

# 颈椎旋转(提)手法的在体力学测量\*

朱立国<sup>1</sup> 冯敏山<sup>1,3</sup> 毕方杉<sup>1</sup> 钟红刚<sup>2</sup> 于杰<sup>1</sup> 王尚全<sup>1</sup>

**摘要 目的:**研究颈椎旋转手法操作过程中力学参数的特征及其相互关系。**方法:**运用生物力学实测方法测量同一操作者对15例患者施行旋转手法过程中的力学参数(作用力、作用时间和加速度),再通过数学方法,计算出旋转手法扳动过程所产生的位移及冲量。**结果:**①颈椎旋转手法的力学参数平均值:预加载力 $15.15\pm 5.11\text{kg}$ ,最大作用力 $27.24\pm 8.81\text{kg}$ ,扳动力 $14.29\pm 5.15\text{kg}$ ,扳动时间 $114.33\pm 16.98\text{ms}$ ,最大加速度为 $-0.35\pm 0.11\text{g}$ ,扳动位移为 $9.34\pm 2.67\text{mm}$ ,扳动冲量为 $22.49\pm 7.11\text{Ns}$ ;②左手操作与右手操作的旋转手法力学参数相比较,除最大加速度、扳动时间和扳动冲量以外,余项 $P$ 值均 $>0.05$ ,差异无显著性意义;③预加载力和扳动力相比较,两者间差异无显著性意义( $P>0.05$ );④经Pearson相关分析,预加载力、最大作用力和扳动力呈显著的正相关性( $R>0.8, P<0.001$ )。**结论:**左右手施行旋转手法时作用力特征(包括预加载力、最大作用力、扳动力)是相近的;旋转手法从缓慢上牵开始到扳动操作结束整个过程具有一定的规律性;扳动力的大小取决于预加载力的大小。

**关键词** 颈椎旋转手法;在体;生物力学;参数

**中图分类号:**R244.1 ,R681.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-1242(2007)-08-0673-04

**Mechanical measurement during cervical rotational manipulation in vivo/ZHU Ligu, FENG Minshan, BI Fangshan, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2007,22(8):673—676**

**Abstract Objective:**To study the characteristics and the correlation of mechanical parameters during cervical rotational manipulation. **Method:** Biomechanical method was adopted to measure the mechanical parameters during cervical rotational manipulation that performed by the same therapist in 15 patients. The displacement and the thrust impulse that happened during cervical manipulation can be counted by mathematical calculation. **Result:**① The average value of parameters during cervical rotational manipulation were as follows: Preload force was  $15.15\pm 5.11\text{kg}$ ; Peak force was  $27.24\pm 8.81\text{kg}$ ; Thrust force was  $14.29\pm 5.15\text{kg}$ ; Thrust duration was  $114.33\pm 16.98\text{ms}$ ; Peak acceleration was  $-0.35\pm 0.11\text{g}$ ; Thrust displacement was  $9.34\pm 2.67\text{mm}$ ; Thrust impulse was  $22.49\pm 7.11\text{Ns}$ ; ② Except the peak acceleration, thrust duration and thrust impulse, the mechanical parameters of rotational manipulation were no difference between the performance of the left hand and the right ( $P>0.05$ ); ③The preload force of rotational manipulation was similar to the thrust force ( $P>0.05$ ). ④The preload force, peak force and thrust force were of prominent positive correlation by Pearson correlation analysis( $R>0.8, P<0.001$ ). **Conclusion:** The characteristics of force during manipulation (include preload, peak force and thrust force) were paralleled between left side operation and right. The process of cervical rotational manipulation should obey some rules, such as from slow traction to rapidly thrusting, and the thrust force was depended on preload force.

**Author's address** Wangjing Hospital of Chinese Academy of Traditional Chinese Medicine, Beijing, 100102

**Key words** cervical rotational manipulation; in vivo; biomechanics; parameters

旋转手法是中医治疗神经根型颈椎病的重要手段。旋转手法治疗颈椎病的疗效,与手法施力的大小、方向角度及时间等因素密切相关<sup>[1]</sup>。旋转手法作为一种需要感觉-运动高度协调的技术性操作,在实践中具有一定风险性。旋转手法种类多样、操作缺乏规范化、操作具有风险等问题是影响旋转手法治疗颈椎病临床应用和推广的主要因素。本实验所采用的旋转手法操作方法<sup>[2]</sup>,来自于孙氏旋转手法的继承和创新,其最大特点在于将核心操作分解为患者旋转定位和术者提扳复位。经过临床长期实践,具有临床效果好、易于操作等优点,为突出其操作特点,命名为旋提手法。为探讨该手法操作中的力学特点,使

