日消外会誌　40（10）：1647～1654，2007年

原　著

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

昭和大学一般・消化器外科，同　第1病理*

古泉　友丈　　角田　明良　　林　　征洋　　榎澤　哲司*
安田　大輔　　鈴木　研也　　草野　満夫

はじめに：我々はX線非透過性マーカーを利用して，gastric ileus（以下，GI）の回復を指標にした大腸癌術後早期経口摂取を行っている．しかし，本法はX線被曝を伴うため，代替する方法としてUSでGIの回復が評価可能か研究した．**方法**：(1) 対照症例24例と大腸癌患者24例を対象として空腹時におけるUSを用いた胃幽門部面積（PA）を測定した．(2) 健常者6例における空腹時胃排出能を，水および全粥摂取前後の経時的なPAで評価した．(3)大腸癌患者24例について術後第1病日の8時にマーカー20個を内服，6時間後に腹部単純X線写真とPA測定を行った．第2病日以降は9時に2つの検査を行い，経口摂取はマーカーの70％以上の排出時点で開始した．**結果**：(1) 対照症例と大腸癌患者の空腹時PAに有意差はなかった．(2) 摂取後のPAの経時的な測定では飲水後30分，全粥摂取後240分でそれぞれ摂取前PA値に復した．(3)大腸癌患者の経口摂取開始時期は，術後45時間と排ガスの時期48時間より遅くなかった．マーカーによる評価では第2病日に71％の症例でGIが回復していた．一方PAは術後第1病日では術前より高値であったが，第2病日にはおおむね術前値に復し，GIが回復していた．したがって，マーカーとPAによる評価の推移が同等と考えられた．**考察**：超音波下のPAの測定でgastric ileusの回復が評価可能である．

緒　言

腹部手術後は麻痺性イレウスを来し，消化管運動は低下する．麻痺性イレウスの回復を待たずに経口摂取を開始すると，嘔気・嘔吐を来しこれに伴って誤嚥性肺炎などの重篤な合併症を来す恐れがある[1]．

経口摂取を早期に開始するためには麻痺性イレウスの期間短縮が術後管理の要の一つである．麻痺性イレウスの期間を短縮する因子として硬膜外鎮痛法，胃管の非留置，早期離床，早期経口摂取，腸管蠕動促進剤が挙げられる．これらの複数の要素を実施することで，相加的に麻痺性イレウスの期間を短縮し，入院期間を短縮するmultimodal rehabilitation programが行われている[2)3)]．

＜2007年3月28日受理＞別刷請求先：古泉　友丈
〒142-8555　品川区旗の台1―5―8　昭和大学一般・消化器外科

我々も早期離床と早期経口摂取の併用で麻痺性イレウス期間が有意に短縮されることを報告してきた[4)～6)]．早期経口摂取の開始時期については，一律に第1病日の朝から経口摂取を開始すると高頻度で嘔吐を来すため[1)7)～11)]，個々の症例において術後gastric ileusの回復を指標にすべきと報告してきた[5)6)]．すなわち，術後第1病日の朝，内服したX線非透過性マーカーであるSitzmarks®（マーカー）が70％以上胃から排出された時期をgastric ileusからの離脱時期と判断し，排ガスの有無に関わらず経口摂取を開始している．しかしながら，本法はX線被曝を伴うため，これに代替する方法として超音波検査によるgastric ileusの回復評価が可能であるかを研究した．

方　法

2002年4月から2004年3月の期間に山梨赤十字病院で待機的に根治的大腸癌開腹手術を受けた

24例にinformed consentを行い，試験参加の承諾を得た．

I. 超音波測定方法

空腹時における胃幽門部面積（PA）の測定を，腹部超音波検査にて行った．すなわち，座位をとり，上腹部正中で縦走査にて，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＝πAB/4 mm^2を算出した（**Fig. 1**）．検査結果は，同じ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ALOKA prosoundを用い統一した検者（T. K）が行った．

