·论　著·

绝经相关血管舒缩症状对早期脑小血管病变风险的预警价值:基于脑白质高信号的分析

蒋小清[1],王　月[2],杨　惠[3],赵元梅[2],袁　玲[2],何春渝[2*]

(1.成都医学院第一附属医院妇产科,四川 成都 610500;2.成都医学院护理学院临床护理教研室,四川 成都 610500;3.成都医学院第一附属医院神经内科,四川 成都 610500)

[摘要]　目的　探讨绝经相关血管舒缩症状(vasomotor symptoms,VMS)与脑白质高信号(white matter hyperintensities,WMH)的相关性。**方法**　连续选择2024年10月—2025年6月在成都医学院第一附属医院神经内科就诊并接受颅脑核磁共振检查的229例女性患者为研究对象,根据Fazekas分级将患者分为对照组155例和病例组74例。所有患者均接受改良Kupperman评分。比较2组一般资料、绝经相关症状及VMS发生时间、持续时间、发生频率的差异,采用Logistic回归分析探讨WMH的独立危险因素,并明确VMS特征与WMH的相关性。**结果**　病例组VMS比例显著高于对照组($P<0.01$),且2组VMS发生时间、持续时间及发生频率分布差异均有统计学意义(均$P<0.05$)。多因素Logistics回归分析结果显示,VMS是WMH的独立危险因素(OR=1.973,95%*CI*:1.034～3.763,$P<0.01$)。进一步分析显示,VMS发生时间为绝经<1年、持续时间>5年及发生频率≥3次/d是中重度WMH的独立影响因素(均$P<0.05$)。**结论**　VMS是中重度WMH的独立危险因素,且WMH发生风险与VMS发作时间、频率及持续时间密切相关。

[关键词]　绝经;血管舒缩症状;脑白质高信号　　doi:10.3969/j.issn.1007-3205.2026.08.007

[中图分类号]　R339.34　　**[文献标志码]**　A　　**[文章编号]**　1007-3205(2026)08-0912-06

Predictive value of menopause-related vasomotor symptoms for the risk of early cerebral small vessel disease: An analysis based on white matter hyperintensities

JIANG Xiao-qing[1], WANG Yue[2], YANG Hui[3], ZHAO Yuan-mei[2], YUAN Ling[2], HE Chun-yu[2*]

(1.*Department of Obstetrics and Gynecology, the First Affiliated Hospital of Chengdu Medical College, Sichuan Province, Chengdu* 610500, *China*; 2.*Clinical Nursing Teaching and Research Section, School of Nursing, Chengdu Medical College, Sichuan Province, Chengdu* 610500, *China*; 3.*Department of Neurology, the First Affiliated Hospital of Chengdu Medical College, Sichuan Province, Chengdu* 610500, *China*)

[Abstract]　**Objective**　To investigate the correlation between menopause-related vasomotor symptoms (VMS) and white matter hyperintensities (WMH). **Methods**　A total of 229 female patients who underwent cranial magnetic resonance imaging (MRI) at the Department of Neurology, the First Affiliated Hospital of Chengdu Medical College from October 2024 to June 2025 were consecutively enrolled. According to the Fazekas scale, the patients were divided into a control group (n=155) and a case group (n=74). All patients were evaluated using the modified Kupperman Index. The general data, menopause-related symptoms, as well as the onset time, duration, and frequency of VMS were compared between the two groups. Logistic regression analysis was performed to identify the independent risk factors for WMH and to determine the correlation between VMS characteristics and WMH. **Results**　The proportion of patients with VMS in the case group was significantly higher than that in the control group ($P<0.01$). There were significant differences in the distributions of onset time, duration, and frequency of VMS between the two groups (all $P<0.05$). Multivariate logistic regression analysis showed that VMS were

[收稿日期]2026－03－13

[基金项目]成都医学院研究生创新项目(YCX2024－01－92)

[作者简介]蒋小清(1993－),女,四川绵阳人,成都医学院第一附属医院护师,医学硕士,从事临床专科护理研究。

*通信作者。E-mail:1125662859@qq.com

independent risk factors for WMH（OR=1.973，95%*CI*：1.034—3.763，*P*<0.01）. Further analysis revealed that VMS onset within 1 year of menopause，duration of >5 years，and frequency of ≥3 times/d were independent influencing factors for moderate-to-severe WMH（all *P*<0.05）. **Conclusion**　VMS is an independent risk factor for moderate-to-severe WMH，and the risk of WMH is closely related to the onset time，frequency，and duration of VMS.

