Modern Practical Medicine, December 2025, Vol. 37, No. 12

·诊治分析·

血清 Src 在 2 型糖尿病患者中的表达水平及诊断效能分析

黄睿，郁姗姗，周婷婷，叶寒青

【关键词】 2 型糖尿病；类固醇受体辅激活因子；诊断效能；临床观察
doi:10.3969/j.issn.1671-0800.2025.12.017
【中图分类号】 R587.1 【文献标志码】 A 【文章编号】 1671-0800(2025)12-1278-04

随着人们生活质量提高和人口老龄化，糖尿病对老年人的生命健康造成严重影响，而 2 型糖尿病（type 2 diabetes mellitus，T2DM）患者在所有糖尿病患者中占比近 90% [1]。2013 年的调查数据显示，中国目前糖尿病患者有近 1 亿，预计到 2050 年将达到 1.4 亿[2]。T2DM 患者的血糖如未得到及时和有效的管控，可引发一系列慢性并发症[3]，影响患者的生活质量，增加死亡风险[4]。目前诊断 T2DM 的“金标准”是口服葡萄糖耐量试验（oral glucose tolerance test，OGTT），其操作步骤繁琐，需要患者拥有良好的依从性。以空腹血糖（fasting plasma glucose，FPG）为诊断依据时易漏诊以餐后血糖升高为主的患者[5]。炎症反应与 T2DM 发病存在密切相关。胰岛在炎症微环境中，β细胞的胰岛素分泌会受损，器官-器官串扰导致其功能障碍[6]。类固醇受体辅激活因子（steroid receptor coactivator，Src）的激活与糖尿病发病的炎症反应相关，其可能为 T2DM 潜在生物学标志物。本研究拟探索 Src 在 T2DM 诊断中的价值，现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 招募的研究对象来自 2024 年 4 月至 2025 年 3 月宁波市镇海区炼化医院体检中心体检人群，其中 T2DM 59 例（T2DM 组），健康体检者 60 例（对照组）。T2DM 组纳入标准：（1）年龄 18 岁以上，性别不限；（2）符合 T2DM 诊断标准[7]。对照组纳入标准：排除 T2DM 及其他严重疾病。排除标准：（1）孕产妇及哺乳期女性；（2）心功能不全及肝肾功能障碍患者；（3）1 型糖尿病患者；（4）甲状旁腺功能亢进、甲状腺炎、甲状腺功能减退或甲状腺亢进等代谢性疾病患者；（5）急性或慢性炎症性疾病及自身免疫性疾病患者；（6）精神障碍及恶性肿瘤患者。本研究获得宁波市镇海区炼化医院医学伦理委员会批准（批件号：202313），所有研究对象均同意参加本研究并签署书面知情同意书。

1.2 方法 通过体检档案收集研究对象基线资料及血清生化指标。基线资料包括年龄、性别、收缩压、舒张压。血清生化指标包括 FPG、糖化血红蛋白（glycosylated hemoglobin，HbAlc）、三酰甘油（triglyceride，TG）、低密度脂蛋白胆固醇（low-density lipoprotein cholesterol，LDL-C）、血清总胆固醇（total cholesterol，TC）、高密度脂蛋白胆固醇（high density lipoprotein cholesterol，HDL-C）等。

1.3 Src 检测 抽取研究对象空腹静脉血，在常温下静置 2 h 使其凝集，随后在 4 ℃条件下以 1 000Xg 的转速离心 15 min，分离上清液即血清，将其吸取至新的离心管中，每管 120 μl，置于－80 ℃超低温冰箱。采用酶联免疫吸附试验（ELISA）检测，用样品稀释液将标准品由 2 000 pg/ml 逐倍稀释至 31.25 pg/ml，将酶标板上的孔位分设为标准孔、待测孔及对照孔。每孔加样 50 μl，并设置 2 个平行复孔，遵照说明书要求洗板、孵育，在加入终止液 30 min 内，酶标仪在 450 nm 处测吸光值。各孔测算净 OD 值，绘制标准曲线，并依照标准曲线计算各样品浓度。

1.4 统计方法 采用 SPSS 28.0 软件进行分析，绘

基金项目： 宁波市镇海区医学科技计划项目（202313）

作者单位： 315000 宁波，宁波市医疗中心李惠利医院（黄睿）；宁波市镇海区炼化医院（郁姗姗、周婷婷、叶寒青）
通信作者： 郁姗姗，Email：916995943@qq.com

