

• 论 著 •

血清 ANGPTL4、ficolin-3 对老年急性脑梗死患者并发血管性痴呆的预测价值*

董素娟¹, 陈 静^{2△}, 肖 莉³

1. 西安国际医学中心医院神经内科, 陕西西安 710077; 2 陕西省康复医院神经内科, 陕西西安 710065;
3. 西电集团医院神经内科, 陕西西安 710077

摘要:目的 探讨血清血管生成素样蛋白 4(ANGPTL4)、纤维蛋白胶凝素 3(ficolin-3)对老年急性脑梗死(ACI)患者并发血管性痴呆的预测价值。方法 选取 2022 年 2 月至 2024 年 3 月西安国际医学中心医院收治的 122 例老年 ACI 患者作为研究对象, 根据是否并发血管性痴呆将其分为非血管性痴呆组($n=77$)和血管性痴呆组($n=45$)。采用酶联免疫吸附试验测定并比较两组血清 ANGPTL4、ficolin-3 水平。采用受试者工作特征(ROC)曲线分析血清 ANGPTL4、ficolin-3 水平对老年 ACI 患者并发血管性痴呆的预测价值, 采用多因素 Logistic 逐步回归分析老年 ACI 患者并发血管性痴呆的影响因素。结果 血管性痴呆组血清 ANGPTL4 水平高于非血管性痴呆组, 血清 ficolin-3 水平低于非血管性痴呆组, 差异均有统计学意义($P<0.05$)。ROC 曲线分析结果显示, 血清 ANGPTL4、ficolin-3 单独及二者联合预测老年 ACI 患者并发血管性痴呆的曲线下面积(AUC)及 95%CI 分别为 0.761(0.716~0.806)、0.827(0.782~0.877)、0.914(0.869~0.964), 二者联合预测老年 ACI 患者并发血管性痴呆的 AUC 均高于单一指标($Z=12.743, 10.158$, 均 $P<0.001$)。血管性痴呆组年龄、合并疾病高血压病占比、总胆固醇(TC)、超敏 C 反应蛋白(hs-CRP)高于非血管性痴呆组($P<0.05$)。多因素分析结果显示, 高龄($OR=2.321, 95\%CI: 1.397\sim 3.856$)、合并高血压($OR=2.214, 95\%CI: 1.297\sim 3.781$)、高 hs-CRP($OR=2.492, 95\%CI: 1.295\sim 4.795$)、ANGPTL4 ≥ 27.47 ng/mL($OR=2.910, 95\%CI: 1.677\sim 5.047$)、ficolin-3 ≤ 19.94 ng/mL($OR=3.083, 95\%CI: 1.823\sim 5.214$)均是老年 ACI 患者并发血管性痴呆的危险因素($P<0.05$)。结论 血清 ANGPTL4、ficolin-3 对老年 ACI 患者并发血管性痴呆具有一定的预测价值, 二者联合检测的预测效能更佳。

关键词:血管生成素样蛋白 4; 纤维蛋白胶凝素 3; 急性脑梗死; 血管性痴呆; 老年

DOI:10.3969/j.issn.1673-4130.2026.05.011

中图法分类号:R446.1;R743.3

文章编号:1673-4130(2026)05-0588-06

文献标志码:A

Predictive value of serum ANGPTL4 and ficolin-3 for vascular dementia in elderly patients with acute cerebral infarction*

DONG Sujuan¹, CHEN Jing^{2△}, XIAO Li³

1. Department of Neurology, Xi'an International Medical Center Hospital, Xi'an, Shaanxi 710077, China; 2. Department of Neurology, Shaanxi Kangfu Hospital, Xi'an, Shaanxi 710065, China;
3. Department of Neurology, Xidian Group Hospital, Xi'an, Shaanxi 710077, China

