

夹板固定带的研究进展

王爱国¹, 王志彬², 金鸿宾², 谷福顺¹

(1. 天津中医药大学第二附属医院骨科, 天津 300150; 2. 天津医院)

【摘要】 夹板固定是以固定带、夹板、纸压垫、牵引等装置所组成的局部外固定力学系统, 固定带的约束力是夹板固定骨折的动力来源和外载荷。现将临床常用夹板固定带的类型及力学研究进展进行综述, 为夹板固定带的现代化改革提供重要的依据。

【关键词】 夹板; 中医正骨固定术; 生物力学; 综述文献

Progress study on fixation retainer of splint WANG Ai-guo*, WANG Zhi-bin, JIN Hong-bin, GU Fu-shun. *The Second Affiliated Hospital of Tianjin University of TCM, Tianjin 300150, China

ABSTRACT Splint fixation is an external fixation system, composed of retainer, splint, paper pad and traction. Pressure under retainer is the power source of splint fixation in treatment of fractures. Now we have a review literature about the progress of type and biomechanics of fixation retainer of splint, to offer the scientific parameters for modern reform of fixation retainer of splint.

Key words Splint; Bone set external fixation TCM; Biomechanics; Review literature

Zhongguo Gushang/China J Orthop & Trauma, 2008, 21(12): 946-948 www.zggszz.com

局部外固定是一种能动的固定形式, 它是根据肢体的动态平衡原理, 以固定带、夹板、纸压垫、牵引等装置所组成的局部外固定力学系统, 来对抗骨折断端再移位的倾向^[1-4]。固定带的约束力是夹板固定骨折的动力来源和外载荷, 其松紧合适程度关系到治疗效果的成败, 是临床治疗的生物力学首要环节和敏感参数^[5]。现将临床常用夹板固定带的类型及力学研究进展综述如下。

1 临床常用夹板固定带的类型

临床常用夹板固定带的类型主要分为两大类: 一类是弹性类, 一类是非弹性类。

1.1 弹性类 谢延华^[6]观察塑形夹板、弹力带外固定(治疗组)和常规夹板外固定(对照组)治疗肱骨干骨折, 结果显示治疗组在 X 线骨痂生长及综合疗效方面均优于对照组, 认为塑形夹板、弹力带外固定治疗肱骨干骨折操作方便、疗效可靠。王殿柱等^[7]用药物夹板弹力带固定治疗 Colles 骨折, 指出应用弹力带固定, 符合生物力学原理及中医“动静结合”的治疗原则, 可杜绝因缚带过紧而造成肢端缺血性坏死。明立功等^[8]研究一种弹性微动自动加压夹板治疗肱骨干骨折, 优良率达 97.9%。该弹性微动加压夹板包括普通夹板、肩带、束带、弹力带及手套等组成。其中普通夹板促进骨折端的稳定, 肩带是通过对侧腋下将弹力带一端固定于肩部, 束带是将弹力带固定于上臂及前臂的后侧, 手套将弹力带另一端固定于手掌背侧, 弹力带用来对抗骨折端以远肢体的重力, 在肘、腕关节屈曲活动时对骨折端持续轴向加压, 是一种能动的、相对的弹性固定形式。它体现了骨折愈合所要求的“动静结合”的原则, 利用局部夹板包扎外固定, 使肢体内部动力由骨折所引起的不平衡

达到平衡, 可以保持整复后的位置, 限制了骨折端的活动, 尤其是对骨折愈合不利的活动得到有效的控制。同时肘、腕关节早期功能锻炼使肌肉收缩活动所产生的内在动力及其弹力带所产生的外在动力, 使骨折两端产生应力增加, 在骨折端之间产生一种纵向挤压作用, 符合 CO (Chinese Osteosynthesis) 理论。余泽晏等^[9]采用手法复位、小夹板加弹力带固定的方法治疗肱骨干分离移位骨折 46 例, 取得了满意效果, 认为小夹板固定, 断端稳定, 不易产生侧方或成角移位, 再用弹力带加压, 骨折断端产生持续的纵向挤压力, 使断端紧密接触, 互相嵌插, 有利于骨折早期愈合。

