

文章编号: 1004-7220(2024)03-0463-06

# 中医推拿滚法的上肢关节运动角度特征分析

陈金田<sup>1</sup>, 周鑫<sup>1,2\*</sup>, 单一鸣<sup>1</sup>, 朱清广<sup>1,2</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 研究推拿医生滚法操作中肩、肘、腕关节的运动学及关节协调性变化。方法 应用 Vicon 三维运动捕捉系统采集 10 名初学组和 10 名熟练组推拿医生滚法操作的运动学数据, 比较两组在推拿滚法操作中肩、肘、腕关节的运动模式差异。结果 初学组与熟练组滚法操作时, 肘关节活动角度无显著差异 ( $P>0.05$ ), 其主要差异为腕关节屈伸和肩关节内收外展角度不同, 熟练组较初学组滚法操作时肩关节内收外展活动角度显著更小 ( $P<0.05$ ), 熟练组腕关节掌屈最大角度显著大于初学组 ( $P<0.05$ )。结论 滚法的运动学特征主要为腕关节屈伸, 肘关节和肩关节旋转, 滚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。

**关键词:** 中医推拿; 滚法; 运动学; 关节角度

中图分类号: R 318.01 文献标志码: A

DOI: 10.16156/j.1004-7220.2024.03.013

## Analysis of Characterization of Upper Limb Joint Movement Angle in Rolling Manipulation in Traditional Chinese Tuina

CHEN Jintian<sup>1</sup>, ZHOU Xin<sup>1,2</sup>, SHAN Yiming<sup>1</sup>, ZHU Qingguang<sup>1,2</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. Institute of Tuina, Shanghai Institute of Traditional Chinese Medicine, Shanghai 200437, China)

**Abstract: Objective** To study changes in the kinematics and joint coordination of the shoulder, elbow, and wrist joints during rolling manipulation performed by Tuina doctors. **Methods** The kinematic data of 10 beginners and 10 proficient Tuina doctors performing rolling manipulation were collected using a Vicon three-dimensional (3D) motion capture system, and the differences in movement patterns of the shoulder, elbow, and wrist joints between the two groups during Tuina rolling manipulation were compared. **Results** There was no difference in the elbow joint activity angle between the beginner group and proficient group during rolling manipulation ( $P>0.05$ ), and the main differences were in the angles of wrist flexion/extension and shoulder adduction/abduction. The proficient group had a smaller shoulder adduction/abduction angle ( $P<0.05$ ), and the maximum angle of palmar flexion of the wrist joint in the proficient group was significantly greater than that of the beginner group ( $P<0.05$ ). **Conclusions** The main kinematic characteristics of rolling manipulation are flexion/extension of the wrist and rotation of the elbow and shoulders. Rolling manipulation is mainly the composite movement of forearm rotation and wrist flexion/extension. The essential ‘sinking shoulder’ operation was better mastered by the proficient group.

**Key words:** traditional Chinese Tuina; rolling manipulation; kinesiology; joint angle

收稿日期: 2023-11-26; 修回日期: 2023-12-05

基金项目: 国家自然科学基金项目(81874512, 82205304), 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(zyyzdxk-2023061)

通信作者: 孙武权, 教授, 主任医师, E-mail: drsunwuquan@126.com; 周鑫, 助理研究员, E-mail: 1617600731@qq.com

\* 为共同通信作者

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

推拿本质上属于以力为特征的一种物理治疗手段。因此,应用运动生物力学的理论、观点和方法,对推拿手法的动作规律进行系统研究,不仅有益于揭示其动作原理及进一步推导其治疗机制,更有利于推拿手法的量化和标准化<sup>[2-3]</sup>。手法的动作结构包括运动学特征和动力学特征两个方面。其中,运动学特征是指手法动作的外形特征,即手法动作的时间特征、空间特征和时空特征所表现出来的动作特点,是在不考虑质量和作用力的情况下研究动作的空间形态和动作随时间的变化规律<sup>[4]</sup>。

滚法是肩、肘、腕多关节参与的动作,但鲜有从关节运动角度方向开展研究<sup>[5]</sup>。且滚法操作要求施术者“沉肩垂肘”,主要目的是暗示推拿医生避免自身关节损伤,而目前在教科书和临床教学中主要是以文字描述主观定义,未见相关生物力学客观科学定义,给滚法的教学和临床指导带来了困难。

