

神经病学

DOI: 10.13406/j.cnki.cyxh.002739

## 运动-步行双任务训练对脑卒中患者 步行功能影响的临床研究

王金芝, 吉媛红, 宋金萍, 樊虹玉, 窦娜

(华北理工大学护理与康复学院、唐山工人康复医院康复医学科, 唐山 063210)

**【摘要】目的:**探讨运动-步行双任务训练对脑卒中患者步行功能的影响。**方法:**采用信封抽签法将 56 例脑卒中偏瘫患者随机分为对照组( $n=27$ )和试验组( $n=29$ ), 对照组给予常规步行训练, 试验组进行与对照组相同时间与频次的运动-步行双任务训练。在干预前、干预 4 周后记录患侧股直肌、股二头肌、胫前肌、腓肠肌最大等长收缩的积分肌电值(integrated electromyography, IEMG)及屈膝、伸膝、踝背伸、跖屈时的协同收缩率(co-contraction rate, CR); 计算 10 m 步行测试时的单任务步速、托盘行走时的双任务步速及双任务步速成本(dual-task walking speed cost, DTC)。**结果:**对照组 26 例, 试验组 27 例完成研究。干预 4 周后, 2 组患者的 IEMG、CR 及步速均比干预前明显改善( $P<0.01$ )。伸膝和踝背屈时, 试验组股直肌和胫前肌的 IEMG 高于对照组( $P<0.05$ ), CR 低于对照组( $P<0.05$ )。试验组双任务下的步速高于对照组( $P<0.001$ ), DTC 低于对照组( $P<0.001$ )。**结论:**运动-步行双任务训练可改善患者的步行功能, 相较于常规步行训练更有助于患者偏瘫下肢主动肌与拮抗肌之间的协同。

**【关键词】**脑卒中; 双任务; 表面肌电; 步行**【中图分类号】**R493**【文献标志码】**A**【收稿日期】**2020-05-19

## Effect of exercise-walking dual-task training on walking function in patients with stroke

Wang Jinzhi, Ji Yuanhong, Song Jinping, Fan Hongyu, Dou Na

(School of Nursing and Rehabilitation, North China University of Science and Technology,

Department of Rehabilitation Medicine, Tangshan Workers' Rehabilitation Hospital)

**【Abstract】Objective:** To explore the effect of exercise-walking dual-task training on walking function in patients with stroke. **Methods:** A total of 56 hemiplegic patients with stroke were randomized into control group( $n=27$ ) and experimental group( $n=29$ ). The control group was given routine walking training, and the experimental group was given exercise-walking dual-task training as the same time and frequency as the control group. The integrated electromyography(IEMG) of maximal isometric contraction of rectus femoris, biceps femoris, tibialis anterior muscle and gastrocnemius muscle, and the co-contraction rate(CR) of knee flexion, knee extension, ankle dorsiflexion and ankle plantarflexion were recorded before intervention and after 4 weeks of intervention. The single-task walking speed, dual-task walking speed and dual-task walking speed cost(DTC) during 10 m walking test were calculated. **Results:** A total of 26 cases in the control group and 27 cases in the experimental group completed the study. After 4 weeks of intervention, the IEMG, CR and walking speed of patients in both groups were significantly improved as compared with those before intervention( $P<0.01$ ). During knee extension and ankle dorsiflexion, the IEMG of rectus femoris and tibialis anterior muscle in the experimental group was higher than that in the control group( $P<0.05$ ), while CR was lower than that in the control group( $P<0.05$ ). The walking speed of the experimental group under dual-task was higher than that of the control group( $P<0.001$ ), and the DTC was lower than that of the control group( $P<0.001$ ). **Conclusion:** Exercise-walking dual-task training can improve the walking function of patients, and compared with routine walking training, it's more helpful to the coordination between agonistic muscle and antagonistic muscle of hemiplegic lower limbs.

