

文章编号:1004-7220(2012)04-0456-04

# 中医推拿一指禅手法垂直作用力均匀性的量化研究

吕杰<sup>1</sup>, 曹金凤<sup>2</sup>, 马龙龙<sup>1</sup>, 许世雄<sup>1</sup>

(1. 复旦大学力学与工程科学系, 上海 200433; 2. 上海大学期刊社, 上海 200444)

**摘要:**目的 对中医推拿一指禅手法垂直作用力的均匀性进行量化研究,寻找能有效描述一指禅手法作用力均匀性的定量指标及其参考值。**方法** 对手法作用力均匀性进行数学描述,实测5位专家、5位熟练者和5位初学者的一指禅垂直作用力信号,并对信号进行分析。**结果** 得到了一指禅手法作用力的周期均匀性和波形均匀性,其中各组间的周期均匀性无显著差异,而初学组与专家组或熟练组间的波形均匀性有显著差异。**结论** 波形均匀性更适合作为评价一指禅手法垂直作用力均匀性的指标,可取0.927作为参考值,以评价操作者手法垂直作用力均匀性的优劣。

**关键词:** 一指禅; 均匀性; 信号分析; 力学; 量化

**中图分类号:** R 318.01 **文献标志码:** A

## Quantitative research on the vertical force homogeneity of Yizhichan manipulation

LÜ Jie<sup>1</sup>, CAO Jin-feng<sup>2</sup>, MA Long-long<sup>1</sup>, XU Shi-xiong<sup>1</sup> (1. Department of Mechanics and Engineering Science, Fudan University, Shanghai 200433, China; 2. Periodicals Agency of Shanghai University, Shanghai 200444, China)

**Abstract:** Objective To make a quantitative research on the vertical force homogeneity of Yizhichan manipulation and look for the quantitative index and reference value which can describe the force homogeneity of Yizhichan manipulation effectively. Methods After the force homogeneity was described mathematically, the vertical force signals from Yizhichan manipulation operated by 5 experts, 5 skilled doctors and 5 beginners were measured and analyzed, respectively. Results The period homogeneities and the waveform homogeneities were obtained. No significant differences were found in the period homogeneities among the three groups, but significant differences appeared in waveform homogeneities between the beginner and expert group or the beginner and skilled doctor group. Conclusions The waveform homogeneities are more suitable for evaluating the vertical force homogeneity of Yizhichan manipulation by different operators, and 0.927 can be used as a reference value to evaluate the vertical force homogeneity of the operator.

**Key words:** Yizhichan manipulation; Homogeneity; Signal analysis; Mechanics; Quantization

手法研究是推拿研究中最基础的领域。中医推拿手法流派众多、风格迥异,但对手法的基本要求是一致的,即持久、有力、均匀、柔和,从而达到深透等效果<sup>[1]</sup>。这是一种定性的描述,目前少有相对准确的衡量标准和科学表达,因此在一定程度上制约了

中医推拿手法的推广。赵毅等<sup>[2]</sup>提出,推拿手法量化是推拿学科发展的必由之路,对手法有一个统一、客观的量化标准,是推拿界共同的愿望和追求。

20世纪80年代,山东中医学院等单位首先研制出TDL-I型推拿手法动态力测定器,测定了部分

收稿日期:2012-01-08; 修回日期:2012-02-07

基金项目:上海市重点学科建设项目(B112)。

通讯作者:许世雄,教授,博士生导师,E-mail: xusx\_fd@yahoo.com.cn。

推拿手法作用力的典型动态曲线,首次对手法的频率、强度和上升角作了初步的定量分析<sup>[3]</sup>。2006年,余顺年等<sup>[4]</sup>分析了9种推拿手法的自由度、速度大小、动作频率等。