Abstract: Objective To explore the predictive value of serum angiopoietin-like protein 4 (ANGPTL4) and ficolin-3 for vascular dementia in elderly patients with acute cerebral infarction (ACI). **Methods** A total of 122 elderly ACI patients admitted to Xi'an International Medical Center Hospital from February 2022 to March 2024 were selected as the research subjects. They were divided into the non-vascular dementia group ($n=77$) and the vascular dementia group ($n=45$) based on whether they had concurrent vascular dementia. The levels of serum ANGPTL4 and ficolin-3 were determined and compared between the two groups using enzyme-linked immunosorbent assay. The levels of serum ANGPTL4 and ficolin-3 were measured and compared between the two groups using enzyme-linked immunosorbent assay. Receiver operating characteristic (ROC) curve was used to analyze the predictive value of serum ANGPTL4 and ficolin-3 levels for vascular dementia in elderly patients with ACI. Multivariate Logistic stepwise regression was used to analyze the influencing factors of vascular dementia in elderly patients with ACI. **Results** The serum ANGPTL4 level in the vascular demen-

* 基金项目:陕西省重点研发计划项目(S2022-YF-YBSF-1053)。

作者简介:董素娟,女,副主任医师,主要从事脑血管病研究。△ 通信作者, E-mail:842063518@qq.com。

tia group was higher than that in the non-vascular dementia group, and the serum ficolin-3 level was lower than that in the non-vascular dementia group, with statistically significant differences ($P < 0.05$). The results of ROC curve analysis showed that the area under the curve (AUC) and 95%CI of serum ANGPTL4 and ficolin-3 alone and their combination for predicting concurrent vascular dementia in elderly ACI patients were 0.761(0.716–0.806), 0.827(0.782–0.877), and 0.914(0.869–0.964), respectively. The AUC of the combination of serum ANGPTL4 and ficolin-3 for predicting concurrent vascular dementia in elderly ACI patients was higher than that of the single indicators ($Z = 12.743, 10.158$, both $P < 0.001$). The age, proportion of hypertension, total cholesterol (TC), and high-sensitivity C-reactive protein (hs-CRP) in the vascular dementia group were higher than those in the non-vascular dementia group ($P < 0.05$). The results of the multivariate analysis showed that high age ($OR = 2.321, 95\%CI: 1.397 - 3.856$), coexisting hypertension ($OR = 2.214, 95\%CI: 1.297 - 3.781$), high hs-CRP ($OR = 2.492, 95\%CI: 1.295 - 4.795$), $ANGPTL4 \geq 27.47$ ng/mL ($OR = 2.910, 95\%CI: 1.677 - 5.047$), and $ficolin-3 \leq 19.94$ ng/mL ($OR = 3.083, 95\%CI: 1.823 - 5.214$) were all risk factors for vascular dementia in elderly patients with ACI ($P < 0.05$). **Conclusion** Serum ANGPTL4 and ficolin-3 have certain predictive value for vascular dementia in elderly patients with ACI, and the combined detection of them has better predictive efficacy.

Key words: angiotensin-like protein 4; ficolin-3; acute cerebral infarction; vascular dementia; elderly

急性脑梗死(ACI)是一种由于脑部血流突然中断导致的局部脑组织缺血性坏死,属于临床最常见的脑卒中类型,脑血栓的形成和脑栓塞是其主要病因^[1]。随着人口老龄化的加剧及人们生活方式的改变,老年ACI患者的数量逐年增加^[2]。近年来卒中诊疗技术取得了较大进步,老年ACI的病死率有所下降,但患者恢复期和后遗症期的并发症仍然高发,成为临床关注热点之一^[3]。血管性痴呆是老年ACI患者常见的并发症之一,其主要病理改变为小动脉硬化和微小血管病变,通常在ACI发病后3~6个月内出现,临床表现为认知功能减退和社会功能下降,严重影响患者的生活质量^[4-5]。因此,寻找有效的生物学标志物来早期预测老年ACI患者血管性痴呆的发生,对于改善患者预后和生活质量具有重要意义。血管生成素样蛋白4(ANGPTL4)是一种多功能分泌型糖蛋白,参与机体的调节脂质代谢、血管生成、氧化还原调控、创伤修复和炎症反应等多种生理过程,可稳定动脉粥样硬化斑块并抑制其发展^[6-7]。纤维蛋白胶凝素3(ficolin-3)是机体天然免疫中的关键因子,可通过凝集素途径来激活补体系统,目前已有研究证明,Ficolin-3与多种心血管疾病密切相关,是血管性疾病的生物标志物^[8-9]。目前,关于血清ANGPTL4、ficolin-3水平与老年ACI患者血管性痴呆并发血管性痴呆的相关研究较少。结合以上背景,本研究拟探讨血清ANGPTL4、ficolin-3在预测老年ACI患者并发血管性痴呆的临床价值,旨在为临床医生早期识别高风险患者并及时干预提供参考,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2022年2月至2024年3月西安国际医学中心医院收治的122例老年ACI患者作为研究对象,其中男70例,女52例;年龄60~85岁,

