

文章编号: 1004-7220(2021)02-0277-07

基于多刚体力学模型腰椎推拿斜扳法的优化

张延海^{1#}, 曹金凤^{2#}, 吕杰³, 李银倩¹, 郑木松¹, 徐军³, 吕强⁴, 周楠⁴

(1. 上海理工大学 医疗器械与食品学院, 上海 200093; 2. 上海大学期刊社, 上海 200444; 3. 上海健康医学院 医疗器械学院, 上海 201318; 4. 上海中医药大学附属岳阳中西医结合医院 推拿科, 上海 200437)

摘要:目的 综合考虑推拿的有效性和安全性,提出一种评价振荡激励和脉冲激励腰椎推拿斜扳法优劣的方法,并对振荡激励腰椎推拿斜扳法进行优化。方法 建立多刚体胸-腰椎生物力学模型,手法作用力作为模型的输入力,运用 MATLAB/Simulink 进行仿真,模拟得到腰椎各节段位移和加速度随时间变化的情况,对腰椎推拿手法行优化时,改变推拿作用力的核心要素频率 f 和操作次数 n ,比较腰椎各节段最大相对位移和最大加速度,并提出一种新的指标 z ,对推拿手法的有效性和安全性进行综合评价。结果 两种激励腰椎推拿斜扳法作用时,腰椎各节段最大相对位移没有差异;振荡激励腰椎推拿斜扳法作用时,腰椎各节段的最大加速度均明显小于脉冲激励腰椎推拿斜扳法作用时的最大加速度。当 $f=1\sim 2.5$ Hz 时,推拿整体效果比较好,且整体效果与操作数无关,推拿作用力持续 1 个操作数即可;当 $f=3.33$ Hz, $n\geq 5$ 时,推拿治疗效果最好,但此时腰椎各节段承受力也相对较大;当 $f\geq 5$ Hz 时,推拿整体表现不佳。结论 振荡激励腰椎推拿斜扳法比脉冲激励腰椎推拿斜扳法更安全,研究结果为医生提供一个比较合理的振荡激励腰椎推拿斜扳法操作参数的范围。

关键词: 腰椎推拿斜扳法; 振荡激励; 生物力学; 仿真; 手法优化

中图分类号: R 318.01 文献标志码: A

DOI: 10.16156/j.1004-7220.2021.02.017

Optimization of Lumbar Oblique-Pulling Manipulation Based on Multi-Rigid Body Mechanical Model

ZHANG Yanhai^{1#}, CAO Jinfeng^{2#}, LÜ Jie³, LI Yinqian¹, ZHENG Musong¹, XU Jun³, LÜ Qiang⁴, ZHOU Nan⁴

(1. School of Medical Instrument and Food Engineering, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China; 2. Periodicals Agency of Shanghai University, Shanghai 200444, China; 3. School of Medical Instruments, Shanghai University of Medicine & Health Sciences, Shanghai 201318, China; 4. Department of Massage, Yueyang Hospital of Integrated Traditional Chinese and Western Medicine, Shanghai University of Traditional Chinese Medicine, Shanghai 200437, China)

Abstract: Objective Comprehensively considering the effectiveness and safety of massage, a method for evaluating the pros and cons of oscillation excitation and pulse excitation for lumbar oblique-pulling manipulation

收稿日期: 2020-10-21; 修回日期: 2020-12-02

基金项目: 国家自然科学基金面上项目(82074571, 81574096)

