

脑小血管病相关的步态、平衡障碍研究进展

梁佳欣, 刘倩, 常卓然*

延安市人民医院放射科, 陕西 延安

收稿日期: 2024年3月17日; 录用日期: 2024年4月11日; 发布日期: 2024年4月16日

摘要

脑小血管病(CSVD)是一组复杂的临床病理综合征, 其异质性较强, 是影响我国老年人生活质量的主要疾病之一。目前关于CSVD相关认知障碍的研究较多, 步态、平衡障碍的研究相对较少, 其引起的意外跌倒风险增加, 随之而来的不良预后及并发症增多, 造成的家庭经济负担也随之加重, 是当今社会重点关注的健康问题。本综述全面涵盖近年来CSVD相关的步态、平衡障碍的研究进展, 旨在为临床早期识别及后期的治疗提供一定的帮助。

关键词

平衡障碍, 步态障碍, 脑小血管病, 影像标志物

Advances in the Study of Gait and Balance Disorders Associated with Cerebral Small Vessel Disease

Jiaxin Liang, Qian Liu, Zhuoran Chang*

Department of Radiology, Yan'an People's Hospital, Yan'an Shaanxi

Received: Mar. 17th, 2024; accepted: Apr. 11th, 2024; published: Apr. 16th, 2024

Abstract

Cerebral small vessel disease (CSVD) is a group of complex clinicopathologic syndromes with high heterogeneity, and it is one of the major diseases affecting the quality of life of the elderly in China. Currently, there are more studies on CSVD-related cognitive impairment and relatively few studies on gait and balance disorders. However, it can cause an increased risk of accidental falls, the consequent increase in poor prognosis and complications, and the resulting economic burden on

*通讯作者。

the family are key health concerns in today's society. This review comprehensively covers the research progress of CSVD-related gait and balance disorders in recent years, aiming to provide some help for early clinical identification and later treatment.

Keywords

Balance Disorders, Gait Disorders, Cerebral Small Vessel Disease, Imaging Markers

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

人口老龄化给公共卫生系统带来越来越重的负担，特别是由于跌倒所造成的负担。步态和平衡不良的临床试验结果显示，跌倒与步态和平衡障碍有关，此外，老年人跌倒有可能导致长期的行动能力出现问题甚至对害怕跌倒而产生恐惧[1]，造成一定的心理负担。一直以来，CSVD 起病隐匿，在经济中、低等收入国家的老年人群中发病率较高，在中老年人群中超过 70% [2]，但人们普遍对其重视程度不够，临床医师也对 CSVD 所致的慢性临床症状缺乏足够的认识。随着 CSVD 负荷的逐渐加重，患者可出现运动、认知、情感以及二便障碍等症状[3]。

步态、平衡障碍是 CVSD 常见临床症状之一，可能与脊髓运动系统和皮质、基底节纤维联系的完整性被破坏和以执行功能下降为主的认知功能障碍有关[4]。步态障碍和 CSVD 在老年人中经常同时存在，并且越来越多的证据表明两者之间存在因果关系。Blumen [5]等人认为，各种步态障碍，包括速度降低、执行竞争性任务时表现不佳以及步态失用症，都与 CSVD 有关。也有结果表明[6]，随着时间的推移，全脑网络连接效率的下降与步态下降有关。Hagen [7]等人认为，步态速度减慢可以预测全脑认知、记忆、和非记忆相关(执行功能、视觉空间功能、处理速度和语言)功能的下降。空间相关(即步幅长度)和与时间相关(即双支撑时间，站立时间)的步态障碍也与记忆，执行功能和语言的下降有关[8]。在一组没有认知障碍的社区老年人队列中，我们比较了该队列人群执行几种复杂步行任务时的表现与长达 9 年的认知能力下降风险之间的关系，研究结果表明，在双任务行走期间，较慢的速度和较大的步幅时间变异性与整体认知能力下降有关，缓慢的步态速度预示着认知障碍，这证明了 CSVD 中异常的步态是随后认知能力下降和痴呆的预测因素。在本篇综述中，我们将介绍 CSVD 相关的步态、平衡障碍的早期识别以及后期康复治疗的研究进展。

2. 平衡、步态的定义

平衡指的是是采取直立姿势并保持平衡的能力，为了保持直立的姿势，直立的脊柱靠在骶骨基部，并使其自然曲线与人体重心保持一致。为了达到稳定，脊柱平衡静态和动态功能，通过利用椎体、前后纵韧带、关节面和脊柱肌肉等结构来协调完成这项任务。为了节约能量，重心保持在双脚支撑基础上形成的边界内。而静态平衡的脊柱姿势则利用地面反作用力将肌肉激活降到最低。这些力策略协调地穿过自然弯曲的脊柱曲线和下肢关节，从而实现平衡和静态的控制[9]。