平均(69.35±4.91)岁;体重指数(BMI)18.00~29.00 kg/m²,平均BMI(23.65±3.42)kg/m²;文化程度:初中及以下81例,高中33例,大专及以上8例。纳入标准:(1)符合ACI诊断标准^[10],且经头颅CT/MRI证实;(2)年龄≥60岁;(3)首次发病,于发病72h内入院;(4)临床资料完整。排除标准:(1)有既往无颅脑手术、颅脑外伤、精神疾病史;(2)合并其他脑血管疾病;(3)合并恶性肿瘤、严重肝肾功能不全、心功能不全;(4)入院诊断为脑出血;(5)合并血液系统疾病及免疫系统疾病;(6)长期服用抗精神病药物;(7)合并先天性认知障碍或发病前存在认知功能障碍疾病、沟通表达障碍;(8)合并脑损伤、脑血栓等脑器质性疾病。本研究经医院伦理委员会审核通过(批号:202300013),所有参与者及家属签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 资料收集 收集122例老年ACI患者性别、年龄、BMI、文化程度、梗死部位、吸烟史、饮酒史、合并疾病(高血压、糖尿病、高脂血症)、发病至入院时间、甘油三酯(TG)、总胆固醇(TC)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)及超敏C反应蛋白(hs-CRP)等资料。

1.2.2 血清ANGPTL4、ficolin-3检测 采集122例老年ACI患者入院后空腹状态下的静脉血4 mL,4℃离心处理(3 500 r/min离心10 min,离心半径8 cm),取上清液保留于-20℃冰箱待测。采用酶联免疫吸附试验(ELISA)检测患者血清ANGPTL4(试剂盒货号:YB72027)、ficolin-3(试剂盒货号:YB72180)水平,对应试剂盒均购于上海钰博生物科技有限公司,具体检测步骤参照说明书进行操作。

1.2.3 血管性痴呆评估及分组 在治疗3个月后,由主任医师级别医生采用简体中文版临床痴呆评定

量表(CDR)^[11]对 122 例老年 ACI 患者进行了血管性痴呆的并发症评估,该量表主要从 6 个认知领域进行评价,分为询问知情者和询问受试者两个方面,得分范围 0~3 分,若 CDR 量表 ≥ 1 分则表示血管性痴呆。根据老年 ACI 患者是否并发血管性痴呆分为非血管性痴呆组($n=77$)和血管性痴呆组($n=45$)。

1.3 统计学处理 采用 SPSS26.0 软件分析数据,计量资料均符合正态分布,以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较行 t 检验;计数资料以例或百分率表示,组间比较行 χ^2 检验;采用受试者工作特征(ROC)曲线分析血清 ANGPTL4、ficolin-3 水平对老年 ACI 患者并发血管性痴呆的预测价值;采用多因素 Logistic 回归分析老年 ACI 患者并发血管性痴呆的影响因素。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 非血管性痴呆组与血管性痴呆组患者血清 ANGPTL4、ficolin-3 水平比较 血管性痴呆组血清 ANGPTL4 水平明显高于非血管性痴呆组,血清 ficolin-3

水平明显低于非血管性痴呆组,差异有统计学意义($P < 0.05$)。见表 1。

2.2 血清 ANGPTL4、ficolin-3 水平对老年 ACI 患者并发血管性痴呆的预测价值 ROC 曲线分析结果显示,血清 ANGPTL4、ficolin-3 单独及二者联合预测老年 ACI 患者并发血管性痴呆的 AUC(95%CI)分别为 0.761(0.716~0.806)、0.827(0.782~0.877)、0.914(0.869~0.964),二者联合预测老年 ACI 患者并发血管性痴呆的 AUC 均高于单一指标检测($Z = 12.743, 10.158$, 均 $P < 0.001$)。见表 2。

表 1 非血管性痴呆组与血管性痴呆组患者血清 ANGPTL4、ficolin-3 水平比较($\bar{x} \pm s$, ng/mL)

