·临床研究·

关节镜下speed-bridge技术修复中大型肩袖撕裂的临床应用

季斌　樊珂良　陆超峰　刘磊　年坤党　方志豪　游镇君　吴可沁

[摘要]　**目的**　探讨关节镜下speed-bridge技术修复中大型肩袖撕裂的临床应用效果。**方法**　回顾性选择18例中大型肩袖撕裂的患者，均采用关节镜下speed-bridge技术修复肩袖撕裂，术后指导康复锻炼。记录患者术前、术后1个月、术后3个月和术后6个月的肩关节前屈及外展活动度、疼痛视觉模拟评分（VAS）、Constant-Murley肩关节功能评分。**结果**　术前、术后1个月、术后3个月、术后6个月患者肩关节前屈活动度分别为（83.33±3.75）°、（98.06±3.12）°、（120.00±2.49）°、（139.72±2.74）°；肩关节外展活动度分别为（69.17±4.40）°、（82.50±4.24）°、（111.39±3.19）°、（138.89±2.74）°；VAS评分分别为（5.78±0.30）分、（3.28±0.22）分、（2.06±0.25）分、（0.89±0.17）分；Constant-Murley评分分别为（53.17±1.15）分、（60.33±1.07）分、（71.61±1.11）分、（80.83±0.91）分。术后随着康复锻炼的进行，肩关节前屈及外展活动度、VAS评分、Constant-Murley肩关节功能评分均明显改善，差异均有统计学意义（$P<0.05$）。**结论**　采用关节镜下speed-bridge技术修复中大型肩袖撕裂，操作简便，并发症少，可取得满意疗效。

[关键词]　speed-bridge；　无结缝线桥技术；　中大型肩袖撕裂；　疗效

Application of speed-bridge technique under arthroscopy in repairing moderate to severe rotator cuff tears JI Bin, FAN Keliang, LU Chaofeng, et al. Department of Orthopedics, Jiaxing First Hospital, Jiaxin 314000, China.

[Abstract]　**Objective**　To investigate the clinical effect of speed-bridge arthroscopic repair of moderate and severe rotator cuff tears. **Methods**　A retrospective analysis was performed on 18 patients with moderate and severe rotator cuff tears. Speed-bridge technique was used to repair rotator cuff tears and guide rehabilitation exercise after surgery. Shoulder flexion and abduction motion, visual analogue scale (VAS) and Constant-Murley shoulder function score were recorded before surgery, 1 month, 3 months and 6 months after surgery. **Results**　The anterior flexion motion of shoulder joint of patients before surgery, 1 month after surgery, 3 months after surgery and 6 months after surgery were (83.33±3.75)°, (98.06±3.12)°, (120.00±2.49)° and (139.72±2.74)°, respectively. The abductive range of motion of shoulder joint were (69.17±4.40)°, (82.50±4.24)°, (111.39±3.19)°, (138.89±2.74)°, respectively. The VAS scores were 5.78±0.30, 3.28±0.22, 2.06±0.25 and 0.89±0.17, respectively. The Constant-Murley scores were 53.17±1.15, 60.33±1.07, 71.61±1.11 and 80.83±0.91, respectively. With the progress of rehabilitation exercise after surgery, shoulder joint flexion and abduction motion, VAS score and Constant-Murley shoulder joint function score were significantly improved, and the differences were statistically significant ($P<0.05$). **Conclusion**　Arthroscopic speed-bridge technique was used to repair medium and large rotator cuff tears, with simple operation, few complications and satisfactory effect.