旋转手法临床操作规范化,本研究采用实测的生物力学研究方法对旋转手法操作过程进行力学分析。

## 1 资料与方法

### 1.1 实验对象

\* 基金项目:国家自然科学基金资助项目(30572400)

1 中国中医科学院望京医院脊柱二科,北京,100102

2 中国中医科学院骨伤科研究所生物力学实验室

3 通讯作者:冯敏山(中国中医科学院望京医院脊柱二科,北京,100102)

作者简介:朱立国,男,主任医师

收稿日期:2007-02-06

15例神经根型颈椎病患者,其中女性11例,男性4例,年龄在35—65岁。参与实验的患者均签署知情同意后,进行实验测量。

**1.2 旋转手法操作**

以右侧旋提手法为例。①患者端坐位,颈部自然放松,医者采用按法、揉法、滚法等手法放松颈部软组织5—10min;②让患者的头部水平旋转至极限角度,最大屈曲,达到固定感;③医者以肘部托患者下颌,轻轻向上牵引3—5秒;④嘱其放松肌肉,肘部用短力快速向提拉,操作成功可以听到一声或多声弹响;⑤应用提、拿等手法再次将颈肩部肌肉放松。

**1.3 主要实验设备**

**1.3.1 加速度传感器:**型号 adxl202,自带放大器具有数字信号输出的双轴加速度传感器<sup>[3]</sup>。量程为±2g,噪声为0.425%。

**1.3.2 三维加速度测量仪:**中国中医科学院骨伤科研究所生物力学室研制。由6个 adxl202 加速度传感器两两相对地安装在固定盒内的三个夹角组成。

**1.3.3 压力传感器、放大线路、通用数据采集卡和数据采集及分析软件:**中国中医科学院骨伤科研究所生物力学室研制;压力传感器大小为52mm×52mm×7mm,由8个电阻应变片贴在弹性元件,构成惠斯顿电桥。量程为80kg,噪声为0.6%,带温度补偿。

**1.4 实验方法**

**1.4.1 建立旋转手法操作测试系统:**由三维加速度测量仪和2个压力传感器组成。使用前将压力传感器安装在自制套袖上,然后与放大线路、A/D转换器、计算机等连接。

**1.4.2 固定旋转手法操作测试系统:**将装有传感器的自制套袖包绕固定在术者前臂。2个压力传感器沿前臂纵轴前后排列固定在前臂内侧近肘关节处,即作用力点。三维加速度测量仪固定在前臂背侧,与作用力点相对应。

**1.4.3 每次测量前,**先让戴着测试器的操作者前臂旋后掌心向上,固定数秒,此时进行零点测试,结束后让操作者实行旋转手法操作,左右各1次,同时进行数据采集。本实验中旋转手法操作均由同一人完成。

**1.5 指标分析方法**

**1.5.1 颈椎旋转手法力学测试曲线图的分析:**本实验压力曲线图的分析以 Triano<sup>[4]</sup>定义的方法为基础。对于个别指标稍作修改,具体分析方法详见图1—2。

图1中曲线表示颈椎旋转手法操作过程的作用力变化:呈双峰波形,前一波形长而缓,表示颈椎旋

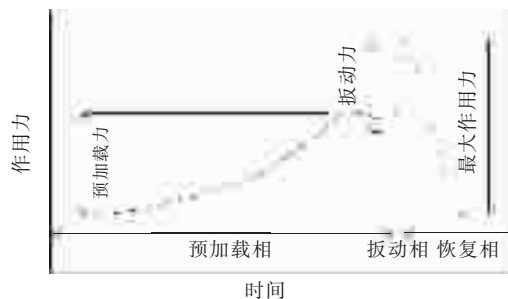


图1 颈椎旋转手法操作过程中作用力曲线图

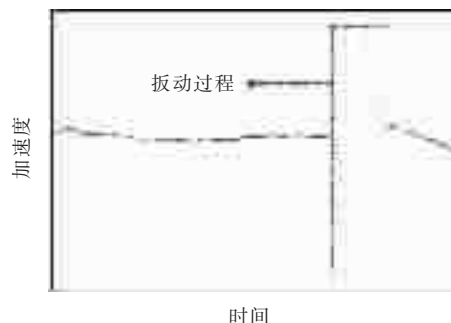


图2 颈椎旋转手法操作过程中加速度曲线图

转手法扳动前术者手臂带动患者头颈部上牵的过程,其最大值定义为预加载力;紧接着的下一波形短而陡,表示术者高速扳动颈椎的过程,该波峰的顶点定义为最大作用力;预加载力与最大作用力之间有一小波谷,乃术者发力扳动前缓冲所致,故最大作用力与该谷底数值的差值乃旋转手法扳动操作的真实作用力,定义为扳动力。另外,扳动力曲线的整个时程就是扳动时间。

