

ERAS理念下术前口服碳水化合物的研究进展

秦 泽

延安大学附属医院麻醉科, 陕西 延安

收稿日期: 2023年3月17日; 录用日期: 2023年4月13日; 发布日期: 2023年4月20日

摘 要

ERAS (加速康复外科)是通过多模式多学科的方式,在围手术期采取一系列以循证医学为基础的措施,让患者平稳的渡过围手术期并促进其尽早恢复身体机能。在ERAS理念的指导下,术前口服碳水化合物饮料近年来在临床逐渐被应用,然而就改善术后结果和安全性而言,术前碳水化合物负荷仍然存在争议。本文论述目前关于术前口服碳水化合物的国内外研究新进展。

关键词

口服碳水化合物, ERAS, 禁饮食, 术前营养, 胰岛素抵抗

Research Progress of Preoperative Oral Carbohydrates under the Concept of ERAS

Ze Qin

Department of Anesthesiology, Affiliated Hospital of Yan'an University, Yan'an Shaanxi

Received: Mar. 17th, 2023; accepted: Apr. 13th, 2023; published: Apr. 20th, 2023

Abstract

ERAS (enhanced recovery after surgery) is a multi-modal, multidisciplinary approach that provides a series of evidence-based measures during the perioperative period to smooth the perioperative period and promote early recovery of physical function. Under the guidance of the ERAS concept, preoperative oral carbohydrate drinks have been gradually used in clinical practice in recent years, but preoperative carbohydrate loading is still controversial in terms of improving postoperative outcomes and safety. This article discusses the current research progress on preoperative oral carbohydrates at home and abroad.

Keywords

Oral Carbohydrates, ERAS, Fasting, Preoperative Nutrition, Insulin Resistance

Copyright © 2023 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

手术作为一种创伤形式, 会诱发人体外周胰岛素抵抗, 从而导致高血糖症, 进而可能对术后患者产生潜在的不良影响[1] [2], 术前干预的有效管理可以减少术后并发症并促进康复。ERAS 理念应运而生, 1997 年丹麦医生 Henrik Kehlet 首次提出, 于 2001 年在临床实施 ERAS 系统, 2007 年黎介寿院士将其引入中国[3]。在相关领域世界各地专家共识与指南的发布使其迅速发展。ERAS 的临床施行涉及外科、麻醉科、护理、营养科室等多个学科。就择期手术而言, 术前禁饮食一直是麻醉医生关注的重点。长期以来, 我们都认为术前长时间(8~12 h)的禁饮食可以有效的减少患者胃内容物量, 降低肺部返流误吸风险。但近来不断有研究指出过长的禁食禁饮并不会减少胃内容物的含量, 还可能会增加患者围术期饥饿、口渴、低血糖甚至脱水等不适, 更重要的是会提高患者术后胰岛素抵抗水平[4] [5] [6], 增加感染风险, 以致麻醉风险增高, 影响预后。1999 年, 美国麻醉医师协会(ASA)修订术前禁饮食指南, 指出术前至少 2 h 以上可以口服普通液体[7]。此后术前口服碳水化合物成为 ERAS 计划的组成部分之一, 欧洲加速康复外科学会将术前 2 h 摄入碳水化合物溶液写入专家共识[8]。近年来, 大量研究以及 meta 分析[9]表明, 在手术前夕口服碳水化合物饮料的主要目的是降低胰岛素抵抗, 这对术后病程有积极的影响, 同时也提高了患者在手术医院的主观感受, 还能降低外科手术后感染死亡率。几项随机对照试验(RCT)和荟萃分析[10] [11]表明, 与服用安慰剂/水或处于禁食状态的患者相比, 术前摄入碳水化合物可降低术后胰岛素抵抗和副作用。然而, 其他随机对照试验[12] [13]表明, 围手术期碳水化合物摄入对术后胰岛素抵抗没有影响。因此, 术前碳水化合物的给药仍然存在争议。本文从碳水化合物的种类、口服方式及容量、安全性、临床作用、特殊人群应用几方面进行综述。

