

doi: 10.13241/j.cnki.pmb.2017.14.039

LCP 结合自体髂骨联合 RBX 植骨治疗非感染萎缩型 肱骨干骨不连的体会 *

王陶然 袁 志[△] 李 岩 孟国林 李小亮

范书勇 强 毅 郝 赋 刘圣凯 王 凯 龙 江 强 磊

(第四军医大学西京医院 陕西 西安 710032)

摘要 目的: 探讨锁定加压钢板 (Locked compression plate, LCP) 结合自体髂骨联合重组异种骨 (recombinant bone xenograft, RBX) 植骨治疗非感染萎缩型肱骨干骨不连的疗效及相关体会。**方法:** 于 2009 年 2 月 -2015 年 9 月期间,应用 LCP 结合自体髂骨联合 RBX 植骨治疗了 15 例非感染萎缩型肱骨干骨不连。**结果:** 本组获随访 9-29 个月,骨不连均获得愈合。肩关节功能优良率 86.7%,肘关节功能优良率 100%。**结论:** 依据本组研究及相关文献报道,LCP 结合自体髂骨植骨联合 RBX 植骨可提高骨不连愈合率。

关键词: 肱骨干骨折;骨不连;锁定加压钢板;骨移植

中图分类号:R683 文献标识码:A 文章编号:1673-6273(2017)14-2757-05

The Efficacies and Experience of LCP combined with ICBG and RBX in the Treatment of Non-infective Atrophic Humeral Shaft Nonunion*

WANG Tao-ran, YUAN Zhi[△], LI Yan, MENG Guo-lin, LI Xiao-liang,

FAN Shu-yong, QIANG Yi, HAO Fu, LIU Sheng-kai, WANG Kai, LONG Jiang, QIANG Lei

(Department of trauma orthopaedics, The Fourth Military Medical University, Xi'an, Shaanxi, 710032, China)

ABSTRACT Objective: To discuss the efficacies of locked compression plate(LCP) combined with iliac crest bone graft(ICBG) and recombinant bone xenograft(RBX) in the treatment of non-infective atrophic humeral shaft nonunion, and take the experience at the same time. **Methods:** 15 patients suffered with non-infective atrophic humeral shaft nonunion are treated with LCP combine with ICBG and RBX in our institution from February 1, 2009 until September 1, 2015. **Results:** The follow-up time of these 15 patients was 9-29 months. The total rate of fracture reunion rate was 100%. The excellent and good rate of shoulder function is 86.7%, the excellent and good rate of elbow function is 100%. **Conclusion:** According to the study and related literatures, LCP combine with ICBG and RBX is an effective method to improve the union rate of non-infective atrophic humeral shaft nonunion.

Key words: Humerus shaft; Fractures nonunion; Locked compression plate; Bone transplantation

Chinese Library Classification(CLC): R683 **Document code:** A

Article ID: 1673-6273(2017)14-2757-05

前言

肱骨干骨折占长骨骨折的 5%。虽然有许多治疗方式例如非手术治疗、钢板治疗、髓内钉治疗等,其仍然有较高的骨不连发生率,非手术治疗肱骨干骨折的骨不连发生率可达 10%,手术治疗肱骨干骨折的骨不连发生率可达到 8-15%^[1, 2, 4, 20, 26-28]。导致不愈合的原因有:最初伤情严重,横向骨折类型,骨折部分分离,对于合并软组织嵌入及不稳定骨折进行非手术治疗,患者烟酒嗜好、合并其他内科疾病等。肱骨干骨不连会影响到个人卫生、穿衣、简单日常生活劳动等,对于年长患者,严重者可能会使生活无法自理。肱骨干骨不连的病人因长期疼痛、功能受限,其脆弱心理对于外科医生也是一种挑战。公认的治疗肱骨干骨不连的方法是钢板合并骨移植,钢板治疗的平均愈合时间为 4.5

