

·临床研究·

## 掌振法运动轨迹的生物力学分析\*

洗思彤<sup>1,3</sup> 于天源<sup>1,4</sup> 刘 卉<sup>2</sup> 马 驰<sup>1</sup> 陶艳红<sup>1</sup> 刘暄慈<sup>1</sup> 张林峰<sup>1</sup> 贾文端<sup>1</sup>

### 摘要

**目的:**通过对振法动作技术进行运动学参数分析,揭示振法的空间运动规律和特征。

**方法:**2名临床工作20年以上的推拿医生对2例健康志愿者进行振法操作,应用动态捕捉系统采集运动学数据。

**结果:**1号操作者手指的运动振幅由大到小分别为:食指>中指>无名指>小指>拇指,最大振幅5.74mm,最小振幅0.43mm。2号操作者手指的运动振幅由大到小分别为:食指>中指>小指>无名指>拇指,最大振幅2.59mm,最小振幅0.81mm;1号操作者手指频率由大到小分别为:拇指>小指>中指>无名指>食指;腕部运动频率仅次于拇指和小指。最高频率560次/min,最低频率272次/min。2号操作者手指频率由大到小分别为:中指>小指>拇指>无名指>食指;腕部运动频率仅次于中指。最高频率329次/min,最低频率305次/min。

**结论:**①振法是一种规律性的小幅度的中频颤动手法。②不同操作者的操作有区别,共性是最大振幅均出现在食指,运动频率较高的均是拇指、中指和小指,腕关节的振幅和频率均较高,提示掌振法是协调统一的振动。

**关键词** 振法;运动学;生物力学

**中图分类号:**R369 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-1242(2016)-10-1084-04

**Biomechanical analysis of vibration manipulation/XIAN Sitong,YU Tianyuan,LIU Hui, et al//Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2016, 31(10): 1084—1087**

### Abstract

**Objective:**To reveal the motion features of vibration method through kinematics analysis.

**Method:** Two clinical massage doctors who have worked for more than 20 years applied vibration on two healthy volunteers. Kinematic data was collected by dynamic capture system.

**Result:** Amplitude of No.1 operator's fingers in descending order is: index finger > middle finger > ring finger > little finger > thumb, with the maximum amplitude 5.74 mm and the minimum amplitude 0.43 mm. Amplitude of No.2 operator's fingers in descending order is: index finger > middle finger > little finger > ring finger > thumb, with the maximum amplitude 2.59 mm and the minimum amplitude 0.81 mm. The frequency of No.1 operator's fingers in descending order is: thumb > little finger > middle finger > ring finger > index finger. The wrist movement frequency ranked only second to that of thumb and little finger. The maximum and the minimum frequency are 560 times/min and 272 times/min, respectively. The frequency of No.2 operator's fingers in descending order is: middle finger > little finger > thumb > ring finger > index finger. The wrist movement frequency ranked only second to the middle finger. The maximum and the minimum frequency are 329 times/min and 305 times/min, respectively.

**Conclusion:** ①The vibration is a kind of regularity manipulation with small amplitude and medium frequency. ②Different operators have different operation. However, all operators have something in common: the largest amplitude in the index finger, the higher frequency in the thumb, middle and little finger, the higher amplitude

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2016.10.006

\*基金项目:国家自然科学基金项目(81373759)

1 北京中医药大学针灸推拿学院,北京,100029; 2 北京体育大学运动生物力学教研室; 3 广西中医药大学第一附属医院脾胃科;

4 通讯作者

作者简介:洗思彤,女,硕士; 收稿日期:2015-06-08

and frequency for wrist joint. All those suggested us the vibration in a unified and coordinated way.

**Author's address** Acupuncture and Massage Institute of Beijing University of Chinese Medicine, Beijing, 100029

**Key word** vibration; kinematics; biomechanics

振法是按摩推拿的常用手法之一,其特点为振动的幅度小、频率高。振法具有活血止痛、和中理气、温经散寒、消食导滞、消郁除闷的作用,可用于头面、胸腹、腰背和四肢部,对腹泻肠鸣、消化不良、胸闷气短、血瘀肿痛等症有较好的治疗效果<sup>[1]</sup>。但目前相关文献对于振法振动的频率、幅度、力度等参数测量的研究较少,同时测量方法也存在一定的局限性,造成振法的运动学和动力学研究甚少且分散<sup>[2-4]</sup>。因此,无论从科学研究还是临床实践方面,很有必要对振法的运动学参数及特征进行科学测量,这样有助于振法朝着规范化方向发展。本文实验采用目前先进的高速红外运动捕捉系统和测力平台来研究振法,在人体上进行振法操作,并实时采集振法操作时振动的运动学(频率、幅度)数据,初步得到了振法的相关生物力学数据,最后对这些数据进行分析,并提取振法的数字化特征。

