

原

著

W型回腸囊運動の経皮的記録に関する研究

新潟大学医学部外科学第一教室（主任：畠山勝義教授）

新潟大学医学部生理学第二教室（主任：本間信治教授）

長谷川 潤

Recording of Electrical Activity of the Ileal W Pouch
on the Parasacral Surface

Jun HASEGAWA

*Department of Surgery I,
Niigata University School of Medicine
(Director: Prof. Katsuyoshi HATAKEYAMA)
Department of Physiology II,
Niigata University School of Medicine
(Director: Prof. Shinji HOMMA)*

The electrical activity and intraluminal pressure of the ileal W pouch were recorded in 17 patients who underwent surgery for ulcerative colitis. The bipolar electrode was attached on the parasacral region, and the intraluminal pressure of the ileal W pouch was recorded by means of an open-tip catheter (12 and 9 cm proximal from anus) for 30 minutes prior and following feeding. Spectral analysis by maximal entropy method was performed every 128 sec. Both spectrally analyzed electrical and pressure waves were piled up to make the running spectra. Spectral peaks of averaged spectra were found at 2.8 cycle per minute (cpm) and 8.1 cpm in pressure waves at 12 cm from anus. Those were found at 7.8 cpm in pressure waves at 9 cm from anus. Spectral peaks of the electrical activity were found at 1.4 cpm and 7.3 cpm. Therefore, spectral peak values were similar between intraluminal pressure and electrical waves which were thought to be the BER (basic electrical rhythm) in the terminal ileum. It was suggested that electrical activity reflecting pressure changes of the ileal W pouch could be recorded by surface electrodes on the parasacral skin.

Key words: Ulcerative colitis, W pouch, Surface electrode, Electrical activity, Intraluminal pressure

潰瘍性大腸炎, W型回腸囊, 表面電極, 電気活動, 内圧

Reprint requests to: Jun Hasegawa,
The First Department of Surgery,
Niigata University School of Medicine,
Niigata City, 951 JAPAN.

別刷請求先: 〒951 新潟市旭町1番町
新潟大学医学部外科学第一教室
長谷川 潤

緒 言

近年、非侵襲的な胃機能の評価法として胃の電気活動を経皮的に記録する胃電図¹⁾が用いられてきており、本間らも胃切除手術前後の胃電図の比較検討を行った²⁾。一方、腸管の経皮的電気活動の測定は未だ一般的ではない^{3)~5)}。本研究では大腸全摘を行った潰瘍性大腸炎（以下 UC）患者に対して、回腸囊の内圧と経皮的電気活動の同時記録を試み、回腸囊の電気活動が経皮的に記録可能であるかを検討した。

対象ならびに方法

対 象

対象は昭和51年より平成5年まで当施設で UC に対して根治手術（大腸全摘，W型回腸囊作製）を施行した患者17例とした（表 1）。男性8例，女性9例，年齢は23歳～66歳（平均40.6歳）であった。

方 法

1) 手術術式

UC に対して当施設では、大腸全摘，直腸粘膜切除，W型回腸囊肛門吻合術を標準術式としている。術後の合併症を防ぐ意味で3期分割手術あるいは2期分割手術を

表 1 対象患者の背景因子

症 例	年 齢	性別	術後期間（月）
1.	44	F	92
2.	31	F	76
3.	62	M	73
4.	53	F	72
5.	48	M	63
6.	30	F	62
7.	67	M	61
8.	34	F	59
9.	39	F	43
10.	23	M	34
11.	38	F	18
12.	54	M	18
13.	25	M	13
14.	25	M	13
15.	27	F	3
16.	40	M	3
17.	51	F	1
Mean±SE	40.6±3.23		41.4±7.33

