

· 论著 ·

超声参数与颈动脉粥样硬化斑块形成脂代谢、易损性的关系分析

韩 媛*

天津市公安医院物检科(天津 300170)

【摘要】目的 探讨超声参数与颈动脉粥样硬化斑块形成患者脂代谢、易损性的关系。方法 选取2022年1月至2023年6月本院收治的112例颈动脉粥样硬化患者为观察组，另选取同期健康体检者112例为对照组，均行超声检查及血脂[甘油三酯(TRIG)、总胆固醇(TC)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、高密度脂蛋白胆固醇/总胆固醇比值(HDL-C/TC)、低密度脂蛋白胆固醇/总胆固醇比值(LDL-C/TC)]检测。另根据斑块性质将患者分为易损组与稳定组，比较此两组超声参数与血脂指标。采用Pearson相关系数分析超声参数与颈动脉粥样硬化斑块形成患者血脂指标、易损性的关系。结果 观察组颈动脉内-中膜厚度(IMT)、平均血流速度(MFV)、阻力指数(RI)、搏动指数(PI)及TRIG、TC、LDL-C水平均高于对照组($P<0.05$)，颈动脉血管内径(VD)、HDL-C、HDL-C/TC均低于对照组($P<0.05$)，组间LDL-C/TC比较无差异($P>0.05$)；易损组IMT及TRIG、TC、LDL-C水平均高于稳定组($P<0.05$)，HDL-C/TC低于稳定组($P<0.05$)；IMT与斑块易损性呈正相关($P<0.05$)；IMT、MFV、PI、RI与TRIG、TC、LDL-C均呈正相关($P<0.05$)，与HDL-C、HDL-C/TC均呈负相关($P<0.05$)；VD与TRIG、TC、LDL-C均呈负相关($P<0.05$)，与HDL-C、HDL-C/TC均呈正相关($P<0.05$)。结论 IMT与颈动脉粥样硬化斑块形成患者脂代谢、斑块易损性具有相关性，且MFV、PI、RI、VD亦与脂代谢存在一定的关系。

【关键词】超声；颈动脉粥样硬化；斑块性质；脂代谢

【中图分类号】R445.1；R543.5

【文献标识码】A

DOI:10.3969/j.issn.1009-3257.2025.1.017

Analysis of the Relationships between Ultrasound Parameters and Lipid Metabolism and Vulnerability in Patients with Carotid Atherosclerosis Plaque

HAN Yuan*

Department of Ultrasound, Tianjin Public Security Hospital, Tianjin 300170, China

Abstract: *Objective* To explore the relationships between ultrasound parameters and lipid metabolism and vulnerability in patients with carotid atherosclerosis plaque. *Methods* 112 patients with carotid atherosclerosis admitted to our hospital from January 2022 to June 2023 were selected as the observation group, and 112 people with physical examination at the same time were selected as the control group, and all of them were examined by ultrasound and blood lipid [triglycerides (TRIG), total cholesterol (TC), low-density lipoprotein cholesterol (LDL-C), high-density lipoprotein cholesterol (HDL-C), high-density lipoprotein cholesterol/total cholesterol (HDL-C/TC) ratio, low-density lipoprotein cholesterol/total cholesterol (LDL-C/TC) ratio]. According to the nature of the plaque, patients were divided into vulnerable group and stable group, and the ultrasound parameters and blood lipid indicators between these two groups were compared. The relationships between ultrasound parameters and blood lipid indicators and vulnerability in patients with carotid atherosclerosis plaque were analyzed by Pearson correlation coefficient. *Results* The carotid intima-media thickness (IMT), mean flow velocity (MFV), resistance index (RI), pulsatility index (PI) and the levels of TRIG, TC and LDL-C in the observation group were higher than control group ($P<0.05$), while carotid artery diameter (VD), HDL-C and HDL-C/TC were lower than control group ($P<0.05$), but there was no difference in LDL-C/TC between groups ($P>0.05$). The IMT and TRIG, TC, LDL-C levels in the vulnerable group were higher than stable group ($P<0.05$), while HDL-C/TC was lower than stable group ($P<0.05$). The IMT was positively correlated with plaque vulnerability ($P<0.05$). The IMT, MFV, PI and RI were positively correlated with TRIG, TC and LDL-C ($P<0.05$), while they were negatively correlated with HDL-C and HDL-C/TC ($P<0.05$). The VD was negatively correlated with TRIG, TC and LDL-C ($P<0.05$), but it was positively correlated with HDL-C and HDL-C/TC ($P<0.05$). *Conclusion* IMT is related to lipid metabolism and plaque vulnerability in patients with carotid atherosclerotic plaque, and MFV, PI, RI and VD also have a certain relationship with lipid metabolism.