本文通过三维运动捕捉系统采集滚法的肩、肘、腕关节运动特征参数,探究不同推拿医师的运动模式差异,明确“沉肩垂肘”的核心操作要领,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 试验对象

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名推拿医师。参考既往研究<sup>[6]</sup>,将参与实验人员分为推拿手法熟练组与初学组。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组。

## 2 试验方法

### 2.1 试验环境

实验在国家中医药管理局推拿生物力学三级实验室进行。实验场地设置了15台红外超宽幅摄像机和1台高速同步摄像机架设于四周。形成的

拍摄空间为6 m×6 m×2 m,该空间坐标原点定位于实验室正中心。并且为防止受试者测试期间出汗、体温升高等影响标记点的粘贴,会开启相应的通风设备。实验场地空间设置见图1,环境温度为23~26℃,室内无噪声、强光干扰。

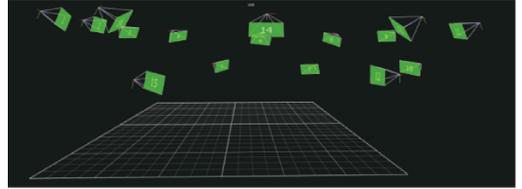


图1 实验室空间架设

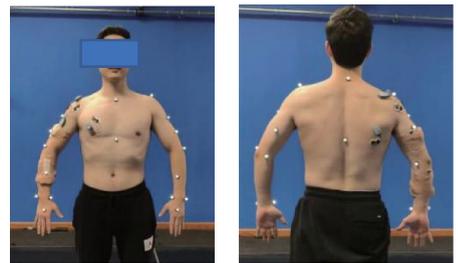
Fig. 1 Laboratory space setup

### 2.2 仪器设备

应用红外高速运动捕捉系统(Oxford Metrics公司,英国)进行数据采集。主要硬件包括:1台Vicon Vue高速同步摄像机,可将清晰的视频图像合并到运动捕捉中,同步校准以获得更精细的运动细节;15台Vicon Vero 2.2红外超宽幅摄像机,以捕捉反射的标记点,该相机拥有220万像素(2 048×1 088),最高采样频率可达330 Hz,本实验选用的采样频率为100 Hz,以及配件红外反光标记点(直径19 mm)。

### 2.3 模型贴点

选择Vicon Nexus运动捕捉系统上肢运动模型进行体表位置的贴点,包括颈7(C7)棘突、胸10(T10)棘突、胸骨上窝、剑突、肩峰、肱骨外上髁、肱骨内上髁、桡骨茎突、尺骨茎突、肱骨外上髁与肩峰连线三等分点及三等分点成等边三角形顶点、肱骨外上髁与桡骨茎突中点、第二、三掌骨背侧中点,双侧共计24个标记点。具体标记点粘贴位置见图2。



(a) 正面

(b) 背面

图2 模型标记位置

Fig. 2 Model marker position (a) Front view, (b) Back view

### 2.4 试验步骤

完成标记点粘贴后,进行静态站立位数据采

集,以完成坐标标定与模型创建。滚法动作采集前,让受试者热身并熟悉测试环境和流程。动态任务采集要求受试者站立操作,在操作台上进行右手滚法操作,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(见图3)。



图3 滚法动作采集

Fig. 3 Collection of rolling manipulation movement

### 3 数据处理

使用 Nexus 软件进行数据预处理。首先,执行静态建模,将计算出的对象测量结果输出到对象测量文件中,即在内部计算新值以使模型能够运行。然后,对动态采集的数据进行处理,包括重建、标记、间隙填充和标记轨迹过滤。其中,标记轨迹的过滤由 Woltring 的通用交叉验证 5 次平滑样条(预测均方误差为 15 mm)实现。再进行上肢模型分析,计算得出相应的关节角度等信息,并使用定制的 Matlab 例程对数据进一步处理<sup>[7]</sup>。使用样条插值法,将所有的运动学和动力学数据归一化为 1 个由 100 个数据点组成的完整任务周期。

### 4 统计分析

统计学分析采用 SPSS 25.0 软件。计数资料用频数和率描述,若符合正态分布且方差齐,两组比较采用配对 *t* 检验,若非正态分布和方差不齐,两组之间采用配对 Wilcoxon 符号秩和检验。若符合正态分布但方差不齐,使用 Games-Howell 检验。资料用(平均数±标准差)表示。本文设  $\alpha=0.05$  为检验水准,双侧  $P<0.05$  为差异有统计学意义。

### 5 研究结果

初学组滚法操作频率为(139.30±13.67)

