

精神分裂症患者虚拟现实严肃游戏过程中心率变异性与认知功能的相关性研究

赵文婷¹, 余建英¹, 卓瑜¹, 孙瑜¹, 李星星², 吴晨馨¹, 孟宪东¹

1. 四川大学华西医院心理卫生中心/四川大学华西护理学院, 四川 成都 610041;

2. 四川大学华西公共卫生学院/四川大学华西第四医院, 四川 成都 610041

【摘要】 目的 探索精神分裂症患者与健康对照者在虚拟现实严肃游戏(VRSG)中的心率变异性(HRV)特征与认知功能损害之间的差异及其相关性,以揭示精神分裂症自主神经功能与认知功能障碍的潜在联系。**方法** 选取我院心理卫生中心收治的32例精神分裂症患者和50名健康对照者,完成5分钟的VRSG并同步测量HRV,采用精神分裂症简明认知评估工具(B-CATS)评估认知功能。**结果** 精神分裂症患者认知功能与心率变异性与健康对照组比较差异有统计学意义($P<0.05$),精神分裂症患者低频(LF)占比更低,而高频(HF)占比更高,TINN低于健康对照($P<0.05$)。对总体分析,工作记忆与LF%正相关($r=0.296$),与HF%负相关($r=-0.286$),执行连线测试A的时间与SDNN($r=0.234$)、RMSSD($r=0.243$)呈正相关,执行连线测试B的时间与平均RR间期($r=0.255$)、RMSSD($r=0.220$)呈正相关。**结论** 精神分裂症患者存在认知功能障碍,心率变异性指标可作为评估精神分裂症患者认知功能受损程度的潜在客观生理标志物。

【关键词】 精神分裂症;认知功能;心率变异性;虚拟现实;虚拟现实严肃游戏

【中图分类号】 R473.74

【文献标志码】 A

【文章编号】 1672-6170(2026)05-0098-05

Study on the correlation between heart rate variability and cognitive function in patients with schizophrenia during a virtual reality serious game ZHAO Wen-ting¹, YU Jian-ying¹, ZHUO Yu¹, SUN Yu¹, LI Xing-xing², WU Chen-xin¹, MENG Xian-dong¹ 1. Mental Health Center, West China Hospital, Sichuan University/West China School of Nursing, Sichuan University, Chengdu 610041, China; 2. West China School of Public Health, Sichuan University/West China Fourth Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, China

【Corresponding author】 MENG Xian-dong

【Abstract】 Objective To explore the differences and correlations in heart rate variability (HRV) characteristics and cognitive function impairments between patients with schizophrenia and healthy controls during a virtual reality serious game (VRSG) in order to reveal the potential link between autonomic nervous function and cognitive dysfunction in schizophrenia. **Methods** Thirty-two inpatients with schizophrenia from our hospital and 50 healthy controls were selected. A five-minute VRSG session with simultaneous HRV measurement was completed. Cognitive function was assessed using the Brief Cognitive Assessment Tool for Schizophrenia (B-CATS). **Results** Compared with the healthy control group, patients with schizophrenia showed significant differences in both cognitive function and HRV ($P<0.05$). Specifically, the schizophrenia group exhibited lower low-frequency power percentage (LF%), higher high-frequency power percentage (HF%) and lower TINN than the healthy controls did ($P<0.05$). In the overall sample analysis, working memory was positively correlated with LF% ($r=0.296$) and negatively correlated with HF% ($r=-0.286$). Trail Making Test A (TMTA) completion time was positively correlated with SDNN ($r=0.234$) and RMSSD ($r=0.243$). Trail Making Test B (TMTB) completion time was positively correlated with mean RR interval ($r=0.255$) and RMSSD ($r=0.220$). **Conclusions** Patients with schizophrenia exhibit cognitive dysfunction. HRV indicators may serve as potential objective physiological markers for assessing the severity of cognitive impairment in patients with schizophrenia.

