

基于超声剪切波技术探讨颈动脉粘弹性与其机械特性的关系

罗向红 邵思惠 吴蓉 杜联芳 李朝军

摘要 **目的** 应用超声剪切波频散(SWD)技术检测颈动脉粘弹性,初步探讨其对动脉机械特性的影响。**方法** 招募无心脑血管疾病的志愿者 45 例,依据年龄中位数分为高年龄组(≥ 50 岁)23 例和低年龄组(< 50 岁)22 例。应用 SWD 检测受试者颈总动脉粘弹性,获取颈动脉弹性模量(SWE_R)、粘性指标(SWD_R),以及左、右侧颈动脉最大和平均环壁张应力(L-PTS、L-MTS、R-PTS、R-MTS)。比较两组上述各参数的差异;分析 SWE_R 和 SWD_R 与 L-PTS、L-MTS、R-PTS、R-MTS 的相关性。**结果** 与低年龄组比较,高年龄组颈总动脉 SWE_R 和 SWD_R 均减小,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$);高年龄组中仅 R-PTS 较低年龄组者小,差异有统计学意义($P < 0.05$)。 SWE_R 与 R-PTS、R-MTS、L-PTS、L-MTS 均呈正相关($r = 0.218, 0.359, 0.209, 0.369$, 均 $P < 0.05$); SWD_R 与 R-PTS、R-MTS、L-PTS、L-MTS 不相关。**结论** 颈总动脉环壁张应力与其弹性指标相关,而与其粘性指标不相关。

关键词 超声检查;剪切波频散;颈动脉;粘弹性;环壁张应力

[中图法分类号]R445.1

[文献标识码]A

Study on the relationship between carotid viscoelasticity and its mechanical properties based on ultrasonic shear wave technique

LUO Xianghong, SHAO Sihui, WU Rong, DU Lianfang, LI Zhaojun

Department of Echocardiography, Shanghai General Hospital, Shanghai Jiaotong University School of Medicine, Shanghai 200080, China

ABSTRACT Objective To detect the carotid viscoelasticity and the relationship of mechanical properties and viscoelasticity using shear wave dispersion (SWD) technique. **Methods** Forty-five volunteers were recruited and divided into the older group (≥ 50 years old) and the younger group (< 50 years old) according to the median age. The carotid arteries were examined by SWD and the indicators were obtained, including the carotid elastic modulus (SWE_R) and viscous index (SWD_R), as well as the maximum and average tensile stress of the left and right carotid arteries (L-PTS, L-MTS, R-PTS and R-MTS). The correlations between SWE_R , SWD_R and tensile stress were analyzed by Pearson analysis, respectively. **Results** In the older group, the carotid SWE_R and SWD_R were lower than those in the younger group (both $P < 0.05$). The R-PTS was also lower in the older group ($P < 0.05$). SWE_R was positively correlated with R-PTS, R-MTS, L-PTS and L-MTS, respectively ($r = 0.218, 0.359, 0.209, 0.369$, all $P < 0.05$). SWD_R was not significantly correlated with R-PTS, R-MTS, L-PTS and L-MTS, respectively. **Conclusion** The carotid tensile stress was related to its elasticity, but not related to its viscosity.

KEY WORDS Ultrasonography; Shear wave dispersion; Carotid artery; Viscoelasticity; Tensile stress

动脉内膜剥脱术、支架植入,局部和全身疾病均可通过改变血流动力学刺激动脉壁重塑,导致动脉壁的机械特性发生改变^[1]。探明颈动脉壁的机械力学特

性是识别健康性重塑和不良性病理改变的基础。动脉壁机械力学经典参数环壁张应力是基于纯弹性模型的 Laplace 定律,反映动脉平均跨壁压,是抵抗血管

基金项目:上海市松江区科技攻关项目(18sjkjgg72、18sjkjgg53);促进市级医院临床技能与临床创新能力三年行动计划(16CR3105B);上海交通大学医工交叉研究基金(YG2015MS28);上海市科学技术委员会医学引导类科技项目(16411969300);上海市卫生和计划生育委员会基金(201640043)

作者单位:200080 上海市,上海交通大学附属第一人民医院心超室(罗向红),超声科(邵思惠、吴蓉、杜联芳、李朝军)

