

可吸收人工骨粉修复跟骨粉碎性骨折

孙 辉, 臧学慧, 高立华, 谭永滔(南方医科大学附属南海医院, 广东省佛山市 528200)

文章亮点:

- 1 目前对 Sanders III型、IV型骨折手术治疗恢复破坏的跟骨距下关节面和跟骨形态, 以减少创伤性关节炎的发生已达成共识, 跟骨骨折治疗中植骨是一个普遍接受的观点, 但植何种骨、多少量却一直存在争议。
- 2 试验创新地在锁定钢板治疗粉碎性跟骨骨折手术过程中植入可吸收 Genex 人工骨粉, 发现可吸收人工骨粉诱导成骨强, 可塑性好, 将其与锁定钢板联合运用形成多维立体固定, 是治疗跟骨骨折的理想方法。

关键词:

生物材料; 骨生物材料; 跟骨骨折; Genex 人工合成骨; 骨移植; 骨缺损

主题词:

跟骨; 骨折; 骨移植

摘要

背景: 目前对 Sanders III型、IV型骨折手术治疗恢复破坏的跟骨距下关节面和跟骨形态, 以减少创伤性关节炎的发生已达成共识, 而对于跟骨骨折术中是否植骨一直是个有争议性的问题。

目的: 观察 Genex 人工合成骨填充材料及锁定钢板治疗粉碎性跟骨骨折的临床疗效。

方法: 回顾性分析 21 例 Sanders III型、IV型跟骨骨折患者的临床资料, 其中男 16 例, 女 5 例, 年龄 22-55 岁, 采用外侧“L”形入路, 跟骨骨折复位后将调好成面团样的 Genex 人工骨粉填塞缺损区, 再将外侧壁骨块复位, 将预弯好的锁定钢板置入。随访观察骨折愈合情况、Bolher 角及 Maryland 足部评分。

结果与结论: 21 例患者均获随访, 随访时间 8-16 个月, 骨折均愈合, 无移位、塌陷及排斥反应, 人工骨粉约 6 个月被降解, 1 年后完全被吸收, 并为新骨所取代; 按 Maryland 足部评分优良率达 86%, Bolher 角从治疗前的(5.30±3.35)°恢复至末次随访后的(24.30±1.06)°。结果表明 Genex 人工骨粉是一种完全吸收、可塑性好、支撑力强的生物材料, 能够充分填充骨缺损, 便于骨折复位、诱导成骨、促进骨折愈合。

孙辉, 臧学慧, 高立华, 谭永滔. 可吸收人工骨粉修复跟骨粉碎性骨折[J]. 中国组织工程研究, 2014, 18(39): 6375-6380.

Absorbable artificial bone for repair of comminuted calcaneal fractures

Sun Hui, Zang Xue-hui, Gao Li-hua, Tan Yong-tao (Nanhai Hospital, Southern Medical University, Foshan 528200, Guangdong Province, China)

Abstract

BACKGROUND: Currently, surgical treatment for Sanders III type, IV type fractures to restore damaged subtalar surface of the calcaneus and calcaneal shape, in order to reduce the incidence of traumatic arthritis has reached a consensus, and whether bone grafting is selected during surgery for calcaneal fractures has been a controversial issue.

OBJECTIVE: To observe the clinical effect of Genex synthetic bone transplants and locking plate on comminuted calcaneal fractures.

METHODS: Twenty-one cases of Sanders III type, IV type calcaneal fractures were retrospectively analyzed, including 16 males and 5 females, aged 22 to 55 years. After fracture reduction, a dough-like Genex bone graft was implanted into the defect region via lateral “L” shaped approach, and then the lateral wall of the bone was reset followed by internal fixation with the pre-curved locking plate. Follow-up observation was performed for fracture healing, Bolher angle and the Maryland Foot Score.

RESULTS AND CONCLUSION: Totally 21 patients were followed up for 8-16 months. The fractures were healed without displacement, collapse and rejection. The bone graft was degraded within 6 months and completed absorbed after 1 year. According to Maryland Foot Score, the excellent rate was up to 86%, and the Bolher angle was increased from an average preoperative (5.3±3.35)° to postoperative (24.3±1.06)°. Genex artificial bone meal is a biomaterial that can be completely absorbed, has good plasticity and strong supporting force, and it is able to fully fill bone defects, be easy to fracture reduction, induce bone formation, and promote fracture healing.

