

## · 综 述 ·

基于“筋骨平衡”理论探讨旋转手法  
治疗颈椎病的生物力学机制研究进展罗鹏飞<sup>1</sup>, 李宁<sup>1</sup>, 谢兴文<sup>2</sup>, 李鼎鹏<sup>2</sup>, 徐世红<sup>3</sup>, 黄晋<sup>3</sup>, 姜朝阳<sup>1</sup>(1. 甘肃中医药大学, 甘肃 兰州 730000; 2. 西北民族大学附属医院, 甘肃 兰州 730030;  
3. 甘肃省中医院, 甘肃 兰州 730050)

**摘 要** “筋骨失衡”是颈椎病的核心病机, 与现代生物力学研究中的“动静力失衡”具有一致性, 两者的本质都是力学失衡。“筋骨失衡”也是手法治疗颈椎病的理论基石, 手法治疗的靶点是矫正“错缝脱位”关节, 调整椎骨与肌肉的异常应力分布, 重建颈椎“筋骨平衡”。旋转手法是治疗颈椎病最常用的手法, 但其安全性尚存在争议。随着生物力学研究手段的进步, 从旋转手法运动学和动力学参数以及手法力的作用效应 2 个角度进行研究, 可以量化颈椎“筋骨失衡”和旋转手法作用效应, 从而明确颈椎“筋骨失衡”和旋转手法作用效应的内在力学机制。本文从颈椎病的核心病机、颈椎病“筋骨失衡”的生物力学机制、旋转手法的生物力学机制研究内容 3 个方面, 对旋转手法治疗颈椎病的生物力学机制研究进展进行了综述, 以期今后旋转手法治疗颈椎病的量化研究提供参考。

**关键词** 颈椎病; 筋骨平衡; 筋骨失衡; 旋转手法; 生物力学; 综述

“筋骨平衡”理论为手法治疗颈椎病提供了理论基础, 并强调治疗颈椎病时应“调衡筋骨, 以筋为先”和“筋骨并重”。《医宗金鉴·正骨心法要旨》曰:“夫手法者, 谓以两手安置所伤之筋骨, 使仍复于旧也。”可见手法的作用点是筋和骨, 治疗作用是通过手法使发生“筋出槽, 骨错缝”的筋骨复归于平衡, 重建颈椎“筋骨平衡”。旋转手法通过受试者颈部的旋转与施术者瞬间扳动的力量, 在组织弹性界限内矫正失衡筋骨, 调整周围组织的应力环境, 治疗效果显著; 但其具体效应机制尚不明确, 且操作过程缺乏客观的安全性评价指标。因此, 利用生物力学研究对颈椎病“筋骨失衡”机制和旋转手法作用效应进行量化分析, 将有助于阐明旋转手法治疗颈椎病的作用机制, 规范操作技术, 规避治疗风险。本文从颈椎病的核心病机、颈椎病“筋骨失衡”的生物力学机制、旋转手法的生物力学机制研究内容 3 个方面对旋转手法治疗颈椎病的生物力学机制研究进展进行了综述。

### 1 颈椎病的核心病机——“筋骨失衡”

中医学认为经筋系统与骨骼系统共同组成了人体运动系统。筋与骨是一对有机的统一体, 筋为阳, 骨为阴; 筋主动, 骨主静; 筋束骨, 骨张筋<sup>[1]</sup>。《黄帝内经·素问·五脏生成》曰:“诸筋者, 皆属于节”“宗筋

主束骨而利机关也”;《杂病源流犀烛·筋骨皮毛发病源流》曰:“筋也者, 所以束节络骨, 衽肉绷皮, 为一身之关纽, 利全体之运动者也。”以上论述指出人体以骨骼为支架, 筋附着于骨形成关节枢纽, 骨对筋有支持作用, 筋对骨起约束作用, 经筋以骨为支撑形成杠杆, 并以经筋的收缩为动力实现关节运动<sup>[2]</sup>。生理上筋与骨相互依存, 病理上亦互相影响。颈椎作为人体中轴的一部分, 是脊柱活动范围最大的节段, 且各颈椎椎体之间存在共轭现象, 在长期持重和运动中易发生劳损而致颈椎“筋骨失衡”<sup>[3-5]</sup>。颈椎“筋骨失衡”主要表现为以颈部肌肉劳损、痉挛、疼痛和椎间盘突出压迫神经根等为主的“筋出槽”和以颈椎曲度改变、椎间关节失稳为主的“骨错缝”。张明才等<sup>[6]</sup>的研究结果显示, 颈椎病患者发生寰枢关节“骨错缝”的概率高达 81.38%。张明才等<sup>[7]</sup>分析了 69 例神经根型颈椎病患者的 X 线片后发现, 因关节突关节位置异常而导致椎间孔狭窄者占 94.1%<sup>[7]</sup>。张明才等<sup>[8]</sup>对 53 例椎动脉型颈椎病患者的椎动脉走行及管径异常改变的因素进行分析后发现, 椎动脉走行及管径异常改变的形式较复杂和多样化, 其中以局部迂曲狭窄最为常见, 而局部迂曲狭窄因素以椎间关节错缝为主者占 43.41%。90% 以上的颈痛是由颈部关节和肌肉组织发生力学改变所致, 而颈椎骨关节病变是颈部韧带和肌肉病变的结果, 是从属于韧带和肌肉病变的附属表

