

TyG指数及肥胖评价指标对急性胰腺炎病情及预后评估的研究现状

何云华*, 施荣杰#, 龚佳佳, 牛雨薇

大理大学第一附属医院消化内科, 云南 大理

收稿日期: 2024年1月27日; 录用日期: 2024年2月21日; 发布日期: 2024年2月27日

摘要

急性胰腺炎(AP)是一种常见的临床问题, 由胰腺炎症引起, 大部分急性胰腺炎患者症状较轻, 且具有自限性, 但严重急性胰腺炎的死亡率较高, 治疗成本高, 因此, 早期诊断和正确的治疗至关重要。近年来, 国内外关于预测急性胰腺炎病情严重程度及预后的指标被大量报道, 试图通过早期采取准确的诊断手段, 并及时采取预防措施, 来改善患者的预后, 减少病死率。TyG指数及肥胖评价相关指标对急性胰腺炎的病情具有一定的预测价值。本文对近年来国内TyG指数及肥胖评价相关指标对急性胰腺炎病情及预后评估方面的研究进行综述。

关键词

急性胰腺炎, 肥胖, TyG指数, 肥胖评价指标, 改良TyG指数

The Research Status of TyG Index and Obesity Evaluation Index in the Evaluation of the Condition and Prognosis of Acute Pancreatitis

Yunhua He*, Rongjie Shi#, Jiajia Gong, Yuwei Niu

Department of Gastroenterology, The First Affiliated Hospital of Dali University, Dali Yunnan

Received: Jan. 27th, 2024; accepted: Feb. 21st, 2024; published: Feb. 27th, 2024

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 何云华, 施荣杰, 龚佳佳, 牛雨薇. TyG 指数及肥胖评价指标对急性胰腺炎病情及预后评估的研究现状[J]. 临床医学进展, 2024, 14(2): 3675-3684. DOI: 10.12677/acm.2024.142513

Abstract

Acute pancreatitis (AP) is a common clinical problem caused by pancreatic inflammation. Most acute pancreatitis is acute pancreatitis and self-limited, but severe acute pancreatitis has a high mortality rate and high treatment costs. Therefore, early diagnosis and correct treatment are essential. In recent years, a large number of indicators for predicting the severity and prognosis of acute pancreatitis have been reported at home and abroad. Attempts are made to improve the prognosis of patients and reduce the mortality rate by taking accurate diagnostic measures at an early stage and taking preventive measures in a timely manner. TyG index and obesity evaluation index have certain predictive value for acute pancreatitis. This article reviews the research on the assessment of the condition and prognosis of acute pancreatitis by TyG index and obesity evaluation indicators in China in recent years.

Keywords

Acute Pancreatitis, Obesity, TyG Index, Obesity Evaluation Index, Modified TyG Index

Copyright © 2024 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

急性胰腺炎(acute pancreatitis, AP)是我国住院的最常见的胃肠道疾病之一, 发病率高居全球第二, 病死率位居全球第三[1]。近年来, 其发病率呈现逐渐上升的趋势, 据相关的流行病学调查数据显示, 美国每年的急性胰腺炎发病率估计为 110~140/10 万, 急诊就诊人数估计超过 30 万人次[2]。根据 2012 年修订的亚特兰大分类标准, AP 被分为轻症 AP (mild AP, MAP)、中度重症 AP (moderately severe AP, MSAP) 以及重症 AP (severe AP, SAP) [3]。而 AP 是一种复杂且多变的疾病, 但在早期病程发展中通常难以预测, 大约 80% 的患者发展为 MAP 或 MSAP [4] [5]。五分之一的患者发展为 SAP, 死亡率约为 20% [4] [6]。因此, 针对急性胰腺炎患者, 早期进行准确的诊断并采取有效的预防措施对于改善预后和提高生存率至关重要[7]。2022 年郭喆等人提出“疑似重症急性胰腺炎(SSAP)”的概念, 从高危患者筛选到细胞因子测定, 联合多项重症患者通用评分和胰腺炎专项评分, 使急性胰腺炎患者在急诊科得到充分评估, 并提出一系列包括液体复苏、器官支持、中医中药等 SSAP 阻断方案, 促进急性胰腺炎患者早期康复[8]。一项将 100 例诊断为重症胰腺炎患者作为研究对象的研究发现, 对重症胰腺炎患者早期采用综合性治疗方式能够有效减少患者的住院时间, 同时降低病发率[9]。另有研究指出, 早期 CRRT 治疗可以在一定程度上降低炎症因子的丰度, 从而干预 SAP 的进展[7] [10]。目前临床实践中, 已经有多种评分系统可以早期预测急性胰腺炎患者的严重程度[11], 例如急性胰腺炎严重程度床边指数(BISAP)和急性生理学和慢性健康评估(APACHEII)工具, 对疾病严重程度和死亡率具有良好的预测能力, 但这些评分系统大多程序耗时、繁琐且价格昂贵, 且存在指标多、复杂性高、主观评判等不足, 无法在疾病早期应用。此外, 也有许多血清生化指标在 AP 的病程中已取得进展, 如 CRP 是评估 AP 严重程度的金标准, 但预测 AP 进展方面缺乏特异性, 且许多指标价格昂贵, 特别是在配置资源有限的下级医院和科室, 有些参数不容易获得[11]。因此, 对于基层医院来说, 深入探讨并创新以简单、快捷、低成本和准确为主要特性的新型指标, 以预测

急性胰腺炎(AP)的严重程度及其预后, 对治疗 AP 具有至关重要的意义。

2. 甘油三酯葡萄糖指数(Triglyceride-Glucose, TyG)指数与急性胰腺炎(Acute Pancreatitis, AP)

