

术前口服碳水化合物对剖宫产术后加速康复的影响

席欣欣, 郭红, 黎姝, 冯邸, 刘朵朵[△]

【摘要】 术前口服碳水化合物是剖宫产术后加速康复(enhanced recovery after cesarean delivery, ERAC)的关键环节,其要求产妇在手术前 2~3 h 口服一种等渗复合碳水化合物溶液(含麦芽糖糊精、果糖、葡萄糖和牛磺酸等成分)。然而,其利弊影响在产妇这一特殊群体中一直备受争议。研究表明术前口服碳水化合物实现 ERAC 是涉及多个层面和角度的复杂过程,能够缓解产妇饥饿感、降低胰岛素抵抗、缩短肠功能恢复时间、预防术中低体温以及降低术后恶心和呕吐的发生,同时有利于减少新生儿并发症、促进母乳喂养,进而改善母婴结局。综述术前口服碳水化合物对 ERAC 的具体影响及其在 ERAC 过程中的作用机制,以期为 ERAC 的深入研究和临床应用提供理论支持。

【关键词】 剖宫产术;剖宫产术后加速康复;碳水化合物;饮食疗法;胰岛素抵抗

Effect of Preoperative Oral Carbohydrate on Enhanced Recovery after Cesarean Section XI Xin-xin, GUO Hong, LI Shan, FENG Di, LIU Duo-duo. Department of Obstetrics, Xi'an People's Hospital (Xi'an Fourth Hospital), Xi'an 710000, China
Corresponding author: LIU Duo-duo, E-mail: liuduoduo2008@126.com

【Abstract】 Preoperative oral carbohydrate is a key component of enhanced recovery after cesarean delivery (ERAC). It requires women to take an isotonic complex carbohydrate solution (containing maltodextrin, fructose, glucose and taurine) orally 2 to 3 hours before surgery. However, its beneficial and harmful effects have been controversial in this particular group of women. Studies have shown that preoperative oral carbohydrate intake, as a complex process involving multiple levels and angles, can alleviate maternal hunger, reduce insulin resistance, shorten the recovery time of intestinal function, prevent intraoperative hypothermia and reduce the incidence of postoperative nausea and vomiting, and help to reduce neonatal complications, promote breastfeeding, and thus improve maternal and infant outcomes. The specific effects of preoperative oral carbohydrate on ERAC and its mechanism in ERAC process were reviewed in order to provide theoretical support for in-depth study and clinical application of ERAC.

【Keywords】 Caesarean section; Enhanced recovery after cesarean delivery; Carbohydrates; Dietary therapy; Insulin resistance

(J Int Obstet Gynecol, 2024, 51:616-619)

随着中国“三孩”政策的实施,剖宫产率的持续上升给产科领域带来了前所未有的挑战^[1]。但在某些难产情况下,剖宫产仍是不容忽视的保障母婴安全的关键手段^[2]。因此,不应单纯追求剖宫产率的下降,而应转向提升剖宫产围手术期医疗质量,致力于加速剖宫产术后的全面康复进程^[3]。在此背景下,剖宫产术后加速康复(enhanced recovery after cesarean delivery, ERAC)方案以产妇为中心,系统而全面地整合了术前术后的饮食管理、疼痛管理、早期活动促进及血栓预防等核心要素,为产妇提供了更为全面、高效且科学的康复流程。其中,术前口服碳水化合物

(carbohydrate, CHO)作为具有创新性的关键环节,其利弊影响在产妇这一特殊群体尚有争议,且相关研究相对匮乏。综述术前口服 CHO 在 ERAC 中的具体影响及作用机制,进一步明确其可行性和有效性,以期对 ERAC 的发展与完善提供理论依据。

1 ERAC 的概述及发展现状

ERAC 是一种集多模式、多学科于一体的先进方法,旨在显著提升剖宫产的临床效果和卫生系统的整体效益^[4]。其核心在于优化围手术期管理和结果,通过减轻手术应激反应,加速功能恢复,从而实现患者的加速康复^[5]。丹麦外科医生 Henrik Kehlet 率先将术后加速康复理念应用于结直肠手术,开启了加速康复的新篇章^[6],目前已经广泛应用于结直肠外科、泌尿外科、肝胆外科以及妇科等多个领域^[7]。然而,相较于其他外科专科,该理念在产科领域的实施

