

· 综述 ·

旋提手法治疗神经根型颈椎病的生物力学研究进展

萧若朴¹, 赵英杰², 王义善¹, 张文霞¹, 赵虹飞¹, 姜雪佳³, 王从安³

(1. 山东中医药大学针灸推拿学院, 山东 济南 250014;

2. 山东第一医科大学临床与基础医学院, 山东 济南 250117;

3. 山东第一医科大学附属颈肩腰腿痛医院, 山东 济南 250062)

摘要 神经根型颈椎病(cervical spondylotic radiculopathy, CSR)是颈椎病中最常见的类型,其病理机制可概括为筋骨的生物力学失衡。旋提手法作为目前临床治疗 CSR 的特色手法,可通过理筋正骨,有效地纠正颈椎“筋出槽,骨错缝”的病理状态,从而重建筋骨的生物力学平衡。本文从 CSR 的发病机制、旋提手法的定量研究、旋提手法治疗 CSR 的作用机制 3 个方面,对旋提手法治疗 CSR 的生物力学研究进展进行了综述。

关键词 颈椎病;神经根病;生物力学现象;旋提手法;综述

神经根型颈椎病(cervical spondylotic radiculopathy, CSR)是颈椎病中较为常见的一种类型,其主要病因是颈椎的退行性改变造成颈神经根受压,进而引起颈神经根缺血和水肿,最终导致颈部持续疼痛和僵硬^[1-2]。中医学认为,CSR 属于“痹证”范畴,主要由筋骨失衡所致。非手术疗法是 CSR 的主要治疗方法,其中手法治疗因具有简便廉验的优势而广泛应用于临床^[3]。旋提手法是骨伤科的代表手法之一,在理筋和正骨方面具有独特优势。旋提手法在“筋”可松懈肌肉痉挛、筋膜粘连,在“骨”可纠正关节错位、调节骨间应力、解除滑膜嵌顿,有利于恢复颈椎的筋骨平衡^[4]。然而,目前旋提手法的具体作用机制尚未完全明确。因此,从生物力学方面研究旋提手法治疗 CSR 的作用机制,将有助于规范手法操作,提高治疗的安全性和有效性。本文就旋提手法治疗 CSR 的生物力学研究进展综述如下。

1 CSR 的发病机制

1.1 中医筋骨平衡理论视角下的发病机制

中医学认为,人体的运动系统主要由筋和骨构成。《灵枢·经脉》载“骨为干……筋为刚”,《杂病源流犀烛》载“筋也者……为一身之关纽,利全体之运动

者也”,这表明骨性刚强、支撑人体,筋性坚韧、约束骨骼。骨构成了人体的框架,而筋则如同纽带,通过屈伸张弛运动来实现“束骨”的生理功能。筋与骨相互依存,共同完成人体最基本的活动^[5]。只有当筋骨保持平衡时,脊柱才能达到“骨正筋柔”的健康状态;反之,筋骨失衡则会导致脊柱的损伤或退行性改变。CSR 的主要病机为“筋出槽,骨错缝”,其本质是筋骨的生物力学失衡。“筋出槽”是指因外邪侵袭、气血瘀滞等因素,导致筋的结构、功能及其在空间中的位置发生异常改变,这些变化可使筋“束骨”的能力下降,进而造成颈椎软组织的劳损或病变。若“筋出槽”的病理变化进一步加重,可影响到骨,导致颈椎关节失稳或错位,形成“骨错缝”^[6]。

1.2 现代解剖理论视角下的发病机制

近年来,现代医学对 CSR 的发病机制提出了多种观点,其中颈椎生物力学失衡这一观点已得到学术界的广泛认可^[7]。颈椎的稳定性依赖于内源性稳定系统(静力平衡)和外源性稳定系统(动力平衡)。内源性稳定系统主要由承受外力时形变较小的骨关节组织构成,如果该系统被破坏,可能会引起椎间盘退变或椎体骨质增生等病理改变。外源性稳定系统主要由头、颈、肩及背部肌肉构成,是颈椎运动的原动力。当颈椎受到外力时,颈部肌肉会主动收缩来维持颈椎的动力平衡。如果外源性稳定系统被破坏,可能会引起颈部肌肉损伤等病理改变。因此,颈椎的静力平衡与动力平衡失调与中医学的“筋骨失衡”理论有相似之处^[8]。

