

肱骨外髁的光弹性实验研究

张建新¹ 刘献祥² 陈日齐³ 孙永耀¹ 苏再发¹ 张景川¹

(1. 泉州市中医院,福建 泉州 362000; 2. 福建中医学院; 3. 福州大学)

肱骨外髁骨折是儿童常见骨折,其发生机制如何,至今尚没有形成统一的认识,本课题应用三维光弹实验法探讨肱骨外髁在各种可能创伤体位下的应力情况,分析骨折发生机制,对临床防病治病有现实指导意义。光弹性实验的主要特点就是能非常直观地通过光学图案,显示出研究结构的应力分布全貌,并给出定量的应力数据,是进行结构内部应力分析十分有效的方法,我们根据课题整体研究的需要,在此只对模型进行定性的分析。

1 材料与方法

1.1 材料 6岁儿童尸体骨骼 1具,环氧树脂,硅胶,加载架,烘箱,固化剂(顺丁烯二酸酐),增塑剂(邻苯二甲酸二丁酯),切片机,409-型光弹仪。

1.2 方法

1.2.1 造模 使用儿童尸体肱骨作阳模,用室温硫化硅橡胶制成容纳阳模的外壳模型(阴模),再在阴模内注入环氧树脂,加上固化剂和增塑剂,成型后就是尺寸精确的肱骨模型。

1.2.2 加载 根据肱骨远段主要受力为桡骨小头对肱骨小头、尺骨鹰嘴对肱骨滑车的作用力,及前臂伸肌腱对肱骨外上髁的牵拉力、前臂屈肌腱对肱骨内上髁的牵拉力,并对肘关节内翻、外翻体位的力学作用分析,利用一个可移动力作用点的杠杆型模具,由内到外移动即可实现体位由内翻 10°到中立再到外翻 10°的加载。力的方向是沿骨骼或肌肉收缩方向传导的,根据文献资料和触地瞬间肱骨外髁骨折发生的情况,本课题加载主要考虑尺骨桡骨对肱骨的传导作用力以及伸肌腱的牵拉力作用。由于触地时体位的不同,则相应此三力的方向也会不同,因此在儿童尸体呈肘关节伸直或屈曲,前臂旋前、中立或旋后的各种体位下,利用骨角度测量仪,进行实体测量尺骨桡骨以及伸肌腱的角度方向,从而得出各自力传导的角度与方向,按照有限元实验部分的实测角度结果,选取肘关节伸直、前臂旋前位(较符合跌倒前扑时体位)的部分作为本实验中立位的应力加载角度,见表 1,然后移动肱骨纵轴 Z、X、Y 轴不变,使之成 10°内翻和 10°外翻。

表 1 尺、桡骨、伸肌腱与 X、Y、Z 三轴的夹角(单位:度)

夹角	X	Y	Z
C	88	95	11
R	84	84	11
F	95	88	169

表中 X、Y、Z 分别代表冠状轴、水平轴和纵轴,而 C、R、F 分别代表在肱骨固定于 Z 轴铅垂线位置下,尺骨、桡骨、伸肌腱与 X、Y、Z 三轴的夹角。根据临床解剖,尺骨、桡骨以近关节部份的中轴线为测量标准,而伸肌腱以肱骨外髁最突处与

腕背第 2、3 掌骨基底中点之连线为测量标准。加载力的大小则根据临床实际情况,综合应力冻结实验的高温加载换算理论,以至出现明显的彩色干涉条纹为止,并且在各种体位加载条件下,相应制造无肌力作用下的对照加载模型。模型的加载是在温度为 115℃ 的烘箱内进行的。

