

·综述·

振动治疗在脑卒中后肢体痉挛中的应用进展

肖悦¹ 许光旭^{1,2}

脑卒中后肢体痉挛是上运动神经元损伤导致的感觉运动系统功能障碍,表现为速度依赖的牵张反射亢进,常导致不随意的肢体活动和异常的姿势,并伴随着肌肉短缩和疼痛的发生^[1]。脑卒中患者肢体痉挛发生率为19%—38%,痉挛直接导致了患者日常生活活动能力下降,社区生活参与程度受限,生存质量降低,同时增加了陪护人员的护理难度^[2]。因此,痉挛的治疗在脑卒中康复过程中占据了重要地位。目前,尽管一些物理治疗方法已被证明具有短期效应,比如肌肉牵伸、热敷和神经肌肉电刺激,但长期效应仍不明确^[3-4]。而具有长期效应的治疗方法,如口服巴氯芬和注射肉毒毒素,可能给患者带来经济负担和药物不良反应^[5]。近年来,振动治疗作为一种简便且无创的治疗方法越来越为人们所广泛应用^[6]。本文收集近年来振动治疗对脑卒中患者痉挛干预的相关研究,对振动治疗在脑卒中后肢体痉挛的作用机制和疗效进行综述,以期临床治疗提供参考。

1 振动治疗的概念和分类

振动治疗是一种用机械设备产生一定频率及振幅高精度重复振动波来刺激机体特定部位产生效应的治疗方法^[7]。根据作用部位,可将振动方式分为全身振动和局部振动。全身振动指患者以特定姿势站立、坐或跪在振动平台上,振动刺激经由接触部位向上传递至全身其余部位,能够对全身产生振动刺激;局部振动指使用振动设备直接接触目标肌肉以传递振动刺激,目标肌肉及其邻近肌肉接受刺激^[8]。根据振动方向,可将振动方式分为垂直振动和交替振动^[9]。垂直振动指振动设备产生单维振动波,振动波传递方向垂直于接触部位;交替振动指振动平台两侧交替产生振动波,振动波按正弦规律作用于机体^[10]。

2 振动治疗用于脑卒中肢体痉挛的作用机制

近年来,越来越多的研究表明不同方式的振动刺激对脑卒中患者降低肌张力、缓解痉挛及功能改善确有积极影响^[11]。振动治疗作用于脑卒中后痉挛的主要机制如下。

2.1 增加运动皮质兴奋性

振动通过增加本体感觉输入可以间接影响运动皮质的活动。振动作为一种强烈的本体感觉刺激,能够引起包括梅氏小体(Meissner corpuscle)、环层小体(lamellar corpuscle)、肌梭在内的多种感受器兴奋,感觉冲动传入至感觉皮质,通过感觉运动皮质间联系提高了运动皮质的兴奋性,影响了中枢对运动功能的调控^[12-13]。Lapole等^[13]发现振动刺激跟腱后,经颅磁刺激比目鱼肌运动诱发电位(motor evoked potential, MEP)波幅增加至振动前水平的215%,提示振动可以提高运动皮质的兴奋性。Marconi等^[14]用振动刺激桡侧腕屈肌和肱二头肌,发现M1区激活面积增大且最大运动诱发电位和短间隔皮质内抑制(short-interval intracortical inhibition, SICI)在振动后显著提高,提示振动能够提高皮质脊髓束兴奋性并产生皮质内抑制,从而降低肌张力。

