

---

# AVALIAÇÃO MIOELÉTRICA DO CÓLON: DESCRIÇÃO DE METODOLOGIA

ÁLVARO ANTÔNIO BANDEIRA FERRAZ  
TERCIO SOUTO BACELAR  
MIGUEL ARCANJO DOS SANTOS JÚNIOR  
HUGO GUERRA VASCONCELOS  
FABRÍCIO LIRA FIGUEIREDO  
HUGO MAURO CAVALCANTI VASCONCELOS  
EDMUNDO MACHADO FERRAZ

---

FERRAZ AAB, BACELAR TS, SANTOS JÚNIOR MA, VASCONCELOS HG, FIGUEIREDO FL, VASCONCELOS HMC & FERRAZ EM - Avaliação mioelétrica do cólon: descrição de metodologia. *Rev bras Colo-Proct*, 1995; 15(3): 114-121

**RESUMO:** O mais preciso método de avaliação da motilidade gastrointestinal é a determinação dos eventos ocorridos na musculatura do intestino, quer através de "strain gauges" ou de eletrodos bipolares. Os autores apresentam uma metodologia para o estudo da atividade mioelétrica do cólon. Foram estudados 20 pacientes submetidos a procedimentos cirúrgicos no Serviço de Cirurgia Geral. Ao término dos procedimentos cirúrgicos (laparotomias) foram implantados eletrodos bipolares, em número de três cobertos por teflon (fio de marcapasso), ao nível da tênia anterior do cólon esquerdo. Os eletrodos foram expostos no flanco esquerdo do paciente, presos por uma agulha em uma de suas extremidades e fixados à pele. Os sinais são enviados a um computador, através de um sistema de aquisição de dados (DATA Q, Séries 200) que capta frequência entre 0,02 a 10 Hz. Antes dos dados serem registrados na placa eles serão amplificados com um ganho de 1.000 vezes, e armazenados, utilizando-se de um programa de aquisição (WINDAQ 200) que roda dentro de um ambiente WINDOWS. A análise da atividade elétrica de controle (AEC) e da atividade elétrica de resposta (AER) é realizada por um programa de computador. O sistema de aquisição de dados possui um programa de aquisição que possibilita a visualização dos dados em tempo real, possibilitando a identificação imediata de artefatos e alterações indesejáveis. A primeira fase da análise se dará com a filtração de artefatos indesejáveis. O programa usa o FFT (Fast Fourier Transform) para depurar e analisar os dados. O programa FFT tem uma resolução de 0,23 ciclos/minuto. Feito isso, ocorre a separação da AEC da AER. As frequências situadas abaixo de 0,3 Hz são selecionadas para AEC, enquanto que os dados situados entre 0,7 e 10 Hz vão para a análise de AER. Na análise da AER, o programa determina as frequências dominantes, secundárias e terciárias e suas respectivas percentagens, além de realizar a disposição gráfica dos dados. A AER, o número de contrações de curta e longa duração, o número, direção e velocidade das contrações que se propagam, também são determinadas. Não houve complicações relacionadas ao emprego do método nos 20 pacientes estudados. Os autores concluíram que a metodologia apresentada de análise mioelétrica do cólon possibilita uma avaliação segura e eficaz da atividade elétrica do cólon.

**UNITERMOS:** atividade mioelétrica; atividade elétrica de controle (AEC); atividade elétrica de resposta (AER); cólon; motilidade intestinal

O cólon apresenta como funções básicas a absorção, secreção e armazenamento dos alimentos digeridos, movendo-os em direção ao reto e posteriormente eliminando-os, através da defecação<sup>(1,48)</sup>. Os movimentos de propulsão, armazenamento e mistura realizados pelo cólon, resultam em um intrincado e pouco entendido padrão de motilidade. A atividade elétrica do cólon pode ser subdividida em dois componentes básicos: a atividade elétrica de controle (AEC) e a atividade elétrica de resposta (AER) (Contração). Não se sabe ainda qual a real função da AEC, sabe-se porém que: a AEC é espontânea e está presente em todos os momentos, ocorre em uma baixa frequência (2-13 ciclos/min)<sup>(46)</sup>, origina-se na camada circular do músculo<sup>(46)</sup>, e apresenta grandes oscilações de frequência, amplitude e forma. A atividade elétrica de resposta (AER) por sua vez pode ser individual e em forma de "cluster". As contrações individuais são as unidades básicas da atividade contrátil do tracto gastrointestinal. Tanto ocorre em jejum, como no período pós-prandial, podendo ser de curta, ou longa duração. As de curta duração duram menos de sete segundos e sua frequência é de 4-6/minutos<sup>(16, 42, 43)</sup>. As de longa duração duram até 60 segundos com frequência de 0,5-2/minuto<sup>(25, 42, 43)</sup>. As contrações individuais não são propulsoras do conteúdo intestinal e quando o fazem são por curtas distâncias<sup>(6, 12, 41)</sup>.

Um grande número de distúrbios clínicos têm sua origem nas alterações da motilidade intestinal. Anormalidades, na motilidade do cólon, estão sendo identificadas na síndrome do cólon irritável<sup>(1, 10, 22, 56, 58)</sup>, doença diverticular<sup>(3, 33, 34, 50)</sup>, colite ulcerativa<sup>(28, 49, 52)</sup>, megacólon idiopático e chagásico<sup>(21, 24, 27, 30, 31, 38, 51)</sup>, diarreia crônica<sup>(19, 36)</sup> e constipação<sup>(15, 23, 26, 32, 55)</sup>. A fisiopatologia das alterações gastrointestinais dos pacientes diabéticos insulino-dependentes também está indefinida. As constipações que acompanham estes pacientes em alguns casos acarretam impação fecal<sup>(29, 35)</sup>. Um outro aspecto importante que

interfere com a motilidade colônica é o íleo paralítico. O íleo paralítico pós-operatório é um distúrbio conhecido que causa grande desconforto ao paciente, prolongando a hospitalização, aumentando a morbidade e o custo do tratamento<sup>(16, 17)</sup>.

Muitos métodos têm sido usados no estudo da atividade contrátil do cólon, incluindo: observação direta, ausculta dos ruídos hidroaéreos, eliminação de flatus e fezes, métodos radiológicos e de imagem, manometria intraluminal (cateter e balão), combinação de manometria e radioscopia, tempo de trânsito e eletrodos de superfície (eletrodos de força e bipolar)<sup>(54)</sup>.

