

• 基础研究 •

踝关节生物力学实验放置压敏片入路新方法

韩长伶, 姚双权, 刘勇, 张奉琪

(河北医科大学第三医院骨科研究所, 河北 石家庄 050051)

【摘要】 目的: 探讨踝关节生物力学试验放置压敏片的新方法, 为踝关节生物力学试验提供依据。方法: 采用 6具防腐尸体标本, 左足组为 A组, 从内踝放入压敏片, 右足组为 B组, 从外踝放入压敏片。标本固定在实验机上, 轴向压缩 700 N, 维持 120秒, 分析压敏片。结果: A、B组踝关节接触面积分别是 (284.8 ± 27.3)、(281.3 ± 24.7) mm²; 踝关节前内、前外、后内、后外受力面积 A组分别是 (77.4 ± 8.3)、(67.8 ± 6.2)、(78.1 ± 6.5)、(61.5 ± 9.2) mm², B组分别是 (81.5 ± 9.2)、(64.2 ± 5.9)、(80.9 ± 6.1)、(54.7 ± 8.2) mm²; 平均压强 A组分别是 (2.09 ± 0.06)、(2.30 ± 0.48)、(1.73 ± 0.41)、(1.87 ± 0.43) MPa B组分别是 (2.11 ± 0.47)、(2.33 ± 0.45)、(1.70 ± 0.38)、(1.82 ± 0.40) MPa 峰值压强 A组分别是 (3.24 ± 0.44)、(3.38 ± 0.47)、(2.89 ± 0.38)、(3.02 ± 0.41) MPa B组分别是 (3.29 ± 0.43)、(3.36 ± 0.49)、(2.85 ± 0.34)、(3.05 ± 0.44) MPa。A、B组比较差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。结论: 经内踝入路放置压敏片试验效果同经外踝入路放置压敏片相当, 为踝关节力学研究提供了一个新方法。

【关键词】 踝关节; 压敏片; 生物力学

A new method to place pressure sensitive film on ankle joint An experiment of biomechanics HAN Chang-ling, YAO Shuang-quan, LIU Yong, ZHANG Feng-qi Institute of Orthopaedics, the Third Hospital of Medical University of Hebei, Shijiazhuang 050051, Hebei, China

ABSTRACT Objective To discuss a new method to place pressure sensitive film on ankle joint through biomechanical experiment. **Methods** The six specimens of anticorrosive cadaver were divided into two groups (A and B) according to left and right foot. The pressure sensitive film were respectively placed into medial malleolus (group A) and lateral malleolus (group B). They were tested on experimental machine, the force of axial compression was 700 N, keeping 120 seconds. **Results** The contact surface of ankle joint were (284.8 ± 27.3) mm², (281.3 ± 24.7) mm² in group A and group B, respectively. In group A, the compressive surface of ankle joint in intra anterior, extra anterior, intra lateral, extra lateral were (77.4 ± 8.3) mm², (67.8 ± 6.2) mm², (78.1 ± 6.5) mm², (61.5 ± 9.2) mm², respectively and in group B, they were (81.5 ± 9.2) mm², (64.2 ± 5.9) mm², (80.9 ± 6.1) mm², (54.7 ± 8.2) mm², respectively. The average pressure were (2.09 ± 0.06) MPa (2.30 ± 0.48) MPa (1.73 ± 0.41) MPa (1.87 ± 0.43) MPa in group A, respectively and (2.11 ± 0.47) MPa (2.33 ± 0.45) MPa (1.70 ± 0.38) MPa (1.82 ± 0.40) MPa in group B, respectively. The peak pressure were (3.24 ± 0.44) MPa (3.38 ± 0.47) MPa (2.89 ± 0.38) MPa (3.02 ± 0.41) MPa in group A, respectively and (3.29 ± 0.43) MPa (3.36 ± 0.49) MPa (2.85 ± 0.34) MPa (3.05 ± 0.44) MPa in group B ($P > 0.05$), respectively. **Conclusion** Placing pressure sensitive film into medial malleolus can obtain the same results as those placing pressure sensitive film into lateral malleolus, thus provides a new method for biomechanical experiment of ankle joint.