图2中曲线表示颈椎旋转手法操作过程中上下方向加速度的变化曲线:定位时预加载力产生的加速度曲线平缓而不明显,当发力开始后,加速度曲线变得短而陡急,先出现一负向波峰,接着形成一正向波峰,然后恢复平缓。由于设定重力方向为正向,故负向波正是操作者向上发力时产生的加速度,该波峰的数值就是所测量的最大加速度数值。

**1.5.2 位移及冲量的分析:**由于旋转手法测量仪可以对手法过程中作用力和加速度的变化进行实时测量,而且信号采集的时间间隔为7ms。所以只要明确起始点,然后将实验所测数据代入以下两个公式,即可算出手法操作的位移及手法扳动时产生的冲量。以下具体计算方法已输入分析软件中。

$$S(\text{轴向位移}) = \sum_{i=1}^n \frac{1}{2} a_i(\text{轴向加速度}) \Delta t^2$$

$$S(\text{扳动位移}) = \sqrt{S_x^2 + S_y^2 + S_z^2}$$

$$I(\text{冲量}) = \sum_{i=1}^n F_i(\text{作用力}) \Delta t$$

$$\Delta t = 7\text{ms}$$

### 1.6 统计学分析

所有实验数据均采用 SPSS13.0 软件包进行描述性统计分析、配对 *t* 检验及 Pearson 相关分析。

## 2 结果

### 2.1 左、右手操作的旋转手法力学参数比较

采用配对 *t* 检验比较左侧旋转手法与右侧旋转手法的力学参数。经统计学分析,最大加速度  $t=2.931, P<0.05$ , 差异有显著性意义; 操作时间  $t=3.350, P<0.01$ , 差异有非常显著性意义; 扳动冲量  $t=3.006, P<0.01$ , 差异有非常显著性意义; 其他指标 *P* 值均  $>0.05$ , 见表 1。

### 2.2 预加载力和扳动力的比较

采用配对 *t* 检验, 经统计学分析,  $t=1.523, P>0.05$ , 差异无显著性意义。

### 2.3 颈椎旋转手法发力过程力学参数相关性分析

对颈椎旋转手法操作过程中的力学参数进行 Pearson 相关分析, 详见表 2。经统计学分析, 预加载力、最大作用力和扳动力这三个参数相互间 *R* 值均  $>0.8, P<0.001$ , 表示此三个参数相互间存在着显著的正相关性。扳动位移与扳动时间之间的 *R* 值 =  $0.367, P=0.046-0.05$ , 目前还不能认为两者间有明显的相关性。

表 1 左手操作与右手操作的旋转手法力学参数比较 ( $\bar{x}\pm s$ )

力学参数	左侧手法	右侧手法	总平均值
预加载力(kg)	15.10±5.54	15.21±4.83	15.15±5.11
最大作用力(kg)	26.19±9.66	28.30±8.07	27.24±8.81
扳动力(kg)	13.74±5.42	14.84±4.99	14.29±5.15
扳动时间(ms)	105.93±11.79 <sup>②</sup>	122.33±18.24	114.13±17.24
最大加速度(g*)	-0.39±0.11 <sup>①</sup>	-0.31±0.10	-0.35±0.11
扳动位移(mm)	8.86±2.90	9.81±2.43	9.34±2.67
扳动冲量(Ns)	19.79±6.77 <sup>②</sup>	25.19±6.58	22.49±7.11

与右侧手法比较: ① $P<0.05$ , ② $P<0.01$ ; \* $g=9.8m/s^2$

表 2 颈椎旋转手法操作过程力学参数的 Pearson 相关分析

(*R* 值)

