

多模态超声在指导肩袖钙化性肌腱炎治疗中的应用价值

高小平, 邢瑞林, 许艳青, 冯艳

【摘要】 目的:探讨超声引导下细针改良小针刀疗法治疗肩袖钙化性肌腱炎的疗效,并基于剪切波弹性成像(SWE)建立列线图预测患者治疗后 1 年内的复发风险。**方法:**搜集 96 例肩袖钙化性肌腱炎患者的临床资料,随机分为治疗组与对照组,各 48 例。治疗组患者采用超声引导下细针改良小针刀治疗,对照组接受传统小针刀治疗。两组的治疗均为 1 周 1 次,连续治疗 4 周。每次治疗后记录患者疼痛视觉模拟评分(VAS)、Constant-Murley 肩关节功能评分(CMS)以及剪切波速度(SWV)。治疗结束后进行 1 年的随访,以肩袖钙化性肌腱炎复发为随访终点。比较治疗组与对照组患者治疗前后的 VAS、CMS、SWV 值差异。通过单因素 Log-rank 分析及多因素 COX 回归筛选影响患者复发的独立影响因素,建立列线图用于预测患者治疗后 1 年内的复发概率。**结果:**治疗组患者的疗效优良率(95.8%, 46/48)高于对照组(72.9%, 35/48)。治疗组 VAS、SWV 的下降程度以及 CMS 的上升程度均优于对照组,差异均有统计学意义(P 值均 < 0.05)。治疗组患者 1 年内的复发率(8.3%)低于对照组(27.1%),差异有统计学意义($P < 0.05$)。多因素 COX 回归分析结果显示治疗方式、治疗结束后的 VAS、CMS 以及 SWV 均为患者治疗后复发的独立影响因素(P 值均 < 0.05);其建立的列线图具有良好的辨别力($AUC = 0.921$)和校准度($\chi^2 = 9.157, P = 0.329$),可以准确预测患者治疗后 1 年内的复发概率。**结论:**超声引导下细针改良小针刀治疗肩袖钙化性肌腱炎的疗效优于传统针刀治疗,基于 SWE 建立的列线图能够准确预测患者治疗后 1 年内的复发风险。

【关键词】 肩袖钙化性肌腱炎; 超声检查; 小针刀疗法; 剪切波弹性成像; 列线图; 预后

【中图分类号】 R686.1; R445.1 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2021)09-1158-06

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2021.09.016

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Value of multimodal ultrasound imaging in guiding the treatment of patients with rotator cuff calcific tendinopathy GAO Xiao-ping, XING Rui-lin, XU Yan-qing, et al. Department of Ultrasound, Second Provincial People's Hospital of Gansu (Affiliated Hospital of Northwest Minzu University), Lanzhou 730000, China

【Abstract】 Objective: To explore the value of ultrasonography-guided modified needle-knife in the treatment of patients with rotator cuff calcific tendinopathy, and establish a nomogram based on shear wave elastography (SWE) to predict the risk of recurrence within one year after treatment. **Methods:** Clinical data of 96 patients with rotator cuff calcific tendinopathy were collected. They were randomly divided into the treatment group and the control group with 48 cases in each group. Patients in the treatment group were treated with ultrasonography-guided modified needle-knife, while patients in the control group were treated with traditional needle-knife. Both groups were treated once a week for 4 weeks. VAS, CMS, and SWV were recorded after each treatment. One year follow-up was carried out after the treatment. Recurrence of rotator cuff calcific tendinopathy was regarded as the endpoint. Log-rank analysis and multivariate Cox regression were used to screen the independent influencing factors of recurrence, and a nomogram was established to predict the recurrence probability within one year after treatment. **Results:** The fine/excellent rate of the treatment group (46/48, 95.8%) was higher than that of the control group (35/48, 72.9%). The degree of decrease of VAS and SWV, and the

作者单位: 730000 兰州, 甘肃省第二人民医院(西北民族大学附属医院)超声科(高小平, 邢瑞林, 冯艳); 730070 兰州, 兰州市安宁区万里医院超声科(许艳青)

作者简介: 高小平(1963—), 男, 甘肃平凉人, 副主任医师, 主要从事超声诊断与介入治疗工作。

通讯作者: 邢瑞林, E-mail: xrl622424@163.com

基金项目: 甘肃省卫生和计划生育委员会立项课题(NO. GSKY2018-02)

degree of increase of CMS in the treatment group were better than those in the control group (all $P < 0.05$). The recurrence rate within one year in the treatment group (8.3%) was lower than that in the control group (27.1%) ($P < 0.05$). Multivariate Cox regression showed that treatment, VAS, CMS, and SWV after treatment were independent factors for the recurrence after treatment (all $P < 0.05$). There are good discrimination ($AUC = 0.921$) and calibration ($\chi^2 = 9.157, P = 0.329$) for nomogram.

