

·综述·

TyG 指数与代谢相关脂肪性肝病及结直肠息肉相关性 研究进展

苏比伊努尔·哈力甫江，吴 江

新疆医科大学第二附属医院消化科，新疆乌鲁木齐 830000

【摘要】代谢相关脂肪性肝病（[metabolic dysfunction-associated fatty liver disease, MAFLD](#)）与结直肠息肉共病率高，二者共享胰岛素抵抗、慢性低度炎症及肠-肝轴紊乱等核心病理机制，临床筛查缺乏无创、便捷的统一指标。现有证据表明，[甘油三酯葡萄糖指数（triglyceride-glucose index, TyG）](#)与 MAFLD 患病及结直肠息肉发病风险呈独立、剂量-反应关系，可作为两者协同筛查的潜在生物学标志物。本文系统综述三者关联及分子机制与研究不足，为代谢相关消化道疾病的早期预警、精准分层及一体化防控提供理论依据。

【关键词】代谢相关脂肪性肝病；结直肠息肉；TyG 指数；胰岛素抵抗；肠-肝轴

【中图分类号】R575；R574.6 **【文献标识码】**A

1. 引言

代谢相关脂肪性肝病（[metabolic dysfunction-associated fatty liver disease, MAFLD](#)）已取代病毒性肝炎成为全球流行率最高的慢性代谢性肝病，发病与肥胖、糖代谢异常及代谢综合征的广泛流行密切相关，全球疾病负担持续加重 Error: Reference source not found。我国 MAFLD 成人患病率已接近 29.6%，人群患病规模逐年扩大且呈年轻化趋势，已成为我国公共卫生领域重点防控的慢性非传染性疾病之一。MAFLD 不再被视为单纯的肝脏脂质蓄积性疾病，而是以胰岛素抵抗（[insulin resistance, IR](#)）为核心始动因素，伴随糖脂代谢紊乱、慢性低度炎症、氧化应激失衡及肠肝轴功能异常共同参与进展的全身性代谢性疾病 Error: Reference source not found。疾病谱包含单纯肝脂肪变性、代谢相关脂肪性肝炎、肝纤维化乃至肝硬化，重症可进展为肝细胞癌，严重威胁人群长期健康预后。近年来多项研究发现，MAFLD 常与多种消化道代谢相关疾病共存，其中与结直肠息肉的协同发病关系备受学界关注，二者共享多重代谢病理基础，为后续探索简易共用筛查指标提供了重要研究前提。结直肠息肉是结直肠黏膜向肠腔突出的隆起性

作者简介:苏比伊努尔·哈力甫江(1999-)女，新疆喀什，硕士研究生在读,主要从事消化科相关疾病研究。

通讯作者: 吴江 (1967-)，E-mail:3171099655@qq.com

病变，作为结直肠癌最主要的癌前病变，早期检出与干预是降低结直肠肿瘤发病风险的关键。全球范围内结直肠癌发病风险与死亡负担居高不下，超过 80% 的结直肠癌由腺瘤性息肉逐步进展而来，我国人群结直肠息肉患病率约为 14.8%~17.2%，并随代谢紊乱患病率呈上升趋势^{Error: Reference source not found}。结直肠息肉的发生由遗传、环境、代谢异常共同驱动，胰岛素抵抗、肠道菌群失衡、肠黏膜屏障损伤为关键诱因，与 MAFLD 存在高度重合的致病通路。

多项研究证实，MAFLD 合并结直肠息肉患者远期肝纤维化、结直肠肿瘤发病风险显著升高，胰岛素抵抗介导的肠-肝轴紊乱是两类疾病共病的核心驱动通路，亟需一体化代谢风险评估工具。当前临床筛查模式相互独立，存在明显短板：肝脏超声仅能定性评估肝脂肪沉积，无法量化全身胰岛素抵抗水平；结肠镜侵入性强，难以用于大规模人群初筛；稳态模型胰岛素抵抗指数（homeostatic model assessment of insulin resistance, HOMA-IR）、高胰岛素-正葡萄糖钳夹等胰岛素抵抗评价手段，或需额外检测胰岛素、或操作成本高昂，均无法同步评估肝肠共病风险。近年来相关综述多单独探讨甘油三酯葡萄糖指数（triglyceride-glucose index, TyG）与 MAFLD 或结直肠息肉的单一关联，缺乏对两病共病机制、协同筛查价值的系统性整合论述。针对上述空白，本文系统梳理三者关联、共病通路与现有研究局限，为代谢相关肝肠共病一体化防控提供循证依据。