［**Key words**］ menopause；vasomotor symptoms；white matter hyperintensities

血管舒缩症状（vasomotor symptoms，VMS）是一种以皮肤血管异常舒张和收缩为特征的绝经相关症状，包括潮热和盗汗，其发病机制与卵巢功能衰退导致的雌激素水平下降密切相关[1]。VMS流行特征呈现显著的种族及地域差异[2]，全球50.3%～82.1%的绝经期女性都会经历不同程度的VMS[3]，平均持续时间可长达7～10年[4]，甚至更长。VMS不仅影响女性的日常生活、心理健康和睡眠质量[5]，还可能与心血管事件风险及较差的脑血管健康状况有关[6-7]。脑白质高信号（white matter hyperintensity，WMH）是脑小血管疾病风险的早期影像学标志[8]，表现为颅脑核磁T2加权像和（或）液体衰减反转恢复序列上的高信号。目前，VMS与WMH等脑血管健康标志物的相关性研究不足。因此，本研究旨在探讨VMS与WMH的相关性，评估VMS对女性未来大脑健康的重要性。

1　资料与方法

1.1　一般资料　选取2024年10月—2025年6月在成都医学院第一附属医院神经内科就诊并行颅脑磁共振（magnetic resonance imaging，MRI）检查的女性患者229例为研究对象。根据Fazekas评分将患者分为对照组155例和病例组74例。

本研究经成都医学院医学伦理委员会批准（批准文号：2024NO.65）。所有参与者均已签署知情同意书。

1.2　纳入标准与排除标准　纳入标准：年龄40～70岁，无认知或记忆障碍；保留子宫及至少一侧卵巢，处于围绝经期或绝经后期（月经紊乱或完全闭经）；临床资料完整并完成颅脑MRI检查。排除标准：既往有脑卒中、脑肿瘤、痴呆、癫痫或帕金森等神经系统疾病史；合并严重心、肺、肾等重要脏器功能不全或恶性肿瘤者；近期使用影响VMS的药物，如激素替代治疗药物、选择性雌激素受体调节剂、芳香化酶抑制剂、选择性血清素再摄取抑制剂或血清素去甲肾上腺素再摄取抑制剂。

1.3　研究方法

1.3.1　调取临床资料　通过查阅临床信息系统和问卷调查收集患者的一般临床资料，包括年龄、教育程度、年均收入、吸烟、饮酒、运动情况、体重指数、高血压、糖尿病、高脂血症（高脂血症和/或高胆固醇血症）、心脏病（冠心病、心脏瓣膜病或心房颤动）、颈动脉狭窄、脑血管疾病家族史。

1.3.2　影像学检查　收集所有患者初次就诊时的颅脑MRI，图像由西门子Avanto 1.5T超导型磁共振扫描仪提供。由2名高年资放射科医师根据患者颅脑MRI图像及Fazekas评分对深部和脑室周围白质高信号进行评定：深部WMH评分：无病灶为0分；点状病灶为1分；部分融合病灶为2分；连续大片病灶为3分。脑室旁WMH评分：无病灶为0分；帽状或铅笔线样薄层病灶为1分；平滑光晕状病灶为2分；不规则病灶延伸至深部白质为3分[9]。深部与脑室旁WMH评分之和即为总分。鉴于斑点样改变（Fazekas 1级）在中老年人群中较为常见且多为年龄相关的非特异性改变[10]，本研究将患者分为对照组（无或轻度WMH，0～2分）和病例组（中重度WMH，3～6分）。