通信作者: 吕杰, 副教授, E-mail: lvj@sumhs.edu.cn

#为共同第一作者

was proposed, and lumbar oblique-pulling manipulation under oscillation excitation was optimized. **Methods** A multi-rigid body biomechanical model of thoracolumbar spine was established. The manipulation force was used as the input force of the model. Using MATLAB/Simulink, variation of the displacement and acceleration of each lumbar segment with time was simulated. For the optimization of lumbar massage manipulation, the core elements of massage force, namely, frequency (f) and operand (n) were changed, and then the maximum relative displacement and maximum acceleration of each lumbar segment were compared. A new index z was proposed to comprehensively evaluate effectiveness and safety of the manipulation. **Results** The maximum relative displacement of each lumbar segment was almost equal when lumbar oblique-pulling manipulation under two kinds of excitation was applied. For lumbar oblique-pulling manipulation, the maximum acceleration of each lumbar segment under oscillation excitation was significantly smaller than that under pulse excitation. When the frequency of massage was 1-2.5 Hz, the overall effect of massage was better, and the overall effect had no relation with the operands, and the force of massage lasted for one operand; when the frequency of message was 3.33 Hz and the operands were more than 5, the massage had the best effect, meanwhile the strength of each lumbar segment was relatively large; when the frequency of massage exceeded 5 Hz, and the overall performance of massage was not good. **Conclusions** Lumbar oblique-pulling manipulation under oscillation excitation is safer than that under pulse excitation. The research findings provide doctors with a reasonable range of operating parameters for lumbar oblique-pulling manipulation under pulse excitation.

Key words: lumbar oblique-pulling manipulation; oscillation excitation; biomechanics; simulation; manipulation optimization

推拿作为传统中医治疗腰椎疾病的方式,在治疗腰椎疾病时有着明显的优势,临床应用广泛^[1-3]。腰椎推拿斜扳手法可解决腰椎关节同一平面的异常位移及不同节段的成角位移,通过位移效应发挥治疗作用^[2]。周楠等^[4]应用ITK-SNAP软件重建腰椎椎体并进行有限元分析,比较实施腰椎振荡调整手法前后腰椎椎体三维位移变化情况,发现该手法能使腰椎椎体产生水平及旋转移位,能对纠正腰椎“骨错缝”产生重要作用。豆梦琳等^[5]对椎间盘突出等腰椎病中医推拿斜扳疗法进行生物力学建模分析研究,以腰椎位移判断推拿治疗效果。

通过作用力形式的不同,可以将腰椎推拿斜扳法分为振荡激励和脉冲激励腰椎推拿斜扳法,前者通过来回晃动的力达到治疗效果,临床治疗效果良好^[6];后者通过瞬间增大推拿力达到治疗效果。推拿作为一种经验性治疗方式,医生进行治疗时的操作方法也不尽相同。因此,有学者对腰椎推拿手法进行理论探究,分析其治疗机制^[7-8];或对腰椎推拿手法进行量化研究^[9-10],但是在理论上对腰椎推拿手法进行优化的研究鲜有报道。对腰椎推拿手法进行有限元建模分析的方法运用十分广泛,但是建

模准确性与单元数量有关,单元数量越多,对计算能力和处理时间的需求就越大,并且会出现更多的收敛问题^[11-12]。相比之下,腰椎多体力学建模的复杂度低,计算量少,易于验证,并且运动过程中的位移和加速度可以更清楚地表现出来^[13-14]。本文通过建立多刚体力学模型,运用Matlab/Simulink仿真技术模拟,证明振荡激励腰椎推拿手法比脉冲激励腰椎推拿手法更有优势,并对振荡激励推拿斜扳法作用力的周期和频率进行探讨,对其在理论上进行优化。

1 试验方法

1.1 多刚体力学模型建立

假设椎体为刚体,胸椎T、腰椎L1~5的质量 $m_{T_{tho}}$ 、 $m_1 \sim m_5$ 分别为26、0.17、0.17、0.114、0.114、0.114 kg。将椎间盘和周围韧带等软组织看作连接刚体的弹簧和阻尼器,弹簧的弹性系数 $k_{T_{tho}}$ 、 $k_1 \sim k_5$ 分别为50、40、35、30、30、45 kN/m,阻尼的阻尼系数 $c_{T_{tho}}$ 、 $c_1 \sim c_5$ 分别为570、41、39、29、29、36 N·s/m^[15],建立6自由度胸-腰椎生物力学模型^[12-13](见图1)。