Conclusion: The effect of ultrasonography-guided modified needle-knife in the treatment of rotator cuff calcific tendinopathy is better than that of traditional needle-knife treatment. And the nomogram based on SWE can accurately predict the recurrence risk of patients within one year after treatment.

【Key words】 Rotator cuff calcific tendinopathy; Ultrasonography; Needle-knife; Shear wave elastography; Nomogram; Prognosis

肩袖钙化性肌腱炎是一种以肩部疼痛伴活动功能障碍为主要症状的常见疾病^[1],钙化灶的持续存在甚至会增加肌腱撕裂的风险。传统针刀非可视化的操作容易损伤邻近神经、血管结构,不利于治疗后的恢复^[2]。随着超声技术的发展,超声引导下的微创治疗因其可视化、创伤小的优势在疼痛治疗领域被广泛应用^[3]。已有研究报道超声引导下针刀治疗对肩背部、腰腿部疼痛的疗效优于缺乏可视化条件的传统针刀治疗^[4]。超声弹性成像可以反映组织内部的硬度信息^[5-6],在疗效评估方面,超声弹性成像由于能够实时、客观评估肌肉硬度,有助于更全面地评价患者疼痛治疗的疗效^[7]。已有研究指出可以通过测量剪切波速度(shear wave velocity, SWV)指导颈肩肌筋膜疼痛综合征治疗方案的选择^[8]。但关于多模态超声指导肩袖钙化性肌腱炎治疗的研究仍鲜有报道。本研究比较超声引导下细针改良小针刀疗法与传统针刀在治疗肩袖钙化性肌腱炎方面的疗效,并基于治疗后患者肌肉组织的 SWV 建立列线图预测患者 1 年内的疼痛复发情况,旨在探讨多模态超声在改善患者疼痛以及关节活动度、减少肌腱炎复发的价值。

材料与方法

1. 病例资料

选取 2017 年 2 月—2020 年 2 月在甘肃省第二人民医院确诊为单侧肩袖钙化性肌腱炎的患者 96 例,患者年龄(55.2 ± 8.6)岁。病例纳入标准:①肌骨彩超及 X 线检查证实钙化病灶存在;②肩关节疼痛及继发肩关节外展、前屈、后伸以及旋转功能受限。病例排除标准:①合并其他肩关节疾病,如肩袖外伤、冻结肩、肱二头肌长头肌腱炎等;②患侧肩近期行手术、注射等有创操作及局部皮肤有水泡、缺损、感染者;③合并严重心、肝、肾及血液系统疾病、有出血倾向和凝血功能障碍者;④治疗依从性差,难以配合疼痛康复治疗及随访者。按照随机数字表法将 96 例患者分为治疗组和对照组各 48 例,其中治疗组男 23 例,女 25 例,年龄

(55.1 ± 8.3)岁,病程 1~3 个月;对照组男 22 例,女 26 例,年龄(56.5 ± 8.6)岁,病程 1~3 个月。两组患者的一般资料差异均无统计学意义($P > 0.05$)。所有患者均知情同意并签署知情同意书,本研究获我院伦理委员会批准。

2. 仪器与方法

超声检查采用三星 RS80A 彩色多普勒超声诊断仪, L3—12 探头频率(3~12 MHz),对患者进行高频肌骨超声扫查,观察肌腱钙化情况并行超声引导下细针改良小针刀治疗。采用佳能 Aplio i800 超声诊断仪,探头频率 5~18 MHz,对患者疼痛部位进行剪切波弹性成像(shear wave elastography, SWE)检查并记录 SWV。

