

❖ 心脏、血管影像学

Evaluation of arterial pulse wave velocity in patients with coronary slow flow using ultrafast imaging

MENG Pingping¹, LI Dongdong¹, ZHU Dan¹, WANG Yong², WANG Yonghuai¹,
ZHANG Weixin¹, MA Chunyan^{1*}, YANG Jun¹

(1. Department of Cardiovascular Ultrasound, 2. Department of Cardiology,
the First Hospital of China Medical University, Shenyang 110001, China)

[Abstract] **Objective** To access the carotid arterial pulse wave velocity (PWV) in patient with coronary slow flow (CSF) with ultrafast imaging (UF). **Methods** Thirty-four patients with CSF (CSF group) and forty healthy people (control group) were recruited. Routine carotid ultrasonography was performed to measure carotid artery inner diameter (D), intima-media thickness (IMT) and peak systolic velocity (PSV), and carotid arterial PWVs were measured by UF, including the beginning of systolic (BS) value and end of systolic (ES) value. **Results** The BS and ES in CSF group were significantly higher than those in control group (both $P < 0.05$), while there were no significant statistical differences of D, IMT and PSV between the two groups (all $P > 0.05$). **Conclusion** BS and ES increases in CSF patients, suggesting that CSF may be an early sign of atherosclerosis. And UF technology can be served as an accurate and sensitive diagnostic imaging modality in detection of early atherosclerosis.

[Key words] Ultrasonography; Ultrafast imaging; Pulse wave velocity; Coronary vessels; Atherosclerosis

DOI:10.13929/j.1003-3289.201606091

超声极速成像技术评价冠状动脉慢血流患者 颈动脉脉搏波传导速度

孟平平¹, 李东东¹, 朱丹¹, 王永², 王永槐¹, 张维辛¹, 马春燕^{1*}, 杨军¹

(1. 中国医科大学附属第一医院心血管超声科, 2. 心血管内科, 辽宁 沈阳 110001)

[摘要] **目的** 采用超声极速成像技术(UF)评价冠状动脉慢血流(CSF)患者颈动脉脉搏波传导速度(PWV)。 **方法** 收集临床诊断为 CSF 的患者 34 例(CSF 组)和 40 例健康者(对照组), 进行颈动脉超声检查, 测量颈总动脉的内径(D)、内-中膜厚度(IMT)及收缩期峰值血流速度(PSV), 同时采用 UF 技术测量颈总动脉前壁收缩起始时和结束时 PWV(BS 和 ES)。 **结果** CSF 组的 BS 和 ES 均大于对照组(P 均 < 0.05), 而 D、IMT 及 PSV 差异均无统计学意义(P 均 > 0.05)。 **结论** CSF 患者的 BS 和 ES 增大, CSF 可能是动脉硬化的早期表现。 UF 技术可准确、敏感检测早期动脉硬化。

[关键词] 超声检查; 极速成像; 脉搏波传导速度; 冠状血管; 动脉粥样硬化

[中图分类号] R543.3; R445.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1003-3289(2017)01-0017-04

冠状动脉慢血流(coronary slow flow, CSF)指冠

状动脉造影显示冠状动脉无明显狭窄, 但血流速度减慢的现象^[1]。研究^[2-3]表明 CSF 可导致心脏功能减低, 因此 CSF 越来越受到关注。目前, CSF 的发病机制尚不明确, 有研究^[4-5]认为 CSF 可能是冠状动脉硬化的早期现象。极速成像(ultrafast imaging, UF)技术是近年发展起来的一项超声新技术, 可通过检测颈动脉脉搏波传导速度(pulse wave velocity, PWV)

