

脂质蓄积指数的相关研究进展及在认知中的作用：从流行病学到机制展望

刘 赞

山东第一医科大学附属省立医院神经内科, 山东 济南

收稿日期: 2025年12月23日; 录用日期: 2026年1月18日; 发布日期: 2026年1月27日

摘 要

在人口老龄化加剧与全球痴呆疾病负担日益加重的背景下, 针对可调控风险因素(如中心性肥胖)进行早期干预至关重要。脂质蓄积指数(lipid accumulation product, LAP)作为一种新兴的、综合反映内脏脂肪蓄积和脂代谢异常的简易指标, 在社区痴呆风险筛查中展现出潜力。本文旨在系统综述目前LAP指数相关的研究进展, 以及其通过慢性炎症与胰岛素抵抗影响认知功能的调节机制, 以期为痴呆的早期预防与干预提供新思路。

关键词

脂质蓄积指数, 痴呆, 慢性炎症, 胰岛素抵抗

Research Progress on Lipid Accumulation Product Index and Its Role in Cognition: From Epidemiology to Mechanism Perspectives

Yun Liu

Department of Neurology, Shandong Provincial Hospital Affiliated to Shandong First Medical University, Jinan Shandong

Received: December 23, 2025; accepted: January 18, 2026; published: January 27, 2026

Abstract

Against the backdrop of a rapidly aging population and the increasing global burden of dementia,

文章引用: 刘赞. 脂质蓄积指数的相关研究进展及在认知中的作用: 从流行病学到机制展望[J]. 临床个性化医学, 2026, 5(1): 514-520. DOI: 10.12677/jcpm.2026.51071

early intervention targeting modifiable risk factors, particularly central obesity, has become critically important. The lipid accumulation product (LAP) index, an emerging composite indicator that reflects visceral adipose tissue accumulation and lipid metabolism, has shown promise as a simple tool for dementia risk screening in community settings. This review aims to summarize current advances in LAP-related research and to elucidate the underlying mechanisms involving chronic inflammation and insulin resistance through which LAP may influence cognitive function, thereby providing insights for early prevention and intervention strategies for dementia.

Keywords

Lipid Accumulation Product, Dementia, Chronic Inflammation, Insulin Resistance

Copyright © 2026 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

在老龄化趋势不断深化的背景下，我国 60 岁及以上老年人群的痴呆症患者人数已突破 1500 万人，位居世界各国痴呆症患者数量之首。目前，该病的具体病因与病理机制尚未完全明确，临床上也缺乏能够有效逆转患者神经功能损伤的治疗手段。因此，针对可调控风险因素采取积极干预，从而延缓或预防疾病发生，已成为当前痴呆防控策略中的重要方向[1]。著名的医学期刊《柳叶刀》杂志委员会在 2020 年的报告中指出了整个生命周期中 12 种可调控的危险因素：肥胖、高血压、糖尿病、创伤性脑损伤、听力受损、受教育程度低、过量饮酒、吸烟、缺乏体力活动、抑郁、缺乏社会接触、空气污染[2]。在这些可调控的痴呆的风险因素中，中心性肥胖所代表的内脏脂肪过度积累与多种心血管因素有关，并且其与痴呆之间的关联可能是由激素调节和炎症机制所驱动[3]。既往常用的传统的肥胖测量指标身体质量指数 (body mass index, BMI) 仅仅反映了总体的脂肪分布；腰围 (waist circumference, WC) 和腰臀比 (waist-to-hip ratio, WHR) 也并不能区分内脏脂肪和皮下脂肪分布，它们在评估内脏脂肪方面都存在了一定的局限性[4][5]。尽管腹部 CT 和磁共振成像是评估内脏脂肪的金标准，但因费用高、操作复杂以及 CT 存在辐射等问题，不适用于社区大规模人群的筛查[6]。为此，有学者基于 WC 和甘油三酯 (Triglyceride, TG)，提出了脂质蓄积指数 (lipid accumulation product, LAP) 这个新的反映内脏脂肪分布的指标，它能够相对准确的反映内脏脂肪蓄积引起的解剖和代谢变化，逐渐成为一种有潜力的简单的替代评估工具[7][8]。本文就 LAP 指数与各种疾病的相关流行病学证据，及其影响认知可能的作用机制进行综述，为进一步探索痴呆早期预防与干预的措施提供新的策略。

