

运动想像及其临床应用

刘舒佳^{1,2}, 李建军^{1,2}, 魏鹏绪^{1,2}, 高峰^{1,2}

[摘要] 本文介绍脊髓损伤后脑运动控制功能研究中运动想像任务的概念及其与实际运动的区别与联系,对其临床应用做简要描述并分析可能的机制,着重讨论运动想像的观察方式及如何高质量地完成运动想像任务。依时间顺序介绍评估运动想像能力的常用量表。

[关键词] 运动想像;精神练习;功能磁共振成像;综述

Motor Imagery and Application in Clinic (review) LIU Shu-jia, LI Jian-jun, WEI Peng-xu, et al. Capital Medical University School of Rehabilitation Medicine, Beijing Charity Hospital, China Rehabilitation Research Centre, Beijing 100068, China

Abstract: This paper would discuss the concepts about motor imagery and differences to motor execution. The application of motor imagination in rehabilitation was described. The problem of the way to observe the motor imagery and executing task of motor imagery effectively are emphasized. Finally we provide an addressing on motor imagery questionnaires.

Key words: motor imagery; mental practice; functional magnetic resonance imaging; review

[中图分类号] R493 [文献标识码] A [文章编号] 1006-9771(2009)07-0628-03

[本文著录格式] 刘舒佳,李建军,魏鹏绪,等.运动想像及其临床应用[J].中国康复理论与实践,2009,15(7):628—630.

脊髓损伤是导致机体失能的主要病种之一,脊髓损伤患者表现出由于损伤远端肢体与大脑皮层及皮层下结构之间运动传出及感觉传入通路中断所导致的神经功能缺损。由于运动功能在实际生活中的重要性,重建运动功能就成为许多治疗方案的出发点。这其中有些聚焦于脊髓损伤的修复,有些则是以通过提取大脑皮层所产生的信号来驱动肌肉或者某些设备来达到实用的目的。这两类方案均是建立在这样一个假设基础之上:大脑依然保有产生驱动肢体所需信号的能力。

然而事实是脊髓损伤后大脑内“联系中断”区域的感觉运动皮层仍被保留,但其发出的运动指令却不被效应器接受而且也不再能接受到适当的传入反馈。长期处于这种去传出及去传入条件影响下的大脑皮层及皮层下结构将发生广泛的重组,这一观点已被广为接受。为了进一步明确重组机制,脑功能研究逐渐成为脊髓损伤领域内的又一热点。目前的主流方法是利用脑功能成像技术观察不同运动任务下脊髓损伤患者脑皮层神经兴奋的模式,藉此分析脑功能的可塑性改变。本文就就过程中的重要内容:运动想像任务的相关内容作一综述。

1 概述

想像(imagery)是指在大脑中去感受一种体验,这些体验是记忆的产物,来自过去的经验在脑中的回忆及对先前事件的重新建构。它实际上是对某一事件在精神上的模拟,应包括尽可能多的感觉,如动觉、听觉、视觉、触觉及嗅觉的参与,同时把各种情绪状态或心情融入这种模拟中,与真实的感受体验相似;不同之处在于,全部的想像都仅在大脑内发生,并没有被真实的执行^[1]。运动想像(motor imagery, MI)是指精神上模拟一个特定动作的动态过程,不伴有任何明显的实际运动^[2]。在此过程中,个体想像着他们自己正在完成某个动作,身体位置的变化、变化所带来的感受等情况都尽可能形象地在脑海中一一呈现(其本质是以前相同运动的记忆的再现),而实际上并不真正去移动涉及完成此动作的肢体。

2 运动想像与实际运动的关系

与运动想像相对应的概念是实际运动,这两者有着密不可分的关系。

日常生活中,人们在做很多实际运动前,都会有一个心理准备过程,对完成这个动作所需的步骤、所采取的策略做一个计划,这就类似于运动想像。只不过对许多简单动作而言,这样的准备过程也十分短暂,多是无意识地进行。而运动想像则是个有意识的心理过程,等同于运动准备及再现^[3-4]。事实上已经有许多研究发现,运动想像及实际运动均依赖于类似的运动再现并且激活共同的脑皮层区域^[5-6]。在行为学水平,两者保持着相同的时间结构并遵循同样的运动规律或生物力学限制^[7-9]。

