

胃排出能に対する寒冷ストレスの影響 — Electrical Impedance Tomography (EIT) 法による胃排出能の測定—

Effect of cold pain stress on gastric emptying measured by electrical impedance tomography (EIT)

中江康之*

近藤孝晴*

加賀谷みえ子**

Yasuyuki NAKAE*,

Takaharu KONDO*,

Mieko KAGAYA**

To study the effect of stress on gastric function, six healthy female volunteers were measured gastric emptying of liquid and solid test meals with cold pain stimulus by noninvasive method, electrical impedance tomography (EIT). The half emptying time of liquid meal with cold stimulus (47.6 ± 26.1 min) was significant longer than that without stimulus (28.1 ± 10.8 min, $p < 0.05$). On the other hand, the emptying time of solid meal had no differences between with and without stimulus (101.9 ± 44.8 min with stimulus vs. 92.6 ± 30.5 min without stimulus). Stress of cold pain is considered to inhibit gastric motility and the effect of acute stress for gastric function may be varied by the period from food intake to exposure the stressor.

1. はじめに

ストレスは副腎、視床下部、下垂体などの内分泌系、および中枢神経系、自律神経系を介し、身体にさまざまな影響を与えるが、消化管に対しては食欲不振や便秘、下痢といった運動異常¹³⁾や血流障害による胃潰瘍、消化管出血、膀胱などの臓器障害¹⁵⁾の原因となることが知られている。ヒトにおけるストレスによる胃排出能の変化は、以前より身体的および精神的ストレスについて検討されている^{3), 4), 6), 9), 14), 16)}。しかし、経口胃管挿入や頻回の採血など検査そのものがストレスとなる可能性や、放射性同位元素や頻回の腹部レントゲン撮影による放射線被曝など、測定法の問題点が考えられる。Electrical Impedance Tomography 法 (EIT 法) は、体表面の取り付けた 16 個の電極に微弱電流を流し、電極間の電圧差を測定し、その電圧差の変化から胃排出を測定する検査法で、非侵襲的に液体食、固体食両方の胃排出能を測定が可能であり^{1), 10), 11)}、その有用性が期待されている。今回、EIT 法を用い、ストレスによる胃排出能の変化について検討した。

2. 対象と方法

対象は消化管疾患の既往のない健常女性 6 名（年齢 21.6 ± 0.4 歳）とした。

試験食として、液体食はポタージュスープ（総量 262.8g、総カロリー 139kcal、脂肪 7g、食塩 0.87%）、固体食はハンバーグ（総量 205g、総カロリー 435kcal、脂肪 27.9g、食塩 0.58%）を用いた。EIT による胃排出能測定は、シェフィールド大学で開発された applied potential tomography (APT) システムを用いて行った^{1), 10), 11)}。

胃排出測定は早朝空腹時にを行い、測定 1 時間前にシメチジン 200mg を服用させた。電極を装着、5 分間の初期測定を行った後、液体あるいは固体の試験食を摂取させた。測定は座位で行い、測定条件は 150 計測／15 秒、1 平均画像／分、測定時間 180 分とした¹¹⁾。同時に自動血圧計で血圧、脈拍数を、電子体温計で舌下体温を、15 分毎に測定した。

身体ストレスは、手を寒冷疼痛刺激する方法を用いた^{5), 8)}。すなわち、利き腕と反対の手を 1 分間 4 °C の冷水に浸し、これを 15 秒間隔で 20 分間繰り返した。寒冷刺激は、試験食摂取直後 20 分間と胃排出測定終

* 名古屋大学総合保健体育科学センター

** 植山女学園大学生活科学部食品栄養科

* Research Center of Health, Physical Fitness, and Sports, Nagoya University

** Department of Food and Nutrition, Sugiyama Jogakuen University School of Life

了20分間（160分～180分）に行った。対照として、同様の方法で37℃の温水に手を浸し、胃排出を測定した。

得られたデータは、食直後のインピーダンスの最大変化を胃内残存率100%、初期値を0%として換算し、最大変化値をとる時間を0分とした。この換算値より50%胃排出時間を計算し、胃排出能の評価に用いた。lag timeは試験食摂取から排出が始まるまでの時間、すなわち最大変化に達するまでに時間とした。結果は平均±標準偏差(mean±SD)で表した。統計学的検討はF testおよびStudent's paired t testを用い、危険率p<0.05で有意差ありとした。