1.2 非弹性类

1.2.1 杨氏外捆绑带制小布带固定带 杨(天鹏)氏骨科是四川省中医骨科重要流派之一, 其杨氏骨科小夹板由纸制小夹板、棉压垫、内敷软药膏、外捆绑带制小布带组成, 杨氏捆绑带制小布带用 10 cm×600 cm 绷带剪取 40 cm 长, 一分为二(即 5 cm×40 cm)搓成绳状作小布带使用。在小布带外层, 采用绷带均匀无张力缠绕 2~3 层, 目的是防止夹板松散, 使小夹板均匀受力, 避免只拴小布带应力集中, 整洁美观, 固定不易失效^[10]。李明远等^[11]认为滑结和外层绷带组是杨氏骨科小夹板固定的精华, 对杨氏固定带进行了前臂肿胀解脱模拟实验, 当夹板内压达到 6 kPa 左右, 小布带滑结能自动打滑, 延长周径扩大夹板内径, 达到夹板内自动解压, 避免恶性循环产生间室综合征。由于外层绷带的预置, 杨氏夹板的压力不会急剧消失, 夹板内压仍能稳定在 3.5 kPa 左右, 可以维持有效固定。

1.2.2 尼龙搭扣固定带 钟延炎等^[12]验证尼龙搭扣小夹板运动试验表明较传统夹板牢靠。彩超测试表明, 按传统绑扎,

稍放松后,其血流明显增加,而搭扣式夹板仍非常牢固。经临床应用 1 047 例,均未发现绑带、夹板和固定垫松脱、移动等现象。同时证明尼龙搭扣小夹板在使用时具有绑扎方便、快速实用、使用后固定牢靠、有利于骨折愈合等特点。

1.2.3 充气绑带固定带 章道胜等^[13]设计自动调压夹板,将充气绑带束于夹板之上,通过充气对夹板及肢体有一定的约束力。当绑带的气囊达到规定的压力(绑带可上下移动 1 cm,约 7 kg)时,自动调压器自动停止充气;当压力低于规定标准时,自动调压器启动充气,至压力达到标准后停止。经过生物力学测试和临床应用,基本取得成功。

1.2.4 粘贴式敷料固定带 洪锡平等^[14]对战救夹板及敷带进行革新,发明了粘贴式敷料带,在固定夹板时只需粘贴,不必打结,敷料带宽度始终为 6 cm,克服三角巾敷带过宽或过窄的弊端,主要用于各处夹板固定或伤口包扎。

2 夹板固定带的生物力学研究

近年来,随着生物力学发展,为骨伤科的现代治疗提供了许多新鲜经验。国内外学者在小夹板和外固定器的生物力学测试中做出了相当的探索和研究,用以测试夹板和外固定器的各种力学参数的传感器已被研制并应用于临床实践,大大丰富了对中西医结合治疗骨折的生物力学认识,为临床提供了宝贵的数据资料^[3,15-17]。

2.1 布带约束力强度值的测定

(1) 约束力的含义:约束力(固定力)即布带对夹板的约束力,也可看作夹板对肢体所施之固定力^[18]。

(2) 约束力强度值的测定,整复固定后,将大气囊与血压表接通,当即测定在以 800 g 重的拉力下布带能上下活动共 1 cm 时约束力的强度,测 2~3 次,取其平均值,即正常所需的约束力的强度值。以后每日清晨依布带的不同松紧情况连续进行测定,观察不同时期约束力强度值的变化规律^[18]。

(3) 约束力的作用:约束力平均分布于伤肢各部,使夹板与肢体表面紧密相贴而起到固定作用。但此约束力还不足以防止骨折再移位,必须根据骨折部的解剖特点和移位的程度与倾向,使用纸压垫来增强骨折有再移位倾向部位的固定力,才可使骨折稳定^[19]。