腰椎调整手法的力学机制十分复杂,文献[4-5]中均仅对手法的拉伸效应进行分析。而实

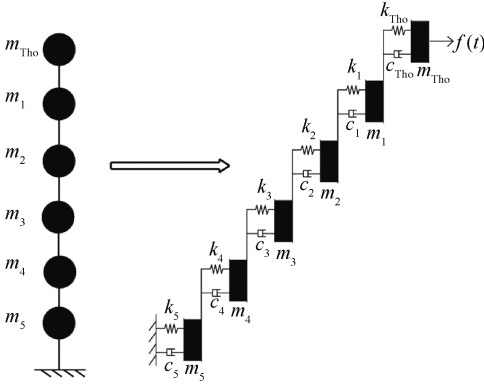


图1 胸-腰椎生物力学模型

Fig.1 Thoracic-Lumbar biomechanical model

实际上,腰椎振荡微调手法的作用力不仅有沿腰椎轴向的拉伸力,还有对脊柱产生扭转的切向力,共同影响最终的治疗效果。其中,轴向拉力对关节进行拉伸,切向力对椎体的错位进行调整。由于切向力在治疗过程中发挥着更关键的作用,故本文只考虑推拿手法的切向力作用,将切向力作为模型的输入力。对6自由度振动系统生物力学模型建立系统振动方程:

$$M\ddot{X} + C\dot{X} + KX = F(t)$$

其中: M 、 C 、 K 分别是 6×6 阶的质量矩阵、阻尼矩阵和刚度矩阵; $F(t)$ 为激励力矩阵; X 为位移矩阵,计算公式分别为:

$$M = \begin{bmatrix} m_{\text{Tho}} & & & & & \\ & m_1 & & & & \\ & & m_2 & & & \\ & & & m_3 & & \\ & & & & m_4 & \\ & & & & & m_5 \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$K = \begin{bmatrix} k_{\text{Tho}} & -k_{\text{Tho}} & & & & \\ -k_{\text{Tho}} & k_{\text{Tho}} + k_1 & -k_1 & & & \\ & -k_1 & k_1 + k_2 & -k_2 & & \\ & & -k_2 & k_2 + k_3 & -k_3 & \\ & & & -k_3 & k_3 + k_4 & -k_4 \\ & & & & -k_4 & k_4 + k_5 \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$C = \begin{bmatrix} c_{\text{Tho}} & -c_{\text{Tho}} & & & & \\ -c_{\text{Tho}} & c_{\text{Tho}} + c_1 & -c_1 & & & \\ & -c_1 & c_1 + c_2 & -c_2 & & \\ & & -c_2 & c_2 + c_3 & -c_3 & \\ & & & -c_3 & c_3 + c_4 & -c_4 \\ & & & & -c_4 & c_4 + c_5 \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$X = [x_{\text{Tho}}, x_1, x_2, x_3, x_4, x_5]^T \quad (4)$$

$$F(t) = [f(t), 0, 0, 0, 0, 0]^T \quad (5)$$

振动系统的时域响应可以通过状态空间法求解^[16],将振动系统的动力学方程化为状态方程,利用 Simulink 对空间状态方程进行求解:

$$Z(t) = \begin{bmatrix} X(t) \\ X'(t) \end{bmatrix}_{12 \times 1} = [x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_1', x_2', x_3', x_4', x_5', x_6']^T \quad (6)$$

假设每个状态变量的初始值 $Z(t_0) = 0$,即时间 $t = 0$ 时每个状态变量为 0,然后将微分方程转化为状态方程和输出方程:

$$\left. \begin{aligned} Z'(t) &= AZ(t) + BF(t) \\ Y(t) &= DZ(t) + EF(t) \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

式中,系数矩阵 $A = \begin{bmatrix} 0_6 & 1_6 \\ -M^{-1}K & -M^{-1}C \end{bmatrix}$;输入矩阵

$B = \begin{bmatrix} 0_{6 \times 6} \\ M^{-1} \end{bmatrix}_{12 \times 6}$;输出矩阵 $D = [1_{6 \times 6} \quad 0_{6 \times 6}]$;直接传输

