

桥接组合式内固定系统与数字化定制钢板治疗复杂四肢骨折的临床疗效

温 洋, 沈 师, 张喜海, 卓乃强[△]

(西南医科大学附属医院骨与关节外科, 四川泸州 646000)

[摘要] **目的** 比较桥接组合式内固定系统(BCFS)与数字化定制钢板(DCSP)治疗复杂四肢骨折的临床疗效。**方法** 选择该院自 2012 年 10 月至 2015 年 10 月采用 BCFS 与 DCSP 治疗的复杂四肢骨折患者 47 例, 其中 26 例患者采用 BCFS 治疗(BCFS 组), 21 例采用 DCSP 治疗(DCSP 组)。对两种治疗方式在手术时间、术中失血量、住院时间、骨折愈合时间、术后并发症、肢体功能评价进行比较。**结果** 两组患者获得 6~15 个月随访, 平均(13.57±1.37)个月。在手术时间、术中失血量方面 DCSP 组优于 BCFS 组, 差异有统计学意义($P<0.05$)。BCFS 组的骨折愈合时间明显短于 DCSP 组, 差异有统计学意义($P<0.05$)。两组患者的住院时间、术后并发症、肢体功能评价比较, 差异无统计学意义($P>0.05$)。**结论** BCFS 与 DCSP 治疗复杂四肢骨折均能取得良好的临床疗效, 但 BCFS 治疗骨折愈合时间更短。

[关键词] 复杂四肢骨折; 桥接组合式内固定系统; 数字化定制钢板; 内固定

[中图分类号] R683.4 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-8348(2018)14-1908-04

Clinical curative effect of bridge combined internal fixation system and digital customized steel plate for treating complex extremity fracture

WEN Yang, SHEN Shi, ZHANG Xihai, ZHUO Naiqiang[△]

(Department of Orthopedics, Affiliated Hospital of Southwest Medical University, Luzhou, Sichuan 646000, China)

[Abstract] **Objective** To compare the clinical curative effect of bridge combined internal fixation system (BCFS) and digital customized steel plate(DCSP) for treating complex extremity fracture. **Methods** Forty-seven cases of complex extremity fracture in this hospital from October 2012 to October 2015 were treated by BCFS and DCSP, among them, 26 cases adopted BCFS(BCFS group) and 21 cases were treated by DCSP(DCSP group). Then the operation time, intraoperative blood loss volume, hospitalization time, healing time of fracture, postoperative complications and function evaluation of limbs were compared between the two groups. **Results** The two group were followed up for 6-15 months with an average of(13.57±1.37)months. The DCSP group was better than the BCFS group in the aspects of operation time and intraoperative blood loss volume, the difference was statistically significant($P<0.05$). The fracture healing time in the BCFS group was significantly shorter than that in the DCSP group, the difference was statistically significant($P<0.05$). The hospitalization time, postoperative complications and function evaluation of limbs had no statistical differences between the two groups($P>0.05$). **Conclusion** Both BCFS and DCSP can acquire good clinical curative effect in the treatment of complex extremity fracture, however BCFS has a shorter healing time of fracture.

[Key words] complex extremity fracture; bridge combined internal fixation system; digital customized steel plate; internal fixation

交通运输业、建筑业的快速发展,使复杂四肢骨折变得越来越常见。根据骨折后病理形态,复杂骨折可以分为严重粉碎骨折、多段粉碎骨折、畸形骨骼的骨折病人。传统内固定(钉板系统、髓内钉)在治疗复杂四肢骨折时因其自身缺陷导致应用受限^[1-2]。桥接组合式内固定系统(bridge combined internal fixation system, BCFS)简称桥接系统,是一种集三维固定、跳跃固定于一体的新型内固定系统;数字化定制钢板(digital customized steel plate, DCSP)简称定制钢板,

