式融合固定器植骨融合的效果观察

郭永飞<sup>1</sup>, 刘岩<sup>1</sup>, 陈德玉<sup>1\*</sup>, 袁文<sup>1</sup>, 张竞<sup>1</sup>, 王新伟<sup>1</sup>, 卢旭华<sup>1</sup>, 胡玉华<sup>2</sup>, 贾连顺<sup>1</sup>

1. 第二军医大学长征医院骨科, 上海 200003

2. 江苏省武警总队医院骨科, 扬州 225003

**[摘要]** **目的** 观察颈前路可调控式融合固定器(AC-AFF)植骨融合的初步效果,为后续研究奠定基础。**方法** 18只山羊均行颈前路手术减压切除1个颈椎椎体,随机分为3组,分别施以AC-AFF、钢板+钛网、钢板+髂骨块固定融合。饲养6个月后,颈椎标本经固定脱水等处理,依次通过大体观察、X线摄片、CT扫描及显微镜下观察,评价植骨融合情况;同时观察AC-AFF与相邻椎体界面之间的融合情况。**结果** 所有山羊均存活,内固定物牢固在位,无松动及移位,钛网或AC-AFF与相邻骨接触面局部膨大,硬化为骨性。髂骨植骨组融合情况良好,融合界面上有较多的骨痂生成。X线摄片见植骨块、钛网、AC-AFF中空区域模糊且有骨组织生长,内植物周围无透光带存在,植骨界面上有骨桥形成;CT扫描在钛网及AC-AFF组可见内植物腔内形成的新骨通过其四壁的网眼结构与周围骨质相接,说明所有标本均达到骨性融合,但其中以AC-AFF组形成的新骨数量为多,且较为成熟。光镜观察发现在椎体终板及内植物与减压槽侧壁骨质接触处,有纤维细胞及软骨细胞生成,但在钛网植入物的侧壁腔隙局部仍有无骨痂通过区存在。**结论** AC-AFF植骨融合良好,与植骨块及钛网植骨方式之间无明显差异,植骨界面有纤维细胞及软骨细胞生成,可作为颈椎减压术后稳定性重建的方法之一。

**[关键词]** 可调控式颈椎融合固定器;钛网;植骨融合;组织学**[中图分类号]** R 687.32 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 0258-879X(2010)04-0390-04

## Bone graft fusion in goat model implanted with anterior cervical-adjustable fusion fixator after anterior cervical corpectomy: an observation of outcome

GUO Yong-fei<sup>1</sup>, LIU Yan<sup>1</sup>, CHEN De-yu<sup>1\*</sup>, YUAN Wen<sup>1</sup>, ZHANG Jing<sup>1</sup>, WANG Xin-wei<sup>1</sup>, LU Xu-hua<sup>1</sup>, HU Yu-hua<sup>2</sup>, JIA Lian-shun<sup>1</sup>

1. Department of Orthopaedics, Changzheng Hospital, Second Military Medical University, Shanghai 200003, China

2. Department of Orthopaedics, General Hospital of Armed Police Forces Jiangsu Regional Headquarters, Yangzhou 225003, Jiangsu, China

**[Abstract]** **Objective** To observe the bone graft fusion of goat cervical model implanted with anterior cervical-adjustable fusion fixator(AC-AFF), laying a foundation for future studies. **Methods** Eighteen experiment goats were implanted with AC-AFF, titanium mesh and autogenous iliac bone combined cervical plate after corpectomy. Six months later, the fused cervical spine vertebrae were collected, prepared, and observed grossly, under microscope, by X-ray photographs and CT scan; the fusion of the graft was evaluated. Meanwhile, the fusion of AC-AFF with the adjacent vertebral surface was observed. **Results** All the experiment animals survived after operation; all the implants were stable, without displace or loosening. The interface where the titanium or AC-AFF contacts the vertebral body surface was bulged and ossified. All iliac bone graft fused well and a great deal of bony callus was found covering the vertebral body surface. Lucency area was not seen surrounding the bone graft, titanium and AC-AFF on the X-ray films, and there was new bone formation in the interface of internal fixation and bone. The central region of titanium and AC-AFF became vague and new bone formation was found in the intracavitary area of implants by CT scan. And part of the new bone transited the parietal reticulation and connected with normal ossea at titanium and AC-AFF. A large number of phoroblasts and chondrocytes were found microscopically in the bone fusion sites in all cases; however, the region without bony callus still existed in the titanium mesh lateral wall. **Conclusion** There are no differences in bone fusion between AC-AFF with titanium mesh and autogenous iliac bone combined cervical plate. New phoroblasts and chondrocytes can be generated in the bone graft interface. AC-AFF has been proven as an important method for cervical stability reconstruction after decompression operation.