组别	<i>n</i>	ANGPTL4	ficolin-3
非血管性痴呆组	77	23.69 \pm 4.17	22.97 \pm 3.72
血管性痴呆组	45	31.25 \pm 6.09	16.85 \pm 3.41
<i>t</i>		8.121	9.036
<i>P</i>		<0.001	<0.001

表 2 血清 ANGPTL4、ficolin-3 水平对老年 ACI 患者并发血管性痴呆的预测价值

项目	AUC	95%CI	cut-off 值	灵敏度(%)	特异度(%)	Youden 指数
ANGPTL4	0.761	0.716~0.806	27.47 ng/mL	91.11	58.44	0.496
ficolin-3	0.827	0.782~0.877	19.94 ng/mL	91.11	62.34	0.535
ANGPTL4+ficolin-3	0.914	0.869~0.964	—	88.89	85.71	0.746

注:—表示无数据。

2.3 老年 ACI 患者并发血管性痴呆的单因素分析 两组患者性别、BMI、文化程度、梗死部位、吸烟史、饮酒史、合并疾病糖尿病、合并疾病高脂血症、发病至入院时间、TG、HDL-C、LDL-C 比较差异均无统计学意

义($P > 0.05$)。血管性痴呆组年龄、合并疾病高血压病占比、TC、hs-CRP 高于非血管性痴呆组($P < 0.05$)。见表 3。

表 3 老年 ACI 患者并发血管性痴呆的单因素分析[n (%)或 $\bar{x} \pm s$]

项目	非血管性痴呆组($n=77$)	血管性痴呆组($n=45$)	χ^2/t	<i>P</i>
性别			0.706	0.401
男	52(67.53)	27(60.00)		
女	25(32.47)	18(40.00)		
年龄(岁)	67.13 \pm 4.57	71.59 \pm 5.24	4.925	<0.001
BMI(kg/m ²)	23.59 \pm 3.35	23.73 \pm 3.51	0.219	0.827
文化程度			0.575	0.750
初中及以下	51(66.24)	30(66.67)		
高中	20(25.97)	13(28.89)		
大专及以上	6(7.79)	2(4.44)		
梗死部位			1.644	0.439
基底节区	48(62.34)	32(71.11)		
脑叶	16(20.78)	9(20.00)		
其他	13(16.88)	4(8.89)		
吸烟史	35(45.45)	22(48.89)	0.135	0.714
饮酒史	24(31.17)	9(37.78)	0.556	0.456
合并疾病				
高血压	18(23.38)	21(46.67)	7.087	0.008
糖尿病	11(14.29)	8(17.78)	0.263	0.608

续表 3 老年 ACI 患者并发血管性痴呆的单因素分析 [$n(\%)$ 或 $\bar{x} \pm s$]

项目	非血管性痴呆组 ($n=77$)	血管性痴呆组 ($n=45$)	χ^2/t	P
高脂血症	13(16.88)	9(20.00)	0.187	0.666
发病至入院时间(h)	30.12 \pm 7.03	32.71 \pm 7.18	1.948	0.054
TG(mmol/L)	1.43 \pm 0.35	1.52 \pm 0.41	1.285	0.201
TC(mmol/L)	4.28 \pm 0.72	4.63 \pm 0.89	2.371	0.019
HDL-C(mmol/L)	1.21 \pm 0.28	1.16 \pm 0.25	0.989	0.325
LDL-C(mmol/L)	2.15 \pm 0.41	2.28 \pm 0.57	1.459	0.147
hs-CRP(mg/L)	7.62 \pm 0.94	8.61 \pm 1.02	5.439	<0.001

2.4 老年 ACI 患者并发血管性痴呆的多因素 Logistic 回归分析 将老年 ACI 患者是否并发血管性痴呆作为因变量(否=0、是=1),将单因素分析中差异有统计学意义的指标及血清 ANGPTL4、ficolin-3 作为自变量纳入多因素分析,结果显示:高龄($OR=2.321, 95\%CI: 1.397 \sim 3.856$)、合并疾病高血压($OR=2.214, 95\%CI: 1.297 \sim 3.781$)、高 hs-CRP($OR=2.492, 95\%CI: 1.295 \sim 4.795$)、ANGPTL4 ≥ 27.47 ng/mL($OR=2.910, 95\%CI: 1.677 \sim 5.047$)、ficolin-3 ≤ 19.94 ng/mL($OR=3.083, 95\%CI: 1.823 \sim 5.214$)均是老年 ACI 患者并发血管性痴呆的危险因素($P<0.05$)。见表 4。

