

分期切开复位内固定与外固定架结合有限内固定治疗B、C型Pilon骨折的Meta分析☆

王 呈^{1,2}, 李 莹², 王满宜²

Meta analysis of types B and C Pilon fracture treatment by staged open reduction and internal fixation versus external fixation combined with limited internal fixation

Wang Cheng^{1,2}, Li Ying², Wang Man-yi²

Abstract

BACKGROUND: Treatment of Pilon fracture has always been a controversial topic, but there is no authoritative clinical instruction at present. Currently, more attention has been paid to the soft tissue and its protection. The main treatment strategy has been focused on staged open reduction and internal fixation or external fixation combined with limited internal fixation. There is no favorable evidence to prove the effectiveness of these two strategies, though a large amount of retrospective studies have been reported. It is still unknown which strategy is better.

OBJECTIVE: To find out the differences in advantages and disadvantages of different operation methods by Meta analysis, followed by collection of the literatures addressing the effectiveness of different treatments for Pilon fracture of types B and C.

METHODS: The relevant literatures about the effectiveness analysis of staged open reduction plus internal fixation and external fixation combined with limited internal fixation were collected through database retrieval and manual search, with tibia fractures, surgery, therapy and pilon as index words and 1977-2008 as publishing date limit. Soft tissue infection rate, myelitis incidence rate, bone nonunion and malunion incidence rate, joint fusion incidence rate were taken as evaluation indicators, analyzed with RevMan4.2 software, and followed by observation of the analyzing features and results indicated by forest plots.

RESULTS AND CONCLUSION: The risk of soft tissue infection following staged open reduction and internal fixation was lower than external fixation combined with limited internal fixation, and staged open reduction and internal fixation provided a more reliable, accurate and stable reduction to Pilon fracture. Theoretically, it owns obvious advantage in fracture healing at the right anatomy site. The result of Meta analysis is in accord with the hypothesis, but there is no statistic evidence. No difference is found in the risk of deep infection, nonunion, and joint fusion between the two methods.

Wang C, Li Y, Wang MY. Meta analysis of types B and C Pilon fracture treatment by staged open reduction and internal fixation versus external fixation combined with limited internal fixation. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu yu Linchuang Kangfu. 2010;14(48): 9095-9099. [http://www.crter.cn http://en.zglckf.com]

摘要

背景:关于Pilon骨折的处理是目前争议较多的热点问题,但至今仍无权威性的临床指导。目前对软组织的重视和保护已为大家共识,而最近的主导治疗策略基本分为分期切开复位内固定和外固定结合有限内固定两种思路。大量回顾性研究都证实了这两种策略的有效性,但是证据等级都比较低。两种治疗方法孰优孰劣,目前仍无结论。

目的:收集关于B、C型Pilon骨折不同治疗方法疗效分析的文献,进行Meta分析以找出不同术式的利弊差异。

方法:通过数据库检索及手工查找有关Pilon骨折分期切开复位内固定与外固定架结合有限内固定疗效分析的文章,检索词为“tibia fractures, surgery, therapy, pilon”,要求文献发表时间为1977/2008,选取软组织感染率、骨髓炎发生率、骨不愈合及畸形愈合发生率、关节融合发生率作为评价指标,以RevMan4.2软件进行Meta分析,观察森林图显示的分析特征和结果。

结果与结论:分期切开复位内固定方案的软组织感染风险较外固定并有限内固定组低,而切开复位内固定能够为Pilon骨折提供更加可靠的复位准确性和稳定性,理论上对于保证骨折在正确解剖位置上愈合有较为确切的优势。Meta分析的结果仅得到了与此推论相近似的结果,但是没有表现出统计学证据。而两种治疗方案的深部感染风险、骨折不愈合及关节融合的发生率没有差别。

关键词:切开复位内固定; Meta分析; Pilon骨折; 分期; 外固定

doi:10.3969/j.issn.1673-8225.2010.48.039

王呈,李莹,王满宜.分期切开复位内固定与外固定架结合有限内固定治疗B、C型Pilon骨折的Meta分析[J].中国组织工程研究与临床康复,2010,14(48):9095-9099. [http://www.crter.org http://cn.zglckf.com]