次/min,熟练组滚法操作频率为(127.80±12.22)次/min,经统计学检验发现差异无统计学意义( $P>0.05$ )。

#### 5.1 肩关节角度变化

肩关节因其骨骼形态特点,是人体最灵活的关节,由于其生物耦合行为作用,可进行屈伸、内收外展和旋转运动。两组推拿医师在进行滚法操作时,肩关节主要为旋转运动,初学组肩关节旋转活动角度为  $21.77^\circ \pm 4.64^\circ$ ,熟练组为  $25.67^\circ \pm 1.30^\circ$ 。初学组肩关节内收外展最小角度与熟练组相比具有统计学差异( $P=0.017$ ),熟练组肩关节最小外展角度更大。且初学组肩关节内收外展活动角度与熟练组相比具有统计学差异( $P=0.027$ ),熟练组较初学组滚法操作时肩关节内收外展活动角度更小。而其他角度值差异无统计学意义(见表1、图4)。

表1 两组肩关节角度对比

Tab. 1 Comparison of shoulder joint angles between two groups

单位:(°)

角度参数		初学组	熟练组
屈伸	最大	25.56±9.70	25.98±9.87
	最小	19.29±9.08	21.40±9.34
	活动度	6.26±1.71	4.57±2.43
内收外展	最大	14.24±4.42	17.67±3.64
	最小	7.37±4.07	14.41±4.40*
	活动度	6.87±2.89	3.26±1.33*
旋转	最大	34.67±16.66	49.66±6.36
	最小	12.90±19.31	23.99±6.25
	活动度	21.77±4.64	25.67±1.30

注:正值指肩关节前屈、外展、内旋。\* $P<0.05$ 。

#### 5.2 肘关节角度变化

根据肘关节的生物耦合行为,肘关节主要做屈伸运动和旋转运动。两组推拿医师在进行滚法操作时,肘关节主要为旋转运动,初学组肘关节旋转活动角度为  $58.97^\circ \pm 20.29^\circ$ ,熟练组为  $60.11^\circ \pm 11.30^\circ$ 。初学组肘关节屈伸最大角度、最小角度和屈曲活动角度以及肘关节旋转最大角度、最小角度和旋转活动角度与熟练组相比,差异均无统计学意义(见表2、图5)。

#### 5.3 腕关节角度变化

腕关节位于人体末端自由环节,主要做屈伸运动和尺桡偏运动。两组推拿医师在进行滚法操作

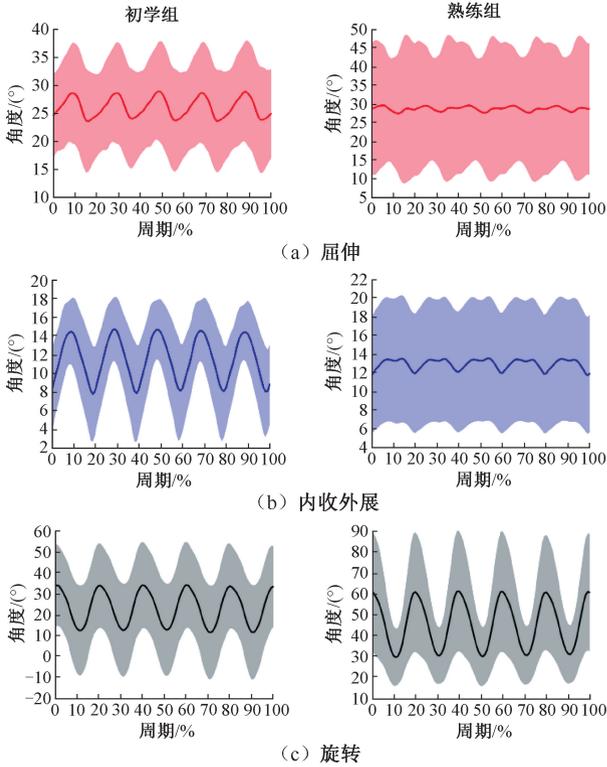


图4 肩关节活动角度变化  
Fig. 4 Changes in shoulder joint movement angles (a) Flexion and extension, (b) Adduction and abduction, (c) Rotation

表2 两组肘关节角度对比

Tab. 2 Comparison of elbow joint angles between the two groups  
单位: (°)

