

# 脑血管意外患者在不同认知负荷下步态的改变及平衡策略研究

黎俊宇<sup>1</sup> 彭康龙<sup>2</sup> 艾青<sup>3</sup> 李咏雪<sup>2</sup> 张涛<sup>1</sup> 陈少贞<sup>1,4</sup>

## 摘要

**目的:**研究老年脑血管意外(cerebrovascular accident, CVA)患者和健康老人在两种不同的“步行+认知”双重任务中,步行和认知任务之间的互相影响及双重任务消耗值,探讨两种人群注意力分配的优先规律及步态调整策略。

**方法:**老年CVA患者和健康老人各30例,分别完成平地步行、连续减3、辨音应答和“步行+连续减3”(双重任务A)、“步行+辨音应答”(双重任务B),比较两者在双重任务中步态和认知任务的双重任务消耗值。

**结果:**①在两种不同的双重任务下,CVA组仅步速和跨步长变小( $P<0.01$ ),步频未见明显改变( $P>0.01$ ),健康组步速、跨步长和步频均变小( $P<0.01$ )。CVA组步速的双重任务消耗值(dual-task cost, DTC)与健康组相近( $P>0.05$ ),跨步长DTC则比健康组大( $P<0.01$ )。两组受试在双重任务A中步行的DTC比在双重任务B中的大。②在双重任务下,不管认知负荷如何,两组受试均表现出认知表现准确率下降( $P<0.01$ ),组间没有显著性差异( $P>0.05$ )。③在两种双重任务中,两组受试步速DTC较认知任务DTC大( $P<0.01$ )。

**结论:**①CVA患者步态控制比正常老年人更依赖于注意力的参与。认知任务对步行产生注意力抽离现象,认知任务负荷较重这种现象也较明显,而且在CVA患者中表现更为突出。②两组人群在双重任务中所采用的平衡策略不同,CVA组更倾向于通过减小跨步长来减慢速度,而健康组则倾向于通过减慢步频来减慢速度。③在双重任务中,健康老人和CVA老年患者均把注意力优先分配到认知任务上。

**关键词** 双重任务;脑血管意外;步态;平衡策略;认知

中图分类号:R318.01;R493 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2019)-12-1431-07

**The rule of changes of gait parameters and cognition performance in different dual-tasks and walking balance strategy in CVA patients/LI Junyu, PENG Kanglong, AI Qing, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2019, 34(12): 1431—1437**

## Abstract

**Objective:** To explore the interaction effect, and the dual-task costs(DTC) between cognitive tasks and walking by comparing the CVA patients and the healthy elderly people, to understand the strategy of attention orientation and gait adjustment in CVA patients.

**Method:** Thirty patients with CVA as experimental group and 30 healthy people as the control group were recruited. The participants of these two groups were age matched. These two groups received single-walking task, cognitive tasks and “cognition -walking” dual-tasks, during which the speed, mean stride length and cadence of gait, and correct response rate(CRR) of the cognitive tasks were recorded. Cognitive tasks included serial 3 subtractions (cognitive task A) and auditory stroop test(cognitive task B). In the single-walking task, the CVA patients and control participants were required to walk for 10m and 30m on even ground, respectively.

**Result:** ①CVA group showed statistically slower gait speed and shorter stride length in the dual-tasks than in the single-walking task condition( $P<0.01$ ), but no significant difference for the cadence ( $P>0.01$ ). However, the

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2019.12.007

1 中山大学附属第一医院康复医学科,广州,510080; 2 深圳市儿童医院康复科; 3 云南省第一人民医院康复科; 4 通讯作者  
作者简介:黎俊宇,男,博士研究生,现就读于中山大学基础学院药理学系; 收稿日期:2017-12-14

healthy group had significantly reduced gait speed, stride length and cadence in dual-tasks compared with in single-walking task( $P<0.01$ ). Two groups showed no significant difference in the DTCs of speed ( $P>0.05$ ), whereas the DTCs of stride length in CVA group were larger than that in the control group( $P<0.01$ ). DTCs of gait speed, stride length and cadence in dual-task A were greater than those in dual-task B for both groups( $P<0.01$ ). ②Regardless of the cognitive loads, both groups displayed reduced CCR( $P<0.01$ ) with no significant difference between two groups( $P>0.05$ ). ③In both dual-tasks, DTCs of gait speed were larger than DTCs of cognitive tasks in both groups( $P<0.01$ ).