Subject headings: calcaneus; fractures, bone; bone transplantation

Sun H, Zang XH, Gao LH, Tan YT. Absorbable artificial bone for repair of comminuted calcaneal fractures. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu. 2014;18(39):6375-6380.

孙辉, 男, 1974 年生, 河北省遵化市人, 汉族, 硕士, 副主任医师, 主要从事创伤、关节外科研究。

doi:10.3969/j.issn.2095-4344.

2014.39.025

[http://www.crter.org]

中图分类号:R318

文献标识码:B

文章编号:2095-4344

(2014)39-06375-06

稿件接受:2014-08-19

Sun Hui, Master, Associate chief physician, Nanhai Hospital, Southern Medical University, Foshan 528200, Guangdong Province, China

Accepted: 2014-08-19

0 引言 Introduction

跟骨是人体最大承重骨^[1], 其结构形态对人体行走功能尤为重要。跟骨骨折约占全身骨折的2%, 大多数由于高处坠落时足部着地, 足跟遭受撞击所致, 多数为粉碎性压缩性骨折, 60%–75%的跟骨骨折患者有关节内损伤^[2], 在保守或手术复位跟骨Gissane角、Bohler角, 以及跟骨体轴长度、高度、宽度和距下关节面的解剖关系时, 常伴有不同程度的骨缺损, 给治疗带来极大困难。

过去常采用手法整复加石膏外固定或骨圆针撬拨复位等方法治疗跟骨骨折。由于跟骨为海绵状松质骨, 克氏针对海绵状骨质的把持力相当有限, 而且支撑强度不足, 经常发生骨折再移位及克氏针的滑脱、弯曲甚至断裂, 达不到很好维持复位的作用, 目前已基本被淘汰。手法复位效果多不理想, 常无法恢复跟骨力学结构, 在治疗后期多出现疼痛、畸形、关节僵硬及晚期创伤性关节炎的发生。

目前对Sanders III型、IV型骨折采取手术治疗方法恢复破坏的跟骨距下关节面和跟骨形态, 以减少创伤性关节炎的发生已达成共识, 而对于跟骨骨折术中采用何种材料植骨一直是个有争议性的问题。有的学者认为跟骨本身为松质骨, 血运丰富, 骨折容易愈合, 且靠锁定钢板螺钉足够支撑维持复位, 故无植骨必要。有学者认为植骨对关节面起到一个物理支撑作用, 同时能刺激骨折愈合。循证医学研究表明对于跟骨关节内骨折, 植骨可以更好地维持Bohler角和骨折位置, 对于术后早期负重有利, 但在功能恢复方面并无明显差异^[3]。目前跟骨骨折治疗中植骨是一个普遍接受的观点, 但植何种骨却一直存在争议。目前临床上骨缺损的修复材料种类较多, 常用的填充材料有自体骨、异体骨及人工合成材料。相比之下生物相容性好、疗效确切的仍是自体骨移植。自体骨具有诱导成骨作用且无免疫排斥反应, 安全性高, 是理想的骨移植材料, 尤其是自体髂骨的效果最为可靠^[4]。然而自体骨一方面存在数量来源有限, 另一方面还给患者增加额外创伤, 有时还导致供区并发症, 同时自体骨移植后8–12周需限制负重。目前公认理想的骨移植替代物应该具备以下条件: 良好的生物相容性; 局部形成微酸性生物环境; 利于血管和成骨细胞长入; 完全生物降解; 兼具骨生成性、骨传导性和骨诱导性^[5]。

2011年12月至2013年5月南方医科大学附属南海医院采用切开复位Genex人工骨粉植入联合锁定钢板治疗粉碎性跟骨骨折21例, 课题通过对Sanders III型、IV型骨折切开复位, 恢复破坏的跟骨距下关节面和跟骨形态, 对跟骨缺损空腔采用Genex人工骨粉植入并联合锁定钢板支撑维持复位, 对影响疗效的因素进行分析, 总结Genex人工骨粉植入的技术要点。

1 对象和方法 Subjects and methods

设计: 回顾性病例分析。

时间及地点: 于2011年12月至2013年5月在南方医科大学附属南海医院关节外科完成。

对象: 本组纳入21例, 其中男16例, 女5例, 年龄22–55(37.0±7.2)岁, 术前常规X射线检查跟骨侧位及轴位片及三维CT。按Sanders分型^[6], III型17足, IV型4足; 所有患者均无严重的全身系统疾病。

