

肱踝脉搏波传导速度与高血压病合并脑卒中相关性的研究进展

南梅梅*, 高学军

延安大学附属医院心脑血管疾病医院神经内科, 陕西 延安

Email: *863119526@qq.com

收稿日期: 2021年8月26日; 录用日期: 2021年9月15日; 发布日期: 2021年9月28日

摘要

脑卒中是全球第二大死亡原因, 是中国和日本的主要死亡原因。其具有多种病理生理机制, 其中动脉粥样硬化是导致高血压病及脑卒中的主要发病机制之一。它的预防是一个主要目标。识别高血压病及脑卒中的发生风险, 特别是通过新的个体化风险因素, 包括大动脉损伤的生物标志物, 如动脉硬化, 是确定适当干预水平的必要条件。因此本文就动脉硬化的测量指标的发展史、病理生理学、其对高血压病及脑卒中的预测价值等方面进行综述。

关键词

脉搏波传导速度, 高血压病, 脑卒中

Research Progress on the Correlation between Brachial and Ankle Pulse Wave Conduction Velocity and Hypertension Complicated with Stroke

Meimei Nan*, Xuejun Gao

Department of Neurology, Cardiovascular Disease Hospital, Yan'an University Hospital, Yan'an Shaanxi

Email: *863119526@qq.com

Received: Aug. 26th, 2021; accepted: Sep. 15th, 2021; published: Sep. 28th, 2021

*通讯作者。

Abstract

Stroke is the second leading cause of death in the world and the leading cause of death in China and Japan. Atherosclerosis is one of the main pathophysiological mechanisms leading to hypertension and stroke. Its prevention is a major goal. Identifying the risk of hypertension and stroke, in particular through new individualized risk factors, including biomarkers of great artery injury, such as arteriosclerosis, is necessary to determine an appropriate level of intervention. This article reviews the development history, pathophysiology, predictive value of atherosclerosis in hypertension and stroke.

Keywords

Pulse Wave Conduction Velocity, Hypertension, Stroke

Copyright © 2021 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

脑卒中是神经系统最常见的疾病, 主要包括缺血性脑卒中和出血性脑卒中两大类, 急性缺血性脑卒中是最常见的脑卒中类型, 占我国脑卒中的 69.6%~70.8% [1] [2]。脑出血的发病率为(12~15)/10 万人/年, 在西方国家中, 脑出血约占所有脑卒中的 15%, 占有住院卒中患者的 10%~30%, 我国脑出血的比例更高, 占脑卒中的 18.8%~47.6% [3] [4] [5] [6]。其发病具有多种病理生理机制, 其中动脉粥样硬化是导致高血压病及脑卒中的主要发病机制之一, 它的预防是一个主要目标。因此识别高血压病及脑卒中的发生风险, 特别是通过新的个体化风险因素, 包括大动脉损伤的生物标志物, 如动脉硬化, 是确定适当干预水平的必要条件。因此本文就动脉硬化的测量指标的发展史、病理生理学、其对高血压病及脑卒中的预测价值进行综述。

2. 动脉硬化测量指标的发展演变

动脉硬化的测量指标主要有脉搏传导速度(PWV), 1922 年, Bramwell 和 Hill 首次报告了人类[7]中 PWV 的测量。将血压计固定在右颈动脉和右桡动脉上, 以确定两个部位的脉搏波时差。动脉长度是通过测量头臂动脉分支到右侧颈总动脉的距离, 并从其到桡动脉的长度减去到颈动脉的长度来确定的。通过这种设置, Bramwell 和 Hill 率先证明 PWV 随着年龄而增加[8]。

1995 年, 一种自动测量颈动脉 - 股动脉间脉冲传输时间(cfPWV)的装置被引入, 使得 cfPWV 的测量更加容易[8]。由于正确记录颈动脉和股动脉波形需要技巧, 而且测量股骨周围的脉搏波会导致受试者精神压力, 因此 cfpwv 的测量尚未被纳入一般临床实践。2007 年欧洲高血压指南将 PWV 列为高血压亚临床靶器官损害的指标。2010 年中国高血压防治指南中二者被列为影响分层的靶器官损害指标[9]。肱 - 踝脉搏波传导速度(baPWV)是作为一个系统动脉僵硬指数开发的, 它提高了可用性, 可以在一般的临床实践中实施。baPWV 方法测量肱动脉和踝关节的脉搏波, 而不是颈动脉和股动脉。血压和脉搏波测量袖带适用于所有人, 便于测量, 不会对受试者造成压力[10] [11] [12]。上臂和脚踝之间的距离是通过身体高度的线性回归来计算的。从而简化了距离测量, 消除了测量误差, 提高了临床实用性。与 cfPWV [7]测量相

