

·指南与共识·

围手术期高血糖患者营养支持治疗管理
专家共识(2025 版)

中华医学会肠外肠内营养学分会 中国医疗保健国际交流促进会临床营养健康学分会
中国营养学会临床营养分会

通信作者:江华,四川省医学科学院 四川省人民医院 电子科技大学附属医院急诊医学
与灾难医学研究所,成都 610072,Email:jianghua@uestc.edu.cn;杨桦,重庆市人民医院
普通外科,重庆 401147,Email:hwbyang@126.com;陈伟,中国医学科学院 北京协和医
学院 北京协和医院临床营养科,北京 100730,Email:chenw@pumch.cn

【摘要】 应激性高血糖是急性疾病如手术、创伤或感染引起的血糖升高,较大的血糖波动会影响术后恢复,增加感染风险,延长康复周期。围手术期营养支持策略需合理制订,以稳定血糖,避免低血糖并发症。《围手术期高血糖患者营养支持治疗管理专家共识(2025 版)》由中华医学会肠外肠内营养学分会联合中国医疗保健国际交流促进会临床营养健康学分会、中国营养学会临床营养分会共同组织制订,基于循证医学证据,从总体血糖目标、血糖控制策略、营养支持治疗干预措施制订及特定手术血糖调控等方面出发,强调个体化策略,以优化患者预后并减少并发症,旨在规范围手术期高血糖患者的营养支持治疗与血糖管理。

【关键词】 围手术期; 高血糖症; 营养支持治疗; 肠外营养; 肠内营养

基金项目:四川省科技计划重点研发项目(2024YFFK0075);中央高水平医院临床科研业务费资助(2025-PUMCH-C-004)

实践指南注册:国际实践指南注册与透明化平台(PREPARE-2024CN023)

**Expert consensus on patient nutrition support management of perioperative hyperglycemia
(2025 edition)**

Chinese Society of Parenteral and Enteral Nutrition, Clinical Nutrition Health Branch of China International Exchange and Promotive Association for Medical and Health Care, Chinese Nutrition Society Branch of Clinical Nutrition

Corresponding authors: Jiang Hua, Institute for Emergency and Disaster Medicine, Sichuan Academy of Medical Sciences & Sichuan Provincial People's Hospital, Affiliated Hospital of University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu 610072, China, Email: jianghua@uestc.edu.cn; Yang Hua, Department of General Surgery, Chongqing General Hospital, Chongqing 401147, China, Email: hwbyang@126.com; Chen Wei, Department of Clinical Nutrition, Chinese Academy of Medical Sciences, Peking Union Medical College Hospital, Beijing 100730, China, Email: chenw@pumch.cn

【Abstract】 Stress hyperglycemia is an elevation of blood glucose triggered by acute illness such as surgery, trauma or infection. Frequent fluctuations of blood glucose may affect postoperative recovery, increase the risk of infection, and prolong the rehabilitation period. An optimal perioperative nutritional support strategy can help patients to stabilize blood glucose, prevent related complications. *Expert consensus on patient nutrition support management of perioperative hyperglycemia (2025 edition)* is developed by the Chinese Society of Parenteral and Enteral Nutrition, Clinical

DOI: 10.3760/cma.j.cn115610-20250531-00237

收稿日期 2025-05-31

引用本文:中华医学会肠外肠内营养学分会,中国医疗保健国际交流促进会临床营养健康学分会,中国营养学会临床营养分会.围手术期高血糖患者营养支持治疗管理专家共识(2025 版)[J].中华消化外科杂志, 2025, 24(7): 781-793. DOI: 10.3760/cma.j.cn115610-20250531-00237.



中华医学杂志社
Chinese Medical Association Publishing House

版权所有 违者必究



Nutrition Health Branch of China International Exchange and Promotive Association for Medical and Health Care and Chinese Nutrition Society Branch of Clinical Nutrition. Followed the evidence-based principles, this consensus emphasizes individualized strategies from the aspects of overall glycemic control target, glycemic control methods, development of nutritional support interventions and glycemic regulation for specialized surgical procedures to optimize patient prognosis and reduce complications. The aim is to standardize nutritional support therapy and blood glucose management for patients with perioperative hyperglycemia.

【Key words】 Perioperative period; Hyperglycemia; Nutritional support; Parenteral nutrition; Enteral nutrition

Fund program: Key Research and Development Project of Sichuan Province (2024YFFK0075); National High Level Hospital Clinical Research Funding (2025-PUMCH-C-004)

Practice guideline registration: Practice Guideline Registration for Transparency (PREPARE-2024CN023)

应激性高血糖(stress hyperglycemia, SH)是机体发生急性疾病时伴随的血糖升高,通常由手术、创伤、重度感染等应激因素引起,一旦急性疾病消退,无基础糖尿病的患者多数血糖可恢复至正常^[1-2]。SH本质上是一种急性炎症反应,是机体在受到手术等打击时由一系列应激激素(如肾上腺素、皮质醇和胰高血糖素等)释放所造成的后果^[3]。在上述应激激素作用下,患者发生胰岛素抵抗和肝脏糖异生,从而引起血糖水平显著升高。持续高血糖状态将加剧手术引起的患者应激反应,对康复产生不良影响,增加感染和死亡风险^[4]。根据患者有无糖尿病病史,并结合其住院糖化血红蛋白(hemoglobin A1c, HbA1c),可将SH分为3种情况:(1)患者既往明确诊断糖尿病,且本次住院期间血糖水平>13.9 mmol/L。(2)患者既往未明确诊断糖尿病,且本次住院期间HbA1c>6.5%,随机检测血糖水平>11.1 mmol/L。(3)既往未明确诊断糖尿病,且本次住院期间HbA1c≤6.5%,随机检测血糖>11.1 mmol/L。

围手术期患者的高血糖水平与营养支持治疗策略之间存在密切关联^[5]。不当的营养支持治疗策略可能会引起患者血糖水平剧烈波动,若未能得到妥善管理,将可能对患者的康复产生负面影响,严重时甚至危及生命^[6]。需要强调的是,对高血糖的过度干预可能造成低血糖(如胰岛素使用不当或过量时)。这是一种严重的并发症,可能导致患者围手术期死亡风险升高,其危害性甚至超过高血糖本身。因此,为围手术期患者制订恰当的营养支持治疗和血糖管理方案至关重要^[7]。为增强我国临床医护人员对围手术期SH的管理能力,尤其是在发生SH时合理制订临床营养支持治疗和血糖管理方案的能力,中华医学会肠外肠内营养学分会联合中国

医疗保健国际交流促进会临床营养健康学分会、中国营养学会临床营养分会共同制订《围手术期高血糖患者营养支持治疗管理专家共识(2025版)》。本共识在制订过程中严格遵循循证指南制订的方法论原则,广泛参考循证医学证据,并结合我国临床实践需要,以期改善患者的临床结局并促进临床资源的合理使用。

一、共识制订的方法及流程

(一)共识的适用对象

本共识总结围手术期SH的监测与干预策略,旨在指导各级医疗机构中涉及外科学、重症医学、内科学、药学以及专科护理等多专科领域的医务人员。

(二)共识制订的方法学

本共识的制订参照WHO发布的指南编写指南^[8]。开发指南研究与评估工具临床指南编写原则^[9]。《中国制订/修订临床诊疗指南的指导原则(2022版)》^[10],同时采纳推荐意见分级评估、制订和评价(grading of recommendations assessment, development and evaluation, GRADE)标准^[11],以确保共识的科学性和权威性。

1. 文献检索策略

共识编写组成员按以下策略对相关文献进行检索及筛选。

(1)检索时间:数据库建库至2025年3月30日。

(2)检索数据库:包括二级数据库(Guideline Clearing House、Cochrane Library、Sum Search)及一级数据库(Medline、EMBASE、Web of Science、中国生物医学文献数据库、中国知网)。

(3)英文检索词:Peri-operation、Post-operation、Stress、Hyperglycemia、Blood glucose、Insulin、Insulin therapy、Intensive insulin therapy、Parenteral nutrition、



Total parenteral nutrition、Nutrition parenteral、Intra-venous feeding、Feeding intravenous、Feedings intra-venous、Intravenous feedings、Parenteral feeding、Feeding parenteral、Feedings parenteral、Parenteral feedings、Enteral Nutrition、Enteral Feeding、Force Feeding、Nutrition, Enteral、Tube Feeding、Gastric Feeding Tubes、Feeding Tube Gastric、Feeding Tubes Gastric、Feeding Enteral、Feeding Force、Feeding Tube、Feedings Force、Force Feedings、Gastric Feeding Tube、Tube Gastric Feeding、Tubes Gastric Feeding。

(4)中文检索词:围手术期、术后、应激、高血糖、血糖、胰岛素、胰岛素治疗、强化胰岛素治疗、肠外营养、全胃肠外营养、完全肠外营养、静脉注射营养、静脉营养、肠道营养、肠内营养、肠道喂养。

(5)文献出版类型:包括有效性(指南、荟萃分析、系统评价、RCT、观察性研究、病例报告)及安全性(指南、荟萃分析、系统评价、RCT、不良反应报告)。

2. 文献等级评价标准

本共识针对不同研究方法采用其针对性评价工具进行方法学质量评价。

(1)系统评价:采用系统评价方法学质量评价工具^[12]。

(2)RCT:采用 Cochrane 协作网 RCT 偏倚风险评估工具^[13]。

(3)非 RCT:使用非随机干预性研究偏倚评估工具^[14]。

3. 共识编撰结构

按照“临床问题—推荐意见(证据级别,推荐级别)—证据简述”的基本框架对每个临床问题分别阐述。关键临床问题部分按照 PICO 格式,即患者类型(patient)、干预措施或诊断试验(intervention)、对照或替代措施(comparison)、结局(outcome)进行描述和评价。编写组人员根据临床问题检索证据并进行证据合成,形成推荐意见。

4. 证据质量和推荐意见强度分级

本研究采用 GRADE 标准将证据质量分为高、中、低和极低 4 类^[11]。见表 1。

RCT 的证据起始质量为高,但可通过降级因素降低其质量;观察性研究的证据起始质量为低,除了降级因素,可通过升级因素提高其质量^[15]。当 1 项干预措施的有效性超过风险性,且经济上可负担时,推荐意见为“强推荐”;当有效性减弱或风险性上升时,推荐意见降级为“弱推荐”;反之,当风险

表 1 推荐意见分级评估、制订和评价标准的证据质量分级

Table 1 Classification of evidence quality in the grading of recommendations assessment, development and evaluation standards

证据质量分级	具体描述
高(A)	对观察值非常有把握:观察值接近真实值
中(B)	对观察值有中等把握:观察值有可能接近真实值,但也有可能差别很大
低(C)	对观察值的把握有限:观察值可能与真实值有很大差别
极低(D)	对观察值几乎没有把握:观察值可能与真实值有极大差别

性超过有效性或患者获益较少,而经济负担较大时,推荐意见为“强烈不推荐”或“不推荐”。每条推荐意见后附证据质量分级和推荐强度分级。

二、共识提出的问题及推荐意见

共识提出的问题及推荐意见见表 2。

三、总目标和控制策略

问题 1:围手术期高血糖患者接受营养支持治疗期间的血糖控制在何种范围为宜?