1.2.3 冻结实验 高温加载之后,降温到室温(20℃左右),便将加载后的应力状态固定于环氧树脂模型中,故又称为应力冻结。

1.2.4 切片与观察 由于肘关节内外翻体位造成的应力分布状态最主要集中于冠状面内,因此,应力冻结后的模型,置于材料切割机,行冠状面和水平面的切片,冠状面切片仅取最大冠状面,厚度为 2mm,见图 1~6。水平面切片共切 12 片,厚度也为 2mm,然后置于偏振光场中对应应力干涉条纹进行观察,并拍摄照片进行分析。等色条纹代表主应力差相等的等值线,等倾线代表该线上每一点的主应力方向是相同的,都是光弹仪的偏振轴的方向。等色线条纹级数为代数值,测定后按照剪力差计算方法计算模型内部应力,一般条纹级数在 0~4 级之间,根据测试的等色线条数和等倾线角度,和麦克斯韦-纽曼(Maxwell-Neumann)应力-光学定律,由我们自编的 JLC 程序,运用计算机则可计算出模型内部的应力大小及方向,从而又可根据力学相似理论^[1]换算出实际研究的原物体内的应力分布规律。

2 实验结果

根据加载体位不同及有无伸肌腱作用等 6 种不同工况,得出如下结果:

照片 1 为内翻位加载,有伸肌肌力作用。从照片中可看出,肱骨滑车桡侧部的应力条纹最多,外髁处较之为少,且两处均为压应力分布,但外髁稍上部的应力条纹数却很多,且表现为拉应力,内髁稍上部应力条纹也较多,而表现为压应力。

照片 2 为内翻位加载,无伸肌肌力作用。从照片上可看出,滑车桡侧部应力条纹仍较外髁处多,且两处仍为压应力,但内髁上部的应力条纹却比外髁上部多,且两者均表现为压应力。

照片 3 为中立位加载,有伸肌肌力作用。从照片上可看出,外髁处应力稍大于滑车桡侧,并且两处均为压应力分布,整个髁上部应力条纹也较为明显,内髁上部条纹多于外髁上部,且两者均为压应力。

照片 4 为中立位加载,无伸肌肌力作用。从照片上可看出,除外髁上部的应力条纹多于内髁上部外,其余均与中立位有伸肌肌力作用下加载的情况大致相同。

照片 5 为外翻位加载,有伸肌肌力作用。从照片上可看出,外髁处的应力条纹明显多于滑车桡侧,并且两处均为压应力分布,外髁上部条纹较多,内髁上部较少,且两者均为压

应力。

照片 6 为外翻位加载,无伸肌肌力作用。从照片上可看出,外髌处的应力条纹明显多于滑车桡侧,且两处仍为压应力分布,外髌上部应力条纹也明显多于内髌上部,两者仍为压应力。

3 讨论

3.1 肱骨外髌外翻骨折最易发生于手掌撑地、肘关节内翻位,此时伸肌腱的牵拉力起重要作用。对照片 1 和照片 2 的结果分析,表明内翻位加载时,肱骨滑车桡侧的压应力均大于肱骨外髌处,骨折一般从滑车桡侧开始,而照片 1 中外髌上部较大的拉应力及内髌上部较大的压应力与照片 2 整个髌上部均为压应力的比较,则提示内翻位外髌骨折的发生趋势是伸肌肌力的强力牵拉与桡尺骨的向上撞击形成一个强大的力偶矩,造成外髌及滑车桡侧骨折破坏,骨折线从滑车桡侧开始直到外髌稍上部,接着伸肌腱继续牵拉使骨折块向外下方翻转,造成肱骨外髌的外翻骨折。

3.2 桡尺骨的强大向上撞击力也可造成肱骨外髌骨折,但多为、度。对照照片 3、4、5、6 的结果分析,其整个髌上部均表现为压应力,并且肱骨外髌处的压应力均明显多于肱骨滑车

桡侧部,表明中立位与外翻位时伸肌肌力的牵拉并没有对骨折造成多大的影响,桡尺骨向上撞击力才是造成外髌骨折的最主要因素。这表明在肘关节中立位与外翻位时强大的纵向撞击力亦可发生肱骨外髌骨折,但多为、度骨折。本实验髌上部得出的结果与刘献祥等^[2]的研究大致吻合,这也说明了本实验方法与结果的正确性及可重复性。