Key words Ankle joint; Pressure sensitive film; Biomechanics

踝关节是人体重要负重关节, 踝关节稳定性对保持其负重和运动功能具有重要的意义。目前对踝关节生物力学的研

究结果, 大多是通过尸体标本及人工模型等研究而得到的, 踝关节生物力学应力应变分析, 大多通过压敏片分析。通常人们从踝关节外踝放入压敏片, 但缺点是损伤韧带, 造成有些实验结果不准确。本实验采用内踝放入压敏片, 切开内踝骨尖放入压敏片, 内踝骨尖用松质骨螺钉固定。韧带无损伤, 更好

地模仿人体生理状态下踝关节。

1 材料和方法

1.1 材料 6具小腿连接防腐尸体标本, 标本年龄 20~40岁, 平均(34.8±1.28)岁, 身高(1.60~1.70)cm, 平均身高(1.68±2.20)cm, 体重 60~70 kg 平均体重(68.5±3.0)kg 尸体标本正侧位摄片显示为正常尸体标本, CSS44020 电子万能实验机, 实验机由长春实验机研究生产。

1.2 标本制备与制作 用牙托粉浇铸胫腓骨断端, 与实验机压缩缸相连。足标本固定在实验机台面上。

1.3 压敏片制作 用硬白纸做出踝关节面压迹, 将压迹裁下作为压敏片模板, 本实验使用双页型压敏片, 两片粗糙面相接。压敏片周围用塑料薄膜包裹, 以免压敏片受潮。

1.4 方法 6具尸体标本按左右足分为两组, 左足组为 A 组, 压敏片分别为 A1、A2、A3、A4、A5、A6, 右足组为 B 组, 压敏片分别 B1、B2、B3、B4、B5、B6, 压敏片 A1 和 B1 为一个标本左右足压敏片, 同样 A2 和 B2、A3 和 B3、A4 和 B4、A5 和 B5、A6 和 B6 分别为一个标本的左右足。A 组沿内踝骨尖上方切开内踝骨, 尽量少切开关节囊, 踝关节面全部暴露为准。B 组切断外侧副韧带, 尽量少切断关节囊, 放入压敏片。A 组压敏片沿切开内踝骨尖, 从内踝放入踝关节, 用松质骨螺钉固定内踝骨。轻轻将标本固定在实验机平台上。B 组压敏片用塑料薄膜包裹, 沿切断外侧副韧带从外踝放入踝关节。轻轻将标本固定在试验机平台上。分别经生物力学实验机, 轴向压缩 700 N (根据人站立承受的体重), 维持 120 秒。分别取出压敏片进行分析。

2 结果

2.1 压敏片图形比较 压敏片上的颜色范围代表踝关节力的接触面积, 颜色轻重代表压力大小。A1 和 B1 压敏片显示颜色部位、范围、深浅差异无显著性。同样 A2 和 B2、A3 和 B3、A4 和 B4、A5 和 B5、A6 和 B6 显示差异无显著性。内外踝放入压敏片生物力学实验, 压敏片显示图形、范围、部位、颜色轻重差异无显著性。

2.2 踝关节受力面积比较 A 组和 B 组标本踝关节, 轴向压缩实验后, 按踝关节前内、前外、后内、后外分析压敏片, 踝关节负重面积和总面积。负重面积测量是用扫描仪将压敏片图像读入计算机。AutoCAD 2000 软件测量压敏片踝关节负重区的着色面积, 每个负重区测量 3 次, 取平均值。所得数据通过 SPSS 10.0 软件进行方差齐性检验, LSD 法多种比较, P > 0.05, A 组和 B 组的踝关节负重面积差异无显著性统计学意义。见表 1。

表 1 两组踝关节接触面积比较 ($\bar{x} \pm s, \text{mm}^2$)

Tab 1 The comparison of contact surface of ankle joint between two groups ($\bar{x} \pm s, \text{mm}^2$)

Groups	Intra-anterior	Extra-anterior	Intra-lateral	Extra-lateral	Total area
A	77.4±8.3	67.8±6.2	78.1±6.5	61.5±9.2	284.8±27.3
B	81.5±9.2	64.2±5.9	80.9±6.1	54.7±8.2	281.3±24.7