2. 术前口服碳水化合物化合物(Carbohydrate, CHO)的种类

有关术前口服 CHO 的种类并无明确的规定, 有葡萄糖、果糖、麦芽糖、多聚糖以及复合糖等。常用的口服碳水化合物的商业饮料有纽迪西亚公司生产的 NutriciaPreOp, 200 mL 糖浓度 12.5%, 每 100 ml 中含葡萄糖 0.2g、果糖 1.3 g、麦芽糖 0.7 g、多聚糖 10 g; 微量元素以及蛋白质, 渗透压为 260 mOsm/kg; 该饮料被广泛应用于欧美国家; Leila R. D. Hammond 在 2022 年的一项研究将一种标准麦芽糖糊精溶液和一种新型植物糖原溶液)在成人 2 小时内的胃排空情况进行了评估, 得出结论是植物糖原和麦芽糖糊精溶液均在 120 min 内表现出出色的胃排空能力。此外, 在引起胰岛素和血糖反应中两种溶液有细微差异[14]。宜昌人福研究出了商品名为术能的类似口服溶液, 335 mL 糖浓度 14%, 每 100 ml 中含葡萄糖 1.7 g、果糖 2.3 g、麦芽糊精 10 g 以及微量元素和蛋白质, 渗透压为 280~300 mOsm/kg; 此外众多医药公司也生产类似的碳水化合物组件配方食品; 也有医疗机构采用自制溶液, 比如 5%葡萄糖溶液、10%葡萄糖溶液进行相关临床研究。其复合口服液中的微量元素和蛋白质等其他营养成分的研究也在探索中, Henriksen 等[15]在 2002 年的研究中使用碳水化合物——缩氨酸复合液, 加入微量元素的目的是借助微量元素的吸

收加快术后康复。目前有的实验数据仅能表明这种溶液可安全服用, 有无其他积极影响或危害仍需要进一步研究。

总而言之, 对于术前口服碳水化合物溶液的标准还未统一, 目前尚无有循证医学依据的饮用安全, 口感良好且有助于改善预后的口服碳水化合物溶液。未来需要研究术前碳水化合物饮料中碳水化合物种类对围手术期患者预后的影响, 来达到最佳的围手术期护理。

3. 术前口服 CHO 的方式及容量

目前, 美国麻醉医师协会(ASA)和加速康复外科(ERAS)中国专家共识及路径管理指南(2018 版)提倡的术前口服碳水化合物的方式有单剂量(术前 2~3 h)和双剂量(术前 10 h, 术前 2~3 h) [16] [17]。中国学者 Xinrong Chen, Ka Li 等[18] 2021 年发表在英国杂志 CLIN NUTR 上的文献针对两种方式进行实验, 得出的结论是术前晚上(10 h)口服碳水化合物并不能增强术前 2~3 小时口服碳水化合物对胰岛素抵抗、主观舒适度、炎症和免疫力的影响, 并可能影响患者的夜间休息。在决定口服碳水化合物方案时, 可以省略晚间碳水化合物。该实验从中国四川省一家医院招募的 139 例接受胃癌根治术的胃癌患者。将患者随机分为单剂量组(n = 70)或双剂量组(n = 69)。比较两组的胰岛素抵抗指标, 主观舒适度指标, 炎性介质, 免疫学指标, 术后恢复指标和并发症。胰岛素抵抗指标(空腹血糖, 空腹胰岛素和体内稳态模型评估指标), 炎性介质(C 反应蛋白, 白介素-6 和肿瘤坏死因子- α), 免疫学指标(CD3p, 术前 1 天, 术前 3 h 和术后 1 天, 单剂量组和双剂量组之间的 CD4p, CD8 and 和 CD4p/CD8p) (均 $P > 0.05$)。主观舒适度指标(口渴)无差异, 两组在术前 1 天, 术前 3 h, 术前 1 h 和术后 1 天之间的疼痛, 饥饿, 焦虑, 恶心, 疲劳和虚弱(均 $P > 0.05$)。术后恢复指标和并发症(精疲力竭, 两组的液体摄入时间, 术后住院时间, 并发症发生率, 计划外的再次入院率和术后 30 天的计划外再手术率在两组之间无显著差异(所有 $P > 0.05$)。双剂量组的术前夜间排尿次数高于单剂量组(88.3% VS 48.5%, $P < 0.001$), 双剂量组的术前睡眠小时数较低比单剂量组(4.56 ± 0.68 VS 5.71 ± 0.57 , $P < 0.001$)。该结论是否有效还需更多的临床数据来支持。口服的碳水化合物的剂量通常是在术前 10 h 予病人饮用 12.5%的碳水化合物饮品 800 mL, 术前 2 h 饮用 ≤ 400 mL。之前的研究[19]普遍认为, 当胃内容物体积 $GV < 1.5\text{ml/kg}$ (普通成人约 100 ml)时, 患者不存在误吸风险, 清液体及碳水化合物溶液在服用后 90 min 会排空, 因此术前 2 h 建议口服的最大安全剂量为 400 mL。

