

肩关节镜下单、双排缝合巨大肩袖撕裂的临床疗效比较

金鹏宇¹, 范龙², 张杰¹, 姜胜强¹, 孟晔^{3*}

¹青岛大学青岛医学院, 山东 青岛

²济宁医学院附属医院, 山东 济宁

³青岛市市立医院运动医学科, 山东 青岛

收稿日期: 2024年1月21日; 录用日期: 2024年2月14日; 发布日期: 2024年2月22日

摘要

目的: 对比肩关节镜下单排缝合与双排缝合治疗巨大肩袖撕裂的临床疗效。方法: 我们在青岛市市立医院收集了70例巨大肩袖撕裂患者, 所有患者均收治于2022年7月~2023年1月期间, 根据手术方式不同分为单排组和双排组, 每组35例。单排组给予关节镜下单排缝合治疗, 双排组给予关节镜下双排缝合治疗。随访两组患者术后6个月肩关节临床功能恢复情况及核磁共振影像肩袖完整情况。结果: 两组患者术前ASES、CMS、UCLA、OSS、VAS评分相比较, $P > 0.05$, 无统计学差异。两组患者术后ASES、CMS、UCLA评分均比术前高, 且双排组比单排组高, $P < 0.05$, 比较存在统计学差异; 两组患者术后OSS评分均比术前低, 且双排组比单排组低, $P < 0.05$, 比较存在统计学差异。两组患者术后VAS评分均比术前低, 且双排组比单排组低, $P > 0.05$, 比较不存在统计学差异。两组患者术后MRI肩袖完整情况均优于术前, 且双排组优于单排组, $P < 0.05$, 比较存在统计学差异。结论: 肩关节镜下治疗巨大肩袖撕裂, 在ASES、CMS、UCLA、OSS评分及MRI下肩袖完整情况方面说明双排缝合治疗相比于单排缝合效果更佳, 但在VAS评分方面双排缝合治疗相比于单排缝合并无明显优势。

关键词

肩关节镜, 单排缝合, 双排缝合, 巨大肩袖撕裂

Clinical Efficacy Comparison of Arthroscopic Single-Row and Double-Row Suture Repair for Massive Rotator Cuff Tears

Pengyu Jin¹, Long Fan², Jie Zhang¹, Shengqiang Jiang¹, Ye Meng^{3*}

¹Qingdao Medical College, Qingdao University, Qingdao Shandong

*通讯作者。

文章引用: 金鹏宇, 范龙, 张杰, 姜胜强, 孟晔. 肩关节镜下单、双排缝合巨大肩袖撕裂的临床疗效比较[J]. 临床医学进展, 2024, 14(2): 3270-3277. DOI: 10.12677/acm.2024.142462

²Affiliated Hospital of Jining Medical University, Jining Shandong

³Department of Sports Medicine, Qingdao Municipal Hospital, Qingdao Shandong

Received: Jan. 21st, 2024; accepted: Feb. 14th, 2024; published: Feb. 22nd, 2024

Abstract

Objective: To compare the clinical efficacy of arthroscopic single-row and double-row suture repair for massive rotator cuff tears. **Methods:** We collected 70 patients with massive rotator cuff tears at Qingdao Municipal Hospital who were admitted from July 2022 to January 2023. The patients were divided into a single row group and a double row group based on different surgical techniques, with 35 cases in each group. The single row group underwent arthroscopic single-row suture repair, while the double row group underwent arthroscopic double-row suture repair. The shoulder joint's clinical functional recovery and the rotator cuff's integrity on magnetic resonance imaging (MRI) were evaluated before surgery and six months after treatment. **Results:** There was no significant difference in ASES, CMS, UCLA, OSS, VAS scores, and MRI findings of rotator cuff integrity between the two groups before surgery ($P > 0.05$). After surgery, the ASES, CMS and UCLA scores were significantly higher in both groups than before surgery, with the double row group showing higher scores than the single row group ($P < 0.05$). The OSS scores were significantly lower in both groups after surgery, with the double row group showing lower scores than the single row group ($P < 0.05$). The VAS scores were significantly lower in both groups after surgery, with no significant difference between the double row and single row groups ($P > 0.05$). The MRI findings of rotator cuff integrity were better in both groups after surgery, with the double row group showing better results than the single row group ($P < 0.05$). **Conclusion:** Arthroscopic treatment of massive rotator cuff tears shows better results regarding ASES, CMS, UCLA, OSS scores, and MRI assessment when comparing double-row repair to single-row repair. However, regarding VAS scores, there is no significant advantage of double-row repair over single-row repair.

