

文章编号: 1004-7220(2021)03-0479-06

中风偏瘫患者坐-站转移过程中的生物力学分析

黄旭^{a,b}, 孟庆华^{a,b}, 鲍春雨^{b,c}, 周鲁星^{a,b}

(天津体育学院 a.体育教育与教育科学学院; b.天津市运动生理与运动医学重点实验室; c.社会体育与健康科学学院, 天津 301617)

摘要: 中风偏瘫患者由于半侧高级中枢神经系统损坏, 导致其坐-站转移能力受损, 在坐站转移过程中容易跌倒。从生物力学角度描述偏瘫患者在不同足位下的坐-站转移特征, 讨论不同特征之间的相互联系, 分析其跌倒原因, 叙述坐-站转移训练在偏瘫患者的术后康复中的应用, 从而为偏瘫患者的术后康复提供依据。

关键词: 偏瘫; 中风; 坐-站转移; 足位; 跌倒

中图分类号: R 318.01 **文献标志码:** A

DOI: 10.16156/j.1004-7220.2021.03.029

Biomechanical Analysis of Stroke Hemiplegic Patients During Sit-to-Stand Transfer

HUANG Xu^{a,b}, MENG Qinghua^{a,b}, BAO Chunyu^{b,c}, ZHOU Luxing^{a,b}

(a. College of physical Education and Educational Sciences; b. Tianjin key Laboratory of Sports Physiology and Sports Medicine; c. College of Social Sports and Health Sciences, Tianjin University of Sport, Tianjin 301617, China)

Abstract: Due to damage to the hemi-advanced central nervous system of stroke hemiplegic patients, their ability of sit-to-stand transfer is impaired, and they are prone to fall during the sit-to-stand transfer. This article describes the characteristics of sit-to-stand transfer for hemiplegic patients at different foot placement from a biomechanical perspective, discusses the correlation between different features, analyzes the reasons for their fall, and describes the application of sit-to-stand transfer training in postoperative rehabilitation of hemiplegic patients, so as to provide references for postoperative rehabilitation of hemiplegic patients.

Key words: hemiplegia; stroke; sit-to-stand transfer; foot placement; fall

坐-站转移 (sit-to-stand, STS) 是常见的日常活动之一, 社区居民每天大约会进行 60 次 STS 活动^[1]。Roebroek 等^[2]将 STS 描述为身体从坐姿到站姿, 同时身体质心 (center of mass, COM) 向上移动且身体不失去平衡的过程。这是一个由坐姿向站姿过度的过程, 需要将 COM 由一个较大且稳定的支撑基底 (臀部) 移动到较小且不稳定的支撑基底

(足底)^[3]。因此, 在这个过程中需要足够的平衡能力和肌肉协调能力, 否则很容易在 STS 过程中跌倒。

脑血管意外 (cerebra-vascular accident, CVA) 又称脑卒中、脑中风, 是一组由各种原因引起的脑部血管疾病的总称^[4]。中风偏瘫患者由于半侧高级中枢神经系统损坏, 导致对侧躯体运动功能受

收稿日期: 2020-06-11; 修回日期: 2020-07-17

基金项目: 国家自然科学基金项目 (11372223, 11102135), 天津市自然科学基金重点项目 (17JCZDJC36000, 18JCZDJC35900)

通信作者: 孟庆华, 教授, E-mail: 745112962@qq.com

到损伤,极易在 STS 过程中跌倒。对于老人来说,跌倒造成的伤害更大^[5]。本文对偏瘫患者 STS 活动进行论述,了解其生物力学特征和 STS 过程中发生跌倒的原因,为制定合适的运动处方提供依据。

1 正常人 STS 特征

1.1 运动学特征

正常人在进行 STS 时,首先髋关节屈曲带动上部躯干前屈,COM 前移,然后踝、膝关节屈曲带动小腿向前转动,随后髋、膝、踝 3 个关节伸展使身体向上移动,COM 上移,最后身体多块肌肉协调收缩使 COM 稳定完成 STS 运动。