2.2 布带约束力的电测实验力学的研究

(1) 传感器的研制。传感器是整个测试工作的首要环节,只有通过传感器,才能对各种原始参数进行精确可靠的测量。所谓传感器,按照国标 GB7665-87 定义为:感受规定的被测量,并按照一定的规律转换成可用输出信号的器件或装置。该装置通常由敏感元件和转换元件组成。敏感元件是指传感中能直接感受(或响应)被测量的部分。转换元件是指传感器中敏感元件感受(或响应)的被测量,转换成适于传感和测量的电信号的部分。随着生物医学测量与控制技术即生物医学工程的发展,医用传感器作为临床医学的“口舌”,在临床医学中诊断、治疗、监护和康复保健等各个阶段都必不可少且意义重大,其研究新成果将会推动医学诊断和治疗方法的变革。同时现代以预防为主、以社区医疗为中心的医学模式的日益崛起,使得医用传感器将在临床医学中得到广泛应用^[20-24]。

布带传感器分为环式与方环式两种,传感器弹性矩形环由铝合金制成,宽 4 mm,厚 1 mm,两边长各 16、11 mm。其受

力可以看成一矩形钢架对边受集中载荷。于弹性方环两长边中点各钻直径 1 mm 的孔,穿上一段毛尼绳再接布带,在环长边和相邻两边贴 4 枚应变片,组成全桥电路。传感器具有较高的灵敏度和精度,线性、重复性、滞后均在 2% 范围内,可满足临床测试要求^[16]。

(2) 测试结果。应用电测法对布带约束力的测定较之早期的气囊法强度测定,在客观性、精确性、灵敏度等诸多方面大大推进一步。

从测试结果可以发现,在静息和运动状态下的布带拉力差异有统计学意义,而在同一状态下不同部位的布带拉力差异无统计学意义。肱骨干静息状态下布带拉力(750±128) g,运动状态下布带拉力为(998.5±547.5) g,前臂两种状态下布带拉力分别为(760±180) g 和(1 600±700) g,大腿分别为(749±310) g 和(1 128±349) g,小腿分别为(873±234) g 和(1 255±341) g^[15]。

3 布带的材料力学性能研究

以往的报道大都认为夹板局部外固定系统是一种弹性体,近年来,国内学者在对夹板固定治疗骨折的生物力学研究的基础上,又完成了对该系统的力学性能测试和优化分析,从机制和材料两方面有了更加全面的认识,并首次提出了便于从本质上认识夹板固定治疗骨折的“一个杠杆力、两个约束条件”的黏弹性理论与微动观^[25-26]。

从材料上讲,夹板局部外固定系统(包括柳木夹板、纸压垫、布带)是一组材料力学性质不稳定,具有明显的黏弹性特性和各向异性的草木材料所组成。其机械性质与材料的组成、纹理走向、生长条件、温度、湿度、树龄、癖病有很大关系,同时也受到手工加工工艺的影响,这些因素势必给骨折的临床治疗效果带来一些不确定性^[27]。

仅就布带约束力而言,布带是由许多棉纤维束组成的松散结构,其横截面难以准确测量,具有明显的黏弹性。从布带的载荷-应变曲线可以看出,布带在拉伸载荷作用下其应变大致可分为 3 个阶段:①弹性阶段(0~2 kg),此阶段载荷与应变之间呈线性变化,是布带的临床工作阶段。②非线性阶段(2~5 kg),此阶段布带的弹性模量逐渐增大,载荷与应变之间呈指数级变化,可能为布带的内部纤维重排,也是布带的强度储备阶段。③强化阶段(5~10 kg),此阶段载荷与应变之间呈线性变化,布带的刚度大大提高,直至断裂也没有明显屈服现象,其断裂载荷约为 10 kg。与此同时,从测试结果看,布带具有和纸压垫、夹板类似的蠕变性能,其第 1 天的蠕变率最大,以后则渐趋平缓^[28-30]。

