

从禁食到优化：术前口服碳水化合物的代谢机制、临床获益与麻醉管理应用

罗超航*, 王 彬#

重庆医科大学附属第一医院麻醉科, 重庆

收稿日期: 2026年1月6日; 录用日期: 2026年1月30日; 发布日期: 2026年2月9日

摘要

传统的长时间术前禁食旨在降低麻醉反流误吸风险, 但会加剧患者不适、胰岛素抵抗和分解代谢。加速康复外科(ERAS)理念推荐术前口服碳水化合物(POC)作为优化围术期管理的关键措施。本综述旨在系统评价POC的生理基础、临床应用方案、对患者结局的影响及其在麻醉管理中的意义, 并讨论其在特殊人群患者中的应用。POC通常在术前夜及术前2~3小时给予特定浓度(如12.5%)的碳水化合物清液。其核心机制在于缓解患者的口渴、饥饿及焦虑感, 并通过提供外源性葡萄糖减轻术后胰岛素抵抗, 维持代谢稳态和内环境稳定, 可能促进胃肠功能恢复。大量证据表明, POC能显著改善患者的主观舒适度, 有效减轻术后胰岛素抵抗和高血糖, 并可能缩短住院时间, 尤其在大型手术中。在安全性方面, 遵循指南(术前6小时禁固体, 术前2小时饮清液)的POC方案并未增加误吸风险, 研究显示其胃排空速率符合要求甚至优于传统禁食, 这一现象在糖尿病及肥胖患者中也得到了临床验证。但对于存在严重胃排空延迟(如严重糖尿病胃轻瘫、幽门梗阻)、急诊或困难气道高风险患者需谨慎或避免。结论认为, 对于无禁忌的择期手术患者, POC是一项安全有效的ERAS干预措施, 能优化围术期生理状态、改善患者体验并促进恢复, 麻醉科医生应理解其机制与安全范围并积极推广规范应用。未来研究需关注特殊人群和手术类型的精细化应用。

关键词

碳水化合物, 碳水化合物负荷, 加速康复外科, 术前禁食, 胰岛素抵抗, 围手术期管理, 糖尿病, 肥胖

From Fasting to Optimization: Metabolic Mechanisms, Clinical Benefits and Anesthesia Management Applications of Preoperative Oral Carbohydrates

Chaohang Luo*, Bin Wang#

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 罗超航, 王彬. 从禁食到优化: 术前口服碳水化合物的代谢机制、临床获益与麻醉管理应用[J]. 临床医学进展, 2026, 16(2): 1842-1849. DOI: 10.12677/acm.2026.162578

Abstract

Traditional prolonged preoperative fasting is aimed at reducing the risk of anesthesia-induced reflux and aspiration, but it can exacerbate patient discomfort, insulin resistance, and catabolism. The concept of Enhanced Recovery After Surgery (ERAS) recommends oral administration of carbohydrates (POC) before surgery as a key measure to optimize perioperative management. This review aims to systematically evaluate the physiological basis, clinical application protocols, impact on patient outcomes, and significance in anesthesia management of POC, and discuss its application in special patient populations. POC is typically administered in the preoperative night and 2~3 hours before surgery at a specific concentration (such as 12.5%), such as a carbohydrate solution. Its core mechanism lies in alleviating patient thirst, hunger, and anxiety, and by providing exogenous glucose to reduce postoperative insulin resistance, maintaining metabolic homeostasis and internal environment stability, and possibly promoting gastrointestinal function recovery. A large amount of evidence indicates that POC can significantly improve patient subjective comfort, effectively alleviate postoperative insulin resistance and hyperglycemia, and possibly shorten hospital stay, especially in major surgeries. In terms of safety, the POC protocol following the guidelines (no solid food 6 hours before surgery, clear liquid 2 hours before surgery) does not increase the risk of aspiration. Studies have shown that its gastric emptying rate meets the requirements or even exceeds that of traditional fasting, and this phenomenon has also been clinically verified in diabetic and obese patients. However, for patients with severe gastric emptying delay (such as severe diabetic gastroparesis or pyloric obstruction), emergency or high-risk airway patients, caution or avoidance is necessary. The conclusion is that for patients without contraindications for elective surgery, POC is a safe and effective ERAS intervention measure that can optimize perioperative physiological status, improve patient experience, and promote recovery. Anesthesiologists should understand its mechanism and safety range and actively promote its standardized application. Future research should focus on the refined application in special populations and surgical types.