2.1. TyG 指数概念

胰岛素抵抗(IR)被认为是一种由于组织对胰岛素的敏感性和反应性降低而导致的代谢紊乱, 其主要表现为血糖和血脂代谢异常[12]。高胰岛素 - 正葡萄糖钳夹(hyper insulinemic-euglycemic clamp testing, HIEC)是评估 IR 的“金标准”, 然而, 这是一种复杂且耗时的方法, 对研究环境的适用性有限。因此, 作为一种替代策略, 研究者已经提出了从更快、更便宜的生化测量中获得的替代标志物[13] [14]。在流行病学研究、大型临床调查或常规临床应用中, 已经研究了多种 IR 替代标志物, 例如稳态模型评估胰岛素抵抗指数(homeostasis model assessment-insulin resistance, HOMA-IR)、定量胰岛素敏感性检测指数(quantitative insulin sensitivity check index, QUICKI)、胰岛素敏感指数(insulin sensitivity index, IST)、McAuley 指数(Mffm/I)、甘油三酯与高密度脂蛋白胆固醇的比值(TG/HDL-C)等, 这些标志物对 IR 的敏感性和特异性各有不同[15] [16] [17] [18] [19]。其中, Matthews 等[20]提出的 HOMA-IR 是研究中评估 IR 应用最为广泛的模型, 但 HOMA-IR 模型需要测定血清胰岛素水平, 胰岛素测试价格昂贵, 因而该模型使用成本较高, 对基层医院的实用性有限。最近, 甘油三酯葡萄糖指数(TyG 指数)已经成为了备受关注的的一个选择, 主要是因为其计算所需的生物标志物具有较高的可用性和较低的成本[21] [22] [23]。TyG 指数主要通过于空腹血糖和空腹甘油三酯水平综合计算得出的, 其计算公式为: $TyG = \ln [\text{血清甘油三酯}(\text{mg/dL}) \times \text{空腹血糖}(\text{mg/dL})/2]$ 。有研究指出 TyG 指数在与 IR 的相关性方面显著优于 HOMA-IR [24], 另有研究证实, TyG 指数在识别及评估胰岛素抵抗(IR)方面具有较高的敏感性和特异性[25]。

2.2. TyG 指数与 AP 的关系

急性胰腺炎(acute pancreatitis, AP)是一种以急性炎症为主要特征的疾病过程, 其炎症范围可以从局部扩展到全身, 最终导致败血症和多系统器官衰竭。从病理生理学方面来看, 胰腺组织的炎症反应是 AP 最关键的病理生理学流程, 以多种炎症和细胞因子浓度增加为主要特征[13]。近年来, 代谢性疾病在急性胰腺炎中的重要作用日益得到认可, 最近的几项研究发现, 提示代谢异常的因素, 与 AP 的严重程度密切相关。Niknam [26]与 Shen [27]等人的研究显示, MS 与其组成部分之间的比例与 AP 严重程度的增加表现出显著的相关性。同时, MS 的各个组成部分相互协同, 在 AP 发生的基础上给予多重打击, 加快病情的恶化速度[28]。如关于高血压与 AP 的研究发现, 高血压可能会增加肾衰竭的发生率, 从而导致住院时间的延长, 与 AP 的严重程度独立相关, 但其潜在机制尚不清楚[28]。一项荟萃分析结果表明, 糖尿病患者相比于非糖尿病患者, AP 的发生率显著升高, 风险高出 74% [29]。同时, 糖尿病也被认定为是胰腺坏死的一个独立危险因素[30]。另有研究证实, 无论急性胰腺炎(AP)的病因是高脂血症还是其他因素, 血清甘油三酯升高都与 AP 的严重程度显著相关[31]。此外, 高甘油三酯血症显著提高 AP 的局部和全身并发症发生率以及持续性器官衰竭的发生率[32] [33]。肥胖也已经被证实是急性胰腺炎(AP)的独立危险因素, 肥胖患者发生严重 AP 的风险会随着体重的增加而增加[33]。TyG 指数作为胰岛素抵抗及其相关代谢异常的一种新型替代标志物正在慢慢被接受[23] [34]。TyG 指数通过空腹血糖和三酰甘油计算所得, 高血糖和高甘油三酯的存在被证明可能与 AP 严重程度有密切关系[35]。高甘油三酯血症是 AP 最常见的病因之一, 血清中甘油三酯水平升高, 一方面会增加血液粘度, 从而加剧胰腺缺血缺氧和微循环障碍, 另一方面, 甘油三酯还可以水解成游离脂肪酸, 从而对腺泡和血管内皮细胞产生直接的细胞毒性作用, 并可造成由细胞因子诱发的全身性促炎反应[36] [37]。此外, 有研究阐述了高血糖诱导的氧化应激可通过促进

线粒体功能障碍、内质网应激、炎症反应和微血管内皮功能障碍，还可能增加促炎和促凝因子的表达，诱导细胞凋亡并损害一氧化氮的释放，从而加重缺血敏感胰腺的炎症过程[37] [38]。最后，代谢综合征及胰岛素抵抗是一种慢性低度炎症状态，其特征是循环中促炎细胞因子水平高[39]，在伴随代谢异常和胰岛素抵抗的炎症变化可加剧免疫和非免疫反应，从而引发和加重 AP [40]。另外，这种低水平炎症状态伴随着循环中高水平由 IR 激活的具有促炎作用的细胞因子，如核因子 KB、肿瘤坏死因子- α 及白细胞介素-6 等[41]，通过免疫和非免疫途径加剧炎症反应，放大对胰腺和其他器官的损伤过程，进一步导致 SIRS、OF 和局部并发症等[35]。然而，胰岛素抵抗、糖尿病和 AP 之间关联的确切机制尚未完全阐明。综上所述，TyG 指数被作为胰岛素抵抗和代谢异常的替代标志物，其在 AP 病情严重程度和预后的预测价值需进一步研究。

2.3. TyG 指数对 AP 严重程度评估

近年来，尽管 TyG 指数被认为是胰岛素抵抗及相关代谢异常的新型替代指标，但关于 TyG 指数与 SAP 之间关系的研究报道仍相对较少，2020 年 Jin Myung Park 等人通过采用多中心及前瞻性的研究首次探讨了 TyG 与 AP 严重程度关系，并指出胰岛素抵抗的替代标志物 TyG 指数可以作为预测 AP 患者发生 SAP 的独立危险因素[42]。同样，另外几项研究也得出了与上述研究结论相似的结论[4] [43]-[49]。但 Wei 的研究结果指出，TyG 指数与 AP 的严重程度之间并非独立相关[49]。因此，当前 TyG 指数在预测 AP 病情和预后方面仍存在一定局限性，具体表现为：1) 无法检查胰岛素抵抗与 AP 之间的时间关系，即患者在诊断 AP 之前是否有潜在的胰岛素抵抗，或者 AP 引起的胰腺损伤导致 β 细胞功能障碍和随之而来的胰岛素抵抗。2) 在治疗过程中，未对 TyG 指数进行动态监测。3) 关于 TyG 指数与 AP 之间关系的研究依然缺乏大规模、前瞻性的多中心研究。4) 尚未有学者针对 TyG 指数与其他评分体系对 AP 病情严重程度和预后的预测的比较开展深入研究。

