

原 著

## 炭水化物含有飲料水の胃内容排出時間に 関する基礎的検討

昭和大学医学部外科学講座 (消化器一般外科学部門)

渡 辺 誠\* 村上 雅彦 小沢 慶彰  
五 藤 哲 山崎 公靖 藤 森 聡  
大塚 耕司 青木 武士

抄録：炭水化物含有飲料水 (CD) の胃内容排出時間を超音波検査にて検討する。健康成人被験者 4 例 (男女各 2 例, 平均年齢 52 歳) に対して, 水, 6.2% CD (ポカリスエット®), 12.5% CD (100 ml あたり 6.3 g のブドウ糖末を付加したポカリスエット®) を, 中 7 日隔日で各々 400 ml 全量摂取し, 腹部超音波検査にて胃幽門部面積 (PA) を経時的に測定した。全例, 各飲料水の摂取は可能であった。水では, 45 分で摂取前の PA と同等になった。6.2% CD では 60 分で全例, 摂取前の PA と同等になった。12.5% CD では, 4 例中 2 例において摂取後 60 分で, また 90 分で残り 2 例も摂取前の PA と同等になった。健康成人被験者において, 400 ml の 12.5% CD は, 摂取後 90 分以内に胃から排泄された。全身麻酔導入 2 時間前までの 12.5% CD 摂取は可能であることが示唆された。

キーワード：炭水化物負荷, 大腸手術, 経口補水, 胃内容排出時間

大腸手術後早期離床, 早期回復をめざした Enhanced recovery after surgery (ERAS®) が, 2005 年に欧州にて提唱<sup>1)</sup>されて以来, 本邦でもその概念が急速に浸透してきた。欧州では 12.5% 炭水化物含有飲料水 (carbohydrate drink : CD) 術前負荷は, ERAS® protocol の中でも重要な要素の 1 つとして実施されており, 術前経口摂取専用が開発製品化された CD<sup>2)</sup> も実在する。一方, 本邦では長年, 全身麻酔導入時の嘔吐, および誤嚥の発現を危惧し, 手術前の長時間の絶飲食が行われてきた<sup>3)</sup>。日本外科代謝栄養学会周術期管理ワーキンググループのアンケート報告<sup>4)</sup>によると本邦では, 手術 2 時間前までに, 経口的にあえて何か飲ませることをしているかの問いに, 77% が何もしていないと回答している。ERAS の概念が普及したとはいえ, 12.5% CD 術前負荷が多く施設で実践されているとは言い難い結果であった。こうした背景の中, 近年, 日本麻酔科学会が術前絶飲食に関するガイドライン<sup>3)</sup>を公表し, 麻酔導入 2 時間前までの清澄水の摂取は安全 (推奨度 A) であることを示した。しかしながら, 一方で, ブドウ糖濃度が高くなるにしたがって, 胃

排出速度は遅延すると報告されており<sup>5)</sup>, 高濃度 CD の術前摂取における安全性に関しては, 本邦ではほとんど認知されていないのが現状である。そこで今回われわれは, 健康被験者における水, 6.2% CD, 12.5% CD の胃内容排出時間について検討した。

### 研究方法

対象は健康成人ボランティア 4 例 (男性 2 例, 女性 2 例, 平均年齢 52 歳) である。既往歴に特記すべきことはなく, 平均 BMI は 22.2 kg/m<sup>2</sup> であった。各飲料水は, 水 (天然水®, サントリー食品インターナショナル株式会社, 東京), 6.2% CD (ポカリスエット® : 大塚製薬株式会社, 東京), 12.5% CD (100 ml あたり 6.3g のブドウ糖末を付加したポカリスエット®) である。1 日 1 飲料水 400 ml 内服とし, 中 7 日隔日で検査を施行した。検査の前日 22 時以降は絶飲食とし, 翌日早朝 6 時より, 各被験者に対して順次, 検査を開始した。摂取前, 400 ml 全量摂取直後, 摂取後 5 分, 10 分, 15 分, 以降 15 分おきに腹部超音波検査にて胃幽門部面積 (pyloric area : PA) を経時的に測定した (Fig. 1)。