治疗方案:治疗组患者在超声引导下进行细针改良小针刀治疗。超声定位方法:①肩胛下肌肌腱。患肩关节外旋,掌心向上,肘关节屈曲 90°,分别在长轴和短轴方向观察肩胛下肌肌腱及其在小结节上的附着点。再将肩关节被动内旋和外旋,动态观察肩胛下肌肌腱活动;②冈上肌肌腱。患肩关节后伸、内收、内旋,肘关节屈曲在长轴和短轴方向分别观察冈上肌肌腱及肩峰下滑囊;③冈下肌和小圆肌肌腱。探头置于盂肱关节后侧,患侧手置于对侧肩关节上方,观察冈下肌和小圆肌肌腱。穿刺操作技巧:常规消毒、铺洞巾,在高频超声实时引导下将 18G-PTC 穿刺针刺入皮下,避开血管、神经,利用针尖斜面顺肌纤维或肌腱分布方向,在肌腱和腱鞘之间用针尖的斜面做松解、剥离,使横向粘连的组织纤维断离,然后调整针尖角度,使得针尖和钙化灶在一个平面内,用针尖击破钙化灶并捣碎,直至超声显示原有强回声团块分散,持续 5~8 min(图 1);再于肩峰下滑囊内注入药物混合液 4 mL,若肩峰下滑囊有积液可先抽出再注入药物。混合液药物组成:盐酸利多卡因注射液 2 mL+复方倍他米松注射液 1 mL+生理盐水 1 mL(品名:盐酸利多卡因注射液,厂家:山东华鲁制药有限公司,规格:5 mL:0.1 g,批准文号:国药准字 H37022147;品名:复方倍他米松注射液,厂家:

杭州默沙东制药有限公司,规格:1 mL:(5+2) mg,批准文号:国药准字 J20140160)。超声引导下细针改良小针刀治疗 1 周 1 次,连续治疗 4 周。对照组患者接受传统针刀治疗,1 周 1 次,连续治疗 4 周。观察两组患者可能出现的不良反应,如晕针、出血、感染、头晕、心慌、血压波动等。

疗效评价:治疗前及治疗开始后每周记录患者的视觉模拟疼痛评分 (visual analogue scales, VAS)、Constant-Murley 肩关节功能评分 (Constant-Murley score, CMS)^[9,10] 以及 SWV。依据 Δ VAS(Δ VAS=(治疗前 VAS-末次 VAS)/治疗前 VAS $\times$ 100%)以及 CMS 判断治疗效果。治疗疗效判定标准:疗效优, Δ VAS $\geq$ 50%,局部无疼痛,关节功能恢复正常(CMS $\geq$ 80);疗效良, Δ VAS 为 30%~50%,局部无疼痛,关节功能大部分恢复(CMS $\geq$ 70);疗效差, Δ VAS $\leq$ 30%,治疗前后症状、体征无改善或加重(CMS $<$ 70)。计算两组患者的治疗优良率(优良率=疗效优、良患者数/患者总数 $\times$ 100%)。

SWE 检查:患者取坐位背向检查者,根据患者病变部位选取不同的体位。将探头轻放于患者肩部,使其与肌腱纤维走行保持一致,分别在长轴和短轴方向观察肌腱及其附着点,动态观察肌腱活动情况。进入 SWE 模式后,根据检测的部位调整感兴趣区,采用矩形取样框,待图像稳定后冻结图像,在确保图像质量模式合格的情况下记录 SWV 值(图 2)。SWV 测量 3 次后取中位数作为患者的 SWV 值并记录。

3. 随访

所有患者在治疗后每 3 个月进行 1 次随访,共随访 1 年。以患者自觉肩关节疼痛并入院检查后 VAS $\geq$ 5 或 CMS $\leq$ 70 定义为复发;分析治疗方式以及治疗后 VAS、CMS、SWV 预测患者复发的价值。

4. 统计学分析

采用 SPSS 22.0 和 Medclac 22.0.4 软件进行统计学分析。计量资料以均数 $\pm$ 标准差表示,不同时间点 VAS、CMS 及 SWV 的组间比较采用重复测量方差分析,两两比较采用 SNK-*q* 检验。使用 X-tile 3.6.1 软件将连续变量转化为二分类变量。通过 Log-rank 法检验并进行单因素预后分析,并将检验中 $P<0.05$ 的变量纳入多因素 COX 回归模型中进行预后分析。根据多因素分析结果,使用 R4.0.2 软件中的 rms 包构建列线图模型。通过 Bootstrap 重采样(1000 次)分析得到模型性能的相对无偏差估计。利用受试者工作特性(receiver operating characteristic, ROC)曲线的曲线下面积(area under curve, AUC)评价列线图的区分度,利用校准曲线和 Hosmer-Lemeshow 检验评价列线图的校准度。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 疗效评价