表 4 老年 ACI 患者并发血管性痴呆的多因素分析

项目	β	SE	Wald χ^2	P	OR(95%CI)
年龄	0.842	0.259	10.569	0.001	2.321(1.397~3.856)
合并高血压	0.795	0.273	8.480	0.004	2.214(1.297~3.781)
TC	0.609	0.381	2.555	0.110	1.839(0.871~3.880)
hs-CRP	0.913	0.334	7.472	0.006	2.492(1.295~4.795)
ANGPTL4	1.068	0.281	14.445	<0.001	2.910(1.677~5.047)
ficolin-3	1.126	0.268	17.653	<0.001	3.083(1.823~5.214)

注:赋值为年龄(原值输入),合并高血压(无=0,有=1),TC(原值输入),hs-CRP(原值输入),ANGPTL4(<27.47 ng/mL=0, ≥ 27.47 ng/mL=1),ficolin-3(>19.94 ng/mL=0, ≤ 19.94 ng/mL=1)。

3 讨论

ACI 是一种极为凶险的急性缺血性脑血管疾病,其发病机制主要与动脉粥样硬化、血栓形成及栓塞等因素密切相关^[12-13]。随着患者病情的进展,缺血区域逐渐扩大,脑组织损伤程度进一步加重,进而会导致偏瘫、失语、意识障碍等急性脑功能障碍,甚至死亡^[14-15]。血管性痴呆是一种由于脑血管病变引起的皮质性痴呆,多发于 ACI 这类脑血管病患者,可损害患者的语言能力、执行能力、注意力等,严重影响患者的生活质量^[16-17]。老年 ACI 患者并发血管性痴呆的预后较差,可延缓其身体康复进程,增加家庭和社会的负担^[18]。目前,针对 ACI 患者并发血管性痴呆的治疗手段有限,尚无明确的特效药物或治疗方法,临床多以预防和康复治疗为主^[19]。因此,寻找有效的生

物标志物以早期识别和预测 ACI 患者并发血管性痴呆的风险,对于制订干预方案、改善患者预后具有重要的临床意义。

ANGPTL4 是一种参与新陈代谢和血管稳态的多功能蛋白,属于血管生成素样蛋白家族重要成员之一,由 406 个氨基酸残基组成,在血管生成、糖脂能量代谢、肿瘤发生发展及代谢性疾病中起调节作用,为其作为多种病理生理学疾病的潜在治疗靶点提供了新的研究思路^[20-21]。一项研究表明,ANGPTL4 还具有抗炎和促炎的双重功能,在炎症性疾病、心脏病、皮肤病及代谢性疾病中也发挥着重要作用^[22]。KATANASAKA 等^[23]研究结果发现,ANGPTL4 在冠状动脉疾病患者的心外膜脂肪组织中表达显著增加,提示其参与心血管疾病的发生发展。本研究结果显示,血管性痴呆组血清 ANGPTL4 水平明显高于非血管性痴呆组,表明 ANGPTL4 水平升高与老年 ACI 患者血管性痴呆的发生密切相关。其原因可能为,在老年 ACI 患者的发病过程中,脑梗死导致局部组织缺血缺氧,可激活缺氧诱导因子-1 α (HIF-1 α)信号通路,进而促进 ANGPTL4 表达;同时,机体炎症因子的释放进一步刺激 ANGPTL4 合成,导致其水平显著升高^[24]。高水平 ANGPTL4 可通过增加血脑屏障通透性,促进炎症细胞浸润及神经炎症反应,导致神经元损伤及认知功能下降;同时,高水平 ANGPTL4 可抑制血管生成及促进内皮细胞凋亡,加重脑组织缺血缺氧,导致神经功能缺损;此外,ANGPTL4 还可通过调节脂质代谢,导致脑内脂质沉积异常,进一步加剧神经炎症及神经元损伤,引发血管性痴呆^[25]。