**Conclusion:** ①Gait control in CVA patients is more dependent on attention than in healthy elderly people. CVA patients could divide more attention from walking task to cognitive tasks, especially in high-load cognitive task, than the control group. ②The balance strategies in the dual-task condition for two groups are different. CVA groups tend to slow down the walking speed by reducing the strip length, whereas the control group by reducing the cadence. ③In the dual-task condition, both groups prioritize attention on the cognitive tasks.

**Author's address** School of Basic Pharmacology, Sun Yat-sen University, Guangzhou, 510080

**Key word** cerebrovascular accident; dual-task; cognition; balance strategy; gait

脑血管意外(cerebrovascular accident, CVA)是威胁老年人健康与功能独立的重要疾病之一。随着康复医学的发展,重新获得步行能力的CVA患者逐年增加,但其中大部分患者仍存在步行平衡障碍和跌倒的危险,这不但影响上肢功能有效的发挥和日常生活活动的进行,还可导致继发性伤害<sup>[1]</sup>。

近年来,认知因素在平衡控制中的作用逐渐引起研究者的兴趣。今年来越来越多学者发现执行功能和注意力在步行中扮演重要角色,这种现象在不同的年龄段表现出不同的程度<sup>[2-4]</sup>。有学者指出认知任务和步行平衡之间存在注意力资源的竞争<sup>[5]</sup>。

日常生活中常出现在步行时不得不同时完成认知任务的情况,这些,在“认知+步行”双重任务中,认知任务是否影响到CVA患者步行平衡,导致安全问题?或者,步行任务是否会影响到CVA患者接听电话或观察来往车辆等认知任务的完成?这是一个值得探讨的问题。

在“步行+认知”双重任务中,CVA患者更优先于处理哪种任务?多数学者发现CVA患者在没有优先指令的“步行+认知”双重任务中,认知表现不变而步行速度变慢;部分学者则发现CVA患者在双重任务中,两种任务的表现都变差;也有个别研究发现CVA患者单独出现认知表现变差的情况<sup>[6]</sup>。

为了进一步探讨CVA患者和健康同龄人在双重任务状态下,不同类型认知任务和步行任务之间的互相影响,及注意力优先分配原则和平衡策略是否不同,本研究采用了两种不同的“步行+认知”双

重任务,通过考察在双重任务下两种任务的绩效改变,来比较CVA患者和健康老年人步行对注意力的需求程度、注意力分配的优先性和平衡策略。

## 1 资料与方法

### 1.1 试验对象

试验组为2016年3月到2017年9月在中山大学附属第一医院康复科收治的老年脑血管意外患者,共30例。对照组为健康老年人,共30例。病程平均为(5.21±1.03)个月,脑出血12例,脑梗死18例,其他资料见表1。

CVA组入选条件:①年龄50岁或以上;②病灶位于大脑半球的初发脑出血和脑梗死患者;③能独立步行或拄拐行走者;④愿意参加试验并签订同意书。

健康老年组入选条件:①年龄50岁或以上;②排除脑血管意外和其他脑部病变。

两组受试的排除标准为:①文化程度中学以下;②严重认知障碍(MMSE≤24分);③单侧忽略、体像障碍及失用症等知觉障碍;④存在明显平衡障碍(Brunel平衡障碍<8分);⑤失语或构音障碍影响沟通;⑥有其他引起平衡障碍问题;⑦听力障碍;⑧心肺功能不全。所有受试均签订同意书。

### 1.2 试验材料与人员

田径测量皮尺(规格:50m)、体育用秒表(精确到1ms)、计步器(最大计步:9999步)、iPad 2(用于播放Auditory Stroop Test音频)、试验记录表和笔、

表1 两组受试一般资料比较

| 组别       | 年龄(岁)      | 性别(例) |    | MMSE<br>(分) | Brunel<br>(分) |
|----------|------------|-------|----|-------------|---------------|
|          |            | 男     | 女  |             |               |
| CVA组     | 61.30±5.32 | 17    | 13 | 27.80±1.73  | 10.77±1.46    |
| 健康组      | 63.90±5.98 | 15    | 15 | 28.47±1.38  | 12.00±0.00    |
| <i>P</i> | 0.51       | 0.61  |    | 0.31        | 0.00          |