\*責任著者

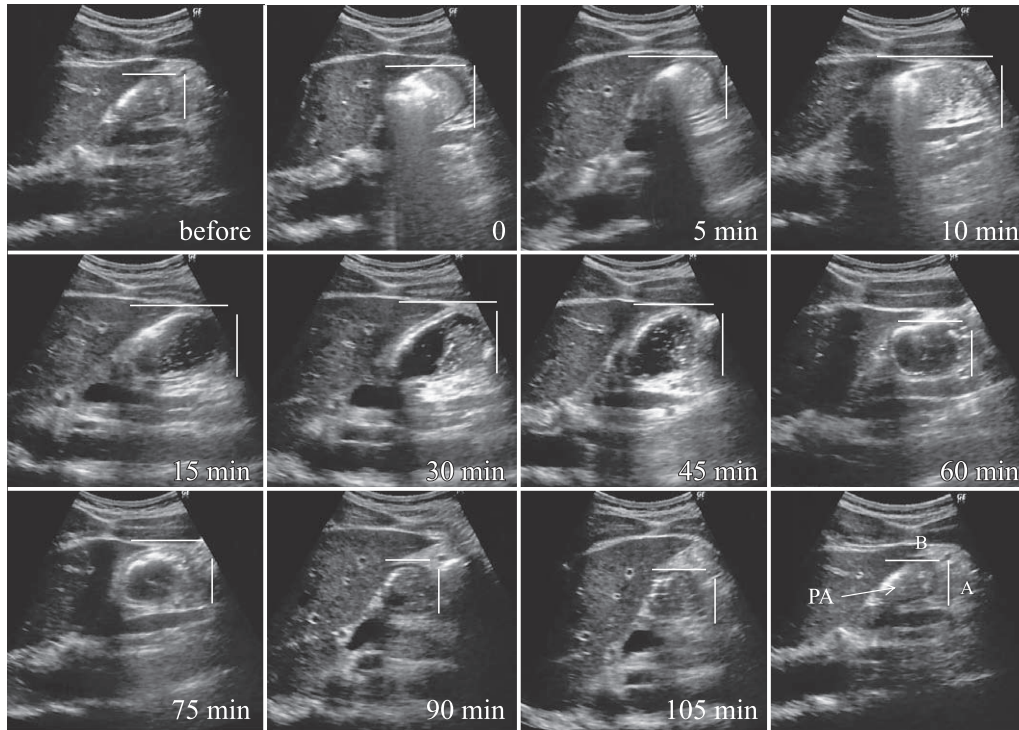


Fig. 1 Ultrasonography imaging of the gastric antrum before and after ingesting 400 ml of 12.5% CD. Pyloric area (PA) was calculated by measuring the longitudinal (A) and anteroposterior (B) diameters and using the formula  $\pi AB/4$ .

摂取前のPAに対する面積の変化量比を算出し、その経時変化から胃内容排出時間の評価を行った。PAの測定は古泉ら<sup>6)</sup>の測定方法に準じて行った。すなわち、座位で上腹部正中の走査にて、腹部大動脈と上腸間膜静脈が描出される条件における胃幽門部の縦径(A)および前後径(B)の値から $PA = \pi AB/4 \text{ mm}^2$ を算出した(Fig. 1)。検査結果は各time pointで2回の計測を行い、その平均値を採用した。超音波測定にはLOGIQ P5 (GE Healthcare Japan)を用い、測定はすべて同一検者(M.W)が行った。

なお、本研究は昭和大学医学部医の倫理委員会の承認(承認番号1707号)を得て行った。

## 結 果

全例において各飲料水の摂取が可能であった。各飲料水を全量摂取するのに要した時間は、水が平均46.3(33~77)秒、6.2% CDが30.5(24~37)秒、12.5% CDが34(23~40)秒であった。各飲料水摂取後の不快感や吐気などの腹部症状の訴えは認めなかつ

た。各飲料水摂取前後におけるPA変化量比の経時変化をFig. 2A~Cに示す。水に関して、全例で摂取直後にPA比が最大となった。4例中2例において、摂取後30分で摂取前のPAと同等となり、45分で残り2例も同等となった。6.2% CDでは、4例中3例で摂取直後にPA比が最大となり、1例が10分で最大となった。その後減少傾向を示し、60分で全例、摂取前のPAと同等となった。12.5% CDでは、全例で摂取直後にPA比が最大となった。4例中2例において、摂取後60分で摂取前のPAと同等となり、90分で残り2例も同等となった。