治疗组患者的疗效优良率(95.8%,46/48)高于对照组(72.9%,35/48)。重复测量方差分析组内比较结果显示,两组患者 VAS、SWV 随时间推移不断下降, CMS 逐渐上升,差异有统计学意义(P 值均 <0.05)。组间比较结果显示,治疗组与对照组患者的 VAS、CMS、SWV 差异有统计学意义(P 值均 <0.05),进一步的两两比较结果显示 VAS、CMS、SWV 均在治疗后 2 周开始两组差异有统计学意义(P 值均 <0.05)。交互作用的分析结果显示,治疗方法的不同与时间存在交互作用,差异有统计学意义(P 值均 <0.05 ,表 1~3)。

表 1 治疗组与对照组患者的治疗前后 VAS 比较

组别	治疗组	对照组	<i>q</i> / <i>F</i> 值	<i>P</i> 值
VAS(分)				
治疗前	7.49 $\pm$ 0.78	7.53 $\pm$ 0.65	0.378	0.874
治疗后 1 周	4.43 $\pm$ 0.78	6.27 $\pm$ 0.66	9.874	0.051
治疗后 2 周	3.13 $\pm$ 0.78	5.63 $\pm$ 0.54	7.916	0.018
治疗后 3 周	2.56 $\pm$ 0.61	4.93 $\pm$ 0.63	4.314	0.015
治疗后 4 周	2.26 $\pm$ 0.56	4.65 $\pm$ 0.58	3.4532	0.006
组内比较			8.731	0.003
组间比较			10.842	0.001
交互作用			15.582	0.001

注:两两比较使用 SNK-*q* 检验

表 2 治疗组与对照组患者的治疗前后 CMS 比较

组别	治疗组	对照组	<i>q</i> / <i>F</i> 值	<i>P</i> 值
CMS(分)				
治疗前	58.80 $\pm$ 4.03	59.42 $\pm$ 5.22	0.464	0.741
治疗后 1 周	72.43 $\pm$ 6.23	64.25 $\pm$ 4.53	1.543	0.064
治疗后 2 周	82.94 $\pm$ 6.23	74.42 $\pm$ 3.23	2.651	0.028
治疗后 3 周	85.41 $\pm$ 6.23	76.24 $\pm$ 2.96	2.942	0.016
治疗后 4 周	89.6 $\pm$ 5.45	79.5 $\pm$ 4.26	1.661	0.033
组内比较			6.712	0.004
组间比较			8.924	0.003
交互作用			15.571	0.001

注:两两比较使用 SNK-*q* 检验

表 3 治疗组与对照组患者的治疗前后 SWV 比较

组别	治疗组	对照组	<i>q</i> / <i>F</i> 值	<i>P</i> 值
SWV(m/s)				
治疗前	7.81 $\pm$ 1.43	7.92 $\pm$ 1.54	0.464	0.741
治疗后 1 周	7.22 $\pm$ 2.02	7.56 $\pm$ 2.64	0.846	0.673
治疗后 2 周	6.38 $\pm$ 1.56	6.98 $\pm$ 2.72	1.983	0.047
治疗后 3 周	5.87 $\pm$ 1.32	6.02 $\pm$ 1.54	2.551	0.035
治疗后 4 周	5.32 $\pm$ 0.63	5.79 $\pm$ 0.92	3.942	0.019
组内比较			11.274	0.001
组间比较			10.842	0.001
交互作用			9.887	0.002