红色胶带;

试验员:每次试验有试验员3名。试验员甲负责控制秒表和观察受试者的步行平衡及重心失稳情况、在完成双重任务辨音应答(Auditory Stroop Test)时手持iPad 2并把扩音器固定在受试者身后两耳连线水平中点,垂直距离约5cm处;试验员乙负责使用计步器计步;试验员丙:负责认知任务的实施和记录。试验员在试验前均经过统一严格的培训,并共同完成10例的预试验后才正式进行试验。

### 1.3 试验项目

**1.3.1 步行任务:**步行任务是在一条安静的笔直长廊里进行,为了使两组受试者完成任务的时间具有可比性,CVA患者每次步行的距离为10m,健康老年人每次步行的距离为30m。进行试验时,试验员在不干扰受试者的视线和步行的前提下提供必要的安全保护,并记录其步行所用的时间、步数和重心失稳次数。具体的试验操作是:试验员甲引导受试者从起点线待命,受试者口令“3-2-1,走”并开始计时,试验员乙开始用计步器计算跨步数,双脚均越过终点线后计时、计步停止。

**1.3.2 认知任务:**认知任务A为“连续减3”,要求受试者在听到初始被减数后,尽快地依次报出连续减去3的得数,直到试验员发出停止的指令。本试验设立了6个连续减法题目,起始被减数分别为129、128、127、126、125、124。如果两个题目的初始被减数差值为3的倍数时,两个题目的系列答案中会有一部分相同,故,同一位受试者在单/双重任务中,两个连续减法的题目的初始被减数差值不得为3的倍数。试验前,试验员丙向受试者详细说明试验要求,并举两个例子进行示范。正式试验时,试验员丙选用与测试题目相对应的答案登记表,根据受试者的回答,对照登记表上的答案记录受试者完成的减法个数和正确数。

认知任务B为辨音应答:让受试者听一段音频,并根据要求做出反应。该音频包含“高(gao)”、“低

(di)”两字音,这些字音是由一声乐专业的男生按照要求读出来的,分别包含四种情况:用高音调说出“高(gao)”；用低音调说出“低(di)”；用低音调说出“高(gao)”；用高音调说出“低(di)”。受试者被要求在听到每个字音后根据音调的高低来做出应答,高音调者回答“高”,低音调者回答“低”,而不是根据字音来回答。

音频声音采集按文献方法进行,并使用Adobe Audition CS6编辑了六个不同的音频。每个音频包含60个字音,含有高音调的“高”字音(112.69 Hz)、低调的“高”字音(45.82Hz)、高调的“低”字音(45.82Hz)、和低调的“低”字音(60.85Hz)各15个,按随机顺序出现,每个字音持续550ms,字音间隔为1450ms。在音频开始处有一时长为550ms的信号音作为辨音应答试验开始的标志。每个题有相对应的记录表格。在正式测试前,先通过一段预试验音频使受试对这四种声音进行认识。试验开始时,试验员丙选用与测试题目相对应的答案登记表,根据受试的回答对照标准答案表进行登记。把正确回答数除以总给出的语音个数作为正确率。

**1.3.3 双重任务:**双重任务A为“步行+连续减3”,双重任务B为“步行+辨音应答”。

**1.3.4 试验顺序:**试验顺序为:步行→认知任务A→认知任务B→双重任务A→双重任务B。双重任务A和双重任务B间休息5min。

### 1.4 统计学分析

在收集数据后,我们将使用Excel 2011录入数据并进行函数运算,算出在单、双重任务状态下的如下参数:根据距离和步数推算的步行速度(m/s)、平均跨步长(米/步)、步态失稳次数、认知任务正确率。

然后再利用IBM SPSS 17对所得数据进行数据分析。采用ANOVA分别对两组受试在单纯步行任务、双重任务A和双重任务B中三种状态中的步速、跨步长、步频进行两两比较;对分别两组受试在单纯减法和双重任务A中减法的速度和正确率,及在单纯辨音和双重任务B中辨音的正确率进行配对*t*检验;分别对双重任务A和B中步速、跨步长、步频、认知速度、认知任务正确率等发生改变的程度((单纯任务中的值-双重任务中的相关值)/单纯任务中的值)进行组间比较和任务间比较,组间比较采

