

脑卒中后偏瘫患者膝关节控制障碍与本体感觉的研究现状

董珍珍¹ 丁 岩¹ 邢艳丽^{2,3}

脑卒中(stroke)后约有70%—80%的患者存在不同程度的功能缺损,其中约有1/3—1/2的患者在3个月内不能恢复独立步行^[1],其行走能力未能得到有效恢复是脑卒中患者出院后生活不能自理的主要原因之一^[2],因此恢复脑卒中偏瘫患者下肢运动功能,尤其是步行能力,是临床康复的主要目的之一。

膝关节的稳定性是患者实现站立与行走的基础,肌肉的力量和屈伸肌的协调起着重要的作用,但本体感觉的作用也不容忽视,本体感觉的缺失是阻碍膝关节功能康复的关键,由此引发的关节、神经及肌肉的控制力减弱则成为关节不稳的重要原因之一。如何改善膝关节的控制障碍是当前诸多学科面临的挑战之一。

1 膝关节控制障碍与本体感觉

膝关节控制障碍主要表现为站立行走时出现膝反张($\geq 5^\circ$)或屈膝($>15^\circ$)。控制膝关节的主要肌肉为股四头肌和腘绳肌,卒中患者不能有效收缩股四头肌及不能在 $0-15^\circ$ 范围内控制膝关节的屈伸是导致膝反张的主要原因,这样就影响了由屈膝而产生的正常、平滑、流畅的行走,并阻碍了患者在摆动期开始前屈膝。支撑期末产生必要的膝屈曲会影响下个摆动期的患侧下肢的移动,也是诱发膝关节过度伸展和膝摆动不稳的原因。下肢相关肌肉的功能障碍会导致膝关节控制障碍,这一观点已被广泛接受,但同等重要的本体感觉障碍却往往被忽视。国外报道^[3]脑卒中后本体感觉障碍的发生率为47.7%,其中69.0%经正规训练可于8—16周后基本恢复正常,大量研究表明膝关节本体感觉的康复对膝关节控制障碍的改善有重要意义。

本体感觉即深感觉是一种自觉的或不自觉的感受肢体空间位置的感觉,是运动器官本身在不同状态时产生的感觉。膝关节本体感觉由位于肌肉、肌腱、关节囊、韧带、半月板和皮肤的感受器发出的信号整合而成。其中肌肉和关节的感受器是关节本体感觉的主要来源^[4]。本体感受器包括Golgi体、Pacinian小体、Ruffini小体、肌梭、腱梭等。

本体感觉主要包括3方面的内容:①关节位置的静态感知能力;②关节运动感知能力即关节运动或加速度的感

知;③反射回应和肌张力调节回路的传出活动能力。前两者反映本体感觉的传入活动能力,后者反映其传出活动能力。人体的协调、平衡、技巧性运动与本体感觉的正确反馈密切相关,从某种意义上说,运动是对本体感觉的一种反应^[5]。本体感觉对运动的控制作用主要分为两类:第一类为调整机体对于外环境变化的适宜反应;第二类是参与整合感觉运动中枢的高级指令。运动过程中运动中枢要调节骨骼与肌肉的活动,而本体感觉信息包含了运动调节所必要的关节位置觉、运动觉和力觉信息^[6]。信息经分析整合后由传出神经传出,关节作出相应反应来调整姿势和保持稳定性。

2 膝关节本体感觉的临床测定方法

本体感觉功能的概念在1893年被Ferrie和sherrington^[7]提出,对于本体感觉能力的研究到目前已经有100多年的历史,国内对本体感觉的研究也有30年左右的历史,对本体感觉的评定方法在不断的演变,但目前还未形成一个科学的、完善的、合理的评价人体本体感觉的测试评价方法体系。康复医学界、运动医学界都已充分认识到了本体感觉评定和训练的重要意义,对本体感觉的测试、评定方法进行多方面、深入的研究具有极其重要的作用。脑卒中后患者多存在下肢肌力下降、认知障碍及失语等症状而影响评定的实施,需要针对患者的具体情况选择评定方法。