0 引言

Pilon骨折范围包括临床上相对少见的胫骨远端骨折,目前尚没有明确的定义, Rockwood等^[1]认为, Pilon骨折应包涵: ①踝关节和胫骨远端的干骺端骨折,通常伴有踝关节的关节面粉碎

性骨折。②内踝骨折。③胫骨前缘骨折。④胫骨后面横形骨折,其发生率约为下肢骨折的1%^[2], 胫骨骨折的4%~7%^[3]。男性较女性多见,平均受伤年龄为35~40岁,儿童及老年人少见。随着科技发展、人们生活节奏加快,交通出行事故也日益增多,由于安全气囊、安全带等设施明显降低了胸腹部致命性伤害的发生率,但是下肢骨

¹Peking University Fourth Clinical Medical College, Beijing 100035, China; ²Department of Traumatic Orthopaedics, Beijing Jishuitan Hospital, Beijing 100035, China

Wang Cheng☆, Studying for doctorate, Attending physician, Peking University Fourth Clinical Medical College, Beijing 100035, China; Department of Traumatic Orthopaedics, Beijing Jishuitan Hospital, Beijing 100035, China wch4201@126.com

Correspondence to: Wang Man-yi, Department of Traumatic Orthopaedics, Beijing Jishuitan Hospital, Beijing 100035, China wangmanyi2009@hotmail.com

Received: 2010-06-17 Accepted: 2010-07-16

¹北京大学第四临床医学院,北京市100035; ²北京积水潭医院创伤骨科,北京市100035

王呈☆,男,山东省莱阳市人,汉族,北京大学在读博士,主治医师,主要从事创伤骨科方面的研究。wch4201@126.com

通讯作者:王满宜,北京积水潭医院创伤骨科,北京市100035 wangmanyi2009@hotmail.com

中图分类号:R318 文献标识码:B 文章编号:1673-8225 (2010)48-09095-05

收稿日期:2010-06-17 修回日期:2010-07-16 (20100227015/G·F)

折包括Pilon骨折的发生率却呈现出增长态势。

Pilon骨折最常发生于高处坠落、车祸骤停、滑雪或绊脚前摔。胫骨轴向暴力或下肢的扭转暴力是胫骨远端关节面骨折的主要原因。两种不同的损伤机制导致的Pilon骨折,其预后亦不同。骨折的分型也是判断预后的重要依据,目前临床上应用最为广泛的两种分型为Ruedi-Allgower分型与AO/OTA分型,其中AO/OTA分型由于具有被AO组织推广并与其内固定技术相对应、重复性好等优点,易于为广大医师接受和采用。

Pilon骨折的处理和治疗对骨科医师而言是一项非常具有挑战性的题目,尤其是关节内骨折(AO分型B、C型)——这种类型的骨折多系高能量创伤合并轴向暴力作用的结果,又常被称为“爆裂骨折”。鉴于其表面软组织条件不佳、骨折累积负重关节面、复位要求高、并发症多见等因素,治疗效果一直不能尽如人意,随着治疗理念和处理方法的不断改进和丰富,Pilon骨折目前被采用的治疗方法有:跟骨牵引并石膏固定、外固定(单边跨关节半针外固定、环形、半环形/混合外固定架等)、外固定合并有限内固定、切开复位内固定(open reduction and internal fixation, ORIF)和经皮钢板内固定(仅适用于关节面未受累的骨折)等。很多医师对这些方案有各自的观点和偏好,临床报道中各种不同治疗方法的效果也多存在分歧。

