

## 临床研究

# 新型植骨方法结合天鹅型记忆接骨器治疗 上肢骨干骨不连

傅青格,张春才,王家林,许硕贵,高堂成,万岷,王冠军  
(第二军医大学长海医院骨科,上海 200433)

**摘要** 目的:应用新型植骨方法结合内固定治疗上肢骨干骨不连。方法:本组肱骨、尺桡骨、锁骨骨不连 93 例(107 根),其中肱骨 50 根,尺桡骨 28 根,尺骨 14 根,桡骨 11 根,锁骨 4 根。利用天鹅型记忆接骨器提供良好的植骨环境,取自体髂骨植骨或辅以同种异体骨植骨,采用夹板式、播种式、钻孔填塞式植骨及必要时骨折端之间加垫植骨以尽量减少骨短缩或缺损。术后早期进行患肢功能锻炼,定期摄 X 线片复查。结果:所有病例平均随访 2.25 年,植骨均在术后 2.5~6.0 个月、平均 3.8 个月全部融合,达到骨板样骨替代,无骨髓炎、骨不连、关节僵直等并发症的发生,关节功能恢复良好。结论:新型植骨方法结合天鹅型记忆接骨器治疗上肢骨干骨不连,可达到有效、充分、稳定植骨,是治疗上肢骨干骨不连新型而有效的方法。

**关键词** 骨折,不愈合; 骨移植; 上肢; 骨科手术方法

**Treatment of non-union upper limb diaphysis with new bone-grafting method and memorably-compressive swan-like connector** FU Qingge, ZHANG Chuncai, WANG Jiailin, XU Shuogui, GAO Tangcheng, WAN Min, WANG Guanjun. Department of Orthopaedics, the Changhai Affiliated Hospital of the Second Military Medical University, Shanghai 200433, China

**Abstract Objective:** To study clinical effects of a new bone-grafting method combined with memorably-compressive swan-like connector in the treatment of non-union of upper limb diaphysis. **Methods:** Ninety-three (107 pieces) patients with bony non-union of humerus, ulna, radius and clavicle were reviewed in the present study. Self-iliac graft or allograft were implanted under the special environment provided by swan-like memorably-compressive connector (SMC). Several bone-grafting methods such as splinting, seeding and boring, combined with packing and padding were performed. If necessary, the grafting bone was also put between the fracture ends so as to accelerate bone healing and avoid bone shortness and defect. This new method was applied to 50 pieces of humerus, 28 ulna and radius, 14 ulna, 11 radius, 4 clavicle. The patients exercised early and took X-ray examination periodically after operation. **Results:** All the patients were followed up for an average of 2.25 years. The period of bone re-union ranged from 2.5 to 6.0 months, with an average of 3.8 months. The patients with non-union fractures were healed with lamellar bone without any complications such as osteomyelitis and joint stiffness, and the joint function was satisfactory. **Conclusion:** This graft implantation combined with SMC is efficient, sufficient and stable, indicating that it will be a new effective method to treat non-union of upper limb diaphysis.

**Key words** Fractures, ununited; Bone transplantation; Upper extremity; Orthopaedics operative methods

骨不连是骨折的常见并发症,治疗的方法多种多样,植骨内固定是最常见的一种治疗手段。目前临床上治疗骨不连常用的植骨大多是在钢板、髓内钉固定下进行,而内固定器械本身条件的限制决定

了其难以为植骨提供良好的环境,从而影响了骨折愈合。1990 年以来,采用新型植骨方法结合天鹅型记忆接骨器<sup>[1]</sup>内固定治疗上肢骨干骨不连 93 例共计 107 根,取得了良好效果,现报告如下。

### 1 资料和方法

**1.1 一般资料** 本组 93 例,其中男 60 例,女 33 例;

年龄 10~80 岁,平均 37.6 岁。所有病例均有手术史,其中 87 例为外院治疗后发生骨不连前来就诊,6 例为本院治疗后发生骨不连。骨不连部位:肱骨 50 根,尺桡骨 28 根,尺骨 14 根,桡骨 11 根,4 根锁骨。本次手术距受伤时间最短为 5 个月,最长 7 年。就诊前 72 例已行 1~5 次手术,平均 1.7 次。

**1.2 材料** 植骨材料以患者自体髂骨为主,部分病例根据术中植骨的需要辅以同种异体骨植骨(山西省医用组织库生产)。内固定材料采用长海医院张春才教授发明设计的天鹅型记忆接骨器(swan-like memorably-compressive connector,SMC),该器依管状骨的解剖与生物力学特点,以厚 1.5~2.5 mm 镍钛记忆合金(含镍 50%~53%,余为钛)的板材,制成由鹅体、鹅颈、鹅翼组成的 SMC<sup>[1]</sup>。

