

· 生物力学研究 ·

骨折复位固定器疗法针位与固定稳定性关系的生物力学研究

孟和¹ 顾志华² 顾沿泊³

(1. 中国中医研究院骨伤科研究所, 北京 100700; 2. 河北省科学院, 河北 石家庄;

3. 河北医科大学第三医院, 河北 石家庄)

骨折复位固定器是夹板局部外固定疗法的继承和发展, 是中西医结合骨折疗法的一种新型医疗器械。在骨折治疗上, 它保留了夹板疗法的优点, 弥补了其不足, 使中西医结合疗法不仅扩大了医疗范围, 也提高了愈合质量。

1 结构与功能

骨折复位固定器的基本结构可分两部分: 轴向牵引加压部分和横向复位固定部分。

轴向部分是立体结构, 它由两根可调支撑螺杆与两个半环形变截面曲梁组成。一端用螺母固定, 另一端用可调节螺母连接, 在半环形变截面梁上的滑槽内装有骨针插座。当同步旋动两可调节螺母时, 骨针沿轴向平动, 它是单自由度系统的双螺杆机构。因此, 它除用于解决和防止骨折端的重叠和分离移位外, 通过针座的移动可解决旋转移位。

横向复位固定部分是由 2~4 个其上各装有多可个可调加压板的滑轨, 用 L 形钩套接在支撑杆上, 当旋动置在滑轨上的可调螺母时, 压板将随之横向移动。可见, 横向复位固定部分是彼此独立的多个自由度系统的螺旋机构。它主要用于解决和防止横向移位或成角畸形^[1]。

2 骨针使用三原则

从上述骨折复位固定器的结构特征知, 器械与肢体直接接触的只有骨针和压板, 即使肢体能获得稳定固定的外力全部来源于此。所以, 正确使用骨折复位固定器治疗骨折的关键在于掌握好穿针和压板的应用技术。

2.1 两针作用力合力连线要通过骨断面的截面核心。

人的四肢长骨并非均匀直杆, 其形心连线均呈曲线, 而且各部位的横断面面积和形状也不相同, 整体看, 它是一个变截面曲杆, 穿针固定时, 必须考虑

其几何特性。

所谓断面截面核心是指断面形心附近这样一个区域, 当偏心压力 P 作用在这个区域内或边界上时, 整个断面上不产生拉应力只有压应力。

根据断面截面核心的定义, 欲使断面上不出现拉应力, 则中性轴不能与断面相割; 若中性轴与断面的周边相切, 这时偏心压力的作用点正好在截面核心的周界上。当偏心压力的作用点在截面核心的周界上移动时, 相应中性轴位置也在变化, 但是总是与断面的周边相切。因此, 可以利用中性轴与断面周边相切的这种特定位置来求截面核心的周界。

例如圆形断面, 由于圆形断面对于圆心 O 是极对称的, 因而截面核心的周界也应该是极对称于圆心 O , 所以截面核心的周界也是个圆。计算得知, 圆的截面核心是以 O 为中心, $\frac{d}{4}$ 为直径的圆, 如图 1 示。

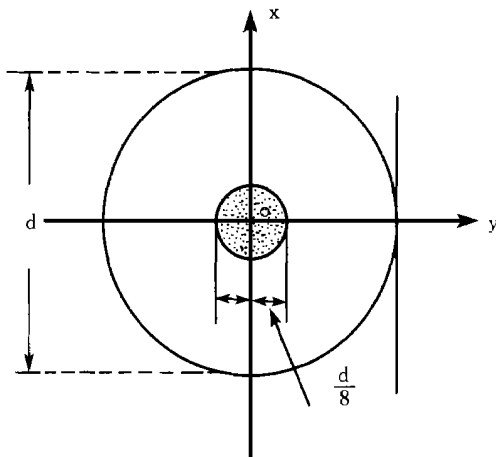


图 1 实心圆时截面核心示意图

同理, 可求得空心圆截面的截面核心为以 $\frac{D}{4}$ (1

+ α^2) 为直径的圆, $\alpha = \frac{d}{D}$, 如图 2 示。

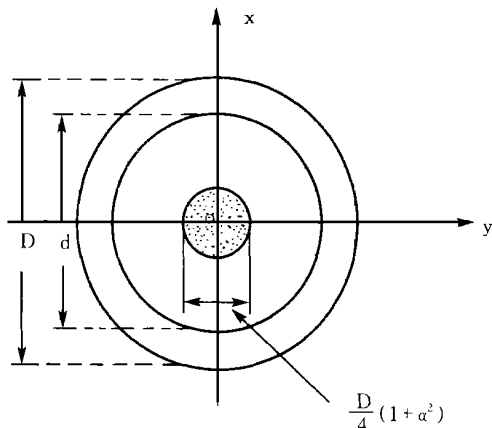


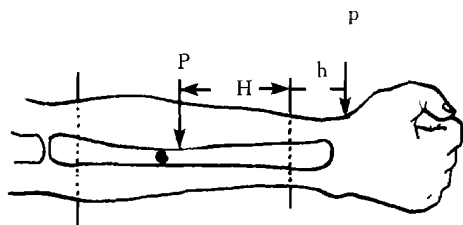
图 2 空心圆时截面核心示意图

穿针时, 若使两骨针合力作用线通过断面截面核心, 则对断面施加压应力时, 便能保证断面各点均受压, 不会出现成角畸形, 若施加拉应力, 则断面各点均受拉, 这在肢体延长上是必要的。