Keywords

Shoulder Arthroscopy, Single-Row Repair, Double-Row Repair, Massive Rotator Cuff Tears

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

肩袖, 又称旋转袖, 由起于肩胛骨、止于肱骨上端的冈上肌、冈下肌、小圆肌和肩胛下肌肌腱组成, 在维持肩关节的稳定性和活动性方面起着重要作用[1]。

目前已经提出了许多分类方法来帮助和指导巨大肩袖撕裂的评估和治疗[2] [3] [4] [5]。DeOrio 和 Cofield 将巨大肩袖撕裂定义为: 撕裂直径大于 5 cm 的撕裂, 而 Gerber 将巨大肩袖撕裂定义为: 至少涉及 2 根肌腱完全断裂的肩袖撕裂[4] [5]。

巨大肩袖撕裂的发生率占有所有肩袖撕裂总数的 40% [6] [7]。肩袖撕裂的大小对手术后的临床疗效会产生重要影响。与较小的肩袖撕裂相比较, 巨大肩袖撕裂修复通常更复杂, 存在解剖结构失效、预后不

好等问题。并且在手术修复后，肩袖撕裂复发的比率更高[6] [7] [8]。如果巨大肩袖撕裂发生在急性模式或慢性退行性病变康复失败后，则需要手术治疗[7]。

在关节镜手术出现后，取得了与开放手术同等的疗效，甚至疗效更好，于是肩袖修复普遍从开放式修复转向关节镜修复[9] [10] [11] [12]。关节镜技术和器械发展迅速，各种技术已被引入治疗肩袖撕裂。由于减少了短期疼痛并具有一定的美观性，关节镜修复比开放式修复更受欢迎[13] [14] [15]。基于缝合锚钉的固定方法，单排和双排固定技术已成为最常用的方法，可最大限度地提高肌腱愈合和改善临床效果[16] [17]，但临床上巨大肩袖撕裂对于两种修复方法的选择尚未能达成共识，而且关于二者效果比较的研究报道较少。所以本研究选取 70 例巨大肩袖撕裂患者作为研究对象，经分组予以单排间断缝合与双排缝合治疗，对比两种手术方式的治疗效果。

2. 资料与方法

2.1. 临床资料

这项研究纳入了 70 名巨大肩袖撕裂患者。患者提供了相关信息且同意将他们的相关数据纳入研究。

选取 2022 年 7 月至 2023 年 1 月在青岛市市立医院收治的 70 例巨大肩袖撕裂患者，分为单排组和双排组。

单排组 35 例，年龄平均(57.0 ± 9.5)岁；男 13 例(37.1%)、女 22 例(62.9%)；患肢方位：左侧 12 例(34.3%)、右侧 23 例(65.7%)；病程平均(5.9 ± 1.8)月。

双排组 35 例中，年龄平均(58.5 ± 8.9)岁；男 15 例(42.9%)、女 20 例(57.1%)；患肢方位：左侧 15 例(42.9%)、右侧 20 例(57.1%)；病程平均(5.9 ± 1.5)月。

2.2. 方法

所有患者均采用侧卧位肩关节镜手术治疗，70 例巨大肩袖撕裂患者根据分组给与不同手术方式，单排组采取单排缝合的手术方式，双排组采取双排缝合的手术方式。

手术全部由同一位高年资主任医师完成。

纳入标准：1) 经临床症状、病史、肩关节镜等检查确诊为巨大肩袖撕裂；2) 具有手术治疗指征，且行关节镜下肩袖修补术时采用缝合桥技术；3) 经 MRI 测量肩袖损伤直径 > 5 cm 或累及 2 个以上肌腱者；4) 无精神病史；5) 术后随访 6 个月；6) 临床资料完整。

排除标准：1) 有肩关节手术史者；2) 有凝血功能障碍或恶性肿瘤史者；3) 有心、肝、肾等严重性疾病者；4) 明显骨质缺损或疏松者；5) 拒绝或中途退出本次研究者；6) 临床资料欠缺者。