矩阵 $E = 0_{6 \times 6}$ 。

1.2 真实作用力获取

通过 T4500 高敏度触觉压力测量系统获得上海中医药大学两位推拿医生(A、B)推拿作用力随时间变化的数据,A、B两位推拿医生的推拿作用力分别代表脉冲激励腰椎推拿斜扳法和振荡激励腰椎推拿斜扳法。术者对就诊患者进行临床推拿操作时,一手固定腰椎下端,另一手在患者肩部发力。由于两种手法的操作对象不同,两种推拿手法的最大作用力也不同。为了方便比较实验结果,对得到的力进行归一化处理,即用各自的力均除以各自最大的力,使脉冲激励推拿和振荡激励推拿的最大作用力均为 9.8 N,得到力随时间的变化曲线(见图2)。

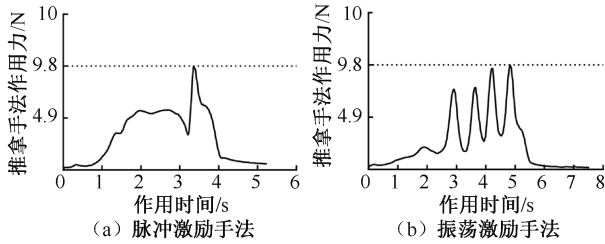


图2 不同激励腰椎推拿斜扳法作用力随时间变化曲线
Fig.2 Variation of force with time for different lumbar oblique-pulling manipulation

(a) Manipulation with oscillation excitation,
(b) Manipulation with pulse excitation

1.3 建立 MATLAB/Simulink 仿真模型

打开 Matlab/Simulink,建立如图3所示的仿真模型,对各模块及其参数进行设置。将处理后的作用力设置为模型中输入模块 From Workspace 的参数,参数 A、B、D、E 取值作为模块 State-Space 的参数。仿真初始时间设为 0,终止时间设为作用力的终止时间。其余默认系统设置。

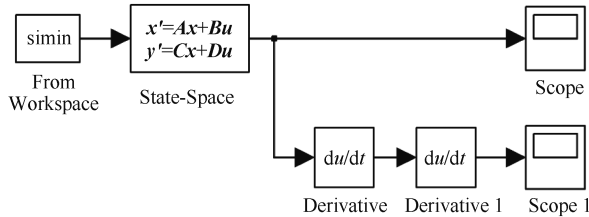


图3 仿真模型
Fig.3 Simulation model

2 结果

2.1 实测力两种斜扳法作用效果对比

将归一化后的作用力作为模型的输入力,利用 Simulink 进行仿真模拟,通过示波器得到位移和加速度随时间的变化曲线。脉冲激励腰椎推拿斜扳法的位移和加速度波形均有突变特征,在作用力突然变大时,位移和加速度也突然变大;振荡激励腰椎推拿斜扳法的位移和加速度波形特征与作用力特征相似,均振荡变大(见图4)。通过仿真计算得到 L1~5 腰椎各节段的最大相对位移和最大加速度,对不同激励下腰椎各节段的最大相对位移和最大加速度进行比较。两种激励腰椎推拿手法作用下,腰椎各节段的最大相对位移几乎相等,而振荡激励腰椎推拿斜扳法作用下腰椎各节段的最大加

速较小(见图5)。

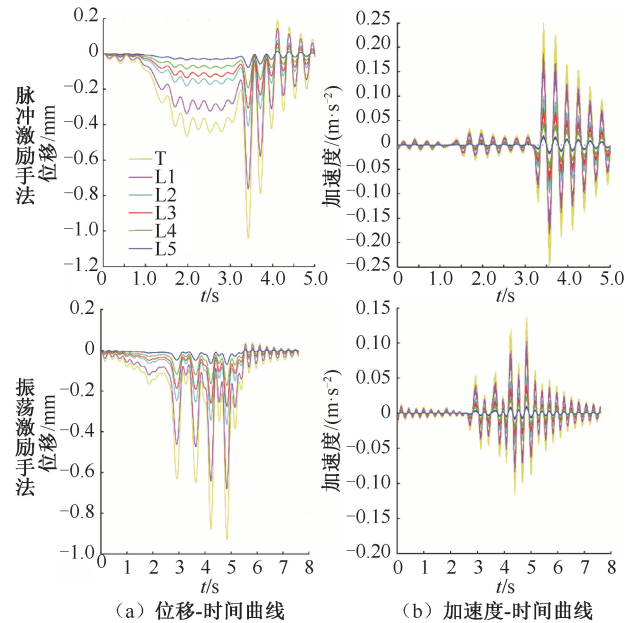


图4 不同激励下实测力仿真结果
Fig.4 Simulation results if measured force under different excitation (a) Displacement-time curve, (b) Acceleration-time curve

