

• 基础研究 •

股骨干骨折髓内钉远端徒手锁钉技术及应用解剖学研究

盛韶山¹, 邢光霞², 潘志军³

(1. 温岭中医院骨伤科, 浙江 温岭 317500; 2. 温岭中医院统计室; 3. 浙江大学附属第二医院)

【摘要】 目的: 探讨股骨干骨折髓内钉固定时远端徒手锁钉的可行性。方法: 选取成人不成对股骨防腐标本 22 根, 对 12 根标本远端锁钉横截面的周径、外侧边边长及外侧上下角进行测量。选最大截面运用平面几何与三角函数来计算探针通过截面外侧边上探测孔的最大摆动角并确定探测孔的最佳定位点。用直径 1 mm 的克氏针经过直径 4 mm 的探测孔来探测直径为 9 mm 的髓内钉, 并通过 10 根股骨干骨折模型及 15 例临床股骨干骨折病例对徒手锁钉法加以验证。结果: 股骨干远端锁钉横截面即股骨远端骨骺线上 3 cm 处的横截面, 其外周径为 (153.00 ± 7.45) mm, 外侧边长为 (36.30 ± 2.65) mm, 外上角为 102.42 ± 5.85°, 外下角为 81.00 ± 3.25°, 外侧边髓腔厚度 (1.96 ± 0.04) mm。在最大的横截面处当探查孔直径为 4 mm 时, 在外侧两边角区存在盲区 (即髓内钉位于其间但通过探查孔的探针不能探到的区间)。但当髓内钉通过约 10 cm 的髓腔狭窄段时, 髓内钉不会到达盲区。探针向上、向下的最大摆动角均为 44°, 当探查孔定位于外侧边中点时, 如髓内钉通过的 10 cm 的髓腔狭窄段, 骨折复位满意时是可以被探针探及的。应用此法在 10 根标本及 14 例利用定位器远端锁钉失败的临床病例中获得成功。结论: 通过股骨外侧 4 mm 的探查孔用直径 1 mm 的细克氏针滑移来寻找髓内钉徒手锁钉的方法是可行的。

【关键词】 股骨骨折; 骨折固定术, 髓内; 解剖学

Study of interlocking intramedullary nail locked with the free-hand technique in femoral shaft fractures and the applied anatomy SHENG Shao-shan*, XING Guang-xia, PAN Zhi-jun. * Department of Orthopaedics, the Wenling Hospital of TCM, Wenling 317500 Zhejiang, China

ABSTRACT Objective To discuss the feasibility of the interlocking intramedullary nail distally locked with free-hand technique in femoral shaft fractures. **Methods** Twenty-two femoral specimens of native adults were used in the study. Twelve specimens were selected to measure the circumference, the length of lateral border, superior lateral and inferior lateral angle of the transverse section on which distal locking screws were implanted. A hole was drilled in the lateral side of the biggest transverse section. The biggest moving angle of the kirschner wire through the detective hole and the most correct orientation point were detected by using plane geometry and the triangular function mathematics methods. Then the locking method was confirmed in 10 different femoral fracture specimens and 15 patients with femoral shaft fracture. **Results** The transverse section of distal locking screw was just the transverse section of 3 cm upper from distal femoral epiphyseal line. The measure results were as follows: the average circumference was (153 ± 7.45) mm, the average length of the lateral border was (36.3 ± 2.65) mm, the average outer superior angle and the outer lower angle were 102.42 ± 5.85° and 81.00 ± 3.25° respectively, the thickness of the medullary cavity at the biggest transverse section was (1.96 ± 0.04) mm. The above numbers were used to figure out that when the diameter of the detective hole was 4 mm, there was a blind zone in the lateral part to which the exploring needle could not touch. But when the intramedullary nail went through about 10 cm length narrow part of the medullary cavity, the intramedullary nail could not reach the blind zone. The biggest upward and downward moving angle of the Kirschner wire were 44°. If the orientation point located in the middle point of the outer side and the reduction was satisfactory, the intramedullary nail through about 10 cm length narrow part of the medullary cavity could be found. This method successfully used in 10 specimens and 14 patients in which both was failure to treat fracture. **Conclusion** The intramedullary interlocking nail locked by free hand through the 4 mm diameter detective hole is acceptable.