Keywords: Ultrasound; Carotid Atherosclerosis; Plaque Properties; Lipid Metabolism

颈动脉粥样硬化斑块形成是诱发脑血管事件的重要因素之一，其中易损斑块与缺血性脑卒中的发生关系更加紧密，在斑块破裂或糜烂后可促使急性血栓形成，进而影响脑血管供血，导致脑组织缺血缺氧，造成急性缺血性脑卒中^[1]。斑块易损性影响颈动脉粥样硬化患者病情转归，故评估颈动脉斑块易损性具有重要临床意义。脂代谢紊乱参与动脉粥样硬化及脑血管疾病的发病过程，可促使动脉斑块内脂质成分增多，在动脉斑块形成、破裂的发展进程中起着重要作用^[2]。彩色多普勒超声操作简便、无创，其不仅能观察颈动脉内-中膜厚度(IMT)，且能够观察有无斑块存在以及斑块位置、形态、大小等，同时可检测动脉血流动力学，是现阶段临床评估颈动脉粥样硬化斑块形成及其易损性的常用影像学检查方式^[3]。本研究特探讨超声参数与颈动脉粥样硬化斑块形成患者脂代谢、斑块易损性的关系，以为临床评估病情及预后提供参考，详情如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 经医院伦理委员会审批后，选取2022年1月至2023年6月本院收治的112例颈动脉粥样硬化患者为观察组，另选取同期健康体检者112例为对照组。其中观察组男62例，女50例；年龄23~68岁，平均(55.69±8.72)岁；体质量指数20.36~27.52kg/m²，平均(23.05±2.16)kg/m²。对照组男65例，女47例；年龄21~69岁，平均(54.12±8.36)岁；体质量指数19.95~27.61kg/m²，平均(23.14±2.23)kg/m²。两组性别、年龄、体质量指数比较差异无统计学意义($P>0.05$)。纳入研究的受试者或其家属均签署知情同意书。

纳入标准：观察组患者均符合颈动脉粥样硬化诊断标准^[4]，超声检查发现存在斑块；对照组均为健康体检志愿者，无心脑血管病史等；年龄18~69岁；均行颈动脉超声检查。排除标准：有颈动脉夹层、血管畸形或颈动脉瘤者；有风湿性心脏病、放线性血管狭窄者；脑外伤、脑出血者或心脑血管疾病急性发作期；

【第一作者】韩 媛，女，主治医师，主要研究方向：超声诊断。E-mail: gayy2006@163.com

【通讯作者】韩 媛

脑炎、大动脉炎者；有严重基础疾病而不耐受手术治疗者；有自身免疫性疾病者；近3个月有感染性疾病者；有血液系统疾病者；近3个月曾接受过抗凝、纤溶等治疗者；恶性肿瘤者；有内分泌系统疾病者。

1.2 方法

1.2.1 超声检查 采用GE公司彩色多普勒超声诊断仪(型号：LOGIQ E9)进行颈动脉超声检查，探头频率7.5~10MHz。检查时，受试者取仰卧位，将颈部充分暴露，探测颈总动脉、颈总动脉分叉处、颈内动脉、颈外动脉，观察颈部血管走向、管径及内膜有无增厚、是否光滑，同时观察有无斑块形成及其大小、数量、形态、回声等。检测IMT、颈动脉平均血流速度(MFV)、颈动脉血管内径(VD)、颈动脉阻力指数(RI)、颈动脉搏动指数(PI)。