Os autores descrevem a técnica de análise da atividade mioelétrica cólica através da aposição de eletrodos bipolares na camada muscular do cólon esquerdo.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram estudados 20 pacientes, com idades entre 26 e 58 anos, submetidos à operações eletivas do abdome.

Os pacientes foram submetidos à esplenectomia com ligadura de varizes esofagianas<sup>(12)</sup>, cirurgia de Heller com anti-refluxo<sup>(2)</sup>, vagotomia troncular com piloroplastia<sup>(3)</sup> e histerectomia abdominal<sup>(3)</sup>.

O protocolo de estudo foi analisado e aprovado pelo Conselho Regional de Medicina de Pernambuco. Antes de cada operação, o médico auxiliar fazia uma exposição dos propósitos da pesquisa e possíveis complicações. O paciente concordava e assinava o consentimento.

Ao término do procedimento cirúrgico, caso não houvesse qualquer intercorrência durante o ato cirúrgico, eletrodos bipolares, cobertos por Teflon (fio de marcapasso), eram implantados, a nível da tênia anterior, na camada muscular do cólon<sup>(8, 16, 17, 20, 39, 40)</sup>. Três pares de eletrodos foram implantados no cólon esquerdo, cada um distando 5 cm do outro. O último, do cólon esquerdo, distava 20 cm da reflexão peritoneal. Os eletrodos foram expostos, por uma agulha, preso a uma das suas extremidades, no flanco do paciente, e fixados a pele.

Os sinais são enviados a um computador, através de um sistema de aquisição de dados (DATA Q, Séries 200) que capta frequência entre 0,02 a 10 Hz. Antes dos dados serem registrados na placa eles serão amplificados com um ganho de 1.000 vezes, e armazenados, utilizando-se de um software de aquisição (WINDAQ 200) que roda dentro de um ambiente WINDOWS. A aquisição de dados se dá com uma amostragem de 40 pontos por segundo.

Como o sinal do intestino apresenta uma amplitude muito pequena, sendo acompanhada por um ruído de modo comum, de amplitude muitas vezes superior ao próprio sinal, foi idealizado um circuito contendo como estágio de entrada um amplificador de instrumentação especial, permitin-

do relação de ganho de 1 à 1.000, uma excelente razão de rejeição de modo comum e uma altíssima impedância de entrada. Neste estágio, grande parte do ruído de modo comum é eliminado, desde que se assegure um equilíbrio das impedâncias conectadas a cada uma das portas inversoras e não inversora do amplificador. Em seguida tem-se um filtro de Butterworth de quarta ordem, com frequência de corte em torno de 15 Hz, atenuando ainda mais o ruído de modo comum, que apresenta característica de 60 Hz. Por fim, aplica-se um novo ganho ao sinal, tornando-o compatível com as características de entrada do sistema.

O programa de análise dos dados permite uma análise através de algoritmos baseados na Transformada de Fourier (DFT e FFT). O programa usa o FFT (Fast Fourier Transform) para depurar e analisar os dados. O programa FFT tem uma resolução de 0,23 ciclos/minuto. Feito isso, ocorre a separação da AEC e da AER. As frequências situadas abaixo de 0,3 Hz são selecionadas para a AEC, enquanto que, os dados situados entre 0,7 e 10 Hz, para a análise da AER.

Na análise da AEC determinamos as frequências dominantes e suas respectivas percentagens, além de realizar a disposição gráfica dos dados. A frequência dominante é aquela que apresenta a maior magnitude. A frequência dominante, durante cada minuto, foi classificada, de acordo com o número de ciclos, em: baixa (0-8 ciclos/minuto), média (9-15 ciclos/minuto) e alta (acima de 15 ciclos/minuto).

A AEC, o número de contrações de curta e longa duração, e o número, a direção e velocidade das contrações que propagam, também, são determinadas.

## RESULTADOS

Não houve, nos 20 pacientes estudados nenhuma complicação relacionada ao método.

Os traçados obtidos, em tempo real estão exemplificados na Fig. 1. Após análise visual do traçado foi realizado o FFT (Fig. 2) e separadas a AEC e a AER. As frequências situadas abaixo de 0,3 Hz são selecionadas para a AEC (Fig. 3), enquanto que os dados situados entre 0,7 e 10 Hz, para a análise da AER (Fig. 4).

Analisamos a AEC quantificando o número de ciclos por minuto.

Na análise da AER as contrações abaixo de sete segundos foram quantificadas como AER de curta duração. As AER acima de sete segundos foram quantificadas como AER de longa duração.

Identificamos ainda as contrações migratórias. Para isso, comprimimos a leitura dos dados e identificamos o início das contrações em cada um dos eletrodos, possibilitando assim o cálculo da velocidade de migração (Fig. 5 e 6).

