

瞬时波强技术联合超声评价 2 型糖尿病患者 桡动脉弹性及结构异常

李 婷 张宇虹 苏本利

摘 要 **目的** 探讨瞬时波强技术联合超声评价 2 型糖尿病患者桡动脉弹性及结构的临床应用价值。**方法** 选取 84 例 2 型糖尿病患者并可根据病程分为两组, A 组(病程 ≤ 10 年)42 例, B 组(病程 >10 年)42 例, 另选取 42 例健康志愿者为正常对照组。应用瞬时波强技术分别检测各组桡动脉弹性, 同时应用超声测量其双侧桡动脉内-中膜厚度(rIMT), 并将获取的数据进行统计学分析。**结果** A、B 组的血管顺应性(AC)、瞬时加速度波强(W1)及瞬时减速度波强(W2)均低于正常对照组; B 组 AC、W1 及 W2 均低于 A 组, 差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。A、B 组血管压力应变弹性(Ep)、血管硬化参数(β)及脉搏波传导速度(PWV β)均高于正常对照组, B 组 Ep、 β 及 PWV β 高于 A 组, 差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。三组负向波面积比较, 差异均无统计学意义。A、B 组 rIMT 均大于正常对照组, B 组 rIMT 大于 A 组, 差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。**结论** 应用瞬时波强技术联合超声可客观、无创地评价 2 型糖尿病桡动脉弹性及结构的异常, 具有一定的临床价值。

关键词 瞬时波强技术; 超声检查; 糖尿病, 2 型; 桡动脉; 弹性

[中图法分类号] R587.1; R445.1

[文献标识码] A

Assessment of radial artery wall elasticity and structure in patients with type 2 diabetes mellitus by wave intensity combined with ultrasonography

LI Ting, ZHANG Yuhong, SU Benli

Department of Ultrasound, the Second Affiliated Hospital of Dalian Medical University, Liaoning 116027, China

ABSTRACT **Objective** To explore the clinical value of wave intensity (WI) combined with ultrasonography in evaluation of radial artery wall elasticity and structure in patients with type 2 diabetes mellitus (T2DM). **Methods** A total of 84 patients with T2DM were enrolled and divided into two groups: group A (42 cases, the course ≤ 10 years) and group B (42 cases, the course > 10 years). And 42 healthy subjects were enrolled as control group. WI was used to measure the elasticity parameters of radial artery in all the groups, and ultrasonography was used to measure the intima medial thickness of both sides of the radial artery (rIMT). The results were analyzed. **Results** The arterial compliance (AC), accelerating wave intensity (W1) and decelerating wave intensity (W2) in group A and B were significantly lower than those in control group (all $P<0.05$). AC, W1 and W2 in group B were significantly lower than those in group A (all $P<0.05$). The vascular pressure strain elastic modulus (Ep), vascular sclerosis parameters (β) and pulse-wave velocity (PWV β) in group A and B were significantly higher than those in control group (all $P<0.05$). Ep, β and PWV β in group B were significantly higher than those in group A (all $P<0.05$). There was no statistical difference of the negative wave area among three groups. The rIMT in group A and B were significantly higher than that in control group ($P<0.05$) and the rIMT in group B was higher than that in group A ($P<0.05$). **Conclusion** WI combined with ultrasound can evaluate the elasticity and the structure of radial artery in T2DM patients objectively and non-invasively, it has important clinical value.

KEY WORDS Wave intensity; Ultrasonography; Diabetes mellitus, type 2; Radial artery; Elasticity