现<sup>[2,9-10]</sup>。可见,“骨错缝,筋出槽”是引发颈椎病的最主要原因,“筋骨失衡”是颈椎病的核心病机。

## 2 颈椎病“筋骨失衡”的生物力学机制

颈椎的稳定性对于力的承载、生理运动及避免损伤具有重要意义<sup>[2]</sup>,而其稳定性要靠颈椎的力学平衡来实现。现代研究认为颈椎的力学失衡包括静力性失衡和动力性失衡 2 个方面。

**2.1 静力性失衡** 静力性失衡由内源性稳定结构(椎体、椎间盘、关节囊以及与之连接的韧带)失去了力学平衡所致。目前,椎间盘退变被认为是引起颈椎静力性失衡的首要原因,椎间盘的受力方式以压缩力和剪切力为主。正常髓核膨胀产生的压力是颈椎内源性稳定的重要支撑,当椎间盘发生退变后,髓核内的蛋白多糖含量减少,髓核从流体样物质变为固体样物质,从而导致髓核塌陷,抗压能力减弱,使颈椎稳定性受到影响<sup>[11]</sup>。椎间盘退变也会导致椎间高度降低,引起周围韧带松弛,在骨与软组织代偿调节机制作用下,代偿性出现韧带肥大和椎体骨质增生,而这些代偿作用会导致颈椎进入退变的恶性循环。另外,颈椎的生理前曲可增强椎体和椎间盘对轴向压力的抵抗能力;颈椎生理曲度发生改变,可引起相应节段脊髓及神经根的应力集中而出现颈椎病神经症状<sup>[2]</sup>。

**2.2 动力性失衡** 动力性失衡由外源性稳定结构(附着于骨的椎旁肌肉系统及各部分颈椎关节突关节)失去了力学平衡所致。颈部肌肉是维持颈椎稳定的重要因素,在静力状态下依靠自身的张力维持颈椎的姿态,受力时则以主动收缩维持颈椎的稳定。颈椎周围韧带和肌肉的力量、运动等力学性能发生改变,则可以加重颈椎椎间盘和骨关节的退变,引起内、外源性稳定结构的力学失衡而致颈椎病的发生<sup>[12]</sup>。关节突关节承受大部分剪切应力和部分压应力,其主要作用是传导应力,限制颈椎过度扭转与后伸运动,调节脊柱运动,在维持脊柱稳定方面发挥着重要作用<sup>[13]</sup>。椎间盘退变和继发性的周围韧带松弛会增加关节突关节的活动范围,使颈椎更容易发生“筋出槽,骨错缝”。

综上可知,颈椎“筋骨失衡”的本质是“力学失衡”,并且以动力性失衡为先,静力性失衡为主,这与中医学“筋骨失衡,以筋为先”的观点一致。“力学失衡”是引起颈椎结构与功能异常的主要因素,因此治疗的关键是纠正“筋出槽,骨错缝”,以恢复“骨正筋

柔,气血以流”的筋骨动静力平衡<sup>[14]</sup>。手法可通过理筋和整骨使颈部筋骨由失衡状态恢复至平衡状态,而其作用效应则是基于“筋出槽,骨错缝”引起的“结构异常”和“功能异常”2 个方面实现的。手法对于“结构异常”的作用本质是通过整复以“调形”,对于“功能异常”的作用本质则是通过手法外力以“调力”。因此从“力”和“形”2 个角度对手法作用进行生物力学分析,可从微观层面获得手法量化参数,用以揭示其作用机制。