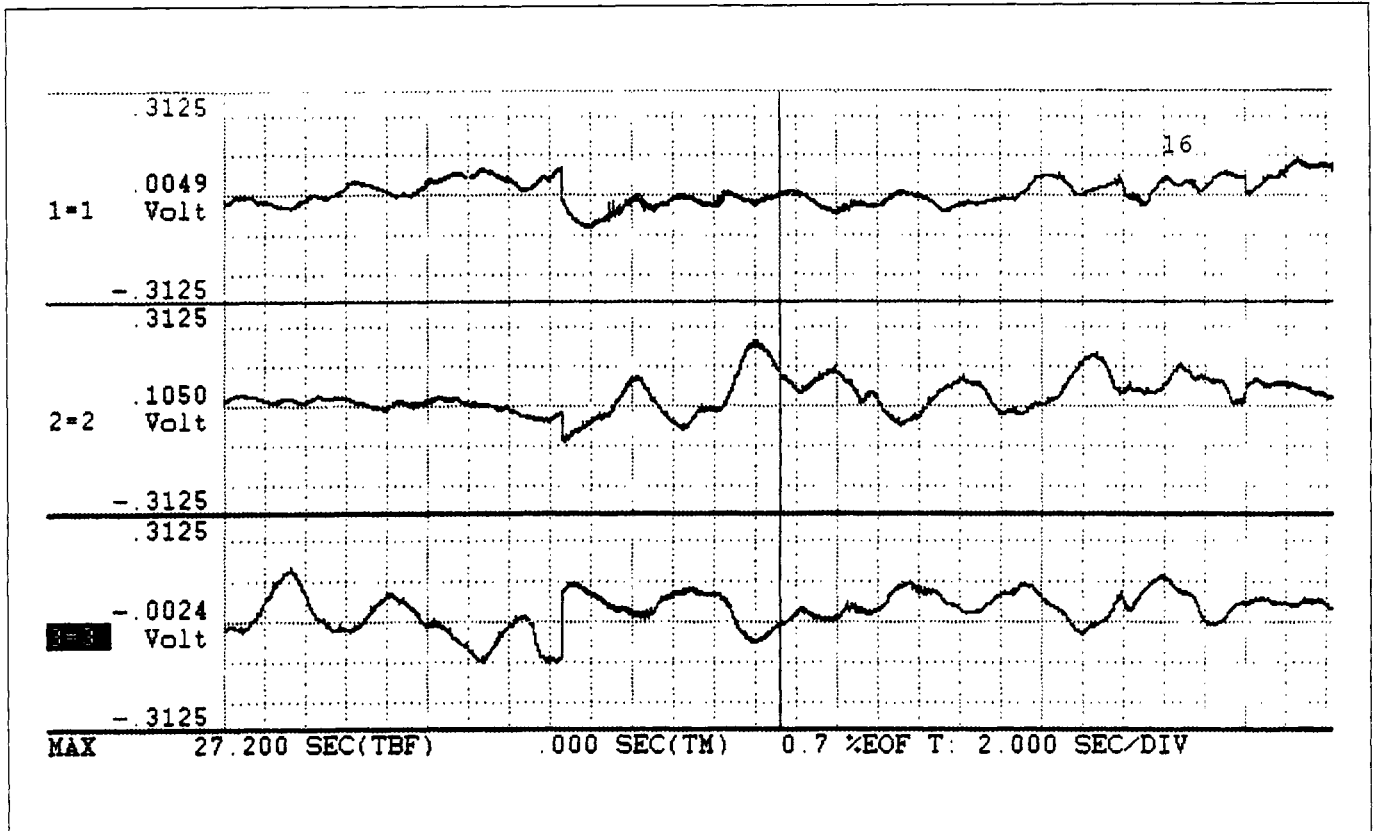


Fig. 1 - Traçados em tempo real de uma aquisição da atividade mioelétrica do cólon esquerdo. Três eletrodos distando cinco centímetros, estando o terceiro a 20 cm da reflexão peritoneal.

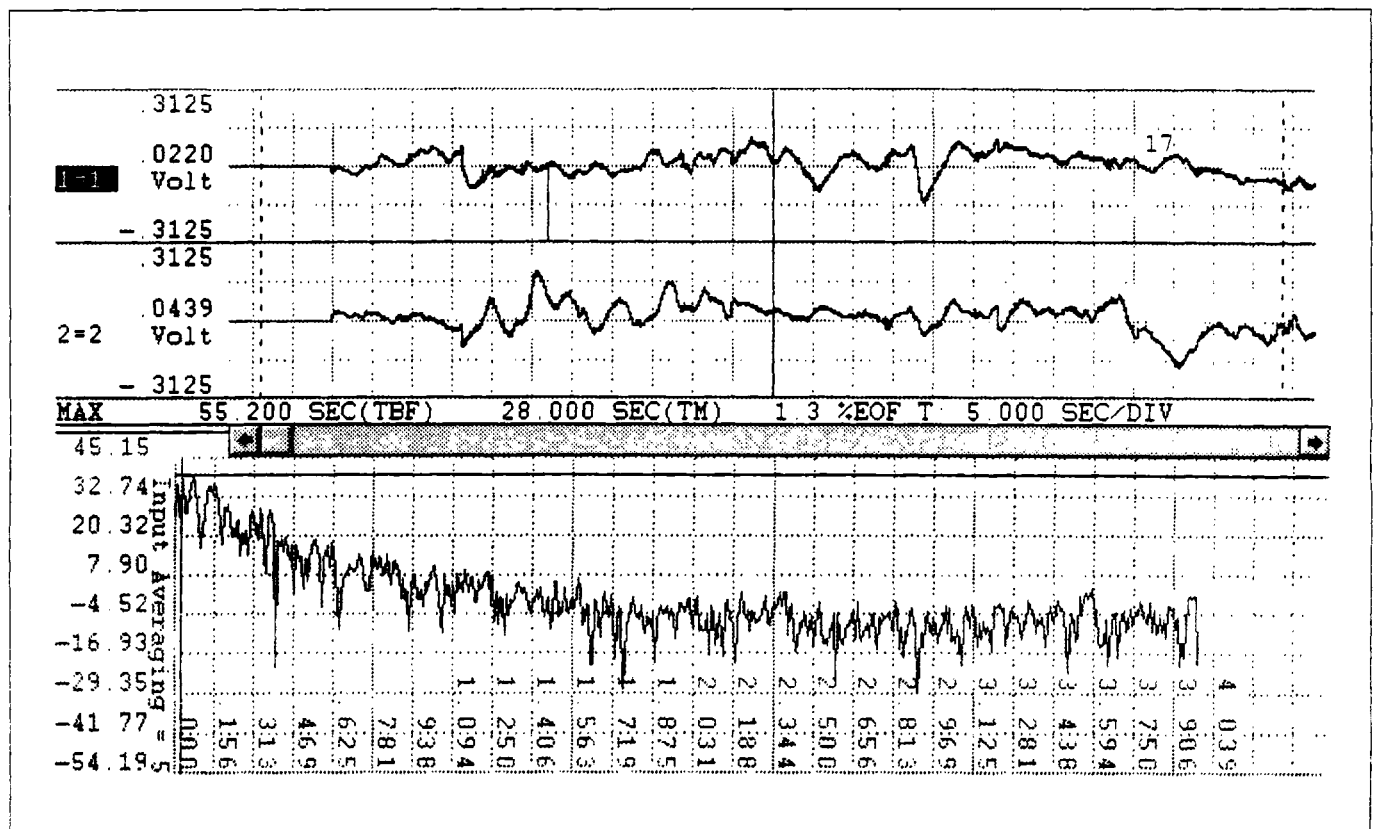


Fig. 2 - Resultado do Fast Fourier Transform (FFT) do eletrodo 1.