诊断标准: 所有病例均经X射线、三维CT确诊为跟骨骨折。

纳入标准: ①影像学资料X射线、CT符合跟骨骨折Sanders III型、IV型者。②治疗前辅助检查无明显手术禁忌证者。③对治疗及试验方案知情同意, 且得到医院伦理委员会批准者。

排除标准: ①胸腔、腹腔脏器损伤及病理性骨折患者。②一般情况较差, 不能够耐受手术者。③开放性跟骨骨折者。④可能影响患足功能的合并损伤者。

材料: ①Genex是一种全新的人工合成骨填充材料, 为β-磷酸三钙/α-半水硫酸钙复合物, 其组织容性好, 具有良好的诱导成骨作用, 降解速度与新生骨匹配, 早期强度接近皮质骨^[7]。由英国Biocomposites Ltd生产, 进口产品注册标准YZB/ENG5096-2008, 注册号: 国食药监械(进)字2009第3460137号; 规格: 5 mL粉剂/900-005、105 mL粉剂/900-010。②AO跟骨锁定钢板是自锁性接骨板, 其设计符合跟骨解剖及生物力学要求: 较薄易折弯, 与跟骨贴附性好, 该系统最明显的特点是其自锁螺钉可以防止由于骨质疏松、骨缺损导致的脱钉及骨折再移位。

方法: 患者侧卧位, 取外侧“L”形切口, 切口起始于外踝尖上2 cm, 在跟腱前方平行于跟腱方向向下, 至足底时弧形转向前方, 在足背外侧正常皮肤与增厚的跖底皮肤交界处, 与腓肠肌腱平行, 显露跟骰关节, 呈弧形向背侧延伸^[8]。全层切开皮肤及皮下组织, 用刀沿骨膜下向上锐性剥离, 显露跟距及跟骰关节, 用三四根2 mm克氏钉钉入距骨下缘牵开皮瓣, 撬开破裂的跟骨外侧壁, 显露跟距关节面和跟骰关节面, 直视下复位跟距和跟骰关节面, 用3.5 mm克氏钉钉入跟骨结节撬拨, 恢复Bohler角、Gissane角及跟骨长度, 矫正内外翻, 再用多枚2 mm的克氏针交叉临时固定。用生理盐水冲洗骨缺损区, 吸引干净, 明胶海绵填塞缺损关节面区, 将调好成面团样的人工骨用干纱布由外向内填塞缺损区, 再将外侧壁骨块复位; 将预弯好的锁定钢板置于跟骨外侧, 拧紧螺钉。留置负压引流, 缝合软组织瓣, 轻松包扎。

术后处理: 常规药物辅助治疗, 消肿、活血。抬高患肢, 术后二三天拔出引流管, 术后7 d后即行不负重功能锻炼, 术后3个月根据骨折愈合情况部分负重或完全负重。

主要观察指标: 术后3个月进行随访, 其后每3个月随访1次。随访内容: 复查跟骨侧位、轴位X射线片, 测量Bolher角并观察人工骨粉的降解情况。根据Maryland足部评分标准评价足部功能^[9], 优: 90–100分, 无疼痛, 行走正常,

恢复原来工作；良：75-89分，行走基本正常，可有轻微的行走痛，但恢复原来工作；可：50-74分，跟骨畸形复杂，足底有骨赘和足垫且损伤严重，有较明显行走痛及轻微跛行，体力劳动者需改变工种；差：<50分，术后感染，骨缺损，关节僵直。

2 结果 Results

2.1 参与者数量分析 21例患者均进入结果分析，无脱落。

2.2 随访情况及X射线观察结果 21例均获随访，随访时间8-16(12.0±2.3)个月，骨折均愈合，无移位、塌陷及排斥反应，足外观基本正常，1例发生切口皮缘坏死，清创后钢板外露，取出钢板，Genex人工合成骨填充材料未取出，行VSD负压引流，创面逐渐愈合后出院，出院后定期门诊复查，观察12个月无感染，人工骨粉约6个月被降解，1年后完全被吸收，并为新骨所取代，Maryland足部评分为74分。