**【Key words】**stroke; dual-task; surface electromyography; walking

作者介绍: 王金芝, Email: 2351907468@qq.com,

研究方向: 神经康复。

通信作者: 窦娜, Email: douna\_sh@126.com。

优先出版: <https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1046.R.20210111.1340.008.html>

(2021-01-12)

脑卒中患者多存在不同程度的步行功能障碍,步行是脑卒中患者生活独立的重要组成部分,步行功能障碍影响患者的生活质量及社会参与<sup>[1]</sup>。传统的脑卒中步行康复方法多为单任务条件下的平衡和步态训练,而日常生活中,人们在维持平衡和运动的同时,还要同时进行其他认知或运动任务(即双重任务),如边走边与人交谈、传递物品等。脑卒中患者本身的平衡和步态与其他的任务表现会互相影响<sup>[2]</sup>,所以改善脑卒中患者的步行功能尤其是双任务步行能力对其提高生活质量、回归社会尤为重要。近年来,国内外关于脑卒中双任务步行功能的研究不断深入<sup>[3-5]</sup>,但多采用功能量表进行评估,缺乏客观指标及贴近日常生活的双任务步行评估证据,不便于更好地预测患者在日常生活中的真实能力。因此,本研究采用表面肌电评估系统和单、双任务评测项目,客观评估运动-步行双任务训练对脑卒中患者步行功能的影响。

## 1 对象与方法

### 1.1 研究对象

选择 2019 年 10 月至 2020 年 1 月在唐山市工人康复医院康复科住院的脑卒中患者 56 例,采用信封抽签法随机分为对照组( $n=27$ )和试验组( $n=29$ ),所有患者均签署知情同意书,研究经华北理工大学医学伦理委员会审查通过。

纳入标准:①符合全国第 4 届脑血管病学术会议制定的脑卒中诊断标准,并经头部 CT 或 MRI 检查确诊为脑梗死或脑出血;②首发脑卒中偏瘫,病灶为单侧;③各项生命体征稳定,无进展性出血或梗死;④站立位平衡二级、下肢肌力 $\geq 3$ 级;⑤能独立行走 10 m;⑥意识清楚,可理解并执行治疗师指令,MMSE 评分:文盲 $>17$ 分,小学 $>20$ 分,中学及以上 $>24$ 分。

排除标准:①除脑卒中外,任何可能妨碍步行训练的共病或残疾;②禁止运动的未得到控制的健康状况;③任何可能干扰本研究的神经或骨科疾病;④研究期间参加其他训练项目者;⑤严重听力、视力障碍无法完成训练的患者。

未按照要求执行训练及中途退出者,做剔除处理,试验

过程中,对照组剔除 1 例;试验组剔除 2 例,最终对照组 26 例,试验组 27 例纳入分析。2 组一般资料无统计学差异( $P>0.05$ )(表 1)。

### 1.2 研究方法

2 组患者均接受相同时长与频率的步行训练,每次干预 40 min,每天干预 1 次,每周干预 3 次,共 4 周。每项训练由同一物理治疗师进行,但各组之间错开训练时间、地点,避免沾染。对照组在二楼宽敞的走廊进行步行训练,步行条件包括向前走、向后走以及沿着 S 形路线行走。试验组患者在三楼宽敞的走廊步行的同时执行运动任务。运动双重任务按照由易到难依次为:①边走边拿着 1 个或 2 个球;②边走边用健侧手辅助患侧手举着伞;③边走边挥动拨浪鼓;④边走边拍球;⑤边走边踢网兜内的球。步行条件包括向前走、向后走以及沿着 S 形路线行走。整个训练过程中,治疗师时刻注意患者的状态,并在患者身侧予以保护。

进行双任务步行练习时,要求尽可能同时专注于 2 项任务。根据患者的实际情况选择适宜难度的初始运动任务,当患者可以平稳、协调地完成当前双任务步行时增加训练难度。

### 1.3 评价指标

分别在治疗前和治疗 4 周后,由同一名对分组情况不知情的专业人员对患者功能进行评价。评价指标如下:

1.3.1 患侧下肢肌肉的最大等长收缩的积分肌电值(integrated electromyography, IEMG)和协同收缩率(co-contraction ratio, CR) 表面肌电信号的采集与分析采用美国 DELESYS INC 公司生产的 Trigno™ 无线表面肌电系统(The Trigno™ Wireless EMG Systems)。采集患者患侧下肢股直肌、股二头肌、胫前肌、腓肠肌最大等长收缩的肌电信号,计算 IEMG 及 CR。每块肌肉采集 3 次,取最大值进行分析。 $CR=[拮抗肌收缩的积分肌电图面积/(主动肌的积分肌电图面积+拮抗肌收缩的积分肌电图面积)] \times 100\%$ 。

1.3.2 10 m 步行能力测试 分别在单独行走、托盘行走 2 种条件下进行测试。用秒表计时,算出患者单、双任务下的步行速度及双任务步速成本(dual-task walking speed cost, DTC)。

### 1.4 统计学处理

使用 SPSS 22.0 统计软件对资料进行统计分析。计量资料用均数 $\pm$ 标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,干预前后组间比较采用独立样本  $t$  检验,组内比较采用配对样本  $t$  检验。计数资料以例数表示,采用卡方检验进行统计分析。检验水准  $\alpha=0.05$ 。

表 1 2 组患者一般资料比较( $\bar{x} \pm s; n$ )

|               | 对照组 ( $n=26$ )   | 试验组 ( $n=27$ )   | $\chi^2/t$ 值 | $P$ 值 |
|---------------|------------------|------------------|--------------|-------|
| 年龄/岁          | 55.31 $\pm$ 7.83 | 52.63 $\pm$ 9.99 | -1.083       | 0.284 |
| 性别(男/女)       | 17/9             | 21/6             | 1.003        | 0.317 |
| 偏瘫侧(非优势侧/优势侧) | 11/15            | 16/11            | 1.523        | 0.217 |
| 病程/月          | 5.73 $\pm$ 1.51  | 6.30 $\pm$ 1.44  | 1.397        | 0.169 |
| 卒中类型(出血/梗死)   | 5/21             | 6/21             | 0.072        | 0.788 |
| MMSE 评分/分     | 26.19 $\pm$ 1.30 | 26.63 $\pm$ 1.74 | 1.036        | 0.305 |

## 2 结果

### 2.1 2 组患者患侧下肢肌肉最大等长收缩时 IEMG 及 CR 比较

2.1.1 干预前后 2 组患者患侧下肢肌肉最大等长收缩时 IEMG 比较 干预前,2 组患者患侧下肢肌肉最大等长收缩时 IEMG 组间均无统计学差异 ( $P>0.05$ ); 干预后,2 组患者的 IEMG 均较干预前明显提高 ( $P<0.001$ ), 试验组股直肌及胫前肌的 IEMG 高于对照组 ( $P<0.05$ ) (表 2)。

#### 2.1.2 干预前后 2 组患者患侧下肢肌肉最大等长收缩时 CR

比较 干预前,2 组患者患侧下肢肌肉最大等长收缩时的 CR 组间无统计学差异 ( $P>0.05$ )。干预后,2 组的 CR 均较干预前降低 ( $P<0.01$ ), 且试验组屈膝和踝背伸 CR 低于对照组 ( $P<0.05$ ) (表 3)。

#### 2.2 2 组患者干预前后 10 m 步行测试结果与比较

干预前,2 组患者的 10 m 步行测试结果无统计学差异 ( $P>0.05$ ); 干预后,2 组患者在单、双任务下步速均明显提高 ( $P<0.001$ ), DTC 明显降低 ( $P<0.01$ )。试验组在双任务条件下的步速明显高于对照组 ( $P=0.040$ ), 且试验组的 DTC 明显低于对照组 ( $P<0.001$ ) (表 4)。