1.3.3　绝经相关症状的评估　采用改良Kupperman评分量表回顾性评估患者的绝经相关症状[11]。该量表包括潮热盗汗（即VMS）、感觉障碍、失眠、易激动、抑郁及疑心、眩晕、疲乏、骨关节痛、头痛、心悸、皮肤蚁走感、性生活（有）和泌尿系感染共13个条目，每项症状分为4级程度评分（0、1、2、3）。本研究将各项症状评分进行二分类转化，0分定义为无症状，≥1分定义为有症状，以统计症状发生比例。

1.3.4　VMS的特征评估　通过面对面问卷详细记录患者VMS的发生特征。发生时间按绝经进程分为绝经<1年、绝经>1年；持续时间划分为<3年、3～5年、>5年。发生频率根据“潮热盗汗”条目4级程度评分，划分为无、<3次/d、3～9次/d、≥10次/d。

1.4　统计学方法　应用SAS9.4和R3.4.3统计软

件分析数据。符合正态分布的计量资料以$\bar{x}\pm s$表示，比较采用独立样本t检验，不符合正态分布的计量资料以M（QR）表示，组间比较采用秩和检验；计数资料以例数（%）表示，组间比较采用χ^2检验，多重比较校正采用Bonferroni法；二元Logistics回归分析VMS对WMH的影响。$P<0.05$为差异有统计学意义。

2 结　果

2.1 2组一般临床资料比较　本研究共纳入229例患者，其中伴有VMS者107例（46.7%）。与对照组比较，病例组年龄较大，且合并高脂血症、糖尿病、心脏病、高血压及颈动脉狭窄的比例较高，差异均有统计学意义（均$P<0.05$）。2组其他一般资料比较差异无统计学意义（$P>0.05$），见表1。

表1　2组一般资料比较

Table 1　Comparison of general data between the two groups

组别	例数	年均收入(例数,%)			学历(例数,%)		
		<3万	3~5万	>5万	小学以下	初高中	大专以上
对照组	155	71(45.81)	58(37.42)	26(16.77)	73(47.10)	74(47.74)	8(5.16)
病例组	74	36(48.65)	22(29.73)	16(21.62)	35(47.30)	33(44.59)	6(8.11)
χ^2/t值		1.567			0.818		
P值		0.455			0.664		

组别	例数	年龄($\bar{x}\pm$s,岁)	疾病史(例数,%)				
			被动吸烟或吸烟	饮酒	缺乏身体活动	超重或肥胖	高血压
对照组	155	57.86±5.61	108(69.68)	8(5.16)	29(18.71)	65(41.94)	45(29.03)
病例组	74	60.45±5.92	45(60.81)	9(12.16)	21(28.38)	38(51.35)	37(50.00)
χ^2/t值		3.198	1.776	3.572	2.744	1.794	9.580
P值		0.002	0.183	0.059	0.098	0.180	0.002

组别	例数	疾病史(例数,%)				
		糖尿病	高脂血症	心脏病	颈动脉狭窄	脑血管疾病家族史
对照组	155	14(9.03)	36(23.23)	7(4.52)	15(9.68)	29(18.71)
病例组	74	15(20.27)	31(41.89)	9(12.16)	21(28.38)	19(25.68)
χ^2/t值		5.719	8.432	4.506	13.221	1.467
P值		0.017	0.004	0.034	<0.001	0.226

2.2 2组绝经相关症状比较　病例组VMS报告比例显著高于对照组，差异有统计学意义（$P<0.01$），2组其余12项绝经相关症状比较差异均无统计学意义（均$P>0.05$），见表2。

表2　2组绝经相关症状比较

Table 2　Comparison of menopausal symptoms between the two groups

（例数,%）

组别	例数	VMS	感觉障碍	失眠	易激动	抑郁疑心	眩晕	疲乏
对照组	155	62(40.00)	17(11.00)	116(74.84)	74(47.74)	41(26.45)	81(52.26)	28(18.06)
病例组	74	45(60.81)	11(14.86)	58(78.38)	43(58.11)	28(37.84)	32(43.24)	11(14.86)
χ^2值		8.714	0.709	0.584	2.154	3.085	1.628	0.363
P值		0.003	0.400	0.445	0.142	0.079	0.202	0.547