基金项目:西安市人民医院(西安市第四医院)科研孵化基金项目—重点培育项目(ZD-17)

作者单位:710000 西安市人民医院(西安市第四医院)产科

通信作者:刘朵朵, E-mail: liuduoduo2008@126.com

[△]审校者

稍显滞后,这为我们提供了一个潜在且极具意义的研究方向^[8]。

ERAC 作为一种创新的医疗理念,正在逐步改变剖宫产的康复模式^[8]。其将优化术前术后饮食管理、疼痛管理、早期下床活动以及血栓预防等融入其中,为产妇提供了更为全面和高效的康复方案。研究已证实,ERAC 的实施不仅有助于提升母乳喂养率,改善母婴之间的情感联系,还能显著减少阿片类药物的使用,缩短住院时间,并降低医疗费用,从而为产妇和家庭带来益处^[9]。因此,我们有必要加大对该领域的研究力度,以期在未来实现更广泛的 ERAC 应用,造福更多产妇和家庭。

2 术前 CHO 饮食管理

在临床实践中,关于剖宫产术前饮食管理的争议依然存在^[1]。妊娠期作为一个特殊的生理阶段,基础代谢率显著上升^[10]。术前长时间禁食不仅让孕妇感到不适,也影响了她们的幸福感。美国麻醉医师协会的指南提出,在择期手术前 8 h 可以进食固体食物,而手术前 2 h 则可以无限制地补充透明液体。这为术前饮食管理提供了一定的指导。欧洲加速康复外科协会(Enhanced Recovery After Surgery, ERAS)进一步提出,在手术前 2~3 h 产妇可以口服等渗复合 CHO 溶液^[11]。这种溶液推荐的摄入量为 45 g CHO^[12]。《加速康复外科中国专家共识及路径管理指南(2018 版)》推荐术前饮用 12.5% 的 CHO 溶液^[13]。其由麦芽糖糊精、果糖、葡萄糖和牛磺酸等成分组成,而不是果汁或运动饮料中发现的单糖(例如果糖)或二糖(例如蔗糖)^[14]。麦芽糖糊精是麦芽糖和糊精(葡萄糖聚合物链)的化合物,由玉米淀粉部分水解制成,其常用作运动营养中的 CHO 补充剂。麦芽糖糊精可提供足够的葡萄糖来刺激胰岛素分泌,从而恢复糖原储存,类似于进餐的效果^[14]。

最近有研究强调,针对无胃肠功能紊乱的非糖尿病孕妇,术前 2 h 摄入适量 CHO 溶液,可降低术前饥饿感和口渴感^[15]。相比于普通的水,CHO 溶液能为产妇提供更多的能量,有助于减少胰岛素抵抗、焦虑、恶心呕吐等不良反应,改善葡萄糖稳态、提升握力和肺功能,可更快地纠正代谢紊乱。同时,CHO 负荷可使术后住院时间缩短 0.4 d^[11]。通过诱导患者处于进食状态进行手术,可以显著提升产妇的满意度和舒适度^[16]。

3 术前口服 CHO 降低胰岛素抵抗

手术创伤会引发一系列神经内分泌反应,进而

导致以蛋白质分解和胰岛素抵抗增加为特征的分解代谢状态。这种状态常伴随着外周葡萄糖摄取减少,从而导致术后高血糖、肝脏代谢调节和免疫功能改变^[16]以及其他可能影响恢复的生理障碍,而禁食会加重这种代谢压力^[1]。对于无糖尿病的剖宫产患者,术前摄入 CHO 的重要性不仅在于避免糖原消耗,更重要的是将患者从禁食状态转变为进食状态,这一措施能够触发内源性胰岛素的释放,关闭因禁食导致的代谢状态,从而改善术后恢复以减轻手术和饥饿引起的胰岛素抵抗^[16]。