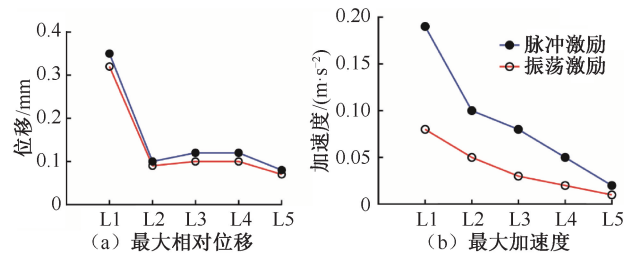


图5 不同激励下腰椎各节段最大相对位移和最大加速度比较
Fig.5 Comparison of the maximum relative displacement and maximum acceleration for each segment of the lumbar spine under different excitation (a) Maximum relative displacement, (b) Maximum acceleration

2.2 振荡激励腰椎推拿斜扳法优化

振荡激励腰椎推拿斜扳法作用力的波形与正弦波绝对值的波形类似。因此,在进行振荡激励腰椎推拿斜扳法优化时,选择正弦波的绝对值作为腰椎模型的输入力,通过改变推拿力的频率和周期数,研究影响振荡激励腰椎推拿斜扳法作用效果的因素,从而达到优化推拿手法的目的。设 $f(t) = |16\sin(\omega t)|$ N,即推拿最大作用力为 16 N,周期 $T = \pi/\omega$,频率 $f = 1/T$,本文通过改变 $f(t)$ 的周

期和周期数,达到改变推拿频率和推拿操作数的目的。将作用力 $f(t)$ 作为模型的输入力,利用 Simulink 进行仿真模拟,可以得到腰椎各节段在不同周期 T ($T = 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0$ s) 不同操作数 n ($n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$) 时的最大相对位移和最大加速度。本文提出一种新的指标 z 对推拿手法的有效性和安全性进行综合评价:

$$z = [\max(x_{(T,n)}) - x_{(T,n)}] / \max(x_{(T,n)}) / [\max(a_{(T,n)}) - a_{(T,n)}] / \max(a_{(T,n)})$$

其中: $x_{(T,n)}$ 为某一周期、某一操作数下腰椎节段相对位移随时间变化过程中的最大相对位移; $a_{(T,n)}$ 为不同周期、不同操作数下腰椎节段加速度随时间变化过程中的最大加速度; $\max(x_{(T,n)})$ 为腰椎节段各

周期、各操作数下最大相对位移中的最大值; $\max(a_{(T,n)})$ 为腰椎某一节段各周期、各操作数下最大加速度中的最大值。 z 的分子项表示各情况下的最大相对位移与最值的差值占最值比的情况,分子越小,表示该情况下的最大相对位移与其最值相差越小; z 的分母项表示各情况下的最大加速度与最值的差值占最值比的情况,分母越大,表示最大加速度与其最值相差越大。当 z 越小时,最大相对位移相对大,最大加速度相对小。

图 6 所示为不同周期、不同操作数下的 z 值三维图。白色区域表示该操作数及频率下, $\max(x_{(T,n)}) - x_{(T,n)} = 0, \max(a_{(T,n)}) - a_{(T,n)} = 0$, 公式无意义,此时腰椎节段的最大相对位移和最大加速度为最大值。

