

# 双任务步行训练对脑卒中偏瘫患者步行功能影响的meta分析\*

刘鑫玥<sup>1</sup> 霍洪峰<sup>1,2,3</sup> 马晓子<sup>1</sup> 赵虎<sup>1</sup>

脑卒中是由于脑血管区域破裂或阻塞出现神经元缺氧、功能损伤或坏死而导致持续性功能障碍的神经系统疾病<sup>[1]</sup>,已经成为当今成年人残疾的主要病因之一<sup>[2]</sup>。其引发的功能障碍由神经元损伤部位和损伤程度决定<sup>[1]</sup>。一般包括认知水平下降、平衡能力不足、言语功能障碍和上下肢功能障碍,导致步行能力下降,社会参与缺失,直接降低患者的生存质量<sup>[3-6]</sup>。步行能力是实现日常活动的基础,对脑卒中患者重返社会意义重大。但据报道,仅有60%—80%的脑卒中患者在经康复治疗后可以独立行走,且大部分患者都存在异常步态,极小部分患者可恢复功能性社区活动<sup>[7]</sup>。为增强脑卒中患者的行走能力,科学有效的步行能力康复手段逐渐受到研究者的关注。双任务训练是指在进行步行训练的同时执行一项认知任务或者其他运动任务<sup>[7]</sup>,可以增强脑卒中患者的注意转换能力,优化认知资源的分配策略,使其提前适应功能性的社区活动<sup>[8]</sup>。国内外已有研究表明,双任务步行训练可有效增强脑卒中患者的平衡能力、步行功能以及双任务表现<sup>[9-11]</sup>。然而,也有研究表明<sup>[12-15]</sup>,同时执行两项不同类型任务可能会对步态表现产生负面影响,对于认知和行走能力不足的脑卒中患者,双任务下的步态干扰可能更加明显。现有研究样本量较少,训练计划不尽相同,研究结果出现分歧,故双任务步行训练对脑卒中患者步行能力的影响尚存争议。本研究通过对双任务步行训练的训练效果进行meta分析,了解双任务训练对脑卒中患者步态的影响,为双任务步行训练在脑卒中患者步行功能的康复治疗提供科学依据。

## 1 资料与方法

### 1.1 检索策略

英文数据库:PubMed、Embase、The Cochrane Library、Web of Science。中文数据库:CNKI数据库、维普数据库、万方数据库、中国生物医学文献数据库。检索时间为建库至2021年6月4日。检索词与检索式:中文检索式为(脑卒中OR偏瘫OR中风) AND (双任务步行训练OR双任务训练OR认知运动干扰OR运动步态干扰) AND (步行功能OR步行能力OR步

态OR步行OR行走)。英文检索式为(stroke OR strokes OR cerebrovascular accident OR cerebrovascular apoplexy OR apoplexy, cerebrovascular OR vascular accident OR brain vascular accident OR cerebrovascular stroke OR apoplexy OR cerebral stroke OR stroke, acute OR cerebrovascular accident, acute) AND (exercise OR exercises OR train OR trains OR physical activity OR exercise training OR exercise trainings OR intervene OR interference) AND (dual task OR cognition-motor OR cognition-motion OR dual-motor task) AND (walking ability OR gait analysis OR gait control OR walking function OR walking OR gait OR gaits) AND (randomized controlled trial)。

### 1.2 文献的纳入和排除标准

**1.2.1 纳入标准:**①研究类型:采用双任务步行训练改善脑卒中患者步行功能的临床随机对照实验;②研究对象:脑卒中患者且有临床、CT或MRI明确诊断证明,生命体征平稳,能独立行走10m,排除认知、听觉障碍患者,有能力理解治疗师指令并服从指令,年龄、性别、病程不限;③干预措施:实验组采用双任务步行训练,包括运动步行双任务和/或认知步行双任务或常规康复训练+双任务步行训练。对照组采用单一任务训练,包括一般康复治疗和/或常规步行训练和/或无康复训练。

**1.2.2 排除标准:**①非中英文文献;②对照组采用其他形式的双任务步行训练;③原始文献中无所需结局指标;④原始文献存在实验设计缺陷(如非随机对照实验、实验数据不全等);⑤重复发表的文献以及无法获得全文的文献;⑥会议论文、综述以及学位论文。