[基金项目] 国家自然科学基金(81401413)。

[第一作者] 孟平平(1991—), 女, 辽宁葫芦岛人, 在读硕士。研究方向: 超声极速成像技术的临床应用。E-mail: meng_pp6@163.com

[通信作者] 马春燕, 中国医科大学附属第一医院心血管超声科, 110001。E-mail: mcye_echo@163.com

[收稿日期] 2016-06-19 **[修回日期]** 2016-10-12

早期评价动脉硬化^[6]。本研究采用 UF 技术检测 CSF 患者颈动脉 PWV,探讨其与动脉硬化的关系。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集 2015 年 1 月—10 月因胸痛来我院就诊,可疑冠状动脉性心脏病并接受冠状动脉造影的患者 34 例(CSF 组),男 16 例,女 18 例,年龄 42~69 岁,平均(56.1±6.3)岁。纳入标准:冠状动脉造影术显示冠状动脉狭窄<40%;②至少有 1 支冠状动脉血流 TIMI 2 级(对比剂充盈至冠状动脉末端所需时间≥3 个心动周期)或校正的 TIMI 帧计数(cTFC)>27 帧(影像采集速度 30 帧/秒)^[7]。排除标准:①既往有冠状动脉介入治疗病史的患者;②有以下病史的患者:高血压、高血脂、糖尿病、心肌梗死、冠状动脉夹层、冠状动脉瘤样扩张、心肌桥、心脏瓣膜病、先天性心脏病、心律失常、负荷运动试验阳性、慢性阻塞性肺疾病、肺源性心脏病、肝肾功能不全、甲状腺功能异常、自身免疫性疾病、急慢性血管炎性疾病。

选择同期年龄和性别匹配的健康志愿者 40 名作为对照组,男 17 名,女 23 名,年龄 43~69 岁,平均(54.0±6.2)岁。本研究通过医院伦理委员会批准,所有患者均签署知情同意书。

1.2 仪器与方法

1.2.1 冠状动脉造影 采用 Philips ALLV2a Xper FD10 DSA 机,采用标准 Judkins 法经桡动脉或股动脉路径行多体位冠状动脉造影,图像采集速度 30 帧/秒,观察冠状动脉狭窄程度。采用 TIMI 血流记帧法(TFC),计数对比剂开始充盈冠状动脉至到达其远端标记处的帧数。由于左前降支(left anterior descending branch, LAD)较长,参考 Gibson 方法将其 TIMI 帧数除以 1.7,得到校正帧数(cTFC)。至少有 1 支冠状动脉血流 TIMI 2 级(对比剂充盈至冠状动脉末端所需时间≥3 个心动周期)或 cTFC>27 帧诊断为 CSF^[7]。

1.2.2 颈动脉超声检查 采用声科 Aixplorer 超声诊断仪,配有 UF 功能,SL-10-2 探头,频率 2~10 MHz。嘱患者取仰卧位,充分暴露颈部,选取双侧颈总动脉远

端(距颈动脉分叉部 2.0 cm)进行二维超声和脉冲多普勒检查,采用 UF 技术检查颈总动脉前壁 PWV,并存储图像。CSF 组患者在 DSA 术后 72 h 内完成颈动脉超声检查。

常规超声测量颈总动脉收缩末内径(diameter, D)、内-中膜厚度(intima-media thickness, IMT)和收缩期峰值血流速度(peak systolic velocity, PSV);采用 UF 技术测量颈总动脉前壁收缩起始时速度(beginning of systolic, BS)和收缩结束时速度(end of systolic, ES),分别代表不同时相的 PWV。所有参数均测量双侧颈总动脉,分别测量 3 次,并计算平均值作为最终值。

1.3 重复性检验 从所有研究对象中随机选择 10 人,由 2 名医师重复测量颈动脉 BS 和 ES,然后由其中 1 名医生间隔 2 周再次测量,计算观察者间及观察者内的差异,计算方法为:两次测量的平均值之差/两次测量的平均值×100%,评价其测量重复性。

1.4 统计学分析 采用 SPSS 17.0 统计分析软件,计数资料以频数及百分率表示,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,两组间计量资料比较采用独立样本 *t* 检验,计数资料的比较采用 χ^2 检验, *P*<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