角度参数		初学组	熟练组
屈伸	最大	62.91±7.75	65.66±4.48
	最小	49.41±6.22	50.73±3.67
	活动度	13.50±3.67	14.93±2.59
旋转	最大	135.45±11.08	124.55±8.32
	最小	76.48±17.13	64.43±9.52
	活动度	58.97±20.29	60.11±11.30

注:正值指肘关节屈曲、内旋。

时,腕关节主要为屈伸运动,初学组腕关节屈伸活动角度为  $75.22^{\circ} \pm 18.65^{\circ}$ ,熟练组为  $73.80^{\circ} \pm 6.01^{\circ}$ 。且初学组腕关节掌屈最大角度为  $16.95^{\circ} \pm 16.01^{\circ}$ ,显著小于熟练组腕关节掌屈最大角度  $26.74^{\circ} \pm 10.73^{\circ}$ ,差异具有统计学意义 ( $P=0.041$ )。初学组腕关节最小屈伸角度和屈曲活动角度,以及腕关节尺桡偏最大角度、最小角度和旋转活动角度与熟练组相比,差异均无统计学意义(见表3,图6)。

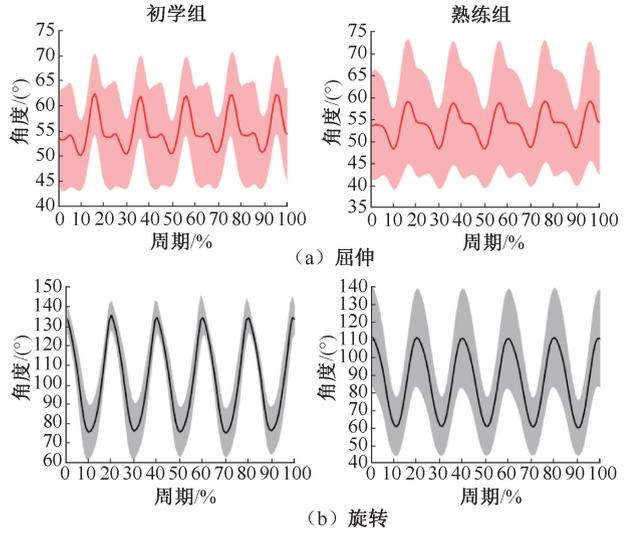


图5 肘关节活动角度变化  
Fig. 5 Changes in elbow joint movement angle (a) Flexion and extension, (b) Rotation

表3 两组腕关节角度对比

Tab. 3 Comparison of wrist joint angles between the two groups  
单位: (°)

角度参数		初学组	熟练组
屈伸	最大	16.95±16.01	26.74±10.73*
	最小	-58.26±8.97	-47.06±8.49
	活动度	75.22±18.65	73.80±6.01
尺桡偏	最大	8.40±6.44	4.20±3.22
	最小	-7.24±5.14	-9.74±2.02
	活动度	15.65±2.08	13.94±3.48

注:正值指腕关节掌屈、桡偏;负值指腕关节背伸、尺偏。\*  $P<0.05$ 。

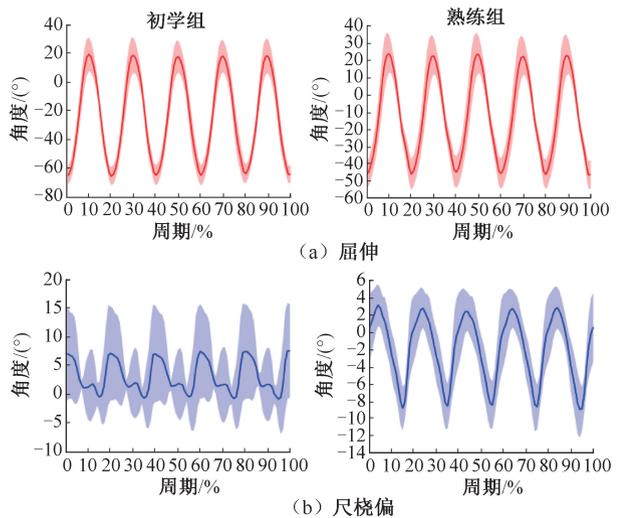


图6 腕关节活动角度变化  
Fig. 6 Changes in wrist joint movement angle (a) Flexion and extension, (b) Ulnar-radial deviation