### 1.3 结局指标

①步态参数包括单步长、跨步长、步速、步频、步幅时间,可以客观反映脑卒中患者的步行能力;②计时起立行走测试(timed“up and go”test, TUGT):记录患者离开座椅到达指定位置再安稳坐回座椅所需时间,时间越短,表明患者步行能力越好;③10m步行测试(10m walk test, 10mwt):计算

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2024.01.018

\*基金项目:河北省科技支撑项目(16275709);河北省专业学位研究生教学案例建设项目(KCJSZ2020031);河北师范大学科研基金重点项目(S2017Z06)

1 河北师范大学体育学院,河北省石家庄市,050024; 2 河北省人体运动生物信息测评重点实验室; 3 通讯作者  
第一作者简介:刘鑫玥,女,硕士研究生; 收稿日期:2021-07-19

10m步行过程中的步行速度,速度越快,表明患者步行能力越好;④功能步态评估(functional gait assessment, FGA):是在动态步态指数(dynamic gait index, DGI)的基础上改良而来,一共包括10个评价项目,有7个项目参考于DGI,增加了狭窄支撑面行走,倒走和闭眼走3个测试项目,总分是30分,得分越高,表示患者步行能力越好。

#### 1.4 文献的筛选与质量评价

由2名研究人员严格按照确定标准筛选文献,并提取相关实验数据,提取信息主要包括第一作者、国家、实验组和对照组样本量、平均年龄等。依据Cochrane协作网中RCT的风险偏倚标准进行文献质量评价。在文献筛选与质量评价的过程中,若两名研究人员出现意见分歧,需与第一作者共同商讨,最终达成一致意见。

#### 1.5 统计学分析

应用RevMan 5.4软件对纳入研究数据进行meta分析,结局指标均为连续性变量,选择均方差(mean difference, MD)和95%的可信区间(confidence interval, CI)作为效应指标。 $I^2$ 检验各研究间异质性。异质性较低时( $P>0.1, I^2<50%$ ),应用固定效应模型,反之,则应用随机效应模型,并通过亚组分析或敏感性分析找出异质性来源。 $P<0.05$ 表明差异具有显著性意义。

## 2 结果

### 2.1 文献检索结果

初步检索后共获取文献223篇,英文文献167篇,中文文献56篇,去除重复文献20篇。阅读文献标题和摘要,去除文献179篇。无法获取全文的文献4篇。进一步阅读文献全文,去除实验对象、结局指标、干预措施不符的文献8篇。最终纳入文献12篇(图1)。

### 2.2 纳入文献基本特征

本次研究纳入英文文献10篇,中文文献2篇,样本量共423例(实验组218例,对照组205例)脑卒中患者(表1)。

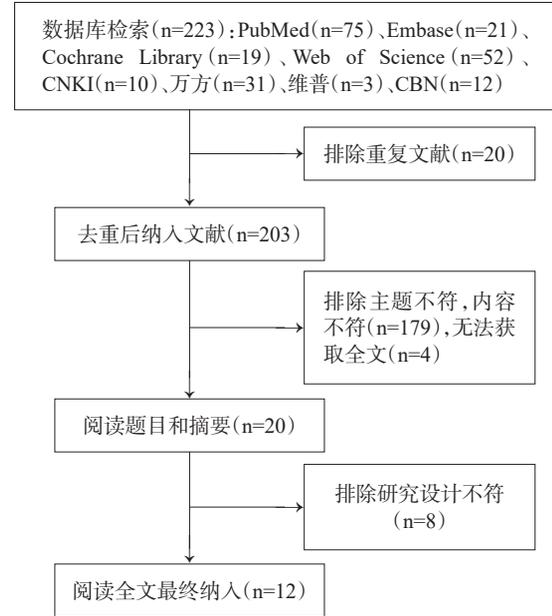
### 2.3 文献偏倚风险评价

从7个方面评价偏倚风险,具体内容包括是否应用随机序列、分配过程是否隐藏、是否对病人、实验人员以及结局评估者实施盲法、结局数据报告的完整性、有无选择性报告、其他偏倚。纳入的12篇研究中均说明随机序列生成,有两篇文献<sup>[11,16]</sup>采用了分配隐藏,6篇文章<sup>[9-11,16-18]</sup>对结局评估者实施盲法,所有纳入文献未发现结果数据缺失、选择性报告及其他偏倚。详细评价结果见图2。由于各结局指标纳入文献均少于10篇,没有应用漏斗图进行发表偏倚检验。

