

非酒精性脂肪肝病合并2型糖尿病患者相关危险因素的分析及诊断模型的构建

张丽*, 豆正莉#

安徽医科大学第四附属医院消化内科, 安徽 巢湖

收稿日期: 2025年11月23日; 录用日期: 2025年12月18日; 发布日期: 2025年12月24日

摘要

背景和目的: 非酒精性脂肪肝病(NAFLD)是一种普遍存在的肝脏疾病, 而2型糖尿病(T2DM)是一种以胰岛素抵抗和胰岛素分泌不足为特点的慢性代谢性疾病。当这两者同时出现时, 会加重病情并增加并发症的风险。本研究旨在通过分析临床常见的血清学指标, 探讨NAFLD合并T2DM患者的相关危险因素, 并构建相应的诊断模型。研究方法: 本研究为回顾性研究, 纳入2023年1月1日至2024年12月31日期间在安徽医科大学附属巢湖医院就诊并符合纳排标准的472例T2DM患者。我们分析了这些患者的临床常见血清学指标, 筛选出独立危险因素, 并构建相关的诊断模型。患者的基本信息通过电子病历系统收集, 包括年龄、性别、吸烟史、高血压病史、体重、身高、体重指数(BMI)及常见血清学指标。结果: NAFLD合并T2DM患者的独立危险因素包括BMI ($OR: 1.401$; 95% $CI: 1.180\sim1.662$)、抗胰岛素抗体($OR: 0.983$; 95% $CI: 0.966\sim0.999$)、抗胰岛细胞抗体($OR: 1.058$; 95% $CI: 1.024\sim1.094$)、胆固醇($OR: 0.098$; 95% $CI: 0.033\sim0.286$)、甘油三酯($OR: 3.896$; 95% $CI: 2.353\sim6.449$)、高密度脂蛋白($OR: 6.905$; 95% $CI: 1.157\sim41.206$)、低密度脂蛋白($OR: 17.474$; 95% $CI: 5.764\sim52.975$)、尿素($OR: 0.815$; 95% $CI: 0.685\sim0.969$)和谷丙转氨酶($OR: 1.044$; 95% $CI: 1.014\sim1.075$)。这些因素与NAFLD的发病风险显著相关, 其中甘油三酯的诊断价值最高($AUC = 0.804$), 其次是BMI ($AUC = 0.794$)。研究构建的列线图诊断模型表现出优异的预测能力($AUC = 0.921$), 灵敏度为84.42%, 特异度为83.82%。结论: 本研究强调代谢异常在NAFLD合并T2DM中的重要性, BMI、血脂(如甘油三酯、胆固醇和高密度脂蛋白)及肝功能指标(如谷丙转氨酶)均为重要的独立危险因素。构建的诊断模型为临床提供了有效的筛查工具, 有助于早期识别高风险患者并优化管理策略。

关键词

非酒精性脂肪肝病, 2型糖尿病, 危险因素, 诊断模型

Risk Factors and Diagnostic Model for Non-Alcoholic Fatty Liver Disease in Type 2 Diabetes Patients

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 张丽, 豆正莉. 非酒精性脂肪肝病合并 2 型糖尿病患者相关危险因素的分析及诊断模型的构建[J]. 临床医学进展, 2025, 15(12): 2531-2541. DOI: 10.12677/acm.2025.15123685

Li Zhang*, Zhengli Dou#

Department of Gastroenterology, The Fourth Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Chaohu Anhui

Received: November 23, 2025; accepted: December 18, 2025; published: December 24, 2025

Abstract

Background and Objective: Non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD) is a prevalent liver disorder, while type 2 diabetes mellitus (T2DM) is a chronic metabolic disorder characterized by insulin resistance and impaired insulin secretion. The coexistence of NAFLD and T2DM exacerbates the condition and increases the risk of complications. This study aims to investigate the associated risk factors in patients with NAFLD complicated by T2DM through the analysis of common clinical serological indicators and to construct a corresponding diagnostic model. **Methods:** This retrospective study included 472 patients with type 2 diabetes mellitus (T2DM) treated at Chaohu Hospital Affiliated to Anhui Medical University between January 1, 2023, and December 31, 2024, who met the inclusion and exclusion criteria. Common clinical serological indicators were analyzed to identify independent risk factors, and relevant diagnostic models were developed. Basic patient information was collected via the electronic medical record system, including age, gender, smoking history, hypertension history, weight, height, body mass index (BMI), and common serological indicators. **Results:** Independent risk factors for NAFLD complicated by T2DM included BMI (*OR*: 1.401; 95% *CI*: 1.180~1.662), anti-insulin antibody (*OR*: 0.983; 95% *CI*: 0.966~0.999), anti-islet cell antibody (*OR*: 1.058; 95% *CI*: 1.024~1.094), cholesterol (*OR*: 0.098; 95% *CI*: 0.033~0.286), triglycerides (*OR*: 3.896; 95% *CI*: 2.353~6.449), high-density lipoprotein (*OR*: 6.905; 95% *CI*: 1.157~41.206), low-density lipoprotein (*OR*: 17.474; 95% *CI*: 5.764~52.975), urea (*OR*: 0.815; 95% *CI*: 0.685~0.969), and alanine aminotransferase (*OR*: 1.044; 95% *CI*: 1.014~1.075). These factors were significantly associated with the risk of developing NAFLD, with triglycerides exhibiting the highest diagnostic value (*AUC* = 0.804), followed by BMI (*AUC* = 0.794). The nomogram-based diagnostic model demonstrated excellent predictive power (*AUC* = 0.921), with a sensitivity of 84.42% and a specificity of 83.82%. **Conclusion:** This study underscores the critical role of metabolic abnormalities in patients with non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD) and type 2 diabetes mellitus (T2DM). Key parameters, including body mass index (BMI), blood lipids (e.g., triglycerides, cholesterol, and high-density lipoprotein), and liver function indicators (e.g., alanine aminotransferase), serve as significant independent risk factors. The diagnostic model developed herein offers a robust screening tool for clinical application, enabling early identification of high-risk patients and enhancing management strategies.