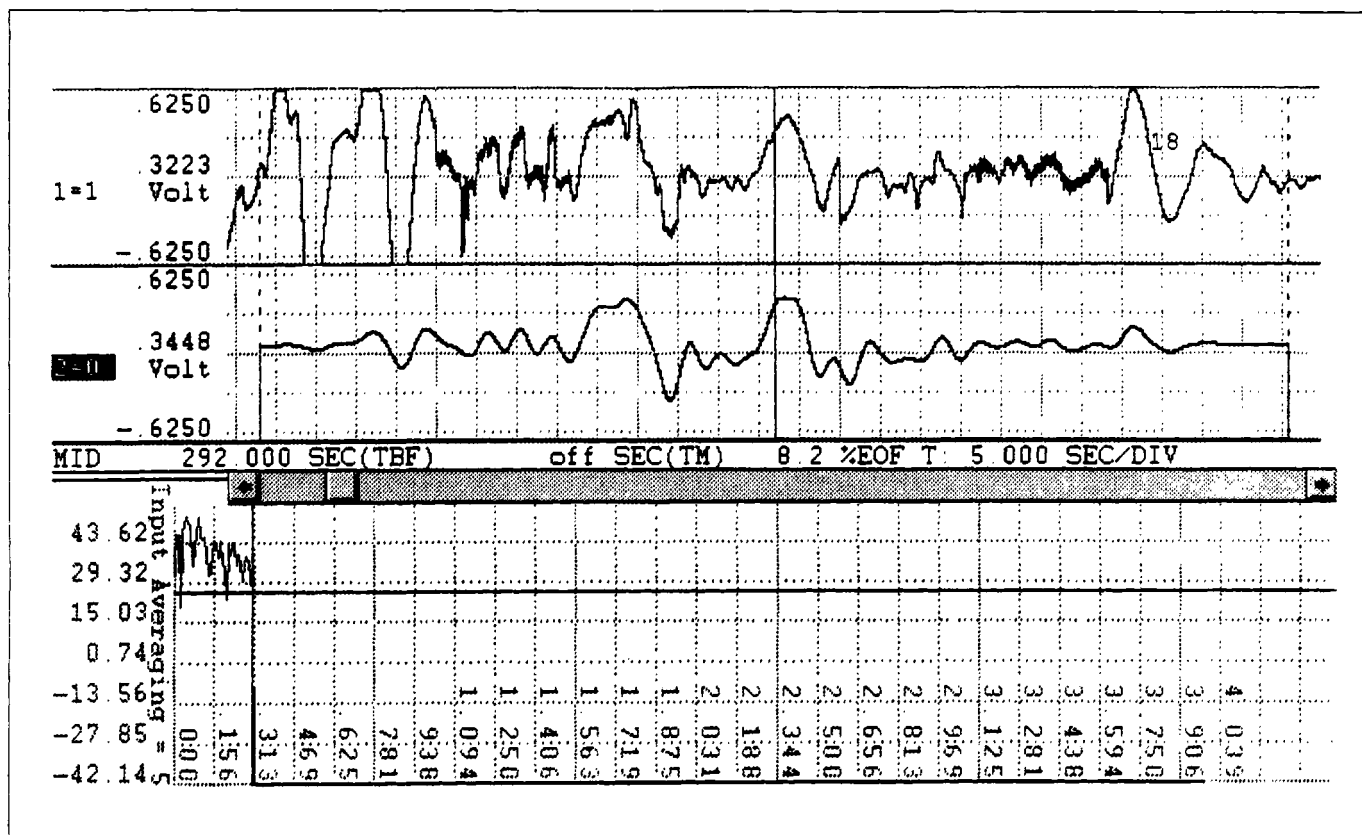


Fig. 3 - Frequências situadas abaixo de 0,3 Hz, do eletrodo 1, selecionadas para a análise da atividade elétrica de controle (AEC). O resultado desta seleção e a transformação inversa dessas frequências estão dispostos na segunda janela.