2. LAP 指数概述

LAP 指数的计算方法：

$$\text{男性 LAP} = (\text{WC [cm]} - 65) \times (\text{TG [mmol/L]})$$

$$\text{女性 LAP} = (\text{WC [cm]} - 58) \times (\text{TG [mmol/L]})$$

当机体能量摄入持续超过其消耗与脂肪组织的储存能力时，过剩的脂质将不再仅以 TG 的形式在血液中循环，更会异位沉积于内脏 (肝脏、胰腺等非脂肪组织) 及血管壁中。这种异位沉积可引发一系列病理生理变化，直接损害细胞功能，从而显著提升代谢性疾病与心血管疾病的发病风险[9]。

基于上述脂代谢失衡的核心生理机制, Kahn 教授(2005 年)利用美国第三次国家健康与营养调查(NHANES III, 1988~1994)的大规模标准化数据, 构建了 LAP 指数, 旨在更精准地量化这一风险。研究筛选了 9180 名 18 岁及以上非妊娠成人, 样本经统计加权后可代表美国约 1 亿成年人口。该队列覆盖了多元种族背景(包括非西班牙裔白人、非西班牙裔黑人、墨西哥裔美国人等), 并严格限定所有分析均基于空腹 8~19 小时的血脂检测数据, 从而保证了研究结果的可靠性与普适性。LAP 指标的创新性在于其理论框架的构建。研究者首先通过对 1500 万 18~24 岁健康年轻成人的数据进行分析, 设定了代表“零脂质蓄积”的理论状态: 即 TG 浓度为零, 且 WC 仅包含腹部必需肌肉、内脏及骨骼的最小值(男性 65 cm, 女性 58 cm)。由此, LAP 指数的计算公式——男性: $LAP = (WC - 65) \times TG$; 女性: $LAP = (WC - 58) \times TG$ 在理论上巧妙地整合了内脏脂肪蓄积导致的解剖学变化(腰围增大)与代谢性后果(循环 TG 升高)。这使得 LAP 指数相比传统单一指标, 能更有效地评估机体脂质过度蓄积的严重程度。最终, Kahn 教授通过实证分析证实, 在这一坚实的理论基础上, LAP 指数在识别心血管疾病风险方面, 其表现显著优于传统的测量指标 BMI [8]。这一发现奠定了 LAP 指数作为一项临床风险预测的有力工具的价值[8]。

