

血清腱糖蛋白C联合血浆D-二聚体检测对急性主动脉综合征患者的诊断价值

高晓杰, 陈启鸿, 黄仲杰, 张庆贤, 黄金旗

莆田市第一医院介入血管外科, 福建 莆田, 351100

通信作者: 黄金旗, E-mail: 156691946@qq.com

【摘要】 目的 探讨血清腱糖蛋白C (TNC)联合血浆D-二聚体(D-D)检测对急性主动脉综合征(AAS)患者的诊断价值。**方法** 前瞻性纳入2021年5月至2025年5月莆田市第一医院介入血管外科收治的60例AAS患者和33例健康对照者。检测两组基线血清TNC及血浆D-D水平,并在AAS患者入院第3、5、7天动态监测TNC水平。通过受试者工作特征(ROC)曲线分析各指标及联合诊断的效能。**结果** AAS组TNC [(775.17 ± 260.13) pg/ml比 (529.50 ± 134.52) pg/ml, $t=-6.001, P<0.001$]和D-D [$2.58(0.79, 6.88)$ μ g/ml比 $0.29(0.19, 0.54)$ μ g/ml, $Z=-6.267, P<0.001$]水平均显著高于对照组。主动脉夹层组D-D水平 [$4.00(2.23, 7.76)$ μ g/ml比 $1.37(0.70, 6.75)$ μ g/ml, $Z=-2.005, P=0.045$]高于壁内血肿/穿透性溃疡组,但两组TNC水平无统计学差异($P>0.05$)。ROC分析显示,TNC和D-D曲线下面积(AUC)分别为0.775, 0.896, TNC和D-D单独诊断AAS的敏感度/特异度分别为73.33%/78.79%和82.76%/84.85%。两者联合检测时AUC提升至0.943,敏感度和特异度达87.93%和90.91%。Pearson分析表明,AAS组发病时间与入院第1天TNC无相关性($r=-0.149, P=0.257$),住院7d内TNC水平动态变化无统计学意义($P>0.05$)。**结论** 在病例-健康对照研究设计下,血清TNC与血浆D-D对AAS均显示出诊断价值,联合检测可显著提高区分AAS患者与健康人群的效能。初步发现TNC水平在急性期相对稳定,提示其对AAS具有潜在辅助诊断价值,而D-D水平差异提示其可能有助于亚型鉴别,但仍需进一步研究验证。

【关键词】 急性主动脉综合征; 腱糖蛋白C; D-二聚体; 诊断; 受试者工作特征曲线

【文章编号】 2095-834X (2026)04-17-05

DOI: 10.26939/j.cnki.CN11-9353/R.2026.04.002

本文著录格式: 高晓杰, 陈启鸿, 黄仲杰, 等. 血清腱糖蛋白C联合血浆D-二聚体检测对急性主动脉综合征患者的诊断价值[J]. 当代介入医学电子杂志, 2026, 3(4): 17-21.

Diagnostic value of serum tenascin-C combined with plasma D-dimer detection in patients with acute aortic syndrome

Gao Xiaojie, Chen Qihong, Huang Zhongjie, Zhang Qingxian, Huang Jinqi

Department of Interventional Vascular Surgery, the First Hospital of Putian City, Putian 351100, Fujian, China

Corresponding author: Huang Jinqi, E-mail: 156691946@qq.com

【Abstract】 Objective To investigate the diagnostic value of serum tenascin-C (TNC) combined with plasma D-dimer (D-D) detection in patients with acute aortic syndrome (AAS). **Methods** A total of 60 AAS patients admitted to the Interventional Vascular Surgery Department of the First Hospital of Putian City from May 2021 to May 2025 and 33 healthy volunteers were prospectively enrolled into the AAS group and the control group respectively. Baseline serum TNC and plasma D-D levels were measured in both groups, and TNC level was dynamically monitored in AAS patients on days 3, 5 and 7 after admission. The diagnostic performances of each marker and of their combination were evaluated using receiver operating characteristic (ROC) curve analysis. **Results** The AAS group exhibited significantly