比, baPWV 的测量更容易、耗时更少、压力更小。有研究[14]证实无创 baPWV 测量的有效性以及观察者间和观察者内的重现性, 并提示无创 baPWV 是一种可接受的血管损伤标志物。因此, baPWV 在大规模人群血管损伤筛查中具有潜在的应用价值。

3. 动脉硬化病理生理机制

动脉粥样硬化的发生发展包括脂质的浸润、血小板被激活、原位血栓形成、内膜破损、炎症反应、氧化应激反应、血管平滑肌细胞(VSMC)被激活等。动脉有很厚的壁来容纳血液流动和巨大的压力。动脉壁的结构由内膜、中膜和外膜三层组成。内膜由内皮细胞和结缔组织组成, 中膜包含弹性组织和一层厚厚的平滑肌, 外膜由纤维结缔组织组成。动脉的主要功能之一包括血液流动运输氧气供应到组织(即导管功能)。另一个功能是抑制和缓冲血流波动(缓冲功能), 当动脉变硬时, 这一功能就会受到损害。动脉硬化与血管平滑肌和内皮细胞功能的改变有关。血管平滑肌细胞受到多种因素的影响和刺激, 包括细胞机械拉伸、钙信号波动、血管紧张素 II、内皮素、氧化应激和 NO [13] [14] [15] [16]。另一方面, 内皮细胞损伤导致血管舒张剂和缩血管剂物质的产生和分解不平衡, 特别是 NO 和血管紧张素 II 的产生[17], NO 由内皮细胞产生, 一氧化氮具有舒张血管平滑肌的作用, NO 也会导致氧化应激, 导致内皮依赖性扩张受损, 从而增加动脉硬化[18]。动脉粥样硬化的发生主要由巨噬细胞、T 淋巴细胞、肥大细胞、感染等参与启动具有与人类抗原类似的分子模式的致病抗原的免疫应答反应。动脉粥样硬化最严重的并发症是导致血管壁硬化、斑块破裂或血凝块形成导致血管的急性闭塞, 导致心肌梗死或卒中[19]。

4. baPWV 在高血压、脑卒中方面的研究进展

4.1. baPWV 与高血压病的相关性

在中国, 高血压作为心脑血管疾病特别是卒中的首要危险因素, 发病率很高。由于不健康的生活方式转变, 患病率仍在上升。因此, 早期预防高血压对控制心脑血管疾病具有重要意义。早期研究表明, 血压升高或高血压控制不佳可导致动脉硬化增加[20] [21], 而越来越多的证据表明, 动脉硬化增高早于高血压, 在高血压发病机制和血压控制过程中发挥重要作用[18]。Shouling Wu [22]等人测量了没有心肌梗死、卒中、房颤或扑动史、癌症史的 17,862 名参与者的血压和 baPWV 值, 结果显示动脉硬化介导老化与血压呈正相关, 动脉硬化可能先于血压升高。Lee SJ [23]等以 10,360 名韩国成年人作研究对象, 发现即使在新的 2017 ACC/AHA 指南下, baPWV 的大小也与高血压病的发展独立相关, 女性比男性患高血压病的风险更高。康玉华[24]等通过对 278 例高血压患者分组研究发现, 与正常血压组检出率(59.59%)相比, 体位性低血压组和体位性高血压组动脉硬化检出率(80.00%和 86.54%), 由此可见, 血压不稳以及血压过高, baPWV 水平均较血压正常组明显升高。祖强[25]等将 463 名受试者分为高血压组和对照组, 发现高血压组 baPWV 均值高于对照组, 高血压合并心脑血管疾病者 baPWV 高于单纯高血压病者。徐娟[26]等根据血压值将 486 名受试者分为正常血压组和高血压组, 同时测量其 baPWV 值并进行分析, 结果显示: 高血压组的 baPWV 较正常血压组明显增快, 表明高血压对全身动脉的弹性及管壁结构已经产生了不利的影响, 提示高血压病及其并发症的防治不应局限于高血压患者。Huang Z [27]等人通过测量 6552 名参与者的 baPWV 值并将其分为正常正常组、正常高血压组、高 baPWV 组 - 正常组、高 baPWV 组 - 高血压组, 研究 baPWV 与高血压的相关性, 研究表明: 药物降低血压升高与降低 baPWV 升高有关, 并可能延缓高血压患者动脉硬化的进展; 该结果还强调了血压控制对 baPWV 的影响, 证实了 baPWV 变化的已知主要决定因素是血压、心率和年龄。Zhang Y 等人[28]研究结果表明, 在社区成人中, BaPWV 与动脉硬化增加显著相关, 高于或超过平均血压的影响。这些发现为长期血压升高的预后价值提供了越来越多的证据, 并强调了长期稳定血压控制的重要性。综合上述, 对于高血压病患者及急性脑梗死高危人群建议