## 1 资料与方法

### 1.1 实验对象

施术者为2名具有20年临床经验的推拿专家。分别对2例自愿参加本项目研究的志愿者进行振法治疗,在测试前向受试者说明实验步骤,解释实验过程中的注意事项。

### 1.2 振法操作测试

振法的实施规范依据于天源教授《按摩推拿学》操作<sup>[5]</sup>。步骤如下:以掌置于腹部神阙穴部位,做连续、快速、上下颤动。

### 1.3 实验过程

施术者对每个受试者腹部施行振法5min,运用红外光点高速动作捕捉系统对贴于运动人体表面的Marker点进行实时捕捉,并由视频控制器将捕捉后的信息存入三维数据捕捉工作站。

### 1.4 实验设备

主体设备:高速红外运动捕捉系统、测力板。

其他设备:视频控制器、PC电脑、高精度三维空间静态标定仪、电压信号放大器、通用数据采集控制A/D卡、运动学与动力学系统同步装置、轻质反射球

(Marker点)、按摩凳、体重测量仪、紧身衣、胶布。

主体软件:Cortex2.1.0.1103软件。

### 1.5 贴点

施术者手背的关键部位贴上特制的用于摄像机动态捕捉的发光点(即Marker点)。共安置14个Marker点,具体标定方法见表1。

表1 本研究Marker点名称及固定位置

名称	标志点代号	位置
指间关节点	interphalangeal joint	第1—5指间关节(5个点)
掌指关节点	metacarpophalangeal joints	第1—5掌指关节(5个点)
掌骨点	metacarpal point	2、3掌骨间;4、5掌骨间(2个点)
腕关节点	Wrist joint point	手背腕关节内侧和外侧(2个点)

### 1.6 运动学研究方法

高速红外运动捕捉系统由8镜头组成,对手部指间关节点、掌指关节点、掌骨点、腕关节点等关节点,以每秒100Hz的速度(即捕捉速度100帧/s),记录X(左右)、Y(前后)、Z(垂直)三维坐标数据。

因传感器受到周围环境的影响,系统捕捉5min的数据会出现间断。本文选取数据间断最少的进行分析,其中间断部分可由Cortex软件利用插值方法进行填充。本文基于MATLAB和EXCEL等软件平台设计相应算法,完成了对原始三维坐标数据的计算、处理和分析等,得到振法动作的运动学特征。

其算法原理:经过Cortex软件填充的5min三维空间坐标数据,可将这些数据为等间隔采样,并将这些数据导入MATLAB软件内,可绘制出振法5min的三维运动轨迹(X、Y、Z轴)。程序分别遍历各个轴方向5min内所有的波峰点和波谷点,并将相邻的波峰点和波谷点作差取绝对值就形成了其振幅,这些振幅进行平均得到振法在该轴方向上的平均振幅。振法动作在单位时间内变动(由波峰点到波谷点或由波谷点到波峰点各算一次变动)的次数就是振法在该轴方向上的运动频率(次/分)。

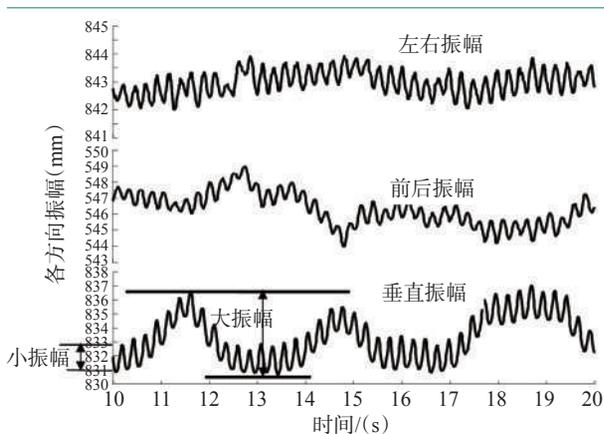
## 2 结果

单一Marker点输出运动轨迹图如下(图1);振

表2 振法操作过程手部各关节振幅与频率

各Marker点 所在关节	平均振幅(mm)		频率(次/min)	
	1号操作者	2号操作者	1号操作者	2号操作者
第一掌指关节点	0.92	0.81	552	325
第一指间关节点	1.01	0.98	560	323
第二掌指关节点	5.74	2.59	272	317
第二指间关节点	3.85	1.75	301	310
第三掌指关节点	3.10	1.55	511	329
第三指间关节点	2.42	2.36	444	322
第四掌指关节点	2.10	1.20	451	324
第四指间关节点	1.56	1.30	411	319
第五掌指关节点	1.24	1.49	559	325
第五指间关节点	1.48	1.58	450	327
第二掌骨点	0.63	0.81	312	311
第四掌骨点	0.43	0.86	300	305
腕内侧点	3.10	2.25	511	329
腕外侧点	4.10	2.42	516	328