研究表明,运动想像及实际运动是被同一神经系统识别网络所支配:①正常人的行为学研究表明,运动想像行为表现的速度与实际运动的速度高度相关;Decety 推测,运动想像过程中能够观察到自主反应的明显增加,这就好像意识诱导身体去相信有一些动作是正在进行的;主观上想像一个动作的努力程度与实际中做该动作所需要的力量正相关^[10];②神经影像研究一致发现,精神模拟运动表现与实际完成该动作有相同的激活模式^[11];③对额叶、基底节或小脑等运动区域有损伤的患者的研究发现,非正常的运动想像在性质及数量上均类似于实际运动任务时的异常表现^[12]。

3 运动想像的应用

根据上述理论,运动想像就成为基于想像的精神练习(mental practice, MP)(也就是重复想像一个动作)的基础。这一领域里的关键发现是,尽管没有任何实际运动的参与,精神练习也能够促进运动能力的提高。因此,精神练习常被运动员们用作标准训练程序的辅助手段。这也是运动想像最初的实际应用。有意识的运动想像和无意识的运动准备享有共同的机制,功能上是等价的。运动员主要使用重复性的肌肉运动想像以期提高运动成绩。通过重复激活运动网络,网络内神经元的突触传递可能会得到依运动顺序的加强,就像实际训练所表现出来的那样。想像的图像越清晰,运动想像训练的效果就越好。这也许就是为什么利用运动想像进行精神训练也会提高运动成绩的原因^[13]。同时,许多专业的音乐家及演奏者也运用运动想像来模拟其演奏过程,尤其是其中一些细节,将运动想像作为一种练习方法来提高演奏水平。

尽管实际运动与运动想像密切相关这一事实已被广为接受,但是实际完成一个动作的能力却并非精神上模拟该动作所必需,这已经被脑卒中偏瘫患者在废用多年后依然能够在精神

作者单位:1.首都医科大学康复医学院,北京市 100068;2.中国康复研究中心北京博爱医院,北京市 100068。作者简介:刘舒佳(1979-),男,山西平定县人,博士研究生,主要研究方向:脊柱脊髓损伤的康复。通讯作者:李建军。

上移动其肢体所证明^[14]。随着对其潜在作用的进一步被认识,运动想像正得到临床医生的更多关注,作为潜在的康复技术被用于提高那些运动障碍者如偏瘫患者的运动能力,其可能的原理是通过激活剩余的,与有意义的运动表现相关的皮质运动系统来促进恢复。完成一个给定的任务或动作,即使仅仅是运动想像,也需要运动中枢沿一条高度特异的途径兴奋以达到目标。这种激活很可能导致功能相关性改变,如神经通路的微调或加强。

另一方面,由于运动想像等同于通常是在无意识状态下进行的运动准备及再现,享有共同的机制,功能上是等价的,这也就为进一步探索大脑运动控制机能、损伤后运动功能重组以及感觉运动系统协调等问题提供一种操作性较强的工具,藉此,人们能够对生理或病理状态下的中枢神经系统的控制、反馈及协同作用进行更深入地了解。对此国外已经有许多研究,近年来的热点主要集中于偏瘫及脊髓损伤后的脑运动控制功能等方面^[15-16]。

4 运动想像的观察

那么运动想像如何以更为严谨、更加直观的方式进入标准的科学研究呢?神经影像学的发展为其提供可能,尤其是近年来不断发展的功能磁共振(functional magnetic resonance imaging, fMRI)技术,以其在研究脑功能成像方面独特的优越性,如无损伤性、较高的时间分辨率和空间分辨率可对神经元活动进行较准确的定位、较好的可重复性和可行性等,在脑科学研究领域中广泛应用,也将运动想像研究推向新的高度^[17]。借助 fMRI 技术,人们可以在无创条件下很好地观察认知活动中脑功能的时空动态变化规律,将认知行为表现、相关脑机制和内在心理过程统一在一个领域中。通过表象刺激诱发脑功能成像,把复杂的、高级的精神意识纳入研究范围,为人类对无意识认知活动进行实验分析提供新的探索途径。

fMRI 为运动想像的研究提供技术层面的支持,还需要与之匹配的运动想像任务做载体来介导这种意识与图像的统一,完成标准的观察过程。目前普遍的做法是要求被试者在静息状态下想像一个简单动作,如优势手的对指、优势足踝关节规律屈伸、按照所示图片想像某个手的姿势及想像抓取一定距离外的物品等情形,同时进行功能磁共振扫描,以观察哪些皮质区域产生兴奋^[18]。近来也有研究者采用站立、迈步甚至行走等日常活动作为运动想像任务来进行检测,他们认为将运动想像任务的内容扩大化是对其本质深入理解的需要,也是今后研究的趋势,而且他们的研究结果也证实,较之于简单动作引起的兴奋,更为复杂的日常活动任务所致的激活区甚为相似,无明显差异。

