

## SISTEMA NERVOSO ENTÉRICO

---

Débora de Mello Gonçalves Sant'Ana \*  
Marcílio Hubner de Miranda Neto \*\*  
Marco Antonio Sant'Ana \*\*\*

---

### Resumo

O tubo digestivo é innervado por fibras nervosas e neurônios agrupados em plexos com localização intramural. Estes plexos constituem o Sistema Nervoso Entérico. Dentre os plexos ganglionados, os principais são o plexo submucoso, de Meissner, e o plexo mientérico, de Auerbach. Neste estudo são descritas técnicas empregadas para o estudo dos neurônios do plexo mientérico em vários animais experimentais.

### Abstract

The digestive pipe is innervated by nervous fibers and nerve cells gathered in plexus with intramural location. These plexus compose The Enteric Nervous System. Among the ganglionated plexus, the main ones are the submucous plexus, by Meissner, and the mienteric plexus, by Auerbach. In this article are described the techniques used for the study of nerve cells of the mienteric plexus in several experimental animals.

### Introdução

O tubo digestivo é innervado por fibras nervosas

e neurônios agrupados em plexos com localização intramural. Esses plexos constituem o Sistema Nervoso Entérico (SNE) (Langley apud WOOD, 1989) e apresenta um funcionamento relativamente independente do Sistema Nervoso Central (SNC), realizando funções complexas como: controle da motilidade gastrointestinal, da secreção de glândulas exócrinas e endócrinas e do fluxo sanguíneo local (GABELLA, 1979; WOOD, 1987; STERNINI, 1988).

### Sistema nervoso entérico

O SNE funciona como um "cérebro" localizado no trato gastrointestinal (TGI), sendo uma forma eficiente de deslocamento do controle visceral do SNC para o SNE, eliminando, entre outras coisas, um grande número de vias, percorrendo a longa distância de conexão entre o SNC e o tubo digestivo. Evolutivamente esta é uma forma de o SNC poupar espaço, mantendo, no entanto, ligação com o intestino para intercâmbio de informações essenciais (GABELLA, 1979, GERSHON, 1981; WOOD, 1987; SANTER & BAKER, 1988; STERNINI, 1988).

Morfologicamente, o SNE apresenta-se organizado em plexos que podem ser ganglionados

---

\* Mestre em Anatomia. Docente da UNIPAR e da UEM.

\*\* Doutor em Anatomia. Docente da UEM.

\*\*\* Especialista em Morfofisiologia. Docente da UNIPAR.

ou não. Dentre os plexos ganglionados, os principais são o plexo submucoso (de Meissner) e o plexo mientérico (de Auerbach). (IRWIN, 1931; GABELLA, 1979; GERSHON, 1981; STERNINI, 1988). O plexo mientérico estende-se por todo TGI, do esôfago ao ânus e apresenta diferenças morfológicas nos diferentes órgãos, (PALUMBI, 1933; MATSUO, 1934, ; BARBOSA, 1973; CHRISTENSEN, 1983; STERNINI, 1988) e espécies estudadas (GABELLA, 1971; FURNESS & COSTA, 1987).

Geralmente em mamíferos, o plexo mientérico localiza-se na túnica muscular, entre o estrato muscular circular e longitudinal, ou levemente deslocados para

o interior de um desses estratos. (IRWIN, 1931; MELLO, 1995). Seus neurônios encontram-se organizados em gânglios ou isolados entre os feixes de fibras nervosas interconectantes, como pode ser observado na figura 1. Cada gânglio apresenta um número variável de neurônios que vão de 2 ou 3 a dezenas (GABELLA, 1971) e apresentam-se sob diversas formas, podendo ser estrelados, alongados, ou piramidais (HERNANDES, 1994; MELLO, 1995).