【Key words】 Schizophrenia; Cognitive function; Heart rate variability; Virtual reality; Virtual reality serious game

精神分裂症(schizophrenia, SZ)普遍与认知、行为及社会功能损害相关,严重影响患者的日常功能^[1],其中认知障碍是精神分裂症患者的核心症状之一,涉及记忆力、注意力、处理速度和执行功能等领域。精神分裂症患者的认知功能评估对于预后判断、治疗指导及康复规划等具有重要意义。传统认知评估工具如 MATRICS 共识认知成套测验(MATRICES

consensus cognitive battery, MCCB)^[2]和认知评估访谈(cognitive assessment interview, CAI)等都具有主观性强、耗时较多且缺乏客观指标的缺点^[3]。

研究表明,心率变异性(heart rate variability, HRV)与认知功能紧密相关,特定的HRV指标可以预测SZ患者的认知领域表现^[4],同时,与传统认知评估工具相比,HRV更具简便性、易获得性和成本效益等优点^[5],因而成为SZ患者认知功能评估的潜在候选工具。此外,SZ患者在现实环境中的认知功能表现与其日常生活质量直接相关,如何在任务完成过程中同步进行认知功能评估是临床工作难

【基金项目】 四川省科技厅科研基金资助项目(编号:2021YFS0073)

【通讯作者】 孟宪东

点。虚拟现实严肃游戏(virtual reality serious game, VRSG)能模拟不同的现实场景并设置各种难度类型的认知任务^[6],同时提高患者的参与度和动机,具有良好的可及性、生态效度和参与者接受度^[7]。本项研究旨在通过对比 SZ 患者与健康对照者在 VRSG 中认知功能的表现,探究 HRV 特征与认知功能损害之间的差异及其相关性,以揭示自主神经功能异常在间接反映 SZ 认知功能障碍中的潜在作用,为 SZ 患者的认知功能评估提供潜在的客观生理标志物。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2023 年 5 月至 2023 年 12 月我院心理卫生中心收治的 32 例 SZ 患者及同步招募的 50 例健康对照者。①精神分裂症组纳入标准:符合 ICD-10 精神分裂症诊断标准;年龄 18~45 岁;首次发病且未使用过抗精神病药物;住院后经非典型抗精神病药物治疗后病情稳定;存在轻度至中度认知障碍;自愿参与研究并签署知情同意书。排除标准:色盲;文盲;需佩戴矫正眼镜的视力障碍;运动功能障碍;严重躯体疾病;物质滥用;精神运动性兴奋。②健康对照组纳入标准:年龄 18~45 岁;无认知障碍的健康个体;排除标准:色盲;文盲;需佩戴矫正眼镜的视力障碍。所有受试者在充分了解研究流程后签署知情同意书。本研究方案经四川大学华西医院生物医学伦理委员会批准(批号:2023-1926),所有实验流程均遵循国际伦理标准及《赫尔辛基宣言》。

1.2 方法

1.2.1 干预方法 病情稳定的 SZ 患者于住院期间完成测试,健康对照者经资格筛查后在医院接受评估。干预当日禁止饮用茶、咖啡等可能影响 HRV 及认知功能的物质,且患者试验前均未服用可能影响 HRV 结果的药物(如氯氮平等抗精神病药物^[5])。测试任务开始前,受试者需静坐休息 30 分钟。而后,由两名研究人员引导进入 VR 游戏区域,于左胸佩戴 90 mm×30 mm×7.9 mm 的柔性可穿戴 HRV 移动监测设备,一名研究人员结合已经准备好的 VRSG《水果先锋》界面介绍游戏规则与操作方法,在受试者确认已经明确系统操作方法及游戏规则后开始测试,每名受试者仅完成一次测试,测试时长 5 分钟,同步进行 5 分钟 HRV 数据记录,VRSG 过程中的全部 HRV 数据均纳入分析。研究使用的 VRSG 任务主要涉及上肢活动,为尽量减少运动伪迹干扰,要求受试者在游戏过程中尽量保持躯干稳定,通过小臂活动进行游戏操作,同时,研究采用的 HRV 检测设备支持运动时同步监测。由专业工程

师结合 VRSG 任务设计配套数据储存及分析平台,自动识别并剔除由肢体活动等原因产生的异常 RR 间期及伪迹干扰。

1.2.2 HRV 本研究使用的可穿戴 HRV 移动监测设备(VivaLNK vv-330, VivaLNK 公司)采集 HRV 指标,该检测设备通过蓝牙连接至平板电脑,配套健康数据采集应用程序可查看实时心率及波形,在受试者进行 VRSG 训练时同步记录数据,并上传至云端平台储存分析,根据 RR 间期计算 HRV 时域指标,根据 Welch 算法计算频域指标^[8]。