正常的步态是一项复杂的活动，涉及躯干和四肢的一系列有节奏和交替的运动，并寻求以最低的能量消耗来完成执行目的[10]，而神经系统的控制提高了重心位移以及身体如何补偿以保持动态平衡的精度。

3. 测量方法

步速是一种简单易得的老年步态的评估方法,许多研究人员建议将其作为“第六生命体征”,用来评估老年人病死率增加的风险。同时,也有研究指出[11],步速的提高可伴随着各项认知领域的改善。

目前对于步态、平衡障碍的评估,多使用针对性量表进行评估[12],如:1)步态评估干预工具(GAIT)包含了31项测量,是应用在神经疾病群体中的一个最为均匀、全面和客观的观察性量表;2)威斯康星步态量表(WGS)多用于评估卒中后的步态情况,具有较高敏感性以及可靠性;3)功能性步态评估量表(FGA)广泛应用在帕金森疾病、卒中以及前庭障碍的人群中,其总分越高,跌倒的风险就越低;4)冻结步态调查问卷(FOG-Q)则是针对于筛查冻结步态的出现以及其严重程度的一种方法;5)起立行走坐下测试(TUTG)多主张和其他的测试工具联合使用,适用于老年人的步态及平衡能力测试;6)Tinetti步态量表(TGS)主要用于移动和平衡能力的评估,使用简单、省时,但缺乏一定全面性,故不能达到指导临床康复治疗的要求;7)Tinetti平衡与步态量表(Tinetti POMA)简单易行,可以很好的预测跌倒风险,对于正压性脑积水以及亨廷顿病患者有一定临床意义;8)步态异常分级量表(RVGA)多用于识别以及量化步态障碍,对于神经源性的步态障碍尤为敏感;9)Ber平衡量表被称为评估平衡障碍的“金标准”,缺点是评估的过程忽视了步态的动态平衡,多被广泛用于老年人跌倒的筛查。

然而,量表的测量或多或少都有其一定的弊端,测量容易受到的干扰因素较多。随着现代科技发展,步态、平衡障碍已不仅仅局限于量表的测量,更多的定量步态分析技术被投入临床应用,步态图是其结果的重要展现形式[13]。步态分析通过三维运动检测系统获得相关的一系列运动学参数,通过红外运动捕捉系统、表面肌电仪、三维测力仪等测量人体的正常以及病理步态,从而进行客观、灵敏、定量地评价[14]。可穿戴传感器作为一项新兴技术,不受空间限制,可用于长期的步态、平衡监控以及康复治疗的有效性评估,是一种新的发展趋势。

4. CSVD 影像标志物对步态、平衡的影响

CSVD 影像标志物包括腔隙灶(LAC)、白质高信号(WMH)、微出血(CMB)、血管周围扩大间隙(EPVS)以及脑萎缩。

WMH 是最易影响运动轨迹的 CSVD 影像学标志物。研究发现[15],65 岁以上老年人出现步态、平衡功能障碍的患者中约有 70% 存在有不同分级的 WMH,这是由于白质异常破坏了脊髓运动系统以及皮层-基底节纤维,从而导致锥体系和锥体外系失衡。Su [16]等人发现随着 WMH 的负荷增大,运动障碍越显著,下肢为著。

LAC 的数量与并发步态功能障碍相关,包括步态速度受损和 TUG 试验延长,由于 CSVD 标志物往往会同时出现,故 CSVD 总负荷与步态障碍密切相关[17]。也有研究表示[18],LAC 数目增多与步基增宽、步速减慢和平衡能力下降有关。

目前关于 CMB 与步态、平衡障碍的相关研究相对较少,且结论尚未达成一致。Hou [19]等人,通过定量测试和临床评定量表,调查了步态、平衡和上肢功能与 CMB 数量和位置之间的关系,发现较高数量的 CMB 具有较低的步态速度、较宽的步态宽度、较短的步态长度和较长的 TUG 时间,特别是位于额叶和颞叶、基底神经节区和幕下区的 CMB,其影响无论是否存在其他的 CSVD 影像标志物都依然存在。

研究表明[20],隐匿性 CSVD 的脑萎缩及其对步态的影响,在一些临床上无明显症状的人中早在 50 岁时就已经表现了出来。Su 等人[16]研究了 CSVD、脑结构形态测量学和运动性能之间的关系,发现严重的 CSVD 负荷可以增加灰质萎缩与上肢下肢运动障碍的相关性,发生在前额叶和颞叶皮层周围的特异性皮质变薄也与运动障碍相关,丘脑萎缩和步行速度之间存在一定相关性,这些改变可能是由于 CSVD 的发展导致神经传导束受到破坏所致,而对肢体的神经控制是一种复杂而高级的能力,需要较为完整的