基金项目:国家自然科学基金项目(82004495);山东省自然科学基金项目(ZR2020QH318);中国博士后科学基金第 69 批面上资助项目(2021M691985);泰山学者青年专家项目(tsqn202211349);济南市科技局临床医学科技创新计划(202225002)

通讯作者:王从安 E-mail:wangcong'an2005@163.com

2 旋提手法的定量研究

旋提手法是治疗 CSR 的关键手法之一,以其较高的治愈率和有效率而著称。手法治疗颈椎病的有效性和安全性与手法治疗过程中颈椎所处的部位,以及手法的力度、方向、作用时间等密切相关^[9]。因此,对旋提手法进行定量研究不仅有助于临床操作的规范化,提高初学者掌握手法相关技能的效率,同时降低手法技术普及的难度。此外,旋提手法的定量研究对于促进医学与人工智能的深度融合至关重要,有助于构建智能化的诊疗体系,培养具有跨学科背景的复合型人才,并推动推拿技术的智能化发展^[10]。目前,有关旋提手法治疗 CSR 的定量研究主要包括手法操作参数的研究和手法教学培训的探索 2 个方面。

2.1 手法操作参数的研究

力的大小、方向、作用时间及作用点是旋转类手法的基本生物力学要素^[11]。随着运动力学检测设备与分析软件的不断发展,许多学者已成功采集并分析了颈椎旋提手法的生物力学参数。Triano 等^[12]利用红外光点摄像技术,精确测量了颈椎定点旋转手法操作过程中头部的三维角度位移。Klein 等^[13]采用空间测量仪测量了定点旋转手法分别作用于 C₃ 和 C₅ 节段两侧时,颈椎的三维活动范围及幅度,结果显示,在手法实施过程中颈椎的最大活动范围未超出正常的生理界限。手法力学模型是手法力学研究的重要内容,其主要通过数学形式反映手法操作过程,该模型不仅能揭示手法的力学特性,而且为总结手法操作的经验提供了依据^[14]。朱立国等^[15]通过建立旋提手法操作的测量系统,测量了颈椎旋转手法操作中力的变化曲线,并分析了左右手施行旋转手法时作用力的特征,结果显示,旋转手法中的扳动力与预加载力密切相关。梅凌等^[16]采用三维激光扫描系统测量了受试者在手法扳动前后颈椎旋转的主动和被动活动范围,结果显示,无论是单侧还是双侧扳动均能增加颈椎的主动活动范围;但相较于双侧扳动,单侧扳动后的颈椎活动范围更大,这提示针对患侧颈椎施以扳动手法可以获得更好的效果。

2.2 手法教学培训的探索

手法操作参数的研究既推动了手法机器人的研发与应用,又为手法教学培训的机械化和智能化奠定了基础。冯敏山等^[17]通过运用力学机器人采集操作者在模拟手法操作过程中的力学定量指标,对比分析

操作者实行旋提手法操作的合格率,以此评价机器人的稳定性,结果显示,该机器人对评估旋提手法的有效性具有重要价值。付铁等^[18]研发了一款用于辅助手法教学的旋提手法操作机器人,并通过一系列试验验证了该机器人辅助手法教学的可行性。霍路遥等^[19]利用手法模拟机器人对医生进行旋提手法操作的训练,并对比分析了医生在训练前后的手法扳动力量,结果显示,该训练方式有助于医生灵活调整其手法操作中的力量大小,有利于手法的规范化培训和可视化分析。王槐旌等^[20]同样将手法模拟机器人应用于医生的旋提手法训练过程中,结果显示,训练前医生左右拇指用力存在显著差异,但经过 2 周的训练后,医生双手在手法操作中的用力程度渐趋一致。

目前,手法的研究与培训正逐步从传统的“手摸心会”模式向机械化和智能化方向发展。通过利用人工智能技术分析旋提手法的生物力学参数,有助于手法教学的规范化和统一化,这对于手法的传承与推广具有重要意义。然而,由于颈椎结构复杂,旋提手法在操作过程中对颈椎不同部位的作用力特点各不相同。目前,关于手法对颈椎生物力学机制的研究主要集中于各独立部分,而手法对颈椎整体结构的影响仍需深入研究。