3. LAP 指数相关研究的流行病学证据

1) LAP 指数与认知

认知功能障碍是由多种原因导致的不同程度的获得性认知功能损伤, 可累及定向、记忆、计算、注意、语言、执行功能、社会认知及视空间结构等一个或多个认知域, 进而对患者日常生活质量与社会功能造成不同程度的影响。该过程常呈渐进性发展, 根据严重程度可分为轻度认知障碍(mild cognitive impairment, MCI)和痴呆[10]。基于磁共振成像的影像学研究表明较高的内脏脂肪蓄积与较差的认知功能有关[11]。LAP 指数是反映内脏脂肪蓄积的新型指标。目前关于 LAP 指数与认知功能关系的流行病学研究主要基于中国人群, 虽然研究数量有限, 但现有的结果呈现出相对一致的趋势。一项在哈尔滨医科大学附属第一医院开展的横断面研究, 纳入 220 名 2 型糖尿病患者, 采用北京版蒙特利尔认知评估量表(MoCA-BJ)评估认知功能(得分 < 26 分诊断为 MCI), 研究结果证实 LAP 指数, 与 MCI 患病风险显著相关, 是预测和诊断 MCI 的准确可靠的指标, 且优于体重指数 BMI 和 WC 等单一人体测量指标[12]。另一项来自于河北省医院的回顾性研究, 纳入 587 名 60 岁以上的 2 型糖尿病受试者, 同时比较了 LAP 指数、内脏肥胖指数(visceral adiposity index, VAI)等新型指标与 BMI、WHR 等传统指标, 同样采用 MoCA 量表评估认知功能, 研究结果显示 LAP 指数、VAI 指数均与 MoCA 得分显著负相关, 且两者在诊断 MCI 方面优于传统指标[13]。而一项基于 6917 名中老年社区人群的横断面研究, 研究同时也纳入了 LAP 指数和 VAI 指数, 有趣的是, 研究结果提示较高的 LAP 指数与 MCI 患病风险增加显著相关; 但是 VAI 指数未显示出显著关联[14]。这提示了在不同人群中, 以 LAP 指数所反映的内脏脂肪蓄积在识别认知障碍方面表现相对稳定。除此之外, 一项在中国西安农村地区进行的为期 4 年的前瞻性队列研究($n = 983$, 年龄 ≥ 40 岁)进一步拓展了相关的证据。该研究将 MMSE 得分较基线下降 ≥ 2 分定义为认知功能衰退, 研究结果显示, 较高的 LAP 指数与血压正常女性的认知下降风险显著相关, 但在高血压人群及男性中未观察到显著效应[15]。这一发现提示 LAP 指数对认知功能的影响可能受到血压状态和性别的调节。当前国内研究普遍支持 LAP 指数在识别 MCI 及预测认知功能下降方面的潜在价值, 为其作为早期评估认知损害的简易指标提供了初步的流行病学依据。

然而, 我们必须客观看待目前现有证据的局限性。首先, 大部分关于 LAP 指数与认知关系的支持性证据来源于横断面研究, 这限制了因果关系的确立; 其次, 研究人群和认知评估工具存在异质性, LAP 与认知关联的强度可能受性别、血压状态及基础疾病等多种因素调节, 结论的外推性需要在更广泛人群中验证。尽管 LAP 指数、VAI 指数等均为反映内脏脂肪或代谢紊乱的综合指标, 现有的研究提示 LAP 指

数表现可能相对稳定,但仍缺乏大规模前瞻性队列对这些指标进行系统、直接的比较。

2) LAP 指数与其他疾病

已有证据显示, LAP 指数在预测糖尿病、心血管疾病以及代谢综合征等方面具有较好的应用价值。糖尿病是一种遗传和环境因素共同作用引起的代谢性疾病,其患病率随经济发展和生活方式改变呈逐年上升趋势。随着病程延长,糖尿病患者可出现多种大血管(如脑血管、心血管病变)和微血管(如肾脏病变、视网膜病变等)等并发症,严重威胁人们的生命健康[16]。2006 年, Kahn 等基于 NHANES III 数据库中 4447 名男性与 4733 名女性的横断面研究发现,与 BMI 相比, LAP 指数在识别成人糖尿病方面具有更高诊断价值[17]。德黑兰血脂与葡萄糖研究通过对 3242 名非糖尿病受试者进行 6 年随访的纵向分析进一步表明, LAP 指数在预测糖尿病发病方面的能力与腰高比、腰臀比相当[18]。这些结果提示 LAP 指数可作为评估糖尿病风险的潜在临床指标。

众所周知,心血管疾病是全球人类死亡的头号原因,每年死于心血管疾病的人数在所有疾病中处于首位,其防治是公共卫生领域的重大挑战[19]。多项国外研究显示,相较于传统体脂测量指标如 BMI, LAP 指数在预测心血管疾病方面表现出更优的判别能力[20][21]。同样,我国唐山市开展的大规模社区前瞻性队列“开滦研究”纳入 95,981 名基线无心血管疾病的受试者,经过最长 16 年随访发现,随着 LAP 指数升高,心血管疾病发生风险显著增加[22]。类似地,希腊 ATTICA 研究对 3042 名受试者进行 10 年心血管事件随访,也得出了一致的结论: LAP 指数升高与心血管疾病发生率显著相关[23]。尽管研究对象和地区存在差异,上述研究均提示 LAP 指数是评估心血管疾病风险的简便而有效的潜在指标。