2.3 Maryland足部评分与Bolher角 末次随访显示，优14例，良4例，可3例，优良率达86%；Bolher角从治疗前的0°-13°(5.30±3.35)°恢复至末次随访的21°-25°(24.30±1.06)°。

2.4 材料宿主反应 21例患者均无炎性或排异现象发生。

2.5 典型病例分析 34岁男性右跟骨粉碎性骨折，伤后平片见跟骨粉碎性骨折(图1A)；CT示SandersIII型骨折(图1B)；术中复位后见跟骨骨质明显缺损，将Genex人工骨粉(10 mL粉剂)适度搅拌，在使用Genex骨粉时注意植入时机的把握，最佳状态为调好成面团样。倘若调得太稀，则外侧壁骨块复位时造成植骨材料的溢出；倘若固化后植骨，则不利于提高填充效果理想，容易导致导致骨粉破碎。再将外侧壁骨块复位后将预弯好的锁定钢板内固定。复查X射线片见骨折复位良好，人工骨植骨区域与周围骨组织界限明显(图1C)。

出院后定期门诊复查，人工骨粉约6个月被降解，10个月后完全被吸收，并为新骨所取代。末次随访Maryland足部评分95分。

3 讨论 Discussion

3.1 跟骨骨折特殊性 跟骨为海绵状松质骨，除跟骨结节外跟骨周围皮质均很薄弱，跟骨组成内、外纵弓的后臂，承担全足质量约50%(穿平底鞋)^[10]，其在维持足弓的形态中起重要作用，其结构复杂、相关关节多，又是人体承重最重的骨骼，骨折后恢复其解剖形态尤为重要^[11]。而跟骨骨折多为高能量损伤，通常跟骨后关节面下方关节面受累并伴有不同程度骨缺损，恢复跟骨后关节面凸面与距骨凹面的相交错，在生物学上具有极高的重要性。此外随着跟骨内骨小梁压缩及跟距关节面的损坏，即使术中使关节面解剖复位，往往残留一个大的骨缺损区，因此治疗相当困难。

过去常采用手法整复、石膏外固定或骨圆针撬拨复位等治疗方法，效果多不理想，常无法恢复力学结构，后期多出现疼痛、畸形、关节僵硬及晚期创伤性关节炎的发生。目前对SandersIII型、IV型骨折手术治疗恢复破坏的跟骨距下关节面和跟骨形态，以减少创伤性关节炎的发生已达成共识，跟骨骨折治疗中植骨是一个普遍接受的观点，但植何种骨、多少量却一直存在争议。另一个困扰骨科医生的难题是由于跟骨软组织覆盖少，血液循环差，术后局部皮肤坏死、感染较多^[12]。用薄而贴服的内固定可有效降低术后皮肤坏死概率。AO跟骨锁定钢板其设计符合跟骨解剖及生物力学要求：较薄易折弯，与跟骨贴附性好，其自锁螺钉可以防止由于骨质疏松、骨缺损导致的脱钉及骨折再移位；能提供良好的支撑及牢靠的固定，术后允许早期功能锻炼，有利于关节功能的恢复。而采用传统的跟骨钢板，由于螺钉在松质骨中不具有锁定作用，在应力和肌肉张力下容易产生复位丢失、内植物松动等并发症。本组1例发生切口皮缘坏死，发生率5%(1/21)，经清创后钢板外露，取出钢板后行VSD负压引流，创面逐渐愈合。

3.2 跟骨骨折骨缺损处理 SandersIII型、IV型骨折为粉碎性压缩性骨，折伴有不同程度骨缺损，在恢复Bolher角、Gissane角及跟骨的高度、长度和宽度中，常规需要撬拨恢复关节的正常解剖位，将导致在压缩严重的区域出现较大的跟骨缺损空腔，骨缺损体积可达到7-15 cm³。Sander^[13]不主张植骨，认为正常骨缺损部位正是骨质稀疏部位，留下的间隙无需植骨。Leung等^[14]认为植骨是必要的，大的死腔如不填充，将出现术后感染和关节面塌陷的潜在危险^[11]。负重关节骨折重建的原则包括解剖复位和关节内骨折的坚强固定，以及冠状、矢状和水平运动轴的准确恢复。近年来的研究认为，通过骨移植能够对塌陷的跟骨距下关节面及跟骨形态起到支撑作用^[15-16]。另外，植骨还具有骨传导及骨诱导作用，可防止术后跟骨体塌陷及骨不愈合，应常规植骨。争论的焦点是骨折术后的稳定性问题。目前认为跟骨缺损区采用植骨支撑，可以增加复位后关节面的稳定性，其支架作用可以促进骨质愈合^[17]，同时其堵塞作用可以减少骨折端的渗血。

