

# 影响单侧外固定架治疗四肢长管骨骨折稳定性的因素

## Influencing factors of single external fixation apparatus on the fracture stability during treatment of long bone fractures of the four extremities

刘晓刚<sup>1</sup> 秦晓辉<sup>2</sup>

LIU Xiaogang, QIN Xiaohui

【关键词】 骨折; 外固定器 【Key words】 Fractures; External fixators

单侧外固定作为一种骨外固定技术主要有以下优势: 手术损伤小甚至不手术、患者痛苦小容易耐受、固定牢靠、允许上下关节和骨折肢体早期活动、可同时作肢体延长、可以提供轴向加压和一定的抗旋转力、便于处理合并伤和术后护理、不需二次手术等, 适用于无理想固定器械又不宜作内固定或伴有软组织损伤的复杂骨折, 还用于关节融合、截骨后固定、骨缺损、骨不连等的治疗。尤其对于合并严重软组织损伤和/或感染的四肢骨折、骨不连、战时紧急处理等情况有其它方法不可替代的优势。但是目前影响单侧外固定稳定性的一般因素问题仍没有得到很好的解决, 以至于在临床实践中以畸形愈合(成角愈合和假关节形成)为代表的固定失稳现象时有发生。本文拟就影响单侧骨外穿针外固定法稳定性的因素问题作一综述。

### 1 骨针界面

骨针界面是负荷由骨向外固定架传递的唯一途径, 骨针界面的完好是外固定系统中最关键的环节, 同时也是最薄弱的环节。在临床实践中, 导致外固定失败最常见的原因就是外固定针的松动或者移位<sup>[1]</sup>。Aro 等<sup>[2]</sup>用狗的骨折模型来分析皮质骨在骨针界面的反应特性。结果表明, 在术后即刻完全负重的情况下, 新骨沿着针道爬行, 占据了皮质内空间的 43%, 而新生骨的微孔数量要比正常骨高 4 倍。这样的皮质骨重塑使拔针力矩呈时间依赖性下降( $P < 0.001$ )。而对于不稳定的斜骨折, 术后即刻的完全负重导致半针入侧皮质的骨质吸收和不利于功能的骨质重塑, 同样的情况少见于稳定性的横骨折。所以在术后应该避免骨针界面受到动态应力。Augat 等<sup>[3]</sup>证明用喷涂了羟基磷灰石的外固定螺钉治疗羊的试验性胫骨骨折, 可以显著提高外固定的稳定性。Halsey 等<sup>[4]</sup>使用不同的倾斜度、齿纹和内轴径的螺钉, 用新鲜牛骨做了外固定的稳定性试验, 结果表明增大外轴径或者减小内轴径都可以增大外固定架的固定强度, 关键在于骨和螺钉的有效接触面积。这些研究均证明了针骨界面的质量对固定的稳定性有重大影响。

### 2 器械性能

一般说来强度越大越好。Chevalley 等<sup>[5]</sup>的实验结果表

明, 在其它条件相同的情况下, 增加针和侧杆的直径可以显著提高外固定的稳定性。临床上有时为了给患者节约开支, 把外固定架重复使用, 但是, Aro 等<sup>[6]</sup>在实验中发现, 经历过一次疲劳测试的侧块关节所能承受的最大扭力比新的降低 27.2%, 最大侧向弯曲力则降低达 35.2%, 在更换新部件后其抵抗扭力和弯曲力的能力恢复。所以, 外固定架不应该重复使用, 在术后一旦发现侧块关节脱离了初始位置, 就应该更换之而不是简单的拧紧固定。