Os gânglios do SNE são estruturas compactas que, pela sua arquitetura, relembram a organização do SNC. Consistem de neurônios agrupados, circundados por uma lâmina basal e separados por

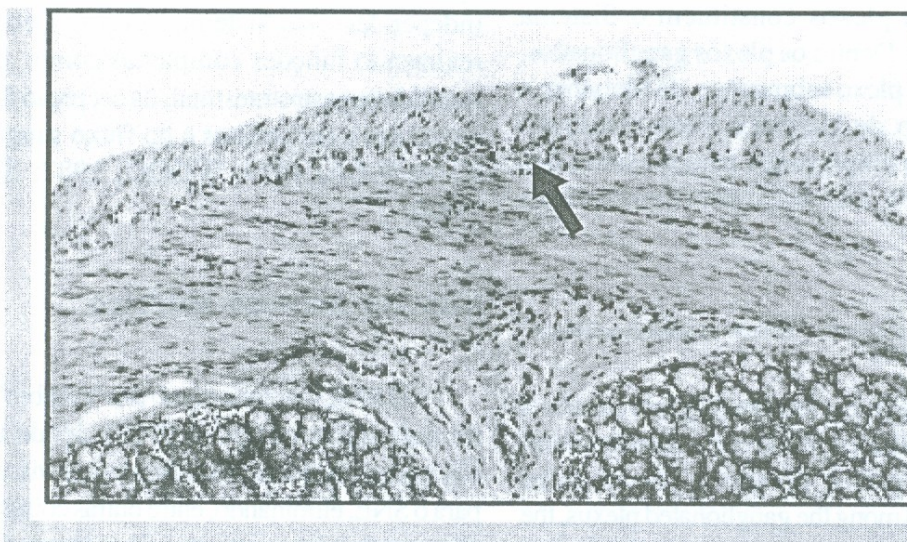


FIGURA 1- Corte transversal do colo de Ratos, evidenciando as túnicas da parede intestinal. Coloração H. E. Seta: Gânglio do plexo mientérico.

tecido conjuntivo (SANTER & BAKER, 1988; WOOD, 1987). No interior dos gânglios há pouco tecido extracelular e ausência dos folhetos endoneuro e perineuro. Suas células de suporte são mais parecidas com as células da astróglia do SNC do que com as células de Schwann do sistema nervoso periférico (SNP) (GABELLA, 1971; GERSHON, 1981). O interior dos gânglios é avascular. Os capilares estão localizados fora dos gânglios e em suas paredes há ausência de fenestrações, dando a eles a

característica de uma permeabilidade relativa, similar aqueles capilares cerebrais que constituem a barreira hematoencefálica (GERSHON, 1981; WOOD, 1987).

Os neurônios mientéricos variam grandemente em seu formato, estrutura e tamanho. Normalmente apresetam seu núcleo oval ou redondo, localizado excentricamente e com um ou mais nucléolos visíveis (GABELLA, 1979; MELLO, 1995; NATALI & MIRANDA-NETO, 1996). A microscopia eletrônica

demonstrou que possuem citoplasma rico em ribossomos livres e retículo endoplasmático, complexo de Golgi bem desenvolvido e numerosas e pequenas mitocôndrias (GABELLA, 1971, JUNQUEIRA & CARNEIRO, 1995; COMARCK, 1995). O tamanho do neurônio é muito variável de acordo com a espécie, órgão, idade ou modelos experimentais estudados, variando de 100  $\mu\text{m}^2$  a mais de 2000  $\mu\text{m}^2$  (GABELLA, 1979). (Figura 2).

Vários autores tentaram submeter tal população neuronal heterogênea a uma classificação, sendo uma das mais clássicas a realizada por DOGIEL (1899), que classificou os neurônios do tipo I, II e III. Os neurônios tipo I possuem corpo celular achatado, axônio único, longo e irregular, dendritos numerosos que se projetam para a musculatura (neurônios motores); neurônios do tipo II, com corpo celular oval, e processos longos que se projetam para as células ganglionares (neurônios sensitivos); e tipo do III com corpo celular retangular, com dendritos irregulares, e axônio que se projeta normalmente para a mucosa (FURNESS & COSTA, 1987; SANTER & BAKER, 1988).

GABELLA (1971) afirma que, com o desenvolvimento de técnicas de microscopia eletrônica e imuno-histofluorescência, os neurônios foram classificados em 9 tipos morfológicamente distintos, com base em seu tamanho, distribuição de organelas, relação com as células gliais e conteúdo das vesículas em seus terminais pré-sinápticos.

Análises quantitativas dos neurônios mientéricos foram realizadas em diversos animais, nos segmentos e com variadas técnicas. Nas primeiras contagens, utilizou-se a metodologia de impregnação pela prata e azul de metileno (IRWIN, 1931; MATSUO, 1934; TAFURI & CAMPOS, 1958) técnicas que ainda são utilizadas. A estas, somam-se outras recentes, como a histoquímica, a imunohistoquímica entre outras (GABELLA, 1967; YOUNG et al, 1993; BORSENG-SHU et al, 1994; SANTER, 1994).