2.4. 改良 TyG 指数对 AP 的预测价值

近年来，TyG 指数的评估作用在动脉粥样硬化、高血压、糖尿病、高尿酸血症以及非酒精性脂肪性肝病等多种临床常见疾病的研究中得到了一定的验证，并被视为一个新的研究方向。改良 TyG 指数即将 TyG 指数与身体成分(包括 BMI、WC 或 WHtR)的影响相结合，增强了胰岛素抵抗的可预测性[50] [51] [52]。首先，早期的研究结果揭示，在某些疾病诊断方面，TyG-BMI 指数相较于 TyG 指数具有更高的显著性[51] [53] [54]。另外，在识别成年人 NAFLD 方面 TyG-WC 是一个更好的指标[54] [55]。另一项通过使用日本普通人群健康体检数据的研究结果显示，TyG-BMI、TyG-WC、TyG-WHtR 在一般人群的 NAFLD 风险筛查中显示出最佳的预测潜力[56]。同样，基于 AP 与 IR、MS 的关联，TyG 指数与 AP 的发生发展也有密不可分的联系，改良 TyG 指数作为评估胰岛素抵抗的替代指标也被研究用于急性胰腺炎的严重程度评估，2023 年王惠雨等人的研究表明 TyG-BMI 指数是 MSAP/SAP 发生的独立危险因素，且 TyG-BMI 指数值越大表明 AP 进展为 MSAP/SAP 的可能性越大[45]。但并未评估 TyG-WC、TyG-WHtR 在 AP 严重程度方面的预测价值，且关于 TyG-BMI、TyG-WC、TyG-WHtR 指数早期预测 AP 严重程度的临床研究仍然较少，总的来说，深入研究改良 TyG 指数的评估价值，可能会对急性胰腺炎患者的治疗策略及预后产生积极的影响，未来仍需要开展更多前沿性、大样本和多中心的研究，以验证该指数的有效性，并深入探究其与急性胰腺炎预后的病理生理学机制。

3. 肥胖评价指标与急性胰腺炎

3.1. 肥胖评价指标与急性胰腺炎的关系

随着社会的发展、人民生活水平的不断提高、各地饮食结构的改变及其他的一些复杂因素等共

同推动了超重和肥胖的发展,目前肥胖已成为全球性的健康危机,世界卫生组织将肥胖定义为由于脂肪组织的脂质异常或过度积累而损害健康的病理状态[57]。其通常被认为是一种低度炎症状态,肥胖已经不仅是一种疾病,而是与多种疾病的存在关联,如糖尿病、高血压、高尿酸血症、冠状动脉疾病、呼吸系统疾病、骨关节炎、肿瘤等。近年来,急性胰腺炎(acute pancreatitis, AP)的发病率呈上升趋势,其病情演变也极其复杂。近年来,一些流行病学研究报告说,肥胖或内脏肥胖与严重的急性胰腺炎有关,并增加住院期间的死亡率[33] [58] [59] [60]。关于肥胖与 AP 之间的联系,研究者提出了各种假说,主要包括局部的以及全身性的。局部因素包括胰腺周围不饱和脂肪的增加、胰腺周围脂肪的坏死和脂肪毒性,以及由于肋骨和膈肌运动受限导致的低氧血症,而全身性因素包括炎症介质分泌增加、抗炎细胞因子减少、正常轻度的促炎状态以及全身炎症反应增加[61]。另外,肥胖本身也被认为是一种轻度持续的促炎状态,可以增加脂肪组织内和全身 TNF- α 、IL-1 β 、IL-6、IL-10 和 IL-18 的水平,例如通过巨噬细胞中的炎症小体激活[62] [63] [64] [65]。2019 年一项动物研究表明,肥胖导致胰腺 PGC-1 α 缺乏,这显著增强了 NF- κ B 介导的胰腺中 IL-6 的上调,导致严重的炎症反应[34]。此外,内脏肥胖与 AP 发病率和死亡率呈正相关,肥胖患者脂肪较多,尤其是腹腔和胰腺周围,导致脂肪组织中炎症细胞增多,导致坏死发生率高,脂肪细胞释放各种炎症介质,导致多器官衰竭[66]。最后,在加重肥胖患者急性胰腺炎的因素中,近年来胰腺周围的脂肪越来越被关注,超过 80%的内脏脂肪细胞由甘油三酯组成,当急性胰腺炎渗漏的脂肪酶损害胰腺内外的脂肪细胞并水解甘油三酯时,不饱和脂肪酸就会增加。实际上,在对胰腺坏死组织进行详细分析后,发现大部分坏死组织的构成成分主要为不饱和脂肪酸[66] [67] [68]。这种不饱和脂肪酸与钙结合,形成皂化物并失活,所以低钙血症在多项急性胰腺炎严重程度评估中被使用[67]。同时未结合的不饱和脂肪酸增加肿瘤坏死因子- α 等炎症介质,抑制线粒体复合物 I 和 V,引起腺泡细胞坏死,从而增加腺泡坏死,并引起多器官衰竭[69] [70]。总体而言,多项研究都显示,肥胖与急性胰腺炎的发生与发展密切相关,但确切的机制尚不清楚,有关机制尚需进一步探究。

