

生物力学在中医骨伤手法治疗颈椎病中的应用

邓 真¹, 牛文鑫², 王辉昊¹, 詹红生¹

(1. 上海中医药大学附属曙光医院 石氏伤科医学中心, 上海市中医药研究院骨伤科研究所, 上海 201203;

2. 同济大学附属上海市养志康复医院, 上海 201619)

摘要: 中医骨伤科手法治疗颈椎病临床优势突出,手法的生物力学研究具有重要的临床和理论意义。回顾近年来中医骨伤科手法治疗颈椎病的生物力学机制研究,从手法的力学测量、不同颈椎手法术式(理筋手法、正骨手法)、手法对颈椎组织(椎体、椎间盘、肌肉、血管)影响等方面的生物力学问题进行探讨,为临床中医骨伤手法更好治疗颈椎病提供生物力学理论依据及指导。

关键词: 中医;骨伤科手法;颈椎;生物力学

中图分类号: R 318.01 **文献标志码:** A

DOI: 10.3871/j.1004-7220.2015.06.569

Biomechanics applied in traditional Chinese traumatology manipulation for treating cervical spine diseases

DENG Zhen¹, NIU Wen-xin², WANG Hui-hao¹, ZHAN Hong-sheng¹ (1. *Shi's Center of Orthopedics and Traumatology, Shuguang Hospital Affiliated to Shanghai University of TCM, Institute of Traumatology & Orthopedics, Shanghai Academy of TCM, Shanghai 201203, China;* 2. *Shanghai Yangzhi Rehabilitation Hospital, Tongji University School of Medicine, Shanghai 201619, China*)

Abstract: Traditional Chinese traumatology manipulation (TCTM) has some prominent advantage for treating cervical spine diseases in clinic, thus the biomechanical research on TCTM could possess important clinical and theoretical significance. The studies on biomechanical mechanism of TCTM for treating cervical spine diseases in recent years were reviewed from various aspects, and biomechanical issues such as the force measurement of TCTM, the different operation types of TCTM (i. e. tendon-soothing maneuver, bone setting manipulation), the TCTM effect on cervical tissues (i. e. vertebral body, intervertebral discs, muscles, blood vessels) were also investigated, trying to provide some biomechanics theoretical evidence and guidance for treating cervical spine diseases with TCTM in clinic.

Key words: Traditional Chinese medicine; Traumatology manipulation; Cervical spine; Biomechanics

生物力学是一门研究生命体运动和变形的学科,通过生物学与力学原理方法的有机结合,认识生命过程中的规律,解决生命与健康领域的科学问题。

近年来,生物力学与中医学结合紧密,在中医临床学科中的应用愈发频繁和广阔,如骨伤科生物力学、针刺力学、推拿按摩力学、中医功法力学等,生物力学

收稿日期:2015-05-19; 修回日期:2015-06-12

基金项目:“中医骨伤科学”国家重点学科(100508),上海市中医药领军人才建设项目(2012-63-15),上海领军人才项目(041),“海派中医流派传承研究基地”(ZYSNXD-CC-HPGC-JD-001, ZY3-CCCX-1-1003),国家自然科学基金项目(81473702),上海市中医药事业发展三年行动计划项目(ZYSNXD-CC-ZDYJ047)。

通信作者:詹红生,主任医师,教授,博士研究生导师, E-mail: zhanhongsheng2010@163.com。

在这些领域的运用均取得了令人满意的成果。

颈椎病是临床常见疾病,中医骨伤科治疗颈椎病的特色在于以手法为主,结合小针刀、牵引等技术方法进行防治。目前,国内外权威学术机构均认同手法防治颈椎病是一种常见的有效方法,但当前手法治疗颈椎病呈现出临床成果丰硕而基础研究滞后的局面。因此,针对手法开展生物力学机制研究,有助于深化手法治疗颈椎病的理论知识,明确治疗的靶点,从而进一步提高治疗技术的有效性和安全性。