### 2.4 meta分析结果

**2.4.1 双任务步行训练对功能步态评估的影响:**有2篇文献<sup>[19-20]</sup>报道了双任务步行训练对功能步态的影响,样本量共

图1 文献筛选流程图



计34例。结果显示,各研究间无显著异质性( $P>0.1, I^2=0%$ ),选择固定效应模型进行meta分析,提示双任务步行训练对脑卒中偏瘫患者功能步态的改善要明显优于对照组( $MD=2.16, 95%CI 0.93-3.39, P<0.001$ ),说明与单一任务训练相比,双任务步行训练对偏瘫患者的功能步态有积极的治疗效果。

**2.4.2 双任务步行训练对跨步长的影响:**有5篇文献<sup>[11,17-18,21-22]</sup>报道了双任务步行训练对跨步长的影响,样本量总计163例。结果显示,各研究间存在异质性。敏感性分析剔除一篇文献后, $P>0.1, I^2=42%$ ,研究间无显著异质性,选择固定效应模型分析,提示双任务步行训练对脑卒中偏瘫患者步速的提高明显高于对照组( $MD=6.19, 95%CI 4.00-8.37, P<0.05$ ),说明与单一任务训练相比,双任务步行训练可以改善脑卒中患者的跨步长。

**2.4.3 双任务步行训练对单步长的影响:**有2篇文献<sup>[17,21]</sup>报道了双任务步行训练对单步长的影响,样本量总计69例。结果显示,各研究间存在异质性( $P<0.00001, I^2=99%$ ),选用随机效应模型分析,提示双任务与单一任务训练对脑卒中患者单步长的影响差异无显著性意义( $MD=-24.62, 95%CI -77.64-28.40, P>0.05$ )。

**2.4.4 双任务步行训练对计时起立行走测试的影响:**有4篇文献<sup>[9,19-20,23]</sup>报道了双任务步行训练对计时起立行走测试的影响,样本量总计134例。结果显示,各研究间无异质性( $P>0.1, I^2=0%$ ),选用固定效应模型进行meta分析,提示双任务与单一任务训练对脑卒中患者计时起立行走测试的影响差异没有显著性意义( $MD=-0.11, 95%CI -0.59-0.37, P>0.05$ )。

