

·循证医学·

# 高强度间歇训练对脑卒中患者平衡及步行能力康复效果的 meta 分析\*

丛颖书<sup>1</sup> 王海旭<sup>2</sup> 武沫含<sup>1</sup> 梅春丽<sup>1,3</sup>

我国脑卒中发病率居全球首位,能够存活下来的患者仅占 67%,在这些患者中,约 75% 左右的患者表现出躯体功能障碍,给家庭和社会带来极大的负担<sup>[1]</sup>。下肢运动功能障碍是脑卒中患者治疗的重点与难点,同样也是影响患者恢复的直接原因<sup>[2]</sup>。美国运动医学会所提出的运动指南建议,应对脑卒中患者进行中等强度的持续训练,以改善其活动受限<sup>[3]</sup>。但此种训练方式所需时间较长,训练形式较单一,患者难以坚持,导致依从性较差<sup>[4]</sup>。高强度间歇训练(high-intensity interval training, HIIT)是利用短时间内爆发式的相对高强度的训练与恢复阶段(休息或低强度训练)相结合,轮流反复进行训练<sup>[5]</sup>。近年来,许多研究表明,高强度间歇训练对脑卒中患者的平衡和步行能力的影响优于其他运动方式<sup>[6-7]</sup>,但是也有少数研究认为高强度间歇训练与中等强度的持续运动相比并没有突出的优势<sup>[8]</sup>。因此,本研究采用 meta 分析的方法,系统评价高强度间歇训练与常规康复治疗或中等强度持续运动对脑卒中患者平衡及步行能力的干预效果,为临床脑卒中患者功能恢复提供一定依据。

## 1 资料与方法

### 1.1 纳入与排除标准

**1.1.1 研究设计:**随机对照试验,内容为针对脑卒中患者开展高强度间歇训练,分析高强度间歇训练对其下肢功能的影响,语言为中文和英文。

**1.1.2 研究对象:**①结合全国脑血管病学术会议通过的相关诊断标准<sup>[9]</sup>,通过头颅 CT 或 MRI 诊断为脑卒中者;②意识清晰,且病情比较稳定,无认知障碍,无听力与视觉障碍;③获得患者和家属的同意。

**1.1.3 干预措施:**实验组接受高强度间歇训练,对照组接受常规康复治疗或中等强度持续运动。

**1.1.4 结局指标:**①平衡功能:采用 Berg 平衡量表(berg balance scale, BBS)对患者进行平衡评估。②步行能力:选取 6min 步行距离(the six minute walk distance, 6MWD)、10 米步行试验(10-meter walking test, 10MWT)以及计时“起立-行走”测试(timed“up and go”test, TUG)进行评价。

**1.1.5 排除标准:**①非中文和英文文献;②文献重复刊登;③文献信息内容欠缺,数据完整度不足,无法进行全文内容的分析和获取;④动物实验。

### 1.2 文献检索方法

使用计算机对 Cochrane Library、MEDLINE、Web of Science、PubMed、Embase、中国知网、中国生物医学文献数据库、维普和万方数据库从自建库至 2020 年 11 月前的全部文献资料进行收集整理。检索词选取主题词结合自由词形式进行查找。

英文检索词:stroke、cerebrovascular disease、cerebral infraction、cerebral hemorrhage、high-intensity training、high-intensity exercise、high-intensity interval training、high-intensity interval exercise、HIIE、HIIT。中文检索词:脑卒中、脑血管疾病、脑梗死、脑出血、高强度间歇训练、高强度间歇运动、高强度训练、高强度运动。

### 1.3 资料提取与质量评价

由经过专业循证护理培训且经验丰富的 2 名研究人员检索相应的数据库,对文献题目及其对应摘要进行详细分析,结合纳入与排除标准进行独立筛选,并且阅读全文提取相关内容。内容主要有文献概况、测量数据和结局指标,文献概况包括作者、文献的发表时间、选取的样本量、具体的治疗措施、对照组和干预组的干预方法和干预时间。若是存在异议,必须由第三方进行仲裁,以便于解决问题。

