

原 著

直腸運動型分類からみた輸送遅延型慢性便秘症の病態生理

日本大学医学部外科学講座外科1部門, 大阪大学大学院医学系研究科小児外科学講座*

萩原 紀嗣 富田 涼一 福澤 正洋*

はじめに：慢性便秘症（A群）における排便機能，特に上部消化管と協調して発生する胃大腸反射を解析する目的に，その直腸運動型を対照例（B群）と比較検討した。対象および方法：A群10例に対して，経肛門的に直腸内に圧トランスジューサーを直腸内に挿入し，食（試験食摂取）前後2時間の直腸内圧波形を測定した。B群には排便異常のない成人10例を用いた。成績：食前後の検討からB群の波形は4種類（I型：小さな振幅の連続波，II型：大きな振幅または基線上昇を伴う連続波，III型：基線上昇のみ，IV型：単相収縮波）に分類された。食前ではA，B群ともI型のみ認められた。食後ではA，B群ともにI型は100%認められたが，B群のみ波形頻度が有意に増加した（ $p < 0.01$ ）。III，IV型はB群のみ認めた。なお，II型の出現率はA，B群とも差はなかったが，試験食摂取からその出現までの時間では，B群はA群より有意に早かった（ $p < 0.01$ ）。すなわち，食前の運動型はA，B群間に差はなかったが，A群では食事後に連続波の頻度増加は見られず，B群に比べ出現が遅延し，また高圧収縮波の出現はほとんど認められなかった。考察：A群では摂食後直腸運動機能障害が存在し，これは胃直腸反射の低下によるものと考えられた。

緒 言

消化管運動は栄養系の消化吸収に重要な役割を持っている。その運動の解析の中で正常の大腸運動は分節運動と推進系運動に大きく分類できるとされており，また空腹期と食後期によりその運動パターンは協調運動を持って変化し，生体の恒常性維持に重要な役割を担っているとされる¹⁾²⁾。消化管運動から排便障害を見ると，慢性便秘症について，摂食による消化管運動機能異常，特に消化管反射の減弱がその成因に関与していることが報告されている³⁾。

本研究では，慢性便秘症，特に輸送遅延型慢性便秘症における上部消化管と大腸が協調して発生する胃大腸反射⁴⁾を解析する目的に，直腸内圧を食事負荷前から食事後まで経時的に測定し，直腸内圧波形の分析に基づく運動型の分類，および食事との関連を含め直腸運動面からその病態生理学的

検討を行った。

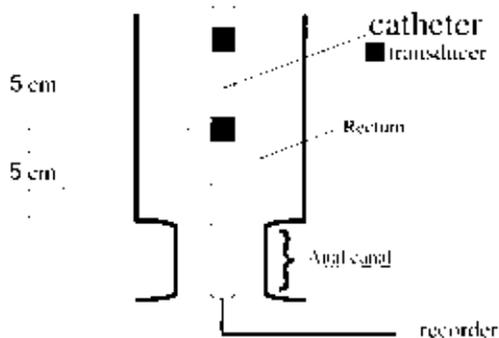
対象および方法

対象症例は1996年10月から2003年9月までの7年間に日本大学医学部附属板橋病院第1外科（外科1）で経験した輸送遅延型慢性便秘症例10例（A群；男性4例，女性6例，年齢分布は25歳から78歳，平均年齢は51.0歳）であった。これら症例は，下剤の服用および浣腸を用いなければ2回/週以下の排便であり，精神・神経疾患，代謝・内分泌異常や器質的消化管病変がなく，放射線マーカー法により全大腸運動が低下して輸送遅延型と判断された症例である。また，排便注腸造影X線検査にて直腸肛門形態学的異常や直腸肛門内圧検査にて肛門括約筋群機能異常が認められず，Hirschspurgung病やアニスムスなどの閉塞型慢性便秘症を否定された症例である（Table 1）。対照には，排便異常や直腸肛門疾患の既往のない，本研究に協力してくれた体表手術症例10例（B群；男性7例，女性3例，年齢分布は34歳から75歳，平均年齢は60.7歳）を用い比較検討した。な