臀部刚好从椅子上离开的时刻又称 seat-off 时刻,是 STS 活动中的一个关键时刻^[6]。在以前的研究中,通常以 seat-off 时刻为分隔点,将 STS 运动分为 2 个、3 个或 4 个阶段^[2,6-7]。

研究显示,健康人在对称足位(双足对称放置)下进行 STS 运动时,躯干在冠状面上始终保持中立位,躯干在 STS 运动周期的前 53.3% 中向前移动,然后在周期的 49.8% 中直立,随后向后移动,直至直立,以获得稳定的站立状态^[8-9]。然而,当使用不对称足位(左侧或右侧足置后)进行 STS 运动时,躯干在冠状面上会向置后足的一侧偏移^[8]。

1.2 动力学特征

Yoshioka 等^[10]指出,可使用膝关节与髋关节力矩之和作为评定 STS 运动过程中的机械负荷指标。研究表明,随着座椅高度的下降,健康人髋、膝关节力矩峰值会不断地增加^[11]。但是 Yoshioka 等^[10]认为,在 STS 运动中由高座椅高度降到普通座椅高度的过程中,髋、膝关节力矩峰值会不断地增大。但在由普通座椅高度降低到座椅高度的过程中,髋、膝关节力矩峰值基本保持不变。且不论座椅高度如何,髋、膝关节力矩都在大腿水平时达到峰值。踝关节力矩受座椅高度的影响较小,因为踝关节在 STS 中的主要作用是保持身体稳定直立,而不是使身体从座椅上站立^[11]。

1.3 肌电学特征

大部分正常人在 STS 过程中,首先表现为:
① 髂腰肌(iliopsoas, LL)和股直肌(rectus femoris, RF)激活^[12];② 胫前肌(tibialis anterior, TA)激活;
③ 股四头肌(quadriceps, QUA);④ 腓绳肌

(hamstrings, HAM);⑤ 比目鱼肌(soleus, SOL)^[13]和腓肠肌(gastrocnemius, GAS)^[12]激活。早期 LL 和 RF 激活是为了屈曲髋关节使躯干前屈,随后 TA 激活主要作用是保持踝关节的稳定和使小腿在脚踝处向前旋转及身体质量向前移动^[14]。TA 激活之后几乎同时激活 QUA,这有助于伸膝前膝关节的早期稳定及膝关节的伸展。TA 和 QUA 之后,HAM 是下一个被激活的肌肉,它会减慢最初的髋关节屈曲速度,然后促进髋关节的伸展,它还可能起到膝关节稳定器的作用,使站立状态稳定^[13]。SOL 和 GAS 是最后被激活的肌肉,GAS 和 SOL 激活增强了对身体向前过渡的控制^[12]。并且 SOL 激活发生在 seat-off 之后,还可能有助于站立时的姿势的稳定^[13,15]。也有研究认为,SOL 激活与 STS 运动结束时的减速有关^[16]。

2 偏瘫患者 STS 特征

2.1 运动学特征

2.1.1 STS 时间 STS 时间是衡量坐-站转移能力的重要指标之一,STS 时间越长,坐-站转移过程中跌倒的可能性越大^[17]。跌倒被定义为非由任何外力或影响引起的无意的跌落^[18]。Cheng 等^[19]研究发现,当受试者以自然速度站立时,中风跌倒者(中风跌倒者是指在中风后有跌倒史的患者)平均所需时间为 4.3 s,中风未跌倒者为 2.7 s,健康对照组为 1.8 s。因此,该研究认为,中风患者,尤其是中风跌倒者需要更长 STS 时间的原因是中风患者在 STS 过程中需要更长的时间来稳定 COM 摆动。

进行 STS 时,足位的改变也会引起 STS 时间的变化。非对称足位与自发足位相比,STS 时间显著增加,而自发足位(指没有对足位进行规定时,受试者使用的足位)与对称足位之间的无统计学意义^[15]。Camargos 等^[15]发现,足位改变并不会引起从开始运动到 seat-off 时刻之间的时间改变,说明使用不同足位引起的 STS 运动时间增加主要是由 seat-off 之后阶段的时间增加引起。