通讯作者:李朝军, Email: lzj_1975@sina.com

向外的扩张应力^[2]。颈动脉为粘弹性组织,具有弹性和粘性两种机械特性。颈动脉的粘性的机械特性表现为应力松弛和蠕变,体现在应力恒定时应变随时间延长而增大,是颈动脉重塑的力学基础^[3]。粘性组织的剪切波速度随脉冲波频率增大而增大的现象被称为剪切波频散(shear wave dispersion, SWD),研究^[4]发现,SWD与组织粘性系数呈正相关,有望无创评估组织粘性。本研究应用SWD技术检测颈动脉的粘弹性指标,分析其与环壁张应力的相关性,旨在探讨动脉环壁张应力对其粘弹性的影响,为动脉的机械力学研究提供一个新视角。

资料与方法

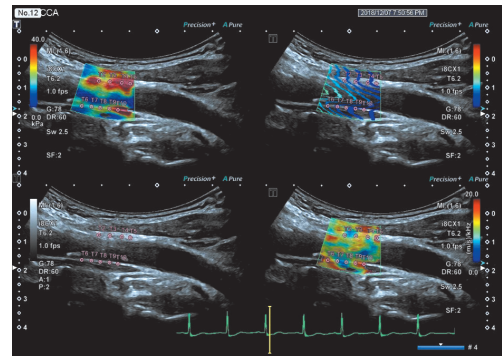
一、研究对象

选取2018年12月至2019年1月我院甲状腺、乳腺及普外科住院的患者。纳入标准:①既往无心脑血管事件病史;②颈动脉结构和功能参数完整;③自愿参加本研究。排除标准:①既往有心脑血管事件发生病史;②四肢血管疾病;③罹患恶性肿瘤,严重肝、肺、肾疾病。最终入组志愿者45例,男23例,女22例,年龄20~80岁,平均(48.9±9.7)岁。依据年龄中位数分为高年龄组(≥50岁)23例,男12例,女11例,年龄50~80岁,平均(65.9±9.5)岁;低年龄组(<50岁)22例,男11例,女11例,年龄20~49岁,平均(31.1±9.8)岁。本研究经我院医学伦理委员会批准,所有研究对象均签署知情同意书。

二、仪器与方法

1. 颈总动脉的粘弹性评估^[5]:依据颈动脉超声检查指南,完成标准的颈动脉超声检查后,使用佳能Aplio i900实时剪切波弹性超声诊断仪,PVI-475BX凸阵探头,频率1~8 MHz,中心频率5 MHz。内置剪切波粘弹性分析软件。颈总动脉粘弹性感兴趣区位于颈总动脉窦部下缘1.0 cm处,避开有斑块的血管壁。嘱患者屏气,按下“TCS”和“Quad View”键启用粘弹性四屏评估模式,同步记录心电图,存储10~20个心动周期的动态图像(图1)。回放动态图像,依据心电图“R”波顶点确定测量时相(收缩末期)。启动粘弹性测量键“Measurement”,于每侧颈总动脉近、远壁分别取5个测量感兴趣区,形状设为圆形,直径为1 mm,间隔1~2 mm,系统自动计算10个壁感兴趣区的弹性模量和SWD的均值。计算两侧收缩期颈动脉剪切波弹性模量均值(SWE_R)和SWD均值(SWD_R)。

2. 颈总动脉结构及环壁张应力检测:使用百胜



左上图:颈动脉剪切波弹性图;右上图:剪切波传播图;左下图:超声二维图像;右下图:SWD彩色图

图1 SWD技术评估颈动脉粘弹性四屏对比图

MyLab Twice彩色多普勒超声诊断仪,LA523探头,频率4~13 MHz;内置超声射频技术QIMT分析软件。检测感兴趣区与上述相同,启动QIMT功能,分别获取左、右双侧颈总动脉收缩末期和舒张末期内径(L-CCID_T、L-CCID_R、R-CCID_T、R-CCID_R),颈总动脉内-中膜厚度(L-CIMT、R-CIMT),以及颈总动脉膨胀度(L-CCAD、R-CCAD)。按照校正的Laplace定律计算左、右颈动脉最大环壁张应力(R-PTS、L-PTS)和平均环壁张应力(R-MTS、L-MTS)。公式:PTS=收缩压×(收缩末期内径/2)/CIMT;MTS=平均压×(舒张末期内径/2)/CIMT^[6];其中,平均压=(收缩压+2×舒张压)/3。1 dyne/cm²=7.5×10⁻⁴ mm Hg(1 mm Hg=0.133 kPa)。