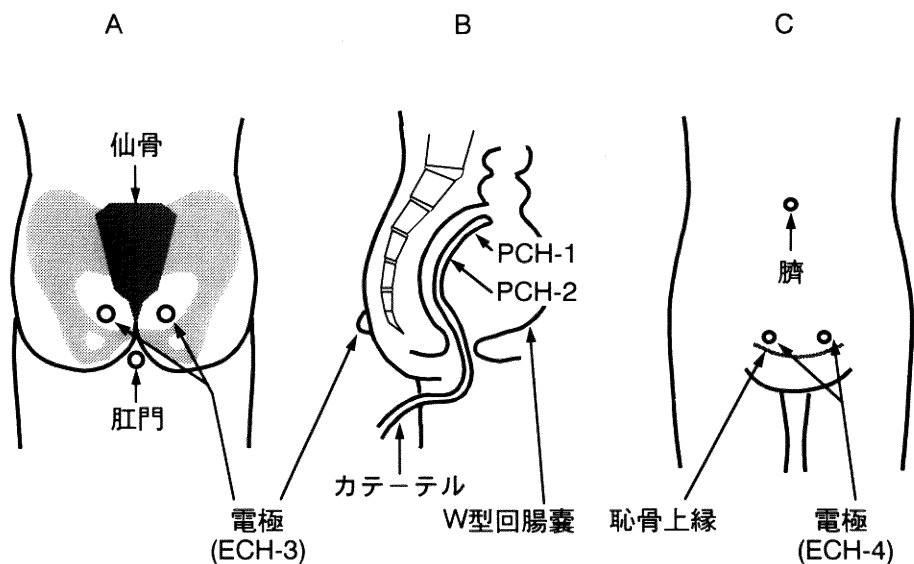


図 1 電極およびカテーテルの位置

A；後面 B；右側面 C；前面

行い、途中作製した回腸瘻を最後の手術で閉鎖している⁶⁾。

2) 回腸嚢内圧、経皮的電気活動の測定及び解析方法

5時間以上の絶食後の空腹期に仰臥位にて記録を行った。回腸嚢内圧は、infused open tip 法で内圧カテーテル (10 Fr) を用いて測定し、肛門縁より口側 12 cm (チャンネル1:以下 PCH-1) と 9 cm (チャンネル2:以下 PCH-2) の腸内圧を回腸嚢内圧とした。infusion には持続注入器を用い、流量は 24 ml/h とした。

経皮的電気活動は、銀-塩化銀血電極で双極誘導とし、電極の位置は直下に電気抵抗の高い骨組織が存在せずW型回腸嚢の電気活動を最も反映すると思われる傍仙骨部 (チャンネル3:以下 ECH-3) とした (図 1: A, B)。皮膚を酒精綿でよく拭拭した後、電極クリーム (Signa creme: PARKER LABORATORIES INC. New Jersey, U.S.A.) を塗り電極をテープで貼り付けた。

生体アンプの時定数は 5 秒, high cut は 0.5 Hz, 記録紙の紙送りスピードは、50 mm/min とした。計測は連続して30分以上行った後、試験食 (カロリーメイト 2 本:大塚製薬, 200 kcal, オレンジジュース 200 ml: 80 kcal) を負荷しさらに30分以上の計測を行った。

体動などの影響と考えられる波は除外し、最大エントロピー法により 1 ファイル 128 秒 (256 点, サンプリングクロック 0.5 秒) ずつ周波数解析を行い spectral array とし食事負荷前後のスペクトルの平均加算を求めた。

平均加算上での peak の周波数について class interval を 0.5 cpm とし周波数分布ヒストグラムを作製した。

内圧波を Connel らは phasic wave と tonic wave とに分類している⁷⁾。Sagar らの用いた定義⁸⁾も参考にし、phasic wave と tonic wave とを次のように分類定義した。

phasic wave は、2 mmHg 以上の規則的な相対的内圧変化が30秒以上持続するものとした。また、tonic wave は、10 mmHg 以上で基線の上昇を伴い、60秒以上持続するもの (周波数が 1 cpm 以下のもの) とした。

結 果

1) 回腸嚢内圧

食事負荷前後のそれぞれ30分間において phasic wave だけが認められた例 (15例), phasic wave と tonic wave が認められた例 (2例) があった (表 2, 方法参照)。

tonic wave は空腹期には認められなかったものの、食後期には 2 例 (症例 8, 13) に認められた。

個々の症例の spectral array では、症例15の様に peak

が複数個認められた (図 2-1)。全症例 (n=17) の全スペクトルの平均加算を求めたところ、PCH-1 (n=460) では 2.8 cpm, 8.1 cpm に peak が認められた (図 3)。同様に PCH-2 (n=460) では 7.8 cpm に peak が認められた (図 3)。