收稿日期: 2026-04-17

基金项目: 福建省卫生健康科技计划项目资助(2023QNA096)

higher levels of TNC $[(775.17 \pm 260.13) \text{ pg/ml vs. } (529.50 \pm 134.52) \text{ pg/ml}, t=-6.001, P<0.001]$ and D-D $[2.58 (0.79, 6.88) \mu\text{g/ml vs. } 0.29 (0.19, 0.54) \mu\text{g/ml}, Z=-6.267, P<0.001]$ compared with the control group. The D-D level was higher in the aortic dissection subgroup than in the intramural hematoma/penetrating aortic ulcer subgroup $[4.00 (2.23, 7.76) \mu\text{g/ml vs. } 1.37 (0.70, 6.75) \mu\text{g/ml}, Z=-2.005, P=0.045]$, while no significant difference in TNC level was observed between the two subgroups ($P>0.05$). ROC analysis showed that the sensitivity/specificity of TNC [area under the curve (AUC) = 0.775] and D-D (AUC = 0.896) alone for diagnosing AAS were 73.33%/78.79% and 82.76%/84.85%, respectively. The combined detection improved the AUC to 0.943, with sensitivity and specificity reaching 87.93% and 90.91%, respectively. Pearson analysis indicated that there was no correlation between the onset time and the TNC level on the first day of admission in the AAS group ($r=-0.149, P=0.257$), and the dynamic changes in TNC level over the 7-day hospitalization period were not statistically significant ($P>0.05$). **Conclusion** Under the case-healthy control study design, serum TNC and plasma D-D both show diagnostic value for AAS, and their combined detection can significantly improve the efficacy in distinguishing AAS patients from healthy controls. Preliminary findings suggest that the TNC level remains relatively stable during the acute phase, indicating its potential adjunctive diagnostic value for AAS, while the difference in D-D level suggests it may be helpful for subtype differentiation diagnosis, pending further validation.

【Keywords】 Acute aortic syndrome; Tenascin-C; D-dimer; Diagnosis; Receiver operating characteristic curve

急性主动脉综合征(acute aortic syndrome, AAS)是一组由主动脉壁结构异常引发的致命性急症,主要包括主动脉夹层(aortic dissection, AD)、壁内血肿(intramural hematoma, IMH)和穿透性溃疡(penetrating aortic ulcer, PAU)^[1-2]。该病年发病率为3~5/10万,好发于60岁以上男性患者^[3]。若AD未能在发病24 h内得到确诊,患者死亡率将每小时递增1%~2%,这凸显了开发快速可靠诊断工具的迫切临床需求^[4]。目前,AAS的诊断主要依赖于影像学检查,但基层医疗机构常因设备条件限制而面临诊断困难。因此,寻找便捷、准确的血清学诊断标志物具有重要的现实意义。虽然D-二聚体(D-dimer, D-D)检测已被应用于AAS的筛查,但其因特异性不足的问题可能导致假阳性结果的出现^[5]。腱糖蛋白C(tenascin-C, TNC)作为一种重要的细胞外基质蛋白,在血管损伤和炎症反应过程中表达显著上调,显示出成为AAS新型生物标志物的潜力^[6]。然而,目前有关TNC联合D-D诊断AAS价值的研究鲜有报道,且结论存在分歧。基于此,本研究旨在系统探讨血清TNC联合血浆D-D检测对AAS的诊断价值,以期建立更准确可靠的联合检测方案,为AAS的早期诊断提供新的实验室依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象

本研究前瞻性选取了2021年5月至2025年5月期间莆田市第一医院(以下简称我院)介入血管外科收治的AAS患者。纳入标准包括:(1) AAS诊断经主动

脉CT血管造影确诊;(2)入院后立即完善血清TNC检测;(3)症状出现不超过14 d。

排除标准为:(1)急性冠脉综合征;(2)存在近期创伤、恶性肿瘤、慢性肾病、感染性疾病、静脉血栓栓塞症、近期手术史、严重肝功能异常、自身免疫病等可能影响TNC或D-D水平的因素。

依据纳入排除标准,共纳入60例符合条件AAS患者,同时,选取33例年龄、性别及基础疾病(如高血压)分布与AAS组相匹配的志愿者作为对照组。AAS组患者依据临床分型标准,分为AD组和IMH/PAU组。本研究已获我院医学伦理委员会批准(批号:2021-016),所有患者均签署了入组研究知情同意书。本研究为连续纳入符合标准的就诊患者,样本量为本中心研究期间最大限度的入组病例。