4. 术前口服 CHO 的安全性监测

超声技术在临床应用日益广泛, 目前可以通过床旁超声技术较为准确的测定患者胃内容物的量。标准腹部超声有较好的穿透能力和显露胃周围解剖标志的能力, 适用于成年患者; 线性高频超声可应用于瘦体型患者或小儿患者。最准确观察方法是在患者口服碳水化合物后, 可让其采取右侧卧位的方式, 将床调至水平, 将超声腹部探头至于剑突下偏右的位置行矢状位扫描。辅以肝左叶、胰腺、腹主动脉和肠系膜上动脉为定位标志, 胃窦部位于肝左叶和胰腺之间, 可见胃窦部呈现低回声液体中掺杂高回声的气泡, 即“满天星”景像。Perlas 等人认为, 主要测定胃窦部的横截面积(CSA), 将胃窦部图像的最长径即前后径(AP) \times 与其垂直的头尾径(CC) $\times \pi/4$ 就等于 CSA, 再将 CSA 带入胃内容量(mL) = $27 + 14.6 \times \text{CSA} - 1.28 \times \text{年龄}$ [20]。但就床边超声检查评估患者胃内容物的量还有很多问题值得探讨。目前提出的公示是否合理, 及该公式是否适用于国人, 都需要更多的临床研究来进行解答。

5. 术前口服 CHO 的临床作用

5.1. 减少术前不良反应

传统观念认为, 术前患者需要保证足够的禁食、禁饮时间, 避免发生围手术期误吸等并发症的发生,

但长时间禁食、禁饮往往会导致患者强烈的饥渴感，加深其对手术的恐惧感，甚至可能出现脱水、低血压、低血糖等症状。术前口服 CHO 能够给机体提供能量，有助于缓解患者术前的不适感，减轻应激反应，降低患者的主观不适性。Jonas Nygren 在 1995 年的一项实验中表明，在麻醉前 4 小时嘱患者口服碳水化合物可能会增加患者的术前焦虑，但是术前焦虑并不会影响患者的胃排空[21]。