图1 振法操作过程单一Marker点运动轨迹  
(1号操作者第二指间关节)



法各关节的振幅和频率各不相同,通过运动捕捉系统和MATLAB计算软件分析,得到振法操作过程中手部各关节的振幅、频率(表2)。由于同一手掌指关节和指间关节的运动趋势相同,故绘制相同手指关节取均值后振幅分布、频率图(图2—3)。

### 3 讨论

近年来,随着科学技术的进步,手法测量和测试手段的增多,振法的生物力学研究也提上了日程,科研人员开始对振法的运动学、动力学和生物力学效应进行了初步的认识和探讨<sup>[6-8]</sup>。

#### 3.1 振法的运动学数据结果与分析

从图1可看出,振法是一个有规律性的、振动幅度较小的、垂直方向变化较突出的手法。

同一手指的掌指关节和指间关节的运动幅度和

图2 振法操作过程手部手指关节取均值后振幅分布图

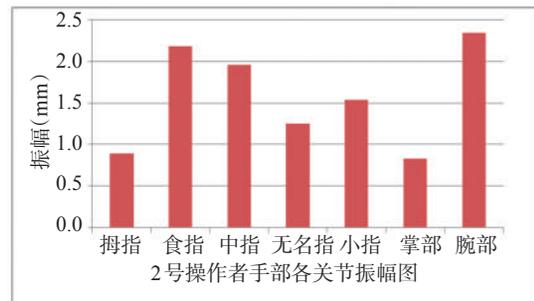
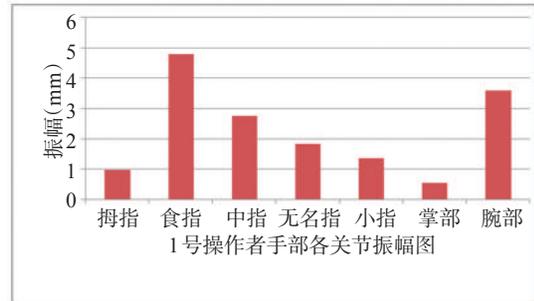
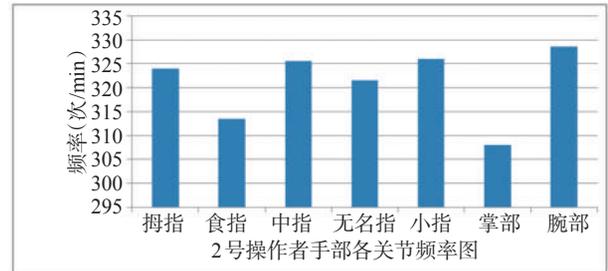
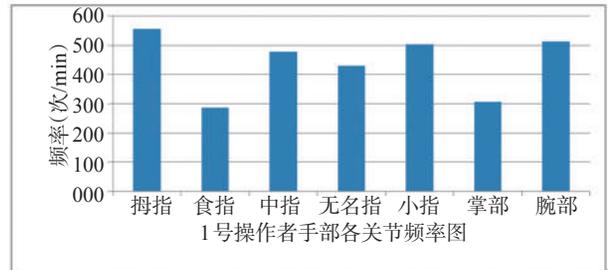


图3 振法操作过程手部手指关节取均值后频率分布图



频率具有一定程度的相关性,取均值后两者的幅度和频率趋势仍统一。1号操作者手指的运动振幅由大到小分别为:食指>中指>无名指>小指>拇指。最大振幅5.74mm,最小振幅0.43mm;手指频率由大到小分别为:拇指>小指>中指>无名指>食指;腕部运动频率仅次于拇指和小指。最高频率560次/min,最低频率272次/min。2号操作者手指的运动振幅由大到小分别为:食指>中指>小指>无名指>拇指,

最大振幅2.59mm,最小振幅0.81mm;手指频率由大到小分别为:中指>小指>拇指>无名指>食指;腕部运动频率仅次于中指。最高频率329次/min,最低频率305次/min。操作者在振幅和频率上的差别可能是个人操作过程中手法的特异性决定的,也可能是操作者根据受试者的情况,针对病变部位进行的操作调整。