**[Key words]** anterior cervical-adjustable fusion fixator; titanium mesh; bone graft fusion; histology

[Acad J Sec Mil Med Univ, 2010, 31(4): 390-393]

**[收稿日期]** 2009-11-10**[接受日期]** 2010-01-29**[基金项目]** 上海市卫生局科研课题(2009126). Supported by Research Project of Health Bureau of Shanghai Municipality(2009126).**[作者简介]** 郭永飞, 博士, 主治医师. E-mail: gyf1117@yahoo.com.cn

\* 通讯作者(Corresponding author). Tel: 021-81886806, E-mail: chenspine@yahoo.cn

颈前路椎体次全切除减压手术具有显露范围较大、利于手术操作、减压彻底等优点,在颈椎伤患的手术治疗中应用广泛。减压后可以采用自体髂骨或腓骨块重建颈椎稳定性,亦可以植入钛网,以支撑相邻椎节。钛网辅以带锁钢板固定,可完全避免自体取骨等相关并发症,目前临床应用较为广泛。然而,钛网的两个端面一般为水平状,与终板具有解剖倾斜角不相符合,术后易发生钛网下沉<sup>[1-2]</sup>,且术中需要根据减压槽的长度来进行修剪,延长了手术时间。陈德玉等<sup>[3]</sup>设计的颈前路可控式融合固定器(anterior cervical adjustable fusion fixator, AC-AFF),具有长度可调、植骨与固定装置一体化设计等特点,可有效避免采用钛网进行重建的上述缺点,有望成为未来颈椎内固定的新方式,但其确切疗效尚不明确。因此,本研究利用前期建立的山羊模型<sup>[4]</sup>,采用AC-AFF进行植骨融合,并与目前采用的其他方法进行对比,初步评价其植骨融合效果,为后续研究奠定基础。

## 1 材料和方法

1.1 主要材料 所用的颈前路带锁钢板为仿AO钢板,由上海手术器械厂提供;钛网由强生公司提供,直径为11 mm,呈圆柱状。仿人用AC-AFF由上海手术器械厂参照羊的颈椎解剖结构特点定制,其外观类似钢板和融合器的结合体。钢板宽度17.8 mm,长度可以调节,其调节范围为41.50~47.90 mm,上下两端的螺孔分别向两端各呈10°角,并向中线呈6°内聚,所采用的固定螺钉为单皮质骨螺钉,上下端分别使用1枚锁定钉使椎体螺钉和AC-AFF成一整体。内外主件由两部分结构类似的组件互相嵌插而成,每一组件由偏向中心的空心圆柱体和偏向一端的钢板叶片组成。完整的AC-AFF周壁有3个长条状孔隙,作为植骨填充的入口,其中侧方的长条状孔隙及融合器的上下两个面为骨愈合的通道,可使植骨通过,分别与减压后骨槽的侧面和上下端面形成骨愈合。两个互相嵌插的圆柱体上的单向螺纹(螺距1.6 mm)与弹簧片配合使用可将融合固定器延长及缩短,以适应不同的椎节高度。在内外圆柱体上有8个固定螺孔,能确保固定螺钉拧入并旋紧后可将融合器固定在所需要的长度。所使用材料为钛合金Ti-6Al-4V(TC4)。

1.2 实验分组及处理 成年山羊共18只,雄性12只,雌性6只,610个月龄,平均(8.2±1.4)个月;体质量1520 kg,平均(18.6±1.6) kg。山羊随机分为3组,切除1个颈椎椎体后分别施以AC-AFF、钢板+钛网、钢板+髂骨块植入( $n=6$ )。