2.2 两针要远离骨断面。在情况允许的前提下, 两枚骨针要尽量远离骨断面, 这样做的优点是:

(1) 强化压板效应 压板是骨折复位固定器不同于其它外固定器械的典型特征, 是夹板局部外固定骨折法进一步的发展, 是夹板压垫效应力的推广应用。它使远近端断面具有剪应力互逆效应, 可明显削弱治疗初期不利于愈合的断面剪应力; 由于压板与器械联接处使用的是球形铰链, 所以压板下的力可自行调整, 使之在整个治疗过程中力分布是均匀的, 不致使压板下软组织因局部压强过大而损伤。

但压板对骨折端的实际作用效应, 不仅决定压板力的大小, 与骨针的相对位置有显著关系。如图 3 示, 影响断面稳定的外界干扰力 p 一般情况下主要来自骨针的另一侧, 只要干扰力的大小没有破坏断面摩擦力和压板力的平衡就能保持固定的稳定性。



注: P-压板力; p-外界干扰力; H-压板力至骨针间距离; h-干扰力至骨针间距离

图 3 干扰力与压板力间固定稳定关系

设干扰力 p 到骨针的距离为 h , 骨针到断面形心的距离为 H , 断面间摩擦力和压板合力通过形心, 且大小设为 P 。固定稳定的条件应为

$$h \cdot p < H \cdot P \tag{a}$$

从式(a)看到, 当干扰力 p 和压板力(对确定的骨折类型认为摩擦力是不变的)一定时, h 越小或说 H 越大稳定性越好, 即在板压力较小的情况下就可以维持断端稳定。对近端可做同样讨论。因此得知, 骨针越远离骨断面, 较小的压板力便可维持断端的稳定。在同样干扰力情况下, 如 h 加大(或 H 减小), 拟维持断面稳定则需较大的压板力。过大的压板力, 有可能损伤软组织, 影响断端血运, 不利于愈合。因此, 骨针远离断端, 可强化压板效应。

(2) 增大骨与骨针间的摩擦力。我们曾通过实验得到骨与骨针间摩擦力计算公式

$$F_{max} = f \cdot \sigma \cdot s \tag{b}$$

其中 f 为骨与骨针间摩擦系数, 实验得到在松质骨区 \bar{f}_A 和从松质骨到密质骨的过渡区 \bar{f}_B

$$\bar{f}_A = \bar{f}_B = 0.3142$$

密度骨区 $\bar{f}_C, \bar{f}_C = 0.264$

σ —弹性挤压应力, 实验得知

在松质骨区 $\bar{\sigma}_A = 2.32 \text{ MPa}$

过渡骨区 $\bar{\sigma}_B = 6.047 \text{ MPa}$

密质骨区 $\bar{\sigma}_C = 10.385 \text{ MPa}$

S —骨与骨针接触的曲面面积

将上述数据代入式(b)不难看到, 由于骨针穿在松质骨接触面积 S 远大于穿入密质骨, 虽然 $\sigma_C \gg \sigma_A$, 但穿入松质骨的摩擦力也远大于穿过密质骨的摩擦力。

骨针远离断面, 一般情况下, 很自然落在松质骨区。摩擦力的增大, 便减少了拔针的可能及相应一系列不良后果, 如固定失稳, 针眼渗液等。

2.3 两针所在平面平行。骨折复位固定器治疗骨折时, 一般使用两枚骨针, 无论断面处于何种情况, 在复位固定后两针要位于两平行平面内, 并不要求两针一定平行, 即不一定两针共面。否则, 不仅会产生成角畸形, 还可能破坏断面自锁, 出现重叠移位。

本文仅讨论了使用骨折复位固定器穿针应掌握的三个基本原则, 即要求两针作用力合力连线要通过骨断面的截面核心; 在临床允许的条件下, 两针要尽量远离骨折断面; 且两针所在平面要平行。这里并未涉及对骨针本身的要求, 以及骨针相对固定器主体衔接中应注意的问题。

应用骨折复位固定器治疗骨折时穿针应掌握的三条基本原则是在 217 例临床经验基础上提出的,并逐步上升到理论。

参考文献

- [1] 孟和. 中国骨折复位固定器疗法. 北京: 北京医科大学·中国协和医科大学联合出版社, 1993. 124-163.