本课题组在中医推拿手法的量化问题上进行了一系列研究,例如手法作用点轨迹<sup>[5]</sup>、作用力信号频域<sup>[6]</sup>、时域<sup>[7]</sup>方面的特点以及推拿导致血液流量及动脉压变化的机制<sup>[8-12]</sup>等。近年来,又在推拿手法的运动学<sup>[13]</sup>、力学机制<sup>[14]</sup>、能量分布<sup>[15]</sup>、手法比较<sup>[16]</sup>及手法建模<sup>[17-18]</sup>方面进行了初步探索。

本文研究手法均匀性,是推拿手法量化研究中的一部分,指的是手法操作时,其速度的快慢、手法压力的轻重都必须保持稳定,即速度不可忽快忽慢,用力也不可忽轻忽重,应使手法操作平稳,富有节奏性。笔者曾对近似周期信号稳定性的数学描述进行

了初步的理论研究<sup>[19]</sup>,本文将在在此基础上,针对手法操作频率较快、对手法均匀性要求较高的一指禅手法进行量化研究,通过采集并分析专家、熟练者、初学者一指禅手法的垂直作用力信号,寻找能有效描述一指禅手法均匀性的定量指标及其参考值,为手法教学、测试等提供一定的帮助。

## 1 手法作用力均匀性的数学描述

根据近似周期信号稳定性的数学描述<sup>[19]</sup>,对任意手法作用力信号序列 $\{s_1, s_2, \dots, s_n\}$ (共 $n$ 个数据点),可以找到用来描述周期临界时刻的一组时间序列 $\{t_1, t_2, \dots, t_m\}$ ,其中 $t_1 < t_2 < \dots < t_m$ ,将原信号序列分解成 $m-1$ 个相似的子序列 $\{T_i\}: s_{t_i}, s_{t_i+1}, \dots, s_{t_{i+1}}, (i=1, 2, \dots, m-1)$ ,子序列 $\{T_i\}$ 的长度记为 $l_i, l_i = t_{i+1} - t_i + 1$ ,如图1所示。

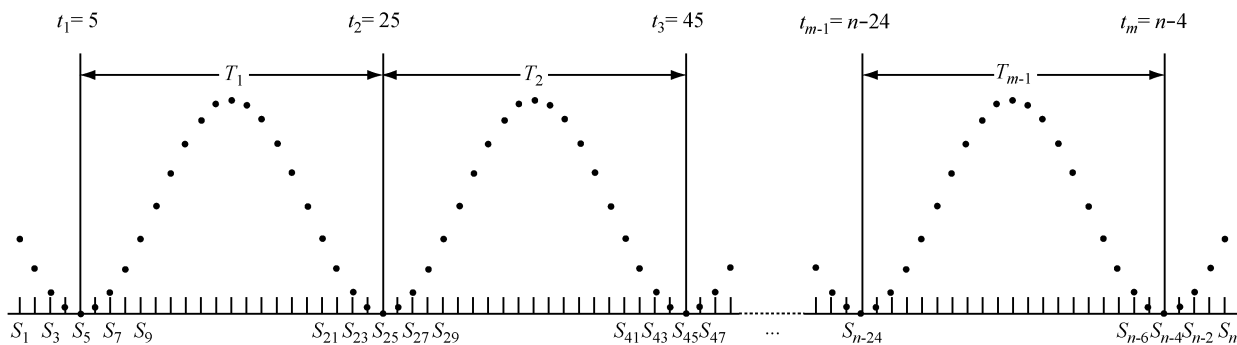


图1 信号划分示意图  
Fig. 1 Schematic diagram of the signal division

### 1.1 周期均匀性 A

对于任意两个子序列 $\{T_i\}、\{T_j\}$ ,其周期误差记为 $d_{i,j} = |l_i - l_j|$ ,这样所有的子序列对构成了一个矩阵,即周期误差矩阵为

$$D = \begin{bmatrix} d_{1,1} & d_{1,2} & \dots & d_{1,m-1} \\ d_{2,1} & d_{2,2} & \dots & d_{2,m-1} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ d_{m-1,1} & d_{m-1,2} & \dots & d_{m-1,m-1} \end{bmatrix} \quad (1)$$