2.1 运动觉-阈值测量法

典型的阈值测量试验是应用自动仪器提供缓慢(小于 $0.5^\circ/\text{s}$),一般设置为 $0.3-0.5^\circ/\text{s}$ 而持续的膝关节被动运动^[8],测量运动起始时的关节角度与受试者能够察觉到运动时的关节角度,比较两种角度的差异,以此判断膝关节运动觉的精确度^[9]。或者利用上述仪器慢慢地、被动地改变下肢膝关节的角度,肢体所能探查到的最小被动运动速度即描述了关节感知运动觉的能力。这一试验选择性地触发了拉菲尼和高尔基型感受器。另一种更为简单的方法是在等速测力计静止或低速转动的情况下,让受试者感觉运动是否发生,随机确定静止或运动状态顺序,让受试者说出是否运动,记录受试者判断正确或不正确的比例^[10]。

2.2 位置觉-角度重建法

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2013.11.023

1 黑龙江中医药大学伯仲院,哈尔滨,150040; 2 黑龙江中医药大学附属二院; 3 通讯作者
作者简介:董珍珍,女,硕士生; 收稿日期:2012-11-29

关节位置觉是通过测量关节被动运动感知能力与主动位置重复还原能力,根据对角度重建的精确度来判定的。经主动运动定位后再去重建角度是一种可以最大限度地激发肌肉中的本体感受器的方法。此法因其准确性、有效性、量化评估、安全性等方面具有明显优势已广泛应用于康复医学和运动医学等领域的研究和临床工作中,被国外视为本体感觉测试的主流方法之一^[11]。

膝关节位置觉的测试方法为:下肢从屈膝35°的位置开始,以10°/s的速度被动运动,到达测试角度时,要求受试者集中精神并在这一位置停留4—6s(4s即可以有效满足受试者对关节角度的感知),然后回到开始位置。在开始位置停留15s后,要求受试者膝关节主动还原至测试位置,受试者所到达的真实位置与测试位置之间的角度差值可用于评价关节的位置觉。角度重建试验想要对膝关节运动前后角度进行精确测量就必须在受试者的膝关节周围佩戴传感器,但是如此就不可避免的产生一定的触觉,对本体感觉造成影响。为减少误差,Valenani等^[12]在受试者膝关节的近、远端佩戴充气袖带,并保持20mmHg的压力以减轻对皮肤感觉的干扰,Fuchs等^[13]则建议使用重量极轻的示踪物,将触觉减小到可以忽略不计,再通过频率为50Hz的扫描仪器显示膝关节的运动轨迹及其角度。

值得注意的是研究表明关节的运动觉和位置觉之间没有相关性,不能单独测量以评估本体感觉的能力,必须联合应用^[14],临床多采用BiodexSystem3型等速肌力测试训练系统进行评估。

2.3 视觉模型法

此法要求受试者在膝关节经过主动性或被动性的定位后,通过主观自我判断在二维或三维的膝关节模型上重现上述定位角度。也可通过观察模型的角度,受试者经主动或被动运动在自身的膝关节上实现此角度,然后计算受试者膝关节与模型的角度差异,并以此判断本体感觉的精确度^[15]。

2.4 平衡能力测试

Butler等^[16]研究认为精确的本体感觉是身体方向、平衡控制和运动协调能力的必要前提,平衡能力测试(balance measurement)则可反应本体感觉能力。平衡测试分动态平衡测试和静态平衡测试。本体感觉对视觉和前庭系统(10cm厚的泡沫材料平面、闭眼)控制的贡献远不及静态站立姿势(坚硬的地面、睁眼)。让受试者闭眼单足站立并维持平衡,直至受试者支撑足移动过分偏离中心位置时停止计时,测试两次取平均值,结果发现这种方法的重测信度系数为0.92,标准误差也很小^[17]。Butler等以踝关节背屈肌力矩15N·m为分界点,将受试者分为力量大组和力量小组,结果发现力量小的受试者单足站立时重心的摆动幅度更大。Lee等^[18]让受试者双足站立在测力台上,测力台压力中心的变化幅度越大则平