[Key words]　speed-bridge;　knotless suture bridge technology;　moderate to severe shoulder sleeve tear;　curative effect

DOI: 10.13558/j.cnki.issn1672-3686.2024.001.008

基金项目：浙江省医学会临床科研基金项目（2021ZYC-A146）

作者单位：314000　浙江嘉兴，嘉兴市第一医院骨科（季斌、樊珂良、陆超峰、刘磊、年坤党、方志豪、游镇君、吴可沁）；浙江中医药大学医学院（陆超峰、年坤党、方志豪）；蚌埠医学院（刘磊）

肩袖撕裂是最常见的肩部疾病之一，发生率为20.7%～22.1%，是引起肩关节疼痛的重要原因[1]。关节镜下肩袖修复术逐渐成为常规治疗手段[2]，speed-bridge技术操作步骤简便，避免线结撞击，荷载分布均匀，术后再撕裂的风险低，已逐步应用于

临床[3]。但该技术操作不当,可能存在初始固定强度低、锚钉失效、腱-骨接触面欠紧密、肩袖愈合不良等风险[4]。本研究回顾性分析采用关节镜下speed-bridge技术修复的18例中大型肩袖撕裂患者的临床疗效,并探讨该技术的手术技巧,为临床应用提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性收集2021年7月至2022年12月期间嘉兴市第一医院骨科收治的18例中大型肩袖撕裂的患者,其中男性7例、女性11例;年龄50~80岁;左肩2例、右肩16例;肩关节前屈、外展活动度分别为40°~155°、15°~160°;VAS评分为0~8分;Constant-Murley肩关节功能评分为40~88分。纳入标准为:①MRI和体格检查诊断为肩袖撕裂;②肩袖全层撕裂,范围1~5 cm;③单纯肩袖损伤,不合并其他部位、组织损伤;④一般情况良好,均采用关节镜下speed-bridge技术修复肩袖撕裂;⑤术后能积极配合功能锻炼及随访。排除:①MRI提示肩关节无严重肌肉萎缩、肌腱退缩或脂肪浸润者;②术前合并臂丛神经损伤患者;③患肩曾行手术治疗的患者。本研究已获得嘉兴市第一医院伦理委员会批准,所有患者均知情同意并签署知情同意书。

1.2 方法 臂丛联合全身麻醉,斜侧卧位,患肩外展牵引,重量4.5 kg。肩关节后方入路进镜,进入肩关节腔后,于肩袖间隙建立前方入路,依次探查关节盂、肱骨头、肩袖组织及肱二头肌长头腱,清理损伤组织,明确诊断。镜头转入肩峰下间隙,探查冈上肌肌腱撕裂部位,定位并建立前外侧入路,清理肩峰下滑囊及喙肩韧带,显露肩峰下表面,行肩峰成形。建立后外高位观察入路,于前外入路进入刨刀及等离子刀松解冈上肌肌腱,确保肌腱残端能够无过高张力覆盖于大结节足印区,打磨大结节骨床及肌腱残端新鲜化,采用speed-bridge技术,于软骨外缘邻近肌腱裂口根据肌腱撕裂的大小置入2~3枚双线内排锚钉(4.5 mm Healix缝线锚钉,由强生公司生产),于肌腱残端边缘内侧1~2 cm处用缝合钩过线,每个内排锚钉可分出4根尾线,分别过线穿过肌腱,无需打结,将缝线如渔网状交叉布线,穿入外排锚钉(5.5 mm Healix ADVANCE BR免打结缝线锚钉,由强生公司生产)后,将外排锚钉置于肱骨大结节外缘下方10~15 mm处,形成缝线桥固定,将肌腱压在大结节足印区。术后使用外展枕将患肩固定于外展45°旋转中立位。根据患者情况,采用个性化功能康复计划:中型肩袖撕裂术后3周内行被动外展活动,3周后开始行主动外展活动;大型撕裂术后3周内避免主、被动外展训练,术后4~6周行被动外展训练,术后第7周开始进行主动外展训练。

1.3 观察指标 观察记录术前、术后1个月、术后3个月和术后6个月患者的肩关节前屈及外展活动度、疼痛视觉模拟评分(visiual analogue scale,VAS)、Constant-Murley肩关节功能评分。

1.4 统计学方法 采用SPSS 26.0进行统计分析,计量资料符合正态分布的以均数和标准差($\bar{x}\pm s$)表示,符合偏态分布以M(P_{25},P_{75})表示,计数资料以例(%)表示。采用广义估计方程对两组患者术前、术后1个月、3个月、6个月的肩关节前屈及外展活动度、VAS评分、Constant-Murley肩关节功能评分进行比较。所有统计检验均采用双侧检验。设$P<0.05$为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 患者术前、术后1个月、3个月、6个月的肩关节前屈活动度比较见表1