用独立样本 *t* 检验、同组内不同任务间的比较采用配对 *t* 检验。

## 2 结果

### 2.1 两组受试者在双重任务下步速、平均跨步长、步频的改变和重心失稳现象

在与单纯“步行任务”相比,CVA组受试在完成双重任务A和B时,均出现步速减慢和跨步长变短的现象,差异有显著性意义( $P<0.01$ ),但步频改变不明显( $P>0.05$ ),见表2;在双重任务A和B中,健康组受试者步速和步频变慢,跨步长变短,差异均有显著性意义( $P<0.01$ ),表3。

由于CVA老人和健康老人在步速、跨步长和步频等参数方面有较大的差别,从本试验的数据可以看出,健康老人组受试的步速和跨步长接近CVA组受试的1.5—2.4倍,步频约为CVA组的1.5倍,单纯把两组受试在单、双重任务下步态参数的差值进行比较,并不能恰当地体现双重任务对两组受试造成的不同影响。为了更准确地比较和反映两组受试在单、双重任务中各种任务的完成情况,我们引进了“双重任务消耗值(dual-task cost, DTC)”来反映该参数的变化程度,即为:在单纯任务状态下该任务的成绩与在双重任务状态下该项任务的成绩之差,除以单纯任务状态下该任务的成绩,用系数“ $\eta$ ”表示,

计算公式为:

$$\eta = \left| \frac{\bar{\varphi}_{dual\ task} - \bar{\varphi}_{single\ task}}{\bar{\varphi}_{single\ task}} \right|$$

( $\varphi$  为可能出现的参数)。下文简称为“消耗值”。

对于CVA组来说,在双重任务A中(步行+连续减3),步速和跨步长的双重任务消耗值均比双重任务B(步行+辨音应答)相应的消耗值大,差异有显著性意义,而步频的消耗值也较双重任务B大,差异接近显著性意义( $P=0.005, 0.033, 0.052$ )。

对于健康组来说,在双重任务A中,步速和步频的双重任务消耗值比双重任务B大,差异有显著性意义( $P=0.000, 0.001$ ),而跨步长的双重任务消耗值与双重任务B差异无显著性意义( $P=0.459$ ),见表4。

组间比较,不管在双重任务A还是双重任务B中,CVA组和健康组均出现步速减慢的情况,其双重任务消耗值相接近,差异均无显著性意义( $P=0.602; 0.464$ );在两种双重任务中,CVA组跨步长变短的程度(跨步长消耗值)均明显大于健康组,差异有非常显著意义( $P=0.000, 0.000$ );在双重任务A中,健康组步频改变程度(步频消耗值)明显大于CVA组,差异有显著性意义( $P=0.015$ ),在双重任务B中,健康组步频改变程度(步频消耗值)大于CVA组,但差异尚不具有显著性意义( $P=0.095$ )。也就是

表2 脑血管意外组在不同任务中步态特征比较

| 项目       | 单纯步行                        | 双重任务A                       | 双重任务B                       | P   |
|----------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---|
| 步速(m/s)  | 0.5637(0.2623) <sup>①</sup> | 0.4048(0.2199) <sup>②</sup> | 0.4280(0.1964) <sup>③</sup> | 0.019( <sup>①②</sup> 0.010; <sup>①③</sup> 0.023; <sup>②③</sup> 0.735) |
| 跨步长(m/步) | 0.8501(0.2002) <sup>①</sup> | 0.6689(0.1868) <sup>②</sup> | 0.6954(0.1785) <sup>③</sup> | 0.001( <sup>①②</sup> 0.000; <sup>①③</sup> 0.002; <sup>②③</sup> 0.589) |
| 步频(步/s)  | 1.2707(0.4267) <sup>①</sup> | 1.1556(0.4516) <sup>②</sup> | 1.1842(0.3831) <sup>③</sup> | 0.547( <sup>①②</sup> 0.293; <sup>①③</sup> 0.429; <sup>②③</sup> 0.792) |