是个性化针对骨折类型,提供精确的个性化固定^[3]。本院 2012 年 10 月至 2015 年 10 月应用 BCFS(天津威曼)及 DCSP(常州华森)治疗复杂四肢骨折患者 47 例,取得良好的临床疗效,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择本院 2012 年 7 月至 2016 年 7 月应用 BCFS 与 DCSP 治疗的复杂四肢骨折患者 47 例,根据内固定方式不同,将 47 例患者分为 BCFS、DCSP 两组,两组患者一般资料,见表 1。合并肋骨骨

表 1 两组患者一般资料比较

组别	年龄(岁)	性别(n)		骨折 AO 分型(n)				致伤原因(n)		
		男	女	B3	C1	C2	C3	交通伤	高坠伤	其他
BCFS 组	39.30	14	12	7	6	4	9	14	7	5
DCSP 组	42.80	12	9	5	5	6	5	13	6	2
χ^2/Z		0.051		-3.773				-1.914		
P		0.821		0.001				0.056		

表 2 两组患者手术时间及术中出血量等比较($\bar{x}\pm s$)

组别	n	手术时间(min)	术中出血量(mL)	住院时间(d)	骨折愈合时间(周)
BCFS 组	26	118.73±12.90	76.19±11.58	7.85±1.87	12.88±1.76
DCSP 组	21	107.71±9.89	67.86±10.18	7.57±1.54	15.62±2.67
t/t'		3.220	2.590	0.542	-4.036
P		0.002	0.013	0.591	0.001

表 3 两组患者肢体功能评价及并发症比较[n(%)]

组别	n	优	良	一般	差	优良率	并发症
BCFS 组	26	22(84.62)	3(11.54)	1(3.85)	0	25(96.15)	3(11.54)
DCSP 组	21	18(85.71)	2(9.52)	1(4.76)	0	20(95.24)	2(9.52)

折或创伤性湿肺的,肺功能保护及训练后,一周后手术。开放性骨折的经损伤控制性手术(damage control surgery,DCS),予以清创后外支架固定,根据创面情况更换内固定。合并骨盆骨折以骨牵引临时固定或外支架固定。受伤与内固定手术间隔 1~7 d,平均约 4.00 d。不同组别选择内固定及手术方式均与患者及家属签署手术知情同意书,并经过医院伦理委员会审查通过。

1.2 方法

1.2.1 器械组成 BCFS 主要由固定棒、连接块和螺钉组成。固定棒通过螺钉和固定块锁定之后,BCFS 就构成一个稳定的整体^[4]。DCSP 术前需进行数据采集、数据传输、加工成型。

1.2.2 手术方法 根据病情严重程度和受伤部位选择全身麻醉、腰硬联合麻醉或臂丛麻醉,肢体气囊止血带止血。复位时尽量使用闭合复位技术;C1、C3 型等闭合复位困难的可采用有限切开,直视下复位骨折块,恢复骨折力线及长度,避免损伤骨折周围血供。(1)BCFS 组:采用 BCFS 治疗,复位良好后,确定固定棒及块的型号、数量,塑性固定棒,组装棒、块后整体经小切口插入行桥接固定,确定置钉方向后,钻孔、测深、置入锁定螺钉。(2)DCSP 组:采用 DCSP 治疗,复位良好后,置入过程与常规锁定钢板类似。不同的是,DCSP 可按照术前三维重建模拟手术进行操作,精确选择切口。

1.2.3 术后处理 术后予以营养支持,切口定期更换敷料;术后第 2 天即进行患肢肌肉等长收缩训练,术后 3 d 镇痛情况下行关节主、被动锻炼。

1.2.4 术后随访及疗效指标观察 术后随访主要通过电话及门诊复查等形式进行随访,将两种内固定方式的手术时间、术中出血量、住院时间、骨折愈合时间、术后并发症、末次随访肢体功能评价进行比较。肢体功能评价采用长管状骨愈合评定标准^[5]:分为优、良、一般、差。