有学者推荐ORIF治疗关节内Pilon骨折,并且报道了74%的总体优良率。但是很多其他研究者在同样采用ORIF技术治疗复杂Pilon骨折时,效果却并不理想。随着人们开始认识到软组织的重要性,越来越多的骨科医师开始主张对复杂Pilon骨折应用分期ORIF的方法^[4-8],分期ORIF的切开复位内固定技术的优势主要有以下两点:①允许软组织恢复到可耐受切开手术的最佳状态。②能够在直视下复位关节面骨折移位^[6]。外固定技术由于其易于操作、适应证广、对软组织干扰少、严重并发症少等优点而得到了广泛的应用,而且大量的临床实践亦证实了其可靠的治疗效果^[9-12]。然而,在复杂Pilon骨折合并软组织严重破坏的病例中应用外固定技术时,针道感染的并发症却往往难以避免,有的病例甚至需要取出固定针^[6]。结合有限切开内固定技术、张力钢丝固定、细/少针或无针外固定架是当前外固定技术发展的主要方向。因此目前对于B、C型Pilon骨折的主流治疗方法主要以分期切开复位内固定技术(Staged ORIF)与外固定结合有限内固定技术为代表。因此,作者在查阅中外文数据库后,选取符合标准的文献进行Meta分析。希望通过这一系统评价手段发现这两种不同术式的利弊差异。

1 资料和方法

1.1 文献检索 通过检索Pubmed数据库,以主题词

tibia fractures,副主题词surgery, therapy和自由词Pilon联合检索,文献发表时间为1977/2008,共检索到122篇文献,在详细阅读文献摘要后,选择关于Pilon骨折不同治疗方法疗效比较的文章,并于Elsevier, Kluwer, Springer, Proquest等全文数据库中和手工查找相应学术期刊查找到全文。最后选定4篇关于分期ORIF与外固定合并有限内固定技术效果比较的文献纳入研究。在检索过程中,对所有文献的作者、单位、来源期刊以及最终结果等信息实行盲法。

1.2 纳入标准 ①回顾性或前瞻性随机对照试验。②关于应用分期切开复位内固定、外固定并有限内固定两种技术治疗B、C型Pilon骨折的文献。③有关于不同治疗方法效果对比的统计分析。④表述清楚,能获得明确的分组信息。

1.3 排除标准 ①回顾性病例报道而非对照研究。②患者有恶病质、糖尿病、服用免疫抑制剂等易感染因素。③陈旧骨折病例。④既往有踝关节周围骨折病史。

1.4 文献评价 两名文献评价员根据改良的Jadad文献评分量表分别独立评价并最后达成一致结果^[13],采用4项7分制,从以下4个方面内容对文献评价:①是否采用了随机分组的对照试验。②是否采用了随机隐藏。③是否采用了盲法。④是否有对试验退出或失访病例的描述。经评价后,入选的4篇文献皆低于3分,属低质量研究。根据Cochrane的文献评价标准,都属于B级文献。

1.5 结局指标 文献中对疗效的评价多采用对并发症的总结和对比作为评价指标,因此本文选取最常见的5种并发症:软组织感染率、骨髓炎发生率、骨折不愈合及畸形愈合的发生率和关节融合发生率进行统计分析。

1.6 统计学分析 统计工具为由国际循证医学协作组(The Cochrane Collaboration)提供的专用软件RevMan4.2进行,对上述5项指标的计数资料以Meta分析法进行资料合并,以比值比(odds ratio, OR)为效应量,对多个研究结果进行合并,同时进行异质性分析。若纳入的各项研究无异质性,即 $P > 0.05$ 时,用固定效应模型进行分析,反之则用随机效应模型。以森林图展示Meta分析的结果和特征,并根据倒漏斗图评估发表性偏倚,得出结论。

2 结果

2.1 检索结果分析 由于其中1篇文献^[5]在分组中考虑到了软组织损伤分级因素,未做到严格随机分组,因此在综合分析关于软组织感染率这一指标时,将此文献的数据排除。另外由于所有入选的文献提供的信息并非全部包含上述5项指标,所以在综合统计不同指标信息时所采纳的文献数目也不尽相同。纳入4篇文章研究的数据见表1。

表 1 纳入 4 篇研究的数据

Author and time	Group	Soft tissue Infection	Osteomyelitis	Nonunion	Malunion	Arthrodesis	Total
Waston <i>et al</i> ^[5]	Staged ORIF	Invalid	2	4	1	3	25
2000	External fixator with limited internal fixation	Invalid	0	2	3	4	43
Blauth <i>et al</i> ^[6]	Staged ORIF	1	Unkown	0	Unkown	0	8
2001	External fixator with limited internal fixation	7	Unkown	0	Unkown	4	28
Koulouviris <i>et al</i> ^[4]	Staged ORIF	1	Unkown	0	1	1	13
2007	External fixator with limited internal fixation	6	Unkown	0	7	5	42
Bacon <i>et al</i> ^[7]	Staged ORIF	3	5	4	2	2	25
2008	External fixator with limited internal fixation	5	3	4	3	1	13