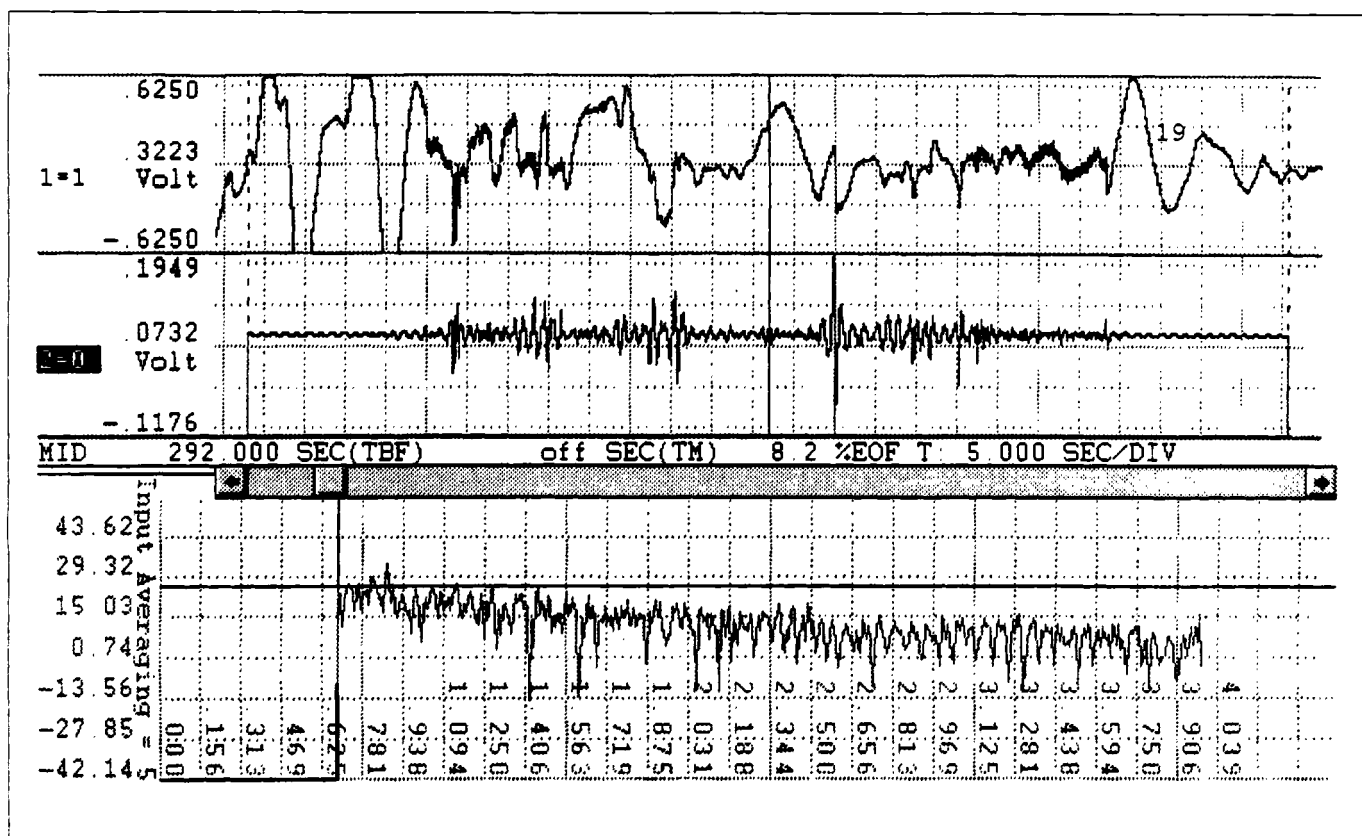


Fig. 4 - Frequências situadas entre 0,7 e 10 Hz, do eletrodo 1, selecionadas para a análise da atividade elétrica de resposta (AER). O resultado desta seleção e a transformação inversa dessas frequências estão dispostos na segunda janela. O segmento analisado é o mesmo da Fig. 3.

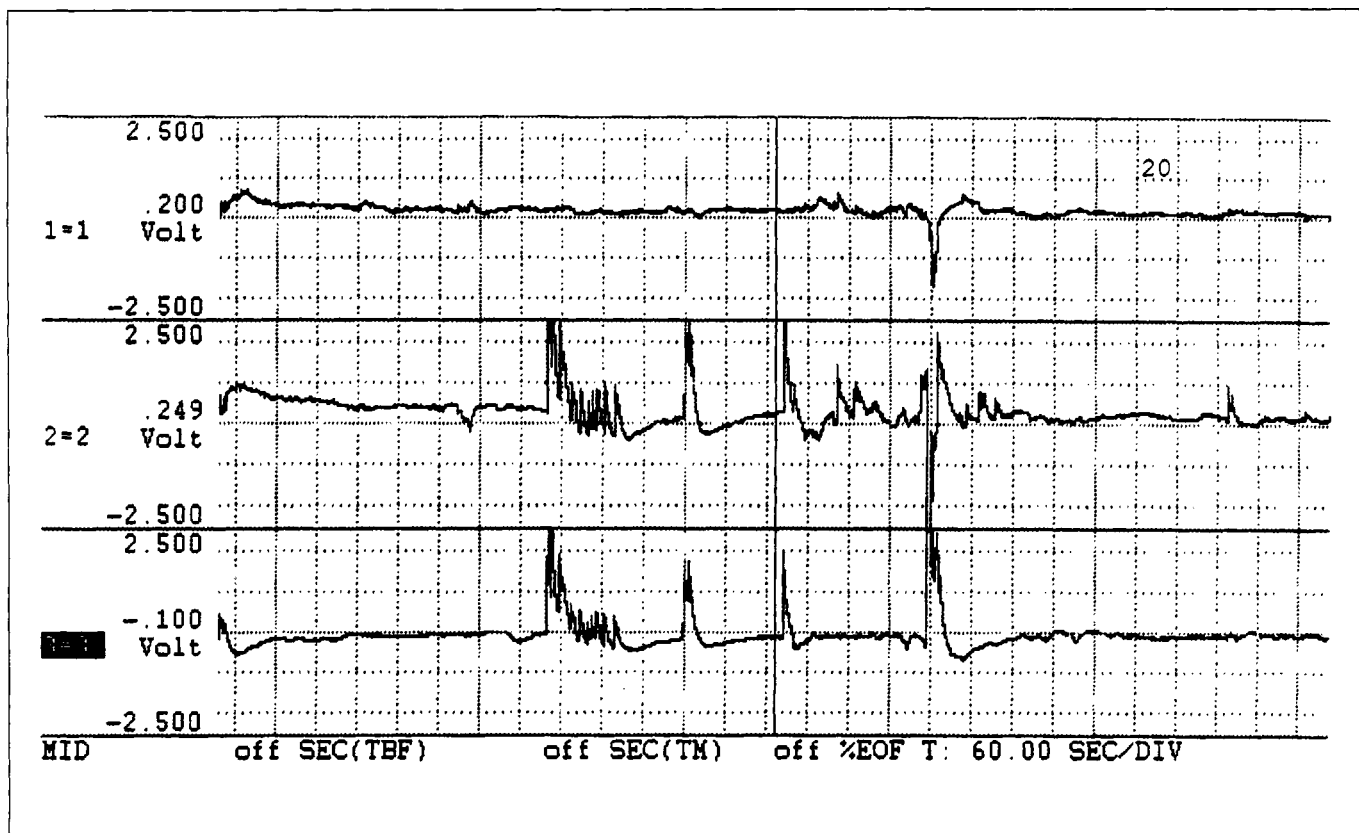


Fig. 5 - Exemplificação de uma contração migratória. Obs. O traçado se encontra comprimido. Cada janela representa 60 s de análise.