图运用 Graphpadprism 10.0 及 R 软件 4.5.1。连续变量以均数±标准差表示，采取单因素方差分析或 t 检验；计数变量比较采用 χ^2 检验。相关性分析采用 Pearson 相关性分析，并绘制热图，以色阶表示相关性强度。绘制受试工作特征（receiver operating characteristic，ROC）曲线评估诊断价值。影响因素则运用多元 Logistic 回归分析。$P<0.05$ 表示差异有统计学意义。

2　结果

2.1　两组基线资料及血清生化指标比较　T2DM 组血清 TC、HDL-C 水平低于对照组，FPG、HbAlc 水平高于对照组，差异均有统计学意义（均 $P<0.05$）；两组年龄、性别、收缩压、舒张压、TG、LDL-C 水平差异均无统计学意义（均 $P>0.05$），见表 1。

2.2　两组血清 Src 水平比较　T2DM 组 Src 的表达水平为（317.99±82.76）pg/ml，高于对照组的（207.33±82.31）pg/ml，差异有统计学意义（t=7.31，$P<0.05$），见图 1。

2.3　Src 水平与生化指标的相关性　Src 的表达水平与 FPG 以及 HbAlc 呈正相关（r=0.278、0.338，均 $P<0.05$）；与 LDL-C 呈负相关（r=−0.185，$P<0.05$），见图 2。

2.4　T2DM 的影响因素　多元 Logistic 回归分析显示，血清 Src 和 HDL-C 水平是 T2DM 患病的影响因素（均 $P<0.05$），见表 2。

2.5　血清 Src 在 T2DM 中的诊断效能分析　以分组为状态变量，血清 Src、Src 联合 HDL-C 表达水平为检验变量绘制 ROC 曲线。结果显示，Src 诊断 T2DM 的曲线下面积为 0.864（95%*CI* 0.795 ～ 0.933），特异度为 76.7%，灵敏度为 88.1%，见图 3A。Src 联合 HDL-C 诊断 T2DM 的曲线下面积为 0.860（95%*CI* 0.795 ～ 0.925），特异度为 83.3%，灵敏度为 74.6%，见图 3B。

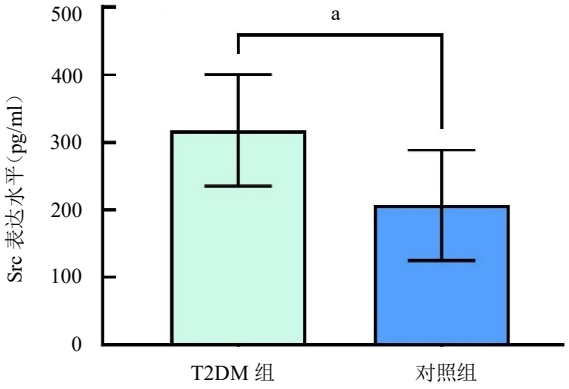
3　讨论

胰岛素抵抗（insulin resistance，IR）是 T2DM 的主要病因，IR 会降低胰岛素的效能，导致机体代偿性增加胰岛素分泌，这种代偿会增加胰岛素分泌器官胰腺的负担，最终胰腺分泌胰岛素的量会逐渐衰减[8]。胰岛素受体功能缺陷是发生 IR 的重要因素，胰岛素受体隶属于受体酪氨酸激酶家族，主要在胰岛素靶

表 1　两组基线资料和生化检测指标比较

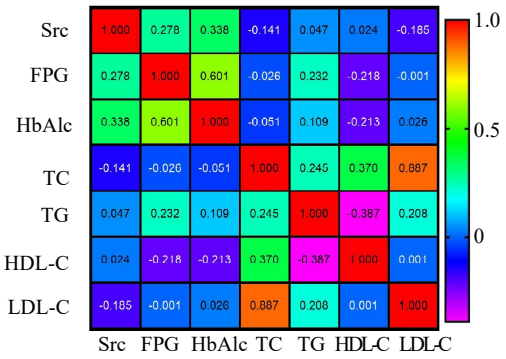
指标	T2DM 组（n=59）	对照组（n=60）	t（χ^2）值	P 值
年龄（岁）	77.3±8.1	76.5±9.1	0.52	＞0.05
性别（男/女，例）	20/39	22/38	（0.10）	＞0.05
FPG（mmol/L）	6.62±1.36	5.40±0.46	6.58	＜0.05
HbAlc（%）	6.71±1.21	5.50±0.36	7.44	＜0.05
收缩压（mmHg）	135.68±16.29	137.35±17.83	0.53	＞0.05
舒张压（mmHg）	73.88±9.86	77.08±9.27	1.82	＞0.05
TC（mmol/L）	4.41±0.96	4.81±1.01	2.21	＜0.05
TG（mmol/L）	1.59±1.10	1.41±0.87	1.03	＞0.05
HDL-C（mmol/L）	1.33±0.38	1.52±0.45	2.50	＜0.05
LDL-C（mmol/L）	2.40±0.71	2.62±0.75	1.65	＞0.05

