

# AMAS系统在评估高血压动脉僵硬中的应用价值

许妍<sup>1</sup>, 王美娟<sup>2</sup>, 於晓平<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>扬州大学医学院, 江苏 扬州

<sup>2</sup>江苏省省级机关医院超声科, 江苏 南京

<sup>3</sup>扬州大学附属医院超声科, 江苏 扬州

收稿日期: 2022年12月27日; 录用日期: 2023年3月1日; 发布日期: 2023年3月6日

## 摘要

目的: 探讨基于超声无创全身动脉僵硬自动测量系统(Automatic Measurement of Arterial Stiffness, AMAS)测得的颈动脉-股动脉脉搏波速度(carotid-femoral pulse wave velocity, cfPWV)在评估高血压患者动脉僵硬度的临床应用。方法: 回顾性分析2020年8月至2022年1月于本院健康管理中心体检的60例高血压患者为高血压组和60例健康体检者作为对照组。根据血压水平分级标准将高血压组分为2组, 1级(轻度)为第1组, 2级(中度)和3级(重度)为第2组。应用同一超声诊断机AMAS测量受试者的cfPWV。比较各组cfPWV、收缩压、舒张压等参数。结果: cfPWV在三组之间的差异有统计学意义( $P < 0.05$ ), cfPWV值随血压增高而增大, 且组间两两比较差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。年龄和收缩压是cfPWV的影响因素, 且年龄和收缩压与cfPWV呈正相关。结论: 通过AMAS检测cfPWV有助于早期发现高血压患者动脉僵硬, 对临床早期干预以及预防心脑血管并发症具有重要意义。

## 关键词

超声无创全身动脉僵硬自动测量系统, 高血压, 颈-股动脉脉搏波速度, 动脉僵硬

# Application Value of AMAS System in Evaluating Arterial Stiffness of Hypertension

Yan Xu<sup>1</sup>, Meijuan Wang<sup>2</sup>, Xiaoping Yu<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Medical College, Yangzhou University, Yangzhou Jiangsu

<sup>2</sup>Department of Ultrasound, Jiangsu Province Official Hospital, Nanjing Jiangsu

<sup>3</sup>Department of Ultrasound, Affiliated Hospital of Yangzhou University, Yangzhou Jiangsu

\*通讯作者。

## Abstract

**Objective:** To investigate the clinical application of carotid femoral pulse wave velocity (cfPWV) measured by ultrasonic non-invasive automatic measurement of arterial stiffness (AMAS) in evaluating arterial stiffness in patients with hypertension. **Methods:** From August 2020 to January 2022, 60 patients with hypertension as the hypertension group and 60 healthy people as the control group were selected from the health management center of our hospital. According to the classification standard of blood pressure level, the hypertension group was divided into two groups, grade 1 (mild) was the first group, grade 2 (moderate) and grade 3 (severe) was the second group. The same ultrasound diagnostic machine AMAS was used to measure the cfPWV of subjects. The parameters such as cfPWV, systolic blood pressure and diastolic blood pressure were compared. **Results:** The difference of cfPWV among the three groups was statistically significant ( $P < 0.05$ ). The value of cfPWV increased with the increase of blood pressure, and the difference between the two groups was statistically significant ( $P < 0.05$ ). Age and systolic blood pressure are the influencing factors of cfPWV, and age and systolic blood pressure are positively correlated with cfPWV. **Conclusion:** The detection of cfPWV by AMAS is helpful for early detection of arterial stiffness in patients with hypertension, and is of great significance for early clinical intervention and prevention of cardiovascular and cerebrovascular complications.