月^[15]。但肱骨因其剪切力、旋转应力巨大等特点,加上首次手术干预,使得肱骨干骨不连翻修手术困难重重,其中萎缩型骨不连治疗难度更大。锁定加压钢板(Locked compression plate, LCP)具有加压及锁定两种效果,已有较广泛应用,自体髂骨移植(ilic crest bone graft, ICBG)依然被认为是金标准,重组异种骨(recombinant bone xenograft, RBX)则已证明有效,在后续讨论中都将深入探讨。我们自 2009 年 2 月 -2015 年 9 月应用锁定加压钢板结合自体髂骨联合 RBX 植骨治疗了 15 例非感染性萎缩型肱骨干骨不连,现回顾性分析此组患者资料,探讨其治疗结果,并讨论治疗体会及进行相关文献回顾。

1 资料与方法

1.1 一般资料

* 基金项目:陕西省科技助推项目(2014KTCG01-11)

作者简介:王陶然(1991-),硕士研究生,研究方向:四肢骨关节的创伤与修复,电话:18792549179, E-mail: 723801134@qq.com

[△] 通讯作者:袁志,硕士生导师, E-mail: xjilinyz@fmmn.edu.cn

(收稿日期:2016-05-03 接受日期:2016-06-06)

我们自 2009 年 2 月 -2015 年 9 月收治了 15 例非感染性萎缩型肱骨干骨不连,均应用锁定加压钢板结合自体髂骨联合 RBX 植骨进行治疗。其中男 9 例,女 6 例;年龄 27-63 岁,平均 39.2 岁。术前体温正常,局部无皮肤红肿、热痛等炎性表现,术前血常规、CRP 及血沉等实验室检查未见感染征象。术中细菌培养结果均为阴性,排除感染性骨不连。术前平片可见骨折断端硬化萎缩,术中可见硬化骨,确诊为萎缩性骨不连。患者均为单侧骨折。骨折部位:肱骨上 1/3 段 1 例,中 1/3 段 9 例,下 1/3 段 5 例。骨折类型:横断形骨折 3 例,斜形 2 例,粉碎性 10 例;致伤原因:车祸伤 9 例,摔伤 5 例,打击伤 1 例。合并桡神经损伤 4 例;骨折后手术次数:经历一次手术 10 例,经历两次手术 3 例,经历三次手术 2 例(经历两侧、三次手术患者均为钢板内固定治疗);钢板固定后骨折端硬化缺损、骨质硬化、吸收,骨折端成角畸形 8 例,钢板加钢丝捆扎骨不连 5 例,髓内钉固定骨折端吸收 2 例。原髓内钉固定的 2 位患者均为顺行入路。钢板固定 13 位患者中,行前外侧入路 10 例,后侧入路 3 例。

1.2 骨不连的诊断

骨折术后超 9 个月,骨折处有异常活动,有局部压痛或纵向叩击痛,肢体功能受限。X 线显示骨折断端间隙明显,局部硬化,髓腔封闭,连续 3 月内的影像学资料显示无骨生长迹象。

1.3 手术方法

取出原有内固定物,探查松解并保护桡神经,清除硬化骨,打通髓腔,修理残端使之呈“台阶状”增加断端接触面积,LCP 钢板固定,取自体髂骨板在钢板对侧行结构性植骨,将剩余松质骨块与 RBX 混合后植入间隙,充分植骨。术后应用贴胸固定

吊带固定患肢 3 个月,在手术医师指导下行患肢肩、肘关节被动功能锻炼。每个月复查 X 线片,了解骨折处骨痂生长情况,直至骨愈合。

1.4 观察指标

骨愈合时间(从手术日至骨不连区域形成双层皮质愈合的时间),肩、肘功能(Mayo 肘部功能评分^[6]和 Neer 肩关节评分^[7])、肩、肘关节功能(肩关节功能分别为矢状面前屈、矢状面后伸、冠状面外展度数,肘关节功能为屈曲伸直运动弧度数)及相关并发症(如手术切口延期愈合、感染、桡神经症状、内固定松动失效等)。