## 3 旋转手法的生物力学机制研究内容

**3.1 旋转手法的操作参数** 旋转手法操作环节中包含了“力、方向、角度、速度、位移、时间”等要素,其作用疗效取决于 3 个因素:手法刺激性、局部组织生物学特性、人体生理病理状态。因此,研究旋转手法操作过程中的力学特征,对于量化旋转手法操作环节和明确旋转手法对颈椎结构产生的力学影响有重要意义。既往学者们主要围绕旋转手法的作用力、方向、位移、时间、速度等方面进行研究<sup>[13]</sup>。冼思彤等<sup>[15]</sup>利用高速红外动态捕捉系统和测力台采集的颈椎侧扳手法参数,包括侧扳定位角度约 34.60°、侧扳极限角度约 39.13°、侧扳瞬间角度差约 4.51°、扳动时间约 0.22 s、角速度约 21.15°·s<sup>-1</sup>,并发现在侧扳瞬间受试者与施术者足底合力值变化相近,考虑是因为侧扳过程中存在加速度,产生了额外力所致。周红海等<sup>[16]</sup>研究所获得的定点旋转手法作用于寰枢关节紊乱患者的颈椎运动学参数为,前屈角度 35.69°±4.09°、侧屈角度 34.94°±3.47°、旋转角度 31.12°±2.76°、再扳旋角度差 4.50°±1.05°,结果提示寰椎倾斜角、寰椎前后弓长度、枢椎椎弓根高度、寰枢关节纵径、枢椎倾斜角、枢椎前后长度等参数的个体差异会影响旋转手法操作时的角度变化,并提出了“因人施法”的重要性。耿楠等<sup>[17]</sup>通过三维测力台获得的 C<sub>2</sub> 颈椎定位旋转手法操作过程中施术者的发力均值约 59.77 N、受试者扳动相中前屈角度均值约 3.73°、侧屈角度均值约 0.50°、旋转角度均值约 10.20°、瞬间扳动时间约 0.10 s,以数据化的形式呈现了旋转手法的操作过程,并得出施术者发力大小和扳动角度与受试者体重、身高、坐高、颈长、颈围之间不存在相关性。

旋转手法的运动学和动力学参数为旋转手法操作过程提供了量化参数,在临床实际操作中有一定的参考价值,但其获得的力学参数主要是旋转手法操作

特征的量化,对于手法作用力的量化较为粗略。由于颈椎结构的复杂性,不同结构的力学特性也不相同,旋转手法操作过程中对颈椎不同结构的力学环境有何影响,仍是目前尚未解决的问题。近年来,随着生物力学实验条件的进步,对于手法作用机制的研究逐渐倾向于组织应力反应和手法载荷的神经生物学效应等方面。

### 3.2 旋转手法的作用力

**3.2.1 对椎体与关节突关节的作用** 椎体、关节突关节、椎间盘和韧带维持脊柱的内源性稳定,关节突关节的作用是传导应力,并限制椎体的过度扭转与后伸运动,当其发生“骨错缝”后,其应力传导作用必将受到影响,从而影响脊柱内源性稳定<sup>[18]</sup>。旋转手法可以调整钩椎关节的位置关系,降低椎体、椎间盘、关节突关节、韧带的应力,改变椎间孔大小,恢复颈椎生理曲度<sup>[19]</sup>。邬黎平等<sup>[20]</sup>通过有限元分析发现,颈椎向右旋转 40°时, C<sub>3</sub> ~ C<sub>4</sub> 右侧关节突关节应力最大。万磊<sup>[21]</sup>认为,颈椎旋转是一个复杂的耦合运动,“齿突垂直轴心”是定点旋转手法作用时的真正旋转中心,旋转手法通过稳定颈椎齿状突的生理旋转轴,使颈椎恢复正常解剖位置,从而缓解临床症状。

**3.2.2 对椎间盘的作用** 椎间盘连接上下椎体,维持椎体的稳定性,承受来自不同方向的运动载荷。沈知彼等<sup>[22]</sup>通过有限元分析右侧定位旋转法加载于不同颈椎曲度模型时椎间盘的应力特征后发现:正常模型椎间盘应力集中于 C<sub>6</sub>~<sub>7</sub> 和 C<sub>7</sub>T<sub>1</sub> 椎间盘右侧纤维环、变直模型集中于 C<sub>2</sub>~<sub>3</sub> 椎间盘左侧纤维环,反弓模型集中于 C<sub>2</sub>~<sub>3</sub>、C<sub>3</sub>~<sub>4</sub>、C<sub>4</sub>~<sub>5</sub> 椎间盘右侧纤维环,应力由大到小依次是反弓、变直和正常模型,正常模型最高应力集中于 C<sub>6</sub> ~ C<sub>7</sub> 右侧钩椎关节处,变直模型在 C<sub>7</sub> ~ T<sub>1</sub> 左侧钩椎关节处,反弓模型在 C<sub>5</sub> ~ C<sub>6</sub> 左侧钩椎关节处。由此可以看出各模型椎间盘应力均集中于下段颈椎椎间盘纤维环,最高应力均集中于下段颈椎钩椎关节,这说明恢复颈椎的生理曲度对维持颈椎的远期稳定及恢复颈椎本身的生物力学环境有重要意义。黄学成等<sup>[23-25]</sup>通过 C<sub>5</sub>~<sub>6</sub> 有限元模型研究旋转体位、旋转方向对椎间盘应力、位移和椎间孔容积变化的影响,结果提示旋转手法治疗神经根型颈椎病时应首选中立位,让患者向健侧旋颈的同时应向患侧侧屈,可有效降低患侧椎间盘二次损伤的风险。