Keywords

Carbohydrate, Carbohydrate Loading, Enhanced Recovery after Surgery, Preoperative Fasting, Insulin Resistance, Perioperative Management, Diabetes, Obesity

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

1.1. 背景

传统术前禁食政策要求患者术前禁食 10~12 小时, 其核心理论依据为降低麻醉诱导期间胃内容物反流与误吸风险[1]。既往指南普遍建议术前 6~8 小时禁食禁饮, 但这一时限缺乏高质量循证医学证据支持[2]。研究发现, 过长的禁食时间可能诱发患者围术期口渴、饥饿及焦虑等主观不适, 并加剧胰岛素抵抗(insulin resistance)与分解代谢状态, 进而延长术后康复周期[3]。临床证据进一步表明, 传统禁食策略可能增加术后并发症风险, 影响糖代谢稳态及手术部位感染发生率[4]。在此背景下, 加速康复外科(Enhanced

Recovery After Surgery, ERAS)理念逐步兴起。该模式由 Kehlet 率先应用于结直肠手术,旨在通过优化围术期管理策略减轻手术应激反应,促进生理功能恢复[5]。作为 ERAS 路径中的关键代谢干预措施,术前口服碳水化合物(Preoperative Oral Carbohydrates, POC)通过提供外源性葡萄糖,显著缓解了患者术前不适感,改善胰岛素敏感性,并优化术后代谢进程。在 ERAS 的各项配套措施中,术前口服含碳水化合物饮料被认为是缩短住院时间最重要的原因之一。

1.2. 目的与范围

本综述旨在系统回顾 POC 干预的生理学机制、临床有效性证据、标准化实施方案、特殊人群患者的管理、安全性争议及未来研究方向。综述范围主要限于择期手术的成年患者,并着重分析与麻醉实践密切相关的核心问题,包括胃排空动力学、胰岛素抵抗调控、术后恶心呕吐(PONV)及疼痛管理。

2. 术前口服碳水化合物的作用机制与临床获益

2.1. 术前禁食的代谢影响

术前禁食使机体进入饥饿状态,引起显著的代谢变化:肝糖原在 12~24 小时内耗尽,迫使机体依赖脂肪动员和蛋白质分解供能。这本身就诱导了生理性的胰岛素抵抗(Insulin Resistance, IR)——即胰岛素促进葡萄糖摄取和利用的效率下降[6]。而手术创伤应激(释放儿茶酚胺、皮质醇、炎症因子如 TNF- α 、IL-6)会急剧加剧这种禁食诱导的 IR。高水平的应激激素直接拮抗胰岛素信号通路,炎症因子则干扰胰岛素受体后信号传导。这种术前禁食与手术应激叠加的严重 IR 带来多重不良后果:包括高血糖、负氮平衡、伤口愈合延迟、感染风险增加等。上述代谢紊乱共同阻碍术后恢复进程,将会延长患者的住院时间。手术时的胰岛素抵抗程度已经被证实为独立预测手术预后的因素[7]。同时,术前禁食带来的紧张、焦虑、口渴等不适也会进一步延缓患者的康复进程。