检查动脉硬化指数, 早期干预高血压病的发生以及其并发症的发生; 而对于已患有高血压病的患者, 不仅要合理的应用降压药物控制血压, 还应该合理地选择具有明显降低动脉硬化的药物延缓和改善血管病变。

4.2. baPWV 与急性缺血性脑卒中的相关性

缺血性脑卒中是目前世界范围内中老年人持续和获得性残疾的主要原因。考虑到人口结构的变化, 急性缺血性脑卒中发生率预计会进一步增加。此外, 中风预计会越来越多地影响年轻患者。因此, 目前预防急性缺血性脑卒中的策略是最重要的, 有研究表明 85% 的中风可能是可以预防的[29]。生活方式的改变以及对危险因素的控制对于中风的预防尤为重要。Wu Y 等人[30]通过对在 2010~2011 年、2012~2013 年和 2014~2015 年期间接受健康检查的 20,310 名受试者进行研究分析, 结果表明: 高 baPWV 合并高血压可增加发生心脑血管事件的风险。baPWV 联合 BP 可能对心脑血管事件的预测价值比单独应用 baPWV 或 BP 更好。Han M 等人[31]通过对 1091 名首次接受 baPWV 检测的急性脑梗死患者进行研究发现: 无论卒中亚型如何, baPWV 在预测急性卒中后长期功能预后方面具有独立的预后价值。这一发现表明, 在急性脑梗死期间, baPWV (一种简单且可替代的测定动脉僵硬度的方法)的测量可能有助于识别不良结果风险增加的个体。Kim YB 等[32]通过研究 1282 例连续的急性缺血性卒中或短暂性脑缺血发作患者, 发现动脉硬化与 SVD 的发病机制有关。baPWV 也可以作为 SVD 的生物标志物。综上所述, baPWV 联合 BP 可能对心脑血管事件的预测价值比单独应用 baPWV 或 BP 更好, 积极控制血压, 改善动脉硬化, 对急性卒中后长期功能预后方面具有独立的预后价值, 从而减少急性缺血性脑卒中患者不良结果风险增加风险。

4.3. baPWV 与急性出血性脑卒中的相关性

自发性(非创伤性)脑出血(ICH)是中风的重要原因, 每年发病率为 24.6/100,000, 占高收入国家中风的 10%, 占低收入和中等收入国家中风的 20%。脑出血通常是由高血压改变或其他血管异常引起的小穿透动脉破裂引起的。其主要病理生理机制包括动脉粥样硬化, 因此积极预防动脉硬化对减少脑出血的发生很重要。毛海艳[33]等人通过对脑卒中患者和健康人群的 baPWV 进行比较, 发现 baPWV 可以定量地反映血管的损伤严重程度, 与健康人群相比, 脑卒中患者的 baPWV 值明显增高, 并且脑出血患者的 baPWV 值更高, 因此脑出血患者及脑梗死患者 baPWV 值存在差异趋势, 故临床治疗也不同, 治疗与本类研究前期结果相同, 首要治疗是强化降压治疗。黄小芳[34]等研究人通过对 111 例急性脑卒中患者病例进行分析, 发现 baPWV 与急性出血性脑卒中的发生独立相关, 可以被作为患者发生脑出血的一个危险预测信号, 以便于指导提前干预。以上均为国内 baPWV 与急性出血性脑卒中相关性的文献, 研究表明 baPWV 与脑出血发生独立相关, baPWV 可以定量反映血管的损伤程度, 早期干预动脉硬化及血压可进一步改善脑出血患者的预后。目前尚未发现国外的相关文献, 因此尚待进一步研究。