### 1.4 统计学分析

使用 Cochrane 协作网提供的软件 RevMan5.4 进行 meta 分析。利用  $I^2$  检验分析各个研究间的异质性,当  $I^2 \leq 50\%$  时,  $P > 0.1$  代表各个研究组间异质性不明显,分析选取固定效应模型;当  $I^2 > 50\%$  时,  $P \leq 0.1$  代表各个研究组间具有异质性,选取随机效应模型进行分析,并选取敏感性分析其异质性来源;若不能判断异质性来源,可采用描述性分析。

## 2 结果

### 2.1 文献检索结果

在检索到的 1109 篇文献中,包括中文 131 篇,英文 978

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2022.05.016

\*基金项目:吉林省科技发展计划基金项目(20190303171SF)

1 北华大学,吉林省吉林市,132013; 2 山东第一医科大学附属省立医院; 3 通讯作者

第一作者简介:丛颖书,女,硕士研究生; 收稿日期:2020-12-17

篇,剔除重复文献521篇。阅读标题和摘要后,排除与研究设计、研究对象和结局指标明显不符的文献534篇,进一步阅读全文后排除44篇。浏览文献中收录的参考文献列表,获得一篇文献<sup>[10]</sup>,共纳入文献11篇<sup>[10-20]</sup>,涉及456例患者。图1为文献筛选具体流程。

## 2.2 文献一般特征及质量评价

表1为纳入文献的一般特征。在这些文献中,有8篇文献<sup>[10-14, 17-18, 20]</sup>对随机方法进行了详细阐述,有6篇文献<sup>[11-12, 15, 18-20]</sup>选用单盲,仅1篇文献<sup>[12]</sup>随机对照试验选用了全盲法,1篇文献<sup>[13]</sup>样本脱落,所纳入的11篇文献均无选择性报告,无其他偏倚。图2和图3表示纳入随机对照试验使用的方法学质量评估结果。

## 2.3 meta分析

**2.3.1 步行功能:**9篇采用6MWD评定,患者共392例。各研究组间不存在显著的异质性( $I^2=0\%$ ,  $P=0.87$ ),meta分析选取固定效应模型进行,合并效应具有显著性差异( $MD=64.65$ ,  $P<0.00001$ ),表明在提高脑卒中患者步行距离方面高