## Keywords

Ultrasonic Non-Invasive Automatic Measurement of Arterial Stiffness, Hypertension, Carotid-Femoral Pulse Wave Velocity, Arterial Stiffness

Copyright © 2023 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

高血压是全球最普遍的疾病之一，也是心脑血管并发症最重要的危险因素之一[1]。高血压患者随着血压持续增高会导致血管内皮细胞损害，使得血压的调节机制破坏，进而导致靶器官的损害。

近年来，人们非常重视动脉僵硬在心血管疾病发展中的作用。事实上，动脉僵硬度的评估越来越多地用于临床。脉搏波速度(pulse wave velocity, PWV)的测量通常被认为是确定动脉硬度的最简单、无创、稳健且可重复的方法。颈动脉-股动脉脉搏波速度(carotid-femoral pulse wave velocity, cfPWV)是一种直接测量的方法，它对应于目前被广泛接受的动脉系统传播模型，可直接反映主动脉搏的僵硬程度，且临床相关性最好，现已被认为是评估动脉僵硬度的“金标准”[2]。

目前广泛应用于临床实践的无创 PWV 测量方法包括血管回声跟踪技术[3] [4] [5]，超高速成像技术[6]，而这两种技术测量 PWV 准确性及可重复性有待考究。有研究发现，超声无创全身动脉僵硬自动测量系统(Automatic Measurement of Arterial Stiffness, AMAS)测量 cfPWV 具有较好的准确性和可重复性，且操作简便，可为临床提供一种无创、快速、可靠的动脉僵硬评价方法[7] [8]。本研究将 cfPWV 作为评估血管结构和功能变化的重要指标，探讨基于 AMAS 测得的 cfPWV 值对评估高血压患者动脉僵硬度的临床应用，同时为有效控制高血压及预防心脑血管等其他疾病提供一定的临床参考价值。

## 2. 资料与方法

本研究经扬州大学附属医院伦理委员会审批通过，所有受试者均签署了知情同意书。

### 2.1. 临床资料

回顾性分析 2020 年 8 月至 2022 年 1 月于扬州大学附属医院健康管理中心体检的 60 例高血压患者为高血压组，其中男性 28 例，女性 32 例，年龄 30~83 岁，平均年龄  $54.85 \pm 12.34$  岁。根据 2018 年修订版中国高血压病防治指南的规定：收缩压  $\geq 140$  mmHg，和(或)舒张压  $\geq 90$  mmHg 的患者诊断为高血压。根据血压水平分级标准：1 级(轻度)：140~159/90~99 mmHg；2 级(中度)：160~179/100~109 mmHg；3 级(重度)： $\geq 180/110$  mmHg [9]将高血压患者分为 2 组，1 级(轻度)为第 1 组，2 级(中度)和 3 级(重度)为第 2 组。排除标准：年龄  $< 25$  岁或  $> 85$  岁、继发性高血压、糖尿病及各种器质性病变。同时在扬州大学附属医院健康管理中心选择 60 例健康体检者作为对照组，其中男性 31 例，女性 29 例，年龄 30~76 岁，平均年龄  $52.15 \pm 10.68$  岁。

### 2.2. 检查方法

#### 2.2.1. 血压的测量

受检者在适宜环境内静坐 10 min 后，使用标准台式水银血压计，测量左上肢肱动脉血压，间隔 5 min 测 1 次，测 3 次取平均值，记录受检者收缩压和舒张压。

#### 2.2.2. 动脉僵硬度的测定

本研究使用飞依诺(VINNO G55, 中国苏州)彩色多普勒超声诊断仪，内置 AMAS 系统，配置 X4-12L 线阵探头，频率 4~12 MHz。由同一名超声科专职医师对受试者的 cfPWV 进行测定，以作为评估大动脉弹性的指标。嘱受检者检查前 3 小时内不要喝咖啡或吸烟，休息 10 min 后，取仰卧位并连接心电导联，确认心电图连接无误后选定动脉频谱模式，将线阵探头置于受试者右侧颈总动脉和股动脉波动最明显处，调节探头使波形清晰后采集 15~20 个心动周期，并储存动态频谱图像；测量颈总动脉和股动脉波动最明显处两点之间的体表距离，记作颈股距离  $L$ ，并输入机器；调出存储的图像进行自动测量。脉搏波传导至颈总动脉和股动脉的起始时间差值( $\Delta T = T_2 - T_1$ )，AMAS 系统使用公式  $\text{cfPWV (m/s)} = L/\Delta T$  [2]自动计算出 cfPWV 值，2012 年的欧洲专家共识[10]推荐将  $L \times 0.8$  作为日常实践的标准距离，AMAS 系统在计算过程中已自动将  $L \times 0.8$  进行校正。cfPWV 越快表明动脉的顺应性越差，僵硬程度越高。