1.2 观察指标和诊断标准

记录AAS组与对照组的基线资料,包括性别、年龄及高血压、糖尿病、冠心病、高血脂等病史;同时记录AAS组患者的肌钙蛋白I和氨基末端脑利钠肽前体(N-terminal pro-brain natriuretic peptide, NT-proBNP)水平。患者入院首日检测血清TNC和血浆D-D浓度,并于第3、5、7天复测血清TNC,检测方法详见参考文献^[7]。

所有AAS亚型的诊断均基于主动脉CT血管造影的典型表现:(1) AD的诊断标准为存在明确的内膜片分离和真假双腔征象,伴或不伴内膜破口显示;(2) IMH的诊断需满足主动脉壁呈新月形或环形增厚(厚度 $\geq 5 \text{ mm}$),且无血流沟通的直接证据;(3) PAU的诊断要求显示主动脉粥样硬化斑块基础上的溃疡样对比剂突出(深度 $>2 \text{ mm}$),伴周围血肿形成。

1.3 统计学方法

使用SPSS 30.0 软件进行数据分析。计数资料以例(%)呈现,组间比较采用卡方检验;计量资料中,符合正态分布的以 $\bar{x} \pm s$ 表示,非正态分布的以 $M(Q_1, Q_3)$ 表示,组间比较分别采用独立样本 t 检验或非参数Mann-Whitney U 检验。通过受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线评估TNC和D-D对AAS的诊断价值;联合诊断时,以是否为AAS为因变量,以血清TNC和血浆D-D为自变量,采用二元逻辑回归(输入法)构建联合预测模型,计算联合预测概率,并以该预测概率为检验变量绘制 ROC 曲线。采用Pearson相关性分析评价发病时间与TNC间的相关性。AAS患者不同时间点血清TNC水平的比较采用重复测量方差分析。 $P<0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 AAS组与对照组基线资料对比

AAS组与对照组基线资料对比,差异无统计学意义($P>0.05$),见表1。AAS组共检测肌钙蛋白 I 54 例,中位浓度 <0.01 ng/ml,四分位间距:(<0.01 , 0.01) ng/ml,其中阴性 50 例(92.59%),阳性 4 例(7.41%);共检测NT-proBNP 52 例,中位浓度为144.00 ng/L,四分位间距:(73.72, 574.00) ng/L,其中阴性 43 例(82.69%),阳性 9 例(17.31%)。(注:部分患者肌钙蛋白 I、NT-proBNP数据缺失。)

2.2 AAS组与对照组TNC、D-D水平对比

AAS组的TNC、D-D水平平均高于对照组($P<0.001$),见表2。

2.3 AD组与IMH/PAU组TNC、D-D水平对比

对AAS患者进一步亚型分组,AD组与IMH/PAU组的TNC水平无显著差异($P>0.05$),但AD组D-D水平高于IMH/PAU组($P<0.05$),见表3。

2.4 TNC、D-D及TNC联合D-D诊断AAS患者的受试者工作特征曲线分析

联合诊断 ROC 曲线基于二元Logistic回归模型生成的预测概率绘制。回归模型以是否为AAS为因变量,以血清TNC和血浆D-D为自变量,回归方程为:Logit(P)= $-6.051+0.008 \times TNC+1.256 \times D-D$ 。TNC的 $OR=1.008$ (95%CI: 1.004~1.011),D-D的 $OR=3.510$ (95%CI: 1.751~7.036)。TNC、D-D及TNC联合D-D诊断AAS患者的 ROC 曲线分析见图1、表4。

2.5 AAS组发病时间与血清TNC水平的关系

Pearson分析表明,发病时间与入院第1天TNC无相关性($r=-0.149, P=0.257$)(图2)。AAS组入院时中位发病时间为6(3, 24) h。该组入院后各时间点TNC水平差异不显著($P>0.05$),见表5。

3 讨论

本研究发现,AAS患者血清TNC和血浆D-D水平平均显著高于健康对照组,提示这两种标志物可能参与AAS的病理生理过程。 ROC 曲线分析显示,TNC和D-D对AAS均具有较好的诊断价值,其中D-D的诊断效能($AUC=0.896$)优于TNC($AUC=0.775$),而两者联合检测可显著提高诊断准确性($AUC=0.943$)。这些结果为AAS的早期诊断提供了新的实验室依据,特别是为基层医疗机构提供了潜在的辅助诊断方案。TNC和D-D具有不同的临床意义和病理生理学基础。