3. 結 果

(1) 液体食と固体食の胃排出

寒冷刺激を与えないときの液体食と固体食の胃排出曲線を図1に示す。固体食は液体食に比し排出曲線の傾きが小さく、50%排出時間は固体食が114.9±21.8分、液体食が40.4±17.4分であり、固体食が液体食より有意に遅延していた(p<0.01)。lag timeは固体食が21.7±12.9分、液体食が12.0±13.2分

であり、固体食が長い傾向にあった。

(2) 寒冷刺激による胃排出の変化

寒冷刺激時の液体食の胃排出は、非刺激時に比し有意に遅延した(50%胃排出時間：刺激時47.6±26.1分 vs. 非刺激時28.1±10.8分、p<0.05)(図2、4)。一方、固体食では、刺激時と非刺激時で胃排出に変化を認めなかった(50%胃排出時間：刺激時104.9±44.8分 vs. 非刺激時92.6±30.5分)(図3、4)。lag timeは液体食(刺激時4.8±3.5分 vs. 非刺激時12.2±11.9分)、固体食(刺激時15.3±6.6分 vs. 非刺激時22.5±15.4分)とも、刺激の有無で変化を認めなかった(図4)。

血圧、脈拍、体温は、寒冷刺激による変化を認めなかった(図5)。

4. 考 察

ストレスを介した中枢神経系の作用が上部消化管機能に影響を及ぼすことは以前から知られており¹⁷⁾、ヒトの胃排出能についてもいくつかの研究がなされてきた^{3), 4), 6), 9), 14), 16)}。しかし、結論については遅延する^{3), 4), 14), 16)}との報告が多いが、加速⁶⁾、無変