注:两两比较使用 SNK-*q* 检验

2. 随访结果

Kaplan-Meier 生存曲线显示,治疗组 1 年内的复发率为 8.3%,低于对照组(27.1%),差异有统计学意

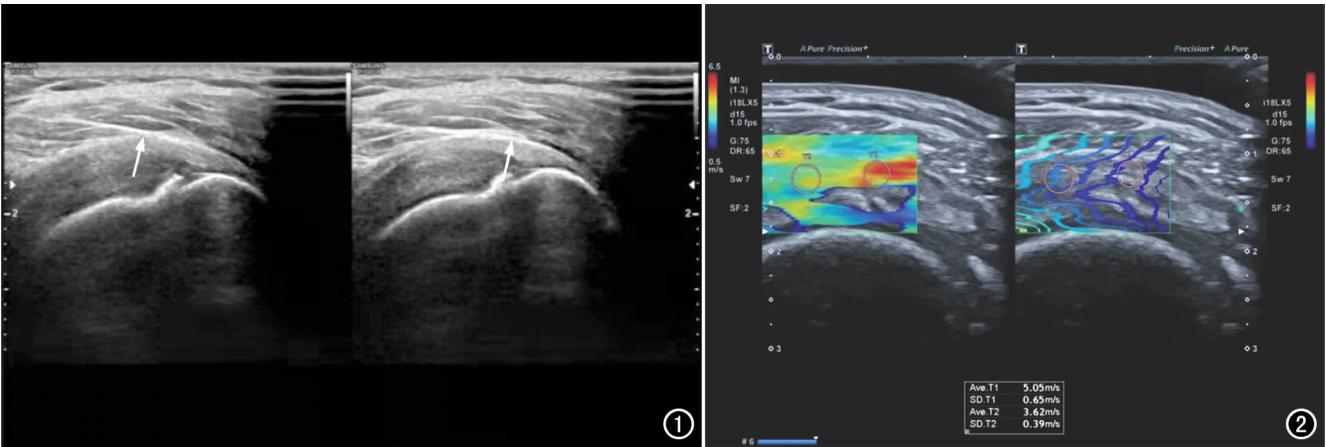


图 1 超声引导下细针改良小针刀疗法,穿刺针(箭)在肌腱和腱鞘之间来回铲剥分离粘连的组织。左图为穿刺针进针的超声图,右图为穿刺针退针的超声图。图 2 肩袖钙化性肌腱炎治疗后的 SWE 检查图像。左图为 SWE 图像,患者治疗后患处的弹性仍然高于周围肌肉,呈现红色,SWV 为 5.05m/s;右图为 SWE 的质量模式。

义($P<0.05$)(图 3a)。X-tile 软件分析末次治疗后的 VAS(5 分)、CMS(79 分)以及 SWV(6.15 m/s)是预测预后的最佳分界值,Log-rank 分析结果表明上述指标均与治疗后的复发有关,差异有统计学意义(P 值均 <0.05 ,图 3b~3d)。

3. 影响患者预后的独立影响因素分析

多因素 COX 回归分析结果显示,治疗方式、VAS、CMS、SWV 是影响患者预后的独立影响因素(P 值均 <0.05 ,表 4)。

4. 预测患者预后的列线图模型建立

基于多因素 COX 分析结果建立用于预测肩袖钙化性腱炎预后的列线图(图 4),治疗方式、VAS、CMS 和 SWV 在列线图中根据自身的 HR 进行了分布。每位患者可以根据各自情况在各项因素对应的轴上找到对应的点,通过累积各点对应的分数即可计算总分,从而评估该患者在治疗后 1 年内复发的概率。

5. 列线图的效能评估及验证

列线图预测治疗后 1 年内复发情况的 AUC 为 0.921(图 5a),Bootstrap 重采样(1000 次)后获得了近似的一致性指数(0.903),显示出良好的区分度(>0.75)。校准测试表明没有明显的偏离(图 5b),且 Hosmer-Lemeshow 检验提示差异无统计学意义

($\chi^2=9.157,P=0.329$),说明列线图的校准度较好。

讨 论

本研究利用多模态超声指导肩袖钙化性肌腱炎治疗,发现超声引导下的改良小针刀治疗相比于传统针刀治疗能够显著改善患者的疼痛感觉以及关节活动度,其治疗疗效的优良率高于传统针刀治疗,且 1 年内的复发率较低。在预后评估方面,SWV 联合治疗方式、VAS、CMS 建立的列线图显示出良好的预测效能,能够准确预测患者治疗后 1 年内的复发风险。

传统针刀治疗效果受医生的临床经验影响,在不可视情况下进行操作,对病变位置、针尖角度等判断不准,容易出现过度治疗或者治疗不到位的情况,延长患者治疗后的恢复时间^[11,12]。超声引导针刀治疗可以精准引导针尖直达病变部位,实时监测针刀操作,准确避开血管神经,避免正常组织损伤^[13]。朱婷等^[14]和王丽彬等^[15]的研究表明,超声引导下针刀治疗能够在肩关节周围病变中清晰辨认关节结构,有利于精准治疗以及术中风险控制。目前超声引导下针刀治疗已被广泛用于关节、软组织疾病的治疗中,并有逐渐取代传统针刀治疗之势^[16]。相比于传统针刀治疗,超声引导下针刀治疗能够保证针刀治疗的安全性,显著降低针