中医骨伤科治疗颈椎病的核心技术在“力”的运用。中医骨伤科手法基于对脊柱“筋出槽骨错缝”核心病机的认识^[1],可以归纳为正骨手法和理筋手法,其中正骨手法是指整复类的手法(旋扳法、拔伸手法等),这与西方正脊医学所运用的高速低幅手法(high-velocity low-amplitude manipulations, HVLA)几乎一致;理筋手法是指对脊柱周围软组织的松解手法(揉法、推法、按法、拿法等)。

一般认为,颈椎的力学平衡主要由内源性和外源性稳定两部分组成,内源性稳定(即静力平衡)包括椎体、椎间盘和韧带,外源性稳定(即动力平衡)主要为颈项部肌肉群。这两种稳定的一项或两项失稳就会导致颈椎病。戴力扬^[2]认为,颈椎病的发病是以动力失衡为主、以静力失衡为先,该理论的提出为手法生物力学研究提供了科学的理论依据。

1 手法的力学测量

力学效应是手法行为的本质,国内外均有针对手法进行生物力学测量的研究。这些测量揭示了在进行手法时不同操作者、不同术式运用力的大小、持续时间以及波动范围等定量数据,为手法的学习、运用提供一定的客观参考依据。

Wood和Adams^[3]被认为是国外最早针对正骨手法进行力学测量的学者,他们通过对HVLA进行虚拟处理,测量施术者做手法时作用力的大小,但因该实验未在人体上进行,其实验结果受到一定质疑。国内,周旭飞等^[4]较早使用测力器联合动态应变仪,对北京、上海等地手法名医进行手法力和形态测量,为疾病最佳疗效手法的研究提供了实验手段。陈守吉等^[5]认为,手法的作用由手法产生的刺激性、局部组织的生物学特性以及人体生理病理特征这三个因素构成,正确的手法及动力学是产生恰当

刺激性的保证。潘良春等^[6]通过力学测量分析正骨手法,将不同手法力学的差异进行量化比较。

Hessel等^[7]通过在施术者手下放置压力传感器直接测量手法的力学数据。随后,多位学者^[8-9]进行了一系列类似的研究,这类研究均得到了手法的力-时间曲线,通过数据分析认为在进行正骨手法治疗时,力量大小根据治疗区域不同而异,颈部治疗的作用力(约100 N)要明显小于胸、腰部(400 N),不同性别、熟练度的治疗师在针对同一部位进行治疗时使用的力的平均值相同,为临床正骨手法的运用提供了依据。

徐海涛等^[10]在类似的研究中采用压力传感器的方法,通过压力检测系统,分析手法的力、力矩、时间及力-时间曲线,测量发现左、右肩部的扳力分别为(12.552 ± 1.715)、(12.748 ± 1.645) kg,为手法运用提供了定量的力学参数。Marcotte等^[11]发现,推、扳力的波动范围为4.0~41.0 N,并证实手法的动态标准化可以保证疗效的可靠性。

2 不同手法的生物力学研究

2.1 颈椎理筋手法

颈椎理筋手法主要是在颈项部实施推、拿、捏、揉和擦等手法,目的是对颈项部周围的软组织进行松解,达到解除肌肉痉挛的作用,从而缓解由于颈部肌肉痉挛而导致的颈椎病症状。

Knapik等^[12]实验发现,颈部肌肉在60°/s角速度下,颈部肌肉的运动主要由慢纤维完成;而在150°/s角速度下,颈部肌肉的运动以快纤维为主。Herzog等^[13]在治疗区域肌肉表面进行肌电图测量,发现治疗前肌电图有200~400 ms的活跃度,而治疗之后肌电图活跃度消失。竺融^[14]认为,理筋手法是一个将机械能转换成热能的过程,通过加速局部血液循环,促进局部的炎症吸收,缓解肌肉痉挛,从而加快损害组织的修复过程,以达到治疗目的。罗凇^[15]通过CT扫描健康志愿者,建立双侧胸锁乳突肌模型并进行推拿模拟,发现头部处于后伸位置时,胸锁乳突肌的应力分布主要集中在肌肉的中部;头部旋转向一侧时,应力分布主要集中在肌腹远端。徐军等^[16]通过一套生物动力学实验装置观察、分析擦法提高细胞钙离子(Ca²⁺)的原因,认为擦法样刺激可使损伤细胞中Ca²⁺超载得以改善,降低细胞内Ca²⁺浓度。