3.2. 肥胖评价指标对 AP 病情严重程度的评估

肥胖和多种疾病密切相关,同时还会增加心血管疾病的发病率和死亡率。因此,预防和降低这些疾病的发病率已成为当务之急,而关于肥胖的评估也已经迫在眉睫。BMI 作为目前最常用且简单易行的肥胖评价指标,通常用于许多肥胖研究,过去多项研究和 meta 分析显示, BMI 是 AP 严重程度和死亡率的独立预测因子[61] [71] [72]。2013 年,胃肠病协会将体重指数(BMI) > 30 kg/m² 列为 SAP 的风险因素。然而,在许多研究中报告说,它不能区分体脂和瘦体重[73] [74]。根据脂肪分布的部位和特点,肥胖主要可分为全身性肥胖和中心性肥胖两种类型[75]。其中,中心性肥胖发生代谢综合征的危险性较大。几个中心性肥胖指数,如腰臀比(WHR)、腰围(WC)和腰高比(WHtR),被应用于临床实践和研究,因为它们反映了身体脂肪分布和上半身肥胖。腰围(WC)是评估中心性肥胖的一种简便且应用最广泛的指标。有研究表明, WC 与急性胰腺炎的发生有关[76] [77] [78],且腰围每增加 10 cm,急性胰腺炎的概率就会增加 40% [76]。总之,传统的肥胖评价指标对 SAP 的预测价值得到了广泛的认可。然而, WC 没有考虑身高的差异,因此对高个子和矮个子的风险评估可能分别过高和过低。另有研究表明 WHtR 可以作为 WC 的替代方法[79] [80] [81]。然而,这些指标存在一定程度的局限性,无法准确区分腹部皮下脂肪与腹部内脏脂肪。

近年来,研究人员已经开始探索一些新的肥胖评估指标,以改善传统指标的局限性,从而更准确地反映内脏脂肪的分布情况。例如,由 Amato 等人[82]在 2010 年提出并经过建立和校正的脂肪分布模型得出的一项指标——内脏脂肪指数(Visceral Adiposity Index, VAI),用于反映内脏脂肪含量及功能。与传统的 BMI 和 WC 相比, VAI 更能准确地反映出一些非典型的影响因素,如脂肪细胞因子的变化和血浆脂肪酸浓度的上升[75]。多项研究发现, VAI 作为一种简单易行的工具,能够早期识别出 SAP 高危患者,并

且是预测 AP 患者发生持续性呼吸衰竭、APFC 及 ANC 等并发症的良好指标, 此外, VAT 与 AP 病情严重程度之间的相关性, 相较于 BMI 和 WC 更为密切[83] [84] [85]。2005 年 KAHN 等人[86]首次提出一种基于腰围(WC)、BMI 以及血脂指标的新型肥胖评价指标 - 脂质蓄积指数(Lipid Accumulation Product, LAP)。该指数能更有效地反映个人脂肪分布以及内脏脂肪蓄积情况。有研究揭示, LAP 与 2 型糖尿病、代谢综合征以及心血管疾病之间有着密切的联系, 相较于传统的体脂指标, LAP 的预测价值更高[87]。Krakauer 等人[88]在 BMI、WC 以及身高三个关键指标的基础上, 提出并构建了一种新的肥胖评价指标——体型指数(A Body Shape Index, ABSI), 其能够更加全面地评估个体的肥胖风险。腹部容积指数(abdominal volume index, AVI)是另一种用于评估整个体积的人体测量工具[89]。身体圆度指数(body roundness index, BRI)的概念由 Thomas 等人[90]提出, 这是一种结合身高和 WC 来预测体脂百分比(PBF)并评估健康状况的新型几何指数。最后, 体重调整腰围指数(weight-adjusted waist index, WWI)由腰围(cm)除以体重(kg)的平方根计算得来, 其将腰围与体重标准化, 结合了腰围的强度, 同时弱化了与 BMI 的联系, 与其他指标相比, WWI 可直接而具体地评估中心性肥胖, 具有稳定性、可靠性及对其他种族和民族的适用性[91]。既往大量研究已经证实, 肥胖评价指标能够可作为预测 AP 患者严重程度和 AP 加重风险的评估指标。但 LAP、BRI、ABSI、VAI、AVI 和 WWI 等作为新型肥胖指标, 还需要有更多大规模样本研究来进一步探讨其在评估 AP 病情严重程度及预测预后中的价值。

4. 小结

急性胰腺炎(AP)作为一种常见的临床急腹症, 其发病率仍在持续攀升, 且重症患者具有显著死亡率, 因此, 未来的研究工作应集中于开发能够及时、精确、经济地预测 AP 患者病情严重程度的预测模型, 同时对这一难题进行深入研究。另外, 代谢相关性疾病与 AP 之间存在密切关联。随着人们生活水平的提高和生活方式的改变, 代谢相关性疾病如肥胖、脂质代谢紊乱、血糖水平以及 2 型糖尿病和 IR 的发病率呈不断增长趋势。这些因素被认为与 AP 的发生发展密切相关, 同时对患者的长期预后和生活质量产生了重大影响。研究发现, TyG 指数、肥胖相关指标与患严重胰腺炎的风险有较高的关联。最后, 鉴于 AP 患者病情和生理病理的复杂性, 未来仍需进行多中心、大样本的前瞻性研究, 以验证相关结论, 并确定这些指标对 AP 病情严重程度及预后的确切预测价值。

基金项目

云南省教育厅科学研究基金项目(编号: 2023Y0982)。

参考文献

- [1] Li, C.L., Jiang, M., Pan, C.Q., *et al.* (2021) The Global, Regional, and National Burden of Acute Pancreatitis in 204 Countries and Territories, 1990-2019. *BMC Gastroenterology*, **21**, Article No. 332. <https://doi.org/10.1186/s12876-021-01906-2>
- [2] Garg, S., *et al.* (2019) Incidence, Admission Rates, and Predictors, and Economic Burden of Adult Emergency Visits for Acute Pancreatitis: Data from the National Emergency Department Sample, 2006 to 2012. *Journal of Clinical Gastroenterology*, **53**, 220-225. <https://doi.org/10.1097/MCG.0000000000001030>
- [3] Banks, P.A., Bollen, T.L., Dervenis, C., *et al.* (2013) Classification of Acute Pancreatitis—2012: Revision of the Atlanta Classification and Definitions by International Consensus. *Gut*, **62**, 102-111. <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2012-302779>
- [4] Andriushchenko, V.P. and Kunovskyi, V.V. (2016) Multicomponent Hyperosmolar Colloidal Solutions as an Effective Component of Infusion Therapy in Patients with Acute Pancreatitis. *Emergency Medicine Australasia*, **6**, 59-64.
- [5] Krishna, S., *et al.* (2017) The Changing Epidemiology of Acute Pancreatitis Hospitalizations: A Decade of Trends and the Impact of Chronic Pancreatitis. *Pancreas*, **46**, 482-488. <https://doi.org/10.1097/MPA.0000000000000783>
- [6] Lankisch, P.G., Apte, M. and Banks, P.A. (2015) Acute Pancreatitis. *The Lancet*, **386**, 85-96.