表 4 影响患者治疗后复发的独立影响因素分析

指标	B	SE	Wald	P	HR	95% CI
治疗方式						
超声引导下细针改良小针刀疗法				0.022		参考
传统针刀治疗	-1.644	0.871	3.563		2.875	1.527~4.751
VAS	0.799	0.255	9.783	0.001	2.361	1.429~3.902
CMS	-0.104	0.048	4.721	0.017	0.883	0.797~0.978
SWV	1.646	0.341	23.365	<0.001	3.907	2.088~7.312

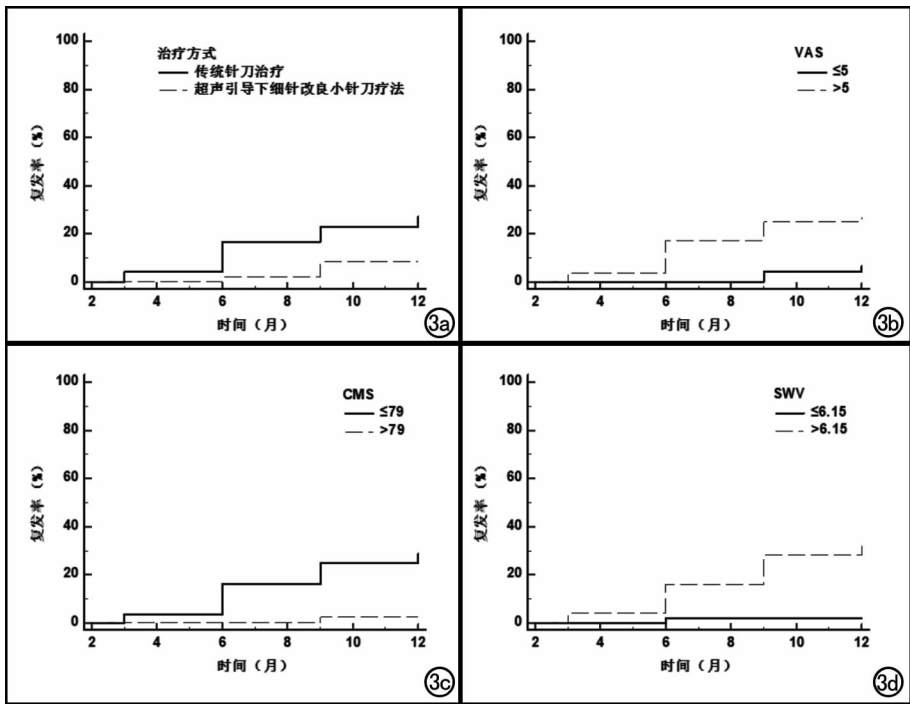


图 3 患者治疗后复发情况(Kaplan-Meier 法)。a)不同治疗方式对患者治疗后 1 年内复发情况的影响;b)VAS 对患者治疗后 1 年内复发情况的影响;c)CMS 对患者治疗后 1 年内复发情况的影响;d)SWV 对患者治疗后 1 年内复发情况的影响。

刀治疗的不良反应率,提高治疗的精准性,减少单次治疗时长及复发率,减轻患者痛苦^[17-19]。本研究结果同样表明,超声引导下改良针刀治疗肩袖钙化性肌腱炎的疗效更优。

在疗效评估方面,目前临床上主要通过 VAS、CMS 以及患者主观感受评估患者的治疗效果,缺乏客观定量的评估手段^[7]。SWE 对肌肉组织细微病理改变敏感性较高,因此被应用于骨骼肌肉系统疾病的早期临床诊断及预后评价中^[20]。已有研究报道,通过 SWE 定量测量肌肉组织 SWV 值能够客观反映患者治疗后的恢复情况^[21,22]。通过对大鼠肌腱愈合的研究发现^[23],相较于康复前后 3 周,第 4 周时肌腱恢复

速度达到最大。本研究中治疗后前 3 周患者的 SWV 值波动较大,病灶附近组织细胞处于高度炎症时期,对钙化灶的吸收达到峰值,肌肉组织硬度会暂时升高。在第 4 周左右,会逐渐趋于平稳,此时测量 SWV 值,对患者的病情变化以及治疗后的恢复情况有一定的预测价值。本研究通过对患者采用的治疗方法以及治疗后第 4 周的 VAS、CMS、SWV 进行分析,发现上述因素均是影响患者治疗后 1 年内复发的独立影响因素。因此,笔者认为治疗后 4 周时的上述指标可以作为反映治疗效果的客观指标。