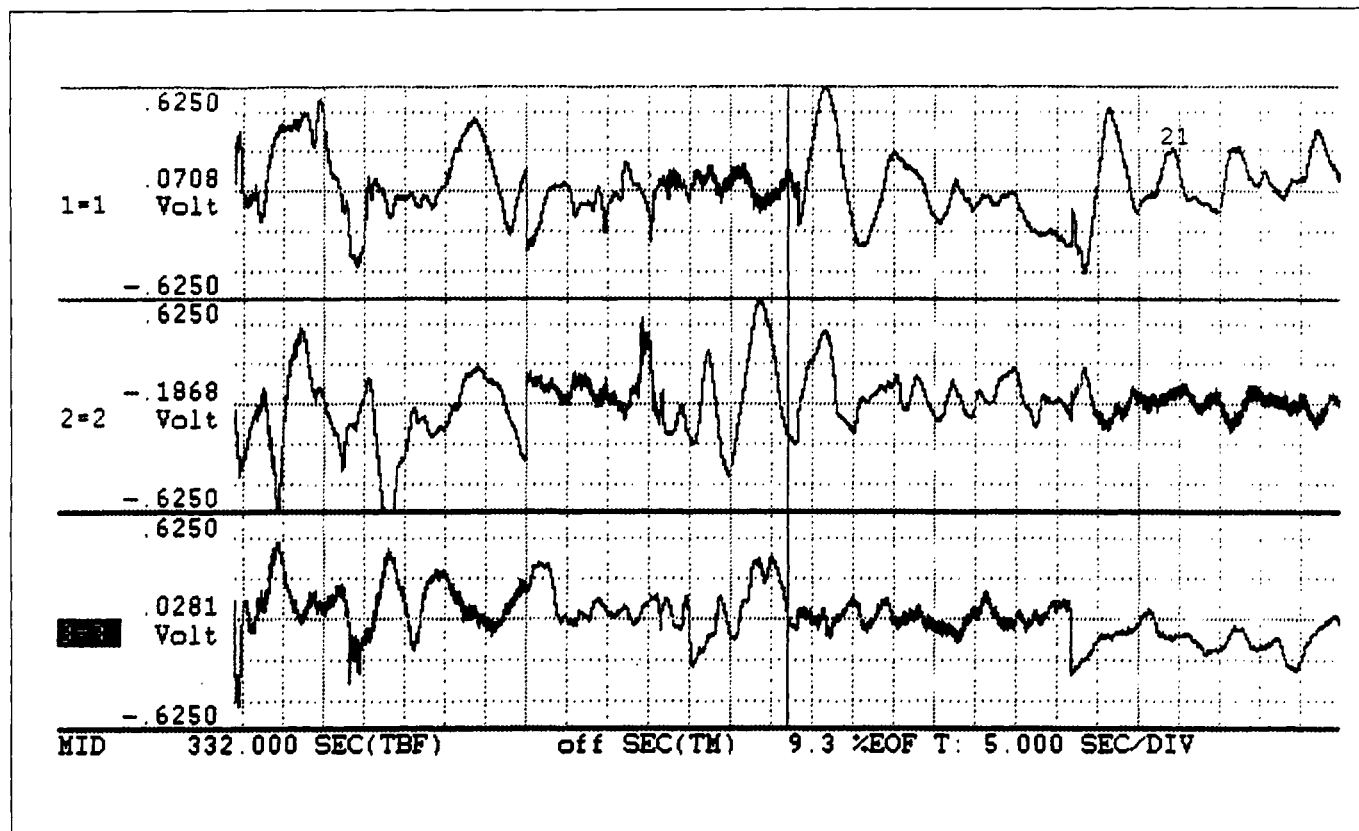


Fig. 6 - Exemplo de contrações migratórias de maneira retrógrada.

## DISCUSSÃO

Evidenciado pela primeira vez por Alvarez<sup>(2)</sup>, em 1928, a musculatura lisa do tracto gastrointestinal gera espontaneamente um potencial elétrico que, de acordo com o fluido extracelular, apresenta períodos de despolarizações cíclicas, mas sempre presentes. É a chamada atividade elétrica de controle (AEC). Quando o potencial de despolarização ultrapassa um certo limiar, o músculo gera um outro tipo de atividade elétrica, a atividade elétrica de resposta (AER), com subsequente contração muscular<sup>(4, 11, 44, 53, 57)</sup>. Este limiar de despolarização depende mais diretamente da ativação de fatores neurais e químicos.

Dos muitos métodos utilizados para análise da motilidade intestinal, e particularmente do cólon, os estudos manométricos são os de maior utilização.

Os estudos manométricos são usados com sucesso no estudo da motilidade esofágica. No entanto, o uso desta metodologia no estudo da motilidade colônica não conseguiu reproduzir os eventos ocorridos na parede do cólon<sup>(5, 7, 9)</sup>. A provável explicação para isto é que o cólon funciona como uma câmara aberta em que nunca está colabado, diferente do esôfago.

Nem sempre um aumento de pressão representa uma contração no sítio do catéter. Este catéter pode reproduzir contrações ocorridas em outros lugares do cólon e as vezes em outros órgãos, ou seja, ele traduzirá, em contração, qualquer mudança de pressão na ponta do catéter<sup>(5)</sup>. Além do que, nem sempre os catéteres intraluminares registram contrações discretas da musculatura do cólon<sup>(5, 7, 9)</sup>.

Outras dificuldades com relação a estes métodos se dão no estudo das contrações migratórias e sua velocidade. A maioria desses estudos utiliza um ou dois eletrodos e quando usa mais de dois não consegue assegurar que esses permaneçam na posição determinada.

A preparação do cólon para a introdução do material de análise, assim como a insuflação, pelo retossigmoidoscópio ou pelo colonoscópio, estimulam a atividade motora do cólon<sup>(14, 18)</sup>.

A utilização da avaliação do tempo de trânsito através da ingesta de marcadores ou contrastes, baritados ou iodados, é bastante utilizado no estudo da motilidade intestinal normal e durante o íleo paralítico pós-operatório<sup>(13)</sup>. Esta metodologia, traz consigo os efeitos adversos da radiação<sup>(37)</sup>. Apesar de fornecer uma avaliação global do fluxo do conteúdo intestinal e uma boa análise dos acontecimentos, em determinados segmentos do tracto gastrointestinal, esse método gera alguns problemas na interpretação dos seus dados. A ingesta de um marcador ou contraste estimula as respostas neurais, mecânicas e químicas, normalmente estimuladas com a passagem do alimento, e responsáveis por um padrão de motilidade, própria do período pós-prandial<sup>(45, 47)</sup>.

Além disto, não temos idéia dos acontecimentos que ocorrem de maneira discreta, no cólon, como uma AEC.

## CONCLUSÕES

A análise da atividade elétrica do cólon, através de eletrodos, posicionados na serosa ou camada muscular, tem tido uma importância ímpar, na compreensão da fisiopatologia da motilidade colônica, no íleo paralítico e na atividade normal do cólon<sup>(8, 20, 46)</sup>.

Este método é capaz de detectar alterações discretas na parede do cólon (AEC), assim como, no sentido e velocidade das contrações<sup>(16, 17)</sup>. Seu grande inconveniente é a necessidade de uma laparotomia para sua implantação. Porém, mostrou ser um método seguro e bastante eficaz no estudo da atividade elétrica do cólon, e com os avanços alcançados pela laparoscopia deslumbram-se grandes avanços na melhor compreensão dos componentes elétricos do tracto gastrointestinal.