2.2 颈椎正骨手法

2.2.1 旋转扳法 旋转扳法是中医骨伤科治疗颈椎病最具特色的一种治疗方法,依据流派不同,具体旋转扳法的操作各不相同,但主要分为两个步骤:

① 通过旋转使颈椎达到生理活动最大限;② 进行扳法,一般以颈椎的“咔嚓”声作为成功施术的标志。

孙树旺等^[17]认为,旋转扳法主要通过缓解肌肉痉挛、改善小关节错位、松解组织粘连和滑膜嵌顿、改善颈椎间受力等方面治疗颈椎病。李义凯等^[18]通过压力传感器检测旋转手法过程中施术者拇指顶推患者颈椎棘突的最大力。朱立国等^[19]认为,临床中应根据患者体型调整旋提手法的发力,并通过仪器测量出不同体重指数等级的旋提手法作用力参数参考值;在对神经根型颈椎病患者进行活体手法测量时发现,左右手在实施手法时的预加载力、最大作用力、扳动力都相近,旋转手法在实施的整个过程具有一定的规律性^[20]。冯敏山等^[21]运用动态捕捉系统获取了旋提手法的运动轨迹,并将其制作为动画,为旋提手法的推广提供了视觉材料。张明才等^[22]创建 C4~6 节段颈椎有限元模型,并模拟 C5“筋出槽骨错缝”治疗手法,结果发现在模拟治疗手法矫正后,原本 C5 对相邻节段椎间盘和关节突关节(C4/5、C5/6)存在的应力集中现象消失,故认为颈椎“骨错缝”可引起相应关节突关节及椎间盘的应力异常,而通过手法矫正后,能有效改善异常应力分布。

2.2.2 拔伸手法 颈部拔伸手法是在颈椎没有旋转的状态下,通过瞬间的拔伸力调整紊乱关节的结构,通常分为坐位和仰卧位。拔伸手法与颈椎牵引治疗的共同点在于重建颈椎的生物力学平衡。

王玉龙等^[23]认为,拔伸手法可使颈椎间隙扩大,降低椎间盘内压力从而减轻椎间盘突出或膨出,拔伸时可以调整颈椎的关节力线,重新建立椎体和椎管内容物之间的关系,从而使颈椎在静力平衡和动力平衡之间得到调整。李义凯等^[24]在定点引申手法作用下对 6 例新鲜尸体的颈椎髓核内压力变化进行观察,结果显示引申手法可使髓核内压力明显降低,并保持一定时间。邬黎平等^[25]对颈椎进行 CT 扫描后建立 C3~6 节段颈椎有限元模型,结果发现颈椎向右旋转 40°后,右侧 C3/4 关节突关节应力

最大,而在模拟拔伸过程中,应力集中的区域呈现由大变小再变大的现象。

3 颈椎手法对组织的生物力学影响

3.1 颈椎手法对椎体的影响

研究证实,颈椎手法可以调整钩椎关节的位置关系,降低椎体、椎间盘、小关节、韧带之间的移位和应力,改变椎间孔大小,恢复颈椎的生理曲度^[26]。

Hearn 等^[27]认为,颈椎手法在治疗颈部疼痛过程中,使同侧关节突关节打开和压缩,分开了钩椎关节,从而缓解了颈椎疼痛时的活动受限。万磊等^[28]通过计算机三维重建模拟颈椎旋转手法,结果发现颈椎旋转是一个复杂的耦合运动,通过稳定颈椎齿状突的生理旋转轴,使机体颈椎恢复正常的解剖位置,从而缓解颈椎病症状。Wuest 等^[29]发现,推拿导致的颈部横筋膜连接椎间孔关节处的耦合运动,对椎基底动脉供血发挥了至关重要的力学作用。

