

脑卒中后偏瘫行走训练新思路: 从“纠错训练”到“无错学习”*

燕铁斌¹

脑卒中后患者表现出多种功能障碍,其中行走功能障碍最常见,也是影响患者生活自理和回归家庭的第一因素^[1-3]。因此,如何采取有效、高效的方法恢复患者的行走功能是脑卒中康复的核心任务。本期发表的几篇基于正常行走模式的功能性电刺激(functional electrical stimulation, FES)对改善脑卒中患者行走功能影响的研究,方法比较新颖,对促进脑卒中后行走功能的恢复开辟了一条新思路,值得一读。

1 正常行走的发生及其控制

1.1 对正常行走模式的研究很成熟^[4-6]

运动科学仪器的研发进展,极大地帮助了专业人员借助于先进设备,系统分析人体的行走过程,并得出了正常行走的模式。为便于应用,笔者将正常及异常行走的发生总结为如图1所述包括三个环节的最简单环路:①感觉信息输入:外周参与行走活动的器官,在行走过程中不断向中枢(脊髓与脑)传输

(传入)感觉信息,特别是下肢完成行走活动的本体感觉,这是一种模式化(pattern)、功能化(functioning)的传输;②中枢整合:中枢在外周感觉信息输入的基础上,利用脑网络对输入的信息加以分析、整合,形成行走模式并向外输出;③完成行走动作模式:中枢向外周参与行走的器官输出指令,指挥外周相关器官完成行走动作(图1a)。

虽然产生行走动作信息的传入和传出的靶器官是以下肢为核心,但最终行走动作的完成(传出)依赖于中枢传出的指令;而中枢传出指令正确与否取决于中枢的整合;中枢整合的基础是输入行走信息的正确与否。可见,上述任何一个环节发生故障都会导致行走障碍(图1b)。

1.2 正常行走功能是后天获得的

行走不是与生俱来的,是后天通过学习获得的。幼儿学会行走是一个反复学习和练习的过程。幼儿通过成人的扶持和引导产生基本的行走动作,此过程中学习的是行走的模式(pattern),而不是学习下肢关节的活动和肌肉如何收缩;中枢根据收到的模式信息加以整合(需要认知功能的完整及参与),并输出基于正常行走传入信息整合后的输出行走模式,指挥下肢完成走路动作;再根据正确行走模式的反馈,逐渐掌握动作并不断调节动作的稳定性,最终达到动作熟练、行走自如^[6-7]。



燕铁斌教授

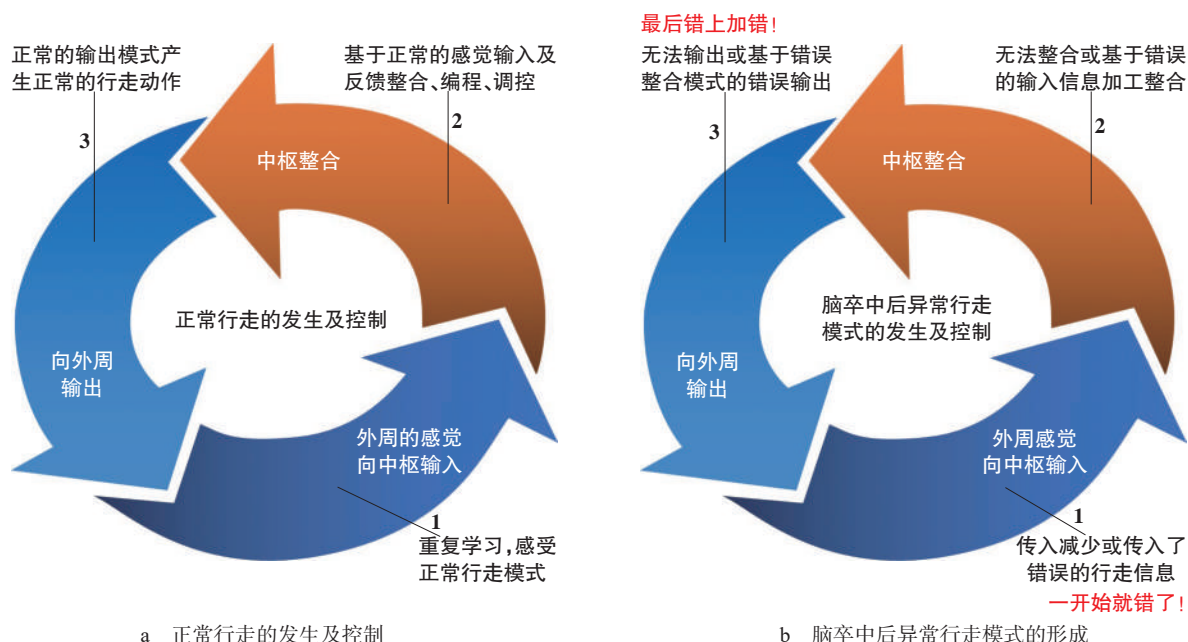
DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2019.05.001

*基金项目:国家自然科学基金项目(81772447);广州市科技重大专项(201704020140)