表 1 AAS组与对照组患者基线资料对比

参数	AAS 组 (n=60)	对照组 (n=33)	χ^2 值	P 值
性别 [例 (%)]			2.101	0.147
男	55 (91.67)	26 (78.79)		
女	5 (8.33)	7 (21.21)		
年龄 ($\bar{x} \pm s$, 岁)	63.88 $\pm$ 12.48	60.18 $\pm$ 12.42	-1.371	0.174
高血压 [例 (%)]			0.457	0.499
无	11 (18.33)	8 (24.24)		
有	49 (81.67)	25 (75.76)		
糖尿病 [例 (%)]			<0.001	1.000
无	55 (91.67)	30 (90.91)		
有	5 (8.33)	3 (9.09)		
冠心病病史 [例 (%)]			2.656	0.103
无	53 (88.33)	33 (100.00)		
有	7 (11.67)	0 (0.00)		
高血脂 [例 (%)]			0.652	0.419
无	33 (55.00)	21 (63.64)		
有	27 (45.00)	12 (36.36)		

注:AAS:急性主动脉综合征。

表 2 AAS组与对照组患者TNC、D-D水平对比

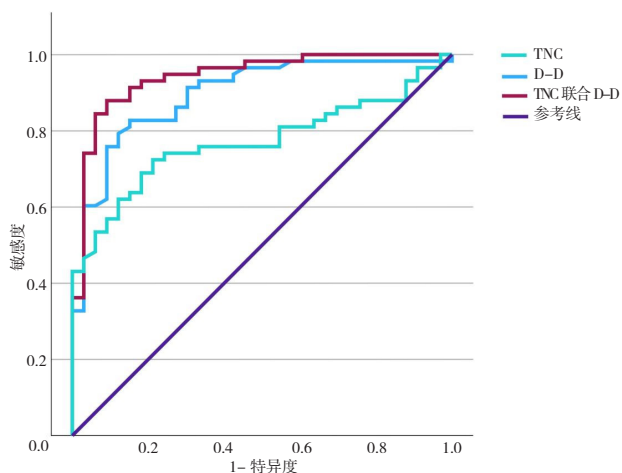
指标	TNC ($\bar{x} \pm s$, pg/ml)	D-D [$M(Q_1, Q_3)$ μ g/ml]
AAS组 ($n=60$)	775.17 $\pm$ 260.13	2.58 (0.79, 6.88)
对照组 ($n=33$)	529.50 $\pm$ 134.52	0.29 (0.19, 0.54)
t/Z 值	-6.001	-6.267
P 值	<0.001	<0.001

注:AAS: 急性主动脉综合征;TNC: 血清腱糖蛋白C;D-D:D-二聚体。AAS组有 2 例患者的D-D数据缺失。

表 3 AD组与IMH/PAU组TNC、D-D水平对比

指标	TNC ($\bar{x} \pm s$, pg/ml)	D-D [$M(Q_1, Q_3)$ μ g/ml]
AD组 ($n=20$)	697.00 $\pm$ 214.13	4.00 (2.23, 7.76)
IMH/PAU组 ($n=40$)	814.26 $\pm$ 274.47	1.37 (0.70, 6.75)
t/Z 值	-1.671	-2.005
P 值	0.100	0.045

注:AD: 主动脉夹层;IMH: 壁内血肿;PAU: 穿透性溃疡;TNC: 血清腱糖蛋白C;D-D:D-二聚体。AD组与IMH/PAU组中,均有 1 例患者的D-D数据缺失。