2 结果

本组获随访 9-29 个月,平均 13.6 个月。骨不连均获治愈,愈合时间 4-10 个月,平均 5.7 个月。无感染、内固定物松动、断裂、移位,无骨折复位丢失。5 例有桡神经损伤症状,其中 1 例为术后新发桡神经症状,其在术后 5 个月内均恢复。有 3 例患者手术切口延期愈合,伤口出现少量渗液,经清创,局部加强换药护理后愈合,其余患者手术切口愈合良好。本组患者均未出现锁定钢板及螺钉松动、断钉等并发症。肩关节功能:矢状面前屈平均 165° (105° -180°);矢状面后伸平均 30° (20° -45°);冠状面外展平均 160° (105° -180°)。肘关节功能:运动弧平均 80° (60° -120°)。Neer 肩关节功能评定结果:优(>90 分)10 例,良(80-89 分)3 例,其余(<79 分)2 例,优良率 86.7%。Mayo 肘关节功能评定结果:优(>90 分)11 例,良(75-89 分)4 例,其余(<74 分)为 0,优良率 100%。



图 1 (1)(2)左侧肱骨干首次翻修术后 1 年骨不连;(3)(4)患者再次翻修术后 7 月内固定失效并骨不连;(5)(6)我院给予患者第三次翻修术后 2 天;(7)(8)患者第三次翻修术后 2 年恢复良好

Fig.1 (1)(2) Fracture nonunion of left humeral shaft, 1 year after the first surgical revision; (3)(4) Fracture nonunion and internal fixation failure, 7 months after the second surgical revision; (5)(6) 2 days after the third surgical revision in our hospital; (7)(8) fracture union, 2 years after the third surgical revision



图 2 (1)-(4)患者术后 2 年功能状态; (1)抱头动作,解释患者肩、肘关节功能良好;(2)(3)肘关节屈曲伸直,解释患者功能良好;(4)肩关节上举,解释患者肩关节功能良好,但左肱骨存在 2 cm 短缩

Fig.2 (1)-(4) The function of elbow and shoulder after 2 years; (1) Hands laced behind head, explain the good function of elbow and shoulder; (2)(3) Elbow flexion and extend, explain the good function of elbow; (4) Arm rise up, explain the good function of shoulder, but exist 2 cm shorting.

3 讨论

3.1 肱骨干骨不连原因分析

越来越高的骨不连发生率除了来源于开放骨折、高能量损伤、骨缺损及软组织嵌顿这些原发因素外,我们必须重视如扩大骨折切开复位的手术适应症、过分剥离骨膜及软组织周围血运等医源性因素^[1]。形成骨不连的危险因素因骨折部位的不同而不同。然而总的来说,生物学因素(比如患者年龄、骨折血供破坏,吸烟,营养状况不佳,其他医学并发症)和机械因素(比如固定不充分,骨折类型和移位)都可以导致骨不连^[3,4]。然而,骨折断端不良的生物学因素及力学稳定性被视为更重要的原因^[3],术中钢丝捆扎等血运破坏愈发重视。一般认为,肱骨的滋养动脉由肱动脉发出,于中下段进入肱骨,该处骨折易破坏血供,加上手术时的骨膜剥离及血运破坏,骨不连发生率较高。另有文献^[9,24]称,对于非手术治疗肱骨干骨折,近端骨干相对于中部、远端骨干来说,骨不连几率更大,可能与三角肌和胸大肌的

形变力量,肱二头肌及肌腱嵌入骨折处以及近端肱骨骨折部分使用现有的功能支具制动较困难有关。骨不连病理分型(Judet 分类法)^[25]:肥大型,营养不良型(硬化型)和萎缩型。

3.2 术前评估

术前应当回顾完整病程、尤其是评估现在或先前感染的症状。我们详细进行了四肢的体格检查、完整实验室检查及必要时术中骨不连处取出物培养,以完全明确感染情况。无法解释的贫血或者恶病质预示着患者营养缺乏,可视为相对手术禁忌症,在术前必须得到纠正。血清蛋白或白蛋白水平可以评估患者的全身营养状况,术前调整恢复正常。

需要提及的是,对于年长患者,典型的骨质疏松或药源性疾病可能使得麻醉和手术无法顺利进行,且对患肢功能要求不高,这时不得不考虑非手术治疗。如果只是有较小的不适症状,可以使用轻型矫正器来提供稳定性并且得到一定的功能。在某些情况下(比如没有感染、骨缺损较小),非侵入性治疗,包括电刺激、超声波、体外电刺激治疗都可以得到不同的治疗效果。目