3.3 本实验与肱骨外髌的电测实验起互为补充作用。电测实验结果^[3]显示:肱骨外髌骨折较易发生于肘关节半伸直位。因此,可以说明肘关节在半伸直位伴稍内翻状态下,最易发生肱骨外髌的翻转骨折,而伸直无内外翻状态下,强大暴力下虽可发生外髌骨折,但多为、度骨折。(本文图见插页 3)

参考文献

[1] A. Kuske 著,王燮山译.光弹性应力分析.上海:上海科学技术出版社,1979.

[2] 刘献祥,张文光,余希杰.小儿肱骨髌上部力学性能的实验研究.中国中医骨伤科,1996,4(1):1-4.

[3] 张建新,俞莉敏,陈日齐.肱骨外髌的电测实验研究.中医正骨,2001,13(2):5-6.

(收稿:2000-11-17 修回:2001-03-02 编辑:李为农)

短篇报道

单侧外固定器治疗四肢骨折 58 例

纪荣光

(东营市第二人民医院,山东 东营 257335)

我院 1995 年 6 月~2000 年 7 月应用潍坊产三维单侧骨外固定器治疗四肢骨折 58 例获满意效果总结如下:

1 临床资料

本组 58 例,男 47 例,女 11 例;年龄 9~80 岁,平均 37.4 岁。新鲜骨折 52 例,陈旧性骨折 6 例。骨折部位:胫腓骨折 33 例,肱骨干骨折 6 例,股骨粗隆间骨折 5 例,跟骨骨折 4 例,股骨下段骨折 8 例,尺桡骨骨折 2 例。

2 治疗方法

对于开放性骨折先作彻底清创,行小切口复位,对粉碎性骨折不稳定者行螺丝钉或克氏针有限固定,视扩创后局部软组织损伤情况,分别采用原位缝合、减张缝合、植皮、皮(肌)瓣转移覆盖等处理。对陈旧性骨折不愈合、畸形愈合,分别行植骨、截骨矫形,结合骨外固定器治疗。做到正规操作,严格无菌,必要时在 C 型臂 X 线机协助下完成固定。在松质骨区使用粗螺纹固定针,在皮质骨区使用细螺纹固定针。

3 治疗结果

对 58 例病人随访 0.5~3 年,骨折全部愈合,术后伤口皮肤部分坏死 2 例,经扩创植皮治愈。针眼感染 1 例,经引流治愈,膝、踝关节僵硬各 1 例,后经功能锻炼配合 CPM 治疗后关节功能明显改善。按孟和等^[1]功能评价标准,优 49 例,良 7 例,可 1 例,差 1 例。

4 讨论

本外固定器可实现非平行进针固定较平行进针固定力学

性能好。因受力分散,抗旋转功能佳。它可以允许骨折上下关节的活动与锻炼,而不影响骨折的愈合,减少关节的强直^[2]。这对促进消肿,防止肌肉萎缩,防止骨折病,促进患肢功能早日康复,改善生活质量提供了条件和保障。

临床治疗中应注意骨外固定器的稳定性,不仅取决于骨-骨界面的完整,还取决于骨折端间的力学稳定性。对不稳定骨折可结合少量内固定使骨折端能够保持相对的稳定性。另外,对粉碎性的不稳定骨折要适当推迟患肢负重时间,待骨折端可见连续性骨痂形成时再负重功能练习^[3]。与有限内固定合用,可充分发挥外固定器长力臂的力学特性,能大大提高骨折固定强度,最适合于长段粉碎性骨折的治疗。对不稳定性骨折若未做有限内固定,术后易发生骨折断端间的成角、再移位,外固定器的稳定性大大降低,出现外固定器固定不稳,甚至固定失败,应注意及时作 X 线复查,及时对外固定器作必要的调整,以便根据固定的稳定程度正确指导病人功能锻炼的强度,作到合理应用外固定器以发挥其独到的临床价值。

参考文献

[1] 孟和,金阳.复位固定器治疗不稳定性胫腓骨折 1033 例临床报告.中华骨科杂志,1990,10(3):186-188.