2.2 Meta分析森林图 先将可信区间(confidence intervals, CI)定为最常用的95%, 然后在森林图中得到上述5个指标的Meta分析结果, 软组织感染率、骨髓炎(深部感染)发生率、骨折不愈合率、畸形愈合率及远期关节融合率分析森林图在图1中由上至下顺序排列。

结果见图2。

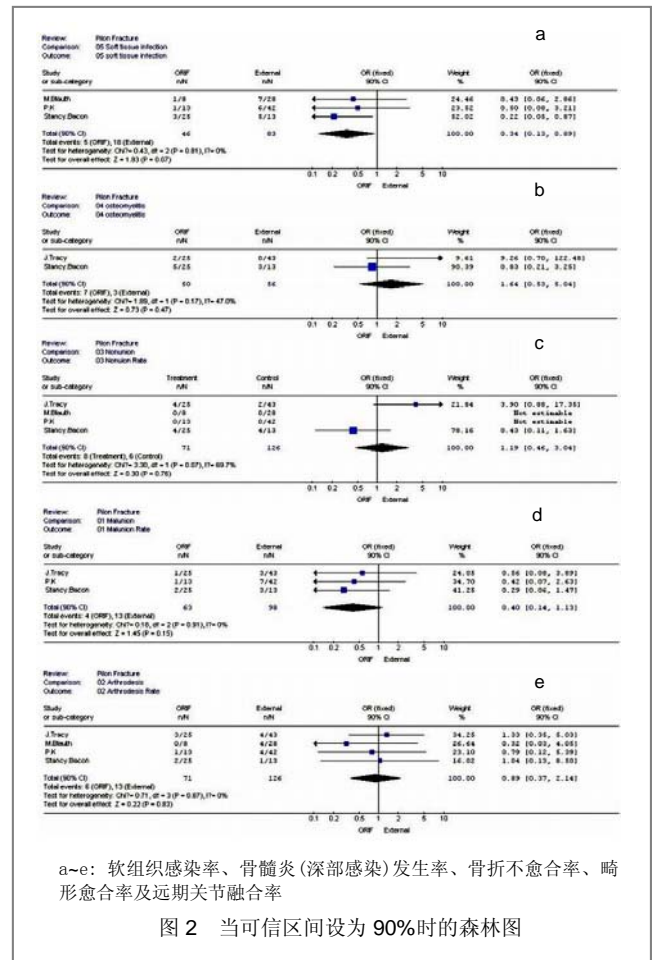
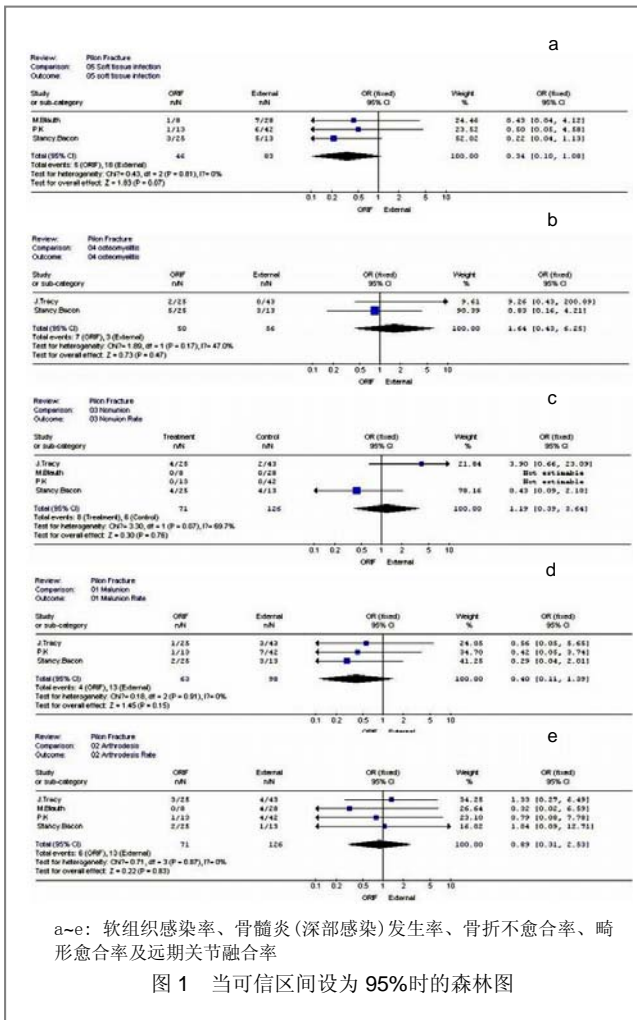