2.1.2 躯干位移 偏瘫患者在自然足位和对称足位下进行 STS 运动时,躯干在冠状面上会向健侧偏移^[8]。Duclos 等^[20]实验也验证了上述观点,在自然足位情况下,中风患者 STS 运动中的压力中心(center of pressure, COP)与躯干向健侧的偏移,且在任务的前 1/3 就有发生。脑卒中偏瘫患者患侧肢

体的肌力、协调性、运动控制能力下降,因此,在日常生活中会自发减少患侧肢体的使用,从而造成了这种偏移^[21]。

研究发现,当患足放在后面(指患足放置在健足的后方,前足后跟放置在后足长度的50%处^[22])时,躯干的位置与那些自发足位下进行坐-站转移的健康对照组没有区别,说明患足置后纠正了躯干的位移^[20]。研究显示,健康人在不对称足位下进行STS运动,置后足的负重分布会增加,同时躯干也会向置后足偏移^[8]。因此,偏瘫患者在患足置后的情况进行STS运动时,会引起躯干和COP向患侧的偏移,从而抵消由于患侧功能损害导致的躯干和COP向健侧的偏移,提高双侧对称性。

Duclos等^[20]发现,偏瘫患者在自发足位进行坐-站转移时,COP和肩部与骨盆相比向健侧脚上移动更多。在患足置后的足位下进行坐-站转移时,COP和肩部的横向位移减少,骨盆位移没有明显变化。该结果说明,偏瘫患者在STS过程中的COP偏移主要是由上半身躯体偏移引起,且患足置后对于COP偏移的改善也是通过纠正上半身的偏移实现。

Hamaoui等^[23]认为,在STS活动中,偏瘫患者会在seat-off前增加躯干的前移,使COM更加接近于COP,从而减少身体在seat-off后的前移,增加STS活动的稳定性。

2.2 动力学特征

非优势侧(或患侧)下肢负重平均值与优势侧(或健侧)下肢负重平均值的比值即为下肢负重不对称性(weight bearing asymmetry, WBAsym)^[8]。在STS过程中保持双侧对称性可以减少摔倒的发生率^[24]。Cheng等^[19]发现,在STS过程中,中风跌倒者、非跌倒者和健康对照者左脚和右脚负重分布的差异分别为体质量53%、42%和17%,这部分解释了中风患者的高跌倒率。

由于健康人在不对称足位下进行STS运动,置后足的负重分布会增加^[8]。刘孟等^[21]通过偏瘫患者在双足平行、健足置后、患足置后足位下进行STS任务发现,患足置后足位下的WBAsym显著高于双足平行与健足置后足位,说明患足置后足位可以很好地改善偏瘫患者WBAsym。事实上,偏瘫患者在STS活动中感受到的双侧负重分布可能与实际并不相符,可能只是对STS过程中努力分配的主观感受^[25]。

2.3 肌电学特征

2.3.1 肌肉活动模式

偏瘫患者患侧的肌力减弱和肌肉活动顺序混乱是其跌倒的一个重要原因^[26]。中风患者与健康人群相比,患侧下肢肌电(electromyography, EMG)活动减少,EMG活动时间延长,脑卒中跌倒患者患侧TA的EMG活动明显延迟,SOL明显提前激活。SOL和HAM与TA和QUA几乎同时激活。此外,在一些中风患者中,QUA和HAM的EMG峰值出现在seat-off之后(正常人EMG峰值出现在seat-off时刻),SOL甚至在TA和QUA之前激活^[6,27]。

Camargos等^[15]让偏瘫患者采用自发足位、对称足位、患足置后、健足置后4种不同策略进行STS动作,发现在所有足位中,SOL均在seat-off之前就被激活,说明偏瘫患者SOL过早激活与足位无关,可能是因为受试者踝关节固有的运动控制机制发生变化。而且SOL过早和过度激活可能会导致踝关节僵硬,降低STS过程中的身体稳定性^[13]。