推荐意见 1:建议尽可能减少围手术期 SH 患者在营养支持治疗期间的血糖波动,并将其血糖水平控制在 8.0~10.0 mmol/L。(证据分级:B,推荐强度:强推荐)

近年来对于高血糖患者,如何实施高质量血糖控制成为研究焦点,即在关注血糖控制范围的同时也着重关注血糖波动^[16]。血糖波动是衡量血糖控制的关键指标,涉及短期(日间血糖波动和日内血糖波动)和长期(HbA1c 变异性)的血糖变化。已有研究结果显示:血糖波动对糖尿病并发症的影响可能超过持续高血糖水平,且易引发氧化应激反应,增加并发症发生风险^[17-19]。适宜的围手术期营养支持治疗对于控制血糖波动至关重要^[20-23]。对于胰岛功能差、使用胰岛素或胰岛素类似物以及胰岛素促泌剂、低血糖风险高、长病程、高龄的糖尿病患者,其血糖波动范围大,应重点关注^[24]。尤其是使用胰岛素或胰岛素类似物以及磺脲类药物的患者。

目前对围手术期患者血糖控制有 2 种不同观点,按血糖控制水平分为 7.8~10.0 mmol/L(即传统血糖控制)和 4.4~6.1 mmol/L(即强化血糖治疗)。但是,多个系统评价和 Meta 分析结果显示:强化血糖治疗并不能降低住院患者的死亡风险,且可能增加患者发生低血糖风险,并影响预后^[25-28]。已有的指南与共识对围手术期患者血糖控制指导标准见表 3^[29-33]。

表 2 共识提出的问题和推荐意见

Table 2 Issues raised by consensus and recommended opinions

问题	推荐意见
问题 1: 围手术期高血糖患者接受营养支持治疗期间的血糖控制在何种范围为宜?	推荐意见 1: 建议尽可能减少围手术期应激性高血糖患者在营养支持治疗期间的血糖波动, 并将其血糖水平控制在 8.0~10.0 mmol/L。(证据分级: B, 推荐强度: 强推荐)
问题 2: 接受营养支持治疗的围手术期患者应如何监测血糖?	推荐意见 2.1: 建议采用个体化监测方案密切监测接受围手术期营养支持治疗患者的血糖水平, 必要时可采用动态血糖监测, 对于血糖水平异常的患者应予以及时处理。(证据级别: A, 推荐强度: 强推荐) 推荐意见 2.2: 应激性高血糖比可作为围手术期患者在采用营养支持治疗期间监测血糖的指标。(证据级别: B, 推荐强度: 弱推荐)
问题 3: 应如何采用胰岛素治疗策略调节围手术期患者的血糖?	推荐意见 3.1: 对于围手术期高血糖患者, 在营养支持治疗期间, 采用静脉输注泵持续泵注胰岛素是较为理想的血糖控制策略。(证据级别: A, 推荐强度: 强推荐) 推荐意见 3.2: 将胰岛素添加于肠外营养三升袋中可能导致低血糖风险升高, 在进行肠外营养支持治疗期间可采用胰岛素泵泵注胰岛素进行血糖控制。(证据级别: C, 推荐强度: 弱推荐)
问题 4: 围手术期高血糖患者采用何种肠内营养制剂?	推荐意见 4.1: 围手术期高血糖患者可使用糖尿病专用型肠内营养制剂。(证据级别: B, 推荐强度: 强推荐) 推荐意见 4.2: 推荐非糖尿病患者术前接受碳水化合物负荷治疗以降低术中及术后胰岛素抵抗。(证据级别: A, 推荐强度: 强推荐) 推荐意见 4.3: 围手术期高血糖患者采用高单不饱和脂肪酸配方的营养制剂进行营养支持治疗有助于改善患者胰岛素抵抗。(证据分级: B, 推荐强度: 弱推荐) 推荐意见 4.4: 采用添加左旋肉碱的营养制剂进行营养支持治疗可降低围手术期高血糖患者体内氧化应激。(证据分级: C, 推荐强度: 弱推荐)
问题 5: 围手术期的高血糖患者应如何调节肠外营养配方?	推荐意见 5.1: 建议参考血脂水平适度提高围手术期高血糖患者肠外营养配方中的脂肪供能比。(证据级别: D, 推荐强度: 弱推荐) 推荐意见 5.2: 在肠外营养中添加 Omega-3 多不饱和脂肪酸用于围手术期高血糖患者较为安全, 可显著缩短术后住院时间, 可能减少胰岛素用量。(证据级别: B, 推荐强度: 弱推荐)
问题 6: 特定手术患者应如何调整胰岛素治疗策略?	推荐意见 6.1: 减重手术患者在围手术期营养支持治疗过程中可采用强化胰岛素治疗策略, 将血糖水平控制为 6.1~8.0 mmol/L, 并尽可能减少血糖波动。(证据分级: B, 推荐强度: 强推荐)。 推荐意见 6.2: 建议全胰腺切除术后患者在营养支持治疗过程中采用“人工胰腺”策略控制血糖(证据级别: A, 推荐强度: 强推荐)。 推荐意见 6.3: 不建议心脏大手术患者采用强化胰岛素治疗控制术后高血糖。(证据级别: C, 推荐强度: 弱推荐)
问题 7: 特定手术患者应如何进行营养支持治疗以改善高血糖?	推荐意见 7: 早期肠内营养支持治疗能够稳定胰腺疾病手术后患者血糖, 减少血糖波动(证据分级: D, 推荐强度: 弱推荐)。

表 3 现有指南与共识中对围手术期患者血糖控制指导标准

Table 3 Guidelines and consensus for perioperative blood glucose control in patients

患者住院情况	患者病情	血糖控制指导标准	发布单位
普通病房	接受择期手术治疗的糖尿病患者	术前糖化血红蛋白控制为<8%, 血糖水平控制为 5.6~10.0 mmol/L; 若无法将糖化血红蛋白控制<8%, 建议血糖水平控制为 5.6~10.0 mmol/L	美国临床内分泌医师协会
	入院前接受饮食治疗或非胰岛素类药物治疗的糖尿病患者	建议采用胰岛素调节疗法或胰岛素计划疗法进行初始治疗, 血糖水平控制为 5.6~10.0 mmol/L	
	入院前已接受胰岛素治疗的糖尿病患者	建议根据营养状况和病情严重程度进行调整, 血糖水平控制为 5.6~10.0 mmol/L	
	无糖尿病史并在住院期间出现高血糖的患者	建议血糖水平控制为 5.6~10.0 mmol/L	中国医师协会、中华医学会内分泌学分会
	中长期手术患者	建议血糖水平控制为 6.0~10.0 mmol/L	
重症监护室	心脏手术患者	建议血糖水平控制为 8.3~11.1 mmol/L	
	神经外科手术患者	建议血糖水平控制为 5.0~10.0 mmol/L	美国肠外肠内营养学会 美国重症医学学会
	一般重症监护室患者	建议血糖水平控制为 7.8~10.0 mmol/L	
		建议血糖水平控制为 5.6~8.3 mmol/L	
	心血管手术后患者	建议血糖水平控制为<8.3 mmol/L	美国糖尿病协会
	头部创伤后患者	多数成年创伤患者应将血糖水平控制为<8.3 mmol/L, 并将血糖水平维持为<10.0 mmol/L	



基于上述研究证据,本共识认为成人围手术期高血糖患者的血糖水平控制目标为:(1)宽松标准为HbA1c<8.5%;空腹血糖或餐前血糖水平为8.0~10.0 mmol/L;餐后2 h血糖水平或不能进食时任意时间点的血糖水平为8.0~12.0 mmol/L,短期血糖水平<15.0 mmol/L也可接受。(2)一般标准为空腹血糖或餐前血糖水平为6.0~8.0 mmol/L;餐后2 h血糖水平或不能进食时任意时间点的血糖水平为8.0~10.0 mmol/L。(3)严格标准为空腹血糖或餐前血糖水平为4.4~6.0 mmol/L;餐后2 h血糖水平或不能进食时任意时间点的血糖水平为6.0~8.0 mmol/L。(4)普通手术患者适用于宽松标准,精细手术如整形手术等采用严格标准。器官移植,身体状况良好、无心脑血管并发症风险的非老年患者或单纯SH患者采用一般标准。

问题2:接受营养支持治疗的围手术期患者应如何监测血糖?