1.2.2 血脂指标检测 研究组于治疗前、对照组于体检时，采集空腹肘静脉血4mL，采用全自动生化分析仪(东芝120Fx8型)测定甘油三酯(TRIG)、总胆固醇(TC)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)水平，并计算高密度脂蛋白胆固醇/总胆固醇比值(HDL-C/TC)、低密度脂蛋白胆固醇/总胆固醇比值(LDL-C/TC)。

1.2.3 斑块性质判定^[5] 扁平斑：中等回声，较多胶原组织，脂质较少，动脉管壁偏心性增厚；硬斑：局部回声增强，纤维化或钙化，纤维帽较厚，后方有明显的声衰减，或伴声影；软斑：局部低回声，斑块内出血或血栓形成，纤维帽薄，脂质池较大；溃疡斑：回声强弱不等，斑块不平、不规则，呈现穴状或壁龛样改变。其中扁平斑、硬斑属于稳定斑块，软斑、溃疡斑属于易损斑块。进一步将出现易损斑块的患者归为易损组，而将稳定斑块患者归为稳定组。

1.3 观察指标 (1)观察组、对照组超声参数及血脂指标比较；(2)易损组与稳定组超声参数及血脂指标比较；(3)颈动脉粥样硬化斑块形成患者超声参数与血脂指标、易损性的关系。

1.4 统计学方法 采用SPSS 26.0版软件行统计学分析。计量资料组间比较用t检验，计数资料组间比较用 χ^2 检验，超声参数与血脂指标、斑块易损性的关系采用Pearson相关系数分析。以

$P<0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 观察组、对照组超声参数及血脂指标对比 观察组IMT、MFV、PI、RI及TRIG、TC、LDL-C水平均高于对照组($P<0.05$)，VD、HDL-C、HDL-C/TC均低于对照组($P<0.05$)，组间LDL-C/TC比较无差异($P>0.05$)，见表1、表2。

2.2 易损组与稳定组超声参数及血脂指标对比 根据超声检查结果，112例患者中易损斑块有71例，稳定斑块41例。易损组IMT及TRIG、TC、LDL-C水平均高于稳定组($P<0.05$)，HDL-C/TC低于稳定组($P<0.05$)，组间MFV、VD、PI、RI、HDL-C、LDL-C/TC比较无差异($P>0.05$)，见表3、表4。

2.3 颈动脉粥样硬化斑块形成患者超声参数与血脂指标、易损性的关系 经Pearson相关系数分析，颈内动脉/颈总动脉MFV、VD、PI、RI与斑块易损性均无显著相关性($r=0.225、0.216、0.203、0.234、0.198、0.265、0.274、0.252$ ， $P>0.05$)，而IMT与斑块易损性呈正相关($r=0.436$ ， $P<0.05$)；颈内动脉/颈总动脉MFV、PI、RI及IMT均与TRIG、TC、LDL-C呈正相关(MFV： $r=0.456、0.465、0.448、0.451、0.511、0.516$ ， $P<0.05$ ；PI： $r=0.498、0.491、0.506、0.513、0.529、0.544$ ， $P<0.05$ ；RI： $r=0.505、0.516、0.539、0.546、0.551、0.556$ ， $P<0.05$ ；IMT： $r=0.612、0.625、0.633$ ， $P<0.05$)，与HDL-C、HDL-C/TC均呈负相关(MFV： $r=-0.449、-0.426、-0.438、-0.429$ ， $P<0.05$ ；PI： $r=-0.469、-0.475、-0.482、-0.477$ ， $P<0.05$ ；RI： $r=-0.483、-0.488、-0.492、-0.489$ ， $P<0.05$ ；IMT： $r=-0.585、-0.594$ ， $P<0.05$)，与LDL-C/TC均无显著相关性($r=0.211、0.203、0.198、0.185、0.229、0.236、0.241、0.225$ ， $P>0.05$)；颈内动脉/颈总动脉VD与TRIG、TC、LDL-C均呈负相关($r=-0.554、-0.539、-0.568、-0.574、-0.586、-0.592$ ， $P<0.05$)，与HDL-C、HDL-C/TC均呈正相关($r=0.563、0.574、0.588、0.581、0.596、0.594$ ， $P<0.05$)，与LDL-C/TC无显著相关性($r=0.226、0.234$)。