组别	例数	骨关节痛	头痛	心悸	皮肤蚁走感	性生活(有)	泌尿系感染
对照组	155	55(35.48)	43(27.74)	20(12.90)	11(7.10)	54(34.84)	50(32.26)
病例组	74	27(36.49)	26(35.14)	17(22.97)	9(12.16)	25(33.78)	18(24.32)
χ^2值		0.022	1.300	3.749	1.612	0.025	1.510
P值		0.882	0.254	0.053	0.204	0.875	0.219

2.3 WMH的多因素Logistic回归分析　以中重度WMH（否=0，是=1）作为因变量，将单因素分析中差异有统计学意义的变量（年龄、高血压、糖尿病、高脂血症、心脏病、颈动脉狭窄、VMS）作为自变量纳入多因素Logistic回归模型。赋值情况见表3。结果显示，年龄、高脂血症、颈动脉狭窄及VMS均是WMH的独立危险因素（均$P<0.05$），见表4。

表3　Logistic回归分析赋值情况

Table 3　Assignment of variables in Logistic regression analysis

变量	变量赋值
VMS	否=0;是=1
年龄	连续变量
高血压	否=0;是=1
心脏病	否=0;是=1
糖尿病	否=0;是=1
高脂血症	否=0;是=1
颈动脉狭窄	否=0;是=1
发生时间	绝经<1年=1;绝经>1年=2
持续时间	<3年=1;3～5年=2;>5年=3
发生频率	<3次/d=1;3～9次/d=2;≥10次/d=3

2.4　VMS发生特征分析　2组VMS的发生时间、持续时间及发生频率分布差异均有统计学意义（$P<0.01$）。与无VMS者相比，病例组VMS发生时间为绝经<1年、持续时间>5年、发生频率≥10次/d者占比高于对照组，见表5。

进一步将VMS发生时间、持续时间、发生频率分别作为自变量，年龄、高血压、糖尿病、高脂血症、心脏病、颈动脉狭窄作为协变量进行二元Logistic回归分析。赋值情况见表3。结果显示，发生于绝经<1年阶段（OR=2.636，95%*CI*：1.270～5.472，$P<0.01$），持续时间>5年（OR=2.391，95%*CI*：1.040～5.497，$P<0.05$），发生频率为3～9次/d（OR=3.384，95%*CI*：1.170～9.789，$P<0.05$）及≥10次/d的VMS（OR=3.657，95%*CI*：1.185～11.283，$P<0.05$）均是中重度WMH的独立危险因素，见表6。

表4　多因素Logistic回归分析森林图

Table 4　Forest plot of multivariate Logistic regression analysis

变量	回归系数	标准误	Wald χ^2值	*P*值	OR值	95%*CI*
年龄	0.088	0.029	8.892	0.003	1.092	1.031～1.157
高血压	0.481	0.334	2.074	0.150	1.617	0.841～3.110
心脏病	1.031	0.593	3.019	0.082	2.803	0.876～8.965
糖尿病	0.525	0.453	1.342	0.247	1.691	0.695～4.112
高脂血症	0.871	0.337	6.664	0.010	2.389	1.233～4.628
颈动脉狭窄	0.958	0.409	5.482	0.019	2.607	1.169～5.816
VMS	0.679	0.329	4.252	0.039	1.973	1.034～3.763

表5　2组VMS发生特征比较

Table 5　Comparison of VMS characteristics between the two groups

（例数，%）

组别	例数	VMS发生时间		
		无	绝经<1年	绝经>1年
对照组	155	93(60.00)	39(25.16)*	23(14.84)
病例组	74	29(39.19)	32(43.24)*	13(17.57)
*Z*值		9.591		
*P*值		0.008		