CSF 组和对照组临床资料差异无统计学意义(*P*均>0.05),见表 1。CSF 组 cTFC 为 25~73 帧,平均(38.17±10.07)帧,其中 1 支冠脉受累 3 例,2 支冠脉受累 11 例,3 支受累 20 例。

与对照组比较,CSF 组常规超声测量参数 D、IMT 及 PSV 差异均无统计学意义(*P*均>0.05)。CSF 组 BS 和 ES 均大于对照组,差异有统计学意义(*P*均<0.05),见表 2、图 1。

重复性检验结果显示 BS 观察者间差异为(8.15±2.35)%,观察者内差异为(4.45±1.35)%;ES 观察者间差异为(8.65±2.45)%,观察者内差异为(4.24±1.75)%。

表 1 CSF 组和对照组临床资料比较($\bar{x} \pm s$)

组别	年龄 (岁)	性别 (男/女,例)	体质量指数 (kg/m ²)	吸烟史 [例(%)]	甘油三酯 (mmol/L)	血清总胆固醇 (mmol/L)	高密度脂蛋白 (mmol/L)	低密度脂蛋白 (mmol/L)	空腹血糖 (mmol/L)
CSF 组	56.1±6.3	16/18	24.40±2.21	6(17.65)	1.32±0.70	4.19±0.82	1.11±0.29	2.53±0.77	5.29±0.52
对照组	54.0±6.2	17/23	23.43±2.08	8(20.00)	1.12±0.43	4.55±0.79	1.23±0.36	2.80±0.55	5.11±0.40
<i>t</i> / χ^2 值	-1.493	0.001	-1.949	0.066	-1.547	1.926	1.612	1.759	-1.703
<i>P</i> 值	0.140	0.694	0.055	0.797	0.126	0.058	0.111	0.083	0.093

表 2 CSF 组和对照组颈动脉参数比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	D (mm)	PSV (cm/s)	IMT (mm)	BS (m/s)	ES (m/s)
CSF 组 (n=34)	6.29±0.80	74.79±14.04	0.56±0.08	6.11±1.63	8.70±1.92
对照组 (n=40)	6.55±0.77	75.94±13.27	0.55±0.13	5.37±1.07	7.52±1.73
t 值	1.440	0.362	-0.377	-2.344	-2.756
P 值	0.154	0.719	0.707	0.022	0.007

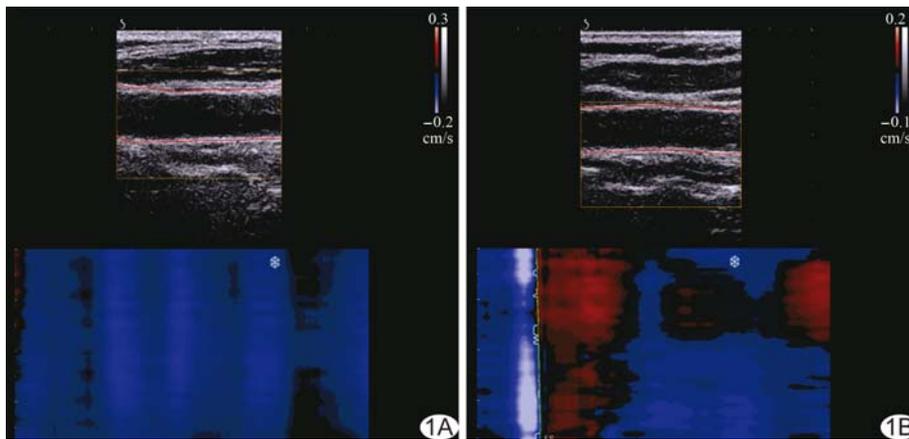


图 1 UF 技术测量颈动脉前壁 ES 和 BS CSF 组(A)的 BS 和 ES 均大于对照组(B)