1 中山大学孙逸仙纪念医院康复医学科,广东省康复与养老工程技术研究中心,510080

作者简介:燕铁斌,男,教授,主任医师; 收稿日期:2019-03-18

图1 正常行走发生及控制环路与脑卒中后异常行走模式的形成



1.3 脑卒中后行走功能障碍

脑卒中后的初期,患者原来掌握的行走功能因各种原因(如住院救治需要卧床,肢体瘫痪不能运动等)失去了站立和行走的机会^[1,8]。中枢在没有外周行走信息传入的条件下,无法整合行走模式,导致无法输出行走指令;下肢在缺乏行走输出的刺激下无法产生行走动作,最终导致患者遗忘了原来已经掌握了行走功能。鉴于此,脑卒中后恢复行走的康复治疗也应该是一个学习的过程^[8-9]。

2 脑卒中后患者为什么容易形成异常行走模式^[1-4]

脑卒中患者的肢体一般情况下没有受到如同脑组织那样的实质性损伤,在解剖结构上是完整的。理论上行走功能应该相对容易恢复到正常状态,但实际并非如此,患者很容易形成难以纠正的异常行走模式。按照图1的逻辑,其原因来自以下三个方面:

下肢传入了错误的行走信息:患者清醒后产生了早期走路的意愿。国际上第一份成人脑卒中康复指南中提出,脑卒中后患者最关心的是行走功能的恢复^[1],因此,卧床患者的最大意愿是让下肢动起来,离开床,而并不关注此动作正确与否。但在卧位(下肢容易产生外旋)和下肢抬起后地心引力(重力)共同作用下,下肢容易处于外旋位,形成异常的下肢活动(异常的行走模式)。而当患者可以站立或在扶持下站立后,由于中枢对称性紧张性颈部反射的异常模式刺激(患者因惧怕摔倒常低头看路而诱发,导致了下肢容易处于伸膝位),极易形成异常的行走模式。

中枢整合出错误的输出指令:由于缺少了外周行走感觉的输入或基于上述错误的行走输入信息,受损的神经网络难以分辨输入的对错,必然整合出错误的输出模式指令,指挥下肢产生错误的行走动作。

靶器官产生了错误的行走动作:虽然脑卒中患者的病灶位于脑部,下肢的解剖及外周神经支配在结构上正常,但由于中枢整合的错误,导致了输出模式的错误(一开始就错了),外周靶器官(下肢)在错误的指令下必然产生错误的行走动作(错上加错)。同时,患者强大的行走意愿所产生的自主性反复练习,强化了这种错误的行走模式,此错误的行走模式又成为输入信息再次向中枢输入,从而形成了恶性循环。

3 脑卒中后行走的“纠错训练”及其形成原因

纵观国内现有脑卒中后的偏瘫行走训练,基本上都是采取纠正行走错误的方法,这种治疗虽然有效,但起效慢,疗效难持久。究其原因,有以下两个方面:

历史原因:国内现代康复始于20世纪80年代,神经康复的发展更加滞后。初期所治疗的脑卒中患者基本上都是慢性期或后遗症期,行走的异常模式已经形成且根深蒂固,难以纠正^[8,10]。由于异常模式严重,治疗的关注点多在下肢的局部,主要是纠正已经形成的错误动作,忽视了正常行走模式的输入和脑部对行走正常模式的学习。过去几十年来,这种“纠错训练”一直主导着脑卒中后患者行走功能的康复过程。

技术原因:由于专业人员缺乏对行走模式形成过程认知层面的理解,加之缺乏目前普遍应用的产生行走模式的高科技设备,因此,所采取的措施或手段也多是循序渐进(从卧位训练开始,到坐位及坐站转移,最后站立位训练),离散训练(重点放在髋关节、膝关节、踝关节),导致了患者的希望是恢复行走功能,但治疗几周甚至数月却没有机会让患者参与到完整的行走训练中。因此,治疗的针对性不强,疗效展现慢且疗效难持久^[2-4]。

4 脑卒中后恢复行走功能的“无错学习”法理念及其模式

脑卒中后恢复行走的“无错学习”是基于正常行走功能获得的认知过程而提出^[7](图1)。其基本概念是让患者早期就接受正常行走模式的刺激(学习),即在卧位、坐位、站立位都给患者创造或提供学习正常行走模式的机会,让中枢在外周正常行走模式信息反复输入的基础上加以整合,并向外周靶器官输出正常的行走模式;再根据外周正常行走模式的反馈(避免或尽可能少地产生异常行走模式),周而复始地强化训练,最终重新掌握行走功能。实现此概念的关键问题是在患者恢复行走功能的过程中始终能获得并保持正常行走模式的学习和练习机会,尽可能减少非行走模式的离散训练或对异常模式的纠错治疗,因此,借助于可以产生正常行走模式的设备或高科技产品是关键。