II. 胃内容量とPAの相関

（1）空腹時のPA

消化管疾患および糖尿病などの代謝性疾患を除く対照症例24例と大腸癌患者24例を対象として空腹時における胃幽門部面積（PA）を測定した．対照症例および大腸癌患者の平均年齢は，それぞれ55.1歳，66.4歳，男女比は12：12，14：10だった．

（2）経口摂取量とPA

胃内容量とPA値の関係をみるために，健常者6例において，約1分以内に水300mlを50mlごと，全粥1杯350g，200mlを100gごとに摂取させ，摂取量に伴ったPA値の変化を測定した．

（3）経口摂取後のPAの経時的変化

経口摂取後の胃排出能を評価するために，大腸癌患者5例と鼠径ヘルニアおよび肛門疾患患者11例，計16例の術前患者を対象として，空腹時に水200mlを摂取させ，その前後，摂取後5分，10分，15分，30分，60分後のPAを測定した．

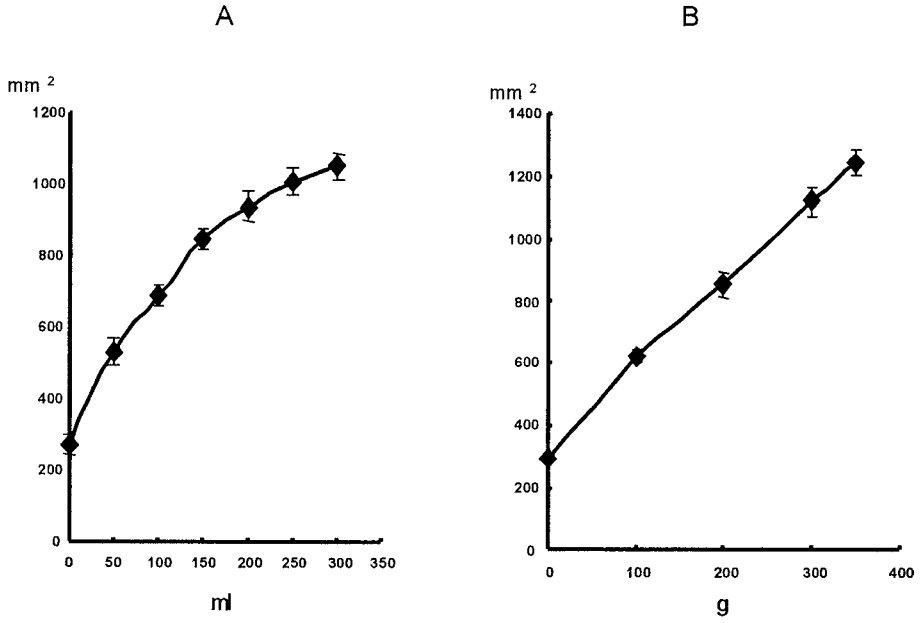
また，50歳以上の健常者5例を対象にして，前述と同条件の全粥を空腹時に1杯摂取させ，その前後のPAを摂取後240分まで経時的に測定した．

III. 大腸癌手術症例のPAの経時的変化

2002年4月から2004年3月までに経験した大腸癌手術症例のうち，ADLに支障がなくASA分類が1度と2度，切除部位が結腸と直腸S状部の条件を満たす症例は24例であった．これらを対象にして，術後胃排出能の経時的変化をPAの測定と，腹部単純X線写真上のマーカーの胃からの排出個数の2通りの方法で評価した．手術手技は全身麻酔および硬膜外麻酔下にD2～D3郭清を伴う開腹手術を行った．術後管理は筆者らが従来より報告している方法[5]で行った．すなわち，胃管は術直後に抜去し，術後第1病日の8時にマーカーを内服させた．6時間後に腹部単純X線写真をとり，同時にPAを測定した．第2病日以降は9時に2つの検査を行い，腹部超音波検査は経口摂取の開始病日まで，腹部単純X線写真によるマーカーの排出個数の評価は第3病日まで行った．マーカーの70%（14/20）以上が胃から排出された時点で水分の経口摂取を開始し，その後の定時の食事時間から流動食を開始した．食事内容は流動食を2食，3分粥，5分粥，全粥をおのおの3食の進め方とし，排ガス・排便時期，経口摂取開始時期，嘔気・嘔吐の有無，術後入院期間，合併症を記録した．さらに，マーカーの排出個数が70%前後におけるPAを比較した．