糖尿病患者易发生与血管相关的并发症, 包括大血管病变和微血管病变, 对患者的健康造成严重威胁。近年来, 针对 2 型糖尿病患者颈动脉病变的研究较多,

但对于桡动脉的研究较少。本研究应用瞬时波强技术联合高频超声检查并比较不同病程的 2 型糖尿病患者桡动脉弹性及结构的异常, 旨在探讨其临床应用价值。

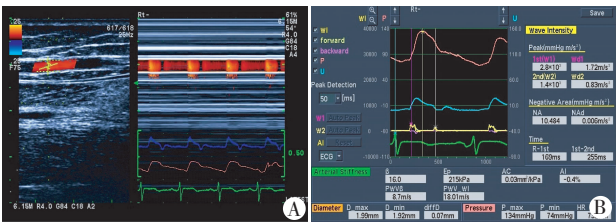
资料与方法

一、研究对象

选取 2016 年 2~6 月我院内分泌科收治的 2 型糖尿病患者 84 例,男 41 例,女 43 例,年龄 41~79 岁,平均(59.6±11.9)岁;均符合 1999 年世界卫生组织制定的 2 型糖尿病诊断标准。根据其病程长短进行分组:A 组(病程≤10 年)42 例,男 19 例,女 23 例,年龄 42~79 岁,平均(59.4±12.0)岁;B 组(病程>10 年)42 例,男 22 例,女 20 例,年龄 41~70 岁,平均(59.5±10.1)岁。另选 42 例性别、年龄相匹配的健康志愿者作为正常对照组,男 21 例,女 21 例,年龄 39~75 岁,平均(56.5±10.1)岁。各组均除外合并心力衰竭、高血压病、心律失常、慢性肾功能衰竭及全身大血管病变。

二、仪器与方法

使用日立 Aloka Prosound α 7 彩色多普勒超声诊断仪,线阵探头,频率 6~15 MHz,配有瞬时波强图像分析及处理软件程序。受检者静息 15 min 后,充分暴露上肢,使用袖带水银柱血压计测量右上肢血压 3 次,取其平均值作为瞬时波强检测时的标准血压。连接心电图导线,在安静环境下嘱受检者取仰卧位平静呼吸,选取瞬时波强条件,将探头纵切至于腕部,向肘窝方向对比扫查两侧桡动脉。选择距双侧腕部近端皮肤皱褶 2 cm 处作为观察点,进入 B/M 模式后调整好声束与血流的夹角(统一设为 60°以消除彩色血流混迭),调整取样门方向,使两条取样门准确置于桡动脉前、后壁中-外膜分界处,实时追踪桡动脉血管壁运动曲线(图 1A)。待图像稳定后嘱受检者屏住呼吸,按下 select 键同时进行采集并储存后进入瞬时波强显示画面,采集 5 个以上心动周期的波形(消除呼吸对瞬时波强测量的影响),然后输入血压平均值,软件自动列出:血管顺应性(AC)、瞬时加速度波强(W1)、瞬时减速度波强(W2)、血管压力应变弹性(E_p)、血管硬化参数(β)、脉搏波传导速度(PWVβ)及负向波面积(NA),见图 1B。选取与瞬时波强同一观察点位置,在舒张期末(心电图 R 波顶点处)应用超声测量双侧桡动脉管腔内膜交界



A:瞬时波强图像采集界面;B:瞬时波强检查报告界面。

图 1 瞬时波强检查示意图

面与外膜交界面之间的垂直距离,即桡动脉内-中膜厚度(rIMT),每次分别测量 3 个心动周期,取其平均值。所有测量均由同一超声医师完成。

三、统计学处理

应用 SPSS 19.0 统计软件,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用单因素方差分析。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、A、B 组及正常对照组一般参数比较

各组间年龄、性别比、心率、收缩压及舒张压比较,差异均无统计学意义。见表 1。

二、各组瞬时波强相关参数比较

A、B 组瞬时波强参数 E_p 、 β 、PWV β 均高于正常对照组,B 组 E_p 、 β 、PWV β 均高于 A 组,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。A、B 组 AC、W1、W2 均低于正常对照组,B 组 AC、W1、W2 均低于 A 组,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。各组间 NA 比较差异均无统计学意义。见表 2。

三、各组桡动脉 rIMT 测值比较

A、B 两组桡动脉 rIMT 值分别为(0.27±0.02)mm、(0.36±0.03)mm,均大于正常对照组(0.21±0.02)mm,且 B 组大于 A 组,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。见图 2。

讨 论

糖尿病的血管并发症包括大血管病变及微血管病变,可遍及全身各个重要器官,是 2 型糖尿病患者致死的主要原因。研究^[1]结果表明,高血糖环境可引起血管

表 1 A、B 组及正常对照组一般资料比较($\bar{x} \pm s$)

