

만성 특발성 변비환자에 대한 알칼리성 이온수의 치료 효과*

서울대학교 의과대학 내과학교실

노 임 환 · 최 규 완

한국과학기술원

전 무 식

= Abstract =

The Therapeutic Effect of the Alkaline Ionized Water in the Patients with Chronic Idiopathic Constipation

Im Hwan Roe, M.D. and Kyoo Wan Choi, M.D.

Department of Internal Medicine, College of Medicine, Seoul National University, Seoul, Korea

Mu Shik Jhon, M.D.

Korea Advanced Institute of Science and Technology, Seoul, Korea

Calcium ion is considered to be the strong structure making ion, and also to be essential in the propulsive contraction of the intestinal smooth muscle. Therefore we have experienced the therapeutic effect of the alkaline ionized water including large amount of calcium ion in the constipated patients.

The effect of the alkaline ionized water in the constipated patients (n=8) was evaluated by the measurement of the colonic transit time using radiopaque markers and the frequency of defecation. The transits were shortened significantly after treatment; from 71.8±29.4 hr to 43.5±26.5 hr in total colon (p=0.004), and from 18.8±10.4 hr to 8.1±6.2 hr in the right colon (p=0.035). The frequency of defecation was also increased significantly: from 1.4±0.6/week to 2.7±1.6/week (p=0.03).

In conclusion, although the effect of the long term follow-up is not taken, this is a preliminary report showing the promising effects of the alkaline ionized water in the chronic constipated patients.

서 론

변비의 생리학적 기전은 뚜렷히 밝혀져 있지 않으나 위장관의 근육 특히 대장의 평활근 수축이 충분히 조화 있게 되지 못하여 생긴다고 할 수 있다. 그중에서도 전반적으로 대장운동이 느리기 보다는 종괴이동(mass movement) 즉, 하루에 단지 수차례 정도만 일어나고 특히 아침식사후 첫 1시간 동안 약 15분간에 걸쳐 가장

활발하다는 대장의 추진성 진행운동이 현저히 감소 또는 소실된다고 한다¹⁾.

장관의 평활근 수축을 억제시키는 요인으로서는 칼슘이온 농도의 감소, 조직내 산소 결핍, 이산화탄소의 축적, 수소이온 농도의 증가 및 온도하강 등의 대사성 산증(metabolic acidosis) 상태이다²⁻⁴⁾. 또한 acetylcholine에 의한 평활근 수축도 근세포내로 칼슘이온이 유입됨으로써 일어난다. 그러므로 평활근의 수축과정에는 칼슘이온 농도의 감소나 대사성산증 등이 큰 저해요인이 된다는 것은 이미 알려진 사실이다⁵⁾.

*본 연구는 1989년도 서울대학교병원 임상연구비의 보조로 이루어 졌음.

한편 최근에는 생체분자를 이루는 물의 구조가 밝혀지

고 그 질서가 파괴되면 생체분자가 보호받지 못하여 각종 질병이나 노화현상이 생긴다는 물환경설(water environment)이 여러 실험이나 연구를 통하여 대두되고 있다. 즉 물속에 포함된 이온들이 물분자의 결합을 촉진하거나 방해하여 이온들과 질병간의 흥미로운 관계가 있음을 강조하고 있다⁸⁻¹⁰. 특히 칼슘 이온은 물을 구조화시키는 강력한 이온인 것이 실험을 통하여 밝혀지고 있어 칼슘이온이 풍부한 물을 섭취하는 경우에 위장관 운동이 활발하여질 것으로 예상되나 인체에 대한 임상연구는 보고된 것이 없다.

이에 저자들은 만성특발성 변비환자에게 알칼리성 이온수를 섭취시킨 후 대장통과시간을 측정하여 유의한 결과를 얻었기에 보고하는 바이다.

대상 및 방법

1. 대 상

만성특발성 변비환자의 선택조건은 주당 배변횟수가 2 회 이하로 2년 이상의 변비력이 있고 그 원인이 될 만한 질환이 없으며 변비를 유발하는 약물의 복용력이 없고 아학적 소견 및 혈청생화학적 검사, 혈당 검사 및 갑상선 검사의 결과가 정상인 환자를 대상으로 하였다. 또한 교원성 질환을 가진 환자는 제외하였다. 과거에 충수 돌기절제술이나 담낭제거술을 제외한 복부수술의 기왕력이 없으며 변비의 원인으로서 기질적인 질환이나 기계적 폐쇄여부를 제외하기 위하여 바륨대장조영술이나 대장경 검사를 실시하여 병변이 없는 환자를 대상으로 하였다.