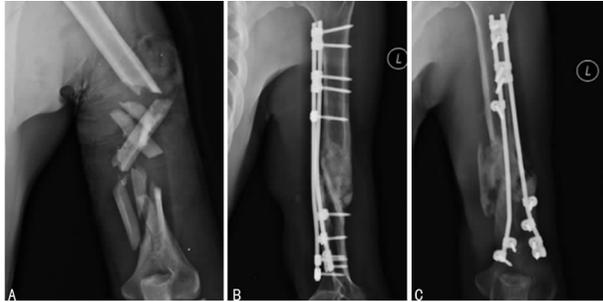
1.3 统计学处理 数据采用 SPSS19.0 软件进行处理分析,计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,组间比较采用 t 检验,等级资料应用秩和检验;计数资料以率表示,组间比较采用 χ^2 检验,以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 两组患者疗效比较 两组患者随访时间 6~15 个月,平均(13.57±1.37)个月,在手术时间、术中失血量方面 DCSP 组优于 BCFS 组,差异有统计学意义($P<0.05$);BCFS 的骨折愈合时间比 DCSP 组短,差异有统计学意义($P<0.05$);两组的住院时间、术后并发症、末次随访肢体功能评价比较,差异无统计学意义($P>0.05$),见表 2、3。

2.2 典型病例 患者 1,男,34 岁,交通伤致左肱骨中下段开放性骨折,急诊行清创+骨折复位外支架固定,2 周后行 BCFS 内固定治疗粉碎性肱骨干骨折,疗效满意。患者受伤当时及术后 18 周 X 线片,见图 1。患者 2,女,44 岁,10 年前陈旧性骨折畸形愈合致胫骨力线不正,摔伤后出现再骨折,3 d 后行 BCFS 内固定治疗畸形胫骨骨折,取得很好的疗效。患者 BCFS 内固定治疗手术前后 X 线片,见图 2。患者 3,男,40 岁,因交通伤致右股骨多段骨折,骨牵引固定 7 d,然后行 DCSP 治疗股骨多段骨折,取得很好的疗效。患者

DCSP 内固定治疗手术前后 X 线片,见图 3。患者 4,男,45 岁,因高坠伤致右尺桡骨粉碎性骨折,石膏固定 7 d,然后行 DCSP 治疗桡骨多段骨折,取得很好的疗效。患者 DCSP 内固定治疗手术前后 X 线片,见图 4。



A:受伤当时;B:术后 18 周侧位片;C:术后 18 周正位片

图 1 患者 1 BCFS 内固定治疗手术前后 X 线片



A,B:受伤当时侧、正位片;C,D:术后侧、正位片

图 2 患者 2 BCFS 内固定治疗手术前后 X 线片



A:受伤当时;B:术后侧位片;C:术后正位片

图 3 患者 3 DCSP 内固定治疗手术前后 X 线片



A,B:术前侧、正位片;C,D:术后侧、正位片

图 4 患者 4 DCSP 内固定治疗手术前后 X 线片

3 讨论

复杂四肢骨折类型多非常复杂,骨折类型以 AO 分型中 B、C 型多见,手术治疗是金标准^[6]。传统内固

定在治疗复杂四肢骨折时,有诸多不足:髓内钉抗旋转能力差、稳定性不够,常规钢板长度不足或螺孔设计统一化使螺钉锁定困难,限制了其在复杂四肢骨折的应用。BCFS 与 DCSP 设计理念先进,手术操作简单,生物学及生物力学效应良好等优势使之在复杂四肢骨折的临床应用受到广大学者的推崇。