1.3 评估工具

1.3.1 认知功能 采用精神分裂症简明认知评估工具(brief cognitive assessment tool for schizophrenia, B-CATS)^[9]评估认知功能,包括数字符号替换测试(digital symbol substitution test, DSST)、连线测试 A 部分(trail making test part A, TMTA)、连线测试 B 部分(trail making test part B, TMTB)及动物命名测验(animal fluency, AF)四个分测验,DSST 评估工作记忆,TMTA 和 TMTB 评估执行功能,以完成时间(秒)计分,AF 评估与社会认知相关的言语流畅性,DSST 与 AF 以规定时间内正确完成的数量计分。

1.3.2 VR 晕动症 采用模拟器疾病问卷(simulator sickness questionnaire, SSQ)^[10, 11]评估使用虚拟现实技术或其他沉浸式环境模拟器可能引发的模拟器晕眩症状。该问卷包含 16 个项目三个维度。参与者依据 4 点李克特量表(0 分代表“无”,3 分代表“严重”)评定各症状(如恶心、头晕、头痛)的严重程度。根据计分方法将所有项目得分相加得到总分,总分越高表明晕动症状越严重。

1.3.3 游戏体验 采用由 Ijsselstein 等开发的游戏体验问卷-核心量表(the game experience questionnaire core module, GEQ-Core)^[12]评估参与者的游戏体验。该问卷包含了游戏体验性评估所必须的主要内容,共 7 个维度,33 个条目。7 个维度包括胜任感、沉浸感、流畅感、挑战性、积极体验、消极体验、紧张感,参与者依据 5 点李克特量表(0 分代表“完全没有”,4 分代表“非常有”)对每个项目进行评分,各维度得分为其所属项目得分的平均值。

1.4 统计学方法 数据分析使用 SPSS 27.0 统计学软件。正态性检验采用 Shapiro-Wilk 检验,符合正态分布的计量资料以均数±标准差表示,比较采用独立样本 *t* 检验;非正态分布数据以中位数(Q1, Q3)表示,比较采用 Mann-Whitney *U* 检验。在控制年龄和性别作为协变量的前提下^[4],采用 Spearman 相关分析 HRV 指标与认知功能及游戏体验之间的关系。*P*<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组认知功能、游戏体验与晕动症状比较 在 B-CATS 四个分测验中,精神分裂症组表现均较健康对照组差,差异有统计学意义($P<0.05$)。在游戏

体验方面,精神分裂症组的积极体验和沉浸感更低、消极体验更高($P<0.05$),两组在胜任感、流畅感、挑战性、紧张感维度及 SSQ 得分组间比较差异无统计学意义($P>0.05$)。见表 1。

表 1 两组认知功能、游戏体验和晕动症比较

项目	总体($n=82$)	精神分裂症组($n=32$)	健康对照组($n=50$)	统计量	P
DSST(分)	54.59±16.81	37.44±10.82	65.56±8.83	$t=-12.867$	<0.001
TMTA(秒)	27.50(21.00,52.25)	59.00(42.25,78.75)	22.00(19.00,27.25)	$Z=-6.907$	<0.001
TMTB(秒)	57.50(40.75,117.00)	143.50(85.50,217.50)	43.50(35.00,55.50)	$Z=-6.898$	<0.001
AF(分)	21.78±7.872	16.00±6.149	25.48±6.538	$t=-6.553$	<0.001
胜任感(分)	2.27±0.90	2.13±0.97	2.36±0.85	$t=-1.147$	0.255
沉浸感(分)	2.45±1.07	2.16±1.17	2.64±0.96	$t=-2.029$	0.046
流畅感(分)	2.25±0.97	2.09±1.10	2.34±0.87	$t=-1.146$	0.255
挑战性(分)	1.20(0.80,1.80)	1.20(0.65,1.80)	1.30(0.95,1.80)	$Z=0.344$	0.731
积极体验(分)	3.00(2.20,3.60)	2.60(1.45,3.35)	3.00(2.75,3.80)	$Z=2.716$	0.007
消极体验(分)	0.50(0.00,0.75)	0.50(0.25,1.19)	0.25(0.00,0.50)	$Z=-2.339$	0.019
紧张感(分)	0.00(0.00,1.00)	0.33(0.00,1.00)	0.00(0.00,0.67)	$Z=1.84$	0.066
SSQ(分)	2.00(1.00,7.00)	4.5(2.00,9.00)	2.00(0.00,6.25)	$Z=1.027$	0.242