Além dos estudos filogenéticos, encontramos quantificações descritas em animais submetidos a modelos experimentais como: envelhecimento (GABELLA, 1989; SANTER & BAKER, 1988), alimentados com dietas hipoprotéicas (MELLO, 1995; NATALI & MIRANDA-NETO, 1996), ao

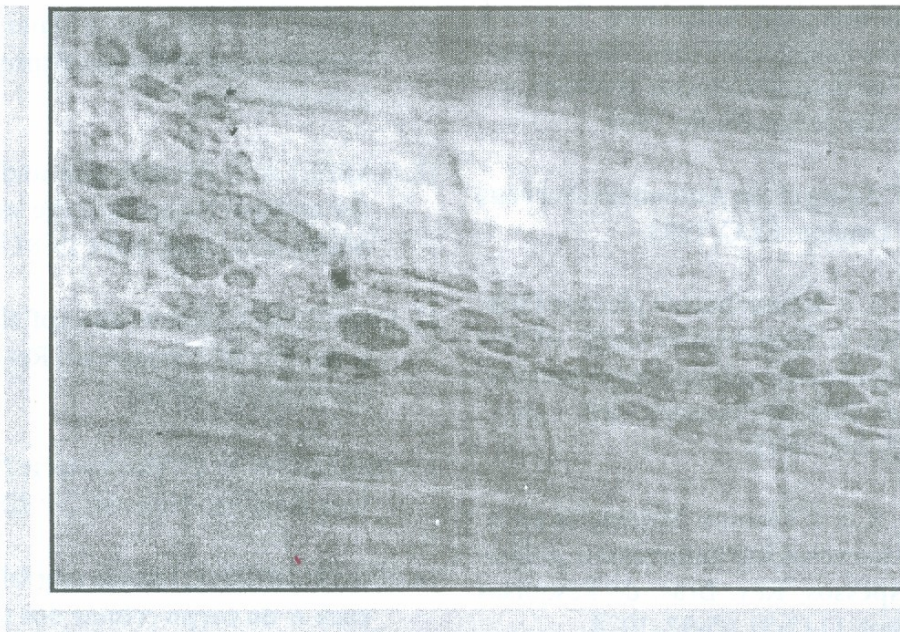


FIGURA 2 - Preparado de Membrana do colo de ratos, corado pelo método de Giemsa. Gânglio do plexo mientérico.

diabetes mellitus HERNANDES, 1993), à hipertrofia causada por estenose (BARBOSA & TAFURI, 1983) entre outros, numa tentativa de explicar, na variação quantitativa de neurônios, as achadas clínicas de constipação idiopática ou diarreia crônica e má absorção encontrada em pacientes idosos, ou portadores dessas patologias.

Estamos recentemente iniciando na UNIPAR uma linha de pesquisa com neurônios entéricos, através do projeto de pesquisa "Estudo Morfológico e Quantitativo dos Neurônios do Plexo Mientérico do Colo Descendente de Ratos Wistar", que fará parte do Laboratório de Ciências Farmacêuticas desta Universidade, e pretendemos fazer deste o primeiro de uma série de artigos sobre a complexa inervação intestinal e modelos experimentais de estudo em neurônios entéricos.