就布带材料本身的选择来看,布带的约束力不仅与布带的初始张力有关(即绑的松紧度),而且也与布带的材料力学性能有关^[31]。从几种非金属材料载荷-变形曲线可以看出:①橡胶材料的弹性变形太大,随动性能好,但难以维持夹板固定的几何不变结构要求。②塑料材料的塑性变形太大,屈服点低,在夹板固定过程中一旦发生塑性变形,就很难发挥夹板的弹性回位作用,结果发生松动。③在棉布材料表现为两段坡度,较低的部分为内部结构的重新排列,坡度较陡的部分为抗拉强度,虽可满足夹板固定的需要,但应注意坡度较低部分的张力调节。④包装带材料表现为很高的抗拉强度,虽能维持夹

板固定过程中几何不变体系,但给应用(如打结)带来不便。

由此可见,在夹板固定骨折期间,肢体周径的变化、布带蠕变松弛滞后效应和布带本身的性能共同作用使布带约束力始终处于动态变化中,使用力学性能更加稳定的材料及选用更易控制约束力的固定装置是夹板改革的重要内容^[2, 4, 32-33]。

4 夹板固定带的研究展望

历史长河中的一切事物只有不断向前发展,才能保持其旺盛的生命力,小夹板也不例外。中国现代骨科创始人——方先之教授最早在肯定夹板治疗骨折的基础上,就曾指出夹板仍需改革^[34]。我国著名骨科专家尚天裕教授一直致力于夹板外固定系统的改进。随着夹板固定治疗骨折的与时俱进,国内外一些学者也力争有所创新,出现了许多关于夹板的专利产品,如:充气夹板、脉冲夹板、磁疗夹板、弹簧夹板、高分子聚脂夹板、石膏夹板、塑料夹板和著名的“北京-伦敦夹板”等,但是对于夹板固定系统之一的固定带的研究却为数不多,至今一直无人问津。

现代生物力学的发展为我们提供了解决这一问题的平台。现代生物力学具有精确客观、灵敏有效、简单快速的优点。特别应当指出的是计算机的引入为生物力学测量带来了几乎是变革性的发展,许多现代工程技术随着计算机的开发应用进入医学测量领域,计算机实时控制、测量、采集、处理、显示几个环节,使测量在精度、速度、灵敏度等方面大大前进了一步^[35]。

参考文献

[1] 尚天裕,周映清,顾云伍. 我们治疗骨折所应用的固定和运动的具体方法.见:尚天裕医学文集.北京:中国科学技术出版社,1991. 19-24.

[2] Fess EE. A history of splinting: to understand the present, view the past. *J Hand Ther*, 2002, 15(2): 97-132.

[3] Van Lede P. Minimalistic splint design: a rationale told in a personal style. *J Hand Ther*, 2002, 15(2): 192-201.

[4] Fung BK. Physiological and biomechanical principles in splinting the traumatised hands. *Hand Surg*, 2002, 7(2): 219-222.

[5] Fess EE. Splints; mechanics versus convention. *J Hand Ther*, 1996, 9(1): 67-68.

[6] 谢延华. 塑形夹板、弹力带外固定治疗肱骨干骨折的疗效分析. *赣南医学院学报*, 2005, 25(1): 27-28.

[7] 王殿柱,王宏鹤. 药物夹板弹力带固定治疗 Colles 骨折. *中国骨伤*, 2000, 13(7): 443.

[8] 明立功,张全金,冯光. 弹性微动自动加压夹板的临床研究. *中国骨伤*, 2002, 15(12): 708-709.

[9] 余泽晏,项昌盛. 小夹板加弹力带外固定治疗肱骨干骨折. *中医正骨*, 2003, 15(3): 37-38.

[10] 张继祥,曾一林. 杨天鹏骨伤科治验心法. 太原:山西科学技术出版社,1995. 20.