推荐意见2.1:建议采用个体化监测方案密切监测接受围手术期营养支持治疗患者的血糖水平,必要时可采用动态血糖监测(continuous glucose monitoring, CGM),对于血糖水平异常的患者应予以及时处理。(证据级别:A,推荐强度:强推荐)

围手术期血糖异常包括高血糖、低血糖和血糖波动,以高血糖最为常见。围手术期血糖控制不佳与严重的术后不良后果相关,包括感染、住院时间延长,并可能增加患者死亡风险^[34]。因此,应于围手术期针对高血糖患者进行密切血糖监测,并及时予以干预。HbA1c反映患者采血前3个月的平均血糖水平,可用于评价长期血糖控制效果,预测围手术期高血糖风险,建议所有手术患者于术前检测HbA1c。对于血糖监测,国内外指南都推荐采用定点血糖测量作为患者血糖控制的评估指标,每4~6小时监测1次^[35-36]。对于空腹高血糖但病因不明确的患者,《中国血糖监测临床应用指南(2021年版)》明确指出:应增加02:00~03:00时间段的血糖监测^[37]。对于ICU患者,其血糖波动通常较为剧烈且可能在短时间内发生显著变化,每4小时监测1次的频率通常难以捕捉其血糖异常情况。因此,推荐血糖监测频率设定为每1~2小时监测1次^[38-39]。特别是对处于禁食或外源性糖摄入突然中断的患者,应强化对其血糖监测。目前CGM和自我血糖监测(self-monitoring of blood glucose, SMBG)均可实时、有效评估血糖波动程度。CGM能够准确、全面反映血糖波动特征。有学者评估相关研究以明确

CGM在血糖监测中的准确性,结果显示:血管内监测的CGM设备准确率较高,而皮下监测设备准确率相对较低^[40]。SMBG则具有灵活方便、易操作、且相对经济的特点^[41-42]。因此,建议对ICU患者采用个体化监测方案密切关注血糖水平,可根据患者病情状况需要采取CGM。

推荐意见2.2:应激性高血糖比(stress hyperglycemia ratio, SHR)可作为围手术期患者在采用营养支持治疗期间监测血糖的指标。(证据级别:B,推荐强度:弱推荐)

经典的SHR计算公式为入院血糖水平 $[(28.7 \times \text{HbA1c}\%) - 46.7]$ ^[43]。最近提出的改良性SHR以患者最高血糖水平替代入院血糖水平,其计算公式为:最高血糖水平 $[(28.7 \times \text{HbA1c}\%) - 46.7]$ 。SHR可量化反映患者围手术期发生SH时的血糖状态。研究结果显示:SHR与患者的短期和长期病死率呈U型关联,SHR在0.75~0.99范围时,患者不良事件发生率降至最低^[43-44]。与其他连续性血糖监测指标比较,SHR能更好预测高血糖与患者死亡风险的关系^[45-52]。同时,SHR也是心血管手术患者术后不良结局的独立预测因子^[53-57]。2024年Jiang等^[58]的研究结果显示:预后不良的急性缺血性脑卒中患者的术后SHR值显著高于预后良好的患者(标准化均差=0.56,95%CI为0.37~0.75, $P<0.001$)。2025年Tsuji等^[59]的研究结果显示:较高的SHR除了与急性缺血性脑卒中患者术后的不良预后独立相关以外($OR=16.0$,95%CI为1.49~172.8, $P=0.021$),还可能与患者早期神经功能恶化和血管内血栓切除术后不良预后有关。Lin等^[60]和Lyu等^[61]的研究结果均显示:高SHR与非心脏手术患者围手术期主要心血管不良事件风险的升高有关。

问题3:应采用胰岛素治疗策略调节围手术期患者的血糖?

推荐意见3.1:对于围手术期高血糖患者,在营养支持治疗期间,采用静脉输注泵持续泵注胰岛素是较为理想的血糖控制策略。(证据级别:A,推荐强度:强推荐)

皮下注射是最常用的胰岛素给药方式,然而在进行SH时,皮下注射胰岛素难以满足血糖控制所需的即时性和精确性要求。尤其是对于接受肠外营养的SH患者,通过皮下途径进行胰岛素治疗,一旦肠外营养制剂停止输注,易引发低血糖。静脉输注泵能够持续、稳定提供胰岛素^[62]。2023年Cao等^[63]的1项网状Meta分析评估不同胰岛素给药方



式在治疗肠外营养相关高血糖中的有效性和安全性,共纳入 21 个研究,包括 1 459 例患者,分析 6 种不同胰岛素给药方式,包括持续静脉注射胰岛素、持续皮下注射胰岛素、皮下注射胰岛素类药物、在肠外营养制剂中加入常规胰岛素、多次皮下注射胰岛素,以及 50% 胰岛素加入肠外营养制剂联合 50% 皮下注射胰岛素类药物,结果显示:持续静脉注射胰岛素是降低高血糖发生率的最佳干预措施。在胰岛素治疗过程中,应密切监测患者血糖变化,根据血糖水平调整胰岛素剂量,避免低血糖或高血糖的发生。同时,应关注患者个体差异,如年龄、体质量、病情等,制订个性化胰岛素治疗策略,以达到最佳血糖控制效果。

推荐意见 3.2:将胰岛素添加于肠外营养三升袋中可能导致低血糖风险升高,在进行肠外营养支持治疗期间可采用胰岛素泵泵注胰岛素进行血糖控制。(证据级别:C,推荐强度:弱推荐)

2018 年 McCulloch 等^[64]提出:采用肠外营养的患者中,高血糖发生率>50%,需进行胰岛素治疗。目前指南均推荐接受肠外营养的患者采用三升袋进行营养支持治疗,胰岛素是否适合添加于三升袋之中成为研究热点。胰岛素可被聚氯乙烯、玻璃壁、滤器吸附,随着肠外营养制剂的输注,吸附于容器内壁的胰岛素可重新进入肠外营养制剂中,导致胰岛素浓度升高至初始浓度的数倍,从而引发患者血糖显著下降,甚至发生低血糖。有研究比较包括聚氯乙烯、乙烯-醋酸乙烯共聚物和工业化三腔袋等同材质营养袋对肠外营养制剂中胰岛素的影响,结果显示 3 种常用营养袋对胰岛素均存在不同程度的吸附作用^[65]。此外,在全胃肠外营养制剂中,多种维生素、微量元素及脂肪乳的含量对胰岛素有效性的影响尚不明确,许多国家或地区的临床医师、护士及药师缺乏临床营养支持治疗相关的专业培训,硬件条件及人员素质也难以满足无菌操作的要求。同时,对于 SH 患者,血糖水平易受多种因素影响而迅速变化,进一步增加了血糖控制的难度。而相较于其他方法,在三升袋中加入胰岛素的方式无法便捷调整胰岛素用量。2023 年 Cao 等^[63]的网状 Meta 分析结果并未发现在肠外营养制剂中加入胰岛素对患者预后具有积极作用。因此,本共识不推荐对于围手术期高血糖患者将胰岛素添加于三升袋中。

四、营养干预措施

问题 4:围手术期高血糖患者采用何种肠内营

养制剂?

推荐意见 4.1:围手术期高血糖患者可使用糖尿病专用型肠内营养制剂。(证据级别:B,推荐强度:强推荐)

对于围手术期患者采用肠内营养治疗旨在提供包括能量、蛋白质、维生素和矿物质在内的宏量和微量营养素,以降低患者发生营养不良的风险,改善其营养状况和临床结局^[66-67]。手术患者通常因术前禁食、术后麻醉恢复期胃肠道蠕动减缓等原因导致营养摄入不足,需在围手术期接受肠内营养支持治疗。糖尿病专用型肠内营养配方通过使用缓释淀粉替代部分精制碳水化合物、增加膳食纤维或多不饱和及单不饱和脂肪酸以降低碳水化合物供能比等策略,从而实现减缓碳水化合物吸收速率的效果,以降低肠内营养治疗时血糖浓度的曲线下面积,减少血糖波动^[68-70]。已有多项研究验证糖尿病专用型肠内营养制剂在围手术期患者中使用的有效性与安全性^[71-78]。1 项针对糖尿病专用型肠内营养制剂用于肝脏术后发生 SH 患者的研究结果显示:患者的日均胰岛素用量更低,24 h 平均血糖水平、餐后 2 h 血糖水平也有所降低^[71]。对于合并 SH 的脑卒中患者,糖尿病专用型肠内营养制剂能够有效降低患者入院 2 周内的血糖水平,并降低血糖波动^[72-75]。2018 年和 2021 年的 2 项研究结果显示:相较于标准肠内营养制剂,术后采用糖尿病专用型肠内营养制剂的胃癌患者能够获得更好的临床结局,表现为切口感染率更低,血糖波动范围更小,血糖水平更为平稳^[76-77]。陈玮等^[68]的 Meta 分析结果显示:对于重症患者,采用糖尿病专用型肠内营养制剂更有助于控制其平均血糖水平、空腹血糖、餐后 2 h 血糖,并减少胰岛素用量。对合并 2 型糖尿病的围手术期食管癌患者,相较于标准肠内营养制剂,采用糖尿病专用型肠内营养制剂的患者,其血糖波动范围更小,术后并发症更少^[78-79]。

推荐意见 4.2:推荐非糖尿病患者术前接受碳水化合物负荷治疗以降低术中及术后胰岛素抵抗。(证据级别:A,推荐强度:强推荐)

接受大手术的患者由于手术应激及其后续引发的炎症反应,胰岛素敏感性降低,易发生 SH。此种胰岛素抵抗可延续至术后数天甚至数周^[80]。为改善非糖尿病患者术后胰岛素抵抗状况,中华医学会外科学分会、中华医学会麻醉学分会、欧洲临床营养和代谢协会以及美国快速康复外科和围手术期质量倡议协会等专业机构,均推荐“碳水化合物