2.2 两组 HRV 比较 时域指标中,精神分裂症组的 TINN 低于健康对照组($P<0.05$);频域指标方面,精神分裂症组的低频功率占比(LF%)低于健康对照组,而高频功率占比(HF%)更高,其归一化单

位指标 LF(n.u.)在精神分裂症组更低,HF(n.u.)更高($P<0.05$)。同时,两组间 LF/HF 比值差异无统计学意义($P>0.05$)。见表 2。

表 2 两组 HRV 比较

项目	总体($n=82$)	精神分裂症组($n=32$)	健康对照组($n=50$)	统计量	P
平均 RR 间期(ms)	628.00±93.65	632.93±83.76	624.84±100.17	$t=0.380$	0.705
SDNN(ms)	38.10(23.08,60.65)	36.95(19.63,76.95)	39.35(24.98,54.88)	$Z=0.138$	0.890
RMSSD(ms)	31.45(17.28,53.65)	32.45(14.75,69.75)	30.05(18.40,48.10)	$Z=-0.504$	0.614
TINN(ms)	137.00(85.98,212.18)	85.95(48.68,124.08)	174.70(117.28,244.40)	$Z=4.392$	<0.001
LF(ms^2)	833.17(279.59,1663.31)	556.26(185.80,2188.86)	950.82(486.71,1663.31)	$Z=1.226$	0.220
HF(ms^2)	445.25(124.81,1070.87)	391.2(81.96,1642.71)	487.38(131.65,981.68)	$Z=-0.067$	0.947
LF(%)	62.62±11.68	57.98±11.11	65.59±11.16	$t=-3.020$	0.003
HF(%)	31.51±13.24	36.55±13.23	28.28±12.32	$t=2.881$	0.005
LF(n.u.)	0.67±0.13	0.62±0.13	0.70±0.13	$t=-2.884$	0.005
HF(n.u.)	0.33±0.14	0.38±0.13	0.30±0.13	$t=2.890$	0.005
LF/HF	2.78±2.31	2.21±2.11	3.14±2.39	$t=-1.793$	0.077

2.3 HRV 与认知功能的相关性分析 考虑年龄和性别为协变量,采用 Spearman 相关分析对心率变异性与 B-CATS 结果进行相关性分析,心率变异性部分指标与认知功能存在关联,DSST 与 HF(n.u.)、HF%呈负相关,与 LF(n.u.)、LF%呈正相关($P<$

0.05)。在执行功能任务(TMTA 和 TMTB)与 RMSSD 显著正相关,TMTA 与 SDNN 正相关,TMTB 与平均 RR 间期正相关($P<0.05$)。AF 与各项 HRV 指标均无显著相关性($P>0.05$)。见表 3。

表 3 认知功能与 HRV 的相关性分析

指标	平均 RR 间期	SDNN	RMSSD	PNN50	TINN	LF	HF	LF	HF	LF	HF	LF/HF
DSST	-0.176	-0.165	-0.189	-0.126	0.028	0.047	0.096	0.296*	-0.286*	0.288**	-0.289*	0.179
TMTA	0.194	0.234*	0.243*	0.109	0.036	0.090	0.030	-0.158	0.179	-0.169	0.170	-0.176
TMTB	0.255*	0.206	0.220*	0.134	-0.006	-0.055	-0.085	-0.162	0.190	-0.180	0.181	-0.145
AF	-0.103	-0.153	-0.166	-0.056	-0.016	-0.063	-0.030	0.214	-0.204	0.206	-0.206	0.197

