

39 Tang F, Ma D, Wang Y, et al. Novel compound heterozygous mutations in the OTOF Gene identified by whole-exome sequencing in auditory neuropathy spectrum disorder[J]. BMC Med Genet, 2017,18(1):35.

40 刘 闽,刘水霞,胥 亮,等. 广西壮族 135 例非综合征性聋常见

致病基因的研究[J]. 中华耳科学杂志,2016,14(5):654-659.

41 周 凯,胥 亮,黄兰诚,等. 人工耳蜗植入术 74 例临床分析[J]. 中国临床新医学,2019,12(9):950-955.

[收稿日期 2019-08-09][本文编辑 潘洪平 韦 颖]

新进展综述

# 悬吊运动训练在颈腰痛康复中的应用研究进展

邓 娇, 侯为林, 迟 慧(综述), 吕志刚(审校)

基金项目: 常州市科技局社会发展项目(编号:CE 20175034)

作者单位: 213003 江苏,南京中医药大学附属常州市中医医院颈腰痛中心

作者简介: 邓 娇(1987-),女,康复医学与理疗学硕士,主治医师,研究方向:骨科康复和神经康复。E-mail:709465040@qq.com

通讯作者: 吕志刚(1975-),男,大学本科,医学学士,主任医师,研究方向:骨科康复和神经康复。E-mail:xintong118@163.com

[摘要] 悬吊运动疗法是在不稳定状态下对身体核心肌群进行控制训练的方法。近些年,悬吊运动疗法在现代临床康复和竞技运动训练中的应用越来越普及,该文就悬吊运动疗法在改善颈痛和腰痛方面的作用机制及其在临床应用方面的研究进展进行综述。

[关键词] 悬吊运动训练; 颈腰痛; 康复

[中图分类号] R 493 [文献标识码] A [文章编号] 1674-3806(2019)12-1354-04

doi:10.3969/j.issn.1674-3806.2019.12.26

**Application research progress of sling exercise training in rehabilitation of neck and low back pain** DENG Jiao, HOU Wei-lin, CHI Hui, et al. Center of Cervical and Lumbar Pain, Changzhou Traditional Chinese Medicine Hospital Affiliated to Nanjing University of Chinese Medicine, Jiangsu 213003, China

[Abstract] Sling exercise therapy is a method of controlling the training of the body's core muscle groups in an unstable state. In recent years, sling exercise therapy has become more and more popular in modern clinical rehabilitation and competitive sports training. In this paper, we review the mechanism of sling exercise therapy in improving neck and low back pain and the research progress of its clinical application.

[Key words] Sling exercise training; Neck and low back pain; Rehabilitation

悬吊运动疗法是在不稳定状态下对身体核心肌群进行控制训练的方法<sup>[1]</sup>,通过吊索和弹力绳的协助来抵消体重,这样可以使锻炼变得容易,也会通过提供不稳定的平面使锻炼变得困难。在运动过程中,身体必须通过绳索承受重量并保持平衡。悬吊可以稳定吊绳提供一个静态平衡,也可以调整吊绳的长度、高度和弹性来达到一个动态平衡。这种疗法是基于神经肌肉激活原理来达到静态和动态练习<sup>[2]</sup>。近些年,悬吊在现代临床康复和竞技运动训练中的应用越来越普及,本文主要就悬吊在颈腰痛康复中的应用进展进行综述。

## 1 悬吊对颈椎病的影响

随着智能手机的应用,“低头族”人群越来越多,颈椎问题也随之而来。长时间保持静态姿势使肌肉疲劳持续,也会产生慢性疼痛,竖脊肌和斜方肌上部肌肉肌力减低,反应性差,从而使颈部和肩部肌肉不稳定<sup>[3]</sup>。很多学者研究了正常颈椎运动的相关肌肉活动的定量数据,并揭示了颈椎的运动控制策略。Cheng等<sup>[4]</sup>研究了颈椎在左右侧屈(10°,20°,最大侧屈位置)及前屈后伸(10°,20°,30°,最大屈伸位置)肌电图记录了颈部深层肌肉和浅层肌肉肌电变化,颈部屈曲后,压缩和前后剪切力显著增加。特