2.2. 术前口服 CHO 的作用机制与临床获益

术前口服碳水化合物(POC)的核心价值在于显著改善围术期代谢稳态。其分子机制涉及对胰岛素抵抗(IR)的多通路调控:PDK4 通路抑制可能是其关键环节,研究表明 POC 可抑制 FOXO1 介导的 PDK4 mRNA 及蛋白表达[8],在腹腔镜胆囊切除术患者中,肌肉 PDK4 mRNA 水平降低达 4 倍[9],直接缓解手术应激诱导的 IR。这一机制与临床结局高度吻合:多项随机试验证实 POC 使术后 IR 降低约 50%,并同步优化整体代谢功能[11]。IR 的改善进一步带来血糖调控获益。POC 可有效避免术后高血糖发生,降低血糖变异性[10]。这一效应具有重要的临床意义,因术后高血糖与手术部位感染风险显著正相关[11]。一项 Meta 分析表明:在心脏手术中,POC 可使术后胰岛素需求减少 35%,同时降低正性肌力药物需求 20%及 ICU 停留时间,反映了其对危重患者的代谢也具有保护作用。除血糖及胰岛素代谢外,POC 还通过多重途径促进器官功能恢复:胃肠功能:POC 可加速术后肠道运动的恢复,可能与口服的碳水化合物溶液大多为等渗溶液,可促进胃排空相关;肌肉保护:减少氮与蛋白质损失,进而维持瘦体重及肌力。同时,POC 表现出了免疫调节潜力。研究发现其降低了单核细胞 HLA-DR 的表达[12],可能成为其降低术后感染的分子基础。但临床感染率差异仍需更大样本验证。

3. 术前口服碳水化合物对术后康复及麻醉相关结局的影响

3.1. 对术后恢复的影响

术前口服碳水化合物可以显著优化术后康复进程,POC 促进了手术患者术后整体功能的加速恢复,如前所述:通过减少蛋白质与氮损失,POC 改善肌肉功能并促进伤口愈合,同时显著增强术后胃肠功能

恢复, 这对早期经口营养支持至关重要。此外, POC 显著降低了围术期口渴、饥饿、疲劳等不适感, 可以在很大程度上提升患者围手术期的主观幸福感。有 Meta 分析证明 POC 在缓解患者围手术期的口渴、疼痛、焦虑等具有很大优势。

3.2. 对麻醉相关结局的影响

我们可以观察到术前口服碳水化合物负荷显著优化了麻醉相关结局: 多个随机对照试验中可观察到术前服用碳水化合物的手术患者术后恶心呕吐(PONV)发生率降低[13], 其中包括胆囊切除术和全髋关节置换术等手术, 且止吐药需求同步减少[14]。在术后疼痛管理方面亦获益明显: 胆囊切除术患者禁食超过 12 小时会显著加剧疼痛[15], 而标准化 POC 方案(术前夜 400 ml + 术前 2 h 200 ml)可有效缓解疼痛及恶心[16]; 这一现象在甲状腺手术中同样可以观察到。值得注意的是, 一些骨科手术(如长骨骨折、骨肿瘤等)因侵入性强, POC 的镇痛效果可能被手术创伤掩盖, 也有文献报道说全髋置换术患者行 POC 后虽疼痛减轻, 但焦虑未改善[17], 我们可以从中看出在不同手术中 POC 发挥出的效应可能是不同的, 其效应或许会部分被手术本身所掩盖。

4. 碳水化合物负荷在特殊人群患者中的应用

4.1. POC 在糖尿病患者中的应用

4.1.1. 背景与挑战

糖尿病手术患者约占外科手术人群的 15%, 其术后并发症风险与住院时间显著高于非糖尿病患者。此类患者行 POC 将会面临双重代谢挑战: 1) 误吸风险: 我们一般认为糖尿病患者常伴有胃排空延迟(胃轻瘫), 会增加误吸风险[18]。2) 血糖失控风险: 糖尿病患者机体的血糖调控能力较正常人下降, 一些研究担心糖尿病患者 POC 会增加患者的高血糖风险, 诱发氧化应激和神经炎症, 术后伤口感染、心脏事件和其他由高血糖引起的并发症[5]。