<2005年2月23日受理>別刷請求先：萩原 紀嗣
〒173-8610 板橋区大谷口上町30-1 日本大学医学部外科学講座外科1部門

Table 1 Characteristics of the slow transit type chronic constipation patients (Group A)

Patients	Age (year)	Gender	Other illness	Duration of constipation (year)	Weekly bowel movements	Previous treatment
1	65	male	none	> 25	2	enema, purgative
2	78	female	none	> 20	1 ~ 2	enema, laxative
3	31	male	none	10	1	purgative
4	70	female	none	> 20	1	purgative
5	56	female	mastopathy	> 10	1	purgative, laxative
6	25	male	none	7	1 ~ 2	enema
7	55	female	none	10	2	purgative, laxative
8	25	male	none	5	1 ~ 2	purgative
9	60	female	none	> 20	2	enema
10	45	female	none	15	1	purgative, laxative

Fig. 1 Set-up for manometric recording of the rectal motility

お、今回の検討症例においては、十分なインフォームドコンセントを行い、全例で本研究への同意、協力を得た。

被験者は検査前 8 時間を禁飲食とし、消化管運動に影響する薬剤の内服は 24 時間前より中止とした。また、浣腸や鎮静などの前処置は行わなかった。直腸内圧測定用の圧トランスデューサー付きカテーテル (motility probe, synecticus medical 社製, SWEDEN) を肛門管直上より圧測定部位が 5cm, 10cm の直腸内に圧トランスデューサーを挿入した。挿入前に直腸指診、肛門鏡にて、直腸内に便が存在しないことを確認した。挿入刺激による直腸運動変化を考慮し、挿入 30 分後より測定を開始し、食事前それぞれ 2 時間の直腸内圧変動を測定した (Fig. 1)。なお、2 か所の圧測定部の

うち、波形が得られた部の測定値を採用とし、両方とも得られた場合には波形が明瞭であったほうの測定値を採用した。測定の体位は座位とし、食事負荷用の試験食として入院一般食 (15~20Kcal/kg) を用い、15 分~30 分で経口摂取させた。そして B 群から得られた直腸内圧波形をその形、振幅、持続時間などから分類し A, B 群間の直腸運動型を比較検討した。

検討数値は mean ± SD として算出した。統計学的解析は同一群内の食事負荷前後での検討には t 検定を、各群間の差の検討には Mann-Whitney 検定を用い、 $p < 0.05$ をもって有意差ありとした。

結 果

A, B 群で得られた食事前後の直腸内圧波形は、I 型 [連続波 (小さな振幅: 20mmHg 未満)], II 型; 連続波 (大きな振幅: 20mmHg 以上で基線上昇を伴うことがある)], III 型 [基線上昇のみ (持続時間: 30 秒以上)], IV 型 [単相の収縮波 (持続時間 30 秒未満)], の 4 つに分類された (Fig. 2)。

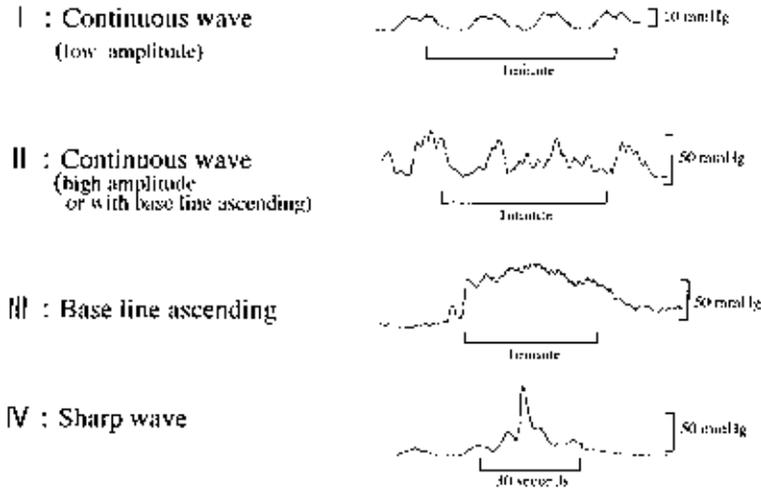
I 型では出現頻度と最大収縮圧、II 型では出現頻度、食事から出現までの時間と最大収縮圧、および III 型と IV 型では出現回数、そのおのおのについて持続時間と最大収縮圧を記録し (Table 2, 3)、これらをもとに A, B 群各症例の波形を比較検討した (Table 4)。