常用的填充材料有自体骨、异体骨及人工合成材料，以往常采用自体骨移植，其生物相容性好、无免疫排斥反应，富于生长因子而易于成骨等优点，在骨折愈合方面有着天然优势^[17-19]，是理想的骨移植材料，是骨移植的“金标准”，尤其是自体髂骨的效果最为可靠^[20]。然而自体骨一方面数量来源有限，另一方面因增加手术额外创伤、手术时间延长、增加出血，有时还导致供区感染、疼痛、麻木等并发症^[21]，多数患者拒绝取自体骨。同种异体骨的移植其移植愈合过程主要依靠骨传导实现成骨，同时骨诱导亦发挥部分作用，而灭菌、降低抗原性、保存同种异体骨的生物学和生物力学特性是确保同种异体骨移植成功的必要措施。研究表明同种异体骨在移植后具有免疫原性，

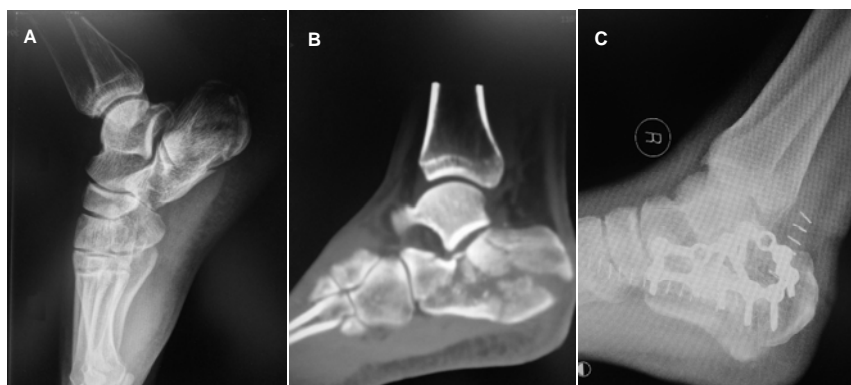


图 1 男性右跟骨粉碎性骨折 Genex 人工合成骨填充材料及锁定钢板治疗前后的影像学图片

Figure 1 Imaging observation of a male patient with right comminuted calcaneal fracture before and after Genex bone graft and internal fixation with locking plate

图注: 图中 A 为治疗前 X 射线片, 显示 Bolher 角测量 0°, 跟骨粉碎性骨折; B 为治疗前 CT 片, 提示 Sanders IV 型骨折; C 为治疗后 3 个月复查 X 射线, 显示骨折复位良好, Genebone 与周围组织有明显界限。

跟骨骨折患者 21 例临床资料:

病例序号	性别	年龄	Sanders 分型	随访时间	治疗前 Bolher 角	末次随访 Bolher 角	末次随访 Maryland 足部评分	不良反应
1	男	38岁	III型	9个月	8°	25°	优	无
2	男	36岁	III型	12个月	6°	25°	良	无
3	男	32岁	III型	12个月	6°	25°	优	无
4	女	42岁	III型	14个月	7°	25°	优	无
5	男	32岁	IV型	12个月	8°	25°	良	无
6	女	22岁	IV型	16个月	0°	21°	可	切口皮缘坏死
7	男	38岁	III型	10个月	9°	25°	优	无
8	女	55岁	III型	14个月	3°	23°	优	无
9	男	43岁	III型	12个月	7°	25°	优	无
10	男	41岁	IV型	12个月	5°	24°	良	无
11	男	40岁	III型	12个月	0°	25°	优	无
12	男	40岁	III型	10个月	9°	24°	优	无
13	男	28岁	III型	8个月	13°	23°	良	无
14	女	38岁	IV型	10个月	0°	23°	优	无
15	男	50岁	III型	10个月	5°	25°	优	无
16	男	36岁	III型	16个月	6°	25°	优	无
17	男	31岁	III型	12个月	2°	25°	优	无
18	男	33岁	III型	9个月	5°	24°	可	无
19	男	33岁	III型	15个月	4°	25°	优	无
20	男	34岁	III型	13个月	2°	24°	优	无
21	男	35岁	III型	14个月	7°	25°	可	无

表现局部肿胀、创面局部渗液^[22]。而跟骨骨折切开复位内固定术后者尤其担心切口问题。此外同种异体骨有潜在的传染源隐患, 后期骨质吸收可产生囊变。以上影响同种异体骨在临床中的应用。