Keywords

Non-Alcoholic Fatty Liver Disease, Type 2 Diabetes, Risk Factors, Diagnostic Model

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Open Access

1. 引言

非酒精性脂肪肝病(NAFLD)是一种以肝脏脂质积聚为特征的代谢性疾病,其全球发病率逐渐上升,已成为一个重要的公共卫生问题[1][2]。流行病学研究表明,NAFLD在普通人群中的患病率高达25%~30%,而在2型糖尿病(T2DM)患者中可高达70%~80%[3][4]。NAFLD不仅可能导致肝脏功能障碍,还可能引

发肝纤维化、肝硬化甚至肝癌等严重并发症, 为患者和医疗系统带来巨大的负担[4][5]。此外, NAFLD 与 T2DM 的共存显著增加了心血管疾病等并发症的风险, 进一步加重了患者的健康负担[6]-[8]。

尽管目前针对 NAFLD 的治疗手段包括生活方式干预和药物治疗, 但现有疗法的疗效有限, 尚无法有效逆转疾病进程[9][10]。同时, 早期筛查和诊断手段也存在不足, 导致许多患者未能在早期获得及时治疗。因此, 深入研究 NAFLD 与 T2DM 之间的关系, 识别潜在的危险因素, 构建有效的诊断模型, 以指导临床实践, 具有重要的现实意义[10]-[13], 同时也呼应了 2024 年美国糖尿病协会指南对 NAFLD 筛查的重视。

本研究的特点在于关注临床常见的血清学指标, 包括血糖、脂质水平和肝功能指标, 同时考虑患者的年龄、性别、吸烟史及体重指数(BMI)等因素。这些指标已在既往研究中被证实与 NAFLD 的发生发展密切相关。例如, 胰岛素抵抗和高血糖水平被认为是 NAFLD 的重要危险因素, 而 BMI 则是评估肥胖程度的简单有效指标[14]。在本研究中纳入抗胰岛素抗体(IAA)和抗胰岛细胞抗体(ICA)的可能意义在于探索 NAFLD 与自身免疫机制的潜在关联, 通过分析这些因素的关联性, 将为 NAFLD 与 T2DM 的相互影响提供更为全面的理论依据。

本研究采用回顾性研究设计, 纳入在安徽医科大学附属巢湖医院就诊的 472 例符合纳排标准的 T2DM 患者, 利用电子病历系统收集患者的基本信息及相关血清学指标数据。通过统计学方法筛选影响 NAFLD 的独立危险因素, 并利用这些因素构建诊断模型[7][15]。研究的主要目的在于系统分析 NAFLD 合并 T2DM 患者的危险因素, 探讨相互关系, 并构建一个简便有效的诊断模型, 以期为临床提供参考依据, 促进早期识别与干预, 进而提高患者的治疗效果和生活质量。

综上所述, NAFLD 与 T2DM 之间复杂的关系值得深入探讨, 尤其在危险因素识别和诊断模型构建方面。本研究将为临床医师提供重要的指导, 帮助识别高危患者, 并实施早期干预, 以降低疾病发生率, 提高患者生活质量[8][16]。

2. 方法

2.1. 研究设计

本研究采用回顾性队列研究, 详细阐述 NAFLD 合并 T2DM 患者的独立危险因素。我们筛查了 2023 年 1 月 1 日至 2024 年 12 月 31 日在安徽医科大学附属巢湖医院就诊并符合纳排标准的 472 例 2 型糖尿病患者, 包括 241 例 T2DM 患者(对照组)和 231 例 NAFLD 合并 T2DM 患者(实验组)。我们收集了患者的年龄、性别、吸烟史、高血压病史、体重、身高、体重指数(BMI)及临床常见血清学指标, 主要包括抗胰岛素抗体(IAA)、抗胰岛细胞抗体(ICA)、空腹血糖(FBG)、糖化血红蛋白(HbA1c)、空腹胰岛素(Insulin)、空腹 C 肽(C-P)、胆固醇(TC)、甘油三酯(TG)、高密度脂蛋白(HDL-C)、低密度脂蛋白(LDL-C)、尿素(Urea)、肌酐(Cr)、尿酸(UA)、谷丙转氨酶(ALT)、谷草转氨酶(AST)、谷氨酰转氨酶(GGT)、总胆红素(TBIL)、白蛋白(ALB)、球蛋白(GLB)、白蛋白/球蛋白(A/G)、白细胞(WBC)、中性粒细胞计数(NEUT)、淋巴细胞计数(LYMPH)、单核细胞计数(MONO)、嗜酸性粒细胞计数(EOS)、嗜碱性粒细胞计数(BASO)、血红蛋白(Hb)、血小板计数(PLT)、HOMA-IR 指数(HOMA-IR), 其中 HOMA-IR 指数的计算公式为(空腹胰岛素 * 空腹血糖)/22.5。

2.1.1. 纳入标准

符合 2020 年中国糖尿病防治指南提出的 T2DM 诊断标准;

女性无饮酒史或每周饮酒 < 70 克, 男性无饮酒史或每周饮酒 < 140 克;

腹部超声提示脂肪肝。本研究已获得安徽医科大学第四附属医院伦理委员会正式批准(批号: KYXM-202504-006)。

2.1.2. 排除标准

1 型糖尿病、妊娠期糖尿病及特殊型糖尿病;
严重心脑血管疾病、肝肾疾病、恶性肿瘤或近期接受过化疗或免疫治疗者;
服用可能导致脂肪肝的药物;
乙肝病毒感染、自身免疫性肝炎等能够导致脂肪肝的特定疾病;
临床资料不全者;
近期有过外科大手术史等应激情况者。

