

文章编号: 1004-7220(2025)01-0134-06

# 中医推拿揉法的上肢相关肌群表面肌电特征分析

陈金田<sup>1</sup>, 周鑫<sup>2\*</sup>, 单一鸣<sup>1</sup>, 朱清广<sup>1,3</sup>, 孙武权<sup>1\*</sup>

(1. 上海中医药大学附属岳阳中西医结合医院 推拿科, 上海 200437; 2. 上海中医药大学附属曙光医院 推拿科, 上海 201203; 3. 上海市中医药研究院 推拿研究所, 上海 200437)

**摘要:**目的 研究推拿医生揉法操作的上肢发力肌肉表面肌电信号特征。方法 采集初学者和熟练者揉法操作时表面肌电信号, 进行比较分析, 总结规律和异同。结果 熟练组尺侧腕伸肌 iEMG 比值显著高于初学组 ( $P < 0.05$ ), 而初学组三角肌中束 iEMG 比值显著高于熟练组 ( $P < 0.05$ )。其他肌群 iEMG 比值差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。熟练组主要使用尺侧腕伸肌、肱三头肌外侧头、胸大肌和尺侧腕屈肌, 而初学组主要使用肱三头肌外侧头、胸大肌和桡侧腕屈肌。结论 熟练组和初学组揉法肌电信号有共同特征, 且熟练组通过募集更多的尺侧腕伸肌来增加尺偏角度, 从而增加掌屈运动角度和手背侧接触面积, 熟练组三角肌中束及后束肌肉的使用强度较低, “沉肩”要领掌握得更好。

**关键词:** 中医推拿; 揉法; 表面肌电; 肌群

中图分类号: R 318.01 文献标志码: A

DOI: 10.16156/j.1004-7220.2025.01.018

## Analysis on Surface Electromyography Characterization of Upper Limb-Related Muscle Groups in Rolling Manipulation in Traditional Chinese Tuina

CHEN Jintian<sup>1</sup>, ZHOU Xin<sup>2\*</sup>, SHAN Yiming<sup>1</sup>, ZHU Qingguang<sup>1,3</sup>, SUN Wuquan<sup>1\*</sup>

(1. Tuina Department, Yueyang Hospital of Integrated Traditional Chinese and Western Medicine Affiliated to Shanghai University of Traditional Chinese Medicine, Shanghai 200437, China; 2. Tuina Department, Shuguang Hospital, Shanghai University of Traditional Chinese Medicine, Shanghai 201203, China; 3. Institute of Tuina, Shanghai Institute of Traditional Chinese Medicine, Shanghai 200437, China)

**Abstract: Objective** To study the characterization of surface electromyographic signals of upper limb force-generating muscles operated by rolling manipulation of Tuina doctors. **Methods** Surface electromyographic signals during rolling manipulation were collected from beginners and proficient operators for comparative analysis, and the patterns, similarities, and differences were summarized. **Results** The iEMG ratio of the ulnar lateral wrist extensor muscle in the proficient group was significantly higher than that in the beginner group ( $P < 0.05$ ), while that of the middle deltoid fascicle in the beginner group was significantly higher than that in the proficient group ( $P < 0.05$ ). There was no statistical difference in the iEMG ratios of other muscle groups

收稿日期: 2024-07-10; 修回日期: 2024-08-07

基金项目: 国家自然科学基金项目 (82205304, 81874512, 8247152794), 上海市“科技创新行动计划”启明星培育扬帆专项 (22YF1449900), 国家中医药管理局高水平中医药重点学科-推拿学 (zyzdxk-2023061), 中华中医药学会“青年人才托举工程项目” (CACM-2023-QNRC2-B19)

通信作者: 孙武权, 教授, 主任医师; 周鑫, 副研究员, E-mail: 1617600731@qq.com

\* 为共同通信作者

( $P>0.05$ ). The proficient group mainly used the ulnar wrist extensors, lateral head of triceps brachii, pectoralis major, and ulnar wrist flexors, while the beginner group mainly used the lateral head of triceps brachii, pectoralis major, and radial wrist flexors. **Conclusions** The proficient group and the beginner group shared common features in the electromyographic signals of the rolling manipulation. The proficient group increased the angle of ulnar deviation by recruiting more ulnar wrist extensors to increase the angle of palmar flexion and the dorsal contact area of the hand, and the proficient group used the middle and posterior deltoid fasciculus muscles less intensively and mastered the ‘sinking shoulder’ principle better.

