

文章编号:1004-7220(2009)03-0281-04

改进 Herbert 螺钉修复髌韧带断裂的实验研究

陆 骅, 王 伟, 倪斌斌

(上海交通大学医学院附属新华医院 骨科, 上海 200092)

摘要: 目的 采用改进的 Herbert 螺钉修复髌韧带断裂, 对其修复强度进行生物力学检测, 明确该方法是否优于目前临床常用的骨钻孔修补法。方法 (1) 22 只新鲜羊膝关节标本在靠近胫骨结节 6 mm 处切断髌韧带。分成两组, 螺钉组和缝合组, 分别对髌韧带进行修补缝合。测量缝合后髌韧带断裂时瞬间拉力和最大承受拉力。(2) 11 只活体狗手术切断双侧后腿髌韧带后, 分别用螺钉和单纯缝合方法进行修补, 4 周后观察韧带愈合情况, 并进行力学测试。结果 (1) 螺钉组羊髌韧带缝合后断裂平均瞬间拉力为 (71.13 ± 14.23) N, 缝合组为 (46.09 ± 8.41) N, 两组间有显著差异 ($P < 0.05$)。螺钉组的平均最大拉力为 (80.46 ± 11.73) N, 缝合组为 (54.60 ± 9.79) N, 两组间亦有显著差异 ($P < 0.05$)。(2) 活体狗螺钉组髌韧带完全愈合 5 例, 缝合组 2 例。螺钉组平均断裂瞬间拉力为 (202.99 ± 12.17) N, 缝合组为 (162.41 ± 15.80) N ($P < 0.05$)。螺钉组最大拉力为 (219.69 ± 15.73) N, 缝合组为 (177.92 ± 15.31) N ($P < 0.05$)。结论 对于近止点的韧带断裂, 改进的 Herbert 螺钉优于骨钻孔修补方法。

关键词: Herbert 螺钉; 螺钉改进; 髌韧带断裂; 韧带修补

中图分类号: R318.01 文献标志码: A

Biomechanical evaluation of modified Herbert screw as suture anchor in repairing patellar ligament

LU Hua, WANG Wei, NI Bin-bin. (Department of Orthopaedics, Xinhua Hospital, Shanghai Jiaotong University, School of Medicine, Shanghai 200092, China)

Abstract: Objective To evaluate the biomechanical properties of a modified Herbert screw as a suture anchor in repairing patellar ligament. **Method** 1) twenty-two fresh goat knee joints were divided into two groups: screw and suture group. All patellar ligaments were cut at the site 6mm proximal to tibia tuberosity. In the screw group, modified Herbert screw acted as a suture anchor in repairing the patellar ligament. In the suture group, patellar ligament was simply sutured according the Kessler method. Tensile force at failure and maximum tensile force were measured. 2) twenty-two hind legs of 11 hybrid canines were divided into two groups: screw and suture group. The patellar ligaments were treated respectively as mentioned before. 4 weeks after operation, the patellar ligaments were inspected and measured. **Result** 1) For goat knee joints, the average tensile force at failure was (71.13 ± 14.23) N in the screw group and (46.09 ± 8.41) N in the suture group, respectively ($P < 0.05$). The average maximum tensile force was (80.46 ± 11.73) N in screw group, (54.60 ± 9.79) N in suture group, ($P < 0.05$). 2) There were 5 cases in the screw group of canine showed complete healing of the patellar ligament while there were 2 cases shown in the suture group. The average tensile force at failure was (202.99 ± 12.17) N in the screw group and (162.41 ± 15.80) N in the suture group ($P < 0.05$). The average maximum tensile force was (219.69 ± 15.73) N in the screw group and (177.92 ± 15.31) N in the suture group ($P < 0.05$). **Conclusions** The modified Herbert screw as a suture anchor was a good choice for repairing the torn ligament near its insertion.