组别	例数	VMS持续时间			
		无	<3年	3～5年	>5年
对照组	155	93(60.00)	28(18.07)	16(10.32)	18(11.61)*
病例组	74	29(39.19)	16(21.62)	8(10.81)	21(28.38)*
*Z*值		12.680			
*P*值		0.005			

组别	例数	VMS发生频率			
		无	<3次/d	3～9次/d	≥10次/d
对照组	155	93(60.00)	42(27.10)	12(7.74)	8(5.16)*
病例组	74	29(39.19)	22(29.73)	12(16.22)	11(14.86)*
*Z*值		13.312			
*P*值		0.004			

*P值<0.05与无VMS组比较（Bonferroni法）

为直观展示不同VMS发生特征患者的脑白质病变情况，本研究选取了1例无VMS患者（图1A）及2例VMS典型病例（图1B、图1C）的颅脑MRI T2-FLAIR图像。相较于无VMS患者（图1A），伴有VMS的患者（图1B、图1C）在深部及脑室旁脑白质区域可见多发斑点状、斑片状甚至融合状的异常高信号影，且伴随VMS持续时间的延长与发作频率的增加，脑白质高信号的病灶范围显著扩大，融合程度更重。

3　讨　论

绝经是女性生殖衰老的关键转折点，绝经后女性罹患卒中及血管性认知功能障碍等脑血管疾病的风险显著上升[12-13]。因此，识别绝经女性特有的脑血管健康生物标志物具有重要临床应用意义。本研究通过分析229例女性绝经期典型症状VMS与脑小血管病早期影像学标志物WMH的相关性，发现VMS是中重度WMH的独立危险因素，且WMH的发生风险与VMS发作时间、频率及持续时间密切相关。

表6　VMS发生特征与WMH的关联

Table 6　Association between VMS characteristics and WMH

变量	回归系数	标准误	Wald χ^2值	*P*值	OR值	95%*CI*
发生时间						
绝经<1年	0.969	0.373	6.764	0.009	2.636	1.270～5.472
绝经>1年	0.168	0.457	0.136	0.712	1.183	0.484～2.896
持续时间						
<3年	0.683	0.442	2.386	0.122	1.980	0.832～4.711
3～5年	0.310	0.534	0.337	0.562	1.363	0.479～3.881
>5年	0.872	0.425	4.216	0.040	2.391	1.040～5.497
发生频率						
<3次/d	0.325	0.381	0.729	0.393	1.384	0.656～2.920
3～9次/d	1.219	0.542	5.059	0.025	3.384	1.170～9.789
≥10次/d	1.297	0.575	5.089	0.024	3.657	1.185～11.283