表1 患者术前、术后1个月、3个月、6个月的肩关节前屈活动度比较

时间	前屈活动度/°	β	95%CI	Waldχ^2	P
术前	83.33±3.75	Ref.			
术后1个月	98.06±3.12	14.72	10.99~18.45	59.83	<0.05
术后3个月	120.00±2.49	36.66	31.50~41.83	193.60	<0.05
术后6个月	139.72±2.74	56.38	50.33~62.44	333.37	<0.05

由表1可见,患者在术前、术后1个月、3个月、6个月肩关节前屈活动度逐渐增加,差异有统计学意义($P<0.05$)。

2.2 患者术前、术后1个月、3个月、6个月的肩关节外展活动度比较见表2

表2 患者术前、术后1个月、3个月、6个月的肩关节外展活动度比较

时间	外展活动度/°	β	95%CI	Waldχ^2	P
术前	69.17±4.40	Ref.			
术后1个月	82.50±4.24	13.33	9.18~17.48	39.72	<0.05
术后3个月	111.39±3.19	42.22	36.55~47.89	213.04	<0.05
术后6个月	138.89±2.74	69.72	63.49~75.95	481.12	<0.05

由表2可见,患者在术前、术后1个月、3个月、6个月肩关节外展活动度逐渐增加,差异有统计学意义($P<0.05$)。

2.3　患者术前、术后1个月、3个月、6个月的VAS评分比较见表3

表3　患者术前、术后1个月、3个月、6个月的VAS评分比较

时间	VAS评分/分	β	95%*CI*	*Wald*χ^2	*P*
术前	5.78±0.30	Ref.			
术后1个月	3.28±0.22	−2.50	−3.19～−1.80	59.83	<0.05
术后3个月	2.06±0.25	−3.72	−4.50～−2.94	193.60	<0.05
术后6个月	0.89±0.17	−4.88	−5.50～−4.27	333.37	<0.05

由表3可见，患者在术前、术后1个月、3个月、6个月VAS评分逐渐下降，差异有统计学意义（$P<0.05$）。

2.4　患者术前、术后1个月、3个月、6个月的Constant-Murley肩关节功能评分比较见表4

表4　患者术前、术后1个月、3个月、6个月的Constant-Murley肩关节功能评分比较

时间	Constant-Murley肩关节功能评分/分	β	95%*CI*	Waldχ^2	*P*
术前	53.17±1.15	Ref.			
术后1个月	60.33±1.07	7.16	5.68～8.65	89.22	<0.05
术后3个月	71.61±1.11	18.44	16.46～20.42	333.56	<0.05
术后6个月	80.83±0.91	27.66	25.87～29.45	918.53	<0.05

由表4可见，患者在术前、术后1个月、3个月、6个月Constant-Murley肩关节功能评分逐渐上升，差异有统计学意义（$P<0.05$）。

3　讨论

近年来有研究报道，传统缝线桥技术的线结具有很高的切割潜力，持续压迫会导致肩袖组织局部血液灌注减少，对肌腱愈合造成不良影响，甚至导致肩袖再撕裂[5,6]。同时肩袖表面的线结容易与肩峰发生撞击，且不同术者打结的极限载荷有相当大的差异性，在手术中视野不清楚的情况下，增加手术难度，延长手术时间[7,8]。speed-bridge技术属于“无结”缝线桥技术，内排锚钉无需打结固定，简化手术步骤，节省手术时间，避免了术后缝线结与肩峰撞击的潜在风险，同时也减少了缝线对肩袖的切割和血运的影响，从而达到促进手术后肩袖肌腱-骨愈合的目的[9～11]。但该技术有一定的学习曲线，操作不当可能出现初始固定强度低、锚钉退出、内排锚钉对腱-骨界面封闭不足、内排钉线尾张力控制不佳、腱-骨接触面不够紧密，甚至腱-骨愈合不良等情况，导致手术失败。本次研究结果显示，中大型肩袖撕裂患者采用关节镜下speed-bridge技术修复，术后随着康复锻炼的进行，肩关节前屈及外展活动度、VAS评分、Constant-Murley肩关节功能评分均明显改善，差异均有统计学意义（P均<0.05）。