[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)60649-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)60649-8)

- [7] 商和振, 唐楠, 陈增银, 等. 重症急性胰腺炎评分量表及诊疗进展[J]. 腹部外科, 2024, 37(1): 32-37.
- [8] 郭喆, 关键. 重症急性胰腺炎预防与阻断急诊专家共识[J]. 中国急救医学, 2022, 42(5): 369-379.
- [9] 张芳, 朱清, 马小芬, 等. 重症胰腺炎消化内科治疗的临床探讨[C]//国际数字医学会. 2017 国际数字医学会数字中医药分会论文集. 南京: 解放军第四五四医院消化内科, 2017: 1.
- [10] Chen, Z.P., Huang, H.P., He, X.Y., *et al.* (2022) Early Continuous Blood Purification Affects TNF-Alpha, IL-1beta, and IL-6 in Patients with Severe Acute Pancreatitis via Inhibiting TLR4 Signaling Pathway. *The Kaohsiung Journal of Medical Sciences*, **38**, 479-485. <https://doi.org/10.1002/kjm2.12497>
- [11] 张伟玲, 龚晓兵. 生化指标对急性胰腺炎病情及预后评估的研究现状[J]. 中国现代医生, 2023, 61(14): 136-140.
- [12] Ormazabal, V., Nair, S., Elfeky, O., *et al.* (2018) Association between Insulin Resistance and the Development of Cardiovascular Disease. *Cardiovascular Diabetology*, **17**, Article No. 122. <https://doi.org/10.1186/s12933-018-0762-4>
- [13] DeFronzo, R.A., Tobin, J.D. and Andres, R. (1979) Glucose Clamp Technique: A Method for Quantifying Insulin Secretion and Resistance. *American Journal of Physiology*, **237**, e214-e223. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.1979.237.3.E214>
- [14] Borai, A., Livingstone, C. and Ferns, G.A. (2007) The Biochemical Assessment of Insulin Resistance. *Annals of Clinical Biochemistry*, **44**, 324-342. <https://doi.org/10.1258/000456307780945778>
- [15] Bajpai, J., Kumar, R., Sreenivas, V., *et al.* (2011) Prediction of Chemotherapy Response by PET-CT in Osteosarcoma: Correlation with Histologic Necrosis. *Journal of Pediatric Hematology/Oncology*, **33**, e271-e278. <https://doi.org/10.1097/MPH.0b013e31820ff29e>
- [16] Chueire, V.B. and Muscelli, E. (2021) Effect of Free Fatty Acids on Insulin Secretion, Insulin Sensitivity and Incretin Effect—A Narrative Review. *Archives of Endocrinology and Metabolism*, **65**, 24-31. <https://doi.org/10.20945/2359-3997000000313>
- [17] Castela, I., Morais, J., Barreiros-Mota, I., *et al.* (2023) Decreased Adiponectin/Leptin Ratio Relates to Insulin Resistance in Adults with Obesity. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, **324**, e115-e119. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00273.2022>
- [18] Liakh, I., Proczko-Stepaniak, M., Sledzinski, M., *et al.* (2022) Serum Free Fatty Acid Levels and Insulin Resistance in Patients Undergoing One-Anastomosis Gastric Bypass. *Wideochirurgia I Inne Techniki Maloinwazyjne*, **17**, 194-198. <https://doi.org/10.5114/wiitm.2021.107754>
- [19] 李好杰. 中老年人胰岛素抵抗的早期评估与研究[D]: [硕士学位论文]. 海口: 海南医学院, 2023.
- [20] Matthews, D.R., Hosker, J.P., Rudenski, A.S., *et al.* (1985) Homeostasis Model Assessment: Insulin Resistance and Beta-Cell Function from Fasting Plasma Glucose and Insulin Concentrations in Man. *Diabetologia*, **28**, 412-419. <https://doi.org/10.1007/BF00280883>
- [21] Toro-Huamanchumo, C.J., Urrunaga-Pastor, D., Guarnizo-Poma, M., *et al.* (2019) Triglycerides and Glucose Index as an Insulin Resistance Marker in a Sample of Healthy Adults. *Diabetology Metabolic Syndrome*, **13**, 272-277. <https://doi.org/10.1016/j.dsx.2018.09.010>
- [22] Singh, B. and Saxena, A. (2010) Surrogate Markers of Insulin Resistance: A Review. *World Journal of Diabetes*, **1**, 36-47. <https://doi.org/10.4239/wjd.v1.i2.36>
- [23] Simental-Mendia, L.E., Rodriguez-Moran, M. and Guerrero-Romero, F. (2008) The Product of Fasting Glucose and Triglycerides as Surrogate for Identifying Insulin Resistance in Apparently Healthy Subjects. *Metabolic Syndrome and Related Disorders*, **6**, 299-304. <https://doi.org/10.1089/met.2008.0034>
- [24] Vasques, A.C., Novaes, F.S., De Oliveira, M.S., *et al.* (2011) TyG Index Performs Better Than HOMA in a Brazilian Population: A Hyperglycemic Clamp Validated Study. *Diabetes Research and Clinical Practice*, **93**, e98-e100. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2011.05.030>
- [25] Jeong, S. and Lee, J.H. (2021) The Verification of the Reliability of a Triglyceride-Glucose Index and Its Availability as an Advanced Tool. *Metabolomics*, **17**, Article No. 97. <https://doi.org/10.1007/s11306-021-01837-9>
- [26] Niknam, R., Moradi, J., Jahanshahi, K.A., *et al.* (2020) Association between Metabolic Syndrome and Its Components with Severity of Acute Pancreatitis. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity*, **13**, 1289-1296. <https://doi.org/10.2147/DMSO.S249128>
- [27] Shen, Z., Wang, X., Zhen, Z., *et al.* (2021) Metabolic Syndrome Components and Acute Pancreatitis: A Case-Control Study in China. *BMC Gastroenterology*, **21**, Article No. 17. <https://doi.org/10.1186/s12876-020-01579-3>
- [28] Szentesi, A., Parniczky, A., Vincze, A., *et al.* (2019) Multiple Hits in Acute Pancreatitis: Components of Metabolic Syndrome Synergize Each Other's Deteriorating Effects. *Frontiers in Physiology*, **10**, Article 1202. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.01202>