3. 一般资料获取:所有志愿者检查当天停用降压药,24 h内禁止吸烟、饮酒或咖啡,完成受试者电子问卷,收集身高、体质量及体质量指数等一般资料。受试者均在清晨空腹静脉采血,检测空腹血糖(FBG)、甘油三酯(TG)、总胆固醇(TC)及低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C);于平静状态下测量肱动脉收缩压和舒张压3次,取其均值。

4. 重复性检验:由同一医师随机抽取22例作为研究对象,于1周后重复测量颈动脉剪切波粘性指标SWD_R和SWE_R,行重复性检验。

三、统计学处理

应用SPSS 13.0统计软件,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,两组比较行两独立样本 t 检验;计数资料以例或率表示,两组比较行 χ^2 检验。SWE_R和SWD_R重复性检验采用Bland-Altman分析图。相关性分析采用Pearson相关分析法。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、两组一般资料比较

与低年龄组比较,高年龄组身高偏低,收缩压和

舒张压增高,差异均有统计学意义($P<0.05$)。两组性别、体质量、体质量指数、FBG、TG、TC及LDL-C比较差异均无统计学意义。见表1。

二、两组颈总动脉粘弹性指标、结构及环壁张应力参数比较

与低年龄组比较,高年龄组颈动脉粘弹性指标SWE_R和SWD_R均减低,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。

高年龄组颈总动脉结构指标L-CIMT和R-CIMT、L-CCID_T和R-CCID_T、L-CCID_R和R-CCID_R均较低年龄组大,差异均有统计学意义(均 $P<0.001$)。高年龄组中仅R-PTS较低年龄组小,差异有统计学意义($P<0.05$);两组L-PTS、L-MTS及R-MTS比较差异均无统计学意义。见表2和图2。

表1 两组一般资料比较

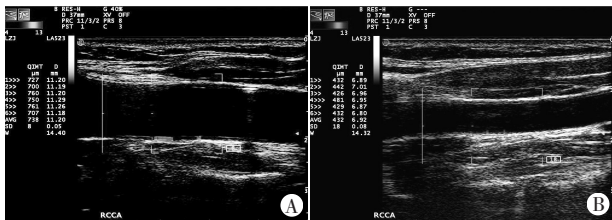
组别	女/男 (例)	年龄 (岁)	身高 (cm)	体质量 (kg)	体质量指数 (kg/m ²)	收缩压 (mm Hg)	舒张压 (mm Hg)	实验室指标(mmol/L)				糖尿病 (例)	高血压病 (例)
								空腹血糖	总胆固醇	甘油三酯	低密度脂蛋白胆固醇		
高年龄组	11/12	65.9±9.5	162.9±7.1	68.3±17.3	25.8±7.4	139.6±11.1	87.9±7.2	6.10±1.61	4.60±1.11	1.70±1.31	2.90±1.01	3	5
低年龄组	11/11	31.1±9.8	167.5±7.9	66.7±15.6	23.5±4.1	125.7±9.1	79.7±6.1	5.20±1.21	4.40±0.81	1.20±0.81	2.70±0.81	1	3
<i>t</i> 值/ χ^2 值	0.023	13.673	-2.301	0.348	1.444	5.102	4.607	1.001	0.763	1.120	0.770	0.156	0.044
<i>P</i> 值	0.879	<0.001	0.025	0.729	0.154	<0.001	<0.001	0.327	0.456	0.275	0.433	0.693	0.833

1 mm Hg = 0.133 kPa

表2 两组颈动脉粘弹性、结构及环壁张应力指标比较($\bar{x}\pm s$)

组别	粘弹性指标		结构指标						环壁张应力指标					
	SWE _R (kPa)	SWD _R (m·s ⁻¹ ·kHz ⁻¹)	R-CIMT (μ m)	L-CIMT (μ m)	R-CCID _T (mm)	L-CCID _T (mm)	R-CCID _R (mm)	L-CCID _R (mm)	R-CCAD (μ m)	L-CCAD (μ m)	R-PTS (mm Hg)	R-MTS (mm Hg)	L-PTS (mm Hg)	L-MTS (mm Hg)
高年龄组	10.29±9.57	11.99±3.51	677.6±138.4	674.7±119.8	8.23±0.89	7.93±0.99	8.57±1.03	8.20±1.09	339.9±142.7	273.6±98.6	920.4±160.3	783.8±189.9	648.1±117.4	600.9±108.2
低年龄组	17.24±14.07	13.97±3.71	449.1±131.9	503.9±193.2	6.43±0.40	6.50±0.41	7.00±0.55	7.04±0.56	571.1±148.2	535.4±153.9	1073.6±285.8	884.4±224.0	723.8±195.5	644.6±168.2
<i>t</i> 值	-2.236	-2.129	6.321	3.976	5.946	7.575	7.095	5.000	-5.946	-7.575	-2.474	-1.812	-1.758	-1.156
<i>P</i> 值	0.04	0.043	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.017	0.076	0.084	0.253

