

doi: 10.13241/j.cnki.pmb.2024.22.055

超声大脑中动脉血流参数对脑小血管疾病患者脑白质病变程度的评估价值研究*

王莹¹ 米佳¹ 杨延星¹ 王晓慧² 宜晓茸^{1Δ}

(延安大学附属医院 1 超声科; 2 影像科 陕西 延安 716000)

摘要 目的:分析超声大脑中动脉血流参数对脑小血管疾病(CSVD)患者脑白质病变(WLMs)程度的评估价值。**方法:**选取 2021 年 1 月至 2024 年 1 月期间延安大学附属医院收治的 98 例 CSVD 患者为研究组,另选取同期 60 例体检健康者为对照组,按照 WLMs 严重程度分为轻度组(n=42)、中度组(n=36)及重度组(n=20),通过超声检查收集受试者超声大脑中动脉收缩期峰值血流速度(Vs)、舒张期峰值血流速度(Vd)、平均血流速度(Vm)、搏动指数(PI)及屏气指数(BHI),对比研究组与对照组、不同 WLMs 严重程度的大脑中动脉血流参数。**结果:**研究组 Vs、Vd、Vm 及 BHI 均低于对照组,PI 较对照组更高($P<0.05$)。3 组患者大脑中动脉血流参数对比存在显著差异($P<0.05$);与轻度组对比,中、重度组 Vs、Vd、Vm 及 BHI 均下降,PI 升高($P<0.05$);重度组 Vs、Vd、Vm 及 BHI 均低于中度组,PI 高于中度组($P<0.05$)。**结论:**超声大脑中动脉血流参数与 CSVD 患者 WLMs 严重程度呈显著相关,可作为早期评估 WLMs 严重程度的无创指标。

关键词:脑小血管疾病;脑白质病变;大脑中动脉平均血流速度;搏动指数;屏气指数;评估价值

中图分类号:R743 文献标识码:A 文章编号:1673-6273(2024)22-4382-03

Value of Ultrasound Blood Flow Parameters of Middle Cerebral Artery in Evaluating the Degree of White Matter Lesions in Patients with Cerebral Small Vessel Disease*

WANG Ying¹, MI Jia¹, YANG Yan-xing¹, WANG Xiao-hui², YI Xiao-rong^{1Δ}

(1 Department of Ultrasound; 2 Department of Imaging, Affiliated Hospital of Yan'an University, Yan'an, Shaanxi, 716000, China)

ABSTRACT Objective: To analyze the value of ultrasound blood flow parameters of middle cerebral artery in evaluating the degree of white matter lesions (WMLs) in patients with cerebral small vessel disease (CSVD). **Methods:** A total of 98 patients with CSVD who were admitted to Yan'an University Affiliated Hospital between January 2021 and January 2024 were selected as the study group. Meanwhile, 60 healthy individuals were selected as the control group. The patients were divided into mild group (n=42), moderate group (n=36) and severe group (n=20) according to the severity of WMLs. Ultrasound examination was conducted to collect peak systolic blood flow velocity (Vs), peak diastolic blood flow velocity (Vd), mean blood flow velocity (Vm), pulsatility index (PI) and breath holding index (BHI) of middle cerebral artery. The blood flow parameters of middle cerebral artery were compared between the study group and the control group as well as among patients with different severity of WMLs. **Results:** Vs, Vd, Vm and BHI of the study group were lower than those of the control group, and PI was higher than that of the control group ($P<0.05$). There were significant differences in blood flow parameters of middle cerebral artery among patients with different severity of WMLs ($P<0.05$). Compared with mild group, there were decreases in Vs, Vd, Vm and BHI, and increases in PI in moderate group and severe group ($P<0.05$). Compared with moderate group, there were decreases in Vs, Vd, Vm and BHI, and increase in PI in severe group ($P<0.05$). **Conclusion:** Ultrasound blood flow parameters of middle cerebral artery are significantly correlated with the severity of WMLs in patients with CSVD, and can serve as non-invasive indicators for early evaluation of the severity of WMLs.