术前，予以两组患者常规准备：血常规、血型鉴定、凝血常规、输血常规、肝功能检查、肾功能检查；心电图、心脏彩色多普勒超声、肺部 CT、肩关节正位、肩胛骨出口位、肩关节核磁共振。

所有患者均行全身麻醉，适度松解受限肩关节，患肢外展 45° ，前倾约 20° ，上肢用无菌手术单及无菌绷带固定。牵引重量标准 6 kg。术中保持灌注压在 60~80 mmHg 范围建立后方入路，插入关节镜检查，并检查肱盂关节。然后将关节镜引入肩峰下空间，清理肩峰下囊，并根据需要进行肩峰下滑囊成形术。刨刀清除受损的肩袖边缘，显露足印区的骨面，更新大结节足印区的骨面。

单排组：单排组患者采用单排缝合技术，在肩袖撕裂止点区域，插入 2~3 枚 peek 钉或者可吸收 anchors 固定，使用缝合钩或导线器缝合肌腱，松解牵拉肩袖复位后打结固定。

双排组：双排组患者采用双排缝合技术，将 2 枚内排带线锚钉固定于肩袖撕裂止点区域，将缝合线的两端穿过肌腱，松解牵拉肩袖组织复位，褥式缝合，打结，再用 2 枚外排 anchors 将肩袖边缘压平，与止点骨面充分贴合覆盖。

2.3. 观察指标

患者肩关节功能经 the American Shoulder and Elbow Surgeons (ASES) score, the Constant-Murley score (CMS), the University of California, Los Angeles (UCLA) score, the Oxford Shoulder Score (OSS), and the visual analog scale (VAS) score 评定。Magnetic Resonance Imaging (MRI)评估观察影像检查下肩袖完整情况。

ASES 内含患者自我评估疼痛、肩关节稳定性与生活功能、假关节活动范围、肌力等项, 分值 0~100 分, 分值越高表明肩关节功能越好;

CMS 内含肩部功能及疼痛、日常生活活动、行动能力、力量, 分值 0~100 分, 分值越高表明患者肩关节功能越好。

UCLA 量表内含患者肩关节疼痛、肩关节功能、前屈曲活动范围、前屈曲力量与患者满意度等, 分值 0~35 分, 分值越高表明患者肩关节功能越佳;

OSS 含有 12 题, 每题 5 个选项, 对应 1 分(症状最轻)至 5 分(症状最严重), 分值 12~60 分, 分数越高代表情况越差。

肩关节疼痛程度经视觉模拟评分法(VAS)评定:

VAS 分值 0~10 分, 分值越高表明患者肩关节疼痛越重。

收集数据:

术前两组患者 ASES、CMS、UCLA、OSS、VAS 评分及 MRI 检查下肩袖完整情况。

术后 6 个月随访, 两组患者 ASES、CMS、UCLA、OSS、VAS 评分及 MRI 检查下肩袖完整情况。

2.4. 数据统计与分析

所有数据应用统计学软件 SPSS26.0 处理, 计量资料表示为 $x \pm s$, 采用 t 检验; 计数变量采用卡方检验。P < 0.05 为有统计学差异。

3. 结果

如表 1 所示, 单排组 35 人, 双排组 35 人。两组患者术前的数据在年龄、性别、患肢方位、病程、ASES、CMS、UCLA、OSS、VAS 评分及 MRI 肩袖完整情况方面没有显著差异, 无统计学意义(P > 0.05)。

Table 1. Preoperative clinical data

表 1. 术前临床数据

	单排组	双排组	P 值
年龄(岁)	57.0 ± 9.5	58.5 ± 8.9	0.517
性别			
男	13	15	0.626
女	22	20	
患肢			
左	12	15	0.461
右	23	20	
病程(月)	5.9 ± 1.8	5.9 ± 1.5	0.832
ASES	48.6 ± 11.5	48.0 ± 10.0	0.843

续表

CMS	53.5 ± 8.9	51.4 ± 11.6	0.395
UCLA	17.8 ± 4.7	17.6 ± 5.0	0.844
OSS	40.6 ± 5.2	39.4 ± 4.4	0.327
VAS	6.2 ± 1.5	6.3 ± 1.6	0.818
MRI 下完整性			
完整	0	0	
不完整	35	35	