表 2 内圧において tonic wave が認められた症例

症 例	30分間に認められた tonic wave の数			
	PCH-1 (肛門縁より 12 cm)		PCH-2 (肛門縁より 9 cm)	
	空腹期	食後期	空腹期	食後期
8.	—	—	0	1
13.	0	2	0	2
N	1	1	2	2
Mean±SE (cycle per 1 hour)	0	4	0±0	3.0±1.41
Mean±SE (cycle per minute)	0	0.067	0±0	0.050±0.0235

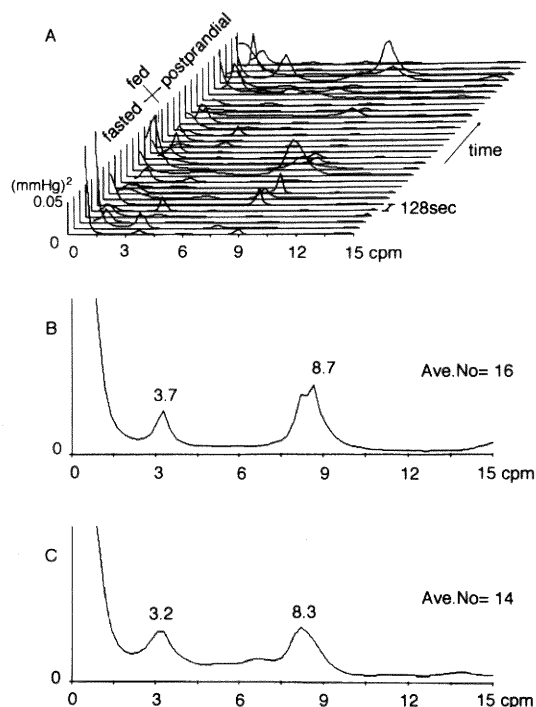


図 2-1 A; 内圧 (PCH-2) の spectral array, B; 平均加算 (空腹期). サンプリングファイル数16. C; 平均加算 (食後期). サンプリングファイル数14. 増幅度はB, Cとも x1000.

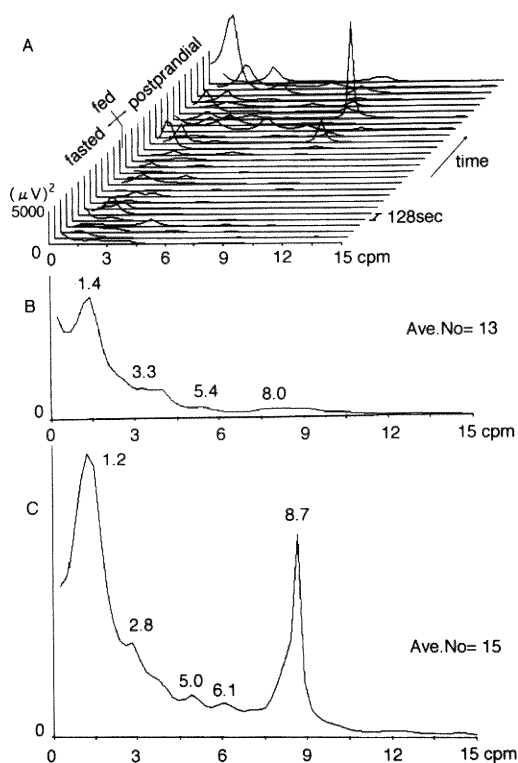


図 2-2 A；電気活動（ECH-3）の spectral array，
B；平均加算（空腹期），サンプリングファ
イル数13，C；平均加算（食後期），サン
プリングファイル数15，reducing rate は
B，Cとも 1/5。

PCH-1 におけるピーク周波数の平均値は 6.4 ± 0.28 cpm (Mean \pm SE, $n=137$) (↓)，PCH-2 におけるピーク周波数の平均値は 6.1 ± 0.29 cpm ($n=113$) (↓) であり，周波数分布ヒストグラム（図 4）では，PCH-1，PCH-2 とも 8 cpm 付近に peak が認められた (↓)。