两位操作者的共性:最大振幅均出现在食指,运动频率较高的是拇指、中指和小指,腕关节的振幅和频率均较高,提示掌振法是协调统一的振动。

振法的操作过程中,操作者掌心向下,指尖向前,腕部置于受试者关元穴处(脐下三寸),中指位于任脉上,食指和无名指分别位于受试者左右肾经上,拇指和小指分别位于受试者左右胃经上。频率结果显示,腕部、拇指、中指和小指运动频率较高。从中医经络角度分析,腕部位于人体的关元穴,具有培元固本,补益下焦的作用。现代医学认为<sup>[9]</sup>,震颤关元穴,可以调节内分泌功能,对人体进行统一的调节作用。中指位于任脉上,任脉具有调节阴经气血的作用;拇指和小指位于足阳明胃经上,胃经主治肠胃等消化系统、神经系统、呼吸系统、循环系统某些病症和咽喉、头面、口、牙、鼻等器官病症,且人体腹部的深层组织是胃肠道,按揉腹部也能对其功能进行直接调节。本次实验结果显示,振法可能是通过调节人体关元穴、任脉、胃经,促使其发挥相应的作用,从而调整人体病理状态和调节人体生理功能。本次实验通过分析手部各关节的振幅和频率,对研究振法的协调性有一定的指导作用。

### 3.2 运用高速红外运动捕捉系统实现在体振法参数的实时采集

国内用动态波形图记录最早见于1982年王国才<sup>[10]</sup>运用推拿手法力学信息测录系统,将振法运动分为平直型振法动态力波形曲线图和起伏型振法动态力波形曲线图两种。两种波形图客观的记录了振法的运动轨迹,为振法的研究提供了客观依据。臧福科<sup>[11]</sup>等认为振法频率一般为400次/min,幅度小,频率快,不可时断时续,忽快忽慢。赵毅等<sup>[12]</sup>根据振法对局部皮肤温度场红外热像的影响,确定振法热效应和操作时间等客观标准,推断振法的频率应为500次/min以上。

目前对振法的运动轨迹的研究仍需依靠手法模拟仪器所得<sup>[13-14]</sup>,对频率的研究尚无相关仪器监测,对振法幅度的研究也是空白。本次试验采用在体振法的操作,通过高速红外运动捕捉系统得到本次试验振幅、频率数据,为振法的研究提供新思路和新方法。本实验的目的就是既要分析手法运动参数又要捕捉全面的振法操作轨迹,分析振法过程中手部的协调运动情况。为了清晰地分析各部位的动作细节,根据骨骼结构,在手部选取指间关节、掌指关节,通过相对应的指间关节和掌指关节Marker点的运动坐标,得到该手指的振幅和频率。通过2、3掌骨点间和4、5掌骨点间的坐标,可整体代表掌骨的运动振幅和频率。通过腕部背侧桡骨茎突点和尺骨小头点的坐标,可整体代表腕关节的运动振幅和频率。

### 3.3 局限性及展望

振法的生物力学基础研究较少,手法操作的细节比较模糊且缺少量化的指标<sup>[15-16]</sup>。临床上的报道多为手法对某种疾病的疗效,缺乏操作的共性指导<sup>[17-19]</sup>。

本次试验尝试高速红外运动捕捉系统初步获得了振法的运动学参数。然而,本实验尚处于起步阶段,在Marker点的标定及数据的分析上仍具备局限性。由于本次试验的Marker点标记比较密集,容易造成跳点导致数据间断,后期实验可依次在单一关节(掌指关节/指间关节)或单一手指标记Marker点,在保证数据连续性的基础上缩短观察时间。指端是手指直接与腹部接触的部位,其振幅的变化能更直观地反应手指振幅的大小,后期实验应增加指端Marker点的标定,完善振幅数据。此外,通过单一Marker点轨迹图可见,在垂直方向的运动过程中,除了一个较小幅度的振幅,还伴随着一个较大幅度的振幅,提示垂直方向的振动过程并不仅仅是单一基线的振动,可能在规律性振动同时伴随着上下起伏。前后方向和左右方向的振幅过程尚未发现这一特点,可通过改良Marker点的标定方法、增加单位时间等进行后续观察。

### 参考文献

- [1] 郑娟娟,赵毅.振法参数的理论探讨及临床应用研究[J].中国中医药信息杂志,2008,15(7):104-106.

(下转第1116页)