代谢综合征是一种复杂的综合性病理状态,其特征为糖耐量异常、脂代谢紊乱、血压升高及中心性肥胖等多种危险因素聚集,显著增加心血管疾病和 2 型糖尿病的发生风险。其中内脏肥胖是代谢综合征的核心表现, LAP 指数作为一种综合反映内脏脂肪堆积与脂质代谢异常的简易指标,在代谢综合征的早期识别中已受到广泛关注[24]。多项研究已证实, LAP 指数在不同人群中筛查代谢综合征均表现出良好的诊断效能[25]-[27]。值得注意的是,一项基于美国国家健康与营养调查大数据、纳入 11,687 名成年人的横断面研究显示,在依据 NCEP-ATP III 标准诊断代谢综合征的条件下, LAP 指数与代谢综合征风险之间存在显著的非线性“J”型关系,其诊断代谢综合征的最佳切点值(Cut-off 值)在男性为 52.76,女性为 49.87 [28]。与之相应,一项在我国解放军总医院招募的包含 1452 名成年受试者的横断面研究,同样采用 NCEP-ATP III 诊断标准,发现 LAP 指数诊断代谢综合征的最佳 Cut-off 值为男性 41.22、女性 40.49 [29]。上述研究结果提示, LAP 指数的 Cut-off 值可能受到人群种族背景、生活方式及环境因素等多种因素的影响,因而在不同族群中存在一定差异。这提示我们在今后的临床应用中,对于 LAP 指数超过特定人群切点的个体应予以重点关注,同时在将 LAP 指数应用于不同种族或地区人群时,需注意其切点值的适用性与本土化验证。

4. 脂肪组织与认知损伤之间可能的机制

尽管现有流行病学研究已通过人体测量指标或影像学证据支持内脏肥胖与认知损伤之间存在关联[11][30],但其内在机制仍有待深入研究。脂肪组织不仅是能量储存器官,更是一个具有复杂内分泌功能的活性器官,能够分泌多种免疫调节相关细胞因子(如细胞因子、急性期反应物、生长因子、瘦素、脂联素等),统称为脂肪因子[31]。内脏脂肪过度堆积可诱发全身性慢性炎症状态,并伴随胰岛素抵抗等代谢异常[32]。因此,脂肪组织的内分泌功能成为连接肥胖与认知风险的重要桥梁,也为阐释内脏脂肪影响认知的机制提供了方向。在能量过剩条件下,肥大的内脏脂肪细胞分泌脂肪因子失衡,破坏了机体内环境的稳定[33]。

1) 慢性低度炎症

在能量过度蓄积时,肥大的脂肪细胞分泌的 IL-1、IL-6 和 TNF- α 等具有强烈的促炎作用,同时,扩

张的脂肪组织可以招募巨噬细胞、中性粒细胞及 T 淋巴细胞等免疫细胞的浸润,加剧局部和全身的慢性低度炎症[34]。在此状态下,血脑屏障的紧密连接蛋白遭受破坏,通透性增加,促炎细胞因子透过血脑屏障进入中枢神经系统,激活小胶质细胞。活化的小胶质细胞可介导炎症级联反应,参与 β -淀粉样蛋白的沉积,同时促进 Tau 蛋白扩散,激活星形胶质细胞,最终导致突触功能障碍和神经炎症,增加认知损伤的风险[35][36]。

