



Componentes Celulares Do Sistema Nervoso: Uma Revisão Narrativa De Literatura

Eduardo Antonio De Souza Campos¹

eduecampos@gmail.com

Fabiano De Abreu Agrela Rodrigues²

deabreu.fabiano@gmail.com

Logos University International

Nathalie Karolina Ramos Zamora

Gudayol³

nagudayol@yahoo.com.br

Faculdade De Ciências Médicas Santa

Luiz Felipe Chaves De Carvalho⁴

cirurgiafelipe@gmail.com

Universidade Católica De Pelotas

RESUMO

Introdução: O sistema nervoso é um sistema complexo e vital que controla e coordena todas as atividades do corpo. Ele permite a comunicação rápida entre diferentes órgãos e sistemas, permitindo respostas rápidas a estímulos internos e externos. **Objetivo:** Compreender mediante revisão bibliográfica as estruturas e funções dos componentes que integram o sistema nervoso. **Metodologia:** o estudo atual consiste em uma revisão narrativa de literatura sobre os elementos celulares que compõem o sistema nervoso. **Resultados e conclusão:** O sistema nervoso é vital para o corpo humano, supervisionando desde funções fundamentais, como respiração e batimentos cardíacos, até processos mentais como pensamentos e emoções. Sua importância se reflete na regulação do corpo e na capacidade de se ajustar ao ambiente.

Palavras-chave: *sistema nervoso, cérebro, neurônios, neurotransmissores, sistema nervoso central, sistema nervoso periférico.*

¹eduecampos@gmail.com

Professor e Pesquisador pelo CPAH. Bacharel em Ciências Contábeis, Especialista em Neurobusiness, alta performance e gestão de projetos, mestrando em neurociências.

²deabreu.fabiano@gmail.com

Pós-doutor e PhD em neurociências eleito membro da Sigma Xi, The Scientific Research Honor Society e Membro da Society for Neuroscience (USA) e da APA - American Philosophical Association, Mestre em Psicologia, Licenciado em Biologia e História; também Tecnólogo em Antropologia e filosofia com várias formações nacionais e internacionais em Neurociências e Neuropsicologia. Pesquisador e especialista em Nutrigenética e genômica. É diretor do Centro de Pesquisas e Análises Heráclito (CPAH), Cientista no Hospital Universitário Martin Dockweiler, Chefe do Departamento de Ciências e Tecnologia da Logos University International, Membro ativo da Redilat, membro-sócio da APBE - Associação Portuguesa de Biologia Evolutiva e da SPCE - Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação. Membro Mensa, Intertel e Triple Nine Society.

³nagudayol@yahoo.com.br

Graduada em Psicologia pela Universidade Metodista de São Paulo. Pós graduada em Neuropsicologia pela faculdade de ciências médicas Santa Casa de Misericórdia.

⁴ Especialista em Cirurgia da Coluna Vertebral e em Tratamentos com Célula Tronco Instituição: Universidade Católica de Pelotas (UCPEL) Endereço: Rua Gonçalves Chaves, 373, Centro, Pelotas –RS, CEP: 96015-560E-mail: cirurgiafelipe@gmail.com

Cellular Components Of The Nervous System : A Narrative Literature Review

ABSTRACT

Introduction: The nervous system is a complex and vital system that controls and coordinates all activities in the body. It allows for rapid communication between different organs and systems, allowing rapid responses to internal and external stimuli. **Object:** Understand through a bibliographic review the structures and functions of the components that make up the nervous system. **Methodology:** The present study consists of a review of the literature on the cellular elements that make up the nervous system. **Results and conclusion:** The nervous system is vital to the human body, overseeing everything from fundamental functions like breathing and heartbeat to mental processes like thoughts and emotions. Its importance is reflected in the regulation of the body and the ability to adjust to the environment.

Keywords: *nervous system, brain, neurons, neurotransmitters, central nervous system, peripheral nervous system.*

Artículo recibido 20 julio 2023

Aceptado para publicación: 20 agosto 2023

INTRODUÇÃO

SISTEMA NERVOSO: O QUE É?

Sistema do corpo humano, responsável pelo processamento e transmissão de informações para todo nosso corpo (SCIANNI *et al.*, 2019).

Dividido em duas partes principais: sistema nervoso central (SNC) que inclui o cérebro e a medula espinhal; e o sistema nervoso periférico (SNP) que abrange os nervos que se estendem a partir do SNC para alcançar todas as áreas do corpo (RIBAS, 2006; SCIANNI *et al.*, 2019).