2.2 调节牵张反射

肌梭属于长度感受器,振动带来的机械刺激能够造成肌梭持续且重复的长度变化^[15]。一方面,肌梭敏感性发生适应性降低,减少了经Ia类纤维传入的 α 运动神经元兴奋,梭外肌的兴奋性减低,从而病理性运动单位募集减少,肌张力向正常趋势发展^[16]。Pope和DeFreitas^[15]观察振动刺激股四头肌前后膝腱反射的变化,表面肌电显示振动后下肢H反射潜伏期延长,肌梭的反射受到抑制。另一方面,振动对肌肉的机械性刺激能够引起肌肉短暂地非自主反射性收缩(tonic vibration reflex, TVR),梭外肌收缩而梭内肌纤维放松,继发Ia类纤维传入减少, γ 运动神经元兴奋性减低,肌梭的传入冲动减少,亦导致 α 运动神经元兴奋性减低,降低了肌肉张力^[17-18]。Noma等^[19]在振动治疗对脑卒中患者痉挛上肢影响的研究中观察到,振动初始时肌肉发生反射性收缩,持续数分钟后反射性收缩消失,上肢痉挛得到缓解,且经测量痉挛缓解效应可维持30min。

2.3 改变肌肉生物力学

由于中枢受到损伤,肌肉伴随痉挛的产生其内在特性发生变化,包括胶原和弹性组织纤维化、肌纤维长度缩短、肌肉厚度减小等一系列结构改变^[20-23]。振动的直接作用目标是肌肉,其产生的振动波能够沿肌肉肌腱复合体进行传导,肌

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2019.06.026

1 南京医科大学第一附属医院康复医学中心,南京,210029; 2 通讯作者

作者简介:肖悦,女,硕士研究生; 收稿日期:2017-05-26

肉通过弹性能的储存与释放,一方面肌肉组织间的粘连得到物理松解,一方面肌肉胶原和弹性组织的工作能力提高^[24]。Marín等^[25]使用肌骨超声测量技术对全身振动前后脑卒中患者股直肌和股外侧肌厚度进行比较,发现振动治疗后股直肌和股外侧肌厚度分别增加10.6%和12.5%。古福明等^[26]发现振动后大鼠腓肠肌的弹性模量明显增大,即肌肉抵抗变形能力增强,肌肉弹性增大,而肌肉弹性与痉挛程度呈负相关,肌肉弹性越大则痉挛程度越低^[27]。

2.4 调节神经体液

振动是神经内分泌系统的有效刺激源。Karthä等^[28]观察到,连续7d全身振动可以提高大鼠颈椎间盘内神经营养因子(brain derived neurotrophic factor, BDNF)水平。Maffiuletti等^[29]在振动治疗前后对受试者血液进行激素水平分析,发现振动后血液中生长激素和睾酮水平均较治疗前提高,有利于肌肉蛋白的合成与代谢,维持肌肉强度、形态和质量。黄鹏^[30]发现振动刺激使大鼠比目鱼肌中胰岛素样蛋白因子IGF-I和肌肉生长调节因子MyoD等产生过表达,而IGF-I和MyoD能够促进骨骼肌蛋白合成、抑制骨骼肌蛋白分解,预防肌肉结构改变。

3 振动治疗用于脑卒中肢体痉挛的临床研究

目前,振动治疗在临床中已被广泛应用于偏侧忽略、多发性硬化、帕金森病、脑性瘫痪等多种神经功能障碍性疾病^[31-34],而其对脑卒中后肌肉痉挛的影响也一直受到学者们的关注^[35]。早在20世纪60年代,Hagbarth和Eklund^[36]就发现振动是治疗脑卒中后遗症的有效手段。国内在20世纪末引入振动治疗,至21世纪初开始有学者尝试将振动应用于脑卒中患者痉挛的治疗^[37]。

3.1 全身振动

3.1.1 全身振动在脑卒中后下肢的应用:学者们常关注全身振动训练对于脑卒中患者下肢痉挛的作用。Ritzmann等^[38]记录频率为22Hz、振幅为4mm的全身振动后下肢H反射和小腿三头肌被动牵拉反射性收缩波幅,结果显示H反射在全身振动后5min内发生抑制,小腿三头肌反射性收缩在全身振动后1分钟内减弱,提示了全身振动对于下肢牵张反射的抑制作用。Miyara等^[39]使用频率为30Hz、振幅为4—8mm的全身振动,观察其对脑卒中患者腓肠肌、腓骨肌、比目鱼肌张力和髌关节、踝关节主被动关节活动度的影响,结果显示振动后患者下肢肌张力下降,髌关节、踝关节主被动关节活动度改善,且步行能力、步态及日常生活活动能力均提高。全身振动对于踝关节跖屈肌痉挛及步态的改善作用在国内学者的研究中也获得了肯定。李哲等^[40]发现频率为30Hz、振幅为0.5mm的全身振动后,脑卒中患者踝跖屈肌群肌张力下降,踝关节控制能力及步行能力较治疗前明显改善。朱娟

