

减重平板步行训练对完全性脊髓损伤患者 下肢骨骼肌萎缩与步行能力的影响

范晓华¹, 纪树荣^{2,3}, 周红俊^{2,3}, 张纘^{2,3}, 刘根林^{2,3}, 徐建民^{2,3}, 王明礼^{2,3}, 刘建宇^{2,3}

[摘要] 目的 研究减重平板步行训练对完全性脊髓损伤患者下肢骨骼肌萎缩与步行能力的影响。方法 20 例胸段完全性脊髓损伤患者分为对照组与减重组各 10 例。所有患者均采用综合康复治疗方法,减重组在身体条件许可的情况下及早接受减重平板步行训练 3 个月。在训练前后对患者进行大腿周径测量、功能独立性评定(FIM)步行能力评定、10 m 步行速度、日常生活活动能力(ADL)评定。减重组患者还在减重平板步行训练前后进行下肢大腿中部肌肉 MRI 检查。结果 减重组患者训练后,MRI 示下肢肌肉均较训练前相对肥大。减重组步行能力、10 m 步行速度的恢复优于对照组($P < 0.05$)。治疗前后减重组与对照组大腿周径、ADL 评分无显著性差异($P > 0.05$)。结论 减重平板步行训练不仅能够改善脊髓损伤引起的下肢骨骼肌萎缩,而且能够提高脊髓损伤患者的步行能力。

[关键词] 脊髓损伤;骨骼肌萎缩;步行能力;减重平板步行训练

Effects of Body weight Support Treadmill Training on Lower Extremity Muscle Atrophy and Ambulatory Capacity in Complete Spinal Cord Injured Patients FAN Xiao-hua, JI Shu-rong, ZHOU Hong-jun, et al. Center of Rehabilitation Medicine, Shandong Provincial Hospital Affiliated to Shandong University, Jinan 250021, Shandong, China

Abstract: **Objective** To explore the effect of body weight support treadmill training (BWSTT) on lower extremity muscle atrophy and ambulatory capacity in complete spinal cord injured (SCI) patients. **Methods** 20 patients with complete SCI at the thoracic level were divided into control and BWSTT group. They all received comprehensive rehabilitation, and patients in BWSTT group also received BWSTT for 3 months when the physical condition was permitted. They were assessed before and after treatment with measurement of thigh girth, ambulatory capacity measure of Functional Independence Measure (FIM), 10 meters ambulatory velocity and activity of daily living (ADL) evaluation. Patients in BWSTT group also received middle thigh MRI examination before and after BWSTT. **Results** The muscles at the mid-thigh of the BWSTT group looked larger after BWSTT than before. The scores of FIM ambulatory function, the 10 meters ambulatory velocity of BWSTT group improved significantly when compared with that of the control group ($P < 0.05$). The thigh girth and the scores of ADL were no different between these two groups before and after treatment ($P > 0.05$). **Conclusion** BWSTT may ameliorate lower extremities skeletal muscle atrophy and improve ambulatory capacity for SCI patients.

Key words: spinal cord injury; skeletal muscle atrophy; ambulatory capacity; body weight support treadmill training

[中图分类号] R651.2 [文献标识码] A [文章编号] 1006-9771(2008)01-0050-03

[本文著录格式] 范晓华,纪树荣,周红俊,等.减重平板步行训练对完全性脊髓损伤患者下肢骨骼肌萎缩与步行能力的影响[J].中国康复理论与实践,2008,14(1):50-52.

脊髓损伤后,损伤平面以下的骨骼肌发生显著的萎缩。减重平板步行训练临床上已得到广泛应用,文献报道减重平板步行训练能够提高脊髓损伤患者的步行能力。本研究旨在探讨减重平板步行训练对完全性脊髓损伤患者下肢骨骼肌萎缩与步行能力恢复的影响。

1 资料与方法

1.1 临床资料 选择 2004 年 12 月~2006 年 3 月在中国康复研究中心博爱医院脊髓损伤康复科住院的胸

段完全性脊髓损伤患者 20 例,男 15 例,女 5 例;年龄 23~50 岁;从受伤至入院康复的时间 1~19 个月。所有患者均符合以下标准:①外伤致脊髓损伤,均为胸段完全性脊髓损伤,其中脊髓损伤平面在 T₄ 1 例,T₆ 1 例,T₈ 2 例,T₉ 2 例,T₁₀ 4 例,T₁₁ 6 例,T₁₂ 4 例;②患者入院开始训练时生命体征稳定,脊柱稳定性良好;③脊柱骨折与脊髓损伤均经 X 线、CT 及 MRI 确诊;④患者无其他疾病,无骨关节系统的病变。受伤原因:车祸 9 例,高处坠落伤 6 例,重物砸伤 5 例。将 20 例患者分为减重平板步行训练组(减重组)与对照组,减重组男 7 例,女 3 例,对照组男 8 例,女 2 例。两组在性别、年龄、损伤平面、从受伤到开始康复的时间等方面无显著性差异。