无创 baPWV 值便于测量, 不会对受试者造成压力, 与 cfPWV [13]测量相比, baPWV 的测量更容易、耗时更少、压力更小。无创 baPWV 是一种可接受的血管损伤标志物。因此, baPWV 在大规模人群血管损伤筛查中具有潜在的应用价值。虽然目前已有较多文献表明动脉硬化与高血压病急性脑卒中有正相关性, 延缓和逆转动脉粥样硬化是预防高血压病及脑卒中发生及改善预后的重要举措。在一项评估瑞舒伐他汀与阿托伐他汀疗效比较研究中, 将 1039 例心血管疾病患者随机分为两组, 两组患者分别口服瑞舒伐他汀 40 mg/天、阿托伐他汀 80 mg/天, 治疗 14 月后重新测量斑块的体积, 结果表明瑞舒伐他汀的逆转斑块效果优于阿托伐他汀。但仲乐乐等人[35]研究表明中高强度阿托伐他汀可明显改善颅内动脉粥样硬化斑块炎症反应, 也可稳定斑块, 但其逆转斑块的依据不足。毛海艳[33]等人通过研究表明动脉硬化的首要治疗是强化降压治疗。俞红霞等人[36]研究发现左旋氨氯地平联合调脂药物能够进一步提高降压效果, 也可延缓动脉硬化进展。总的来说, 动脉硬化的评估为高血压、脑卒中的病理生理学和预后提供了有价值的