2) 経皮的電気活動

個々の症例の spectral array では，症例15の様に peak が複数個認められた（図 2-2）。全症例 ($n=17$) の全スペクトル ($n=447$) の平均加算では 1.7 cpm，および 7.3 cpm に peak が認められた（図 3）。

ピーク周波数の平均値は 5.1 ± 0.24 cpm (Mean \pm SE, $n=153$) (↓) であり，ECH-3 における周波数分布ヒストグラム（図 4）では，やはり，8 cpm 付近 (↓) に peak が認められた。

電極の位置の検討を要すると考えられたため，9 例に対して恥骨上縁（チャンネル 4：以下 ECH-4）に電極

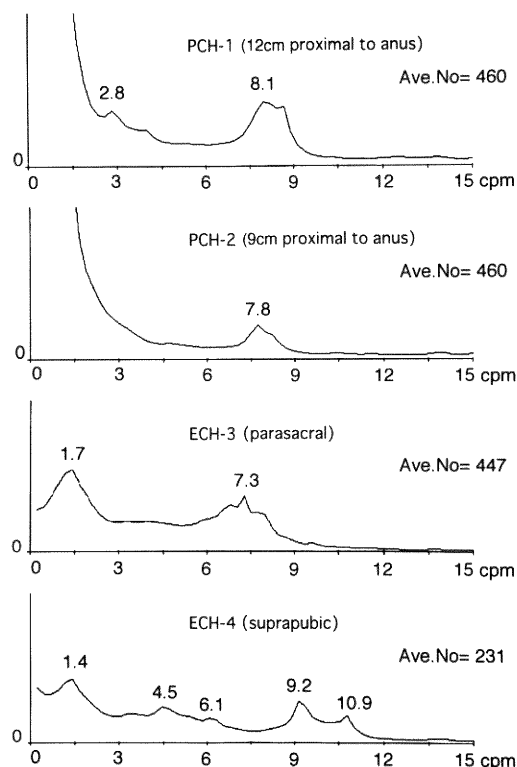


図 3 17症例すべてのスペクトルの平均加算，PCH-1；サンプリングファイル数 460，reducing rate = 1/2，PCH-2；サンプリングファイル数 460，reducing rate = 1/2，ECH-3；サンプリングファイル数 447，reducing rate = 1/20，ECH-4；サンプリングファイル数 231，reducing rate = 1/10。

を貼り付け経皮的電気活動の記録を試みた（図 1：C）。9 例の全スペクトル ($n=231$) の平均加算では 1.4 cpm，4.5 cpm，6.1 cpm，9.2 cpm，および，10.9 cpm に peak が認められた（図 3）。ピーク周波数の平均値は 5.9 ± 0.38 cpm (↓) であり，周波数分布ヒストグラム（図 4）では 9 cpm 付近に peak が認められた (↓)。

3) 内圧と経皮的電気活動との関係

周波数解析により求められた全 peak のうち内圧における peak と電気活動における peak との比較を行い周波数が対応している peak の数を求めた。周波数の差が 0.5 cpm 以内のものを対応している peak とした。