图1 文献筛选流程及结果

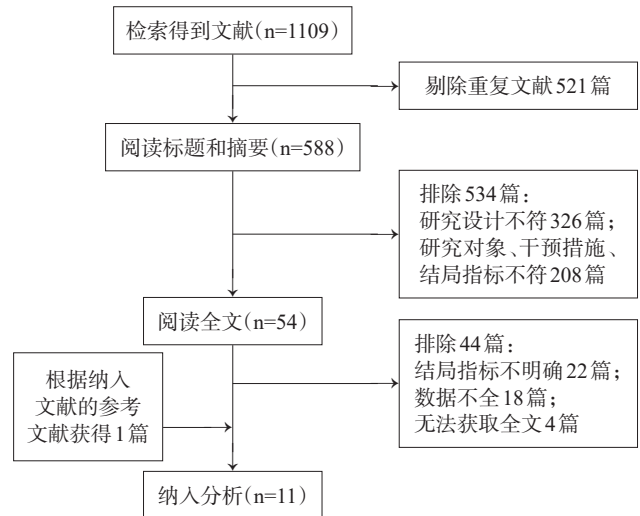


表1 纳入文献的基本信息

| 文献                                | 国家  | 样本量<br>T/C | 干预措施                         |            | 干预时间             | 干预疗程 | 结局指标                  |
|-----------------------------------|-----|------------|------------------------------|------------|------------------|------|-----------------------|
|                                   |     |            | T                            | C          |                  |      |                       |
| Bang 等 <sup>[10]</sup> (2016)     | 韩国  | 6/6        | 50%—80% HRmax                | 常规治疗       | 每次30min, 5次/周    | 14周  | 6MWD, 10MWT           |
| Globas 等 <sup>[11]</sup> (2012)   | 瑞士  | 18/18      | 60%—80% HRmax                | 常规治疗       | 每次30—50min, 3次/周 | 8周   | 6MWD, 10MWT, BBS      |
| Hornby 等 <sup>[12]</sup> (2016)   | 美国  | 15/17      | 70%—80% HRR                  | 30—40% HRR | 每次40min, 4次/周    | 4周   | 6MWD, 10MWT, BBS, TUG |
| Ivey 等 <sup>[13]</sup> (2015)     | 美国  | 18/15      | 80%—85% HRR                  | 50%HRR     | 每次30min          | 14周  | 6MWD, 10MWT           |
| Lamberti 等 <sup>[14]</sup> (2017) | 意大利 | 17/18      | 60%—70% HRR                  | 常规治疗       | 每次30min, 3次/周    | 8周   | 6MWD, BBS, TUG        |
| Lau 等 <sup>[15]</sup> (2011)      | 中国  | 13/13      | 1—2min maximum safe speed    | 常规治疗       | 每次30min, 3次/周    | 4周   | BBS                   |
| Pang 等 <sup>[18]</sup> (2005)     | 加拿大 | 32/31      | 70%—80% HRR                  | 常规治疗       | 每次30min, 3次/周    | 19周  | 6MWD, BBS             |
| Quaney 等 <sup>[19]</sup> (2009)   | 美国  | 19/19      | 70% HRmax                    | 常规治疗       | 每次45min, 3次/周    | 8周   | BBS, TUG              |
| Sanberg 等 <sup>[20]</sup> (2016)  | 瑞典  | 29/27      | 50%—80% HRmax                | 常规治疗       | 每次30min, 2次/周    | 8周   | 6MWD                  |
| Munari 等 <sup>[17]</sup> (2018)   | 意大利 | 8/7        | 5min 85%—95% HRR, 3min50%HRR | 常规治疗       | 每次40min, 3次/周    | 12周  | 6MWD, TUG             |
| Moore 等 <sup>[16]</sup> (2020)    | 挪威  | 54/56      | 70%—80% HRR                  | 常规治疗       | 每次45—60min, 4次/周 | 3周   | 6MWD, BBS             |

注:T:试验组;C:干预组;HRmax:最大储备心率;HRR:储备心率。

图2 偏倚风险比例图

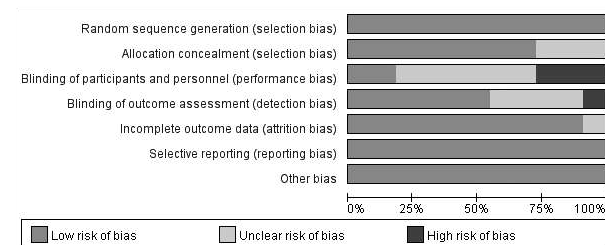
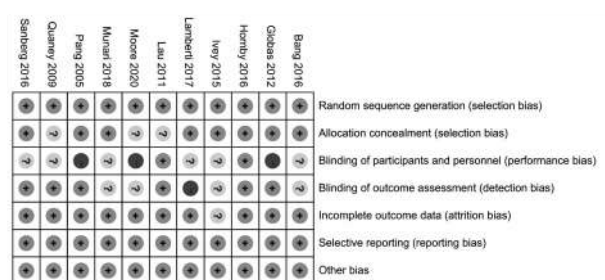


图3 文献偏倚风险评价



强度间歇训练较对照组效果更好。见图4。

4篇选取TUG评定,患者共120例。各个研究组间不存在显著的异质性( $I^2=36\%$ ,  $P=0.20$ ),meta分析选取固定效应模型进行,合并效应具有显著性差异( $MD=-3.42$ ,  $P=0.003$ ),表明在缩短脑卒中患者起立-行走测试时间方面高强度间歇训练较对照组效果更好。见图5。

4篇采用10MWT评定,共113例患者。异质性检验显示 $I^2=92\%$ ,  $P<0.001$ ,各研究之间存在异质性,meta分析选取随机效应模型进行,合并效应具有显著性差异( $MD=-2.62$ ,  $P<0.001$ ),干预组10MWT显著优于对照组。见图6。敏感性分