4.1.2. 现有研究证据

安全性证据: 胃排空与误吸风险: 有研究发现, 糖尿病患者胃排空延迟主要针对的是固体而不是液体, 对于等渗或低渗的碳水化合物溶液仍然可以以正常速度排入十二指肠[19]。多个研究证实, 糖尿病患者摄入 POC 后胃容量与非糖尿病患者无统计学差异[20]。随着超声技术的发展, 我们可以通过胃超声来安全、无创、准确地评估糖尿病患者行 POC 后的胃容量及反流误吸风险, 一项前瞻性研究应用胃超声技术针对性地评估了糖尿病患者术前 2 h 口服 300 ml (浓度 12.8%)碳水化合物后的胃容量变化及反流误吸风险。最后在研究组中均未发现具有反流误吸风险的患者, 超声下胃容量与非糖尿病患者的数据未见显著差异。

有效性证据: 血糖控制与代谢获益: 综合一些研究结果我们发现, POC 对非糖尿病患者的代谢改善同样可以在糖尿病患者身上体现。一项随机对照试验表明, 糖尿病手术患者在术前 3 h 口服 400 ml (50 g 碳水化合物)术前血糖相对于对照组(400 ml 甜味剂)无明显升高且研究组术中、术后血糖明显低于对照组, 结果表明术前碳水化合物负荷可以明显改善糖尿病手术患者的血糖波动情况[21]。一项关于行全膝关节置换术的糖尿病患者行 POC 的 RCT 研究了术前 2 h、4 h 口服 400 ml 碳水化合物以及通宵禁食的术后胰岛素抵抗及血糖变化, 研究发现试验组(2, 4 h)相对于对照组术后血糖波动明显降低且术后胰岛素抵抗明显降低, 且在术后第 1~2 天术前 2 h 行 POC 胰岛素抵抗小于术前 4 h 行 POC [22]。同样的血糖代谢改善的结果我们在行结肠手术的糖尿病患者中也可以看到[23]。

4.1.3. 争议及个体化分层管理策略

研究争议: 上述研究虽然为糖尿病手术患者术前行 POC 提供了一定的安全性与有效性的证明, 表明

POC 给非糖尿病患者带来的益处也可以在糖尿病手术患者身上看到。但由于糖尿病患者血糖代谢的差异较大, 仍有部分研究发现 POC 仍会给糖尿病患者带来一定的高血糖风险。如同样是关于全关节置换术的糖尿病患者 POC 的研究发现, 术前 2~3 h 口服 400 ml 碳水化合物的糖尿病手术患者相对于对照组术后血糖变异率增加。一篇随机对照试验对比了糖尿病手术患者术前 2 h 分别口服 100、200、300 ml (浓度 12.5%) 的碳水化合物, 其发现术前口服 100、200 ml 碳水化合物对血糖无明显影响但口服 300 ml 碳水化合物会出现明显的高血糖[24]。

个体化分层管理策略: 根据美国糖尿病协会推荐, 围手术期血糖应维持在 4.4~10.0 mmol/L 之间[25], 目前研究表明, 糖尿病患者术前饮用碳水化合物后血糖波动低于 2 mmol/L 对增加围术期并发症并无明显意义。综合现有研究, 我们仅推荐血糖控制良好($HbA1c \leq 8.5\%$)的 T2DM 患者, 排除 T1DM 及血糖控制不佳者术前我们需要常规监测血糖, 对于具有严重胃排空延迟的病人予以排除。POC 带来的胰岛素抵抗下降等代谢改善及恶心呕吐、紧张焦虑等主观舒适度的改善已经被证实, 其对糖尿病患者可能带来的短时间的血糖波动我们可以通过个体化补充胰岛素来解决, 这样既通过 POC 激活了内源性胰岛素途径改善代谢和主观舒适度, 也不会因为短时间剧烈的血糖波动导致严重的术后并发症[26]。