十分重要的是,实验中必须向受试者强调整个运动想像过程中都需要使用动觉第一人称视角,也就是说,受试者被要求想像亲自完成某个动作而不是看着自己或其他人完成这个动作。而且,必须强调这种想像应当是“激活荷载”的,也就是说,受试者应该聚精会神地、以高频率完成运动想像。受试者被要求持续想像整个运动的全过程,如果动作完成的较早,那么重新开始想像同一个动作直到运动想像整个过程结束。这些都是运动想像研究成败的关键所在,值得每一位研究者重视。

5 运动想像的能力评估

同实际运动一样,每个人运动想像的能力也不尽相同,而受试者能力的不同会对研究结果产生巨大的影响,因此对这种运动想像能力进行评估就显得尤为重要。然而,因运动想像属于精神活动,具有内隐的特性,难于直接评估,只能组合不同的方法来评价其不同方面的特点,提供一些相互补充的信息。如心理时间测量(mental chronometry)用于探知实际运动及运动想像之间的时间耦合程度;心理旋转(mental rotation)提供想像运动准确性的相关信息;而运动想像量表则用于评估运动想像

的形象程度。这些都是衡量运动想像能力的指标。其中量表因其简单易行且可定量显示而被广泛应用于临床,习惯上根据填写量表所得分数的多少来代表一个人的运动想像能力的高低。现简要介绍几种常用量表。

5.1 运动想像问卷(Movement Imagery Questionnaire, MIQ)

MIQ 使用自陈(self-report)问卷方式,由 18 道题目所组成,每一道题目均包含手臂、腿及全身性的动作。每一题均有 4 个步骤:①按照题目给予的说明,做出预备姿势;②要求受试者照着题目给予某些特定动作的指示,实际做一遍;③要求受试者想像从开始姿势,接着做出该指定的动作;④要求受试者在 7 分量表上填答,1 分表示非常容易描绘影像/感觉该动作,7 分则表示非常困难。

5.2 运动想像问卷修订版(MIQ-R)^[19] Hall 等认为,原本的 MIQ 过程太冗长,受试者有时会拒绝配合进行意象与身体活动;而且有些题目陈述不明确;同时把 7 分量表的得分顺序倒转过来。

5.3 运动想像逼真度问卷(Vividness of Movement Imagery Questionnaire, VMIQ)^[20] VMIQ 由 24 道题组成,要求受试者从站立到行走直至骑车依次想像这些由易到难的动作,用 5 分量表计分。其优点是可用于较大的群体,如体育课、运动队等,简单快速,且不需要受试者实际做出动作。然而题目描述太过于简单,语意稍嫌模糊不清等是其有待改进之处。

5.4 运动觉及视觉想像问卷(Kinesthetic and Visual Imagery Questionnaire, KVIQ)^[21] KVIQ 的提出者认为, VMIQ 缺乏对于受试者运动觉想像能力的评估成分,而 MIQ 及其修订版主要适用于健康人和运动员,其对受试者的运动能力有较高的要求,因而不太适用于有运动功能障碍的人群。而他们所提出的 KVIQ 适用于无法独自站立或完成复杂动作的人,重要的是,它不是自陈式的问卷,而是由一位检查者来宣读指令并记录成绩。它包括视觉及运动觉两个分量表,包含全身各个部位在内的 10 种姿势。因为是专门用于有运动障碍的人,所以这些姿势均可在坐姿下完成。另外, KVIQ 也采用 5 分表的形式,5 分代表运动想像最高级别,1 分表示最低。为了节省测评时间, KVIQ 还出版一个简化版本,只包含原版中的 5 个动作。

不过也有学者强调,对想像能力的评估,模糊度(unvividness)也是一个必须要考虑的重要因素。因此,兼顾清晰度与模糊度的评估乃是未来量表重要的发展主题和方向。