- [29] Aune, D., Mahamat-Saleh, Y., Norat, T., *et al.* (2020) Diabetes Mellitus and the Risk of Pancreatitis: A Systematic Review and Meta-Analysis of Cohort Studies. *Pancreatology*, **20**, 602-607. <https://doi.org/10.1016/j.pan.2020.03.019>
- [30] Xue, E., Shi, Q., Guo, S., *et al.* (2022) Preexisting Diabetes, Serum Calcium and D-Dimer Levels as Predictable Risk Factors for Pancreatic Necrosis of Patients with Acute Pancreatitis: A Retrospective Study. *Expert Review of Gastroenterology & Hepatology*, **16**, 913-921. <https://doi.org/10.1080/17474124.2022.2116314>
- [31] Ioannis, P., Pedram, P., Marie, T., *et al.* (2021) Association of Serum Triglyceride Levels with Severity in Acute Pancreatitis: Results from an International, Multicenter Cohort Study. *Digestion*, **102**, 809-813. <https://doi.org/10.1159/000512682>
- [32] Yang, X., He, J., Ma, S., *et al.* (2021) The Role of Comorbid Hypertriglyceridemia and Abdominal Obesity in the Severity of Acute Pancreatitis: A Retrospective Study. *Lipids in Health and Disease*, **20**, Article No. 171. <https://doi.org/10.1186/s12944-021-01597-4>
- [33] Huang, Q., Wu, Z., Zhang, Y., *et al.* (2023) Obesity Exacerbates Acute Gastrointestinal Injury and Intestinal Barrier Dysfunction in Early-Stage Acute Pancreatitis. *The Turkish Journal of Gastroenterology: The Official Journal of Turkish Society of Gastroenterology*, **34**, 421-426. <https://doi.org/10.5152/tjg.2023.22145>
- [34] Placzkowska, S., Pawlik-Sobecka, L., Kokot, I., *et al.* (2019) Indirect Insulin Resistance Detection: Current Clinical Trends and Laboratory Limitations. *Biomedical Papers of the Medical Faculty of the University Palacky, Olomouc, Czech Republic*, **163**, 187-199. <https://doi.org/10.5507/bp.2019.021>
- [35] Cho, S.K., Huh, J.H., Yoo, J.S., *et al.* (2019) HOMA-Estimated Insulin Resistance as an Independent Prognostic Factor in Patients with Acute Pancreatitis. *Scientific Reports*, **9**, Article No. 14894. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-51466-5>
- [36] Mosztbacher, D., Hanak, L., Farkas, N., *et al.* (2020) Hypertriglyceridemia-Induced Acute Pancreatitis: A Prospective, Multicenter, International Cohort Analysis of 716 Acute Pancreatitis Cases. *Pancreatology*, **20**, 608-616. <https://doi.org/10.1016/j.pan.2020.03.018>
- [37] Nagy, A., Juhasz, M.F., Gorbe, A., *et al.* (2021) Glucose Levels Show Independent and Dose-Dependent Association with Worsening Acute Pancreatitis Outcomes: Post-Hoc Analysis of a Prospective, International Cohort of 2250 Acute Pancreatitis Cases. *Pancreatology*, **21**, 1237-1246. <https://doi.org/10.1016/j.pan.2021.06.003>
- [38] Leung, P.S. and Chan, Y.C. (2009) Role of Oxidative Stress in Pancreatic Inflammation. *Antioxidants & Redox Signaling*, **11**, 135-165. <https://doi.org/10.1089/ars.2008.2109>
- [39] McCracken, E., Monaghan, M. and Sreenivasan, S. (2018) Pathophysiology of the Metabolic Syndrome. *Clinics in Dermatology*, **36**, 14-20. <https://doi.org/10.1016/j.clindermatol.2017.09.004>
- [40] 陈旭, 马佳丽, 周玉玲, 等. 甘油三酯-葡萄糖指数对急性胰腺炎严重程度的早期预测价值[J]. 中日友好医院学报, 2021, 35(5): 280-283.
- [41] Cho, S.K., Jung, S., Lee, K.J., *et al.* (2018) Neutrophil to Lymphocyte Ratio and Platelet to Lymphocyte Ratio Can Predict the Severity of Gallstone Pancreatitis. *BMC Gastroenterology*, **18**, Article No. 18. <https://doi.org/10.1186/s12876-018-0748-4>
- [42] Park, J.M., Shin, S.P., Cho, S.K., *et al.* (2020) Triglyceride and Glucose (TyG) Index Is an Effective Biomarker to Identify Severe Acute Pancreatitis. *Pancreatology*, **20**, 1587-1591. <https://doi.org/10.1016/j.pan.2020.09.018>
- [43] 樊潇潇, 肖华, 朱炳喜. TyG 指数联合 NLR 对急性胰腺炎严重程度的预测价值. 医学研究杂志, 2023, 52(4): 133-138.
- [44] 李书贺. 甘油三酯葡萄糖指数对急性胰腺炎严重程度的预测价值[D]: [硕士学位论文]. 乌鲁木齐: 新疆医科大学, 2023.
- [45] 王惠雨. TyG-BMI 指数、 α -HBDH 对急性胰腺炎严重程度的预测价值[D]: [硕士学位论文]. 兰州: 兰州大学, 2023.
- [46] 李光耀, 韩菲, 姜鑫, 等. 甘油三酯葡萄糖指数在急性胰腺炎评估中的应用价值[J]. 胃肠病学和肝病学杂志, 2022, 31(6): 619-624.
- [47] 魏怡敏. 甘油三酯葡萄糖指数评估急性胰腺炎严重程度的临床研究[D]: [硕士学位论文]. 济南: 山东大学, 2022.
- [48] 满加美. TyG 指数在急性胰腺炎严重程度评估中的价值[D]: [硕士学位论文]. 大理: 大理大学, 2022.
- [49] Wei, Y. and Guo, J. (2023) High Triglyceride-Glucose Index Is Associated with Poor Prognosis in Patients with Acute Pancreatitis. *Digestive Diseases and Sciences*, **68**, 978-987. <https://doi.org/10.1007/s10620-022-07567-9>
- [50] Song, K., Park, G., Lee, H.S., *et al.* (2021) Prediction of Insulin Resistance by Modified Triglyceride Glucose Indices in Youth. *Life (Basel)*, **11**, Article 286. <https://doi.org/10.3390/life11040286>
- [51] Zheng, S., Shi, S., Ren, X., *et al.* (2016) Triglyceride Glucose-Waist Circumference, a Novel and Effective Predictor of Diabetes in First-Degree Relatives of Type 2 Diabetes Patients: Cross-Sectional and Prospective Cohort Study. *Journal of Translational Medicine*, **14**, Article No. 260. <https://doi.org/10.1186/s12967-016-1020-8>