* $P<0.05$, ** $P<0.01$

3 讨论

本研究结果显示,SZ 患者与健康对照组在认知功能方面差异显著,SZ 患者在工作记忆、执行功能和言语流畅性方面存在严重缺陷^[1],与性别、年龄、病程、教育年限、职业、身体质量指数(BMI)等多种因素^[13, 14]相关,对 SZ 患者生活质量的影响不容忽视。

本研究初步探讨了在 VRSG 的任务背景下,SZ 患者与健康人群的 HRV 特征及其与认知功能的关系。结果显示,SZ 患者表现出比健康对照组更低的 LF 占比和更高的 HF 占比,TINN 在 SZ 患者中更低,提示 SZ 患者存在自主神经调节功能的紊乱^[15],HRV 部分指标可以作为精神分裂症认知功能的预测指标^[4]。工作记忆越好的受试者认知任务期间 LF 占比越高,个体处于高度动机状态时,自主神经系统根据任务需求进行适应性调节^[16]。既往研究认为静息 HRV 同认知表现呈正相关^[17],而本研究发现执行功能与 VRSG 任务下测得的 SDNN、RMSSD 和平均 RR 间期呈负相关。可能是由于 HRV 在不同任务或刺激状态下并不相同^[18],VRSG 的抑制控制需求可能了增强自主神经系统参与度^[19]。Yang 等^[20]研究发现,静息态下迷走神经介导的 HRV 较低的个体,在任务中主观负荷感受与行为表现之间存在更强的关联。基于此,执行功能受损严重的 SZ 患者可能需要投入更多的认知努力和生理资源以维持任务表现。未来可比较静息态及任务前后的 HRV 差异,进一步研究 HRV、认知功能与执行功能表现之间的复杂关系。

本研究测得 LF/HF 比值在组间未显示显著差异,与 Datta 等的发现一致^[21]。该指标在自主神经功能评估中仍存在一定争议,许多研究发现 SZ 的 LF/HF 比值高于健康对照组^[5],Billman 等^[22]指出受呼吸和心率影响的 LF/HF 比值可能无法直接反映交感-迷走平衡,且 VRSG 可能伴随一定的肢体活动,后续可在 VR 这种模拟更加真实的认知环境中结合多种因素进一步探索。

本研究发现,SZ 患者报告游戏体验的沉浸感水平更低,积极体验较少而消极体验较多,可能与 SZ 固有的情绪障碍有关^[23]。同时,研究未发现晕动症状存在显著的组间差异,提示这项针对精神分裂症的 VRSG 范式具有独特优势。尽管存在游戏体验差异,所有参与者均认为 VRSG 形式的认知训练具有良好的沉浸感和吸引力。同时,总体样本的言语流畅性与 HRV 的各项指标均无显著相关性,而此 VRSG 对工作记忆和执行功能有训练效果,而对言语流畅度无显著训练效果^[24],提示 HRV 具有测量任务调动不同领域的认知功能的测量潜力。

综上,本研究凸显了 VRSG 在临床环境中的应用潜力,以及基于虚拟现实在更真实的认知环境下,HRV 评估 SZ 患者认知功能的潜力。结果显示,SZ 患者的认知功能较健康个体显著受损,其 HRV 也存在显著差异,HRV 部分指标与认知功能显著相关。这些结果提示 SZ 患者存在自主神经调节障碍,HRV 为评估 SZ 的认知功能和自主神经调节提供了一种动态且生态效度更高的方法。