	预加载	最大作用力	扳动力	加速度	扳动时间	扳动位移	扳动冲量
预加载	1.000	0.930 <sup>①</sup>	0.818 <sup>①</sup>	0.106	-0.138	-0.116	0.797 <sup>①</sup>
最大作用力	0.930 <sup>①</sup>	1.000	0.962 <sup>①</sup>	0.174	-0.083	-0.046	0.847 <sup>①</sup>
扳动力	0.818 <sup>①</sup>	0.962 <sup>①</sup>	1.000	0.239	-0.048	-0.006	0.788 <sup>①</sup>
加速度	0.106	0.174	0.239	1.000	0.311	-0.225	0.365 <sup>②</sup>
扳动时间	-0.138	-0.083	-0.048	0.311	1.000	0.367 <sup>②</sup>	0.362 <sup>②</sup>
扳动位移	-0.116	-0.046	-0.006	-0.225	0.367 <sup>②</sup>	1.000	-0.048
扳动冲量	0.797 <sup>①</sup>	0.847 <sup>①</sup>	0.788 <sup>①</sup>	0.365 <sup>②</sup>	0.362 <sup>②</sup>	-0.048	1.000

① $P<0.001$ , ② $P<0.05$

## 3 讨论

旋转手法操作的力学特征主要由力、方向、位移、时间、速度等方面决定。旋转手法的量化研究主要围绕这些方面进行。其中轻巧短促的扳动特点一直是旋转手法操作的关键步骤, 也是手法研究的难点及核心。由于受到实验方法的限制, 很难同时测量旋转手法操作过程中所有的力学参数。以往的文献中, 采用接触式压力传感器测量手法的研究方法只能测量力、力矩以及时间<sup>[5-10]</sup>, 而运用位移传感器或摄影技术的研究方法则着重于测量位移、角度、时间以及速度<sup>[11-13]</sup>, 也有利用数学模型进行手法量化研究<sup>[14-15]</sup>, 但可信度较以上两种方法要差。为获得较全面的力学数据, 本实验采用加速度传感器和压力传感器组成测量装置进行在体实测, 不但能测量临床旋转手法操作过程中操作者的作用力、作用时间及加速度, 并可通过数学计算获取位移、冲量等力学参数。

实验结果显示, 左右手操作的旋转手法力学参数, 除了最大加速度、扳动时间和扳动冲量外, 余项没有区别。可以认为, 左右手的作用力操作特点基本相近。对于左右手操作中加速度、扳动时间和扳动冲量的差异, 可能与样本量偏少、术者左右手操作习惯

以及患者左右两侧肌肉韧带紧张程度不同等有关; 另外, 本实验中由于仪器采集信号的最少间隔是 7ms, 增大了测量扳动时间的系统误差。有待进一步改进。

预加载力、最大作用力与扳动力相互间存在着显著的正相关性。而且预加载力与扳动力相比较, 两者是相似的, 可以认为旋转手法从缓慢上牵开始到扳动操作结束整个过程具有一定的规律性, 即预加载力越大, 扳动力越大。扳动力的大小取决于预加载力的大小。虽然患者间存在个体差异, 但同一操作者对不同患者的手法操作都显示出同样的分析结果。这种正相关性可能就是该操作的要点。从实际操作分析, 所采用的颈椎旋转手法与以往的旋转手法相比较, 最大特点在于让患者自行定位后, 缓慢上牵后才完成高速低幅的扳动操作。操作者可能通过缓慢上牵的“试探”过程, 经过高度感觉-运动功能的相互反馈、协调, 最终找到关节绞锁的位置、了解并调整扳动患者所需力度和幅度。另外, 从所测量的旋转手法力学参数值可以发现, 最大加速度为  $-0.35\pm 0.11g$ , 扳动位移仅为  $9.34\pm 2.67mm$ 。正确的旋转手法扳动要达到一定的速度而幅度很小, 基本上短促的抖动即已完成操作, 在临床中切忌为了获得明显的关节



弹响而大幅度扳动,可能会引起局部颈椎软组织的损伤。对于初学者来说,掌握这些要点非常重要。

手法的在体实时测量对于临床及基础研究都具有重要意义。正如 Triano<sup>[16]</sup>所述:量化旋转手法的意义在于可以区分不同的旋转手法操作,有利于对临床结果进行评价,有助于学生的模仿训练;Triano 还指出:未来应该将由脊柱推拿的生物力学参数构成的手法操作程序应用于手法治疗效用的定量研究。本实验目的是探讨同一操作者施行该手法时的力学特征,为基础研究及推广应用提供理论依据。至于不同操作者间的比较及初学者的力学特征分析,以及不同患者、不同个体特征对手法操作的影响,仍有待进一步深入研究。