2) 胰岛素抵抗等代谢失调

如前所述,内脏脂肪在过度蓄积的状态下可招募巨噬细胞等多种免疫细胞,成为各种促炎因子的主要来源,这些促炎因子进入循环后,通过诱导 NF- κ B 信号通路失调和激活 nod-like receptor pyrin 3 (NLRP3) 炎症小体,促进全身炎症和胰岛素抵抗的发展,引发全身的炎症-氧化应激循环[37]。胰岛素抵抗不仅发生在外周组织,也可影响中枢神经系统,出现脑胰岛素抵抗[38],脑内胰岛素信号转导异常会损害突触的可塑性和神经元的结构,加剧 β -淀粉样蛋白的沉积和 Tau 蛋白的病理,破坏海马区的学习和记忆功能,进一步影响机体的认知功能[39]。

3) 影响脑结构的影像学证据

此外,影像学研究进一步发现,内脏脂肪体积增大与大脑皮层厚度变薄显著相关,与颞叶、海马等记忆关键脑区体积缩小也显著相关[40][41]还有证据表明内脏脂肪的增加通过升高 IL-6 等炎症介质水平,增加脑深部白质高信号负荷[42]。而这些结构性改变,包括颞叶与海马萎缩、弥漫性皮质变薄及白质病变,均为痴呆症的影像学表现[43]。

5. 小结

综上所述, LAP 指数作为一种整合 WC 与 TG 水平的简易指标,能够有效反映内脏脂肪蓄积及脂代谢的异常,其在社区大规模人群中具有实用潜力。现有流行病学证据提示, LAP 指数与 MCI 及认知功能下降风险存在关联,并在糖尿病、心血管疾病、代谢综合征等多种慢性病的风险评估中展现出价值。其潜在作用机制可能涉及内脏脂肪堆积驱动的慢性低度炎症、胰岛素抵抗及由此引发的神经炎症、脑胰岛素信号紊乱和大脑结构改变,从而参与认知损伤的病理过程。但当前的研究多为横断面设计,且最佳 Cut-off 值和与其他新型代谢指标对比效能方面仍存在不确定性。未来仍需进一步开展多中心、大规模前瞻性队列研究,深入探讨 LAP 指数与痴呆发病的因果关系及性别、血压等因素的调节效应,并探索不同人群的特异性切点值,同时结合多组学数据(血液标志物、脑影像等)深入验证其影响认知的生物学机制。LAP 有望为痴呆的一级预防和早期干预提供新的策略与依据。

参考文献

- [1] 张巾英, 彭滢, 刘晓, 等. 社区中老年人降低痴呆风险的生活方式现状及其影响因素研究[J]. 中国全科医学, 2023, 26(13): 1577-1583.
- [2] Livingston, G., Huntley, J., Sommerlad, A., Ames, D., Ballard, C., Banerjee, S., et al. (2020) Dementia Prevention, Intervention, and Care: 2020 Report of the Lancet Commission. *The Lancet*, **396**, 413-446. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(20\)30367-6](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(20)30367-6)
- [3] Chen, H., Wang, S., Xu, Z., Shao, Z., Zhong, Q., Wei, Y., et al. (2025) Association of Predicted Visceral Fat Percentage with Dementia Risk in Older Adults. *Neurology*, **104**, e213630. <https://doi.org/10.1212/wnl.0000000000213630>
- [4] Wang, S., Zhang, Q., Hou, T., Wang, Y., Han, X., Song, L., et al. (2023) Differential Associations of 6 Adiposity Indices with Dementia in Older Adults: The Mind-China Study. *Journal of the American Medical Directors Association*, **24**, 1412-1419.e4. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2023.06.029>
- [5] 何阳. 内脏型肥胖与老年认知障碍的相关性研究[D]: [硕士学位论文]. 合肥: 中国科学技术大学, 2024.
- [6] Cheung, A.S., de Rooy, C., Hoermann, R., Gianatti, E.J., Hamilton, E.J., Roff, G., et al. (2016) Correlation of Visceral Adipose Tissue Measured by Lunar Prodigy Dual X-Ray Absorptiometry with MRI and CT in Older Men. *International*

