

全身振动训练治疗腰痛的研究进展*

王雪强^{1,2} 胡浩宇¹ 郑依莉¹ 郑洁皎³ 张娟¹ 陈佩杰^{1,4}

腰痛(low back pain, LBP)是成年人健康最常见的问题,且发病呈现年轻化、严重化和逐年增多的趋势。流行病学表明:腰痛的发病率高达84%,其中慢性腰痛为23%,致残率达11%—12%^[1-2]。腰痛不仅影响健康、生存质量与工作,也造成沉重医疗负担与间接社会成本^[3]。鉴于腰痛常见性和对健康的危害性,如何有效地治疗腰痛,一直以来是康复医学领域中的热点^[4]。近十年来,全身振动训练应用于腰痛的运动治疗越来越广泛,特别是在腰部神经肌肉功能方面发挥着独特的优势^[5]。本文对全身振动训练在腰痛人群中应用的疗效和机制进行总结,以期为该技术在临床的进一步开展和推广提供参考。

1 全身振动训练概述

全身振动(whole body vibration, WBV)训练是一种新型有效的训练方法,WBV训练是放置于地面上的专门振动台(可供双脚或单脚站立、双手支撑或坐姿)产生振动,使其释放的冲击性振动刺激通过肢体传递到肌群上,进而增加主动肌的激活程度并提高高阈值运动单位的生物学活性,引起参与运动单位肌群以高频率放电,而达到神经肌肉系统兴奋性提高的训练效果^[6-7]。于2017年1月以“whole body vibration”为标题词/摘要词检索Pubmed数据库,共检索到1546篇相关文献,发现全身振动训练在康复医学、运动医学、竞技体育、航天医学和大众健身等领域中的研究和应用越来越受到重视,近20年相关文献逐年增加且增幅较大。

2 全身振动训练对腰椎骨密度的影响

腰痛发病原因很多,其中骨密度下降是导致腰痛的原因之一^[8]。研究调查显示存在骨质疏松的人群,发生腰痛几率明显大于非骨质疏松人群^[9]。腰椎椎体前部多为松质骨组成,此部位负重最多,容易压缩变形,使脊柱前倾,背曲加剧,形成驼背,从而进一步影响腰痛。

巴西Oliveira等学者^[10]发表一篇全身振动训练对绝经后

妇女骨质疏松疗效的Meta分析论文,检索了国际上常用的五大数据库(PubMed, Web of Science, LILACS, The Cochrane Library, PEDro),结果纳入了15篇全身振动训练与骨密度的随机对照试验,去除低质量的随机对照试验,发现全身振动训练组在改善绝经后妇女腰椎骨密度的效果要显著优于对照组。Lai学者^[11]设计了一个随机对照试验,将28例骨质疏松女性随机分为全身振动训练组和常规训练组,全身振动训练组额外接受30Hz的全身振动训练,1周3次,每次5min,经过6个月的干预,结果发现全身振动训练组在改善腰椎骨密度的疗效上显著优于对照组。

骨密度下降(骨质疏松症)主要是由于成骨细胞的骨形成不足和破骨细胞的骨吸收亢进导致的骨重建失衡的过程。刊登在2015年《Bone》期刊的一篇基础研究发现^[12],全身振动训练(振动频率40Hz,每12h振动30min,每周5d)可显著提高大鼠的骨密度,该研究论文的作者发现全身振动训练激活ERK1/2通路,进而促进成骨基因表达和成骨细胞增殖,同时抑制破骨细胞的活性。最后该研究作者建议全身振动训练可作为一种非药物干预的方式,提高骨密度。国内研究表明全身振动训练能显著改善去卵巢骨质疏松大鼠腰椎骨小梁结构,减少骨髓腔脂肪空泡和破骨细胞的数量,增加转录因子Osterix蛋白的表达,对缓解和治疗骨质疏松症有一定的效果^[13]。Rohlmann学者^[14]在研究中提出,全身振动训练可通过提高腰椎骨密度、腰部的血流量,进而改善或预防腰痛的发生。Yarar-Fisher学者^[15]证实全身振动训练(振动频率30—50Hz,振幅为2mm,每周干预3次,振动时间3—6min)可显著提高脊髓损伤患者的血流量,血流量增加一方面可以将血钙和其他营养物质送到骨骼,加速骨内营养供应和代谢过程,另一方面可促进成骨细胞的活性,增加成骨细胞对钙和其他矿物质的吸收,进而提高骨骼的密度。