1. 食事負荷前

A, B 群ともに全例において I 型が連続して認められた。なお、A, B 群においてそれぞれ I 型の出現頻度は 2.1 ± 0.8 , 2.4 ± 0.4 回/分、最大収縮圧

Fig. 2 The motility patterns of the rectum (classified by the rectal manometric record in normal group)

- Type I wave : continuous wave with low amplitude (< 20 mmHg)
 Type II wave : continuous wave with high amplitude (≥ 20 mmHg)
 or with base line ascending
 Type III wave : only base line ascending (duration time ≥ 30 min)
 Type IV wave : sharp wave (duration time < 30 min)



(各連続波群の中で最も大きい振幅の平均)は 12.4 ± 3.5 , 14.8 ± 4.9 mmHg であり, 両者に有意差は認めなかった (Table 4).

2. 食事負荷後

1) I型: A, B群ともに全例において認められ, それぞれの出現頻度は 2.3 ± 0.4 , 4.0 ± 1.6 回/分となり, A群はB群より有意に少なかった ($p < 0.05$). なお, 食前と比較してA群では差はなかったが, B群では有意に増加した ($p < 0.01$). A, B群それぞれの最大収縮圧は 13.0 ± 4.4 , 16.8 ± 6.9 mmHg であり, A群はB群より低い傾向を認めた ($p < 0.1$). なお, A, B群ともに食前と比較してやや圧が上昇傾向を示したが, 有意な差は認めなかった (Table 4).

2) II型: A, B群それぞれの出現率は 33, 40% とA群よりB群に多く認められたが, 出現時間は 75.0 ± 20.8 , 18 ± 14.5 分で, A群はB群より有意に遅延していた ($p < 0.01$). 出現頻度は 3.5 ± 1.0 , 5.2 ± 1.2 /分でA群はB群より少なく, 最大収縮圧は

30.0 ± 13.1 , 31.0 ± 12.6 mmHg で, 両者に差を認めなかった (Table 4).

3) III型: B群のみに認められ, A群には認められなかった. 出現頻度は 2.5 ± 1.0 /時, 持続時間は 44.0 ± 36.0 秒, 最大収縮圧は 70.5 ± 15.5 mmHg であった (Table 4).

4) IV型: B群のみに認められ, A群には認められなかった. 出現頻度は 1.5 ± 0.6 /時, 持続時間は 12.5 ± 4.78 秒, 最大収縮圧は 90.0 ± 48.2 mmHg であった (Table 4).

考 察

in vivo の大腸運動は, 種々の方法を用いて研究されてきた. これまで X線法による直接肉眼的な推進運動の観察⁵⁾, 放射線マーカー法による腸管各部位の通過時間の測定⁶⁾, 大腸内圧測定 (Open-tip法, 圧トランスジューサー法) による内圧変化からみた大腸運動の観察^{7,8)}, 大腸シンチグラフィ法による大腸輸送時間の測定⁹⁾, 大腸超音波検査による大腸運動の分析¹⁰⁾などが挙げられる. しかし,

Table 2 Result-1 : The motility patterns of the rectum in the slow transit type chronic constipation (Group A) before and after meals