表1 纳入文献基本特征

纳入研究	年份	国家	年龄(岁)		样本量(例)		干预措施		干预频次	干预时间	结局
			试验组	对照组	实验组	对照组	试验组	对照组			
张庆梅,等 <sup>[9]</sup>	2019	中国	65.53±3.69	66.73±4.36	40	40	常规康复训练+双任务平板训练(步行与托物双任务、步行与转移物品双任务、步行与接打电话双任务、步行与拎包双任务)	常规康复训练+单任务运动平板训练(平板步行训练)	20min/次 2次/天 5天/周	4周	简式Fugl-Meyer运动功能评估;最大步行速度;单任务计时-起立步行测试;双任务计时-起立步行测试
王金芝,等 <sup>[10]</sup>	2020	中国	52.63±9.99	55.31±7.83	27	26	步行训练+运动任务(拿球、举伞、挥动拨浪鼓、拍球、踢网兜内的球)	步行训练(向前走、向后走、s形路线行走)	40min/次 1次/天 3次/周	4周	患侧下肢肌肉最大等长收缩时IEMG比较;患侧下肢肌肉最大等长收缩时CR比较;10m步行测试比较
Yea-Ru Yang, et al <sup>[11]</sup>	2007	中国	59.46±11.83	59.17±11.98	13	12	步行+球体运动训练(步行包括向前、向后、圆形路线行走、s形路线行走)	无康复训练	30min/次 3次/周	4周	单任务下的步态参数:步速、步频、步幅(步态周期)时间、跨步长、时间对称指数(健侧的单肢支撑(步态周期的%)/患侧的单肢支撑(步态周期的%));双任务下的步态参数
Minseong Kim, et al <sup>[19]</sup>	2016	韩国	61.4±8.0	58.0±5.6	7	7	一般物理治疗+认知步行双任务+踢球步行双任务	一般物理治疗+正常速度的跑步机步行训练	30min/次 3次/周	4周	10m步行测试;6min步行测试;功能步态评估;计时起立步行测试
D.Meester, et al <sup>[16]</sup>	2018	英国	60.85±14.86	62.25±15.53	26	24	跑步机认知步行双任务(倾听任务、交谈计划日常活动)	跑步机步行训练	30min/次 2次/周	10周	2min步行测试
HyeonAe Kim, et al <sup>[21]</sup>	2012	韩国	57.1±10.5	55.7±14.1	14	15	传统物理治疗+运动双任务步行训练(持水杯步行、拿沙袋或水杯爬斜坡或上下楼梯)	传统物理治疗+单运动任务训练(步行、爬斜坡、上下楼梯)	30min/次 5次/周	4周	步频;步速;单步时间;跨步时间(步态周期);单步长;跨步长
Gye Yeop Kim, et al <sup>[23]</sup>	2013	韩国	58.4±7.58	58.2±8.07	10	10	认知双任务步态训练	单任务步态训练	30min/次 3次/周	4周	计时起立步行测试;10m步行测试
Hyunseung Kim, et al <sup>[17]</sup>	2015	韩国	51.0±13.5	48.1±7.5	20	20	虚拟双任务跑步机训练	跑步机训练	30min/次 3次/周	4周	步速;步频;偏瘫侧单步时;偏瘫侧跨步时;单步长;跨步长
Kyoung Kim, et al <sup>[20]</sup>	2016	韩国	69.1±3.2	68.0±3.1	10	10	神经发育治疗+水上双任务步行训练(闭眼站立、与治疗师追赶、持水杯步行)	神经发育治疗	30min/次 5次/周	6周	10m步行测试;计时起立步行测试;功能步态评估
Yan-Ci Liu, et al <sup>[22]</sup>	2017	中国	51.0±7.1/48.8±11.7	50.8±13.5	9/9	10	认知双任务步行训练:连续减法运动双任务步行训练:拿托盘走路	传统物理治疗	30min/次 3次/周	4周	步速;步频;跨步时;跨步长
SuNHWA SHIM, et al <sup>[1]</sup>	2012	韩国	65.59±5.81	61.56±6.17	17	16	传统物理治疗+运动双任务步行训练(踢球)	传统物理治疗	30min/次 3次/周	6周	步速;步频;单步长(偏瘫侧、非偏瘫侧);跨步长(偏瘫侧、非偏瘫侧);单支撑相(偏瘫侧、非偏瘫侧);双支撑相(偏瘫侧、非偏瘫侧)
Chang Yoon Baek, et al <sup>[18]</sup>	2020	韩国	56.94±8.79	56.13±10.25	16	15	跑步机认知双任务步态训练	跑步机单任务步态训练	60min/次 2次/周	6周	步速;步频;跨步长

图2 纳入研究的方法学质量评价

Study	Random sequence generation (selection bias)	Allocation concealment (selection bias)	Blinding of participants and personnel (performance bias)	Blinding of outcome assessment (detection bias)	Incomplete outcome data (attrition bias)	Selective reporting (reporting bias)	Other bias
Chang Yoon Baek 2020	+	+	+	+	+	+	+
D Meester 2018	+	+	+	+	+	+	+
Gye Yeop Kim 2013	+	+	+	+	+	+	+
HyeonAe Kim 2012	+	+	+	+	+	+	+
Hyunseung Kim 2015	+	+	+	+	+	+	+
Kyoung Kim 2016	+	+	+	+	+	+	+
Minseong Kim 2016	+	+	+	+	+	+	+
SUNHYA SHIM 2012	+	+	+	+	+	+	+
Yan-Ci Liu 2017	+	+	+	+	+	+	+
Yan-Ci Liu 2017	+	+	+	+	+	+	+
Yea-Ru Yang 2007	+	+	+	+	+	+	+
张庆梅 2019	+	+	+	+	+	+	+
王会芝 2020	+	+	+	+	+	+	+