本次研究将手术技巧总结如下：①术前完善X线、CT+三维重建、MRI、骨密度检查，明确肩袖撕裂及骨床条件。骨质疏松患者锚钉的抗拔出力降低，腱-骨愈合界面也相对薄而紊乱，不仅影响锚钉的稳定性，同时也不利于术后肩袖的腱-骨愈合[12～14]。手术前后需通过抗骨质疏松治疗，改善患者骨质疏松程度，不但利于手术操作，也便于术后康复。②术中根据术前影像学评估，尽量避免在骨质不良区域置钉。肱骨大结节近端的前部和中部，以及结节间沟区域松质骨骨量较高，可作为置钉的优先选择区域。锚钉置入不必过深，皮质骨和浅层松质骨是锚钉固定的最佳位置，置钉过深反而会降低抗拔出力[15]。对于无法避开的骨缺损，可通过植骨，改善局部骨质情况，实现更好的锚钉固定[16]。此外可通过增加固定点，降低每个固定点的负荷，减少软组织受到的剪切力。锚距保持在6 mm以上，如果锚钉间距过近，将无法保持把持力[17]。近几年的研究表明，推荐锚钉与骨面呈90°植入，其抗拔出强度高于45°[18]。对于骨质疏松的老年患者，本研究使用直径2.8 mm的开路器为直径4.5 mm锚钉开孔，开孔不宜太深，锚钉在向下拧入过程中通过挤压松质骨增加锚钉稳定性。锚钉的材料选择方面，金属锚钉的抗拔出强度高于可吸收锚钉，全线锚钉直径更小，对骨质破坏小，比传统锚钉更适用于骨质疏松患者[19]。骨床处理不要过度去除表面的皮质骨，尤其是老年患者和骨量较差的患者。动物试验研究表明，足印区去皮质化并不是释放内源性骨髓元素和改善肩袖愈合，应该谨慎操作，尽量降低去皮质厚度[20]。可通过肱骨大结节区微骨折及钻孔多通道的方式实现骨髓激发，提高腱-骨愈合能力[21]。巨大肩袖撕裂的受损肩袖肌肉往往明显短缩，且与周围组织粘连严重。在清理受损肩袖周围组织后可根据肩袖张力行间隙滑移技术，尽量保证短缩的肩袖能低张力复位至足印区。如肩袖张力较大，可选择肩袖肱骨止点内移修复来减少肩袖张力，降低锚钉拔出的风险。置入外排锚钉时，根据初始牵拉时对抗内收张力肩袖所覆盖的位置调节缝线张力后固定锚钉，切不可为过度追求腱-骨的紧密贴合，而导致张力过

高,造成锚钉失效。③术后采用个体化功能锻炼。对于伴有局部骨质疏松的肩袖损伤患者,肩袖修复术后需将康复训练计划延迟,给予6周左右的肩关节制动,使已修复的肩袖有良好的腱-骨愈合环境,之后再逐量恢复康复训练。

综上所述,采用关节镜下speed-bridge技术修复肩袖撕裂操作简便、再撕裂率低、术后并发症少,可取得满意疗效。本研究存在样本量较少,随访时间太短的局限性,还需要多中心大样本的长期临床结果来进一步评估这种修复技术优势。

参考文献

1 Narvani AA, Imam MA, Godenèche A, et al. Degenerativerotator cuff tear, repair or not repair? A review of current evidence[J]. Ann R Coll Surg Engl, 2020, 102(4): 248-255.

2 傅安,宋肖舟,虞和君.关节镜下双排缝合桥技术治疗肩袖损伤[J].全科医学临床与教育,2013,11(5):576-578.

3 Honda H, Gotoh M, Mitsui Y, et al. Clinical and structural outcomes after arthroscopic rotator cuff repair: A comparison between suture bridge techniques with or without medial knot tying[J]. J Orthop Surg Res, 2018, 13:297.