ficolin-3 是一种由肝脏合成的循环模式识别分子,可通过识别病原体表面的糖类结构,激活补体凝集素途径,在先天免疫系统中发挥关键作用^[26-27]。既往研究发现,低 ficolin-3 水平在慢性美洲锥虫病相关心功能不全的病理生理过程中发挥重要作用,表明其与心血管疾病的进展密切相关^[28]。CHEN 等^[29]研究显示, ficolin-3 表达缺失与肝细胞癌的不良预后显著相关,可作为预测患者预后的潜在生物标志物。本研究结果发现,血管性痴呆组血清 ficolin-3 水平明显低于非血管性痴呆组,表明 ficolin-3 水平降低与老年

ACI 患者血管性痴呆的发生密切相关。其因为,在老年 ACI 患者的发病过程中,脑梗死引发的全身炎症反应导致肝脏功能损伤,进而抑制 ficolin-3 的合成;同时,氧化应激及炎症因子的释放进一步下调 ficolin-3 表达,导致其水平显著降低^[30]。ficolin-3 水平降低削弱了患者机体补体凝集素途径的激活能力,并减少了对凋亡细胞的清除,导致病原体清除障碍及慢性炎症反应持续存在,加剧神经元损伤。此外, ficolin-3 水平降低还可抑制血管内皮细胞的修复功能,影响血脑屏障完整性,进一步加重脑组织缺血缺氧,促进炎症细胞浸润及神经炎症反应,最终导致血管性痴呆的发生^[31]。

本研究 ROC 曲线显示,血清 ANGPTL4、ficolin-3 单一指标及联合预测老年 ACI 患者并发血管性痴呆的 AUC 分别为 0.761、0.827、0.914,血清 ANGPTL4、ficolin-3 联合预测的 AUC 均高于单一指标,提示单独使用血清 ANGPTL4、ficolin-3 预测老年 ACI 患者并发血管性痴呆具有一定的临床价值,但二者联合检测可更全面地反映神经炎症、血管内皮功能障碍及免疫调节异常等多种病理过程,预测准确性较高。本研究结果还显示,高年龄、有合并疾病高血压病、高 hs-CRP 也是老年 ACI 患者并发血管性痴呆的危险因素。原因可能为,年龄增长可通过加速脑组织退行性变及血管老化,增加血管性痴呆风险;合并高血压会导致慢性脑灌注不足及血管内皮损伤,进一步加重神经功能缺损;hs-CRP 水平升高可促进神经元损伤及认知功能下降,进而参与血管性痴呆的发生。因此,临床应重点关注老年 ACI 患者的血清 ANGPTL4、ficolin-3 水平变化,并结合年龄、高血压病史及 hs-CRP 水平进行综合评估,以提高血管性痴呆的早期预测效能,及时干预并改善患者预后。

综上所述,血清 ANGPTL4 升高、ficolin-3 降低与老年 ACI 患者并发血管性痴呆有关,血清 ANGPTL4、ficolin-3 水平对老年 ACI 患者并发血管性痴呆具有一定的预测价值,且二者联合检测的预测效能更佳。然而,本研究样本量较小,且均源于单个医院,可能影响研究结果的普适性及准确性,未来可进一步增加样本量验证本研究结论。