运动想像因其特殊的内质正逐渐成为新兴的研究热点,围绕它进行的研究正逐步对正常及病理状态下的脑运动控制机制展开全新的探索,为运动功能受限的患者带来希望。

[参考文献]

- [1] Weinberg R, Gould D. Foundations of sport and exercise psychology [M]. 2nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 1999.
- [2] Crammond DJ. Motor imagery: never in your wildest dream[J]. Trends Neurosci, 1997, 20 (2): 54-57.
- [3] Jeannerod M. Neural simulation of action: a unifying mechanism for motor cognition[J]. NeuroImage, 2001, 14: 103-109.
- [4] Wolpert DM, Flanagan JR. Motor prediction[J]. Curr Biol, 2001, 11: R729-R732.
- [5] Ehrsson HH, Geyer S, Naito E. Imagery of voluntary movements of fingers, toes, and tongue activates corresponding body-part specific motor representations[J]. Neurophysiol, 2003, 90: 3304-3316.
- [6] Fadiga L, Craighero L. Electrophysiology of action representation [J]. Clin Neurophysiol, 2004, 21: 157-169.
- [7] Dickstein R, Deutsch JE. Motor imagery in physical therapist practice[J]. Phys Ther, 2007, 87(7): 942-953.
- [8] Papaxanthis C, Pozzo T, Kasprinski R, et al. Comparison of actual and imagined execution of whole-body movements after a long exposure to microgravity[J]. Neurosci Lett, 2003, 339: 41-44.
- [9] Gentili R, Cahouet V, Ballay Y, et al. Inertial properties of the arm are accurately predicted during motor imagery[J]. Behav Brain Res, 2004, 155(2): 231-239.

- [10] Maru P, Wilson PH, DeFazio J, et al. Asymmetries between dominant and non-dominant hands in real and imagined motor task performance[J]. *Neuropsychologia*, 1999, 37:379—384.
- [11] Roth R, Decety J, Raybaudi M, et al. Possible involvement of primary motor cortex in mentally simulated movement. A functional magnetic resonance imaging study[J]. *Neuro Rep*, 1996, 7:1280—1284.
- [12] Milton J, Small SL, Solodkin A. Imaging motor imagery: Methodological issues related to expertise[J]. *Methods*, 2008, 45: 336—341.
- [13] Lotze M, Halsband U. Motor imagery[J]. *J Physiol (Paris)*, 2006, 99: 386—395.
- [14] Johnson-Frey SH. Stimulation through simulation? Motor imagery and functional reorganization in hemiplegic stroke patients[J]. *Brain Cogn*, 2004, 55: 328—331.
- [15] Schwoebel J, Boronat CB, Branch Coslett H. The man who executed "imagined" movements: Evidence for dissociable components of the body schema[J]. *Brain Cogn*, 2002, 50:1—16.
- [16] Hotz-Boendermaker S, Funk M, Summers P. Preservation of motor programs in paraplegics as demonstrated by attempted and imagined foot movements[J]. *NeuroImag*, 2008, 39:383—394.
- [17] Niyazova DM, Butlerb AJ, Kadah YM, et al. Functional magnetic resonance imaging and transcranial magnetic stimulation: Effects of motor imagery, movement and coil orientation[J]. *Clin Neurophysiol*, 2005, 116:1601—1610.
- [18] Gueugneau N, Crognier L, Papaxanthis C. The influence of eye movements on the temporal features of executed and imagined arm movements[J]. *Brain Res*, 2008, 1187: 95—102.
- [19] Hall CR, Martin KA. Measuring movement imagery abilities: A revision of the Movement Imagery Questionnaire[J]. *J Ment Imagery*, 1997, 21: 143—154.
- [20] Isaac A, Marks D, Russell E. An instrument for assessing imagery of movement: The Vividness of Movement Imagery Questionnaire (VMIQ)[J]. *J Ment Imagery*, 1986, 10: 23—30.
- [21] Malouin F, Richards CL, Jackson PL, et al. The Kinesthetic and Visual Imagery Questionnaire (KVIQ) for assessing motor imagery in persons with physical disabilities: A reliability and construct validity study[J]. *J Neurol Phys Ther*, 2007, 31(3):20—29.

(收稿日期:2009-03-25)