Patients		TypeI			TypeII				Type III	TypeIV
		Appearance	Frequency (cycles/min)	Maximum amplitude (mmHg)	Appearance	Appearance time after meals (min)	Frequency (cycles/min)	Maximum amplitude (mmHg)	Appearance	Appearance
1	Before meals	+	33/20	10	(-)				(-)	(-)
	After meals	+	27/20	10	(-)				(-)	(-)
2	Before meals	+	13/5	10	(-)				(-)	(-)
	After meals	+	22/8	12	(-)				(-)	(-)
3	Before meals	+	10/5	13	(-)				(-)	(-)
	After meals	+	27/11	15	+				45	28/8
4	Before meals	+	10/3	20	(-)				(-)	(-)
	After meals	+	51/19	21	+				75	9/2
5	Before meals	+	24/9	16	(-)				(-)	(-)
	After meals	+	25/11	18	+				85	5/2
6	Before meals	+	14/14	10	(-)				(-)	(-)
	After meals	+	25/10	12	(-)				(-)	(-)
7	Before meals	+	8/7	10	(-)				(-)	(-)
	After meals	+	6/3	5	(-)				(-)	(-)
8	Before meals	+	17/10	11	(-)				(-)	(-)
	After meals	+	11/6	11	(-)				(-)	(-)
9	Before meals	+	29/11	10	(-)				(-)	(-)
	After meals	+	20/10	12	(-)				(-)	(-)
10	Before meals	+	27/10	14	(-)				(-)	(-)
	After meals	+	21/8	14	(-)				(-)	(-)

その詳細には種々の検査状況の相違や、検査法により違いがあり、運動の分類はいまだ明らかにされていない。

現在、Codeら¹¹⁾がヒトで行ったバルーン法による大腸運動分類が一般的に多く応用されている。I型は出現頻度6~13回/分で、平均収縮圧5cmH₂O、平均持続時間が5秒の収縮波、II型は最も良く観察される型で、収縮波の出現頻度が2回/分、収縮圧6.5~50cmH₂O、平均持続時間25秒の単相波、III型は基線の上昇にIまたはII型が重なり1~4分持続するもの、IV型は1~5分持続する大収縮単相波としている。I型の波はヒト大腸の直接観察やX線検査上の観察では収縮が確認されず、非推進性の波であるとされている。II型の波は大腸の膨起性推進運動に一致して見られる。III型の動きはX線上ははっきりと確認されず、蠕動ではなく

推進性運動には関係しないとされる。IV型はmass movementと呼ばれヒト大腸運動の中で排便に最も関与する動きを示すとされる。

これまでの研究から、消化管運動は食事の負荷前(空腹期)後(食後期)で異なることが知られ、空腹期運動はphaseI~IVに分類され、その詳細は明らかにされているが、空腹期運動パターン分類についてはいまだ明確にされていない。そして、排便に大きく関与するとされる直腸運動に関しては食事前後で比較検討した報告はない。そこで、Codeら¹¹⁾の大腸運動分類を参考に健常人の直腸運動パターンを対照とし、輸送遅延型慢性便秘症の病態解明を目的に比較検討した。

今回の我々の検討では、対照の直腸運動はCodeら¹¹⁾の報告とほぼ同様なI~IV型に分類された。食事負荷による変化では、食前ではI型のみ認め

Table 4 Comparison of the motility patterns of the rectum in the slow transit type chronic constipation (Group A) and normal (Group B) before and after meals

Types of waves	Group A (n = 10)			Group B (n = 10)		
	Before meals	After meals	p	Before meals	After meals	p
I	Appearance rate (%)	100	100	100	100	
	Frequency (cycles/min)	2.1 ± 0.8	2.3 ± 0.4 ^a	N.S.	2.4 ± 0.4 ^c	4.0 ± 1.6 ^b a vs. b p < 0.05, c vs. b p < 0.01
	Maximum amplitude (mmHg)	12.4 ± 3.5	13.0 ± 4.4 ^a	N.S.	14.8 ± 4.9	16.8 ± 6.9 ^b a vs. b p < 0.1
II	Appearance rate (%)	0	33		0	40
	Appearance time after meals (min)		75 ± 20.8 ^a			18 ± 14.5 ^b
	Frequency (cycles/min)		3.5 ± 1.0 ^a			5.2 ± 1.2 ^b
	Maximum amplitude (mmHg)		30.0 ± 13.1 ^a			31.0 ± 12.6 ^b
III	Appearance rate (%)	0	0		0	60
	Frequency (cycles/hour)					2.5 ± 1.0
	Duration time (sec)					44.0 ± 36.0
	Maximum amplitude (mmHg)					70.5 ± 15.5
IV	Appearance rate (%)	0	0		0	40
	Frequency (cycles/hour)					1.5 ± 0.6
	Duration time (sec)					12.5 ± 4.78
	Maximum amplitude (mmHg)					90.0 ± 48.2