参考文献

- [1] KAMEDA-SMITH M M, PAI A M, JUNG Y, et al. Advances in mechanical thrombectomy for acute ischemic stroke due to large vessel occlusion[J]. *Crit Rev Biomed Eng*, 2021, 49(5):13-70.
- [2] 《中国脑卒中防治报告》编写组. 我国脑卒中防治仍面临巨大挑战——《中国脑卒中防治报告 2018》概要[J]. *中国循环杂志*, 2019, 34(2):105-119.
- [3] 孙秀娟, 曹静, 白鸽, 等. 三期十步法联合网络视频健康教育在急性脑梗死后遗症患者康复中的应用[J]. *保健医学研究与实践*, 2022, 19(11):162-165.
- [4] THONG E H E, QUEK E J W, LOO J H, et al. Acute myocardial infarction and risk of cognitive impairment and dementia: a review[J]. *Biology*, 2023, 12(8):1154.
- [5] KUMRAL E, BAYAM F E, ARSLAN H, et al. Associations between neuroanatomic patterns of cerebral infarctions and vascular dementia[J]. *J Neuropsychiatry Clin Neurosci*, 2021, 33(1):49-56.
- [6] SYLVERS-DAVIE K L, DAVIES B S J. Regulation of lipoprotein metabolism by ANGPTL3, ANGPTL4, and ANGPTL8[J]. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 2021, 321(4):E493-E508.
- [7] CHO D I, AHN M J, CHO H H, et al. ANGPTL4 stabilizes atherosclerotic plaques and modulates the phenotypic transition of vascular smooth muscle cells through KLF4 downregulation[J]. *Exp Mol Med*, 2023, 55(2):426-442.
- [8] PIECZARKA C, ANDRADE F A, CATARINO S J, et al. Ficolin-1 and ficolin-3 polymorphisms and susceptibility to rheumatoid arthritis[J]. *Autoimmunity*, 2020, 53(7):400-407.
- [9] JARLHELT I, PILELY K, CLAUSEN J B, et al. Circulating ficolin-2 and ficolin-3 form hetero complexes[J]. *J Immunol*, 2020, 204(7):1919-1928.
- [10] 中华医学会神经病学分会, 中华医学会神经病学分会脑血管病学组. 中国急性缺血性脑卒中诊治指南 2018[J]. *中华神经科杂志*, 2018, 51(9):666-682.
- [11] 中国老年医学学会认知障碍分会. 临床痴呆评定量表简体中文版[J]. *中华老年医学杂志*, 2018, 37(4):367-371.
- [12] XU P, XIN J, SONG L, et al. Serum miR-133 as a potential biomarker in acute cerebral infarction patients[J]. *Clin Lab*, 2020, 66(10):190933.
- [13] 陈丽君, 赵文杰, 陈浩, 等. 急性脑梗死血清 SIRT1、ICAM-1、PLR 与颈动脉粥样硬化斑块的相关性分析[J]. *分子诊断与治疗杂志*, 2023, 15(8):1453-1457.
- [14] DU W, FAN L, DU J. Neuroinflammation-associated miR-106a-5p serves as a biomarker for the diagnosis and prognosis of acute cerebral infarction[J]. *BMC Neurol*, 2023, 23(1):248.
- [15] CHEN L, LIU F, TIAN X, et al. Impact of cerebral microbleeds on cognitive functions and its risk factors in acute cerebral infarction patients[J]. *Neurol Res*, 2023, 45(6):564-571.
- [16] 黄雪, 何欣颖, 罗晓桐, 等. 脂蛋白相关磷脂酶 A2 联合尿酸对急性脑梗死并发血管性痴呆的预测价值[J]. *中国实用神经疾病杂志*, 2024, 27(11):1347-1351.
- [17] MORGAN A E, MC AULEY M T. Vascular dementia: from pathobiology to emerging perspectives[J]. *Ageing Res Rev*, 2024, 96:102278.
- [18] HADIYOSO S, ZAKARIA H, ANAM ONG P, et al. Multi modal feature extraction for classification of vascular dementia in post-stroke patients based on EEG signal[J]. *Sensors*, 2023, 23(4):1900.
- [19] YIN Y L, LIU Y H, ZHU M L, et al. Floralozone improves cognitive impairment in vascular dementia rats via regulation of TRPM2 and NMDAR signaling pathway[J]. *Physiol Behav*, 2022, 249:113777.

• 论 著 •

CT 能谱成像参数联合血清 PRDM16、GPER1 鉴别诊断孤立性肺结节良恶性的临床价值*

王 昀¹, 刀钰洋², 吕 佳³, 蒋红梅³, 蒋 婕¹, 臧永洪¹, 梅 韬¹, 刘跃权¹, 孙学进^{1△}1. 云南省滇东北中心医院医学影像科, 云南昭通 657000; 2. 普洱市人民医院核医学科, 云南普洱 665000;
3. 普洱市人民医院放射科, 云南普洱 665000