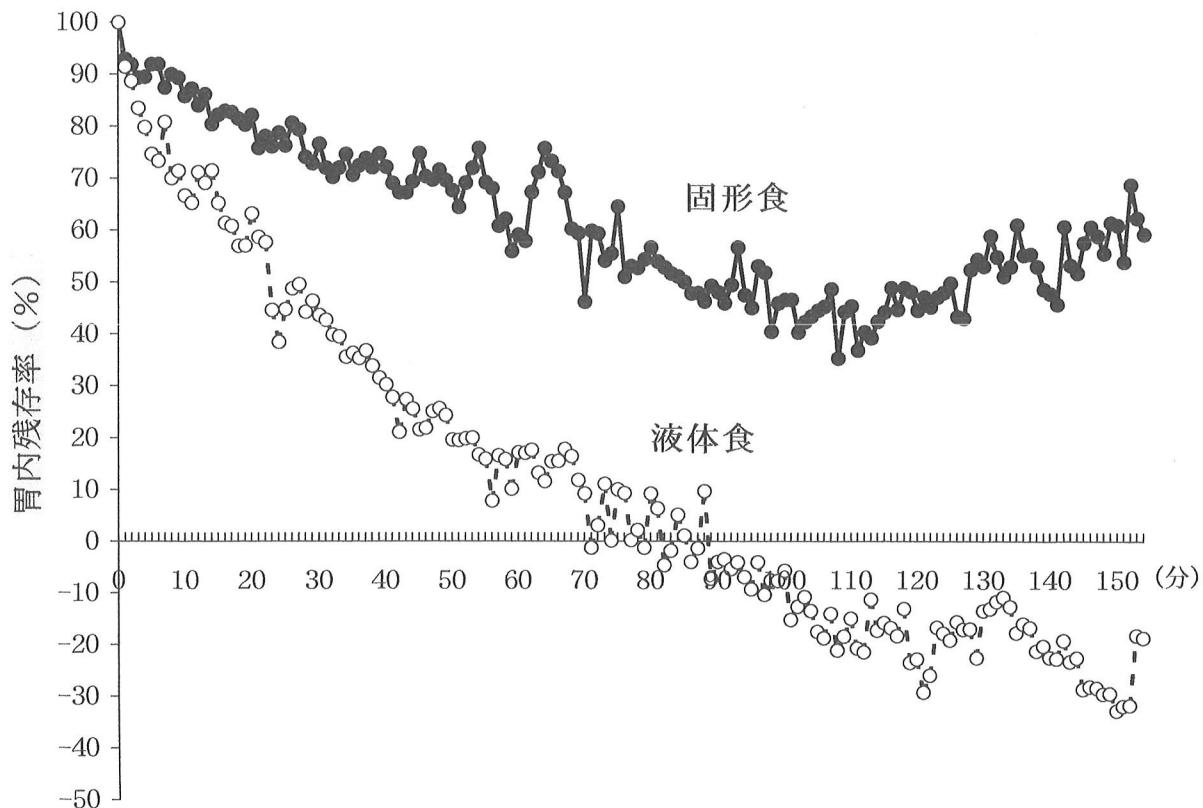


図1 非寒冷刺激時の胃排出曲線(●: 固形食、○: 液体食)

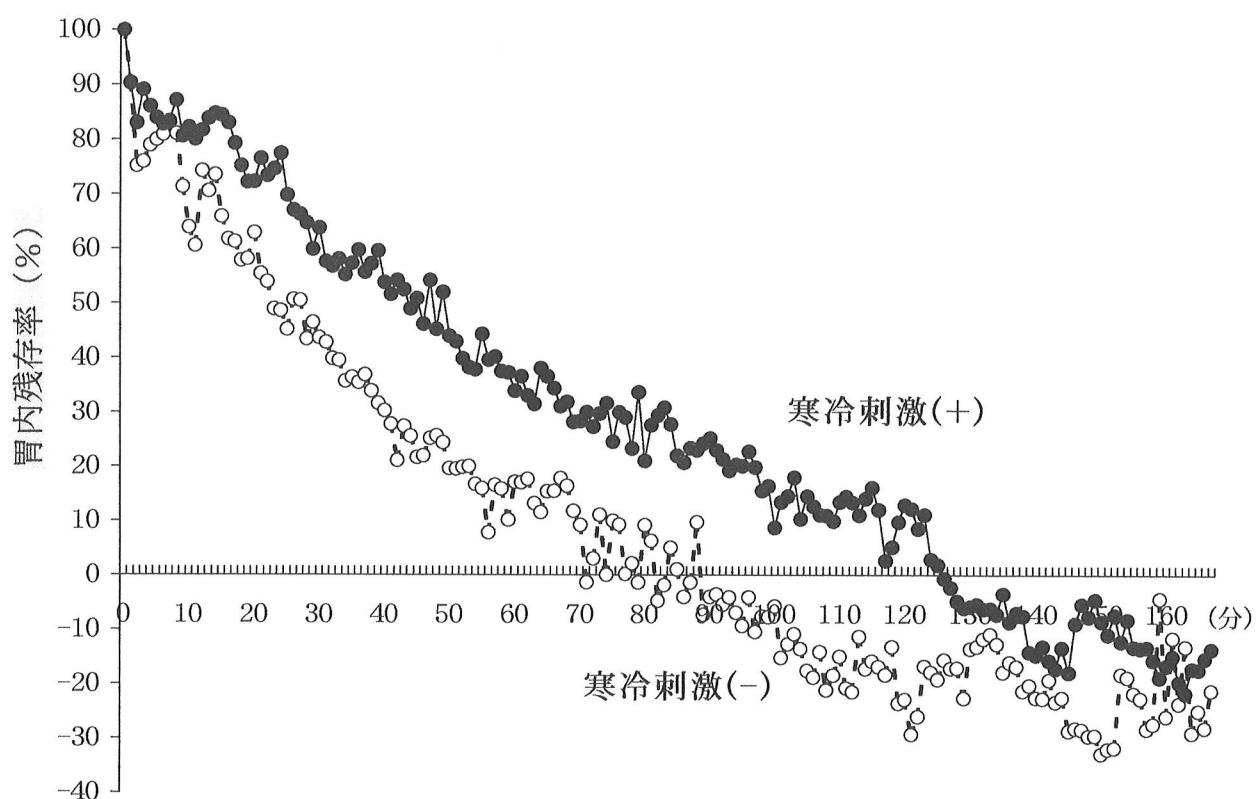


図2 寒冷刺激による液体食の胃排出の変化 (●:刺激時、○:非刺激時)