Key words: Cerebral small vessel disease; White matter lesions; Mean blood flow velocity of middle cerebral artery; Pulsatility index; Breath holding index; Evaluation value

Chinese Library Classification(CLC): R743 **Document code:** A

Article ID: 1673-6273(2024)22-4382-03

前言

脑小血管疾病(Cerebrovascular disease, CSVD)是导致痴

呆及血管性认知功能障碍的主要病因,其影像学特点包括脑白质病变(White matter lesions of the brain, WLMs)等^[1,2]。WLMs 早期症状不明显,易于忽视;伴随着疾病发展,可引发患者认知

* 基金项目:陕西省教育厅专项科研项目(20JG040)

作者简介:王莹(1987-),女,本科,主治医师,研究方向:心脏,腹部,颈部血管,甲状腺等超声相关疾病诊断,E-mail: wy8895192@163.com

Δ 通讯作者:宜晓茸(1990-),女,本科,主治医师,研究方向:心脏,腹部,颈部血管,肺等超声相关疾病诊断,E-mail: 652260330@qq.com

(收稿日期:2024-04-28 接受日期:2024-05-20)

功能障碍、言语功能及步态异常等,继而对生活造成极大影响^[3,4]。研究发现,脑动脉平均血流速度、搏动指数(Pulse index, PI)等血流参数可以直接反映脑血管的血流状况,了解脑血管的血流灌注情况、血流阻力等信息,进而推断出CSVD病情发展^[5]。近些年,CSVD患者WLMs严重程度的评估已成为临床关注的焦点,故本次研究主要分析超声大脑中动脉血流参数对CSVD患者WLMs严重程度的评估价值。

1 资料与方法

1.1 临床资料

选取2021年1月至2024年1月期间延安大学附属医院收治的98例CSVD患者为研究组。纳入标准:① 纳入对象均符合《脑小血管病诊治专家共识(2021)》^[6]中的相关诊断标准,并结合核磁共振(MRI)检查确诊;② 影像学检查显示脑白质病变;③ 临床资料完整。排除标准:① 由非血管原因导致的脑白质病变,如颅内肿瘤、多发性硬化、一氧化碳中毒等;② 合并重要脏器如肝、肾器质性病变者;③ 合并代谢性、感染性疾病者;④ 合并血液系统疾病者。另选取同期60例体检健康者为对照组。两组患者基线资料对比无显著性差异($P>0.05$)。本次研究经医院伦理委员会审核通过(批号:20200513)。

1.2 方法

1.2.1 超声检查 所有受试对象均接受经颅脑多普勒超声(Transcranial Doppler, TCD)检查,使用经颅脑多普勒彩超检查仪(德国DWL Doppler Box)进行检查,取患者仰卧位,确保患者处于放松状态;探头频率为2MHz,于颞窗定位大脑中动脉,取样深度对应30~60mm;血管定位准确后启动取样框,由软件测定动脉收缩期峰值血流速度(peak systolic blood flow velocity,

Vs)、舒张期峰值血流速度(peak diastolic velocity, Vd)、平均血流速度(mean blood flow velocity, Vm)及PI, $PI=(Vs-Vd)/Vm$;在受试对象平静状态下检测其大脑动脉血流速度,再指导患者深呼吸并屏气6s,检测屏气开始后6s至结束后6s内的血流速度。计算屏气指数(Breath holding index, BHI), $BHI=(\text{平静时}-\text{屏气末})Vm/\text{平静时}Vm \times 100\%$ 。以上检测均由工作经验3年以上的超声科医师完成,并检测3次取平均值。

1.2.2 WLMs严重程度判定 通过Fazekas视觉评分法^[7]进行判定,分为脑室周围及深部白质评分,脑室旁高信号评分从0分(无病变)到3分(不规则的脑室旁高信号,延伸到深部白质);深部白质信号评分也从0分(无病变)到3分(病变大面积融合);以上两者之和为WLMs总分,将0~1分定为轻度病变,2~4分定义为中度病变,5~6分定义为重度病变。按照WLMs严重程度分为轻度组($n=42$)、中度组($n=36$)及重度组($n=20$)。

1.3 统计学方法

本研究所有数据均使用SPSS 20.0统计学软件进行分析处理,其中计数资料以[n(%)]进行描述,两组间比较采用 χ^2 检验;符合正态分布的计量资料使用($\bar{x} \pm s$)描述,组间比较采用t检验,多组间比较采用单因素方差分析;以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 研究组与对照组大脑中动脉血流参数对比

研究组Vs、Vd、Vm及BHI均低于对照组,PI较对照组更高($P<0.05$)。见表1。

表1 研究组与对照组大脑中动脉血流参数对比($\bar{x} \pm s$)

Table 1 Comparison of blood flow parameters of middle cerebral artery between the study group and the control group ($\bar{x} \pm s$)

Groups	N	Vs(cm/s)	Vd(cm/s)	Vm(cm/s)	BHI	PI
Control group	60	182.62± 20.31	103.25± 11.25	142.47± 16.31	5.21± 0.63	0.56± 0.09
Study group	98	152.63± 18.32	86.35± 9.64	120.74± 13.52	4.09± 0.46	0.71± 0.12
t		9.580	10.030	9.056	12.874	8.347
P		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