- [52] Khan, S.H., Sobia, F., Niazi, N.K., *et al.* (2018) Metabolic Clustering of Risk Factors: Evaluation of Triglyceride-Glucose Index (TyG Index) for Evaluation of Insulin Resistance. *Diabetology Metabolic Syndrome*, **10**, Article No. 74. <https://doi.org/10.1186/s13098-018-0376-8>
- [53] Er, L.K., Wu, S., Chou, H.H., *et al.* (2016) Triglyceride Glucose-Body Mass Index Is a Simple and Clinically Useful Surrogate Marker for Insulin Resistance in Nondiabetic Individuals. *PLOS ONE*, **11**, e149731. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0149731>
- [54] Khamseh, M.E., Malek, M., Abbasi, R., *et al.* (2021) Triglyceride Glucose Index and Related Parameters (Triglyceride Glucose-Body Mass Index and Triglyceride Glucose-Waist Circumference) Identify Nonalcoholic Fatty Liver and Liver Fibrosis in Individuals with Overweight/Obesity. *Metabolic Syndrome and Related Disorders*, **19**, 167-173. <https://doi.org/10.1089/met.2020.0109>
- [55] Martinez-Iglesias, O., Naidoo, V., Cacabelos, N., *et al.* (2021) Epigenetic Biomarkers as Diagnostic Tools for Neurodegenerative Disorders. *International Journal of Molecular Sciences*, **23**, Article 13. <https://doi.org/10.3390/ijms23010013>
- [56] Sheng, G., Lu, S., Xie, Q., *et al.* (2021) The Usefulness of Obesity and Lipid-Related Indices to Predict the Presence of Non-Alcoholic Fatty Liver Disease. *Lipids in Health and Disease*, **20**, Article No. 134. <https://doi.org/10.1186/s12944-021-01561-2>
- [57] (2000) Obesity: Preventing and Managing the Global Epidemic. Report of a WHO Consultation. *World Health Organization Technical Report Series*, **894**, 1-253.
- [58] Arvanitakis, M., Gkolfakis, P. and Fernandez, Y.V.M. (2021) Nutrition in Acute Pancreatitis. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, **24**, 428-432. <https://doi.org/10.1097/MCO.0000000000000776>
- [59] Lee, P.J., Lahooti, A., Culp, S., *et al.* (2023) Obesity and Alcoholic Etiology as Risk Factors for Multisystem Organ Failure in Acute Pancreatitis: Multinational Study. *United European Gastroenterology Journal*, **11**, 383-391. <https://doi.org/10.1002/ueg2.12390>
- [60] McGuire, S.P., Keller, S.L., Maatman, T.K., *et al.* (2022) Obesity Worsens Local and Systemic Complications of Necrotizing Pancreatitis and Prolongs Disease Course. *Journal of Gastrointestinal Surgery*, **26**, 2128-2135. <https://doi.org/10.1007/s11605-022-05383-0>
- [61] Shin, K.Y., Lee, W.S., Chung, D.W., *et al.* (2011) Influence of Obesity on the Severity and Clinical Outcome of Acute Pancreatitis. *Gut and Liver*, **5**, 335-339. <https://doi.org/10.5009/gnl.2011.5.3.335>
- [62] Sakai, N.S., Taylor, S.A. and Chouhan, M.D. (2018) Obesity, Metabolic Disease and the Pancreas-Quantitative Imaging of Pancreatic Fat. *The British Journal of Radiology*, **91**, Article 20180267. <https://doi.org/10.1259/bjr.20180267>
- [63] Fain, J.N., Madan, A.K., Hiler, M.L., *et al.* (2004) Comparison of the Release of Adipokines by Adipose Tissue, Adipose Tissue Matrix, and Adipocytes from Visceral and Subcutaneous Abdominal Adipose Tissues of Obese Humans. *Endocrinology*, **145**, 2273-2282. <https://doi.org/10.1210/en.2003-1336>
- [64] Li, Z., Yu, X., Werner, J., *et al.* (2019) The Role of Interleukin-18 in Pancreatitis and Pancreatic Cancer. *Cytokine & Growth Factor Reviews*, **50**, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.cytogfr.2019.11.001>
- [65] Hegyi, P., Szakacs, Z. and Sahin-Toth, M. (2020) Lipotoxicity and Cytokine Storm in Severe Acute Pancreatitis and COVID-19. *Gastroenterology*, **159**, 824-827. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2020.07.014>
- [66] Noel, P., Patel, K., Durgampudi, C., *et al.* (2016) Peripancreatic Fat Necrosis Worsens Acute Pancreatitis Independent of Pancreatic Necrosis via Unsaturated Fatty Acids Increased in Human Pancreatic Necrosis Collections. *Gut*, **65**, 100-111. <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2014-308043>
- [67] Khatua, B., El-Kurdi, B. and Singh, V.P. (2017) Obesity and Pancreatitis. *Current Opinion in Gastroenterology*, **33**, 374-382. <https://doi.org/10.1097/MOG.0000000000000386>
- [68] Panek, J., Sztéfko, K. and Drozd, W. (2001) Composition of Free Fatty Acid and Triglyceride Fractions in Human Necrotic Pancreatic Tissue. *Medical Science Monitor*, **7**, 894-898.
- [69] Patel, K., Trivedi, R.N., Durgampudi, C., *et al.* (2015) Lipolysis of Visceral Adipocyte Triglyceride by Pancreatic Lipases Converts Mild Acute Pancreatitis to Severe Pancreatitis Independent of Necrosis and Inflammation. *The American Journal of Pathology*, **185**, 808-819. <https://doi.org/10.1016/j.ajpath.2014.11.019>
- [70] Navina, S., Acharya, C., DeLany, J.P., *et al.* (2011) Lipotoxicity Causes Multisystem Organ Failure and Exacerbates Acute Pancreatitis in Obesity. *Science Translational Medicine*, **3**, 107ra110. <https://doi.org/10.1126/scitranslmed.3002573>
- [71] Zheng, Z.X., Bi, J.T., Cai, X., *et al.* (2022) The Clinical Significance of Body Mass Index in the Early Evaluation of Acute Biliary Pancreatitis. *Heliyon*, **8**, e12003. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e12003>
- [72] 王贤柱, 王梓阳, 赖奕辉, 等. 体重指数与急性胰腺炎患者严重程度及预后相关性的 Meta 分析[J]. 中国医药科学, 2021, 11(10): 31-35.