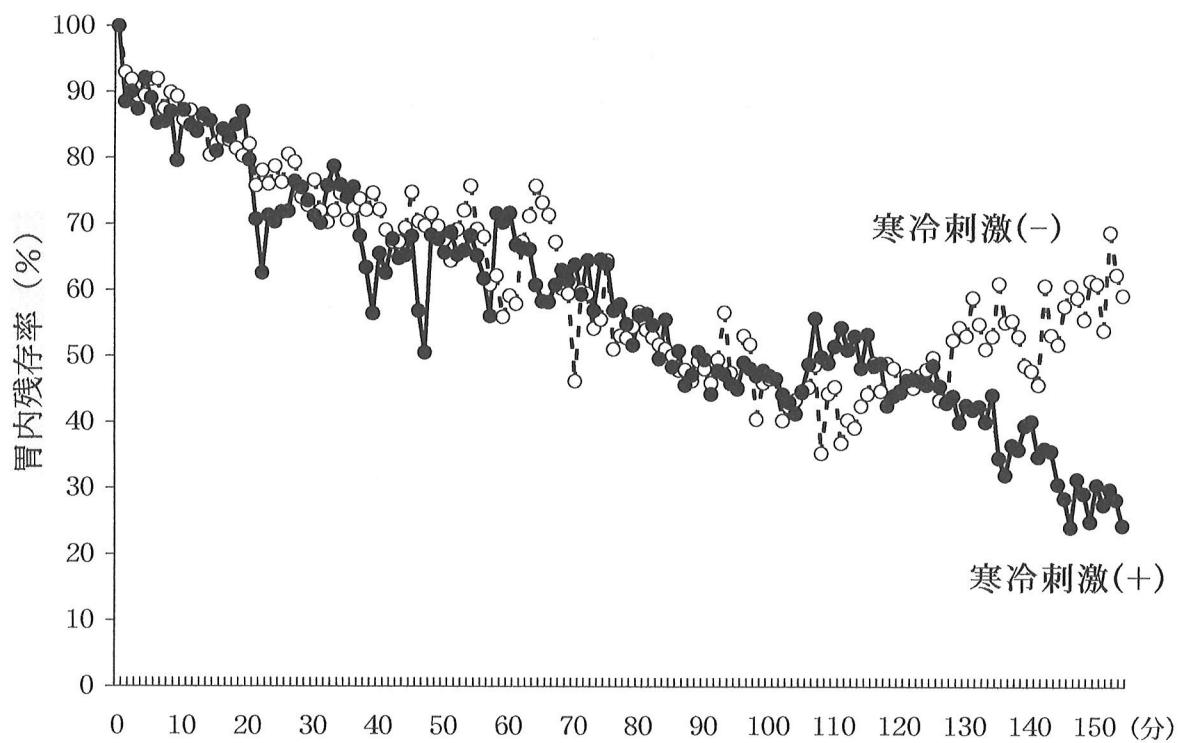


図3 寒冷刺激による固体食の胃排出の変化 (●:刺激時、○:非刺激時)