SWE_R:收缩期颈动脉剪切波弹性模量均值;SWD_R:收缩期颈动脉剪切波频散均值;L-CIMT和R-CIMT:左、右侧颈总动脉内中膜厚度;L-CCID_T和R-CCID_T:左、右侧颈总动脉舒张末期内径;L-CCID_R和R-CCID_R:左、右侧颈总动脉收缩末期内径;L-CCAD和R-CCAD:左、右侧颈总动脉膨胀度;R-PTS和R-MTS:右侧颈总动脉最大环壁张应力和平均环壁张应力;L-PTS和L-MTS:左侧颈总动脉最大环壁张应力和平均环壁张应力。1 mm Hg=0.133 kPa



A:高年龄组,69岁,R-CIMT为738 μ m,R-CCID_R为11.2 mm,R-PTS为703 mm Hg,R-MTS为588 mm Hg;B:低年龄组,21岁,R-CIMT为432 μ m,R-CCID_R为6.92 mm,R-PTS为933 mm Hg,R-MTS为772 mm Hg

图2 两组颈动脉结构指标比较

三、颈总动脉粘弹性指标与环壁张应力参数的相关性分析

表3 颈动脉粘弹性指标与环壁张应力指标的相关分析[*r*(*P*)]

项目	SWE _R			SWD _R		
	总受试者	高年龄组	低年龄组	总受试者	高年龄组	低年龄组
R-PTS	0.218(0.021)	0.137(0.313)	0.159(0.241)	0.096(0.314)	-0.404(0.002)	0.172(0.204)
R-MTS	0.359(0.001)	0.276(0.040)	0.353(0.008)	0.054(0.568)	0.068(0.619)	-0.062(0.650)
L-PTS	0.209(0.027)	0.196(0.148)	0.142(0.298)	0.067(0.485)	-0.352(0.008)	0.153(0.259)
L-MTS	0.369(0.001)	0.415(0.001)	0.313(0.019)	0.005(0.956)	0.086(0.530)	-0.098(0.474)

SWE_R:收缩期颈动脉剪切波弹性模量均值;SWD_R:收缩期颈动脉剪切波频散均值;R-PTS和R-MTS:右侧颈总动脉最大环壁张应力和平均环壁张应力;L-PTS和L-MTS:左侧颈总动脉最大环壁张应力和平均环壁张应力

四、重复性检验

所有受试者颈总动脉剪切波弹性参数SWE_R与R-PTS、R-MTS、L-PTS、L-MTS均呈正相关($r=0.218$ 、 0.359 、 0.209 、 0.369 ,均 $P<0.05$)。剪切波粘性指标SWD_R与R-PTS、R-MTS、L-PTS、L-MTS不相关。见表3和图3。

同一医师两次测量SWE_R与SWD_R变异系数分别为3.3%和3.9%。Bland-Altman分析显示SWD_R和SWE_R两次测值的差值与均值呈一致性的变化趋势,见图4。