1.2 方法 所有患者均采用综合康复治疗方法,减重

作者单位:1. 山东大学附属省立医院康复医学中心,山东济南市 250021;2. 首都医科大学康复医学院,北京市 100068;3. 中国康复研究中心北京博爱医院,北京市 100068。作者简介:范晓华(1970-),女,山东莱西市人,博士,副主任医师,主要研究方向:肢体伤残的康复与康复治疗技术。

组还接受减重平板步行训练 3 个月。

1.2.1 综合康复治疗 ①药物:神经营养药物、扩血管药物,并注意防治呼吸、泌尿系统的感染与褥疮的发生。②康复:包括针灸、推拿、理疗、水疗、文体、运动疗法(PT)与作业疗法(OT),PT 与 OT 主要包括关节活动度(ROM)训练、肌力维持与残存肌力增强的训练、坐立位平衡训练及斜床站立训练、转移训练和使用轮椅的训练、佩戴矫形器的站立与步行训练、上肢和手功能训练、膀胱与直肠功能训练。所有患者均至少接受 3 个月的康复治疗。

1.2.2 减重平板步行训练 应用美国 HP Cosmos 减重平板步行训练仪进行减重训练。减重量以髌关节能伸展、下肢负荷达到可能支撑的最大重量为宜,初始减重量为 30%,训练后依患者恢复情况逐渐减少减重量,增加双下肢的负重。每次调整需降低到令患者伸膝时膝部屈曲不大于 15° [1]。活动平板的速度开始训练时设定为 0.16 km/h,根据每个患者的具体情况设定;训练过程中依据患者的恢复情况调整平板的速度。每次 30 min,每天 1 次,每周 5 d,连续训练 3 个月。训练时需要在两位治疗师的指导下完成迈步或矫正异常步态,如在步行周期的摆动相协助患者屈髋、屈膝、屈踝,站立相充分伸髋伸膝,指导患者在站立相时将体重移至伸展位的腿上。

1.3 评定 分别于训练前与训练 3 个月后进行,由同一位评定者完成所有评定。

1.3.1 下肢肌肉 MRI 对减重组患者进行大腿中部 MRI 检查。在 GE 1.5-T 核磁共振仪上,应用躯体线圈(参数为 500/14 TR/TE, 20~24 FOV, 1 NEX, 256×256 matrix)对单侧大腿以股骨中点为中心部位(取髌前上嵴与股骨内侧髁连线的中点作为股骨中点),分别向上、向下扫描约 19 个轴位 T_1 加权相图像,层厚 1 cm,层距 0.5 cm,取股骨中部 10 个层面的图像进行观察。

1.3.2 大腿周径 以髌上 20 cm 处为准,采取仰卧位,均在训练前测量。

1.3.3 步行能力 采用功能独立性评测(Functional Independence Measure, FIM)[2-3]中的步行能力评定。

1.3.4 10 m 步行速度 患者佩戴矫形器,应用助行架,用自身最快、最稳定的速度在平地步行 10 m,记录所需的时间。

1.3.5 日常生活活动能力(ADL) 采用改良的 Barthel 指数[2](modified Barthel Index, MBI)进行评定。

1.4 统计学方法 应用 SPSS 11.5 统计软件,经正态分布检验,大腿周径与 ADL 评分符合正态分布,对组内训练前后比较采用配对 t 检验,组间比较采用两组独立样本的 t 检验。FIM 步行能力评定与 10 m 步行

速度不符合正态分布,对组内训练前后比较采用配对比较的秩和检验,组间比较采用两样本比较的秩和检验。

2 结果

MRI 显示,减重组在减重平板步行训练后,下肢肌肉均较训练前相对肥大,肌间脂肪减少,肌肉变性较训练前有明显好转,尤以大腿前群肌与内侧群肌的改变明显。

治疗前后减重组与对照组大腿周径无显著性差异($P > 0.05$),但减重组训练后有增加的趋势。训练前 FIM 步行能力评分、10 m 步行速度、ADL 评分两组间无显著性差异。训练后两组步行能力评分、10 m 步行速度、ADL 评分均较训练前提高($P < 0.05$)。与对照组相比,减重组步行能力、10 m 步行速度的恢复优于对照组($P < 0.05$)。训练后两组间的 ADL 评分无显著性差异($P > 0.05$)。见表 1。