- Journal of Obesity*, **40**, 1325-1328. <https://doi.org/10.1038/ijo.2016.50>
- [7] Hosseiniapanah, F., Barzin, M., Mirbolouk, M., Abtahi, H., Cheraghi, L. and Azizi, F. (2014) Lipid Accumulation Product and Incident Cardiovascular Events in a Normal Weight Population: Tehran Lipid and Glucose Study. *European Journal of Preventive Cardiology*, **23**, 187-193. <https://doi.org/10.1177/2047487314558771>
 - [8] Kahn, H.S. (2005) The “Lipid Accumulation Product” Performs Better than the Body Mass Index for Recognizing Cardiovascular Risk: A Population-Based Comparison. *BMC Cardiovascular Disorders*, **5**, Article No. 26. <https://doi.org/10.1186/1471-2261-5-26>
 - [9] Longo, M., Zatterale, F., Naderi, J., Parrillo, L., Formisano, P., Raciti, G.A., *et al.* (2019) Adipose Tissue Dysfunction as Determinant of Obesity-Associated Metabolic Complications. *International Journal of Molecular Sciences*, **20**, Article 2358. <https://doi.org/10.3390/ijms20092358>
 - [10] 明淑萍, 陈贵勤, 邵卫. 老年认知功能障碍慢病管理指南[J]. 中西医结合研究, 2025, 17(4): 242-254.
 - [11] Anand, S.S., Friedrich, M.G., Lee, D.S., Awadalla, P., Després, J.P., Desai, D., *et al.* (2022) Evaluation of Adiposity and Cognitive Function in Adults. *JAMA Network Open*, **5**, e2146324. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2021.46324>
 - [12] Yu, Z., Li, X., Wang, Y., Fu, Y. and Gao, X. (2020) Association between Lipid Accumulation Product and Mild Cognitive Impairment in Patients with Type 2 Diabetes. *Journal of Alzheimer's Disease*, **77**, 367-374. <https://doi.org/10.3233/jad-200332>
 - [13] Feng, J., Teng, Z. and Chen, S. (2025) Associations of Obesity-Related Indices with Mild Cognitive Impairment in Adults 60 Years and Older with Type 2 Diabetes: A Retrospective Study. *PeerJ*, **13**, e19442. <https://doi.org/10.7717/peerj.19442>
 - [14] 黄慧, 高志慧, 刘博思, 等. 体质指数和新型肥胖指标与中老年人群认知功能的关联研究[J]. 阿尔茨海默病及相关病杂志, 2025, 8(4): 239-247, 252.
 - [15] Wang, Y., Wei, S., Zhou, R., Shang, S., Dang, L., Gao, L., *et al.* (2021) The Relationships between Lipid Accumulation Product Levels and Cognitive Decline over 4 Years in a Rural Area of Xi'an, China. *Frontiers in Aging Neuroscience*, **13**, Article 761886. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2021.761886>
 - [16] 马睿霖, 魏云, 安艳华, 等. 血糖变异性与糖尿病并发症关联的研究进展[J]. 中国临床医生杂志, 2025, 53(2): 140-144.
 - [17] Kahn, H.S. (2006) The Lipid Accumulation Product Is Better than BMI for Identifying Diabetes: A Population-Based Comparison. *Diabetes Care*, **29**, 151-153. <https://doi.org/10.2337/diacare.29.1.151>