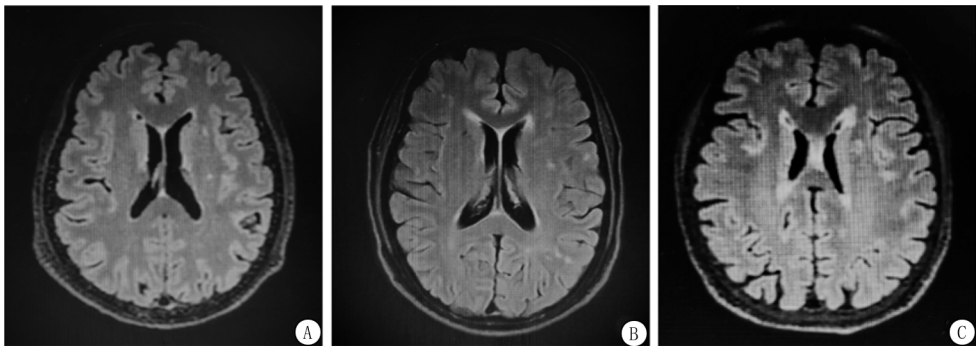


图1　典型患者的T2-FLAIR序列颅脑MRI图像

A. 对照组（61岁，无VMS，Fazekas 1+1分）；B. 病例组（60岁，VMS<3次/d，Fazekas 2+1分）；C. 病例组（61岁，VMS 3～9次/d，Fazekas 2+2分）

Figure 1　Cranial MRI images on T2-FLAIR sequence of typical patients

本研究多因素Logistic回归分析显示，在校正年龄、高血压、高脂血症及颈动脉狭窄等传统心血管危险因素后，VMS仍与中重度WMH显著相关。近年来，多项研究[14-15]表明VMS是女性特有的心血管疾病独立危险因素，其严重程度与心血管事件风险密切相关。在脑小血管疾病变方面，Thurston等[16]研究证实北美女性群体中VMS与WMH体积呈正向关联，本研究结果与之一致。然而，该队列中亚裔样本占比较低，且未对VMS发作频率及持续时间进行量化分析。本研究基于中国女性群体，对VMS进行了多维度量化分析。校正混杂因素后，结果显示，绝经早期（绝经<1年）发作、持续时间>5年以及高频发作（≥3次/d）的VMS均显著增加中重度WMH风险。该结果与近期关于绝经前发作或长期持续的严重VMS可显著增加亚临床动脉粥样硬化风险的研究结论相符[17]。这提示长期、高频及慢性化的VMS表型可反映机体血管内皮持续受损及累积负荷。在缺乏客观生理监测的常规诊疗中，详细评估VMS特征对早期识别绝经期女性脑小血管疾病风险具有临床预警价值。

既往研究[18-19]指出睡眠障碍和抑郁情绪可能混杂VMS的脑血管效应，但也可通过客观睡眠监测排除了这一可能。本研究同样未发现失眠、抑郁等其他绝经相关症状与WMH负荷具有统计学相关性，进一步证实了VMS是脑白质损伤的特异性危险因素。

关于VMS增加WMH风险的病理生理机制，目前尚未完全阐明，可能主要涉及以下途径：首先，VMS发作伴随的异常血管舒缩反应是全身性血管内皮功能障碍的标志，内皮损伤可直接破坏血脑屏障完整性，导致脑小血管结构受损与白质病变[20-21]；其次，频繁的VMS可能引起脑血流动力学波动及脑血流自动调节功能受损，长期脑组织低灌注是促发WMH形成的关键机制[22-23]；最后，绝经后雌激素撤退导致血管舒张活性降低，并伴随抗炎、抗氧化及代谢调节能力减退[24]，VMS作为雌激素撤退的临床表型[25]，反映了上述

神经内分泌及血管退行性变的病理过程。

然而，本研究尚存在一定局限性：首先，作为一项单中心回顾性病例对照研究，尚无法确定VMS与WMH之间的因果时序关系，且受样本量限制，亚组分析的统计学效能可能受限。其次，本研究对VMS的评估主要依赖主观报告，可能引入回忆偏倚，未来研究可结合激素水平及皮肤电导等客观测量指标，以精确量化VMS对脑小血管的动态影响。最后，尽管本研究已校正了主要心血管协变量，但精神、睡眠等未纳入因素可能对结果产生残余影响。

综上所述，绝经相关VMS与中重度WMH存在显著的独立相关性。VMS可作为评估绝经期女性早期识别脑小血管疾病风险的潜在临床标志物。临床对于伴有早发、高频及长期持续VMS的中老年女性，应提高对其脑血管健康的预防与筛查。

[参考文献]

[1] Patel B, S Dhillo W. Menopause review: Emerging treatments for menopausal symptoms[J]. Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol,2022,81:134-144.

[2] Kingsberg SA,Schulze-Rath R,Mulligan C,et al. Global view of vasomotor symptoms and sleep disturbance in menopause: A systematic review[J]. Climacteric,2023,26(6):537-549.

[3] Dibonaventura MD, Chandran A, Hsu M, et al. Burden of vasomotor symptoms in france, germany, italy, spain, and the united kingdom[J]. Int J Womens Health,2013,5:261-269.

[4] Avis NE, Crawford SL, Greendale G, et al. Duration of menopausal vasomotor symptoms over the menopause transition[J]. JAMA Intern Med,2015,175(4):531-539.

[5] Williams M,Maki PM. A review of cognitive,sleep,and mood changes in the menopausal transition: Beyond vasomotor symptoms[J]. Obstet Gynecol,2025,146(3):350-359.