られ、食事負荷後に連続波 (I 型) の頻度の増加が特に強く見られた。また、強い収縮圧を持つ波形が見られ、この中には収縮圧が I 型より高い連続波 (II 型)、持続時間が長いもの (III 型)、持続時間が短く、より収縮圧の高いもの (IV 型) の 3 種類が確認された。これまでに食後期の直腸運動は種々の運動パターンがあり、分類は報告されていないが、今回の検討により食後期運動は I~IV 型に分類することができた。Code ら¹¹⁾ の分類を見ると、収縮圧の高い II 型、IV 型が推進性運動に関係しており、I 型、III 型の波では蠕動が確認できないとのことであった。今回の検討でも、健常人の食後に II 型や IV 型の収縮圧の高い波形が見られており、これらが直腸の推進性運動に関与していると推測される。I 型については食後に頻度の増加が見られており、また III 型も食後にのみ見られていることから、食事刺激による直腸の緊張性収縮などの亢進性変化を示していると考えられる。以上から、正常な直腸運動では食事刺激により、強い収縮圧を持つ運動亢進状態になるものと思われた。本現象は胃大腸反射、特に胃直腸反射を観察したものと考えられ、排便の重要な要素と

思われた。

便秘症における大腸運動に関する研究では、Leori ら¹²⁾ は慢性便秘症および抗うつ剤服用による便秘患者では大腸に高圧収縮波が見られず、摂食による大腸運動の亢進が観察されなかったと報告しており、Rao ら¹³⁾ は輸送遅延型便秘症では日中の大腸収縮波は減少し、直腸での推進性高周波運動も少なくなること、また、口側結腸と直腸の協調運動障害がその病態と関係していると報告している。

今回の我々の検討では、輸送遅延型慢性便秘症例は、安静時では健常人と同様の連続波 (I 型) が観察された。食事後では健常人の食後に観察された連続波 (I 型) の頻度の増加は見られず、また一部に収縮圧の上昇を伴う連続波が見られた (II 型) が、出現する時間が健常人より有意差を持って遅延していた。さらに、振幅の大きい、いわゆる高収縮波 (III, IV 型) は見られなかった。III, IV 型の欠如は排便輸送に重要な推進性運動が損なわれていることを示し、食後での II 型の出現遅延は、食事負荷から運動亢進状態に移行する過程での障害を示唆する。すなわち、輸送遅延型慢性便

秘症例では、食後期の直腸運動の低下が認められる。これらの機序としては、食事摂取により引き起こされる胃直腸反射機能が低下している可能性や、共同研究者の Tomita ら¹⁴⁾が大腸壁内神経系の *in vitro* の検討から正常結腸に比較して、輸送遅延型結腸では抑制神経、特に non-adrenergic non-cholinergic nerve 支配とその神経伝達物質であり、腸管平滑筋弛緩作用のある nitric oxide が有意に増強していることを報告しており、これら腸管壁内神経系伝達の異常も一因子になると考えている。

以上、食事負荷前後2時間の経時的直腸肛門内圧波形の運動型分類は、空腹期および食後期の直腸運動を簡便に把握することが可能で、直腸運動異常に基づく排便異常の病態の解析に有効であると思われた。今後、さらに症例を重ね、直腸運動のコンピューター解析などを加えた、より詳細な検討が必要と考えている。