5.2. 维持术中及术后血糖水平

Pillinger 最近全面综述了胰岛素抵抗、术前禁食以及潜在的预防和治疗策略的病理生理机制等[22]。该文献指出，由于线粒体功能改变，手术压力和禁食，两者都会诱导胰岛素抵抗。围手术期的胰岛素抵抗以剂量依赖的方式导致发病率增加，而术前碳水化合物负荷可减弱胰岛素抵抗，最大限度地减少蛋白质损失，并改善术后肌肉功能。给健康志愿者口服 CHO 可以增强胰岛素敏感性，认为术前口服 CHO 可以改善患者围手术期炎症与应激反应，其中最主要也最重要的是其能促进内源性胰岛素的分泌与释放，增加胰岛素敏感性和减轻术后胰岛素抵抗。大量临床研究显示，术前口服 CHO 可在麻醉或手术开始时就增强胰岛素活性，降低患者术后胰岛素抵抗[23]。在没有已知糖尿病病史的情况下，围手术期高血糖似乎比单纯糖尿病对手术结果的影响更大。在对 11,000 多名患者的回顾性分析中，Kwon 等人[24]表明在术后第一天出现严重高血糖的糖尿病患者感染性并发症增加了一倍，非糖尿病患者的风险几乎高出三倍，这意味着应预防高血糖。轻度和重度高血糖的发生是腹部大手术后的常见事件，在非糖尿病患者中也是如此；已发表的最大规模随机对照试验[25]的结果证实，术前 CHO 负荷对于维持正常血糖状态是安全有效的，但没有显著调整术后感染并发症的风险。因此，对可能进行腹部大手术的非糖尿病患者常规口服富含 CHO 的溶液可能是一种替代策略，可以防止为严格监测葡萄糖代谢动力学而进行的连续和重复血糖测量，从而降低不明原因的风险绝大多数患者有潜在危险的高血糖发作。但是，还需要进一步设计适当的随机对照试验，解决更多临床相关的问题，例如住院时间和手术相关的发病率。

5.3. 对术后一般情况的影响

目前针对术前口服碳水化合物的大量研究中，得出了许多关于术后恢复情况的结论。主要包括：减轻术后炎症反应及免疫反应；提高体表温度，降低术后低体温发生率；缩短术后排气时间，促进胃肠道功能恢复；减少蛋白分解，促进术后肌肉功能恢复；减少术后恶心、呕吐等主观不适；缩短住院时间等。CHO Enyu Tong 等人[26]在 2022 年最新的一篇 meta 分析中汇集 58 篇文章，4936 名患者，对术前口服 CHO 的术后影响进行了整理。该文献得出结论：术后 24 h 内血清 C 反应蛋白水平、术后疼痛评分、术后患者满意度评分、术后饥饿评分、术后口渴评分、术后焦虑评分、术后恶心呕吐评分、术后疲劳评分、术后无力评分在 meta 分析中差别均无统计学意义。11 项研究报告了术后感染的发生，结果显示，与禁食相比，低剂量碳水化合物可减少术后感染的发生。目前的研究表明，相对于低剂量碳水化合物，口服高剂量碳水化合物(>50 g)对术后结果更有效，并且碳水化合物与术后结果之间没有剂量反应关系。这也有可能是临床中低剂量碳水化合物实验数据较少的原因。

总之，与禁食相比，术前碳水化合物似乎与一些术后结果相关；然而，我们需要对这些饮料进行更多研究，进行多种碳水化合物试验，以提高证据的强度并为临床实践提供信息。

6. 术前口服 CHO 在特殊人群中研究进展

6.1. 老年患者

老年患者代谢减慢，胃肠动力下降，术前口服 CHO 涉及老年患者手术安全问题。JEONG 等[27]研究提示老年患者术前口服碳水化合物溶液虽然胃容量有所增加，但并未进一步增加其反流误吸风险。目前，

针对老年患者术前口服 CHO, 推荐的安全剂量为术前 2 h 口服 200 mL, 或术日前晚口服 400 ml、术前 2 h 口服 200 ml。即使在应激状态下, 也不会增加返流误吸风险。且口服一定量碳水化合物溶液可减少手术过程中血压、心率的波动, 缩短患者苏醒时间, 缓解饥饿感。