**2.4.5 双任务步行训练对 10m 步行测试的影响:**有 4 篇文献<sup>[10,19-20,23]</sup>报道了双任务步行训练对 10m 步行测试的影响,样本量总计 107 例。结果显示,各研究间存在异质性( $P < 0.1$ ,  $I^2 = 78%$ ),通过逐篇去除文献进行敏感性分析,结果无显著变化,表明 meta 分析结果稳健,选择随机效应模型进行 meta 分析,提示双任务与单一任务训练对脑卒中患者 10m 步行测试的影响差异无显著性意义( $MD = -0.21$ , 95% CI  $-0.74-0.33$ ,  $P > 0.05$ )。

**2.4.6 双任务步行训练对步速的影响:**有 6 篇文献<sup>[11,11,17-18,21-22]</sup>报道了双任务步行训练对步速的影响,样本量总计 196 例。结果显示,各研究间存在异质性。敏感性分析剔除一篇文献后, $P > 0.1$ ,  $I^2 = 0%$ ,研究间无显著异质性。选择固定效应模型分析,提示双任务步行训练对脑卒中偏瘫患者步速的提高明显高于对照组( $MD = 5.46$ , 95% CI  $2.25-8.67$ ,  $P < 0.05$ ),说明与单一任务训练相比,双任务步行训练可以改善脑卒中患者的步行速度。

**2.4.7 双任务步行训练对步幅时间的影响:**有 4 篇文献<sup>[11,21-22]</sup>报道了双任务步行训练对步幅时间的影响,样本量总计 92 例。结果显示,各研究间无显著异质性( $P > 0.1$ ,  $I^2 = 0%$ )。选择固定效应模型分析。提示双任务与单一任务训练对步幅时间的影响差异没有显著性意义( $MD = -0.03$ , 95% CI  $-0.10-0.05$ ,  $P > 0.05$ )。

**2.4.8 双任务步行训练对步频的影响:**有 6 篇文献<sup>[11,11,17-18,21-22]</sup>报道了双任务步行训练对步频的影响,样本量总计 196 例。结果显示,各研究间无显著异质性( $P > 0.1$ ,  $I^2 = 0%$ )。选用固定效应模型分析,提示双

任务步行训练对脑卒中偏瘫患者步频的提高明显高于对照组( $MD = 5.92$ , 95% CI  $2.76-9.08$ ,  $P < 0.05$ ),说明与单一任务训练相比,双任务步行训练可以提高脑卒中偏瘫患者的步行频率。

3 讨论

步行能力的恢复是脑卒中偏瘫患者康复治疗的重要组成部分,传统单一任务康复训练包括力量训练、神经促进疗法、跑步机训练、核心训练等<sup>[24-26]</sup>,可以不同程度促进脑卒中患者的步行能力,但对提升功能性的步行能力具有一定的局限性。双任务步行训练具有迁移性、真实性和趣味性,逐渐受到研究者和康复治疗师们的重视。步行是在中枢神经系统控制下,各骨骼、关节、肌肉协同配合完成的周期性运动。每一个连贯的动作都需要下肢和整个身体密切配合,大量复杂动作同时进行,需要多方面多角度观察步态、评价步行能