**Key words:** traditional Chinese tuina; rolling manipulation; surface electromyography; muscle groups

擦法是丁季峰先生于 20 世纪 40 年代初始创,由一指禅推拿流派原有的擦法发展而来,是擦法推拿流派的标志性手法<sup>[1]</sup>。擦法归属于摆动类手法,其接触面较大,刺激平和舒适,深透作用明显,主要适用于颈、肩、腰、背及四肢肌肉丰厚处,是中医推拿最常用的手法之一。

推拿本质是以力为特征的一种物理治疗手段<sup>[2]</sup>。有学者已广泛运用生物力学的方法来研究推拿手法,这对推拿手法的量化、规范化和标准化具有重要意义<sup>[3-4]</sup>。表面肌电(surface electromyography, sEMG)是一种非侵入性技术,作为肌肉激活测量工具,可以对肌肉活动进行客观评估<sup>[5]</sup>。方磊等<sup>[6]</sup>采集不同力量的一指禅推法上肢肌电信号发现,一指禅推法的核心主动肌群是尺侧屈肌群、桡侧伸肌群、肱三头肌和三角肌,朱建中等<sup>[7]</sup>进一步研究发现,尺侧腕屈肌、旋前圆肌、三角肌、肱三头肌为一指禅推法的核心运动肌群。汪鹏等<sup>[8]</sup>通过研究膝关节骨性关节炎推拿手法的上肢 sEMG 特征发现,上肢的核心肌群为拇短展肌、尺侧腕屈肌、肱三头肌和桡侧腕屈肌,其中拇短展肌更易发生疲劳。邓真等<sup>[9]</sup>通过测量两种颈椎整复手法操作者上肢肌肉 sEMG 信号发现,实施颈椎旋转扳法的主力肌肉为肱二头肌,实施颈椎旋提扳法的主力肌肉为桡侧腕屈肌。童美萍等<sup>[10]</sup>采集颈椎整骨手法动作的 sEMG 信号,结果发现,上臂肌肉是颈椎整骨手法的主力肌,肱二头肌贡献率最高。

目前关于擦法的临床及生物力学研究已有报道<sup>[11-13]</sup>。本课题组前期研究发现,擦法的运动学特征主要为腕关节屈伸,肘关节和肩关节旋转,擦法操作主要是前臂旋转与腕关节屈伸的复合运动,熟练组的“沉肩”操作要领掌握更好<sup>[14]</sup>。目前,针对操作者主要发力肌肉的 sEMG 研究较少,既往研究主

要关注上臂肌群,且肌电采集不够精确<sup>[15-16]</sup>。本文采用 sEMG 技术采集不同推拿医师擦法操作时上肢发力肌肉 sEMG 信号参数,探究不同推拿医师的肌电信号特征差异,以明确操作者的具体发力方式,为临床应用、教学指导及推拿手法的规范化和量化研究提供理论依据。

## 1 研究对象

从上海中医药大学附属岳阳中西医结合医院招募符合标准的 20 名男性推拿医师。参考既往研究,将参与受试人员分为推拿手法熟练组与初学者组<sup>[17]</sup>。其中,从事临床 10 年以上工作经历的推拿专业医生纳入熟练组,手法学习时间 3 年以下的推拿专业学生纳入初学者组。

## 2 研究方法

### 2.1 实验设备及场地

设备包括 Ultium EMG 无线表面肌电采集分析系统(Noraxon 公司,美国),myoMUSCLE 软件(Noraxon 公司,美国),一次性使用双极电极片(规格 22 mm×44 mm, Noraxon 公司,美国),计算机,一次性备皮刀,皮肤砂纸,75% 酒精棉球,医用聚乙烯膜胶带,自粘弹力绷带。实验在国家中医药管理局推拿生物力学三级实验室进行。为防止受试者测试期间出汗等影响电极片的粘贴,会开启相应的通风设备。环境温度为 23~26 ℃,室内无噪声、强光干扰。采样频率为 2 kHz。