한편 정상 대조군은 주당 배변횟수가 3회 이상으로 위장관 증세가 없고 위장관 운동에 영향을 주는 약물의 복용력이 없는 지원자를 대상으로 하였다.

만성특발성 변비환자와 정상인은 평상시의 운동과 섬유질이 풍부한 식사를 권장하였으며 검사기간동안 관장과 하제의 사용 등을 금하였다.

2. 방 법

대장통과시간(colonic transit time)을 측정하기 위한 방사선 비투과성 표지자(radiopaque marker)는 제대동맥관(umbilical catheter with radiopacity : 지름 2.5 mm, polyvinyl tube)을 1 cm 길이로 잘라서 젤라틴 캡슐에 넣어 만들었으며 이를 연구대상자 1인당 하루에 20개씩 복용시킨 후 24시간마다 단순복부엑스선 사진을 촬영하여 확인하였다. 엑스선 촬영은 매일 일정한 시간에 실시하였으며, 표지자가 복부내에서 완전히 소실되기까지 하였다.

만성특발성 변비환자는 아침에 규칙적인 배변습관을 가지도록 하면서 본원에서 준비한 이온수를 마시게 하였다. 즉, 이온정수기(Jupiter III, 한국동양과학제품)를 통하여 얻은 pH 8.5이며 4°C 이하로 차게한 물을 1.5 리터씩 매일 마시게 하였다(Fig. 1).

이온수치료 4주후에 다시 대장통과시간을 측정하여 치료전과 비교하였다.

촬영한 엑스선 사진에서 골구조와 대장내 공기의 형태에 따라 대장을 분절화하여 우측결장은 척추의 극상돌기를 연결한 선과 제5요추체의 중심에서 골반출구(pelvic outlet)의 우측연을 연결하는 가상선을 그어 우측부위를

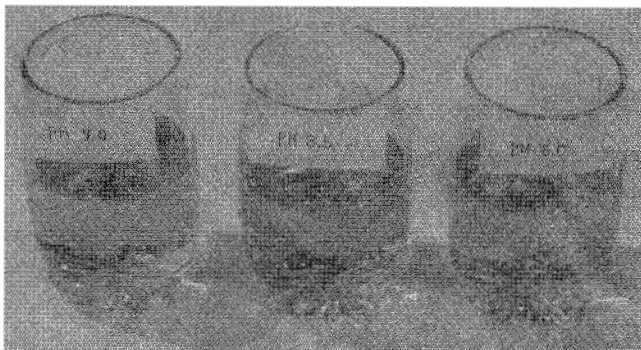


Fig. 1. The original running water showed neutral pH 7.0 (right), and was divided into the alkaline water (pH 8.5, middle) and acid water (pH 6.0, left) by the electrical ionization.

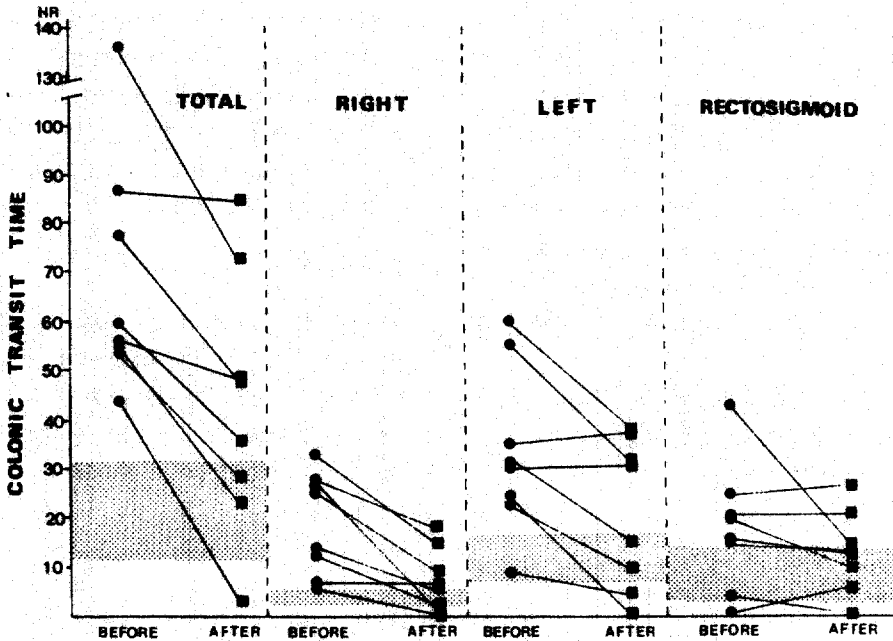


Fig. 2. Total and segmental colonic transit time before and after treatment.