图3 双任务步行训练对脑卒中偏瘫患者功能步态评估的 meta 分析

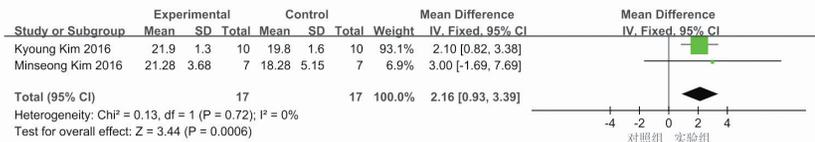


图4 双任务步行训练对脑卒中偏瘫患者跨步长的 meta 分析

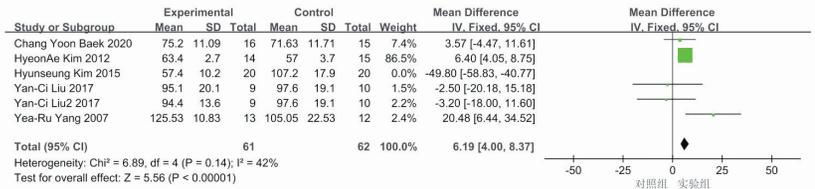


图5 双任务步行训练对脑卒中偏瘫患者单步长的 meta 分析

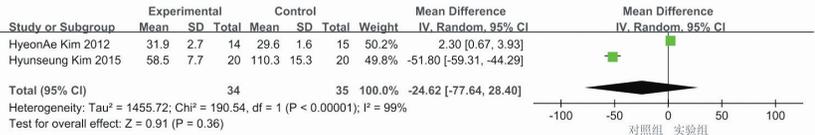
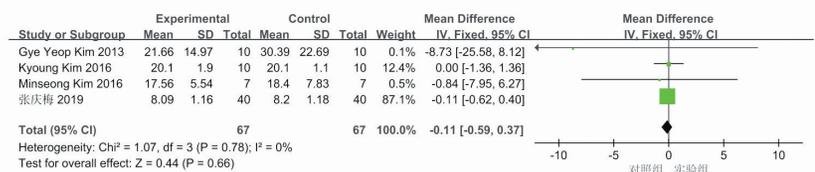


图6 双任务步行训练对脑卒中偏瘫患者计时起立行走测试的 meta 分析



力。本研究选取步态时空参数、步行功能评价量表以及步行测试等评价脑卒中偏瘫患者步行能力的指标来进行meta分析,结果表明,与单一任务训练相比,双任务步行训练能更好的改善脑卒中患者的步速、步频、跨步长等步态参数以及功能步态评分。

### 3.1 双任务步行训练对步态参数的影响

脑卒中偏瘫患者在行走时常表现为划圈步态,即偏瘫侧髋关节上提,下肢外展外旋,踝关节跖屈内翻,导致患者步态时空参数异常,步行能力受限<sup>[27]</sup>。有研究证明<sup>[28]</sup>,步行速度能敏感反映出步行能力的恢复且不会出现明显的天花板效应。步速受步频和步长影响,步频和步长的变化与下肢肌力和下肢运动能力高度相关。本研究纳入6篇文献<sup>[1, 11, 17-18, 21-22]</sup>均采用步频和步速来评价双任务步行训练后脑卒中偏瘫患者的步行能力。结果发现,与对照组相比,脑卒中偏瘫患者的步频和步速的效应量分别提高了5.92和5.46。Wang XQ等<sup>[29]</sup>纳入363例样本量对脑卒中偏瘫患者的步行和平衡功能进行meta分析,结果提示与对照组相比,认知运动干扰能使脑卒中偏瘫患者的步频、步速和步长分别提高10.44、0.19和12.53。其步频和步速结果与本研究相同。本研究分别纳入2篇<sup>[17, 21]</sup>和5篇文献<sup>[11, 17-18, 21-22]</sup>探究双任务步行训练对脑卒中患者单步长和跨步长的影响。结果显示,双任务步行训练能有效改善脑卒中患者的跨步长,对单步长的影响不具有显著性意义。这与Wang XQ等<sup>[29]</sup>的meta分析结果不完全一致。可能是因为Wang XQ等的研究未区别双任务步行训练对单步长和跨步长的影响。另外,单步长指标纳入文献数量少,也会影响结果的准确性。本研究还纳入3篇文献<sup>[11, 21-22]</sup>采用步幅时间来评价脑卒中偏瘫患者双任务步行训练后的步行能力,结果显示仍无显著性差异。这可能因为患者群体差异大或干预手段的不同,导致分析结果出现偏倚。