表3 健康组在不同任务中步态特征比较

| 项目       | 单纯步行                        | 双重任务A                       | 双重任务B                       | P   |
|----------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---|
| 步速(m/s)  | 1.2153(0.1549) <sup>①</sup> | 0.8933(0.2454) <sup>②</sup> | 0.9720(0.2344) <sup>③</sup> | 0.000( <sup>①②</sup> 0.000; <sup>①③</sup> 0.000; <sup>②③</sup> 0.161) |
| 跨步长(m/步) | 1.3495(0.1675) <sup>①</sup> | 1.2176(0.1834) <sup>②</sup> | 1.2227(0.1751) <sup>③</sup> | 0.006( <sup>①②</sup> 0.005; <sup>①③</sup> 0.006; <sup>②③</sup> 0.911) |
| 步频(步/s)  | 1.8150(0.2398) <sup>①</sup> | 1.4806(0.4088) <sup>②</sup> | 1.6020(0.3772) <sup>③</sup> | 0.001( <sup>①②</sup> 0.000; <sup>①③</sup> 0.021; <sup>②③</sup> 0.182) |

表4 两种双重任务步行消耗值的比较

|             | CVA组( $\bar{x}\pm s, n=30$ ) |               | P     | 健康组( $\bar{x}\pm s, n=30$ ) |               | P     |
|-------------|------------------------------|---------------|-------|-----------------------------|---------------|-------|
|             | 双重任务A                        | 双重任务B         |       | 双重任务A                       | 双重任务B         |       |
| $\eta_{sv}$ | 0.2913±0.1271                | 0.2299±0.1216 | 0.005 | 0.2737±0.1338               | 0.2058±0.1315 | 0.000 |
| $\eta_{sd}$ | 0.2137±0.0926                | 0.1803±0.0967 | 0.033 | 0.0982±0.0727               | 0.0939±0.0657 | 0.459 |
| $\eta_{sf}$ | 0.0962±0.1532                | 0.0514±0.1716 | 0.052 | 0.1902±0.1532               | 0.1210±0.1442 | 0.001 |

注: $\eta_{sv}$ 为步速消耗值, $\eta_{sd}$ 为跨步长消耗值, $\eta_{sf}$ 为步频消耗值

说在双重任务中,两组受试均出现步速减慢的现象,其中,CVA组以跨步长缩短为主要表现,而健康组则以步频变慢为主,见表5。

另外,在双重任务A和双重任务B中分别有3例和有2例CVA患者在步行过程中出现1—2次的步态失稳现象(身体重心侧向摆动超出双足部支撑平面),而健康组尚未有受试出现步态失稳现象。

### 2.2 两组受试在双重任务中,认知任务的完成速度和正确率的改变

两组受试在单纯认知任务A和双重任务A中,其连续减3的完成速度无明显改变( $P=0.112$ ,

0.128),但正确率下降了,差异有显著性意义( $P=0.000,0.000$ )。在认知任务B和双重任务B中,由于刺激语音是按预先设定的间隔给出的,故只对其正确率进行统计。两组受试均在双重任务状态下表现为正确率下降( $P=0.000,0.000$ ),见表6。

CVA组受试认知任务A正确率的双重任务消耗值与认知任务B正确率的双重任务消耗值相近,差异无显著性意义( $P=0.876$ ),健康对照组在两种双重任务中认知任务正确率的双重任务消耗值差异也无显著性( $P=0.719$ )。

在同一种双重任务中,两组受试者认知任务正

表5 两组受试步行消耗值的比较

|             | 双重任务A( $\bar{x}\pm s$ ) |               | P     | 双重任务B( $\bar{x}\pm s$ ) |               | P     |
|-------------|-------------------------|---------------|-------|-------------------------|---------------|-------|
|             | CVA组(n=30)              | 健康组(n=30)     |       | CVA组(n=30)              | 健康组(n=30)     |       |
| $\eta_{sv}$ | 0.2913±0.1271           | 0.2737±0.1338 | 0.602 | 0.2299±0.1216           | 0.2058±0.1315 | 0.464 |
| $\eta_{nd}$ | 0.2137±0.0926           | 0.0982±0.0727 | 0.000 | 0.1803±0.0967           | 0.0939±0.0657 | 0.000 |
| $\eta_{vf}$ | 0.0962±0.1532           | 0.1902±0.1532 | 0.015 | 0.0514±0.1716           | 0.1210±0.1442 | 0.094 |