Fig. 1　Cross-sectional area of the gastric antrum in a normal subject visuarized by a sagittal scan passing through the superior mesenteric vein（SMV）and aorta. Its area presents an elliptical shape, which was calculated by measuring the longitudinal（A）and anteroposterior（B）diameters and using the formula πAB/4.

Fig. 2 Relationships between amount of ingested water（A), rice gruel（B）and PA vaues. Values are mean ± s.e.m.



IV. 統計

統計学的検討に関して対応のある2群間の比較はWilcoxon signed-ranks test，その他2群間の比較はMann-Whitney U testを用い，おのおの危険値5%以下をもって有意差ありとした．臨床データは平均値（±sem）で示した．空腹時，水および全粥摂取量とPA値との相関はPeason's correlation coefficientによって検定した．相関係数をrで示した（Stat view 5.0 for Windows）．

なお，文献検索には（PubMed：キーワードは「gastric emptying，ultrasonography」：1950～2006年）を用いた．

結　果

本研究で，全症例において超音波検査による幽門部の描出およびその評価が可能だった．

I. 胃内容量とPAの相関

（1）空腹時のPA

対照症例24例と大腸癌患者24例における，空腹時のPAは，おのおの302.4±46.2mm^2，310.0±28.4mm^{2}と両群間で有意差を認めなかった（p＝0.1002）．

（2）経口摂取量とPA

健常者6例における，水300ml摂取時のPAの変化は，200ml摂取時まで，摂取量にほぼ正比例して増加傾向を認めた後，PAの増加は緩やかとなった（**Fig. 2A**）．飲水量とPA値との間に有意な相関関係が認められた（r＝0.925，p＜0.0001）．

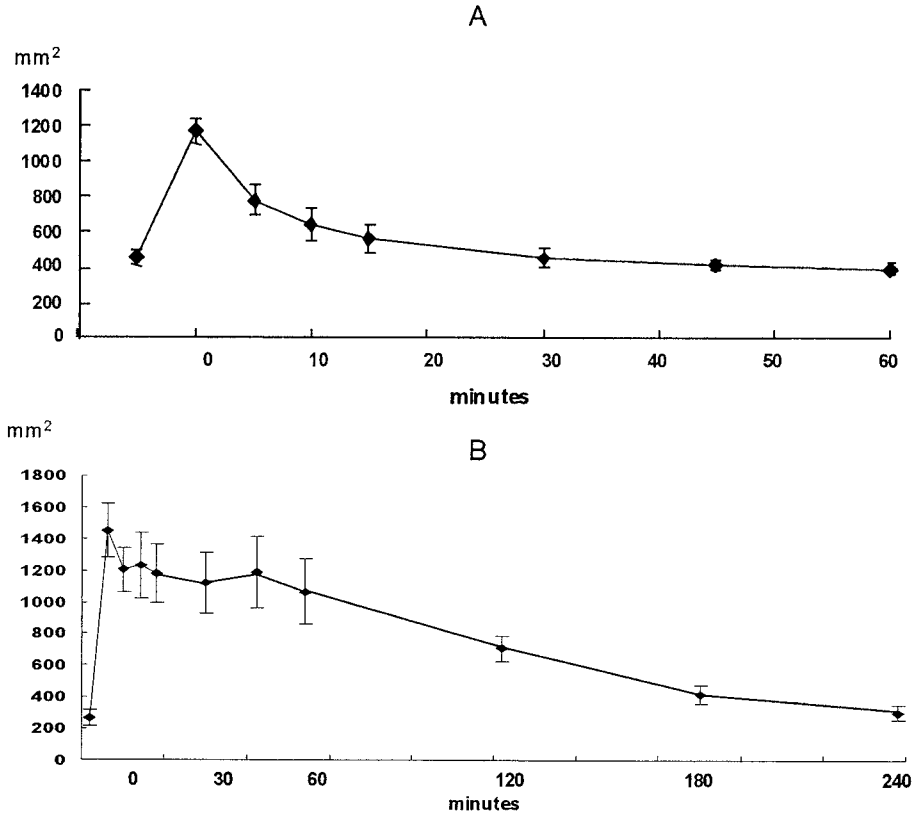
全粥1杯350g，200ml摂取時のPAの変化は，摂取量にほぼ正比例して増加傾向を認めた（**Fig. 2B**）．全粥摂取量とPA値との間に有意な相関関係が認められた（r＝0.973，p＜0.0001）．