2. 代谢相关脂肪性肝病与结直肠息肉的关联

MAFLD 是以肝细胞脂质沉积为特征的全身性代谢病，与 2 型糖尿病、肥胖高度伴发；结直肠息肉作为消化道癌前病变，进展高度依赖机体代谢内环境异常。多项横断面与队列研究显示，MAFLD 患者结直肠息肉、多发腺瘤患病率显著高于普通人群，且肝脏病变严重程度与息肉发病风险呈正相关。两类疾病并非独立病变，胰岛素抵抗是连接二者核心枢纽，胰岛素样生长因子-1（insulin-like growth factor-1, IGF-1）促增殖通路、慢性炎症、肠-肝轴紊乱、菌群失衡、脂肪因子及胆汁酸异常共同构成共病网络。胰岛素抵抗诱导高胰岛素血症，下调胰岛素样生长因子结合蛋白（insulin-like growth factor binding protein, IGFBP）表达、提升游离 IGF-1 活性，通过丝裂原活化蛋白激酶（mitogen-activated protein kinase, MAPK）、磷脂酰肌醇 3 激酶/蛋白激酶

B（phosphatidylinositol 3 kinase/Akt，PI3K/Akt）通路促进结肠上皮异常增殖，为息肉发生奠定细胞学基础。流行病学研究采用 HOMA-IR 证实，胰岛素抵抗程度与息肉发病风险呈线性正相关，进一步佐证代谢紊乱在共病中的核心地位。综上，MAFLD 与结直肠息肉依托共同代谢通路形成共病体系，亟需可同步评估两类病变的代谢标志物。

3. TyG 指数的生物学特性与临床应用价值

3.1 生物学基础

TyG 指数是基于空腹血糖（fasting plasma glucose，FPG）与甘油三酯（triglyceride，TG）构建的胰岛素抵抗简易替代指标，计算公式为： $TyG = \ln(FPG \times TG)$ 。其核心生物学基础在于，胰岛素抵抗状态下肝脏胰岛素敏感性下降，糖异生增强、糖原合成减少，进而造成空腹血糖水平上升，同时肝脏极低密度脂蛋白分泌增加、外周组织脂肪酸摄取减少，最终共同引起甘油三酯水平升高。

3.2 临床应用优势

与高胰岛素-正葡萄糖钳夹试验、HOMA-IR 等经典方法相比，TyG 指数的实用性与稳定性更具优势。钳夹技术虽为胰岛素抵抗检测金标准，但操作繁琐、成本高，难以常规应用；HOMA-IR 需检测胰岛素，尚无统一标准，结果易受实验条件影响。多项研究证实，TyG 指数评估胰岛素抵抗的效能与 HOMA-IR 相当甚至更优，在非糖尿病人群中对 MAFLD 的预测价值显著高于 HOMA-IR，且检测成本低、可及性强，在不同人群中均具备良好的稳定性，适合长期随访与代谢风险筛查。目前 TyG 指数已广泛应用于多种代谢相关疾病的早期预警、风险分层与预后评估，包括 2 型糖尿病、代谢综合征、心血管疾病、MAFLD 及结直肠息肉等。TyG 指数水平升高可独立预测上述疾病的发病风险，并与疾病严重程度呈剂量-反应关系^{Error: Reference source not found}。在 MAFLD 与结直肠息肉协同筛查领域，TyG 指数可同时反映肝脏脂肪变性程度、肝纤维化风险以及结直肠息肉与腺瘤的患病概率，为无创、低成本、可重复的联合筛查提供可行方案，有助于精准分流高危个体接受结肠镜、肝脏超声等确诊检查，提高早期检出率并降低医疗成本。

4. TyG 指数介导 MAFLD 与结直肠息肉发病的潜在机制

4.1 TyG 指数升高驱动 MAFLD 进展的分子机制

TyG 指数作为量化胰岛素抵抗的简易标志物，是提升 MAFLD 发病风险的核心始动环节。胰岛素抵抗状态下外周脂解增强，大量游离脂肪酸涌入肝脏；高胰岛素激活固醇调节元件结合蛋白 1c（sterol regulatory element binding protein-1c, SREBP-1c）转录因子促进肝脏从头脂合成，共同造成肝细胞脂质过载，诱发内质网应激与氧化应激，激活肝内库普弗细胞启动慢性炎症，持续刺激肝星状细胞活化、胶原沉积，逐步进展为肝纤维化甚至肝硬化。队列研究显示 TyG 四分位最高组 MAFLD 发病风险约为最低组 2 倍，且指数水平与肝脏炎症及纤维化程度密切相关 Error: Reference source not found。