胰岛素抵抗是一种复杂的代谢紊乱,这种代谢反应导致组织对胰岛素的敏感性降低,从而降低其有效的细胞内效应^[14]。研究表明,即使在没有糖尿病或其他代谢紊乱的情况下,当促炎细胞因子通过活性氧(reactive oxygen species, ROS)和氧化应激途径发生炎症时,炎症机制和促炎介质(肿瘤坏死因子- α 或白细胞介素-6)也参与了胰岛素抵抗的发病机制^[17]。另外,胰岛素分泌代偿性增加,常伴有血糖浓度激增^[18]。Gianotti 等^[19]研究显示,CHO 可调节术后血糖稳定性,抑制术后高血糖发作,维持胰岛素敏感性,有效减少术后胰岛素抵抗的发生,从而提高治疗效果^[20]。荟萃分析表明,口服 50 g CHO 会产生类似于摄入混合餐后的胰岛素释放。术前口服 CHO 可降低术后胰岛素抵抗指数(homeostasis model assessment of insulin resistance, HOMA-IR),有效减轻胰岛素抵抗^[14]。

Toohill 等^[21]研究报道,孕妇尿液中的异前列烷水平在剖宫产前禁食期间升高。已证明异前列腺素(前列腺素 F₂ 样化合物)可用于评估氧化。15-F(2t)-异前列烷水平的升高,可作为分娩期间胎儿氧化应激的一个高度敏感的生物标志物,并且这种升高可能与酮症的发生存在相关性^[22]。He 等^[23]的一项针对择期剖宫产孕妇的研究显示,CHO 组术后胰岛素水平和 HOMA-IR 较禁食组低。此外,选择性剖宫产前口服 CHO 能够降低尿酮水平,而尿酮是分解代谢的一个重要替代标志物^[24]。因此,在手术前 2 h 前鼓励口服 CHO,有助于减少脱水和空腹酮症的发生风险^[1]。

4 ERAC 误吸风险及术后恶心呕吐(postoperative nausea and vomiting, PONV)

术前禁食即在全身麻醉诱导前午夜进行禁食,旨在减少术中胃内容物的体积与酸度以降低肺误吸的风险^[25]。然而,这一传统观念并未得到充分的临床

数据支持。并且,复合 CHO 溶液可迅速从胃中排空。研究显示,计划进行剖宫产的孕妇的胃排空情况与未孕妇女相似。同时,术前口服 CHO 可降低胰岛素抵抗并缩短肠功能恢复时间,降低术中胃蠕动的程度,而不会导致胃酸或胃容量增加^[26]。更重要的是,禁食不仅会使患者感到不适,还可能导致脱水、代谢应激、酮症、血清 pH 值异常、高乳酸血症、 β -OH-丁酸盐和异前列烷升高、低血糖、肝糖原储备减少,诱导胰岛素抵抗,并导致心血管功能受损^[27]。

PONV 是剖宫产的常见并发症,其发生率可高达 80%^[28]。PONV 的潜在机制与长期禁食、脊髓麻醉期间血管舒张引起的低血压、迷走神经张力增加引起的心动过缓、手术期间的内脏刺激、麻醉技术和鞘内给予阿片类药物有关^[28]。术前口服 CHO 可减轻脊髓麻醉期间与血管舒张相关的低血压,从而减少相关的恶心和呕吐。