3 讨论

CSF 是指冠脉造影发现冠状动脉“正常”或“接近正常”,但冠状动脉末端血流充盈减慢的现象^[1]。因 CSF 患者冠状动脉狭窄小于 40%,临床较少关注。但 80% 的 CSF 患者可反复发作胸痛,20% 的患者预后不良^[8]。笔者前期研究^[2-3]结果也表明 CSF 患者的左心室舒张和收缩功能、右心室舒张功能及左右心房舒张功能均减低,提示 CSF 可导致心脏功能损伤。因此 CSF 应受到临床医生的重视并积极治疗。但 CSF 发病机制尚不明确,治疗方案亦不统一。随着血管内超声的进展,研究^[9-10]显示 CSF 患者的冠状动脉已发生弥漫性动脉粥样硬化,冠状动脉血管壁增厚,管壁弹性减低,僵硬增加,导致血流灌注速度减慢,认为 CSF 可能与早期动脉粥样硬化有关。因此,明确 CSF 与动脉硬化的关系,对于制定临床治疗方案具有重要意义。

PWV 是指脉搏波在动脉系统的两个既定点之间的传播速度,传播的速度越快,说明血管管壁越僵硬,弹性、顺应性及扩张性下降。动脉硬化的发病机制是血管内皮损伤,脂质沉积,导致内膜增厚,斑块形成;管壁中层纤维组织增生,导致管壁僵硬增加、血管壁弹性减低及扩张度下降。临床常应用 IMT 反映血管壁结构的变化,而 PWV 反映血管壁弹性功能改变。既

往研究^[6,11-12]多采用光电传感器或压力感受器记录容积脉搏波信号或压力波信号的方法测量 PWV,如肱-踝 PWV、颈-股 PWV、颈-桡 PWV,或采用血管回声跟踪等技术进行测量。目前临床最常用肱-踝 PWV 评价早期动脉硬化。但肱-踝 PWV 的测量存在一定的局限性,如距离估测存在误差、不能区分大小血管及仅能测量体表及可触及的血管、操作繁琐等缺点,特别是对于肥胖的患者。

超声 UF 技术是近年来快速发展的一项新技术,其采用脉冲多普勒和彩色多普勒原理获取脉搏波信号,采集帧频可达 20 000 帧/秒,在 2 s 内记录血管壁的脉搏波传播细节并以距离/时间快速处理,获得血管前壁收缩起始

时和收缩结束时 PWV(BS 和 ES),评价血管管壁的扩张性及僵硬度^[6]。UF 技术具有采集和处理数据速度快、血管距离固定等优点,测量 PWV 更加简便、快速、准确、客观^[6,10]。有研究^[12-15]表明 UF 可准确、敏感评价早期动脉硬化。因此,本研究采用 UF 技术评价 CSF 患者动脉硬化情况。

本研究排除了年龄、性别、体质量指数、吸烟史及高血压、高血脂、糖尿病等影响,结果显示 CSF 患者的 BS 和 ES 较对照组均增大($P < 0.05$),提示 CSF 患者的颈动脉血管管壁的扩张度和僵硬度增加,弹性下降。而 CSF 组与对照组比较,颈动脉 IMT 无明显增厚,D、PSV 无明显增加,提示 UF 测量 PWV 可较二维超声测量 IMT、D 及 PSV 更敏感地检测早期动脉硬化,且 UF 技术测量参数差异小,具有满意的可重复性。

本研究的局限性:①未对影响动脉硬化的吸烟、高血脂、高血糖、高血压等进行多因素分析,未对年龄进行分层研究;②未根据 CSF 的严重程度分层进行研究;③样本量较少,需扩大样本量进一步研究。

综上所述,CSF 患者颈动脉 BS 和 ES 增大,CSF 可能是早期动脉硬化的表现。UF 测量 PWV 较常规测量 IMT 可更敏感、准确地评价早期动脉硬化,具有重要的临床应用价值。

[参考文献]