所有动物术前摄颈椎X线片,以排除骨组织病变。动物排便后,置于手术台上固定,颈部手术处及取髂骨区备皮。采用氯胺酮肌内注射麻醉,剂量为15 mg/kg,术前肌注阿托品0.25 mg,以减少动物唾液分泌。取颈前右侧胸锁乳突肌内侧斜形切口,逐层显露后沿血管鞘与内脏鞘之间分离,暴露颈长肌,山羊颈长肌较人粗厚、发达,覆盖整个颈椎椎体前面。电刀切开颈长肌,骨膜剥离器剥离颈长肌,暴露颈椎椎体前面。X线透视定位,确定施术节段。继续向上或向下显露相邻椎间隙,并清理椎体表面附着的肌内,咬骨钳咬除欲切除之椎体上下椎间隙前缘骨质,显露椎间盘组织,尖刀切开后使用刮匙刮除髓核组织并初步处理相应终板,将椎体进行次全切除,形成一减压骨槽,后方直至后纵韧带表面,保留后纵韧带完整性。使用刮匙对骨槽四壁进行修整,测量骨槽长度。钛网+钢板组需对钛网再次进行精确修剪,并选择合适长度钢板;将椎体次全切除时凿取的碎骨块填塞钛网或AC-AFF,前者植入骨槽后,再将选取的钢板予以固定,AC-AFF则直接进行固定并锁定即可。对于另一植骨块+钢板组,则根据骨槽长度于山羊的一侧髂骨取完整三面皮质骨块,修整后植入骨槽,同样选取合适长度钢板放置调整至恰当位置后固定。术中活动山羊颈部以确保所有内植物固定可靠。拍摄颈椎正侧位X线片确认植入物位置无偏斜或进入椎管。术后山羊自行清醒后开始进食,自由活动。术后连续3 d肌内注射普通青霉素针剂,80万U/d,伤口未予特殊处理。

1.3 观察指标及方法 术后即刻及6个月分别摄正、侧位片,观察内植物或植骨块位置并判定是否融合,融合与否依据下列标准判定<sup>[5]</sup>:正、侧位摄片皆示植入的钛网或AC-AFF周围无透光带存在;摄片可见内植物与骨界面上有新骨形成,中空区域模糊且逐渐有骨组织生长。术后6个月处死所有动物,获取颈椎标本,先行颈椎CT薄层扫描后,剔除所有标本的皮肤、肌肉等软组织,切取包括内植物或植骨块上下正常椎体在内的脊柱节段,浸泡于99.5%分析纯丙酮溶液内固定、脱水、脱脂。甲基丙烯酸甲酯+过氧化苯甲酰配制成包埋试剂(由上海瑞金医院伤骨科研究所提供)包埋不脱钙标本。置37℃温箱中聚合1周。采用莱卡1600锯式切片机将每一标本切成300 μm的切片,甲苯胺蓝(TB)染色,DPX封片,置Olympus万能显微镜下分别在4倍、20倍镜下观察。

## 2 结果

2.1 手术情况 施行C<sub>3</sub>椎体切除4只(AC-AFF及

钛网+钢板组各2只),其余均为C<sub>4</sub>椎体切除。术后即刻X线片提示所有实验动物内植物位置良好,钢板螺钉无松动,施术椎节局部无不稳征象。所有动物均成活,手术切口感染1只,为钛网+钢板组,延长使用青霉素至5d后痊愈;不全瘫2只,为植骨块+钢板组,前蹄不能站立,不影响跪姿进食,未予特殊处理,1周后开始站立,但行走蹒跚,2周后完全恢复正常。术中出血量100~400ml,平均(150±18)ml,手术时间90~240min,平均(140±30)min。

2.2 X线观察结果 术后即刻及术后6个月分别拍摄X线正位及侧位片,观察内植物在位情况及植骨融合情况,结果提示植骨块、钛网或AC-AFF周围无透光带存在;内植物与骨界面上有新骨或骨桥形成;钛网或AC-AFF中空区域模糊且逐渐有骨组织生长(图1);所有标本未发现明显不稳征象。

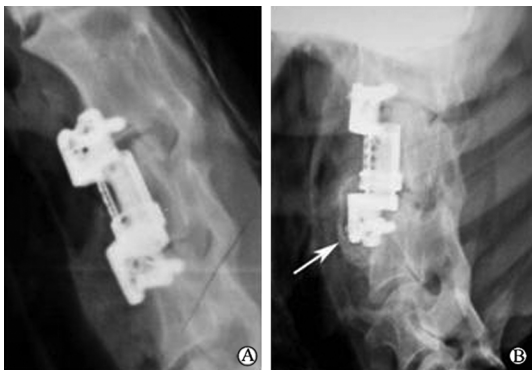


图1 AC-AFF植入术后即刻与6个月后X线片对照  
Fig 1 Comparison of X ray photographs immediately and 6 months after anterior cervical-adjustable fusion fixator(AC-AFF) implantation in goat cervical spine

A: Vacant space can be found surrounding AC-AFF immediately after operation; B: Vacant space has disappeared and new bone appeared in the connected interface (arrow) 6 months after AC-AFF implantation

2.3 CT扫描结果 以植骨块或内植物与相邻椎体接触界面为中心连续薄层(0.2mm)扫描,结果(图2)发现:3组均可见新生骨形成,与相邻骨质相连续,钛网及AC-AFF组尚可见其内形成的新骨通过内植物四壁的网眼结构与周围的骨质相接,说明所有标本均达到骨性融合,但其中以AC-AFF形成的新骨数量为多,且较为成熟。