**1.3 手术及固定方法** 沿原手术瘢痕为切口,逐层切开,暴露骨不连端,骨折端间以瘢痕化的纤维连接为主,多数骨折端畸形明显,有不同程度的骨痂及硬化死骨形成,少数病例表现为萎缩型骨不连,断端可萎缩变细或基本保持原解剖形态。对大量骨痂形成者,宜用骨刀沿管状骨解剖形态进行修整(部分血供较好的骨痂可留作植骨材料,浸泡于庆大霉素生理盐水中备用),恢复原解剖形态,继之清除断端间连接的结缔组织及游离死骨,视情况决定清除断端硬化骨与否及其范围,以粗钻头钻通复原骨髓腔,至有新鲜血液流出。对一般无明显骨缺损或短缩者,可直接植入 SMC(骨缺损较大或去除硬化骨较多致患肢短缩时应酌情加垫植骨以尽量维持骨骼长度)。选择合适大小的 SMC,在 0~4℃ 冰水中塑变,分展鹅翼部,展距大于断骨直径,展平鹅颈部并架于鹅体部,将鹅体部的中点标志对准骨折处,植入 SMC。依鹅颈的鹅头钩所在水平处皮质骨钻孔并插入鹅头钩。喷注 40℃ 左右的温盐水使 SMC 弹性回缩。SMC 各部牢牢固定骨折端,完成初固定。

**1.4 植骨方法** 骨不连端清理完毕并以 SMC 完成初固定后,根据骨折端缺损或短缩的情况决定取自体髂骨植骨量,凿取适当大小的长条髂骨(带骨皮质)。若患者无合适或足够的自体髂骨,可酌情应用同种异体骨或从断端清理下来的血供较好的骨痂。自体髂骨或同种异体骨使用前浸泡于庆大霉素生理盐水中,避免长时间在手术灯光下照射。具体植骨方法有: 加垫植骨。适用于断端缺损明显或短缩者。采用大块全厚髂骨垫于骨折端之间(此时于髂骨块中央钻孔对准髓腔以利于髓腔贯通及血运重

建)或缺损的部位,以不引起周围软组织张力明显增高为度。 钻孔填塞。为避免过度短缩而不能彻底清除断端硬化骨时,可在清理成原管状骨解剖形态后在硬化骨端钻孔数个,直径 4 mm 左右,向通向髓腔的孔内填塞松质骨条。 夹板式植骨。完成 SMC 初固定后,冷却与撬展 SMC 两侧翼部,植入皮松质兼备的植骨条,使其跨越骨折线、松质骨贴于内面,温水复温使翼部弹性回缩,夹紧骨条,类似植骨“夹板”。 播种式植骨。以上步骤完成后,将剩余骨块修剪成宽约 1.5~2 mm 的火柴棒粗细,连同碎的骨松质,植于 SMC 加压枝之间、SMC 各部与骨折端间的空隙部及剩余的骨质缺损处。

**1.5 术后处理** 切口常规引流:多数在术后 24 h 拔除引流管,留置引流最长不超过 48 h。 制动:术后石膏托或塑料托固定患肢 2 周,因短缩重建长度或大块缺损行加垫植骨者,可酌情延长 1~2 周。 功能锻炼。术后 2 d 即进行患肢肌肉收缩锻炼。待创伤反应在 7~10 d 左右基本消退后,循序渐进行关节主动功能锻炼。 定期复查 X 线片,了解骨折愈合情况。

## 2 结果

夹板式、播种式、钻锁孔填塞及加垫植骨综合应用,治疗肱骨、尺桡骨、锁骨骨不连共 93 例 107 根,其中 37 例短缩明显者行加垫植骨以适当保持肢体长度。术后每月摄 X 线片观察骨愈合情况并指导患者行患肢功能锻炼,平均随访时间 2.25 年,植骨在术后 2.5~6.0 个月、平均 3.8 个月均全部融合,达到骨板样骨替代,无骨髓炎、骨不连、关节僵直等并发症的发生,功能恢复良好。

## 3 讨论

治疗骨折不愈合的目的是激发骨再生的过程。多数骨不连不仅需要稳定固定而且需要重新启动修复过程。植骨可引发或辅助成骨,方法包括自体骨或同种异体骨植骨,以及自体骨髓移植。从植骨的效果来说,移植骨具有力学和生物学的双重功能,在多数情况下两种功能密切相关<sup>[2]</sup>。移植骨生物学作用的发挥不但与自身性质有关,还取决于其周围环境,即是否有细胞响应其所发出的信号、在某种情况下是否能为其提供血液循环。移植骨所处部位的力学环境也是十分重要的,其受力学负荷的反应而改建。因此,成功的骨移植主要取决于自体骨的质量、植骨床血供、软组织覆盖情况以及植骨环境的稳定性。

受体对自体植骨或同种异体植骨、松质骨植骨或皮质骨植骨的生物学反应不同<sup>[2]</sup>。植骨后血运重建和植入骨整合的生物学过程不仅与植骨的方式(自体植骨或同种异体植骨)有关,并且与植骨的类型(松质骨植骨或皮质骨植骨)有关。研究业已证明,自体骨植骨的成骨潜能最大,较同种异体骨植骨能直接提供部分活的骨细胞,其中多数来自松质骨,细胞存活的时间较长<sup>[2,3]</sup>。故我们在植骨过程中强调取用含松质骨较多的新鲜自体髓骨,借助本文所述夹板式、播种式、钻孔填塞植骨及必要时的加垫植骨,综合利用骨皮质、松质,在骨不连端形成有效、良好的植骨环境。