图2可见, 当CI设为90%时, 两组病例之间的软组织感染发生率差异有显著性意义, OR值为0.34(0.13~0.89), 说明分期ORIF组的软组织感染风险低于外固定并有限内固定组。而且作者注意到, 畸形愈合率分析的森林图显示OR值为0.4(0.14~1.13), 菱形图几乎整体上位于无效竖线左侧, 考虑到所入选的3项研究的OR值皆小于1, 而且从理论上推断: 切开复位内固定应当能够实现较准确的骨折复位和坚强的固定, 至骨折最终愈合时应当相对外固定保持更为正确的力线排列和解剖结构。作者认为分期ORIF组的畸形愈合发生率应当低于外固定并有限内固定组, Meta分析的森林图显示结果同理论推断相吻合, 但是统计学上证据依然不足。

软组织感染率与畸形愈合率漏斗图见图3。

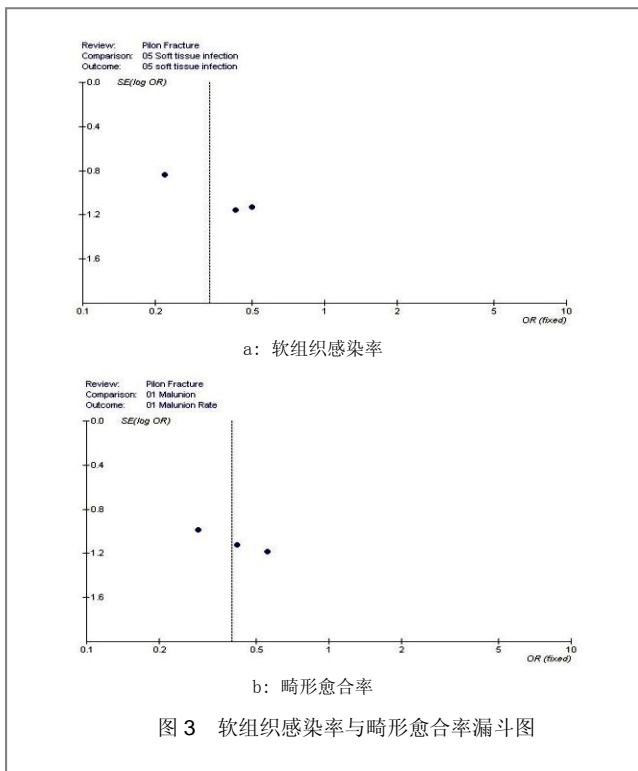


图3 软组织感染率与畸形愈合率漏斗图

漏斗图显示文献对应的点对称分布于虚线两侧，但是由于纳入文献较少，无法显示是否为倒漏斗样分布，而且入组文献皆为低质量研究，皆为回顾性研究，未严格采用随机方法及双盲研究，因此无法排除发表偏倚。