圧と電気活動との対応は peak の 30～57% にみられ，傍仙骨部記録の方が恥骨上縁部記録よりいくぶん対応率

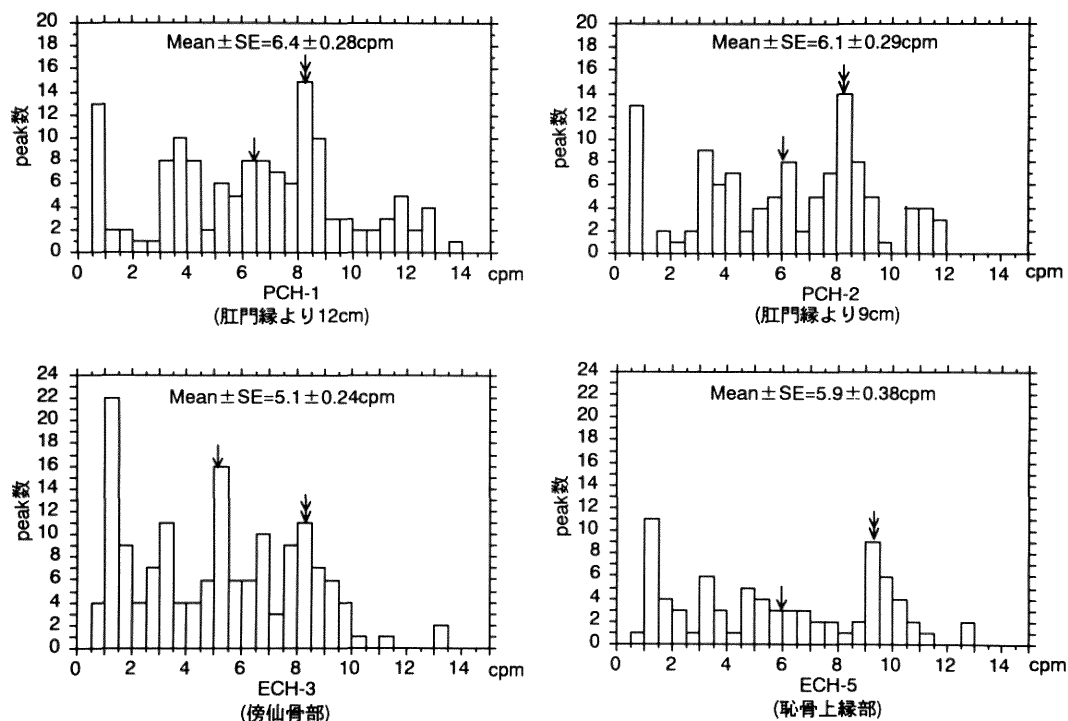


図4 平均加算上に認められた peak について周波数ごと (class interval は 0.5 cpm.) に分類した周波数分布ヒストグラム. ヒストグラム中の矢印 (\downarrow) は平均値 (Mean \pm SEcpm) (cpm; cycle per minute) を表す. 矢印 (\downarrow) は, 回腸の BER に相当する周波数の peak を表す.

表3 内圧と電気活動との対応

		ECH-3 に対する対応	ECH-4 に対する対応
内圧	PCH-1	49.6 % (68/137)	37.2 % (29/78)
	PCH-2	56.5 % (65/113)	45.3 % (24/53)
		PCH-1 に対する対応	PCH-2 に対する対応
電気活動	ECH-3	43.8 % (67/153)	42.5 % (65/153)
	ECH-4	34.2 % (27/79)	30.4 % (24/79)

対応率のカッコ内は, 対応する peak 数/総 peak 数. cpm; cycle per minute

がよかった (表3).

考 察

香山らは大腸全摘後の空腸および回腸における MMC の伝搬速度は, 手術直後に遅延されるがやがて促進されることを示した⁹⁾. Kawarasaki らは漿膜電極を用いて大腸全摘犬の回腸囊の BER (basic electrical rhythm)

を測定し術後4週目では 12.2 ± 2.5 cpm (Mean \pm SD)¹⁰⁾であったという.

UC 術後の回腸囊の slow wave は Pescatori が吸引電極を用い測定しておりその周波数は 9 cpm¹¹⁾であったという.

本研究では大腸全摘を行った UC 患者に対して, 回腸囊の内圧と経皮的電気活動の同時記録を試みた. 個々

の症例において周波数解析後に求めた平均加算上に、複数の peak が認められた (図 2-1, 図 2-2)。また、それらの peak を周波数分布ヒストグラムとした場合にも複数の peak が認められた (図 4)。

W型回腸囊は、12 cm ずつの4つの係蹄により形成されている。したがって、48 cm の終末回腸の壁により形成されることとなるため、BER も終末回腸のみで測定したときとは異なり、複合波となる可能性¹²⁾ も関与していると考えられる。

また、本間ら²⁾ が引用した文献 (Thouvenot) によれば腹部表面電極より種々の消化管活動が記録できることを述べているが、本研究においても回腸囊の電気活動のみならず、その周囲、例えば、肛門管収縮律動波などを拾っていることが考えられる。回腸囊内圧に関しても、腹腔内圧を反映するため腹腔内臓器の運動による影響があると考えられる。