负荷”治疗策略,具体实施方案为术前 10 h 饮用 12.5% 碳水化合物饮料 800 mL,术前 2 h 饮用 ≤ 400 mL 碳水化合物饮料^[81-83]。对于部分老年患者,一次性口服 800 mL 或 400 mL 碳水化合物饮料可能较为困难,可尝试分次口服(如 200 mL/次)的方案。2017 年 Amer 等^[84]对术前碳水化合物负荷治疗在择期手术患者中的应用效果进行网状 Meta 分析,共纳入 43 项研究,3 110 例患者,结果显示:与术前禁食比较,术前服用低剂量(10~44 g)和高剂量(≥ 45 g)碳水化合物可使患者的术后住院时间分别缩短 0.4 d(95%CI 为 0.03~0.7 d)和 0.2 d(95%CI 为 0.04~0.4 d)。2022 年 Ricci 等^[85]的 1 项网状 Meta 分析研究术前碳水化合物负荷策略对腹部手术患者的影响,结果显示:术前碳水化合物负荷组患者的住院时间更短、代谢情况更佳、术后 C 反应蛋白值最低。还有其他研究结果显示:术前碳水化合物负荷策略可改善患者术后胰岛素抵抗,加速胃肠道功能恢复,缩短住院时间^[86-88]。但是对于已存在糖尿病的患者,需制订个体化处理方案^[89]。

推荐意见 4.3: 围手术期高血糖患者采用高单不饱和脂肪酸(monounsaturated fatty acid, MUFA)配方的营养制剂进行营养支持治疗有助于改善患者胰岛素抵抗。(证据分级:B,推荐强度:弱推荐)

如前所述,胰岛素抵抗是围手术期患者发生 SH 的主要病理生理机制^[90-91]。此时,若摄入过多的 Omega-6 脂肪酸(如花生四烯酸)会加剧炎症反应,激活炎症因子,干扰胰岛素受体底物磷酸化,降低葡萄糖转运蛋白 GLUT4 表达,进一步加剧胰岛素抵抗^[92-95]。有研究结果显示:高 MUFA 配方的营养制剂有助于改善胰岛素抵抗者的胰岛素抵抗指数和空腹胰岛素原水平^[96-98]。此外,遗传学研究结果显示:携带 A 等位基因(G/A)的个体在富含 MUFA 的饮食后,其胰岛素敏感性较 G 等位基因纯合子(G/G)个体显著提高^[99]。另有研究结果显示:MUFA 具有减少医疗保健和社会成本的潜在优势^[100-101]。2020 年 Sanz-París 等^[102]的 Meta 分析比较高 MUFA 含量的糖尿病专用型肠内营养制剂与标准制剂对高血糖成年患者(包括 1 型、2 型糖尿病及 SH 患者)的代谢益处,纳入 18 项研究,845 例受试者,结果显示:相较于标准制剂,高 MUFA 含量的糖尿病专用型肠内营养制剂能有效降低高血糖患者餐后血糖峰值,提高血清高密度脂蛋白水平。因此,欧洲的学术组织于 2012 年发布专家共识,明确推荐 SH 患者采用富含高 MUFA 的糖尿病专用型肠内营养制

剂^[103]。此外,有多项研究结果显示:MUFA 能够降低 2 型糖尿病患者的血糖及 HbA1c 水平,且不损害内皮细胞功能^[104-107]。

推荐意见 4.4: 采用添加左旋肉碱的营养制剂进行营养支持治疗可降低围手术期高血糖患者体内氧化应激。(证据分级:C,推荐强度:弱推荐)

左旋肉碱是一种类氨基酸,在人体中发挥将脂肪酸转运进入线粒体进行 β -氧化的作用,为细胞提供能量。左旋肉碱还具有调节细胞内辅酶 A 比例、抗氧化、稳定细胞膜等重要功能。左旋肉碱可通过增加脂肪酸氧化,降低患者体内氧化应激,降低血糖。慢性肾病、血液透析、肝硬化、部分药物的使用(如丙戊酸)、营养不良、长期素食、剧烈运动、部分先天性代谢疾病等都可导致左旋肉碱的缺乏。目前有多项研究结果显示:住院患者补充左旋肉碱有利于稳定血糖、减少胰岛素抵抗及改善预后^[108-110]。

问题 5: 围手术期的高血糖患者应如何调节肠外营养配方?

推荐意见 5.1: 建议参考血脂水平适度提高围手术期高血糖患者肠外营养配方中的脂肪供能比。(证据级别:D,推荐强度:弱推荐)

常用的肠外营养配方中,非蛋白质热量由葡萄糖和脂肪 2 种能量物质提供,其中葡萄糖的供能比通常设定为 60%~70%,脂肪的供能比为 30%~40%^[111]。对于发生高血糖的患者,有必要对 2 种能量物质的供能比做适当调整。对于无高脂血症的患者,可适当降低碳水化合物的供能比,并提高脂肪的供能比。这种调整有助于更好控制患者的血糖水平,同时确保患者在疾病治疗期间能够获得必要的营养支持治疗,促进其健康恢复。但不建议对高脂血症的患者采用此种策略。

推荐意见 5.2: 在肠外营养中添加 Omega-3 多不饱和脂肪酸用于围手术期高血糖患者较为安全,可显著缩短术后住院时间,可能减少胰岛素用量。(证据级别:B,推荐强度:弱推荐)

2004 年的 1 项 RCT 对腹部肿瘤患者术后补充 Omega-3 多不饱和脂肪酸进行研究,结果显示:患者胰腺功能有所改善^[112]。2012 年的 1 项 RCT 结果显示:静脉输注 Omega-3 多不饱和脂肪酸能有效降低患者在腹部大手术后的高血糖水平及胰岛素用量^[113]。2018 年的 1 项 RCT 结果显示:冠状动脉搭桥术前输注鱼油脂肪乳可显著降低肥胖患者术后胰岛素用量和随机血糖水平^[114]。Omega-3 多不饱和脂肪酸在前列腺切除术后患者中的应用也较为安



全^[115]。在 2 型糖尿病患者中的研究结果显示:补充 Omega-3 多不饱和脂肪酸能增强控糖药物的效果,长期(>12 周)补充适宜剂量的 Omega-3 多不饱和脂肪酸还能改善患者空腹血糖水平^[116-117]。

五、特定手术的血糖控制和营养支持治疗

问题 6: 特定手术患者应如何调整胰岛素治疗策略?

推荐意见 6.1: 减重手术患者在围手术期营养支持治疗过程中可采用强化胰岛素治疗策略,将血糖水平控制为 6.1~8.0 mmol/L,并尽可能减少血糖波动。(证据分级:B,推荐强度:强推荐)

对减重手术患者围手术期实施强化胰岛素治疗,将患者血糖水平控制为 6.1~8.0 mmol/L 可显著减少高血糖相关的免疫抑制和炎症反应,从而降低手术部位感染和全身感染发生率;同时,稳定的血糖水平可减轻代谢应激,促进伤口愈合,缩短住院时间^[118]。美国糖尿病协会和代谢与减重外科协会于 2020 年建议:减重手术围手术期血糖水平应控制为<10.0 mmol/L,但强调 6.1~8.0 mmol/L 为更优目标,从而减少代谢应激,为术后长期体质量管理和糖尿病缓解奠定基础^[119]。参考《中国 2 型糖尿病防治指南(2017 年版)》,患者手术当日,血糖水平应控制为<7.8 mmol/L^[120]。需注意的是,在实施强化胰岛素治疗期间,应密切监测患者血糖变化,及时调整治疗方案,避免发生低血糖(<4.0 mmol/L)等不良事件,提高治疗安全性^[121]。

推荐意见 6.2: 建议全胰腺切除术后患者在营养支持治疗过程中采用“人工胰腺”策略控制血糖。(证据级别:A,推荐强度:强推荐)

“人工胰腺”的有效性和安全性在临床研究中已得到证实^[122-124]。2009 年 Okabayashi 等^[125]开展的 RCT 初步验证胰腺切除术后围手术期采用“人工胰腺”是一种简单、有效维持血糖接近正常水平的方法。2020 年 Yoshimoto 等^[126]开展的回顾性研究结果显示:行胰腺切除术患者围手术期采用“人工胰腺”可有效控制血糖,减少严重并发症的发生。此外,2022 年的 1 项随机交叉临床试验结果显示:与传统的泵注或皮下注射胰岛素比较,“人工胰腺”能够维持胰腺切除术后患者在更长时间内处于正常血糖水平^[127]。

推荐意见 6.3: 不建议心脏大手术患者采用强化胰岛素治疗控制术后高血糖。(证据级别:C,推荐强度:弱推荐)

2011 年 Kansagara 等^[128]的 1 项系统评价结果显

示:强化胰岛素治疗相较于传统胰岛素治疗对围手术期患者的预后改善效果并不明显。2019 年 1 项针对冠状动脉旁路移植术的 RCT 和 2023 年 1 项基于倾向评分匹配的回顾性研究结果均显示:强化胰岛素治疗无法降低心脏手术患者围手术期病死率及并发症发生率^[129-130]。在目前的研究中,仅有 1 项纳入 5 项 RCT,包括 706 例患者的 Meta 分析结果显示:与传统胰岛素治疗比较,强化胰岛素治疗的患者感染率更低($RR=0.50$, 95% CI 为 0.29~0.84, $P=0.009$)^[131]。然而该研究并未显示强化胰岛素治疗在降低病死率、低血糖发生率或心血管事件发生率方面的有效性^[131]。因此,针对心脏手术患者,不推荐围手术期实施强化胰岛素治疗^[132-133]。

问题 7: 特定手术患者应如何进行营养支持治疗以改善高血糖?