 - [18] Bozorgmanesh, M., Hadaegh, F. and Azizi, F. (2010) Diabetes Prediction, Lipid Accumulation Product, and Adiposity Measures; 6-Year Follow-Up: Tehran Lipid and Glucose Study. *Lipids in Health and Disease*, **9**, Article No. 45. <https://doi.org/10.1186/1476-511x-9-45>
 - [19] 张瑾怡, 张世忠. 心血管疾病与心理疾病流行病学及相关机制研究新进展[J]. 中国全科医学, 2024, 27(8): 893-899.
 - [20] Fakhrolmobasheri, M., Abhari, A.P., Heidarpour, M., Paymannejad, S., Pourmahdi-Boroujeni, M., Saffari, A.S., *et al.* (2023) Lipid Accumulation Product and Visceral Adiposity Index for Incidence of Cardiovascular Diseases and Mortality; Results from 13 Years Follow-up in Isfahan Cohort Study. *Obesity Science & Practice*, **10**, e713. <https://doi.org/10.1002/osp4.713>
 - [21] Jafari, A., Najafipour, H., Shadkam, M. and Aminizadeh, S. (2023) Evaluation of the Novel Three Lipid Indices for Predicting Five- and Ten-Year Incidence of Cardiovascular Disease: Findings from Kerman Coronary Artery Disease Risk Factors Study (KERCADRS). *Lipids in Health and Disease*, **22**, Article No. 169. <https://doi.org/10.1186/s12944-023-01932-x>
 - [22] Tan, Y., Wu, Y., Ding, X., Liang, X., Zhao, W., Liu, C., *et al.* (2024) A Prospective Cohort Study on the Effect of Lipid Accumulation Product Index on the Incidence of Cardiovascular Diseases. *Nutrition & Metabolism*, **21**, Article No. 55. <https://doi.org/10.1186/s12986-024-00833-9>
 - [23] Kyrou, I., Panagiotakos, D.B., Kouli, G., Georgousopoulou, E., Chrysoshoou, C., Tsigos, C., *et al.* (2018) Lipid Accumulation Product in Relation to 10-Year Cardiovascular Disease Incidence in Caucasian Adults: The ATTICA Study. *Atherosclerosis*, **279**, 10-16. <https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2018.10.015>
 - [24] Li, Y., Zheng, R., Li, S., Cai, R., Ni, F., Zheng, H., *et al.* (2022) Association between Four Anthropometric Indexes and Metabolic Syndrome in US Adults. *Frontiers in Endocrinology*, **13**, Article 889785. <https://doi.org/10.3389/fendo.2022.889785>
 - [25] Rajendran, S., Kizhakkayil Padikkal, A.K., Mishra, S. and Madhavanpillai, M. (2022) Association of Lipid Accumulation Product and Triglyceride-Glucose Index with Metabolic Syndrome in Young Adults: A Cross-Sectional Study. *International Journal of Endocrinology and Metabolism*, **20**, e115428. <https://doi.org/10.5812/ijem-115428>
 - [26] Di Gioia, G., Ferrera, A., Celeski, M., Mistrulli, R., Lemme, E., Mango, F., *et al.* (2024) Lipid Accumulation Product