3 讨论

关于Pilon骨折的最佳治疗方案，在骨科学界一直有争议。但是其治疗原则：复位固定腓骨、恢复并固定胫骨远端关节面、处理干骺端骨缺损和胫骨内侧支持内固定等已广泛被接受^[2-14]。Reudi等^[2]报道应用ORIF技术治疗B、C型Pilon骨折，总体优良率为70%，但却有6例(8%)出现了伤口感染等并发症；Kellam等^[15]报道在旋转暴力伤的Pilon骨折病例中，ORIF后优良率达到了84%，而轴向暴力组的优良率仅有53%；Wyrsh等^[16]报道在18例Pilon骨折ORIF后有7例出现了严重并发症，甚至其中3例最终被截肢。对于软组织损伤程度较重的开放骨折，一期ORIF的效果更加不理想^[17-18]。

随着骨科医师对软组织创伤程度的重视，在手术时机和手术方式的选择上，开始考虑到周围软组织对手术耐受能力的重要性。Sirkin等^[8]主张骨折后急诊手术或在伤后7~12 d后软组织肿胀消退后再施行手术。并指出骨折内固定手术需要考虑到各种相关因素，包括受伤机制、判断手术时机、选择固定物和固定物正确放置等分期ORIF手术较一期ORIF和传统外固定架的优势在于减少对软组织的骚扰和更好的恢复关节面结构^[19]。目前的

观点是一般情况下，除非创伤机制为低能量暴力，如旋转、扭伤等因素，切开复位内固定技术多选择为分二期进行，一期在尽量减少软组织破坏的前提下，对开放伤行清创手术、对关节面骨折进行撬拨复位，然后予以外固定或牵引维持骨折复位，待软组织条件恢复到能够耐受ORIF时再根据AO/ASIF原则进行内固定^[20-23]。ORIF技术被认为有确实的效果^[24-25]，但是仍然不能尽如人意，特别是对于合并糖尿病或严重粉碎的C型骨折病例^[26-28]。

目前多数外固定技术实际上是外固定合并有限内固定，其理念是当选择行外固定治疗方案时，借助有限内固定腓骨骨折和恢复关节面骨折移位而恢复原胫骨穹顶的解剖构造，再利用外固定创伤小、对软组织干扰少的优势来固定骨折至愈合。这种方法在治疗Pilon骨折中收到了比较可靠的效果^[9-12]，Bozkurt等^[29]认为用环形外固定架，靠关节囊韧带等软组织合页作用复位，并结合早期功能锻炼，可以收到良好的治疗效果。

关于分期ORIF与外固定并有限内固定两种技术孰优孰劣，迄今未见定论，而有限的报道结论也并不一致。Pugh等^[30]报道外固定架技术较ORIF技术的骨折愈合时间长、骨折不愈合和畸形愈合的概率高。Bacon等^[7]认为分期ORIF较外固定架骨折愈合时间长，而感染率、骨不愈合率和畸形愈合率则相对较低。有学者认为外固定合并有限内固定的技术虽然在严重粉碎骨折、软组织条件差的病例中比较容易施用，但是针道感染的并发症却非常常见^[5]。

3.1 感染 从理论上推断，分期ORIF将手术时机选在软组织恢复后，最大程度减少切开手术对软组织的骚扰；外固定并有限内固定则通过固定针减少创伤以更好的保护软组织，然而同时却也造成了组织内外通过针道相通而增加了感染的风险。本文在将CI设为90%后，分期ORIF的软组织感染率在统计学上较低，而骨髓炎发生率则差异无显著性意义，说明分期ORIF技术在有效减少了软组织的损伤、封闭创面，有利于骨折周围软组织环境的保护和恢复。而外固定技术则因为固定针造成的组织内外通道反而会致使软组织感染率上升。而骨髓炎的发生概率差异无显著性意义，说明外固定针并没有增加骨折深部感染的风险。近年来也有学者提出微创方法植入钢板固定Pilon骨折，但缺乏大宗病例的临床报道验证^[31-32]。

3.2 骨折不愈合与畸形愈合 二者骨折不愈合率差异无显著性意义，说明分期ORIF技术对骨折周围的血供的影响是有限的，而且准确的复位和坚强的固定也有利于骨折的愈合。外固定技术中有限切开内固定虽然对骨折周围的血供有保护作用，但是这一差异在本组中并未显示出有显著性意义。而理论上切开复位技术的骨折复位和稳定性更加可靠，因此术后力线排列和解剖结构也应恢复的更好，在本组分析中，虽然畸形愈合率差异无