2.1.3. T2DM 诊断标准

T2DM 的诊断基于 2020 年中国糖尿病防治指南:
糖尿病症状(如烦渴多饮、多尿、多食、不明原因体重下降)加上以下 4 条中满足任意一条即可诊断:
随机血糖 ≥ 11.1 mmol/L;
糖化血红蛋白 $\geq 6.5\%$;
空腹血糖 ≥ 7.0 mmol/L;
葡萄糖负荷 2 小时后血糖 ≥ 11.1 mmol/L。

2.1.4. NAFLD 诊断标准

采用腹部彩色多普勒超声诊断脂肪肝患者:
彩色多普勒超声提示肝脏近场回声弥漫性增强, 回声与肾脏相比更强;
彩色多普勒超声提示肝远场回声逐渐减弱;
彩色多普勒超声仪上呈现不清晰的肝内胆管结构;
以上腹部彩色多普勒超声表现中, 符合其中两项即可诊断为脂肪肝。

2.2. 模型构建和评估

利用分组比较筛选出具有统计学显著性的特征, 进行模型构建与评估。使用单因素和多因素 Logistic 回归分析有统计学意义的指标, 筛选出独立危险因素并进行可视化。在单因素 Logistic 回归分析中, 当 P 值 < 0.1 时则纳入多因素分析, 并使用多因素 Logistic 回归进一步分析 P 值 < 0.05 的变量。多因素分析后, P 值 < 0.05 的因素被确定为独立危险因素。利用诊断 ROC 曲线评价各指标的诊断价值, 并构建列线图建立诊断模型, 利用诊断校准曲线和诊断 DCA 图评价模型。

2.3. 统计分析

使用 R (4.2.1) 进行统计分析。当数据满足正态分布且满足方差齐性检验时, 两组比较的方法为 T 检验; 当数据满足正态分布但不满足方差齐性检验时, 两组比较的方法为 Welch t' test; 不满足正态分布时, 两组比较的方法为 Wilcoxon。通过分组比较图筛选出 $P < 0.05$ 的统计学显著性指标进行 Logistic 单因素分析, 并将 $P < 0.1$ 的指标纳入多因素分析, 以识别独立的危险因素。此外, 我们对单因素和多因素分析的结果进行了可视化处理。利用诊断 ROC 曲线评估各个独立危险因素指标的诊断价值, 并构建了列线图, 以形成诊断模型。同时, 我们通过诊断校准曲线和决策曲线分析来评价模型的有效性。

3. 结果

3.1. 分组比较图

根据分组比较图(见图 1), 以下指标具有显著的统计学意义($P < 0.05$): 年龄、体重、体重指数(BMI)、吸烟史、抗胰岛素抗体、抗胰岛细胞抗体、空腹血糖、空腹胰岛素、空腹 C 肽、胆固醇、甘油三酯、高

密度脂蛋白、低密度脂蛋白、尿素、肌酐、尿酸、谷丙转氨酶、谷草转氨酶、谷氨酰转移酶、总胆红素、淋巴细胞计数、血红蛋白及 HOMA-IR 指数。

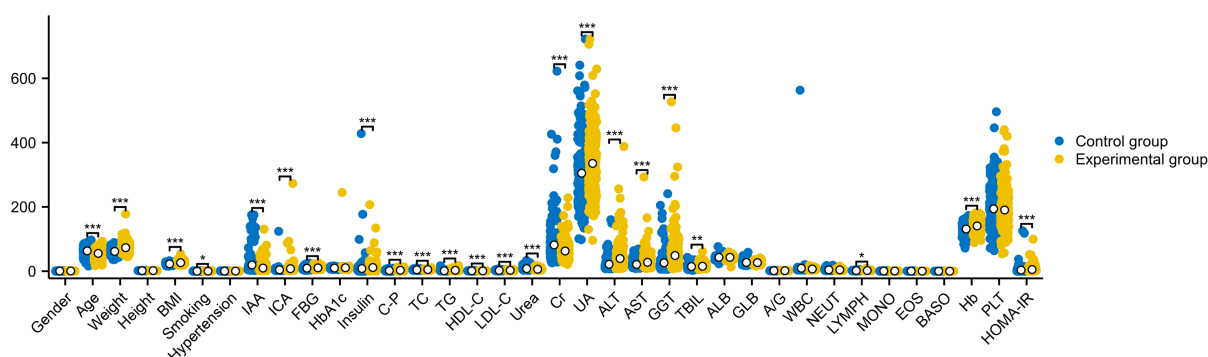


Figure 1. Comparison of the grouping in control and experimental groups, ns $P \geq 0.05$; * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$; *** $P < 0.001$
图 1. 对照组与实验组的分组比较图, ns, $P \geq 0.05$; * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$; *** $P < 0.001$