3.1 两种治疗方法在生物学方面的优势 在生物学方面,BCFS 和 DCSP 各具优势。(1)二者均可通过微创方式植入,手术切口选择容易,减少软组织过分剥离。(2)明显提高手术效率,缩短手术时间。DCSP 是根据患者健侧肢体个性化设计的解剖型钢板,按照术前模拟的手术步骤准确植板、置钉,基本能达到满意的固定,术中无需进行塑性,复位良好后能精确贴合患肢骨骼^[7-8],缩短术中调整内固定长度、型号的时间,减少术中出血。本研究中,BCFS 手术效率不及 DCSP,原因在于:BCFS 术中应用时需进行棒、块、钉的组装、术中塑性及内固定位置、长度及置钉方向的选择与调整等。但与传统内固定相比,BCFS 内植物可选择性广,术者效率提高^[9-11]。(3)保护断端微循环。研究表明,传统动力加压钢板(DCP)、有限接触动力加压钢板(LC-DCP)与骨面紧密接触,压迫骨膜动脉,减少骨折端的血液供应^[12-13]。BCFS 跨过骨折端进行全锁定桥接固定,其稳定性的获得是依靠棒与螺钉之间的紧密连接^[14],而不是棒和骨之间的摩擦力和预负荷,使内固定下方骨膜血运得到保护。本研究中 BCFS 组多数全锁定桥接固定,少数患者采取普通螺钉加压固定,骨折仍取得良好愈合。因棒为圆柱形,棒与骨面的接触仅为钢板的约 1/3,减少与骨的接触面积,减小对骨膜血运的影响^[15]。

3.2 生物力学方面 DCSP 理念先进,为个性化设计,术中与骨骼精确贴附,无需塑性,保证内固定刚度不变。有研究表明,术中塑性预弯会降低钢板强度,破坏锁定钢板的锁定装置,增加内固定失效的风险^[16]。设计 DCSP 时,可针对性设计满足各骨折块间位置关系的螺孔,便于固定,并尽量避开骨折线,因骨折线处的空置螺孔是钢板断裂好发部位^[17]。BCFS 固定块与棒之间的任意固定及多向三维固定模式是其生物力学优势所在。棒与块之间的固定靠的是螺钉与块的锁紧产生的摩擦力,螺钉锁紧之前,固定块可顺着棒纵行滑动到任意位置,也可绕着棒 360° 旋转,达到任意固定以及多向三维固定。任意固定可以满足固定复杂多样的粉碎性骨块,可以通过任意调整固定块与块的间距达到固定棒的最佳工作距离,减小骨折区的应力集中^[18-19]。多向三维固定改变平面固定模式,固定螺钉之间可达到 90° 垂直固定,增加棒的抗旋转性及螺钉的抗拔出性^[20]。固定块与棒应用非锁定钉固定时,随着患肢逐渐持重,棒与块之间的非锁定连接会产生轴向微动,骨折断端实现动力化。有研究表明,骨折断端的轴向微动,能促进骨折区的毛

细血管增生,激活成骨细胞活性,促进钙盐和胶原的沉积^[21-22]。

3.3 两种治疗方式的适应证及手术要点

3.3.1 手术适应证 BCFS:

(1)长管状骨干骨折;(2)长管状骨关节部位简单骨折;(3)肩胛骨、锁骨、骨盆等不规则骨骨折;(4)假体周围骨折;(5)开放性骨折外固定治疗。DCSP 是根据计算机镜像技术设计的产品,应用需满足以下条件:(1)骨折发生在具有人体对称性的部位,如四肢骨折、骨盆髌臼骨折;(2)单侧肢体骨折;(3)骨折对侧肢体健在;(4)双侧肢体不对称者禁用。

3.3.2 手术要点 BCFS:

(1)术前应该熟悉本系统原理、生物力学特性,避免术中重复操作;(2)固定棒上肢多选择 3、4 号双棒或 4、5 号单棒固定模式,下肢多选择 4、5 双棒或 5、6 单棒固定模式;(3)术中可先于骨折两端植入远侧块和钉,再利用内固定进行骨折复位;(4)关于棒和块的固定,开放手术中,为防止连接块滑落及棒塑性后连接困难,应先估计连接块的放置位置,将棒和块进行预锁;微创手术中既可将棒和块预锁以后整体植入,也可植入棒后从两端植入固定块,再根据切口位置进行调整;(5)锁定螺钉及普通螺钉均可应用,需桥接固定的、骨质疏松的选取锁定螺钉;特殊部位锁定螺钉植入困难的、需加压固定的可应用普通螺钉;(6)对于关节骨折,可选取关节专用解剖块,与棒连接后进行固定。DCSP:(1)骨干骨折尽量选择闭合复位、跨骨折线骨膜外桥接固定,保护骨折端血运;关节部位应充分暴露,解剖复位,突出定制钢板精确适配骨骼的优势;(2)DCSP 多数较普通钢板长,采用经皮微创钢板内固定技术(MIPPO)时,皮肤切开前应用 C 臂机进行定位,预判内固定植入的位置,选择尽可能小的切口,避免术中重复操作。

综上所述,虽然两组内固定仍存在一些自身局限性,二者价格均较传统内固定昂贵;骨科数字化内固定技术发展不完善,术前制备繁琐;对于下肢骨干的简单骨折,二者均为髓外偏心固定,生物力学方面优势不如髓内系统。但本研究通过对比 BCFS 及 DCSP,发现 BCFS 与 DCSP 在生物学及生物力学方面各有优势,手术创伤小,骨折愈合时间短,两组患者的骨折预后无明显差异。总之,对于复杂四肢骨折,BCFS 及 DCSP 均能取得良好的临床疗效。

参考文献

[1] JAIN D,GOYAL G S,GARG R,et al. Outcome of anatomic locking plate in extraarticular distal humeral shaft fractures[J]. Indian J Orthop,2017,51(1):86-92.
 [2] 尹鹏,毛智,张立海,等. 锁定加压钢板与带锁髓内钉内固定治疗 B 型及 C 型肱骨干骨折的疗效比较[J]. 中国修复重建外科杂志,2013,27(12):1457-1461.
 [3] 秦勉,刘亚雄,贺健康,等. 数字化设计与 3-D 打印技术在

个性化医疗中的应用[J]. 中国修复重建外科杂志,2014,28(3):286-291.

- [4] 周飞,隋凤,于跃芹,等. 桥接组合式内固定系统治疗高龄股骨粗隆间骨折的临床研究[J]. 中国骨与关节损伤杂志,2014,29(8):813-814.
 [5] 熊鹰,陆继鹏,王大兴,等. 桥接组合式内固定系统治疗肱骨及胫骨骨折的临床应用研究[J]. 中国矫形外科杂志,2010,18(14):1209-1211.
 [6] 欧姿海,苏伟,赵劲民,等. 3D 打印技术在复杂骨折手术治疗中的应用[J]. 中国骨与关节损伤杂志,2016,31(8):890-891.
 [7] 万永鲜,卓乃强,阳运康,等. 数字化定制钢板治疗四肢复杂骨折的疗效观察[J]. 中国修复重建外科杂志,2015,29(4):403-405.
 [8] 黄恺,丁亮华,胡新宇,等. 计算机辅助设计数字化个体钢板内固定治疗复杂胫骨平台骨折短期临床疗效分析[J]. 中国骨与关节损伤杂志,2013,28(4):324-326.
 [9] 周立,杨红林,沈韬. 桥接组合式内固定系统治疗肱骨骨折疗效观察[J]. 临床军医杂志,2016,44(11):1150-1152.
 [10] 关翔,宋香全,王洪炳,等. 桥接组合式内固定系统与重建钢板治疗髌臼骨折的疗效比较[J]. 临床骨科杂志,2015,18(5):621-622,626.
 [11] 张庆文,柴瑞宝. 桥接组合式内固定系统治疗胫骨粉碎性骨折的疗效分析[J]. 中国矫形外科杂志,2014,22(18):1715-1717.
 [12] MATRESLORENZO L,DIOP A,MAUREL N,et al. Biomechanical comparison of locking compression plate and limited contact dynamic compression plate combined with an intramedullary rod in a canine femoral fracture-gap model [J]. Vet Surg Vs,2016,45(3):319-326.
 [13] SAIKIA K,BHUYAN S,BHATTACHARYA T,et al. Internal fixation of fractures of both bones forearm:comparison of locked compression and limited contact dynamic compression plate[J]. Indian J Orthop,2011,45(5):417-421.
 [14] SCHUTZ M,SUDKAMP N P. Revolution in plate osteosynthesis:new internal fixator systems[J]. J Orthop Sci,2003,8(2):252-258.
 [15] 陆继鹏,熊鹰,李群辉,等. 桥接组合式内固定系统对骨折端血供的影响[J]. 中国矫形外科杂志,2013,21(12):1210-1214.
 [16] 王志坤,曾兴栋,谢文伟,等. 胫骨中下段骨折内固定术后钢板断裂的原因分析及预防[J]. 中国骨与关节损伤杂志,2013,28 Suppl 1:31-32.
 [17] KARAKASLI A,BASCI O,ERTEM F,et al. Dual plating for fixation of humeral shaft fractures:A mechanical comparison of various combinations of plate lengths[J]. Acta Orthop Traumatol Turc,2016,50(4):432-436.
 [18] 任龙韬,张云鹏,郭志坚,等. 计算机辅助设计股骨远端个性化解剖型接骨板[J]. 中国组织工程研究,2011,15(13):2309-2312.
 [19] 赵烽,熊鹰,张仲子,等. 桥接组合式内固定治疗股骨骨折的效果及生物力学特征[J]. 中国组织工程研究,2014,18(13):2127-2132.