表 1 两组各项评定指标比较

| 组别 | 时间 | 大腿周径(cm) | FIM 步行能力 | 10 m 步行速度(s) | MBI |
|-----|-----|------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 对照组 | 训练前 | 42.70 \pm 3.65 | 1.20 \pm 0.42 | 0.00 \pm 0.00 | 42.90 \pm 12.38 |
| | 训练后 | 42.60 \pm 3.67 | 4.00 \pm 1.05 ^a | 0.08 \pm 0.051 ^a | 61.90 \pm 10.24 ^a |
| 减重组 | 训练前 | 42.17 \pm 4.70 | 1.30 \pm 0.48 | 0.00 \pm 0.00 | 47.15 \pm 10.36 |
| | 训练后 | 42.45 \pm 4.57 | 5.30 \pm 1.06 ^{a,b} | 0.20 \pm 0.13 ^{a,b} | 62.95 \pm 11.49 ^a |

注:a:组内训练前后比较, $P < 0.05$;b:对照组与减重组间比较, $P < 0.05$ 。

3 讨论

脊髓损伤后神经肌肉电活动与负荷均减少[4],损伤水平以下的骨骼肌显著萎缩,脂肪组织含量增多。如 Spungen 等发现,脊髓损伤患者整个躯体、腿部与躯干的瘦组织含量及所占比例较正常人群明显减少,总脂肪组织与局部脂肪组织的含量与比例均明显增加[5]。人类脊髓损伤后 1~2 年骨骼肌萎缩的程度达到顶峰,随后肌肉与肌纤维的体积处于平台期[6-7]。

脊髓损伤患者在进行站立与步行训练时,需要考虑的一个重要因素是骨骼肌的抗疲劳性,肌肉的抗疲劳性降低,患者训练的时间缩短,影响了康复疗效[8];此外,损伤水平以下骨骼肌不能自主运动,导致机体活动水平降低,使与运动减低有关的疾病如肥胖、冠心病、胰岛素抵抗、脂质代谢异常等的发病率明显高于正常人群[9-11]。因此,脊髓损伤后的康复治疗不能单纯着眼于代偿能力与 ADL 能力的提高,对损伤水平以下的骨骼肌进行训练也是必要的。减重步行训练将步行三要素负重、迈步、平衡相结合,能够促进正常步态模式的建立,并向脊髓提供适当的本体感觉输入,不仅有利于步行能力的恢复[12],而且能够增加机体的能耗,增强心肺功能,减少心脑血管疾病等的发病率。但减重步行训练对下肢骨骼肌萎缩的影响情况目前文献报道较少。

我们发现,经过 3 个月的减重平板步行训练, MRI 示患者大腿中部骨骼肌均较训练前肥大,肌间脂肪减

少,肌肉变性有明显改善。与文献报道^[13]一致。说明虽然脊髓损伤时间较长,但骨骼肌对训练能够产生适应性,表现出一定的可塑性。

减重平板步行训练能够使萎缩的骨骼肌肥大的可能机制:①减重平板步行训练强调后肢的负重,强调应力刺激;②减重平板步行训练是节律性的、交替性的对后肢肌肉的牵张,后肢负重与肌肉牵张均可激发肌电活动,对脊髓产生感觉反馈,进而影响支配骨骼肌的低级运动中枢神经元的放电模式,这种运动神经元的放电模式可影响肌纤维的体积。训练使骨骼肌的肌电活动增加,肌肉负荷增大,两者结合使肌肉的蛋白合成增加、降解降低,从而导致骨骼肌的相对肥大。此外训练骨骼肌能够释放神经营养因子如脑源性神经营养因子(BDNF)与胶质源神经营养因子(GDNF),这些神经营养因子可参与脊髓的可塑性的过程;而脊髓的重塑反过来又可增加神经肌肉的电活动,使骨骼肌萎缩减轻^[14]。

我们还发现,两组患者训练后步行能力、10 米步行速度均较训练前有改善,而减重组优于对照组,说明胸段完全性脊髓损伤患者经系统康复治疗,上肢肌力与耐力增强,腰背肌的肌力增强,佩戴矫形器可以获得治疗性、家庭性甚至社区性步行能力,达到站立、行走的目的,而减重平板步行训练能够促进这一过程。这与近几年国内外文献报道^[15-16]一致。