## 考 察

過去15年間、「炭水化物含有飲料」、「胃内容排出時間」をキーワードとして医学中央雑誌にて、また「Gastric emptying」、「Carbohydrate drink」をKeywordsとしてPub Medにて検索した限り、12.5% CDの胃内容排出時間を検討した報告はなく、本邦においては今回のわれわれの検討が初めてであると考えられる。

12.5% CD 術前負荷は、術前の空腹、口渇、不安感の減少<sup>7)</sup>、術後インスリン抵抗性の減少<sup>8)</sup>、免疫能の低下抑制<sup>9)</sup>、術後在院期間の短縮<sup>10)</sup>など、術後早期回復に有用とされ ERAS<sup>®</sup>の重要な要素の1つとなっている。

12.5% CD の胃内容排出時間に関しては、Lobo ら<sup>11)</sup>が、MRI を用いた検討を行い、摂取後平均 94 分で胃から排出されることを報告し、手術 2 時間前の摂取は安全であることを示した。本邦では、桜井 ら<sup>12)</sup>と Nakamura ら<sup>13)</sup>が 18% CD であるアルジネード<sup>®</sup>ウォーター (AW: ネスレニュートリション, 東京) の胃内容排出時間に関して報告しているが、前者が超音波検査による検討で、胃内容排出時間を中央値で 45 分であったと報告しているのに対して、後者は MRI 検査による検討で、120 分でも胃が空虚とならなかったと報告している。結果に大きな差があるが、両者の胃内容排出時間の測定方法が異なるため、その解釈には注意を要するとともに、今後さらなる検討が必要であると考えられる。一方、谷口<sup>14)</sup>は 12.5% CD である preOp<sup>®</sup> (Nutricia, Netherlands) の胃排出速度に関して <sup>13</sup>C 法を用いて検討しているが、具体的な胃内容排出時間に関しては言及していない。これは、<sup>13</sup>C 法が胃排出速度とその経時変化を指標として解析する手法であるため<sup>15)</sup>、胃内残存率を評価するには不向きであるためと考えられた。

古泉 ら<sup>6)</sup>は、胃内容量と PA の相関に関する検討を行い、経時的な PA の変化により胃排出量を評価することが可能であると報告している。このことから今回われわれも、超音波検査によって PA を胃内容量の代替とし、PA の経時変化を測定することにより胃内容排出時間の評価を行った。今回の検討で、水に関しては全例において摂取後 45 分で摂取前の PA と同等になった。そして 6.2% CD, 12.5% CD に関しては、PA の最大時間や PA 比の減少幅にばらつきはあったものの、各々 60 分、90 分で摂取前の PA と同等になった。12.5% CD に関しては、Lobo ら<sup>11)</sup>の報告とほぼ同等の胃内容排出時間であると考えられた。このことから清澄水だけでなく、12.5% 濃度の炭水化物飲料水でも、日本麻酔科学会が推奨する麻酔導入 2 時間前までの摂取は可能であることが示唆された。