6.2. 儿科患者

欧洲麻醉学会的禁食指南建议: 在择期手术前 2 小时, 应鼓励儿童饮用清澈的液体(包括水, 无果汁和无牛奶的茶或咖啡), 除了指南小组的一名成员外, 所有人都认为加入牛奶的茶或咖啡(最多约占总体积的五分之一)仍然是清澈。婴儿应在择期手术前喂食, 母乳为术前 4 h, 其他牛奶为术前 6 h, 建议术前 2 h 口服 CHO 的安全剂量为 5 mL/kg; 相较于成年人来说, 婴幼儿容易脱水, 长时间禁饮食更容易引发一些系列的不良反应。Tudor-Drobniewski 等[28]研究得出在全身麻醉前 2 小时引用 CHO 可减少胃内容物的量。此外, 在减轻孩子的口渴和烦躁方面, 父母通常对术前使用碳水化合物饮料感到满意。目前对于儿科患者来说, 术前口服 CHO 的研究方向不仅要评估胃的 pH 值, 还应评估血糖浓度, 脱水程度和术后恢复程度。

6.3. 孕产妇

以往的观点认为, 孕产妇的反流误吸风险明显高于其他择期手术患者。近年来大量研究表明, 孕产妇胃排空时间与非产妇之间差异无统计学意义, POPIVANOV 等[29]对孕妇进行胃窦部超声测定, 结果表明, 术前口服 200~400 ml 碳水化合物溶液均可在 2 h 内正常排空。其外, 还能减少孕产妇的心理生理不适, 起到一定的积极作用。

6.4. 糖尿病患者

机体长期处于高血糖水平, 可造成全身多器官组织的慢性功能损害, 胃排空延迟是糖尿病患者自主神经病变常见表现之一。围术期长时间禁食或摄入不足, 常规降糖治疗的中断和改变, 也有导致医源性低血糖和血糖波动的可能。围术期血糖管理专家共识(2021 版)指出, ERAS 有利于减少术后恶心呕吐, 尽早恢复术后正常饮食, 缩短糖尿病常规降糖治疗的中断时间, 保持血糖稳定。但 ERAS 计划中术前口服含糖饮料的部分, 不利于糖尿病患者血糖水平的控制, 不做常规推荐。

6.5. 肥胖患者

肥胖可引起全身多个系统病变。肥胖患者体液分布和容量与正常人群存在较大差异, 且肥胖患者均为困难气道, 围术期返流误吸风险高于常人。迄今为止, 对肥胖患者, 尤其是 BMI > 40 kg/m² 的病态肥胖患者, 有关术前口服 CHO 的研究并无确切指南, 因此肥胖患者术前口服 CHO 存在一定难度。肥胖患者相比于普通人群更容易在术前合并低血容量, 术前已明确血容量不足或者预计可能出现血容量不足时, 均需积极行术前补液。推荐方法多为限制性静脉补液, 且其术前静脉补液量以理想体重计算而非实际体重。对于肥胖患者术前口服 CHO 的研究目前尚无定论。

7. 总结

综上所述, 术前口服碳水化合物作为 ERAS 计划的重要组成部分, 在临床工作中逐渐被应用, 其减少术前不良反应, 降低胰岛素抵抗的优点已经得到证实。床旁超声技术为术前口服 CHO 的临床拓展提供了安全保障。但术前口服 CHO 的其他临床作用未来还需要进一步探索。对于特殊患者的具体临床应用仍然饱受限制, 未来还需要大量针对特殊人群的临床研究。此外, 对于碳水化合物的种类也需要更多的临床研究, 得出饮用安全、口感良好且有助于改善预后的口服 CHO, 为临床实践提供指导。