见解。但目前并无确切能够逆转动脉硬化程度的治疗, 所以它也可能作为一个单独的治疗靶点, 尽管这种可能性需要进一步探索。

参考文献

- [1] Wang, W., Jiang, B., Sun, H., Ru, X., Sun, D., Wang, L., *et al.* (2017) Prevalence, Incidence, and Mortality of Stroke in China: Results from a Nationwide Population-Based Survey of 480 687 Adults. *Circulation*, **135**, 759-771. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.116.025250>
- [2] Wang, D., Liu, J., Liu, M., Lu, C., Brainin, M. and Zhang, J. (2017) Patterns of Stroke between University Hospitals and Nonuniversity Hospitals in Mainland China: Prospective Multicenter Hospital-Based Registry Study. *World Neurosurgery*, **98**, 258-265. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2016.11.006>
- [3] Liu, M., Wu, B., Wang, W.Z., Lee, L.-M., Zhang, S.-H. and Kong, L.-Z. (2007) Stroke in China: Epidemiology, Prevention, and Management Strategies. *Lancet Neurology*, **6**, 456-464. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(07\)70004-2](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(07)70004-2)
- [4] van Asch, C.J., Luitse, M.J., Rinkel, G.J., van der Tweel, I., Algra, A. and Klijn, C.J.M. (2010) Incidence, Case Fatality, and Functional Outcome of Intracerebral Haemorrhage over Time, According to Age, Sex, and Ethnic Origin: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Lancet Neurology*, **9**, 167-176. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(09\)70340-0](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(09)70340-0)
- [5] Tsai, C.F., Thomas, B. and Sudlow, C.L. (2013) Epidemiology of Stroke and Its Subtypes in Chinese vs White Populations: A Systematic Review. *Neurology*, **81**, 264-272. <https://doi.org/10.1212/WNL.0b013e31829b9fde3>
- [6] Wu, S., Wu, B., Liu, M., Chen, Z., Wang, W., Anderson, C.S., *et al.* (2019) Stroke in China: Advances and Challenges in Epidemiology, Prevention, and Management. *Lancet Neurology*, **18**, 394-405. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(18\)30500-3](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(18)30500-3)
- [7] Asmar, R., Benetos, A., Topouchian, J., Laurent, P., Pannier, B., Brisac, A.-M., *et al.* (1995) Assessment of Arterial Distensibility by Automatic Pulse Wave Velocity Measurement. Validation and Clinical Application Studies. *Hypertension*, **26**, 485-490. <https://doi.org/10.1161/01.HYP.26.3.485>
- [8] Bramwell, J.C. and Hill, A.V. (1922) Velocity of Transmission of the Pulse Wave. *Lancet*, **199**, 891-892. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(00\)95580-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(00)95580-6)
- [9] 刘力生, 吴兆苏, 朱鼎良, 等. 中国高血压防治指南(2010年修订版) [R]. 北京: 人民卫生出版社, 2011.
- [10] Yamashina, A., Tomiyama, H., Takeda, K., Tsuda, H., Arai, T., Hirose, K., *et al.* (2002) Validity, Reproducibility, and Clinical Significance of Noninvasive Brachial-Ankle Pulse Wave Velocity Measurement. *Hypertension Research*, **25**, 359-364. <https://doi.org/10.1291/hyres.25.359>
- [11] Munakata, M., Nunokawa, T., Ito, N. and Yoshinaga, K. (2001) Clinical Usefulness of Novel Measurement Device for Pulse Wave Velocity in Human. *Journal of Hypertension*, **19**, s23.
- [12] Munakata, M., Ito, N., Nunokawa, T. and Yoshinaga, K. (2003) Utility of Automated Brachial Ankle Pulse Wave Velocity Measurements in Hypertensive Patients. *American Journal of Hypertension*, **16**, 653-657. [https://doi.org/10.1016/S0895-7061\(03\)00918-X](https://doi.org/10.1016/S0895-7061(03)00918-X)
- [13] Ziemann, S.J., Melenovsky, V. and Kass, D.A. (2005) Mechanisms, Pathophysiology, and Therapy of Arterial Stiffness. *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology*, **25**, 932-943. <https://doi.org/10.1161/01.ATV.0000160548.78317.29>
- [14] Dzau, V.J. (1986) Significance of the Vascular Renin-Angiotensin Pathway. *Hypertension*, **8**, 553-559. <https://doi.org/10.1161/01.HYP.8.7.553>
- [15] Yanagisawa, M., Kurihara, H., Kimura, S., Tomobe, Y., Kobayashi, M., Mitsui, Y., Yazaki, Y., Goto, K. and Masaki, T. (1988) A Novel Potent Vasoconstrictor Peptide Produced by Vascular Endothelial Cells. *Nature*, **332**, 411-415. <https://doi.org/10.1038/332411a0>
- [16] Gurtner, G.H. and Burke-Wolin, T. (1991) Interactions of Oxidant Stress and Vascular Reactivity. *American Journal of Physiology-Lung Cellular and Molecular Physiology*, **260**, L207-L211. <https://doi.org/10.1152/ajplung.1991.260.4.L207>
- [17] Matz, R.L., Schott, C., Stoclet, J.C. and Andriantsitohaina, R. (2000) Age-Related Endothelial Dysfunction with Respect to Nitric Oxide, Endothelium-Derived Hyperpolarizing Factor and Cyclooxygenase Products. *Physiological Research*, **49**, 11-18.
- [18] Townsend, R.R., Wilkinson, I.B., Schiffrin, E.L., Avolio, A.P., Chirinos, J.A., Cockcroft, J.R., Heffernan, K.S., Lakatta, E.G., McEnery, C.M., Mitchell, G.F., Najjar, S.S., Nichols, W.W., Urbina, E.M. and Weber, T. (2015) American Heart Association Council on Hypertension. Recommendations for Improving and Standardizing Vascular Research on Arterial Stiffness: A Scientific Statement from the American Heart Association. *Hypertension*, **66**, 698-722.