神经系统功能。

目前还没有关于 EPVS 与步态、平衡障碍的研究，对于 EPVS 在 CSVD 中的负荷影响程度始终是个有争议的话题。

5. 康复治疗

1) 药物治疗：目前尚无特效药物，对于合并症多采取对症药物治疗，如当患者合并明显焦虑、抑郁等情况时可给予药物治疗[21]，但目前尚不推荐其作为常规的治疗方案。

2) 物理治疗：在进行一定的神经心理治疗基础上，可以进行辅助步态训练，对于不依赖轮椅的患者，可使用穿戴式辅助步态训练设备来改善患者整体的临床症状，这也对增强患者的治疗信心起着积极的作用，且患者的接受度较高[22]。

3) 经颅磁刺激(TMS)：TMS 是一种新的非侵入性、无痛、无创的神经调控技术。该技术对步态障碍症状的改善有一定作用[23]，原因是由于反复经颅磁刺激可在一定程度上调节及改善患者的神经回路，但仍有待进行大规模的试验验证[24]，目前推荐 TMS 作为一种辅助治疗方法来改善步态障碍[25]。

4) 针灸治疗：CSVD 在中医学中被归于“中风”的范畴，针刺治疗卒中后运动功能障碍具有其独特优势，目前使用醒脑开窍针刺法并辅以 TMS 治疗 CSVD 相关步态障碍，已在临床上取得了良好的疗效[26]，同时，针灸治疗也是一种应用广泛的辅助疗法。

综上所述，CSVD 相关的步态、平衡障碍是一种在临床常见却容易被忽视的疾病类型，随着 CSVD 的严重程度的加重，对个人和家庭会造成巨大的生命和财产损失。早期识别可通过简易量表以及定量仪器进行，步态定量分析技术也存在花费高的确定，未来有待专科医院的进一步普及应用。值得注意的是，CSVD 影像学标志物的单独或同时出现也对早期的步态、平衡异常有一定的提示意义，目前有关神经影像方面的人工智能深度学习算法也逐渐成熟，未来对于 CSVD 脑结构的变化将会更精准科学。就现在而言，对 CSVD 相关步态、平衡障碍仍缺乏大规模人群数据的验证，尚待进一步探究。

参考文献

- [1] McColl, L., McMeekin, P., Poole, M., *et al.* (2022) Is Fear of Falling Key to Identifying Gait and Balance Abnormalities in Community-Dwelling Older Adults? Protocol of a Mixed-Methods Approach. *BMJ Open*, **12**, E067040. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2022-067040>
- [2] Markus, H.S. and De Leeuw, F.E. (2023) Cerebral Small Vessel Disease: Recent Advances and Future Directions. *International Journal of Stroke*, **18**, 4-14. <https://doi.org/10.1177/17474930221144911>
- [3] 胡文立, 杨磊, 李譞婷, 等. 中国脑小血管病诊治专家共识 2021[J]. 中国卒中杂志, 2021, 16(7): 716-726.
- [4] 何丹, 张赫娱, 林少英, 等. 脑小血管病患者平衡障碍特点分析[J]. 中国现代神经疾病杂志, 2021, 21(10): 869-874.
- [5] Blumen, H.M., Jayakody, O. and Verghese, J. (2023) Gait in Cerebral Small Vessel Disease, Pre-Dementia, and Dementia: A Systematic Review. *International Journal of Stroke*, **18**, 53-61. <https://doi.org/10.1177/1747493022114562>
- [6] Rosso, A.L., Metti, A.L., Faulkner, K., *et al.* (2019) Complex Walking Tasks and Risk for Cognitive Decline in High Functioning Older Adults. *Journal of Alzheimer's Disease*, **71**, S65-S73. <https://doi.org/10.3233/JAD-181140>
- [7] Savica, R., Wennberg, A.M.V., Hagen, C., *et al.* (2019) Comparison of Gait Parameters for Predicting Cognitive Decline: The Mayo Clinic Study of Aging. *Journal of Alzheimer's Disease*, **55**, 559-567. <https://doi.org/10.3233/JAD-160697>
- [8] Jayakody, O., Breslin, M., Srikanth, V.K., *et al.* (2019) Gait Characteristics and Cognitive Decline: A Longitudinal Population-Based Study. *Journal of Alzheimer's Disease*, **71**, S5-S14. <https://doi.org/10.3233/JAD-181157>
- [9] Nutt, J.G., Marsden, C.D. and Thompson, P.D. (1993) Human Walking and Higher-Level Gait Disorders, Particularly in the Elderly. *Neurology*, **43**, 268-279. <https://doi.org/10.1212/WNL.43.2.268>
- [10] Cruz-Jimenez, M. (2017) Normal Changes in Gait and Mobility Problems in the Elderly. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, **28**, 713-725. <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2017.06.005>