2.4 组织学结果

2.4.1 大体观察 所有标本的内固定物均牢固在位,无松动、移位,骨质表面颜色正常,个别钢板周围有灰色反应组织,考虑为金属电解反应所致。钛网或AC-AFF与相邻骨接触的端面上椎体表面膨大,硬化为骨性。髂骨植骨组融合情况良好,椎体表面尤其是界面上有较多的骨痂生成。

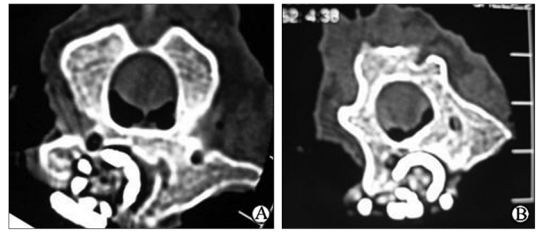


图2 沿钛网(A)或AC-AFF(B)中央CT扫描可见腔内新生骨通过四壁网眼结构与周围骨质相接

Fig 2 New bone formation crossed parietal reticulation and connected with normal ossea at titanium(A) and AC-AFF(B)

2.4.2 光镜检查结果 新生骨组织被染成蓝色,原骨组织为淡黄色。髂骨植骨组骨痂较丰富,有较多的成骨细胞。在植骨界面即椎体终板位置及钛网或AC-AFF与减压槽侧壁骨质接触处,有纤维细胞及软骨细胞生成(图3A),但在个别钛网植入物的侧壁腔隙局部仍然有无骨痂通过区存在(图3B)。

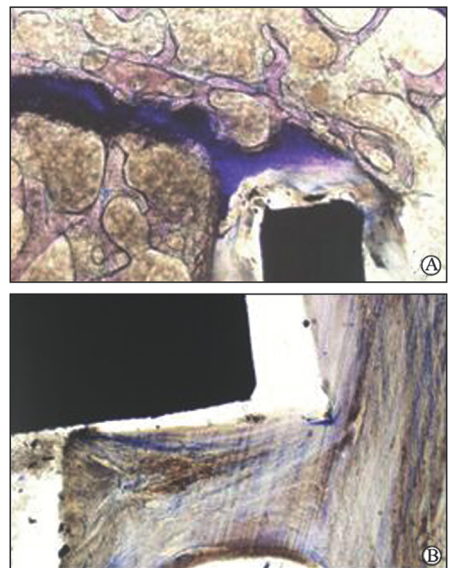


图3 光镜检查结果

Fig 3 Microscopic results

A: A large number of phoroblasts and chondrocytes were found on the interface of AC-AFF and vertebral body; B: The region without bony callus still existed in titanium mesh lateral lacune. Original magnification: ×20

3 讨论

颈前路减压植骨融合的术式于20世纪50年代提出以来<sup>[6-7]</sup>,已被广泛用于治疗脊髓型颈椎病、椎间盘突出症及颈椎外伤等疾患。在颈椎前路众多术式中,椎体次全切除减压植骨融合术对于治疗多节段颈椎疾患具有独特的优点,可充分显露手术野,除可有效切除椎间盘和骨赘等致压物外,还可以扩

大病变节段椎管的矢状径,解除发育性椎管狭窄的病理因素,达到彻底减压的目的,但不可避免的是造成颈椎前部结构较大范围的破坏,减压后遗留的骨槽需要采用植入物进行支撑并植骨融合,以利于远期稳定,维持手术疗效,此即为减压后的稳定性重建过程。稳定性重建方法较多,从最初的单纯自体植骨块发展至植骨块结合使用颈前路带锁钢板,以及近年来广泛采用的钛质网笼结合颈前路带锁钢板,再到初步应用于临床或尚处于研究阶段的一体化颈椎钢板钛网融合器。重建技术得以越来越完善,并发症亦日益减少<sup>[8-9]</sup>。

陈德玉等<sup>[3]</sup>设计的颈前路可控式融合固定器(anterior cervical adjustable fusion fixator, AC-AFF),具有长度可调、植骨与固定装置一体化设计等特点,可有效避免采用钛网进行重建的上述缺点,有望成为未来颈椎内固定的新方式,但其确切疗效尚不明确。因此,本研究利用前期建立的山羊模型<sup>[4]</sup>,采用 AC-AFF 进行植骨融合,并与目前采用的其他方法进行对比,初步评价其植骨融合效果,为后续研究奠定基础。