### 3 手术技巧

在切开复位的情况下, 由于手术总会对骨折局部的血供和周围微环境造成破坏, 外固定术后会出现骨质的再吸收, 而导致外固定针松动。外固定针松动是导致固定不稳甚至固定失败的常见原因。为了减小损伤, 增大固定稳定性, 就应该做到手术时仔细解剖, 减少对螺钉周围骨质和周围软组织的破坏。Etter 等<sup>[7]</sup>发现微创手术和手术野外被覆张肌可以明显增加固定稳定性, 这可能与保留了正常生理受力结构和张肌的“垫片”作用有关。Augat 等<sup>[8]</sup>用 36 条羊骨实验后得出: 对稳定性影响最大的微环境在于沿着骨折线的软组织质量。除了手术强调微创外, Clary 等<sup>[9]</sup>用犬骨(尸骨), 从生物力学和组织学的角度研究预攻丝的不同直径(0, 1.5, 2.0, 2.7, 3.1, 3.3, 3.5, 3.7mm)对单侧外固定效果的影响, 结论是: 与正纹螺钉的内径相当但不超过螺钉内径的预攻与不做预攻的情况相比不但可以增加针的稳定性同时还能减少对周围显微结构的损伤, 从而减少额外骨质吸收和过早针松的可能性。Hyldahl 等<sup>[10]</sup>用单侧外固定架和 Schanz 螺钉固定活体羊的骨折, 随机分为无前负荷组(N)、弯曲前负荷组(B)和放射状前负荷组(R)三组, 用 X 线片结合组织荧光染色评价效果。结果 R 组优于 B 组, 而 B 组又优于 N 组。值得重视的现象是, R 组的螺钉周围在术后 5 周时几乎看不到有骨质吸收的迹象。另外, 手术时精确的解剖复位相当于变不稳定骨折为稳定骨折, 由于负荷分担而增大固定的稳定性。

### 4 针数、针的方向和针的排列

按照生物力学的一般观点, 应该是针数越多就越稳定。Aro 等<sup>[6]</sup>的实验结果证实用 6 根针比用 4 根针可以得到更大的抗扭稳定性, 可是同时抗弯稳定性要比用 4 针的低。Johnson 等<sup>[11]</sup>认为外固定稳定性依赖于针和外固定架的定位。外

1 西安市红十字会医院, 陕西 西安 710054; 2 西安市灞桥区中医医院

固定架的位置参数包括针的分布、针间角度、针杆角度、针数、有效针长度和半针/全针。在压力、弯曲力和扭转力负荷下独立变动各个结构参数的相互影响非常复杂。为提高稳定性,应尽量使针分布均匀、针和针成直角、针和杆成直角、增加针数、增大有效针长度、使用全针而不是半针和使用尽可能多的连接杆,但是从理论上说,如果其它参数做到完善的话可以把全针和半针之间的稳定性差异降到很低,这样就可以兼而具有既稳定又操作简单、手术创伤小的优点。

### 5 其它因素

原骨折的暴力大小、性质、是否粉碎骨折,以及病人全身状况等等一般性影响骨折预后的因素,必然也对骨外穿针外固定法的稳定性产生影响。原骨折的软组织损伤程度也对外固定后稳定性有显著影响,所以要强调微创手术操作,必要时还需做肌成形术和皮瓣、肌瓣转移成形术。可以促进骨质愈合的药物和理疗等等也都能通过提高针骨界面的质量而间接地增加固定的稳定性。如果原骨折发生在干骺端,因为皮质层薄弱、骨孔大、对螺针的抓附力小,且手术时进针须避开关节腔等原因容易导致固定失败,要求医生在术中入针时要尽量避开骨骺端。另外,针道感染是外固定的常见并发症,也是导致固定失败的重要因素。

### 6 讨论

近年许多学者为提高外固定的稳定性而做了大量工作,但也有人认为过度稳定的固定会导致骨延迟愈合甚至不愈合。在临床实践中外固定的延迟愈合比率高的现象也确实存在。Ritter 等<sup>[12]</sup>在作了生物化学分析后认为,极度稳定的外固定不仅干扰骨的愈合过程,而且会扰乱正常骨的应力结构。也有学者认为充分负重有利于骨折愈合,充分负重又要求稳固的固定作保障。Aro 等<sup>[13]</sup>在用狗胫骨作影响外固定支架术后骨质恢复和重建的因素的实验中发现,最初 2 到 4 周的轴向加压除了减少骨折段之间的距离外并无促进骨膜成骨的作用;在愈合的第二期,充分稳定固定基础上的负重活动有利于皮质骨的成熟。Hass 等<sup>[14]</sup>认为外固定的优势集中在固定早期,但在后期会干扰骨折愈合和骨的正常塑形。如何在增大固定稳定性和降低应力保护效应之间找到一个最佳平衡,是值得继续研究的课题。动态外固定允许人为控制骨折断端的轴向压力,所以作者认为是解决应力保护问题的较好方法,关键是要把握好时机。