减重平板步行训练能够改善脊髓损伤患者的步行能力可能与脊髓步行中枢模式发生器^[17](central pattern generator, CPG)有关。步行 CPG 主要位于腰骶段脊髓的运动池中,与脊髓反射关系密切。支配节律运动的能力自上而下逐渐降低,骶髓下段几乎不能产生节律运动。在失去上位中枢的抑制后,一定时间内可激活 CPG 的中间神经元。训练可影响脊髓内产生模式运动的步行 CPG 中间神经元相关的反射通路,使损伤水平以下的低位脊髓中枢发生可塑性,产生相应的节律运动^[13,18]。负重以及与髋关节有关的感觉输入可能对 CPG 的产生极为重要,而减重平板步行训练符合这两个条件。

总之,临床研究提示,脊髓损伤后减重平板步行训练不仅能够使患者下肢萎缩的骨骼肌肥大,而且能够提高患者的步行能力与步行速度,增强体质,可能对减少心脑血管病、糖尿病等的发病率有益。

[参考文献]

[1] 黄利荣,何璐. 不完全性脊髓损伤患者的减重助步训练[J]. 国外医学物理医学与康复学分册, 2002, 22: 19 - 20.

- [2] 中华人民共和国卫生部医政司. 中国康复医学诊疗规范(上册)[M]. 北京: 华夏出版社, 1998: 68 - 94.
- [3] Gosman Hedstrom G, Svensson E. Parallel reliability of the functional independence measure and the Barthel ADL index[J]. Disabil Rehabil, 2000, 22: 702 - 705.
- [4] Talmadge RJ. Myosin heavy chain isoform expression following reduced neuromuscular activity: potential regulatory mechanisms[J]. Muscle Nerve, 2000, 23: 661 - 679.
- [5] Spungen AM, Adkins RH, Stewart CA, et al. Factors influencing body composition in persons with spinal cord injury: a cross-sectional study[J]. J Appl Physiol, 2003, 95: 2398 - 2407.
- [6] Andersen JL, Mohr T, Biering-Sorensen F, et al. Myosin heavy chain isoform transformation in single fibers from m. vastus lateralis in spinal cord injured individuals: effects of long-term functional electrical stimulation (FES)[J]. Pflugers Arch, 1996, 431: 513 - 518.
- [7] Martin TP, Stein RB, Hoepfner PH, et al. Influence of electrical stimulation on the morphological and metabolic properties of paralyzed muscle[J]. J Appl Physiol, 1992, 72: 1401 - 1406.
- [8] Talmadge RJ, Roy RR, Caiozzo VJ, et al. Mechanical properties of rat soleus after long-term spinal cord transection[J]. J Appl Physiol, 2002, 93: 1487 - 1497.
- [9] Bauman WA, Raza M, Spungen AM, et al. Cardiac stress testing with thallium-201 imaging reveals silent ischemia in individuals with paraplegia[J]. Arch Phys Med Rehabil, 1994, 75: 946 - 950.
- [10] Bauman WA, Spungen AM. Metabolic changes in persons after spinal cord injury[J]. Phys Med Rehabil Clin N Am, 2000, 11: 109 - 140.
- [11] Bauman WA, Spungen AM, Raza M, et al. Coronary artery disease: metabolic risk factors and latent disease in individuals with paraplegia[J]. Mt Sinai J Med, 1992, 59: 163 - 168.
- [12] Wernig A. Laufband (treadmill) therapy in SCI persons[J]. Neurorehabil Neural Repair, 1999, 13: 175 - 176.
- [13] Stewart BG, Tarnopolsky MA, Hicks AL, et al. Treadmill training-induced adaptations in muscle phenotype in persons with incomplete spinal cord injury[J]. Muscle Nerve, 2004, 30: 61 - 68.
- [14] Dupont-Versteegden EE, Houle JD, Dennis RA, et al. Exercise-induced gene expression in soleus muscle is dependent on time after spinal cord injury in rats[J]. Muscle Nerve, 2004, 29: 73 - 81.
- [15] 陈舜喜, 郑家鼎, 陈新颖, 等. 减重平板步行训练对脊髓损伤后步行能力的影响[J]. 中国康复, 2004, 19: 19 - 20.
- [16] Wirz M, Colombo G, Dietz V. Long term effects of locomotor training in spinal humans[J]. J Neurol Neurosurg Psychiatry, 2001, 71: 93 - 96.
- [17] Dietz V. Spinal cord pattern generators for locomotion[J]. Clin Neurophysiol, 2003, 114: 1379 - 1389.
- [18] Pearson KG. Could enhanced reflex function contribute to improving locomotion after spinal cord repair? [J]. J Physiol, 2001, 533: 75 - 81.

(收稿日期:2007-09-05 修回日期:2007-10-30)