文 献

- 1) 福土 審, 相模泰宏, 本郷道夫: 大腸の運動と知覚試験(パロスタット法). 臨消内科 17: 1803—1811, 2002
- 2) Guyton AC, Hall JE: ガイトン臨床生理学. 早川弘一監訳. 医学書院, 東京, 1999, p803—812
- 3) 平塚秀雄: 便秘の診断と治療. 診断と治療 78: 208—218, 1990
- 4) 足立 勲: 胃—大腸反射について. J Physiol Soc Jpn 21: 386—396, 1959
- 5) Ritchie JA: Colonic motor activity and bowel function. II. Distribution and incidence of motor activity at rest and after food and carbachol. Gut 9: 501—511, 1968
- 6) Hinton JM, Lennard-Jones JE, Young AC: A new method for studying gut transit times using radiopaque markers. Gut 10: 842—847, 1969
- 7) Arndorfer RC, Steff JJ, Dodds WJ et al: Improved infusion system for intraluminal esophageal manometry. Gastroenterology 73: 23—27, 1977
- 8) 大和 滋: マイクロトランスデューサーを用いた24時間全結腸運動測定—ヒト結腸蠕動運動の排便に対する役割. 消化器科 30: 711—713, 2000
- 9) 山内昌哉, 藤井久男, 吉川周作ほか: 大腸シンチグラム法による大腸運動能の評価. 消化器科 30: 702—710, 2000
- 10) 河原秀次郎, 平井勝也, 青木照明: 体外式超音波検査による大腸運動機能評価の試み. 日本大腸肛門病会誌 52: 91—97, 1999
- 11) Code CF, Hightower NC, Morlock CG: Motility of the alimentary canal in man: review of recent studies. Am J Med 13: 328—351, 1952
- 12) Leori AM, Lalaude O, Antonietti M et al: Prolonged stationary colonic motility recording in seven patients with severe constipation secondary to antideopressants. Neurogastroenterol Motil 12: 149—154, 2000
- 13) Rao SS, Sadeghi P, Batterson K et al: Altered periodic rectal motor activity: a mechanism for slow transit constipation. Neurogastroenterol Motil 13: 591—598, 2001
- 14) Tomita R, Fujisaki S, Ikeda T et al: Role of nitric oxide in the colon of patients with slow-transit constipation. Dis Colon Rectum 45: 593—600, 2002

The Motility Patterns of the Rectum in Slow Transit Type Chronic Constipation

Noritsugu Hagiwara, Ryoichi Tomita and Masahiro Fukuzawa*

First Department of Surgery, Nihon University School of Medicine

Department of Pediatric Surgery, Osaka University Graduate School of Medicine*

Purpose : We studied rectal motility in chronic constipation. **Methods** : Rectal manometric recordings using a transanal probe placed with manometric sensors in the rectum were made for 2 hours before meals and 2 hours after meal, in 10 slow-transit constipation patients (group A) and 10 healthy volunteers (group B). **Results** : Manometric waves recorded in group B were classified into 4 types : Type I was a low-amplitude continuous wave. Type II was a high-amplitude continuous wave or continuous wave with the base line ascending. Type III showed only the base line ascending. Type IV was a high-amplitude sharp wave. Before meals only type I waves appeared. After meals, the frequency of type I waves increased in group B ($p < 0.01$). Types III and IV appeared only in group B. The incidents of type II waves was the same in both groups, but appearance in group B was earlier than that in group A ($p < 0.01$). In group A, the higher frequency wave was delayed and no higher amplitude wave was observed. **Conclusion** : Our results suggest that slow-transit chronic constipation patients lack a rectal response to eating due to a gastro-rectal reflex disorder.

Key words : rectal motility, manometric classification, chronic constipation

[Jpn J Gastroenterol Surg 38 : 1288—1295, 2005]

Reprint requests : Noritsugu Hagiwara First Department of Surgery, Nihon University School of Medicine
30-1 Oyaguchi-Kamimachi, Itabashi-ku, 173-8610 JAPAN

Accepted : February 23, 2005