别是随着屈曲度的增加,深部肌肉力量显著增加。在保持不同的头部姿势,深层肌肉力量之和均大于表浅的肌肉力量之和。随着颈部前屈后伸及左右倾斜角度的增加,表层肌肉力量逐渐增大。结果也明确支持,深部肌肉中维持稳定的头部姿势,浅层肌肉在关节活动末对脊柱稳定性产生作用。Hansraj<sup>[5]</sup>研究了不同程度的屈颈时,脊柱的承重会改变。一个成年人的头在中立位时重10~12磅。随着头向前倾,15°时颈部的受力增加到27磅,30°时40磅,45°时49磅,60°时60磅,显而易见随着颈椎前屈度数的增大,颈椎受的力也越来越大,也会加重骨质增生,导致早期磨损,撕裂,退化。颈部肌肉的本体感受输入在控制人体姿势中起重要作用。故平时我们应保持一个好的姿势,应该是耳朵和肩膀在一条垂线上,肩胛骨内旋,脊柱的压力也会减轻。既往研究发现慢性颈痛患者做屈颈动作时,颈深屈肌肌电活动减弱,其颈深屈肌肌力及肌耐力均减弱,故要改善颈痛,应加强颈部肌肉耐力练习,使其能承受长时间低强度负荷。低负荷屈颈训练能增加颈深肌群肌电图振幅,减少胸锁乳突肌和斜角肌肌电图振幅。Lee等<sup>[6]</sup>将30例高中生随机分两组,颈伸屈肌运动组和伸展运动组,借助压力传感器对颈深屈肌头长肌、颈长肌群进行低强度训练,放松胸锁乳突肌、斜角肌等颈浅屈肌,伸展运动包括7个颈肩部的伸展动作,5次/周,30 min/次,训练共8周,结果显示颈深屈肌运动组患者的头前倾姿势明显改善,且低强度的颈深屈肌训练较颈伸肌训练能改善头前倾、颈屈曲角度。悬吊在激活颈部深层肌群具有较大的优势。李婷婷等<sup>[7]</sup>给慢性颈痛患者做悬吊训练联合一定频率的振动,对照组给予姿势运动训练,利用表面肌电评估慢性颈痛患者胸锁乳突肌的肌电变化,经过4周,3次/周,20~30 min/次的治疗后,发现悬吊运动组胸锁乳突肌兴奋性较姿势运动组明显降低,这也间接反映颈深屈肌被激活。Yun等<sup>[8]</sup>对比了悬吊训练与常规物理治疗对20例慢性颈痛患者的疼痛和生活质量的影响。悬吊组在仰卧位、俯卧位进行肌肉激活,在颈椎运动中使用肌筋膜理论进行训练,经过4周治疗后,悬吊较常规物理治疗显著改善疼痛、疲劳感和颈椎功能障碍指数。在这项研究中,悬吊组表现出平衡能力的提高,颈部肌肉激活增加和本体感觉得到改善。同时本体感觉的恢复也会影响慢性颈痛患者平衡能力的改善。Oh和Yoo<sup>[9]</sup>招募了20例生理曲度变直的患者,10例行颈椎悬吊训练,10例行伸展运动训练,训练为期6周,结果显示治疗前后的差异

均有统计学意义( $P < 0.05$ ),悬吊组在去重力的状态下,使肌肉不平衡恢复至双侧对称的状态,正常的生理曲度得以恢复;伸展运动组使缩短痉挛的肌肉得以延长,使关节活动度恢复正常,与悬吊组比较差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。梁鲁波等<sup>[10]</sup>对比了悬吊训练结合肌肉力量训练较传统推拿结合牵引治疗失稳性颈型颈椎病的疗效,结果显示悬吊训练结合肌肉力量训练能明显改善患者疼痛程度、关节活动度及颈椎功能障碍指数。