### 2.3. 统计学方法

采用 SPSS 25.0 统计软件进行数据分析。计量资料以均数  $\pm$  标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示，计数资料使用频数表示。数据分布的正态分布采用 Kolmogorov-Smirnov 检验。采用单因素方差分析(ANOVA)对正态分布的连续数据进行分析。采用 Kruskal-Wallis 分析方法对非正态分布数据进行分析。用 Pearson 相关系数研究 cfPWV 与性别、年龄、BMI、收缩压、舒张压、颈股距离之间的相关性，随后采用多重线性回归进行进一步分析。以  $P < 0.05$  为差异具有统计学意义。

## 3. 结果

### 3.1. 各参数之间的比较

对照组与第 1 组、第 2 组之间在性别、年龄和颈股距离的差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。第 1 组和第 2 组的 BMI 明显高于对照组，但 BMI 在第 1 组和第 2 组之间无统计学差异。

对照组与第 1 组、第 2 组之间在收缩压、舒张压和 cfPWV 的差异均有统计学意义( $P < 0.05$ ), cfPWV 随血压水平的增高而增大, 且组间两两比较差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。见表 1。

**Table 1.** Comparison of subjects' parameters

**表 1.** 受试者各参数的比较

分组	n	性别(男/女, n)	年龄(岁)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	收缩压 (mmHg)	舒张压 (mmHg)	颈股距离 (cm)	cfPWV (cm/s)
对照	60	31/29	52.15 ± 10.68	21.18 ± 1.64 <sup>*#</sup>	107.96 ± 11.92 <sup>*#</sup>	72.03 ± 8.20 <sup>*#</sup>	58.50 ± 2.51	6.21 ± 0.50 <sup>*#</sup>
第 1 组	30	16/14	52.63 ± 13.77	25.00 ± 3.63	137.73 ± 5.34 <sup>#</sup>	86.93 ± 7.42 <sup>#</sup>	59.28 ± 3.84	7.37 ± 0.93 <sup>#</sup>
第 2 组	30	12/18	57.06 ± 10.51	25.25 ± 3.51	156.53 ± 21.35 <sup>*</sup>	100.93 ± 11.44 <sup>*</sup>	58.86 ± 3.99	9.29 ± 1.70 <sup>*</sup>
P 值		0.244	0.148	0.000	0.000	0.000	0.562	0.000

1 mmHg = 0.133 kPa; \*表示与第 1 组比较  $P < 0.05$ ; #表示与第 2 组比较  $P < 0.05$ 。

### 3.2. 高血压组各个参数与 cfPWV 的相关性分析

高血压组性别、年龄与 cfPWV 呈正相关( $r = 0.320, 0.330, P = 0.013, 0.010$ ); 收缩压与 cfPWV 呈正相关( $r = 0.536, P = 0.000$ )。对高血压组患者各参数进行多元线性回归分析结果显示, 年龄、收缩压是 cfPWV 的影响因素( $P < 0.05$ )。见表 2。

**Table 2.** Regression analysis of various parameters in patients with hypertension

**表 2.** 高血压组患者各项参数的回归分析

变量	未标准化系数		标准化系数	t	显著性
	B	Sx	Beta		
常数	0.080	4.926		0.016	0.987
性别	0.253	0.490	0.077	0.517	0.607
年龄	0.039	0.017	0.302	2.234	0.030
BMI	-0.047	0.055	-0.102	-0.858	0.395
收缩压	0.043	0.011	0.491	3.928	0.000
舒张压	0.027	0.019	0.196	1.439	0.157
颈股距离	-0.032	0.067	-0.079	-0.483	0.632