注:TNC: 血清腱糖蛋白C;D-D:D-二聚体;AAS: 急性主动脉综合征。

图 1 TNC、D-D及TNC联合D-D诊断AAS患者的受试者工作特征曲线

D-D作为纤维蛋白降解产物,其升高反映了AAS导致的血管内凝血系统激活和血栓形成过程。TNC作为一种细胞外基质蛋白,在血管损伤修复过程中由平滑肌细胞和成纤维细胞大量分泌^[8]。AAS患者血清TNC水平显著升高的可能机制:主动脉壁结构破坏导致TNC释放入血;急性期炎症反应刺激TNC合成增加。然而,TNC、D-D在心血管疾病中的表达缺乏特异性,在心肌梗死、心力衰竭和血栓形成等疾病中也可能升高^[9]。因此,临床应用中需结合患者临床表现和其他检查结果进行综合判断。本研究结果与陈珍妮的文献报道^[9]一致,均证实TNC在AAS诊断中的价值(AUC 0.775 比 0.787)。

本研究发现血清TNC水平与发病时间无显著相关性,且AAS患者住院 7d内TNC水平保持稳定,提示TNC可能不受急性期时间进程的显著影响。这一特性与D-D不同,D-D在血栓形成早期即快速升高,但随治疗情况以及自发纤溶而波动。TNC的稳定性可能源于其作为细胞外基质蛋白的持续释放机制:主动脉壁损伤后,平滑肌细胞和成纤维细胞激活导致TNC合成增加,这一过程可能贯穿急性期全程。这种时间无关性使TNC尤其适用于发病时间不明的AAS患者(如无症状或非典型疼痛者),弥补了D-D在延迟就诊患者中敏感性下降的局限。既往研究多关注TNC的绝对诊断价值^[7],而本研究首次系统分析了TNC与发病时间的关系,为TNC作为时间不敏感标志物提供了直接证据。本研究结果与安朝等^[10]关于TNC在AAD中保护作用的研究相呼应,证实了TNC可能不仅是保护因子,更是主动脉损伤的敏感标志物。

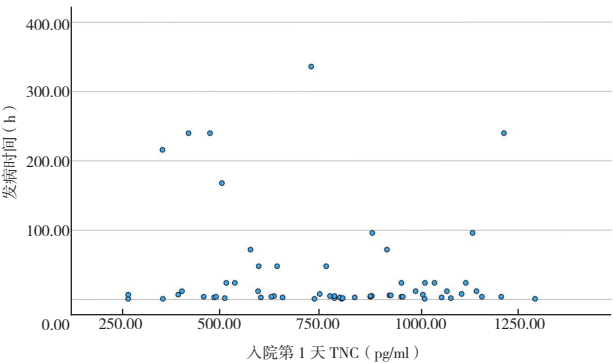
虽然TNC总体水平在AD与IMH/PAU亚型间无显著差异,但AD组的D-D水平显著高于IMH/PAU组。这种差异可能反映了两类亚型的病理机制差异:AD因内膜撕裂导致大量假腔血栓形成,显著激活凝血系统;而IMH/PAU的血管壁损伤相对局限,凝血激活程度较轻^[11-12]。尽管病理机制不同,各亚型TNC水平却保持相似,提示TNC升高主要反映主动脉壁损伤的共同通路,而非特定于某种病理类型。这一发现提示TNC可能具有辅助诊断AAS的潜力,而D-D水平差异可能有助于亚型鉴别。联合检测TNC与D-D有望提高AAS的识别能力,而D-D的差异则有助于临床医生在初步筛查后进一步区分AD与IMH/PAU。本研究与前期的研究结果相互印证^[7],均证实TNC联合D-D可显著提升诊断效能,但本研究样本量更大(60例比33例),并进一步探讨TNC与AAS发病时间、亚型之间的关系。本研究结果与张晓猛等^[13]研究一致,均证实TNC和D-D联合检测对AAS具有重要临床价值(AUC 0.943 比 0.921)。不同的是本研究发现TNC在不同AAS亚型间表达稳定,而该研究显示TNC水平与夹层范围和预后相关,这些发现拓展了TNC在主动脉疾病中的临床应用前景。

本研究存在若干局限性。本研究为病例-健康对照设计,对照组为健康人群,而非AAS临床常见的鉴别诊断人群(如急性冠脉综合征、肺栓塞等),可能高估诊断效能。本结果应视为联合指标用于筛查AAS与健

表 4 TNC、D-D及其联合检测对AAS的诊断效能

指标	AUC 值	95% CI 值	最佳截断值	约登指数	敏感度 (%)	特异度 (%)	P 值
TNC	0.775	0.682-0.868	589.11 pg/ml	0.521	73.33	78.79	<0.001
D-D	0.896	0.829-0.963	0.645 μ g/ml	0.676	82.76	84.85	<0.001
TNC 与 D-D 联合检测	0.943	0.893-0.992	—	—	87.93	90.91	<0.001