3.2 颈椎手法对椎间盘的影响

椎间盘在颈椎承载系统中起着重要作用。颈椎手法可以降低椎间盘的蠕变速率与应力松弛率,从而改变椎间盘应力分布和黏弹性,提高椎体稳定性。

姜宏等^[30]研究证实,椎间盘的蠕变速率和应力松弛率在颈椎手法前后分别下降 7%~13% 和 10%。张益珍等^[31]认为,颈椎手法通过肌肉将力传递至椎体和椎间盘上,增大了椎间隙,降低了椎间盘内压力,并使椎动脉发生代偿性血流动力学改变,改善脑供血和供养状态,从而缓解椎动脉型颈椎病患者头晕、恶心等临床症状。

3.3 颈椎手法对韧带的影响

颈椎手法可以改善颈椎韧带的应力环境,从而恢复韧带的预应力。谢利民等^[32]认为,颈椎手法可以对颈椎关节囊、椎间韧带、滑膜等深部组织起到梳理松解的作用。房敏等^[33]认为,颈椎手法可以改善颈椎韧带系统的异常应力环境,维持颈椎稳定。李义凯等^[34]认为,颈椎手法还可以松解交感神经根袖处的某些粘连,从而解除由此引起的椎动脉痉挛。

3.4 颈椎手法对肌肉的影响

颈部肌肉等软组织对维持颈椎的稳定性和活动能力有着重要作用,颈椎手法可以通过改善肌群收缩力量、做功效率和协调能力使颈部肌群的力学性能得到恢复,并且缓解颈部肌群疲劳^[35]。颈椎手法

可以解除滑膜嵌顿并提高肌肉痛点的疼痛阈值,起到镇痛的作用;提高颈部血管血流速度,改善微循环,促进代谢产物的清除。李俊海等^[36]认为,颈椎手法使处于高张力的肌肉得到缓解,让关节或关节周围的粘连得到松解,不但可以纠正关节错位,恢复关节正常运动,还能够解除骨刺或错位的椎体对椎动脉产生的压迫或刺激,达到消除症状的目的。

3.5 颈椎手法对颈部周围血管的影响

颈椎手法治疗能显著改善颈源性头晕的症状已有循证医学支持^[37],目前大部分生物力学研究对此假说多通过间接观察来论证,如手法治疗时血流速度的改变^[38]等。成钢等^[39]对90例椎动脉型颈椎病患者进行拔伸手法治疗,结果显示拔伸手法可以明显改善椎-基底动脉供血情况。师宁宁等^[40]认为,颈椎关节易发生错位、增生和横突孔狭窄,这些因素导致椎-基底动脉供血不足,而通过颈椎手法可以解除椎动脉的受压状态,恢复大脑的供血。

4 结论

颈椎病的年轻化与现代生活习惯息息相关,如长期低头看手机、长期电脑操作等,这类诱因主要使颈椎动力平衡遭到破坏而导致静力失衡。对于这类颈椎病,中医骨伤科手法治疗是首选。在合适的力量大小、一定的持续时间以及适当力的变化下,通过理筋类手法对颈部肌群进行松解,解除肌肉痉挛,调节颈部动力平衡;继而用相应的正骨手法来改善小关节错缝,松解深部组织粘连和滑膜嵌顿,释放椎间盘内源性压力,减轻周围血管、神经性刺激等。通过手法作用,调整人体颈椎椎体、椎间盘、韧带、关节囊与周围肌肉、血管、神经的动力平衡与静力平衡;当颈椎动、静力平衡均得到改善时,颈椎病症状就得以缓解或消失。目前,中医骨伤科手法治疗疾病尚且处于经验医学或实践医学阶段,而就临床而言,临床疗效的研究才是重点。因此,颈椎病的中医骨伤科治疗应大力发展生物力学方向的基础研究,才能更加科学地阐述骨伤科手法的作用机制,为临床治疗提供坚实的实验依据和理论基础。