- [11] Di Biase, L., Di Santo, A., Caminiti, M.L., *et al.* (2020) Gait Analysis in Parkinson's Disease: An Overview of the Most Accurate Markers for Diagnosis and Symptoms Monitoring. *Sensors (Basel)*, **20**, Article No. 3529. <https://doi.org/10.3390/s20123529>
- [12] 龚晓芹, 钟平, 曹立. 神经科疾病常用的步态评估方法[J]. 中华神经科杂志, 2022, 55(2): 174-180. <https://doi.org/10.3760/Cma.J.Cn113694-20210603-00386>
- [13] Zhao, W.J., You, H., Jiang, S.R., *et al.* (2019) Effect of Pro-Kin Visual Feedback Balance Training System on Gait Stability in Patients with Cerebral Small Vessel Disease. *Medicine (Baltimore)*, **98**, E14503. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000014503>
- [14] 宋志澄, 曹剑, 王红丽, 等. 步态分析在脑小血管疾病患者中的研究进展[J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2023, 25(6): 664-666. <https://doi.org/10.3969/J.Issn.1009-0126.2023.06.028>
- [15] Smith, E.E., O'Donnell, M., *et al.* (2014) Early Cerebral Small Vessel Disease and Brain Volume, Cognition, and Gait. *Annals of Neurology*, **77**, 251-261. <https://doi.org/10.1002/ana.24320>
- [16] Su, N., Zhai, F.-F., Zhou, L.-X., *et al.* (2017) Cerebral Small Vessel Disease Burden Is Associated with Motor Performance of Lower and Upper Extremities in Community-Dwelling Populations. *Frontiers in Aging Neuroscience*, **9**, Article No. 313. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2017.00313>
- [17] Pinter, D., Ritchie, S.J., Doubal, F., *et al.* (2017) Impact of Small Vessel Disease in the Brain on Gait and Balance. *Scientific Reports*, **7**, Article No. 41637. <https://doi.org/10.1038/srep41637>
- [18] Schmidt, R., Berghold, A., Jokinen, H., *et al.* (2012) White Matter Lesion Progression in LADIS: Frequency, Clinical Effects, and Sample Size Calculations. *Stroke*, **43**, 2643-2647. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.112.662593>
- [19] Hou, Y.T., Yang, S.N., Li, Y., *et al.* (2023) Impact of Cerebral Microbleeds on Gait, Balance, and Upper Extremities Function in Cerebral Small Vessel Disease. *Journal of Integrative Neuroscience*, **22**, 82. <https://doi.org/10.31083/j.jin2204082>
- [20] Smith, E.E., O'Donnell, M., Dagenais, G., *et al.* (2015) Early Cerebral Small Vessel Disease and Brain Volume, Cognition, and Gait. *Annals of Neurology*, **77**, 251-261. <https://doi.org/10.1002/ana.24320>
- [21] Friedman, J.H. and Sousa, K. (2021) Functional Gait Disorder, before and after Treatment. *Rhode Island Medical Journal* (2013), **104**, Article No. 18.
- [22] LaFaver, K. (2020) Treatment of Functional Movement Disorders. *Neurologic Clinics*, **38**, 469-480. <https://doi.org/10.1016/j.ncl.2020.01.011>
- [23] Taib, S., Ory-Magne, F., Brefel-Courbon, C., *et al.* (2019) Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation for Functional Tremor: A Randomized, Double-Blind, Controlled Study. *Movement Disorders*, **34**, 1210-1219. <https://doi.org/10.1002/mds.27727>
- [24] Spagnolo, P.A., Parker, J., Horovitz, S., *et al.* (2021) Corticolimbic Modulation via Intermittent Theta Burst Stimulation as a Novel Treatment for Functional Movement Disorder: A Proof-of-Concept Study. *Brain Sciences*, **11**, Article No. 791. <https://doi.org/10.3390/brainsci11060791>
- [25] Kola, S. and LaFaver, K. (2022) Updates in Functional Movement Disorders: From Pathophysiology to Treatment Advances. *Current Neurology and Neuroscience Reports*, **22**, 305-311. <https://doi.org/10.1007/s11910-022-01192-9>
- [26] 刘小溪, 聂坤, 张雪竹. 头电针改善脑小血管病患者步态及平衡功能障碍的临床研究[J]. 辽宁中医杂志, 2019, 46(8): 1714-1717. <https://doi.org/10.13192/J.Issn.1000-1719.2019.08.044>