（3）経口摂取後のPAの経時的変化

水200ml摂取時のPAの経時的な測定では空腹時胃排出能は飲水前のPAが307.7±16.4mm^{2}であったが，飲水直後，10分，30分，60分後のPAはおのおのの1,184.4±26.8mm^2，629.7±32.8mm^2，303.0±18.4mm^2，301.4±10.7mm^{2}と飲水後30分で飲水前の値に復した（**Fig. 3A**）．

また，全粥1杯摂取後の，経時的なPAの測定では，空腹時269.9±50.8mm^2，60分値1,064.0±228.2mm^2，120分値710.7±78.9mm^2，240分値303.4±47.3mm^2，と水摂取時と比較して緩徐な減少傾向を認め，摂取後240分で摂取前の値に復し，経口

Fig. 3　Time dependence of PA values after ingesting water (A) and rice gruel (B). Values are mean ± s.e.m.



摂取後，時間の経過に伴って，PA 値の減少を認めた（**Fig. 3B**）.

II. 大腸癌手術症例

(1) 臨床経過

大腸癌患者 24 例の平均年齢は 66.4 歳，男女比は 14：10，癌占居部位は，盲腸 2 例，上行結腸 3 例，横行結腸 4 例，下行結腸 2 例，S 状結腸 6 例，直腸（Rs）5 例だった（**Table 1**）．大腸癌症例の経口摂取開始時期は術後 44.5±1.6 時間と，排ガスの時期 48.4±3.9 時間よりも遅くはなかったが有意な差は認められなかった（p＝0.36）．また，排便の時期 69.4±6.0 時間と比較して有意に早期だった（p＝0.0002）．嘔気，嘔吐は全例に認めず，合併症として minor leak を 1 例に認めた．術後入院期間は平均 7.2 日（5〜31）であった．Minor leak を認めた 1 例を除く術後入院期間は，6.2 日（5〜8）と短期間だった（**Table 2**）.

Table 1　Characteristics of patients

No. of patients	24
Age（years）	66.4（46 〜 78）
Gender（M/F）	14/10
Location	
cecum	2
ascending colon	3
transverse colon	4
descending colon	2
sigmoid colon	6
rectum（Rs）	5

(2) PA と胃内のマーカー個数の術後経時的推移

術前，術後第 1 病日，第 2 病日の PA はおのおの 279.3 ± 26.1 mm^2，389.4 ± 41.0 mm^2，291.1 ± 28.7 mm^2であった．術後第 1 病日の PA は術前および術後第 2 病日の PA より有意に高値であった（p＝0.0022）が，術前と第 2 病日の間には有意差を認め

Table 2 Results

Post operative time to oral diet［hours（range)］	44.5±1.6（37.3～66）
Resolution of flatus［hours（range)］	48.4±3.9（25.3～82.8）
Resolution of defection［hours（range)］	69.4±6.0（28.2～144.5）
Nausea/Vomiting［No.（%)］	0（0）
Complication after surgery［No.（%)］	1（4.2）
Length of hospital stay［days（range)］	7.2±1.1（5～31）