3.2 双任务步行训练对步行功能评价量表以及步行测试的影响

步行功能评价量表以及步行测试能观察到脑卒中偏瘫患者在行走过程中的整体状况,根据得分情况可以预测跌倒风险。本研究提示,相较于对照组,双任务步行训练能明显

图7 双任务步行训练对脑卒中偏瘫患者10m步行测试的meta分析

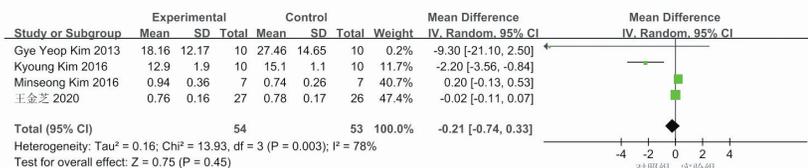


图8 双任务步行训练对脑卒中偏瘫患者步速的meta分析

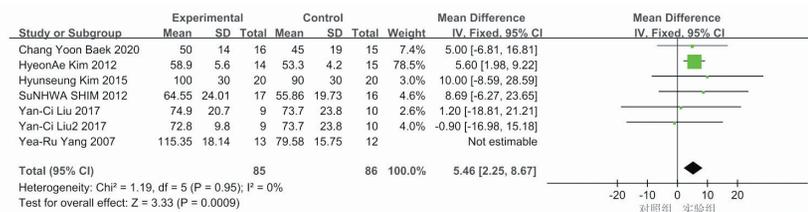


图9 双任务步行训练对脑卒中偏瘫患者步幅时间的meta分析

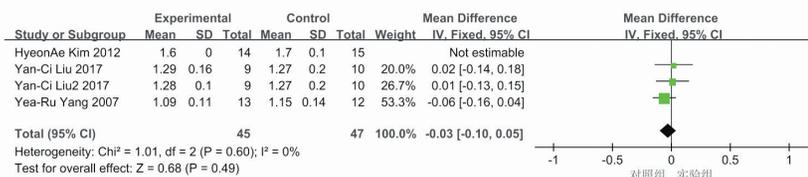
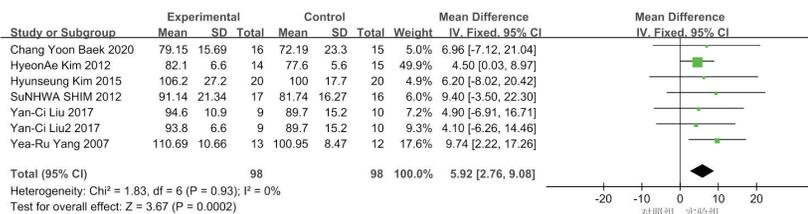


图10 双任务步行训练对脑卒中偏瘫患者步频的meta分析



改善脑卒中偏瘫患者的功能步态评估评分,但对计时起立行走测试和10m步行测试,对照组与双任务步行训练的差异不具有显著性意义。在Wang XQ等<sup>[29]</sup>的meta分析中,也提示双任务步行训练对计时起立行走测试的影响无显著性差异。但未详细报道功能步态评估和10m步行测试的meta分析结果。张慧鑫等<sup>[30]</sup>对老年人双任务训练后进行meta分析,结果显示,双任务步行训练组与单任务训练组计时起立行走测试的评分没有显著差异,与本研究结果一致。其原因可能是量表测试和步行测试方法不一,能进行合并的样本数据不足,不能得出准确的结论,另外评价步态功能的评价量表和步行测试多与平衡功能评价量表通用,可能会影响步态功能评价的精准性和敏感性。在部分原始文献中,应用双任务下

的步行测试作为步行能力的评价标准,可以直接反映出脑卒中偏瘫患者在日常生活中的步行能力,但目前应用此类指标的文献较少,无法进行meta分析。若未来能规范、丰富步行功能评价量表和步行测试,将有利于双任务步行训练后的步行功能研究结果比较。

### 3.3 双任务步行训练改善脑卒中患者步行能力的可能机制

Lacour M等<sup>[31]</sup>提出的U型理论模型指出,当第二任务占用的认知资源较低时,会增强姿势稳定性,提高行走的自动化水平,使步态更加模式化进而可以改善步速相关的步态参数。从神经恢复机制的角度来解释,在双任务下,步行速度相关的大脑网络与辅助运动区和前额区存在更大的功能连接<sup>[32]</sup>。另外,传统的步行能力康复治疗,主要注重提高与步行能力相关的生理功能,而双任务训练利用丰富的外界刺激可诱发内源性的神经修复机制,促进神经元轴突和树突的增长,加快中枢神经系统的信息处理能力,优化不同任务间的切换速度<sup>[33]</sup>,为偏瘫患者完善功能步态创造有利条件。

### 3.4 本研究的局限性

部分结局指标的样本量较少且纳入研究的脑卒中类型、患者性别、病程、训练时间不同以及双任务步行训练方案差异均会影响合并结果的真实性和可靠性。另外,本研究并未讨论运动-运动双任务训练和认知-运动双任务训练对脑卒中偏瘫患者步行能力的效果差异。今后,需针对这些问题深入研究,细化双任务步行训练方案,为临床医生制定具体的康复计划提供理论依据。

## 4 结论

与单一任务训练相比,双任务步行训练可以有效改善脑卒中偏瘫患者的步速、步频、跨步长和功能步态,对部分步行功能测试的影响效果还需进一步验证。临床医生可以根据患者的具体情况选择双任务步行训练作为步行能力的训练方案。今后仍需要高质量、多样本的临床随机对照实验验证双任务步行训练对脑卒中偏瘫患者步行功能的具体疗效。

## 参考文献

[1] Shim S, Yu J, Jung J, et al. Effects of motor dual task training on spatio-temporal gait parameters of post-stroke patients[J]. Journal of Physical Therapy Science, 2012, 24(9): 845—848.