### 参考文献

- [1] 姜宏,施祀.手法治疗颈椎病机理研究进展[J].中国中医骨伤科,1994,2(1):49.
- [2] 朱立国,张清,高景华,等.旋转手法治疗神经根型颈椎病的临床观察[J].中国骨伤,2005,18(8):489.
- [3] 屈翠香,李刚.具有数字信号输出的双轴加速度传感器 ADXL202 [J].国外电子元器件,1999,8:8.
- [4] Triano JJ, Carolyn M. Rogers, Sarah Combs, et al. Quantitative feedback versus standard training for cervical and thoracic manipulation[J]. J Manipulative Physiol Ther, 2003, 26(3):131.
- [5] Kawchuk GN, Herzog W. Biomechanical characterization (fingerprinting) of five novel method of cervical spine manipulation [J]. J Manipulative Physiol Ther, 1993, 16(9):573.
- [6] Kawchuk GN, Herzog W, Hasler EM, et al. Forces generated during spinal manipulative therapy of the cervical spine. A pilot study[J]. J Manipulative Physiol Ther, 1992, 15(5):275.
- [7] Herzog W, Conway PJ, Kawchuk GN, et al. Forces exerted during spinal manipulative therapy[J]. Spine, 1993, 18(9):1206.
- [8] 李义凯,徐海涛,王国林,等.颈椎定点旋转手法所致咔哒声响与最大推扳力的量效关系研究[J].中国康复医学杂志,2004,19(9):644.
- [9] Justin Marcotte, Martin C. Normand, Pierre Black. Measurement of the pressure applied during motion palpation and reliability for cervical spine rotation [J]. J Manipulative Physiol Ther, 2005, 28(8):592.
- [10] Van Zoest GG, Gosselin, G. Three-Dimensionality of direct contact forces in chiropractic spinal manipulative therapy [J]. J Manipulative Physiol Ther, 2003, 26(9):549.
- [11] Klein P, Broers C, Feipel V, et al. Global 3d head-trunk kinematics during cervical spine manipulation at different levels[J]. Clinical Biomechanics, 2003, 18:827.
- [12] Triano JJ, Schultz AB. Motions of the head and thorax during neck manipulations [J]. J Manipulative Physiol Ther, 1994, 17:573.
- [13] Jim MW. Ngan, Daniel HK Chow, Andrew D. Holmes. The kinematics and intra- and inter-therapist consistencies of lower cervical rotational manipulation [J]. Medical Engineering & Physics, 2005, 27:395.
- [14] Triano JJ, Schultz AB. Cervical spine manipulation: Applied loads, motions and myoelectric responses [C]. Proceedings of the 14th Annual Meeting of the American Society of Biomechanics, Miami, Florida, 1990. 187—188.
- [15] Triano JJ. Biomechanical analysis of motions and loads during spinal manipulation [M]. Ann Arbor: University of Michigan, 1998.
- [16] Triano JJ. Biomechanics of spinal manipulative therapy [J]. The Spinal Journal, 2001, 1(2):121.

## 小儿脑性瘫痪及小儿神经系统疾病诊断治疗进展学习班

北京天坛医院和北京宝蓝贝贝儿童早期发展中心将于2007年10月22日至10月26日在北京联合主办国家级继续教育项目:《小儿脑性瘫痪及小儿神经系统疾病诊断治疗进展学习班》,内容:小儿脑瘫的康复评定、脑瘫的早期诊断及早期干预治疗、A型肉毒毒素局部注射治疗痉挛型脑瘫、小儿神经系统疾病的影像学检查、小儿癫痫、儿童孤独症、临床医学科研课题设计、早产儿高危儿管理、丹佛发育筛查(DDST)、0-6岁儿-心量表的临床应用、儿童注意力缺陷多动障碍的诊断治疗。共30学时,授予10学分。学费700元,资料费150元(含3张光盘)。食宿统一安排,费用自理。有意参加者请于10月15日前将回执寄回,或电话通知我们。

**报名地址:**北京市崇文区天坛西里六号,北京天坛医院儿科,联系人:杨伟力,邓欣;邮编:100050。

**报名咨询电话:**(010)-67096615,67096619,13391816209(邓亚仙)。

**E-mail:**ywlbjtyy591018@yahoo.com.cn; dengyx1314@sohu.com