2.2 不同WLMs严重程度的大脑中动脉血流参数对比

3组患者大脑中动脉血流参数对比存在显著差异($P<0.05$);与轻度组对比,中、重度组Vs、Vd、Vm及BHI均下降,PI升高($P<0.05$);重度组Vs、Vd、Vm及BHI均低于中度组,PI高于中度组($P<0.05$)。见表2。

2.3 分析大脑中动脉血流参数对CSVD患者中重度WLMs的评估价值

ROC曲线分析结果显示,大脑中动脉Vs、Vd、Vm、BHI及PI评估CSVD患者中重度WLMs的曲线下面积(AUC)分别为0.728、0.687、0.744、0.743、0.759,PI的AUC最高($P<0.05$)。见表3。

3 讨论

脑白质中有大量的神经纤维轴突聚集,主要负责神经信号的传导;CSVD可导致脑组织出现病理性改变如缺氧、缺血等,

引发轴突周围髓鞘脱失,其影像学呈现为WLMs^[8,9]。WLMs是一个影像学概念,其发病机制尚未明确,涉及到多个方面,包括动脉粥样硬化引起的脑部小血管损害、大量饮酒、放射性损伤及遗传因素等^[10,11]。大量研究均指出,WLMs可导致患者认知功能障碍、步态异常及抑郁等,且能增加卒中发生风险,对患者预后造成极大影响,故对WLMs的早期诊断及严重程度评估具有重要的临床意义^[12,13]。

本研究主要对CSVD存在WLMs患者的大脑中动脉血流参数进行分析,结果显示研究组Vs、Vd、Vm及BHI均低于对照组,PI较对照组更高,说明大脑中动脉血流参数与CSVD患者WLMs存在有一定关联。分析不同严重程度WLMs患者的大脑中动脉血流参数,发现3组患者大脑中动脉血流参数对比存在显著差异,Vs、Vd、Vm水平的升高或下降反映不同程度的血管狭窄及脑血流量变化^[14]。WLMs病变血管主要是小血管,

表 2 不同 WLMs 严重程度的大脑中动脉血流参数对比($\bar{x} \pm s$)

Table 2 Comparison of blood flow parameters of middle cerebral artery among patients with different severity of WLMs ($\bar{x} \pm s$)

Groups	N	Vs(cm/s)	Vd(cm/s)	Vm(cm/s)	BHI	PI
Mild group	42	158.52± 16.35	90.14± 10.21	130.26± 14.25	4.65± 0.58	0.63± 0.08
Moderate group	36	152.55± 15.96 ^a	85.62± 9.02 ^a	120.77± 13.01 ^a	4.10± 0.43 ^a	0.72± 0.10 ^a
Severe group	20	140.41± 14.69 ^{ab}	79.72± 8.12 ^{ab}	110.48± 11.23 ^{ab}	2.92± 0.36 ^{ab}	0.85± 0.13 ^{ab}
F		8.804	8.517	15.755	84.754	37.241
P		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

Note: Compared with mild group, ^aP<0.05; Compared with moderate group, ^bP<0.05.

表 3 分析大脑中动脉血流参数对 CSVD 患者中重度 WLMs 的评估价值

Table 3 Value of blood flow parameters of middle cerebral artery in evaluating moderate to severe WLMs in patients with CSVD

Parameters	AUC	Standard error	P	95% CI	Critical value	Sensitivity(%)	Specificity(%)
Vs	0.728	0.051	<0.001	0.627-0.829	155.78 cm/s	57.10	80.40
Vd	0.687	0.054	0.002	0.580-0.793	85.88 cm/s	64.30	64.30
Vm	0.744	0.053	<0.001	0.640-0.847	124.36 cm/s	69.00	82.10
BHI	0.743	0.051	<0.001	0.643-0.843	4.22	61.90	82.10
PI	0.759	0.049	<0.001	0.644-0.854	0.71	81.00	64.30

属于阻力血管范畴,当病变越严重,大脑中动脉外周阻力越大, Vs、Vd、Vm 下降越明显^[5]。与轻度组对比,中、重度组 Vs、Vd、Vm 及 BHI 均下降,PI 升高,表明中、重度 WLMs 存在血流灌注不佳,可引发脑血管损伤,导致血流运输受阻,该能使不同分支血管间隙增加,增加氧气向白质的输送难度,促进炎症细胞聚集,诱使 WLMs 发展^[6]。值得注意的是,大脑中动脉血流速度由超声直接测得,可能会受到外周阻力、血压、血管管径等多种因素的影响,故无法代替血管长期血流情况。而 BHI 及 PI 是依据 Vs、Vd、Vm 计算所得,能有效减少以上因素造成的影响,BHI、PI 较 Vs、Vd、Vm 更接近真实情况,因此对于 WLMs 严重程度的评估更有意义。