### 2.2 实验步骤

① 建立受试者档案,在 sEMG 测试系统中输入受试者姓名、出生日期、身高、体质量,选择测试通道。② 嘱受试者暴露上身,穿着舒适运动下装,避免影响肌电采集。③ 使用酒精棉球擦拭测试区域皮肤并刮

去毛发,用皮肤砂纸打磨皮肤角质层,再次使用酒精棉球擦拭皮肤表面,以提高输入信号的质量<sup>[18]</sup>,待皮肤风干后开始粘贴电极。根据 sEMG 评价方法<sup>[19]</sup>,确定受试者的选测肌群,将双极电极片沿肌纤维的走向平行粘贴在所测肌肉的肌腹中部<sup>[20]</sup>,电极间距 2 cm,参照 sEMG 测试系统软件安置。连接电极与传感器。固定电极头、导线、传感器等物品,激活肌电测试通道,测试前检查各肌群的肌电信号,准备记录。

④ 完成最大自主收缩(maximal voluntary contraction, MVC)测试。

⑤ 受试者热身并熟悉测试环境和流程后开始滚法测试,测试过程要求受试者站立操作,在操作台上进行右手滚法,严格按照丁氏推拿滚法操作要求进行,左手扶持操作台面,待手法稳定后采集数据,操作时间为 1 min。

测试肌肉选择:选择右侧肢体的尺侧腕伸肌、指伸肌、肱桡肌、桡侧腕屈肌、尺侧腕屈肌、肱二头肌、肱三头肌外侧头、肱三头肌长头、三角肌前束、三角肌中束、三角肌后束、背阔肌、胸大肌(见图 1)。

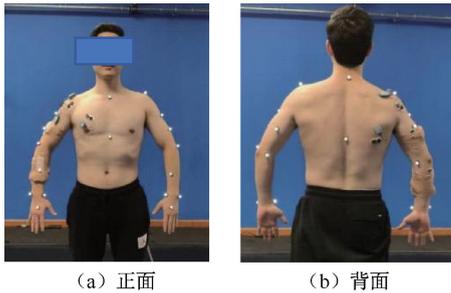


图 1 肌电放置位置

Fig. 1 EMG placement (a) Front view, (b) Back view

### 3 数据处理

使用 Matlab R2020a 软件(MathWorks 公司,美国)进行 sEMG 信号分析处理。

① 滤波:将原始肌电信号设置为高通限制,以最小化评估主干肌电信号中的心脏伪影。用 Butterworth 滤波器在带宽为 20~450 Hz 范围内对肌电信号进行带通滤波,再设置 1 个截止频率在 5 Hz 的低通滤波器,以去除原始信号中缓慢波动的运动伪像。最后减去信号均值进行基线、全波校正。

② 整流:通过选取滤波后的肌电信号的绝对值来完成。

③ 包络提取:将肌电信号提取为一条平滑的曲线,勾勒出校正后的肌电信

号的趋势。

④ 选取 20 次滚法操作时的肌电信号进行分析,计算各肌肉的平均积分肌电值(integrated electromyography, iEMG)将各肌肉的激活程度进行归一化为最大自主收缩情况下的百分比。

### 4 统计分析

采用 SPSS 26.0 软件进行统计学分析。计数资料用频数和率描述,计量资料用(平均数±标准差)表示。若符合正态分布且方差齐,两组比较采用独立样本 *t* 检验,若非正态分布和方差不齐,两组比较采用 Mann-Whitney U 检验。若符合正态分布但方差不齐,使用 Games-Howell 检验。设  $\alpha = 0.05$  为检验水准,双侧  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

### 5 研究结果

#### 5.1 基本情况

选取符合要求的推拿医师共 20 名,两组受试者均为右利手,其中熟练组 10 名,初学组 10 名,在年龄和手法操作年限方面,两组之间比较有统计学差异( $P < 0.05$ );在身高、体质量和身体质量指数方面,两组之间比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),熟练组和初学组之间均衡可比(见表 1)。此外,两组滚法操作频率经统计学检验发现差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。