载量及变色灵敏度、MTB 在对数繁殖时产生 CO₂ 的能力等量效关系,并对疏水性能、温度、酸碱度、惰性、CO₂ 吸附性能进行了测试,达到直接检测痰标本中 MTB 的药敏要求,较其他的 MTB 表型药敏检测系统具有明显的性价比优势,能克服常用 MTB 分子药敏技术的一些不确定性弱点。

微孔板变色硅胶显色板这一新型 MTB 药敏诊断产品目前还在多家协作单位不断测试并进一步完善产品过程中,但该产品技术原理明确、具有成本低、准确、快速、操作简单等优点,具有良好的推广应用前景,向基层结核病防治机构推广使用的前景值得期待。

参考文献

- [1] 全国第五次结核病流行病学抽样调查技术指导组,全国第五次结核病流行病学抽样调查办公室. 2010 年全国第五次结核病流行病学抽样调查报[J]. 中国防痨杂志, 2012,34(8):485-508.
- [2] HERVE C, BERGOT E, VEZIRIS N, et al. Tuberculosis in 2015: From diagnosis to the detection of multidrug-resistant cases[J]. *Rev Mal Respir*, 2015, 32(8):784-790.
- [3] 高丽,肖和平,胡忠义,等. 耐多药结核分枝杆菌对利福布汀和利福平的交叉耐药性分析[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2012,35(5):333-335.
- [4] 张会芬,苏俊华,李晓非,等. MGIT960 960 仪的临床应用评价[J]. 国际检验医学杂志, 2013,34(18):2453-2454.
- [5] CRESWELL J, CODLIN A J, ANDRE E, et al. Results from early programmatic implementation of Xpert MTB/RIF testing in nine countries[J]. *BMC Infect Dis*, 2014, 14(1):2-6.
- [6] 中国疾病预防控制中心. 痰涂片镜检标准化操作及质量保证手册[M]. 北京:中国协和医科大学出版社, 2009: 16-18.
- [7] SANDERS C A, NIEDA R R, DESMOND E P. Validation of the use of Middlebrook 7H10 agar, BACTEC MGIT 960, and BACTEC 460 12B media for testing the susceptibility of *Mycobacterium tuberculosis* to levofloxacin[J]. *J Clin Microbiol*, 2004, 42(11):5225-5228.
- [8] 李桂莲,张敬蕊,赵秀芹,等. 微孔板 Alamar Blue 显色法检测结核分枝杆菌临床分离株利福平和异烟肼耐药性研

究[J]. 中国人兽共患病学报, 2012,28(4):319-322.