Sua principal função é coordenar as atividades e respostas do organismo, possibilitando que acabe se adaptando ao ambiente e mantenha o equilíbrio interno, chamada de homeostase. Processa e transmite informações via sinais elétricos e químicos, entre as distintas áreas do corpo (RIBAS, 2006; SCIANNI *et al.*, 2019).

Recepção de estímulos; os órgãos que emitem as áreas sensoriais do corpo, tais como olhos, ouvidos, pele e demais sentidos que captam estímulos do ambiente e os convertem em sinais elétricos, de modo a serem transmitidos ao sistema nervoso (WOOD, 1984).

Processamento de informações; por meio do SNC é realizado via recebimento de sinais sensoriais, integrando-os com informações armazenadas na memória para formar uma resposta adequada (BUCHANAN; TRANEL, 2009; WOOD, 1984).

O sistema motor envia impulsos nervosos para os músculos e glândulas, possibilitando a realização de movimentos voluntários e a liberação de hormônios. Regula funções internas do corpo, tais como a frequência cardíaca, pressão arterial, temperatura corporal e a digestão (BUCHANAN; TRANEL, 2009; WOOD, 1984).

Cognição e percepção é fundamental para a consciência, pensamentos, memória e a percepção do mundo ao nosso redor (BUCHANAN; TRANEL, 2009; WOOD, 1984).

Sendo assim, é importante para a comunicação e coordenação das atribuições do corpo, garantindo que ele possa responder adequadamente aos estímulos do ambiente e manter suas funções internas em equilíbrio (RIBAS, 2006; SCIANNI *et al.*, 2019).

SISTEMA NERVOSO CENTRAL (SNC)

É composto por duas estruturas principais: o cérebro e a medula espinhal. Desempenha as funções de recepção e interpretação de estímulos sensoriais, bem como atuação no controle de atividades motoras; além de atuar em processos cognitivos e emocionais (ALLEN; LYONS, 2018).

A medula espinhal é um feixe de nervos que se origina na região do cérebro e se estende até a coluna vertebral (SCIACCA *et al.*, 2019). Atua como via de comunicação entre cérebro e corpo; também possui papel importante na execução de reflexos rápidos e autônomos, de modo inconsciente (HARDY, 2021).

O encéfalo é a região mais volumosa do SNC; composto por cérebro, cerebelo e tronco cerebral, sendo a região mais desenvolvida e complexa do SNC em vertebrados, localizando-se na região interior do crânio (HARDY, 2021).

Coordena e regula diversas funções essenciais do organismo, como exemplo; o controle motor, emoções, sensações e funções vitais; assim como o cerebelo que exerce controle de coordenação motora, equilíbrio e a postura (LERCH *et al.*, 2017).

O tronco cerebral é composto por três partes principais; mesencéfalo é a área superior do tronco cerebral, localizado entre o cérebro e região da ponte, atuando no controle das funções sensoriais e motoras, como no processamento visual e auditivo, regulando o tônus muscular e o controle de movimentos voluntários (HARDY, 2021; SMITH; DEMYER, 2003).

CÉREBRO

Localizado no SNC dos vertebrados, exerce papel na coordenação e controle das funções corporais, processamento de informações sensoriais e regulando corpóreo (PUKENAS, 2015).

A maior parte principal do cérebro é denominada como prosencéfalo, responsável pelo processo de pensar, emoções, aprendizado, memória, e decisões (FENG *et al.*, 2022).

O mesencéfalo possui funções sensoriais e motora; por fim, o rombencéfalo, que atua no controle de funções autônomas essenciais, como, por exemplo: respiração, frequência cardíaca, e coordenação dos movimentos (SCIACCA *et al.*, 2019).

Além disso, o cérebro é composto por bilhões de células nervosas denominadas de neurônios, comunicando-se via sinapses; fomentando redes complexas de atividade neural que sustentam

processos mentais. Protegido por meio do crânio, protegendo-o contra danos externos (SCIACCA *et al.*, 2019).

O cérebro também exerce importante influência em nossa identidade, personalidade e consciência; permitindo a compreensão do mundo (HARDY, 2021).