等^[41]的研究结果也同样提示,全身振动(频率10Hz,振幅4mm)能够有效改善脑卒中患者时空步行参数、提高步行能力。

3.1.2 全身振动在脑卒中后上肢的应用:通过全身振动平台,振动刺激从接触部位传入,向上经由骨骼肌肉系统传至躯干、肩及上肢,因而全身振动给卒中患者带来的影响不仅局限于下肢。目前全身振动对于上肢作用的研究十分有限,但已有研究提示了全身振动对于改善上肢功能的可行性。Lee等^[42]观察频率为5—15Hz、振幅为1—6mm的全身振动训练对脑卒中患者痉挛上肢的影响,通过测量上肢包括肩前屈/内旋/外旋,肘屈曲/伸展,前臂旋前,腕/指屈曲在内的八个肌群的肌张力,发现振动后上肢各肌群改良Ashworth评分(modified Ashworth scale, MAS)显著下降,且受累侧最大握力与非受累侧差距较振动前缩小,提示全身振动能够缓解卒中患者上肢痉挛,使手功能向正常趋势发展。

3.2 局部振动

3.2.1 局部振动在脑卒中后下肢的应用:局部振动对患者姿势控制要求低,且简便易操作,常被应用于缓解特定肌肉的痉挛。Seo等^[43]比较40Hz、80Hz、120Hz三组不同频率的局部振动刺激对腓肠肌痉挛的影响,用H反射波幅计算振动抑制指数作为评价指标,发现频率为80Hz的振动能有效抑制脊髓节段反射,缓解腓肠肌痉挛。Park等^[44]观察了振动作为受累侧胫前肌外部刺激对偏瘫步态的提示作用,发现振动后患者步行速度提高且步行节律性增加,足下垂所致的廓清障碍也较振动前得到缓解。Lee等^[45]观察频率为90Hz、振幅为15μm的局部振动对脑卒中患者胫前肌与跟腱的作用,结果显示振动后患者的步行速度提高、步长增大、步行节律性和受累侧支撑相时间明显增加,痉挛所致的偏瘫步态得到改善。

3.2.2 局部振动在脑卒中后上肢的应用:Celletti等^[46]应用频率为100Hz的振动对脑卒中患者的胸小肌、肱二头肌和腕屈肌群进行局部刺激,并结合运动模式再学习训练,6周后患者受累侧上肢疼痛视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS)与上肢屈肌肌群MAS明显降低。Caliandro等^[47]对脑卒中患者受累侧的胸小肌和肱二头肌同时进行100Hz的局部振动刺激,发现振动后患者屈肘肌MAS降低且手功能评分提高,提示局部振动能够抑制上肢痉挛、改善手功能。Casale等^[48]也同样选用100Hz作为治疗频率,目标肌肉为肱三头肌,2周后,患者肱二头肌MAS降低,提示振动应用于拮抗肌能够抑制主动肌痉挛,并且其效果可持续至治疗结束后48h。Noma等^[49]观察频率为91Hz、振幅为1mm的局部振动刺激对脑卒中患者上肢痉挛的即刻效应,发现与牵伸组相比,振动组F波波幅、F/M比率、屈肘肌和腕屈肌MAS下降更为明显,且振动的痉挛抑制效应于结束后30min仍然存在,而牵伸的痉挛抑制效应消失,说明振动的疗效更具可持续性。