颈椎椎体次全切除减压后需要采用各种内植物进行重建,其远期稳定性取决于植骨融合的成功进行,但对于内植物填塞植骨融合情况,一直都未建立一个统一的评价标准,这与植入物本身的影像学遮挡以及施术后的颈椎标本获得困难有关。而对于类似内植物如我们自行设计研制的 AC-AFF 的植骨融合情况,以往更是少有报道。Togawa 等<sup>[10]</sup>对 78 枚腰椎椎间 Cage 融合后临床失败的病例进行组织学观察,结果发现其中有 71 枚 Cage 内容物显示有组织学存活的骨组织,说明移植骨已融合,而存活骨所占的区域平均为 44%,虽然有些 Cage 中有相对较大的皮质移植骨,但新骨形成较少,纤维软骨成分占 50%。此外,他们还发现 31 枚 Cage 中有超过 5% 的范围被透明软骨占据,可能来源于椎体终板或小关节面。

陈德玉等<sup>[3]</sup>在解剖学测量基础上研制的钛金属 AC-AFF 具有良好的生物相容性,无细胞毒性、无致癌、无致畸、无组织刺激性及免疫反应,不影响术后行 MRI 检查。该装置可使钢板、螺钉、椎体、融合器连成一体,且可自由调节长度;其融合器部分上表面有 6° 的倾斜角与颈椎椎体的下终板倾斜角相匹配,增加了 AC-AFF 植入后颈椎的整体稳定性。前期的离体生物力学实验结果显示 AC-AFF 比前路钢板髓骨植入或钛网植入在强度、刚度、稳定性方面具有一定的优势,固定牢靠。

本研究中植骨融合时间较短,尽管大体观察标本的植骨界面表面膨大、硬化,影像学亦显示内植物周围透光带消失,这些都间接提示植骨已发生了较好的融合,但显微镜下在终板位置及钛网或颈前路可控式融合器与减压槽侧壁骨质接触处,仅观察到纤维细胞及软骨细胞生成,且在个别钛网植入物的侧壁腔隙局部仍然有无骨痂通过区存在。因此,钛网或 AC-AFF 确切的植骨效果还有待于大样本、长时间的实验数据来进一步明确。

## [参考文献]

- [1] 郭永飞,陈德玉,徐建伟,王新伟,王良意,何志敏,等. 颈前路钛网植骨融合术后钛网沉降的原因分析[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2005, 15: 409-413.
- [2] Chen Y, Chen D, Guo Y, Wang X, Lu X, He Z, et al. Subsidence of titanium mesh cage: a study based on 300 cases[J]. J Spinal Disord Tech, 2008, 21: 489-492.
- [3] 王良意,陈德玉,郭永飞,王新伟,徐建伟,王以进,等. 颈前路可调式融合固定器的研制及生物力学测试[J]. 中国矫形外科杂志, 2004, 12: 854-857.
- [4] 郭永飞,陈德玉,刘岩,袁文,张竞,王新伟,等. 可控式颈椎融合固定器实验山羊模型的建立[J]. 第二军医大学学报, 2008, 29: 290-293.  
Guo Y F, Chen D Y, Liu Y, Yuan W, Zhang J, Wang X W, et al. A goat model for research of anterior cervical-adjustable fusion fixator[J]. Acad J Sec Mil Med Univ, 2008, 29: 290-293.
- [5] Coe J D, Vaccaro A R. Instrumented transforaminal lumbar interbody fusion with bioresorbable polymer implants and iliac crest autograft[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2005, 30 (17 Suppl): S76-S83.
- [6] Smith G W, Robinson R A. The treatment of certain cervical-spine disorders by anterior removal of the intervertebral disc and interbody fusion[J]. J Bone Joint Surg Am, 1958, 40-A: 607-624.
- [7] Cloward R B. The anterior approach for removal of ruptured cervical disks[J]. J Neurosurg, 1958, 15: 602-617.
- [8] Akula M, Taha M, Mathew B, O'Reilly G. The Plate cage Benezech implant as an alternative to autologous bone graft in the treatment of cervical spondylosis: clinical and functional outcome[J]. Br J Neurosurg, 2008, 22: 542-545.
- [9] Acosta F L Jr, Aryan H E, Chou D, Ames C P. Long-term biomechanical stability and clinical improvement after extended multilevel corpectomy and circumferential reconstruction of the cervical spine using titanium mesh cages[J]. J Spinal Disord Tech, 2008, 21: 165-174.
- [10] Togawa D, Bauer T W, Lieberman I H, Sakai H. Lumbar intervertebral body fusion cages: histological evaluation of clinically failed cages retrieved from humans[J]. J Bone Joint Surg Am, 2004, 86-A: 70-79.