3.2. Logistic 单多元素分析及可视化

在 Logistic 单因素和多因素分析中, 我们确定了与 2 型糖尿病(T2DM)患者发生非酒精性脂肪肝病 (NAFLD)相关的因素。如图 2 所示, T2DM 患者中的年龄[OR: 0.959; 95%置信区间(CI): 0.94~0.973]、体重(OR: 1.094; 95% CI: 1.073~1.119)、BMI (OR: 1.472; 95% CI: 1.356~1.597)、抗胰岛素抗体(OR: 0.982; 95% CI: 0.971~0.993)、抗胰岛细胞抗体(OR: 1.156; 95% CI: 1.051~1.273)、空腹血糖(OR: 1.080; 95% CI: 1.026~1.137)、空腹 C 肽(OR: 1.392; 95% CI: 1.229~1.577)、胆固醇(OR: 1.388; 95% CI: 1.183~1.629)、甘油三酯(OR: 2.895; 95% CI: 2.215~3.783)、高密度脂蛋白(OR: 0.151; 95% CI: 0.077~0.296)、低密度脂蛋白(OR: 1.510; 95% CI: 1.246~1.830)、尿素(OR: 0.758; 95% CI: 0.690~0.832)、肌酐(OR: 0.988; 95% CI: 0.982~0.995)、尿酸(OR: 1.003; 95% CI: 1.001~1.005)、谷丙转氨酶(OR: 1.039; 95% CI: 1.025~1.053)、谷草转氨酶(OR: 1.036; 95% CI: 1.018~1.054)、谷氨酰转移酶(OR: 1.019; 95% CI: 1.011~1.027)、淋巴细胞计数(OR: 1.322; 95% CI: 1.029~1.697)以及血红蛋白(OR: 1.030; 95% CI: 1.019~1.041)均增加了 NAFLD 的风险(图 2(A))。在单因素分析中, P 值小于 0.1 的变量被纳入多因素 Logistic 回归分析, 其中 BMI(OR: 1.401; 95% CI: 1.180~1.662)、抗胰岛素抗体(OR: 0.983; 95% CI: 0.966~0.999)、抗胰岛细胞抗体(OR: 1.058; 95% CI: 1.024~1.094)、胆固醇(OR: 0.098; 95% CI: 0.033~0.286)、甘油三酯(OR: 3.896; 95% CI: 2.353~6.449)、高密度脂蛋白(OR: 6.905; 95% CI: 1.157~41.206)、低密度脂蛋白(OR: 17.474; 95% CI: 5.764~52.975)、尿素(OR: 0.815; 95% CI: 0.685~0.969)和谷丙转氨酶(OR: 1.044; 95% CI: 1.014~1.075)被确定为 T2DM 患者发生 NAFLD 的独立危险因素(图 2(B))。

3.3. 诊断 ROC 曲线

我们还利用诊断 ROC 曲线评估 T2DM 患者发生 NAFLD 的各独立危险因素的诊断价值。根据图 3, 各指标的诊断价值从高到低依次为甘油三酯(AUC = 0.804)、BMI (AUC = 0.794)、抗胰岛细胞抗体(AUC = 0.770)、谷丙转氨酶(AUC = 0.712)、尿酸(AUC = 0.690)、抗胰岛素抗体(AUC = 0.677)、高密度脂蛋白(AUC = 0.643)、低密度脂蛋白(AUC = 0.621)、胆固醇(AUC = 0.612)。

3.4. 构建列线图风险诊断模型

基于甘油三酯、BMI、抗胰岛细胞抗体、谷丙转氨酶、尿酸、抗胰岛素抗体、高密度脂蛋白、低密度

脂蛋白和胆固醇构建的 T2DM 患者发生 NAFLD 的列线图诊断模型, 其 ROC 曲线 AUC 面积为 0.921, 灵敏度为 84.42%, 特异度为 83.82%, 阳性诊断值为 83.33%, 阴性诊断值为 84.87%。绘制的列线图校准曲线斜率接近于 1, 拟合度检验 P 值大于 0.05, 表明诊断事件与实际事件的一致性较高(见图 4)。