表 1 受试者基本情况

Tab. 1 Basic information of the subjects

参数	熟练组 ( <i>n</i> = 10)	初学组 ( <i>n</i> = 10)
年龄/岁	49.90±5.86	26.00±1.15**
身高/cm	170.90±3.03	173.80±3.67
体质量/kg	64.40±1.83	66.50±3.25
BMI/(kg·m <sup>-2</sup> )	21.99±0.64	22.07±1.51
手法操作年限/年	22.30±9.31	2.20±0.63**
滚法频率/(次·min <sup>-1</sup> )	127.80±12.22	139.30±13.67

注: BMI 为身体质量指数; \*\* $P < 0.001$ 。

#### 5.2 受试者不同肌肉 iEMG % 比较

熟练组和初学组滚法操作比较,熟练组的尺侧腕伸肌 iEMG 比值显著高于初学组( $P < 0.05$ ),说明熟练组滚法操作时,尺侧腕伸肌的相对活动水平更

高。而初学组的三角肌中束 iEMG 比值显著高于熟练组 ( $P < 0.05$ ), 且初学组的三角肌后束 iEMG 比值也较高(差异接近显著), 说明初学组滚法操作时可

能需要更多的三角肌中束及后束肌肉活动来完成。其他肌肉的 iEMG 比值组间比较差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ ), 见表 2、图 2。

表 2 两组受试者不同肌肉 iEMG 比值

Tab. 2 iEMG ratios of different muscles in the two groups of subjects

单位: %

肌群	熟练组 (n=10)	初学组 (n=10)	统计量	P
尺侧腕伸肌	33.297±16.913	5.919±1.401	$t = -3.952$	0.011 *
指伸肌	3.195±2.161	5.487±3.532	$t = 1.356$	0.205
肱桡肌	2.939±2.370	3.877±1.950	$t = 0.748$	0.471
桡侧腕屈肌	7.308±3.641	10.538±6.623	$t = 1.047$	0.320
尺侧腕屈肌	12.775±11.303	9.328±5.611	$t = -0.669$	0.519
肱二头肌	5.243±5.174	3.199±2.556	$Z = -0.160$	0.873
肱三头肌外侧头	21.334±12.929	17.492±8.308	$t = -0.612$	0.554
肱三头肌长头	6.736±2.584	9.763±7.458	$t = 0.939$	0.383
三角肌前束	2.246±1.746	4.030±2.069	$Z = -1.441$	0.150
三角肌中束	2.884±1.830	9.581±5.795	$Z = -2.562$	0.010 *
三角肌后束	3.787±1.814	9.920±6.326	$t = 2.283$	0.064
背阔肌	9.287±5.964	7.497±6.911	$Z = -0.641$	0.522
胸大肌	17.141±13.947	11.381±11.311	$Z = -0.961$	0.337

注: \* $P < 0.05$ 。

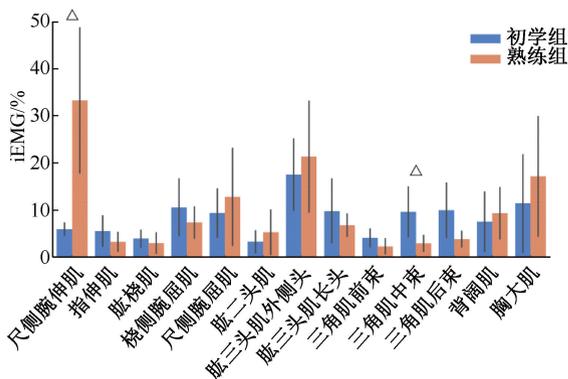


图 2 受试者不同肌肉 iEMG 比值比较

Fig. 2 Comparison for iEMG ratios of different muscles of the subjects

### 5.3 受试者不同肌肉 iEMG % 排序

按照肌肉 iEMG 比值降序排列可知, 熟练组滚法操作时, 最主要使用的肌肉是尺侧腕伸肌、肱三头肌外侧头、胸大肌和尺侧腕屈肌。而初学组滚法操作主要使用的肌肉是肱三头肌外侧头、胸大肌和桡侧腕屈肌(见表 3)。