3 全身振动训练对腰部肌肉的影响

腰部周围肌肉主要分为浅层核心肌群(例如竖脊肌、腹

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2018.09.024

*基金项目:国家自然科学基金青年项目(81501956);上海市科委青年科技英才扬帆计划项目(15YF14114000);上海市教委科研创新项目(15ZZ084);上海市人类运动能力开发与保障重点实验室资助项目(11DZ2261100);上海市科委重点项目(14490503800);上海市卫生计生系统重要薄弱学科建设项目(2015ZB0402)

1 上海体育学院运动医学康复中心,200438; 2 上海上体伤骨科医院康复医学科; 3 复旦大学附属华东医院康复医学科; 4 通讯作者
作者简介:王雪强,男,博士研究生,讲师; 收稿日期:2017-01-25

直肌、腹内外斜肌)和深层核心肌群(例如多裂肌和腹横肌),这些核心肌群在维持腰椎稳定、姿势控制和缓冲腰部受到的压力起着至关重要的作用^[16]。腰部核心肌群力量的下降,进而导致腰部稳定性下降,人体在做各种运动时,腰椎受到反复微小的创伤,最终导致腰痛的发生或者使腰痛加重^[17]。

Maeda 学者^[18]将 20 例男性随机分为全身振动训练组和常规训练组,全身振动训练组在常规训练动作中同时接受全身振动训练(振动频率 30Hz,振幅为 4mm,每周干预 3 次,每次 30—40min),经过 8 周的干预后,结果发现全身振动训练组在改善腰椎屈肌的等长力量显著优于常规训练组。Ye J 等学者^[19]发现 25Hz 的全身振动训练能显著提高受试者腰椎伸展肌群的肌力。英国 Stewart 学者和其同事^[20]在《Scand J Med Sci Sports》刊登一篇系统评价论文,Oliveira 学者和其同事检索了国际上常用的四大数据库(MEDLINE, EMBASE, CINAHL Plus, SPORTDiscus),结果发现全身振动训练能显著提高肌肉质量。

全身振动训练能够刺激神经肌肉的兴奋性,当身体中肌梭受到刺激,肌纤维内的肌梭会产生强烈的兴奋讯号,通过 Ia 感觉神经纤维迅速传入脊髓的 α 运动神经元,再传至骨骼肌纤维,激活潜在的运动单位,募集更多运动单位参与肌肉收缩,提高肌肉间协调能力与肌肉力量^[21—22]。Marin 学者^[23]在研究中观察 0Hz、30Hz、50Hz 全身振动训练对腹直肌、多裂肌激活的影响,通过表面肌电图观察各个肌肉的激活情况,结果发现 30Hz 的全身振动训练对比非振动训练,能显著增加多裂肌 25% 的激活率。Blasimann 学者^[24]在研究中观察 6 种振动频率的(2, 4, 6, 8, 10, 12Hz)全身振动训练对腰部肌肉激活的影响,结果发现在 12Hz 的全身振动训练情况下,腰部竖脊肌最大随意收缩的激活率增大了 14.5%。Blasimann 学者^[24]认为鉴于全身振动训练在脊柱肌肉具有显著性的激活效果,推荐全身振动训练作为脊柱肌肉骨骼疾病患者的一种治疗方法。

4 全身振动训练对腰部本体感觉的影响

近年来,众多学者认为维持腰椎的稳定不仅需要被动亚系的骨骼系统、主动亚系的肌肉与肌腱,同时神经系统在维持腰椎的稳定占据着非常重要的作用^[25—26]。腰部神经系统功能的缺失或降低将造成躯干运动位置精确性以及动态控制能力的下降,进而影响腰椎稳定性,导致腰痛反复发作、腰痛症状加重^[27]。

澳大利亚 Fontana 学者^[28]在研究中观察全身振动训练是否改善腰部的本体感觉,将 25 例年轻受试者随机分为全身振动训练和常规训练组,全身振动训练组接受 5min 半蹲位的全身振动训练(振动频率 18Hz,最大振幅为 10mm,每次振动时间 5min),常规训练组接受 5min 的半蹲位训练但没有振