* P > 0.05

2.3 踝关节平均压强和峰值压强比较 A 组和 B 组踝关节

压敏片, 按踝关节前内、前外、后内、后外分析压敏片, 经 FDP-306E 压敏片分析仪分析, 得出踝关节接触平均压强, 峰值压强, 所得数据通过 SPSS 10.0 软件进行方差齐性检验, LSD 法多种比较 P > 0.05, A、B 组实验踝关节平均压强和峰值压强差异无显著性统计学意义。见表 2、3。

表 2 两组踝关节平均压强比较 ($\bar{x} \pm s, \text{MPa}$)

Tab 2 The comparison of average pressure of ankle joint between two groups ($\bar{x} \pm s, \text{MPa}$)

Groups	Intra-anterior	Extra-anterior	Intra-lateral	Extra-lateral
A	2.09±0.46	2.30±0.48	1.73±0.41	1.87±0.43
B	2.11±0.47*	2.33±0.45*	1.70±0.38	1.82±0.40

* P > 0.05

表 3 两组踝关节峰值压强比较 ($\bar{x} \pm s, \text{MPa}$)

Tab 3 The comparison of peak pressure of ankle joint between two groups ($\bar{x} \pm s, \text{MPa}$)

Group	Intra-anterior	Extra-anterior	Intra-lateral	Extra-lateral
A	3.24±0.44	3.38±0.47	2.89±0.38	3.02±0.41
B	3.29±0.43*	3.36±0.49*	2.85±0.34	3.05±0.44

* P > 0.05

3 讨论

3.1 踝关节形态 踝关节由胫腓骨远端形成的踝穴、胫骨下关节面、内踝关节面、外踝关节面、距骨滑车关节面及关节囊构成, 它与周围韧带共同构成了机制复杂合体, 并受小腿肌肉的影响。踝穴呈前宽后窄的特点, 其中容纳的距骨体亦呈前宽后窄的形态; 胫骨远端关节面分别与距骨形成三个方向不一致的关节; 胫骨远端关节面的中央有以前后方向隆起的脊, 与距骨滑车面的凹槽一致; 腓骨下端微向外弯曲, 形成平均 13° (10°~15°) 的腓骨角; 外踝比内踝长约 1 cm 并偏后 1 cm; 胫腓下联合有一定活动度, 并随踝关节运动而发生相应的活动; 关节囊的前外侧部形成解剖上的薄弱区。这些踝关节解剖形态特点, 构成了踝关节稳定性的形态基础^[1]。

3.2 压敏片特性 压敏片可以同时测量负重面积、应压力分布, 实验使用双页型超微型压敏片, 由涂有微囊成色材料的压敏片和涂有显色材料的片组成, 片和片都以聚质为材料, 两片的膜必须相接, 即两片的粗糙面相接, 这时施压才会显色。当施加压力时, 微囊破裂释放出成色材料, 成色材料于显色材料反应, 从而产生彩色, 颜色深浅代表应力大小, 范围代表负重面积^[2]。使用压敏片时应注意其自身缺点, 压敏片对压力敏感, 加压即着色, 操作过程如果使用不当, 很容易使压敏片着色造成测量值不准。压敏片对温度、湿度敏感, 实验室内温度 18°~20°, 湿度 35%~85%。

3.3 外侧结构 包括外踝和外侧副韧带, 外侧副韧带包括距腓前韧带、跟腓韧带、距腓后韧带。其中, 腓跟韧带主要阻止足内翻, 间接限制距骨倾斜, 它和跟骨韧带共同维持跟距下关节的稳定性。距腓后韧带是三束韧带中最强的韧带, 能阻止距骨向后移位。距腓前韧带是其中最弱的一束, 但它是防止内翻的主要韧带, 距腓前韧带在外踝损伤会出现足的跖屈、旋

后及内旋。距腓前韧带和跟腓韧带是外踝的主要平衡装置,距腓前韧带和跟腓韧带损伤是踝关节外侧不稳定的基础,外侧切开外侧副韧带和部分关节囊,放入压敏片,进行轴向压缩,切断外踝韧带,不影响正常尸体标本踝关节力学性质。但腓骨缩短、畸形连接和距骨外移,均使踝距关节内侧和后外侧部分的压力明显上升^[3],外侧韧带损伤,影响生物力学实验结果。