## 6 讨论

采集运动学数据最常用的方法是使用一种影像或动作捕捉系统来记录粘贴于运动受试者的标记点,随后通过手工或自动化办法获得标记点的坐标,并对坐标参数进一步分析计算,获得运动学参数变量以描述运动特征<sup>[8]</sup>。以往研究手法的运动学特征研究主要基于图像测量技术,利用摄影、录像等光学技术手段记录手法动作的一维或多维平面图像、动作环节的空间运动轨迹及相应动作图等,通过录像解析系统分析获得手法相关生物力学参数。周信文等<sup>[9]</sup>利用 FZ-I 型中医推拿手法测力仪和摄像机对揉法合力作用点轨迹进行了分析,主要分为 4 种:“心形”“葫芦形”“8 字形”和“棒槌形”。张成全<sup>[10]</sup>通过三维测力平台和摄像机采集揉法的动作数据,发现临床医师组揉法作用力大小和方向较初学者更为集中,且临床医生作用点轨迹多为心形,初学者作用点轨迹不规则较多。曾庆云<sup>[11]</sup>利用表面肌电和摄像技术测量揉法施术时上肢肌肉运动的时空序列,观察手法动作产生和参与手法动作各肌肉之间相互作用的方式。吕杰等<sup>[12]</sup>利用摄像技术对揉法进行动态影像采集,分析揉法的运动学特征,并将揉法周期划分为 4 个阶段,每个阶段有不同的运动特点,认为在揉法周期中有 1/5~1/4 的时间内,具有作用面积大、作用力度高的特点。随着科学技术的发展进步,运动捕捉技术逐渐进入手法的生物力学研究领域,该技术能够追踪标记物体在三维空间的运动轨迹,通过收集、记录、测量物体的运动学和生物力学参数,对其运动规律进行分析<sup>[13-14]</sup>。本文应用 Vicon 三维运动捕捉系统,分别采集初学组和熟练组推拿医生的揉法操作,比较两者肩、肘、腕关节的运动模式差异,发现初学组与熟练组在进行揉法操作时肘关节活动角度基本无差异,其主要差异为腕关节屈伸和肩关节内收外展角度不同。熟练组较初学组揉法操作时肩关节内收外展活动角度更小,熟练组腕关节掌屈最大角度显著大于初学组,熟练组手法掌握更好。

揉法在不同版本教材中记载并不统一<sup>[15]</sup>。揉法操作要领在不同版本教材的差异主要是肘关节的屈曲角度、腕关节的滚动幅度及用力程度、手形、体态等方面,教材记录的操作差异主要是关节的活

动度不同。本文通过对揉法操作的关节角度分析可知,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。

初学组与熟练组揉法操作时,肘关节活动角度基本无差异,其主要差异为腕关节屈伸和肩关节内收外展角度不同,熟练组较初学组揉法操作时肩关节内收外展活动角度更小,表明熟练组的揉法操作“沉肩”要领做得更好,且熟练组腕关节掌屈最大角度显著大于初学组,而熟练组腕关节背伸角度小于初学组,推测熟练组向外滚出的幅度更大,且回滚时手法控制更好,推测熟练组手背部掌指关节接触更多,揉法接触面积较大。

分析表格数据可知,熟练组各组角度方差较初学组方差更小,推测原因是熟练组揉法操作掌握得更好,能够保持手法操作的稳定性,不同熟练者的手法操作具有内在一致性,手法操作较为相似。而初学组则还需要更长时间的训练,以达到手法的稳定。

正常人腕关节背伸角度最大可达 70°,掌屈角度最大可达 80°,有教材记载前滚时屈腕可达 60°~80°,回滚时伸腕 30°~40°<sup>[1]</sup>,而本文发现揉法操作中腕关节的屈伸角度未达到最大值,考虑揉法操作是一个复合运动,而非单纯的腕关节屈伸运动,在上肢的运动中,各个关节之间存在一定的关系,一种关节的运动可能会影响到其他关节的运动。未来可将揉法操作时间作为 1 个标准运动周期,进行关节角度变化关系的研究,进一步研究推拿手法的运动耦合性特征。

