



doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2023.10.020
http://dx.doi.org/10.7659/j.issn.1005-6947.2023.10.020
China Journal of General Surgery, 2023, 32(10):1608-1616.

· 文献综述 ·

肠内营养后高血糖的研究进展

郑宇¹, 周冰倩¹, 龚妮²

(1. 中南大学湘雅护理学院, 湖南长沙 410031; 2. 中南大学湘雅三医院 护理部, 湖南长沙 410013)

摘要

在接受肠内营养的住院患者中, 高血糖的发生率高达34.5%, 对患者造成较大危害。为应对逐年加剧的住院患者营养需求, 掌握肠内营养患者高血糖发生机制, 对改善肠内营养患者高血糖预后, 加强医护肠内营养后高血糖管理现状至关重要。笔者就肠内营养后高血糖管理现状, 以及肠内营养后高血糖发生机制、不良结局等进行综述, 并提出相关治疗建议, 以期为临床提供参考和帮助。

关键词

营养支持; 肠道营养; 高血糖症; 综述
中图分类号: R459.9

Research progress of hyperglycemia after enteral nutrition

ZHENG Yu¹, ZHOU Bingqian¹, GONG Ni²

(1. School of Nursing, Central South University, Changsha 410031, China; 2. Nursing Department, the Third Xiangya Hospital, Central South University, Changsha 410013, China)

Abstract

In hospitalized patients receiving enteral nutrition, the incidence of hyperglycemia is as high as 34.5%, causing significant harm to the patients. In response to the increasing nutritional needs of hospitalized patients each year, understanding the mechanism of hyperglycemia in patients receiving enteral nutrition is crucial for improving the prognosis of these patients. Strengthening the management of hyperglycemia in patients after enteral nutrition by healthcare professionals is of utmost importance. In this article, the authors provide an overview of the current status of blood sugar management after enteral nutrition, the mechanisms of high blood sugar occurrence, and adverse outcomes. Additionally, relevant treatment recommendations are proposed, intending to provide clinical reference and assistance.

Key words

Nutritional Support; Enteral Nutrition; Hyperglycemia; Review
CLC number: R459.9

随着社会的不断发展, 人民生活水平的不断提高, 营养不良与血糖控制相关问题逐渐凸显。营养不良是免疫缺陷的主要原因, 并与病毒、细

菌感染严重程度密切相关^[1]。据统计^[2], 住院患者营养不良患病率为20%~50%。“If the gut work, use it”已成为现今临床营养支持的金标准, 中华医学

基金项目: 湖南省自然科学基金资助项目(2022JJ70066)。

收稿日期: 2023-02-23; 修订日期: 2023-04-06。

作者简介: 郑宇, 中南大学湘雅护理学院硕士研究生, 主要从事老年、营养方面的研究。

通信作者: 龚妮, Email: gongni1_004X@163.com

会肠外肠内营养学分会(CSPEN)、美国肠外肠内营养学会(ASPEN)、欧洲肠外肠内营养学会(ESPEN)等均推荐,对于无法经口进食或经口进食无法满足营养需求的患者,若无严重血流动力学紊乱、机械性肠梗阻、多器官衰竭等情况,应首选肠内营养^[3-5]。肠内营养是指经胃肠道提供代谢所需营养物质及其他各种营养素的营养支持方式^[6],包括通过鼻胃管、口胃管、鼻肠管或造瘘管将营养物质注入胃、十二指肠或空肠^[7]。然而,值得注意的是,肠内营养患者是高血糖高发人群。

2018年,美国糖尿病协会指出,空腹血糖 >6.9 mmol/L或随机葡萄糖 >11.1 mmol/L即可被定义为高血糖^[8]。据调查,在ICU中近30%的肠内营养患者经历葡萄糖升高^[9],因脑血管疾病入院的非糖尿病患者中,1/5的患者患有与完全肠内营养相关的高血糖^[10]。另一研究^[11]表明,肠内营养治疗患者高血糖发生率为34.5%,且新发高血糖病死率更高。然而,目前鲜有学者深入研究肠内营养与高血糖间的机制关系,大部分研究在考察肠内营养时缺乏后续视角,未能把握肠内营养输注方式对血糖的影响特质,且对住院患者肠内营养的讨论局限于输注方式、营养制剂类型、营养成分等对营养状态、预后进程的影响,却忽视了非糖尿病患者肠内营养后亦可导致高血糖发生这一重要事实。因此,本文以肠内营养后高血糖为综述脉络,阐述肠内营养后高血糖管理现状、发生机制及不良结局,并提出治疗建议,以期为临床提供参考。

1 国内外研究现状

尽管肠内营养后高血糖较难控制、危害大、预后差,但肠内营养后高血糖仍可通过有针对性的干预措施管理及改善。管理肠内营养后高血糖水平的干预方法包括药物干预与非药物干预。药物干预以胰岛素类药物为主,虽能有效改善肠内营养后高血糖水平,但易引发低血糖等不良反应^[12]。非药物最常见的干预手段包括早期给予肠内营养、改变输注方式、改变营养制剂类型及持续血糖监测等。早期改变营养制剂类型能显著降低患者空腹血糖及糖化血红蛋白,还能增加高密度脂蛋白胆固醇,对心脏代谢有益,但改变营养制剂方法多种多样,包括低升糖指数(GI)碳水

化合物的存在、较少的碳水化合物、较高的蛋白质及单不饱和脂肪酸、纤维的不同数量及类型等,指南无统一要求,异质性较高,且描述大多不够具体,难以推广^[13-14]。一项系统评价^[15]结果显示,早期低热量肠内营养支持可降低肠内营养不耐受发生率、胰岛素用量,但对重症治疗时间、住院病死率、感染发生率没有影响。此外,早期肠内营养可以维持稳定的血糖水平并改善营养状况,具有并发症少、住院时间短、成本低、血糖控制稳定等优点^[16-17]。而中国的一项前瞻性、多中心、随机、开放标签、盲法试验^[18]却因早期低热量肠内营养支持导致90 d病死率更高而提前终止。同时,生活方式干预^[19]、中医疗法^[20]也被考虑其治疗效果,但描述简单、操作性差、理论依据不足等,难以推广。