参考文献:

- [1] 陈博,詹红生,石印玉,等. “骨错缝、筋出槽”病机学说及其动物模型的建立[J]. 上海中医药大学学报, 2010, 4(5): 68-72.
- [2] 戴力扬. 脊柱不稳[J]. 颈腰痛杂志, 1994, 15(4): 247-250.
- [3] Wood J, Adams AH. Forces used in selected chiropractic adjustments of the low back: A preliminary study [J]. Res Forum, 1984, 1: 16-23.
- [4] 周旭飞,程德明,王国才,等. 常用推拿手法力学参数的测定[J]. 山东大学学报:工学版, 1982, 5(1): 95-102.
- [5] 陈守吉,许世雄,史一蓬,等. 中医推拿摆动类手法的动力学研究(1)生物力学模型及方程[J]. 医用生物力学, 1996, 11(2): 112-116.
- [6] Chen SJ, Xu SX, Shi YP, et al. Dynamics analysis of traditional Chinese massage rolling manipulation [J]. J Med Biomech, 1996, 11(2): 112-116.
- [7] 潘良春,周太安,周奉皋,等. 中医正骨手法中的力学机制[J]. 海军医学杂志, 2009, 28(1): 694-696.
- [8] Hessel BW, Herzog W, Conway PJW, et al. Experimental measurement of the force exerted during spinal manipulation using the Thompson technique [J]. J Manipulative Physiol Ther, 1990, 13(8): 448-453.
- [9] Conway PJW, Herzog W, Zhang Y, et al. Forces required to cause cavitation during spinal manipulation of the thoracic spine [J]. Clin Biomech, 1993, 8(4): 210-214.
- [10] Triano J, Schultz AB. Loads transmitted during lumbosacral spinal manipulative therapy [J]. Spine, 1997, 22(17): 1955-1964.
- [11] 徐海涛,徐达传,李义凯,等. 腰椎斜扳手法所致“咔嚓”声时推扳力的研究[J]. 中国康复医学杂志, 2005, 23(3): 202-204.
- [12] Marcotte J, Normand MC, Black P. Measurement of the pressure applied during motion palpation and reliability for cervical spine rotation [J]. J Manipulative Physiol Ther, 2005, 28(8): 591-600.
- [13] Knapik JJ, Ramos MU. Isokinetic and isometric torque relationship in the human body [J]. Arch Phys Med Rehabil, 1980, 61(2): 64-67.
- [14] Herzog W, Conway PJW, Zhang Y, et al. Reflex responses associated with manipulative treatments on the thoracic spine [J]. J Manipulative physiol Ther, 1995, 18(4): 233-236.
- [15] 竺融,沈国权,张喜林,等. 推拿对颈型颈椎病患者颈部肌群力学的影响[J]. 上海中医药大学学报, 2011, 25(6): 55-57.
- [16] 罗凛. 模拟动伸推拿胸锁乳突肌的三维有限元分析[J]. 按摩与康复医学:上旬刊, 2011, 2(1): 41-42.
- [17] 徐军,李开宾,曲庆,等. 传统中医推拿滚法生物力学实验的研究方法及装置研制[J]. 中国组织工程研究, 2014, 18(42): 6789-6794.
- [18] 陈博,詹红生,石印玉,等. “骨错缝、筋出槽”病机学说及其