因此,在考虑使用非颗粒性 CHO 液体负荷的产科人群中,需要在术前禁食和选择适当的液体摄入量之间寻找平衡,以确保这一高危人群在手术过程中避免吸入问题的发生。

5 ERAC 营养诱导产热策略

据报道,剖宫产期间产妇体温过低的发生率高达 91%^[29]。营养诱导产热策略在预防术中低体温方面的应用已取得显著成效,这在实际临床实践中得到了充分验证。Aquilano 等^[28]表明,低蛋白/高 CHO 饮食(蛋白质 7%,CHO 73%)可通过腺苷一磷酸激活酶途径,调节解耦联蛋白 1(uncoupling protein 1,UCP1)、肌质网钙离子 ATP 酶(sarco/endoplasmic reticulum Ca^{2+} -ATPase,SERCA)、肌动蛋白基因、线粒体氧化基因和其他相关分子的表达,诱导皮下脂肪组织中的典型产热和非典型产热。口服营养素通过食物特定的动态作用机制产生热量,为维持患者术中体温提供了新的途径。研究表明,对于择期剖宫产采用腰硬联合麻醉的产妇来说,术前 2 h 口服 CHO 溶液能显著维持其术中体温并减少寒战发生,且麻醉前体温略高于未服用者^[30]。值得一提的是,摄入复合 CHO 溶液 120 min 后,产妇的热舒适评分显著提高,表明该策略在改善患者体验方面具有积极作用。

值得注意的是,复合 CHO 溶液的胃排空速度相对较快,这一特性在剖宫产手术中尤为重要。通过合理利用术前口服 CHO 等营养策略,不仅能够显著改善患者的围术期体验,还能有效预防术中低体温等

潜在风险,从而为剖宫产手术的顺利进行提供有力保障。

6 ERAC 对胎儿的影响

实施 ERAC 可显著降低新生儿并发症(包括低血糖和黄疸等)发生率,提高母乳喂养率^[24]。相较于传统的禁食状态,术前口服 CHO 可能为胎儿提供更充足的能量基质,进而有助于降低新生儿低血糖的发生^[11]。根据母体-胎儿葡萄糖浓度梯度,可通过胎盘的易化扩散对胎儿进行恒定的葡萄糖输注。出生时,胎儿血糖约为母体血糖水平的 70%~80%^[31]。有研究发现,产妇在剖宫产前 2 h 饮用 400 mL CHO 溶液后,新生儿在分娩后 20 min 内的血糖水平较未服用 CHO 溶液产妇的新生儿相比显著提升了 7%^[23]。另有关于术前口服 CHO 的随机对照试验发现,参与 ERAC 方案剖宫产后的女性的母乳喂养得到了显著改善,包括首次母乳喂养的时间提前、母乳喂养的频率增加^[9]以及持续时间延长^[5]。因此,实施 ERAC 方案可为新生儿的预后带来积极的效果^[24]。

7 结语

综上所述,ERAC 在优化术前术后管理方面具有显著优势。然而,目前尚缺乏专门针对术前口服 CHO 对剖宫产结局影响的系统性荟萃分析,其具体实施策略和效果仍需进一步临床研究予以验证。因此,有必要量化总结术前口服 CHO 对产妇结局的具体影响,定性和定量评估 ERAC 方案相较于传统禁食模式的临床疗效和安全性^[7]。未来的研究应着重探讨剖宫产术前及术后早期最适合的透明液体类型及其摄入量,以进一步优化术前饮食管理。同时,针对剖宫产产妇制定更为个性化、精准和安全的饮食指导,提升其康复效果和生活质量,可为 ERAC 提供更多理论和实践支持。

参 考 文 献

- [1] Liu Y,Xiang J,Ren J,et al. Factors affecting gastrointestinal function recovery after cesarean section among Chinese mothers: A cross-sectional study [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2023, 102(38): e35200. doi: 10.1097/MD.00000000000035200.
- [2] Sultan P,George R,Weiniger CF,et al. Expert Consensus Regarding Core Outcomes for Enhanced Recovery after Cesarean Delivery Studies: A Delphi Study[J]. *Anesthesiology*, 2022, 137(2): 201-211. doi: 10.1097/ALN.0000000000004263.
- [3] Cojocaru L,Alton S,Pahlavan A,et al. A Prospective Longitudinal Quality Initiative toward Improved Enhanced Recovery after Cesarean Pathways[J]. *Am J Perinatol*, 2024, 41(3): 229-240. doi: 10.1055/s-0043-1775560.