[6] Thurston RC. Vasomotor symptoms and cardiovascular health: Findings from the SWAN and the MsHeart/MsBrain studies[J]. Climacteric,2024,27(1):75-80.

[7] Armeni A, Anagnostis P, Armeni E, et al. Vasomotor symptoms and risk of cardiovascular disease in peri- and postmenopausal women: A systematic review and meta-analysis[J]. Maturitas,2023,171:13-20.

[8] Markus HS, Joutel A. The pathogenesis of cerebral small vessel disease and vascular cognitive impairment[J]. Physiol Rev,2025,105(3):1075-1171.

[9] 刘婷,职瑾,刘仲仲,等.脑小血管病认知障碍与脑白质高信号分级及脑萎缩分级相关研究[J].实用放射学杂志,2025,41(1):1-4.

[10] 陈玮琪,徐佳洁,陆瑶,等.中国脑小血管病的神经影像学诊断标准及名词标准化定义——来自中国卒中学会的专家共识[J].中国卒中杂志,2024,19(4):376-404.

[11] Ju R, Ruan X, Yang Y, et al. A multicentre cross-sectional clinical study on female sexual dysfunction in postmenopausal Chinese women[J]. Maturitas,2023,172:15-22.

[12] 《中国脑卒中防治报告2019》概要[J].中国脑血管病杂志,2020,17(5):272-281.

[13] Welten SJGC, Onland-Moret NC, Boer JMA, et al. Age at menopause and risk of ischemic and hemorrhagic stroke[J]. Stroke,2021,52(8):2583-2591.

[14] Wang X, Juan J, Gao D, et al. Associations between menopausal symptoms and cardiovascular disease in middle-aged Chinese women[J]. Climacteric,2024,27(4):413-420.

[15] 沙翔,陈政祺,陈梦珠,等.绝经女性的潮热症状与冠心病的相关性研究[J].现代医学,2024,52(05):681-687.

[16] Thurston RC, Wu M, Chang Y, et al. Menopausal vasomotor symptoms and white matter hyperintensities in midlife women [J]. Neurology,2023,100(2):e133-e141.

[17] Nilsson S, Qvick A, Henriksson M, et al. Menopausal vasomotor symptoms and subclinical atherosclerotic cardiovascular disease: A population-based study[J]. J Am Heart Assoc,2024,13(17):e0336-e0348.

[18] 康健.围绝经期慢性失眠与脑小血管病的相关性研究[D].衡阳:南华大学,2024.

[19] 周莹,张硕,谭中建,等.多模态MRI对脑白质高信号伴抑郁状态患者脑微结构的研究[J].磁共振成像,2024,15(11):24-31.

[20] Thurston RC, Chang Y, Barinas-Mitchell E, et al. Physiologically assessed hot flashes and endothelial function among midlife women[J]. Menopause, 2018, 25(11): 1354-1361.

[21] Carson MY, Thurston RC. Vasomotor symptoms and their links to cardiovascular disease risk[J]. Curr Opin Endocr Metab Res,2023,30:1004-1048.

[22] Gordon JL,Rubinow DR,Thurston RC,et al. Cardiovascular, hemodynamic, neuroendocrine, and inflammatory markers in women with and without vasomotor symptoms [J]. Menopause,2016,23(11):1189-1198.

[23] Sforza M, Bianchini E, Alivernini D, et al. The impact of cerebral vasomotor reactivity on cerebrovascular diseases and cognitive impairment[J]. J Neural Transm (Vienna), 2022, 129(11):1321-1330.

[24] Guo H, Liu M, Zhang L, et al. The critical period for neuroprotection by estrogen replacement therapy and the potential underlying mechanisms[J]. Curr Neuropharmacol, 2020,18(6):485-500.

[25] Muhammad YA. Reproductive aging in biological females: Mechanisms and immediate consequences [J]. Front Endocrinol (Lausanne),2025,16:16585-16592.

（本文编辑：何祯）