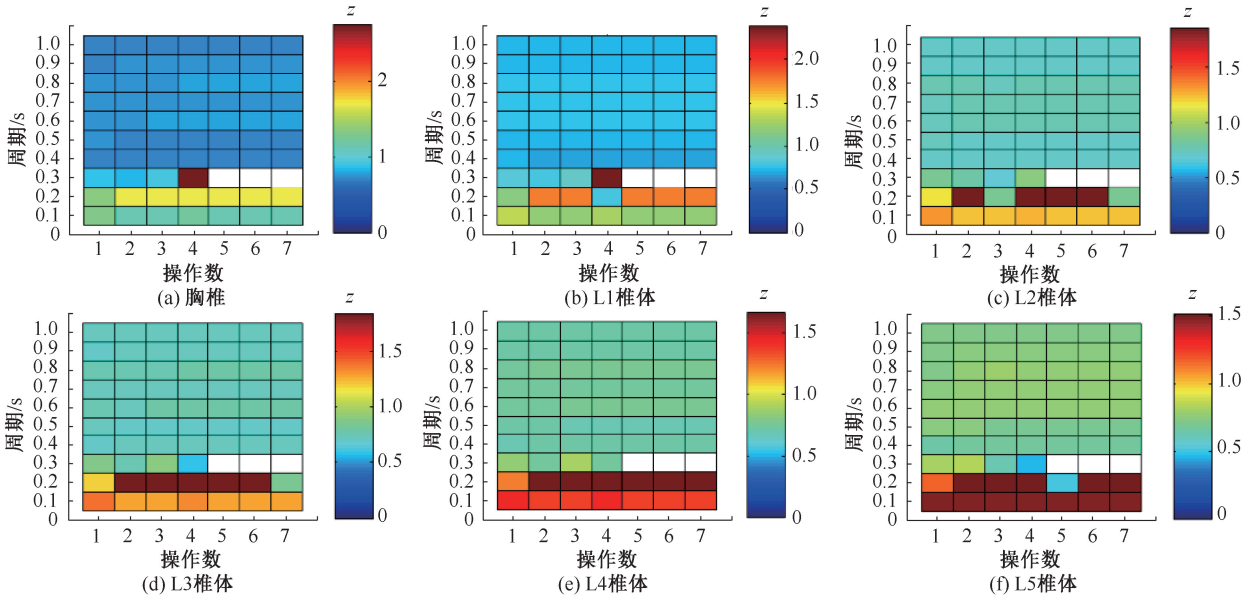


图 6 不同周期、不同操作数下 z 值

Fig.6 Value of z under different periods and different operands (a)Thoracic spine, (b)L1 segment, (c)L2 segment, (d)L3 segment, (e)L4 segment, (f) L5 segment

3 讨论与结论

腰椎推拿斜扳法在进行腰椎疾病的治疗时要操作得当,推拿作用力过大容易造成腰椎损伤,过小则达不到治疗效果。通过比较各节段最大相对位移可知,当模型的输入力为实测推拿医生推拿归一化后的作用力时,两种激励腰椎推拿斜扳法作用时腰椎各节段的最大相对位移几乎相等,表示两种激励腰椎推拿斜扳法在进行治疗时的效果几乎一

致;通过比较腰椎各节段最大加速度可知,振荡激励推拿手法作用时腰椎各节段最大加速度明显小于脉冲激励推拿手法作用时腰椎各节段最大加速度。由牛顿第 2 定律可知,腰椎各节段在质量不变时,加速度越大,所受的力越大,即腰椎各节段在振荡激励腰椎推拿手法作用时所受的力更小,可以尽可能避免因为推拿治疗而导致髓核及纤维环压力变大或腰椎形态结构发生改变^[17-19]。因此,振荡激励腰椎推拿斜扳法更加安全。