推荐意见 7: 早期肠内营养支持治疗能够稳定胰腺疾病手术后患者血糖,减少血糖波动。(证据分级:D,推荐强度:弱推荐)

胰腺手术后胰腺内外分泌功能均受损,从而导致血糖紊乱,甚至当损伤达到一定程度时,还会导致胰源性糖尿病^[134]。与肠外营养比较,肠内营养对血糖代谢的影响较轻,且早期肠内营养有助于减轻胰岛素抵抗,更有利于高血糖的控制^[135-136]。总能量的摄入应遵循平衡膳食原则,其中碳水化合物供能比为 45%~60%,脂肪供能比为 25%~35%,蛋白质供能比为 15%~20%^[137]。对于全胰腺切除术后患者,尤其应注意血糖控制,减少血糖波动^[138]。患者恢复正常饮食前应予以胰岛素静脉滴注,恢复正常饮食后予以胰岛素皮下注射,根据血糖监测结果实时调整胰岛素用量。必要时可采用“人工胰腺”控制血糖。

《围手术期高血糖患者营养支持治疗管理专家共识(2025 版)》 编审委员会名单

执笔专家(按姓氏汉语拼音排序):

- | | |
|-----|-----------------------------|
| 崔红元 | 北京医院普通外科 国家老年医学中心 |
| 陈莲珍 | 中国医学科学院肿瘤医院药剂科 |
| 陈伟 | 中国医学科学院 北京协和医学院 北京协和医院临床营养科 |
| 丛明华 | 中国医学科学院肿瘤医院综合科 |
| 贾震易 | 上海交通大学医学院附属第六人民医院普通外科 |
| 高纯 | 华中科技大学同济医学院附属同济医院胃肠外科 |
| 江华 | 四川省医学科学院 四川省人民医院 电子科 |



技大学附属医院急诊医学与灾难医学研究所
 吴国豪 复旦大学附属中山医院普通外科
 王新颖 中国人民解放军东部战区总医院普通外科
 肖卫东 陆军军医大学第二附属医院普通外科
 杨 桦 重庆市人民医院普通外科
 尤丕聪 天津市天津医院内科 ICU
 朱明炜 北京医院普通外科

方法学专家:

江 华 四川省医学科学院 四川省人民医院 电子科技大学
 附属医院急诊医学与灾难医学研究所
 陈 伟 中国医学科学院 北京协和医学院 北京协和医院
 临床营养科

编写组秘书:

王 璐 四川省医学科学院 四川省人民医院 电子科技大学
 附属医院急诊医学与灾难医学研究所
 林潇哲 福建省省级机关医院临床营养科
 杨广宇 四川省医学科学院 四川省人民医院 电子科技大学
 附属医院急诊医学与灾难医学研究所
 岳汉阳 四川省医学科学院 四川省人民医院 电子科技大学
 附属医院急诊医学与灾难医学研究所
 王 栋 四川省医学科学院 四川省人民医院 电子科技大学
 附属医院急诊医学与灾难医学研究所
 罗 坤 四川省医学科学院 四川省人民医院 电子科技大学
 附属医院急诊医学与灾难医学研究所
 邓梦洁 四川省医学科学院 四川省人民医院 电子科技大学
 附属医院急诊医学与灾难医学研究所

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] Dungan KM, Braithwaite SS, Preiser JC. Stress hyperglycaemia[J]. Lancet, 2009, 373(9677): 1798-1807. DOI: 10.1016/S0140-6736(09)60553-5.
- [2] 江华. 危重症患者的应激性高血糖、营养治疗与血糖管理[J]. 中华糖尿病杂志, 2015, 7(2): 71-72. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1674-5809.2015.02.003.
- [3] Mifsud S, Schembri EL, Gruppeta M. Stress-induced hyperglycaemia[J]. Br J Hosp Med (Lond), 2018, 79(11): 634-639. DOI: 10.12968/hmed.2018.79.11.634.
- [4] Martin ET, Kaye KS, Knott C, et al. Diabetes and risk of surgical site infection: a systematic review and meta-analysis[J]. Infect Control Hosp Epidemiol, 2016, 37(1): 88-99. DOI: 10.1017/ice.2015.249.
- [5] Roszali MA, Zakaria AN, Mohd Tahir NA. Parenteral nutrition-associated hyperglycemia: prevalence, predictors and management[J]. Clin Nutr ESPEN, 2021, 41: 275-280. DOI: 10.1016/j.clnesp.2020.11.023.
- [6] Davidson P, Kwiatkowski CA, Wien M. Management of hyperglycemia and enteral nutrition in the hospitalized patient[J]. Nutr Clin Pract, 2015, 30(5): 652-659. DOI: 10.1177/084533615591057.
- [7] 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.
- [8] World Health Organization. WHO handbook for guideline development, 2nd ed[EB/OL]. [2025-05-31]. <https://iris.who.int/handle/10665/145714>.
- [9] Brouwers MC, Kho ME, Browman GP, et al. AGREE II: advancing guideline development, reporting and evaluation in health care[J]. CMAJ, 2010, 182(18): E839-E842. DOI: 10.1503/cmaj.090449.
- [10] 陈耀龙, 杨克虎, 王小钦, 等. 中国制订/修订临床诊疗指南的指导原则(2022 版)[J]. 中华医学杂志, 2022, 102(10): 697-703. DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20211228-02911.
- [11] Shea BJ, Grimshaw JM, Wells GA, et al. Development of AMSTAR: a measurement tool to assess the methodological quality of systematic reviews[J]. BMC Med Res Methodol, 2007, 7: 10. DOI: 10.1186/1471-2288-7-10.
- [12] Savović J, Weeks L, Sterne JA, et al. Evaluation of the cochrane collaboration's tool for assessing the risk of bias in randomized trials: focus groups, online survey, proposed recommendations and their implementation[J]. Syst Rev, 2014, 3: 37. DOI: 10.1186/2046-4053-3-37.
- [13] Sterne JA, Hernán MA, Reeves BC, et al. ROBINS- I: a tool for assessing risk of bias in non-randomised studies of interventions[J]. BMJ, 2016, 355: i4919. DOI: 10.1136/bmj.i4919.
- [14] Guyatt GH, Oxman AD, Vist GE, et al. GRADE: an emerging consensus on rating quality of evidence and strength of recommendations[J]. BMJ, 2008, 336(7650): 924-926. DOI: 10.1136/bmj.39489.470347.AD.
- [15] Gordon Guyatt, Andrew D. Oxman, Elie Akl, 等. GRADE 指南: I. 导论——GRADE 证据概要表和结果总结表[J]. 中国循证医学杂志, 2011, 11(4): 437-445. DOI: 10.3969/j.issn.1672-2531.2011.04.015.
- [16] Hirsch IB. Glycemic variability: it's not just about A1C anymore![J]. Diabetes Technol Ther, 2005, 7(5): 780-783. DOI: 10.1089/dia.2005.7.780.
- [17] 中华医学会内分泌学分会. 糖尿病患者血糖波动管理专家共识[J]. 药品评价, 2017, 14(17): 5-8, 14. DOI: 10.3969/j.issn.1672-2809.2017.17.001.
- [18] Ceriello A, Colagiuri S. International diabetes federation guideline for management of postmeal glucose: a review of recommendations[J]. Diabet Med, 2008, 25(10): 1151-1156. DOI: 10.1111/j.1464-5491.2008.02565.x.
- [19] 张洁, 董闪闪, 康岩, 等. 2 型糖尿病肾病患者血糖波动与氧化应激的相关性研究[J]. 中国全科医学, 2013, 16(29): 3410-3413. DOI: 10.3969/j.issn.1007-9572.2013.28.037.
- [20] Su G, Mi SH, Tao H, et al. Impact of admission glycemic variability, glucose, and glycosylated hemoglobin on major adverse cardiac events after acute myocardial infarction[J]. Diabetes Care, 2013, 36(4): 1026-1032. DOI: 10.2337/dc12-0925.
- [21] Coutinho M, Gerstein HC, Wang Y, et al. The relationship between glucose and incident cardiovascular events. A metaregression analysis of published data from 20 studies of 95,783 individuals followed for 12.4 years[J]. Diabetes Care, 1999, 22(2): 233-240. DOI: 10.2337/diacare.22.2.233.
- [22] Jin SM, Kim TH, Oh S, et al. Association between the extent of urinary albumin excretion and glycaemic variability indices measured by continuous glucose monitoring[J]. Diabet Med, 2015, 32(2): 274-279. DOI: 10.1111/dme.12607.
- [23] Hsu CR, Chen YT, Sheu WH. Glycemic variability and diabetes retinopathy: a missing link[J]. J Diabetes Complications, 2015, 29(2): 302-306. DOI: 10.1016/j.jdiacomp.2014.11.013.
- [24] Candido R. Which patients should be evaluated for blood