【参考文献】

- [1] Starzer M, Hansen HG, Hjorthøj C, et al. 20-year neurocognitive development following a schizophrenia spectrum disorder and associations with symptom severity and functional outcomes [J]. Psychol Med, 2024, 54(9): 2004-2014.
- [2] Shi C, Kang L, Yao S, et al. The MATRICS Consensus Cognitive Battery (MCCB): co-norming and standardization in China [J]. Schizophr Res, 2015, 169(1-3): 109-115.
- [3] Vita A, Gaebel W, Mucci A, et al. European psychiatric association guidance on assessment of cognitive impairment in schizophrenia [J]. Eur Psychiatry, 2022, 65(1): e58.
- [4] Arakaki X, Arechavala RJ, Choy EH, et al. The connection between heart rate variability (HRV), neurological health, and cognition: A literature review [J]. Front Neurosci, 2023, 17: 1055445.
- [5] Stogios N, Gdanski A, Gerretsen P, et al. Autonomic nervous system dysfunction in schizophrenia: impact on cognitive and metabolic health [J]. NPJ Schizophr, 2021, 7(1): 22.
- [6] 袁晴, 刘丹, 傅晓晴, 等. 虚拟现实技术治疗精神分裂症患者的效果 [J]. 四川精神卫生, 2024, 37(3): 277-281.
- [7] Jespersen AE, Røen IS, Lumbye A, et al. Feasibility and effect of an immersive virtual reality-based platform for cognitive training in real-life scenarios in patients with mood - or psychotic disorders: A randomized, controlled proof-of-concept study [J]. Neuroscience Applied, 2023, 2: 101120.
- [8] Deshpande R, Gawande J. ARMA-welch HRV features: predicting ventricular tachycardia with ML [M]. Cham:Springer Nature Switzerland, 2024: 299-315.
- [9] Hurford IM, Ventura J, Marder SR, et al. A 10-minute measure of global cognition: Validation of the Brief Cognitive Assessment Tool for Schizophrenia (B-CATS) [J]. Schizophr Res, 2018, 195: 327-333.
- [10] Bouchard S, Berthiaume M, Robillard G, et al. Arguing in favor of revising the simulator sickness questionnaire factor structure when assessing side effects induced by immersions in virtual reality [J]. Front Psychiatry, 2021, 12: 739742.
- [11] Kennedy RS, Lane NE, Berbaum KS, et al. Simulator sickness questionnaire: an enhanced method for quantifying simulator sickness [J]. The International Journal of Aviation Psychology, 1993, 3(3): 203-220.
- [12] Ijsselstein WA, de Kort YAW, Poels K. The game experience questionnaire [M]. Eindhoven: Technische Universiteit Eindhoven, 2013.
- [13] Guzman A, Harvey PD. Cognitive impairment in schizophrenia: when, what, and is it remediable? [J]. Curr Opin Psychiatry, 2025, 38(3): 154-158.

ROMA 指数联合血清可溶性 CD276 及黏蛋白 1 检测模型在上皮性卵巢癌预后评估中的构建及应用

蒋 艳¹, 阳袁莉¹, 马源蔚¹, 黄贵祥²

1. 四川省资阳市中心医院妇科, 四川 资阳 641300; 2. 四川省医学科学院·四川省人民医院(电子科技大学附属医院)急诊科, 四川 成都 610072

【摘要】 目的 探究 ROMA 指数联合术前血清可溶性 CD276(sCD276)及黏蛋白 1(MUC1)检测模型在上皮性卵巢癌(EOC)预后评估中的构建及应用。**方法** 选取 2020 年 1 月至 2022 年 12 月资阳市中心医院妇科住院治疗并经手术病理确诊的 200 例 EOC 患者,开展回顾性队列研究。收集患者人口学、临床病理特征及术前血清 ROMA 指数、sCD276、MUC1 水平等资料,随访至 2025 年 8 月,根据 3 年无进展生存期(PFS)分为预后良好组(PFS $\geq$ 3 年,98 例)和预后不良组(PFS<3 年,102 例)。采用单因素 Cox 比例风险回归分析筛选 EOC 患者 3 年 PFS 相关危险因素,通过 Cox-LASSO 回归筛选关键预测指标并构建联合模型,同时建立仅含临床病理指标的传统模型。采用 ROC 曲线、校准曲线、Hosmer-Lemeshow 检验及决策曲线分析(DCA)比较两种模型的预测效能、拟合度及临床实用性。**结果** 单因素 Cox 分析显示,FIGO 分期(Ⅲ-Ⅳ期)、低分化、淋巴结转移、腹水形成、术后残余病灶>1 cm、高 ROMA 指数、高 sCD276 水平、高 MUC1 水平均为 EOC 患者 3 年 PFS 的危险因素(均 $P<0.05$)。Cox-LASSO 回归筛选后,最终保留 FIGO 分期、淋巴结转移、术后残余病灶大小 3 项临床病理指标及 ROMA 指数、sCD276、MUC1 3 项血清学指标,构建联合模型:Risk_score_联合=0.795 $\times$ FIGO 分期+0.856 $\times$ 淋巴结转移+0.571 $\times$ 术后残余病灶大小+0.029 $\times$ ROMA 指数+0.387 $\times$ sCD276+0.008 $\times$ MUC1。ROC 曲线分析显示,联合模型预测 EOC 患者 3 年 PFS 的 AUC 为 0.885(95%CI:0.835~0.937),敏感度 92.00%,特异度 90.30%,约登指数 0.675,均显著高于传统模型(AUC=0.738),差异有统计学意义($Z=4.256, P<0.001$)。校准曲线及 Hosmer-Lemeshow 检验($\chi^2=5.872, P=0.664$)提示联合模型预测值与实际结局拟合度良好;DCA 结果显示,联合模型在 0.05~0.85 阈值概率范围内净获益始终高于传统模型及极端干预方案,临床实用性更优。**结论** 基于 LASSO 回归构建的 ROMA 指数、术前血清 sCD276 及 MUC1 联合模型,对 EOC 患者 3 年 PFS 具有优良的预测效能,拟合度及临床实用价值均优于传统模型,可为临床 EOC 患者个体化治疗方案制定及预后风险分层提供科学依据。