表 3 两组受试者肌肉 iEMG 比值排序

Tab. 3 Order of muscle iEMG ratio between the two groups of subjects

次序	熟练组	初学组
1	尺侧腕伸肌	肱三头肌外侧头
2	肱三头肌外侧头	胸大肌
3	胸大肌	桡侧腕屈肌
4	尺侧腕屈肌	三角肌后束
5	背阔肌	肱三头肌长头
6	桡侧腕屈肌	三角肌中束
7	肱三头肌长头	尺侧腕屈肌
8	肱二头肌	背阔肌
9	三角肌后束	尺侧腕伸肌
10	指伸肌	指伸肌
11	肱桡肌	三角肌前束
12	三角肌中束	肱桡肌
13	三角肌前束	肱二头肌

## 6 讨论

sEMG 信号是从皮肤表面通过电极引导、放大、显示和记录下来的神经肌肉系统活动时的生物电信号<sup>[21]</sup>, sEMG 技术作为一种无创、无痛、操作简便

的神经肌肉功能状况检测方法,已广泛运用于神经肌肉评估,步态分析,运动肌肉激活评估,肌肉疲劳评估,人体工程学,心理压力评估等领域<sup>[22]</sup>。肌电信号的两个重要属性是振幅和频率,其中振幅反映了肌肉活动的量级大小,主要由运动单位激活数量的增加和激活频率所决定。iEMG 是描述肌电图信号振幅的一个主要变量,通常用于量化整体肌肉活动水平。为了能够比较不同肌肉或不同个体在不同时间测试的同一块肌肉的激活情况,需要对 EMG 信号进行标准化处理。本文采用归一标准化方法,将肌电图值表示为在校准的 MVC 测试中获得的肌肉活动参考值的百分比<sup>[23]</sup>。

推拿揉法操作最基本要求是“沉肩、垂肘”<sup>[24]</sup>。沉肩即肩关节放松下垂,意在提醒推拿医生在手法操作过程中注意放松肩关节,以避免肩关节损伤,而目前在教科书中和临床教学中主要是以文字描述主观定义这一要求,缺乏相关生物力学客观科学定义和依据。本课题组前期通过对揉法上肢关节运动角度特征分析发现,揉法的运动学特征主要为腕关节屈伸,肘关节和肩关节旋转,揉法操作的动作要领主要是前臂旋转与腕关节屈伸的复合运动。本文对比了 10 名熟练者和 10 名初学者在丁氏推拿揉法操作任务中上肢 sEMG 信号特征,结果显示,上肢各肌肉群均有不同程度的激活。其中,熟练组尺侧腕伸肌 iEMG 比值显著高于初学组,初学组三角肌中束 iEMG 比值显著高于熟练组,其他肌肉 iEMG 比值均无显著差异。结果表明,两组在揉法操作时对肌肉运动控制的模式基本相似,但熟练组相比初学组,尺侧腕伸肌的相对负荷和使用强度更高,而初学组更多地激活了肩部肌肉(如三角肌中束和后束)来完成揉法操作。

尺侧腕伸肌位于前臂的后侧和尺侧,属于前臂伸肌浅层肌群。它起源于肱骨的外侧上髁、尺骨的后缘和前臂筋膜,止于第五掌骨底部,其主要负责腕关节的尺偏和背伸。课题组前期运动学研究发现,熟练组揉法操作过程中腕关节最大掌屈角度显著大于初学组,且熟练组的尺偏角度相对更大。结合本研究 sEMG 信号分析,熟练组并非通过腕屈肌群激活的增加来达到掌屈角度的增加,而是利用腕关节的尺偏和掌屈耦合运动<sup>[25-26]</sup>,募集更多的尺侧腕伸肌来增加尺偏角度,从而间接增加掌屈运动角

度。此外,熟练组通过尺偏角度的增加,可以增大揉法操作时手背侧的接触面积。因此,在揉法的教学中,理解腕关节的运动学特征,掌握掌屈与尺偏的协调运动,合理利用尺侧腕伸肌的功能,不仅可以提高揉法操作的精确性和稳定性,还能减少操作疲劳和损伤风险。