列线图作为可视化的临床辅助决策模型,可以联合常用且易于开展的常规临床检查指标,为临床医师提供简易且较准确的临床预测工具。例如当 1 位患者采用超声引导下细针改良小针刀疗法进行肩袖钙化性腱炎的治疗,治疗后第 4 周时 VAS 为 4 分、CMS 为 80 分、SWV 为 5.5 m/s,列线图的总分约为 70,提示该患者治疗后 1 年内的复发概率小于 10%。临床医生可以据此推断患者的复发概率,有助于临床及早干预、及时调整治疗方案。

本研究也存在一定局限性:首先,本研究列线图的准确性仅依赖于本组患者资料的内部验证,仍然需要更大样本量进行外部验证;此外,尽管列线图能够量化提示患者治疗后 1 年内的复发风险,但本研究没有对存在高复发风险的患者采取进一步治疗干预,尚不清楚进一步超声引导下细针改良小针刀疗法对于预期预后不佳患者的作用;最后,本研究并未纳入只接受抗炎

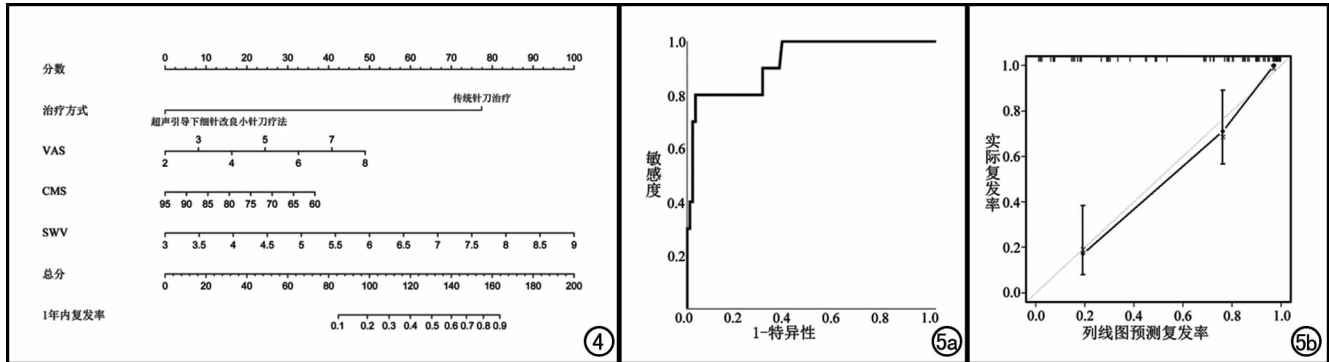


图 4 用于预测肩袖钙化性肌腱炎患者治疗后复发概率的列线图。图 5 列线图预测患者复发风险的效能验证。a)ROC 曲线分析列线图的区分度;b)校准曲线用于分析列线图的校准度。

止痛等药物治疗的患者,因此无法比较其与治疗组和对照组疼痛复发情况的差异。笔者后续计划通过大样本研究,对列线图的准确性和可靠性进行进一步验证,并对治疗后通过列线图预测存在高复发风险的患者进行进一步治疗,以更全面地观察超声引导下细针改良小针刀治疗对肩袖钙化性肌腱炎的疗效。

综上所述,超声引导下细针穿刺改良小针刀法疗效确切,且基于 SWE 建立的列线图有助于早期评估患者治疗后的复发风险,有望帮助临床及时准确诊断及干预,减少复发带来的痛苦,值得在各级医疗机构推广应用。

参考文献:

- [1] Sansone VC, Meroni R, Boria P, et al. Are occupational repetitive movements of the upper arm associated with rotator cuff calcific tendinopathies[J]. *Rheumatol Int*, 2015, 35(2): 273-280.
- [2] 邢瑞林, 高小平, 李晓侠, 等. 超声引导下细针穿刺改良小针刀法治疗高原地区 Quinell 分级 II ~ IV 桡骨茎突狭窄性腱鞘炎[J]. *中国现代医生*, 2019, 57(30): 100-102.
- [3] 曹洪丽, 陈林, 郑拥军, 等. 超声在肩关节疼痛诊治中的应用进展[J]. *老年医学与保健*, 2018, 24(5): 545-548.
- [4] 葛友平. 高频超声引导小针刀治疗肩周炎的效果及对肩关节功能的影响分析[J]. *世界最新医学信息文摘*, 2021, 21(3): 135-136.
- [5] 黄伟强. 弹性成像及血生化指标对肝纤维化的评价及研究进展[J]. *新发传染病电子杂志*, 2017, 2(2): 117-121.
- [6] 李沁园, 董常峰, 姜伟. 超声弹性成像对肝纤维化的诊断及应用[J]. *新发传染病电子杂志*, 2020, 5(3): 207-211.
- [7] Zhou J, Yang DB, Wang J, et al. Role of shear wave elastography in the evaluation of the treatment and prognosis of supraspinatus tendinitis[J]. *World J Clin Cases*, 2020, 8(14): 2977-2987.
- [8] 李盛妍, 胡蓉菲, 朱婷, 等. 剪切波速度预测颈肩肌筋膜疼痛综合征复发的价值[J]. *现代医学*, 2019, 47(12): 1466-1471.
- [9] Thong ISK, Jensen MP, Miró J, et al. The validity of pain intensity measures: what do the NRS, VAS, VRS, and FPS-R measure? [J]. *Scand J Pain*, 2018, 18(1): 99-107.
- [10] 庾广文, 黄丹, 丁清和, 等. 肌骨超声引导下穿刺减压联合肩峰下注射治疗肩关节钙化性肌腱炎的短期疗效[J]. *中国骨科临床与*

基础研究杂志, 2019, 11(3): 161-165.

- [11] 刘丽芹, 王爱成. 超声引导下肩胛上神经阻滞结合针刀治疗肩袖钙化性肌腱炎 42 例[J]. *中国中医骨伤科杂志*, 2020, 28(7): 50-52.
- [12] 梁比记. 超声引导针刀综合疗法对肩周炎的临床疗效[J]. *中国卫生标准管理*, 2020, 11(21): 114-117.
- [13] 董红霞, 杨顺实, 高倩, 等. 超声弹性成像在冈上肌肌腱炎的诊断及预后评估中的应用价值[J]. *放射学实践*, 2019, 34(9): 1034-1039.
- [14] 朱婷, 李加平, 孙宇, 等. 超声引导下注药联合针刀治疗肩周炎效果观察[J]. *山东医药*, 2015, 55(12): 86-87.
- [15] 王丽彬, 刘锐锋. 超声引导下小针刀治疗肩袖钙化性肌腱炎的临床观察[J]. *内蒙古中医药*, 2016, 35(8): 92-93.
- [16] 戴敏, 李开平, 吴晓亮. 超声可视化针刀技术研究现状和应用优势分析[J]. *辽宁中医药大学学报*, 2020, 22(6): 170-173.
- [17] 时宗庭, 王庆甫, 于栋, 等. 肌骨超声引导下针刀治疗退行性半月板病变疗效观察[J]. *中国骨伤*, 2017, 30(4): 349-352.
- [18] 李陆宁, 胡国强, 高诚超, 等. 超声引导下针刀治疗膝骨性关节炎的临床效果[J]. *中国医药导报*, 2018, 15(33): 138-141.
- [19] 蒋昭霞, 王玉国, 王自平, 等. 超声定位下针刀治疗髌腱腱病的初步研究[J]. *安徽中医药大学学报*, 2014, 33(5): 49-51.
- [20] Prado-Costa R, Rebelo J, Monteiro-Barroso J, et al. Ultrasound elastography: compression elastography and shear-wave elastography in the assessment of tendon injury[J]. *Insights Imaging*, 2018, 9(5): 791-814.
- [21] Itoigawa Y, Wada T, Kawasaki T, et al. Supraspinatus muscle and tendon stiffness changes after arthroscopic rotator cuff repair: a shear wave Elastography assessment[J]. *J Orthop Res*, 2020, 38(1): 219-227.
- [22] Yun SJ, Jin W, Cho NS, et al. Shear-Wave and Strain Ultrasound Elastography of the Supraspinatus and Infraspinatus Tendons in Patients with Idiopathic Adhesive Capsulitis of the Shoulder: A Prospective Case-Control Study[J]. *Korean J Radiol*, 2019, 20(7): 1176-1185.
- [23] Sharma P, Maffulli N. Biology of tendon injury: healing, modeling and remodeling[J]. *J Musculoskelet Neuronal Interact*, 2006, 6(2): 181-190.

(收稿日期: 2021-01-21 修回日期: 2021-03-25)