前的治疗方法中,还是手术获得的成功率更高。

3.3 锁定加压钢板的特点

手术的目的是得到稳定的内固定并进行早期活动。LCP 继承了动力加压接骨板和有限接触动力加压接骨板的优点,通过锁定原理进一步加强了内固定的稳定性^[1],同时还保留了动力加压的效果。锁定钢板可以将螺钉和钢板连为一体,以内支架模式固定,具有角稳定性,可为肱骨干骨折提供足够的稳定性。而 LCP 的加压孔还可使断端进行加压,从而进行断端刺激。尽管报道的有各式各样的治疗方式,包括交锁髓内钉,单边外固定架和环形外固定,文献推荐的治疗方式仍然是加压钢板并自体髂骨植骨,其获得的成功率最高^[20,21]。Padhye, K.P. 等^[22]对 35 位肱骨干骨不连患者,分别进行钢板、髓内钉、外固定架及腓骨瓣移植的研究,结果认为,锁定加压钢板的效果最好,尤其对于非感染病例。而外固定架可用于感染病例的临时固定,感染处理后仍更换为钢板内固定。腓骨瓣移植可以为骨质疏松等提供额外的支撑。

3.4 钢板的使用技巧

肱骨干骨不连的治疗原则仍是断端清理,合理固定,松质骨植骨^[7],这也是我们手术严格贯彻执行的。此次我们以前外侧入路和后侧入路为主。Livani B 等^[8]建议使用前外侧入路,Al-lende, C. 等人^[17]也建议对于中段及近端的肱骨干骨不连采用前外侧入路。前外侧入路时可以向近端或远端延长,适用于中段或近端肱骨干骨不连。在肱骨干近端的骨不连时使用前外侧入路,稍将钢板弯曲再插入可以保护三角肌,从而可以妥当的放置在三角肌内,二头肌腱外侧。为了保留三头肌力量以及功能,我们更倾向于使用这种方式。总的来说,前外侧入路在必要时可以进行三头肌的插入,可避免过多的功能破坏。另外,前外侧入路还易于在骨的张力侧放置钢板,其对于存在内翻畸形患者尤为重要,从骨不连处近端到远端连续拧入皮质螺钉,来获得加压效果,合理使用锁定螺钉又增加了稳定性。对于远端或中部干部骨不连,必须在在肱肌和肱桡肌间识别并保护桡神经,如果有桡神经被包裹的瘢痕组织中,还可以行神经松解术。在萎缩型骨不连中,需暴露骨不连处,并进行断端清理致健康有活性的骨^[17]。我们在骨不连处将所有可疑的坏死组织进行了彻底清除,且封闭的髓腔进行再通,以改善断端循环血运,其也是骨诱导细胞的重要来源。为了使骨折畸形复位及骨折断端的对位更加容易,我们进行了充分的切开和松解,而且进行必要的短缩,制造“台阶”来获得骨折断端的充分接触;3-4 cm 以内的长度短缩不会有太明显的功能影响。当短缩大于 4 cm 时在功能或美观角度上,都会有影响,就必须进行其他治疗缺损的方式。

我们认为,后侧入路对于偏远端肱骨干骨不连很有用,Al-lende, C. 等^[17]对于远端肱骨干骨不连病例中也使用了后侧入路。后侧入路可以用于怀疑有桡神经卡压的病例中,而且还可以在长度不够的情况下向鹰嘴窝上方打入 3 或 4 枚螺钉。另外,后侧入路还可以使用 2 个钢板,沿着内侧或外侧放入来增强固定效果。有两项研究支持使用垂直双钢板,其在之前使用钢板存在骨折端微动的基础上,额外跨越骨折端放置一块钢板^[9,10]。放置第二块钢板对于下面这些情况尤其适用:对于肱骨近端干部骨不连的案例,其近端骨折块不易固定及存在穿透孟肱

关节的风险;对于远端干部骨不连,远端骨折块较小不易固定,且存在骨质条件差等。Rubel 等人^[10]在其两列骨不连病例中分别使用单或双加压钢板进行固定,注意到在愈合率以及功能结果上并没有显著差别。其总的愈合率为 92%,平均时间为 4.8 月。Prasarn 等人^[9]治疗了 19 位老年患者(平均 70 岁),其均是近端干部骨不连。在 11 位患者使用了双钢板,将近端干骺端充分固定。其在平均 15.2 周获得骨愈合而且都没有再次手术。