Key words: Herbert screw; Modification; Ligament; Repair

收稿日期:2009-01-25; 修回日期:2009-03-25

基金项目:上海交通大学医学院附属新华医院科研基金

作者简介:陆 骅(1966-),男,副主任医师,创伤骨科

通讯作者:王 伟,副主任医师, Tel: (021)65790000 转 7915, E-mail: drwang7597@yahoo.com.cn

肌腱和韧带断裂是常见损伤,必须对其进行及时有效的修复,修复效果直接影响以后的关节功能。临床上,要获得良好的修复效果,必须要将断端牢固固定,既要能够抵抗肌肉正常存在的静态张力,更要有利于受累关节的早期锻炼。在这个过程中修补技术起到了决定性作用^[1]。因此产生了许多有效的缝合技术,如 Bunnell 缝合、编织缝合及最新的 Locking loop 缝合^[2]等。在临床实践中这些技术确实取得了良好的效果。但是这些缝合技术只适合肌腱、韧带的体部断裂修补,并不适合那些接近止点的断裂,因为靠止点一侧已没有足够肌腱、韧带组织。

接近止点的肌腱、韧带断裂修复对临床医生极具挑战性。拉拢缝合的前提是缝线必须能够可靠的穿越腱性组织,而又不宜切割撕拉造成松动。由于靠近止点一侧的组织很少,缝线无法可靠缠绕穿越残余的腱性组织,修补后的松动失败无法避免。为解决这一问题,目前临床采用在止点部钻孔贯穿对侧骨皮质,缝线两端相向穿过骨孔,将近侧肌腱、韧带拉拢缝合的方法。这种方法可取得不错的修复效果,但也存在手术创伤相对较大、缝线与骨孔锐利边缘摩擦断裂、骨强度减弱、皮质断裂致缝线脱出等不足之处^[3]。

考虑到以上情况,本文认为将缝线固定于骨质是正确的选择,关键是选择怎样的固定方法,以避免上面提到的不足。为此对 Herbert 螺钉进行了改良,在其尾端增加一段带孔的突起,螺钉拧入骨组织后,缝线可从尾段孔中穿过,通过两根缝线将近段的肌腱、韧带拉拢缝合于止点部。这种方法无需剥离过多的软组织,手术创伤小,对局部骨强度影响小,操作简便,与前面所述的方法相比有较大的优势。Herbert 螺钉有骨片间加压作用,这种改进也可用于撕脱骨折的固定。为证明这种改进的有效性,对其进行标本和动物生物力学实验,并将其与直接韧带缝合进行比较。

1 材料与方法

1.1 改进 Herbert 螺钉的制备

采用标准 Herbert 空心螺钉设计,头端螺距大于尾端,螺纹直径为 3.0 mm。在螺钉尾段有一 3 mm 无螺纹管状延长,直径与钉干一致,其上有一直径为 1.2 mm 的缝线穿越孔。缝线可从尾段孔中穿过,通

过两根缝线将近段的肌腱、韧带拉拢缝合于止点部。螺钉总长度为 23 mm(见图 1)。

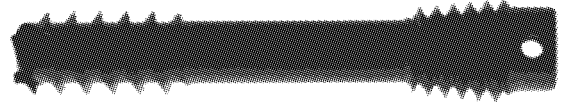


图1 改进的 Herbert 螺钉

Fig.1 Modified Herbert screw

1.2 标本和动物模型

22 只新鲜羊膝关节来自肉联加工厂,无皮肤,但股骨下端、胫骨上端、髌骨以及髌韧带等结构都保持完整,未经低温保存。11 只活体动物采用杂交狗,购买自实验动物中心,6 至 10 月龄,体重 18 至 20 kg。

1.3 分组和髌韧带断裂缝合模型制备

22 只羊膝关节分成两组,每组 11 只。一组为螺钉缝合组,一组为单纯缝合组。11 只活体狗根据左右后腿分组,每组也是 11 只,右腿为螺钉组,左腿为单纯缝合组。

动物采用氯胺酮 5 mg/kg 静脉麻醉。膝关节去毛消毒铺巾后,纵向切开,显露髌韧带和胫骨结节。单纯缝合组在髌韧带胫骨结节止点近侧 0.6 cm 处横向切断髌韧带,0 号编织肌腱缝线改良 Kessler 法缝合两侧断端。螺钉组也在同样的部位切断髌韧带。在止点远侧 3 mm 处钻孔,直径 2.5 mm,向头侧倾斜 45°,拧入改进 Herbert 螺钉,0 号编织肌腱缝线穿过钉尾缝线孔后用改良 Kessler 法将近侧韧带拉拢缝合。缝合伤口,敷料包扎,定期更换敷料,术后 2 周拆线。术后不采用任何制动措施,任其自由活动。术后 4 周处死实验动物,切开大体观察髌韧带愈合情况。于股骨和胫骨中段切断,取出完整膝关节进行生物力学测试。