(收稿: 1999-05-10 编辑: 李为农)

• 短篇报道 •

中西医结合治疗踝部骨折 68 例

徐纪庆 候宝兴 赵光复

(上海中医药大学附属龙华医院, 上海 200032)

我们在治疗 68 例踝部骨折中根据不同的骨折类型和移位情况, 采用中西医结合治疗方法, 取得了较好的临床效果。现报告如下。

1 临床资料

自 1990~1995 年共收治因踝部骨折移位明显, 开放性骨折和门急诊复位失败的住院病人 68 例。其中男 37 例, 女 31 例; 年龄最小 15 岁, 最大 77 岁, 平均年龄 44 岁; 就诊时间最长 6 天, 最短数小时; 内踝 12 例, 外踝 4 例, 内外双踝骨折 20 例, 三踝 24 例, 三踝伴胫距关节脱位 8 例, 其中开放性骨折 7 例。

2 治疗方法与结果

所有病人都采用连硬外麻醉下分别采用闭合复位, 切开复位, 撬拨疗法和清创复位内固定术。

2.1 闭合复位选择 23 例骨折肿胀不甚和老年不利于手术治疗的病人采用本法。常规在电透下进行, 根据受伤时足的旋前, 旋后位和损伤外力的内收、外展、外旋的不同情况反其道而予以复位。复位成功后采用有利于固定的内翻、外展、跖屈、背伸不同位置石膏前后托或“U”型石膏固定, 部分病人采用夹板固定。复位后定期拍片, 2 周后肿胀消退换石膏。本组由于复位未达到解剖复位或近似解剖复位和复位术后再次移位者 7 例, 均采用切开复位内固定方法治疗。

2.2 切开复位内固定 49 例骨折采用本法, 内、后踝常规用螺丝钉, 外踝常规用钢板, 部分病人选用克氏针内固定, 对下胫腓韧带疑有断裂者术中予松质骨螺钉固定。术中拍片或电透, 术后拍片均示对线对位佳。

2.3 撬拨疗法内踝 3 例, 三踝 2 例采用本法。2 例撬拨复位成功后石膏固定, 2 例撬拨后克氏针经皮内固定, 1 例三踝骨折撬拨失败, 后改用切开复位内固定术治疗。

2.4 清创复位内固定对 7 例开放性骨折予清创后复位, 其中 2 例位置尚可未予内固定, 3 例行内固定术, 2 例由于皮肤情况甚差, 放弃内、外固定, 遗留畸形愈合。由于清创彻底均未

发生感染。

2.5 治疗结果解剖复位 58 例, 近似解剖复位 5 例, 功能复位 3 例, 2 例关节畸形。

3 讨论

踝关节的解剖特点使踝部骨折后必须复位良好, 才能获得良好的疗效。踝部损伤虽然在门急诊中占有不少的比例, 但造成明显移位的骨折尚属少数, 绝大多数病人经过处理均有较好的预后。对移位明显的骨折可有针对性地采用不同治疗方法。闭合复位方法简单, 避免手术, 但复位容易固定难和软组织嵌顿等因素给复位带来不少困难。一些双踝、三踝骨折复位时很难顾及全面, 以往手法复位重视内踝, 而外踝对位不良所造成应力集中是引起以后创伤性关节炎的一个重要原因。^[1]本组闭合复位的成功率 69.6%。踝部骨折手术方法简单, 可获得良好的复位和内固定, 根据 Ramsey^[2]等研究。距骨外移仅 1mm, 胫距关节接触面积要减少 42%, 负重时势必造成单位面积压力增大。解剖复位可大大减低创伤性关节炎的发生率, 内固定后又可适当提早关节活动。手术的缺点是增加感染机会; 后踝骨折片位置较深, 手术显露困难, 创伤较重; 以及大部分病人需进行第 2 次取针术。撬拨疗法在踝部骨折治疗上不失为一种好方法, 虽然适用的范围有限, 但对某些类型如内踝骨折, 胫骨前结节撕脱性骨折, 后踝骨折等效果较佳^[3], 既可帮助复位又可经皮固定, 集闭合复位和内固定的优点。

参考文献

- [1] Yablon LG, Heller FG, Shouse L, et al. The Key Role of the Lateral Malleolus in Displaced Fractures of the Ankle J Bone Joint Surg, 1977, 59A: 169.
- [2] 周维江, 张文明, 徐印坎, 等. 张力带内固定治疗移位的踝关节骨折. 上海医学, 1986, 12(9): 26.
- [3] 马元璋, 曲克服, 陈正中, 等. 踝关节骨折经皮撬拨复位和内固定. 中华外科杂志, 1982, 20(2): 99.

(收稿: 1997-04-21 修回: 1997-07-21 编辑: 李为农)