4 Hug K, Gerhardt C, Haneveld H, et al. Arthroscopic knotless-anchor rotator cuff repair: A clinical and radiological evaluation[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2015, 23(9):2628-2634.

5 Denard PJ, Burkhart SS. The evolution of suture anchors in arthroscopic rotator cuff repair[J]. Arthroscopy, 2013, 29:1589-1595.

6 Tsiouri C, Mok DH. Early pullout of lateral row knotless anchor in rotator cuff repair[J]. Int J Shoulder Surg, 2009, 3:63-65.

7 Hotta T, Yamashita T. Osteolysis of the inferior surface of the acromion caused by knots of the suture thread after rotator cuff repair surgery: Knot impingement after rotator cuff repair[J]. J Shoulder Elbow Surg, 2010, 19:e17-23.

8 Hanypsiak BT, DeLong JM, Simmons L, et al. Knot strength varies widely among expert arthroscopists[J]. Am J Sports Med, 2014, 42: 1978-1984.

9 Warth RJ, Greenspoon JA, Bhatia S, et al. Arthroscopic double-row rotator cuff repair using a knotless, interconnected technique[J]. Oper Tech Orthop, 2015, 25(1):43-48.

10 Ma CB, Comerford L, Wilson J, et al. Biomechanical evaluation of arthroscopic rotator cuff repairs: Double-row compared with single-row fixation[J]. J Bone Joint Surg Am, 2006, 88:403-410.

11 Pauly S, Kieser B, Schill A, et al. Biomechanical comparison of 4 double-row suture-bridging rotator cuff repair techniques using different medial-row configurations[J]. Arthroscopy, 2010, 26:1281-1288.

12 Meyer DC, Mayer J, Weber U, et al. Ultrasonically implanted PLA suture anchors are stable in osteopenic bone[J]. Clin Orthop Relat Res, 2006, 442:143-148.

13 Angeline ME, Ma R, Pascual-Garrido C, et al. Effect of diet-induced vitamin D deficiency on rotator cuff healing in a rat model[J]. Am J Sports Med, 2014, 42:27-34.

14 Chen X, Giambini H, Ben-Abraham E, et al. Effect of bone mineral density on rotator cuff tear: An osteoporotic rabbit model[J]. PLoS One, 2015, 10: e0139384.

15 Sano H, Takahashi A, Chiba D, et al. Paper # 114: 1st Place winner of the richard caspari award stress distribution inside the bone after suture anchor insertion - A simulation study using three-dimensional finite element method[J]. Arthrosc Sports Med Rehabil, 2011, 27(10):e143-e144.

16 Burkhart SS, Klein JR. Arthroscopic repair of rotator cuff tears associated with large bone cysts of the proximal humerus: Compaction bone grafting technique[J]. Arthroscopy, 2005, 21:1149.

17 Entezari V, Lazarus M. Surgical considerations in managing osteoporosis, osteopenia, and vitamin D deficiency during arthroscopic rotator cuff repair[J]. Orthop Clin North Am, 2019, 50:233-243.

18 Strauss E, Frank D, Kubiak E, et al. The effect of the angle of suture anchor insertion on fixation failure at the tendon-suture interface after rotator cuff repair: Deadman´s angle revisited[J]. Arthroscopy, 2009, 25:597-602.

19 Berthold DP, Mazzocca AD. Editorial commentary: A new star is born-the knotless all-suture anchor[J]. Arthroscopy, 2020, 36:1533-1534.

20 Nakagawa H, Morihara T, Fujiwara H, et al. Effect of footprint preparation on tendon-to-bone healing: A histologic and biomechanical study in a rat rotator cuff repair model[J]. Arthroscopy, 2017, 33(8):1482-1492.

21 Ajrawat P, Dwyer T, Almasri M, et al. Bone marrow stimulation decreases retear rates after primary arthroscopic rotator cuff repair: A systematic review and meta-analysis[J]. J Shoulder Elbow Surg, 2019, 28:782-791.

（收稿日期 2023-06-07）

（本文编辑 葛芳君）