参考文献

- [1] Sunzel, H. (1963) Effects of Surgical Trauma on the Liver Glycogen in Fasting and in Glucose-Fed Patients. *Acta Chirurgica Scandinavica*, **125**, 118-128.
- [2] Ljungqvist, O., Thorell, A., Gutniak, M., Häggmark, T. and Efendic, S. (1994) Glucose Infusion Instead of Preoperative Fasting Reduces Postoperative Insulin Resistance. *Journal of the American College of Surgeons*, **178**, 329-336.
- [3] 黎介寿. 对 Fast-Track Surgery (快通道外科)的认识[J]. 中华医学杂志, 2007, 87(8): 515-517
- [4] Gianotti, L., Biffi, R., Sandini, M., *et al.* (2018) Preoperative Oral Carbohydrate Load versus Placebo in Major Elective Abdominal Surgery (PROCY): A Randomized, Placebo-Controlled, Multicenter, Phase III Trial. *Annals of Surgery*, **267**, 623-630. <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000002325>
- [5] Nygren, J. (2006) The Metabolic Effects of Fasting and Surgery. *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology*, **20**, 429-438. <https://doi.org/10.1016/j.bpa.2006.02.004>
- [6] Domingos, C.M.H., Iida, L.I.S. and Poveda, V.D.B. (2016) Glycemic Control Strategies and the Occurrence of Surgical Site Infection: A Systematic Review. *Revista da Escola de Enfermagem da USP*, **50**, 868-874. <https://doi.org/10.1590/s0080-623420160000600022>
- [7] (1999) American Society of Anesthesiologists 1999 Annual Meeting. Dallas, Texas, USA. October 9-13, 1999. Abstracts. *Anesthesiology*, **91**, A1-1523.
- [8] Fearon, K.C.H., Ljungqvist, O., Von Meyenfeldt, M., Revhaug, A., Dejong, C.H.C., Lassen, K., Nygren, J., Hausel, J., Soop, M., Andersen, J. and Kehlet, H. (2005) Enhanced Recovery after Surgery: A Consensus Review of Clinical Care for Patients Undergoing Colonic Resection. *Clinical Nutrition*, **24**, 466-477. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2005.02.002>
- [9] Melis, G.C., Van Leeuwen, P.A., Von, B.M., *et al.* (2006) A Carbohydrate-Rich Beverage Prior to Surgery Prevents Surgery-Induced Immunodepression: A Randomized, Controlled, Clinical Trial. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*, **30**, 21-26. <https://doi.org/10.1177/014860710603000121>
- [10] Soop, M., Nygren, J., Myrenfors, P., Thorell, A. and Ljungqvist, O. (2001) Preoperative Oral Carbohydrate Treatment Attenuates Immediate Postoperative Insulin Resistance. *The American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, **280**, E576-E583. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.2001.280.4.E576>
- [11] Smith, M.D., McCall, J., Plank, L., Herbison, G.P., Soop, M. and Nygren, J. (2014) Preoperative Carbohydrate Treatment for Enhancing Recovery after Elective Surgery. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, No. 8, CD009161. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD009161.pub2>
- [12] Mathur, S., Plank, L.D., McCall, J.L., Shapkov, P., McIlroy, K., Gillanders, L.K., *et al.* (2010) Randomized Controlled trial of Preoperative Oral Carbohydrate Treatment in Major Abdominal Surgery. *British Journal of Surgery*, **97**, 485-494. <https://doi.org/10.1002/bjs.7026>
- [13] Brady, M.C., Kinn, S., Stuart, P. and Ness, V. (2003) Preoperative Fasting for Adults to Prevent Perioperative Complications. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, **4**, CD004423. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD004423>
- [14] Hammond, L.R.D., Barfett, J., Baker, A. and McGlynn, N.D. (2022) Gastric Emptying of Maltodextrin versus Phytoglycogen Carbohydrate Solutions in Healthy Volunteers: A Quasi-Experimental Study. *Nutrients*, **14**, Article 3676. <https://doi.org/10.3390/nu14183676>
- [15] Henriksen, M.G., Hessov, I., Dela, F., *et al.* (2003) Effects of Preoperative Oral Carbohydrates and Peptides on Postoperative Endocrine Response, Mobilization, Nutrition and Muscle Function in Abdominal Surgery. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*, **47**, 191-199. <https://doi.org/10.1034/j.1399-6576.2003.00047.x>
- [16] Smith, I., Kranke, P., Murat, I., *et al.* (2011) Perioperative Fasting in Adults and Children: Guidelines from the European Society of Anaesthesiology. *European Journal of Anaesthesiology*, **28**, 556-569. <https://doi.org/10.1097/EJA.0b013e3283495ba1>
- [17] 陈凜, 陈亚进, 董海龙, 等. 加速康复外科中国专家共识及路径管理指南(2018版) [J]. 中国实用外科杂志, 2018, 38(1): 1-20. <http://doi.org/10.19538/j.cjps.issn1005-2208.2018.01.01>
- [18] Chen, X.R., *et al.* (2021) Effects of Preoperative Oral Single-Dose and Double-Dose Carbohydrates on Insulin Resistance in Patients Undergoing Gastrectomy: A Prospective Randomized Controlled Trial. *Clinical Nutrition*, **40**, 1596-1603. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2021.03.002>
- [19] Perlas, A., Arzola, C. and Van de Putte, P. (2018) Point-of-Care Gastric Ultrasound and Aspiration Risk Assessment: A Narrative Review. *Canadian Journal of Anesthesia*, **65**, 437-448. <https://doi.org/10.1007/s12630-017-1031-9>
- [20] Perlas, A., Chan, V.W., Lupu, C.M., *et al.* (2009) Ultrasound Assessment of Gastric Content and Volume. *Anesthesiology*, **111**, 82-89. <https://doi.org/10.1097/ALN.0b013e3181a97250>
- [21] Nygren, J., *et al.* (1995) Preoperative Gastric Emptying Effects of Anxiety and Oral Carbohydrate Administration. *Annals of Surgery*, **222**, 728-734. <https://doi.org/10.1097/00000658-199512000-00006>