表6 认知任务正确率的单/双重任务间比较

|     | CVA组( $\bar{x}\pm s, n=30$ ) |               | P     | 健康组( $\bar{x}\pm s, n=30$ ) |               | P     |
|-----|------------------------------|---------------|-------|-----------------------------|---------------|-------|
|     | 认知任务A                        | 双重任务A         |       | 认知任务A                       | 双重任务A         |       |
| 认知A | 0.8878±0.0567                | 0.8042±0.1073 | 0.000 | 0.9071±0.0772               | 0.8347±0.1072 | 0.000 |
| 认知B | 0.7127±0.1198                | 0.6409±0.1158 | 0.000 | 0.8171±0.1125               | 0.7413±0.1081 | 0.000 |

率消耗值也不存在明显差异( $P=0.580,0.699$ )。也就是说,不管是任务间比较还是组间比较,认知任务正确率DTC差异均无显著性意义( $P>0.05$ ),见表7。

两组受试步速DTC均大于认知正确率DTC,见表8。

表7 认知任务正确率消耗值的任务间和组间比较( $\bar{x}\pm s$ )

| 组别   | 认知任务A<br>正确率消耗值 | 认知任务B<br>正确率消耗值 | P     |
|------|-----------------|-----------------|-------|
| CVA组 | 0.0941±0.1068   | 0.0975±0.1033   | 0.876 |
| 健康组  | 0.0804±0.0820   | 0.0871±0.1053   | 0.719 |
| P    | 0.580           | 0.699           |       |

表8 两组受试步速双重任务消耗值与认知任务正确率双重任务消耗值的比较

|       | CVA组( $\bar{x}\pm s, n=30$ ) |               | P     | 健康组( $\bar{x}\pm s, n=30$ ) |               | P     |
|-------|------------------------------|---------------|-------|-----------------------------|---------------|-------|
|       | DTC认知                        | DTC步速         |       | DTC认知                       | DTC步速         |       |
| 双重任务A | 0.0941±0.1068                | 0.2913±0.1271 | 0.000 | 0.0804±0.0802               | 0.2737±0.1338 | 0.000 |
| 双重任务B | 0.0975±0.1033                | 0.2299±0.1216 | 0.000 | 0.0871±0.1053               | 0.2058±0.1313 | 0.000 |

## 3 讨论

### 3.1 双重任务下步态改变及步态对注意力资源的需求

步行平衡是在中枢神经系统控制下,由感觉、运动系统共同参与并相互协作的结果。大体过程是:本体感觉、视觉、内耳迷路等感受器接受内外部感觉信息,中枢神经系统对所接收的信息进行加工与整合,做出运动计划,输出运动指令,由运动效应器做出系统反应。

近年来有研究表明,在“步行+认知”双重任务

下,老年人或者神经系统疾病患者出现步速减慢及步态不稳定的状况。有试验发现老年人群体在“步行+认知”双重任务中,其保持平衡的相关肌肉肌电图动作电位波幅下降<sup>[7]</sup>。研究者指出这些现象可能是由于人体在双重任务中,负责平衡控制的注意力资源相对于单纯步行时更为缺乏,中枢神经系统对信息的加工整合能力下降,导致不能及时高效对外界做出精确的运动反应<sup>[2,8]</sup>。有学者里面功能性磁共振和近红外光谱检查发现在“步行+认知”双重任务中,脑卒中患者和正常老年人脑区激活范围和氧合

血红蛋白浓度比单任务步行明显增大,并与步态改变值呈一定相关性,而且脑卒中患者增大更明显<sup>[9]</sup>。说明脑卒中患者在双重任务中比健康老年人需要更多的脑部资源投入。本研究也发现,在双重任务中,两组受试均出现步速减慢的现象。在双重任务中,有部分CVA组受试者出现重心失稳的现象。这可以解释为:在认知任务介入时,认知任务对注意力资源的竞争,使得原本分配到步态控制的注意力被部分抽离出来,导致中枢神经系统对与步行相关的运动感觉信息的加工能力变差。这也进一步提示步行不单单是一个程序性的运动模式,而是需要认知功能参与的,注意力在步行控制中扮演重要的角色。