以往植骨术多数重视并强调利用植骨的生物学特征,而忽略了植骨区机械固定的重要性。目前临床植骨常在钢板、髓内钉固定下进行,很难为植骨提供良好的机械环境,这种限制更多是体现在生物力学上的。Rossen<sup>[3]</sup>统计 405 例骨折不愈合或延迟愈合的患者,采用交锁髓内钉、钢板和外支架固定,治疗成功率在 91.4%,这已是临床报道较佳的治疗效果了。Vander<sup>[4]</sup>在动物实验研究的基础上提出,机械因素较之移植骨本身的特性更能影响移植骨与邻近宿主骨之间的结合率及结合速度。在动物模型中,当宿主-移植骨的界面紧密贴合,并以加压钢板牢固固定时,不论移植自体骨或同种骨、新鲜骨或冷冻骨,所有界面均能愈合。在固定稳定的条件下,若宿主骨与移植骨并未紧密接触,则并非所有界面均能愈合;若植骨部位不稳定,则几乎无愈合发生。由此可见植骨环境中整个结构的稳定性及移植骨与宿主骨之间的紧密接触是植骨成功的重要因素。

SMC 提供持骨功能的相关部分,形成对骨折端的三维多点轴向固定并持续不断加压,在对骨折端形成多平面立体固定的同时造成移植骨与骨折端间的紧密接触,为植骨提供了极佳的生物力学环境。许硕贵等<sup>[5]</sup>对肱骨型 SMC 固定肱骨的过程进行仿真模拟和三维有限元分析,认为 SMC 固定肱骨后所受应力主要为正应力,分布均匀,没有应力集中点,整个肱骨所受压力均匀分布,有利于骨折端的稳定并促进骨折愈合。接骨器的鹅颈-加压部、鹅翼-持骨部、鹅体-接骨部三者相互协调,固定骨产生全场分布的应力,起到抗弯、抗剪、抗旋、抗分离的作用。另外,持骨部多点位固定产生的应力场有利于植骨条块的固定与稳定,是钢板、髓内钉等内固定器

械所不具备的特点。

利用自体髓骨为主要的植骨来源,结合 SMC 提供持骨功能的相关部分,除了形成对骨折端的三维多点轴向固定、持续不断加压外,兼具提供骨不连端及周围植骨的良好环境,为骨不连端的加垫式植骨、跨越骨不连端的夹板式植骨、骨不连的间隙与硬化骨钻孔洞中的播种式植骨,提供了简便而有效的条件。钻孔式植骨至骨髓腔本身可诱发刺激局部骨组织分泌内源性 BMP<sup>[6]</sup>,作者在处理骨不连时,除了将骨折断端的瘢痕组织及部分硬化骨质咬除,疏通骨髓腔外,在两断端骨皮质上用骨钻钻孔到骨髓腔至有新鲜血液流出,并以自体髓骨骨质填塞,对植骨修复骨不连是一个重要步骤。

通过临床观察与总结,我们认为,新型植骨方法综合运用结合天鹅型记忆接骨器治疗上肢骨干骨不连,既充分利用了天鹅型记忆接骨器的生物力学因素,又为上述各种植骨方法提供了良好的植骨环境,两者有机结合,在植骨端有效固定的同时形成移植骨与宿主端间的紧密接触,能使移植骨发挥最佳的生物学效应,利于骨不连的愈合,从而取得良好的治疗效果。

#### 参考文献

- 1 张春才,许硕贵,王家林,等.上肢骨干天鹅记忆接骨器的设计与临床应用.第二军医大学学报,2001,22(10):939-942.
- 2 Joseph AB, Thomas AE, Sheldon RS 主编.陈启明,梁国穗,秦岭,等译.骨科基础科学:骨关节肌肉系统生物学和生物力学.第 2 版.北京:人民卫生出版社,2001.489-492.
- 3 Rossen H. Treatment of nonunion: General principles. In: Chapman MW. Operative Orthopaedics. 2nd Edit. Philadelphia: J. B. Lippincott, 1993. 243-245.
- 4 Vander GR. The effect of internal fixation on the healing of large allograft. J Bone Joint Surg (Am), 1994, 76A: 657-663.
- 5 许硕贵,张春才,苏佳灿,等.天鹅型记忆接骨器治疗肱骨骨折和骨不连的三维有限元分析.第二军医大学学报,2001,22(10):943-945.
- 6 王鹏程,张英泽,刘永谦,等.内源性骨形态发生蛋白在骨修复中的应用.中国矫形外科杂志,1999,6(5):348-350.

(收稿日期:2004-10-27 本文编辑:连智华)

## 讣告

我国中医骨伤专业创始人之一,国家有突出贡献专家,《中国骨伤》杂志编辑委员会顾问,福建省政协第五、六、七届委员,原福建中医学院党委委员、副院长、博士生导师、主任医师张安桢教授,因病医治无效,于 2005 年 10 月 11 日 10 时 25 分在福州逝世,享年 75 岁。