## 2 悬吊对腰痛的影响

造成下腰痛的常见原因是腰椎不稳定<sup>[11]</sup>。引起腰椎不稳定的原因有很多,如神经肌肉控制障碍、脊柱节段的运动控制缺陷和神经压迫引起疼痛等。患者往往表现为姿势异常并伴有躯干肌肉力量减弱和肌肉耐力变差。肌力和耐力的变差又让患者因疼痛或害怕疼痛而加重腰椎不稳,形成一个恶性循环。通常根据肌肉对核心稳定性作用,把肌肉为局部和整体两个部分。局部肌主要包括腹横肌、多裂肌,保持椎体在矢状位及冠状位等各个维度保持平衡及旋转并维持每个椎体稳定。腰痛患者的腹横肌和多裂肌的肌纤维募集较差,运动时收缩时间缩短,同时腹横肌和多裂肌损伤或肌力减弱会引起背痛,腹横肌在椎体稳定性方面发挥重要作用。整体肌则连接骨盆和胸廓,维持腹内压,参与身体大动作,保持机体姿势并执行动作,包括腹直肌、腹外斜肌、竖脊肌、腰方肌及臀部肌群等。慢性下腰痛患者可通过锻炼肌肉调整腰部及骨盆稳定,参与稳定的肌肉主要有腹横肌、多裂肌、盆底肌和膈肌。特别是脊柱稳定运动可以增加腹横肌和腰椎多裂肌的收缩能力,减轻疼痛,改善功能。等长收缩深层肌肉,使局部肌选择性收缩,它增加了腰部和胸部筋膜的张力,稳定了腰椎和骨盆<sup>[12]</sup>。Kang等<sup>[13]</sup>研究并分析仰卧位和俯卧位下悬吊运动、Bobath球辅助桥式运动、常规桥式运动对30例下腰痛患者躯干局部肌和整体肌的影响。患者分别做仰卧位和俯卧位的悬吊运动、球上运动和桥式运动,要求患者双脚与吊索、球、地面相接触,抬起骨盆,分别利用表面肌电测出腹内斜肌、腹直肌、多裂肌、竖脊肌的肌电信号。结果发现,在仰卧位和俯卧位,悬吊运动的所有肌电信号均大于球上运动和桥式运动;仰卧位时,球式运动的整体肌腹直肌和竖脊肌显著高于桥式运动;俯卧位时,Bobath球式运动所有肌电信号均显著高于桥式运动。这些结果表明,一个不稳定的表面的使用能增加躯干局部肌和整体肌的活化。Maeo等<sup>[14]</sup>研究了在悬吊和平

地情况下进行俯卧撑练习静态(保持姿势肘关节角度在 $90^\circ$ )和动态(以45次/min的速度进行重复俯卧撑)练习,表面肌电图(EMG)的电极置于胸大肌、背阔肌、肱二头肌、肱三头肌、腹直肌、腹外斜肌、腹内斜肌和竖脊肌。结果显示,基于吊索的俯卧撑运动比地面俯卧撑运动能更大地激活上肢和躯干前肌肉。由于增加了稳定性,维持了身体平衡,使得躯干肌肉活动增加,故悬吊比地面效果更加突出,且动态练习较静态练习更能激活胸肌、臂肌和腹肌。在动态环境中进行的练习比在一个静态的环境中更能刺激感受器改善平衡和维护平衡能力意识。Kim<sup>[15]</sup>研究静态俯卧位下吊索悬吊能改善腰部肌肉张力和僵硬,增强腹横肌的活化。Saliba等<sup>[16]</sup>研究了悬吊训练和在床面上进行传统的桥式训练对下腰痛患者腹横肌厚度的影响。结果表明,两种类型的运动都导致了腹横肌的激活,然而悬吊动态运动导致脊椎的局部稳定肌厚度显著提高。You等<sup>[11]</sup>研究了6周的悬吊运动训练能明显减轻腰背痛患者的疼痛程度,且患者的躯干肌力和肌耐力明显增强。Lükens等<sup>[17]</sup>评估和比较20名健康志愿者在不同条件下的腹横肌厚度:在静息状态下(深吸气后呼出一半气体时腹横肌处于静息时),在悬吊运动状态下(自主收缩),在使用超声探头按压条件下(非自主收缩),结果显示悬吊运动可显著提高腹横肌厚度,且在超声成像反馈下研究发现低强度的运动控制练习、高强度的悬吊练习及一般运动均能激活腹横肌。Gong<sup>[18]</sup>发现在不稳定的吊索上大约15min的振动促进了深层躯干肌的激活,并能增强腹横肌的活化。Kang等<sup>[13]</sup>研究证明悬吊联合振动的仰卧位和俯卧位桥式练习较单纯的悬吊下的桥式练习更能激活腹内斜肌和腹外斜肌。Gwon等<sup>[19]</sup>则认为髋外展力量薄弱会引发下腰痛,故研究了侧卧位的桥式训练联合30Hz的振动,结果显示侧桥运动联合振动较单纯侧桥运动明显提高髋外展力量,且患者疼痛程度减低,平衡能力显著提高。Choi和Kang<sup>[20]</sup>也研究了在悬吊条件下进行俯卧撑和仰卧起坐运动,伴有振动刺激的运动使得腹内斜肌、腹直肌、多裂肌和竖脊肌的活动显著活跃于没有振动的运动。振动刺激可以通过刺激肌肉肥大来改善肌肉收缩,肌纤维在等长收缩期间被激活,振动刺激通过增加Ia型纤维的传导速率和 $\alpha$ 运动神经元的兴奋性,改善了肌肉收缩的强度。而且有结果表明手动振动的效果较机械振动好,但振动持续时间和频率有待进一步研究。研究悬吊运动能明显增加躯干的动态稳定性,脊柱的中心控制