말하며 좌측결장은 척추의 극상돌기를 연결한 선을 기준으로 제 5 요추체의 중심에서 좌측 장골능의 전상부를 연결하는 가상선을 그은 곳이며 에스상결장-직장은 우측으로 골반출구선 이하부터 좌측으로는 좌측 장골능의 전상부이하의 부위로 하였다 (Fig. 2).

3. 계산 및 통계처리

표지자를 이용한 대장통과시간의 측정은 Arhan¹⁰⁾이 기술한 공식을 이용하였다. 즉,

$$MCT = 1/N \sum_{i=1}^n ni [1/2 \{t(i+1) - t(i-1)\}]$$

MCT : 평균대장통과시간 (Mean Colonic Transit Time)

ni : 시간 ti에서의 복부엑스선 사진상 표지자수

N : 표지자수

1/2{t(i+1) - t(i-1)} : 복부엑스선 사진을 찍는 시간 간격

j : 복부엑스선 사진수

이다.

그러므로 20개의 표지자를 섭취한 후 24시간 간격으로 복부엑스선 사진을 촬영하였던 경우에 다음과 같이 간략화할 수 있다. 즉,

$$MCT = 1/20 \sum ni \times 24 = 1.2 \sum ni \text{이다.}$$

정상인과 만성특발성 변비환자에서의 유의성 검정은 t-test를 이용하여 p<0.05인 경우에 유의하다고 하였으며 이온수치로 전후의 대장통과시간에 대한 유의성은 sign test를 이용하여 p<0.05인 경우에 유의하다고 판정하였다.

결 과

정상인은 34명으로 남자 14명, 여자 20명이었으며 평균대장통과시간은 24.1±8.1시간 이었고 남자와 여자는 각각 21.1±8.8 및 25.8±5.3 시간으로 남자가 여자에 비하여 약간 빠르나 통계학적 차이는 없었다 (p=0.06).

분절별로는 우측결장 3.9±1.7 시간, 좌측결장 11.8±5.2 시간 및 에스상결장-직장 부위가 8.5±5.5 시간이었다.

만성특발성 변비환자는 8명으로 남자 1명 및 여자가 7명으로 여자가 압도적으로 많았다. 변비력은 4년에서 30년 정도로 길었으며 주당 배변횟수는 평균 1.4±0.6 회 정도였고 1명의 환자를 제외하고 모든 예에서 경구용 하제를 장기 혹은 간헐적으로 복용하고 있었다 (Table 1).

Table 1. Clinical Characteristics of Patients with Chronic Idiopathic Constipation

Case	Sex/Age	Constipation duration (yr)	Laxative consumption	Weekly evacuation	MCT* (hr) before treatment	Symptom improvement
1	F/62	25	yes	1-2	44.7	yes
2	F/49	20	yes	< 2	56.1	yes
3	F/57	15	yes	< 2	56.2	No
4	F/39	17	yes	1	78.0	yes
5	M/47	5	No	1-2	55.2	yes
6	F/46	8	yes	< 1	136.2	yes
7	F/35	13	yes	1	87.4	No
8	F/26	4	yes	1-2	60.9	yes

* MCT : Mean Colonic Transit Time

Table 2. Qualitative Analysis of Water

	pH	전도율 (uv/cm)	Ca ⁺⁺ (mg/L)	Mg ⁺⁺ (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)
원수	6.8	136	14.2	6.5	19.9
알칼리수	8.5	185	17.4	8.0	13.8
산성수	5.9	170	10.8	4.9	26.3

* Alkaline ionized water was used for this clinical study.