[11] 李明远,潘良春. 杨氏骨科小夹板外固定疗法介绍. *四川中医*, 2006, 24(3): 94-95.

[12] 钟延炎,杨达正,刘煜大. 尼龙搭扣小夹板的临床应用研究. *中医正骨*, 2000, 12(5): 21-22.

[13] 章道胜,陈定家,张俐,等. 自动调压夹板的设计和临床应用. *福建中医药*, 1999, 30(3): 21.

[14] 洪锡平,王斌. 战救夹板及敷带的革新. *人民军医*, 2002, 45(2): 67.

[15] 董福慧. 中西医结合治疗前臂骨干骨折临床、解剖及实验应力分析. 见:尚天裕医学文集.北京:中国科学技术出版社,1991. 465-524.

[16] 王志彬. 平衡固定牵引架治疗股骨干骨折的生物力学测试与研究. 见:尚天裕医学文集.北京:中国科学技术出版社,1991. 525-560.

[17] 孟北江. 中西医结合治疗胫腓骨干骨折. 见:尚天裕医学文集.北京:中国科学技术出版社,1991. 560-627.

[18] 尚天裕. 局部柳木夹板外固定治疗骨干骨折的力学研究. 见:尚天裕医学文集.北京:中国科学技术出版社,1991. 30-36.

[19] 尚天裕,顾云伍. 骨折、骨骺、软组织损伤治疗学. 天津:天津科学技术出版社,1994. 18-28.

[20] 余奎,林国庆,曲哲,等. 传感器在现代科技领域中的应用特点及发展趋势. *医疗卫生装备*, 2003, 9: 24-25.

[21] 谢东. 医用压力传感器原理及其应用. *医疗设备信息*, 2001, 6: 35-36.

[22] 王明时,高伟,李宁,等. 医用传感器的发展. *中国生物医学工程学报*, 2005, 24(6): 668-671.

[23] 王保华. 生物医学测量及控制技术新进展. *中国医疗器械杂志*, 2003, 27(2): 78-79.

[24] 邓亲恺. 医学仪器未来发展的一种崭新模式——述评可穿戴传感器技术和相关系统的研发. *中国医疗器械杂志*, 2006, 30(5): 19-21.

[25] 张元民,王志彬. 小夹板治疗骨折的微动观. *中国骨伤*, 2000, 13(8): 473-474.

[26] 李振宇,王纲,吴建民. 弹性加压可调式夹板治疗肱骨干粉碎性骨折的临床观察. *中国骨伤*, 2001, 14(11): 698-699.

[27] 欧来良,王志彬,李林安,等. 柳木夹板力学性能测试和优化分析. *中国骨伤*, 2000, 13(10): 580-582.

[28] 张元民,王志彬,李文成,等. 新型型质夹板的力学性能测试和分析. *中国骨伤*, 2002, 15(8): 473-474.

[29] 梁亮科,李焱,李汉民. 杉树皮小夹板外固定治疗骨折的特色. *中国骨伤*, 2001. 14(10): 632-633.

[30] 顾志华,高瑞亭. 骨伤科生物力学基础. 天津:天津大学出版社,1990. 267-269.

[31] 董福慧. 小夹板固定治疗骨折生物力学研究. 见:尚天裕医学文集.北京:中国科学技术出版社,1991. 713-714.

[32] 王志彬,欧来良,李林安,等. 布带的力学性能测试分析. *中国骨伤*, 2001, 14(12): 721.

[33] 王志彬,欧来良,李林安,等. 纸压垫的力学性能测试和优化分析. *中国骨伤*, 2001, 14(12): 727.

[34] 方先之. 石膏绷带和木制夹板的性能和应用. *外科学*. 第 2 版. 北京:人民卫生出版社,1973. 909-911.

[35] 王裕清. 生物机械工程研究进展. *中国工程科学*, 2005, 7(11): 12-16.

(收稿日期:2008-05-28 本文编辑:连智华)