2 肠内营养后高血糖发生机制

系统深入地分析肠内营养与高血糖之间相互关系,阐明高血糖发生机制,是制定干预住院患者营养不良的前提基础。该方面研究成果有助于识别肠内营养与高血糖作用特点,挖掘依存变化多维机制,确定肠内营养与高血糖双向关系,为后续营养支持机制研究提供决策依据。

2.1 个体性质

肠内营养后高血糖与年龄、性别、BMI、教育程度、患者依从性等密切相关。高血糖风险随着年龄增长而增大,血糖是神经、内分泌、组织器官共同调节的结果,随着年龄增长,各组织器官存在不同程度的功能退化,胰岛 β 细胞敏感度降低,无法迅速分泌胰岛素,同时发生胰岛素抵抗,导致血糖升高^[21]。女性患者通常体型更小,肌肉质量较低,而肌肉组织是摄取葡萄糖的主要组织,因此游离葡萄糖摄取量可能较少^[22]。女性患者激素分泌也与男性患者大相径庭,且雌激素与较低的空腹血糖水平和较高的2 h葡萄糖水平有关^[23],导致女性患者血糖变化幅度较大,高血糖风险增加^[24]。此外,正常机体主要通过肝脏、肾脏分解代谢胰岛素^[25],当肠内营养患者肝肾功能异常时,体内抗炎药、胰岛素等清除率下降,胰岛素代谢减弱,半衰期延长,且透析时胰岛素无法被清除,不断蓄积,抑制胰岛 β 细胞的敏感度,降低分泌

效率，从而高血糖发生率增加。

2.2 机体共病

糖尿病是指一类以机体血糖升高、胰岛功能降低或丧失为主要特征的慢性代谢性疾病^[26]，包括I型、II型、妊娠糖尿病等，可引起一系列不良结局，如残疾、失明、肾衰竭、死亡等^[27]，糖尿病难以治愈，患者需终身用药。当肠内营养患者有糖尿病病史时，营养支持后无法规律分泌胰岛素，控制血糖水平，从而发生高血糖。而糖尿病所致肠内营养后血糖升高机制复杂，波动大而难以控制^[28]，亟须临床予以重视，给予针对性的干预措施。

2.3 代谢失衡

危重患者的高血糖主要是应激的结果。创伤、手术、低氧血症、感染和其他因素使机体处于持续紧张的状态，且危重患者大多意识模糊，处于昏迷状态，无法自主进食，肠内营养是主要的支持方式，刺激异常的压力相关激素分泌^[29]，包括在应激状态下分泌过多的儿茶酚胺和皮质醇以及由于胰高血糖素分泌增加和短暂性胰岛素减少而增强的糖异生和糖原分解^[30]，产生众多炎症细胞因子，使机体处于负氮平衡状态^[31]，导致血糖的升高。即使该状态属于组织修复的保护反应，但其本质仍然是炎症因子的大量释放。

2.4 人格特质

人格是指影响人的思想、感受、行为的一组基本稳定的特质，包括乐观、对情绪表达的矛盾心理（AEE）、消极情绪表达（NEE）、敌意、责任心、外向性、神经质等^[32-33]。研究^[32]显示，敌对人格或敌意通常被称为对他人的不信任、愤世嫉俗的态度、频繁而强烈的愤怒感和/或公开的敌对或争论行为，敌对人格越明显，肠内营养后血糖波动范围越大。“责任心”能够控制冲动、延迟满足、设定和实现目标以及提前计划，可培养更多的健康行为，坚持肠内营养的应用及更少的不良反应^[34]。上述研究证明了人格特质对肠内营养或高血糖均有不同程度的影响，但鲜有研究同时将两者结合，探索人格特质的链式中介影响或叠加效应。因此，学者应关注敌对人格、低责任心的患者，因其肠内营养后高血糖可能性较大，不良结局发生率较高。

2.5 营养支持

肠内营养支持方式选择多样，包括口服、肠内管（鼻胃管、鼻肠管、造瘘管）、肠内+口服、间歇输注、持续输注等，对机体血糖存在不同的影响。有研究^[31]发现，鼻肠管较鼻胃管更易导致危重患者高血糖或血糖波动较大。因此，鼻肠管喂养的同时需加强患者的血糖管理。若无特殊情况，应用常规营养制剂，碳水化合物含量较高，血糖波动较大，且输注速度过快、浓度过高亦可导致血糖控制不佳^[35]。但并非所有结论指向同一输注方法，有研究显示肠内营养间歇喂养可有效降低危重患者血糖浓度^[36]，但另一研究则证明了间歇喂养与连续喂养血糖浓度并无差异^[37]，结论相互矛盾，亟须更高质量证据予以证实。

2.6 赋权水平

赋权指培养个人责任感、自主性、信心的努力，赋予医护权力包括提高医护权力及责任，Spence Laschinger 等^[38]研究显示，赋予护士权力可有效改善患者满意度及临床结局，并提高护理人员工作满意度、减轻工作压力。患者血糖管理涉及内分泌科及非内分泌科，非专科医护成了照顾这些患者的主力。提供信息、资源、支持以及学习和发展机会的医疗护理环境是赋权的。在这样的环境中，鼓励医护人员根据自己的专业知识和判断力控制血糖，从而有效缓解工作压力，提高工作效率^[39]。既往研究表明，糖尿病患者主要集中于内分泌科室，血糖管理主要于内分泌科进行，然而，近些年中国大量的高血糖患者集中于非内分泌科，一项多中心观察性研究^[40]显示，80%以上的高血糖患者来自非内分泌科，外科病房高血糖发生率显著高于内科病房^[41]。非内分泌科对肠内营养后高血糖患者并无一套完善的血糖管理规范方案，血糖的管理一般通过邀请内分泌科专科医师会诊后制定降糖方案，或者非内分泌科医生根据自己的临床经验制定降糖方案^[42]，护士仅遵医嘱进行操作，未了解其降糖原理，从而发生医护赋权水平低下、血糖管理知识缺乏、经验严重不足及监测技能生疏等现况。且既往大多研究^[43]报告非内分泌科医护人员血糖管理知识、经验不足，重视度不够，血糖监测属于侵入性操作，成本较高，非常规护理项目^[40]，医护人员将重心移到内分泌科室、具有糖尿病史、基础条件差的患者身