4.2. POC 在肥胖患者中的应用

肥胖患者也是一类我们通常所认为的胃排空延迟的高风险人群。这主要是因为两个原因: 1) 肥胖患者胃食管解剖结构及其导致的病理生理(即食管运动障碍、食管下括约肌功能受损、裂孔疝、腹内压升高)增加了误吸风险[27]。2) 肥胖已被发现是提示胃轻瘫症状的独立预测因子, 估计 60%的胃轻瘫患者超重[28]。对此, 我们需要高质量的临床研究来评估 POC 对于肥胖患者的风险与获益。一项关于病态肥胖糖尿病患者(平均 BMI 48.2KG/M²)术前行 POC 的研究使用了胃镜评估患者 POC 后的残胃量(RGV), 研究组的 RGV 并没有高于对照组, 两组无明显差异, 且围术期血糖控制无明显差异, 未见高血糖风险[29]。同样的结果在行减重手术的患者行 POC 的研究中也能看见, 其胃镜直视下发现研究组胃容量反而低于对照组, 虽然这种差异并无统计学意义但是其也进一步反映了反流误吸风险的降低[30]。同样地, 碳水化合物负荷带来的术后住院时间缩短、代谢改善及主观舒适度改善等益处同样可以在该类型患者中体现。所以综合以上研究, 我们可以发现 POC 在肥胖手术患者中是一种安全有效且简便的改善围术期舒适度的方式, 可以作为 ERAS 的常规环节进行。

5. 总结与讨论

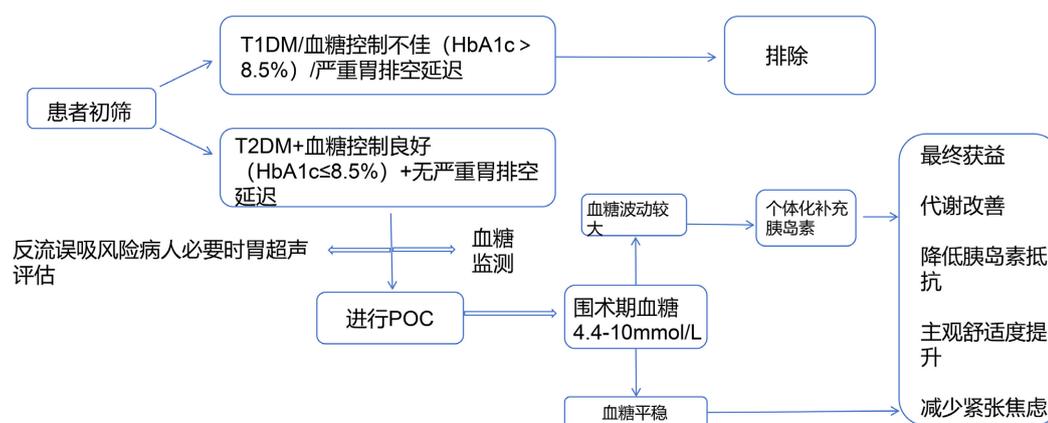


Figure 1. Preoperative individualized management strategy for oral administration of carbohydrates