析异质性来源,剔除Globas等<sup>[11]</sup>和Hornby等<sup>[12]</sup>干预时间与治疗疗程和其他文献中的研究存在差异的文献后,没有显著异质性( $I^2=23\%$ ,  $P=0.25$ ),采用固定效应模型。干预组10MWT显著优于对照组( $MD=-1.40$ ,  $P<0.0001$ )。见图7。

**2.3.2 平衡能力:**6篇采用BBS评定,共277例患者。异质性检验为 $I^2=0\%$ ,  $P=0.68$ ,meta分析选取固定效应模型进行,干预组同对照组比较没有显著差异( $MD=1.93$ ,  $P=0.02$ ),表明依据此次研究结果,高强度间歇训练对脑卒中患者平衡功能方面的影响与对照组相比无明显差异。见图8。

图4 HIIT对脑卒中患者6MWD的影响

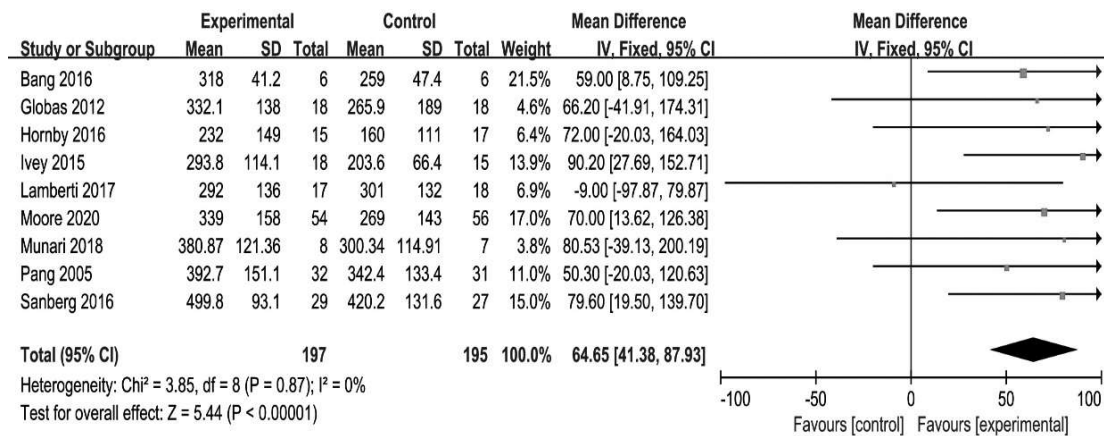


图5 HIIT对脑卒中患者TUG的影响

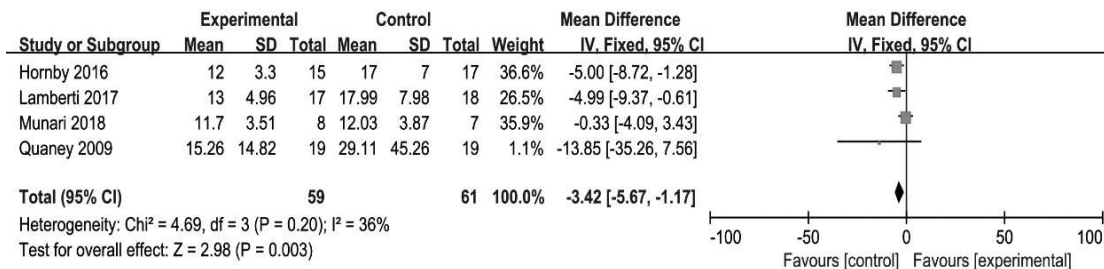


图6 HIIT对脑卒中患者10MWT的影响

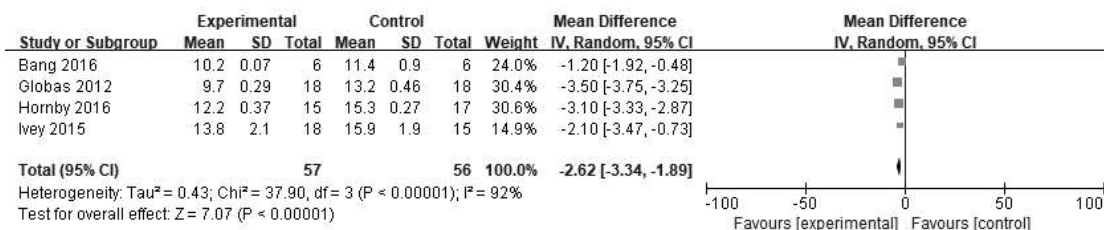




图7 敏感性分析后HIIT对脑卒中患者10MWT的影响

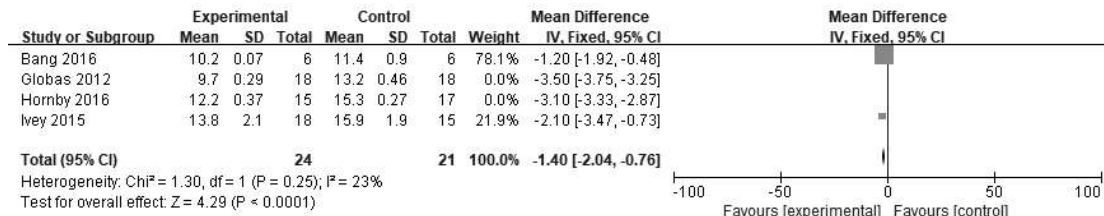
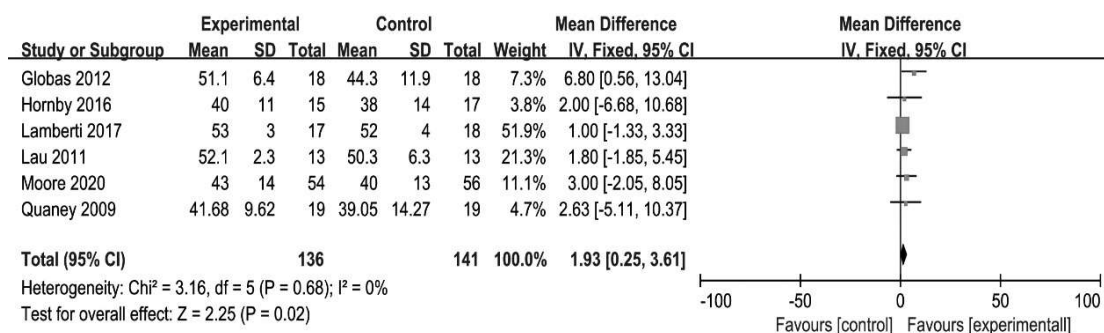