3 旋提手法治疗 CSR 的作用机制

旋提手法治疗 CSR,强调以“理筋”为先,以“正骨”为要。先对患者的颈部肌肉实施放松操作,可以改善肌肉痉挛或组织粘连,有助于恢复颈椎的动力平衡;然后指导患者进行颈椎旋转-屈曲-旋转动作,直至患者感到颈椎有固定感;最后医生凭借自身力量迅速完成牵引和提扳动作,可以纠正颈椎的应力和位置异常,有助于恢复颈椎的静力平衡。

3.1 旋提手法对颈椎间盘的影响

旋提手法能够改变椎间盘的应力分布,因此可根据 CSR 的病理特征适当调整手法操作的细节。冯敏山^[21]利用力学测量仪观察了旋提手法对颈椎髓核内压力的影响,结果显示,旋提手法较牵引手法能更有效地调整颈椎的静力平衡,并降低颈椎间盘髓核内的压力,有助于突出的髓核回纳;但是,如果在旋提手法前进行预牵引后,再对颈椎施加过大的提扳力,可能会造成颈椎损伤。王宇等^[22]研究发现,当颈椎椎间盘发生退变时,其髓核与纤维环的承载力会发生变化,因而在进行手法操作时,与正常椎间盘相比,退变

椎间盘的轴向位移和变形能力显著降低。因此,根据椎间盘退变的程度适当调整手法旋转的角度,可以提高手法操作的安全性,并有效改善 CSR 患者的椎间盘应力异常。

3.2 旋提手法对颈神经的影响

旋提手法可通过调整椎体、椎间盘与颈神经根之间的相对位置来减轻神经根的卡压与粘连,从而缓解 CSR 的神经根刺激症状。有研究^[23]发现,当患者颈椎处于前屈位时进行旋提手法治疗,可以更好地解除神经根袖处的粘连。刘广伟等^[24]利用动作捕捉技术研究旋提手法对颈椎的影响,结果显示,手法操作能够有效增大椎间孔面积,有助于松解神经根粘连、缓解神经根疼痛。

3.3 旋提手法对颈椎椎体的影响

旋提手法能够通过调整椎体的位移及其骨性结构来影响颈椎的力学特性。冯敏山等^[25]利用运动捕捉技术进行了相关研究,发现旋提手法操作期间,旋转侧 C₄ 横突的位移量最大,且此位移量与扳动力度有关。王旭^[26]通过有限元技术分析发现,旋提手法能改变颈椎的应力分布和力学特性,有利于缓解 CSR 的临床症状。Dugailly 等^[27]研究发现,当颈部进行轴向旋转时,同侧的椎间孔面积减小,而对侧的椎间孔面积增大。朱立国等^[28]采用旋提手法治疗 CSR,并通过 X 线检查观察治疗前后椎体的位移情况,结果显示,旋提手法能够改善椎体的水平及角度位移,从而纠正椎体的应力与位移异常,增强颈椎的稳定性。

3.4 旋提手法对颈部肌肉的影响

一般情况下,当颈部肌肉张力增加或发生痉挛时,尽管其组织、形态及解剖位置并未出现病理性变化,但在功能上会出现异常改变。蔡慧芳等^[29]研究发现,快速旋转扳法能够松解颈部痉挛的肌肉、缓解肌肉紧张。因此,对于痉挛的颈部肌肉,可通过按揉、拿捏等手法使其得到放松;对于僵硬的颈部肌肉,可通过快速旋转和推扳等手法使其得到松解,从而使肌肉组织恢复至正常状态。

4 小 结

CSR 的本质是筋骨的生物力学失衡。旋提手法以中医筋骨理论为基础,旨在通过纠正颈椎的生物力学失衡,改善颈椎异常结构、促进颈椎功能恢复。目前,旋提手法的研究已借助现代生物技术和人工智能技术,进行操作的定量研究和教学培训的探索,这将