만성변비환자의 평균대장통과시간은 71.8±29.4 시간이었으며 분절별로는 우측결장 18.8±10.4 시간, 좌측결장 33.8±16.7 시간 및 에스상결장-직장 부위가 18.2±10.4 시간으로 정상인에 비하여 약 3배 정도로 각 분절마다 현저히 길었으나 특히 우측결장에서 통과시간이 정상인 우측결장 통과시간에 비하여 4.8배로 현저하게 길어져 있었다.

사용된 이온수의 성분은 Table 2와 같은데 칼슘이온이 보통의 수돗물보다 더 많이 함유되어 있었으며 pH는

8.5였다.

이온수의 투여기간은 4주 이상이었으며 이 기간동안 8명의 환자중 6명은 배변횟수가 늘고 경변으로 인한 배변시 불편감이 소실되는 등 변비 증상에 호전이 있었고 나머지 2명에서는 치료결과 큰 차이가 없었다.

4주간의 이온수에 의한 치료후에 대장통과시간은 43.5±26.5 시간으로 치료전의 71.8±29.4 시간에 비하여 통계학적으로 유의하게 단축되었으며 (p<0.01), 우측결장의 통과시간도 8.1±6.2 시간으로 치료전의 통과시간에 비해 유의한 차이가 있었으나 (p<0.05) 좌측결장 및 에스상결장-직장부위는 21.7±15.3 시간과 13.8±8.3 시간으로 치료전에 비하여 유의한 차이가 없었다 (Table 3, Fig. 3). 그러나 치료후에 개선된 전체 및 분절별 대장통과시간도 정상인과 비교하면 차이가 있었다. 주당 배변횟수도 치료전 1.4±0.6회, 치료후 2.7±1.6회로 유의하게 향상되었다 (p<0.05).

Table 3. Clinical Outcome Before and After Treatment of Ionized Water in the Constipated Patients by Colonic Transits

	Control (n=34)	Constipated patients (n=8)	
		Before treatment	After treatment
MCT (hr)			
Total	24.1 ± 8.1	71.8 ± 29.4	43.5 ± 26.5*
Right	3.9 ± 1.7	18.8 ± 10.4	8.1 ± 6.2**
Left	11.8 ± 5.2	33.8 ± 16.7	21.7 ± 15.3
Rectosigmoid	8.5 ± 5.5	18.2 ± 12.8	13.8 ± 8.3
Weekly evacuation	5.8 ± 1.7	1.4 ± 0.6	2.7 ± 1.6**

* statistically different (sign test) from patients before treatment (p = 0.004)