动,结果发现全身振动训练能显著提高受试者的腰部本体感觉,本体感觉功能平均提高了 39%。王雪强^[29]将 86 例慢性腰痛患者随机分为全身振动训练(振动频率 9Hz,振动干预时间 40min)和常规训练组,干预 12 周,每周 3 次,结果发现全身振动训练组在改善腰椎屈曲和伸展的本体感觉明显优于常规训练组。上述研究证实全身振动训练能显著改善具有神经支配的受试者的神经肌肉功能,且 Sayenko 学者^[30]观察全身振动训练(振动频率 35Hz,振幅为 1mm,每次振动时间 1min)在脊髓损伤人群和非脊髓损伤人群的 H 反射,结果证实全身振动训练能激活完全性脊髓损伤患者的脊髓运动神经元兴奋性。

全身振动训练可直接或间接作用于肌腹或肌腱,进而引起肌梭初级和次级感觉神经末梢兴奋,肌梭的反馈传入刺激主要通过单突触闭合传导增加 α 运动神经元的放电。同时全身振动训练也可以导致神经元池的去抑制或者易化,神经元池同步性提高^[31]。Games 学者^[32]观察全身振动训练(振动频率 50Hz,振幅为 2mm,每次振动时间 5min)对运动神经元池的兴奋性,通过 H 反射评定运动神经元池的兴奋性,结果证实全身振动训练抑制了 H 反射,进而提高了运动神经元池的兴奋性。Issurin 学者^[33]提出全身振动训练可激活高尔基腱器,高尔基腱器属于本体感受器的一种,它是慢适应力学感受器。本体感受器主要作用是收集关节的位置觉、运动觉和振动觉等信息,通过分布于关节周围组织的肌肉、韧带、关节囊和皮肤的感受器,将信号经传入神经传至脊髓、大脑等感觉运动中枢^[34]。当肌肉收缩拉伸肌腱时,传入神经的感受器末梢变形,当高尔基腱器兴奋性增强时,代表本体感受器能力的提升,即本体感觉功能的提高。

5 全身振动训练对腰痛临床疗效的影响

5.1 对腰痛患者疼痛程度的影响

西班牙 del Pozo-Cruz 学者与其同事^[35]采用随机单盲试验观察全身振动训练治疗腰痛的疗效,将 50 例慢性非特异性腰痛患者随机分为全身振动训练组和对照组,全身振动训练组(振动频率 20Hz,每次振动时间 17—40min)接受每周 2 次的干预,干预 12 周,采用视觉模拟疼痛评分评价疼痛程度,结果发现对比对照组,全身振动训练组能显著减轻疼痛程度达 24.13%($P=0.006$)。美国 Maddalozzo 学者^[36]将 125 例慢性非特异性腰痛患者分为两组,常规训练组接受腰部的牵伸训练、核心稳定训练、肌力和功能性训练,全身振动训练组在常规训练组的基础上增加全身振动训练(振动频率 20—30Hz,振幅为 0.6—1.2mm),两组腰痛患者的病程都大于 3 个月,且数字模拟疼痛评分(pain numeric rating scale)都大于 7 分,结果发现,两组腰痛患者的疼痛程度相对于治疗前都有显著性改善,且全身振动训练改善腰痛的程度明显优于常规

训练组。全身振动训练通过提高腰痛患者的核心肌群肌力、腰椎稳定性等,以达到改善腰痛患者的疼痛程度。同时众多研究^[37-39]表明全身振动训练也可以通过影响中枢的痛觉敏感性来减轻疼痛程度。Kuwahara等学者^[37]研究发现振动干预可激活成年人(28—73岁)神经粗纤维(A- β 纤维),粗纤维的激活进而抑制细纤维(A δ 、C纤维)向大脑中枢传递疼痛。Shilpapiya等学者^[39]研究发现振动干预同样通过闸门控制学说理论,即激活儿童(6—12岁)粗纤维,关闭疼痛“闸门”,进而减轻受试者的疼痛程度。