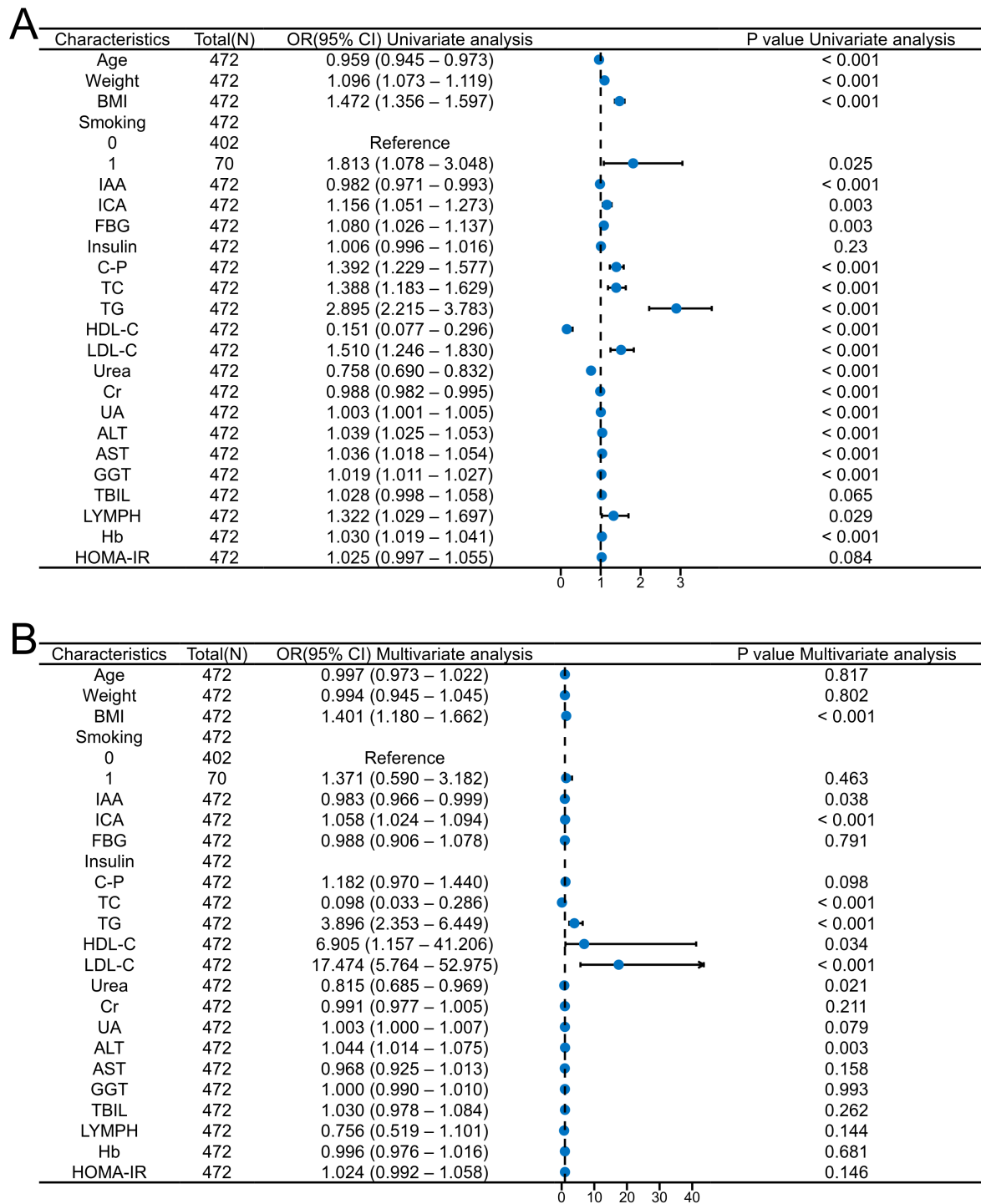


Figure 2. Univariate/Multivariate logistic regression visualization; (A) Visualization of the univariate logistic regression analysis results; (B) Visualization of the multivariate logistic regression analysis results

图 2. Logistic 单多元素分析可视化图, (A) 为 logistic 单元素分析可视化图, (B) 为 logistic 多元素分析可视化图

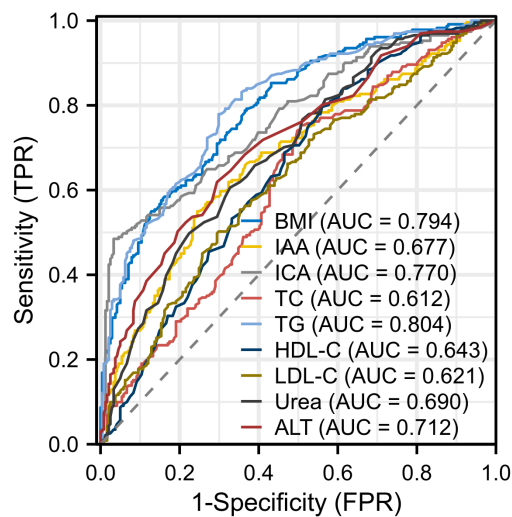


Figure 3. ROC curve of diagnostic performance
图 3. 诊断 ROC 曲线

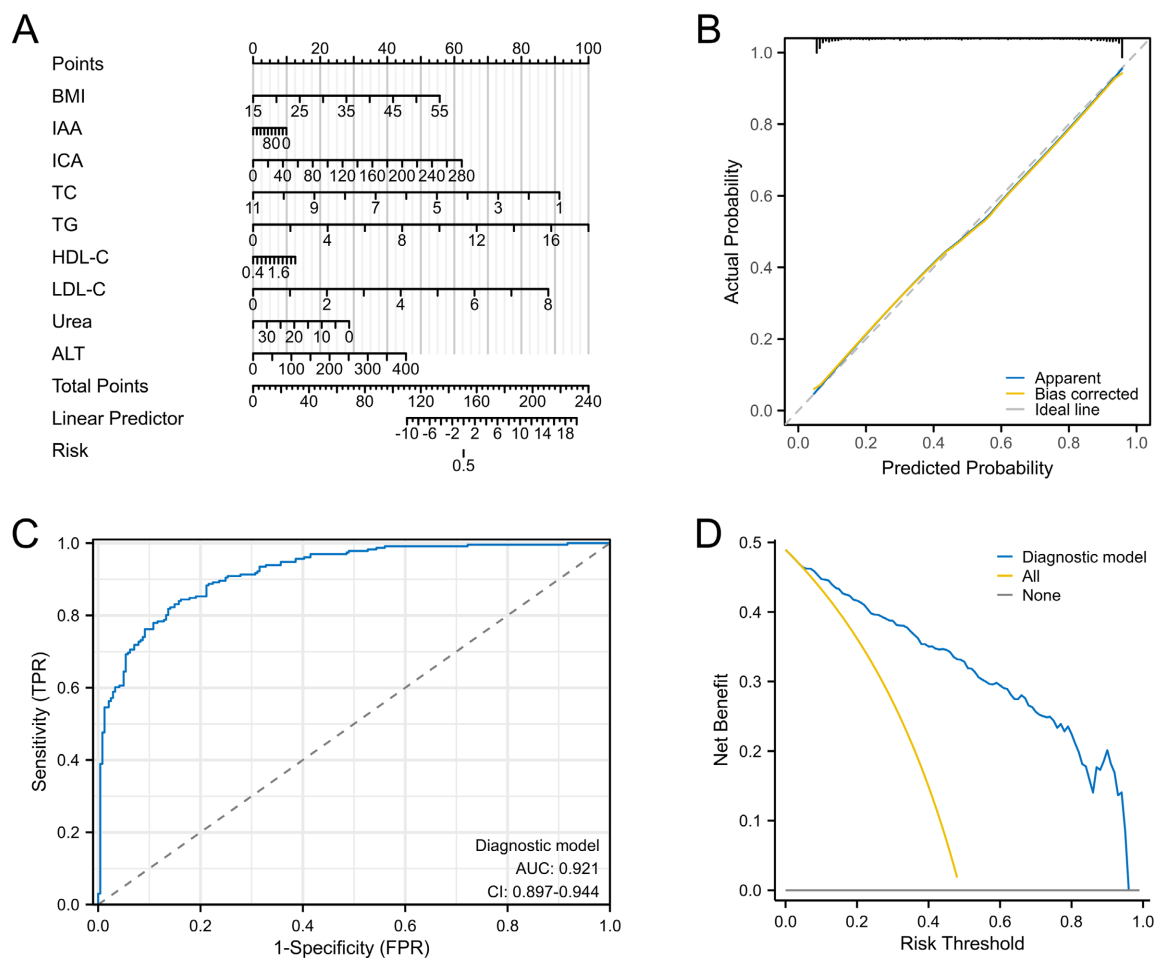


Figure 4. Development and validation of the diagnostic prediction model. (A) The prognostic nomogram. (B) The calibration curve for assessing agreement between predicted and observed outcomes. (C) The ROC curve evaluating model discrimination. (D) Decision curve analysis (DCA) evaluating clinical utility