对于存在两个斜行平面可使用一个跨越骨不连区域的拉力螺钉来达到加压效果。另外使用加压钢板也可以得到加压效果。在外侧或前外侧放置 4.5 mm 加压钢板,其交错孔可以让术者避免在单一长钢板上拧入螺钉。应注意最少使用 4 枚螺钉(8 层皮质),或如果使用坚固的拉力螺钉,也可拧入 3 枚螺钉(6 层皮质)。当然,8 层单皮质固定则更加牢固。尤其还需要注意钢板长度的选择。为了保证内固定物的平衡牢固,我们建议钢板的长度应当足够跨越骨折断端,并超过至少 2-3 倍的皮质周长,且骨折部的近端远端都应如此。如果 3.5 mm 钢板用在了肱骨干比较粗的患者上,那么最少进行骨折部近远端 8 层皮质进行固定,且需选用足够长的钢板,因为坚强的固定对于骨折愈合是非常重要的。在选用锁定螺钉时,还应避免应力遮挡的发生,我们建议对于骨折断端最近的两孔不行锁定固定。对于萎缩型、硬化型骨不连或其他生物学不活跃的情况下,使用自体髂骨移植或其他骨诱导技术是必要的。

3.5 植骨的必要性

肥大型的骨不连,是愈合旺盛但机械稳定性不足,或手术固定不牢靠的表现,单单建立机械稳定性断端加压固定即可以愈合。萎缩型骨不连,意味着断端血运破坏严重且机械稳定性不足,不仅需要机械稳定性和加压固定,常还需要断端清理保证活性骨之间有效接触^[23]及植骨才能愈合。植骨包括自体骨植骨,同种异体骨植骨,人工骨植骨以及重组组合异种骨植骨(RBX^[16])。本组研究使用的是自体髂骨联合 RBX 混合植骨。Flierl M A 等^[24]对 182 例骨不连患者进行研究,分为自体骨组、同种异体骨组、自体骨/同种异体骨联合组、rhBMP-2 组进行治疗。结果发现,自体骨移植组具有更快的愈合速度及更低的手术翻修率及新发感染率,所以研究认为,虽然存在不同的植骨方式,自体骨移植依然拥有更佳的安全性及有效性,是长骨骨不连的最佳选择。王志刚等^[16]通过对 255 例四肢长骨骨不连进行 RBX 与自体髂骨对比研究,发现两者骨愈合率无明显差异,认为 RBX 植骨治疗骨不连具有安全、生物相容性好,促进骨愈合疗效可靠的优点。刘建等^[7]已证实自体髂骨合并 RBX 联合植骨安全有效。

4 骨缺损

即使肥大型骨不连,如果存在较大骨缺损或单侧骨缺损,还是需要植骨。术中取髂骨植骨时,我们均取跨越骨折区域的髂骨板在内固定对侧进行结构性植骨,且其余的松质骨与 RBX 混合进行断端的充分植骨。Rosenbaum 等^[18]指出,内固定的强度比骨结构的重建效果更差,因此骨折复位后缺损明显但仍未行植骨术容易导致再次骨不连。Penzkofer 等^[19]通过实验表明,使用内固定时存在内侧骨缺损的牢固程度明显不及无内侧

骨缺损的牢固程度。

需要提及的是,当有较大范围的骨缺损,其有可能是最初严重伤情或为大范围清除的结果,需要更先进的治疗技术。对于只缺损 3-4 cm 以内可以进行精确短缩和钢板固定。对于更大的骨缺损,应当考虑其他重建技术,其包括带血管蒂的腓骨移植桥接,皮松质自体骨移植、肱骨同种异体骨,或使用外固定架的骨搬运^[12-14]。每种方式都需要清除所有失活组织,再通髓腔,稳定固定时进行植骨干预,在两侧相交位置上进行自体松质骨移植。

5 总结

肱骨干骨不连的发生对于患者日常学习生活及心理影响巨大,骨不连的发生常为多因素所致,其治愈常需要再次手术。对于肱骨干骨不连,治疗原则是断端清理,合理固定,松质骨植骨,推荐的治疗方式仍然是加压钢板并自体髂骨植骨。骨不连的发生往往与内固定稳定性不佳有关,特别对于萎缩型骨不连,治疗时需要选择足够长度钢板,足够数量螺钉,进行断端加压牢固固定,并取髂骨行压力侧结构性植骨及断端充分植骨。使用锁定螺钉时还应避免应力遮挡。