上,易忽视剩余患者肠内营养后血糖波动情况。

3 肠内营养后高血糖不良结局

目前学者对肠内营养或高血糖患者不良结局有所了解,但未能把握肠内营养后高血糖预后是否不同,将肠内营养与高血糖纳入研究范围将超越之前单一的研究设计,捕捉肠内营养后高血糖对组织、机体的破坏机制,检视肠内营养与高血糖的叠加效应将帮助阐明这一机制,为应对逐年加剧的营养需求态势提供决策依据。

3.1 组织破坏

肠内营养患者机体能量缺乏,自我修复进程受阻,而肠内营养后高血糖若不加以控制,血糖急剧升高,血中单糖可越过血脑屏障,到达大脑,SARS-CoV-2使用ACE2作为受体进入II型肺细胞,在进入细胞后,SARS-CoV2降解ACE2,导致ACE2介导的途径的整体下调。ACE2对于抗炎症、促凝血和促纤维化途径发挥重要作用,而高血糖患者由于糖基化而在肺细胞中具有低ACE2活性,导致过度炎症、氧化损伤及严重的肺损伤^[25]。此外,急性血糖升高可诱发渗透性利尿,引起血容量不足和脱水,并直接增强炎症和氧化应激,可进一步抑制流动介导的血管舒张并减少肾灌注^[38],导致肾脏灌注不足^[44],急性肾损伤发病率增加。在高血糖情况下,血流介导的内皮依赖性血管舒张与血浆葡萄糖水平之间存在显著的负相关关系^[45]。内皮依赖性血管舒张由NO介导,可抑制血小板聚集和动脉粥样硬化的发展,氧衍生的自由基通过灭活正常血管中的NO来干扰或破坏内皮依赖性血管舒张,高血糖可迅速抑制内皮依赖性血管舒张,通过增加氧衍生的自由基,导致NO的灭活,使心血管风险因素增加^[46]。

3.2 机体损伤

急性胰腺炎患者由于全身应激状态,诱发低蛋白、低钙血症等多种代谢异常疾病,若无充足营养支持可诱发多器官损伤,有研究显示,肠内营养不仅可直接为肠黏膜细胞提供能量,并能有效抑制上皮细胞凋亡,降低细胞通透性,改善患者预后^[47]。而重症急性胰腺炎患者在开始肠内营养治疗后更容易出现高血糖,发生率高达35%~80%^[48]。肠内营养后高血糖与急性胰腺炎后新发糖尿病及糖尿病发展密切相关,由于炎症促细胞因

子引起的胰腺 β 细胞的抑制以及儿茶酚胺刺激 α 受体,在急性胰腺炎的急性期血糖显著升高^[49-50]。此外,急性脑卒中患者多伴有吞咽障碍、意识模糊,需置鼻胃管或鼻肠管给予肠内营养,因患者此时处于应激状态,会加重既往的糖代谢紊乱^[51],多达1/3的急性卒中患者存在高血糖,高血糖会加重乳酸酸中毒,激活炎症反应通路,加重细胞毒性水肿,降低脑血管舒缩反应性,破坏血脑屏障,加剧脑损伤,是脑梗死扩大、临床不良结局和死亡风险增高的独立预测因素^[52]。最后,因肠内营养时间较长,高血糖不仅与组织损伤、代谢紊乱有关,还可导致不良心理状态,一项纳入24项研究的Meta分析发现高血糖与患者抑郁症发病率增加有关^[53]。

3.3 经济压力

肠内营养后高血糖可致创伤机体代谢紊乱,恢复进程受阻,患者不仅需控制饮食,还需药物治疗,如二甲双胍、阿卡波糖、胰岛素等,高血糖为慢性代谢性疾病,需定期血糖监测、复诊,了解血糖波动情况,均需投入较大花费。2019年全球直接用于糖尿病及其相关并发症的卫生支出为7600亿美元^[7],我国为1090亿美元^[10],仅次于美国位居全球第二^[26]。2019年与糖尿病相关的卫生支出总额比2017年增加了4.5%,未来几十年支出总额将持续上升,预计到2030年将增长8.6%,达到8250亿美元,到2045年将增长11.2%,达到8450亿美元^[10]。由此可见,随着住院患者营养需求逐年增长,家庭支出增大,社会压力加剧,均不利于医疗水平的提高,科学技术的进步。

4 建议

4.1 营养筛查与评估

若对住院相关性营养不良没有明确的定义,在实践中可能会出现各种风险^[3]。因此,所有患者肠内营养前均需进行营养风险的筛查与评估,并在入院24h内完成。而营养风险筛查与评估是医疗护理的基础,需结合患者的病情及机体代谢状况,制订相应的营养支持策略,减少医源性代谢并发症的发生,降低病死率。选择恰当的筛查工具对结果评定具有决定性的作用。肠内肠外营养指南^[54]规定,迷你营养评估简表(MNA-SF)和营养风险筛查(NRS2002)是有用的营养筛查工具

(证据A级, 强烈推荐)。Sheean等^[55]将主观整体评估、MNA-SF及NRS 2002进行了比较, 结果显示, MNA-SF具有最高的特异度, 而NRS 2002在SGA为金标准时具有最高的敏感度。