** statistically different (sign test) from patients before treatment (p = 0.035)

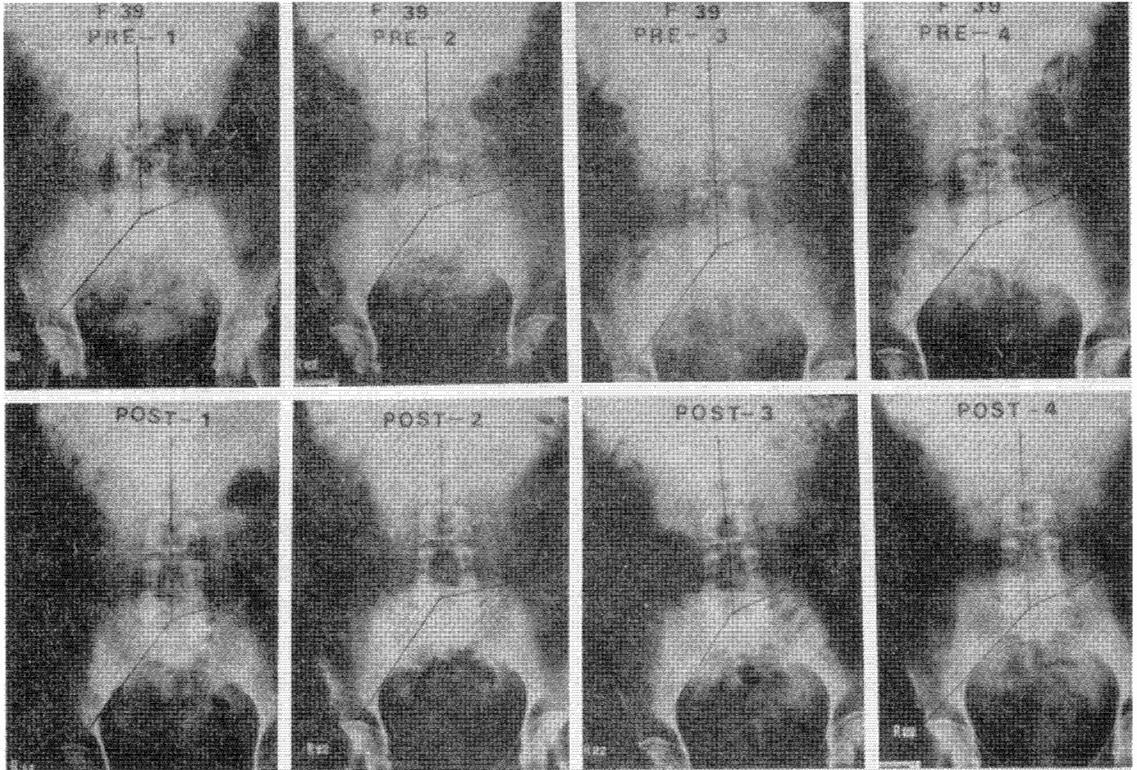


Fig. 3. Distribution of the radiopaque markers in constipated patient before (upper) and after (below) treatment with ionized water.

고 안

알칼리성 이온수가 최근에 관심을 끌고 있는 것은 물과 질병은 서로 밀접한 연관성이 있다고 주장하는 물환경설 때문이다⁶⁻⁹⁾. 즉, 물은 가장 설명하기가 어려운 구조를 지니고 있어 다른 액체와는 달리 특이성과 이상성이 있으며 특히 생체분자를 이루는 가장 중요한 물의 구조는 육각형의 고리모양으로 이는 생체의 특성을 결정짓는 중요한 B-DNA의 물구조와도 일치한다는 것이다^{11,12)}.

그런데 인체는 56% 정도가 수분이고 특히 각세포마다 수분량이 70~85%나 되므로 물에 대한 연구는 간접적으로 생명과 질병에 대한 연구라고도 할 수 있다^{13,14)}.

그러므로 육각형 고리모양의 구조화된 물을 얻기 위해서는 물을 냉각시켜 얼음의 온도와 유사하게 하거나 혹은 큰 전하를 지닌 양이온의 전해질에 수화시켜 전기적

강도를 증가시키는 방법이 있다. 이러한 수화현상이 잘 일어나는 양이온은 칼슘이온, 리치움이온 및 아연이온 등이 있고 반대로 물의 구조를 해쳐 자유로운 물의 움직임 만드는 이온은 칼륨이온과 염소이온 등이 있다고 한다. 그러므로 칼슘이온등을 추가하면 이 주위의 물은 순수한 물보다 운동에 제한을 받게되어 물의 구조성이 증가한다는 사실이 밝혀져 있다⁶⁻⁹⁾. 칼슘이온은 물을 구조화시키는 강력한 양이온인 동시에 횡문근이나 평활근의 수축과정에서도 중요한 역할을 한다.

위장관의 평활근운동 중에서 지속적이지만 약한 혼합운동은 완만파 운동(slow wave)에 의해 일어나며 위장관에서 평균 3~12/분의 횡수로 움직이나 이는 칼슘이온이 아닌 나트륨이온의 유입으로 생긴 것으로 근수축현상은 아니다. 위장관의 진행성 추진운동은 극파(spike wave)에 의해 발생되며 세포의액으로부터 세포질내로 칼슘이온이 유입되어야 일어난다고 한다¹⁵⁻¹⁸⁾. 그러므로 만성특발성 변비환자에게 칼슘이온을 공급하면 대장

의 평활근 수축이 활발히 일어날 수 있다고 기대할 수 있다. 왜냐하면 만성변비환자들은 대개 정상적인 배변반사를 무시하고 불규칙한 배변습관을 갖게되는데 정상적인 장기능을 대신하기 위해 경구용 하제나 관장 등을 장기간 혹은 과량 사용하여 배변반사가 서서히 약해져 결장부력증이 오기 때문이다¹⁰⁾. 또한 만성특발성 변비자체는 양성질환이나 고식적인 치료에 반응이 없는 경우 임상에게는 그 치료가 큰 고민거리가 될 수 있다. 알칼리성 이온수를 통하여 칼슘이온을 투여하는 경우 근육의 수축에도 효과가 있으나 체내 대사산물인 요산, 인산 및 젖산 등과 같은 산성의 음이온과 결합하여 중화시키므로 체내 산성화로 인한 대사장애나 근육축약제 등을 방지할 수 있다.