表1 观察组、对照组超声参数比较

组别	例数	IMT(mm)	MFV(cm/s)		VD(mm)		PI		RI	
			颈内动脉	颈总动脉	颈内动脉	颈总动脉	颈内动脉	颈总动脉	颈内动脉	颈总动脉
观察组	112	1.79±0.23	29.86±2.34	29.97±2.36	3.45±0.68	5.08±0.42	1.35±0.34	1.62±0.41	0.68±0.15	0.71±0.11
对照组	112	0.64±0.12	26.25±1.38	26.09±1.35	5.61±0.62	6.59±0.47	0.72±0.14	0.89±0.16	0.51±0.11	0.55±0.12
t值		46.914	14.063	15.103	24.841	25.353	18.133	17.554	9.672	10.402
P值		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

表2 观察组、对照组血脂指标对比

组别	例数	TRIG(mmol/L)	TC(mmol/L)	LDL-C(mmol/L)	HDL-C(mmol/L)	HDL-C/TC	LDL-C/TC
观察组	112	2.25±0.57	6.48±1.16	4.17±0.76	1.05±0.31	0.16±0.04	0.64±0.11
对照组	112	1.09±0.32	4.25±0.74	2.84±0.51	1.42±0.35	0.33±0.07	0.67±0.12
t值		18.780	17.152	15.379	8.375	22.315	1.950
P值		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.052

表3 易损组与稳定组超声参数比较

组别	例数	IMT(mm)	MFV(cm/s)		VD(mm)		PI		RI	
			颈内动脉	颈总动脉	颈内动脉	颈总动脉	颈内动脉	颈总动脉	颈内动脉	颈总动脉
易损组	71	1.82±0.21	30.03±2.24	30.13±2.26	3.53±0.65	5.13±0.45	1.39±0.33	1.67±0.42	0.70±0.16	0.72±0.13
稳定组	41	1.73±0.19	29.56±2.22	29.69±2.29	3.32±0.67	4.98±0.42	1.29±0.36	1.53±0.41	0.65±0.14	0.69±0.12
t值		2.261	1.073	0.988	1.629	1.741	1.494	1.714	1.666	1.209
P值		0.026	0.286	0.325	0.106	0.085	0.138	0.089	0.099	0.229

表4 易损组与稳定组血脂指标对比

组别	例数	TRIG(mmol/L)	TC(mmol/L)	LDL-C(mmol/L)	HDL-C(mmol/L)	HDL-C/TC	LDL-C/TC
易损组	71	2.39±0.56	6.69±1.18	4.32±0.75	1.01±0.29	0.15±0.04	0.65±0.16
稳定组	41	2.01±0.54	6.11±1.14	3.92±0.72	1.12±0.31	0.18±0.05	0.64±0.12
t值		3.504	2.537	2.759	1.885	3.484	0.347
P值		0.001	0.013	0.007	0.062	0.001	0.729

3 讨论

颈动脉粥样硬化斑块易损性与脑缺血事件的发生发展息息相关，易损斑块结构稳定性下降，容易破裂、脱落，增加颈动脉闭塞风险，故准确判断颈动脉斑块易损性以指导临床诊疗意义非凡。脂质代谢失调参与粥样硬化斑块形成全过程，高血脂症可损伤血管内皮细胞、增加血管内皮通透性，促进斑块内脂质、坏死成分增加而影响斑块稳定性，有研究^[6]指出，胆固醇沉积是诱发颈动脉粥样硬化斑块破裂的因素之一。彩色多普勒超声是目前临床诊断颈动脉粥样硬化斑块常用的一种无创检查方法，可获得颈动脉血流动力学信息，并提供IMT及斑块大小、形态、数目、回声等特征，对颈动脉斑块形成及斑块性质有较好的判断应用价值^[7]。