肛門管収縮律動波は、内肛門括約筋の自動運動によるといわれており¹³⁾、その周波数は長崎によれば成人で 11.0~12.8 cpm¹³⁾ であり、当教室の島村らの UC 術後患者の測定結果は 13.5 ± 0.40 (Mean \pm SE) cpm (未発表) であった。したがって、周波数解析による平均加算において認められる peak、および、peak の周波数分布ヒストグラムで認められた 11.0 cpm (PCH-2)、11.5 cpm (PCH-1)、および、12.5 cpm (PCH-1) の peak は肛門管収縮律動波を反映している可能性も考えられる。

さらに、膀胱平滑筋の電気活動は複雑でその周波数は一定していないと報告されている¹⁴⁾ ことを考え合わせると、記録された電気現象とそのスペクトルが膀胱平滑筋の電気活動をも反映している可能性も考えられる。

全症例の平均加算を行った場合のスペクトルを比較すると内圧の 8.1 cpm、7.8 cpm という peak (図 3) と傍仙骨部より得られた電気活動の 7.3 cpm の peak (図 3) は比較的良好に対応していると考えられた。個々の症例の周波数解析後、個々の症例の平均加算により得られたすべての peak の周波数の平均値は、内圧 (PCH-1; 6.4 ± 0.28 cpm, $n=137$, PCH-2; 6.1 ± 0.29 cpm, $n=113$) と電気活動 (ECH-3; 5.1 ± 0.24 cpm, $n=153$, ECH-4; 5.9 ± 0.38 cpm, $n=79$) とよく対応していた。

さらに、内圧と傍仙骨部より得られた電気活動の peak の周波数分布ヒストグラム上でも 8 cpm 付近に peak が認められた (図 4)。

これらの値は、内圧測定により求めた回腸囊あるいは大腸全摘後の終末回腸の slow wave が、7.5 cpm~9.7 cpm (Mean)¹⁵⁾⁻¹⁸⁾、および、回腸の BER である 7~10

cpm¹⁹⁾²⁰⁾ の範囲に入っている。

恥骨上縁の電極より得られた peak と内圧の peak との比較を行うと、対応が認められた割合は、傍仙骨部の電極より得られた電気活動の場合と比較して低いものとなった (表 3)。また、恥骨上縁部記録の電気活動の周波数 (9.2 cpm) は傍仙骨部のそれ (7.3 cpm) より高く (図 3)、より口側の小腸の BER をとらえているものと想像される。すなわち、傍仙骨部の電極より得られた電気活動が、よりW型回腸囊の内圧を反映していることが示唆された。

以上より、傍仙骨部の電極によりW型回腸囊の電気活動の記録が可能であることが示唆された。

ま と め

UC のため手術を施行した患者17例に対して、W型回腸囊の内圧と経皮的電気活動の同時記録を試み、最大エントロピー法による周波数解析を行い spectral array とし、平均加算スペクトルを求め比較検討した。

1. 全スペクトルの平均加算では、内圧の peak (8.1 cpm, 7.8 cpm) と電気活動の peak (7.3 cpm) は比較的良好に対応していると考えられた。

2. 内圧と電気活動の peak の周波数分布ヒストグラム上でも 8 cpm 付近に peak が認められた。

以上より、傍仙骨部の電極からW型回腸囊の電気活動記録が可能であることが示唆された。

謝 辞

稿を終えますにあたり御指導、御校閲を賜った新潟大学外科学第一教室畠山勝義教授、並びに直接御指導、御教示を賜った新潟大学生理学第二教室本間信治教授に深甚なる謝意を表します。

尚、本研究の要旨は第36回日本平滑筋学会で発表した。

参 考 文 献

- 1) Smout, A.J.P.M. and Schee, E.J.: Electrogastrography. Gastrointestinal motility: Which test? Wrightson Biomedical Publishing Ltd., UK, p. 113~120, 1989.
- 2) 本間信治, 島影尚弘, 佐藤賢治, 松尾仁之, 田宮洋一, 武藤輝一, 畠山勝義: 胃全摘, 胃垂全摘, 胃管形成前後の胃電図について, 日本平滑筋会誌, 29: 404~407, 1993.
- 3) Taylor, I., Duthie, H.L., Smallwood, R. and