2.3.2 健侧代偿方式

从肌肉激活时间上来看,在偏瘫患者患侧下肢中,TA的激活早于HAM和SOL。健侧与患侧比较,健侧下肢HAM更早激活且活动时间更长,其余肌肉激活时间无显著性差异。双侧下肢的所有肌肉在seat-off前都被激活^[6]。从肌肉EMG活动均值上来看,健侧下肢QUA、TA和SOL的EMG活动高于患侧下肢。而下肢HAM的EMG活动差异无统计学意义^[6]。在STS活动过程中,健侧下肢肌肉会出现代偿活动,对于QUA、TA、SOL来说,主要是通过提高肌肉活动幅度实现这种代偿。而对于HAM来说,则是通过提高肌肉活动时间实现^[6]。

2.3.3 足位对EMG活动的影响

足位对下肢肌肉EMG活动也有显著影响。研究发现,当患足处于置后位置时,TA和QUA活动度分别提高了29%和34%^[28]。当健足处于抬高位置时,也观察到同样的改善。因此,这两种足位似乎更有利于使瘫痪肢体的肌肉活动正常化^[12]。

3 康复应用

3.1 STS训练的安全性

COP接触时间(time-to-contact, TtC)表示COP到达支持基底的边界的最大时间^[20]。TtC常被用

作为稳定性指标^[29]。Duclos 等^[20]发现,自然足位与不对称足位相比,两组患者的 TtC 指数没有显著变化。说明患足置后足位并不会降低患者 STS 运动过程中的稳定性,具有较好的安全性。并且在 STS 过程中利用桌子等辅助,可以减少 STS 时间和 COP 的横向摆动,增加 STS 的安全性^[30]。Pedersen 等^[31]等验证了 STS 训练的可行性,在他的实验中,大部分受试者完成了给定的 STS 任务,且未出现任何不良事件。

3.2 STS 训练的有效性

任云萍等^[32]让实验组偏瘫患者在常规治疗的基础上接受坐立能力强化训练与 SOL 牵拉,结果表明,实验组 Berg 评分等指数显著高于仅接受常规治疗的对照组。Liu 等^[22]发现,患足置后的坐站强化训练与双足对称的坐站强化训练相比,更有利于运动时间、Berg 平衡量表分数和 CP 摆动等参数的改善。该研究认为,这是由于患足置后进行 STS 使 COM 向患足移动,增加了患侧肢体的使用引起的。

近年来 STS 的疗效得到了许多学者的认可。Duarte 等^[33]等搜索了 3 041 篇论文,对 STS 内部和外部有效性进行评估,认为 STS 最有可能使存在功能缺陷老年人的运动功能得到改善。STS 训练可以提高中风患者 STS 的独立性^[34-35]。Cheng 等^[24]发现,进行常规康复训练和站立式生物反馈训练器辅助 STS 训练的实验组与只进行常规康复训练对照组相比,在 6 个月的随访中,实验组的跌倒率与对照组相比降低更多,可能是因为 STS 训练改善了偏瘫患者的平衡功能^[22]。

患足置后的 STS 训练增加了患侧下肢肌肉的肌力和协调性,但传统观点认为,偏瘫患者功能损害的主要原因是痉挛,肌力训练会加重痉挛。但近年来,很多学者认识到偏瘫后肌力下降是中枢神经因素和外周肌肉废用性萎缩共同作用的结果^[36]。董仁卫等^[37]发现,肌力训练不会加重痉挛,但肌力训练应结合功能性训练才能更好地促进偏瘫患者功能的恢复,患足置后的 STS 训练同时符合这两点要求。又研究指出,长期 STS 训练对偏瘫患者的康复有显著积极影响^[38]。