3.3 振动治疗应用于脑卒中患者的注意事项

不同频率及作用时间的振动对于人体生理及心理的影响是不同的,振动的不恰当使用可能给人体带来不良反应^[49]。Milosavljevic S等^[50]发现,卡车司机长期每天连续2h暴露于全身振动作业环境易发生下背部疼痛。Rolke等^[51]报道连续从事8年以上手传作业活动的工人易患职业性手臂振动病,表现为手指麻木、疼痛、痛觉及触觉减弱。尽管大部分振动训练研究未报道不良反应,但仍有部分研究对其有所提及。一项关于全身振动对脑卒中患者影响的Meta分析提示,13个试验共455例受试者中,29例受试者于振动治疗后曾出现一过性不良反应,包括:膝关节疼痛、头痛、下肢水肿、皮肤红疹和瘙痒^[52]。Tankisheva等^[53]亦观察到部分受试者于首次接受振动训练后出现短暂皮肤瘙痒症状。Mester等^[54]的研究显示,由于全身振动能够增加总血管外周阻力,故临床使用振动治疗需排除冠心病及未经治疗的高血压患者。此外,肿瘤、心脏起搏器、急性腰椎间盘突出、高血栓风险及严重骨质疏松症亦属振动治疗禁忌证^[55-56]。因此,在临床中使用振动治疗需结合脑卒中患者具体情况,并避免长时间接受振动刺激,以提高治疗的安全性,防止不良反应的发生。

4 小结

本文综述了近年来振动治疗在脑卒中后肢体痉挛治疗中的应用,初步描述了振动治疗在缓解痉挛方面的可行性和有效性。明确振动治疗对于脑卒中患者肌肉痉挛的抑制作用,能够给现有临床治疗方案提供新的思路:患者能够通过使用振动治疗缓解痉挛、改善肢体功能,同时可逐步减少抗痉挛药物的使用,以降低经济负担和药物不良反应。本文也显示了目前已有研究的局限性,尽管一些研究支持将全身振动和局部振动应用于脑卒中患者的痉挛管理,但有学者认为目前尚不能将振动治疗用于指导临床治疗脑卒中后肢体痉挛,适当的振动频率、振幅范围及治疗效果持续时间等问题仍有待解答。因此,振动治疗的具体参数以及疗效持续时间应作为今后研究重点方向,以获得更多证据支持其在临床的使用,使其在脑卒中患者肌肉痉挛中的应用更加规范化。