-
- [22] Pillinger, N.L., Robson, J.L. and Kam, P. (2018) Nutritional Prehabilitation: Physiological Basis and Clinical Evidence. *Anaesthesia and Intensive Care*, **46**, 453-462. <https://doi.org/10.1177/0310057X1804600505>
- [23] 王治国, 杨喆, 秦环龙. 术前口服碳水化合物改善术后胰岛素抵抗的作用及其机理研究[J]. 中国普外基础与临床杂志, 2008, 15(11): 799-804.
- [24] Kwon, S., Thompson, R., Dellinger, P., *et al.* (2013) Importance of Perioperative Glycemic Control in General Surgery: A Report from the Surgical Care and Outcomes Assessment Program. *Annals of Surgery*, **257**, 8-14. <https://doi.org/10.1097/SLA.0b013e31827b6bbc>
- [25] Gianotti, L., Biffi, R., Sandini, M., *et al.* (2018) Preoperative Oral Carbohydrate Load Versus placebo in Major Elective Abdominal Surgery (PROCY): A Randomized, Placebo-Controlled, Multicenter, Phase III Trial. *Annals of Surgery*, **267**, 623-630. <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000002325>
- [26] Tong, E.Y., *et al.* (2022) Effects of Preoperative Carbohydrate Loading on Recovery after Elective Surgery: A Systematic Review and Bayesian Network Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Frontiers in Nutrition*, **9**, Article 951676. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.951676>
- [27] Jeong, J.Y., Ahn, J.H., Shim, J.G., *et al.* (2021) Gastric Emptying of Preoperative Carbohydrate in Elderly Assessed Using Gastric Ultrasonography: A Randomized Controlled Study. *Medicine*, **100**, e27242. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000027242>
- [28] Tudor-Drobjewski, B.A., *et al.* (2018) Randomised Controlled Trial Comparing Preoperative Carbohydrate Loading with Standard Fasting in Paediatric Anaesthesia. *British Journal of Anaesthesia*, **121**, 656-661. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2018.04.040>
- [29] Popivanov, P., Irwin, R., Walsh, M., *et al.* (2020) Gastric Emptying of Carbohydrate Drinks in Term Parturients before Elective Caesarean Delivery: An Observational Study. *International Journal of Obstetric Anesthesia*, **41**, 29-34. <https://doi.org/10.1016/j.ijoa.2019.07.010>