- [4] Baluku M, Bajunirwe F, Ngonzi J, et al. A Randomized Controlled Trial of Enhanced Recovery After Surgery Versus Standard of Care Recovery for Emergency Cesarean Deliveries at Mbarara Hospital, Uganda[J]. *Anesth Analg*, 2020, 130(3): 769–776. doi: 10.1213/ANE.0000000000004495.
- [5] Teigen NC, Sahasrabudhe N, Doulaveris G, et al. Enhanced recovery after surgery at cesarean delivery to reduce postoperative length of stay: a randomized controlled trial [J]. *Am J Obstet Gynecol*, 2020, 222(4): 372.e1–e10. doi: 10.1016/j.ajog.2019.10.009.
- [6] Memsoudis SG, Fiasconaro M, Soffin EM, et al. Enhanced recovery after surgery components and perioperative outcomes: a nationwide observational study[J]. *Br J Anaesth*, 2020, 124(5): 638–647. doi: 10.1016/j.bja.2020.01.017.
- [7] Meng X, Chen K, Yang C, et al. The Clinical Efficacy and Safety of Enhanced Recovery After Surgery for Cesarean Section: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials and Observational Studies [J]. *Front Med (Lausanne)*, 2021, 8: 694385. doi: 10.3389/fmed.2021.694385.
- [8] Millizia A, Rizka A, Mellaratna WP. Patient Satisfaction Level of Enhanced Recovery after C-Section at Abby Maternal and Child Hospital Lhokseumawe [J]. *Eureka Herba Indonesia*, 2022, 4(1): 171–175. doi: 10.37275/ehi.v4i1.60.
- [9] Wilson RD, Huang J, Cao C, et al. Enhanced Recovery After Surgery: Cesarean Delivery[M]//Ljungqvist O, Francis N, Urman R. *Enhanced Recovery After Surgery*. Cham: Springer, 2020; 457–467. doi: 10.1007/978-3-030-33443-7_47.
- [10] Ding T, Deng CM, Shen XF, et al. Effect of a carbohydrate-rich beverage on rate of cesarean delivery in primigravidae with epidural labor analgesia: a multicenter randomized trial [J]. *BMC Pregnancy Childbirth*, 2022, 22(1): 339. doi: 10.1186/s12884-022-04659-2.
- [11] Nelson G, Fotopoulou C, Taylor J, et al. Enhanced recovery after surgery (ERAS®) society guidelines for gynecologic oncology: Addressing implementation challenges—2023 update [J]. *Gynecol Oncol*, 2023, 173: 58–67. doi: 10.1016/j.ygyno.2023.04.009.
- [12] Sardimon S, Yusmalinda Y, Jasa ZK, et al. Implementation of Enhanced Recovery After Caesarean Section (ERACS) in Elective Procedure: A Case Report[J]. *SOJA*, 2022, 2(2): 47–60. doi: 10.20961/soja.v2i2.58950.
- [13] 中华医学会外科学分会, 中华医学会麻醉学分会. 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. doi: 10.19538/j.cjps.issn1005-2208.2018.01.01.
- [14] Kratzing C. Pre-operative nutrition and carbohydrate loading[J]. *Proc Nutr Soc*, 2011, 70(3): 311–315. doi: 10.1017/S0029665111000450.
- [15] 王昊, 吴蔚, 卢惠晴, 等. 剖宫产术前口服碳水化合物饮料对母儿结局的影响[J]. *复旦学报(医学版)*, 2024, 51(2): 218–224. doi: 10.3969/j.issn.1672-8467.2024.02.011.
- [16] Irani JL, Hedrick TL, Miller TE, et al. Clinical Practice Guidelines for Enhanced Recovery After Colon and Rectal Surgery From the American Society of Colon and Rectal Surgeons and the Society of American Gastrointestinal and Endoscopic Surgeons [J]. *Dis Colon Rectum*, 2022, 66(1): 15–40. doi: 10.1097/DCR.0000000000002650.
- [17] Kotfis K, Wojciechowska A, Zimny M, et al. Preoperative Oral Carbohydrate (CHO) Supplementation Is Beneficial for Clinical and Biochemical Outcomes in Patients Undergoing Elective Cesarean Delivery under Spinal Anaesthesia—A Randomized Controlled Trial [J]. *J Clin Med*, 2023, 12(15): 4978. doi: 10.3390/jcm12154978.