参考文献

- [1] Sunnerhagen KS. Predictors of spasticity after stroke[J]. Curr Phys Med Rehabil Rep, 2016, 4(3):182—185.
- [2] Doan QV, Brashear A, Gillard PJ, et al. Relationship between disability and health-related quality of life and caregiver burden in patients with upper limb poststroke spasticity[J]. PMR, 2012, 4(1):4—10.
- [3] Winstein CJ, Stein J, Arena R, et al. Guidelines for adult stroke rehabilitation and recovery[J]. Stroke, 2016, 47(6):e98—e169.
- [4] Noma T, Matsumoto S, Shimodozono M, et al. Anti-spastic effects of the direct application of vibratory stimuli to the spastic muscles of hemiplegic limbs in post-stroke patients: a proof-of-principle study[J]. J Rehabil Med, 2012, 44(4): 325—330.
- [5] Sunnerhagen KS, Olver J, Francisco GE. Assessing and treating functional impairment in poststroke spasticity[J]. Neurology, 2013, 80(3 Suppl 2):S35—S44.
- [6] Liao LR, Huang M, Lam FM, et al. Effects of whole-body vibration therapy on body functions and structures, activity, and participation poststroke: a systematic review[J]. Phys Ther, 2014, 94(9):1232—1251.
- [7] Sadeghi M, Sawatzky B. Effects of vibration on spasticity in individuals with spinal cord injury: a scoping systematic review[J]. Am J Phys Med Rehabil, 2014, 93(11):995—1007.
- [8] Liao LR, Ng GY, Jones AY, et al. Whole-body vibration intensities in chronic stroke: a randomized controlled trial[J]. Med Sci Sports Exerc, 2016, 48(7):1227—1238.
- [9] Abercromby AF, Amonette WE, Layne CS, et al. Vibration exposure and biodynamic responses during whole-body vibration training[J]. Med Sci Sports Exerc, 2007, 39(10):1794—1800.
- [10] Gerodimos V, Zafeiridis A, Karatrantou K, et al. The acute effects of different whole-body vibration amplitudes and frequencies on flexibility and vertical jumping performance[J]. J Sci Med Sport, 2010, 13(4):438—443.
- [11] Osawa Y, Oguma Y, Ishii N. The effects of whole-body vibration on muscle strength and power: a meta-analysis[J]. J Musculoskelet Neuronal Interact, 2013, 13(3):380—390.
- [12] Paoloni M, Tavernese E, Fini M, et al. Segmental muscle vibration modifies muscle activation during reaching in chronic stroke: A pilot study[J]. Neuro Rehabilitation, 2014, 35(3):405—414.
- [13] Lapole T, Temesi J, Arnal PJ, et al. Modulation of soleus corticospinal excitability during Achilles tendon vibration[J]. Exp Brain Res, 2015, 233(9):2655—2662.
- [14] Marconi B, Filippi GM, Koch G, et al. Long-term effects on cortical excitability and motor recovery induced by repeated muscle vibration in chronic stroke patients[J]. Neuro-rehabil Neural Repair, 2011, 25(1):48—60.
- [15] Pope ZK, DeFreitas JM. The effects of acute and prolonged muscle vibration on the function of the muscle spindle's reflex arc[J]. Somatosens Mot Res, 2015, 32(4):254—261.
- [16] Harwood B, Scherer J, Brown RE, et al. Neuromuscular responses of the plantar flexors to whole-body vibration[J]. Scand J Med Sci Sports, 2016, [Epub ahead of print].
- [17] Carlucci F, Felici F, Piccinini A, et al. Individual optimal