- glucose variability? [J]. *Diabetes Obes Metab*, 2013, 15(Suppl 2):9-12. DOI:10.1111/dom.12141.
- [25] Aldafas R, Crabtree T, Vinogradova Y, et al. Efficacy and safety of intensive versus conventional glucose targets in people with type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis [J]. *Expert Rev Endocrinol Metab*, 2023, 18(1):95-110. DOI:10.1080/17446651.2023.2166489.
 - [26] He J, Xi Y, Lam H, et al. Effect of intensive glycemic control on myocardial infarction outcome in patients with type 2 diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis [J]. *J Diabetes Res*, 2023, 2023:8818502. DOI:10.1155/2023/8818502.
 - [27] Bonds DE, Miller ME, Bergenstal RM, et al. The association between symptomatic, severe hypoglycaemia and mortality in type 2 diabetes: retrospective epidemiological analysis of the ACCORD study [J]. *BMJ*, 2010, 340:b4909. DOI:10.1136/bmj.b4909.
 - [28] 中华医学会内分泌学分会. 中国成人住院患者高血糖管理目标专家共识 [J]. *中华内分泌代谢杂志*, 2013, 29(3):189-195. DOI:10.3760/cma.j.issn.1000-6699.2013.03.002.
 - [29] Garber AJ, Moghissi ES, Bransome ED, et al. American College of Endocrinology position statement on inpatient diabetes and metabolic control [J]. *Endocr Pract*, 2004, 10(Suppl 2):4-9. DOI:10.4158/EP.10.S2.4.
 - [30] Moghissi ES, Hirsch IB. Hospital management of diabetes [J]. *Endocrinol Metab Clin North Am*, 2005, 34(1):99-116. DOI:10.1016/j.ecl.2004.11.001.
 - [31] Jinjing W, Kang C, Xufei L, et al. Chinese clinical practice guidelines for perioperative blood glucose management [J]. *Diabetes Metab Res Rev*, 2021, 37(7):e3439. DOI:10.1002/dmrr.3439.
 - [32] Rebollo-Pérez MI, Florencio Ojeda L, García-Luna PP, et al. Standards for the use of enteral nutrition in patients with diabetes or stress hyperglycaemia: expert consensus [J]. *Nutrients*, 2023, 15(23). DOI:10.3390/nu15234976.
 - [33] Samson SL, Vellanki P, Blonde L, et al. American Association of Clinical Endocrinology consensus statement: comprehensive type 2 diabetes management algorithm—2023 update [J]. *Endocr Pract*, 2023, 29(5):305-340. DOI:10.1016/j.eprac.2023.02.001.
 - [34] Kotagal M, Symons RG, Hirsch IB, et al. Perioperative hyperglycemia and risk of adverse events among patients with and without diabetes [J]. *Ann Surg*, 2015, 261(1):97-103. DOI:10.1097/SLA.0000000000000688.
 - [35] Committee ADAPP. 16. Diabetes care in the hospital: standards of care in diabetes-2024 [J]. *Diabetes Care*, 2024, 47(Suppl 1):295-306. DOI:10.2337/dc24-S016.
 - [36] 国家老年医学中心, 中华医学会老年医学分会, 中国老年保健协会糖尿病专业委员会. 中国老年糖尿病诊疗指南 (2024 版) [J]. *中华老年医学杂志*, 2024, 43(2):105-147. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-9026.2024.02.001.
 - [37] 中华医学会糖尿病学分会. 中国血糖监测临床应用指南 (2021 年版) [J]. *中华糖尿病杂志*, 2021, 13(10):936-948. DOI:10.3760/cma.j.cn115791-20210810-00436.
 - [38] 黎敏. 重症患者的血糖监测及控制 [J]. *世界最新医学信息文摘*, 2015, 15(91):96-97.
 - [39] Dellinger RP, Levy MM, Rhodes A, et al. Surviving sepsis campaign: international guidelines for management of severe sepsis and septic shock: 2012 [J]. *Crit Care Med*, 2013, 41(2):580-637. DOI:10.1097/CCM.0b013e31827e83af.
 - [40] Nielsen CG, Grigonyte-Daraskeviciene M, Olsen MT, et al. Accuracy of continuous glucose monitoring systems in intensive care unit patients: a scoping review [J]. *Intensive Care Med*, 2024, 50(12):2005-2018. DOI:10.1007/s00134-024-07663-6.
 - [41] Galindo RJ, Migdal AL, Davis GM, et al. Comparison of the freestyle libre pro flash continuous glucose monitoring (CGM) system and point-of-care capillary glucose testing in hospitalized patients with type 2 diabetes treated with basal-bolus insulin regimen [J]. *Diabetes Care*, 2020, 43(11):2730-2735. DOI:10.2337/dc19-2073.
 - [42] Fortmann AL, Spierling Bagsic SR, Talavera L, et al. Glucose as the fifth vital sign: a randomized controlled trial of continuous glucose monitoring in a non-ICU hospital setting [J]. *Diabetes Care*, 2020, 43(11):2873-2877. DOI:10.2337/dc20-1016.
 - [43] Yang J, Zheng Y, Li C, et al. The impact of the stress hyperglycemia ratio on short-term and long-term poor prognosis in patients with acute coronary syndrome: insight from a large cohort study in asia [J]. *Diabetes Care*, 2022, 45(4):947-956. DOI:10.2337/dc21-1526.
 - [44] Li L, Zhao M, Zhang Z, et al. Prognostic significance of the stress hyperglycemia ratio in critically ill patients [J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2023, 22(1):275. DOI:10.1186/s12933-023-02005-0.
 - [45] Kongsut S, Kaewkrasasin C. Performance comparison of stress hyperglycemia ratio for predicting fatal outcomes in patients with thrombolysed acute ischemic stroke [J]. *PLoS One*, 2024, 19(1):e0297809. DOI:10.1371/journal.pone.0297809.
 - [46] Yu Q, Fu Q, Ma X, et al. Impact of glycemic control metrics on short-and long-term mortality in transcatheter aortic valve replacement patients: a retrospective cohort study from the MIMIC-IV database [J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2025, 24(1):135. DOI:10.1186/s12933-025-02684-x.
 - [47] Pei Y, Ma Y, Xiang Y, et al. Stress hyperglycemia ratio and machine learning model for prediction of all-cause mortality in patients undergoing cardiac surgery [J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2025, 24(1):77. DOI:10.1186/s12933-025-02644-5.
 - [48] Marenzi G, Cosentino N, Milazzo V, et al. Prognostic value of the acute-to-chronic glycemic ratio at admission in acute myocardial infarction: a prospective study [J]. *Diabetes Care*, 2018, 41(4):847-853. DOI:10.2337/dc17-1732.
 - [49] Qiao Z, Bian X, Song C, et al. High stress hyperglycemia ratio predicts adverse clinical outcome in patients with coronary three-vessel disease: a large-scale cohort study [J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2024, 23(1):190. DOI:10.1186/s12933-024-02286-z.
 - [50] Hu X, Feng D, Zhang Y, et al. Prognostic effect of stress hyperglycemia ratio on patients with severe aortic stenosis receiving transcatheter aortic valve replacement: a prospective cohort study [J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2024, 23(1):73. DOI:10.1186/s12933-024-02160-y.
 - [51] Peng Z, Tian Y, Hu J, et al. The impact of stress hyperglycemia ratio on short-term and long-term outcomes for acute basilar artery occlusion underwent endovascular treatment [J]. *BMC Neurol*, 2024, 24(1):24. DOI:10.1186/s12883-024-03527-0.
 - [52] Lin Z, Liang X, Zhang Y, et al. Positive association between stress hyperglycemia ratio and pulmonary infection in patients with ST-segment elevation myocardial infarction undergoing percutaneous coronary intervention [J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2023, 22(1):76. DOI:10.1186/s12933-023-01799-3.
 - [53] Zhao Y, Zhao Y, Wang S, et al. Association between stress hyperglycemia ratio and contrast-induced nephropathy in ACS patients undergoing PCI: a retrospective cohort study