如表 2 所示, 单排组和双排组术后 ASES、CMS、UCLA 评分明显高于术前。且双排组术后 ASES、CMS、UCLA 评分明显高于单排组, 差异有统计学意义($P < 0.05$)。

Table 2. Six-month results

表 2. 术后 6 个月随访结果

	单排组	双排组	P 值
ASES	81.2 ± 5.5	84.2 ± 6.8	0.045
CMS	72.9 ± 6.8	75.7 ± 4.0	0.040
UCLA	25.2 ± 2.1	26.9 ± 2.1	0.001
OSS	20.3 ± 3.7	23.2 ± 5.2	0.009
VAS	2.0 ± 1.1	2.0 ± 1.0	0.910
MRI 下完整性			
完整	26	33	0.022
不完整	9	2	

如表 2 所示, 单排组和双排组术后 OSS 评分明显低于术前。且双排组术后 OSS 评分明显低于单排组, 差异有统计学意义($P < 0.01$)。

如表 2 所示, 单排组和双排组术后 VAS 评分明显低于术前, 但差异无统计学意义($P > 0.05$)。

如表 2 所示, 单排组和双排组术后 MRI 肩袖完整情况明显优于术前。且双排组明显优于单排组, 差异有统计学意义($P < 0.05$)。

两组患者术前及术后典型 MRI 影像如下图 1、图 2:

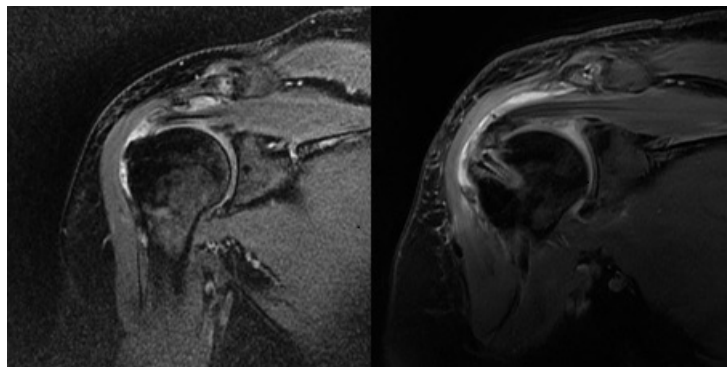


Figure 1. Single row group, female, right massive rotator cuff tear. Left figure is preoperative MRI; right figure is postoperative MRI

图 1. 单排组, 女, 55 岁, 右侧巨大肩袖撕裂。左为术前 MRI; 右为术后 MRI



Figure 2. Double row group, male, right massive rotator cuff tear. Left figure is preoperative MRI; right figure is postoperative MRI

图 2. 双排组, 男, 61 岁, 右侧巨大肩袖撕裂。左为术前 MRI; 右为术后 MRI

4. 讨论

肩袖的功能是在上臂外展过程中使肱骨头向关节盂方向拉紧, 维持肱骨头与关节盂的正常活动。肩袖损伤是导致肩关节疼痛和功能丧失的重要原因, 若未能及时有效治疗, 可能严重损伤肩关节功能, 尤其是巨大肩袖损伤患者保守治疗效果差、恢复时间长, 故手术修补成为其主要治疗方法[18]。几项已发表的关于开放式和关节镜手术的研究报告称, 肩袖修复在肩部功能和疼痛缓解方面均取得了改善[4] [19] [20]。

由于关节镜技术的进步, 且能以微创的方式使肩袖重新稳固, 关节镜下肩袖修复变得越来越流行[21]。其常用固定技术有单排缝合、双排缝合技术[22]。

单排缝合: 单排缝合技术是治疗肩袖撕裂的传统关节镜手术方式, 其操作简单, 效果显著, 可使受损的肌腱收缩并固定到位, 有助于愈合肩袖和骨骼的表面, 但其没有覆盖印模区域, 肌腱和骨骼之间的接触面积很小, 且单排缝合存在缝合面之间的疤痕容易愈合, 张力较小, 破裂率较高, 固定不完善[16]。