[2] 陆裕朴,胥少汀,葛宝丰,等.实用骨科学.北京:人民军医出版社,1991.266.

[3] 李文锋,侯树勋,章亚东,等.单侧外固定器治疗四肢骨折的适应证和并发症探讨.创伤外科杂志,2000,2(4):214.

(收稿:2001-04-12 编辑:李为农)

低强度超声波对骨折愈合中胶原代谢影响的实验研究

(正文见 733 页)

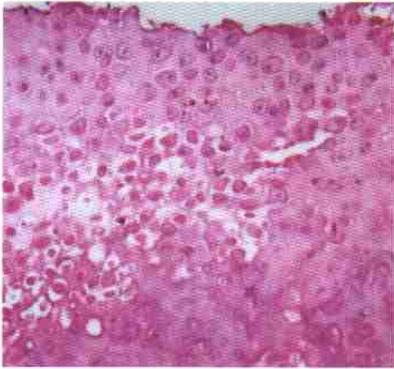


图1 实验组 20 天 HE 10×10
骨缺损处可见大量软骨细胞增生, 大部分区域出现软骨内化骨



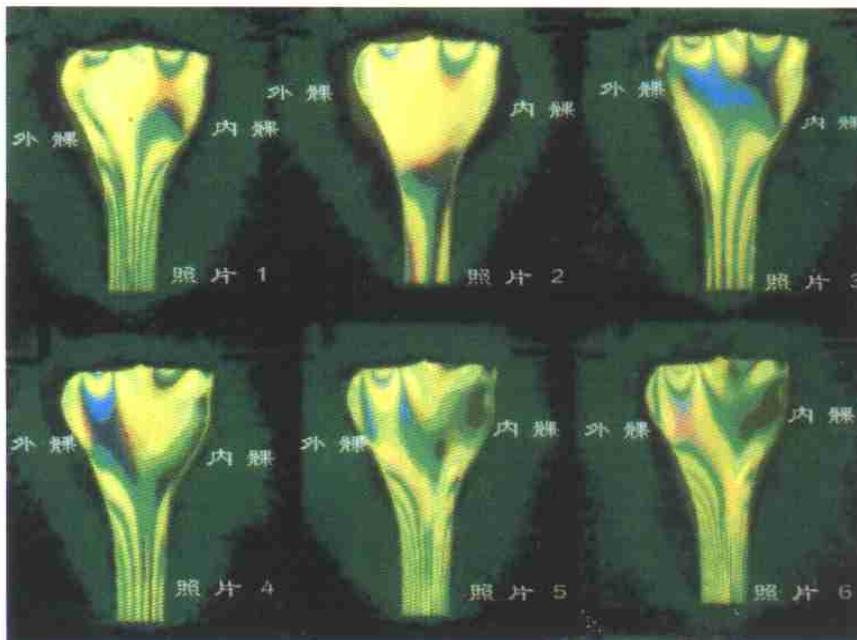
图2 实验组 20 天 II 型胶原免疫组化染色 10×40 软骨细胞胞浆及周围基质中有阳性染色 (黄色)



图3 实验组 30 天 I 型胶原免疫组化染色 10×40 骨基质中有呈条纹状排列的 I 型胶原阳性染色 (深黄)

肱骨外髁的光弹性实验研究

(正文见 739 页)



照片 1 内翻位加载, 有伸肌肌力作用。
照片 3 中立位加载, 有伸肌肌力作用。
照片 5 外翻位加载, 有伸肌肌力作用。

照片 2 内翻位加载, 无伸肌肌力作用。
照片 4 中立位加载, 无伸肌肌力作用。
照片 6 外翻位加载, 无伸肌肌力作用。