Values are mean ± s.e.m

なかった（p＝0.341）．第1病日，第2病日の胃内マーカーの数はおのおの16.8±1.3，6.1±1.5で第2病日では17例（71%）で70%以上のマーカーが胃から排出していた（**Fig. 4**）．また，第1病日にmarkerが70%以上排出された症例は6例（25%）であった．

（3）マーカーの胃からの排出個数とPAの関係

術後第1病日と第2病日において，70%以上のマーカーが胃から排出された症例のPAと70%以上のマーカーが排出されなかった症例のPAを比較した（各症例でPAが2回計測される）．マーカーの排出個数が70%未満の時のPA値は332.5±35.1mm^2，70%以上排出時のPA値は297.6±17.9mm^{2}で，排出個数が70%以上のPA値は，排出個数70%未満のPA値と比較して有意に小さかった（p＝0.0031）．また，排出個数が70%以上のPA値は，術前PA値との間に有意差は認められず（p＝0.276），術前PA値の約1.06倍であった（**Fig. 5**）．

考　察

消化器外科領域の周術期管理の中で，経口摂取の早期開始は，輸液からの離脱および入院期間の短縮のために有用である．本邦における大腸癌手術では，消化管運動機能の回復いかんによらず中心静脈栄養を併用しながら術後第7病日まで経口摂取を開始しない施設が数多く認められる[12]．これは，早期経口摂取に由来した腸管吻合部に対する機械的ストレスから発生する縫合不全の回避を念頭においた周術期管理と考えられる．しかし，術後早期経口摂取における縫合不全の発生率は，排ガス後経口摂取開始群と比較して有意の差はなく[1)10]，我々も同様の結果を確認している[4]．さらには，創感染，肺炎などの術後感染症の発生率が低下した報告が多く[13)14]術後早期経口摂取の有用性が示唆されている．

教室におけるpreliminary studyでは，80%（16/20）以上のマーカーが排出された後に経口摂取を開始し，良い結果（術後経口摂取開始時間の中央値は39時間，範囲は18から66時間）が得られた[6]．さらに，70%に設定して施行したrandomized controlled trialにおいて術後経口摂取開始時間は中央値27時間と良い結果が得られ[4]，70%未満の排出時点では高率に嘔気・嘔吐などの出現を経験してきたため[5]，本研究においても70%以上のマーカーが排出された時点で経口摂取を開始とした．今回の研究において，大腸癌開腹術後にgastric ileusの回復を指標として行う早期経口摂取は，排ガスよりも遅れずに経口摂取を開始し全例に嘔気・嘔吐の出現を認めなかった．

超音波検査は簡便かつ侵襲度の低い検査法であり，ベッドサイドにおいて消化管蠕動運動をその時点で評価できる優れた検査法である．胃排出能の評価方法として有用であるとする報告も多く[15)～17]，胃幽門部の矢状面を測定することで経時的な胃排出能の推移を評価可能とされている．放射性同位元素を用いたgastric emptyingの評価法は，‘gold standard’として臨床および基礎研究において評価されている[18)19]．超音波検査によるgastric emptyingの測定法は，放射性同位元素を用いた測定法の検査結果との間に強い相関関係が認められており[18)～20]，検者・測定日によらず高い再現性が得られている[21]．

本研究の胃内容量とPAの相関に関する検討で，経口摂取量とPAの間に正の相関が認められた．経口摂取量は胃内容量に相当するため，PA値で胃内容量を代替することが可能であり，経時

Fig. 4　Time course of gastric emptying of radiopaque markers and PA values before and after operation. ＊ $p < 0.001$　† $P < 0.005$ versus 1POD. Values are mean ± s.e.m.