综上所述,超声大脑中动脉血流参数与 CSVD 患者 WLMs 严重程度呈显著相关,可作为早期评估 WLMs 严重程度的无创指标。但本次研究中样本量偏少可能代表性不足;另外大脑中动脉血流参数受到超声检查者经验、患者基础状态等影响,故扩大样本量、提高检查精度是接下来研究需重点解决的问题。

参考文献(References)

[1] Carvalho D, Mccarter S, Louis E S S, et al. Association of Polysomnographic Sleep Parameters With Neuroimaging Biomarkers of Cerebrovascular Disease in Older Adults With Sleep Apnea [J]. *Neurology*, 2023, 101: e125-e136.

[2] Jakob I. D, Jonas M. H, Martin H. Epileptogenicity of white matter lesions in cerebral small vessel disease: a systematic review and meta-analysis[J]. *Journal of neurology*, 2023, (10): 270.

[3] 石庆丽,李越秀,王金芳,等. 脑白质病变伴不同程度认知障碍患者静息态脑网络功能连接与执行功能的相关性[J]. *中华行为医学与脑科学杂志*, 2022, 31(3): 220-280.

[4] 冯雅晴,任伯,马原源,等. 血清同型半胱氨酸及颈动脉斑块 Crouse 积分与老年脑小血管病患者脑白质病变的相关性[J]. *中华老年心脑血管病杂志*, 2023, 25(6): 580-583.

[5] 黄建亮,王晓翔,杜晓露. 丁苯酞对进展性脑梗死患者颅内平均血

流速度及搏动指数的改善作用[J]. *重庆医学*, 2022, 51(1): 106-109.

[6] 中国研究型医院学会脑小血管病专业委员会.《中国脑小血管病诊治专家共识》编写组,胡文立,等. 中国脑小血管病诊治专家共识 2021[J]. *中国卒中杂志*, 2021, 16(7): 716-726.

[7] 张越,董凌燕,陆金花,等. 颈动脉斑块易损性评分较斑块积分更能准确预测脑白质病变及认知损害[J]. *中国动脉硬化杂志*, 2021, 29(2): 143-148.

[8] 任占霞,宋爱霞,梁盼盼,等. 血清 α-syn、Sirtuin-1 水平与急性腔隙性脑梗死患者病情进展及脑白质病变的关系 [J]. *山东医药*, 2023, 63(31): 58-60.

[9] 马欣昕,陈海波,李淑华,等. 帕金森病患者脑白质病变的半定量评估及其影响因素研究 [J]. *中华老年医学杂志*, 2020, 39(9): 995-1000.

[10] 张伟,张伊涓,李琳琳,等. 基于 KIM 分型脑白质病患者血清脂蛋白相关磷脂酶 A2 变化及其与颈动脉粥样硬化斑块的相关性 [J]. *中华医学杂志*, 2020, 100(15): 1130-1135.

[11] 张丽,韩国哲,夏英凯. 脑小血管病患者血清白介素-18、血管细胞黏附分子-1 表达与脑白质病变程度的相关性分析[J]. *心脑血管病防治*, 2022, 22(3): 66-69.

[12] 韩玥莹,姚雪,刘瑶,等. 脑白质病变严重程度与白细胞介素 33、局部脑血流量的相关性 [J]. *中风与神经疾病杂志*, 2023, 40(8): 718-722.

[13] 冯丽,叶娜,王金芳,等. 脑白质疏松患者病变部位与认知功能的相关性[J]. *中华行为医学与脑科学杂志*, 2018, 27(1): 26-30.

[14] 王依宁,寻志杰,牛朋彦,等. 老年 CSVD 患者基于 MRI 评估高疾病负荷危险因素及与脑小血管阻力的关系[J]. *中国实用神经疾病杂志*, 2023, 26(8): 1002-1006.

[15] 刘芳芳,刘自双,陈珊珊,等. 脑血流动力学与缺血性脑卒中患者脑白质病变严重程度的相关性分析 [J]. *神经损伤与功能重建*, 2020, 15(1): 6-9.

[16] 韩玥莹,姚雪,刘瑶,等. 脑白质病变严重程度与白细胞介素 33、局部脑血流量的相关性 [J]. *中风与神经疾病杂志*, 2023, 40(8): 718-722.