对于人工合成材料, 传统的聚甲基丙烯酸甲酯骨水泥来源广泛, 可任意塑型, 但在体内无法吸收, 导致髓腔血

液循环不通, 髓腔内压增高, 容易导致继发性骨坏死和疼痛; 此外其生物相容性低, 硬度高, 无生物活性, 固化时放热^[23-24], 其并发症发生率较低, 但一旦发生会导致严重后果, 目前已很少被应用于骨缺损治疗。随着生物医学材料研究的进步, 植骨材料的种类越来越多, 目前国内外主要集中在磷酸钙骨水泥、硫酸钙骨水泥、生物活性玻璃及

其他新型材料的研究。磷酸钙骨水泥是由一种或多种磷酸钙固相粉末与液相均匀混合, 在生理条件下可自固化、具有优良生物相容性和骨传导性的无机骨修复材料^[25-26], 其可任意塑形, 生物相容性好, 无聚合放热效应, 具有良好的骨传导能力, 可与多种有机材料复合, 作为支架材料应用于临床已取得良好效果, 主要用于填充骨缺损、椎体成形等。近几年临床研究观察到磷酸钙骨水泥强化后的椎体, 术后塌陷有相当高的发生率^[27-30]。磷酸钙骨水泥虽与骨界面之间存在降解和骨长入, 但材料降解仍过于缓慢, 不能和骨长入过程同步, 其降解速度慢、脆性大、孔隙率低、柔韧性不足而限制了应用。磷酸钙类(羟基磷灰石、磷酸钙骨水泥、磷酸三钙及 β -磷酸三钙等)、硫酸钙、丝素蛋白及壳聚糖等材料是广泛应用的骨替代材料, 可不同程度整合至人宿主骨, 但此类材料仅具有优异的骨传导能力, 而无骨诱导性且形成的新骨量不可预测, 因此单独使用仅可用于修复小型骨缺损。

Genex是一种全新的人工合成骨填充材料(β -磷酸三钙/ α -半水硫酸钙复合物), 在治疗骨质疏松性椎体压缩骨折方面取得良好效果^[31-32]。它具有独特的Zeta电位控制(ZPCTM)技术和优化的微孔结构, 是通过激发自身细胞活性来诱导并增加蛋白质和骨生长因子吸附的骨填充材料, 从而加速新骨生成。它具体有以下特点: ①可注射、可塑形, 操作时间为6-9 min, 15-20 min完全固化, 固化后的强度为松质骨的3倍, 能够早期提供强有力支撑作用。②由两种无机钙合成, 具备了两者各自的特点: 完全生物兼容, 安全无排异。③模拟人体松质骨微孔结构, 激发自身蛋白的吸附, 为骨生长提供天然环境, 具有骨诱导能力。④可在10-12个月完全可吸收。⑤冷凝固, 不产热, 对周边组织无损伤。通过本研究发现, Genex人工骨粉能够适应缺损区的不同形态, 完全无缝填充, 早期符合架拱桥的原理, 避免了自体骨及异体骨不能提供全面支撑。通过凝固的人工合成骨填充材料, 作为整体跨越了跟骨中柱载荷薄弱区, 保证了对短缩跟骨的前后支持和压缩塌陷跟骨的上下支撑, 极大提高了跟骨的抗塌陷和抗前后短缩的能力, 有效提高了手术效果和质量。骨粉凝固后与锁定螺钉咬合固定, 使固定螺钉有了较好的支撑点, 后期诱导成骨替代, 完全吸收, 是种新型的理想骨缺损填充材料。本组21例均获随访, 按Maryland足部评分优良率达86%, 证实Genex人工骨粉是一种完全吸收、可塑性好、支撑力强的生物材料, 能够充分填充骨缺损, 便于骨折复位、诱导成骨、促进愈合, 临床疗效满意。它在人体内以不同的速度被吸收降解, 硫酸钙降解比较快, 为新骨的生产提供大量大钙离子, 并在二三个月吸收, 磷酸钙虽然成骨作用较差, 但在体内降解比较缓慢, 6-8个月被降解, 在空腔内骨生长没有完全骨化前可以起到支撑作用。