表 2 干预前后 2 组间患侧下肢肌肉最大等长收缩时 IEMG 比较 ( $\mu V \cdot s, \bar{x} \pm s$ )

| 项目   |         | 对照组 ( $n=26$ )    | 试验组 ( $n=27$ )    | $t_2$ 值 | $P_2$ 值 |
|------|---------|-------------------|-------------------|---------|---------|
| 股直肌  | 治疗前     | 34.19 $\pm$ 14.85 | 35.97 $\pm$ 16.41 | 0.412   | 0.682   |
|      | 治疗后     | 40.48 $\pm$ 19.75 | 51.57 $\pm$ 18.01 | 2.137   | 0.037   |
|      | $t_1$ 值 | -6.179            | -25.295           | -       | -       |
|      | $P_1$ 值 | 0.000             | 0.000             | -       | -       |
| 股二头肌 | 治疗前     | 14.76 $\pm$ 4.57  | 16.14 $\pm$ 4.61  | 1.092   | 0.280   |
|      | 治疗后     | 21.68 $\pm$ 4.81  | 20.61 $\pm$ 5.14  | -0.784  | 0.437   |
|      | $t_1$ 值 | -75.953           | -21.349           | -       | -       |
|      | $P_1$ 值 | 0.000             | 0.000             | -       | -       |
| 胫前肌  | 治疗前     | 7.01 $\pm$ 1.66   | 7.37 $\pm$ 2.20   | 0.683   | 0.498   |
|      | 治疗后     | 15.01 $\pm$ 3.96  | 19.84 $\pm$ 5.04  | 3.872   | 0.000   |
|      | $t_1$ 值 | -10.441           | -17.530           | -       | -       |
|      | $P_1$ 值 | 0.000             | 0.000             | -       | -       |
| 腓肠肌  | 治疗前     | 6.21 $\pm$ 1.78   | 6.57 $\pm$ 2.19   | 0.667   | 0.508   |
|      | 治疗后     | 13.42 $\pm$ 2.55  | 14.31 $\pm$ 3.35  | 1.087   | 0.282   |
|      | $t_1$ 值 | -23.122           | -13.481           | -       | -       |
|      | $P_1$ 值 | 0.000             | 0.000             | -       | -       |

注:  $t_1, P_1$  为组内治疗前后比较,  $t_2, P_2$  为组间治疗前后比较

表 3 干预前后 2 组间患侧下肢肌肉最大等长收缩时 CR 比较 ( $\%, \bar{x} \pm s$ )

| 项目  |         | 对照组 ( $n=26$ )    | 试验组 ( $n=27$ )    | $t_2$ 值 | $P_2$ 值 |
|-----|---------|-------------------|-------------------|---------|---------|
| 伸膝  | 治疗前     | 19.72 $\pm$ 5.17  | 21.65 $\pm$ 5.82  | 1.271   | 0.209   |
|     | 治疗后     | 15.87 $\pm$ 3.66  | 13.75 $\pm$ 3.32  | -2.217  | 0.031   |
|     | $t_1$ 值 | 9.654             | 11.648            | -       | -       |
|     | $P_1$ 值 | 0.000             | 0.000             | -       | -       |
| 屈膝  | 治疗前     | 21.72 $\pm$ 4.61  | 22.75 $\pm$ 4.73  | 0.805   | 0.425   |
|     | 治疗后     | 20.11 $\pm$ 5.29  | 19.06 $\pm$ 3.22  | -0.878  | 0.389   |
|     | $t_1$ 值 | 3.231             | 8.564             | -       | -       |
|     | $P_1$ 值 | 0.000             | 0.003             | -       | -       |
| 踝背伸 | 治疗前     | 40.76 $\pm$ 10.72 | 37.63 $\pm$ 11.54 | -1.020  | 0.312   |
|     | 治疗后     | 36.22 $\pm$ 10.66 | 30.64 $\pm$ 9.35  | -2.025  | 0.048   |
|     | $t_1$ 值 | 15.754            | 12.724            | -       | -       |
|     | $P_1$ 值 | 0.000             | 0.000             | -       | -       |
| 踝跖屈 | 治疗前     | 43.36 $\pm$ 17.67 | 44.48 $\pm$ 16.55 | 0.237   | 0.813   |
|     | 治疗后     | 39.34 $\pm$ 14.75 | 40.00 $\pm$ 15.48 | 0.157   | 0.876   |
|     | $t_1$ 值 | 6.719             | 18.428            | -       | -       |
|     | $P_1$ 值 | 0.000             | 0.000             | -       | -       |