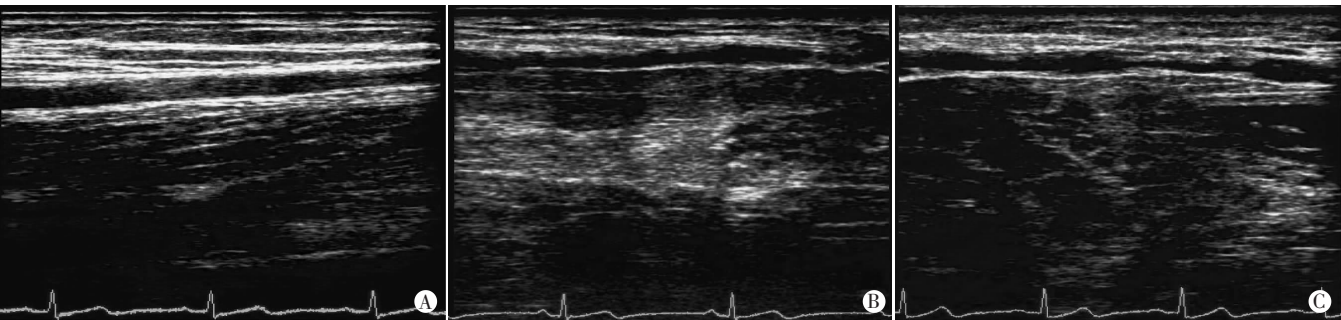
组别	年龄(岁)	男性[例(%)]	心率(次/min)	收缩压(mm Hg)	舒张压(mm Hg)
正常对照组	56.5±10.1	21(50.0)	79.3±7.2	114.69±3.46	73.88±4.30
A 组	59.4±12.0	19(45.2)	85.9±4.7	117.58±8.21	77.03±10.94
B 组	59.5±10.1	22(52.3)	84.8±6.4	118.66±6.73	79.61±5.27
P 值	0.352	0.956	0.185	0.658	0.192

1 mm Hg=0.133 kPa。

表 2 A、B 组及正常对照组桡动脉弹性相关参数比较($\bar{x} \pm s$)

组别	AC(mm ² /kPa)	W1(mm Hg m/s ³)	W2(mm Hg m/s ³)	Ep(kPa)	β	PWV β (m/s)	NA(mm Hg m/s ²)
正常对照组	1.69±0.94	4.97±0.38	2.97±0.38	51.55±4.87	3.75±0.55	4.18±0.26	29.31±18.09
A 组	1.02±0.17*	2.27±0.25*	1.27±0.25*	107.89±6.20*	9.12±0.47*	6.35±0.37*	25.19±13.45
B 组	0.51±0.14* [△]	1.09±0.16* [△]	0.85±0.16* [△]	167.08±10.30* [△]	16.70±0.72* [△]	8.36±0.21* [△]	24.68±15.13

与正常对照组比较, * $P < 0.05$; 与 A 组比较, [△] $P < 0.05$ 。AC: 血管顺应性; W1: 瞬时加速度波强; W2: 瞬时减速度波强; Ep: 血管压力应变弹性; β : 血管硬化参数; PWV β : 脉搏波传导速度; NA: 负向波面积。



A: 正常对照组 rIMT 无增厚, 为 0.21 mm; B: A 组 rIMT 增厚, 为 0.28 mm; C: B 组 rIMT 增厚, 为 0.41 mm。

图 2 各组桡动脉 rIMT 测量声像图

内皮细胞功能的紊乱, 导致血管壁弹性的下降、顺应性减低及动脉壁僵硬增加。rIMT 的增加为疑似冠状动脉疾病的患者提供了预测信息^[2]。桡动脉内中膜比与冠状动脉不良结果包括薄纤维帽斑块和血栓等密切相关^[3]。且 rIMT 与许多心血管疾病的危险因素相关^[4]。因此, 早期发现桡动脉弹性及结构的变化并进行及时干预可延缓 2 型糖尿病患者血管病变的进程, 对临床治疗及并发症的预防有重要的临床意义。回声跟踪技术通过动态实时跟踪描记动脉前后壁运动曲线轨迹, 从而获取相关参数。瞬时波强技术是在血管回声跟踪技术基础之上的一项研究心血管系统血流动力学及心脏与血管相互关系的技术^[5], 其通过测量循环系统中动脉血管内任意点的瞬时管径变化及瞬时平均血流速度变化来评估心脏的瞬时功能^[6], 不仅能无创地显示出动脉血管壁的搏动参数, 而且还可显示出血流动力学的变化参数及血管弹性的变化情况, 为心血管功能的研究提供了更多的有价值信息。