- from the MIMIC-IV database[J]. *BMC Cardiovasc Disord*, 2025,25(1):135. DOI:10.1186/s12872-025-04573-3.
- [54] As AK, Engin M. The predictive role of modified stress hyperglycemia rate in predicting early pneumonia after isolated coronary bypass surgery in patients with diabetes mellitus[J]. *Biomol Biomed*, 2025,25(2):505-510. DOI: 10.17305/bb.2024.10330.
- [55] Shan Y, Lin M, Gu F, et al. Association between fasting stress hyperglycemia ratio and contrast-induced acute kidney injury in coronary angiography patients: a cross-sectional study[J]. *Front Endocrinol (Lausanne)*, 2023, 14: 1300373. DOI:10.3389/fendo.2023.1300373.
- [56] Guvenc O, Engin M, Ata F, et al. Investigation of the effects of stress hyperglycemia ratio and preoperative computed tomographic angiography on the occurrence of acute kidney injury in diabetic patients following surgical thromboembolctomy[J]. *Tomography*, 2023,9(1):255-263. DOI: 10.3390/tomography9010020.
- [57] Xiong S, Luo Y, Chen Q, et al. Adjustment of the GRACE score by the stress hyperglycemia ratio improves the prediction of long-term major adverse cardiac events in patients with acute coronary syndrome undergoing percutaneous coronary intervention: a multicenter retrospective study[J]. *Diabetes Res Clin Pract*, 2023,198:110601. DOI: 10.1016/j.diabres.2023.110601.
- [58] Jiang Z, Wang K, Duan H, et al. Association between stress hyperglycemia ratio and prognosis in acute ischemic stroke: a systematic review and meta-analysis[J]. *BMC Neurol*, 2024, 24(1):13. DOI:10.1186/s12883-023-03519-6.
- [59] Tsuji Y, Kashiwagi H, Fukumura M, et al. Stress hyperglycemia could influence futile recanalization in patients who undergo mechanical thrombectomy for stroke caused by large vessel occlusion[J]. *World Neurosurg*, 2025,195:123697. DOI:10.1016/j.wneu.2025.123697.
- [60] Lin J, Chen Y, Xu M, et al. Association and predictive ability between significant perioperative cardiovascular adverse events and stress glucose rise in patients undergoing non-cardiac surgery[J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2024, 23(1): 445. DOI:10.1186/s12933-024-02542-2.
- [61] Lyu Z, Ji Y, Ji Y. Association between stress hyperglycemia ratio and postoperative major adverse cardiovascular and cerebrovascular events in noncardiac surgeries: a large perioperative cohort study[J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2024, 23(1):392. DOI:10.1186/s12933-024-02467-w.
- [62] Jacobi J, Bircher N, Krinsley J, et al. Guidelines for the use of an insulin infusion for the management of hyperglycemia in critically ill patients[J]. *Crit Care Med*, 2012,40(12): 3251-3276. DOI:10.1097/CCM.0b013e3182653269.
- [63] Cao L, Zhang D, Zhao Y, et al. Efficacy and safety of different insulin infusion methods in the treatment of total parenteral nutrition-associated hyperglycemia: a systematic review and network meta-analysis[J]. *Front Nutr*, 2023,10: 1181359. DOI:10.3389/fnut.2023.1181359.
- [64] McCulloch A, Bansiya V, Woodward JM. Addition of insulin to parenteral nutrition for control of hyperglycemia[J]. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*, 2018,42(5):846-854. DOI:10.1177/0148607117722750.
- [65] Boullata JJ, Gilbert K, Sacks G, et al. A.S.P.E.N. clinical guidelines: parenteral nutrition ordering, order review, compounding, labeling, and dispensing[J]. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*, 2014,38(3):334-377. DOI:10.1177/0148607114521833.
- [66] Ojo O, Brooke J. Evaluation of the role of enteral nutrition in managing patients with diabetes: a systematic review [J]. *Nutrients*, 2014,6(11):5142-5152. DOI: 10.3390/nu6115142.
- [67] 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.
- [68] 陈玮,王希,潘思旭,等.糖尿病专用配方和标准肠内营养制剂对重症病人高血糖影响的 Meta 分析[J]. *肠外与肠内营养*, 2021,28(6):368-375. DOI:10.16151/j.1007-810x.2021.06.010.
- [69] Jinjing W, Kang C, Xufei L, et al. Chinese clinical practice guidelines for perioperative blood glucose management [J]. *Diabetes Metab Res Rev*, 2021,37(7):e3439. DOI:10.1002/dmrr.3439.
- [70] Sanz-París A, Matía-Martín P, Martín-Palmero Á, et al. Diabetes-specific formulas high in monounsaturated fatty acids and metabolic outcomes in patients with diabetes or hyperglycaemia. A systematic review and meta-analysis [J]. *Clin Nutr*, 2020, 39(11): 3273-3282. DOI: 10.1016/j.clnu.2020.02.036.
- [71] 王欣雪,赵元顺,徐克雷.糖尿病专用肠内营养混悬液康全力对肝脏术后患者血糖的影响[J]. *中国医院药学杂志*, 2017,37(15):1502-1504. DOI:10.13286/j.cnki.chinhosp pharmacy.2017.15.19.
- [72] 万莉,冯锐,芦雪峰,等.糖尿病专用型肠内营养混悬液对重症脑卒中合并应激性高血糖患者的影响[J]. *药学与临床研究*, 2020,28(3):218-221.
- [73] 樊传武,王芳,王新.糖尿病专用型肠内营养混悬液在重症急性脑卒中并发应激性高血糖患者的应用效果[J]. *现代诊断与治疗*, 2021,32(19):3126-3127.
- [74] 闫凯旋,曹铖,杨磊,等.糖尿病专用型肠内营养混悬液对重型脑损伤病人营养指标以及免疫功能的影响[J]. *肠外与肠内营养*, 2018,25(2):76-80. DOI: 10.16151/j.1007-810x.2018.02.004.
- [75] 黄建江,施小燕.等热量不同糖成分营养制剂对重型颅脑损伤患者血糖影响的随机对照研究[J]. *浙江创伤外科*, 2012, (3):291-293. DOI:10.3969/j.issn.1009-7147.2012.03.002.
- [76] Wang J, Zhao J, Zhang Y, 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.
- [77] 符小婧,何书杏,苏连红,等.糖尿病专用肠内营养制剂对胃癌术后病人应激性血糖波动和胰岛素抵抗的影响[J]. *肠外与肠内营养*, 2021,28(4):225-229. DOI:10.16151/j.1007-810x.2021.04.008.
- [78] 李彩惠.强化营养支持护理联合肠内营养乳剂对围手术期食管癌合并 2 型糖尿病患者的价值[J]. *中外医学研究*, 2023, 21(1):113-116. DOI:10.14033/j.cnki.cfmr.2023.01.027.
- [79] 阎新燕,沈娟.糖尿病伴食管癌术后 1 例病人营养支持治疗的药学监护[J]. *肠外与肠内营养*, 2024,31(3):189-192. DOI: 10.16151/j.1007-810x.2024.03.011.
- [80] Ljungqvist O, Jonathan E. Rhoads lecture 2011: insulin resistance and enhanced recovery after surgery[J]. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*, 2012, 36(4):389-398. DOI:10.1177/0148607112445580.
- [81] 江志伟.加速康复外科学[M].北京:人民卫生出版社,2018.
- [82] 中华医学会外科学分会,中华医学会麻醉学分会.中国加速康复外科临床实践指南(2021)(一)[J]. *中华麻醉学杂志*, 2021,41(9):1028-1034. DOI:10.3760/cma.j.cn131073.20210719.00902.



- [83] Feldheiser A, Aziz O, Baldini G, et al. Enhanced recovery after surgery (ERAS) for gastrointestinal surgery, part 2: consensus statement for anaesthesia practice[J]. *Acta Anaesthesiol Scand*, 2016, 60(3):289-334. DOI:10.1111/aas.12651.
- [84] Amer MA, Smith MD, Herbison GP, et al. Network meta-analysis of the effect of preoperative carbohydrate loading on recovery after elective surgery[J]. *Br J Surg*, 2017, 104(3):187-197. DOI:10.1002/bjs.10408.
- [85] Ricci C, Ingaldi C, Alberici L, et al. Preoperative carbohydrate loading before elective abdominal surgery: a systematic review and network meta-analysis of phase II/III randomized controlled trials[J]. *Clin Nutr*, 2022, 41(2):313-320. DOI:10.1016/j.clnu.2021.12.016.
- [86] Li L, Wang Z, Ying X, et al. Preoperative carbohydrate loading for elective surgery: a systematic review and meta-analysis[J]. *Surg Today*, 2012, 42(7):613-624. DOI:10.1007/s00595-012-0188-7.
- [87] Lu J, Khamar J, McKechnie T, et al. Preoperative carbohydrate loading before colorectal surgery: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials[J]. *Int J Colorectal Dis*, 2022, 37(12):2431-2450. DOI:10.1007/s00384-022-04288-3.
- [88] Kotfis K, Jamioł-Milc D, Skonieczna-Żydecka K, et al. The effect of preoperative carbohydrate loading on clinical and biochemical outcomes after cardiac surgery: a systematic review and meta-analysis of randomized trials[J]. *Nutrients*, 2020, 12(10):3105. DOI:10.3390/nu12103105.
- [89] Qin H, Ji J, Miao Y, et al. Efficacy of the oral administration of maltodextrin fructose before major abdominal surgery: a prospective, multicenter clinical study[J]. *World J Surg*, 2022, 46(9):2132-2140. DOI:10.1007/s00268-022-06455-7.
- [90] Shulman GI. Cellular mechanisms of insulin resistance[J]. *J Clin Invest*, 2000, 106(2):171-176. DOI:10.1172/JCI10583.
- [91] Bagry HS, Raghavendran S, Carli F. Metabolic syndrome and insulin resistance: perioperative considerations[J]. *Anesthesiology*, 2008, 108(3):506-523. DOI:10.1097/ALN.0b013e3181649314.
- [92] Calder PC. Marine omega-3 fatty acids and inflammatory processes: effects, mechanisms and clinical relevance[J]. *Biochim Biophys Acta*, 2015, 1851(4):469-484. DOI:10.1016/j.bbali.2014.08.010.
- [93] Shoelson SE, Lee J, Goldfine AB. Inflammation and insulin resistance[J]. *J Clin Invest*, 2006, 116(7):1793-1801. DOI:10.1172/JCI29069.
- [94] Simopoulos AP. The importance of the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases[J]. *Exp Biol Med (Maywood)*, 2008, 233(6):674-688. DOI:10.3181/0711-MR-311.
- [95] López-Vicario C, Rius B, Alcaraz-Quiles J, et al. Pro-resolving mediators produced from EPA and DHA: overview of the pathways involved and their mechanisms in metabolic syndrome and related liver diseases[J]. *Eur J Pharmacol*, 2016, 785:133-143. DOI:10.1016/j.ejphar.2015.03.092.
- [96] Paniagua JA, de la Sacristana AG, Sánchez E, et al. A MUFA-rich diet improves postprandial glucose, lipid and GLP-1 responses in insulin-resistant subjects[J]. *J Am Coll Nutr*, 2007, 26(5):434-444. DOI:10.1080/07315724.2007.10719633.
- [97] Paniagua JA, Gallego de la Sacristana A, Romero I, et al. Monounsaturated fat-rich diet prevents central body fat distribution and decreases postprandial adiponectin expression induced by a carbohydrate-rich diet in insulin-resistant subjects[J]. *Diabetes Care*, 2007, 30(7):1717-1723. DOI:10.2337/dc06-2220.
- [98] Jazurek-Ciesiolka M, Janikiewicz J, Dobrzym P, et al. Oleic acid increases the transcriptional activity of FoxO1 by promoting its nuclear translocation and β -catenin binding in pancreatic β -cells[J]. *Biochim Biophys Acta Mol Basis Dis*, 2019, 1865(10):2753-2764. DOI:10.1016/j.bbdis.2019.06.018.
- [99] Pérez-Martínez P, Pérez-Jiménez F, Bellido C, et al. A polymorphism exon 1 variant at the locus of the scavenger receptor class B type I (SCARB1) gene is associated with differences in insulin sensitivity in healthy people during the consumption of an olive oil-rich diet[J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2005, 90(4):2297-2300. DOI:10.1210/jc.2004-1489.
- [100] Abdullah MM, Jew S, Jones PJ. Health benefits and evaluation of healthcare cost savings if oils rich in monounsaturated fatty acids were substituted for conventional dietary oils in the United States[J]. *Nutr Rev*, 2017, 75(3):163-174. DOI:10.1093/nutrit/nuw062.
- [101] Rehman K, Haider K, Jabeen K, et al. Current perspectives of oleic acid: regulation of molecular pathways in mitochondrial and endothelial functioning against insulin resistance and diabetes[J]. *Rev Endocr Metab Disord*, 2020, 21(4):631-643. DOI:10.1007/s11154-020-09549-6.
- [102] Sanz-París A, Matía-Martín P, Martín-Palmero Á, et al. Diabetes-specific formulas high in monounsaturated fatty acids and metabolic outcomes in patients with diabetes or hyperglycaemia. A systematic review and meta-analysis[J]. *Clin Nutr*, 2020, 39(11):3273-3282. DOI:10.1016/j.clnu.2020.02.036.
- [103] Oliveira G, García-Luna PP, Pereira JL, et al. Recommendations of the GARIN group for managing non-critically ill patients with diabetes or stress hyperglycaemia and artificial nutrition[J]. *Nutr Hosp*, 2012, 27(6):1837-1849. DOI:10.3305/nh.2012.27.6.6076.
- [104] Palomer X, Pizarro-Delgado J, Barroso E, et al. Palmitic and oleic acid: the yin and yang of fatty acids in type 2 diabetes mellitus[J]. *Trends Endocrinol Metab*, 2018, 29(3):178-190. DOI:10.1016/j.tem.2017.11.009.
- [105] Coll T, Eyre E, Rodríguez-Calvo R, et al. Oleate reverses palmitate-induced insulin resistance and inflammation in skeletal muscle cells[J]. *J Biol Chem*, 2008, 283(17):11107-11116. DOI:10.1074/jbc.M708700200.
- [106] Schwingshackl L, Hoffmann G. Monounsaturated fatty acids and risk of cardiovascular disease: synopsis of the evidence available from systematic reviews and meta-analyses[J]. *Nutrients*, 2012, 4(12):1989-2007. DOI:10.3390/nu4121989.
- [107] Tentolouris N, Arapostathi C, Perrea D, et al. Differential effects of two isoenergetic meals rich in saturated or monounsaturated fat on endothelial function in subjects with type 2 diabetes[J]. *Diabetes Care*, 2008, 31(12):2276-2278. DOI:10.2337/dc08-0924.
- [108] Zamani M, Pahlavani N, Nikbaf-Shandiz M, et al. The effects of L-carnitine supplementation on glycemic markers in adults: a systematic review and dose-response meta-analysis[J]. *Front Nutr*, 2022, 9:1082097. DOI:10.3389/fnut.2022.1082097.
- [109] Xu Y, Jiang W, Chen G, et al. L-carnitine treatment of insulin resistance: a systematic review and meta-analysis[J]. *Adv Clin Exp Med*, 2017, 26(2):333-338. DOI:10.17219/acem/61609.
- [110] Nejati M, Abbasi S, Farsaei S, et al. L-carnitine supplement