- frequency in whole-body vibration: effect of protocol, joint angle, and fatiguing exercise[J]. *J Strength Cond Res*, 2016, 30(12):3503—3511.
- [18] Chung P, Liu C, Wang H, et al. Various performance-enhancing effects from the same intensity of whole-body vibration training[J]. *Journal of Sport and Health Science*, 2016.
- [19] Noma T, Matsumoto S, Etoh S, et al. Anti-spastic effects of the direct application of vibratory stimuli to the spastic muscles of hemiplegic limbs in post-stroke patients[J]. *Brain Inj*, 2009, 23(7):623—631.
- [20] Picelli A, Tamburin S, Cavazza S, et al. Relationship between ultrasonographic, electromyographic, and clinical parameters in adult stroke patients with spastic equinus: an observational study[J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2014, 95(8):1564—1570.
- [21] 张燕. 超声在脑卒中后肌肉痉挛评估中的应用研究[D]. 昆明: 昆明医科大学, 2016.
- [22] Kwah LK, Herbert RD, Harvey LA, et al. Passive mechanical properties of gastrocnemius muscles of people with ankle contracture after stroke[J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2012, 93(7):1185—1190.
- [23] Lieber RL, Ward SR. Cellular mechanisms of tissue fibrosis. 4. Structural and functional consequences of skeletal muscle fibrosis[J]. *Am J Physiol Cell Physiol*, 2013, 305(3):C241—C252.
- [24] Smilde HA, Vincent JA, Baan GC, et al. Changes in muscle spindle firing in response to length changes of neighboring muscles[J]. *J Neurophysiol*, 2016, 115(6):3146—3155.
- [25] Marín PJ, Ferrero CM, Menéndez H, et al. Effects of whole-body vibration on muscle architecture, muscle strength, and balance in stroke patients: a randomized controlled trial[J]. *Am J Phys Med Rehabil*, 2013, 92(10):881—888.
- [26] 古福明, 蒋丽. 振动训练对大鼠腓肠肌生物力学性能的影响[J]. 成都体育学院学报, 2014, (07):63—66.
- [27] Wu CH, Ho YC, Hsiao MY, et al. Evaluation of post-stroke spastic muscle stiffness using shear wave ultrasound elastography[J]. *Ultrasound Med Biol*, 2017, 43(6):1105—1111.
- [28] Kartha S, Zeeman ME, Baig HA, et al. Upregulation of BDNF and NGF in cervical intervertebral discs exposed to painful whole-body vibration[J]. *Spine*, 2014, 39(19):1542—1548.
- [29] Maffiuletti NA, Saugy J, Cardinale M, et al. Neuromuscular fatigue induced by whole-body vibration exercise[J]. *Eur J Appl Physiol*, 2013, 113(6):1625—1634.
- [30] 黄鹏. 不同频率振动刺激对废用性肌萎缩大鼠康复效果及机制研究[D]. 北京: 北京体育大学, 2012.
- [31] Kamada K, Shimodono M, Hamada H, et al. Effects of 5 minutes of neck-muscle vibration immediately before occupational therapy on unilateral spatial neglect[J]. *Disabil Rehabil*, 2011, 33(23—24):2322—2328.
- [32] Camerota F, Celletti C, Di Sipio E, et al. Focal muscle vibration, an effective rehabilitative approach in severe gait impairment due to multiple sclerosis[J]. *J Neurol Sci*, 2017, (372):33—39.
- [33] Han J, Jung J, Lee J, et al. Focal muscle vibration, an effective rehabilitative approach in severe gait impairment due to multiple sclerosis[J]. *J Phys Ther Sci*, 2013, 25(11):1433—1435.
- [34] Katusic A, Alimovic S, Mejaski-Bosnjak V. The effect of vibration therapy on spasticity and motor function in children with cerebral palsy: a randomized controlled trial[J]. *Neuro Rehabilitation*, 2013, 32(1):1—8.
- [35] Ritzmann R, Gollhofer A, Kramer A. The influence of vibration type, frequency, body position and additional load on the neuromuscular activity during whole body vibration [J]. *Eur J Appl Physiol*, 2013, 113(1):1—11.
- [36] Hagbarth KE, Eklund G. The muscle vibrator—a useful tool in neurological therapeutic work[J]. *Scand J Rehabil Med*, 1969, 1(1):26—34.
- [37] 郭民霞, 俞世勋. 脑卒中患者偏瘫痉挛的康复[J]. 中国康复医学杂志, 2000, 15(5):287—288.
- [38] Ritzmann R, Kramer A, Gollhofer A, et al. The effect of whole body vibration on the H-reflex, the stretch reflex, and the short-latency response during hopping[J]. *Scand J Med Sci Sports*, 2013, 23(3):331—339.
- [39] Miyara K, Matsumoto S, Uema T, et al. Feasibility of using whole body vibration as a means for controlling spasticity in post-stroke patients: a pilot study[J]. *Complement Ther Clin Pract*, 2014, 20(1):70—73.
- [40] 李哲, 王国胜, 郭钢花. 全身振动疗法治疗偏瘫患者踝关节跖屈痉挛的疗效观察[J]. 中国康复医学杂志, 2014, 29(5):451—454.
- [41] 朱娟, 许光旭, 张文通, 等. 全身振动刺激对脑卒中偏瘫患者步行效率的影响[J]. 中国康复, 2014, (6):430—432.
- [42] Lee JS, Kim CY, Kim HD. Short-term effects of whole-body vibration combined with task-related training on upper extremity function, spasticity, and grip strength in subjects with poststroke hemiplegia: a pilot randomized controlled trial[J]. *Am J Phys Med Rehabil*, 2016, 95(8):608—617.
- [43] Seo HG, Oh BM, Leigh JH, et al. Effect of focal muscle vibration on calf muscle spasticity: a proof-of-concept study