关于双重任务的经典理论有“结构论”、“资源论”和“结果冲突论”三种理论体系,这三种理论体系都有大量的试验证据,但都不能完全独立地解释双重任务操作中所有的现象。

“结构论”中被普遍接受的有“多通道理论”。“多通道论”认为人的信息加工过程存在多个独立通道,在双重任务中,只有当两个任务的信息加工需要同一个通道时,才会引起双重任务操作绩效的下降。“资源论”中的“多资源理论”认为人类信息加工系统中存在多种特异性的加工资源通道,各加工资源可以同时对不同信息进行加工。双重任务操作绩效的变化取决于这两个任务是否使用同一特定的资源通道,和这些特定的资源通道所具有的特异性加工资源是否可以满足加工需要。“结果冲突理论”认为双重任务操作中,两个任务相似程度越高,互相干扰就越大。从以上三个理论系统中的相关观点,都可以推测“步行平衡”的信息加工过程可能在一定程度上与“连续减3”和“辨音应答”等认知任务的信息加工过程共享同一加工资源通道。“连续减3”和“辨音应答”是双重任务中常用任务。由此,可以推测步态及步行平衡的控制需要注意力等高级认知功能的参与。

本研究中,在双重任务中,CVA组步速的减慢程度比健康组明显,提示CVA患者步态控制比正常同龄人更依赖注意力的参与。这也提示在“步行+认知”双重任务中,CVA患者跌倒的危险性可能比健康人大。本研究发现,在双重任务A和B中,均有部分CVA患者出现步态失稳的情况,这也进一步证实了这一推断。

### 3.2 步态节律的空间性和时间性对注意力的依赖

认知任务不同程度地改变了步态的时空节律。本研究表明,CVA组步态的改变主要体现为跨步长变短,而健康组则更倾向于通过改变步频来减慢步行速度。提示CVA患者步行的空间节律相对于时间节律来说有更高的注意力依赖性,而健康组受试步行的时间节律相对于空间节律来说有更高的注意力依赖性。

### 3.3 不同认知任务对步态的影响和步行任务对认知任务的影响

相对于双重任务B,两组受试在双重任务A中步态参数的改变程度(双重任务消耗值)更为明显,这提示不同认知任务对步态的影响是不同的。连续减法主要认知要素是注意集中性和持续性以及记忆和计算能力,以内在思维为主要过程。计算速度和计算的准确性之间有互相制约的关系,如果同时要求快速度和高准确率,则需要较高的注意集中程度或较高的注意张力,这对受试者信息处理效率有较高要求。而辨音应答是对外界声音刺激进行判断和做出反应的过程,认知要素主要是注意的集中性和听觉判断。在本研究中,辨音应答刺激频率为每2秒1个刺激,虽然是一个速度限定型的认知任务,但其速度较慢,受试者有充足的时间进行信息处理。因此相对来说,任务A对注意力集中程度的要求可能更高。有学者发现作业难度对双重任务操作绩效有较大的影响,难度越大,双重任务操作绩效越差<sup>[10]</sup>。本试验的结果与此结论相符。还有学者提出计算类认知任务较口语流畅性认知任务对步态的影响更大,本研究结果与其类似。当然,不同类型和不同难度的认知任务对步态的影响还有待进一步研究。

本试验的结果显示:在双重任务A、B中,两组受试均表现为认知任务正确率下降的趋势(差异有显著性意义),组间比较差异无显著性意义,对于同一组受试来说,两种双重任务之间的差异也无显著性意义。由于本试验并没有对任务的优先性进行要求,如果把认知任务作为主任务,步行任务作为次任务,从这个角度来说,在双重任务A和双重任务B中,步行这一次任务对主任务造成的资源竞争或注意力抽离程度是一致的。从“资源学说”的角度是可以解释本试验结果的。

### 3.4 步行对认知任务的影响及注意力的优先分配

CVA组步态参数DTC最大者为0.2913,认知任务DTC最大者为0.0941;健康组步态参数DTC最大者为0.2737,认知任务DTC最大者为0.0975(见表6、7)。比较而言,两组受试者步态参数DTC更大,这些结果提示:两组受试者在双重任务中注意力均优先分配于认知任务中,这与Plummer<sup>[11]</sup>和Seligmann<sup>[12]</sup>报道的结果相似。但Bernard-Demanze L等<sup>[13]</sup>指出老年人群体更优先处理平衡相关的运动任务,并指出这是一种代偿性策略。

Bernard等<sup>[13]</sup>学者采用静态和动态站立平衡作为运动任务,结合认知任务构成双重任务模型,发现当平衡任务难度较大时,健康老年人则将注意力分配于运动任务中。这表明健康老年人注意力分配策略符合安全需求。Siu等<sup>[14]</sup>曾报道,有多次跌倒经历的老年人在双重任务中无法优先处理与平衡相关的运动任务。本试验中,两组受试者均将注意力优先分配到认知任务上,其中,健康组老年受试者中未出现步态失稳的现象,而CVA组则有部分患者在双重任务中出现重心失稳现象,说明CVA组受试者不能像健康老年人那样在面临有跌倒危险的情况下主动采取姿势优先的注意力分配策略,这也可能是CVA患者跌倒的原因之一。