【关键词】 上皮性卵巢癌;LASSO 回归;ROMA 指数;可溶性 CD276;黏蛋白 1;预后评估

【中图分类号】 R737.31 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1672-6170(2026)05-0102-06

Construction and application of a prognostic evaluation model for epithelial ovarian cancer based on ROMA index combined with detection of serum sCD276 and MUC1

- [14] Jørgensen TSH, Wium-Andersen IK, Wium-Andersen MK, et al. Cognitive ability, education, height and body mass index in relation to risk of schizophrenia and mortality following its diagnosis [J]. Eur J Epidemiol, 2024, 39(8): 893-904.
- [15] Iannotta F, Iasevoli F, Caiazzo C, et al. Autonomic dysfunctions in psychotic disorders, interaction with antipsychotic intervention and treatment resistance: a comprehensive systematic review and meta-analysis [J]. J Psychiatr Res, 2026, 194: 123-135.
- [16] Lee J, Shields RK. Sympathetic vagal balance and cognitive performance in young adults during the NIH cognitive test [J]. J Funct Morphol Kinesiol, 2022, 7(3): 59.
- [17] Nicolini P, Malfatto G, Lucchi T. Heart rate variability and cognition: a narrative systematic review of longitudinal studies [J]. Journal of Clinical Medicine, 2024, 13(1): 280.
- [18] Yanagi M, Iwasaki T, Iwamura Y, et al. Concurrent examination of gamma-stimulated variability in heart rate and auditory steady-state response in patients with major depressive, bipolar, and schizophrenia spectrum disorders [J]. J Affect Disord, 2025, 385: 119380.
- [19] Lazaridi M, Panagiotaropoulou G, Covanis P, et al. Brain-heart link in schizophrenia: cognitive inhibitory control deficit in patients is specifically related to parasympathetic dysregulation [J]. Schizophr Bull, 2022, 48(5): 1155-1163.
- [20] Yang X, Gazzanigo M, Fang F, et al. Vagally mediated heart rate variability modulates the association between the perceived workload and the Stroop effect on behavioral performance [J]. Physiol Rep, 2025, 13(14): e70466.
- [21] Datta A, Choudhary S, Soni S, et al. Altered heart rate variability during rest in schizophrenia: a state marker [J]. Cureus, 2023, 15(8): e44145.
- [22] Billman GE. The LF/HF ratio does not accurately measure cardiac sympatho-vagal balance [J]. Front Physiol, 2013, 4: 26.
- [23] Yang H, Chang F, Zhu D, et al. Gamified interventions for schizophrenia rehabilitation: a systematic scoping review [J]. Clin Psychol Rev, 2025, 122: 102651.
- [24] Wang X, Kou X, Meng X, et al. Effects of a virtual reality serious game training program on the cognitive function of people diagnosed with schizophrenia: a randomized controlled trial [J]. Front Psychiatry, 2022, 13: 952828.

(收稿日期:2026-03-01;修回日期:2026-03-25)

(本文编辑:彭 羽)