**3.2.3 对周围软组织的作用** 旋转手法可以改善颈

部肌群收缩力量和协调能力,恢复颈部肌群的力学性能,缓解颈部肌群疲劳,改善颈椎韧带系统的异常应力环境,从而缓解临床症状。孙树旺等<sup>[26]</sup>认为,旋转手法主要通过缓解肌肉痉挛、改善关节突关节错位、松解组织粘连和滑膜嵌顿、改善颈椎受力等来治疗颈椎病。秦大平等<sup>[27]</sup>认为,手法不仅可以改善受压或被扭曲的椎动脉;还可促使椎动脉血流动力学特性发生改变,改善血流速度及局部血液循环,并能降低颈交感神经的兴奋性,使痉挛的椎动脉得到缓解,反射性地使血管扩张,增加有效血流量。在手法操作安全性方面,有学者发现旋转手法在短期内不会增加早期稳定型动脉粥样硬化斑块兔模型中颈动脉斑块的脂质含量,对血管内膜超微结构也无影响,但会使硬化血管拉伸力学特性下降<sup>[28]</sup>。林蔚萃<sup>[29]</sup>发现,对于颈内动脉重度狭窄患者,旋转手法会影响 Willis 环内血流的代偿,可能导致颅内部分供血不足,因此对于容易出现颈内动脉重度狭窄的老年、肥胖等患者应慎用该手法。

## 4 小 结

“椎间盘退变”一直被认为是脊柱源性疾病的主要病因,生物力学因素、分子生物学因素、细胞生物学因素均可影响颈椎退变的进展,其中生物力学因素发挥着主要作用。对于颈椎病而言,椎间盘退变并不能作为旋转手法治疗该病的理论依据;但从中医学角度来看,以“筋出槽,骨错缝”为主的“筋骨失衡”可作为旋转手法治疗该病的理论依据。颈椎“筋骨失衡”的本质就是力学失衡,而旋转手法可以消除引起颈椎力学失衡的“结构异常”和“功能异常”。目前,旋转手法被认为是治疗颈椎病的一种有效方法,但旋转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,针对旋转手法开展生物力学机制研究,有助于深化旋转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<sup>[19]</sup>。

目前,借助三维运动捕捉技术和测力系统以及有限元分析技术,可以为旋转手法运动学和动力学参数研究以及旋转手法力的作用效应研究提供技术支撑<sup>[30]</sup>。依靠三维运动捕捉技术和测力系统,可以获得旋转手法作用的外在运动学和动力学参数,但无法获得颈椎内部结构的应力变化;有限元分析技术建立的数理仿真模型,可以通过数学模拟和动态图形直观

表达颈椎内部结构应力和位移变化。但在目前研究中对颈椎骨性有限元模型的研究较为深入,对单一结构和复合结构有限元模型的研究较多,而对颈椎软组织和全颈椎有限元模型研究较少,且不同研究所用的测试环境和模型也没有统一标准,存在一定的误差。因此,大力开展颈椎旋转手法生物力学方向的基础研究,能更加科学地阐述颈椎旋转手法的作用机制,为临床治疗提供坚实的实验依据和理论基础。