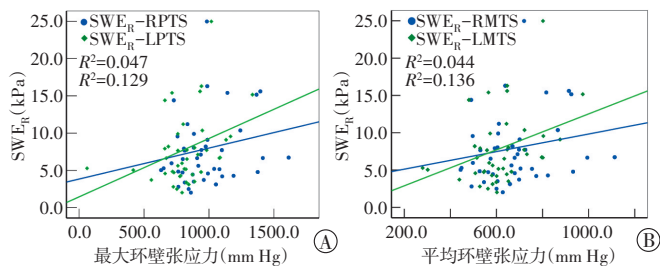


图3 SWE_R与颈动脉最大环壁张应力(A)和平均环壁张应力(B)相关性散点图

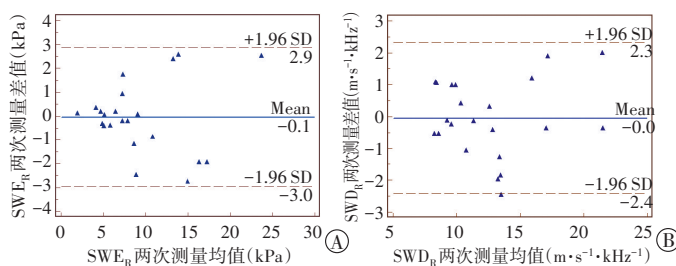


图4 同一检查者两次测量SWE_R(A)和SWD_R(B)的Bland-Altman分析图

讨 论

动脉壁的机械特性决定其是发生健康性的重塑还是不良的病理改变,直接影响动脉内膜剥脱术和支架植入术的疗效^[1]。颈动脉结构与其机械特性密切相关。颈总动脉内-中膜厚度和管径被广泛地用于评估动脉粥样硬化的替代指标,是描述动脉结构变化的重要指标,也是心脑血管事件发生的强有力预测指标^[7]。本研究发现,与低年龄组比较,高年龄组L-CIMT和R-CIMT均增厚,L-CCID_T、R-CCID_T、L-CCTD_R及R-CCTD_R均增大,L-CCAD和R-CCAD均减小,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$),提示高年龄受试者动脉硬化和重构,与以往研究^[8]结果一致。与内-中膜厚度相似,管径是动脉结构的另一指标,可评估动脉硬化和重构,与动脉机械特性密切相关。本研究还发现,高年龄组除R-PTS低于低年龄组($P<0.05$)外,其余环壁张应力指标两组比较差异均无统计学意义。Carallo等^[9]随访48例相隔12年受试者的颈动脉环壁张应力,结果发现随着年龄增长环壁张应力明显升高。与本研究结果不同,分析原因可能为动脉机械特性参数环壁张力与环壁张应力评估的侧重点不同。环壁张应力是基于薄壁弹性血管模型的Laplace定律,计算公式为环壁张应力=动脉压×动脉半径^[10],该模型侧重了跨壁压,忽略了血管壁厚度对环壁张应力的影响。而环壁张应力为校正的Laplace定律,环壁张应力=动脉压×动脉半径/内-中膜厚度,反映了动脉壁的环向平均拉伸强度^[6]。另外,颈动脉为粘弹性组织,而非纯弹性组织。因此,环壁张应力和环壁张应力的纯弹性模型假设存在一定的局限性。

颈动脉粘弹性是通过生物力学实验,检测动脉壁的应力-应变关系进行鉴别^[11]。颈动脉弹性的无创评估方法较多,如超声射频技术^[12]、超声剪切波技术^[13]及MRI^[14]等,而颈动脉粘弹性的无创评估鲜有报道。新近研究^[11]发现,超声剪切波传播速度是评估组织粘

弹性的主要指标,其与频率的关系是鉴别弹性和粘弹性的重要依据。在弹性组织中,剪切波速度与频率变化无关;在粘弹性组织中,剪切波速度随频率的增大而增大,二者关系曲线的斜率称为SWD,其与组织粘性系数密切相关,可间接反映组织粘性^[15]。本研究首次采用无创的SWD技术评估健康成人的颈动脉粘弹性。结果表明,高年龄者颈总动脉壁剪切波弹性指标SWE_R和粘性指标SWD_R均低于低年龄组,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$),且颈动脉环壁张应力诸指标均与SWE_R呈正相关,与SWD_R无相关性,提示动脉弹性对颈动脉壁的机械特性影响较大,而动脉粘性对其影响有限。分析可能为粘性组织存在应变滞后和应力松弛现象^[16]。动脉粘弹性与动脉壁的胶原纤维、弹性纤维和平滑肌细胞的含量、比例及空间构型有关^[17]。随着年龄的增加,颈动脉壁的部分弹力层发生断裂、崩解,弹性纤维含量降低而胶原纤维增生,应力松弛减慢,蠕变的程度减低,其粘弹性发生改变,导致动脉机械特性变化。故此,有学者^[18]认为颈动脉机械特性改变可能与年龄或动脉疾患有关。课题组今后将在以下方面开展研究:业已确定双侧颈动脉的内-中膜厚度和弹性存在差异,二者的粘弹性是否存在差异;剪切波弹性技术存在压力依赖性,该现象是否会影响SWD对颈动脉近壁和远壁粘弹性评估的准确性。

本研究存在一定的局限性:样本量相对较少,且均为健康志愿者,心脑血管疾病患者颈动脉壁粘弹性如何变化尚不清楚;采用凸阵探头检测颈动脉,测量精度存在一定的误差。

综上所述,本研究应用SWD评估健康成人颈动脉壁粘弹性,结果发现高年龄者颈总动脉壁粘弹性指标均较低年龄者减低,颈总动脉环壁张应力与其弹性指标相关,而与其粘性指标不相关。该结果有望为研究动脉壁机械特性提供一个有效手段,为识别健康性重塑和不良性病理改变提供一个新的视角。