衡能力越差。动态平衡测试一般都用星偏移平衡测试(star excursion balance test, SEBT),研究者报道反映 SEBT 的重测信度的ICC=0.67—0.96^[19]。

脑卒中患者下肢肌力3级以上并不存在认知障碍是进行此测试的必要前提。

2.5 膝关节本体感觉传出途径能力测定

肌电图检查法(electromyography, EMG)是使用仪器将单个或多个肌细胞在各种功能状态的生物电活动,加以捡拾、放大、显示与记录,通过对肌电位的单个或整体图形的分析,以诊断疾病或评定功能的一种临床电生理检查方法。运动系统是对感觉输入的反应,分析肌电图实际上是检查运动控制的最终输出和感觉运动组联的最终结果^[20],使本体感觉传出途径能力的测试成为可能。

肌张力的调节和肌肉的收缩可对关节起到主动保护作用,是神经肌肉控制传出途径的活动能力的反映,即肌肉的反射性收缩能力,常通过测量肌肉对偶然干扰激活的潜伏期及通过肌电图肌肉激活的结果来评估本体感觉,为关节本体感觉的康复评定提供了一个有价值的参考,但检查过程中有一定痛苦和损伤,且需患者配合。

2.6 其他

临床实验研究中寻拇指试验、健侧闭目模仿试验及跟膝胫试验对患者进行本体感觉功能(关节位置觉、运动方向觉)检查亦常用,上述3项试验如有2项或2项以上异常即可确定有本体感觉障碍^[21]。有学者把肌肉力觉(muscle force sense, MFS)也作为关节本体感觉的测量指标。力觉是用来描述骨骼肌随意收缩过程中对输出力的有意识的感觉^[22],即特定肌肉收缩的“努力的感觉”,依赖于传入和传出机制。“努力的感觉”作为信号传导到感觉皮质,感觉中枢同时接收运动中心的信号和外周肌肉力的输入信号,这些传入信号促使肌肉产生“力觉”。

3 增强膝关节控制能力的康复治疗方法

研究已证实,康复训练可以通过恢复本体感觉反馈的作用,恢复膝关节的功能稳定性、活动范围和肌肉力量,使膝关节的功能恢复到最佳水平^[23]。

3.1 肌力训练

研究表明偏瘫患者下肢肌力与行走速度密切相关,是影响行走功能的一个重要因素^[24]。肌肉的力量和屈伸肌的协调对于膝关节的控制起着重要的作用,而且加强患者肌肉力量训练可以训练本体感受器的适应性,恢复部分本体感觉。王子彬等^[25]发现,参加伴有或不伴有力量训练的正规下肢需氧运动计划的老年人可以明显提高膝关节的本体感觉。肌力训练方法很多,可根据患者的状态采用不同的方法,等长练习、等张训练、等动练习、开链运动、闭链运动、Plyometrics

(PE)练习等,肌力训练在临床应用已经成熟,但近年来认识到大部分本体感觉的恢复是需要进行特殊康复训练的^[26]。

3.2 平衡训练

关节平衡功能训练与肌力协调性训练,可提高关节本体感受器对负荷信息与压力传导的敏感性,可有效恢复中枢神经系统对关节运动协调性的控制和关节周围组织的调控。运用平衡训练仪器或平衡板训练来改善下肢本体感觉功能的方法在临床应用广泛,如踏可以左、右摇摆的平衡板训练,可以360°摇动的平衡板训练、微型蹦床练习。在康复的过程中,应加强协调性和敏捷性的训练。

3.3 物理治疗

神经肌肉电刺激疗法可通过加大电流强度使肌肉收缩并向中枢传入大量的本体运动和皮肤感觉信息,从而帮助建立正常的运动模式,最大限度地降低因制动而导致的肌肉力量下降,并增加关节的屈、伸角度,而恢复关节功能。电刺激可加强肌肉血液循环及营养供应,改善患者异常的肌张力,促进神经兴奋及传导功能恢复,加快神经再生过程及运动功能恢复^[27]。还可通过韧带、肌肉反射主动维持膝关节的稳定。