Figura 1 – Cérebro



Fonte: (LINHARES, 2023)

Sistema Nervoso Periférico (SNP)

Constituído por nervos, gânglios e terminações nervosas. Nervos Cranianos são constituídos em 12 pares de nervos que se iniciam no cérebro e atuam na transmissão de informações sensoriais e motoras da região de cabeça e pescoço. Os nervos espinhais formam 31 pares de nervos que se iniciam na medula espinhal e atuam na transmissão de informações sensoriais e motoras para o restante do corpo (SHOJA, 2014).

Em relação aos nervos periféricos, se estendem a partir do SNP para as distintas regiões do corpo, sendo responsáveis pela transmissão de informações sensoriais e controle dos movimentos voluntários e involuntários da musculatura (SHOJA, 2014).

Gânglios são conjuntos de corpos celulares de neurônios específicos fora do SNC, que atuam no processamento local para informações sensoriais (MCCARTHY; PARTLOW, 1976). Plexos são redes de nervos denominados como interconectados, responsáveis pela inervação de áreas específicas do corpo. Os órgãos dos chamados dos sentidos são os; olhos, ouvidos, nariz, língua

e pele, responsáveis por receber informações sensoriais do ambiente e transmiti-las ao sistema nervoso para processamento (HUANG *et al.*, 2011).

OBJETIVO

Compreender estruturas e funções dos componentes que integram o sistema nervoso por meio de revisão bibliográfica narrativa.

METODOLOGIA

O presente estudo é uma revisão bibliográfica narrativa dos componentes celulares do sistema nervoso.

A busca foi realizada nas bases de dados: PubMed e Scielo, por meio da utilização dos seguintes termos: sistema nervoso, cérebro, neurônios, neurotransmissores, sistema nervoso central, sistema nervoso periférico e em inglês: nervous system, brain, neurons, neurotransmitters, central nervous system, peripheral nervous system.

RESULTADOS

Células do sistema nervoso

Os neurônios são células fundamentais do sistema nervoso, responsáveis por conduzir e averiguar informações em forma de sinais elétricos e químicos. Presentes na medula espinhal e de todo o sistema nervoso e sistema nervoso periférico (SHOJA, 2014).

Células gliais são conhecidas como células da glia ou neuróglia, são caracterizadas como células de suporte do sistema nervoso que contribuem com os neurônios em suas funções (JESSEN, 2006).

Astrócitos contribuem como suporte estrutural e metabólico para os neurônios e ajustam a composição química do fluido extracelular no sistema nervoso central (FREEMAN, 2010).

Os oligodendrócitos produzem a bainha de mielina, camada isolante que contorna os axônios no sistema nervoso central, aumentando a velocidade da transmissão dos impulsos nervosos (KUHN *et al.*, 2019).

As células de Schwann são responsáveis pela produção da bainha de mielina no sistema nervoso periférico. As micróglia fornecem células imunes para o sistema nervoso protegendo contra os

agentes patógenos e realizando a eliminação das células mortas ou danificadas (ZHANG *et al.*, 2020).

Ependimócitos são as células revestem os ventrículos cerebrais e o canal central da medula espinhal, envolvidos no processo de produção e circulação do líquido cefalorraquidiano (DIDIER-BAZÈS *et al.*, 2001).

Denominadas como endoteliais, tais células envolvem o interior dos vasos sanguíneos e linfáticos. O acúmulo de tais células formam o endotélio, camada de tecido que age como uma barreira entre a corrente sanguínea ou linfática e os tecidos circundantes (CONG; KONG, 2020). São essenciais para o sistema cardiovascular funcionar de maneira adequada (CONG; KONG, 2020). Além disso, desempenha importantes funções, como, por exemplo, o controle da barreira seletiva, regulando o fluxo e a coagulação sanguínea, a resposta inflamatória e regulação do crescimento celular (DI STEFANO *et al.*, 2011).

As células da microvasculatura são vitais para o fornecimento de suprimento adequado de oxigênio e nutrientes aos tecidos corporais. Os capilares, vasos sanguíneos menores e numerosos, permitem a troca eficiente de substâncias presentes entre o sangue e as células dos órgãos e tecidos (WONG, 2017).

Células de Purkinje, presentes no cerebelo, atuam no controle motor e coordenação de movimentos. Possuem aparência distintiva sendo responsáveis pela transmissão da informação entre neurônios cerebelares e outras partes do cérebro e medula espinhal; atuam como principal eferente (neurônios de saída) do cerebelo (HIRANO, 2018).