5.2 对腰痛患者功能障碍和生存质量的影响

美国Maddalozzo学者^[36]将125例慢性非特异性腰痛患者分为两组,常规训练组和全身振动训练组(振动频率20—30Hz,振幅为0.6—1.2mm),采用Oswestry功能障碍指数(Oswestry disability index, ODI)评价腰痛患者的功能障碍,结果研究发现,相对于干预前,常规训练组显著降低ODI评分9分,全身振动训练组平均降低腰痛患者ODI评分22分,且全身振动训练在改善腰痛患者的功能障碍显著优于常规训练。西班牙del Pozo-Cruz学者与其同事^[35]采用随机单盲试验观察全身振动训练治疗腰痛的疗效,将50例慢性非特异性腰痛患者随机分为全身振动训练组和对照组,全身振动训练组(振动频率20Hz,每次振动时间17—40min)接受每周2次的干预,干预12周,采用ODI指数和Roland-Morris功能障碍调查表(Roland-Morris disability questionnaire, RMDQ)评价腰痛患者的功能障碍,健康相关生存质量(health-related quality of life, HRQOL)评价腰痛患者的生存质量,结果研究发现,对比对照组,全身振动训练组能显著改善ODI, RMDQ和生存质量,del Pozo-Cruz学者推荐全身振动训练可作为一种新型有效的治疗方式干预腰痛。研究表明,全身振动训练可促进神经肌肉的适应,引发张力性振动反射,促进牵张反射作用,同时激活腰部快肌(浅层核心肌群)和慢肌(深层核心肌群),并动员更多的运动单位,同时激活腰部的主动肌和拮抗肌,进而改善腰部肌群间的协调作用,最终维持腰椎的稳定性,达到改善腰部功能障碍的作用^[40-42]。

6 全身振动训练的注意事项

上述众多研究表明有规律的全身振动训练对腰部肌肉骨骼系统、神经系统和相关脏器等具有一定的积极促进作用^[18-20,35-36],但在实际应用中需谨慎设计全身振动训练的振动参数。瑞典Burström学者和其同事^[43]检索了国际上三大数据库(PubMed, Nioshtic-2, ScienceDirect),收集关于全身振动和腰痛、坐骨神经痛相关性的研究,经筛选后纳入了28篇关于全身振动与腰痛的论文,结果证实长期接受全身振动的职业工人(例如电钻工人、锯木工人、不同路面的驾驶员等)更易发生腰痛和坐骨神经痛,相对危险度(odds ratio)为

2.17,且暴露在高频率、无规律的全身振动产生的腰痛是低频率、无规律的全身振动1.5倍。Burström学者^[43]证实了无规律的全身振动会增加腰痛和坐骨神经痛的风险。2016年美国Kim学者^[44]认为很多货车司机发生腰痛,是因为他们经常暴露在无规律的全身振动中,故Kim学者^[44]对96名货车司机进行横断面研究,结果发现货车司机发生腰痛的风险,以及生存质量都明显差于一般的美国工人,且无规律的全身振动暴露时间越长,健康状况越差。Kim学者^[44]得出结论:无规律的全身振动和肌肉骨骼疾病有着非常强的联系,尤其是腰痛的发生。Milosavljevic学者^[45]认为:振动频率不同、振动幅度不断改变和接触时间过长的全身振动会诱发腰痛和颈痛,这些不受控制、长期职业性的振动对身体可能会造成极大的伤害。全身振动训练能改善腰痛患者引起的疼痛程度和功能障碍,但这种治疗效果又受到振动频率、振动幅度等因素的影响,那么对于全身振动训练治疗腰痛,最佳的振动参数如何选择,目前的研究尚不明确,但明确的是,无规律的全身振动会诱发腰痛。

腰痛的病因较多,上述众多研究表明全身振动训练治疗非特异性腰痛有显著的疗效,但全身振动训练治疗以下因素引起的腰痛是禁忌的^[46-47]:孕妇、腰部术后早期、腰部急性肌肉损伤、腰部骨折和关节脱位、胆囊、膀胱或肾结石、急性腰痛、肿瘤等。此外,腰痛患者在进行全身振动训练时,若是振动仪器引起的腰痛加重,建议停止训练。