- [18] Sato H, Carvalho G, Sato T, et al. The association of preoperative glycemic control, intraoperative insulin sensitivity, and outcomes after cardiac surgery [J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2010, 95(9): 4338–4344. doi: 10.1210/jc.2010-0135.
- [19] Gianotti L, Biffi R, Sandini M, et al. Preoperative Oral Carbohydrate Load Versus Placebo in Major Elective Abdominal Surgery (PROCY): A Randomized, Placebo-controlled, Multicenter, Phase III Trial[J]. *Ann Surg*, 2018, 267(4): 623–630. doi: 10.1097/SLA.0000000000002325.
- [20] Chen X, Li K, Yang K, et al. Effects of preoperative oral single-dose and double-dose carbohydrates on insulin resistance in patients undergoing gastrectomy: a prospective randomized controlled trial[J]. *Clin Nutr*, 2021, 40(4): 1596–1603. doi: 10.1016/j.clnu.2021.03.002.
- [21] Toohill J, Soong B, Flenady V. Interventions for ketosis during labour [J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2008, 2008(3): CD004230. doi: 10.1002/14651858.CD004230.pub2.
- [22] Greco A, Minghetti L, Puopolo M, et al. Plasma levels of 15-F (2t)-isoprostane in newborn infants are affected by mode of delivery[J]. *Clin Biochem*, 2007, 40(18): 1420–1422. doi: 10.1016/j.clinbiochem.2007.09.004.
- [23] He Y, Liu C, Han Y, et al. The impact of oral carbohydrate-rich supplement taken two hours before caesarean delivery on maternal and neonatal perioperative outcomes—a randomized clinical trial[J]. *BMC Pregnancy Childbirth*, 2021, 21(1): 682. doi: 10.1186/s12884-021-04155-z.
- [24] Chiao SS, Razzaq KK, Sheeran JS, et al. Effect of enhanced recovery after surgery for elective cesarean deliveries on neonatal outcomes[J]. *J Perinatol*, 2022, 42(10): 1283–1287. doi: 10.1038/s41372-021-01309-x.
- [25] Popivanov P, Irwin R, Walsh M, et al. Gastric emptying of carbohydrate drinks in term parturients before elective caesarean delivery: an observational study [J]. *Int J Obstet Anesth*, 2020, 41: 29–34. doi: 10.1016/j.ijoa.2019.07.010.
- [26] Uyanıklar ÖÖ, Türk P, Aslan K, et al. How does the ERAS protocol work in patients who underwent cesarean section? (HERMES study) [J]. *Int J Gynaecol Obstet*, 2023, 161(1): 168–174. doi: 10.1002/ijgo.14420.
- [27] Jeltting Y, Klein C, Harlander T, et al. Preventing nausea and vomiting in women undergoing regional anesthesia for cesarean section: challenges and solutions [J]. *Local Reg Anesth*, 2017, 10: 83–90. doi: 10.2147/LRA.S111459.
- [28] Aquilano K, Sciarretta F, Turchi R, et al. Low-protein/high-carbohydrate diet induces AMPK-dependent canonical and non-canonical thermogenesis in subcutaneous adipose tissue [J]. *Redox Biol*, 2020, 36: 101633. doi: 10.1016/j.redox.2020.101633.
- [29] Bilku DK, Dennison AR, Hall TC, et al. Role of preoperative carbohydrate loading: a systematic review[J]. *Ann R Coll Surg Engl*, 2014, 96(1): 15–22. doi: 10.1308/003588414X13824511650614.
- [30] Liu J, Dong S, Li W, et al. Effect of early oral carbohydrate intake after elective Cesarean delivery on maternal body temperature and satisfaction: a randomized controlled trial [J]. *Can J Anaesth*, 2023, 70(10): 1623–1634. doi: 10.1007/s12630-023-02564-6.
- [31] Masaracchia MM, Zaretsky MV, Pan Z, et al. Evolution of postoperative care: marked reduction of opioid consumption when ERAC pathway added to wound soaker therapy for cesarean delivery [J]. *J Matern Fetal Neonatal Med*, 2023, 36(1): 2130241. doi: 10.1080/14767058.2022.2130241.

(收稿日期: 2024-07-19)

[本文编辑 秦娟]