图 4. (A) 为列线图风险诊断模型, (B) 为诊断校准曲线, (C) 为模型的 ROC 曲线; (D) 为诊断 DCA 图

4. 讨论

非酒精性脂肪肝病(NAFLD)是一种以肝脏脂质异常积聚为特征的疾病,其发病率在全球范围内逐年上升,尤其是在2型糖尿病(T2DM)患者中,NAFLD的患病率高达70%~80%[17][18]。该病不仅会导致肝脏功能障碍,还可能进展为非酒精性脂肪性肝炎(NASH)、肝纤维化、肝硬化甚至肝癌,给患者带来严重的健康威胁[18]。NAFLD与T2DM之间存在复杂的双向关系,两者相互影响,显著增加心血管疾病等并发症的风险,从而加重患者的痛苦和医疗负担[19]。因此,深入研究NAFLD与T2DM的相互影响及其相关危险因素具有重要的临床意义。

本研究旨在分析临床常见的血清学指标,以识别与NAFLD合并T2DM相关的危险因素,并构建一个有效的诊断模型。我们纳入了472例在安徽医科大学附属巢湖医院就诊的符合纳排标准的2型糖尿病患者,收集其基本信息及血清学指标数据,并通过统计学方法筛选出非酒精性脂肪肝病的独立危险因素[10][20]。研究结果将为临床提供早期识别高风险患者的有效工具,帮助优化NAFLD合并T2DM的管理策略,从而改善患者的治疗效果和生活质量[4][21]。这些结果包括甘油三酯、BMI、抗胰岛细胞抗体、谷丙转氨酶、尿酸、抗胰岛素抗体、高密度脂蛋白、低密度脂蛋白和胆固醇。流行病学研究显示,肥胖、糖尿病、血脂异常、高血压、和胰岛素抵抗等因素与非酒精性脂肪密切相关,其中肥胖与非酒精性脂肪肝病关系最为密切,NAFLD中胰岛素抵抗和肝脏脂肪量会对循环脂联素水平产生影响,而脂联素作为炎症反应的调节剂,通过灭活乙酰辅酶A羧化酶和激活AMP活化蛋白激酶以及增强过氧化物酶体增殖物激活的受体 α 基因的表达来增加肝脏脂肪氧化,肥胖时脂肪组织中的巨噬细胞分泌大量TNF- α 和IL-6,从而抑制脂联素的产生[22]。另一方面,每日总热量摄入增加以及脂肪组织功能障碍(以胰岛素抵抗和过度脂肪分解为特征),这导致乳糜微粒残余物和非酯化脂肪酸传递到肝脏,促进胰岛素不依赖型脂肪生成,由于乙酰辅酶A对丙酮酸羧化酶的刺激增强,致使甘油转化葡萄糖增加,从而导致肝脏内甘油三酯积累增加,从而非酒精性脂肪肝病形成[23]。而在本研究中纳入抗胰岛细胞抗体(ICA)和抗胰岛抗体(IAA)的可能意义在于探索NAFLD与自身免疫机制的潜在关联。NAFLD的核心病理生理涉及胰岛素抵抗和代谢紊乱,而IAA和ICA是自身免疫性糖尿病(如1型糖尿病)的标志物,表示针对胰岛素或胰岛细胞的自身免疫反应,但两者可能通过共享机制(如氧化应激和免疫系统激活)间接交互导致自身免疫异常可能加剧肝脏炎症,促进NAFLD向更严重阶段发展。本研究未发现高血压与非酒精性脂肪肝病合并2型糖尿病患者密切相关,研究表明,人体肝脏脂肪通过胰岛素抵抗作用可以激活并过度激活肾素-血管紧张素-醛固酮系统,使肾小管对钠的重吸收减少,造成肾脏水钠潴留、细胞膜钠钾泵与钙泵的活性降低,升高缩血管物质对血管的敏感性,促使血压上升。此外,胰岛素抵抗可增强交感神经系统兴奋性,促进儿茶酚胺释放,增加血管紧张性,血压升高[24]。本研究的创新点在于首次基于临床常见血清学指标系统性分析了非酒精性脂肪肝病(NAFLD)与2型糖尿病(T2DM)患者之间的关系,填补了现有文献中对这两种高发疾病之间具体关系理解的空白。以往的研究多集中于NAFLD与T2DM的流行病学特征,而本研究则通过回顾性分析,结合患者的生化指标,明确了多个独立危险因素,这些因素在不同程度上影响了NAFLD的发生风险[1][25]。我们的诊断模型展现出良好的预测能力($AUC = 0.921$),在刘春影等人[25]文章中展示诊断价值 AUC 为0.896(95% CI: 0.819~0.974),他的文章着重于二维剪切波弹性成像对2型糖尿病合并非酒精性脂肪肝病患者肝纤维化的诊断价值,加入影像学的指标,而本研究旨在分析临床常见的血清学指标,而为临床提供了一种便捷的筛查工具,有助于早期识别高风险患者,从而改善临床干预效果。这一发现与Smith等(2020)[26]的研究结果相辅相成,进一步证实了代谢异常与NAFLD之间的密切联系。本研究结果对临床实践具有重要影响。通过识别NAFLD合并T2DM患者的独立危险因素,临床医生能够制定更为个性化的管理方案,从而优化患者的治疗效果。例如,临床应加强对BMI、血脂和肝功能指

标的监测, 及时识别高风险患者, 并采取相应的干预措施, 以降低 NAFLD 的发生率[9] [27]。此外, 随着 2024 年美国糖尿病协会关于 NAFLD 管理的新指南的发布, 强调了在 T2DM 患者中进行 NAFLD 筛查的重要性, 这为本研究的临床应用价值提供了有力支持[28]。