7 小结

尽管全身振动训练能改善腰痛患者引起的疼痛程度和功能障碍,但这种治疗效果又受到振动频率、振动幅度等因素的影响,目前对于全身振动训练治疗腰痛的参数未统一,最佳的振动参数如何选择尚不明确。目前国内外用全身振动训练改善慢性腰痛为主,缺乏对急性腰痛的报道,对于是否也能改善急性腰痛患者的疗效,还需更多的证据。在今后的研究中,不仅需要全身振动训练改善腰痛患者的作用机制进行进一步研究,还需要确定最适宜的振动参数以提高腰痛患者的疗效。

参考文献

- [1] Maher C, Underwood M, Buchbinder R. Non-specific low back pain[J]. Lancet, 2017, 389(10070):736—747.
- [2] Brinjikji W, Luetmer PH, Comstock B, et al. Systematic literature review of imaging features of spinal degeneration in asymptomatic populations[J]. Am J Neuroradiol, 2015, 36(4): 811—816.
- [3] Kim SY, Lee H, Lee H, et al. An observational study on the costs and consequences of acupuncture for the management of chronic low back pain in Korean patients[J]. Acupunct Med, 2015, 33(2):148—153.

- [4] 王雪强,陈佩杰.腰痛常见不良姿势及其运动疗法[J].中国疼痛医学杂志,2014,20(10):748—751.
- [5] Wang XQ, Pi YL, Chen PJ, et al. Whole body vibration exercise for chronic low back pain: study protocol for a single-blind randomized controlled trial[J]. *Trials*, 2014, 15(1): 104.
- [6] 王朴,雒晓甜,张弛,等.全身振动训练对心肺功能影响的研究进展[J].中国康复医学杂志,2017,32(1):117—120.
- [7] 宋佩成,李玉章.振动训练法研究进展[J].体育科研,2010,31(2): 78—82.
- [8] Kim S, Hwang B. Relationship between bone mineral density and the frequent administration of epidural steroid injections in postmenopausal women with low back pain[J]. *Pain Res Manag*, 2014, 19(1):30—34.
- [9] Chou YC, Shih CC, Lin JG, et al. Low back pain associated with sociodemographic factors, lifestyle and osteoporosis: a population-based study[J]. *J Rehabil Med*, 2013, 45(1):76—80.
- [10] Oliveira LC, Oliveira RG, Pires-Oliveira DA. Effects of whole body vibration on bone mineral density in postmenopausal women: a systematic review and meta-analysis[J]. *Osteoporos Int*, 2016, 27(10):2913—2933.
- [11] Lai CL, Tseng SY, Chen CN, et al. Effect of 6 months of whole body vibration on lumbar spine bone density in postmenopausal women: a randomized controlled trial[J]. *Clin Interv Aging*, 2013, (8):1603—1609.
- [12] Zhou Y, Guan X, Liu T, et al. Whole body vibration improves osseointegration by up-regulating osteoblastic activity but down-regulating osteoblast-mediated osteoclastogenesis via ERK1/2 pathway[J]. *Bone*, 2015, (71):17—24.
- [13] 司会群,卜淑敏,赵俊勇,等.全身垂直振动对去卵巢骨质疏松大鼠腰椎转录因子Osterix蛋白表达的影响[J].中国运动医学杂志,2015,34(4):353—357.
- [14] Rohlmann A, Schmidt H, Gast U, et al. In vivo measurements of the effect of whole body vibration on spinal loads [J]. *Eur Spine J*, 2014, 23(3):666—672.
- [15] Yazar-Fisher C, Pascoe DD, Gladden LB, et al. Acute physiological effects of whole body vibration (WBV) on central hemodynamics, muscle oxygenation and oxygen consumption in individuals with chronic spinal cord injury[J]. *Disabil Rehabil*, 2014, 36(2):136—145.
- [16] Akuthota V, Ferreiro A, Moore T, et al. Core stability exercise principles[J]. *Curr Sports Med Rep*, 2008, 7(1):39—44.
- [17] Lederman E. The myth of core stability[J]. *J Bodyw Mov Ther*, 2010, 14(1):84—98.
- [18] Maeda N, Urabe Y, Sasada I, et al. Effect of whole-body-vibration training on trunk-muscle strength and physical performance in healthy adults: preliminary results of a randomized controlled trial[J]. *J Sport Rehabil*, 2016, 25(4):357—363.