推拿医生往往是根据以往的经验进行推拿治疗,从理论上对腰椎推拿手法进行优化的报道较少。本文认为,医生推拿时,腰椎各节段的最大相对位移越大越好,最大加速度越小越好,即 z 越小越好,以期寻找最佳的频率 f 和操作数 n 。当 $T \leq 0.2$ s时,即 $f \geq 5$ Hz时, z 较大,则表示推拿效果整体表现不好;当 $T = 0.4 \sim 1$ s时,即 $f = 1 \sim 2.5$ Hz时, z 较小,推拿效果整体表现优良,并且操作数对推拿治疗的效果基本没有影响。对于L1腰椎,当 $T = 0.4$ s,即 $f = 2.5$ Hz、 $n \geq 2$ 时,L1腰椎的 z 最小,表现最优;对于L2腰椎,当 $T = 0.3$ s,即 $f = 3.3$ Hz、 $n = 3$ 时,L2腰椎的 z 最小,表现最优;对于L3腰椎,当 $T = 0.3$ s,即频率为3.3 Hz、 $n = 4$ 时,L3腰椎的 z 最小,表现最优;对于L4腰椎,当 $T = 0.5$ s,即 $f = 2$ Hz、 $n \geq 3$ 时,L4腰椎的 z 最小,表现最优;对于L5腰椎,当 $T = 0.3$ s,即 $f = 3.3$ Hz、 $n = 4$ 时,L5腰椎的 z 最小,表现最优。

推拿医生在对病人进行推拿治疗时,推拿频率不宜超过5 Hz($T \leq 0.2$ s);只考虑推拿的有效性时,医生推拿时 $f = 3.33$ Hz、 $n \geq 5$,腰椎各节段的最大相对位移最大,治疗效果最好;当 $f \leq 2.5$ Hz时,治疗效果与安全性表现良好,推拿操作数对推拿的整体表现几乎没有影响,医生推拿时作用力持续1个周期即可。本文为医生提供了一个比较合理的振荡激励腰椎推拿斜扳法操作参数的范围作为参考。医生可以根据推荐的频率和操作数取值范围进行反复操作训练,实现在此范围内操作;也可基于以上推拿要素开发相关的离体手法训练平台,实时采集作用力信号,经计算机仿真后,同步显示腰椎各节段的响应,便于学员自主修正手法操作,提升学习效率,更有利于推拿手法的推广。由于腰椎结构比较复杂,本文建立的腰椎生物力学模型相对简单,模型参数比较固定,医生除了参考本文结论,还需要根据病人自身特点进行进一步分析,制定治疗方案。

参考文献:

[1] 王志鹏, 张晓刚, 赵文韬, 等. 有限元分析在腰椎手法治疗中的生物力学研究进展[J]. 医用生物力学, 2017, 32(3): 293-297.
WANG ZP, ZHANG XG, ZHAO WT, *et al.* Biomechanical research progress on finite element analysis in the treatment of spinal manipulation [J]. J Med Biomech,

2017, 32(3): 293-297.