3.3 手术注意事项 ①全层切开, 整体锐性剥离, 尽量不使用电刀, 缩短手术时间, 本组1例发生切口皮缘坏死, 却

导致内固定物取出不良后果, 分析原因在于术中软组织保护不佳, 未能整体锐性剥离。后期重视软组织保护后皮肤愈合良好。②克氏针撬拨、恢复Bohler角、Gissane角及跟骨长度, 使相邻关节面平整, 跟距关节的解剖复位、足中部相对于足前部的准确复位, 以利于关节的早期功能锻炼。③对于较大骨缺损, 将人工骨粉搅拌成面团样填充缺损区, 用干纱布挤压表面, 避免残留空隙; 对于较小、腔隙较深的骨缺损给予直接注入。在注入前应注意将缺损区域的松质骨压紧, 使骨折空腔扩大到最大同时减少渗血; 生理盐水彻底冲洗骨折空腔, 吸引干净, 干纱布压迫骨缺损区, 尽可能取出蘸干各腔隙内残余液体, 有利于提高填充效果理想, 缩短等待凝固时间。④关节面缺损区采用明胶海绵堵塞, 同时必须将外侧皮质骨块予以复位, 防止人工骨粉后期渗出导致切口渗液、愈合延迟等并发症。⑤锁定钢板固定时, 需在植入骨粉凝固前将螺钉拧入。避免骨粉凝固后拧入, 导致骨粉破碎, 失去支撑把持力量。⑥锁定钢板螺钉呈多角度分布把持力强, 可以抗剪切力抗旋转作用。研究发现, 锁定钢板较普通钢板能提供更好的稳定性、承载率和抗形变能力^[33], 结合螺钉与人工骨粉的固定, 起到坚强的把持力。

可吸收人工骨粉是一种不产生毒性和热量, 诱导成骨强, 可塑性好, 完全吸收的合成骨填充材料, 将其与锁定钢板联合运用, 形成多维立体固定, 是治疗跟骨骨折的理想方法。

致谢: 感谢南方医科大学附属南海医院关节外科对于课题实施提供的帮助。

作者贡献: 孙辉负责临床操作, 臧学慧、高立华、谭永滔负责病例资料的整理。

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。

医生资质: 临床实验参研人员均为高年资医师, 具有从事创伤及关节外科领域工作的经验。

学术术语: Genex-是一种全新的人工合成骨填充材料, 为 β -磷酸三钙/ α -半水硫酸钙复合物, 其组织相容性好, 具有良好的诱导成骨作用, 降解速度与新生骨匹配, 早期强度接近皮质骨。

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。

4 参考文献 References

- [1] 赵磊, 王黎明, 王钢锐, 等. 经皮微创空心螺钉内固定治疗跟骨骨折[J]. 临床骨科杂志, 2009, 12(3): 298-299.
- [2] Buchholz RW, Hechman JD, Court-Brown C. Rockwood and Green's fractures in Adults. Philadelphia, USA: Lippincott Williams & Wilkins / Wolters Kluwer Health Inc, 2006: 1877-1885.