图 1. 术前口服碳水化合物个体化管理策略

术前口服碳水化合物负荷(POC)通过抑制 PDK4 通路显著改善胰岛素抵抗及代谢稳态, 缩短住院时间并优化了麻醉相关的术后恶心呕吐及疼痛的结局。其安全性也得到了多个 RCT 研究及 Meta 分析的验证, 在糖尿病/肥胖患者等特殊患者中亦未增加误吸风险且同样获益。本综述通过系统解析 POC 的循证体系, 揭示了其从代谢调控到临床康复的多维度价值, 但更需深入思考三个核心命题: 首先, POC 的价值不仅在于纠正禁食诱导的代谢紊乱, 更在于重构围术期管理范式——传统禁食政策以规避误吸风险为单一目标, 本质上是一种“防御性医疗”; 而 POC 通过激活内源性保护机制(如抑制 PDK4 通路减轻胰岛素抵抗), 将管理重心转向生理功能主动优化, 这代表围术期管理从风险控制到功能提升的认知变化。其次, 现有研究对不同手术类型及不同患者的个体化碳水化合物负荷方案研究仍有不足, 如部分骨科手术中镇痛效果的掩盖、心脏手术中心功能独立改善, 提示我们在不同手术类型中 POC 发挥的效应可能存在差异。最后, 安全性共识背后隐藏着临床转化瓶颈: 尽管胃超声技术已实现胃容量可视化, 但医护人员及患者的“误吸恐惧”这一认知惯性仍导致依从性低下[3], POC 及 ERAS 没有我们预想的普及, 这反映出了技术革新与认知更新的割裂。未来研究需着力于三方面突破: 在机制层面, 应探索 POC 介导胰岛素抵抗缓解后机体的一系列分子机制变化; 在临床应用层面, 亟需开发基于手术类型及患者类型的精准给药方案; 在实施层面, 须将麻醉科定位为 ERAS 主导者, 以胃容量超声为保障, 推动 POC 从标准化方案向动态决策转化。总之, POC 的价值远超缩短住院时间等表观指标, 其核心在于重塑围术期生理稳态——唯有将视角从“并发症预防”提升至“功能韧性增强”, 才能真正释放其作为“代谢基石”的战略意义。最后, 针对以上综述, 我们提供了术前口服碳水化合物的个体分层化管理策略流程图作为总结, 详见图 1。

参考文献

- [1] Onalan, E., Andsoy, I.I. and Ersoy, O.F. (2019) The Effect of Preoperative Oral Carbohydrate Administration on Insulin Resistance and Comfort Level in Patients Undergoing Surgery. *Journal of PeriAnesthesia Nursing*, **34**, 539-550. <https://doi.org/10.1016/j.jopan.2018.07.007>
- [2] Sarin, A., Chen, L. and Wick, E.C. (2017) Enhanced Recovery after Surgery—Preoperative Fasting and Glucose Loading—A Review. *Journal of Surgical Oncology*, **116**, 578-582. <https://doi.org/10.1002/jso.24810>
- [3] Vlad, O., Catalin, B., Mihai, H., Adrian, P., Manuela, O., Gener, I., et al. (2020) Enhanced Recovery after Surgery (ERAS) Protocols in Patients Undergoing Radical Cystectomy with Ileal Urinary Diversions: A Randomized Controlled Trial. *Medicine*, **99**, e20902. <https://doi.org/10.1097/md.00000000000020902>
- [4] Ricci, C., Ingaldi, C., Alberici, L., Serbassi, F., Pagano, N., De Raffe, E., et al. (2022) Preoperative Carbohydrate Loading before Elective Abdominal Surgery: A Systematic Review and Network Meta-Analysis of Phase II/III Randomized Controlled Trials. *Clinical Nutrition*, **41**, 313-320. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2021.12.016>
- [5] Memtsoudis, S.G., Fiasconaro, M., Soffin, E.M., Liu, J., Wilson, L.A., Poeran, J., et al. (2020) Enhanced Recovery after Surgery Components and Perioperative Outcomes: A Nationwide Observational Study. *British Journal of Anaesthesia*, **124**, 638-647. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2020.01.017>
- [6] Canbay, Ö., Adar, S., Karagöz, A.H., Çelebi, N. and Bilen, C.Y. (2014) Effect of Preoperative Consumption of High Carbohydrate Drink (Pre-Op®) on Postoperative Metabolic Stress Reaction in Patients Undergoing Radical Prostatectomy. *International Urology and Nephrology*, **46**, 1329-1333. <https://doi.org/10.1007/s11255-013-0612-y>
- [7] Sato, H., Carvalho, G., Sato, T., Lattermann, R., Matsukawa, T. and Schrick, T. (2010) The Association of Preoperative Glycemic Control, Intraoperative Insulin Sensitivity, and Outcomes after Cardiac Surgery. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, **95**, 4338-4344. <https://doi.org/10.1210/jc.2010-0135>
- [8] Smith, I., Kranke, P., Murat, I., Smith, A., O'Sullivan, G., Sreide, E., 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>
- [9] Awad, S., Constantin-Teodosiu, D., Constantin, D., Rowlands, B.J., Fearon, K.C.H., Macdonald, I.A., et al. (2010) Cellular Mechanisms Underlying the Protective Effects of Preoperative Feeding: A Randomized Study Investigating Muscle and Liver Glycogen Content, Mitochondrial Function, Gene and Protein Expression. *Annals of Surgery*, **252**, 247-253. <https://doi.org/10.1097/sla.0b013e328181e8fbc6>