双排缝合: 双排缝合技术完全覆盖肌腱印迹, 可提供肩袖与骨面表面的接触固定, 增加固定强度, 均匀压迫肌腱和骨愈合部位, 由于术后断裂发生率低且肌腱不易撕裂, 双排缝合技术为肩袖愈合提供了可靠的机械稳定性[16]。

本研究结果发现, 单排组和双排组术后 ASES、CMS、UCLA 评分明显高于术前, 且双排组术后 ASES、CMS、UCLA 评分明显高于单排组, 差异有统计学意义; 单排组和双排组术后 OSS 评分均降低, 且双排组降低程度更大, 差异有统计学意义; 单排组和双排组术后 VAS 评分明显低于术前, $P > 0.05$, 差异无统计学意义。表明与单排缝合技术比较, 肩关节镜下双排缝合桥技术有效改善了巨大肩袖损伤患者肩关节功能, 但疼痛程度方面改善并没有很明显。

不过, 功能评分和是否解剖复位之间的关系仍然存在争议。影像学检查以磁共振成像(MRI)为首选[23]。有研究表明, 一些术后磁共振成像(MRI)未解剖复位的患者肩关节功能有所改善[6] [8]。然而, 当肩袖修复已经愈合并且肌腱完整没有再撕裂时, 临床结果往往会更好[6]。

随访时导致肩袖再撕裂的因素有很多, 包括: 脂肪浸润增加、肩峰-肱骨距离减小、吸烟[24]、肩袖撕裂程度[25]和修复张力增加[26]等。

本研究中术后 MRI 比较, 双排组肩袖完整率为 94.3%, 明显高于单排组的 74.3%。表明与单排缝合技术比较, 肩关节镜下双排缝合桥技术有效降低了术后肩袖再撕裂的发生率。可能由于巨大肩袖损伤患者病情较为严重, 其解剖结构破坏严重, 加之伴有严重的肌腱回缩、肌肉萎缩等[27], 增加了缝合修复难

度,使部分患者接受单排缝合技术治疗后,难以将肩袖外侧缘固定到解剖位置,从而导致未能有效改善肩关节功能;而采用双排缝合桥技术治疗后,有效增大了接触面积及压力,且内排锚钉通过标准方式植入,使外排锚钉置入后将肩袖组织解剖复位至足印区骨床,通过内外排缝合线呈桥接交叉状将肩袖压在骨面上,减少了肩袖表面线结并实现足印区的完全覆盖,实现了压力均匀分布于腱骨愈合区域,同时减少了术后肩袖再损伤的发生。

Hantes 等人前瞻性地比较了单排缝合和双排缝合固定技术用于 55 岁以下患者关节镜下肩袖修复的放射学和临床中期结果,并得出结论双排修复技术可能提供更好的肌腱愈合[28],与我们的研究一致。Gartsman 等人报道,与关节镜下单行修复术相比,使用关节镜下经骨等效双排修复术治疗孤立的冈上肌肩袖撕裂时,肌腱愈合率显著较高(通过超声检查确定)[29]。类似地, Toussaint 等人证明,无论大小肩袖撕裂患者肩关节镜下双排缝合后的 CMS 和疼痛评分均有显著改善[30]。

我们研究的优势包括:我们在一项充分有力的前瞻性随机临床试验中进行了 100% 的随访。我们还应用了 5 种不同的肩部评分系统、1 种疼痛评估和 1 种 MRI 评估来评估研究人群。

我们这项研究的局限性:患者数量太少,随访时间太短,由于 12 个月的恢复时间软组织才可充分愈合[12],因此随访期设定为 1 年或者更长的时长会更好。

关于核磁共振:由于几个因素,包括修复肌腱的解剖结构和信号改变、术后伪影和新的手术技术,肩袖修复后的 MRI 成像可能具有挑战性。熟悉各种类型的随机对照试验、手术指征及其手术治疗、正常的术后 MRI 成像和手术特有的并发症,对于主治医生在手术治疗后进行准确及时的诊断至关重要。

我们将会计划进行更大规模、更加精心设计的随机临床试验,以验证我们的发现。

5. 结论

此项研究结果表明,虽然关节镜下双排修复巨大肩袖撕裂相比于关节镜下单排修复在 VAS 评分方面疗效改善不明显,但在 ASES、CMS、UCLA、OSS 评分和 MRI 影像肩袖完整情况方面,均提示关节镜下双排缝合的手术方式治疗巨大肩袖撕裂比关节镜下单排缝合的手术方式有更好的疗效。