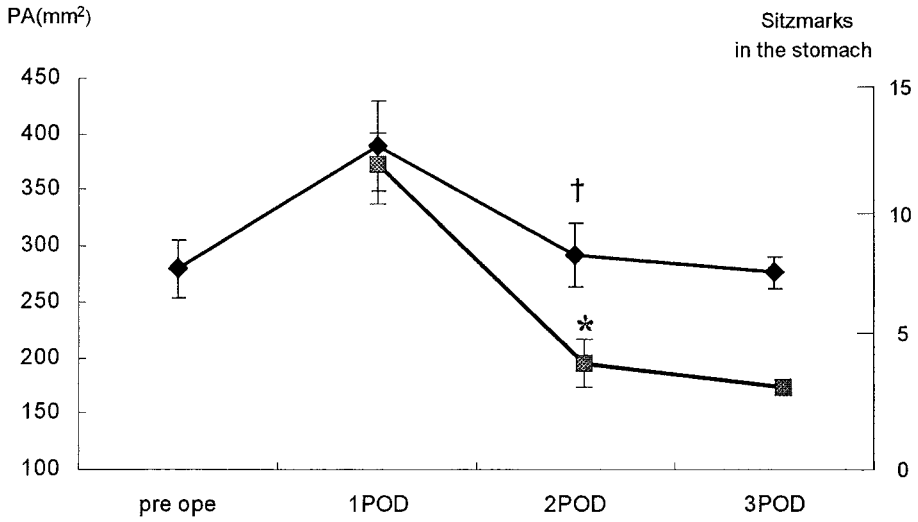
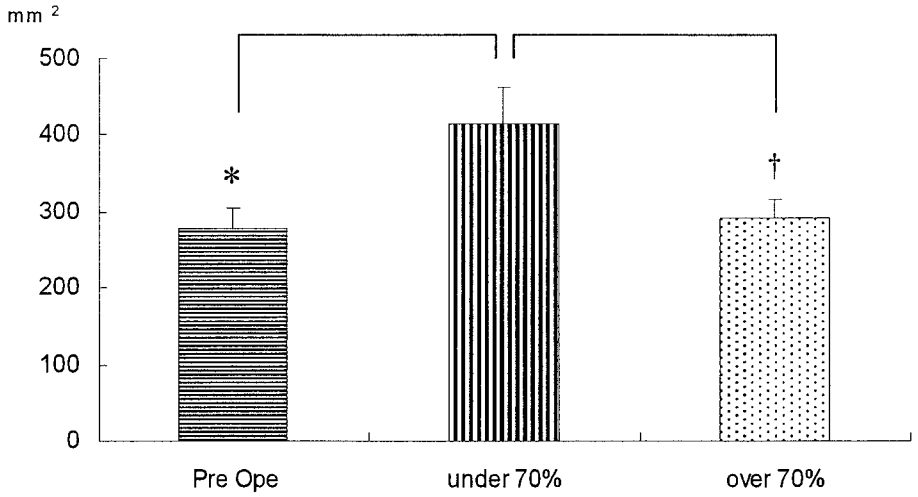


Fig. 5　PA values when more than or less than 70% of markers were emptied out of the stomach.（PA values were calculated twice；1st and 2nd postoperative days in each case）
＊ $P < 0.05$, † $P < 0.05$ versus under 70%. Values are mean ± s.e.m.



的なPAの変化により胃排出量を評価することが可能と思われる．実際に，経口摂取後のPA値は経時的に減少している．すなわち，胃内容量はgastric emptyingに伴って経時的に減少すると考えられる．

本研究で術後第2病日における24例の胃内マーカーの平均は約6個に減少している．この時点でPAは第1病日より有意に減少し，術前値に近似していた．胃排出能の評価において胃内マーカーとPAは同等の経時的推移を示していた．

我々は術後gastric ileus回復に関して，70%（14/20）以上のマーカーが胃から排出されることをその指標として経口摂取を開始している．本研究で術後の胃からのマーカーの排出個数とPAの関係から，70%以上のマーカーが胃から排出された時点でのPA値が術前値と同等であったことよ

り，PA を gastric ileus の回復の指標として用いることが可能と思われた．

安定同位元素を含有した固形物を摂取することで消化管蠕動能を詳細に評価することが可能であるが[22)23)]，検査時間が長く[24)]，パラメーターの算出にコンピューターを必要とし[25)]，測定コストも高いため[24)]現段階では臨床における評価項目としての確立は困難と考えられる．