4주간의 이온수치료후 변비증상의 호전시기는 환자마다 약간의 차이는 있었으나 대개 3~4주에서 배변횟수가 점차늘고 경변으로 인한 불편감이 감소 또는 소실되는 것을 관찰할 수 있었다. 본 연구기간동안 1~2주간은 사용하고 있던 하제의 양과 빈도를 점차 줄여서 사용하였으나 3주 후 부터는 약물의 도움없이 배변이 가능하였는데 이는 이온수의 효과뿐만 아니라 규칙적인 배변습관, 섬유질이 풍부한 식사 및 운동 등의 다른 여러 요인이 관여하였을 것으로 생각된다. 4주간 이온수의 투여후 8명의 환자중 6명에서 주당 배변횟수가 유의하게 증가하였으나 정상인의 5.8 ± 1.7 회에 비해서는 아직도 상당히 감소된 것이었다. 그러므로 4주간의 이온수 치료로는 변비증상의 완전한 소실을 관찰할 수 없었으나 보다 장기적인 이온수 치료를 시행하는 경우 증상의 호전에 큰 도움이 되리라 여겨진다.

이온수 치료를 대장통과시간에서도 전체적인 통과시간은 40% 더 빨라졌으며 분절별로는 우측결장의 통과시간만 60% 더 단축되어 통계학적으로 유의하게 호전되었는데 이는 수분을 흡수하는 상행결장의 기능과도 관련이 있을 것으로 사료된다²⁰⁾.

본 연구에서 변비환자들에 대한 대장기능의 추적검사 방법으로 이용한 방사선 비투과성 표지자에 의한 대장통과시간의 측정은 안전하면서도 간편한 실질적인 검사로 이미 변비환자들의 기능평가에 많이 이용하고 있는 방법으로²¹⁻²³⁾, 만성 변비환자에서는 다음과 같은 3가지 형태를 관찰할 수 있다. 즉, 가장 흔한 형태로 대장전체에서 그 통과시간이 지연되는 결장무력증, 하행결장과 직장에서 지연되는 형태와 통과시간이 정상인 경우 등이

다²⁴⁾. 그런데 본 연구에서는 8명중 6명이 결장무력증 형태였으며 나머지 2명은 하행결장에서 그 통과시간이 지연되어 있었다. 그러나 이와같은 변비의 형태와 이온수의 치료 효과사이에는 상관성이 없었다. 대장기능평가는 이러한 방법 이외에 대장이나 직장의 근전도검사 및 압력검사 등이 있으나 기술상의 어려운 점 및 경변으로 인해 평가에 한계가 있음을 보고하고 있다²⁵⁻²⁶⁾.

본 실험에 사용된 알칼리성 이온수는 pH 8.5이며 칼슘의 함량은 17.4 mg/l로 원수나 산성수에 비하여 많으나 이는 원수를 전기분해하여 얻은 것이므로 체내에서 과칼슘혈증이나 과칼슘뇨증 등의 부작용을 일으킬 우려는 거의 없으나 장기적인 추적관찰이 필요할 것으로 생각된다.

결 론

저자들은 서울대학교병원 내과에 내원한 만성특발성 변비환자 8명에게 알칼리성 이온수를 4주간 투여하여 대장통과시간 및 배변횟수를 측정하여 연구한 결과 치료전에 비하여 전체적인 평균대장통과시간은 약 40% 정도 단축되었으며 주당배변횟수도 증가된 것을 관찰하였다. 이와같은 결과는 정상인과는 아직 차이가 있지만 장기간을 관찰하면 더욱 호전될 것으로 예측된다. 그러나 본 연구는 예비적인 것으로 이온수의 장기적 사용에 따르는 효과가 밝혀져 있지 않기 때문에 더 많은 연구가 과제로 남아있다.