瞬时波强参数中 Ep 和 β 分别代表血管的弹性及硬化程度, 当血管壁弹性下降、僵硬增加时, 二者数值会增高。AC 是血管壁的内在弹性特征, 当管壁顺应性下降时, 其数值会减低。而 PWV β 与动脉血管的扩张性及僵硬程度密切相关, 当动脉管壁的僵硬程度越高、弹性及顺应性越低时, PWV β 就会增大。本研究结果显示 2 型糖尿病患者 Ep、 β 、PWV β 均较正常对照组增大, AC 较正常对照组减小, 差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$), 说明 2 型糖尿病患者桡动脉管壁的弹性及顺

应性较正常成人减低, 僵硬增加。B 组的 Ep、 β 、PWV β 较 A 组更高, AC 较 A 组更低, 提示随着病程的延长, 桡动脉功能的异常改变更加明显, 其主要的机制可能为高血糖的环境引起氧化应激, 使患者体内的各种代谢处于紊乱的状态, 从而使内皮细胞产生损伤, 损伤的内皮细胞继而释放大量的炎症因子入血, 引起内皮细胞功能障碍, 导致具有血管舒张功能的内皮依赖性舒张因子一氧化氮的生成减少, 血管壁对一氧化氮反应性降低^[7-8]。由于血管舒张功能的异常不仅包括内皮依赖性舒张功能减低, 还包括非内皮依赖性舒张功能的异常, 二者可使动脉管壁的胶原成分增加, 弹性蛋白成分减低, 从而使桡动脉的弹性功能发生异常改变。本研究结果中 A、B 两组的 W1、W2 较正常对照组降低, B 组较 A 组降低, 差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。由于 W1 和 W2 分别表示左室射血早期的正向波和左室射血晚期的第二个正向波, 分别与左室收缩功能及其松弛性有关。本研究结果提示 2 型糖尿病患者左室收缩功能及松弛性减低, 且随病程的延长而愈发加重。分析原因, 糖尿病患者有毒脂质中间代谢产物堆积, 使心肌细胞的代谢发生异常, 心肌细胞内三磷酸腺苷的产生和钙离子的转运受到影响, 进而损伤了心肌细胞的松弛性^[9]。此外, 在 2 型糖尿病患者体内作为非酶促糖化产物之一的晚期糖基化终末产物能够促进心肌细胞外基质交联蛋白的过度交联, 进一步降低心肌的顺应性, 影响左室的松弛性。NA 主要反映血管紧张度及阻力的变化, 与血压有关^[7]。本研究中各组间 NA 的差

异均无统计学意义,原因是三组间的血压无明显差异所致。国内外学者关于 2 型糖尿病患者桡动脉功能改变的结果不尽相同。国内研究^[10]结果显示,2 型糖尿病患者桡动脉管壁的弹性及顺应性减低,僵硬程度增加。且用参数 PWV β 及 β 来评估桡动脉的弹性变化相对准确^[11]。而国外研究^[12]结果显示,糖尿病患者桡动脉的弹性无明显改变。本研究结果与前者相同,可能因为后者样本量相对较小,并未按糖尿病病程进行分组有关。

本研究同时使用超声对 2 型糖尿病患者 rIMT 进行了测量,结果显示 A、B 两组 rIMT 较正常对照组增厚,且随着病程的增加,这种趋势更加明显。rIMT 的增厚是动脉粥样硬化的重要表现之一。由于糖尿病患者体内的高血糖环境引起内皮细胞损伤,引起炎症细胞的聚集、单核细胞及 T 细胞向血管内膜迁移,随后单核细胞转变成巨噬细胞,引起血小板在损伤的部位聚集、促进平滑肌细胞的迁移和增生,最终导致动脉内中膜的增厚。研究^[5]结果显示,rIMT 和颈动脉内-中膜厚度(cIMT)均可代表动脉粥样硬化的情况,但颈动脉分叉中的斑块形成的发展更可能依赖于区域血流动力学条件,并不能完全代表全身性动脉粥样硬化负荷。虽然 cIMT 在许多基于人群的研究中通常用作动脉粥样硬化的替代标记,然而,当评估干预后内-中膜厚度变化时,该方法具有局限性,在相对较短的时间内难以跟踪个体的 CIMT 变化,通常需要较大的试验规模。但同 cIMT 相比,rIMT 的优势在于,其不仅可以评价全身性动脉粥样硬化负荷,而且还可以用来评估抗动脉硬化治疗后的效果,rIMT 可以在较小样本的患者中作为随访血管结构变化的替代或补充方法。