参考文献(References)

- [1] Singh A K, Arun G R, Narsaria N, et al. Treatment of non-union of humerus diaphyseal fractures: a prospective study comparing interlocking nail and locking compression plate [J]. Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery, 2014, 134(7): 947-953
- [2] Bhatt H, Varghese B, Phillips H, et al. Results of non-union of humerus treated with retrograde humeral nail[J]. European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology, 2015, 25(4): 671-676
- [3] Willis M P, Brooks J P, Badman B L, et al. Treatment of atrophic diaphyseal humeral nonunions with compressive locked plating and augmented with an intramedullary strut allograft[J]. J Orthop Trauma, 2013, 27(2): 77-81
- [4] Jupiter J B, von Deck M. Ununited humeral diaphyses [J]. J Shoulder Elbow Surg, 1998, 7(6): 644-653
- [5] Carofino B C, Leopold S S. Classifications in brief: the Neer classification for proximal humerus fractures [J]. Clin Orthop Relat Res, 2013, 471(1): 39-43
- [6] Brown S A, Doolittle D A, Bohanon C J, et al. Quadrilateral space syndrome: the Mayo Clinic experience with a new classification system and case series[J]. Mayo Clin Proc, 2015, 90(3): 382-394
- [7] 刘建, 王志刚, 孟国林, 等. 肱骨骨不连的原因分析及治疗 [J]. 中华创伤骨科杂志, 2004, 6(4): 395-399
Liu Jian, Wang Zhi-gang, Meng Guo-lin, et al. Causes and treatment of humerus bone nonunion [J]. Chin J Orthop Trauma, 2004, 6(4): 395-399
- [8] Livani B, Belangero W, Medina G, et al. Anterior plating as a surgical alternative in the treatment of humeral shaft non-union [J]. International Orthopaedics, 2010, 34(7): 1025-1031
- [9] Prasarn M L, Achor T, Paul O, et al. Management of nonunions of the proximal humeral diaphysis[J]. Injury, 2010, 41(12): 1244-1248
- [10] Rubel I F, Kloen P, Campbell D, et al. Open reduction and internal fixation of humeral nonunions: a biomechanical and clinical study[J]. J Bone Joint Surg Am, 2002, 84-A(8): 1315-1322
- [11] 周强, 李颖, 谢凌寒. 锁定加压钢板内固定结合自体髂骨植骨治疗肱骨干骨折术后无细菌性骨不连 [J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2012, (05): 456-457
Zhou Qiang, Li Ying, Xie Ling-han. The un-infective humeral nonunion after operation treated with Locked Compression plate combined iliac bone graft [J]. Chin H Bone Joint Injury, 2012, (05): 456-457
- [12] Patel V R, Menon D K, Pool R D, et al. Nonunion of the humerus after failure of surgical treatment. Management using the Ilizarov circular fixator[J]. J Bone Joint Surg Br, 2000, 82(7): 977-983
- [13] Ackerman G, Jupiter J B. Non-union of fractures of the distal end of the humerus[J]. J Bone Joint Surg Am, 1988, 70(1): 75-83
- [14] Toros T. Reconstruction of humeral diaphyseal non-unions with vascularized fibular graft [J]. Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica, 2012, 46(3): 149-153
- [15] Bernard D D R, Peter R, Hoffmeyer P. Uninfected nonunion of the humeral diaphyses: review of 21 patients treated with shingling, compression plate, and autologous bone graft [J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2010, 96(2): 139-146
- [16] 王志刚, 刘建, 孟国林, 等. 重组异种骨植骨治疗四肢长骨骨不连的疗效观察[J]. 中华骨科杂志, 2008, 28(3): 202-206
Wang Zhi-gang, Liu Jian, Meng Guo-lin, et al. Comparison between the efficacy of recombinant bone xenograft and auto-ilium in the treatment of long bone fracture non-union[J]. Chin J Orthop, 2008, 28(3): 202-206
- [17] Allende C, Paz A, Altube G, et al. Revision with plates of humeral nonunions secondary to failed intramedullary nailing[J]. International Orthopaedics, 2014, 38(4): 899-903
- [18] Rosenbaum A, Uhl R. Nonunion of humeral shaft fractures following flexible nailing fixation[J]. Orthopedics, 2012, 35(6): 512-515
- [19] Penzkofer R, Maier M, Nolte A, et al. Influence of intramedullary nail diameter and locking mode on the stability of tibial shaft fracture fixation[J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2009, 129(4): 525-531
- [20] Marti R K, Verheyen C C, Besselaar P P. Humeral shaft nonunion: evaluation of uniform surgical repair in fifty-one patients[J]. J Orthop Trauma, 2002, 16(2): 108-115
- [21] Rubel I F, Kloen P, Campbell D, et al. Open reduction and internal fixation of humeral nonunions: a biomechanical and clinical study[J]. J Bone Joint Surg Am, 2002, 84-A(8): 1315-1322
- [22] Padhye K P, Kulkarni V S, Kulkarni G S, et al. Plating, nailing, external fixation, and fibular strut grafting for non-union of humeral shaft fractures[J]. J Orthop Surg (Hong Kong), 2013, 21(3): 327-331
- [23] Flierl M A, Smith W R, Mauffrey C, et al. Outcomes and complication rates of different bone grafting modalities in long bone fracture nonunions: a retrospective cohort study in 182 patients [J]. J Orthop Surg Res, 2013, 8: 33
- [24] Ring D, Chin K, Taghinia A H, et al. Nonunion after functional brace treatment of diaphyseal humerus fractures [J]. J Trauma, 2007, 62(5): 1157-1158
- [25] Frolke J P, Patka P. Definition and classification of fracture non-unions[J]. Injury, 2007, 38(Suppl 2): S19-S22 (下转第 2750 页)