- [19] Ye J, Ng G, Yuen K. Acute effects of whole-body vibration on trunk muscle functioning in young healthy adults [J]. *J Strength Cond Res*, 2014, 28(10):2872—2879.
- [20] Stewart VH, Saunders DH, Greig CA. Responsiveness of muscle size and strength to physical training in very elderly people: a systematic review[J]. *Scand J Med Sci Sports*, 2014, 24(1):e1—10.
- [21] Marín PJ, García-Gutiérrez MT, Da Silva-Grigoletto ME, et al. The addition of synchronous whole-body vibration to battling rope exercise increases skeletal muscle activity[J]. *J Musculoskelet Neuronal Interact*, 2015, 15(3):240—248.
- [22] Baczyk M, Hałuszka A, Mrówczyński W, et al. The influence of a 5-wk whole body vibration on electrophysiological properties of rat hindlimb spinal motoneurons[J]. *J Neurophysiol*, 2013, 109(11):2705—2711.
- [23] Marin PJ, Hazell TJ. Effects of whole-body vibration with an unstable surface on muscle activation[J]. *J Musculoskelet Neuronal Interact*, 2014, 14(2):213—219.
- [24] Blasimann A, Fleuti U, Rufener M, et al. Electromyographic activity of back muscles during stochastic whole body vibration[J]. *J Musculoskelet Neuronal Interact*, 2014, 14(3): 311—317.
- [25] Wang XQ, Zheng JJ, Yu ZW, et al. A meta-analysis of core stability exercise versus general exercise for chronic low back pain[J]. *PLoS One*, 2012, 7(12):e52082.
- [26] Kienbacher T, Fehrmann E, Habenicht R, et al. Age and gender related neuromuscular pattern during trunk flexion-extension in chronic low back pain patients[J]. *J Neuroeng Rehabil*, 2016, (13):16.
- [27] 陈炳霖,邹军,李欣,等.腰椎本体感觉测试研究现状及展望[J].中国康复理论与实践,2015,21(10):1182—1186.
- [28] Fontana TL, Richardson CA, Stanton WR. The effect of weight-bearing exercise with low frequency, whole body vibration on lumbosacral proprioception: a pilot study on normal subjects[J]. *Aust J Physiother*, 2005, 51(4):259—263.
- [29] 王雪强.核心稳定训练对非特异性腰痛患者神经肌肉功能的作用[D].上海:上海体育学院,2016.
- [30] Sayenko DG, Masani K, Alizadeh-Meghriazi M, et al. Acute effects of whole body vibration during passive standing on soleus H-reflex in subjects with and without spinal cord injury[J]. *Neurosci Lett*, 2010, 482(1):66—70.
- [31] 袁艳,苏彦炬,吴贻刚.振动训练对肌肉H反射、T反射和表面肌电信号的影响研究进展[J].中国运动医学杂志,2016,35(6): 581—587.
- [32] Games KE, Sefton JM. Whole-body vibration influences lower extremity circulatory and neurological function[J]. *Scand J Med Sci Sports*, 2013, 23(4):516—523.
- [33] Issurin VB. Vibrations and their applications in sport. A review[J]. *J Sports Med Phys Fitness*, 2005, 45(3):324—336.
- [34] 王雪强,郑洁皎,华英汇.本体感觉测试的影响因素[J].中华物理医学与康复杂志,2011,33(10):792—794.
- [35] del Pozo-Cruz B, Hernández Mocholí MA, Adsuar JC, et al. Effects of whole body vibration therapy on main outcome measures for chronic non-specific low back pain: a single-blind randomized controlled trial[J]. *J Rehabil Med*, 2011, 43(8):689—694.
- [36] Maddalozzo GF, Kuo B, Maddalozzo WA, et al. Comparison of 2 multimodal interventions with and without whole body vibration therapy plus traction on pain and disability in patients with nonspecific chronic low back pain[J]. *J Chiropr Med*, 2016, 15(4):243—251.
- [37] Kuwahara H, Ogawa R. Using a vibration device to ease