能力,增强肌肉的协调性,也对呼吸肌产生积极影响,促进核心稳定。Kim等<sup>[21]</sup>将悬吊带在腹部施加外部阻力,患者通过悬吊带抗自身重力坚持腹式呼吸,保持腰椎及骨盆中立位,从而激活横膈膜、腹直肌、腹内外斜肌和腹横肌等呼吸副肌,肌力被加强,从而辅助呼吸,促进进出肺部,改善心肺功能。深层肌的激活能改善姿势,改善协调能力,改善患者背部形态,背部肌力增强也可以降低脊柱的骨折风险。

### 3 结语

悬吊通过设置不同的移动点来调整训练的难度<sup>[22]</sup>,训练肌肉力量和耐力,增加躯干肌的活化,增强本体感觉输入,激活运动控制系统<sup>[23,24]</sup>,注重功能导向性<sup>[25]</sup>,从而增强脊柱的稳定性<sup>[26,27]</sup>、协调性<sup>[28,29]</sup>、控制性<sup>[30]</sup>。在不稳定、动态、联合振动的悬吊练习中,躯干肌肉的相对活化显示出肌肉有更大的稳定功能。悬吊应用于颈腰痛治疗中,患者易接受,疗效更持久。在悬吊训练过程中,激活核心肌群很重要,但目前临床研究中各种姿势被应用,没有一套标准精确的动作姿势;且尚没有对核心肌群统一的评价标准,骨肌超声、磁共振、表面肌电分析等客观评价指标还未被广泛用来观察训练后肌肉的变化。虽然悬吊与其他治疗联合有效,但如何联合治疗颈腰痛最有效尚有待今后作深入研究。

### 参考文献

- 1 万勇,刘洁,陈启明,等. 悬吊运动治疗的临床应用进展[J]. 中国康复, 2015, 30(4): 304-306.
- 2 Lee JS, Lee HG. Effects of sling exercise therapy on trunk muscle activation and balance in chronic hemiplegic patients[J]. J Phys Ther Sci, 2014, 26(5): 655-659.
- 3 Lee S, Lee D, Park J. Effect of the cervical flexion angle during smart phone use on muscle fatigue of the cervical erector spinae and upper trapezius[J]. J Phys Ther Sci, 2015, 27(6): 1847-1849.
- 4 Cheng CH, Chien A, Hsu WL, et al. Investigation of the Differential Contributions of Superficial and Deep Muscles on Cervical Spinal Loads with Changing Head Postures[J]. PLoS One, 2016, 11(3): e0150608.
- 5 Hansraj KK. Assessment of stresses in the cervical spine caused by posture and position of the head[J]. Surg Technol Int, 2014, 25: 277-279.
- 6 Lee MH, Park SJ, Kim JS. Effects of neck exercise on high-school students' neck-shoulder posture[J]. J Phys Ther Sci, 2013, 25(5): 571-574.
- 7 李婷婷,王楚怀,张桂芳,等. 悬吊运动训练对慢性颈痛患者胸锁乳突肌表面肌电的影响[J]. 中国康复医学杂志, 2016, 31(5): 531-535.
- 8 Yun S, Kim YL, Lee SM. The effect of neurac training in patients