4.2 肠内营养液的选择

肠内营养液能量比例常规为碳水化合物50%~60%, 蛋白质20%~30%, 脂肪10%~15%, 其他如电解质、维生素、纤维等热量低微, 可忽略不计。对于肠内营养后高血糖患者, 首选糖尿病特异性营养配方^[24]。在糖尿病特异性配方中, 使用木薯淀粉、玉米淀粉等缓释淀粉代替麦芽糊精, 增加膳食纤维含量, 从而减缓碳水化合物的吸收和减少吸收的总量帮助控制血糖, 从而降低喂养后的血糖峰值水平^[13,56]。醋是一种酸味液体, 由酵母菌将糖厌氧转化为乙醇及细菌将乙醇有氧氧化为乙酸而获得。由于最佳碳水化合物消化需要碱性条件^[57], 当与富含碳水化合物的膳食一起食用时, 醋的酸性会导致吸收受阻。每天摄入约10~30 mL (约2~6汤匙)的醋可改善富含碳水化合物膳食的血糖反应^[58]。此外, 研究^[59]证明, 于术前、术后应用免疫微生态肠内营养制剂, 可促进患者康复进程, 降低并发症发生率。

4.3 肠内营养输注方式的控制

肠内营养最初应输注较少液体总量, 以提高代谢耐受性并降低再喂养综合征的风险, 一旦患者处于稳定的代谢状况, 应将输入量增加到总需求量, 防止分解代谢^[60]。常规输注方式即单次输注量<200 mL, 输注间隔 ≥ 2 h, 虽符合教科书规定, 但由于食物的糊化程度高, 胃排空时间缩短且每日多次输注饮食导致血糖波动大, 不利于控制血糖, 另一方面给降糖药物的应用及血糖监测带来困难。改良输注法符合常人生理规律, 每日三餐制, 必要时给予加餐, 可遵医嘱给予降糖药物或胰岛素应用, 血糖监测更为便捷^[61]。

4.4 血糖监测间隔的调整

有糖尿病基础疾病患者, 肠内营养支持后血糖波动更为明显, 此时应缩短监测间隔时间, 由4 h/次调整为1~2 h/次, 掌握变化规律, 调整胰岛素用量。而无糖尿病基础的肠内营养患者可常规4 h/次监测血糖, 及时发现异常血糖情况。轻者通过运动、调整营养剂类型、输入量、输注速度即可使血糖恢复正常, 重症高血糖或顽固性高血糖者难以通过非药物干预使血糖恢复正常范围, 此时

可给予胰岛素皮下注射或静脉注射, 严密监测有无不良反应及血糖值, 一旦恢复正常停止胰岛素应用^[33,62]。

4.5 降糖药物的使用

肠内营养期间发生高血糖且血糖连续2次 ≥ 10 mmol/L, 应启动胰岛素泵持续输注^[63]。在为患者选择胰岛素方案时, 临床医生应将胰岛素制剂的作用机制与肠内营养给药方案(即连续、推注、循环等)相匹配。接受连续输注的患者基本上处于恒定的餐后状态。因此, 静脉持续输注常规胰岛素被认为是肠内营养患者(尤其是ICU患者)施用胰岛素的安全有效机制。而关于非胰岛素类药物应用效果及风险评估缺乏相关证据, 与特定类别的降糖药物在住院患者中使用具有一定的已知局限性^[62]。因此, 需进一步调查和研究来证明非胰岛素类降糖药物在接受肠内营养的患者中成本效益及安全风险评估。

4.6 医护人员赋权水平的提高

管理层应对全院医护人员定期组织肠内营养后血糖管理的培训, 支持参与学术讲座, 为每个科室配备科学权威的指南共识手册, 并于肠内营养科室设置血糖管理师, 定期组织肠内营养后血糖管理考核测试, 建立质量检查及评价体系, 有针对性地提供干预计划。可组建由糖尿病专科医生、专科护士、非内分泌科护士、营养师、联络护士等组成的多学科团队, 定期进行培训, 充分利用网络平台, 逐步建立血糖管理流程及质量检查及评价体系。以提供肠内营养后连续、动态的血糖监控, 降低高血糖发生率, 改善患者预后^[42-43]。

5 小结

目前国内外关于肠内营养后高血糖的研究尚处于起步阶段, 主要集中在糖尿病患者、基础疾病较重患者身上, 关于针对性的问卷、干预项目则较少, 忽视了肠内营养与高血糖叠加效应。且部分研究结果相互矛盾, 难以推广。此外, 尽管医护作为肠内营养后高血糖管理的主力, 但赋权环境低下、血糖知识缺乏等较为普遍。因此, 未来研究可从医护人员赋权视角着手, 制定一套多方配合、科学高效、循证实践的肠内营养后高血糖管理方案, 以更全面掌握肠内营养后血糖波动