然而, 本研究也存在一些局限性。首先, 研究采用的是回顾性设计, 数据来源于单一中心, 可能导致结果的外推性不足[12]。其次, 尽管样本量达到 472 例, 但仍可能影响结果的统计学显著性。最后, 缺乏更长期的随访数据, 未能评估 NAFLD 合并 T2DM 患者的长期预后。因此, 未来的研究应考虑扩大样本量, 并在多中心进行以验证本研究的发现, 同时增加对潜在干预措施的探讨, 以期能为 NAFLD 合并 T2DM 患者提供更全面的管理策略[8] [13]。

本研究的局限性主要体现在其回顾性与单中心设计, 模型需要经过多中心、前瞻性研究的外部验证后才能考虑临床应用。此外, 我们的样本量相对有限, 可能影响结果的统计学显著性及其外推性。缺乏跨地区的临床验证分析也可能限制了模型在不同人群中的适用性, 因此在不同种族和地理背景下的验证研究十分必要。

此外, 尽管我们基于电子病历系统收集了相关数据, 但未结合生物实验进行验证, 这可能导致对某些生物标志物的评估不够全面。未来的研究应考虑结合生物标志物的检测, 以增强评估的全面性。

5. 结论

综上所述, 本研究揭示了非酒精性脂肪肝病合并 2 型糖尿病患者的主要危险因素, 并构建了有效的诊断模型, 强调了早期识别与干预的重要性。这一模型为临床实践提供了新的工具, 能够在资源有限的情况下进行有效筛查, 促进患者健康管理的优化。未来的研究应集中于验证该模型的广泛适用性, 并探索潜在的干预措施, 以进一步改善患者的预后。

参考文献

- [1] Xiong, X. and Li, X. (2023) Type 2 Diabetes Originated from Non-Alcoholic Fatty Liver Disease. *Life Metabolism*, 2, load007. <https://doi.org/10.1093/lifemeta/load007>
- [2] Khneizer, G., Rizvi, S. and Gawrieh, S. (2020) Non-Alcoholic Fatty Liver Disease and Diabetes Mellitus. In: *Advances in Experimental Medicine and Biology*, Springer International Publishing, 417-440. https://doi.org/10.1007/5584_2020_532
- [3] Pinto, R.V., Carvalho, S., Antunes, F., Pires, J. and Pinto, M.L. (2021) Emerging Nitric Oxide and Hydrogen Sulfide Releasing Carriers for Skin Wound Healing Therapy. *ChemMedChem*, 17, e202100429. <https://doi.org/10.1002/cmdc.202100429>
- [4] Ni, W.J., Li, J. and Nan, Y.M. (2024) Interpretation of the 2024 American Diabetes Association Guidelines for the Comprehensive Management of Non-Alcoholic Fatty Liver Disease Combined with Diabetes Mellitus. *Chinese Journal of Hepatology*, 32, 504-507.
- [5] Bica, C., Sandu, C., Suceveanu, A., Sarbu, E., Stoica, R., Gherghiceanu, F., et al. (2020) Non-Alcoholic Fatty Liver Disease: A Major Challenge in Type 2 Diabetes Mellitus (Review). *Experimental and Therapeutic Medicine*, 20, 2387-2391. <https://doi.org/10.3892/etm.2020.8882>
- [6] Elkattawy, H.A., Elsherbini, D.M., Ebrahim, H.A., Abdullah, D.M., Al-Zahaby, S.A., Noser, Y. and Hassan, A.E. (2022) Rho-Kinase Inhibition Ameliorates Non-Alcoholic Fatty Liver Disease in Type 2 Diabetic Rats. *Physiological Research*, 71, 615-630. <https://doi.org/10.33549/physiolres.934869>
- [7] Zhou, Q., Wang, Y., Wang, J., Liu, Y., Qi, D., Yao, W., et al. (2021) Prevalence and Risk Factor Analysis for the Nonalcoholic Fatty Liver Disease in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus. *Medicine*, 100, e24940. <https://doi.org/10.1097/md.00000000000024940>
- [8] Xie, Y., Kong, W., Wang, X. and Wu, Z. (2022) Association of Glycated Hemoglobin with Non-Alcoholic Fatty Liver Disease Patients and the Severity of Liver Steatosis and Fibrosis Measured by Transient Elastography in Adults without Diabetes. *BMC Endocrine Disorders*, 22, Article No. 220. <https://doi.org/10.1186/s12902-022-01134-z>
- [9] Targher, G., Corey, K.E., Byrne, C.D. and Roden, M. (2021) The Complex Link between NAFLD and Type 2 Diabetes Mellitus—Mechanisms and Treatments. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 18, 599-612.