### 参考文献

- [1] 吴志伟,宋朋飞,朱清广,等. “筋骨平衡”理论在颈椎病推拿诊疗中的应用[J]. 中华中医药杂志, 2018, 33(8): 3399-3402.
- [2] 程艳彬,房敏,王广东,等. 以“筋骨失衡,以筋为先”探讨脊柱退化性疾病的推拿治疗[J]. 中华中医药杂志, 2015, 30(10): 3470-3473.
- [3] 莫灼锚,张人文,唐树杰. 脊柱“骨错缝,筋出槽”理论的研究进展[J]. 中医正骨, 2017, 29(5): 16-19.
- [4] 詹红生,石印玉,黄仕荣,等. 颈椎病发病机制的再认识——兼谈中医学“骨错缝、筋出槽”理论的临床价值[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2006, 14(2): 201-202.
- [5] 张明才,詹红生,石印玉,等. 基于“骨错缝、筋出槽”诊治椎间盘病症[J]. 中国骨伤, 2008, 21(6): 441-443.
- [6] 张明才,石印玉,陈东煜,等. 颈椎病患者寰枢关节骨错缝的临床诊治价值的研究[J]. 中国骨伤, 2016, 29(10): 898-902.
- [7] 张明才,程英武,詹红生,等. 神经根型颈椎病椎间孔狭窄因素的影像学分析[J]. 北京中医药大学学报, 2009, 32(3): 199-203.
- [8] 张明才,石印玉,陈东煜,等. 椎动脉磁共振血管成像对手法诊治椎动脉型颈椎病的研究[J]. 中国骨伤, 2013, 26(11): 908-912.
- [9] 曾恒,周红海. 颈椎生物力学平衡变化的研究进展[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2008, 16(2): 62-63.
- [10] 丁寅,姜杰,周剑,等. 动静力失衡对大鼠颈椎不同节段椎间盘退变影响的显微 CT 形态学和组织学研究[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2013, 23(7): 638-643.
- [11] 莫灼锚,张人文,唐树杰. “骨错缝筋出槽”、椎间盘退变与脊柱退变性疾病关系探讨[J]. 时珍国医国药, 2017, 28(12): 2970-2972.
- [12] 孙武权,谢贤斐,王佳勤,等. 脊柱微调手法治疗神经根型颈椎病疗效与颈椎曲度变化观察[J]. 中华中医药杂志, 2010, 25(9): 1526-1528.
- [13] 冯敏山,朱立国. 关于颈椎旋转手法力学参数的研究概述[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2013, 21(1): 67-69.
- [14] 范莉丛,于海波,刘永锋. 从肝脾肾-筋肉骨平衡论治“骨错缝、筋出槽”所致颈性眩晕及其临床思考[J]. 中国中医急症, 2018, 27(8): 1403-1404.
- [15] 沈思彤,于天源,刘卉,等. 颈椎侧扳法操作轨迹的动力学和运动学分析[J]. 中华中医药学刊, 2015, 33(4): 850-852.
- [16] 周红海,苏少亭,秦明芳,等. 颈椎定点旋转手法运动学及相关个体影响因素研究[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2018, 26(12): 24-29.
- [17] 耿楠,于天源,刘卉,等. 颈椎定位旋转扳法操作特征的运动生物力学参数分析[J]. 长春中医药大学学报, 2015, 31(3): 607-610.
- [18] 吴强,李康华. 下颈椎关节突关节解剖及生物力学研究进展[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2006, 16(9): 715-718.
- [19] 邓真,牛文鑫,王辉昊,等. 生物力学在中医骨伤手法治疗颈椎病中的应用[J]. 医用生物力学, 2015, 30(6): 569-573.
- [20] 郭黎平,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.
- [21] 万磊. 颈椎旋转手法的数字解剖和三维有限元研究[D]. 广州:南方医科大学, 2006.
- [22] 沈知彼,王辉昊,王宽,等. 颈椎定位旋转扳法对不同曲度颈椎内部结构应力的影响[J]. 中医正骨, 2018, 30(3): 8-12.
- [23] 黄学成,叶林强,江晓兵,等. 旋转手法中侧屈方向对颈椎间盘位移、内在应力的影响及意义[J]. 山东医药, 2018, 58(16): 5-8.
- [24] 黄学成,叶林强,江晓兵,等. 不同体位下颈椎旋转手法对颈椎间盘位移和内在应力的影响[J]. 中国康复理论与实践, 2017, 23(12): 1470-1475.
- [25] 黄学成,叶林强,梁德,等. 三维有限元模型分析旋转手法中旋转方向对颈椎间盘位移和椎间孔容积的影响[J]. 中国组织工程研究, 2018, 22(3): 404-408.
- [26] 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.
- [27] 秦太平,张晓刚,宋敏. 中医手法治疗椎动脉型颈椎病作用机制的生物力学研究进展[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2012, 20(1): 70-72.
- [28] 王飞,赵平,刘强,等. HVLA 脊柱手法的生物力学研究进展[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2016, 24(4): 74-82.
- [29] 林蔚葶. 旋转手法对颈内动脉狭窄者 Willis 环内血流动力学影响的有限元分析[D]. 广州:南方医科大学, 2015.
- [30] 詹红生. 颈椎相关疾病手法诊疗及研究中的若干问题探讨[J]. 中医正骨, 2018, 30(3): 1-3.

(收稿日期:2020-07-17 本文编辑:时红磊)