## Bibliografia

1. ANARUMA, C.A. **Estudo Morfoquantitativo quantitativo do Plexo Mientérico do Estômago Humano em Indivíduos Jovens e Idosos.** São Paulo: USP, 1994. Tese (Doutorado) - Instituto de Ciências Biomédicas - Universidade de São Paulo, 1994.
2. AMENTA, F. **Aging of the Autonomic Nervous System.** London: CLC, 1993.
3. BARBOSA, A. J. **A Auerbach's plexus of the albino rat. I. Quantitative study of the ganglion and nerve cells in the caecum and colon.** Rev. Bras. de Pesquisas Med. e Biol., 6(5): 253-262, 1973.
4. BARBOSA, A. J. **A Técnica histológica para gânglios nervosos intramurais em preparados espessos.** Rev. Bras. de Pesquisas Med. e Biol. 11 (2-3): 95-97, 1978.
5. BARBOSA, A.J.A. and TAFURI, W.L. **Ganglion cell number in hypertrophic colon above experimental stenosis.** Brazilian J. Med. Biol. Res., 16: 165-169, 1983.
6. BOR-SENG-SHU, E. et al. **Myenteric neurons of the mouse small intestine.** Morphometry and acetylcholinesterase activity. Brazilian J. Med. Biol. Res., 27: 101-108, 1994.
7. CHRISTENSEN, J. et al. **Arrangement of the myenteric plexus throught the gastrointestinal tract of the opossum.** Gastroenterology 85: 890-9, 1983.
8. DOGIEL, AS. **Ueber den bau der Ganglien in den Geflechten des Darmes und der Gallenblase des Menschen und der Säugtiere.** Arch. Anat. Physiol. Leipzig. Anat. Abt., 130-58.
9. FURNESS, J.B. and COSTA, M. **The Enteric Nervous System.** New York: Churchill Livingstone, 1987.
10. GABELLA, G. **Detection of nerve cells by a histochemical technique.** Experientia, 23 (52): 218-219, 1967.
11. GABELLA, G. **Neuron size and number in the myenteric plexus of the newborn and adult rat.** J. Anat, 109 ( 1): 81-95, 1971.
12. GABELLA, G. **Innervation of the Gastrointestinal Tract.** International Review Cytology, 59: 129-191, 1979
13. GERSHON, M.D. **The Enteric Nervous System.** Ann. Ver. Neurosci., 4: 227-72, 1981.
14. HERNANDES, L. **Estudo morfológico da mucosa e do corpo celular dos neurônios do plexo mientérico do íleo de ratos com diabetes mellitus induzidos por estreptozotocina.**

- cina. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 1994. Dissertação (mestrado) em Ciências Biológicas (Biologia Celular), Universidade Estadual de Maringá, 1994.
15. IRWIN, D.A. **The Anatomy of Auerbach's Plexus.** *The American Journal of Anatomy*, 49 (1): 141-165, 1931.
  16. MATSUO, H. **A contribution on the anatomy of Auerbach's plexus.** *Jpn. J. Med. Sci. Anat.*, 4:417-128, 1934.
  17. MECIANO FILHO, J. **Estudo morfoquantitativo do plexo mientérico do esôfago em indivíduos jovens e idosos.** São Paulo: Universidade de São Paulo, 1994. Tese (doutorado) - Instituto de Ciências Biomédicas, 1994.
  18. MELLO, E.V.S.L. **Estudo da Morfologia da Parede e dos Gânglios do Plexo Mientérico do Colo Proximal de Ratos.** Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 1995. Dissertação (mestrado) - Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Maringá, 1995.
  19. MOURA, AS. **Estudo em ratos do processo de adaptação à dietas com níveis variáveis de proteína com e sem restrição energética.** São Paulo: Universidade de São Paulo, 1984. Tese (doutorado) - Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo, 1984.
  20. PALUMBI, G. **Differenti aspetti del plesso di Auerbach in regione dei vari segmenti dell'intestine umano.** *Ric. Morfol.*, 13: 538-62, 1933.
  21. ROBBINS, A. **Tratado de Patologia Médica.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993.
  22. SAFFREY, M.J. and BURNSTOCK, G. **Growth factors and the development and plasticity of the enteric nervous system.** *Journal of the autonomic nervous system* 49, 183-196, 1994.
  23. SANTER, R. M. and BAKER, D. M. **Enteric neuron number and sizes in Auerbach's plexus in the small and large intestine of adult and aged rats.** *Jornal of the Anatomic Nervous System*, 28: 59-67, 1988.
  24. SANTER, R.M. **Survival of the population of NADPH - diaphorase stained myenteric neurons in the small intestine of aged rats.** *Journal of the autonomic nervous system.* 49: 115-121, 1994.
  25. STERNINI, C. **Structural and Chemical Organization of the Myenteric Plexus.** *Ann. Ver. Physiol.* 50, 81-93, 1988.
  26. TAFURI, W. L. & CAMPOS, F.<sup>a</sup> **Auerbach plexus bei der maus.** *Z. Naturforsch*, 13b: 816-8, 1958.
  27. WOOD, J.D. **Physiology of the Enteric Nervous System.** In: *Physiology of the gastrointestinal tract.* 2. ed. Raven Press, New York, 1987.
  28. YOUNG, H.M.; FURNESS, J.B.; SEWELL, P.; BURCHER, E.F.; KANDIANH, C.J. **Total number of neurons in myenteric ganglia of the guinea-pig small intestine.** *Cell Tissue Res* 272: 197-200, 1993.