单侧外固定尽管有延迟愈合、畸形愈合、不愈合、假关节形成、针道感染、深部感染、针松等诸多问题,但都不是单侧外固定架的固有问题,都可以找到解决的方法。其中,畸形愈合和假关节的存在,对治疗效果的影响最大,我们如果能抓住影响单侧外固定稳定性的关键,通过改良操作和护理,改进器材

制作工艺等等来充分发掘其潜力,增大单侧外固定架固定的稳定性,解决其畸形愈合率高的问题,单侧外固定将是既符合我国国情又具备优良疗效的治疗长管骨骨折的好方法。对影响单侧外固定稳定性的因素和如何提升其稳定性的研究在目前有巨大价值。

### 参考文献

- 1 Kamezis IA, Miles AW, Cunningham JL, et al. Axial preload in external fixator half pins: a preliminary mechanical study of an experimental bone anchorage system. *Clin Biomech*, 1999, 14(1): 69-73.
- 2 Aro HT, Markel MD, Chao EY, et al. Cortical bone reactions at the interface of external fixation half pins under different loading conditions. *J Trauma*, 1993, 35(5): 776-785.
- 3 Augat P, Claes L, Hanselmann KF, et al. Increase of stability in external fracture fixation by hydroxyapatite coated bone screws. *J Appl Biomater*, 1995, 6(2): 99-104.
- 4 Halsey D, Fleming B, Pope MH, et al. External fixator pin design. *Clin Orthop*, 1992, 5(278): 305-312.
- 5 Chevalley F, Amsutz C, Bally A, et al. Experimental study of external fixation of femoral fractures. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*, 1992, 78(7): 423-429.
- 6 Aro HT, Hein TJ, Chao EY, et al. Mechanical characteristics of a upper extremity external fixator. *Clin Orthop*, 1990, 4(253): 240-250.
- 7 Etter C, Burri C, Kinzl L, et al. Load stability in relation to the osteosynthesis method, course and complications in open lower leg fracture with severe soft tissue lesions. *Aktuelle Traumatol*, 1982, 12(2): 78-82.
- 8 Augat P, Margevicius K, Simon J, et al. Local tissue properties in bone healing: influence of size and stability of the osteotomy gap. *J Orthop Res*, 1998, 16(4): 475-481.
- 9 Clary EM, Roe SC. In vitro biomechanical and histological assessment of pilot hole diameter for positive profile external skeletal fixation pins in canine tibiae. *Vet Surg*, 1996, 25(6): 453-462.
- 10 Hyldahl C, Pearson S, Tepic S, et al. Induction and prevention of pin loosening in external fixation an in vivo study on sheep tibiae. *J Orthop Trauma*, 1991, 5(4): 485-492.
- 11 Johnson WD, Fischer DA. Skeletal stabilization with a multiplane external fixation device, biomechanical evaluation and finite element model. *Clin Orthop*, 1983, 11(180): 34-43.
- 12 Ritter G, Weigand H, Ahlers J, et al. Necessary stability and biomechanics of fracture healing in externalization osteosyntheses. *Urrfallchirurgie*, 1983, 9(2): 92-97.
- 13 Aro HT, Chao EY. Bone healing patterns affected by loading, fracture fragment stability, fracture type, and fracture site compression. *Clin Orthop*, 1993, 8(293): 8-17.
- 14 Hass N, Krettek C. New trends in the management of shaft fracture. *Langenbecks Arch Chir Suppl Kongressbd*, 1991, 478-486.

(收稿: 2001-10-10 编辑: 李为农)

## 书 讯

《骨科门诊治疗技术》,魏会东著。新华出版社出版(书号: ISBN 7-5011-5638-7), 32 开本。全书 14 万字,图文并茂,简便实用。着重介绍了各种骨科门诊常见疾病的诊断及行之有效的治疗方法如正骨、推拿按摩、针灸、中药、小针刀、物理疗法等,供基层骨伤科工作者临床参考,冀为广大门诊骨伤患者减少痛苦,节省费用,减少并发症。本书定价 18 元,另加邮资 3 元。寄:北京市西城区新外大街 16 号 第二炮兵总医院中医科魏惠珍收。款到即寄。邮编 100088 联系电话: 010 66343137