三角肌位于肩部皮下,起于锁骨外侧 1/3 的前缘和上面(前束),肩峰外侧缘和上面(中束)以及肩胛冈嵴的下缘(后束),止于肱骨三角肌粗隆,前束收缩使上臂在肩关节处屈和旋内,中束收缩使上臂外展,后束收缩使上臂在肩关节处伸和旋外。整体收缩可使上臂外展。研究结果表明,初学组三角肌中束的相对活动水平显著更高,导致肩关节外展角度更大,这与前期研究中发现初学组揉法操作时肩外展活动角度更大的结果相符。该结果进一步说明,熟练组在“沉肩”要领上的掌握更佳,故三角肌中束及后束肌肉的使用强度较低。初学组需要依赖肩部肌肉以维持手法的稳定和控制,尚未掌握放松肩部的操作要领。建议初学者改正发力方式,并加强上肢肌肉的力量训练,提高肌力和控制能力。

本文发现,初学组在揉法操作中,肱三头肌外侧头、胸大肌和桡侧腕屈肌激活程度较高,而熟练组则是尺侧腕伸肌、肱三头肌外侧头、胸大肌和尺侧腕屈肌激活程度较高。本文选取的目标肌肉不仅包括前臂和上臂的主要活动肌肉,同时还采集了使肩关节产生运动的主要表面肌群,即三角肌、胸大肌和背阔肌,并将三角肌和肱三头肌进行分束测量,以明确其肌电信号特征差异。肌电信号和运动学研究结果均表明,揉法操作需要肩、肘、腕的协同配合,不仅依赖前臂的旋转和腕关节的屈伸运动,同时也需要肩关节的参与。肱三头肌外侧头主要参与肘关节的伸展。在腕关节屈曲活动中,桡侧腕屈肌和尺侧腕屈肌的效率最高,尺侧腕伸肌在尺偏运动中效率最高<sup>[27]</sup>。背阔肌参与肩关节内收、伸展、内旋和肩胛骨下降,其附着在肱骨和肩胛骨上,有助于协调肩部的内收和外展。胸大肌参与肩关节的屈曲、内旋和水平内收,胸大肌胸骨头部有助于肩关节伸展。各关节及肌肉的协同运动共同形成推拿揉法的操作。

推拿手法是一种用力的技巧,其中技巧是关键,力量是基础,错误的发力方式可能带来重复性

劳损、关节损伤和肌肉疲劳等问题,进而影响推拿操作者自身健康和受术者的治疗效果。sEMG 图能够客观反映推拿手法操作时的肌肉功能状态,以数值形式量化推拿手法,帮助了解推拿医生上肢肌肉运动方式和手法差异。通过科学化和系统化的训练,可以提高肌肉力量和控制能力,逐步掌握正确的推拿手法,有助于提高整体推拿效果,同时减少职业性疲劳和损伤的风险。本文发现,擦法是由肩、肘、腕关节多块肌肉协同作用下进行的高度协调运动,熟练组和初学组擦法肌电信号有共同特征,但熟练组通过募集更多的尺侧腕伸肌来增加尺偏角度,从而增加掌屈运动角度和手背侧接触面积。同时,熟练组三角肌中束及后束肌肉的使用强度较低,表明其对“沉肩”要领掌握更为熟练。初学组还需进一步加强擦法操作的练习,改正肌肉运动模式。

本研究存在一些不足:① 所选试验样本数量较少,来源集中,均为岳阳医院推拿科男性推拿医师;② 高度协调的运动需要多个关节和多块肌肉协同作用,而本文关注的肌肉通道尚不够全面,未对肩关节复合体之间相关运动肌肉的 sEMG 信号差异进行对比。③ 采用的 sEMG 信号特征提取分析方法有限。未来将进一步完善研究方案,扩大样本采集范围,结合先进的生物力学研究方法,建立手法生物力学数据库,为临床应用、教学指导及推拿手法的规范化和量化研究提供更多、更可靠的理论依据。

利益冲突声明:无。

作者贡献声明:陈金田负责研究实施、数据采集、论文撰写;单一鸣负责研究实施及数据采集;周鑫负责数据分析及论文修改;朱清广负责研究指导;孙武权负责研究设计及论文审阅。