相关规律,有效应对逐年增长的营养需求态势,为我国积极应对营养需求和推动形成肠内营养患者群体的非医疗健康干预模式提供理论依据,提升肠内营养患者幸福感。

利益冲突:所有作者均声明不存在利益冲突。

作者贡献声明:郑宇负责文章的构思与撰写、文章文献的要点整理;周冰倩负责文章的文字润色、文章的写作指导;龚妮负责文章的指导、研究经费支持与对论文的修订。

参考文献

- [1] Katona P, Katona-Apte J. The interaction between nutrition and infection[J]. *Clin Infect Dis*, 2008, 46(10):1582-1588. doi: [10.1086/587658](https://doi.org/10.1086/587658).
- [2] Norman K, Pichard C, Lochs H, et al. Prognostic impact of disease-related malnutrition[J]. *Clin Nutr*, 2008, 27(1):5-15. doi: [10.1016/j.clnu.2007.10.007](https://doi.org/10.1016/j.clnu.2007.10.007).
- [3] Singer P, Blaser AR, Berger MM, et al. ESPEN guideline on clinical nutrition in the intensive care unit[J]. *Clin Nutr*, 2019, 38(1):48-79. doi: [10.1016/j.clnu.2018.08.037](https://doi.org/10.1016/j.clnu.2018.08.037).
- [4] McClave SA, Taylor BE, Martindale RG, et al. Guidelines for the provision and assessment of nutrition support therapy in the adult critically ill patient[J]. *J Parenter Enter Nutr*, 2016, 40(2):159-211. doi: [10.1177/0148607115621863](https://doi.org/10.1177/0148607115621863).
- [5] Weimann A, Braga M, Carli F, et al. ESPEN practical guideline: clinical nutrition in surgery[J]. *Clin Nutr*, 2021, 40(7):4745-4761. doi: [10.1016/j.clnu.2021.03.031](https://doi.org/10.1016/j.clnu.2021.03.031).
- [6] 张金铃. FTS-CIS 护理联合早期肠内营养对食管癌术后患者营养状态与肠内营养相关并发症的影响[J]. *护理实践与研究*, 2021, 18(17):2628-2631. doi: [10.3969/j.issn.1672-9676.2021.17.025](https://doi.org/10.3969/j.issn.1672-9676.2021.17.025).
Zhang JL. Effect of FTS-CIS nursing combined with early enteral nutrition on nutritional status and complications related to enteral nutrition in patients with esophageal cancer after operation[J]. *Nursing Practice and Research*, 2021, 18(17): 2628-2631. doi: [10.3969/j.issn.1672-9676.2021.17.025](https://doi.org/10.3969/j.issn.1672-9676.2021.17.025).
- [7] Mirhosiny M, Arab M, Shahrbabaki PM. How do physicians and nurses differ in their perceived barriers to effective enteral nutrition in the intensive care unit? [J]. *Acute Crit Care*, 2021, 36(4): 342-350. doi: [10.4266/acc.2021.00185](https://doi.org/10.4266/acc.2021.00185).
- [8] Dungan KM, Braithwaite SS, Preiser JC. Stress hyperglycaemia[J]. *Lancet*, 2009, 373(9677):1798-1807. doi: [10.1016/s0140-6736\(09\)60553-5](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(09)60553-5).
- [9] Gosmanov AR, Umpierrez GE. Management of hyperglycemia during enteral and parenteral nutrition therapy[J]. *Curr Diab Rep*, 2013, 13(1):155-162. doi: [10.1007/s11892-012-0335-y](https://doi.org/10.1007/s11892-012-0335-y).
- [10] López-Gómez JJ, Delgado-García E, Coto-García C, et al. Influence of hyperglycemia associated with enteral nutrition on mortality in patients with stroke[J]. *Nutrients*, 2019, 11(5):996. doi: [10.3390/nu11050996](https://doi.org/10.3390/nu11050996).
- [11] Pancorbo-Hidalgo PL, García-Fernández FP, Ramírez-Pérez C. Complications associated with enteral nutrition by nasogastric tube in an internal medicine unit[J]. *J Clin Nurs*, 2001, 10(4):482-490. doi: [10.1046/j.1365-2702.2001.00498.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2702.2001.00498.x).
- [12] Hirsch IB, Coviello A. Intensive insulin therapy in critically ill patients[J]. *N Engl J Med*, 2002, 346(20):1586-1588. doi: [10.1056/NEJM200205163462016](https://doi.org/10.1056/NEJM200205163462016).
- [13] Ojo O, Weldon SM, Thompson T, et al. The effect of diabetes-specific enteral nutrition formula on cardiometabolic parameters in patients with type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials[J]. *Nutrients*, 2019, 11(8): 1905. doi: [10.3390/nu11081905](https://doi.org/10.3390/nu11081905).
- [14] Ojo O, Ojo OO, Wang XH, et al. The effects of a low GI diet on cardiometabolic and inflammatory parameters in patients with type 2 and gestational diabetes: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials[J]. *Nutrients*, 2019, 11(7):1584. doi: [10.3390/nu11071584](https://doi.org/10.3390/nu11071584).
- [15] Jiang QD, Xu T. Effect of early low-calorie enteral nutrition support in critically ill patients: a systematic review and meta-analysis[J]. *Biomed Res Int*, 2022, 2022: 7478373. doi: [10.1155/2022/7478373](https://doi.org/10.1155/2022/7478373).
- [16] Li K, Wang D, Zhang XX, et al. Efficacy of early enteral nutrition versus total parenteral nutrition for patients with gastric cancer complicated with diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis[J]. *Nutr Diet*, 2022, 79(1): 129-139. doi: [10.1111/1747-0080.12721](https://doi.org/10.1111/1747-0080.12721).
- [17] Wang JL, Zhao JM, Zhang YL, et al. Early enteral nutrition and total parenteral nutrition on the nutritional status and blood glucose in patients with gastric cancer complicated with diabetes mellitus after radical gastrectomy[J]. *Exp Ther Med*, 2018, 16(1):321-327. doi: [10.3892/etm.2018.6168](https://doi.org/10.3892/etm.2018.6168).
- [18] Zhao J, Yuan F, Song C, et al. Safety and efficacy of three enteral feeding strategies in patients with severe stroke in China (OPENS): a multicentre, prospective, randomised, open-label, blinded-endpoint trial[J]. *Lancet Neurol*, 2022, 21(4): 319-328. doi: [10.1016/S1474-4422\(22\)00010-2](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(22)00010-2).
- [19] Luo YY, Wang HY, Zhou XH, et al. A randomized controlled clinical trial of lifestyle intervention and pioglitazone for normalization of glucose status in Chinese with prediabetes[J]. *J Diabetes Res*, 2022, 2022:2971382. doi: [10.1155/2022/2971382](https://doi.org/10.1155/2022/2971382).