国外报导在标准物理治疗下辅以电角度计反馈可大幅度下降膝过度伸直角度,增加卒中后膝反张治疗效果^[28]。在标准监督下训练和辅以控制膝关节稳定的方法下,听觉生物反馈电角度计也可以减少或消除脑卒中和头部损伤患者的膝反张现象^[29]。

3.4 矫形器与支具等

矫形器是在人体生物力学的基础上,作用于人体四肢或躯干,以保护、稳定肢体;预防、矫正肢体畸形;治疗骨关节、神经与肌肉疾病及功能代偿的体外装置^[30]。通过关节支持物和运动训练来增强关节本体感觉被认为是一种有效的康复训练方法。Jerosch等^[31]研究认为支具与护具可增加本体感觉传入,增强相应肌肉的肌电活动,可提高关节本体感觉能力和关节功能。此外Perlau等^[32]试验证明使用弹性绷带可以使本体感觉提高25%,如果精确度的减退大于5%,使用弹性绷带可以使本体感觉增强66%^[25]。Perlau等认为本体感觉的增强并不是因为弹性绷带提供力学支持,而主要是因为弹性绷带增强了皮肤表面的感受器、毛发末端的感受器、自由神经末梢和Merkel盘的反应。

3.5 本体感觉重建的其他康复方法

Lephart等^[8]认为能最大限度地恢复神经肌肉控制能力和本体感觉的训练内容应包括:关节位置觉和运动觉、反射性神经肌肉控制、动力性关节稳定、功能性特殊活动。

Kennedy等^[33]研究指出脊髓的运动控制主要表现在关节受到异常压力时,反射性地增强关节的稳定性。Tyldesling等^[34]认为应重点进行关节位置突变的训练以此刺激这种反射性

关节的稳定性,以增强神经肌肉反射性控制。控制大脑水平的运动功能训练可通过从有意识到无意识的最大程度地刺激关节位置的运动,或通过闭目或睁眼条件下的姿势和平衡训练来实现,特别是强化对关节活动范围终末的训练。对躯体位置觉和运动觉认知水平的训练,可通过重复运动并将其储存为中枢指令,即使以后在没有连续意识的参考下,也能完成同一运动的重复,本体感觉神经肌肉促进疗法(proprioceptive neuromuscular facilitation, PNF)可提高这一功能水平。

3.6 手术修复

手术修复含有本体感受器的组织结构在关节力学稳定性的重建中占据重要位置,通过修复这类组织结构促进关节力学感受器的神经肌肉反馈途径和适宜刺激条件的恢复,但其对本体感觉路径的影响需要进一步研究。半月板损伤、肌肉肌腱受损等原因导致的膝关节本体感觉缺失可通过手术修复,但脑卒中后偏瘫患者膝关节本体感觉缺失者临床很少借助外科手术恢复其本体感觉。

3.7 中医与中西医结合治疗

大量研究表明针灸疗法早期介入有切实的临床价值^[35],将疗效明确的传统针灸推拿治疗与现代康复治疗的各种物理手段相配合,无疑会产生有效的互补作用,优势互补能达到单一的针灸治疗与单一的康复治疗所没有的效果^[36]。

研究报道电针可以显著提高骨关节炎患者的膝关节本体感觉^[37],朱燕等^[38]研究表明电针治疗功能性踝关节不稳患者可提高本体感觉能力。但电针提升本体感觉的机制尚不明确,一般认为电针通过刺激皮肤、肌肉、关节囊、韧带等处存在的本体感受器,向中枢传入大量的皮肤感觉和本体运动信息,从而帮助建立正常的感觉与运动模式,反射性激活屈、伸肌群从而增加膝关节稳定性^[37]。电针还可以改善关节周围组织的微循环,消除炎性介质,抑制伤害性信息的传导^[39]。鉴于上述机制电针可以改善脑卒中患者膝关节本体感觉,但尚缺乏临床研究报道。