记 $\{T_i\}$ 相对于其他子序列的平均周期误差 $\bar{d}_i = \frac{1}{m-2} \sum_{k=1}^{m-1} d_{i,k}$ 。定义周期均匀性

$$A = \frac{\bar{l} - \min_{i=1,2,\dots,m-1} \{\bar{d}_i\}}{\bar{l}} \times 100\% \quad (2)$$

式中: $\bar{l} = \frac{1}{m-1} \sum_{k=1}^{m-1} l_k$ ,表示子序列的平均长度,即平均周期。周期均匀性 A 说明,如果手法作用力信号子序列的周期最小相对误差较小,则其周期的均匀性就较高,越符合手法的操作要求,即手法速度稳定,不出现忽快忽慢的现象。

### 1.2 波形均匀性 B

对于任意两个子序列 $\{T_i\}、\{T_j\}$ ,如果 $l_i \neq l_j$ ,则需对长度较长的序列进行调整,使两个序列的长度保持一致,消除周期误差在波形均匀性分析中的影响。不妨设两个子序列 $\{T_i\}$ 和 $\{T_j\}$ ,其中 $\{T_i\}$ 为 $s_{t_i}, s_{t_i+1}, \dots, s_{t_{i+1}}$ ,长度为 $l_i$ ;  $\{T_j\}$ 为 $s_{t_j}, s_{t_j+1}, \dots, s_{t_{j+1}}$ ,长度为 $l_j, l_i < l_j$ 。对于 $\{T_j\}$ ,由于其序列长度 $l_j$ 和 $\{T_i\}$ 的序列长度 $l_i$ 不同,需要压缩,使得 $l_j$ 和 $l_i$ 相同。压缩

后  $\{T_j\}$  的序列点成为  $t_j, t_{j+(\frac{l_j-1}{l_i-1})\times 1}, t_{j+(\frac{l_j-1}{l_i-1})\times 2}, \dots, t_{j+(\frac{l_j-1}{l_i-1})\times (l_i-1)}$ , 而这些序列点上的信号值由对应原序列  $\{T_j\}$  上的信号值经线性插值取得。为了方便叙述, 原子序列  $\{T_i\}$  重新记为  $\{T_i'\}: p_{i,1}, p_{i,2}, \dots, p_{i,l_i}$ , 而压缩处理后的  $\{T_j\}$  记为  $\{T_j'\}: p_{j,1}, p_{j,2}, \dots, p_{j,l_i}$ 。

定义  $\{T_i'\}$  和  $\{T_j'\}$  波形误差

$$e_{i,j} = \frac{\sum_{k=1}^{l_i} |p_{i,k} - p_{j,k}|}{l_i}$$

则所有的子序列对波形误差构成波形误差矩阵为

$$E = \begin{bmatrix} e_{1,1} & e_{1,2} & \dots & e_{1,m-1} \\ e_{2,1} & e_{2,2} & \dots & e_{2,m-1} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ e_{m-1,m-1} & e_{2,m-1} & \dots & e_{m-1,m-1} \end{bmatrix} \quad (3)$$

记  $\{T_i\}$  相对于其它子序列的平均波形误差

$$\bar{e}_i = \frac{1}{m-2} \sum_{k=1}^{m-1} e_{i,k} \quad \text{定义波形均匀性}$$

$$B = \frac{\bar{s} - \min_{i=1,2,\dots,m-1} \{\bar{e}_i\}}{\bar{s}} \times 100\% \quad (4)$$

式中:  $\bar{s} = \frac{1}{m-1} \sum_{k=1}^{m-1} (\max\{T_k\} - \min\{T_k\})$ , 表示子序列信号值最大波动的平均值。波形均匀性  $B$  说明, 如果手法作用力信号子序列信号值的平均误差较小, 则其波形的均匀性就较高, 越符合手法的操作要求, 即手法力度稳定, 不出现忽轻忽重的现象。