注:  $t_1, P_1$  为组内治疗前后比较,  $t_2, P_2$  为组间治疗前后比较

表 4 干预前后 2 组间 10 m 步行测试比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

| 项目                                         |         | 对照组 (n=26)       | 试验组 (n=27)       | $t_2$ 值 | $P_2$ 值 |
|--------------------------------------------|---------|------------------|------------------|---------|---------|
| 单任务步速 / ( $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ) | 治疗前     | $0.61 \pm 0.16$  | $0.58 \pm 0.16$  | 0.583   | 0.563   |
|                                            | 治疗后     | $0.78 \pm 0.17$  | $0.76 \pm 0.16$  | 0.366   | 0.716   |
|                                            | $t_1$ 值 | -47.366          | -58.981          | -       | -       |
|                                            | $P_1$ 值 | 0.000            | 0.000            | -       | -       |
| 双任务步速 / ( $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ) | 治疗前     | $0.44 \pm 0.12$  | $0.42 \pm 0.13$  | 0.523   | 0.603   |
|                                            | 治疗后     | $0.57 \pm 0.12$  | $0.65 \pm 0.15$  | -2.111  | 0.040   |
|                                            | $t_1$ 值 | -39.059          | -26.291          | -       | -       |
|                                            | $P_1$ 值 | 0.000            | 0.000            | -       | -       |
| 双任务步速成本 / %                                | 治疗前     | $27.31 \pm 3.21$ | $27.56 \pm 2.77$ | -0.575  | 0.568   |
|                                            | 治疗后     | $26.43 \pm 1.89$ | $14.60 \pm 3.37$ | 15.034  | 0.000   |
|                                            | $t_1$ 值 | 16.513           | 3.559            | -       | -       |
|                                            | $P_1$ 值 | 0.002            | 0.000            | -       | -       |

注: $t_1$ ,  $P_1$  为组内治疗前后比较,  $t_2$ ,  $P_2$  为组间治疗前后比较

### 3 讨 论

脑卒中后步行功能障碍的发生率超过 80%<sup>[6]</sup>,主要表现为步态速度较慢、行走适应能力较差<sup>[7]</sup>,因此脑卒中患者需要对步行运动分配更多注意<sup>[8-9]</sup>,因而影响其生活独立能力。有研究发现,基于虚拟现实的双任务步行有改善脑卒中患者步行和平衡功能的潜力<sup>[10]</sup>,跑台双运动任务训练可以改善脑卒中患者协调和注意力分配,提高下肢运动及平衡功能,提升生活质量<sup>[11]</sup>。

本研究中,干预后 2 组患侧下肢股直肌、股二头肌、胫前肌、腓肠肌最大等长收缩时 IEMG 均较干预前提高,且试验组股直肌和胫前肌的 IEMG 优于对照组。这说明运动-步行双任务训练不仅可以提高患者偏瘫侧下肢肌力,且在提高伸膝和踝背伸肌力方面要好于常规步行训练,这与 Markovic G 等<sup>[12]</sup>同时进行的平衡和核心抗阻训练在提高老年腿部力量方面较单一训练更有效的研究结果相一致。推测可能原因是股直肌与胫前肌均为伸肌,多数脑卒中偏瘫患者呈现下肢伸肌异常模式,下肢伸肌张力高的同时也在一定程度上减少了因软瘫或早期卧床造成的肌肉萎缩,相对于屈肌较好地维持了肌肉本身的功能与形态。随着脑卒中患者功能逐渐恢复,下肢伸肌异常模式也得到改善,经过阶段训练后,肌纤维增粗,肌力增大。双任务训练则能在更大程度上促进激活对应的脑功能区<sup>[8]</sup>,促使在任务需要时可以有效激活和募集更多的运动单位,所以试验组下肢伸肌的功能在一定时间内较屈肌有了更大程度