Células piramidais são tipos específicos de neurônios do córtex cerebral, formando uma camada externa e desenvolvida responsável por funções cognitivas, controle motor e funções sensoriais. São denominadas “piramidais” devido ao formato semelhante a uma pirâmide quando visualizadas por meio do microscópio (SPRUSTON, 2008). Além disso, atuam como um dos principais neurônios excitatórios do córtex com a função de transmissão de informações; envolvidas nas funções cognitivas superiores, como aprendizado, memória, percepção, tomada de decisões e controle motor (SPRUSTON, 2008).

Neurotransmissores

Substâncias químicas que transmitem estímulos nervosos entre os neurônios e demais categorias de células do sistema nervoso. Como função exercem a comunicação neural, podendo influenciar pensamentos, emoções, comportamentos e funções fisiológicas (MATTSON, 1988).

Os principais neurotransmissores são:

Acetilcolina (ACh): no SNC, atua envolvendo-se em diversas funções cognitivas, como, por exemplo; memória, aprendizado e atenção. No SNP, atua como transmissor do impulso nervoso da junção neuromuscular para o músculo, resultando na contração muscular. Com diversas funções motoras como: memória, aprendizagem e na transmissão de impulsos nervosos nos músculos esqueléticos (TSETLIN, 2020).

Dopamina (DA): desempenha papel crucial na regulação do humor, recompensa, motivação, aprendizado e controle motor. Responde pela transmissão dos sinais entre os neurônios. Desempenha funções cognitivas e comportamentais como a regulação do humor, motivação, recompensa, aprendizado, foco e controle motor (TYE *et al.*, 2013).

Serotonina (SER): sintetizada por meio do aminoácido triptofano, encontrada principalmente no cérebro e no trato gastrointestinal (SHAH *et al.*, 2021). Atuante na regulação do humor, sono, apetite, ansiedade, agressividade, controle da temperatura corporal, percepção da dor e demais funções cognitivas e comportamentais como a regulação do humor, sono, apetite e a percepção da dor (SHAH *et al.*, 2021).

Noradrenalina (NA) ou Norepinefrina: crucial no sistema nervoso e no sistema endócrino, sendo sintetizada através do neurotransmissor precursor DA após emitir uma série de reações enzimáticas (PROKOPOVÁ, 2010). Secretada como resposta a situações de estresse, emoções fortes e perigo, preparando o corpo para a ação. Desencadeia a liberação de glicose no sangue, direcionando o fluxo sanguíneo para os órgãos vitais e músculos.

GABA (Ácido gama-aminobutírico): neurotransmissor inibitório do SNC, atuante na homeostase entre excitação e inibição das atividades neuronais (SIUCINSKA, 2019). Atua reduzindo a transmissão de sinais elétricos nas comunicações neuronais, equilibrando a atividade excitatória do cérebro (SIUCINSKA, 2019).

Glutamato: responsável por funções fisiológicas e comportamentais. Responsável, primordialmente, em funções cognitivas, na aprendizagem e memória (ONAOLAPO; ONAOLAPO, 2020).

Endorfinas e encefalinas pertencem à família dos opioides endógenos, utilizados na regulação da dor e controle das emoções. Os aumentos nos níveis de endorfinas e encefalinas estão relacionados a redução do estresse e da ansiedade, colaborando para um estado emocional positivo (NABER, 1988).

CONCLUSÃO

O sistema nervoso é crucial para a manutenção e funcionamento de todo o corpo humano. Rico em células e tecidos especialistas que coordenam as funções do corpo através do processamento de informações sensoriais que permitem a comunicação entre os órgãos e o cérebro. Dividido em sistema nervoso central (cérebro e medula espinhal) e sistema nervoso periférico (nervos que se estendem por todo o corpo).

Atua controlando desde as funções básicas, como respiração e batimentos cardíacos, até os processos cognitivos, como pensamentos e emoções. E sendo essencial para o funcionamento adequado do organismo, estimulando a homeostase e a adaptação ao ambiente.