参考文献

- [1] Dang, A. and Davies, M. (2018) Rotator Cuff Disease: Treatment Options and Considerations. *Sports Medicine and Arthroscopy Review*, **26**, 129-133. <https://doi.org/10.1097/JSA.000000000000207>
- [2] Davidson, J. and Burkhart, S.S. (2010) The Geometric Classification of Rotator Cuff Tears: A System Linking Tear Pattern to Treatment and Prognosis. *Arthroscopy*, **26**, 417-424. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2009.07.009>
- [3] Millett, P.J. and Warth, R.J. (2014) Posterosuperior Rotator Cuff Tears: Classification, Pattern Recognition, and Treatment. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, **22**, 521-534. <https://doi.org/10.5435/JAAOS-22-08-521>
- [4] DeOrto, J.K. and Cofield, R.H. (1984) Results of a Second Attempt at Surgical Repair of a Failed Initial Rotator-Cuff Repair. *The Journal of Bone & Joint Surgery*, **66**, 563-567. <https://doi.org/10.2106/00004623-198466040-00011>
- [5] Lädermann, A., Denard, P.J. and Collin, P. (2015) Massive Rotator Cuff Tears: Definition and Treatment. *International Orthopaedics*, **39**, 2403-2414. <https://doi.org/10.1007/s00264-015-2796-5>
- [6] Greenspoon, J.A., et al. (2015) Massive Rotator Cuff Tears: Pathomechanics, Current Treatment Options, and Clinical Outcomes. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, **24**, 1493-1505. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2015.04.005>
- [7] Di Benedetto, P., et al. (2021) Treatment Options for Massive Rotator Cuff Tears: A Narrative Review. *Acta Biomedica*, **92**, e2021026.
- [8] Galatz, L.M., et al. (2004) The Outcome and Repair Integrity of Completely Arthroscopically Repaired Large and Massive Rotator Cuff Tears. *The Journal of Bone & Joint Surgery*, **86**, 219-224. <https://doi.org/10.2106/00004623-200402000-00002>
- [9] Barnes, L.A., et al. (2017) Satisfaction, Function and Repair Integrity after Arthroscopic versus Mini-Open Rotator Cuff Repair. *The Bone & Joint Journal*, **99-B**, 245-249. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.99B2.BJJ-2016-0055.R1>
- [10] Bhatia, S., et al. (2010) Early Return to Work in Workers' Compensation Patients after Arthroscopic Full-Thickness