Key words Femoral fractures; Fracture fixation, intramedullary; Anatomy

Zhongguo Gushang/China J Orthop & Trauma 2007, 20(9): 605-607 www.zggszz.com

带锁髓内钉固定牢固,抗旋转,抗短缩,允许早期活动,是目前治疗股骨干骨折比较理想的方法,已成为治疗股骨干骨折的主流。但在带锁髓内钉的应用中,其远端锁钉技术至今不尽人意。目前远端锁钉的方法有2种:一种是用定位器锁钉,但目前尚无理想的定位器,均有一定的失败率^[1];另一种方法是利用X线来定位,此方法对长期从事此工作的骨科医生的健康有危害。本实验通过对成人股骨标本的解剖学研究和临床试用,探索了一种极为可靠的徒手锁钉技术,即利用探针的灵活性,通过骨洞通道的窗口在髓内钉主钉上滑移,寻找锁孔,以弥补定位器的不准,或减少射线量。

1 材料与方法

1.1 实验材料 发育正常的成人不成对股骨防腐标本共22根,左右各11根(排除明显畸形、骨折和肿瘤等病变),年龄20~41岁,平均29.5岁,男女比例为8:4,标本均来源于浙江大学医学院解剖教研室。

1.2 实验方法及观察项目 12根股骨冠状位剖开,观测髓腔形状,测量髓腔狭窄段长度、远端股骨松质骨与皮质骨移行处距远端骨骺线的距离(此处为最佳锁钉点)。于此处横断,观察横断面的形状并测量横断面的外周径(截面周径),横断面的外侧边长(AB),及此横断面的外上角(A)和外下角(B),如图1。本实验采用游标卡尺测量长度,精确至1mm,用量角器测角,精确至1°。根据三角函数可推出公式:

$$\sin Q = \frac{(-ab + \sqrt{a^2 + b^2 + c^2})}{(a^2 + b^2)}$$

其中 a 为探查孔处髓腔厚度, b 为探针直径, c 为探孔直径, Q 为探针的最大摆动角。取其中最大截面周径为 160 mm, 外侧边长 AB 为 40 mm, 外上角(∠A)为 110°, 外下角(∠B)为

$$86^\circ, \text{根据公式 } \sin Q = \frac{(-ab + \sqrt{a^2 + b^2 + c^2})}{(a^2 + b^2)}$$

其中 a = 2 mm, b = 1 mm, c = 4 mm 计算出探针的向上向下最大摆动角。

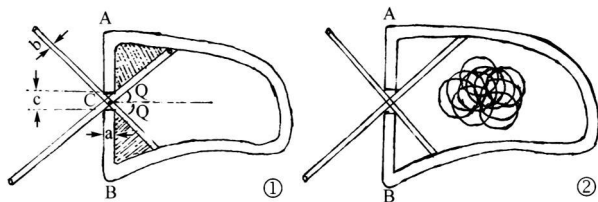


图1 股骨远端锁钉截面示意图(a髓腔厚度 b探针直径 c探孔直径 Q探针最大摆动角 AB距离,截面外侧边长 A、B分别为横断面的外上角、外下角 C:外侧边的中点 阴影部分:A区 B区2个盲区) 图2 髓内钉在远端锁钉截面排列示意图(图中的圆圈:表示髓内钉在股骨远端锁钉截面内的横截面 A、B:横断面的外上角和外下角)

Fig 1 Schematic diagram of femoral specimen transverse section when nail was locked in the distal part of femoral shaft. a: thickness of medullary cavity; b: diameter of exploring needle; c: diameter of exploring hole; Q: the biggest moving angle of exploring hole; AB: distance of outer side length of section; A, B: outer superior angle and the outer lower angle respectively; C: middle of outer side; dashed area: two dead zone of A and B area. **Fig 2** Schematic diagram of intramedullary nail in the distal transverse section (the circles in the diagram: transverse section of intramedullary nail in lock pin at the distal part of femoral shaft; A, B: outer superior angle and the outer lower angle respectively).

1.3 标本验证方法 10根标本制成股骨干骨折模型,包括横断形、斜形、螺旋形及粉碎性。骨折复位后顺行置入髓内钉,纵向由另一等长的髓内钉定位确定股骨远端锁钉截面,于此横截面外侧边中点处用直径4mm的钻头钻孔,用直径1mm的克氏针通过股骨外侧的直径4mm的孔在髓内钉主钉上的滑移寻找锁钉孔并于锁钉所在横截面观察髓内钉在远端锁钉截面的排列情况。

1.4 临床验证方法

1.4.1 临床资料 15例均为本院2003年8月~2006年3月股骨干骨折行顺行交锁髓内钉固定远端锁钉失败的病例,男11例,女4例;年龄21~57岁,平均34.5岁;右侧9例,左侧6例;新鲜骨折12例,陈旧骨折3例。致伤原因:交通伤13例,重物砸伤2例。