羊膝关节也采用相同方法切断缝合髌韧带,行生物力学测试。

1.4 生物力学检测

膝关节标本采用材料测试仪(岛津,AG-20KNA)自带标准夹头固定胫骨和股骨。调整至无张力状态并标记为零。从 30 N 开始,以 5 mm/min 的速度逐渐加大拉力,记录肌腱缝合处断裂时的瞬间拉力、肌腱承受的最大拉力。

1.5 统计分析

实验数据采用 SPSS 软件配对 t 检验进行统计分析, 比较羊膝关节组间和狗膝关节组间的差异, $P < 0.05$ 有统计学意义。

2 结果

2.1 羊髌韧带缝合修补

在羊膝关节实验中, 断裂出现在韧带修补部位靠近止点一侧, 缝合线对韧带切割撕拉, 螺钉未出现松动或拔出迹象。螺钉组韧带断裂时的平均瞬间拉力为 (71.13 ± 14.23) N, 缝合组为 (46.09 ± 8.41) N (图 2), 两组间有显著差异 ($P < 0.05$); 螺钉组的平均最大拉力为 (80.46 ± 11.73) N, 缝合组为 $(54.60$

$\pm 9.79)$ N, 两组间亦有显著差异 ($P < 0.05$) (见图 2)。

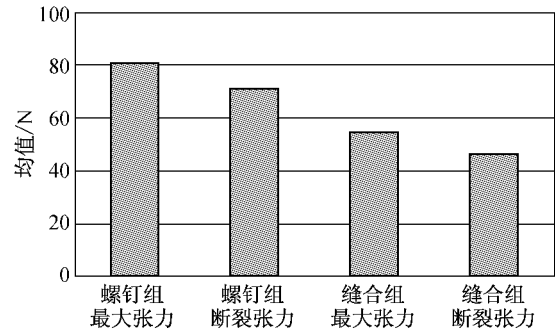


图 2 在羊膝关节实验中, 螺钉组强度优于单纯缝合组
 Fig.2 In goat knee group, the strength of screw subgroup is greater than suture subgroup

表 1 力学测试结果

Tab.1 Results of biomechanical test

	羊螺钉组		羊缝合组		狗螺钉组		狗缝合组	
	最大(N)	断裂(N)	最大(N)	断裂(N)	最大(N)	断裂(N)	最大(N)	断裂(N)
均值 ± 标准差	80.46 ± 11.73	71.13 ± 14.23	54.60 ± 9.79	46.09 ± 8.41	219.69 ± 15.73	202.99 ± 12.17	177.92 ± 15.31	162.41 ± 15.80

2.2 活体动物髌韧带缝合修补

实验狗术后未出现死亡或伤口感染、不愈合等情况。术后, 所有动物均出现不同程度的跛行, 大都在术后一周消失, 最晚的在第 3 周恢复基本正常步态。未出现后腿屈曲不能伸直等缝合处断裂征象。处死后大体检视未发现有任何缝合部位断裂, 缝合部位完全愈合的螺钉组 (5 例) 略多于缝合组 (2 例), 大部分为部分愈合。力学测试结果两组间亦有明显差异, 螺钉组平均断裂瞬间拉力为 (202.99 ± 12.17) N, 缝合组为 (162.41 ± 15.80) N ($P < 0.05$); 最大拉力螺钉组为 (219.69 ± 15.73) N, 缝合组为 (177.92 ± 15.31) ($P < 0.05$) N (见图 3)。见力学测试结果见表 1。

3 讨论

临床中肌腱或韧带断裂可发生于体部、止点部或者所谓的撕脱性骨折。其中最难处理的是发生于止点部的断裂, 因为止点部已无足够的肌腱、韧带组织供缝合。通过缝线使断端间接触并保持相对静止是韧带肌腱愈合的基础, 这需要有足够的肌腱韧带组织供缝线穿越编织^[4]。当断裂发生在止点部, 靠近止点一侧因无足够的组织供缝线穿越编织而无法

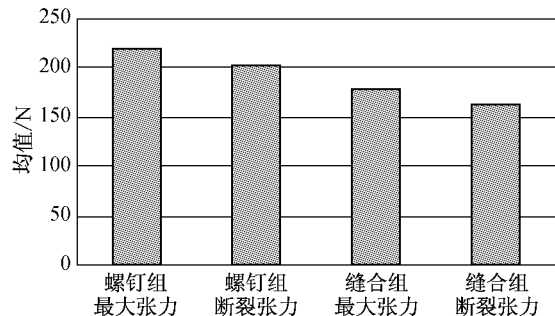


图 3 在活体狗膝关节实验中, 螺钉组强度优于单纯缝合组
 Fig.3 In canine knee group, the strength of screw subgroup is greater than suture subgroup