- tation ameliorates insulin resistance in critically ill acute stroke patients: a randomized, double-blinded, placebo-controlled clinical trial[J]. *Res Pharm Sci*, 2022, 17(1):66-77. DOI:10.4103/1735-5362.329927.
- [111] 中华医学会肠外肠内营养学分会, 中国医师协会外科医师分会临床营养专家工作组. 成人肠外营养脂肪乳注射液临床应用指南(2023 版)[J]. *中华消化外科杂志*, 2023, 22(11): 1255-1271. DOI:10.3760/cma.j.cn115610-20230913-00094.
- [112] Heller AR, Rössel T, Gottschlich B, et al. Omega-3 fatty acids improve liver and pancreas function in postoperative cancer patients[J]. *Int J Cancer*, 2004, 111(4):611-616. DOI: 10.1002/ijc.20291.
- [113] 卢嘉宁. 添加鱼油的肠外营养对腹部大手术后患者应激性血糖增高的影响[D]. 昆明: 昆明医科大学, 2012.
- [114] Hosny H, Ibrahim M, El-Siory W, et al. Comparative study between conventional fasting versus overnight infusion of lipid or carbohydrate on insulin and free fatty acids in obese patients undergoing elective on-pump coronary artery bypass grafting. A prospective randomized trial[J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2018, 32(3): 1248-1253. DOI: 10.1053/j.jvca.2017.11.020.
- [115] Fradet S, Pelletier JF, Singbo N, et al. Effects of omega-3 fatty acids supplementation on perioperative blood loss and complications after radical prostatectomy[J]. *Clin Nutr ESPEN*, 2022, 47:221-226. DOI:10.1016/j.clnesp.2021.12.011.
- [116] 王军, 刘维群. 鱼油通过影响脂质合成增强二甲双胍对 2 型糖尿病大鼠的作用研究[J]. *中国临床药理学杂志*, 2019, 35(19):2336-2339. DOI: 10.13699/j.cnki.1001-6821.2019.19.039.
- [117] 宋欣月, 张英春, 刘宇鹏, 等. 补充 Omega-3 多不饱和脂肪酸对 2 型糖尿病患者血糖水平影响的 meta 分析[J]. *营养学报*, 2020, 42(5):449-457. DOI: 10.3969/j.issn.0512-7955.2020.05.008.
- [118] Dronge AS, Perkal MF, Kancir S, et al. Long-term glycemic control and postoperative infectious complications[J]. *Arch Surg*, 2006, 141(4):375-380. DOI: 10.1001/archsurg.141.4.375.
- [119] Rubino F, Nathan DM, Eckel RH, et al. Metabolic surgery in the treatment algorithm for type 2 diabetes: a joint statement by international diabetes organizations[J]. *Obes Surg*, 2017, 27(1):2-21. DOI:10.1007/s11695-016-2457-9.
- [120] 中华医学会糖尿病学分会. 中国 2 型糖尿病防治指南(2017 年版)[J]. *中华糖尿病杂志*, 2018, 10(1):4-67. DOI:10.3760/cma.j.issn.1674-5809.2018.01.003.
- [121] Investigators NS, Finfer S, Chittock DR, et al. Intensive versus conventional glucose control in critically ill patients[J]. *N Engl J Med*, 2009, 360(13):1283-1297. DOI: 10.1056/NEJMoa0810625.
- [122] Hanazaki K, Maeda H, Okabayashi T. Tight perioperative glycemic control using an artificial endocrine pancreas[J]. *Surg Today*, 2010, 40(1):1-7. DOI: 10.1007/s00595-009-4061-2.
- [123] Tsukamoto Y, Okabayashi T, Hanazaki K. Progressive artificial endocrine pancreas: the era of novel perioperative blood glucose control for surgery[J]. *Surg Today*, 2011, 41(10):1344-1351. DOI: 10.1007/s00595-011-4537-8.
- [124] Yatabe T, Yamazaki R, Kitagawa H, et al. The evaluation of the ability of closed-loop glycemic control device to maintain the blood glucose concentration in intensive care unit patients[J]. *Crit Care Med*, 2011, 39(3):575-578. DOI: 10.1097/CCM.0b013e318206b9ad.
- [125] Okabayashi T, Nishimori I, Yamashita K, et al. Continuous postoperative blood glucose monitoring and control by artificial pancreas in patients having pancreatic resection: a prospective randomized clinical trial[J]. *Arch Surg*, 2009, 144(10):933-937. DOI:10.1001/archsurg.2009.176.
- [126] Yoshimoto T, Ikemoto T, Morine Y, et al. Impact of using a perioperative artificial endocrine pancreas in pancreatic resection[J]. *Ann Gastroenterol Surg*, 2020, 4(5):591-596. DOI:10.1002/ags3.12374.
- [127] van Veldhuisen CL, Latenstein A, Blauw H, et al. Bihormonal artificial pancreas with closed-loop glucose control vs current diabetes care after total pancreatectomy: a randomized clinical trial[J]. *JAMA Surg*, 2022, 157(10):950-957. DOI:10.1001/jamasurg.2022.3702.
- [128] Kansagara D, Fu R, Freeman M, et al. Intensive insulin therapy in hospitalized patients: a systematic review[J]. *Ann Intern Med*, 2011, 154(4):268-282. DOI: 10.7326/0003-4819-154-4-201102150-00008.
- [129] Fujii T, Hirai T, Tamura T, et al. Effect of intensive insulin therapy on inflammatory response after cardiac surgery using bedside artificial pancreas: a propensity score-matched analysis[J]. *Artif Organs*, 2023, 47(6):982-989. DOI: 10.1111/aor.14418.
- [130] Mohod V, Ganeriwal V, Bhang J. Comparison of intensive insulin therapy and conventional glucose management in patients undergoing coronary artery bypass grafting[J]. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol*, 2019, 35(4):493-497. DOI: 10.4103/joacp.JOACP_61_17.
- [131] Hua J, Chen G, Li H, et al. Intensive intraoperative insulin therapy versus conventional insulin therapy during cardiac surgery: a meta-analysis[J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2012, 26(5):829-834. DOI:10.1053/j.jvca.2011.12.016.
- [132] Zafar SN, Iqbal A, Fareez MF, et al. Intensive insulin therapy in brain injury: a meta-analysis[J]. *J Neurotrauma*, 2011, 28(7):1307-1317. DOI:10.1089/neu.2010.1724.
- [133] 黄润, 徐敏, 张海波, 等. 早期间断肠内营养联合血糖优化管理在心脏外科术后合并应激性高血糖病人中的应用[J]. *肠外与肠内营养*, 2025, 32(1):29-34. DOI: 10.16151/j.1007-810x.2025.01.005.
- [134] Khadka R, Tian W, Hao X, et al. Risk factor, early diagnosis and overall survival on outcome of association between pancreatic cancer and diabetes mellitus: changes and advances, a review[J]. *Int J Surg*, 2018, 52:342-346. DOI:10.1016/j.ijsu.2018.02.058.
- [135] 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.
- [136] 陈伟, 王希, 潘思旭, 等. 糖尿病专用配方和标准肠内营养制剂对重症病人高血糖影响的 Meta 分析[J]. *肠外与肠内营养*, 2021, 28(6):368-375. DOI: 10.16151/j.1007-810x.2021.06.010.
- [137] Katsourakis A, Vrabas I, Dimitriadis C, et al. How exercise can influence oxidative stress and glucose levels after pancreatic resection: a randomised controlled trial[J]. *Dig Surg*, 2020, 37(3):205-210. DOI:10.1159/000500910.
- [138] Okabayashi T, Nishimori I, Yamashita K, et al. Continuous postoperative blood glucose monitoring and control by artificial pancreas in patients having pancreatic resection: a prospective randomized clinical trial[J]. *Arch Surg*, 2009, 144(10):933-937. DOI:10.1001/archsurg.2009.176.