- [3] 赵宏谋,杨云峰,俞光.植骨与不植骨切开复位内固定治疗跟骨关节内骨折的比较研究[J].中华创伤骨科杂志,2011,13(8):725-729.
- [4] Jones CB,Mayo KA.Nonunion Treatment: iliac crest bone graft techniques.J Orthop Trauma. 2005;19(10 Suppl):S11-13.
- [5] 刘鹏,赵建华,范伟力,等.骨移替代物医用硫酸钙初步临床应用[J].中国修复重建外科杂志,2006,20(11):1066-1069.
- [6] Sanders R,Fortin P,Di Pasquale T,et al.Operative treatment in 120 displaced intraarticular calcaneal fractures.Results using a prognostic computed tomography scan classification.Clin Orthop Relat Res.1993;(290):87-95.
- [7] 占蓓蕾,叶舟.Genex椎体成形在胸腰椎爆裂性骨折治疗中的意义[J].中国骨伤杂志,2011,24(3):223-226.
- [8] 唐纳德A.威斯.骨折[M].李正维译.沈阳:辽宁科学技术出版社,2005:585-602.
- [9] 蒋协远,王大伟.骨科临床疗效评价标准[M].北京:人民卫生出版社,2007:241-243.
- [10] 高士濂.实用解剖图谱:下肢分册[M].上海:上海科学技术出版社,1985:303.
- [11] Simon RR.急诊骨科学[M].肖德明主译.北京:人民卫生出版社,2004:214-218.
- [12] 高成堂,张春才,张庆宏.跟骨关节内骨折内固定手术并发症分析[J].中华骨科杂志,2005,25(1):41-44.
- [13] Sanders R.Displaced intra-articular fractures of the calcaneus.J Bone Joint Surg Am.2000;82(2):225-250.
- [14] Leung KS,Yuen KM,Chan WS.Operative treatment of displaced intra-articular fractures of the calcaneum. Medium-term results.J Bone Joint Surg Br.1993;75(2):196-201.
- [15] Chan S,Ip FK.Open reduction and internal fixation for displaced intra-articular fractures of the OS calcis. Injury. 1995; 26(2):111-115.
- [16] 李文壮,蔡湘波,白卫东.AO跟骨7钢板治疗Sander IV型跟骨骨折[J].中华创伤骨科杂志,2004,6(11):41-45.
- [17] 赵宏谋,杨云峰,俞光.植骨与不植骨切开复位内固定治疗跟骨关节内骨折的比较研究[J].中华创伤骨科杂志,2011,13(8):725-729.
- [18] 赖爱宁,王朝阳,梁再跃,等.髂骨块在跟骨严重骨折手术中的应用[J].中国矫形外科杂志,2008,16(10):784-786.
- [19] 周磊,闫景龙,胡春杰.聚磷酸钙纤维/磷酸钙骨水泥/微小颗粒骨修复骨缺损的实验研究[J].中国骨与关节损伤杂志,2007,22(12):1002-1005.
- [20] Pache G,Krauss B,Strohm P,et al.Dual-energy CT virtual noncalcium technique: detecting posttraumatic bone marrow lesions--feasibility study.Radiology.2010; 256(2):617-624.
- [21] Laurencin C,Khan Y,El-Amin SF.Bone graft substitutes.Expert Rev Med Devices.2006; 3(1):49-57.
- [22] Leone Jr WA,Naughton M,Gratto-Cox G,et al.The effect of preoperative planning and impaction grafting surgical technique on intraoperative and postoperative complication rate for femoral revision patients with moderate to severe bone loss:mean 4.7-year results.J Arthroplasty. 2008;23:383-394.
- [23] Belkof SM,Molloy S.Temperature measurement during polymerization of polymethylmethacrylate cement used for vertebroplasty. Spine(Phila Pa 1976).2003;28:1555-1559.
- [24] Deramond H,Wright NT,Belkof SM.Temperature elevation caused by bone cement polymerization during vertebroplasty. Bone. 1999;25:17S-21S.
- [25] Espanol M,Perez RA,Montufar EB,et al.Intrinsic porosity of calcium phosphate cements and its significance for drug delivery and tissue engineering applications.Acta Biomater. 2009;5(7):2752-2762.
- [26] Nezafati N,Moztarzadeh F,Hesarak S,et al.Synergistically reinforcement of a self-setting calcium phosphate cement with bioactive glass fibers.Ceram Int.2011;37(3):927-934.
- [27] 姜星杰,吴小涛,张绍东,等.硫酸钙骨水泥降解成骨性能的实验研究[J].中华创伤骨科杂志,2007,9(8):717-720.
- [28] Ryu KS,Shim JH,Heo HY,et al.Therapeutic efficacy of injectable calcium phosphate cement in osteoporotic vertebral compression fractures: prospective nonrandomized controlled study at 6-month follow -up.World Neurosurg. 2010;73:408-411.
- [29] Piazzolla A,De Giorgi G,Solarino G.Vertebra body recollapse without trauma after kyphoplasty with calcium phosphate cement.Musculoskelet Surg.2011;95:141-145.
- [30] Gioia G,Mandelli D,Gogue R.Treatment of typical amyelic somatic fractures with kyphoplasty and calcium phosphate cement: a critical analysis.Eur Spine J.2012;21 Suppl 1: S108-S111.
- [31] 占蓓蕾,叶舟.Genex椎体成形在胸腰椎爆裂性骨折治疗中的意义[J].中国骨伤杂志,2011,24(3):223-226.
- [32] 杨惠光,张云庆,刘勇,等.Genex骨水泥结合短节段椎弓根内固定治疗骨质疏松性骨折伴真空征[J].实用骨科杂志,2012,18(7):583-586.
- [33] 陈雁西,梅炯,刘新成,等.跟骨锁定钢板治疗跟骨关节内粉碎性骨折的疗效分析[J].中华创伤骨科杂志,2008,10(12):1121-1125.