今回、午前 9 時からの手術を想定し朝 6 時から検

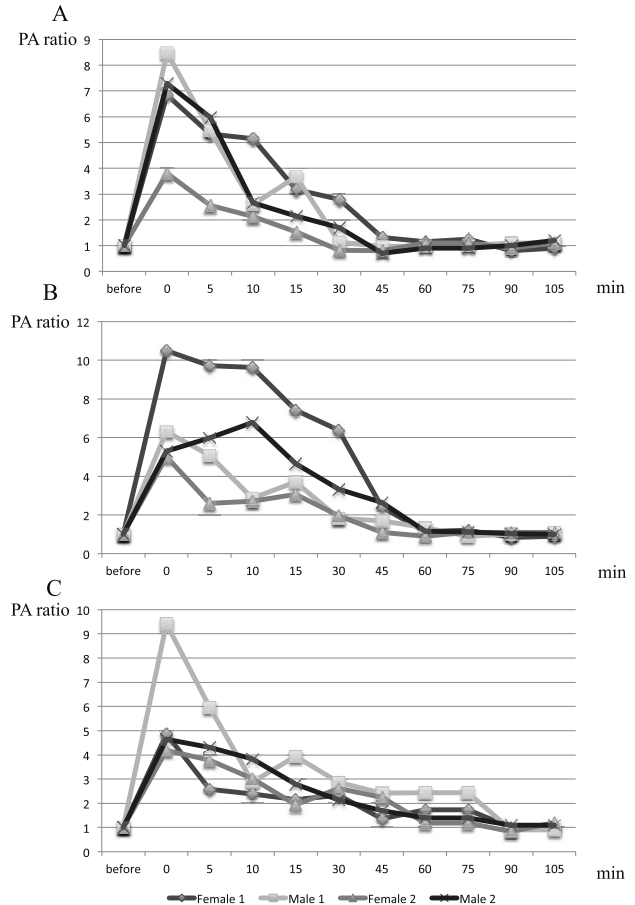


Fig. 2

- (A): Time dependence of PA ratio before and after ingesting water  
 (B): Time dependence of PA ratio before and after ingesting 6.2% CD  
 (C): Time dependence of PA ratio before and after ingesting 12.5% CD

査を行ったが、今回の結果から午前中の手術でも 12.5% CD 摂取が可能であることが示唆された。ただし、今回は 50 歳代の健康被験者が対象で、かつ対象例数も 4 例と非常に少ない検討であったため、実際に手術をうける直前の患者とは状況が大きく異なる。年齢、不安感や心理的ストレスなどは考慮できないため、それらの胃排出能に与える影響は不明である。したがって今回の検討は、患者における 12.5% CD 負荷の安全性を説明するには不十分であり、今後対象症例や、評価項目を入念に検討した上で安全性を証明するための前向き臨床研究が必要と考えられる。

本邦では現在、12.5% CD は実在しないため、今

回われわれは、一般に市販されている清涼飲料水(粉末)とブドウ糖末を用いた。したがって安全性に関しては問題ないと考えているが、今回の検討では、あくまで胃内容排出時間を評価対象としたため、インスリン抵抗性や、血糖の経時的変化の評価については行っていない。これについては今後の検討課題と考えている。

経口補水としての術前摂取に関しては、本邦でも胃内容排出時間の検討<sup>14, 16)</sup>や術前ストレスに対する効果<sup>17)</sup>、QOL向上<sup>18)</sup>などの報告があることから、今後その実用性はさらに高まっていくものと思われる。しかしながら、術前CD負荷に関しては不透明な点も多い。特に、昨今、本邦では結腸領域においては侵襲度の低い腹腔鏡下手術が主流となってきている。ERAS<sup>®</sup>が開腹大腸手術を対象として提唱された protocol であるという背景を考慮すると、腹腔鏡下手術においても開腹手術同様、12.5% CD を術前に負荷する必要性、妥当性があるのかどうか、あらためて検討する必要があると考えられる。