图8 HIIT对脑卒中患者BBS评分的影响



### 3 讨论

纳入本研究的11篇文献均采用随机对照试验,其中6篇描述了干预盲法,只有1篇采用全盲法,原因可能是由于高强度间歇训练难以施盲,11篇文献均无选择性报告,无其他偏倚。

本研究显示,高强度间歇训练可改善脑卒中患者的步行能力,这与Boyne等<sup>[21]</sup>研究结果相符。6MWD、TUG以及10MWT是评价脑卒中患者步行功能的重要指标。6MWD是患者日常步行能力的重要的相关因素,6MWD的改善与脑卒中患者的日常步行能力息息相关,改善脑卒中患者的步行能力是对脑卒中患者进行康复治疗的主要目标<sup>[22-23]</sup>。本研究显示,高强度间歇训练对于提高脑卒中患者6MWD具有积极作用,干预组6MWD显著优于对照组,对脑卒中患者步行能力有显著疗效。TUG属于可全面综合评估下肢负重状况和体位运动情况的指标,在一定程度上可体现患者功能性步行能力<sup>[24]</sup>。本研究显示,高强度间歇训练对于缩短脑卒中患者TUG时间具有积极作用,干预组TUG显著优于对照组,对脑卒中患者步行能力有显著疗效。10MWT是一项用于评估脑卒中患者步行能力并动态反映其下肢运动功能的敏感性指标。本研究显示,在脑卒中患者中,高强度间歇训练对于提高患者10MWT具有明显的优势,该结果同Outer-mans等<sup>[25]</sup>研究相符。但是,纳入的研究间具有显著的异质性,推测可能同各个研究间干预时间及强度存在差异相关。