## 参考文献:

- [ 1 ] 周运峰. 推拿手法学[M]. 北京:中国中医药出版社, 2021: 66-67.
- [ 2 ] 周鑫,朱清广,孔令军,等. 推拿手法生物力学研究方法的基本方向[J]. 中华中医药杂志, 2019, 34(3): 1120-1123.
- [ 3 ] 严晓慧,严隽陶,龚利. 浅谈中医推拿手法标准化的重要性[J]. 河南中医, 2009, 29(3): 242-243.
- [ 4 ] 周勇. 表面肌电图在推拿临床研究中的应用[J]. 中国民间疗法, 2019, 27(21): 31-32.
- [ 5 ] CAMPANINI I, DISSELHORST-KLUG C, RYMER WZ,

et al. Surface EMG in clinical assessment and neurorehabilitation: Barriers limiting its use [J]. Front Neurol, 2020 (11): 934.

- [ 6 ] 方磊,房敏. 一指禅推法不同作用力下上肢肌群运动方式及肌电信号特征[J]. 医用生物力学, 2013, 28(3): 291-296.
- FANG L, FANG M. Movement pattern and sEMG characteristics of upper limb muscles during one-finger pushing manipulation operation with different forces [J]. J Med Biomech, 2013, 28(3): 291-296.
- [ 7 ] 朱建中,涂小敏,王津翔,等. 一指禅推法核心技术的肌电分析与上肢运动解剖学特征研究[J]. 时珍国医国药, 2024, 35(3): 755-757.
- [ 8 ] 汪鹏,王殊殊,龚利,等. 膝关节骨性关节炎推拿手法的力学特征和上肢核心肌群的疲劳研究[J]. 中国生物医学工程学报, 2018, 37(2): 188-193.
- [ 9 ] 邓真,王乐军,王宽,等. 颈椎整复手法操作者上肢肌肉表面肌电特征分析[J]. 医用生物力学, 2021, 36(S1): 146.
- [ 10 ] 童美萍,王辉昊,詹红生,等. 颈椎整骨手法的运动学与动力学研究[J]. 医用生物力学, 2023, 38(1): 65-70.
- TONG MP, WANG HH, ZHAN HS, et al. Kinematic and dynamic study on traditional chinese cervical manipulation [J]. J Med Biomech, 2023, 38(1): 65-70.
- [ 11 ] 董文阳,孙武权,朱清广,等. 不同时长擦法对腰肌劳损患者腰背部肌电信号的影响[J]. 中医正骨, 2023, 35(6): 49-52.
- [ 12 ] 程英武,詹红生,元唯安,等. 擦法对健康人腓肠肌肌张力影响的初步研究[J]. 上海中医药杂志, 2007(7): 42-43.
- [ 13 ] 周楠,房敏,朱清广,等. 推拿手法治疗腰椎间盘突出症腰背伸肌群生物力学特性评价研究[J]. 中华中医药杂志, 2012, 27(3): 562-566.
- [ 14 ] 陈金田,周鑫,单一鸣,等. 中医推拿擦法的上肢关节运动角度特征分析[J]. 医用生物力学, 2024, 39(3): 463-468.
- CHEN JT, ZHOU X, SHAN YM, et al. Analysis of characterization of upper limb joint movement angle in rolling manipulation in traditional Chinese Tuina [J]. J Med Biomech, 2024, 39(3): 463-468.
- [ 15 ] 王晓,王丽荣,宋雅娟,等. 基于小波变换的按摩手法肌电信号分析[J]. 吉林大学学报(信息科学版), 2013, 31(3): 255-259.
- [ 16 ] 曾庆云. 擦法动作原理的运动生物力学研究[D]. 济南:山东中医药大学, 2003.
- [ 17 ] 吕杰,徐军,刘杨,等. 中医推拿擦法手法稳定性和相似性量化评价的方法研究[J]. 上海中医药大学学报, 2021, 35(2): 32-37.
- [ 18 ] MERLETTI R, CERONE GL. Tutorial. Surface EMG detection, conditioning and pre-processing: Best practices [J]. J Electromyogr Kinesiol, 2020(54): 102440.