表1 一指禅手法垂直作用力均匀性结果

Tab.1 Results of the vertical force homogeneity of Yizhichan manipulation

测试者	均匀性	1	2	3	4	5	均值	标准差	95% 置信区间
专家组	周期均匀性	0.970	0.977	0.958	0.980	0.988	0.975	0.011	0.961 ~ 0.989
	波形均匀性	0.934	0.955	0.937	0.954	0.953	0.947	0.010	0.934 ~ 0.959
熟练组	周期均匀性	0.962	0.962	0.967	0.982	0.959	0.966	0.009	0.955 ~ 0.978
	波形均匀性	0.940	0.942	0.923	0.942	0.939	0.937	0.008	0.927 ~ 0.947
初学组	周期均匀性	0.970	0.977	0.969	0.945	0.932	0.959	0.019	0.935 ~ 0.982
	波形均匀性	0.905	0.937	0.931	0.894	0.853	0.904	0.034	0.862 ~ 0.946

从均值的角度分析, 无论一指禅手法的周期均匀性还是波形均匀性, 专家组都优于熟练组, 而熟练组又都优于初学组。从标准差的角度分析, 专家组内部和熟练组内部手法均匀性的差异较小, 而初学

## 2 中医一指禅手法垂直作用力信号的均匀性分析

将上述定义的周期均匀性和波形均匀性应用于中医一指禅手法垂直作用力信号, 分析一指禅手法垂直作用力的均匀性。

### 2.1 实验设备、对象及信号采集

力信号采集设备采用复旦大学和上海中医药大学研制的 FZ-I 型推拿手法测定仪。其技术参数为: 垂直正压力满量程 100 N, 精度 1%, 分辨率 0.30 N<sup>[5]</sup>。

在一指禅推拿界邀请 5 位具有 20 年以上临床经验的专家组成专家组, 5 位具有 5 ~ 10 年临床经验的医师组成熟练组, 5 位具有 1 ~ 2 年临床经验的推拿专业研究生组成初学组参与测试。

参与测试的操作者要求近期无明显的手臂损伤史, 测试前 24 h 未从事过手臂剧烈运动。测试前, 所有操作人员静息 15 min, 避免心理因素干扰。测试时, 操作者按照一指禅手法要求进行推拿, 由推拿手法测定仪采集垂直作用力信号, 采样频率为 208 Hz, 每人测试 1 次。测试结束后, 利用自编软件, 截取每位操作者推拿动作较稳定时期的 1 000 个力信号数据进行手法均匀性分析。

### 2.2 垂直作用力均匀性分析结果

经过计算, 各组一指禅手法垂直作用力均匀性结果如表 1 所示。

组内部差异较大, 尤其是初学组的波形均匀性, 两极分化的趋势较显著。

对表 1 中的结果进行  $t$  检验, 结果如表 2 所示。从表可知, 在周期均匀性指标方面, 3 组之间无显著

表2 专家组、熟练组、初学组一指禅手法均匀性 *t* 检验结果

Tab.2 Results of *t*-test among experts, skilled doctors and beginners

<i>P</i> 值	专家组-熟练组	专家组-初学组	熟练组-初学组
周期均匀性	0.122	0.078	0.222
波形均匀性	0.073	0.022	0.046

差异,其两两之间 *t* 检验的 *P* 值均大于 0.05,且各组周期均匀性均值均大于 0.950,说明在进行一指禅推拿时,各组测试者均能很好地把握推拿的节奏,并且这种节奏感的把握通过较短时间的训练就能达到较高水平。而对于波形均匀性,专家组与初学组、熟练组与初学组 *t* 检验的 *P* 值均小于 0.05,说明在波形均匀性方面,初学组相比专家组或熟练组有着显著差异,而专家组和熟练组之间则无显著差异,说明一指禅推拿力度的持久稳定需要经过较长时间的训练才能较好掌握。