参 考 文 献(References)

- [1] Kiss G, Claret A, Desbordes J, et al. Thoracic epidural anaesthesia for awake thoracic surgery in severely dyspnoic patients excluded from general anaesthesia[J]. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*, 2014, 19(5): 816-823
- [2] Gu CY, Zhang J, Qian YN, et al. Effects of epidural anesthesia and postoperative epidural analgesia on immune function in esophageal carcinoma patients undergoing thoracic surgery [J]. *Mol Clin Oncol*, 2015, 3(1): 190-196
- [3] 罗红霞, 蔡翼, 彭强, 等. 硬膜外复合全身麻醉对开胸手术患者麻醉苏醒期苏醒质量和应激状态的影响 [J]. *现代生物医学进展*, 2016, 16(19): 3738-3740
- Luo Hong-xia, Cai Yi, Peng Qiang, et al. Effect of Epidural Combined with General Anesthesia on Quality and Stress State in Recovery Period of Anesthesia in Patients Undergoing Open Thoracic Surgery [J]. *Progress in Modern Biomedicine*, 2016, 16(19): 3738-3740
- [4] Jakobsen CJ. High thoracic epidural in cardiac anesthesia: a review[J]. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth*, 2015, 19(1): 38-48
- [5] 宋晓阳, 王焱林, 凌娜佳, 等. 不同麻醉和镇痛方式对开胸手术患者红细胞糖代谢限速酶的影响研究[J]. *现代生物医学进展*, 2010, 10(20): 3880-3882
- Song Xiao-yang, Wang Yan-lin, Ling Na-jia, et al. Patients undergoing esophagectomy surgery: effects of different anesthetics and analgesics on their rate-limiting enzyme of sugar metabolism in erythrocytes [J]. *Progress in Modern Biomedicine*, 2010, 10(20): 3880-3882
- [6] Mehta N, Dar MR, Sharma S, et al. Thoracic combined spinal epidural anesthesia for laparoscopic cholecystectomy: A feasibility study [J]. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol*, 2016, 32(2): 224-248.
- [7] Liu J, Cui F, Li S, et al. Nonintubated video-assisted thoracoscopic surgery under epidural anesthesia compared with conventional anesthetic option: a randomized control study [J]. *Surg Innov*, 2015, 22(2): 123-130
- [8] Iwata Y, Hamai Y, Koyama T. Anesthetic management of nonintubated video-assisted thoracoscopic surgery using epidural anesthesia and dexmedetomidine in three patients with severe respiratory dysfunction[J]. *J Anesth*, 2016, 30(2): 324-327
- [9] Siniscalchi A, Gamberini L, Laici C, et al. Thoracic epidural anesthesia: Effects on splanchnic circulation and implications in Anesthesia and Intensive care [J]. *World J Crit Care Med*, 2015, 4(1): 89-104
- [10] Kuroda K, Miyoshi H, Kato T, et al. Factors related to accidental dural puncture in epidural anesthesia patients[J]. *J Clin Anesth*, 2015, 27(8): 665-667
- [11] Zawar BP, Mehta Y, Juneja R, et al. Nonanalgesic benefits of combined thoracic epidural analgesia with general anesthesia in high risk elderly off pump coronary artery bypass patients [J]. *Ann Card Anaesth*, 2015, 18(3): 385-391