- with chronic neck pain[J]. J Phys Ther Sci, 2015, 27(5): 1303 - 1307.
- 9 Oh SH, Yoo KT. The effects of stabilization exercises using a sling and stretching on the range of motion and cervical alignment of straight neck patients[J]. J Phys Ther Sci, 2016, 28(2): 372 - 377.
  - 10 梁鲁波, 张新斐, 刘初容, 等. 悬吊训练技术(SET)结合肌肉力量技术治疗失稳性颈型颈椎病的疗效观察[J]. 颈腰痛杂志, 2017, 38(1): 95 - 96.
  - 11 You YL, Su TK, Liaw LJ, et al. The effect of six weeks of sling exercise training on trunk muscular strength and endurance for clients with low back pain[J]. J Phys Ther Sci, 2015, 27(8): 2591 - 2596.
  - 12 Park J, Lee S, Hwangbo G. The effects of a bridge exercise with vibration training and an unstable base of support on lumbar stabilization[J]. J Phys Ther Sci, 2015, 27(1): 63 - 65.
  - 13 Kang H, Jung J, Yu J. Comparison of trunk muscle activity during bridging exercises using a sling in patients with low back pain[J]. J Sports Sci Med, 2012, 11(3): 510 - 515.
  - 14 Maeo S, Chou T, Yamamoto M, et al. Muscular activities during sling- and ground-based push-up exercise[J]. BMC Res Notes, 2014, 7: 192.
  - 15 Kim JJ. An analysis on muscle tone and stiffness during sling exercise on static prone position[J]. J Phys Ther Sci, 2016, 28(12): 3440 - 3443.
  - 16 Saliba SA, Croy T, Guthrie R, et al. Differences in transverse abdominis activation with stable and unstable bridging exercises in individuals with low back pain[J]. N Am J Sports Phys Ther, 2010, 5(2): 63 - 73.
  - 17 Lükens J, Boström KJ, Puta C, et al. Using ultrasound to assess the thickness of the transversus abdominis in a sling exercise[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2015, 16: 203.
  - 18 Gong WT. Effects of bridge exercises with a sling and vibrations on abdominal muscle thickness in healthy adults[J]. J Back Musculoskelet Rehabil, 2015, 28(4): 645 - 649.
  - 19 Gwon AJ, Kim SY, Oh DW. Effects of integrating Neurac vibration into a side-lying bridge exercise on a sling in patients with chronic low back pain: a randomized controlled study[J]. Physiother Theory Pract, 2018, 5: 1 - 9.
  - 20 Choi Y, Kang H. The effects of sling exercise using vibration on trunk muscle activities of healthy adults[J]. J Phys Ther Sci, 2013, 25(10): 1291 - 1294.
  - 21 Kim MK, Cha HG, Shin YJ. Effects of lumbopelvic sling and abdominal drawing-in exercises on lung capacity in healthy adults[J]. J Phys Ther Sci, 2016, 28(8): 2181 - 2183.
  - 22 Chen L, Chen J, Peng Q, et al. Effect of Sling Exercise Training on Balance in Patients with Stroke: A Meta-Analysis[J]. PLoS One, 2016, 11(10): e0163351.
  - 23 胡智宏, 孔叶平, 叶倩. 悬吊训练作用机制及临床应用研究进展[J]. 中国康复医学杂志, 2016, 31(8): 924 - 927.
  - 24 万勇, 刘洁, 陈启明, 等. 悬吊运动治疗的临床应用进展[J]. 中国康复, 2015, 30(4): 304 - 306.
  - 25 刘源诚, 李列旺, 刘振玲. 悬吊运动治疗在儿童康复中的应用现状与展望[J]. 中国临床新医学, 2019, 12(3): 335 - 337.
  - 26 周鹏. 8周TRX悬吊训练对游泳运动员核心稳定性影响的实验与研究[D]. 北京: 北京体育大学, 2019.
  - 27 曹小磊. TRX悬吊训练对女大学生核心稳定性的影响[D]. 成都: 四川师范大学, 2018.
  - 28 刘旭. 悬吊训练对游泳运动员核心力量与平衡能力的影响[D]. 北京: 北京体育大学, 2018.
  - 29 赵帅. 悬吊训练对提高足球二级运动员运动协调能力的实验研究[D]. 济南: 山东体育学院, 2017.
  - 30 康贝贝, 徐磊, 卢明甲, 等. 儿童悬吊训练系统对脑瘫儿童躯干控制及粗大运动功能的影响[J]. 中国儿童保健杂志, 2017, 25(9): 891 - 893.
- [收稿日期 2019-02-14][本文编辑 潘洪平 韦颖]

## 《中国临床新医学》杂志 2020 年征稿征订启事

《中国临床新医学》杂志是由国家卫生健康委员会主管, 由中国医师协会和广西壮族自治区人民医院共同主办的国家级医学学术性科技期刊, 中国标准连续出版物号: ISSN 1674 - 3806, CN 45 - 1365/R, 月刊, 每期定价 16 元, 全年 192.0 元, 邮发代号: 48 - 173, 国内外公开发行, 欢迎踊跃投稿和订阅。

栏目设置: 专家特稿、专题报道、基金课题研究、博硕论坛、临床研究、诊疗和手术视频展示、病例报告、护理研讨、新进展综述等。

重点论文征稿及奖励: 本刊重点诚征各级基金课题论文和博士、硕士研究生毕业论文, 对重点论文开辟“快速通道”, 以最快速度发表, 并给予 1000 ~ 2000 元奖励。

投稿方式: 在线投稿: [www.zglcxyxzz.com](http://www.zglcxyxzz.com)

邮箱投稿: [zglcxyxzz@163.com](mailto:zglcxyxzz@163.com)

本刊地址: 广西南宁市桃源路 6 号广西壮族自治区人民医院内

邮编: 530021 E-mail: [zglcxyxzz@163.com](mailto:zglcxyxzz@163.com) 电话: 0771 - 2186013