因变量: cfPWV。

## 4. 讨论

高血压是心血管疾病和过早死亡的主要原因。早期发现高血压及其后果的新方法可以减少由未控制的高血压引起的并发症[11]。长期的血压升高导致动脉血管结构与功能的改变是导致心、脑、肾等靶器官损害的病理学基础[12]。目前 cfPWV 已被认为是评估动脉僵硬度的“金标准”, 因此通过检测 cfPWV 的变化可用于早期发现动脉的结构与功能的变化, 从而更好地评估高血压患者动脉结构与功能的变化, 进而能够为临床在预防、治疗以及评估疗效等方面提供一定的临床参考价值[13]。

人体左心室收缩产生脉搏波, 并沿动脉树向外周传播, 动脉管壁弹性越好, 脉搏波传播的速度越慢, 相反, 管壁越僵硬, 脉搏波传播的速度也就越快[14]。本研究发现 cfPWV 在三组之间均有统计学差异,

cfPWV 值随血压水平的增高而增大,且组间两两比较差异均有统计学意义。这与许多研究者的研究结果是基本一致的[13][15]。这表明随着血压水平持续增加,发生动脉结构和功能损伤的可能性越大,动脉管壁硬度越大,脉搏波传播的速度越快,cfPWV 值也就越大。由此可见该研究发现与动脉硬化病理过程是相符合的。

Cecelja 等[16]关于 PWV 的综述分析认为,cfPWV 主要与年龄及血压有关,与经典的动脉硬化因素如性别、吸烟及血脂无关。本研究高血压组各个参数与 cfPWV 的相关性分析发现年龄和收缩压是 cfPWV 的影响因素,并且年龄和收缩压与 cfPWV 呈正相关。可能是由于年龄的增长导致血管的衰老,此时血管弹性减低,对动脉血压的调节作用明显减弱,进一步导致血压的升高。同时血压的升高也在破坏着动脉结构和功能,进而导致血管硬化。李雅婷等[13]将高血压组患者按脉压水平进行分组后发现 cfPWV 值随脉压水平的增高而增大;同时多元线性回归分析发现,脉压是 cfPWV 的影响因素。这是由于其入组患者多为收缩压显著增高导致患者脉压增大,在进行分析时收缩压与脉压产生交互作用,统计软件自动将收缩压这一影响因素剔除在外,实际上其结果与本研究结果大致相符。

本研究存在一定局限性:本研究仅在单中心、单一病种间进行,存在样本量少的问题,同时高血压患者通常会合并糖尿病等疾病,后续还需在多中心、多种疾病患者中深入进行其临床实用性评价。