本研究で経口摂取後の PA の経時的変化は水と粥では大きく異なり空腹時 PA に復するまでの時間は粥のほうが長かった．Jian ら[26)]も放射性同位元素を用いて liduid と digestable solid で胃排出速度が異なることを報告している．

以上より，大腸癌術後の超音波検査による PA の測定は，gastric ileus の回復および早期経口摂取の開始時期が評価可能であり，X 線非透過性マーカーによる方法に代替可能であることが示唆された．

文　献

1) Hertsell PA, Frazee RC, Harrison JB et al：Early postoperative feeding after elective colorectal surgery. Arch Surg **132**：518—520, 1997
2) Basse L, Hjort Jakobsen D, Billesbolle P et al：A clinical pathway to accelerate recovery after colonic resection. Ann Surg **232**：51—57, 2000
3) Kelhet H：Multimodal approach to control postoperative pathophysiology and rehabilitation. Br J Anaesth **78**：606—617, 1997
4) 平塚研之，角田明良，渋沢三喜ほか：開腹結腸癌術後の早期経口摂取に関する randomized controlled trial. 日消外会誌 **36**：1370—1378, 2003
5) Tsunoda A, Shibusawa M, Takata M et al：Early oral feeding should be resumed following the resolution of gastric ileus. Hepatogastroenterology **52**：775—779, 2005
6) Tsunoda A, Shibusawa M, Takata M et al：Feability of early postoperative feeding following the resolution of gastric ileus after colonic surgery. 昭和医会誌 **14**：199—205, 2002
7) Binderow SR, Cohen SM, Wexner SD et al：Must early postoperative oral intake be limited to laparoscopy? Dis Colon Rectum **37**：584—589, 1994
8) Bufo AJ, Feldman S, Daniels GA et al：Early postoperative feeding. Dis Colon Rectum **37**：1260—1265, 1994
9) Ortiz H, Armendariz P, Yarnoz C：Is early postoperative feeding feasible in elective colon and rectal surgery? Int J Colorectal Dis **11**：119—121, 1996
10) Reissmann P, Teoh TA, Cohen SM et al：Is early oral feeding safe after elective colorectal surgery? A prospective randomized trial. Ann Surg **222**：73—77, 1995
11) Moiniche S, Bulow S, Hesselfeldt P et al：Convalescence and hospital stay after colonic surgery with balanced analgesia, early oral feeding, and enforced mobilisation. Eur J Surg **161**：283—288, 1995
12) 井上善文，木村聡宏，藤田繁雄ほか：結腸切除術後栄養管理法に関する全国アンケート調査．外科と代謝・栄 **35**：13—20, 2001
13) Moore FA, Feliciano DV, Andrassy RJ et al：Early enteral feeding, compared with parenteral, reduces postoperative septic complications. The results of a meta-analysis. Ann Surg **216**：172—183, 1992
14) Beier-Holgerson R, Boesby S：Influence of postoperative enteral nutrition on postsurgical infections. Gut **39**：833—835, 1996
15) Bluth EI, Merritt CR, Sullivan MA：Ultrasonic evaluation of the stomach, small bowel, and colon. Radiology **133**：677—680, 1979
16) Bolondi L, Bortolotti M, Santi V et al：Measurement of gastric emptying time by real-time ultrasonography. Gastroenterology **89**：752—759, 1985
17) Hveen K, Haustken T, Berstad A：Ultrasonographic assessment of fasting liquid content in the human stomach. Scand J Gastroenterol **29**：786—789, 1994
18) Haveem K, Jones KL, Chatterton BE et al：Scintigraphic measurement of gastric emptying and ultrasonographic assessment of antral area：relation to appetite. Gut **38**：816—821, 1996
19) Gentilcore D, Hausken T, Horowitz M et al：Measurement of gastric emptying of low- and high nutrient liquids using 3D ultrasonography and scintigraphy in healthy subjects. Neurogastroenterol Motil **18**：1062—1068, 2006
20) Cappello G, Malatesta MG, Ferri A et al：Gastric emptying of a solid-liquid meal measured with ^{13}C octanoic acid breath test and real time ultrasonography：a comparative study. Am J Gastroenterol **95**：3097—3100, 2000
21) Darwiche G, Almer LO, Bjorgell O et al：Measurement of gastric emptying by standardized real-time ultrasonography in healthy subjects and diabetic patients. J Ultrasound Med **18**：673—682, 1999
22) Feldman M, Smith HJ, Simon TR：Gastric emptying of solid radiopaque markers：studies in healthy subjects and diabetic patients. Gastroenterology **87**：895—902, 1984