本研究显示，观察组IMT、MFV、PI、RI均高于对照组，而VD低于对照组，提示超声检查可作为评估颈动脉粥样硬化斑块形成的重要手段。IMT反映动脉血管壁结构变化情况，其增厚是颈动脉粥样硬化斑块形成的重要标志；MFV有助于判断血管是否有狭窄，其流速增加，表明有斑块造成颈动脉狭窄；PI是判断血管顺应性、弹性的重要血流动力学参数，RI可反映血管舒缩与阻力状态，此两项数值增大表明血管顺应性、弹性减弱以及阻力增大，是动脉粥样硬化形成的重要表现；VD反映血管腔狭窄情况，其减少越明显，则表面管腔狭窄越严重。有研究^[8]表明，颈动脉粥样硬化患者IMT明显高于健康体检者，且随着病情严重程度加重，IMT增大越明显。另有研究^[9]报道，PI、RI均是冠心病患者并发缺血性脑卒中的独立危险因素。结合上述分析，研究报道与本研究结果，表明超声参数有助于判断颈动脉粥样硬化斑块形成。

另本研究显示，观察组TRIG、TC、LDL-C均高于对照组，HDL-C、HDL-C/TC均低于对照组，提示脂质代谢异常与颈动脉粥样硬化斑块形成关系密切。粥样硬化斑块形成、破裂遭受脂质沉积的影响，脂质代谢紊乱贯穿其全过程。脂质代谢紊乱可促使血管内皮细胞损伤，引发血管内皮功能障碍，导致血管壁结构发生改变、血管顺应性和弹性减弱等，参与动脉粥样硬化斑块形成。TRIG、TC、LDL-C、HDL-C、HDL-C/TC等均是临床观察与了解机体脂代谢情况的常用指标，其中TRIG、TC水平增高可使脂质沉积于血管壁、黏附于血管内皮，导致血管壁增厚变硬，形成动脉粥样硬化斑块；LDL-C容易侵入血管壁内膜且沉积于此，引起动脉粥样硬化；HDL-C具有抗动脉粥样硬化作用，可转运胆固醇至肝脏而使其分解代谢，并可及时将侵入动脉内膜的脂质转出；HDL-C/TC反映抗动脉粥样硬化与促动脉粥样硬化脂蛋白间的平衡，其比值越大，表明抗动脉粥样硬化蛋白越高。有研究^[10]指出，与健康对照者相比，颈动脉斑块患者TRIG、TC、LDL-C水平较高，且血脂水平稳定升高的轨迹与颈动脉粥样硬化进展相关。本研究还显示，易损组TRIG、TC、LDL-C水平均高于稳定组，HDL-C/TC低于稳定组，提示血脂代谢紊乱与颈动脉粥样硬化斑块易损性有关联。李雪琪等^[11]研究报道，急性动脉粥样硬化性脑梗死不稳定斑块患者TRIG、LDL水平高于稳定斑块者，HDL-C水平低于稳定斑块者，本研究与此具有相似性。朱泽阳等^[12]研究表明，高TRIG/HDL-C比值是颈动脉斑块不稳定性的独立危险因素，表明TRIG水平升高可影响斑块易损性，本研究与此相符合。

此外，本研究发现，易损组IMT高于稳定组，且Pearson相关性分析显示IMT与斑块易损性呈正相关。有研究^[13]指出，老年高血压颈动脉不稳定斑块患者IMT大于颈动脉斑块稳定者，本研究与此一致。另有研究^[14]报道，冠心病患者颈动脉超声参数IMT与斑块稳定性指标基质金属蛋白酶-2/9、蛋白酶K、I型胶原羧基末端肽均