- [2] 严雋陶. 推拿学[M]. 北京: 中国中医药出版社, 2003: 5-7.
- [3] 黄大智, 蔡萍, 戎宽, 等. 中医正骨手法治疗椎间盘突出症[J]. 中医正骨, 2019, 31(1): 41-46.
- [4] 周楠, 吕强, 方舟, 等. 推拿手法对腰间盘突出症腰椎结构三维位移的影响[J]. 医用生物力学, 2013, 28(3): 269-274.
ZHOU N, LÜ Q, FANG Z, *et al.* Finite element analysis of Tuina manipulation on three-dimensional displacement of lumbar intervertebral disc protrusion [J]. J Med Biomech, 2013, 28(3): 269-274.
- [5] 豆琳琳, 方舟, 周楠, 等. 中医斜扳疗法治疗腰椎间盘突出生物力学研究[J]. 医用生物力学, 2013, 28(3): 304-309.
DOU ML, FANG Z, ZHOU N, *et al.* Biomechanical study on oblique-pulling manipulation in traditional Chinese medicine for treating lumbar intervertebral disc protrusion [J]. J Med Biomech, 2013, 28(3): 304-309.
- [6] 李思斌, 王立新, 李正祥, 等. 改良斜扳法治疗急性腰扭伤的临床疗效评价[J]. 中国现代医生, 2014, 52(11): 95-97.
- [7] 吕立江, 陆森伟, 王晓东, 等. 杠杆定位手法对正常腰椎影响的生物力学实时测试[J]. 中华中医药学刊, 2015, 33(1): 15-18.
- [8] 周智毅, 张亚峰, 周悦, 等. 量化x线测量技术评估脊柱推拿手法对腰椎稳定性的影响[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2018, 26(1): 10-16.
- [9] 范志勇, 李黎, 田强, 等. 林氏腰椎提拉旋转斜扳手法力学特点分析[J]. 医用生物力学, 2018, 33(1): 70-75.
FAN ZY, LI L, TIAN Q, *et al.* Analysis on mechanical characteristics of Lin's lumbar vertebral manipulation by lifting-rotating and oblique-pulling [J]. J Med Biomech, 2018, 33(1): 70-75.
- [10] 贾文端, 于天源, 刘卉, 等. 后伸背法操作特征的运动学和动力学参数分析[J]. 中华中医药杂志, 2016, 31(8): 3426-3249.
- [11] 吕立江, 冯喆, 廖胜辉, 等. 杠杆定位手法对腰间盘影响的有限元分析[J]. 中华中医药学刊, 2014, 32(5): 971-973.
- [12] 陈忻, 于杰, 冯敏山, 等. 坐位旋转手法治疗退行性腰椎滑脱的椎间盘力学分析[J]. 中华中医药杂志, 2019, 34(4): 1395-1400.
- [13] KELLERA TS, COLLOCAB CJ, BELIVEAUC JY. Force-deformation response of the lumbar spine: A sagittal plane model of posteroanterior manipulation and mobilization [J]. Clin Biomech, 2002, 17(3): 185-196.
- [14] 张延海, 吕杰, 杨戈尔, 等. 基于仿真技术比较脉冲激励手法和振荡激励手法治疗腰椎疾患的有效性和安全性[J]. 中医正骨, 2020, 32(6): 1-6.
- [15] NATHAN M, KELLER TS. Measurement and analysis of the *in vivo* posteroanterior impulse response of the human

- thoracolumbar spine: A feasibility study [J]. *J Manip Physiol Ther*, 1994, 17(7): 431-441.
- [16] 薛定宇, 陈刚泉. 基于 Matlab/Simulink 的系统仿真技术与应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 2002.
- [17] KUAI SZ, GUAN XY, ZHOU WY, et al. Continuous lumbar spine rhythms during level walking, stair climbing and trunk flexion in people with and without lumbar disc herniation [J]. *Gait Posture*, 2018, 63: 296-301.
- [18] 吕立江, 陆森伟, 王晓东, 等. 杠杆定位手法对正常腰椎影响的生物力学实时测试[J]. *中华中医药学刊*, 2015, 33(1): 15-17.
- [19] 赵文韬, 向俊宜, 李具宝. 不同牵引力对腰椎间盘突出症生物力学效应的三维有限元分析[J]. *山西医药杂志*, 2018, 47(24): 2907-2909.

· 致读者 ·

关于论著文稿中中、英文摘要的书写要求

文摘是以提供文献内容梗概为目的,不加评价和解释,简明确切地记述文献重要内容的短文。摘要应具有自明性和独立性,并拥有与一次文献同等量的主要信息。即不阅读全文就能获得必要的信息。它的详简程度取决于文献的内容,通常中文文摘以不超过 400 字为宜。应以第 3 人称的语气书写。不要使用“本人”、“作者”、“我们”等作为陈述的主语。

摘要的内容应包括 4 个要素,即目的、方法、结果、结论。(1)目的:指研究的前提和缘起,即为什么要作此项研究,可以有简单的背景材料。(2)方法:指研究所用的原理、对象、观察和实验的具体方法等。(3)结果:指研究的结果、效果、数据等,着重反映创新性的、切实可行的成果,包括本组研究中的重要数据。(4)结论:指对结果进行综合分析,逻辑推理得出的判断。有的可指出实用价值和推广价值;如有特殊例外的发现或难以解决的问题,可以提出留待今后深入探讨。英文摘要的内容与中文摘要的内容要求大体一致。

英文摘要要求做到语法正确,用词准确,与中文摘要对应,方法、结果可略详于中文摘要。

本刊编辑部