REFERÊNCIA

- ALLEN, Nicola J.; LYONS, David A. Glia as architects of central nervous system formation and function. **Science (New York, N.Y.)**, v. 362, n. 6411, p. 181–185, 12 out. 2018. <https://doi.org/10.1126/science.aat0473>.
- BUCHANAN, Tony W.; TRANEL, Daniel. Central and peripheral nervous system interactions: From mind to brain to body. **International Journal of Psychophysiology**, Central and peripheral nervous system interactions: From mind to brain to body. v. 72, n. 1, p. 1–4, 1 abr. 2009. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2008.09.002>.
- CONG, Xin; KONG, Wei. Endothelial tight junctions and their regulatory signaling pathways in vascular homeostasis and disease. **Cellular Signalling**, v. 66, p. 109485, 1 fev. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.cellsig.2019.109485>.
- DI STEFANO, Rossella; CHIARA BARSOTTI, Maria; FELICE, Francesca; VLACHOPOULOS, Charalambos; BALBARINI, Alberto. Endothelial Progenitor Cells in Prehypertension. **Current Pharmaceutical Design**, v. 17, n. 28, p. 3002–3019, 1 set. 2011. <https://doi.org/10.2174/138161211798157775>.

- DIDIER-BAZÈS, Marianne; CHOUAF-LAKHDAR, Latifa; DUTUIT, Magali; AGUERA, Michèle; BELIN, Marie-Françoise. Cell lineage of the subcommissural organ secretory ependymocytes: Differentiating role of the environment. **Microscopy Research and Technique**, v. 52, n. 5, p. 461–467, 1 mar. 2001. [https://doi.org/10.1002/1097-0029\(20010301\)52:5<461::AID-JEMT1032>3.0.CO;2-H](https://doi.org/10.1002/1097-0029(20010301)52:5<461::AID-JEMT1032>3.0.CO;2-H).
- FENG, Zhao; LI, Anan; GONG, Hui; LUO, Qingming. Constructing the rodent stereotaxic brain atlas: a survey. **Science China Life Sciences**, v. 65, n. 1, p. 93–106, jan. 2022. <https://doi.org/10.1007/s11427-020-1911-9>.
- FREEMAN, Marc R. Specification and Morphogenesis of Astrocytes. **Science**, v. 330, n. 6005, p. 774–778, 5 nov. 2010. <https://doi.org/10.1126/science.1190928>.
- HARDY, Todd A. Spinal Cord Anatomy and Localization. **CONTINUUM: Lifelong Learning in Neurology**, v. 27, n. 1, p. 12–29, fev. 2021. <https://doi.org/10.1212/CON.0000000000000899>.
- HIRANO, Tomoo. Purkinje Neurons: Development, Morphology, and Function. **The Cerebellum**, v. 17, n. 6, p. 699–700, dez. 2018. <https://doi.org/10.1007/s12311-018-0985-7>.
- HUANG, Sheng-Li; SHI, Wei; JIAO, Qian; HE, Xi-Jing. Change of Neural Stem Cells in the Choroid Plexuses of Developing Rat. **International Journal of Neuroscience**, v. 121, n. 6, p. 310–315, 19 maio 2011. <https://doi.org/10.3109/00207454.2011.556282>.
- KUHN, Sarah; GRITTI, Laura; CROOKS, Daniel; DOMBROWSKI, Yvonne. Oligodendrocytes in Development, Myelin Generation and Beyond. **Cells**, v. 8, n. 11, p. 1424, 12 nov. 2019. <https://doi.org/10.3390/cells8111424>.
- LERCH, Jason P; VAN DER KOUWE, André J W; RAZNAHAN, Armin; PAUS, Tomáš; JOHANSEN-BERG, Heidi; MILLER, Karla L; SMITH, Stephen M; FISCHL, Bruce; SOTIROPOULOS, Stamatios N. Studying neuroanatomy using MRI. **Nature Neuroscience**, v. 20, n. 3, p. 314–326, mar. 2017. <https://doi.org/10.1038/nn.4501>.
- LINHARES, Rafaela. Neuroanatomia. 2023. **Kenhub**. Disponível em: <https://www.kenhub.com/pt/library/anatomia/neuroanatomia>.
- MATTSON, Mark P. Neurotransmitters in the regulation of neuronal cytoarchitecture. **Brain Research Reviews**, v. 13, n. 2, p. 179–212, abr. 1988. [https://doi.org/10.1016/0165-0173\(88\)90020-3](https://doi.org/10.1016/0165-0173(88)90020-3).
- MCCARTHY, K.D.; PARTLOW, L.M. Preparation of pure neuronal and non-neuronal cultures from embryonic chick sympathetic ganglia: A new method based on both differential cell adhesiveness and the formation of homotypic neuronal aggregates. **Brain Research**, v. 114, n. 3, p. 391–414, set. 1976. [https://doi.org/10.1016/0006-8993\(76\)90962-8](https://doi.org/10.1016/0006-8993(76)90962-8).