进一步推动智能化诊疗体系的发展。尽管旋提手法治疗 CSR 的临床疗效已得到证实^[30-34],但对于旋提手法的生物力学机制的研究还相对不足。目前,针对旋提手法的生物力学研究主要集中于手法作用力和运动学参数的分析^[35-37]。三维有限元分析能够通过构建仿真模型来展示颈椎在手法操作下的应力与位移变化,从而为旋提手法的作用力研究提供支持;然而,现有的研究多集中于对骨性结构的分析,而对肌肉组织和关节复合结构的建模与研究相对较少,且缺乏基于中医整体观念的综合研究。三维动作捕捉技术可通过采集和分析手法操作与关节的运动轨迹,为总结旋提手法的动作参数提供帮助;然而,目前的相关研究所选取的受试者样本量普遍较小,这限制了其在体研究的无创性和准确性,同时也缺乏不同模型之间的相互补充和印证,不利于研究结论的推广应用。

旋提手法的量化研究和传承推广目前仍面临诸多问题^[38-39]。因此,有必要基于中医的整体观念,将旋提手法与现代生物技术相结合,重视筋骨理论的研究,通过构建全面的力学模型来验证旋提手法的科学性和有效性,从而提高旋提手法的认可度并扩大其传播范围。此外,还应注意加强学科间的融合,进一步推动基础研究的成果转化,同时开展大样本量的临床研究,建立手法信息数据库,以拓宽其应用范围。