1.4.2 手术方法 利用定位器远端锁钉失败后,切开远端锁钉两定位套筒间的皮肤软组织显露股骨,利用锁钉失败后遗留的直径4mm的骨洞作为探查窗,用直径1mm的克氏针通过骨窗在髓内钉上纵向与横向上滑移探到锁钉孔后,根据克氏针与股骨干纵轴所成的角度来确定锁钉位置,与股骨纵轴垂直即为锁钉截面。于锁钉截面处股骨外侧边中点用直径4mm钻头钻孔,以此骨洞作为远端锁钉定位孔,用直径1mm克氏针重新插入此骨洞,穿过髓内钉锁钉孔,利用髓内钉近端手柄转动调整至克氏针位于骨洞中心点后,即可锁钉,另一锁钉同法。最后利用定位器近端锁钉。

2 结果

实验测得截面周径138~160mm,平均153.5mm;截面外侧边长32.0~40.0mm,平均36.3mm;外侧上角86°~110°,平均102.4°;外下角76°~86°,平均81.0°;外侧边中点厚度1.88~2.00mm,平均1.96mm;髓腔狭窄长度94~106mm,平均100mm;松质骨与皮质骨移行处距远端骨骺线的距离28~32mm,平均30mm,各标本测量结果详见表1。

髓腔内髓腔狭窄段长度大约为10cm,远端松质骨与皮质骨移行处距远端骨骺线平均约3cm。股骨远端骨骺线上3cm处股骨外侧面基本接近为一平面,其截面图见图1,取其中最大截面来计算,算出Q=44°,即探针向上、向下的最大摆动角为44°。因此,当探查孔位于外侧边中点(C点)有A和B区2个盲区存在(即髓内钉位于其间,但通过探查孔的探针不能探到的区间,图1所示的上下阴影区),但如髓内钉通过约10cm的狭窄段时,如骨折复位满意时,髓内钉是到不了盲区的。12根股骨干骨折模型髓内钉固定后,髓内钉在股骨远端锁钉截面内的所处位置分布见图2,基本集中在髓腔中心,均处于髓腔内非阴影区,也就是说通过股骨外侧边中点的直径4mm的骨洞用直径1mm的克氏针是能够探及到髓内钉的。在利用定位器锁钉失败的15例临床病例中14例徒手锁钉成功。

3 讨论

3.1 交锁髓内钉技术分析 交锁髓内钉对股骨干的固定是通过髓内钉对股骨的轴向固定,以及远近端交锁钉及髓腔狭窄部3个支点^[2]来保持肢体的长度,控制旋转,稳定骨折端。远端锁钉因其力臂长,所受应力最大,故其在股骨干骨折髓内

表 1 股骨标本测量数值表

Tab 1 Femoral specimens numerical value

标本号	截面周径 (mm)	截面外侧边长 (mm)	外侧上角 (°)	外侧下角 (°)	外侧边中点厚度 (mm)	髓腔狭窄段长度 (mm)	松质骨与皮质骨移行处距 远端骨骺线距离 (mm)
1	153	37.0	103	78	1.92	105	30
2	159	37.8	102	83	1.96	106	32
3	158	37.7	101	80	2.00	106	31
4	158	39.0	105	86	1.88	105	31
5	156	37.2	105	82	1.98	101	29
6	155	34.0	100	79	1.94	102	29
7	160	40.0	105	86	2.00	101	28
8	147	34.0	102	76	1.98	95	30
9	138	32.0	103	77	1.98	94	28
10	159	38.0	110	80	1.92	95	29
11	158	37.0	107	82	2.00	99	31
12	141	32.0	86	83	1.96	99	32

钉内固定中至关重要,是手术成败的关键。因定位器随着定位臂的增长其远端锁钉的失真率在增加,故远端锁钉存在一定的失败率。股骨远端锁钉的位置一般均选择在股骨远端骨骺线上 2~4 cm 处^[2]。从力学上讲力臂越长即远端锁钉越远越好,但纵向剖开股骨干标本可见在股骨远端骨骺线上 3 cm 处为皮质骨与松质骨移行处,此处骨皮质渐变薄,髓腔渐被骨松质填充。如锁钉过低,骨皮质过薄,均为松质骨,锁钉易松动、拔出;如过高,则均为皮质骨,易造成锁钉的应力集中,断钉。故本实验均采用股骨远端骨骺线上 3 cm 处作为远端锁钉处。