注：T2DM 为 2 型糖尿病，FPG 为空腹血糖，HbAlc 为糖化血红蛋白，TC 为血清总胆固醇，TG 为三酰甘油，HDL-C 为高密度脂蛋白胆固醇，LDL-C 为低密度脂蛋白胆固醇。1 mmHg≈0.133 kPa



注：a$P<0.05$，T2DM 为 2 型糖尿病，Src 为类固醇受体辅激活因子

图 1　两组 Src 血清表达水平比较



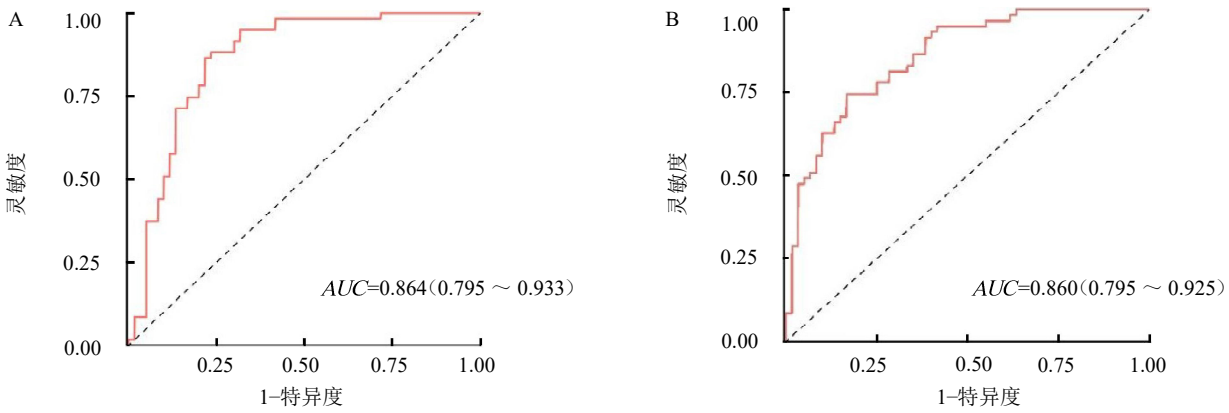
注：Src 为类固醇受体辅激活因子，FPG 为空腹血糖，HbAlc 为糖化血红蛋白，TC 为血清总胆固醇，TG 为三酰甘油，HDL-C 为高密度脂蛋白胆固醇，LDL-C 为低密度脂蛋白胆固醇

图 2　Src 水平与生化指标相关热图

表 2　T2DM 患者的多元 Logistic 回归分析

变量	β值	SE 值	P 值	OR 值（95%CI）
Src	0.018	0.003	＜0.05	1.018（1.011 ～ 1.025）
TC	−0.159	0.251	＞0.05	0.853（0.521 ～ 1.394）
HDL-C	−1.535	0.629	＜0.05	0.215（0.063 ～ 0.735）

注：T2DM 为 2 型糖尿病，Src 为类固醇受体辅激活因子，TC 为血清总胆固醇，HDL-C 为高密度脂蛋白胆固醇



注：Src 为类固醇受体辅激活因子，T2DM 为 2 型糖尿病，HDL-C 为高密度脂蛋白胆固醇

图 3 Src（A）、Src 联合 HDL-C（B）诊断 T2DM 的受试者工作特征曲线

细胞的膜上表达[9]。结合胰岛素时，受体能使其磷酸化，进行信号转导，改变靶细胞的结构和功能，促进胞外葡萄糖进入靶细胞内，激活糖代谢相关酶，调节靶细胞糖合成与代谢，以维持血糖的动态平衡[10]。胰岛素受体功能缺陷致使胰岛素对胰岛素受体的作用以及靶细胞的激活失效，血糖细胞内被利用受阻，导致葡萄糖游离于血液，从而升高血糖，导致T2DM的发生[11]。有研究发现慢性炎症反应过程中，炎性因子的过度分泌干扰了胰岛素信号通路并降低相关组织对胰岛素的敏感性，引发 IR[12]。炎症反应过度产生的胰岛素抑制蛋白，与胰岛素结合使其活性降低，进一步加重 IR[13]。