的改善,具体的机制尚需后续进一步研究。

本研究中,2 组患者患侧下肢伸膝、屈膝、踝背伸、跖屈时的 CR 值较干预前降低,且试验组伸膝及踝背伸的 CR 优于对照组。这表明运动-步行双任务训练能改善患者下肢运动的协调性,尤其是伸膝和踝背伸的协调性。这可能是因为双任务训练中,患者在保持步行姿势的同时,还要处理额外的运动任务,要随时留意动作的控制,不断进行相关肌肉的调整,促使神经肌肉控制精细化,使运动时患者主动肌与拮抗肌的比例更为合理、协同。

步速与脑卒中患者的步行能力明显相关,与传统的单任务步行相比,双任务步行更符合现实生活中的行走需求,因此双任务步速可以更好地解释脑卒中患者功能的变化<sup>[13-14]</sup>。本研究中 2 组患者在干预后单任务步速并没有差异,但是试验组双任务下步速明显高于对照组,这和 Liu YC 等<sup>[15]</sup>在同时进行步态训练和运动任务后,运动-步行双任务步行速度也得到改善的结果相一致, Iqbal M 等<sup>[16]</sup>的研究认为双任务训练较常规物理治疗能更好地改善步态功能,张庆梅等<sup>[17]</sup>的研究也证实双运动任务平板训练在改善双任务表现方面较单任务平板训练有更好的效果。能力共享理论为这一发现提供了可能的解释,脑卒中患者往往伴随不同程度的认知功能下降,在注意力资源有限的情况下,如果同时执行 2 个需要注意力的任务,那么至少 1 个任务的性能将会下降<sup>[18-19]</sup>。试验组患者经过运动-步行双任务训练可以较好地注意力合理分配到运动和步行上,故而在双任务条件下的步速表现更好。而对照组患者没有经过训练,在双任务步行时无法将注意力合理有

效分配,表现则较差。此外,本研究还通过计算 DTC 进一步评估了在双任务测试条件下的步态表现相对于单任务下的恶化情况<sup>[20]</sup>。结果发现,干预前 2 组患者 DTC 差异并不明显,但干预后试验组患者的 DTC 明显低于对照组。并且与干预前相比,常规步行训练后 DTC 相对变化仅为 0.88%,这说明常规训练虽然提高患者双任务下的步速,但是额外的运动任务仍对患者的步行起到很大的干扰,降低了步行效率。而运动-步行双任务训练后 DTC 相对变化为 12.96%,较干预前明显下降,与 Pang MYC 等<sup>[21]</sup>双任务组训练后在步行时间上的双任务干扰减少结果相一致。这表明运动-步行双任务训练能够降低双任务步行成本,提高双任务下的步行效率和能力<sup>[15]</sup>。

综上所述,运动-步行双任务训练可以有效改善脑卒中患者的步行功能,在改善患者伸膝和踝背伸主动肌的收缩功能和拮抗肌协同收缩的控制能力以及双任务条件下的步速方面优于常规步行训练,可以考虑用双任务训练替代常规单任务训练对患者进行康复治疗。