#### 利益相反

本研究に関し開示すべき利益相反はない。

#### 文 献

- 1) Fearon KC, Ljungqvist O, Von Meyenfeldt M, *et al.* Enhanced recovery after surgery: a consensus review of clinical care for patients undergoing colonic resection. *Clin Nutr.* 2005;24:466-477.
- 2) 谷口英喜. 術前経口補水療法. 臨麻. 2011;35:938-949.
- 3) 谷口英喜. 日本麻酔科学会術前絶飲食ガイドライン. 臨麻. 2013;122:406-407.
- 4) 海堀昌樹, 石橋生哉, 谷口英喜, ほか. 日本外科代謝栄養学会評議員在籍施設における周術期管理の現状. 外科と代謝・栄. 2014;48:69-80.
- 5) Costill DL, Saltin B. Factors limiting gastric emptying during rest and exercise. *J Appl Physiol.* 1974;37:679-683.
- 6) 古泉友丈, 角田明良, 林 征洋, ほか. 大腸癌術後早期経口摂取を目的とした超音波検査による gastric emptying の評価. 日消外会誌. 2007;40:1647-1654.
- 7) Hausel J, Nygren J, Lagerkranser M, *et al.* A carbohydrate-rich drink reduces preoperative discomfort in elective surgery patients. *Anesth Analg.* 2001;93:1344-1350.
- 8) Nygren J, Soop M, Thorell A, *et al.* Preoperative oral carbohydrate administration reduces postoperative insulin resistance. *Clin Nutr.* 1998;17:65-71.
- 9) Melis GC, van Leeuwen PA, von Blomberg-van der Flier BM, *et al.* A carbohydrate-rich beverage prior to surgery prevents surgery-induced immunodepression: a randomized, controlled, clinical trial. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2006;30:21-26.
- 10) Noblett SE, Watson DS, Huong H, *et al.* Pre-operative oral carbohydrate loading in colorectal surgery: a randomized controlled trial. *Colorectal Dis.* 2006;8:563-569.
- 11) Lobo DN, Hendry PO, Rodrigues G, *et al.* Gastric emptying of three liquid oral preoperative metabolic preconditioning regimens measured by magnetic resonance imaging in healthy adult volunteers: a randomised double-blind, crossover study. *Clin Nutr.* 2009;28:636-641.
- 12) 桜井康良, 内田倫子, 愛波淳子, ほか. 経口補水療法(経口補水液と炭水化物負荷)の安全性の確保 非侵襲的評価法を中心にして. 麻酔. 2011;60:790-798.
- 13) Nakamura M, Uchida K, Akahane M, *et al.* The effects on gastric emptying and carbohydrate loading of an oral nutritional supplement and an oral rehydration solution: a crossover study with magnetic resonance imaging. *Anesth Analg.* 2014;118:1268-1273.
- 14) 谷口英喜. 術前経口補水療法は安全な術前体液管理方法である <sup>13</sup>C 呼気ガス診断を応用した胃排出能検査法を用いた検討から. 日臨麻会誌. 2012;32:308-316.
- 15) 財 裕明. <sup>13</sup>C 呼気試験による胃排出能評価. 消化器科. 2002;35:233-249.
- 16) 白畑 敦, 原田芳邦, 千葉正博, ほか. 健常成人を対象としたゼリータイプ経口補水液の胃排出への影響 ERAS プロトコルと関連して. 外科と代謝・栄. 2012;46:53-58.
- 17) 下里祐美子, 大谷憲子, 西村大輔, ほか. 外科手術における術前経口補水導入に関する検討. 日農村医会誌. 2013;62:631-635.
- 18) 池松禎人, 大菊正人, 小笠原 隆, ほか. 当院における術前・術後経口補水療法導入の工夫. 静脈経腸栄養. 2014;29:765-769.

## GASTRIC EMPTYING OF CARBOHYDRATE DRINK MEASURED BY ULTRASONOGRAPHY IN HEALTHY ADULT VOLUNTEERS

Makoto WATANABE, Masahiko MURAKAMI, Yoshiaki OZAWA,  
Satoru GOTO, Kimiyasu YAMAZAKI, Akira FUJIMORI,  
Koji OTSUKA and Takeshi AOKI

Department of Surgery, Division of General and Gastroenterological Surgery, Showa University School of Medicine

**Abstract** — Gastric emptying time of carbohydrate drinks (CDs) has been few reported in Japan. The aim of this study was to evaluate gastric emptying time of CDs measured by ultrasonography in healthy adult Japanese volunteers. Four healthy adult volunteers (2 male, 2 female) were studied. Each volunteer was provided 3 drinks on 3 separate occasions. Volunteers ingested 400 ml of water, 6.2% CD (Pocari Sweat<sup>®</sup>), and 12.5% CD (Pocari Sweat<sup>®</sup> to which glucose was added) in the morning (6.00 am). Gastric emptying time was measured separately for the 3 drinks using ultrasonography. All tests were performed by a single medical doctor (M.W). Volunteers were able to ingest all three study drinks without any discomfort. Residual gastric volumes returned to baseline in 45min after drinking water, 60min after 6.2% CD, and 90 min after 12.5% CD in all volunteers. Conclusion: Ingestion of 12.5% CD within 2 h prior to induction of anesthesia may be considered to be safe in the Japanese population.

**Key words:** gastric emptying, carbohydrate drink, enhanced recovery after surgery (ERAS), colorectal surgery

〔受付：5月7日，受理：6月3日，2015〕