3.3 STS 训练的优势

STS 训练与任务导向型训练相似,其原理是将中枢神经损伤后运动功能的恢复训练视为一种再

学习或在训练的过程^[39]。与早期偏瘫康复疗法^[40]相比,STS 训练有以下几点优势:① 常规偏瘫康复计划由于费用限制并不能长期进行^[41],而 STS 训练与常规康复方法相比简单易行且经济有效,同时具有较好的安全性;② 可以针对性地对患者的坐-站转移能力进行提高,降低患者的跌倒率,提高日常生活能力^[24, 39];③ 将健足置于劣势位置进行 STS 时,还可提高患侧肌肉的使用,防止废用性肌肉萎缩^[42]。但 STS 要求治疗对象具有一定的运动能力,能够在独立或辅助下完成 STS,不适用与早期康复。

4 总结

与健康人相比,偏瘫患者 STS 能力与特征出现了显著差异,使其容易在 STS 过程中摔倒。seat-off 时刻为 STS 过程中的一个关键时刻,常以此时刻划分 STS 过程。偏瘫患者在 STS 过程中会自发使躯干和 CP 向健侧移动,同时患侧负重和肌肉活动幅度也会增加,STS 时间延长,出现双侧的不对称性。患侧下肢的肌肉激活模式也会失去健康人的顺序性,主要表现为 TA 的 EMG 活动明显延迟,SOL 明显提前激活。SOL 和 HAM 与 TA 和 QUA 几乎同时激活。使用患足置后足位进行 STS 任务可以有效地改善患者的双侧对称性,提高患侧下肢肌肉的活动度,对患者的下肢负重不对称性、躯干和 COP 偏移进行纠正,且在这种足位下患者仍拥有较好的稳定性和安全性,同时由于 STS 易于实施,病患在出院后仍可长期进行 STS 训练。

参考文献:

- [1] DALL PM, KERR A. Frequency of the sit to stand task: An observational study of free-living adults [J]. *Appl Ergon*, 2010, 41(1): 58-61.
- [2] ROEBROECK ME, DOORENBOSCH CA, HARLAAR J, et al. Biomechanics and muscular activity during sit-to-stand transfer [J]. *Clin Biomech*, 1994, 9(4): 235-244.
- [3] DEEPESHWAR S, TANWAR M, KAVURI V, et al. Effect of yoga based lifestyle intervention on patients with knee osteoarthritis: A randomized controlled trial [J]. *Front Psychiatry*, 2018, doi: 10.3389/fpsy.2018.00180180.
- [4] 尤桂杰, 叶超群, 史清钊. 运动再学习疗法对脑血管意外偏瘫患者下肢运动功能康复的疗效观察[J]. *首都体育学院学报*, 2003, 15(3): 98-100.
- [5] 李晨迪, 吴昱, 戴尅戎, 等. 一种基于加速度信号的步态稳