此外太极拳作为国内外广大群众喜爱的民族传统体育项目,运动中膝关节常以微屈半蹲活动为主,而且与屈30°—40°的膝关节功能位吻合,能明显改善下肢平衡能力及本体感觉^[40]。

4 小结

本体感觉的缺失是膝关节控制障碍主要原因,亦是膝关节功能康复的关键,因此临床医生应予以足够重视。膝关节本体感觉的测评方法不断增加,测试结果也越来越量化,在实际应用中应根据实际需要来确定具体膝关节本体感觉的测量方法。本体感觉康复训练应渗透到康复训练的早期,以刺激关节和肌肉感受器为目标,以恢复关节感觉意识,重建

肌肉反射性稳定,最大限度地恢复本体感觉和神经肌肉控制^[8]。另一方面,应重视针灸推拿的应用,积极探索新的对本体感觉恢复具有特异性的新疗法。

参考文献

- [1] Tyson SF, Hanley M, Chillala J, et al. Balance disability after stroke[J]. Phys Ther, 2006, 86: 30—38.
- [2] 李铁山, 刘艳林, 关蕾, 等. 早期穿戴弹力悬带矫形器对脑卒中患者步行功能恢复的影响[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2008, 30(9): 631—634.
- [3] 赵钰. 现代偏瘫治疗学[M]. 北京: 人民军医出版社, 1996: 236—237.
- [4] 李作为, 徐向阳. 踝关节稳定性与本体感受器[J]. 2009, 30(1): 21—22.
- [5] 花秀芹. 踝关节本体感觉的研究进展[J]. 内江科技, 2011, 2: 29.
- [6] 李坤, 王予彬. 踝关节不稳与本体感觉研究现状[J]. 中国微创外科杂志, 2010, 10(9): 851—854.
- [7] Sherrington C. On the Proprioceptive system, especially in its reflex aspect[J]. Brain, 1906, 29: 467—482.
- [8] Lephart SM, Pincivero DM, Giraldo JL, et al. The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries[J]. Am J Sports Med, 1997, 25: 130—134.
- [9] 刘世文, 高放, 吕政, 等. 脑卒中偏瘫患者本体感觉丧失对膝反张影响的机制研究[J]. 中国康复医学杂志, 2005, 20(1): 30—33.
- [10] 张秋霞, 花秀琴, 施永健. 踝关节本体感觉的测量方法研究与应用[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2011, 15(35): 6619—6623.
- [11] Goble DJ. Proprioceptive acuity assessment via joint position matching: from basic science to general practice[J]. Phys Ther, 2010, 90(8): 1176—1184.
- [12] Valenani M, Restucca D, Di Lazzate V, et al. Clinical and neurophysiological abnormalities before and after reconstruction of the anterior cruciate ligament of the knee[J]. Acta Neurol Scand, 1999, 99: 301—307.
- [13] Fucha S, Thoresten L, Nieweh S. Proprioceptive function in knees with and without total knee arthroplasty[J]. Am J Phys Med Rehabil, 1999, 78: 39—45.
- [14] Grob KR, Kuster MS, Higgins SA, et al. Lack of correlation between different measurements of proprioception in the knee[J]. J Bone Joint Surg Br, 2002, 84: 614—618.
- [15] 杨时, 俞旗, 林勇. 膝关节本体感觉重建与膝关节稳定性研究进展[J]. 现代康复, 2001, 5(6): 54—55.
- [16] Butler AA, Lord SR, Rogers MW, et al. Muscle weakness impairs the proprioceptive control of human standing[J]. Brain Res, 2008, 1242: 244—251.
- [17] Lin WH, Liu YF, Hsieh CC, et al. Ankle eversion to inversion strength ratio and static balance control in the dominant and non-dominant limbs of young adults[J]. J Sci Med Sport, 2009, 12(1): 42—49.