- [12] Alagoz A, Sazak H, Tunc M, et al. Teaching practices of thoracic epidural catheterizations in different grade of anesthesia residents[J]. *Braz J Anesthesiol*, 2016, 66(1): 1-6
- [13] Drummond JC, Krane EJ, Tomatsu S, et al. Paraplegia after epidural-general anesthesia in a Morquio patient with moderate thoracic spinal stenosis[J]. *Can J Anaesth*, 2015, 62(1): 45-49
- [14] Misiółek H, Karpe J, Copik M, et al. Ipsilateral shoulder pain after thoracic surgery procedures under general and regional anesthesia - a retrospective observational study[J]. *Kardiochir Torakochirurgia Pol*, 2014, 11(1): 44-47
- [15] Monaco F, Biselli C, Landoni G, et al. Thoracic epidural anesthesia improves early outcome in patients undergoing cardiac surgery for mitral regurgitation: a propensity-matched study [J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2013, 27(3): 445-450
- [16] Twardowski P, Owczuk R, Wujtewicz MA, et al. The influence of epidural anesthesia on the electrical activity of heart atria [J]. *Kardiochir Torakochirurgia Pol*, 2014, 11(2): 156-161
- [17] Hammady A, Abdelgalil W, Rashed E, et al. Upper urinary tract retroperitoneoscopic surgery under epidural anesthesia: Shifting towards outpatient treatment[J]. *Scand J Urol*, 2015, 49(2): 181-184
- [18] Ulutas M, Secer M, Taskapilioglu O, et al. General versus epidural anesthesia for lumbar microdiscectomy [J]. *J Clin Neurosci*, 2015, 22(8): 1309-1313
- [19] 崔剑, 吴艳, 陈志美, 等. 不同麻醉方式对老年开胸手术患者术后早期苏醒质量及应激反应的影响[J]. *临床麻醉学杂志*, 2011, 27(2): 142-144
- Cui Jian, Wu Yan, Chen Zhi-mei, et al. Influence of different anesthesia methods on early awaking quality and stress response to elder patients undergoing thoracic surgery [J]. *J Clin Anesthesiol*, 2011, 27(2): 142-144
- [20] 陈晓云, 吴新云. 硬膜外阻滞对胸科手术患者血液流变学及凝血功能的影响[J]. *中华麻醉学杂志*, 2004, 24(6): 410-414
- Chen Xiao-yun, Wu Xin-yun. Effect of thoracic epidural anesthesia and PCEA on blood coagulation and hemorheology in patients undergoing major thoracic surgery [J]. *Chin J Anesthesiol*, 2004, 24(6): 410-414

(上接第 2761 页)

- [26] Ayoub M A, Khalil A E, Seleem O A. Distal humerus fractures nonunion with elbow stiffness in working adults: Can triple tension band technique and Lambda Plate ((R)) be a standby solution?[J]. *J Orthop Sci*, 2016, 21(2): 147-153
- [27] Safoury Y A, Atteya M R. Treatment of post-infection nonunion of the supracondylar humerus with Ilizarov external fixator [J]. *J Shoulder Elbow Surg*, 2011, 20(6): 873-879
- [28] Kiran M, Jee R. Ilizarov's method for treatment of nonunion of diaphyseal fractures of the humerus [J]. *Indian J Orthop*, 2010, 44(4): 444-447