综上所述,本研究结果显示,通过 AMAS 检测 cfPWV 有助于早期发现高血压患者动脉结构和功能的改变,对临床早期干预以及预防心脑血管并发症具有重要意义。

## 参考文献

- [1] Kostov, K. (2021) The Causal Relationship between Endothelin-1 and Hypertension: Focusing on Endothelial Dysfunction, Arterial Stiffness, Vascular Remodeling, and Blood Pressure Regulation. *Life*, **11**, Article No. 986. <https://doi.org/10.3390/life11090986>
- [2] Laurent, S., Cockcroft, J., Van Bortel, L., et al. (2006) Expert Consensus Document on Arterial Stiffness: Methodological Issues and Clinical Applications. *European Heart Journal*, **27**, 2588-2605. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehl254>
- [3] Han, W., Liu, J., Liu, Z. and Zhu, X. (2020) Echo-Tracking Technique in Ultrasonography Can Monitor Changes in Carotid Artery Elastic Function at Early Stage of Intensity-Modulated Radiation Therapy for Nasopharyngeal Carcinoma. *Medical Science Monitor*, **26**, e926260. <https://doi.org/10.12659/MSM.926260>
- [4] Gu, W., Wu, J., Pei, Y., Ji, J., Wu, H. and Wu, J. (2021) Evaluation of Common Carotid Stiffness via Echo Tracking in Hypertensive Patients Complicated by Acute Aortic Dissection. *Journal of Ultrasound in Medicine*, **40**, 929-936. <https://doi.org/10.1002/jum.15466>
- [5] Mantha, S., Tripuraneni, S.L., Fleisher, L.A. and Roizen, M.F. (2020) Use of Common Carotid Intima-Media Thickness Measured by Ultrasound Echo-Tracking in Cardiovascular Risk Stratification before Noncardiac Surgery in Low-Risk Category: A Research Idea. *A & A Practice*, **14**, 166-169. <https://doi.org/10.1213/XAA.0000000000001166>
- [6] Pan, F.-S., Yu, L., Luo, J., et al. (2018) Carotid Artery Stiffness Assessment by Ultrafast Ultrasound Imaging: Feasibility and Potential Influencing Factors. *Journal of Ultrasound in Medicine*, **37**, 2759-2767. <https://doi.org/10.1002/jum.14630>
- [7] Wang, Z., Wang, D., Han, M., et al. (2021) A Novel Methodology for Semi-Automatic Measurement of Arterial Stiffness by Doppler Ultrasound: Clinical Feasibility and Reproducibility. *Ultrasound in Medicine and Biology*, **47**, 1725-1736. <https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2021.03.004>
- [8] 杨勇, 梁潇, 杜京奚, 曹铁生, 王臻. 基于脉搏波传播速度的动脉僵硬度超声自动测量新方法[J]. *中华超声影像学杂志*, 2022, 31(7): 579-584.
- [9] 中国高血压防治指南 2018 年修订版[J]. *心脑血管病防治*, 2019, 19(1): 1-44.
- [10] Van Bortel, L.M., Laurent, S., Boutouyrie, P., et al. (2012) Expert Consensus Document on the Measurement of Aortic Stiffness in Daily Practice Using Carotid-Femoral Pulse Wave Velocity. *Journal of Hypertension*, **30**, 445-448. <https://doi.org/10.1097/HJH.0b013e32834fa8b0>
- [11] Wexler, Y., Avivi, I., Barak Lanciano, S., et al. (2021) Familial Tendency for Hypertension Is Associated with Increased Vascular Stiffness. *Journal of Hypertension*, **39**, 627-632. <https://doi.org/10.1097/HJH.0000000000002704>
- [12] GBD 2015 Risk Factors Collaborators (2016) Global, Regional, and National Comparative Risk Assessment of 79 Be-

- 
- havioural, Environmental and Occupational, and Metabolic Risks or Clusters of Risks, 1990-2015: A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. *Lancet*, **388**, 1659-1724.  
[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)31679-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)31679-8)
- [13] 李雅婷, 杨斌, 王玉春, 田付丽. 超声全身动脉僵硬度自动测量系统测量高血压患者动脉脉搏波速度的价值[J]. 医学研究生学报, 2021, 34(7): 736-739.
- [14] Chirinos, J.A., Segers, P., Hughes, T. and Townsend, R. (2019) Large-Artery Stiffness in Health and Disease: JACC State-of-the-Art Review. *Journal of the American College of Cardiology*, **74**, 1237-1263.  
<https://doi.org/10.1016/j.jacc.2019.07.012>
- [15] 李宏波, 王晗, 殷立平, 黄辉, 栾云, 张芹, 赵淳. 极速成像技术测定高血压患者的脉搏波传导速度及相关影响因素[J]. 中华高血压杂志, 2017, 25(5): 477-481.
- [16] Cecelja, M. and Chowienczyk, P. (2009) Dissociation of Aortic Pulse Wave Velocity with Risk Factors for Cardiovascular Disease Other Than Hypertension: A Systematic Review. *Hypertension*, **54**, 1328-1336.  
<https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.109.137653>