REFERENCES

- 1) Bassotti G, Gaburri M, Imbimbo BP, Rossi L, Farroni F, Peli MA, McCrell A: Colonic mass movements in idiopathic chronic constipation. *Gut* 29:1173, 1988
- 2) Gabella G: Structural apparatus for force transmission in smooth muscle. *Physiol Rev* 64:455, 1984
- 3) Lowenstein WR: Junctional intercellular communication: The cell to cell membrane channel. *Physiol Rev* 61:829, 1981
- 4) Weisbrodt NW: Patterns of intestinal motility. *Ann Rev Physiol* 39:135, 1977
- 5) John MS, Löwdin PO: Some remarks on certain magnetic properties of water in the study of cancer. *Int J Quantum Chem. S QS* 14, 1987

- 7) Jhon MS: *Physico-chemical approaches to the role of water in modern diseases such as cancer, diabetes and AIDS. Speculation in Science and Technology* 10:179, 1987
- 8) Löwdin PO: *Sanibel symposia on quantum biology and quantum pharmacology. Int J Quantum Chem. S QB* 13, 311, 1986
- 9) 全武雄: 癌や老化現象と水. 第29回 水利用技術研究会予稿集, 1988, 東京
- 10) Arhan P, Devroede G, Jehannin B: *Segmental colonic transit time. Dis Colon Rectum* 24:625, 1981
- 11) Watson JD, Crick FHC: *Molecular structure of nucleic acid. A structure for deoxyribose nucleic acid. Nature* 171:964, 1953
- 12) Watson JD, Crick FHC: *Genetic implications of the structure of deoxyribonucleic acid. Nature* 171:964, 1953
- 13) Borow M: *Fundamentals of homeostasis: A clinical approach to fluid electrolyte, acid-base energy metabolism in health and disease. Flushing NY, Medical Examination Publishing Co, 1977*
- 14) Guyton AC: *Functional organization of the human body and control of the internal environment. Textbook of Medical Physiology, Philadelphia WB Saunder Co, 7th ed, 1986*
- 15) Daniel EE, Sarna S: *The generation and conduction of activity in smooth muscle. Ann Rev Pharmacol Toxicol* 18:145, 1978
- 16) Fleming WW: *The electrogenic Na⁺-K⁺ pump in smooth muscle: Physiologic and Pharmacologic significances. Ann Rev Pharmacol Toxicol* 20:129, 1980
- 17) Hart shorne DJ, Siemankowski RF: *Regulation of smooth muscle actinomycin. Ann Rev Physiol* 43: 519, 1981
- 18) Schneider MF: *Membrane charge movement and depolarization contraction coupling. Ann Rev Physiol* 43:507, 1981
- 19) Preston DM, Lennard-Jones JE: *Severe chronic constipation in young women: Idiopathic slow transit constipation. Gut* 27:41, 1986
- 20) Devroede G, Soffie M: *Colonic absorption in idiopathic constipation. Gastroenterology* 64:552, 1973
- 21) Corazziari E, Bausano G, Torsoli A, Pozzerese C, Dani S, Passe P, Anzini F, Fraracci L, Morini S, Capurso L, Montesi A, Pinzello G, Novara V, Zapponi GA: *Italian cooperative study on chronic constipation. In Motility of Digestive Tract. M Weinbeck (ed). New York, Raven Press, 1982, p 523*
- 22) Mantelli H, Duguay C, Devroede G, Arban P, Dornic C, Faverdin C: *Some parameters of large bowel dysfunction in normal man. Gastroenterology* 75: 612, 1978
- 23) Wald A: *Colonic transit and anorectal manometry in chronic idiopathic constipation. Arch Intern Med* 146:1713, 1986
- 24) Devroede G: *Constipation mechanisms and management in Sleisenger MH, Fordtran JS (eds): Gastrointestinal Disease: Pathophysiology, Diagnosis and Management, Philadelphia, WB Saunders Co, 1989, p 331*
- 25) Frexinos J, Bueno L, Fioramonti J: *Diurnal changes in myoelectric spiking activity of the human colon. Gastroenterology* 88:1104, 1985
- 26) Welgan P, Meshkinpour H, Beeler M: *Effect of anger on colon motor and myoelectric activity in irritable bowel syndrome. Gastroenterology* 94:1150, 1988
- 27) Baldi F, Ferrarini F, Corinaldesi R, Balestra R, Cessan M, Fenati GP, Barbara L: *Function of the internal anal sphincter and rectal sensitivity in idiopathic constipation. Digestion* 24:14, 1982
- 28) Chaure A, Devroede G, Bastin E: *Intraluminal pressure during perfusion of the human colon in situ. Gastroenterology* 70:336, 1983
- 29) Bausano G, Corazziari E, Materia E, De Medici A, Anzini F: *Rectal sensitivity before and after long-term treatment of chronic nonorganic constipation. Gastroenterology* 86:1022, 1984