注:TNC: 血清腱糖蛋白C;D-D:D-二聚体;AAS: 急性主动脉综合征; AUC : 曲线下面积。



注：TNC：血清腱糖蛋白C。

图 2 发病时间与入院第 1 天 TNC 相关性的散点图

表 5 AAS 组不同时间点血清 TNC 水平对比

患者入院不同时间点 (n=23)	TNC (pg/ml)
入院第 1 天	757.95 ± 252.48
入院第 3 天	822.56 ± 247.73
入院第 5 天	769.69 ± 222.59
入院第 7 天	748.19 ± 230.13
F 值	1.450
P 值	0.236

注：AAS：急性主动脉综合征；TNC：血清腱糖蛋白C。部分时间点 TNC 数据缺失，最终取 23 例进行重复测量方差分析。

康人群的探索性证据，未来需纳入“疑似 AAS 但最终排除”的临床对照组以验证其真实鉴别诊断价值；样本量相对有限，未进行多重共线性检验及内部验证，存在过拟合风险；本研究仅在 AAS 组检测了肌钙蛋白 I 和 NT-proBNP，未在对照组进行检测，亦未纳入多因素回归校正，这些指标的潜在混杂作用尚无法排除；此外，亚组分析例数较少，动态监测部分患者数据缺失，相关结果及结论需谨慎解读。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

[1] Carrel T, Sundt TM 3rd, von Kodolitsch Y, et al. Acute aortic dissection[J]. Lancet, 2023, 401(10378): 773–788.

[2] Carbone RG, Monselise A, Puppo F. Marfan syndrome

and aortic involvement: a narrative review[J]. Eur Rev Med Pharmacol Sci, 2023, 27(17): 8218–8224.

[3] Reed MJ. Diagnosis and management of acute aortic dissection in the emergency department[J]. Br J Hosp Med (Lond), 2024, 85(4): 1–9.

[4] Xu W, Haran C, Dean A, et al. Acute aortic syndrome: nationwide study of epidemiology, management, and outcomes[J]. Br J Surg, 2023, 110(9): 1197–1205.

[5] Essat M, Goodacre S, Pandor A, et al. Diagnostic accuracy of D-Dimer for acute aortic syndromes: systematic review and meta-analysis[J]. Ann Emerg Med, 2024, 84(4): 409–421.

[6] Ma M, Chen W, Cao HL, et al. The diagnostic value of tenascin-C in acute aortic syndrome[J]. J Geriatr Cardiol, 2024, 21(3): 359–368.

[7] 高晓杰, 黄金旗, 陈煌, 等. 急性主动脉夹层患者血清淀粉样蛋白 A 和腱糖蛋白 C 检测及诊断意义的初步探讨[J]. 血管与腔内血管外科杂志, 2025, 11(1): 12–16.

[8] Abedsaeidi M, Hojjati F, Tavassoli A, et al. Biology of tenascin C and its role in physiology and pathology[J]. Curr Med Chem, 2024, 31(19): 2706–2731.

[9] 陈珍妮. 初步探讨 TNC 在 AAD 患者血清中表达水平及临床意义[D]. 天津医科大学, 2021.

[10] 安朝, 徐志云. 肌腱蛋白-C 在急性主动脉夹层发生中的研究进展[J]. 第二军医大学学报, 2015, 36(11): 1238–1241.

[11] Shao T, Bornak A, Kang N. Penetrating aortic ulcer and aortic intramural hematoma: treatment strategy[J]. Vascular, 2023, 31(6): 1086–1093.

[12] Wang B, Qiu C, Yu X, et al. Abdominal penetrating aortic ulcer and endovascular treatments: a systematic review and meta-analysis[J]. Vasc Endovascular Surg, 2023, 57(8): 838–847.

[13] 张晓猛, 热那提·依马木, 石晓卉, 等. 血浆 D-二聚体联合肌腱蛋白 C 在老年急性 A 型主动脉夹层中的临床价值研究[J]. 河北医学, 2025, 31(1): 78–84.