23) Mojaverian P, Ferguson RK, Vlasses PH et al：Estimation of gastric residence time of the Heidelberg capsule in humans：effect of varying food composition. Gastroenterology **89**：392—397, 1985
24) Hornbuckle K, Barnett JL：The diagnosis and work-up of the patient with gastroparesis. J Clin Gastroenterol **30**：117—124, 2000
25) Perri F, Clemente R, Festa V et al：13C-octanoic acid breath test：a reliable tool for measuring gastric emptying. Ital J Gastroenterol Hepatol **30**：211—217, 1998
26) Jian R, Assael T, Grall Y et al：Comparative study of gastric emptying of digestible and nondigestible solids in normal man and duodenal ulcer patients. Gastroenterol Clin Biol **7**：272—276, 1983

Ultrasonic Evaluation of Gastric Emptying for the Purpose of Early Resumption of Oral Ingestion after Colorectal Cancer Surgery

Tomotake Koizumi, Akira Tsunoda, Masahiro Hayashi, Tetsuji Enosawa*,
Daisuke Yasuda, Kenya Suzuki and Mitsuo Kusano
Department of General and Gastroenterological Surgery and
First Department of Pathology*, Showa University School of Medicine

Background：We have attempted early resumption of oral feeding after colorectal cancer surgery by evaluating recovery from gastric ileus（GI）with the use of an opaque X-ray marker. Since this involves X-ray exposure for patients, we studied whether GI recovery could be evaluated ultrasonographically instead of by conventional radiography. **Methods**：(1) In 24 patients with colorectal cancer and 24 control patients, we measured the pyloric area（PA）during fasting, using ultrasonography. (2) In 6 healthy volunteers, we analyzed gastric emptying during fasting by chronologically measuring PA before and after ingestion of water and rice gruel. (3) In 24 patients with colorectal cancer, the marker (20) was orally administered at 08：00 on the first postoperative day, followed 6 hours later by abdominal plain X-ray and PA measurement. On the second and subsequent postoperative days, two tests were conducted at 09：00, and oral feeding was resumed when marker elimination exceeded 70%. **Results**：(1) PA during fasting did not differ significantly between colorectal cancer and control groups. (2) When PA was measured at multiple points after oral ingestion of water or rice gruel, PA returned to its preingestion level 30 minutes after ingestion of water and 240 minutes after ingestion of rice gruel. (3) The time required to resume oral ingestion after colorectal cancer surgery was 45 hours, shorter than the 48 hours required for the first gas elimination to occur postoperatively. In evaluation using the marker, 71% of all patients showed GI recovery on the second postoperative day. PA on the first postoperative day was higher than preoperatively, but returned to approximately the preoperative level on the second postoperative day, reflecting GI recovery. The time course of the marker thus appears to be identical that of PA. **Conclusion**：GI recovery is evaluated by ultrasonographically measuring PA.
Key words：gastric emptying, colorectal surgery, early oral feeding, ultrasonography
〔Jpn J Gastroenterol Surg 40：1647—1654, 2007〕

Reprint requests：Tomotake Koizumi　Second Department of Surgery, School of Medicine, Showa University
1-5-8 Hatanodai, Shinagawa-ku, 142-8555 JAPAN
Accepted：March 28, 2007

©2007 The Japanese Society of Gastroenterological Surgery　Journal Web Site：http://www.jsgs.or.jp/journal/