3.2 徒手锁钉的必要性 在带锁髓内钉的应用中,远端锁钉技术一直是骨科医生的难点,也是手术成败的关键之一。目前远端锁钉的方法有 2 种:一种是用定位器锁定,但目前无理想的定位器。操作时,定位杆容易向钉体两侧边滑脱而失效,远端锁钉距钉尾较远,定位器臂杆较长失真度高,故定位器远端锁钉均有一定的失败率,并且需在远段大腿前侧作一定位切口,切开髌上囊,增加手术创伤。另一种利用 X 线来定位,放射量大,对骨科医生的健康造成危害。本实验提出的利用探针的灵活性,通过骨洞通道窗口在髓内钉上的滑移,寻找锁孔,以弥补定位器不准或减少射线量,徒手锁钉同时予以保证骨折复位的满意。

3.3 本实验方法的进一步说明 本组测量成人尸体股骨标本,以青壮年为主,青壮年是股骨骨折的高发人群,也是股骨髓内钉固定的最佳年龄组。股骨髓腔最狭窄处,位于股骨中点的近侧约 4 cm 处,该处的内径决定于髓内钉的直径,一般为 10~13 mm,成人髓内钉最细为 9 mm。本组实验中远端锁钉的纵向定位是通过 1 枚相同的髓内钉的髓腔外测量来实现的,在临床病例中是先用定位器,如失败后再利用直径 1 mm

的细克氏针的灵活性来弥补其不足。横向定位是利用 1 枚直径为 1 mm 的克氏针通过股骨远端髓腔外侧壁中线上的探测孔来寻找髓内钉,骨折复位满意时是可以找到的,只有骨折复位不满意时,髓内钉才有可能到达 A 区或 B 区。

3.4 实验结果的分析及应用 手术中常规远端锁孔为 4 mm。本实验中当探查孔直径 (c) 为 4 mm 时,通过公式计算探针的最大上、下摆动角均为 $Q = 44^\circ$ 。也就是说,通过 4 mm 的探查孔,探针是无法探到 A 区和 B 区,即有盲区存在。但从标本解剖中可见股骨的髓腔有 10 cm 左右的狭窄段,如骨折复位满意时,髓内钉通过髓腔的狭窄段后在远端锁钉截面处是到达不了 A 区和 B 区(上下三角区),所以骨折复位满意时,常规直径 4 mm 的探查孔是可以探及到髓内钉的。髓内钉远端锁孔的定位,纵向定位可以通过体外的测量来确定,横向定位可通过探针在髓内钉上的滑移来确定。从本实验中利用 10 根股骨加以验证证实徒手锁钉是一可行的有效的方法,临床实际应用也证实了这一点,应用徒手锁钉的 15 例中 14 例成功,1 例失败,14 例骨折复位满意的病例均采用远端锁钉截面的外侧中点为探查孔的定位点,均锁钉顺利,1 例失败者是因为远端锁钉位置过低,探针在松质骨内无法灵活摆动造成的。所以认为徒手锁钉法是一种灵活、方便、可靠的方法,不但可以弥补定位器的不准,而且可以极大地减少术中的放射量,临床上应加以推广应用。

参考文献

- 1 刘长贵,张宝中,郭艾,等.带锁髓内钉治疗股骨干骨折并发症防治.中华骨科杂志,1998 18:725-727.
- 2 Strecker W, Suger G, Kinzli L. Local complications of intramedullary nailing Orthopaed, 1996 25:274-291.

(收稿日期:2006-11-07 本文编辑:王宏)

《中国脊柱脊髓杂志》2008年征订启事

《中国脊柱脊髓杂志》是由卫生部主管,中国康复医学会与中日友好医院主办,目前国内惟一以脊柱脊髓为内容的国家级医学核心期刊。月刊,大 16 开,正文增至 80 页,每月 10 日出版。全册铜版纸印刷,并附彩色插页。每册定价 13.50 元,全年 162 元。全国各地邮局均可订阅,邮发代号 82-457。国外读者订阅请与中国国际图书贸易总公司中文报刊科联系(100044 北京车公庄西路 35 号),代号:BM 6688。本刊编辑部可随时为国内外读者代办邮购(免邮寄费)。地址:北京市朝阳区樱花园东街中日友好医院内。邮编:100029。电话及传真:(010)64284923,64206643。E-mail:csj@263.net.cn。广告经营许可证:京朝工商广字 0171 号。可为相关厂家、商家提供广告园地。