- [73] Lam, B.C., Koh, G.C., Chen, C., *et al.* (2015) Comparison of Body Mass Index (BMI), Body Adiposity Index (BAI), Waist Circumference (WC), Waist-to-Hip Ratio (WHR) and Waist-to-Height Ratio (WHtR) as Predictors of Cardiovascular Disease Risk Factors in an Adult Population in Singapore. *PLOS ONE*, **10**, e122985. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0122985>
- [74] Fan, Y., He, D., Liu, S., *et al.* (2021) Association between Visceral Adipose Index and Risk of Hypertension in a Middle-Aged and Elderly Chinese Population. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, **31**, 2358-2365. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2021.04.024>
- [75] 王强梅. 肥胖评价指标 VAI、LAP 和 BRI 对 2 型糖尿病发病的预测价值[D]: [硕士学位论文]. 兰州: 兰州大学, 2021.
- [76] Sadr-Azodi, O., Orsini, N., Andren-Sandberg, A., *et al.* (2013) Abdominal and Total Adiposity and the Risk of Acute Pancreatitis: A Population-Based Prospective Cohort Study. *American Journal of Gastroenterology*, **108**, 133-139. <https://doi.org/10.1038/ajg.2012.381>
- [77] Sawalhi, S., Al-Maramhy, H., Abdelrahman, A.I., *et al.* (2014) Does the Presence of Obesity and/or Metabolic Syndrome Affect the Course of Acute Pancreatitis?: A Prospective Study. *Pancreas*, **43**, 565-570. <https://doi.org/10.1097/MPA.000000000000028>
- [78] Aune, D., Mahamat-Saleh, Y., Norat, T., *et al.* (2021) High Body Mass Index and Central Adiposity Is Associated with Increased Risk of Acute Pancreatitis: A Meta-Analysis. *Digestive Diseases and Sciences*, **66**, 1249-1267. <https://doi.org/10.1007/s10620-020-06275-6>
- [79] Ge, Q., Qi, Z., Xu, Z., *et al.* (2021) Comparison of Different Obesity Indices Related with Hypertension among Different Sex and Age Groups in China. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, **31**, 793-801. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2020.11.022>
- [80] Kotsis, V., Nilsson, P., Grassi, G., *et al.* (2015) New Developments in the Pathogenesis of Obesity-Induced Hypertension. *Journal of Hypertension*, **33**, 1499-1508. <https://doi.org/10.1097/HJH.0000000000000645>
- [81] 王志洋. 腰围身高比值对早期预测急性胰腺炎严重程度的价值[D]: [硕士学位论文]. 南昌: 南昌大学, 2020.
- [82] Amato, M.C., Giordano, C., Galia, M., *et al.* (2010) Visceral Adiposity Index: A Reliable Indicator of Visceral Fat Function Associated with Cardiometabolic Risk. *Diabetes Care*, **33**, 920-922. <https://doi.org/10.2337/dc09-1825>
- [83] Yashima, Y., Isayama, H., Tsujino, T., *et al.* (2011) A Large Volume of Visceral Adipose Tissue Leads to Severe Acute Pancreatitis. *Journal of Gastroenterology*, **46**, 1213-1218. <https://doi.org/10.1007/s00535-011-0430-x>
- [84] Xia, W., Yu, H., Huang, Y., *et al.* (2022) The Visceral Adiposity Index Predicts the Severity of Hyperlipidaemic Acute Pancreatitis. *Internal and Emergency Medicine*, **17**, 417-422. <https://doi.org/10.1007/s11739-021-02819-4>
- [85] 王婷婷. 内脏脂肪指数在急性胰腺炎病情严重程度及预后评估中的价值[D]: [硕士学位论文]. 大连: 大连医科大学, 2022.
- [86] Henry, K. (2006) Correction: The “Lipid Accumulation Product” Performs Better Than the Body Mass Index for Recognizing Cardiovascular Risk: A Population-Based Comparison. *BMC Cardiovascular Disorders*, **6**, Article No. 5. <https://doi.org/10.1186/1471-2261-6-5>
- [87] 段绍杰, 刘尊敬, 陈佳良, 等. 脂质蓄积指数、内脏脂肪指数对非酒精性脂肪性肝病的预测价值[J]. 临床肝胆病杂志, 2022, 38(1): 129-134.
- [88] Krakauer, N.Y. and Krakauer, J.C. (2012) A New Body Shape Index Predicts Mortality Hazard Independently of Body Mass Index. *PLOS ONE*, **7**, e39504. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0039504>
- [89] Guerrero-Romero, F. and Rodriguez-Moran, M. (2003) Abdominal Volume Index. An Anthropometry-Based Index for Estimation of Obesity Is Strongly Related to Impaired Glucose Tolerance and Type 2 Diabetes Mellitus. *Archives of Medical Research*, **34**, 428-432. [https://doi.org/10.1016/S0188-4409\(03\)00073-0](https://doi.org/10.1016/S0188-4409(03)00073-0)
- [90] Thomas, D.M., Bredlau, C., Bosity-Westphal, A., *et al.* (2013) Relationships between Body Roundness with Body Fat and Visceral Adipose Tissue Emerging from a New Geometrical Model. *Obesity (Silver Spring)*, **21**, 2264-2271. <https://doi.org/10.1002/oby.20408>
- [91] Ye, J., Hu, Y., Chen, X., *et al.* (2023) Association between the Weight-Adjusted Waist Index and Stroke: A Cross-Sectional Study. *BMC Public Health*, **23**, Article No. 1689. <https://doi.org/10.1186/s12889-023-16621-8>