- <https://doi.org/10.1161/HYP.0000000000000033>
- [19] 苗绘, 朱涛. 脑梗死患者颈动脉粥样硬化与血清超敏 C 反应蛋白水平的相关性分析[J]. 实用心脑血管病杂志, 2012, 20(12): 1929-1930.
- [20] Wu, S., Jin, C., Li, S., Zheng, X., Zhang, X., Cui, L., *et al.* (2019) Aging, Arterial Stiffness, and Blood Pressure Association in Chinese Adults. *Hypertension*, **73**, 893-899. <https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.118.12396>
- [21] Ichihara, A., Hayashi, M., Koura, Y., Tada, Y., Hirota, N. and Saruta, T. (2003) Long-Term Effects of Intensive Blood-Pressure Lowering on Arterial Wall Stiffness in Hypertensive Patients. *American Journal of Hypertension*, **16**, 959-965. [https://doi.org/10.1016/S0895-7061\(03\)01004-5](https://doi.org/10.1016/S0895-7061(03)01004-5)
- [22] Li, S., Chen, W., Srinivasan, S.R. and Berenson, G.S. (2004) Childhood Blood Pressure as a Predictor of Arterial Stiffness in Young Adults. *Hypertension*, **43**, 541-546. <https://doi.org/10.1161/01.HYP.0000115922.98155.23>
- [23] Lee, S.J., Avolio, A., Seo, D.C., Kim, B.S., Kang, J.H., Lee, M.Y., *et al.* (2019) Relationship between Brachial-Ankle Pulse Wave Velocity and Incident Hypertension According to 2017 ACC/AHA High Blood Pressure Guidelines. *Journal of the American Heart Association*, **8**, Article ID: e013019. <https://doi.org/10.1161/JAHA.119.013019>
- [24] 康玉华, 洪云飞, 魏引, 王新楼, 汪艳萍, 杨洪. 老年原发性高血压患者体位性血压变化与动脉硬化相关性分析[J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2020, 22(4): 423-425.
- [25] 祖强. 263 例高血压患者 baPWV 及 ABI 检测结果分析[J]. 河南大学学报(医学版), 2020, 39(1): 20-22.
- [26] 徐娟, 王伟, 陈秋兰, 李晓旋. 升高的血压对动脉弹性变化的影响[J]. 泰山医学院学报, 2020, 41(5): 373-376.
- [27] Huang, Z., Wang, G., Jonas, J.B., Ji, C., Chen, S., Yuan, Y., *et al.* (2021) Blood Pressure Control and Progression of Arteriosclerosis in Hypertension. *Journal of Hypertension*, **39**, 1221-1229. <https://doi.org/10.1097/HJH.0000000000002758>
- [28] Zhang, Y., Bie, L., Li, M., *et al.* (2021) Visit-to-Visit Blood Pressure Variability Is Associated with Arterial Stiffness in Chinese Adults: A Prospective Analysis. *The Journal of Clinical Hypertension*, **23**, 802-812. <https://doi.org/10.1111/jch.14166>
- [29] O'Donnell, M.J., Xavier, D., Liu, L., Zhang, H., Chin, S.L., Rao-Melacini, P., Rangarajan, S., Islam, S., Pais, P., McQueen, M.J., *et al.* (2010) Risk Factors for Ischaemic and Intracerebral Haemorrhagic Stroke in 22 Countries (The INTERSTROKE Study): A Case-Control Study. *Lancet*, **376**, 112-123. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(10\)60834-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(10)60834-3)
- [30] Wu, Y., Zhang, Y., Gao, J., Man, S., Xing, J., Cao, Z., *et al.* (2019) Effect of Brachial-Ankle Pulse Wave Velocity Combined with Blood Pressure on Cardio-Cerebrovascular Events. *Experimental and Therapeutic Medicine*, **18**, 4555-4566. <https://doi.org/10.3892/etm.2019.8149>
- [31] Han, M., Kim, Y.D., Park, H.J., Hwang, I.G., Choi, J., Ha, J., *et al.* (2019) Brachial-Ankle Pulse Wave Velocity for Predicting Functional Outcomes in Patients with Cryptogenic Stroke. *Journal of Clinical Neuroscience*, **69**, 214-219.
- [32] Kim, Y.B., Park, K.Y., Chung, P.W., Kim, J.M., Moon, H.S. and Youn, Y.C. (2016) Brachial-Ankle Pulse Wave Velocity Is Associated with Both Acute and Chronic Cerebral Small Vessel Disease. *Atherosclerosis*, **245**, 54-59. <https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2015.12.006>
- [33] 毛海艳, 杨玉恒, 李更新, 宫进亮, 李敬文, 马桂芬. 脑出血与脑梗死患者 baPWV 及 ABI 的差异比较研究[J]. 河北医科大学学报, 2013, 34(8): 880-883.
- [34] 黄小芳, 黄慧芳, 袁晓虹, 袁航. 臂踝脉搏波传导速度与脑出血、脑梗死的相关性研究[J]. 浙江医学, 2006, 28(4): 255-257, 263.
- [35] 仲乐乐. 高分辨率磁共振血管壁成像技术评价他汀治疗对颅内动脉粥样硬化斑块的作用[D]: [硕士学位论文]. 大连: 大连医科大学, 2019.
- [36] 俞红霞. 左旋氨氯地平联合调脂药物治疗高血压的降压疗效观察[J]. 继续医学教育, 2021, 35(4): 147-148.