- <https://doi.org/10.1038/s41575-021-00448-y>
- [10] Muthiah, M., Ng, C.H., Chan, K.E., Fu, C.E., Lim, W.H., Tan, D.J.H., *et al.* (2023) Type 2 Diabetes Mellitus in Metabolic-Associated Fatty Liver Disease Vs. Type 2 Diabetes Mellitus Non-Alcoholic Fatty Liver Disease: A Longitudinal Cohort Analysis. *Annals of Hepatology*, **28**, Article ID: 100762. <https://doi.org/10.1016/j.aohep.2022.100762>
 - [11] Zhang, Y., Wang, L., Zheng, X., Wang, H. and Wang, G. (2023) Risk Factors for Macro Vascular Disease in Type 2 Diabetes Mellitus Patients with Non-Alcoholic Fatty Liver Disease. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*, **36**, 1297-1303.
 - [12] Chen, L. and Jiang, L. (2022) Clinico-Pathological Features and Related Risk Factors of Type-2 Diabetes Mellitus Complicated with Nonalcoholic Fatty Liver. *Pakistan Journal of Medical Sciences*, **38**, 1771-1775. <https://doi.org/10.12669/pjms.38.7.6289>
 - [13] Kanwal, S., Ghaffar, T., Aamir, A.H. and Usman, K. (2021) Frequency of Non-Alcoholic Fatty Liver Disease in Patients with Type-2 Diabetes Mellitus and Its Associated Risk Factors. *Pakistan Journal of Medical Sciences*, **37**, 1335-1341. <https://doi.org/10.12669/pjms.37.5.4211>
 - [14] Govaere, O., Cockell, S., Tiniakos, D., Queen, R., Younes, R., Vacca, M., *et al.* (2020) Transcriptomic Profiling across the Nonalcoholic Fatty Liver Disease Spectrum Reveals Gene Signatures for Steatohepatitis and Fibrosis. *Science Translational Medicine*, **12**, eaba4448. <https://doi.org/10.1126/scitranslmed.aba4448>
 - [15] Kim, K., Hong, S., Han, K. and Park, C. (2024) Association of Non-Alcoholic Fatty Liver Disease with Cardiovascular Disease and All Cause Death in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus: Nationwide Population Based Study. *BMJ*, **384**, e076388. <https://doi.org/10.1136/bmj-2023-076388>
 - [16] Deng, M., Wen, Y., Yan, J., Fan, Y., Wang, Z., Zhang, R., *et al.* (2023) Comparative Effectiveness of Multiple Different Treatment Regimens for Nonalcoholic Fatty Liver Disease with Type 2 Diabetes Mellitus: A Systematic Review and Bayesian Network Meta-Analysis of Randomised Controlled Trials. *BMC Medicine*, **21**, Article No. 447. <https://doi.org/10.1186/s12916-023-03129-6>
 - [17] Caussy, C., Aubin, A. and Loomba, R. (2021) The Relationship between Type 2 Diabetes, NAFLD, and Cardiovascular Risk. *Current Diabetes Reports*, **21**, Article No. 15. <https://doi.org/10.1007/s11892-021-01383-7>
 - [18] Ferguson, D. and Finck, B.N. (2021) Emerging Therapeutic Approaches for the Treatment of NAFLD and Type 2 Diabetes Mellitus. *Nature Reviews Endocrinology*, **17**, 484-495. <https://doi.org/10.1038/s41574-021-00507-z>
 - [19] Mansour, A., Mohajeri-Tehrani, M.R., Samadi, M., Qorbani, M., Merat, S., Adibi, H., *et al.* (2021) Effects of Supplementation with Main Coffee Components Including Caffeine And/or Chlorogenic Acid on Hepatic, Metabolic, and Inflammatory Indices in Patients with Non-Alcoholic Fatty Liver Disease and Type 2 Diabetes: A Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled, Clinical Trial. *Nutrition Journal*, **20**, Article No. 35. <https://doi.org/10.1186/s12937-021-00694-5>
 - [20] Duan, W., Shi, R., Yang, F., Zhou, Z., Wang, L., Huang, Z., *et al.* (2023) FSTL3 Partially Mediates the Association of Increased Nonalcoholic Fatty Liver Disease Fibrosis Risk with Acute Myocardial Infarction in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus. *Cardiovascular Diabetology*, **22**, Article No. 297. <https://doi.org/10.1186/s12933-023-02024-x>
 - [21] Khaliq, A., Badshah, H., Shah, Y., Rehman, I.U., Khan, K.U., Ming, L.C., *et al.* (2024) The Effect of Ertugliflozin in Patients with Nonalcoholic Fatty Liver Disease Associated with Type 2 Diabetes Mellitus: A Randomized Controlled Trial. *Medicine*, **103**, e40356. <https://doi.org/10.1097/md.00000000000040356>
 - [22] Milić, S., Lulić, D. and Štimac, D. (2014) Non-alcoholic Fatty Liver Disease and Obesity: Biochemical, Metabolic and Clinical Presentations. *World Journal of Gastroenterology*, **20**, 9330-9337. <https://doi.org/10.3748/wjg.v20.i28.9330>
 - [23] Shibata, C., Nakano, T., Yasumoto, A., Mitamura, A., Sawada, K., Ogawa, H., *et al.* (2022) Comparison of CEA and CA19-9 as a Predictive Factor for Recurrence after Curative Gastrectomy in Gastric Cancer. *BMC Surgery*, **22**, Article 213. <https://doi.org/10.1186/s12893-022-01667-z>
 - [24] 汪思亮, 田文君, 陆玮婷, 等. 非酒精性脂肪肝患者合并高血压的相关危险因素分析[J]. 现代医学, 2022, 50(7): 806-810.
 - [25] 刘春影, 许青, 王飞, 等. 二维剪切波弹性成像对 2 型糖尿病合并非酒精性脂肪肝病患者肝纤维化的诊断价值[J]. 医疗卫生装备, 2024, 45(9): 73-77.
 - [26] Liu, J., Fu, Q., Su, R., Liu, R., Wu, S., Li, K., *et al.* (2024) Association between Nontraditional Lipid Parameters and the Risk of Type 2 Diabetes and Prediabetes in Patients with Nonalcoholic Fatty Liver Disease: From the National Health and Nutrition Examination Survey 2017-2020. *Frontiers in Endocrinology*, **15**, Article ID: 1460280. <https://doi.org/10.3389/fendo.2024.1460280>
 - [27] Cao, L., An, Y., Liu, H., Jiang, J., Liu, W., Zhou, Y., *et al.* (2024) Global Epidemiology of Type 2 Diabetes in Patients with NAFLD or MAFLD: A Systematic Review and Meta-Analysis. *BMC Medicine*, **22**, Article No. 101. <https://doi.org/10.1186/s12916-024-03315-0>

-
- [28] Shi, M., Zhang, H., Wang, W., Zhang, X., Liu, J., Wang, Q., *et al.* (2023) Effect of Dapagliflozin on Liver and Pancreatic Fat in Patients with Type 2 Diabetes and Non-Alcoholic Fatty Liver Disease. *Journal of Diabetes and its Complications*, 37, Article ID: 108610. <https://doi.org/10.1016/j.jdiacomp.2023.108610>