- [17] 孙树旺, 孙国栋. 旋转手法在颈椎病治疗中的生物力学应用分析[J]. 中医外治杂志, 2014, 23(6): 54-56.
- [18] 李义凯, 徐海涛, 王国林, 等. 颈椎定点旋提手法所致咔哒声响与最大扳动力的量效关系研究[J]. 中国康复医学杂志, 2004, 19(9): 644-646.
- [19] 朱立国, 冯敏山, 魏戎, 等. 个体因素对颈椎旋提手法操作影响的在体力学研究[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2011, 19(9): 14-17.
- [20] 朱立国, 冯敏山, 毕方杉, 等. 颈椎旋转(提)手法的活体力学测量[J]. 中国康复医学杂志, 2007, 22(8): 673-674.
- [21] 冯敏山, 朱立国, 魏戎, 等. 颈椎旋提手法操作轨迹的动态捕捉研究[J]. 中国临床康复医学杂志, 2011, 26(2): 176-177.
- [22] 张明才, 吕思哲, 程英武, 等. 基于有限元模型研究椎骨错缝对颈椎病患者关节应力的影响[J]. 中国骨伤, 2011, 24(2): 128-131.
- [23] 王玉龙, 吴向琼, 程薇萍, 等. 坐位颈部拔伸手法在治疗颈椎间盘突出症中的应用[J]. 中国康复医学杂志, 2003, 18(5): 283-285.
- [24] 李义凯. 定点引申手法对颈椎髓核内压力的影响[J]. 中国康复医学杂志, 1999, 14(1): 7-9.
- [25] 邬黎平, 陈曦, 樊继宏, 等. 颈椎拔伸旋转手法内在应力的实时监测[J]. 中国临床解剖学杂志, 2010, 28(5): 578-581.
- [26] 孙树椿, 易金根, 张军. 旋转手法治疗颈椎病的临床和实验研究[J]. 中国针灸, 1995, 24(S2): 58-60.
- [27] Hearn A, Rivett DA. Cervical SNAGs: A biomechanical analysis [J]. *Manual Ther*, 2002, 7(2): 71-79.
- [28] 万磊, 陈曦, 樊继宏, 等. 颈椎拔身旋转手法内在应力的实时监测[J]. 中国临床解剖学杂志, 2010, 28(5): 578-581.
- [29] Wuest S, Symons B. Preliminary report: Biomechanics of vertebral artery segments C1-C6 during cervical spinal manipulation [J]. *J Manipulative Physiol Ther*, 2010, 33(4): 273-278.
- [30] 姜宏. 牵引与推拿对颈椎生物力学影响的实验研究[D]. 上海: 上海中医药大学博士学位论文, 1996: 170-174.
- [31] 张益珍, 王晓红. 颈椎病康复的生物力学特性初步研究[J]. 中国医学物理杂志, 2004, 21(4): 246-247.
- [32] 谢利民, 张涛. 张氏手法治疗椎动脉型颈椎病疗效观察[J]. 中医正骨, 1999, 11(7): 4-11.
- [33] 房敏, 姜淑云, 严隽陶, 等. 颈伸肌群对颈椎间盘和小关节内压力变化的影响. 中国组织工程研究与康复[J]. 2008, 12(15): 2847-2849.
- [34] 李义凯, 钟世镇. 旋转手法对椎管内结构和容积影响的研究[J]. 中国中医骨伤科杂志, 1997, 5(6): 4-6.
- [35] 朱清广, 方敏, 沈国权, 等. 手法对颈椎病患者颈肌力学性能及疲劳程度影响研究[J]. 中国骨伤, 2012, 25(1): 18-21.
- [36] 李俊海, 孙树椿, 张军. 旋转手法对椎动脉型颈椎病临床症状改善的临床研究[J]. 中国中医药资讯, 2010, 2(13): 101-102.
- [37] Lystad RP, Bell G, Bonnevie-svendsen M, et al. Manual therapy with and without vestibular rehabilitation for cervicogenic dizziness: A systematic review [J]. *Chiropr Man Therap*, 2011, 19(1): 21.
- [38] 杜红根, 魏晖, 黄梅珍, 等. 手法治疗高流速型颈性眩晕的随机对照实验[J]. 中国骨伤, 2010, 23(3): 212-215.
- [39] 成钢, 王德瑜, 邵湘宁, 等. 拔伸手法力度对椎动脉型颈椎病-基底动脉供血的相关性临床研究[J]. 中国骨伤, 2004, 17(3): 138-141.
- [40] 师宁宁, 沈国权, 何水勇, 等. 脊柱推拿手法中的整体观念及其临床应用[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2015, 23(2): 67-69.