- [J]. PM R, 2016, 8(11):1083—1089.
- [44] Park JM, Lim HS, Song CH. The effect of external cues with vibratory stimulation on spatiotemporal gait parameters in chronic stroke patients[J]. J Phys Ther Sci, 2015, 27(2): 377—381.
- [45] Lee SW, Cho KH, Lee WH. Effect of a local vibration stimulus training programme on postural sway and gait in chronic stroke patients: a randomized controlled trial[J]. Clin Rehabil, 2013, 27(10):921—931.
- [46] Celletti C, Sinibaldi E, Pierelli F, et al. Focal muscle vibration and progressive modular rebalancing with neurokinetic facilitations in post-stroke recovery of upper limb[J]. Clin Ter, 2017, 168(1):e33—e36.
- [47] Caliandro P, Celletti C, Padua L, et al. Focal muscle vibration in the treatment of upper limb spasticity: a pilot randomized controlled trial in patients with chronic stroke[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2012, 93(9):1656—1661.
- [48] Casale R, Damiani C, Maestri R, et al. Localized 100Hz vibration improves function and reduces upper limb spasticity: a double-blind controlled study[J]. Eur J Phys Rehabil Med, 2014, 50(5):495—504.
- [49] Mikhael M, Orr R, Fiatarone Singh MA. The effect of whole body vibration exposure on muscle or bone morphology and function in older adults: a systematic review of the literature[J]. Maturitas, 2010, 66(2):150—157.
- [50] 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.
- [51] Rolke R, Rolke S, Vogt T, et al. Hand-arm vibration syndrome: clinical characteristics, conventional electrophysiology and quantitative sensory testing[J]. Clin Neurophysiol, 2013, 124(8):1680—1688.
- [52] Lam FM, Lau RW, Chung RC, et al. The effect of whole body vibration on balance, mobility and falls in older adults: a systematic review and meta-analysis[J]. Maturitas, 2012, 72(3):206—213.
- [53] Tankisheva E, Bogaerts A, Boonen S, et al. Effects of intensive whole-body vibration training on muscle strength and balance in adults with chronic stroke: a randomized controlled pilot study[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2014, 95(3):439—446.
- [54] Mester J, Kleinöder H, Yue Z. Vibration training: benefits and risks[J]. J Biomech, 2006, 39(6):1056—1065.
- [55] Cardinale M, Rittweger J. Vibration exercise makes your muscles and bones stronger: fact or fiction?[J]. J Br Menopause Soc, 2006, 12(1):12—18.
- [56] Merriman H, Jackson K. The effects of whole-body vibration training in aging adults: a systematic review[J]. J Geriatr Phys Ther, 2009, 32(3):134—145.

·综述·

脑卒中患者膝过伸原因和康复治疗方法研究进展

邱继宏¹ 于 涛¹ 刘 卉^{2,3}

膝关节是人体中最复杂的一个关节。它由股骨下端关节面、胫骨上端关节面及髌骨关节面借关节囊包裹而成,在整个下肢运动链中起着承上启下的作用。脑卒中后,由于患者的神经肌肉控制能力降低,膝关节的稳定性被破坏,很多患者会出现膝过伸。膝过伸,在临床上也称为膝反张或膝反屈畸形,是指在步态周期中患侧下肢支撑相时,股胫关节在

矢状面上出现过度伸展(膝伸展角度 $>5^{\circ}$)^[1]。临床统计显示,该并发症的发生率高达40%—68%^[2],成为影响脑卒中患者功能恢复的一个重要因素。若膝过伸不能被及时纠正,会对膝关节造成反复的伤害,长此以往会破坏关节软骨,软骨下骨及膝关节后部的关节囊和韧带,导致不可逆的慢性膝关节疾病。虽然如此,由于很多患者在出现膝过伸后很长一段时

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2019.06.027

1 天津中医药大学第一附属医院,天津,300380; 2 北京体育大学; 3 通讯作者

作者简介:邱继宏,女,硕士研究生,治疗师; 收稿日期:2017-08-05