- [20] Luo W, Zhou J, Yang X, et al. A Chinese medical nutrition therapy diet accompanied by intermittent energy restriction alleviates type 2 diabetes by enhancing pancreatic islet function and regulating gut microbiota composition[J]. *Food Res Int*, 2022, 161: 111744. doi: 10.1016/j.foodres.2022.111744.
- [21] Paliosa AK, Teixeira C, Rosa RG, et al. Hyperglycemia in critical patients: determinants of insulin dose choice[J]. *Rev Assoc Med Bras (1992)*, 2017, 63(5): 441-446. doi: 10.1590/1806-9282.63.05.441.
- [22] Faerch K, Borch-Johnsen K, Vaag A, et al. Sex differences in glucose levels: a consequence of physiology or methodological convenience? The Inter99 study[J]. *Diabetologia*, 2010, 53(5): 858-865. doi: 10.1007/s00125-010-1673-4.
- [23] van Genugten RE, Utzschneider KM, Tong J, et al. Effects of sex and hormone replacement therapy use on the prevalence of isolated impaired fasting glucose and isolated impaired glucose tolerance in subjects with a family history of type 2 diabetes[J]. *Diabetes*, 2006, 55(12): 3529-3535. doi: 10.2337/db06-0577.
- [24] Siddiqui S, Zainal H, Harun SN, et al. Diet quality and its association with glycemic parameters in different diabetes progression stages. A cross-sectional questionnaire study at a primary care clinic[J]. *Clin Nutr ESPEN*, 2020, 39: 165-172. doi: 10.1016/j.clnesp.2020.06.022.
- [25] 刘艳辉. 重症患者低血糖的发生现状及其影响因素研究[D]. 长沙: 湖南师范大学, 2016.
- Liu YH. Study on the present situation and influencing factors of hypoglycemia in critically ill patients[D]. Changsha: Hunan Normal University, 2016.
- [26] 纪文明, 刘泉, 刘率男, 等. 糖尿病治疗药物调控肠道微生态及肠降糖激素的研究状况[J]. *中国临床药理学杂志*, 2022, 38(2): 180-184. doi: 10.13699/j.cnki.1001-6821.2022.02.018.
- Ji WM, Liu Q, Liu SN, et al. The roles of anti-diabetic drugs in regulating intestinal microecology and gut hormones[J]. *The Chinese Journal of Clinical Pharmacology*, 2022, 38(2): 180-184. doi: 10.13699/j.cnki.1001-6821.2022.02.018.
- [27] Li Y, Zhang W, Zhao RC, et al. Advances in oral peptide drug nanoparticles for diabetes mellitus treatment[J]. *Bioact Mater*, 2022, 15: 392-408. doi: 10.1016/j.bioactmat.2022.02.025.
- [28] 吴绮楠, 童南伟. 《肿瘤相关性高血糖管理指南(2021年版)》解读[J]. *中国癌症杂志*, 2021, 31(12): 1153-1161. doi: 10.19401/j.cnki.1007-3639.2021.12.002.
- Wu QN, Tong NW. Interpretation of guidelines for the management of tumor-associated hyperglycemia(2021 edition) [J]. *China Oncology*, 2021, 31(12): 1153-1161. doi: 10.19401/j.cnki.1007-3639.2021.12.002.
- [29] Wu Z, Liu J, Zhang D, et al. Expert consensus on the glycemic management of critically ill patients[J]. *J Intensive Med*, 2022, 2(3): 131-145. doi: 10.1016/j.jointm.2022.06.001.
- [30] Mondal S, DasGupta R, Lodh M, et al. Stress hyperglycemia ratio, rather than admission blood glucose, predicts in-hospital mortality and adverse outcomes in moderate-to severe COVID-19 patients, irrespective of pre-existing glycemic status[J]. *Diabetes Res Clin Pract*, 2022, 190: 109974. doi: 10.1016/j.diabres.2022.109974.
- [31] 张珊, 庞旭峰, 万香玉, 等. ICU肠内营养患者高血糖发生现状及影响因素分析[J]. *中华护理杂志*, 2019, 54(9): 1349-1353. doi: 10.3761/j.issn.0254-1769.2019.09.013.
- Zhang S, Pang XF, Wan XY, et al. Investigation and analysis of factors related to hyperglycemia in ICU patients undergoing enteral nutrition[J]. *Chinese Journal of Nursing*, 2019, 54(9): 1349-1353. doi: 10.3761/j.issn.0254-1769.2019.09.013.
- [32] Vassou C, D'Cunha NM, Naumovski N, et al. Hostile personality as a risk factor for hyperglycemia and obesity in adult populations: a systematic review[J]. *J Diabetes Metab Disord*, 2020, 19(2): 1659-1669. doi: 10.1007/s40200-020-00551-y.
- [33] McCrae RR, John OP. An introduction to the five-factor model and its applications[J]. *J Pers*, 1992, 60(2): 175-215. doi: 10.1111/j.1467-6494.1992.tb00970.x.
- [34] Wall CL, McCombie A, Mulder R, et al. Adherence to exclusive enteral nutrition by adults with active Crohn's disease is associated with conscientiousness personality trait: a sub-study[J]. *J Hum Nutr Diet*, 2020, 33(6): 752-757. doi: 10.1111/jhn.12787.
- [35] 乔薇, 王希, 刘爽. 统筹兼顾——谈老年患者肠内营养治疗遭遇高血糖[J]. *医学与哲学*, 2018, 39(22): 15-16. doi: 10.12014/j.issn.1002-0772.2018.11b.06.
- Qiao W, Wang X, Liu S. Overall Consideration: treatment of hyperglycemia in the elderly patients with enteral nutrition[J]. *Medicine & Philosophy*, 2018, 39(11): 15-16. doi: 10.12014/j.issn.1002-0772.2018.11b.06.
- [36] Patel JJ, Rosenthal MD, Heyland DK. Intermittent versus continuous feeding in critically ill adults[J]. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 2018, 21(2): 116-120. doi: 10.1097/MCO.0000000000000447.
- [37] 周惠娟, 施耀方, 蒋青, 等. 肠内营养液输注方式对危重高血糖患者血糖水平波动的影响[J]. *中国血液流变学杂志*, 2018, 28(1): 105-107. doi: 10.3969/j.issn.1009-881X.2018.01.031.
- Zhou HJ, Shi YF, Jiang Q, et al. Effect of enteral nutrition infusion on fluctuation of blood glucose level in critical hyperglycemia patients[J]. *Chinese Journal of Hemorheology*, 2018, 28(1): 105-107. doi: 10.3969/j.issn.1009-881X.2018.01.031.
- [38] Spence Laschinger HK, Gilbert S, Smith LM, et al. Towards a comprehensive theory of nurse/patient empowerment: applying Kanter's empowerment theory to patient care[J]. *J Nurs Manag*,