- 定性研究[J]. 医用生物力学, 2019, 34(1): 91-97.
- LI CD, WU Y, DAI KR, *et al.* Assessment of gait stability using acceleration signal [J]. *J Med Biomech*, 2019, 34(1): 91-97.
- [6] PRUDENTE C, RODRIGUES-DE-PAULA F, FARIA CD. Lower limb muscle activation during the sit-to-stand task in subjects who have had a stroke [J]. *Am J Phys Med Rehabil*, 2013, 92(8): 666-675.
- [7] SUTCU G, YALCIN AI, AYYAT E, *et al.* Electromyographic activity and kinematics of sit-to-stand in individuals with muscle disease [J]. *Neurol Sci*, 2019, 40(11): 2311-2318.
- [8] LECOUCRS J, NADEAU S, GRAVEL D, *et al.* Interactions between foot placement, trunk frontal position, weight-bearing and knee moment asymmetry at seat-off during rising from a chair in healthy controls and persons with hemiparesis [J]. *J Rehabil Med*, 2008, 40(3): 200-207.
- [9] KERR KM, WHITE JA, BARR DA, *et al.* Analysis of the sit-stand-sit movement cycle in normal subjects [J]. *Clin Biomech*, 1997, 12(4): 236-245.
- [10] YOSHIOKA S, NAGANO A, HAY DC, *et al.* Biomechanical analysis of the relation between movement time and joint moment development during a sit-to-stand task [J]. *Biomed Eng Online*, 2009, doi: 10.1186/1475-925X-8-2727.
- [11] YOSHIOKA S, NAGANO A, HAY DC, *et al.* Peak hip and knee joint moments during a sit-to-stand movement are invariant to the change of seat height within the range of low to normal seat height [J]. *Biomed Eng Online*, 2014, doi: 10.1186/1475-925X-13-2727.
- [12] BOUKADIDA A, PIOTTE F, DEHAIL P, *et al.* Determinants of sit-to-stand tasks in individuals with hemiparesis post stroke: A review [J]. *Ann Phys Rehabil Med*, 2015, 58(3): 167-172.
- [13] CHENG PT, CHEN CL, WANG CM, *et al.* Leg muscle activation patterns of sit-to-stand movement in stroke patients [J]. *Am J Phys Med Rehabil*, 2004, 83(1): 10-16.
- [14] HSU WC, CHANG CC, LIN YJ, *et al.* The use of wearable sensors for the movement assessment on muscle contraction sequences in post-stroke patients during sit-to-stand [J]. *Sensors (Basel)*, 2019, doi: 10.3390/s19030657.
- [15] CAMARGOS AC, RODRIGUES-DE-PAULA-GOULART F, TEIXEIRA-SALMELA LF. The effects of foot position on the performance of the sit-to-stand movement with chronic stroke subjects [J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2009, 90(2): 314-319.
- [16] ROLDAN-JIMENEZ C, BENNETT P, CUESTA-VARGAS AI. Muscular activity and fatigue in lower-limb and trunk muscles during different sit-to-stand tests [J]. *PLoS One*, 2015, doi: 10.1371/journal.pone.0141675e141675.
- [17] SCHENKMAN M, HUGHES MA, SAMSA G, *et al.* The relative importance of strength and balance in chair rise by functionally impaired older individuals [J]. *J Am Geriatr Soc*, 1996, 44(12): 1441-1446.
- [18] LORD SR, ROGERS MW, HOWLAND A, *et al.* Lateral stability, sensorimotor function and falls in older people [J]. *J Am Geriatr Soc*, 1999, 47(9): 1077-1081.
- [19] CHENG PT, LIAW MY, WONG MK, *et al.* The sit-to-stand movement in stroke patients and its correlation with falling [J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 1998, 79(9): 1043-1046.
- [20] DUCLOS C, NADEAU S, LECOUCRS J. Lateral trunk displacement and stability during sit-to-stand transfer in relation to foot placement in patients with hemiparesis [J]. *Neurorehabil Neural Repair*, 2008, 22(6): 715-722.
- [21] 刘孟, 倪朝民, 陈进, 等. 脑卒中偏瘫患者坐-站转移时足位、躯干运动及下肢负重间的关系[J]. *中国康复理论与实践*, 2015, 21(9): 1082-1086.
- [22] LIU M, CHEN J, FAN W, *et al.* Effects of modified sit-to-stand training on balance control in hemiplegic stroke patients: A randomized controlled trial [J]. *Clin Rehabil*, 2016, 30(7): 627-636.
- [23] HAMAOUI A, ALAMINI-RODRIGUES C. Influence of Cervical spine mobility on the focal and postural components of the sit-to-stand task [J]. *Front Hum Neurosci*, 2017, doi: 10.3389/fnhum.2017.00129129.
- [24] CHENG PT, WU SH, LIAW MY, *et al.* Symmetrical body-weight distribution training in stroke patients and its effect on fall prevention [J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2001, 82(12): 1650-1654.
- [25] BRIERE A, LAUZIÈRE S, GRAVEL D, *et al.* Perception of weight-bearing distribution during sit-to-stand tasks in hemiparetic and healthy individuals [J]. *Stroke*, 2010, 41(8): 1704-1708.
- [26] 束一铭, 钱竞光, 戎科, 等. 偏瘫患者步态特征的动力学仿真分析[J]. *医用生物力学*, 2017, 32(6): 535-540.
- SHU YM, QIAN JG, RONG K, *et al.* Dynamic simulation analysis on gait features of hemiplegic patients [J]. *J Med Biomech*, 2017, 32(6): 535-540.
- [27] LEE MY, WONG MK, TANG FT, *et al.* Comparison of balance responses and motor patterns during sit-to-stand task with functional mobility in stroke patients [J]. *Am J Phys Med Rehabil*, 1997, 76(5): 401-410.
- [28] BRUNT D, GREENBERG B, WANKADIA S, *et al.* The effect of foot placement on sit to stand in healthy young subjects and patients with hemiplegia [J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2002, 83(7): 924-929.
- [29] LI R, WALTER H, CURRY C, *et al.* Postural time-to-