将存在差异明显的文献剔除后,高强度间歇训练对于脑卒中患者步行能力的疗效仍显著优于对照组,说明结果较为稳定,可信度较高。

BBS属于临床常用的一种平衡量表,其优势为信度、效度良好,敏感性较高,在一定程度上可定量体现脑卒中患者的平衡力<sup>[26]</sup>。本研究表明高强度间歇训练对改善脑卒中患者平衡功能的作用并不显著,可能与所纳入的研究数量较少、样本量小、干预时间及强度不统一有关,进而导致检验效能较低。

本研究所纳入的文献方法学质量较低,高强度间歇训练的强度、干预时间、干预方法等不完全一致;由于语言的限制,本研究只纳入了中英文文献,这可能导致文献的选择偏倚。

综上所述,高强度间歇训练可以提高脑卒中患者的步行能力,但其对脑卒中患者平衡功能的影响需要进一步论证。现有的涉及高强度间歇训练对脑卒中患者下肢功能影响的研究存在着样本量较少、方法学质量较差等问题,并且将高强度间歇训练与中等强度持续性训练进行比较的研究数量有限<sup>[27-28]</sup>,为了进一步阐明高强度间歇训练的有效性,仍需要进行更高质量的样本量较大的随机对照研究。此外,高强度间歇训练的训练处方(包括运动强度、干预时间等)至今未得到规范、统一,这在今后的研究中应给予重视。