- 2010, 18(1):4-13. doi: [10.1111/j.1365-2834.2009.01046.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2834.2009.01046.x).
- [39] Laschinger HK, Finegan J, Shamian J, et al. Impact of structural and psychological empowerment on job strain in nursing work settings: expanding Kanter's model[J]. *J Nurs Adm*, 2001, 31(5): 260-272. doi: [10.1097/00005110-200105000-00006](https://doi.org/10.1097/00005110-200105000-00006).
- [40] Hao SJ, Zhang N, Fish AF, et al. Inpatient glycemic management in internal medicine: an observational multicenter study in Nanjing, China[J]. *Curr Med Res Opin*, 2017, 33(8): 1371-1377. doi: [10.1080/03007995.2017.1330256](https://doi.org/10.1080/03007995.2017.1330256).
- [41] Sun X, Gui M, Huang H, et al. Investigation of daily glucose profile of inpatients in non-endocrinology departments in Chinese population[J]. *Front Public Health*, 2020, 8: 521227. doi: [10.3389/fpubh.2020.521227](https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.521227).
- [42] 王娜. 护士主导下的精准血糖管理模式在冠脉搭桥术伴 T2DM 患者围手术期的应用[D]. 乌鲁木齐: 新疆医科大学, 2021.
Wang N. Application of precise blood sugar management mode led by nurses in perioperative period of patients with coronary artery bypass grafting and T2DM[D]. Urumqi: Xinjiang Medical University, 2021.
- [43] Korytkowski MT, Muniyappa R, Antinori-Lent K, et al. Management of hyperglycemia in hospitalized adult patients in non-critical care settings: an endocrine society clinical practice guideline[J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2022, 107(8): 2101-2128. doi: [10.1210/clinem/dgac278](https://doi.org/10.1210/clinem/dgac278).
- [44] Gao SD, Liu QB, Chen H, et al. Predictive value of stress hyperglycemia ratio for the occurrence of acute kidney injury in acute myocardial infarction patients with diabetes[J]. *BMC Cardiovasc Disord*, 2021, 21(1): 157. doi: [10.1186/s12872-021-01962-2](https://doi.org/10.1186/s12872-021-01962-2).
- [45] Kawano H, Motoyama T, Hirashima O, et al. Hyperglycemia rapidly suppresses flow-mediated endothelium-dependent vasodilation of brachial artery[J]. *J Am Coll Cardiol*, 1999, 34(1): 146-154. doi: [10.1016/S0735-1097\(99\)00168-0](https://doi.org/10.1016/S0735-1097(99)00168-0).
- [46] Balkau B, Shipley M, Jarrett RJ, et al. High blood glucose concentration is a risk factor for mortality in middle-aged nondiabetic men. 20-year follow-up in the Whitehall Study, the Paris Prospective Study, and the Helsinki Policemen Study[J]. *Diabetes Care*, 1998, 21(3):360-367. doi: [10.2337/diacare.21.3.360](https://doi.org/10.2337/diacare.21.3.360).
- [47] 张著杰, 张振名, 赵晓晨. 不同配方肠内营养支持对重症急性胰腺炎患者应用效果比较[J]. *中国普通外科杂志*, 2016, 25(3):339-344. doi: [10.3978/j.issn.1005-6947.2016.03.006](https://doi.org/10.3978/j.issn.1005-6947.2016.03.006).
Zhang ZJ, Zhang ZM, Zhao XC. Comparison of efficacy of different formulas of enteral nutrition supports applied in patients with severe acute pancreatitis[J]. *China Journal of General Surgery*, 2016, 25(3):339-344. doi: [10.3978/j.issn.1005-6947.2016.03.006](https://doi.org/10.3978/j.issn.1005-6947.2016.03.006).
- [48] Zhang H, Li L, Wu JY, et al. Enteral nutrition preparations for blood glucose variability and prognosis for severe acute pancreatitis with stress hyperglycemia[J]. *Altern Ther Health Med*, 2023, 29(1):163-169.
- [49] Gornik I, Vujaklija A, Lukić E, et al. Hyperglycemia in sepsis is a risk factor for development of type II diabetes[J]. *J Crit Care*, 2010, 25(2):263-269. doi: [10.1016/j.jcrc.2009.10.002](https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2009.10.002).
- [50] Petrov MS, Zagainov VE. Influence of enteral versus parenteral nutrition on blood glucose control in acute pancreatitis: a systematic review[J]. *Clin Nutr*, 2007, 26(5):514-523. doi: [10.1016/j.clnu.2007.04.009](https://doi.org/10.1016/j.clnu.2007.04.009).
- [51] 娄阳, 张海平, 李微. 高蛋白肠内营养制剂对急性脑卒中合并 2 型糖尿病患者的血糖影响[J]. *中华临床营养杂志*, 2022, 30(1):14-18. doi: [10.3760/cma.j.cn115822-20210908-00179](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn115822-20210908-00179).
Lou Y, Zhang HP, Li W. Effects of high-protein enteral nutritional preparation on blood glucose levels in acute stroke patients with type 2 diabetes mellitus[J]. *Chinese Journal of Clinical Nutrition*, 2022, 30(1): 14-18. doi: [10.3760/cma.j.cn115822-20210908-00179](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn115822-20210908-00179).
- [52] 吴滢, 刘学源, 钟萍. 急性缺血性卒中后高血糖[J]. *国际脑血管病杂志*, 2019, 27(10): 765-770. doi: [10.3760/cma.j.issn.1673-4165.2019.10.009](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1673-4165.2019.10.009).
Wu Y, Liu XY, Zhong P. Hyperglycemia after acute ischemic stroke[J]. *International Journal of Cerebrovascular Diseases*, 2019, 27(10):765-770. doi: [10.3760/cma.j.issn.1673-4165.2019.10.009](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1673-4165.2019.10.009).
- [53] Lustman PJ, Anderson RJ, Freedland KE, et al. Depression and poor glycemic control: a meta-analytic review of the literature[J]. *Diabetes Care*, 2000, 23(7):934-942. doi: [10.2337/diacare.23.7.934](https://doi.org/10.2337/diacare.23.7.934).
- [54] Zhu M, Cui H, Chen W, et al. Guidelines for parenteral and enteral nutrition in geriatric patients in China[J]. *Ageing Med*, 2020, 3(2): 110-124. doi: [10.1002/agm2.12110](https://doi.org/10.1002/agm2.12110).
- [55] Sheean PM, Peterson SJ, Chen Y, et al. Utilizing multiple methods to classify malnutrition among elderly patients admitted to the medical and surgical intensive care units (ICU)[J]. *Clin Nutr*, 2013, 32(5):752-757. doi: [10.1016/j.clnu.2012.12.012](https://doi.org/10.1016/j.clnu.2012.12.012).
- [56] Sanz-Paris A, Álvarez Hernández J, Ballesteros-Pomar MD, et al. Evidence-based recommendations and expert consensus on enteral nutrition in the adult patient with diabetes mellitus or hyperglycemia[J]. *Nutrition*, 2017, 41: 58-67. doi: [10.1016/j.nut.2017.02.014](https://doi.org/10.1016/j.nut.2017.02.014).
- [57] Valdes DS, So D, Gill PA, et al. Effect of dietary acetic acid supplementation on plasma glucose, lipid profiles, and body mass index in human adults: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Acad Nutr Diet*, 2021, 121(5): 895-914. doi: [10.1016/j.jand.2020.12.002](https://doi.org/10.1016/j.jand.2020.12.002).
- [58] Santos HO, de Moraes WMAM, da Silva GAR, et al. Vinegar (acetic acid) intake on glucose metabolism: a narrative review[J].