4.2 TyG 指数升高通过 IR 下游效应促进结直肠息肉发生

TyG 指数升高主要通过两条核心通路促进结直肠息肉的发生发展：其一，高胰岛素降低 IGFBP 水平，游离 IGF-1 激活 MAPK、PI3K/Akt 通路，抑制结肠上皮凋亡、促进细胞异常增殖；其二，全身慢性炎症可破坏肠道黏膜稳态，促进腺瘤前病变成 Error: Reference source not found。此外，糖脂代谢紊乱与锯齿状息肉发病关系密切，锯齿状息肉患者甘油三酯水平显著升高、高密度脂蛋白胆固醇（high density lipoprotein cholesterol, HDL-C）水平降低，提示 TyG 指数所反映的糖脂代谢紊乱程度，对不同病理类型息肉可能存在差异化预测价值。

4.3 TyG 介导 MAFLD 合并结直肠息肉共病的共同病理通路

MAFLD 与结直肠息肉并非相互独立的疾病事件，而是通过 TyG 指数所量化的胰岛素抵抗形成相互促进的共同病理网络。胰岛素抵抗是两病共享的核心启动环节，TyG 指数越高提示机体代谢毒性环境越强，肝脏与结肠同步发病风险随之升高。胰岛素抵抗驱动的肝脏糖脂代谢紊乱可启动完整肝-肠双向病理闭环，标准化递进通路为：肝脏糖脂代谢紊乱→肠上皮屏障完整性受损→肠道菌群结构失衡→脂多糖（lipopolysaccharide, LPS）内毒素门静脉易位→肝脏慢性炎症与脂质沉积加剧 Error: Reference source not found, Error: Reference source not found。TyG 指数升高表征的全身糖脂代谢异常可上调循环肿瘤坏死因子 α （tumor necrosis factor- α , TNF- α ）、白细胞介素 6（interleukin-6, IL-6）等促炎因子，经体循环

下调结肠紧密连接蛋白表达、破坏肠上皮屏障，肠道通透性显著升高；屏障缺损促使肠道有益菌耗竭、产脂多糖革兰阴性致病菌过度增殖，诱发菌群稳态失衡；菌群释放的脂多糖经门静脉易位至肝脏，持续激活库普弗细胞与核因子 κB （nuclear factor- κB ，NF- κB ）炎症通路，加重肝细胞脂质蓄积、氧化应激与肝纤维化，反向加剧肝脏代谢紊乱，形成级联恶化的病理闭环，同步提升肝纤维化、结直肠腺瘤发病风险。近年孟德尔随机化与队列研究证实，该肠 - 肝轴循环是两类疾病共病风险叠加的核心介导通路，TyG 指数可量化全身代谢紊乱水平，客观反映该病理循环的激活强度。除代谢炎症与菌群内毒素通路外，脂肪因子紊乱、胆汁酸代谢异常可进一步放大肝肠交互损伤效应^{Error: Reference source not found}。胰岛素抵抗状态下瘦素升高、脂联素分泌不足，叠加肠道疏水性胆汁酸比例上升，既可加速肝细胞脂质沉积，也可直接诱导结肠上皮细胞异常增殖；肠道菌群紊乱产生的毒性代谢产物亦可直接刺激肠黏膜，推动息肉及腺瘤发生。多条通路相互耦合，共同构成以胰岛素抵抗为核心、TyG 指数为量化标识的共病致病网络，从机制层面解释 MAFLD 与结直肠息肉高共病率、剂量-反应关联的内在逻辑。