## 参 考 文 献

- [1] Price R, Choy NL. Investigating the relationship of the functional gait assessment to spatiotemporal parameters of gait and quality of life in individuals with stroke[J]. J Geriatr Phys Ther, 2019, 42(4): 256–264.
- [2] Wang XQ, Pi YL, Chen BL, et al. Cognitive motor interference for gait and balance in stroke: a systematic review and meta-analysis[J]. Eur J Neurol, 2015, 22(3): 555–e37.
- [3] Plummer P, Iyigün G. Effects of physical exercise interventions on dual-task gait speed following stroke: a systematic review and meta-analysis[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2018, 99(12): 2548–2560.
- [4] He Y, Yang L, Zhou J, et al. Dual-task training effects on motor and cognitive functional abilities in individuals with stroke: a systematic review[J]. Clin Rehabil, 2018, 32(7): 865–877.
- [5] 刘玉, 李庆雯. 双任务训练在脑卒中患者下肢康复中的研究进展[J]. 中国康复医学杂志, 2020, 35(1): 100–105.
- [6] Duncan PW, Zorowitz R, Bates B, et al. Management of adult stroke rehabilitation care: a clinical practice guideline[J]. Stroke, 2005, 36(9): e100–e143.
- [7] Timmermans C, Roerdink M, Janssen TWJ, et al. Dual-task walking in challenging environments in people with stroke: cognitive-motor interference and task prioritization[J]. Stroke Res Treat, 2018, 2018: 7928597.
- [8] Hermand E, Tapie B, Dupuy O, et al. Prefrontal cortex activation during dual task with increasing cognitive load in subacute stroke patients: a pilot study[J]. Front Aging Neurosci, 2019, 11: 160.
- [9] Chatterjee SA, Fox EJ, Daly JJ, et al. Interpreting prefrontal recruitment during walking after stroke: influence of individual differences in mobility and cognitive function[J]. Front Hum Neurosci, 2019, 13: 194.
- [10] Fishbein P, Hutzler Y, Ratmansky M, et al. A preliminary study of dual-task training using virtual reality: influence on walking and balance in chronic poststroke survivors[J]. J Stroke Cerebrovasc Dis, 2019, 28(11): 104343.
- [11] 蔡庆, 谢丽君, 赵绿玉, 等. 基于反重力跑台训练系统的双重运动任务训练对脑卒中患者平衡功能的效果[J]. 中国康复理论与实践, 2018, 24(11): 1315–1319.
- [12] Cai Q, Xie LJ, Zhao LY, et al. Effects of dual-task motor training with anti-gravity treadmill on motor and balance after stroke[J]. Chin J Rehabil Theory Pract, 2018, 24(11): 1315–1319.
- [13] Markovic G, Sarabon N, Greblo Z, et al. Effects of feedback-based balance and core resistance training vs. pilates training on balance and muscle function in older women: a randomized-controlled trial[J]. Arch Gerontol Geriatr, 2015, 61(2): 117–123.
- [14] Feld JA, Zukowski LA, Howard AG, et al. Relationship between dual-task gait speed and walking activity poststroke[J]. Stroke, 2018, 49(5): 1296–1298.
- [15] Tsang CSL, Chong DYK, Pang MYC. Cognitive-motor interference in walking after stroke: test-retest reliability and validity of dual-task walking assessments[J]. Clin Rehabil, 2019, 33(6): 1066–1078.
- [16] 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, 7(1): 4070.
- [17] Iqbal M, Arsh A, Hammad SM, et al. Comparison of dual task specific training and conventional physical therapy in ambulation of hemiplegic stroke patients: a randomized controlled trial[J]. J Pak Med Assoc, 2020, 70(1): 7–10.
- [18] 张庆梅, 陆品刚, 黄献群, 等. 单任务与双任务平板训练对老年脑卒中患者步行功能影响的对比研究[J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2019, 21(8): 844–847.
- [19] Zhang QM, Lu PG, Huang XQ, et al. Effect of single-task and dual-task treadmill training on gait performance in elderly cerebral stroke patients[J]. Chin J Geriatr Heart Brain Vessel Dis, 2019, 21(8): 844–847.
- [20] 罗本燕, 彭国平, 计仁杰. 卒中后认知功能障碍[J]. 重庆医科大学学报, 2017, 42(6): 638–642.
- [21] Luo BY, Peng GP, Ji RJ. Post stroke cognitive impairment[J]. J Chongqing Med Univ, 2017, 42(6): 638–642.
- [22] Remaud A, Boyas S, Lajoie Y, et al. Attentional focus influences postural control and reaction time performances only during challenging dual-task conditions in healthy young adults[J]. Exp Brain Res, 2013, 231(2): 219–229.
- [23] Tsang CSL, Pang MYC. Association of subsequent falls with evidence of dual-task interference while walking in community-dwelling individuals after stroke[J]. Clin Rehabil, 2020, 34(7): 971–980.
- [24] Pang MYC, Yang L, Ouyang HX, et al. Dual-task exercise reduces cognitive-motor interference in walking and falls after stroke[J]. Stroke, 2018, 49(12): 2990–2998.

(责任编辑: 冉明会)