呈明显正相关性，本研究与此相似，表明颈动脉超声参数IMT与斑块稳定性具有相关性。本研究还发现，IMT、MFV、PI、RI及IMT均与TRIG、TC、LDL-C呈正相关，与HDL-C、HDL-C/TC均呈负相关，而VD与TRIG、TC、LDL-C均呈负相关，与HDL-C、HDL-C/TC均呈正相关，表明超声参数IMT、MFV、PI、RI、VD与颈动脉粥样硬化斑块形成患者脂代谢存在一定的关系。血脂水平升高，血管壁脂质不断沉积，促使血管壁变厚、缺乏弹性，并形成斑块，而大量斑块黏附聚集又可使造成血管腔狭窄。

综上，颈动脉粥样硬化斑块形成患者超声参数IMT、MFV、PI、RI及TRIG、TC、LDL-C水平均升高，而VD、HDL-C、HDL-C/TC均下降，且IMT与斑块易损性、脂代谢均有相关性，另MFV、PI、RI、VD与脂代谢已存在一定的关系。

参考文献

- [1] Zhu G, Hom J, Li Y, et al. Carotid plaque imaging and the risk of atherosclerotic cardiovascular disease[J]. Cardiovasc Diagn Ther, 2020, 10(4): 1048-1067.
- [2] Shi W, Huang Y, Yang Z, et al. Reduction of TMAO level enhances the stability of carotid atherosclerotic plaque through promoting macrophage M2 polarization and efferocytosis[J]. Biosci Rep, 2021, 41(6): BSR20204250.
- [3] 王海璇, 陈恩炎, 张丹霓. 超声与CTA对脑梗死患者颈动脉粥样硬化斑块的诊断价值观察[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20(11): 42-43.
- [4] 魏万林, 张灵, 陈韵岱. 动脉硬化性疾病现代诊疗学[M]. 北京: 金盾出版社, 2015: 75-76.
- [5] 沈文, 陈兰英, 张学林, 等. 多普勒超声检测颈动脉粥样硬化斑块对缺血性脑血管病的意义[J]. 河北医药, 2019, 41(7): 1051-1053, 1057.
- [6] Nidorf SM, Fiolet A, Abela GS. Viewing atherosclerosis through a crystal lens: How the evolving structure of cholesterol crystals in atherosclerotic plaque alters its stability[J]. J Clin Lipidol, 2020, 14(5): 619-630.
- [7] 管晶晶, 时鹏, 李保伍, 等. 颈动脉粥样硬化斑块超声联合血脂指标对心血管疾病的预测价值评估[J]. 中华全科医学, 2022, 20(8): 1376-1379.
- [8] 吴立丰, 倪琴, 陈婷, 等. 颈动脉硬化病人颈总动脉硬化度、颈动脉IMT及其与预后的关系[J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2020, 18(7): 1152-1154.
- [9] 卢志坚, 杨光军. 颈动脉内膜中层厚度和脑动脉血流动力学指标对冠心病患者并发缺血性脑卒中的预测价值[J]. 中国循证心血管医学杂志, 2022, 14(9): 1115-1117, 1121.
- [10] Yu H, Li Y, Tao L, et al. Trajectories of lipid profile and risk of carotid atherosclerosis progression: a longitudinal cohort study[J]. Nutrients, 2022, 14(15): 3243.
- [11] 李雪琪, 闫国珍, 李志远, 等. ACI患者颈动脉斑块CEUS定量分析参数与sdLDL-C的相关性研究[J]. 中国超声医学杂志, 2021, 37(4): 379-382.
- [12] 朱泽阳, 黄维, 王旭颖, 等. 甘油三酯/高密度脂蛋白胆固醇比值与缺血性脑卒中患者颈动脉斑块不稳定性的相关性[J]. 中国动脉硬化杂志, 2022, 30(1): 65-70.
- [13] 黎瀚明, 刘玉华, 方润权, 等. 血清钙结合蛋白复合物S100A8/A9表达水平与老年高血压患者颈动脉不稳定斑块的关系[J]. 河北医学, 2022, 28(1): 43-47.
- [14] 南格利. 冠心病颈动脉超声参数与斑块稳定性及炎症反应水平相关性分析[J]. 陕西医学杂志, 2020, 49(4): 453-4557.

(收稿日期: 2020-04-25)

(校对编辑: 江丽华)