## 参考文献

- [1] Suwanwela NC, Pongvarin N. Stroke burden and stroke care system in Asia[J]. *Neurol India*, 2016, 64(Suppl):S46—51.
- [2] Son SM, Park MK, Lee NK. Influence of resistance exercise training to strengthen muscles across multiple joints of the lower limbs on dynamic balance functions of stroke patients[J]. *J Phys Ther Sci*, 2014, 26(8): 1267—1269.
- [3] Thompson PD, Arena R, Riebe D, et al. ACSM's new pre-participation health screening recommendations from ACSM's guidelines for exercise testing and prescription, ninth edition[J]. *Curr Sports Med Rep*, 2013, 12(4): 215—217.
- [4] O'Connor CM, Whellan DJ, Lee KL, et al. Efficacy and safety of exercise training in patients with chronic heart failure: HF-ACTION randomized controlled trial[J]. *JAMA*, 2009, 301(14): 1439—1450.
- [5] Gibala MJ, Little JP, Macdonald MJ, et al. Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease[J]. *J Physiol*, 2012, 590(5): 1077—1084.
- [6] García-Pinillos F, Laredo-Aguilera JA, Muñoz-Jiménez M, et al. Effects of 12-week concurrent high-intensity interval strength and endurance training program on physical performance in healthy older people[J]. *J Strength Cond Res*, 2019, 33(5): 1445—1452.
- [7] Jung ME, Bourne JE, Little JP. Where does HIT fit? An examination of the affective response to high-intensity intervals in comparison to continuous moderate- and continuous vigorous-intensity exercise in the exercise intensity-affect continuum[J]. *PLoS One*, 2014, 9(12): e114541.
- [8] Askim T, Dahl AE, Aamot IL, et al. High-intensity aerobic interval training for patients 3-9 months after stroke: a feasibility study[J]. *Physiother Res Int*, 2014, 19(3): 129—139.
- [9] 各类脑血管疾病诊断要点[J]. *中华神经科杂志*, 1996(6): 60—61.
- [10] Bang DH, Son YL. Effect of intensive aerobic exercise on respiratory capacity and walking ability with chronic stroke patients: a randomized controlled pilot trial[J]. *J Phys Ther Sci*, 2016, 28(8): 2381—2384.
- [11] Globas C, Becker C, Cerny J, et al. Chronic stroke survivors benefit from high-intensity aerobic treadmill exercise: a randomized control trial[J]. *Neurorehabil Neural Repair*, 2012, 26(1): 85—95.
- [12] Hornby TG, Holleran CL, Hennessy PW, et al. Variable intensive early walking poststroke (VIEWS): a randomized controlled trial[J]. *Neurorehabil Neural Repair*, 2016, 30(5): 440—450.
- [13] Ivey FM, Stookey AD, Hafer-Macko CE, et al. Higher treadmill training intensity to address functional aerobic impairment after stroke[J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2015, 24(11): 2539—2546.
- [14] Lamberti N, Straudi S, Malagoni AM, et al. Effects of low-intensity endurance and resistance training on mobility in chronic stroke survivors: a pilot randomized controlled study[J]. *Eur J Phys Rehabil Med*, 2017, 53(2): 228—239.
- [15] Lau KW, Mak MK. Speed-dependent treadmill training is effective to improve gait and balance performance in patients with sub-acute stroke[J]. *J Rehabil Med*, 2011, 43(8): 709—713.
- [16] Moore JL, Nordvik JE, Erichsen A, et al. Implementation of high-intensity stepping training during inpatient stroke rehabilitation improves functional outcomes[J]. *Stroke*, 2020, 51(2): 563—570.
- [17] Munari D, Pedrinolla A, Smania N, et al. High-intensity treadmill training improves gait ability,  $\dot{V}O_{2peak}$  and cost of walking in stroke survivors: preliminary results of a pilot randomized controlled trial[J]. *Eur J Phys Rehabil Med*, 2018, 54(3): 408—418.
- [18] Pang MY, Eng JJ, Dawson AS, et al. A community-based fitness and mobility exercise program for older adults with chronic stroke: a randomized, controlled trial[J]. *J Am Geriatr Soc*, 2005, 53(10): 1667—1674.
- [19] Quaney BM, Boyd LA, McDowd JM, et al. Aerobic exercise improves cognition and motor function poststroke[J]. *Neurorehabil Neural Repair*, 2009, 23(9): 879—885.
- [20] Sandberg K, Kleist M, Falk L, et al. Effects of twice-weekly intense aerobic exercise in early subacute stroke: a randomized controlled trial[J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2016, 97(8): 1244—1253.
- [21] Boyne P, Dunning K, Carl D, et al. High-intensity interval training and moderate-intensity continuous training in ambulatory chronic stroke: feasibility study[J]. *Phys Ther*, 2016, 96(10): 1533—1544.
- [22] An S, Lee Y, Shin H, et al. Gait velocity and walking distance to predict community walking after stroke[J]. *Nurs Health Sci*, 2015, 17(4): 533—538.
- [23] Smits DW, Gorter JW, Ketelaar M, et al. Relationship between gross motor capacity and daily-life mobility in children with cerebral palsy[J]. *Dev Med Child Neurol*, 2010, 52(3): e60—66.
- [24] 燕铁斌. “起立-行走”计时测试简介——功能性步行能力快速定量评定法[J]. *中国康复理论与实践*, 2000(3): 19—21.
- [25] Outermans JC, Van Peppen RP, Wittink H, et al. Effects of a high-intensity task-oriented training on gait performance early after stroke: a pilot study[J]. *Clin Rehabil*, 2010, 24(11): 979—987.
- [26] Blum L, Korner-Bitensky N. Usefulness of the berg balance scale in stroke rehabilitation: a systematic review[J]. *Phys Ther*, 2008, 88(5): 559—566.
- [27] Abou-Khzam A. Is it time to start applying high-intensity interval training in stroke rehabilitation?[J]. *Eur J Phys Rehabil Med*, 2019, 55(4): 530.
- [28] Munari D, Picelli A, Smania N. Reply to: Is it time to start applying high-intensity interval training in stroke rehabilitation?[J]. *Eur J Phys Rehabil Med*, 2019, 55(4): 531—532.