10.12201/bmr.202608.00024V1

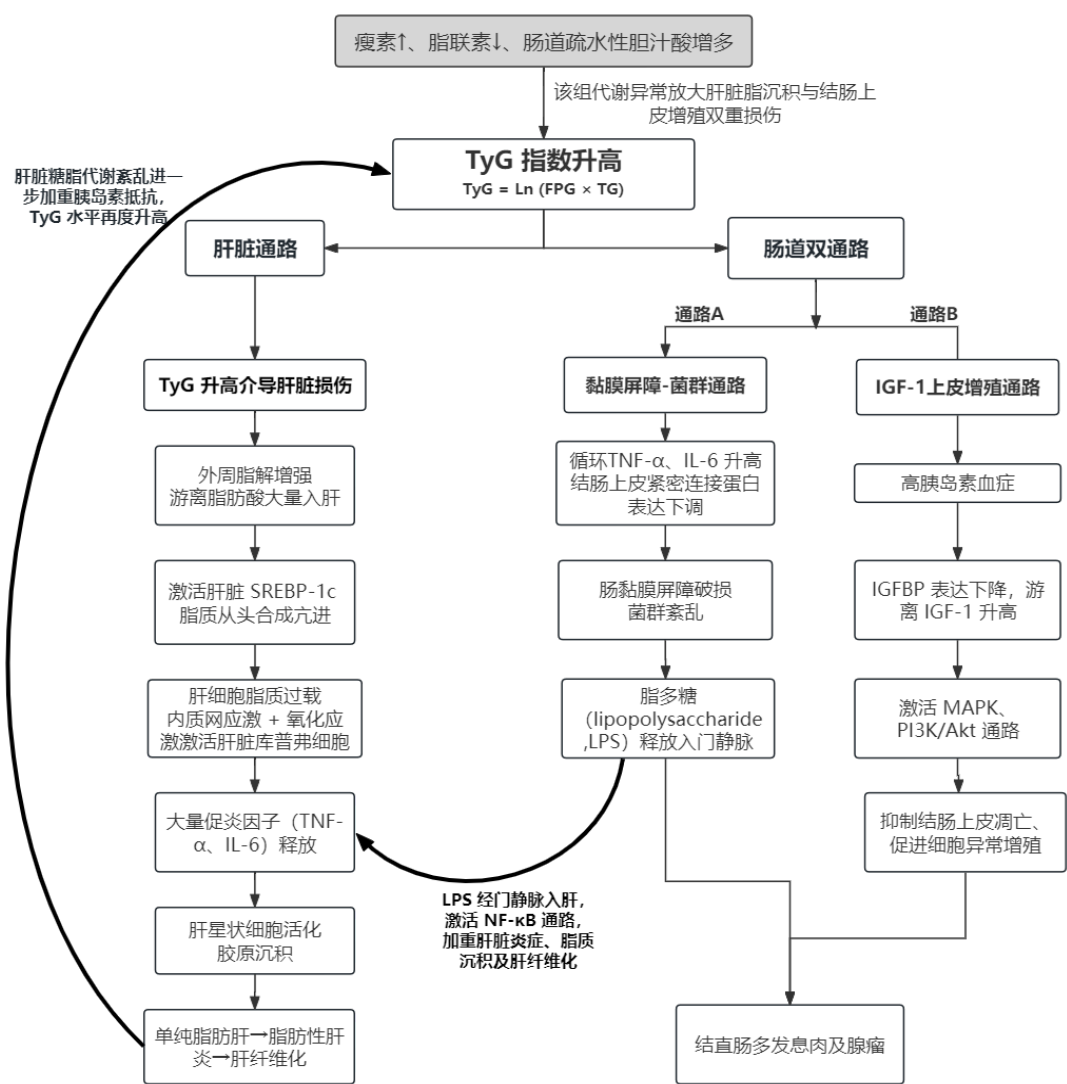


图 1 TyG 指数调控肠 - 肝轴双向通路诱发代谢相关脂肪性肝病合并结直肠息肉的机制模式图

注: TyG, 甘油三酯 - 葡萄糖指数, 计算公式 $TyG = \ln (FPG \times TG)$; FPG, 空腹血糖; TG, 甘油三酯; LPS, 脂多糖; SREBP-1c, 固醇调节元件结合蛋白 1c; TNF- α , 肿瘤坏死因子 α ; IL-6, 白细胞介素 6; IGF-1, 胰岛素样生长因子 - 1; IGFBP, 胰岛素样生长因子结合蛋白; MAPK, 丝裂原活化蛋白激酶; PI3K/Akt, 磷脂酰肌醇 3 激酶 / 蛋白激酶 B; NF- κ B, 核因子 κ B。