提供愈合所需的基本条件。本研究中的单纯缝合也证实了这一点, 为模拟止点部断裂, 在靠近止点的部位切断韧带。断裂最早发生于缝合部位靠近止点一侧, 而这种断裂其实就是缝线从韧带中撕拉脱出。动物实验也发现了同一情况, 缝合组韧带完全愈合的发生例数要少于螺钉组。

临床实践中为解决上述情况, 为缝线提供可靠的附着, 通常在接近止点的部位贯通钻孔, 缝线从孔中穿过而获得可靠的附着^[5]。但这一方法的最大

缺点是创伤较大,因为骨组织通常为骨状结构,要做一横向贯穿孔道,必然要向两侧剥离较多软组织。另外为了便于缝线穿越孔道,要相应的牵开软组织以留出操作空间,这也进一步加重了组织损伤。为此,想到通过改良螺钉为缝线提供可靠的附着。螺钉通过螺纹固定于骨组织中,其锚着力远超出缝线的抗张能力。本文的前期研究证实了这一点(数据未提供),所有标本断裂都发生于缝线,而螺钉未发生一例松动,同样的情况也见于骨钻孔组。正是由于螺钉能为缝线提供足够的附着力,因此,本研究中螺钉组的缝合部断裂的瞬间拉力和能够承受的最大拉力都要高于缝合组,并呈现明显的差异。

Herbert 螺钉两端的螺距不同,其在固定骨片的同时还可对骨片进行加压^[6],因而被应用于治疗韧带的撕脱性骨折。但有时被撕脱的骨片非常小、非常薄,单纯的固定骨片很难获得稳定,必须另外对韧带进行拉拢缝合以增强固定效果。考虑到这种情况,选用 Herbert 螺钉进行改进,使之既能固定骨片又能为缝线提供附着点。目前常用的缝合锚钉也能为缝线提供足够的附着点^[7],但其对撕脱性骨折的骨片却无固定作用,临床应用范围可能不及改进后的螺钉。

本研究的两个实验分别采用两种实验标本,离体实验采用的是羊膝关节标本,活体实验采用的是狗膝关节标本。之所以没有采用同一种标本,是基于实验伦理的要求。离体实验主要观察髌韧带断裂缝合后即可获得的固定强度,而活体实验主要观察不同方法缝合后髌韧带断裂的愈合情况和强度。每个实验都进行单独的数据统计分析,而不进行两个

实验间的比较分析,因而尽管采用两种实验标本,但并不影响最终结果,研究结论仍然是可信的。

4 结语

对于靠近止点部位的肌腱韧带断裂,改进的 Herbert 螺钉或者骨钻孔方法修补都要优于单纯的缝合修补。但由于骨钻孔方法对软组织的创伤较大,在临床运用中,改进的 Herbert 螺钉又要好于骨钻孔法。

参考文献:

- [1] Christian G, Alberto GS, Stephan MP, et al. Experimental Rotator Cuff Repair: A Preliminary Study [J]. J Bone Joint Surg. 1999; 81-A(9): 1281-1290.
- [2] Pennington DG, The locking loop tendon suture [J]. Plast Reconstr Surg. 1979; 63(5): 648-652.
- [3] Demirhan M, Atalar AC, Kilicoglu O, et al. Primary fixation strength of rotator cuff repair techniques: a comparative study [J]. Arthroscopy. 2003, 19(6): 572-576.
- [4] 权铁刚, 高明, 马洪顺. 小指屈肌腱损伤吻接术拉伸实验研究 [J]. 医用生物力学. 2006; 21(2): 150-152.
- [5] Caldwell GL, Warner JJ, Miller MD, et al. Strength of fixation with transosseous sutures in rotator cuff repair [J]. J Bone Joint Surg. 1997; 79-A(7): 1064-1068.
- [6] Sharma A, Lakshmanan P, Peehal J. An analysis of different types of surgical fixation for avulsion fractures of the anterior tibial spine [J]. Acta Orthop Belg. 2008, 74(1): 90-97.
- [7] Rossouw, D. J.; McElroy, B. J.; Amis, A. A, et al. A Biomechanical Evaluation of Suture Anchors in Repair of the Rotator Cuff [J]. J Bone Joint Surg, 1997, 79-B(3): 458-461.