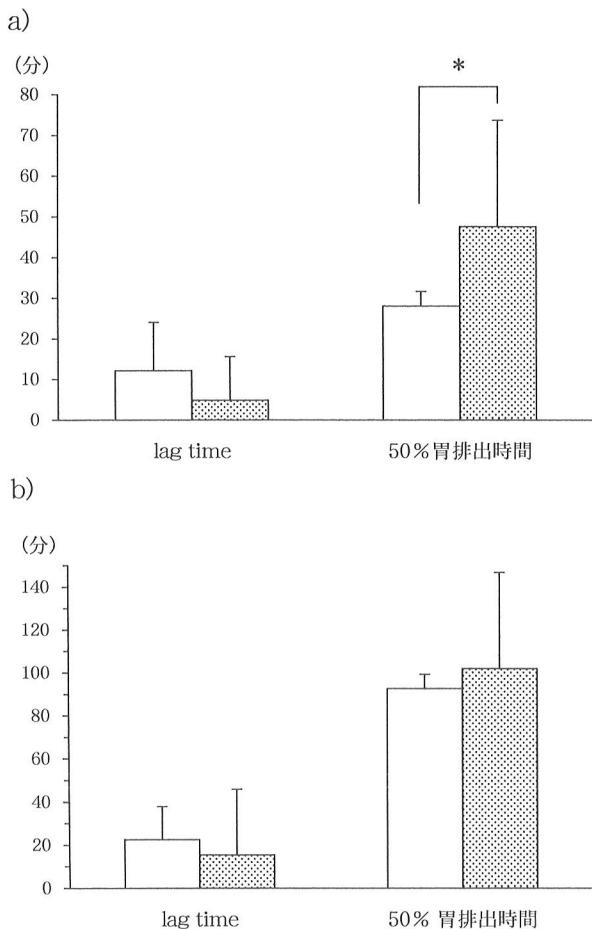


図4 lag time および 50% 胃排出時間
a) 液体食、b) 固形食（黒棒：刺激時、白棒：非刺激時、* : $p < 0.05$ ）

化⁹⁾といった報告もある。この結論の差には、ストレス刺激の違いが影響している可能性がある。遅延と結論づけた研究では寒冷疼痛刺激あるいは軽度の精神的ストレス（中等度の音響刺激）を使用しており、加速あるいは無変化とした研究では高度の精神的ストレス（高度の音響刺激）を使用している。今回我々は、ストレス刺激として冷水による寒冷疼痛刺激を用いた。寒冷疼痛刺激の方法はすでに標準化されており⁵⁾、交感神経系の興奮する¹²⁾や血中の β -エンドルフィン³⁾、ノルアドレナリン⁷⁾、グルカゴン²⁾の上昇といった胃排出に対する機序が解析されている。したがって、他の胃排出測定法を用いた研究との比較に有用な方法と考えられる。

今回のEITによる検討では、寒冷疼痛刺激により液体食の胃排出遅延が認められたが、固体食での排出は変化を認めなかった。Roland ら¹⁴⁾は、ストレス刺激による胃排出の遅延は lag time の延長によると報告

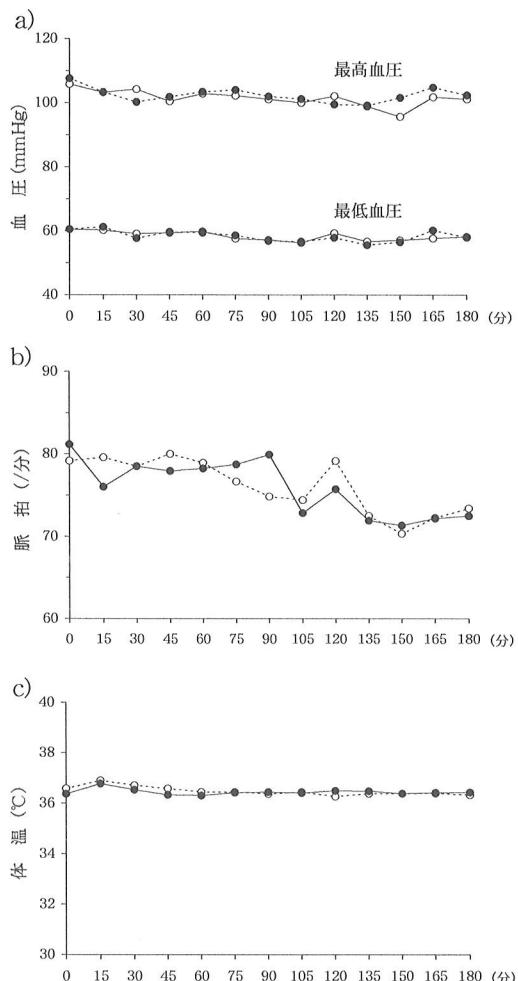


図5 a) 血圧、b) 脈拍、c) 体温の変化
(● : 刺激時、○ : 非刺激時)