- [1] Tambe AA, Demany MA, Zimmerman HA, et al. Angina pectoris and slow flow velocity of dye in coronary arteries—A new angiographic finding. *Am Heart J*, 1972, 84(1):66-71.
- [2] Wang Y, Ma C, Zhang Y, et al. Assessment of left and right ventricular diastolic and systolic functions using two-dimensional speckle-tracking echocardiography in patients with coronary slow-flow phenomenon. *PLoS One*, 2015, 10(2):e0117979.
- [3] Wang Y, Zhang Y, Ma C, et al. Evaluation of left and right atrial function in patients with coronary slow-flow phenomenon using two-dimensional speckle tracking echocardiography. *Echocardiography*, 2016, 33(6):871-880.
- [4] Guray U, Guray Y, Yilmaz MB, et al. Aortic pulse pressure and aortic pulsatility in patients with coronary slow flow. *Cardiology*, 2007, 107(4):233-238.
- [5] 张虹, 张萍. 冠状动脉慢血流发生机制的研究进展. *中国医药指南*, 2012, 10(9):377-379.
- [6] 张熙. 极速成像平台令超声技术焕发新的生命. *中国医疗设备*, 2015, 30(7):179.
- [7] Gibson CM, Cannon CP, Daley WL, et al. TIMI frame count: A quantitative method of assessing coronary artery flow. *Circulation*, 1996, 93(5):879-888.
- [8] Hawkins BM, Stavrakis S, Rousan TA, et al. Coronary slow flow—prevalence and clinical correlations. *Circ J*, 2012, 76(4):936-942.
- [9] Blacher J, Asmar R, Djane S, et al. Aortic pulse wave velocity as a marker of cardiovascular risk in hypertensive patients. *Hypertension*, 1999, 33(5):1111-1117.
- [10] Messas E, Pernot M, Couade M. Arterial wall elasticity: State of the art and future prospects. *Diagn Interv Imaging*, 2013, 94(5):561-569.
- [11] 任亚娟, 肖沪生, 徐智章, 等. 联合运用多普勒探头与脉搏波传感器检测脉搏波传导速度的可行性. *中国医学影像技术*, 2012, 28(3):470-473.
- [12] 邱兰燕, 钱林学, 刘冬, 等. 极速成像技术检测的脉搏波传导速度与颈动脉硬化相关性的研究. *中华超声影像学杂志*, 2014, 23(3):203-205.
- [13] 章志玲, 刘秋玲, 王云霞, 等. 动脉硬化早期检测临床研究. *中国心血管病研究杂志*, 2014, 12(2):125-129.
- [14] 张蕾, 勇强, 程虹, 等. 超声极速成像技术评价维持性血液透析患者颈动脉脉搏波传导速度的临床研究. *中国血液净化*, 2015, 14(4):216-218.
- [15] 姬永浩, 艾红, 顿国亮, 等. 超声评价原发性高血压不同危险性分层颈动脉弹性. *中国医学影像技术*, 2015, 31(10):1532-1535.

《CT/MR/DSA/乳腺技师业务能力考评全真模拟与精解》出版发行

由南京军区南京总医院王骏主编的《CT/MR/DSA/乳腺技师业务能力考评全真模拟与精解》一书出版发行。该书针对全国医用设备使用人员(CT/MR/DSA/乳腺技师)业务能力考评专门编写了近 3000 道题的全真模拟及精解,根据全国统考的特点,采用标准化五选一的格式作为最佳选择题,以及选择二个答案以上的多选题。旨在通过一定量的试题自测衡量使用人员对本专业知识掌握的程度,从中找出自己的薄弱环节。在每一套试卷之后均备有答案及解析,以提供给使用人员更多的知识点。该书不仅是全国医用设备使用人员(CT/MR/DSA/乳腺技师)业务能力考评的专用书,同时也是职称考试、入院前准入制考试、三基考试及在校考生考试的必备考试类用书。

欲购此书者,敬请将 85 元(普通寄免邮费,需特快者加 20 元)寄至:南京三牌楼新门口 4 号 7 幢 402 室 王骏,邮编:210003,敬请在留言栏中注明书名和您的手机号便于联系。