- Linkens, D.:** Large bowel myoelectrical activity in man, *Gut*, **16**: 808~814, 1975.
- 4) **Chen, J., Schirmer, B.D. and McCallum, R.W.:** Measurement of electrical activity of the human small intestine using surface electrodes, *IEEE. Trans. Biomed. Eng.*, **40**: 598~602, 1993.
 - 5) **Pezzolla, F., Riezzo, G., Maselli, M.A. and Giorgio, I.:** Electrical activity recorded from abdominal surface after gastrectomy or colectomy in humans, *Gastroenterology*, **97**: 313~320, 1989.
 - 6) **Hatakeyama, K., Yamai, K., Inoue, Y., Sakai, Y. and Muto, T.:** Restorative proctocolectomy with ileal W pouch for ulcerative colitis and familial adenomatous polyposis, *Acta Med. Biol.*, **38**: 139~146, 1990.
 - 7) **Connel, A.M., Texter, E.C. and Vantrappen, G.:** Classification and interpretation of motility records, *Am. J. Dig. Dis.*, **10**: 481~483, 1965.
 - 8) **Sagar, P.M., Salter, G.V., Holdsworth, P.J., King, R.F.G.J. and Johnston, D.:** Myectomy reduces ileal motility after ileoanal anastomosis, *Br. J. Surg.*, **78**: 549~553, 1991.
 - 9) **Kayama, H. and Koh, K.:** Clinical and experimental studies on gastrointestinal motility following total colectomy: direct measurement (strain gauge force transducer method, barium method) and indirect measurement (hydrogen breath test, acetaminophen method), *J. Smooth. Muscle Res.*, **27**: 97~114, 1991.
 - 10) **Kawarasaki, H., Fujiwara, T. and Fonkalsrud, E.W.:** Electric activity and motility in the side-to-side isoperistaltic ileal reservoir, *Arch. Surg.*, **120**: 1045~1047, 1985.
 - 11) **Pescatori, M.:** Myoelectric and motor activity of the terminal ileum after pelvic pouch for ulcerative colitis, *Dis. Colon Rectum*, **28**: 246~253, 1985.
 - 12) **Homma, S., Kusama, A. and Ueki, H.:** Spectral analysis of intraluminal pressure in the anastomosed ileal segment of the rat in vitro, *J. Auton. Nerv. Syst.*, **47**: 115~119, 1994.
 - 13) **長崎 彰:** 直腸肛門内圧測定, 葛西森夫監修, 消化管内圧測定法, 東京, 医学書院, p. 54~67, 1983.
 - 14) **Doyle, P.T., Hill, D.W., Perry, I.R. and Stanton, S.L.:** Computer analysis of electromyographic signals from the human bladder and urethral and anal sphincters, *Invest. Urol.*, **13**: 205~210, 1975.
 - 15) **Rabau, M.Y., Percy, J.P. and Parks, A.G.:** Ileal pelvic reservoir: a correlation between motor patterns and clinical behaviour, *Br. J. Surg.*, **69**: 391~395, 1982.
 - 16) **Akwari, O.E., Kelly, K.A. and Phillips, S.F.:** Myoelectric and motor patterns of continent pouch and conventional ileostomy, *Surg. Gynecol. Obstet.*, **150**: 363~371, 1980.
 - 17) **Code, C.F., Rogers, A.G., Schlegel, T., Hightower, N.C. and Barga, J.A.:** Motility patterns in the terminal ileum: studies on two patients with ulcerative colitis and ileac stomas, *Gastroenterology*, **32**: 651~665, 1957.
 - 18) **Gadacz, T.R., Kelly, K.A. and Phillips, S.F.:** The continent ileal pouch: absorptive and motor features, *Gastroenterology*, **72**: 1287~1291, 1977.
 - 19) **Christensen, J., Schedl, H.P. and Clifton, J.A.:** The small intestinal basic electrical rhythm (slow wave) frequency gradient in normal men and in patients with a variety of diseases, *Gastroenterology*, **50**: 309~315, 1966.
 - 20) **Quigley, E.M.M., Borody, T.J., Phillips, S.F., Wienbeck, M., Tucker, R.L. and Haddad, A.:** Motility of the terminal ileum and ileocecal sphincter in healthy humans, *Gastroenterology*, **87**: 857~866, 1984.

(平成6年11月18日受付)