5 模式构成的设想

5.1 早期利用体现正常行走模式的设备

近年来,随着重症康复的兴起,康复的早期介入已经前移到与临床救治同步^[11];而临床对脑卒中病程分期的重新划分(急性期:发病后1—7d,亚急性早期:7—90d,亚急性恢复期:3—6个月,慢性期:超过6个月)^[12],更加促进了早期介入正常行走模式学习的可能性(图2)。脑卒中后恢复正常行走功能的无错法学习可以通过下列途径实现:

卧位行走训练^[13-14]:包括卧床患者的下肢功能性踏车、侧卧位下肢悬吊下的基于正常行走的功能性电刺激;具有下肢行走动作的电动起立床等。

坐位行走训练^[15]:如下肢的功能性踏车等。

站立位行走训练:包括具备下肢行走动作的电动起立床、减重下或在天轨下的行走训练;基于正常行走模式的功能性电刺激;机器人及外骨骼机器人辅助行走训练等^[16-18]。

5.2 实施体现学习行走技能的流水线治疗

利用上述设备,可以帮助患者分别在卧位、坐位、站立位下学习正常的行走模式,实现行走训练的一条龙、流水作业式的行走学习。通过早期向中枢输入正

图2 脑卒中后恢复行走功能的无错法学习



常的行走模式、并保持在康复全过程中输入正常的行走模式、通过强化对行走模式的学习,最终恢复或掌握正常的行走功能。

未来脑卒中后患者的行走训练,应该是以功能(行走)为导向,早期介入模式化(整体)、在高科技的辅助下学习正确动作,类似生产流水线的治疗,实现行走的无错法学习。

参考文献

- [1] Winstein CJ, Joel S, Arena R, et al. Guidelines for adult stroke rehabilitation and recovery. a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association[J]. Stroke, 2016,47:e98—e169.
- [2] Beyaert C, Vasa R, Frykberg GE. Gait post-stroke: Pathophysiology and rehabilitation strategies[J]. Neurophysiol Clin,2015,45(4—5): 335—355.
- [3] Langhorne P, Bernhardt J, Kwakkel G. Stroke rehabilitation[J]. Lancet, 2011,14,377(9778): 1693—1702.
- [4] Cimolin V, Galli M. Summary measures for clinical gait analysis: a literature review[J]. Gait Posture, 2014,39(4):1005—1010.
- [5] Colyer SL, Evans M, Cosker DP, et al. A review of the evolution of vision-based motion analysis and the integration of advanced computer vision methods towards developing a markerless system[J]. Sports Med Open, 2018, 4(1):24.
- [6] Kung SM, Fink PW, Legg SJ, et al. What factors determine the preferred gait transition speed in humans? A review of the triggering mechanisms[J]. Hum Mov Sci, 2018,57:1—12.
- [7] Krishnan C. Learning and interlimb transfer of new gait patterns are facilitated by distributed practice across days[J]. Gait Posture, 2019, 23(2),70:84—89.
- [8] Li S, Francisco GE, Zhou P. Post-stroke hemiplegic gait: New perspective and insights[J]. Front Physiol, 2018,9:1021.
- [9] Liu YC, Yang YR, Tsai YA, et al. Cognitive and motor dual task gait training improve dual task gait performance after stroke: A randomized controlled pilot trial[J]. Sci Rep, 2017, 22,7(1):4070.
- [10] Reissman ME, Gordon KE, Dhaheer YY. Manipulating post-stroke gait: Exploiting aberrant kinematics[J]. J Biomech, 2018, 23,67: 129—136.
- [11] 燕铁斌.重症康复,应与临床救治同步[J]. 中国康复医学杂志,2018,33(2):127—129.
- [12] Bernhardt J, Hayward KS, Kwakkel Gk, et al. Agreed definitions and a shared vision for new standards in stroke recovery research: the stroke recovery and rehabilitation roundtable taskforce[J]. International Journal of Stroke, 2017,12(5):444—450.
- [13] Aaron SE, Vanderwerker CJ, Embry AE, et. Al FES-assisted cycling improves aerobic capacity and locomotor function post-cerebrovascular accident[J]. Med Sci Sports Exerc, 2018,50(3):400—406.
- [14] 陈丹凤,燕铁斌,黎冠东,等. 功能性电刺激对脑卒中早期患者下肢有多高呢及磁共振弥散张立成像的影响[J]. 中华医学杂志,2014, 94(3):2886—2892.
- [15] Wonsetler EC, Bowden MG. A systematic review of mechanisms of gait speed change post-stroke. Part 2: exercise capacity, muscle activation, kinetics, and kinematics[J]. Top Stroke Rehabil, 2017,24(5):394—403.
- [16] Bruni MF, Melegari C, De Cola MC, et al. What does best evidence tell us about robotic gait rehabilitation in stroke patients: A systematic review and meta-analysis[J]. J Clin Neurosci, 2018, 48:11—17.
- [17] 谭志梅,姜文文,燕铁斌,等. 基于正常行走模式的功能性电刺激对脑卒中恢复期患者行走功能的影响[J]. 中华医学杂志,2016, 96(29): 2342—2346.
- [18] Louie DR, Janice J. Powered robotic exoskeletons in post-stroke rehabilitation of gait: a scoping review[J]. J Neuroeng Rehabil, 2016, 13: 53.