[2] Saleh MSM, Rehab NI, Aly SMA. Effect of aquatic versus land motor dual task training on balance and gait of patients with chronic stroke: a randomized controlled trial[J]. NeuroRehabilitation, 2019, 44(4): 485—492.

[3] 李宝金, 高强. 脑卒中平衡功能障碍康复研究进展[J]. 四川医学, 2020, 41(12): 1307—1311.

[4] 侯莹, 郭立全, 殷松, 等. 趣味性智能家居康复训练对脑卒中患者上肢功能的影响[J]. 中国康复医学杂志, 2020, 35(11): 1338—1341.

[5] 王坤, 李雅薇, 王玉龙. 早期下肢重复性训练对急性脑梗死患者下肢功能恢复的影响[J]. 中国康复医学杂志, 2020, 35(8): 949—953.

[6] Kannan L, Vora J, Bhatt T, et al. Cognitive-motor exergaming for reducing fall risk in people with chronic stroke: a randomized controlled trial[J]. NeuroRehabilitation, 2019, 44(4): 493—510.

[7] 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.

[8] 王海静, 李庆雯. 双任务训练治疗脑卒中患者平衡障碍的研究进展[J]. 中国康复理论与实践, 2019, 25(9): 1026—1031.

[9] 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.

[10] 王金芝, 吉媛红, 宋金萍, 等. 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[J]. 重庆医科大学学报, 2021: 1—5. DOI: 10.13406/j.cnki.cyx.002739.

[11] Yang YR, Wang RY, Chen YC, et al. Dual-task exercise improves walking ability in chronic stroke: a randomized controlled trial[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2007, 88(10): 1236—1240.

[12] Beurskens R, Bock O. Age-related deficits of dual-task walking: a review[J]. Neural Plast, 2012(2012): 131608.

[13] Al-Yahya E, Dawes H, Smith L, et al. Cognitive motor interference while walking: a systematic review and meta-analysis[J]. Neurosci Biobehav Rev, 2011, 35(3): 715—728.

[14] Baetens T, De Kegel A, Palmans T, et al. Gait analysis with cognitive-motor dual tasks to distinguish fallers from nonfallers among rehabilitating stroke patients[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2013, 94(4): 680—686.

[15] Hyndman D, Ashburn A, Yardley L, et al. Interference between balance, gait and cognitive task performance among people with stroke living in the community[J]. Disabil Rehabil, 2006, 28(13—14): 849—856.

[16] Meester D, Al-Yahya E, Dennis A, et al. A randomized controlled trial of a walking training with simultaneous cognitive demand (dual-task) in chronic stroke[J]. Eur J Neurol, 2019, 26(3): 435—441.

[17] Kim H, Choi W, Lee K, et al. Virtual dual-task treadmill training using video recording for gait of chronic stroke survivors: a randomized controlled trial[J]. J Phys Ther Sci, 2015, 27(12): 3693—3697.

[18] Baek CY, Chang WN, Park BY, et al. Effects of dual-task gait treadmill training on gait ability, dual-task interference, and fall efficacy in people with stroke: a randomized controlled trial[J]. Phys Ther, 2021, 101(6): pzab067.

[19] Kim M, Shim J, Yu K, et al. Effects of ball kicking dual task training on gait performance and balance in individuals with chronic hemiparetic stroke[J]. Phys Ther Rehabil Sci, 2016, 5(4): 170—176.

[20] Kim K, Lee DK, Kim EK. Effect of aquatic dual-task training on balance and gait in stroke patients[J]. J Phys Ther Sci, 2016, 28(7): 2044—2047.

[21] Kim H, Lee H, Seo K. The effects of dual-motor task training on the gait ability of chronic stroke patients[J]. J

(下转第124页)