显著性意义, 但是OR值为0.4(0.14~1.13), 菱形图基本上整体位于无效竖线左方, 显示分期ORIF组的畸形愈合率较低, 作者认为这一结果符合理论上的推断, 但是还需要更加详细的资料和科学研究来证实。

3.3 关节融合 关节感染和创伤性关节炎是导致远期关节融合的一大主要原因。手术探查和内植物会对关节面血供的产生负面影响, 而且同时也增加了手术感染的风险^[6]。外固定架的工作长度过长, 骨折端之间的相对不稳定性会导致关节面骨折之间的微动, 因此创伤性关节炎的发生率可能高于ORIF组, 但是但这一缺点被其合并有限切开内固定所提供的稳定性弥补, 二者之间的关节融合率无明显差异, 说明这两种术式对关节功能的风险基本相当。

本文采用Meta分析的方法, 对软组织感染、骨髓炎、骨不愈合、畸形愈合及关节融合率进行分析, 目的仅是对这两种不同的手术方式进行综合比较发现其二者的利弊所在, 并冀此能够对临床工作提供一个参考。实际中Pilon骨折的治疗需要结合多因素进行考虑, 手术方式和时机的选择不宜墨守成规, 而是综合软组织条件、骨折分型、是否开放和合并其他创伤及患者生活质量要求等多因素灵活运用恰当的治疗方案。目前临床上常用到的软组织Tscherne分型、开放骨折的Gustilo-Anderson分型和骨折AO/ASIF分型等评估标准对骨科医师决定手术适应证有着重要的指导作用。