- Clin Nutr ESPEN, 2019, 32:1-7. doi: [10.1016/j.clnesp.2019.05.008](https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2019.05.008).
- [59] 牛恒, 杨昆宪. 免疫微生态肠内营养联合加速康复策略对结直肠癌患者术后免疫状态的影响[J]. 中国普通外科杂志, 2021, 30(3): 369-374. doi: [10.7659/j.issn.1005-6947.2021.03.017](https://doi.org/10.7659/j.issn.1005-6947.2021.03.017).
- Niu H, Yang KX. Effect of immune microecological enteral nutrition combined with accelerated rehabilitation strategy on postoperative immune status of patients with colorectal cancer[J]. China Journal of General Surgery, 2021, 30(3): 369-374. doi: [10.7659/j.issn.1005-6947.2021.03.017](https://doi.org/10.7659/j.issn.1005-6947.2021.03.017).
- [60] Schöenberger KA, Reber E, Dürig C, et al. Management of hyperglycemia in hospitalized patients receiving parenteral nutrition[J]. Front Clin Diabetes Healthc, 2022, 3: 829412. doi: [10.3389/fcdhc.2022.829412](https://doi.org/10.3389/fcdhc.2022.829412).
- [61] 周敏, 王欢. 糖尿病肠内营养患者血糖控制的影响因素及护理进展[J]. 当代护士: 下旬刊, 2018, 25(4):12-15.
- Zhou M, Wang H. Influencing factors and nursing progress of blood sugar control in diabetic patients with enteral nutrition[J]. Modern Nurses, 2018, 25(4):12-15.
- [62] Drincic AT, Knezevich JT, Akkireddy P. Nutrition and hyperglycemia management in the inpatient setting (meals on demand, parenteral, or enteral nutrition)[J]. Curr Diab Rep, 2017, 17(8):59. doi: [10.1007/s11892-017-0882-3](https://doi.org/10.1007/s11892-017-0882-3).
- [63] 王玮, 曲华, 初静, 等. 重症患者肠内营养高血糖管理的最佳证据总结[J]. 中华急危重症护理杂志, 2022, 3(2):157-162. doi: [10.3761/j.issn.2096-7446.2022.02.012](https://doi.org/10.3761/j.issn.2096-7446.2022.02.012).
- Wang W, Qu H, Chu J, et al. Summary of best evidence for hyperglycemia management in ICU enteral nutrition patients[J]. Chinese Journal of Emergency and Critical Care Nursing, 2022, 3(2):157-162. doi:[10.3761/j.issn.2096-7446.2022.02.012](https://doi.org/10.3761/j.issn.2096-7446.2022.02.012).

(本文编辑 姜晖)

本文引用格式: 郑宇, 周冰倩, 龚妮. 肠内营养后高血糖的研究进展[J]. 中国普通外科杂志, 2023, 32(10):1608-1616. doi: [10.7659/j.issn.1005-6947.2023.10.020](https://doi.org/10.7659/j.issn.1005-6947.2023.10.020)

Cite this article as: Zheng Y, Zhou BQ, Gong N. Research progress of hyperglycemia after enteral nutrition[J]. Chin J Gen Surg, 2023, 32(10):1608-1616. doi:[10.7659/j.issn.1005-6947.2023.10.020](https://doi.org/10.7659/j.issn.1005-6947.2023.10.020)



微信扫一扫
关注该公众号

敬请关注《中国普通外科杂志》官方微信平台

《中国普通外科杂志》官方公众微信正式上线启动(订阅号: ZGPTWKZZ), 我们将通过微信平台定期或不定期推送本刊的优秀文章、工作信息、活动通知以及国内外最新研究成果与进展等。同时, 您也可在微信上留言, 向我们咨询相关问题, 并对我们的工作提出意见和建议。《中国普通外科杂志》公众微信号的开通是在移动互联网时代背景下的创新求变之举, 希望能为广大读者与作者带来更多的温馨和便利。

欢迎扫描二维码, 关注《中国普通外科杂志》杂志社官方微信服务平台。

中国普通外科杂志编辑部