3.4 内侧结构 包括内踝和三角韧带,其中三角韧带由浅深两部分构成,浅层基本按矢状面排列,主要对抗足的外翻,深层是踝关节内侧主要结构,主要防止距骨外旋和外移,并在踝关节的侧向稳定中起重要作用。Michelson等^[4]证实外踝切除后距骨会出现轻微的外翻和内旋,三角韧带浅层或深层断裂均会使距骨的外翻增加,而深层的断裂会使距骨的内旋增加。将内踝尖切开,关节囊少量少切开,放入压敏片后,内踝骨尖用松质骨螺钉固定。踝关节内踝放入压敏片的优点:踝关节周围韧带未损伤,关节囊部分切开,关节囊在踝关节稳定

性中作用不大。内踝骨尖用松质骨螺钉固定,不影响力学传导。接近生理状态下踝关节生理状态,适合任何踝关节生物力学研究。经内踝入路放入压敏片为踝关节力学研究提供了一个新方法。

参考文献

- 1 白玉龙,陈世益,许胜文,等.踝关节不稳定的生物力学研究现状.国外医学:骨科学分册,2003,24(4):230-232
- 2 燕晓宇,俞光荣.压敏片在踝关节生物力学研究中的应用.中国运动医学杂志,1995,14(2):84-85
- 3 Thordarson DB, Mohamed S, Hedman T, et al. The effect of fibular reduction on contact pressures in an ankle fracture malunion model. J Bone Joint Surg (Am), 1997, 79(12): 1809-1815.
- 4 Michelson JD, VamerKE, ChecconeM. Diagnosing deltoid injury in ankle fractures The gravity stress view. Clin Orthop Relat Res 2001, 387: 178-182

(收稿日期:2005-11-17 本文编辑:王宏)

• 诊治失误 •

股骨颈骨折术后钢钉滑入臀后误诊 1例

Misdiagnosis of steel pin sliding into behind hip after the operation of femoral neck fracture A case report

胡建山,陆耀宇

HU Jian-shan, LU Yao-yu

关键词 股骨颈骨折; 术后并发症; 误诊 **Key words** Femoral neck fracture; Postoperative complications; Misdiagnosis

股骨颈骨折手法复位,经皮钢针内固定治疗已广泛应用于临床,但钢针滑入骨盆外误诊在盆腔内未见报道,现将我院收治的1例报告如下。

患者,女,68岁,右股骨颈外伤性骨折术后1年于2001年10月13日入院。1年前骨折经手法复位,电透下经皮3枚鳞纹针内固定,术后穿“丁”字鞋1周出院;后因感右髋关节酸胀不适,要求取内固定再次入院,患者大小便正常。查体:行走自如,无跛行,双髋关节活动正常,臀部未扪及包块,足背动脉搏动良好,患肢感觉、运动无异常。X线片可见130mm钢针游离在盆腔,骨折已愈合。

治疗方法:在连续硬膜外麻醉下,仰卧位取腹部直肌旁切口,探查膀胱、子宫等盆腔脏器正常,暴露髋臼内缘亦未发现金属异物,关闭切口,取俯卧位,重新消毒布巾,髋关节后侧入路,在臀大肌深面、坐骨大切迹下方顺利取出鳞纹针。术后伤

口I期愈合,随访3年,症状消失。

讨论

本例钢针滑入盆腔外实属罕见,由于缺乏对该并发症的认识,臀肌丰满,触诊困难,易造成误诊,治疗上增加了患者新的创伤,应予总结,现分析原因并提出我们的预防措施。

由于股骨颈前倾角的存在,不难理解在进行经皮穿针时,针尖易向后滑入至骨盆外,臀肌收缩和行走负重进一步加速钢针向体内游走。预防措施:①骨折手法复位经皮穿针后应常规摄正侧位片,在正位片上钢针应靠在股骨颈的中心或稍偏下,侧位片上钢针应在股骨头中心;②操作者应具备丰富临床经验,在钻入时感阻力突然消失又未达到深度,应引起重视,查找原因;③取针术前应仔细分析正侧位片,必要时进行CT检查。

(收稿日期:2005-09-20 本文编辑:连智华)