- pain during facial needling and injection[J]. *Eplasty*, 2016, (16):e9.
- [38] McGinnis K, Murray E, Cherven B, et al. Effect of vibration on pain response to heel lance: A pilot randomized control trial[J]. *Adv Neonatal Care*, 2016, 16(6):439—448.
- [39] Shilpapiya M, Jayanthi M, Reddy VN, et al. Effectiveness of new vibration delivery system on pain associated with injection of local anesthesia in children[J]. *J Indian Soc Pedod Prev Dent*, 2015, 33(3):173—176.
- [40] Fernandes IA, Kawchuk G, Bhambhani Y, et al. Does whole-body vibration acutely improve power performance via increased short latency stretch reflex response?[J]. *J Sci Med Sport*, 2013, 16(4):360—364.
- [41] Boucher JA, Abboud J, Dubois JD, et al. Trunk neuromuscular responses to a single whole-body vibration session in patients with chronic low back pain: a cross-sectional study [J]. *J Manipulative Physiol Ther*, 2013, 36(9):564—571.
- [42] Arora N, Grenier SG. Acute effects of whole body vibration on directionality and reaction time latency of trunk muscles: the importance of rest and implications for spine stability[J]. *J Electromyogr Kinesiol*, 2013, 23(2):394—401.
- [43] Burström L, Nilsson T, Wahlström J. Whole-body vibration and the risk of low back pain and sciatica: a systematic review and meta-analysis[J]. *Int Arch Occup Environ Health*, 2015, 88(4):403—418.
- [44] Kim JH, Zigman M, Aulck LS, et al. Whole body vibration exposures and health status among professional truck drivers: A cross-sectional analysis[J]. *Ann Occup Hyg*, 2016, 60(8):936—948.
- [45] Milosavljevic S, Bagheri N, Vasiljev RM, et al. Does daily exposure to whole-body vibration and mechanical shock relate to the prevalence of low back and neck pain in a rural workforce?[J]. *Ann Occup Hyg*, 2012, 56(1):10—17.
- [46] 李玉章. 全身振动训练的理论与实践[M]. 上海:第二军医大学出版社, 2010.150.
- [47] Sievänen H, Karinkanta S, Moisio-Vilenius P, et al. Feasibility of whole-body vibration training in nursing home residents with low physical function: a pilot study[J]. *Aging Clin Exp Res*, 2014, 26(5):511—517.

·综述·

矫形器在肘关节创伤后功能障碍康复中的应用进展

江 航¹ 张锦明^{1,2}

肘关节的僵硬是其外伤后常见的并发症,创伤后很容易发生软组织的粘连、挛缩,关节囊会增厚并且结构发生改变。而肘关节僵硬是导致其功能障碍的主要原因,功能的恢复很大程度上取决于关节活动度的改善。有15%的肘关节脱位、21%的脱位合并桡骨头骨折和25%的肱骨骨折都会导致肘关节僵硬而产生功能障碍,对患者的生存质量有很大影响,因此对肘关节僵硬的治疗意义重大。肘关节僵硬的治疗方法可分为手术松解和保守治疗,但是手术松解可能会导致僵硬复发和神经、血管的并发症,如神经损伤的发生率在0—14%^[1-2]。在没有异位骨化的情况下,保守疗法中的矫形器治疗是一种有效的方法。

关节周围的软组织具有黏弹性的特点,矫形器利用蠕变和应力松弛的原理牵伸软组织以扩大关节的活动范围,当关

节稳定、骨折愈合,此时应用矫形器疗效较好。矫形器种类多样,与物理治疗相配合治疗关节僵硬效果良好^[3]。其设计科学简洁,使用方便,并发症的发生率低,无论是在医院或在患者家中,矫形器都能代替治疗师的手法牵伸起到良好的治疗作用。本文就矫形器在肘关节创伤后功能障碍康复中的应用做一综述。

1 肘关节的功能解剖学和生物力学

肘关节是一个非常稳定的复合关节,包括3部分:肱尺关节、肱桡关节和桡尺近侧关节。正常的生理运动包括肱尺关节的屈伸和前臂的旋转,屈伸角度的增加很大程度上有利于前臂的旋转功能恢复。由于肘关节结构的特殊性,目前很多证据表明肘关节对创伤非常敏感,是异位骨化及骨化性肌

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2018.09.025

1 哈尔滨医科大学附属第一医院,150000; 2 通讯作者

作者简介:江航,男,硕士研究生; 收稿日期:2017-03-31