---

**FERRAZ AAB, BACELAR TS, SANTOS JÚNIOR MA, VASCONCELOS HG, FIGUEIREDO FL, VASCONCELOS HMC & FERRAZ EM - Myoelectrical colon evaluation; methodology description**

**SUMMARY:** The most accurate method to determine postoperative intestinal motility is the measurement of intestinal muscle contraction using serosally strain gauge or bipolar electrodes placed subserosally. The authors presented a study about a methodology of study of colonic myoelectrical activity. Were 20 patients submitted to abdominal surgical procedures in the Surgery Department. At the end of the surgical procedures bipolar electrodes (pacemaker wire) were placed in the left colon muscle. The electrodes were exteriorized and fixed on the skin. The data were sent to a computer, by a data acquisition system (DATA Q, Series 200) in a frequency of 0.02 to 10 Hz. Between the patient and the I/O card, the data were amplified for 1000 times, and stored and analyzed by a software that runs in WINDOWS (WINDAQ 200). The analysis of the electrical control activity (ECA) and the electrical response activity (ERA) were made by a computer software. The acquisition software enables a visualization in real time, in which way, is possible to identify possible artifacts. In a first stage we made a filtering of the data with the amplifier. After that, the program uses a Fast Fourier Transform (FFT) to analysis the data. The program has a resolution of 0.23 cycles per minute. The data were filtered into two frequencies: below 0.3 Hz were select to ECA analysis, and between 0.7 and 10 Hz were select to ERA analysis. At the ECA analysis the authors determine the dominant frequency. The number of short and long ERA, and the number, direction and velocity of the migrating colonic contraction were also, determined. There was no complication related to the method. The authors concluded that the presented methodology of myoelectrical analysis is a safe and efficient way to study colonic myoelectrical motility.

**KEY WORDS:** myoelectrical activity; electrical control activity (ECA); electrical response activity (ERA), gastrointestinal motility; colon

---

REFERÊNCIAS

1. Almy TP. Editorial. The irritable bowel syndrom. Back to Square One? *Dig Dis Sci* 1980; 25: 401-403.
2. Alvarez WC. *The Mechanics of the Digestive Tract*. Ed. 2, New York. Hoeber, Inc. 1928. In: Miller TA - *Physiologic Basis of Modern Surgical Care*. C.V. Mosby Company, 1988, pp. 348.
3. Arfwidsson S. Pathogenesis of multiple diverticula of the sigmoid colon in diverticular disease. *Acta Chir Scand* 1964; 3: 42-47.
4. Bortoff A. Myogenic control of intestinal motility. *Phys Rev* 1976; 56(2): 418-434.
5. Brodribb AJM, Condon RE, Cowles VE, Decrosse JJ. Effect of dietary fiber on intraluminal pressure and myoelectric activity of the colon in monkeys. *Gastroenterology* 1979; 77: 70-74.
6. Bueno L, Fioramonti J, Ruckebusch Y, Frexinos J, Coulom P. Evaluation of colonic myoelectrical activity in health and functional disorders. *Gut* 1980; 21: 480-485.
7. Christensen J. Motility of the Colon. In: *Physiology of Gastrointestinal Tract*. New York. L.R. Johnson (ed.), Raven Press. 1981, pp. 445-471.
8. Condon RE, Frantzides CT, Cowles V, Mahoney S, Schulte WJ, Sarna SK. Resolution of postoperative ileus in humans. *Ann Surg* 1986; 203: 574-81.
9. Connell AM. The motility of the pelvic colon in normals and in patients with asymptomatic duodenal ulcer. *Gut* 1961; 2: 175-186.
10. Connell AM. The motility of the pelvic colon. II paradoxical motility in diarrhea and constipation. *Gut* 1962; 3: 342-348.
11. Daniel EE, Houour AJ, Bogoch A. Electrical activity of the longitudinal muscle of dog small intestine studied in vivo using microelectrodes. *Am J Physiol* 1960; 198: 113-118.
12. Dapoigny M, Trolese JF, Brommelaer G, Tournut R. Myoelectric spiking activity of right colon, left colon and rectosigmoid of healthy humans. *Dig Dis Sci* 1988; 33(8): 1007-1012.
13. Deutsch CR. *Transito Gastrointestinal após Fechamento de Transversostomia: Estudo Através da Progressão de Marcadores Sólidos Radiopacos e de Outros Eventos Clínicos e Radiológicos. Análise de 20 Casos*. 1988. Tese de Doutorado. Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. São Paulo.
14. Dinoso VP, Murthy SN, Goldstein J, Rosner B. Basal motor activity of the distal colon: a reappraisal. *Gastroenterology* 1983; 85: 637-642.
15. Ducrotte P, Rodomska B, Weber J, Guillard JF, Lerebours E, Hecketsweiler P, Galmiche JP, Colin R, Denis P. Colonic transit time of radiopaque markers and rectoanal manometry in patients complaining of constipation. *Dis Colon Rectum* 1986; 29: 630-634.
16. Ferraz AAB. *Atividade mioelétrica do cólon: avaliação experimental e clínica do ketorolac trometamina, durante e após a recuperação do fêto paralítico pós-operatório*. Tese para obtenção do grau de Mestre em Cirurgia do Centro de Ciências da Saúde da UFPE. Recife. 1994.
17. Ferraz AAB. *Atividade mioelétrica do cólon: avaliação experimental e clínica do ketorolac trometamina, durante e após a recuperação do fêto paralítico pós-operatório*. *An Fac Med Univ Fed Pernamb* 1994; 39: 47-56.
18. Flexinos J, Bueno L, Fioramonti J. Diurnal changes in myoelectrical spiking activity of the human colon. *Gastroenterology* 1985; 88: 1104-1110, 1985.
19. Flexinos J, Staumont G, Fioramonti J, Bueno L. Effects of sennosides on colonic myoelectric activity in man. *Dig Dis Sci* 1989; 34: 214-219.
20. Frantzides CT, Cowles V, Salaymeh B, Tekin E, Condon RE. Morphine effects on human colonic myoelectric activity in the postoperative period. *Am J Surg* 1992; 163: 144-49.
21. Garrett JR, Howard ER, Nixon HH. Autonomic nerves in rectum and colon in hirschsprung disease. *Arch Dis Child* 1969; 44: 406-417.
22. Harvey RF, Read AE. Effect of cholecystokinin on colonic motility and symptoms in patients with the irritable-bowel syndrome. *Lancet* 1973; 1: 1-3.
23. Hinton JM, Lennard-Jones JE, Young AC. A new method for studying gut transit times using radio-opaque markers. *Gut* 1969; 10: 842-847.
24. Howard EG, Garrett JR. Electron microscopy in myenteric nerves in hirschsprung's disease and in normal bowel. *Gut* 1970; 11: 1007-1014.
25. Huizinga JD, Stern HS, Chow E, Diamant NW, El-Sharkawy TY. Electrophysiologic control of motility in human colon. *Gastroenterology* 1985; 88: 500-511.
26. Lanfranchi GA, Bazzochi G, Brignola C, Campieri M, Labo G. Different patterns of intestinal transit time and anorectal motility in painful and painless chronic constipation. *Gut* 1984; 25: 1352-1357.
27. Lawson JON, Nixon HH. Anal canal pressures in the diagnosis of Hirschsprung disease. *J Pediatr Surg* 1967; 2: 544-552.
28. Kern FJ, Almy TP, Abbot FK, Bogdonoff MD. The motility of the distal colon in non-specific ulcerative colitis. *Gastroenterology* 1951; 19(3): 492-503.
29. Mayne NM. Neurophaty in the diabetic and non-diabetic populations. *Lancet* 1965; 2: 1212-1216.
30. Meneghelli UG, Godoy RA, Macedo JF, Oliveira RB, Troncon LE, Dantas RO. Basal motility of dilated and non-dilated sigmoid colon an rectum in Chagas' disease. *Arq Gastroent* 1982; 19(3): 127-132.
31. Meneghelli UG. Chagas' disease: a model of denervation in the study of digestive tract motility. *Braz J Med Biol Res* 1985; 18(3): 255-264.
32. Metcalf AM, Philips SF, Zinsmeister AR, MacCarty RL, Beart RW, Wolff BJ. Simplified assessment of segmental colonic transit. *Gastroenterology* 1987; 92: 40-47.
33. Morson BC. The muscle abnormality in diverticular disease of the colon. *Brit J Radiol* 1963; 36: 385-392.
34. Painter NS, Truelove SC, Ardran GM, Tuckey M. Effect of morphine, prostigmine, pethidin, and probanthin on the human colon diverticulosis. Studied by intraluminal pressure recording and cineradiography. *Gut* 1965; 6: 57-63.
35. Paley RG, Mitchell W, Watkinson G. Terminal colonic dilatation following intractable diarrhea in a diabetic. *Gastroenterology* 1961; 41: 401-407.
36. Read NW, Harford WV, Schmulen AC, Read MG, Ana CS, Fordtran JS. A clinical study of patients with fecal incontinence and diarrhea. *Gastroenterology* 1979; 76: 747-756.
37. Ritchie JA. Movement of segmental constriction in the human colon. *Gut* 1971; 12: 350-355.
38. Robertson HE, Kernohan JW. The myoenteric plexus in congenital megacolon. *Proc Mayo Clin* 1938; 13: 123-125.
39. Sarna SK, Bardakjian BL, Waterfall WE, Lind JF. Human colonic electrical activity (ECA). *Gastroenterology* 1980; 78: 1526-1536.
40. Sarna SK, Waterfall WE, Bardakjian BL, Lind JF. Types of human colonic electrical activities recorded post-operatively. *Gastroenterology* 1981; 81: 61-70.
41. Sarna SK, Latimer P, Campbell D, Waterfall WE. Electrical and contractile activities of the human rectosigmoid. *Gut* 1982; 23: 698-705.
42. Sarna SK, Condon RE, Cowles VE. Colonic migrating and nonmigrating motor complexes in dogs. *Am J Physiol* 1984; 6: G355-G360.
43. Sarna SK. Myoelectric correlates of colonic motor complexes and contractile activity. *Am J Physiol* 1986; G50: G113-G220.
44. Sarna SK. In vivo Myoelectrical Activity: Methods, Analysis and Interpretation. In: *Handbook of Physiology, Gastrointestinal Motility and Circulation*. Bethesda, Wood (ed), American Physiological Society, 1989.
45. Sarna SK, Lang IM. Colonic motor response to a meal in dogs. *Am J Physiol* 1989; 257: G830-G835.