### 3 讨论

本文从周期均匀性和波形均匀性两个角度,对中医推拿一指禅手法垂直作用力的均匀性进行了量化研究。结果表明,虽然周期均匀性和波形均匀性这两个指标均能在一定程度上反映一指禅的手法作用力均匀性,但波形均匀性的区分度更好一些,更适合作为评价手法均匀性优劣的指标。可取熟练组波形均匀性 95% 置信区间的下限 0.927 作为参考值,如某一测试者一指禅手法垂直作用力的波形均匀性高于该值的,则可认为该测试者较好地满足了一指禅手法均匀性的要求。

本文仅对一指禅手法垂直作用力进行了均匀性量化研究,但同样的研究方法也可运用到其他推拿手法的量化研究中;除了研究手法作用力信号的均匀性,也可研究手法动作运动学方面的均匀性,即评价在手法操作过程中,动作是否走形、走形的程度如何等。此外,本文仅对测试者分成 3 组,每组 5 人,样本量较少,在今后的研究过程中,可以进一步扩大样本量,以得到更翔实的数据和更精确的量化指标,更好地为手法教学、测试、临床研究服务。

### 参考文献:

[1] 周信文. 推拿手法学[M]. 上海:上海中医药大学出版社,

1996: 78-80.

[2] 赵毅, 孙鹏, 安光辉. 推拿手法量化是推拿学科发展的必由之路[C]//中华中医药学会推拿分会第九届推拿学术年会论文集. 杭州: [s. n.], 2006: 45-49.

[3] 王国才, 毕永升, 张素芳. 一指禅、揉法、内功、点穴等推拿流派手法典型动态曲线图及初步分析[J]. 山东中医学院学报, 1982, 6(3): 66-72.

[4] 余顺年, 马履中, 郭宗和. 中医推拿手法运动学与动力学特征分析[J]. 山东理工大学学报(自然科学版), 2005, 19(3): 82-85.

[5] 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): 179-183.

Zhou XW, Xu SX, Xie ZY, et al. Traditional Chinese medical massage manipulation monitor and analysis of resultant acting point locus [J]. J Med Biomech, 1996, 11(3): 179-183.

[6] 谢志勇, 许世雄, 李信安, 等. 关于中医推拿手法摆动类揉法施力的频域分析[J]. 医用生物力学, 1996, 11(4): 208-211.

Xie ZY, Xu SX, Li XA, et al. Frequency-domain analysis into rolling manipulation mechanics of traditional Chinese medical massage [J]. J Med Biomech, 1996, 11(4): 208-211.

[7] 许世雄, 谢志勇, 李信安, 等. 摆动类揉法推拿作用力时域分析[J]. 医用生物力学, 1997, 12(1): 25-29.

Xu SX, Xie ZY, Li XA, et al. Time-domain analysis of rolling manipulation acting force [J]. J Med Biomech, 1997, 12(1): 25-29.

[8] 许世雄, 浏丹, 刘玉峰, 等. 中医推拿和血液动力学[J]. 医用生物力学, 2004, 19(4): 198-204.

Xu SX, Liu D, Liu YF. Chinese traditional medical massage and hemodynamics [J]. J Med Biomech, 2004, 19(4): 198-204.

[9] 许世雄, 计琳, 王庆伟. 中医揉法推拿对血液流动影响的数值研究[J]. 应用数学和力学, 2005, 26(6): 694-700.

[10] 陈文君, 许世雄. 推拿颈动脉窦降低体动脉压数学模型研究[J]. 上海生物医学工程, 2006, 27(2): 70-73.

[11] 浏丹, 许世雄, 成伟华. 揉法推拿形成运动狭窄粘弹性血管血液动力学[J]. 复旦学报(自然科学版), 2005, 44(2): 246-255.

[12] 成伟华, 吕岚, 许世雄. 揉法推拿形成运动狭窄血管内血液流量分析[J]. 医用生物力学, 2003, 18(1): 1-5.

[13] 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.