参考文献

- [1] Maruyama D, Fukuda K, Kataoka H, et al. Evaluation of carotid artery outward remodeling by T1-weighted magnetic resonance imaging in carotid endarterectomy and stenting[J]. J Vasc Surg, 2015, 61(6):1464-1471.
- [2] Chironi GN, Simon A, Bokov P, et al. Correction of carotid intima-media thickness for adaptive dependence on tensile stress: implication for cardiovascular risk assessment[J]. J Clin Ultrasound, 2009, 37(5):270-275.
- [3] García A, Martínez MA, Peña E. Viscoelastic properties of the passive mechanical behavior of the porcine carotid artery: influence of proximal and distal positions[J]. Biorheology, 2012, 49(4):271-288.
- [4] Barry CT, Hazard C, Hah Z, et al. Shear wave dispersion in lean versus steatotic rat livers[J]. J Ultrasound Med, 2015, 34(6):1123-1129.
- [5] Luo XH, Zhang JH, Shao SH, et al. The role of ultrasound shear wave dispersion imaging in evaluating carotid viscoelasticity: a preliminary study[J]. AUDT, 2019, 3(3):97-102.
- [6] Fernandes-Santos C, de Souza Mendonça L, Mandarim-de-Lacerda CA. Favorable cardiac and aortic remodeling in olmesartan-treated spontaneously hypertensive rats[J]. Heart Vessels, 2009, 24(3):219-227.
- [7] Li ZJ, Liu Y, Du LF, et al. Evaluating arterial stiffness in type 2 diabetes patients using ultrasonic radiofrequency[J]. J Huazhong Univ Sci Technolog Med Sci, 2016, 36(3):442-448.
- [8] Kokubo Y, Watanabe M, Higashiyama A, et al. Impact of intima-media thickness progression in the common carotid arteries on the risk of incident cardiovascular disease in the suita study[J]. J Am Heart Assoc, 2018, 7(11):e007720.
- [9] Carallo C, Tripolino C, De Franceschi MS, et al. Carotid endothelial shear stress reduction with aging is associated with plaque development in twelve years[J]. Atherosclerosis, 2016, 251(1):63-69.
- [10] Gemignani T, Azevedo RC, Higa CM, et al. Increased popliteal circumferential wall tension induced by orthostatic body posture is associated with local atherosclerotic plaques[J]. Atherosclerosis, 2012, 224(1):118-122.
- [11] Soleimani E, Mokhtari-Dizaji M, Fatourae N, et al. Estimation of biomechanical properties of normal and atherosclerotic common carotid arteries[J]. Cardiovasc Eng Technol, 2019, 10(1):112-123.
- [12] Li ZJ, Du LF, Qin Y, et al. Ultrasound assessment of intima-media thickness and diameter of carotid arteries in patients undergoing hemodialysis or renal transplantation[J]. Curr Med Sci, 2018, 38(4):727-733.
- [13] Gummadi S, Eisenbrey J, Li JZ, et al. Advances in modern clinical ultrasound[J]. AUDT, 2018, 2(2):51-63.
- [14] Peper ES, Strijkers GJ, Gazzola K, et al. Regional assessment of carotid artery pulse wave velocity using compressed sensing accelerated high temporal resolution 2D CINE phase contrast cardiovascular magnetic resonance[J]. J Cardiovasc Magn Reson, 2018, 20(1):86.
- [15] Ghigo AR, Wang XF, Armentano R, et al. Linear and nonlinear viscoelastic arterial wall models: application on animals[J]. J Biomech Eng, 2017, 139(1):1-7.
- [16] Berglund JD, Nerem RM, Sambanis A. Viscoelastic testing methodologies for tissue engineered blood vessels[J]. J Biomech Eng, 2005, 127(7):1176-1184.
- [17] Osidak MS, Osidak EO, Akhmanova MA, et al. Fibrillar, fibril-associated and basement membrane collagens of the arterial wall: architecture, elasticity and remodeling under stress[J]. Curr Pharm Des, 2015, 21(9):1124-1133.
- [18] Wendorff C, Wendorff H, Kuehnl A, et al. Impact of sex and age on carotid plaque instability in asymptomatic patients—results from the Munich Vascular Biobank[J]. Vasa, 2016, 45(5):411-416.

(收稿日期:2019-04-28)

《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“中国科学引文数据库(CSCD)来源期刊”、“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:19元,全年228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