4 参考文献

- [1] Rockwood CA, Green DP, Bucholz RW, et al. Fractures in Adults. 4th ed. Philadelphia & New York: Lippincott Racten. 1996: 2236.
- [2] Ruedi TP, Allgower M. The operative treatment of intraarticular fractures of the lower end of the tibia. Clin Orthop Relat Res. 1979;138:105-110.
- [3] Zhang B, Huang L, Wang MY, et al. Zhonghua Guke. 2001; 21(7): 403-407.
张波, 黄雷, 王满宜, 等. Pilon骨折的手术治疗[J]. 中华骨科, 2001, 21(7): 403-407.
- [4] Koulouvaris P, Stafylas K, Mitsionis G, et al. Long-term results of various therapy concepts in severe Pilon fractures. Arch Orthop Trauma Surg. 2007; 127(5):313-320.
- [5] Watson JT, Moed BR, Karges DE, et al. Pilon fractures. Treatment protocol based on severity of soft tissue injury. Clin Orthop Relat Res. 2000;375:78-90.
- [6] Blauth M, Bastian L, Krettek C, et al. Surgical options for the treatment of severe tibia Pilon fractures: a study of three techniques. Orthop Trauma. 2001;15(3):153-160.
- [7] Bacon S, Smith WR, Morgan SJ, et al. A retrospective analysis of comminuted intra-articular fractures of the tibial plafond: Open reduction and internal fixation versus external Ilizarov fixation. Injury. 2008; 39(2):196-202.
- [8] Sirkin M, Sanders R, Dipasquale T, et al. A staged protocol for soft tissue management in the treatment of complex Pilon fractures. Orthop Trauma. 1999;13(2):78-84.
- [9] Murphy CP, D'Ambrosia R, Dabezies EJ. Small pin circular fixator for distal tibia Pilon fractures with soft tissue compromise. Orthopedics. 1991;14:283-290.
- [10] Saleh MS, Fern ED. Intra-articular fractures of the distal tibia: Surgical management by limited internal fixation and articulated distraction. Injury. 1993;24:3740.
- [11] Tornetta P, Weiner L, Bergman M, et al. Pilon fractures: Treatment with combined internal and external fixation. Orthop Trauma. 1993; 7:489-496.
- [12] Leung F, Kwok HY, Pun TS, et al. Limited open reduction and Ilizarov external fixation in the treatment of distal tibia fractures. Injury. 2004; 35:278-283.
- [13] Jadad AR, Moore RA, Carroll D, et al. Assessing the quality of report of randomized clinical trial: Is blinding necessary? Control Clin Trials. 1996;17:1-5.
- [14] Lee YS, Chen SW, Chen SH, et al. Stabilisation of the fractured fibula plays an important role in the treatment of pilon fractures: a retrospective comparison of fibular fixation methods. Int Orthop. 2009;33(3): 695-699.
- [15] Kellam JF, Waddell JP. Fractures of the distal tibia Metaphysic with intra-articular extension—the distal tibia explosion fracture. Trauma. 1979;19:593-601.
- [16] Wyrsch B, McFerran MA, McAndrew M, et al. Operative treatment of fractures of the tibia plafond. A randomized, prospective study. J Bone Joint Surg Am. 1996;78:1646-1657.
- [17] Bourne RB, Rorabeck CH, Machab J. Intra-articular fractures of the distal tibia: the Pilon fracture. Trauma. 1983; 23(7):591-596.
- [18] Teeny SM, Wiss DA. Open reduction and internal fixation of tibia plafond fractures. Variables contributing to poor results and complications. Clin Orthop Relat Res. 1993;292:108-117.
- [19] Sirkin MS. Plating of tibial pilon fractures. Am J Orthop (Belle Mead NJ). 2007;36(12 Suppl 2): 13-17.
- [20] Guo MJ, Ma BA. Disi Junyi Daxue Xuebao. 2009;30(15):1435-1438.
郭明君, 马保安. 高能量胫骨Pilon骨折的治疗进展[J]. 第四军医大学学报, 2009, 30(15):1435-1438.
- [21] Assal M, Ray A, Stern R. The extensile approach for the operative treatment of high-energy pilon fractures: surgical technique and soft-tissue healing. J Orthop Trauma. 2007;21(3): 198-206.
- [22] Grose A, Gardner MJ, Hettrich C, et al. Open reduction and internal fixation of tibial pilon fractures using a lateral approach. J Orthop Trauma. 2007;21(8): 530-537.
- [23] Tarkin IS, Clare MP, Marcantonio A, et al. An update on the management of high-energy pilon fractures. Injury. 2008;39(2): 142-154.
- [24] Chen SH, Wu PH, Lee YS. Long-term results of pilon fractures. Arch Orthop Trauma Surg. 2007;127(1): 55-60.
- [25] Boraiah S, Kemp TJ, Erwtaman A, et al. Outcome following open reduction and internal fixation of open pilon fractures. J Bone Joint Surg Am. 2010;92(2): 346-352.
- [26] Kline AJ, Gruen GS, Pape HC, et al. Early complications following the operative treatment of pilon fractures with and without diabetes. Foot Ankle Int. 2009;30(11): 1042-1047.
- [27] Gardner MJ, Mehta S, Barei DP, et al. Treatment protocol for open AO/OTA type C3 pilon fractures with segmental bone loss. J Orthop Trauma. 2008;22(7): 451-457.
- [28] McCann PA, Jackson M, Mitchell ST, et al. Complications of definitive open reduction and internal fixation of pilon fractures of the distal tibia. Int Orthop. 2010. [Epub ahead of print]
- [29] Bozkurt M, Ocguder DA, Ugurlu M, et al. Tibial pilon fracture repair using Ilizarov external fixation, capsuloligamentotaxis, and early rehabilitation of the ankle. J Foot Ankle Surg. 2008;47(4): 302-306.
- [30] Pugh JK, Oliński PR, McAndrew MP, et al. Tibia Pilon fractures: A comparison of treatment. Abstracts of 11th Annual Meeting of the Orthopedic Trauma Association. Tampa, FL 85-86, 1995.
- [31] Borens O, Kloen P, Richmond J, et al. Minimally invasive treatment of pilon fractures with a low profile plate: preliminary results in 17 cases. Arch Orthop Trauma Surg. 2009;129(5): 649-659.
- [32] Lee T, Blitz NM, Rush SM. Percutaneous contoured locking plate fixation of the pilon fracture: surgical technique. J Foot Ankle Surg. 2008;47(6): 598-602.