## 4 结论

①CVA患者和健康老人步行平衡需要注意力参与。认知任务对老年CVA患者和健康老人步行产生注意抽离现象,这种现象在CVA患者中更为明显,并可能增加其跌倒的危险性。②以内在思维处理过程为主的计算任务比应答类认知任务对步行注意力的抽离现象更明显,而且这种现象在CVA组也更为突出。③在“步行+认知”双重任务中,CVA组更倾向于通过减小跨步长来减慢速度,而健康组则更倾向于通过减慢步频来减慢步速。④在双重任务中,健康老人和CVA老年患者均把注意力优先分配到认知任务上。健康老年人比CVA患者具有更好的姿势优先策略。

## 参考文献

[1] Ng MM, Hill KD, Batchelor F, et al. Factors predicting falls and mobility outcomes in patients with stroke returning home after rehabilitation who are at risk of falling[J]. Arch

Phys Med Rehabil, 2017,98:2433—2441.

- [2] Fok P, Farrell M, McMeeken J. The effect of dividing attention between walking and auxiliary tasks in people with Parkinson's disease[J]. Human Movement Science, 2012, 31(1): 236—246.
- [3] Muir SW, Speechley M, Wells J, et al. Gait assessment in mild cognitive impairment and Alzheimer's disease: The effect of dual-task challenges across the cognitive spectrum [J]. Gait & Posture, 2012, 35(1): 96—100.
- [4] Yogev-Seligmann G, Hausdorff JM, Giladi N. The role of executive function and attention in gait[J]. Mov Disord, 2008, 23(3): 329—472.
- [5] Smith E, Cusack T, Blake C. The effect of a dual task on gait speed in community dwelling older adults: A systematic review and meta-analysis[J]. Gait & Posture, 2016, 44: 250—258.
- [6] Timbadia A, Gore A, Iyer S, et al. A prospective experimental study of effects of cognitive tasks on balance in stroke individuals[J]. Indian Journal of Physiotherapy and Occupational Therapy, 2012: 57.
- [7] Kang HG, Quach L, Li W, et al. Stiffness control of balance during dual task and prospective falls in older adults: The MOBILIZE Boston Study[J]. Gait & Posture, 2013, 38(4): 757—763.
- [8] Montero-Odasso M, Muir S W, Speechley M. Dual-task complexity affects gait in people with mild cognitive impairment: the interplay between gait variability, dual tasking, and risk of falls[J]. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 2012, 93(2): 293.
- [9] Al-Yahya E, Johansen-Berg H, Kischka U, et al. Prefrontal cortex activation while walking under dual-task conditions in stroke: a multimodal imaging study[J]. Neurorehabil Neural Repair, 2016, 30(6): 591—599.
- [10] Yang L, Lam FM, Huang M, et al. Dual-task mobility among individuals with chronic stroke: changes in cognitive-motor interference patterns and relationship to difficulty level of mobility and cognitive tasks[J]. Eur J Phys Rehabil Med. 2017 Sep 25. doi: 10.23736/S1973-9087.17.04773-6. [Epub ahead of print]
- [11] Plummer-D'Amato P, Altmann L J P, Saracino D, et al. Interactions between cognitive tasks and gait after stroke: a dual task study[J]. Gait & Posture, 2008, 27(4): 683—688.
- [12] Yogev-Seligmann G, Rotem-Galili Y, Mirelman A, et al. How does explicit prioritization alter walking during dual-task performance? Effects of age and sex on gait speed and variability[J]. Physical Therapy, 2010, 90(2): 177—186.
- [13] Bernard-Demanze L, Dumitrescu M, Jimeno P, et al. Age-related changes in posture control are differentially affected by postural and cognitive task complexity[J]. Curr Aging Sci, 2009, 2(2): 139—149.
- [14] Siu KC, Lugade V, Chou LS, et al. Dual-task interference during obstacle clearance in healthy and balance-impaired older adults[J]. Aging Clin Exp Res, 2008, 20: 349—354.