- [18] Sefton JM, Hicks-Little CA, Hubbard TJ, et al. Sensorimotor function as a predictor of chronic ankle instability[J]. Clin Biomech(Bristol, Avon), 2009, 24(5): 451—458.
- [19] Hertel J, Miller SJ, Denegar CR. Intratester and intertester reliability during the Star Excursion Balance Tests[J]. J Sport Rehabil, 2000, 9(2): 104—116.
- [20] 缪鸿石 主编. 康复医学理论与实践(上册)[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2000: 455.
- [21] 黄海彬, 胡锋兰, 赵军. Frenkel训练法对脑卒中后本体感觉障碍作用的观察[J]. 中华全科医学, 2009, 7(7): 708—709.
- [22] 陈世益, 占飞. 功能性关节不稳与本体感觉重建[J]. 引进国外医药技术与设备, 2000, 6(2): 25—30.
- [23] 李莉, 孙俊英. 膝关节的损伤对本体感觉的影响及其康复训练[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2004, 26(6): 379—381.
- [24] 谢财忠, 徐格林, 刘新峰. 急性脑卒中患者住院期下肢肌力恢复的影响因素[J]. 中国康复理论与实践, 2010, 16(7): 655—656.
- [25] 王予彬. 膝关节的外科与关节康复的临床研究动态[J]. 现代康复, 2000, 4(1): 6.
- [26] 江海燕, 于法景. 膝关节常见运动创伤术后康复方案总论(下)[J]. 中国运动医学杂志, 2002, 21: 527.
- [27] 郭友华, 燕铁斌. 低频电刺激治疗脑卒中偏瘫患者的临床研究进展[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2005, 8: 507—509.
- [28] Morris ME, Matyas TA, Bach TM, et al. Electrogeniometric feedback: its effect on genu recurvatum in stroke[J]. Arch Phys Med Rehabil, 1992, 73(12): 1147—1154.
- [29] Hogue RE, McCandless S. Genu recurvatum: auditory biofeedback treatment for adult patients with stroke or head injuries[J]. Arch Phys Med Rehabil, 1983, 64(8): 368—370.
- [30] 窦祖林. 作业治疗学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2008: 175.
- [31] Jerosch J, Thorwesten L, Bork H, et al. Is prophylactic bracing of the ankle cost effective[J]? Orthopedics, 1996, 19(5): 405—414.
- [32] Perlau R, Frank C, Fick G. The effect of elastic bandages on human knee proprioception in the uninjured population[J]. Am J Sports Med, 1998, 26: 562—566.
- [33] Kennedy JC, Alexander IJ, Hayes KC. Nerve supply of the human knee and its functional importance[J]. Am J Sports Med, 1982, 10: 329—335.
- [34] Tyldesling B, Greve JI. Muscles, nerves and movement: Blackwell Scientific Publications, 1989: 268—284.
- [35] 刘立安, 倪姗姗, 杜秀民, 等. 早期针灸与康复对缺血性中风病人生存质量和社会融入的影响[J]. 针灸临床杂志, 2009, 25(9): 7—8.
- [36] 蒋松鹤, 张丹迎, 张瑞峰, 等. 多规律配穴法及其在中风康复中的应用[J]. 针灸临床杂志, 2007, 23(7): 48—50.
- [37] 郭纪涛, 戴琪萍, 裘敏蕾, 等. 电针对膝骨关节炎患者本体感觉影响的临床观察[J]. 中国康复医学杂志, 2008, 23(12): 1114—1116.
- [38] 朱燕, 裘敏蕾, 丁莹, 等. 电针对功能性踝关节不稳运动员本体感觉的影响[J]. 中国针灸, 2012, 32(6): 503—506.
- [39] 王傅, 陈丽珍, 雷振辉, 等. 电针综合疗法治疗髌骨软化症的疗效观察[J]. 中国康复医学杂志, 2007, 22(1): 8.
- [40] 刘静, 王雪强, 吕志, 等. 太极拳运动对中老年人膝关节本体感觉的影响[J]. 中国康复医学杂志, 2012, 27(10): 962—963.