- [10] Lidder, P., Thomas, S., Fleming, S., Hosie, K., Shaw, S. and Lewis, S. (2013) A Randomized Placebo Controlled Trial of Preoperative Carbohydrate Drinks and Early Postoperative Nutritional Supplement Drinks in Colorectal Surgery. *Colorectal Disease*, **15**, 737-745. <https://doi.org/10.1111/codi.12130>
- [11] Kao, L.S. and Phatak, U.R. (2013) Glycemic Control and Prevention of Surgical Site Infection. *Surgical Infections*, **14**, 437-444. <https://doi.org/10.1089/sur.2013.008>
- [12] Hamamoto, H., Yamamoto, M., Masubuchi, S., Ishii, M., Osumi, W., Tanaka, K., *et al.* (2018) The Impact of Preoperative Carbohydrate Loading on Intraoperative Body Temperature: A Randomized Controlled Clinical Trial. *Surgical Endoscopy*, **32**, 4393-4401. <https://doi.org/10.1007/s00464-018-6273-2>
- [13] Hausel, J., Nygren, J., Thorell, A., Lagerkranser, M. and Ljungqvist, O. (2005) Randomized Clinical Trial of the Effects of Oral Preoperative Carbohydrates on Postoperative Nausea and Vomiting after Laparoscopic Cholecystectomy. *British Journal of Surgery*, **92**, 415-421. <https://doi.org/10.1002/bjs.4901>
- [14] Rajan, S., Rahman, A.A. and Kumar, L. (2021) Preoperative Oral Carbohydrate Loading: Effects on Intraoperative Blood Glucose Levels, Post-Operative Nausea and Vomiting, and Intensive Care Unit Stay. *Journal of Anaesthesiology Clinical Pharmacology*, **37**, 622-627. https://doi.org/10.4103/joacp.joacp_382_19
- [15] Tosun, B., Yava, A. and Açikel, C. (2014) Evaluating the Effects of Preoperative Fasting and Fluid Limitation. *International Journal of Nursing Practice*, **21**, 156-165. <https://doi.org/10.1111/ijn.12239>
- [16] Singh, B.N., Dahiya, D., Bagaria, D., Saini, V., Kaman, L., Kaje, V., *et al.* (2015) Effects of Preoperative Carbohydrates Drinks on Immediate Postoperative Outcome after Day Care Laparoscopic Cholecystectomy. *Surgical Endoscopy*, **29**, 3267-3272. <https://doi.org/10.1007/s00464-015-4071-7>
- [17] Harsten, A., Hjartarson, H. and Toksvig-Larsen, S. (2012) Total Hip Arthroplasty and Perioperative Oral Carbohydrate Treatment: A Randomised, Double-Blind, Controlled Trial. *European Journal of Anaesthesiology*, **29**, 271-274. <https://doi.org/10.1097/eja.0b013e3283525ba9>
- [18] 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>
- [19] Kielhorn, B.A., Senagore, A.J. and Asgeirsson, T. (2018) The Benefits of a Low Dose Complex Carbohydrate/Citrulline Electrolyte Solution for Preoperative Carbohydrate Loading: Focus on Glycemic Variability. *The American Journal of Surgery*, **215**, 373-376. <https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2017.10.029>
- [20] Kweon, S., Park, J.s. and Lee, Y.c. (2020) Oral Carbohydrate Administration in Patients Undergoing Cephalomedullary Nailing for Proximal Femur Fractures: An Analysis of Clinical Outcomes and Patient Satisfaction. *Geriatric Orthopaedic Surgery & Rehabilitation*, **11**, 1-8. <https://doi.org/10.1177/2151459320958609>