本研究亦存在局限性:样本量较小且未考虑糖尿病药物对结果的影响;结构上的研究仅限于 rIMT,缺乏对粥样斑块形成及血管重构的分析,尚需进一步研究。

综上所述,2 型糖尿病患者的桡动脉弹性及结构受到不同程度的损害,随着病程的增加,这种改变愈加

显著。应用瞬时波强技术联合超声可对其进行无创、便捷地评价,为临床提供有价值的信息。

参考文献

- [1] Rachel ED, Sonja BN, Petr O, et al. Augmentation index and arterial stiffness in patients with type 2 diabetes mellitus [J]. *Artery Research*, 2013, 7(3-4): 194-200.
- [2] Eklund C, Omerovic E, Haraldsson I, et al. Radial artery intima-media thickness predicts major cardiovascular events in patients with suspected coronary artery disease [J]. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2014, 15(7): 769-775.
- [3] Di Vito L, Porto I, Burzotta F, et al. Radial artery intima-media ratio predicts presence of coronary thin-cap fibroatheroma: a frequency domain-optical coherence tomography study [J]. *Int J Cardiol*, 2013, 168(3): 1917-1922.
- [4] Eklund C, Friberg P, Gan LM. High-resolution radial artery intima-media thickness and cardiovascular risk factors in patients with suspected coronary artery disease-comparison with common carotid artery intima-media thickness [J]. *Atherosclerosis*, 2012, 221(1): 118-123.
- [5] 园峰, 勇强, 李治安. 波强度——一种新的血流动力学指标 [J]. *中华超声影像学杂志*, 2008, 17(7): 634-636.
- [6] Sugawara M, Niki K, Ohte N, et al. Clinical usefulness of wave intensity analysis [J]. *Med Biol Eng Comput*, 2009, 47(2): 197-206.
- [7] Okon EB, Chumq AW, Rauniyar P, et al. Compromised arterial function in human type 2 diabetic patients [J]. *Diabetes*, 2005, 54(8): 2415-2423.
- [8] Kovama H, Nishizawa Y. Platelet in progression of atherosclerosis: a potential target in diabetic patients [J]. *Curr Diabetes Rev*, 2005, 1(2): 159-165.
- [9] Bell DS. Heart failure in the diabetic patient [J]. *Cardiol Clin*, 2007, 25(4): 523-538.
- [10] 段利科, 李玲, 谢明星, 等. 超声弹性成像评价 2 型糖尿病患者桡动脉血管壁弹性 [J]. *中国医学影像技术*, 2009, 25(12): 2221-2223.
- [11] 文鹤龄, 唐红. 血流动力学新参数超声波强度与临床应用 [J]. *临床超声医学杂志*, 2009, 11(1): 40-42.
- [12] Catalano M, Scandale G, Minola M, et al. Elastic properties and structure of the radial artery in patients with type 2 diabetes [J]. *Diab Vasc Dis Res*, 2009, 6(4): 244-248.

(收稿日期: 2017-01-17)

《临床超声医学杂志》征订启事

《临床超声医学杂志》是经国家科委批准,集超声影像诊断、治疗、工程及基础研究为一体的科技刊物。国内外公开发行,月刊。为“中国科技论文统计源期刊”、“中国科技核心期刊”。设有临床研究、实验研究、综述、经验交流、临床报道、病例报道、述评、专家讲座、工程技术及译文等栏目。以各级超声医学工作者、相关临床专业医师及医学院校师生为主要读者对象。

本刊刊号:ISSN 1008-6978;CN 50-1116/R;邮发代号 78-116。

每期定价:16 元,全年 192 元(含邮寄费)。请到全国各地邮局订阅,也可直接向本刊编辑部订阅。

地址:重庆市渝中区临江路 74 号,重庆医科大学附属第二医院内,临床超声医学杂志编辑部。邮编:400010

电话:023-63811304 023-63693117 Email:lccscq@vip.163.com