- and Cardiometabolic Index as Effective Tools for the Identification of Athletes at Risk for Metabolic Syndrome. *Life*, **14**, Article 1452. <https://doi.org/10.3390/life14111452>
- [27] Witarto, B.S., Witarto, A.P., Visuddho, V., Wungu, C.D.K., Maimunah, U., Rejeki, P.S., *et al.* (2024) Gender-Specific Accuracy of Lipid Accumulation Product Index for the Screening of Metabolic Syndrome in General Adults: A Meta-Analysis and Comparative Analysis with Other Adiposity Indicators. *Lipids in Health and Disease*, **23**, Article No. 198. <https://doi.org/10.1186/s12944-024-02190-1>
- [28] Chen, X., Zhao, Y., Sun, J., Jiang, Y. and Tang, Y. (2024) Identification of Metabolic Syndrome Using Lipid Accumulation Product and Cardiometabolic Index Based on NHANES Data from 2005 to 2018. *Nutrition & Metabolism*, **21**, Article No. 96. <https://doi.org/10.1186/s12986-024-00864-2>
- [29] Duan, Y., Zhang, W., Li, Z., Niu, Y., Chen, Y., Liu, X., *et al.* (2022) Predictive Ability of Obesity- and Lipid-Related Indicators for Metabolic Syndrome in Relatively Healthy Chinese Adults. *Frontiers in Endocrinology*, **13**, Article 1016581. <https://doi.org/10.3389/fendo.2022.1016581>
- [30] Li, J., Sun, J., Zhang, Y., Zhang, B. and Zhou, L. (2024) Association between Weight-Adjusted-Waist Index and Cognitive Decline in US Elderly Participants. *Frontiers in Nutrition*, **11**, Article 1390282. <https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1390282>
- [31] Kiliaan, A.J., Arnoldussen, I.A.C. and Gustafson, D.R. (2014) Adipokines: A Link between Obesity and Dementia? *The Lancet Neurology*, **13**, 913-923. [https://doi.org/10.1016/s1474-4422\(14\)70085-7](https://doi.org/10.1016/s1474-4422(14)70085-7)
- [32] Doyle, S.L., Donohoe, C.L., Lysaght, J. and Reynolds, J.V. (2011) Visceral Obesity, Metabolic Syndrome, Insulin Resistance and Cancer. *Proceedings of the Nutrition Society*, **71**, 181-189. <https://doi.org/10.1017/s002966511100320x>
- [33] Zorena, K., Jachimowicz-Duda, O., Ślęzak, D., Robakowska, M. and Mrugacz, M. (2020) Adipokines and Obesity. Potential Link to Metabolic Disorders and Chronic Complications. *International Journal of Molecular Sciences*, **21**, Article 3570. <https://doi.org/10.3390/ijms21103570>
- [34] Migliolo, L., de A. Boleti, A., de O. Cardoso, P., Frihling, B.F., e Silva, P. and de Moraes, L.R.N. (2023) Adipose Tissue, Systematic Inflammation, and Neurodegenerative Diseases. *Neural Regeneration Research*, **18**, 38-46. <https://doi.org/10.4103/1673-5374.343891>
- [35] Stranahan, A.M. (2022) Visceral Adiposity, Inflammation, and Hippocampal Function in Obesity. *Neuropharmacology*, **205**, Article ID: 108920. <https://doi.org/10.1016/j.neuropharm.2021.108920>
- [36] 陈鹏瑶, 赵紫薇, 詹向红, 等. 不同脑区胰岛素抵抗在阿尔茨海默病中的作用[J]. 实用老年医学, 2025, 39(11): 1163-1168.
- [37] Al-Kuraishy, H.M., Al-Gareeb, A.I., Alsayegh, A.A., Hakami, Z.H., Khamjan, N.A., Saad, H.M., *et al.* (2022) A Potential Link between Visceral Obesity and Risk of Alzheimer's Disease. *Neurochemical Research*, **48**, 745-766. <https://doi.org/10.1007/s11064-022-03817-4>
- [38] Heni, M. (2024) The Insulin Resistant Brain: Impact on Whole-Body Metabolism and Body Fat Distribution. *Diabetologia*, **67**, 1181-1191. <https://doi.org/10.1007/s00125-024-06104-9>
- [39] Biessels, G.J. and Reagan, L.P. (2015) Hippocampal Insulin Resistance and Cognitive Dysfunction. *Nature Reviews Neuroscience*, **16**, 660-671. <https://doi.org/10.1038/nrn4019>
- [40] Huang, X., Wang, Y. and Xiang, Y. (2022) Bidirectional Communication between Brain and Visceral White Adipose Tissue: Its Potential Impact on Alzheimer's Disease. *eBioMedicine*, **84**, Article ID: 104263. <https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2022.104263>
- [41] Cho, J., Seo, S., Kim, W., Kim, C. and Noh, Y. (2021) Association between Visceral Fat and Brain Cortical Thickness in the Elderly: A Neuroimaging Study. *Frontiers in Aging Neuroscience*, **13**, Article 694629. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2021.694629>
- [42] Lampe, L., Zhang, R., Beyer, F., Huhn, S., Kharabian Masouleh, S., Preusser, S., *et al.* (2019) Visceral Obesity Relates to Deep White Matter Hyperintensities via Inflammation. *Annals of Neurology*, **85**, 194-203. <https://doi.org/10.1002/ana.25396>
- [43] 杜怡峰, 仇成轩. 重视阿尔茨海默病和老年痴呆症临床与人群干预的转化研究[J]. 中国实用内科杂志, 2025, 45(10): 805-810, 816.