参考文献

- [1] 张敏. 试论《针灸学》教学中常见问题的对策[J]. 中国医药指南, 2013, 11(29): 270-271.
- [2] 李曙明, 尹战海, 王莹. 神经根型颈椎病的影像学特点和分型[J]. 中国矫形外科杂志, 2013, 21(1): 7-11.
- [3] 刘广伟, 冯敏山, 朱立国, 等. 基于虚拟现实技术的旋提手法下颈椎间孔结构变化动态分析[J]. 中国组织工程研究, 2023, 27(9): 1346-1351.
- [4] 于长岁, 朱立国, 张晓峰, 等. 朱立国旋提手法治疗力学失衡神经根型颈椎病经验[J]. 浙江中医杂志, 2019, 54(9): 635-636.
- [5] 张怡瑾, 李辉, 陈子颖, 等. 基于“筋出槽, 骨错缝”病机探析推拿治疗颈椎病的调衡作用[J]. 中医杂志, 2023, 64(14): 1436-1439.
- [6] 叶勇, 汤伟, 李里, 等. “筋骨调衡”手法理论溯源与临床应用探讨[J]. 中国中医药信息杂志, 2017, 24(1): 108-109.
- [7] 关凤嫦. 非手术综合疗法治疗神经根型颈椎病的临床研究[D]. 南京: 南京中医药大学, 2013.
- [8] 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.
- [9] 孙国栋, 师彬, 王丹丹, 等. 手势动作捕捉技术及有限元分析在神经根型颈椎病三维正脊手法机制研究中的应用分析[J]. 四川医学, 2018, 39(2): 223-225.
- [10] 孙忠人, 游小晴, 韩其琛, 等. 人工智能在中医药领域的应用进展及现状思考[J]. 世界科学技术-中医药现代化, 2021, 23(6): 1803-1811.
- [11] 丁立军, 吕杰, 廖跃华, 等. 中医推拿手法生物力学研究进展[J]. 医用生物力学, 2023, 38(5): 1051-1056.
- [12] TRIANO J J, SCHULTZ A B. Motions of the head and thorax during neck manipulations[J]. J Manipulative Physiol Ther, 1994, 17(9): 573-583.
- [13] KLEIN P, BROERS C, FEIPEL V, et al. Global 3D head-trunk kinematics during cervical spine manipulation at different levels [J]. Clin Biomech (Bristol, Avon), 2003, 18(9): 827-831.
- [14] 霍路遥. 基于旋提手法智能模拟系统的手法力学参数同质性研究及手法对颈椎矢状位影像参数的影响[D]. 天津: 天津中医药大学, 2022.
- [15] 朱立国, 冯敏山, 毕方杉, 等. 颈椎旋转(提)手法的在体力学测量[J]. 中国康复医学杂志, 2007, 22(8): 673-676.
- [16] 梅凌, 李义凯, 付小勇, 等. 颈椎旋转手法的扳动方向与颈椎旋转角度的关系[J]. 中国康复医学杂志, 2010, 25(1): 9-12.
- [17] 冯敏山, 朱立国, 王尚全, 等. 颈椎旋提手法教学机器人的稳定性研究[J]. 中国骨伤, 2017, 30(3): 241-246.
- [18] 付铁, 张庆东, 李健, 等. 旋提操作教学机器人的研究与应用探索[J]. 机械设计与制造, 2020(10): 270-272.
- [19] 霍路遥, 符碧峰, 冯天笑, 等. 颈椎旋提手法教学机器人用于旋提手法规范化培训的自身对照研究[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2021, 29(5): 6-11.
- [20] 王槐旌, 王平, 符碧峰, 等. 旋提手法智能模拟系统培训前后的左右侧提扳力差异分布研究[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2023, 31(2): 48-51.
- [21] 冯敏山. 旋提手法的力学测量及模拟手法对颈椎髓核内压力影响的实验观察[D]. 北京: 中国中医科学院, 2007.
- [22] 王宇, 雷建银, 辛浩, 等. 椎间盘退变颈椎(C₂-C₇)在正常承载与推拿下的有限元分析[J]. 中国组织工程研究, 2020, 24(27): 4278-4284.
- [23] 王乾, 朱立国, 高景华, 等. 旋提手法治疗神经根型颈椎病的疗效观察[J]. 中医正骨, 2009, 21(6): 9-11.
- [24] 刘广伟, 冯敏山, 朱立国, 等. 基于虚拟现实技术的旋提手法下颈椎间孔结构变化动态分析[J]. 中国组织工程研究, 2023, 27(9): 1346-1351.
- [25] 冯敏山, 韩昶晓, 梁栋柱, 等. 旋提手法对下颈椎椎体位移影响的体外生物力学特征[J]. 中国组织工程研究, 2023, 27(18): 2820-2823.
- [26] 王旭. 基于软组织张力及有限元技术的旋提手法治疗神经根型颈椎病机制研究[D]. 北京: 中国中医科学院, 2023.
- [27] DUGAILLY P M, BEYER B, SALEM W, et al. Morphometric changes of the cervical intervertebral foramen: A comparative analysis of pre-manipulative positioning and physiological axial rotation [J]. Musculoskelet Sci Pract, 2018, 34: 97-102.
- [28] 朱立国, 张清, 高景华, 等. 手法治疗神经根型颈椎病的X线椎体位移观察及分析[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2005, 13(6): 28-31.
- [29] 蔡慧芳, 罗凛, 付君聪, 等. 推拿对颈椎病相关颈部肌群的影响[J]. 中医学报, 2021, 36(5): 994-997.
- [30] 汪乃钱. 旋提手法治疗神经根型颈椎病气滞血瘀证的临床疗效观察[D]. 南京: 南京中医药大学, 2022.
- [31] 赖雪如, 张盛强. 旋提手法治疗颈型颈椎病的临床疗效观察[J]. 广州中医药大学学报, 2023, 40(5): 1186-1190.
- [32] 王槐旌, 王平, 李嘉钰, 等. 旋提手法治疗颈椎病临床效果和安全性 Meta 分析[J]. 实用中医内科杂志, 2021, 35(9): 29-33.
- [33] 施方, 黄常乐. 温针灸配合旋提手法治疗神经根型颈椎病患者 52 例[J]. 辽宁中医杂志, 2022, 49(6): 189-192.
- [34] 王海兴, 况君, 郑甦. 颈椎荣通方联合旋提手法治疗神经根型(气滞血瘀型)颈椎病的临床疗效观察[J]. 实用中西医结合临床, 2021, 21(3): 115-118.
- [35] LIGUO Z, MINSHAN F, XUNLU Y, et al. Kinematics analysis of cervical rotation-traction manipulation measured by a motion capture system[J]. Evid Based Complement Alternat Med, 2017, 2017: 5293916.
- [36] 符碧峰, 苏瑾, 张超, 等. 旋提手法预置体位中颈椎耦合运动研究[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2023, 31(4): 20-24.
- [37] 王槐旌, 王平, 符碧峰, 等. 旋提手法智能模拟系统培训前后的左右侧提扳力差异分布研究[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2023, 31(2): 48-51.
- [38] 朱立国, 韩涛, 于杰, 等. 中医骨伤科旋提手法规范化操作传承模式初探[J]. 中医杂志, 2018, 59(11): 927-931.
- [39] 彭力平, 徐宁达, 陈肖. 正骨手法的模拟教学法[J]. 新中医, 2010, 42(12): 134-135.