Src 蛋白作为 SFKs 中的重要成员之一，参与正常细胞有丝分裂和增生等过程，其异常活化可导致细胞和组织功能障碍。研究发现 Src 的异常活化参与了 T2DM 病程中胰岛素的分泌、IR 和并发症等多个环节[14]。脂肪组织的慢性炎症与 IR 高度相关，由 Src 介导的过氧化物酶体增殖物激活受体γ磷酸化能降低脂肪组织中炎症基因表达水平，减少细胞因子及趋化因子的分泌及巨噬细胞的迁移[15]。其具体机制可能是 Src 磷酸化促进了 T2DM 发病相关的 PI3K/AKT 信号通路的传导，激活 PI3K/AKT 通路，抑制 MARK 的表达水平，使血糖处于稳定状态，从而改善 IR[16]。HDL-C 用于反应血脂水平，其水平降低提示存在脂质代谢紊乱，加重氧化应激反应。氧化应激反应是引起胰岛β细胞炎症反应的重要因素，因此其表达水平与 T2DM 呈负相关[7,17]。

本研究结果显示，在 T2DM 患者血清中，Src 表达水平显著高于健康人群。这表明 Src 的升高可能参与了炎症反应的发生和发展，加重了 IR。Src 的表达水平与 FPG 及 HbAlc 呈现正性相关，这说明血清 Src 的表达水平与 T2DM 的严重程度具有关联性，血糖越高其表达量越高，因此该指标对 T2DM 严重程度的判断可能具有一定的价值。ROC 曲线分析验证了血清 Src 表达水平在 T2DM 诊断中效能较高。Src 联合 HDL-C 诊断 T2DM 的效能并未提高，其原因仍需进一步实验探索。综上所述，血清 Src 对 T2DM 诊断及疾病严重程度预测有一定的临床价值。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

参 考 文 献

[1] MŁYNARSKA E, CZARNIK W, DZIEZA N, et al. Type 2 diabetes mellitus: New pathogenetic mechanisms, treatment and the most important complications[J]. Int J Mol Sci, 2025, 26(3): 1094.

[2] GBD 2021 Tobacco Forecasting Collaborators. Forecasting the effects of smoking prevalence scenarios on years of life lost and life expectancy from 2022 to 2050: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021[J]. Lancet Public Health, 2024, 9 (10): e729-e744.

[3] WARDIAN J L. Diabetes cannot be controlled, but it can be managed[J]. Clin Diabetes, 2017, 35(5): 329-330.

[4] WANG B, FU Y Q, TAN X, et al. Assessing the impact of type 2 diabetes on mortality and life expectancy according to the number of risk factor targets achieved: An observational study[J]. BMC Med, 2024, 22(1): 114.

[5] 李彬, 常向云 .hsa_circ_16029 在 2 型糖尿病外周血中的表达及诊断价值研究[J].农垦医学,2025,47(3):214-217.

[6] GAO D N, JIAO J, WANG Z P, et al. The roles of cell-cell and organ-organ crosstalk in the type 2 diabetes mellitus associated inflammatory microenvironment[J]. Cytokine Growth Factor Rev, 2022, 66: 15-25.

[7] 中华医学会糖尿病学分会. 中国 2 型糖尿病防治指南（2020 年版）（上）[J]. 中国实用内科杂志, 2021, 41(8): 668-695.