- Rotator Cuff Repair. *Arthroscopy*, **26**, 1027-1034. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2009.12.016>
- [11] Colvin, A.C., *et al.* (2012) National Trends in Rotator Cuff Repair. *The Journal of Bone & Joint Surgery*, **94**, 227-233. <https://doi.org/10.2106/JBJS.J.00739>
- [12] Nho, S.J., *et al.* (2009) Arthroscopic Rotator Cuff Repair: Prospective Evaluation with Sequential Ultrasonography. *The American Journal of Sports Medicine* **37**, 1938-1945. <https://doi.org/10.1177/0363546509335764>
- [13] Lindley, K. and Jones, G.L. (2010) Outcomes of Arthroscopic versus Open Rotator Cuff Repair: A Systematic Review of the Literature. *American Journal of Orthopedics*, **39**, 592-600.
- [14] van der Zwaal, P., *et al.* (2013) Clinical Outcome in All-Arthroscopic versus Mini-Open Rotator Cuff Repair in Small to Medium-Sized Tears: A Randomized Controlled Trial in 100 Patients with 1-Year Follow-Up. *Arthroscopy*, **29**, 266-273. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2012.08.022>
- [15] Hong, G., *et al.* (2023) Changes in the Lateral Acromion Angle in Rotator Cuff Tear Patients with Acromioplasty. *Orthopaedic Surgery*, **16**, 471-480. <https://doi.org/10.1111/os.13965>
- [16] Dines, J.S., *et al.* (2010) Single-Row versus Double-Row Rotator Cuff Repair: Techniques and Outcomes. *American Academy of Orthopaedic Surgeon*, **18**, 83-93. <https://doi.org/10.5435/00124635-201002000-00003>
- [17] Lapner, P.L., *et al.* (2012) A Multicenter Randomized Controlled Trial Comparing Single-Row with Double-Row Fixation in Arthroscopic Rotator Cuff Repair. *The Journal of Bone & Joint Surgery*, **94**, 1249-1257. <https://doi.org/10.2106/JBJS.K.00999>
- [18] Thorsness, R. and Romeo, A. (2016) Massive Rotator Cuff Tears: Trends in Surgical Management. *Orthopedics*, **39**, 145-151. <https://doi.org/10.3928/01477447-20160503-07>
- [19] Bennett, W.F. (2003) Arthroscopic Repair of Massive Rotator Cuff Tears: A Prospective Cohort with 2- to 4-Year Follow-Up. *Arthroscopy*, **19**, 380-390. <https://doi.org/10.1053/jars.2003.50131>
- [20] Bynum, C.K., *et al.* (2005) Failure Mode of Suture Anchors as a Function of Insertion Depth. *The American Journal of Sports Medicine*, **33**, 1030-1034. <https://doi.org/10.1177/0363546504271746>
- [21] Sheibani-Rad, S., Giveans, M.R., Arnoczky, S.P. and Asheesh Bedi, D.V.M. (2013) Arthroscopic Single-Row versus Double-Row Rotator Cuff Repair: A Meta-Analysis of the Randomized Clinical Trials. *Arthroscopy*, **29**, 343-348. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2012.11.019>
- [22] Henry, P., *et al.* (2015) Arthroscopic Repair for Chronic Massive Rotator Cuff Tears: A Systematic Review. *Arthroscopy*, **31**, 2472-2480. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2015.06.038>
- [23] Ni, M., *et al.* (2023) MRI-Based Automated Multitask Deep Learning System to Evaluate Supraspinatus Tendon Injuries. *European Radiology*. <https://doi.org/10.1007/s00330-023-10392-x>
- [24] Neyton, L., *et al.* (2013) Arthroscopic Suture-Bridge Repair for Small to Medium Size Supraspinatus Tear: Healing Rate and Retear Pattern. *Arthroscopy*, **29**, 10-17. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2012.06.020>
- [25] Kim, J.H., *et al.* (2014) Retear Rate in the Late Postoperative Period after Arthroscopic Rotator Cuff Repair. *The American Journal of Sports Medicine*, **42**, 2606-2613. <https://doi.org/10.1177/0363546514547177>
- [26] Chung, S.W., *et al.* (2013) Arthroscopic Repair of Massive Rotator Cuff Tears: Outcome and Analysis of Factors Associated with Healing Failure or Poor Postoperative Function. *The American Journal of Sports Medicine*, **41**, 1674-1683. <https://doi.org/10.1177/0363546513485719>
- [27] Kim, S.J., Kim, S.H., Moon, H.S. and Chun, Y.M. (2016) Footprint Contact Area and Interface Pressure Comparison between the Knotless and Knot-Tying Transosseous-Equivalent Technique for Rotator Cuff Repair. *Arthroscopy*, **32**, 7-12. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2015.07.004>
- [28] Hantes, M.E., *et al.* (2018) Arthroscopic Single-Row Versus Double-Row Suture Bridge Technique for Rotator Cuff Tears in Patients Younger than 55 Years: A Prospective Comparative Study. *The American Journal of Sports Medicine*, **46**, 116-121. <https://doi.org/10.1177/0363546517728718>
- [29] Gartsman, G.M., *et al.* (2013) Ultrasound Evaluation of Arthroscopic Full-Thickness Supraspinatus Rotator Cuff Repair: Single-Row versus Double-Row Suture Bridge (Transosseous Equivalent) Fixation. Results of a Prospective, Randomized Study. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, **22**, 1480-1487. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2013.06.020>
- [30] Toussaint, B., *et al.* (2011) Early Structural and Functional Outcomes for Arthroscopic Double-Row Transosseous-Equivalent Rotator Cuff Repair. *The American Journal of Sports Medicine*, **39**, 1217-1225. <https://doi.org/10.1177/0363546510397725>