- contact as a precursor of visually induced motion sickness [J]. *Exp Brain Res*, 2018, 236(6): 1631-1641.
- [30] LIM HK, KO J, LEE D, *et al.* Modified desk height helps children with cerebral palsy perform sit-to-stand [J]. *Disabil Rehabil Assist Technol*, 2020, doi: 10.1080/17483107.2020.1775315.
- [31] PEDERSEN MM, PETERSEN J, BEAN JF, *et al.* Feasibility of progressive sit-to-stand training among older hospitalized patients [J]. *Peer J*, 2015, 3: e1500.
- [32] 任云萍, 李长江, 付祯, 等. 坐站能力强化训练与比目鱼肌牵伸在偏瘫康复中的临床应用[J]. *中国康复医学杂志*, 2012, 27(10): 956-958.
- [33] DUARTE WU, OLSON J, PAUL P, *et al.* Sit-to-stand activity to improve mobility in older people: A scoping review[J]. *Int J Older People Nurs*, 2020, doi: 10.1111/opn.12319e12319.
- [34] JOEY N, HO MW. Does self-initiated sit-to-stand training with an assistive device regain the independence of sit-to-stand in stroke patient? A single-blinded randomized controlled trial [J]. *J Rehabil Assist Technol Eng*, 2020, doi: 10.1177/20556683198660531812247355.
- [35] DE SOUSA DG, HARVEY LA, DORSCH S, *et al.* Two weeks of intensive sit-to-stand training in addition to usual care improves sit-to-stand ability in people who are unable to stand up independently after stroke: A randomised trial [J]. *J Physiother*, 2019, 65(3): 152-158.
- [36] SEVERINSEN K, JAKOBSEN JK, PEDERSEN AR, *et al.* Effects of resistance training and aerobic training on ambulation in chronic stroke [J]. *Am J Phys Med Rehabil*, 2014, 93(1): 29-42.
- [37] 董仁卫, 郭琪, 刘诗琦, 等. 等速肌力测试和训练技术在脑卒中偏瘫患者临床康复中的应用[J]. *中国康复医学杂志*, 2015, 30(2): 207-210.
- [38] FRENCH B, THOMAS L, LEATHLEY M, *et al.* Does repetitive task training improve functional activity after stroke? A Cochrane systematic review and meta-analysis [J]. *J Rehabil Med*, 2010, 42(1): 9-14.
- [39] 刘四维, 关敏, 高强. 任务导向性训练在脑卒中后偏瘫康复中的应用进展[J]. *中国康复医学杂志*, 2020, 35(3): 374-378.
- [40] 谢财忠, 徐格林, 刘新峰. 脑卒中后早期康复的研究进展[J]. *中国康复理论与实践*, 2009, 15(10): 908-912.
- [41] CHOU SW, WONG AM, LEONG CP, *et al.* Postural control during sit-to stand and gait in stroke patients [J]. *Am J Phys Med Rehabil*, 2003, 82(1): 42-47.
- [42] NOH HJ, KIM CY, KIM HD, *et al.* Changes in muscle activation and ground reaction force of the lower limbs according to foot placement during sit-to-stand training in stroke patients [J]. *Am J Phys Med Rehabil*, 2020, 99(4): 330-337.