- [9] 黄自坤,熊国亮,李俊明,等. 显微镜观察药物敏感度检测技术在结核病区诊断中应用[J]. 中华医院感染学杂志, 2012,22(14):3193-3196.
- [10] 田艳生,李红光,崔幸琨,等. 硝酸盐还原试验直接检测痰标本中结核分枝杆菌耐药性[J]. 中华检验医学杂志, 2012,35(7):653-655.
- [11] 徐礼锋,余旭良,张锋等. 液体 MGIT 培养联合 Xpert MTB/RIF 快速检测结核分枝杆菌及其耐药性的研究[J]. 中华检验医学杂志, 2016, 39(4):272-276.
- [12] HU P L, BAI L Q, LIU F G, et al. Evaluation of the Xpert MTB/RIF assay for diagnosis of tuberculosis and rifampin resistance in county-level laboratories in Hunan province, China[J]. *Chin Med J (Engl)*, 2014, 127(21): 3744-3750.
- [13] 王峰,桂静,赵广录,等. 基因芯片检测结核分枝杆菌利福平异烟肼耐药性的应用评价[J]. 中华检验医学杂志, 2012,35(12):1125-1129.
- [14] 王敏,付光宇,罗江卫. 刃天青显色法检测结核分枝杆菌的耐药性[J]. 检验医学与临床, 2012,9(13):1587-1590.
- [15] 张虎,朱佳媚,何凯歌,等. 硅胶固载咪唑离子液体的制备及二氧化碳吸附性能[J]. 现代化工, 2011, 31(11):45-48.
- [16] 赵希鹏. 硅胶的制备及应用现状[J]. 广州化工, 2011, 39(24):24-26.
- [17] 赵雁林,王黎霞,成诗明. 结核分枝杆菌药物敏感性试验标准化操作程序及质量保证手册[M]. 北京:人民卫生出版社, 2013.
- [18] 景玲杰,韩敏,乐军,等. 应用 BACTEC MGIT960 分析临床结核菌株耐药性[J]. 临床肺科杂志, 2012, 17(5):835-836.
- [19] 张小翠,艾金. 萋尼氏法痰涂片检查结核菌阳性判断标准讨论[J]. 中国医学创新, 2011, 8(33):150-151.
- [20] ZHAO P, FANG F, YU Q, et al. Evaluation of BACTEC MGIT 960 system for testing susceptibility of *Mycobacterium tuberculosis* to first-line drugs in China[J]. *PLoS One*, 2014, 9(9):e99659.
- [21] 倪丽丽,罗柳林,景玲杰,等. 恒温扩增实时荧光检测技术在肺结核诊断中的临床价值[J]. 中华检验医学杂志, 2012,35(8):702-705.

(收稿日期:2017-12-03 修回日期:2018-02-04)

(上接第 1911 页)

- [20] 吕志强,李兴华,王爱国. 桥接组合式内固定与金属锁定接骨板钉系统修复股骨干骨折的生物力学比较[J]. 中国组织工程研究, 2016, 20(17):24515-24521.
- [21] YUAN G X, SHEN Y H, CHEN B, et al. Biomechanical comparison of internal fixations in osteoporotic intertrochanteric fracture. A finite element analysis[J]. *Saudi*

Med J, 2012, 33(7):732-739.

- [22] KARAKASLI A, ACAR N, KARAARSLAN A, et al. A novel adjustable dynamic plate for treatment of long bone fractures: An in vitro biomechanical study[J]. *J Clin Orthop Trauma*, 2016, 7 Suppl 2:177-183.

(收稿日期:2017-10-16 修回日期:2018-02-24)