本研究仍存在一些不足之处: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;揉法操作是在操作台面完成,而非真实人体;研究仅关注了肩、肘、腕关节的关节角度差异。未来将不断完善研究方案,构建以三维运动捕捉、表面肌电图、手法压力测试等技术为主的推拿手法多系统同步测试平台,全面反映揉法操作的生物力学特征和运动规律,进一步丰富推拿揉法的客观运动学基础,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] 曾庆云, 王强, 王国才. 揉法动作原理的运动生物力学研究现状[J]. 山东中医药大学学报, 2003(6): 471-473.
- [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] 王国才. 推拿手法学[M]. 北京: 中国中医药出版社, 2003: 22.
- [5] 齐伟, 张艳美, 谢海亮, 等. 基于运动学与动力学的揉法机制研究进展[J]. 中国老年学杂志, 2017, 37(21): 5472-5473.
- [6] 吕杰, 徐军, 刘杨, 等. 中医推拿揉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.
- [7] 周鑫, 朱清广, 孔令军, 等. 腰椎间盘突出症患者坐立时的运动学特征分析[J]. 医用生物力学, 2022, 37(4): 713-719.
- ZHOU X, ZHU QG, KONG LJ, *et al.* Analysis on kinematic characteristics of patients with lumbar disc

herniation during sitting and standing [J]. J Med Biomech, 2022, 37(4): 713-719.

- [8] 黄波士, 陈福民. 人体运动捕捉及运动控制的研究[J]. 计算机工程与应用, 2005(7): 60-63.
- [9] 周信文, 许世雄, 谢志勇, 等. 中医推拿手法测力分析仪 FZ-I 型的研制及揉法合力作用点轨迹分析[J]. 医用生物力学, 1996, 11(3): 179-181.
- [10] 张成全. 五种推拿手法的生物力学分析[D]. 北京: 中国中医科学院, 2009.
- [11] 曾庆云. 揉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.
- [12] 吕杰, 曹金凤, 方磊, 等. 中医推拿揉法生物力学研究——手法运动学实测及分析[J]. 生物医学工程学进展, 2010, 31(3): 142-148.
- [13] 黄法森, 张清, 王海洋, 等. 运动捕捉技术在推拿手法生物力学研究中的应用[J]. 中医正骨, 2017, 29(11): 41-43.
- [14] 丁立军, 吕杰, 廖跃华, 等. 中医推拿手法生物力学研究进展[J]. 医用生物力学, 2023, 38(5): 1051-1056.
- DING LJ, LV J, LIAO YH, *et al.* Research progress in biomechanics of manipulation for traditional Chinese massage [J]. J Med Biomech, 2023, 38(5): 1051-1056.
- [15] 莫岩君, 吕桃桃, 于天源, 等. 揉法在历届推拿学教材中的发展变化[J]. 中医学报, 2021, 36(4): 901-904.

(上接第 462 页)

- [36] POOLE, D, BURNLEY M, VANHATALO A, *et al.* Critical Power: An important fatigue threshold in exercise physiology[J]. Med Sci Sports Exerc, 2016(48): 2320-2334.
- [37] KINGMA I, AALBERSBERG S, VANDIEËN J. Are hamstrings activated to counteract shear forces during isometric knee extension efforts in healthy subjects? [J]. J Electromyogr Kinesiol, 2004, 14(3): 307-315.
- [38] NAGAI K, YAMADA M, UEMURA K, *et al.* Differences in muscle coactivation during postural control between healthy older and young adults [J]. Arch Gerontol Geriatr, 2011, 53(3): 338-343.
- [39] MACALUSO A, DE VITO G. Muscle strength, power and adaptations to resistance training in older people[J]. Eur J Appl Physiol, 2004, 91(4): 450-472.
- [40] 向福荣, 唐圣鑫, 刘鑫鑫, 等. 女性全身关节过度活动患者跳深着陆时膝关节应力分析[J]. 医用生物力学, 2022, 38

(2): 317-323.

- XIANG FR, TANG SX, LIU XX, *et al.* Analysis of knee joint stress during drop jump landing in females with generalised joint hypermobility [J]. J Med Biomech, 2022, 38(2): 317-323.
- [41] 杜刚, 李政甜, 劳山. 膝关节单髁置换术后膝关节登梯动作生物力学分析[J]. 医用生物力学, 2021, 36(4): 633-637.
- DU G, LI ZT, LAO S. Biomechanical analysis of the knee after unicompartmental knee arthroplasty during stair ascent [J]. J Med Biomech, 2021, 36(4): 633-637.
- [42] GUIGNARD B, OLSTAD B, ESCOBAR D, *et al.* Different muscle-recruitment strategies among elite breaststrokes [J]. Int J Sports Physiol Perform, 2015, 10(8): 1061-1065.
- [43] OLIVEIRA N, SANDERS R. Effects of knee action phase and fatigue on rectus femoris and biceps femoris coactivation during the eggbeater kick [J]. Human Mov Sci, 2017, 51(1): 82-90.