5. TyG 指数与代谢相关脂肪性肝病、结直肠息肉的相关性

研究

5.1 TyG 指数与 MAFLD 的相关性

大量临床研究证实 TyG 指数与 MAFLD 存在稳定且独立的相关性。在老年

男性、2 型糖尿病等不同亚组人群中，TyG 指数及其衍生指数均可有效识别早期 MAFLD，具备基层筛查应用价值。大样本横断面研究进一步显示，TyG 指数与 MAFLD 及其亚型均呈剂量-反应关系，可作为无创评估肝脏病变程度的重要指标。

5.2 TyG 指数与结直肠息肉的相关性

TyG 指数对结直肠息肉的风险预测价值已得到多项国内外研究验证。无症状体检人群研究显示，TyG 指数升高与结直肠腺瘤、多发性腺瘤发病风险呈显著正相关。回顾性研究表明，结直肠息肉患者 TyG 指数显著高于健康人群，且为结直肠息肉发生的独立危险因素^{Error: Reference source not found}。国内研究证实，腺瘤性息肉患者 TyG 指数水平高于非腺瘤性息肉患者，提示其对高危息肉具备更好的鉴别价值。Meta 分析结果进一步提供高质量证据，表明 TyG 指数升高可显著增加结直肠肿瘤发病风险。

5.3 TyG 指数在 MAFLD 合并结直肠息肉共病中的应用价值

基于 MAFLD 与结直肠息肉共享的代谢病理基础，该指标可用于两类疾病同步风险分层。国内研究证实，TyG 指数联合粪便隐血试验、血脂指标可提高 MAFLD 患者合并结直肠腺瘤的诊断效率，为无创联合筛查提供可行方案。

5.4 目前研究局限性

当前相关研究仍存在一定局限性，多数研究为回顾性或横断面设计，前瞻性队列研究证据不足；不同人群 TyG 指数临界值尚未统一，缺乏中国人群标准化判定阈值；对息肉病理亚型、肝纤维化分级的分层研究较少；干预后 TyG 指数下降的临床获益及长期预后证据有限。此外，当前研究未区分体检人群与门诊患者的阈值差异，下一步可针对基层常规体检人群开展简化筛查路径研究。

6. 总结

MAFLD 与结直肠息肉共病率高且共享代谢紊乱基础，以胰岛素抵抗、慢性炎症及肠-肝轴紊乱为核心纽带，已成为代谢相关消化道疾病防控的重要靶点。当前证据支持 TyG 指数用于高危人群初筛与风险分层，但仍需进一步完善研究体系，包括建立中国人群统一临界值、开展大样本前瞻性队列研究验证预测效能、深入阐明共病关键分子通路、探索基于 TyG 指数的干预路径与临床应用流

程。未来将 TyG 指数纳入常规体检与代谢评估体系，有助于实现 MAFLD 与结直肠息肉早识别、早干预，降低肝硬化与结直肠癌发病风险，提升代谢相关消化道疾病整体防控水平。

10.12201/bmr.202608.00024V1

参考文献

- [1]Liu J, Ayada I, Zhang X, et al. Estimating global prevalence of metabolic dysfunction-associated fatty liver disease in overweight or obese adults [J]. Clin Gastroenterol Hepatol, 2022, 20 (3): e573-e582.
- [2]李旭,张栩,陈小宇.代谢功能障碍相关脂肪性肝病的更名背景,定义及全球流行病学现状[J].临床内科杂志,2025,42(5):353-355.
- [3]中华医学会肝病学分会.代谢相关(非酒精性)脂肪性肝病防治指南(2024 年版)[J].实用肝脏病杂志,2024,27(4):494-510.
- [4]Kaya E, Yilmaz Y. Metabolic-associated fatty liver disease (MAFLD): a multi-systemic disease beyond the liver [J]. J Clin Transl Hepatol, 2021, 10 (2): 329.