46. Sarna SK. Physiology and pathophysiology of colonic motor activity. Part One of Two. *Dig Dis Sci* 1991; 36(6): 827-862.
47. Sarna SK. Physiology and pathophysiology of colonic motor activity. Part two of two. *Dig Dis Sci* 1991; 36(7): 998-1018.
48. Sellin JH. Physiology of Digestion and Absorption. In: Miller TA. *Physiologic Basis of Modern Surgical Care*. C.V. Mosby Company, 1988, pp. 330.
49. Sethi AK, Sarna SK. Colonic motor activity in acute ulceratives colitis. *Gastroenterology* 1989; 96: A463.
50. Sigihara K, Muto T, Morioka Y. Motility study in right sided diverticular disease of the colon. *Gut* 1983; 24: 1130-1134.
51. Smith B. Myoenteric plexus in hirschsprung disease. *Gut* 1967; 8: 308-312.
52. Spriggs EA, Code CF, Barger JA, Curtiss RK, Hightower NC Jr. Motility of the pelvic colon and rectum of normal persons and patients with ulcerative colitis. *Gastroenterology* 1951; 19(3): 480-491.
53. Szurszewski JH. Electrical Basis for Gastrointestinal Motility. In: Johnson LR. *Physiology of the Gastrointestinal Tract*. New York, L.R. Johnson (ed.), Raven Press Ltda, 1981.
54. Truelove SC. Movements of the large intestine. *Physiol Rev* 1966; 46: 457-512.
55. Wald A. Colonic transit and anorectal manometry in chronic idiopathic constipation. *Arch Inter Med* 1986; 146: 1713-1716.
56. Wangel AG, Deller DJ. Intestinal motility in man. III mechanisms of constipation and diarrhea with particular reference to the irritable colon syndrome. *Gastroenterology* 1965; 48: 69-84.
57. Weisbrodt NW. Motility of the Small Intestine. In: *Physiology of the Gastrointestinal Tract*. New York, L.R. Johnson (ed.), Raven Press Ltda, 1981.
58. Whitehead WF, Engel BT, Schuster MM. Irritable bowel syndrom: physiological and psychological differences between diarrhea-predominant and constipation predominant patients. *Dig Dis Sci* 1980; 25: 404-413.

**Endereço para correspondência:**

Álvaro Antônio Bandeira Ferraz  
Rua Hermógenes de Moraes, 104 - ap. 1002  
50610-160 - Madalena - Recife - PE