摘要:目的 探讨 CT 能谱成像参数联合血清 PR 结构域蛋白 (PRDM) 16、G 蛋白偶联雌激素受体 (GPER) 1 对孤立性肺结节 (SPN) 良恶性的鉴别价值。方法 将云南省滇东北中心医院 2022 年 7 月至 2025 年 5 月收治的 216 例 SPN 患者根据病理结果分为良性组 ($n=127$) 和恶性组 ($n=89$)。采用酶联免疫吸附试验 (ELISA) 检测血清 PRDM16、GPER1 水平, 比较两组基线资料、影像特征、动脉期和静脉期的标准化碘浓度 (NIC) 及血清 PRDM16、GPER1 水平。采用受试者工作特征 (ROC) 曲线分析动脉期 NIC、静脉期 NIC 及血清 PRDM16、GPER1 单独及联合对 SPN 性质的诊断价值, 采用 *Kappa* 检验分析动脉期 NIC、静脉期 NIC 及血清 PRDM16、GPER1 的联合诊断结果与病理结果的一致性。结果 良性组与恶性组结节在边缘形态、分叶征、血管束束征等方面比较, 差异有统计学意义 ($P<0.05$)。相比良性组, 恶性组动脉期 NIC 和静脉期 NIC 均较高, 血清 PRDM16、GPER1 水平均较低, 差异均有统计学意义 ($P<0.05$)。ROC 曲线分析结果显示, 动脉期 NIC、静脉期 NIC 联合血清 PRDM16、GPER1 诊断恶性 SPN 的灵敏度和特异度分别为 89.89% 和 79.53%, 曲线下面积 (AUC) 为 0.930, 4 项指标联合检测的 AUC 高于各指标单独诊断 ($P<0.05$)。Kappa 检验结果显示, 4 项指标联合检测诊断与病理结果一致性较高 ($Kappa=0.675, P<0.001$)。结论 CT 能谱成像参数 (动脉期及静脉期 NIC) 联合血清 PRDM16、GPER1 对 SPN 良恶性的鉴别价值较高。

关键词: 孤立性肺结节; CT 能谱成像参数; PR 结构域蛋白 16; G 蛋白偶联雌激素受体 1

DOI: 10.3969/j.issn.1673-4130.2026.05.012 **中图法分类号:** R734.2; R446.1

文章编号: 1673-4130(2026)05-0593-05 **文献标志码:** A

Clinical value of CT spectral imaging parameters combined with serum PRDM16 and GPER1 in the differential diagnosis of benign and malignant solitary pulmonary nodules*

WANG Yun¹, DAO Yuyang², LYU Jia³, JIANG Hongmei³, JIANG Jie¹,
ZANG Yonghong¹, MEI Tao¹, LIU Yuequan¹, SUN Xuejin^{1△}

1. Department of Medical Imaging, Northeast Yunnan Central Hospital, Zhaotong, Yunnan 657000, China; 2. Department of Nuclear Medicine, Pu'er People's Hospital, Pu'er, Yunnan 665000, China; 3. Department of Radiology, Pu'er People's Hospital, Pu'er, Yunnan 665000, China

Abstract: Objective To explore the value of CT spectral imaging parameters combined with serum PR domain protein (PRDM) 16 and G protein-coupled estrogen receptor (GPER) 1 in differentiating benign and malignant solitary pulmonary nodules (SPN). **Methods** From July 2022 to May 2025, 216 SPN patients admitted to Northeast Yunnan Central Hospital were divided into the benign group ($n=127$) and the malignant group ($n=89$) based on pathological results. The levels of serum PRDM16 and GPER1 were detected by enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). The baseline data, imaging features, standardized iodine concentration (NIC) in the arterial phase and venous phase, as well as the serum levels of PRDM16 and GPER1 were compared between the two groups. The receiver operating characteristic (ROC) curve was used to analyze the diagnostic value of arterial NIC, venous NIC, and serum PRDM16 and GPER1 alone and in combination for the nature of SPN. The *Kappa* test was used to analyze the consistency between the combined diagnostic results of arterial NIC, venous NIC, and serum PRDM16 and GPER1 and the pathological results. **Results** There were statistically significant differences in the edge morphology, lobulation sign, and vascular bundle sign be-

* 基金项目: 2024 年北京医学奖励基金会课题 (YXJL-2024-0350-0311); 2025—2026 年度云南省滇东北中心医院内科研基金项目 (2025ZXYY020)。

作者简介: 王昀, 男, 主治医师, 主要从事影像医学与核医学方向研究。△ 通信作者, E-mail: sunxuejinkm@126.com。