- NABER, Dieter. Clinical relevance of endorphins in psychiatry. **Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry**, v. 12, p. S119–S135, jan. 1988. [https://doi.org/10.1016/0278-5846\(88\)90076-0](https://doi.org/10.1016/0278-5846(88)90076-0).
- ONAOAPO, Adejoke Y.; ONAOAPO, Olakunle J. Dietary glutamate and the brain: In the footprints of a Jekyll and Hyde molecule. **NeuroToxicology**, v. 80, p. 93–104, set. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.neuro.2020.07.001>.
- PROKOPOVÁ, I. [Noradrenaline and behavior]. **Ceskoslovenska Fysiologie**, v. 59, n. 2, p. 51–58, 2010. .
- RIBAS, Guilherme Carvalhal. [Considerations about the nervous system phylogenetic evolution, behavior, and the emergence of consciousness]. **Revista Brasileira De Psiquiatria (Sao Paulo, Brazil: 1999)**, v. 28, n. 4, p. 326–338, dez. 2006. <https://doi.org/10.1590/S1516-44462006000400015>.
- SCIACCA, Sara; LYNCH, Jeremy; DAVAGNANAM, Indran; BARKER, Robert. Midbrain, Pons, and Medulla: Anatomy and Syndromes. **RadioGraphics**, v. 39, n. 4, p. 1110–1125, jul. 2019. <https://doi.org/10.1148/rg.2019180126>.
- SCIANNI, Aline Alvim; FARIA, Giselle Silva e; SILVA, Jederson Soares da; BENFICA, Poliana do Amaral; FARIA, Christina Danielli Coelho de Moraes. Efeitos do exercício físico no sistema nervoso do indivíduo idoso e suas consequências funcionais. **Rev. bras. ciênc. esporte**, , p. 81–95, 2019. .
- SHAH, Pooja A.; PARK, Christine J.; SHAUGHNESSY, Matthew P.; COWLES, Robert A. Serotonin as a Mitogen in the Gastrointestinal Tract: Revisiting a Familiar Molecule in a New Role. **Cellular and Molecular Gastroenterology and Hepatology**, v. 12, n. 3, p. 1093–1104, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jcmgh.2021.05.008>.
- SMITH, Lisa H; DEMYER, William E. Anatomy of the brainstem. **Seminars in Pediatric Neurology**, v. 10, n. 4, p. 235–240, dez. 2003. [https://doi.org/10.1016/S1071-9091\(03\)00076-7](https://doi.org/10.1016/S1071-9091(03)00076-7).
- SPRUSTON, Nelson. Pyramidal neurons: dendritic structure and synaptic integration. **Nature Reviews Neuroscience**, v. 9, n. 3, p. 206–221, mar. 2008. <https://doi.org/10.1038/nrn2286>.
- TSETLIN, Victor I. Acetylcholine and Acetylcholine Receptors: Textbook Knowledge and New Data. **Biomolecules**, v. 10, n. 6, p. 852, 3 jun. 2020. <https://doi.org/10.3390/biom10060852>.
- TYE, Kay M.; MIRZABEKOV, Julie J.; WARDEN, Melissa R.; FERENCZI, Emily A.; TSAI, Hsing-Chen; FINKELSTEIN, Joel; KIM, Sung-Yon; ADHIKARI, Avishek; THOMPSON, Kimberly R.; ANDALMAN, Aaron S.; GUNAYDIN, Lisa A.; WITTEN, Ilana B.; DEISSEROTH, Karl. Dopamine neurons modulate neural encoding and

expression of depression-related behaviour. **Nature**, v. 493, n. 7433, p. 537–541, jan. 2013. <https://doi.org/10.1038/nature11740>.

WOOD, J. D. Enteric neurophysiology. **American Journal of Physiology-Gastrointestinal and Liver Physiology**, v. 247, n. 6, p. G585–G598, 1 dez. 1984. <https://doi.org/10.1152/ajpgi.1984.247.6.G585>.

ZHANG, Sophia H.; SHURIN, Galina V.; KHOSRAVI, Hasan; KAZI, Rashek; KRUGLOV, Oleg; SHURIN, Michael R.; BUNIMOVICH, Yuri L. Immunomodulation by Schwann cells in disease. **Cancer Immunology, Immunotherapy**, v. 69, n. 2, p. 245–253, fev. 2020. <https://doi.org/10.1007/s00262-019-02424-7>.