- [5]EASL, EASD, EASO, et al. EASL-EASD-EASO clinical practice guidelines on the management of metabolic dysfunction-associated steatotic liver disease (MASLD)[J]. *Obes Facts*, 2024, 17 (4): 374-443.
- [6]包杨,晁冠群.代谢相关脂肪性肝病与结直肠肿瘤相关性的研究进展[J].*Adv Clin Med*,2025,15:1996.
- [7]谢芳,刘思德.中国结直肠癌及癌前病变内镜诊治共识(2023,广州)[J].*中华消化内镜杂志*,2023,40(7):505-520.
- [8]Øines M, Helsing L M, Bretthauer M, et al. Epidemiology and risk factors of colorectal polyps [J]. *Best Pract Res Clin Gastroenterol*, 2017, 31 (4): 419-424.
- [9]Xu Y, He H, Ye Z, et al. Association of incidence of colorectal polyp with markers of insulin resistance: a cross-sectional study [J]. *Sci Rep*, 2025, 15 (1): 23969.
- [10]Zeng P, Cai X, Yu X, et al. Markers of insulin resistance associated with non-alcoholic fatty liver disease in non-diabetic population [J]. *Sci Rep*, 2023, 13 (1): 20470.
- [11]姚梦然,费爱华.甘油三酯葡萄糖指数与结直肠息肉的相关性研究[J].*医学研究杂志* 2025, 54 (6):155-158,167.
- [12]Zhu Z, Lam T Y T, Tang R S Y, et al. Triglyceride-glucose index (TyG index) is associated with a higher risk of colorectal adenoma and multiple adenomas in asymptomatic subjects [J]. *PLoS One*, 2024, 19 (11): e0310526.
- [13]Wong V W S, Wong G L H, Tsang S W C, et al. High prevalence of colorectal neoplasm in patients with non-alcoholic steatohepatitis [J]. *Gut*, 2011, 60 (6): 829-836.
- [14]Tsutsumi T, Nakano D, Hashida R, et al. The inter-organ crosstalk reveals an inevitable link between MAFLD and extrahepatic diseases [J]. *Nutrients*, 2023, 15 (5): 1123.
- [15]Kasprzak A. Insulin-like growth factor 1 (IGF-1) signaling in colorectal cancer [J]. *Int J Mol Sci*, 2021, 22 (12): 6434.
- [16]Toro-Huamanchumo C J, Urrunaga-Pastor D, Guarnizo-Poma M, et al. Triglycerides and glucose index as an insulin resistance marker in a sample of healthy adults [J]. *Diabetes Metab Syndr Clin Res Rev*, 2019, 13 (1): 272-277.
- [17]Liu C, Li C, Fu J, et al. Association between the TyG index and MAFLD and its subtypes: a population-based cross-sectional study [J]. *BMC Gastroenterol*, 2025, 25 (1): 652.
- [18]Buzzetti E, Pinzani M, Tsochatzis E A. The multiple-hit pathogenesis of non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD)[J]. *Metabolism*, 2016, 65 (8): 1038-1048.
- [19]Zhang R, Guan Q, Zhang M, et al. Association between triglyceride-glucose index and risk of metabolic dysfunction-associated fatty liver disease [J]. *Diabetes Metab Syndr Obes*, 2022: 3167-3179.
- [20]Tilg H, Adolph T E, Dudek M, et al. Non-alcoholic fatty liver disease: the interplay between metabolism, microbes and immunity [J]. *Nat Metab*, 2021, 3 (12): 1596-1607.
- [21]Tang C, Li J, Yang Z, et al. Different lipid metabolic profiles in sessile serrated adenoma or polyps compared to hyperplastic polyps [J]. *Am J Cancer Res*, 2022,

12 (5): 1982.

- [22]Tilg H, Zmora N, Adolph T E, et al. The intestinal microbiota fuelling metabolic inflammation [J]. *Nat Rev Immunol*, 2020, 20 (1): 40-54.
- [23]Wang L, Lin Y, Liao Y, et al. Association between triglyceride-glucose index and risk of colorectal carcinogenesis: a meta-analysis of observational studies [J]. *Front Oncol*, 2025, 15: 1569824.
- [24]蒯晓洋,沈伟,张薇薇,等.三酰甘油-葡萄糖指数及其衍生指数与胰岛素抵抗的相关性研究[J].*中国临床保健杂志*,2024,27(06):754-759.
- [25]王东旭,南楠,郝浩,等. 甘油三酯葡萄糖乘积指数与 BMI 对 2 型糖尿病合并非酒精性脂肪性肝病的预测价值[J]. *J Clin Hepatol*, 2022, 38(5).
- [26]Teng Y J, Yang Y X, Yang J J, et al. Association between triglyceride-glucose index and colorectal polyps: a retrospective cross-sectional study [J]. *World J Gastrointest Endosc*, 2024, 16 (2): 55.
- [27]陆燚,戴世龙,王明君,等. 甘油三酯-葡萄糖指数及其修正指数与结直肠癌关系的前瞻性队列研究[J].*实用医学杂志*, 2025, 41(15): 2362-2371.