している。しかし、今回の検討では液体食、固体食ともストレスの有無で lag time に変化を認めなかつた。急性ストレス刺激における胃排出の変化は刺激があるときのみに起こり、刺激が消失するとその効果は速やかに消失するとされている^{14), 16)}。液体食の lag time は 5 ~ 12 分であるのに対し、固体食は胃内で食物を 2 mm 程度に粉碎してから胃排出が始まるために lag time が 15 ~ 22 分と長い。すなわち、液体食では胃排出が起こっている時間にもストレス刺激が加わっているが、固体食における刺激は胃排出時間には影響の少ない lag time 間に加わって考えられる。Fone ら⁴⁾は、固体食で 25% 胃排出が起こった後に寒冷疼痛刺激を与えると、胃排出が遅延すると報告している。これらのこととは、急性ストレスの胃排出能に対する影響は、ストレスが胃排出のどの段階に暴露されるかによって反応が異なることを示唆していると考えられる。

5. まとめ

EIT法により寒冷疼痛ストレス刺激による胃排出能の変化を検討した。ストレスにより液体食では胃排出が遅延したが、固体食では変化を認めなかった。急性ストレスの胃排出能に対する影響は、ストレスが加わるタイミングにより変化する可能性が示唆された。

引用文献

- 1) Avill R, Mangnall YF, Bird NC, Brown BH, Barber DC, Seager AD, Johanson AG, Read NW: Applied potential tomography: A new noninvasive technique for measuring gastric emptying. *Gastroenterology* 92: 1019-1026, 1987.
- 2) Bloom SR, Edwards AV, Vaughn NJA: The role of the sympathetic innervation in the control of plasma glucagon concentrations in the calf. *J Physiol* 233: 457-466, 1973.
- 3) Camilleri M, Malagelada JR, Kao PC, Zinsmeister AR: Effect of somatovisceral reflexes and selective dermatomal stimulation on postcibal antral pressure activity. *Am J Physiol* 247: G703-708, 1984.
- 4) Fone DR, Horowitz M, Maddox A, Akkermans LM, Read NW, Dent J: Gastroduodenal motility during the delayed gastric emptying induced by cold stress. *Gastroenterology* 98: 1155-1161, 1990.
- 5) Hines EA, Brown GE: A standard stimulus for measuring vasomotor reactions: its application in the study of hypertension. *Mayo Clinic Proc* 7: 332-335, 1932.
- 6) Kaus LC, Fell JT: Effect of stress on the gastric emptying of capsules. *J Clin Hosp Pharmacol* 9: 249-251, 1984.
- 7) Lenz HJ: Neurohormonal pathways mediating stress-induced changes in rat gastrointestinal transit. *Gastroenterology* 97: 216-218, 1989.
- 8) Lovallo W: The cold stressor test and autonomic function: a review and integration. *Psychophysiology* 12: 268-82, 1975.
- 9) Magni G, Cadamuro M, Borgherini G, Mastropaoolo G, Di Mario F: Psychological stress and gastric emptying in normal subjects. *Psychological Reports* 68: 739-746, 1991.
- 10) Mangnall YF, Kerrigan DD, Johanson AG, Read NW: Applied potential tomography: Noninvasive method for measuring gastric emptying of a solid test meal. *Dig Dis Sci* 36: 1680-1684, 1991.
- 11) 中江康之、近藤孝晴、小野内初美：Electrical Impedance Tomography (EIT)法による胃排出能測定. 総合保健体育科学 21:17-20, 1998.
- 12) Reiser MF, Ferris EB: The nature of the cold pressor test and its significance in relation to neurogenic and humoral mechanisms in hypertension. *J Clin Invest* 27: 156-163, 1948.
- 13) Richter JE: Psychological and stress aspects. In: Schuster MM (eds.) *Atlas of gastrointestinal motility in health and disease*. Williams and Wilkins, Baltimore, pp. 277-299, 1993.
- 14) Roland J, Dobbeleir A, Vandevivere J, Ham HR: Effect of mild mental stress on solid phase gastric emptying in healthy subjects. *Nucl Med Commun* 11: 319-326, 1990.
- 15) Stremple JF, Mori H, Lev R, Glass GB: The stress ulcer syndrome. *Curr Probl Surg* 10: 1-64, 1973.
- 16) Thompson DG, Richelson E, Mlagelada JR: Perturbation of upper gastrointestinal function by cold stress. *Gut* 24: 277-283, 1983.
- 17) Wolf S: The psyche and the stomach. *Gastroenterology* 80: 605-614, 1981.

(1998年12月3日受付)