- [21] Kruisselbrink, R., Arzola, C., Jackson, T., Okrainec, A., Chan, V. and Perlas, A. (2017) Ultrasound Assessment of Gastric Volume in Severely Obese Individuals: A Validation Study. *British Journal of Anaesthesia*, **118**, 77-82. <https://doi.org/10.1093/bja/aew400>
- [22] Sada, F., Krasniqi, A., Hamza, A., Gecaj-Gashi, A., Bicaj, B. and Kavaja, F. (2014) A Randomized Trial of Preoperative Oral Carbohydrates in Abdominal Surgery. *BMC Anesthesiology*, **14**, Article No. 93. <https://doi.org/10.1186/1471-2253-14-93>
- [23] Şavluk, Ö.F., Kuşçu, M.A., Güzelmeriç, F., Gürcü, M.E., Erkiliç, A., Çevirme, D., *et al.* (2017) Do Preoperative Oral Carbohydrates Improve Postoperative Outcomes in Patients Undergoing Coronary Artery Bypass Grafts? *Turkish Journal of Medical Sciences*, **47**, 1681-1686. <https://doi.org/10.3906/sag-1703-19>
- [24] Melis, G.C., van Leeuwen, P.A.M., Von Blomberg-van der Flier, B.M.E., Goedhart-Hiddinga, A.C., Uitdehaag, B.M.J., van Schijndel, R.J.M.S., *et al.* (2006) A Carbohydrate-Rich Beverage Prior to Surgery Prevents Surgery-Induced Immune-depression: A Randomized, Controlled, Clinical Trial. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*, **30**, 21-26. <https://doi.org/10.1177/014860710603000121>
- [25] Pimenta, G.P. and de Aguilar-Nascimento, J.E. (2013) Prolonged Preoperative Fasting in Elective Surgical Patients: Why Should We Reduce It? *Nutrition in Clinical Practice*, **29**, 22-28. <https://doi.org/10.1177/0884533613514277>
- [26] Lee, A.S. and Ryu, J.H. (2018) Aspiration Pneumonia and Related Syndromes. *Mayo Clinic Proceedings*, **93**, 752-762. <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2018.03.011>
- [27] Pimenta, G.P., Dandin, O., Caporossi, C. and Aguilar Nascimento, J.E. (2023) Residual Gastric Volume in Morbidly Obese Diabetics after an Overnight Fasting or 3 Hours of a Carbohydrate-Enriched Supplement: A Randomized Cross-over Pilot Study. *ABCD. Arquivos Brasileiros de Cirurgia Digestiva (São Paulo)*, **36**, e1791. <https://doi.org/10.1590/0102-672020230073e1791>
- [28] Lemanu, D.P., Singh, P.P., Berridge, K., Burr, M., Birch, C., Babor, R., *et al.* (2013) Randomized Clinical Trial of Enhanced Recovery versus Standard Care after Laparoscopic Sleeve Gastrectomy. *British Journal of Surgery*, **100**, 482-489. <https://doi.org/10.1002/bjs.9026>

-
- [29] Suh, S., Hetzel, E., Alter-Troilo, K., Lak, K., Gould, J.C., Kindel, T.L., *et al.* (2021) The Influence of Preoperative Carbohydrate Loading on Postoperative Outcomes in Bariatric Surgery Patients: A Randomized, Controlled Trial. *Surgery for Obesity and Related Diseases*, **17**, 1480-1488. <https://doi.org/10.1016/j.soard.2021.04.014>
- [30] Ye, Y., Jiang, B., Manne, S., Moses, P.L., Almansa, C., Bennett, D., *et al.* (2020) Epidemiology and Outcomes of Gastroparesis, as Documented in General Practice Records, in the United Kingdom. *Gut*, **70**, 644-653. <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2020-321277>