[8] ZHAO X F, AN X D, YANG C Q, et al. The crucial role and

mechanism of insulin resistance in metabolic disease[J]. Front Endocrinol, 2023, 14: 1149239.
[9] PEI J L, WANG B C, WANG D Y. Current studies on molecular mechanisms of insulin resistance[J]. J Diabetes Res, 2022, 2022: 1863429.
[10] LE T K C, DAO X D, NGUYEN D V, et al. Insulin signaling and its application[J]. Front Endocrinol, 2023, 14: 1226655.
[11] KHALID M, ALKAABI J, KHAN M A B, et al. Insulin signal transduction perturbations in insulin resistance[J]. Int J Mol Sci, 2021, 22(16): 8590.
[12] SZUKIEWICZ D. Molecular mechanisms for the vicious cycle between insulin resistance and the inflammatory response in obesity[J]. Int J Mol Sci, 2023, 24(12): 9818.
[13] JAHANDIDEH F, WU J P. A review on mechanisms of action of bioactive peptides against glucose intolerance and insulin resistance[J]. Food Sci Hum Wellness, 2022, 11(6): 1441-1454.
[14] ORTIZ M A, MIKHAILOVA T, LI X, et al. Src family kinases, adaptor proteins and the actin cytoskeleton in epithelial-to-mesenchymal transition[J]. Cell Commun Signal, 2021, 19(1): 67.
[15] YAN K Y. Recent advances in the effect of adipose tissue inflammation on insulin resistance[J]. Cell Signal, 2024, 120: 111229.
[16] GLAVIANO A, FOO A S C, LAM H Y, et al. PI3K/AKT/mTOR signaling transduction pathway and targeted therapies in cancer. Mol Cancer[J].2023,22(1):138.
[17] 洪燕青，胡琛亮. 糖尿病性肾病与高密度脂蛋白胆固醇、TyG 指数的相关性及危险因素分析[J]. 中华全科医学，2025,23(11): 1889-1891.

收稿日期：2025-09-09
（本文编辑：孙海儿）

HFNC 辅助用于成人无痛纤维支气管镜检查的低氧防治效果及影响因素分析

王明，徐蓉，盛诚，吴秋悦，吴友华，丁淼，曹云飞

【关键词】 纤维支气管镜检查；经鼻高流量氧疗；低氧血症；影响因素
doi:10.3969/j.issn.1671-0800.2025.12.018
【中图分类号】 R614　**【文献标志码】** A　**【文章编号】** 1671-0800(2025)12-1281-04

纤维支气管镜（flexible bronchoscopy，FB）检查的气道刺激反应十分强烈，容易引起剧烈呛咳、恐惧不安、窒息濒死感等重度不适，并致低氧血症、循环超负荷、恶性心律失常等严重不良反应[1-2]。国内外的大多数指南或专家共识均建议 FB 检查期间应给予患者适度的镇静麻醉以提高其耐受性和满意度，并最大程度降低操作损伤和意外风险[2]。但常规的无痛技术（保留自主呼吸的轻至中度镇静方案）并不能有效抑制FB检查引起的强烈气道反应，而进一步增加镇静深度则会明显加重呼吸抑制并致低氧风险急剧上升[3-4]。经鼻高流量氧疗（high-flow nasal cannula oxygen therapy，HFNC）可通过专用的鼻导管提供流量高达 70 ～ 80 L/min 的加热加湿气体，以及可调节的氧气浓度（21%～ 100%），可有效纠正低氧血症、减少低氧性呼吸衰竭的发生及机械通气的需求[5]。笔者前期研究证实，25 ～ 65 L/min 流量的 HFNC 可降低深度镇静下成人FB检查的低氧发生率（2.7%～10.8%）[4]；即便是老年患者，辅助应用 45 L/min 流量的 HFNC，其深度镇静下FB检查的低氧风险也仅 8.3%～8.7%[6]。但缺乏有效通气功能的 HFNC 并不能完全消除深度镇静下FB检查的低氧风险，仍需在术中做好严密的监测和低氧防治预案[6-7]，且如果能有效识别低氧的术前决定因素，则可尽早启动预防干预措施。本文拟在前期研究基础上，进一步筛选 HFNC 辅助用于成人无痛 FB 检查的低氧防治效果及影响因素，现报道如下。

1　资料与方法

1.1　样本量估算　本研究根据前期研究结果，按照经验法估算，需要保证每个预测因子至少有 10 个目标事件，则至少需要 50 例（10X5）病例；目标事件发生的概率约为 8%，则总样本量至少为 625 例。考虑失访情况，以 10%失访率增加样本量计算并取整数，

基金项目： 浙江省医药卫生科技计划项目（2024XY036）
作者单位： 315211 宁波，宁波大学医学部（王明、盛诚）；宁波市北仑区人民医院（王明、徐蓉、盛诚、吴秋悦、吴友华、丁淼、曹云飞）
通信作者： 曹云飞，Email：caoyunfeicn@sina.com