BOLETIM 2024

ESTRUTURAS ENVOLVIDAS NA TRAJETÓRIA DO SISTEMA AUDITIVO (PARTE III): CORPO CALOSO

Milaine Dominici Sanfins, Andressa Pelaquim
e Piotr Henryk Skarzynski

ŚWIATOWE CENTRUM SŁUCHU
INSTYTUTU FIZJOLOGII I PATOLOGII SŁUCHU

Journal of Hearing Science®

MEDINCUS®

ESTRUTURAS ENVOLVIDAS NA TRAJETÓRIA DO SISTEMA AUDITIVO (PARTE III): CORPO CALOSO

Milaine Dominici Sanfins, Andressa Pelaquim e Piotr Henryk Skarzynski

O presente boletim tem como objetivo fornecer informações e discutir sobre as estruturas envolvidas na trajetória do sistema auditivo que são essenciais no processamento central das informações auditivas. O conhecimento da Neuroanatomia e Neurofisiologia do Sistema Nervoso Auditivo Central (SNAC) pelos profissionais de saúde é de fundamental importância e permite um melhor direcionamento nas próximas etapas de intervenção do paciente. Neste boletim o foco será a apresentação desta estrutura tão importante e essencial dentro do sistema auditivo, o Corpo Caloso. Recomendamos que o leitor acesse os boletins anteriores com informações sobre outras estruturas do sistema auditivo, permitindo, assim maior compreensão do funcionamento do sistema como um todo.

O corpo caloso localiza-se no cérebro e propicia a integração entre o hemisfério cerebral direito e o hemisfério cerebral esquerdo. É considerada a maior das comissuras cerebrais sendo constituída de substância branca, ou seja, axônios mielinizados (aproximadamente 200 milhões de axônios) que atuam na conexão e transmissão de informações neuronais na região cortical.

A forma desta estrutura assemelha-se a uma letra 'C' invertida (Figura 1) em um corte sagital. A parte anterior é composta pelo joelho e rostro, a parte medial tem-se o tronco e, posteriormente, encontra-se o esplênio. A formação ocorre no sentido antero-posterior, assim, as porções posteriores são susceptíveis a danos entre o 3° trimestre ao nascimento.

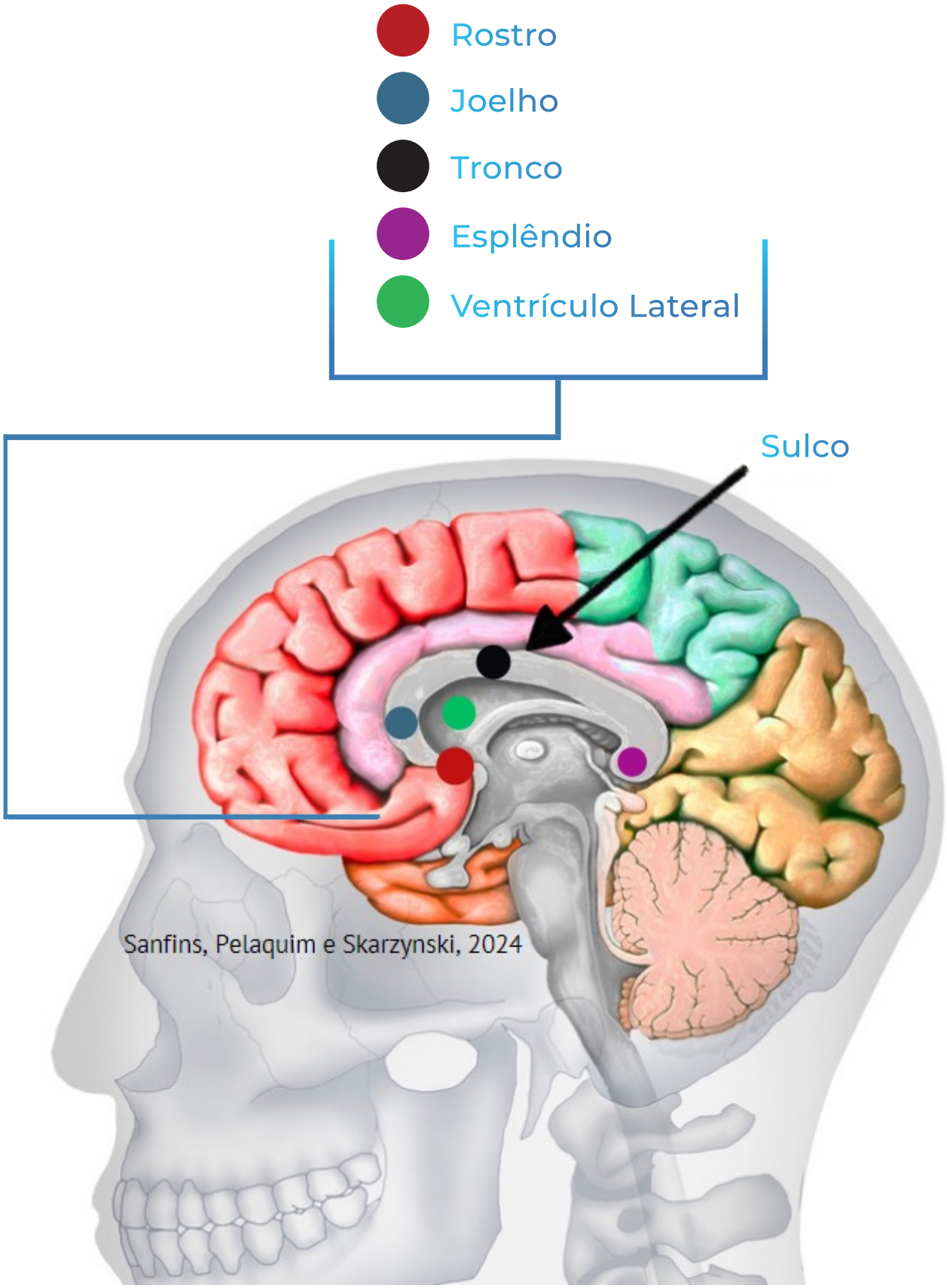
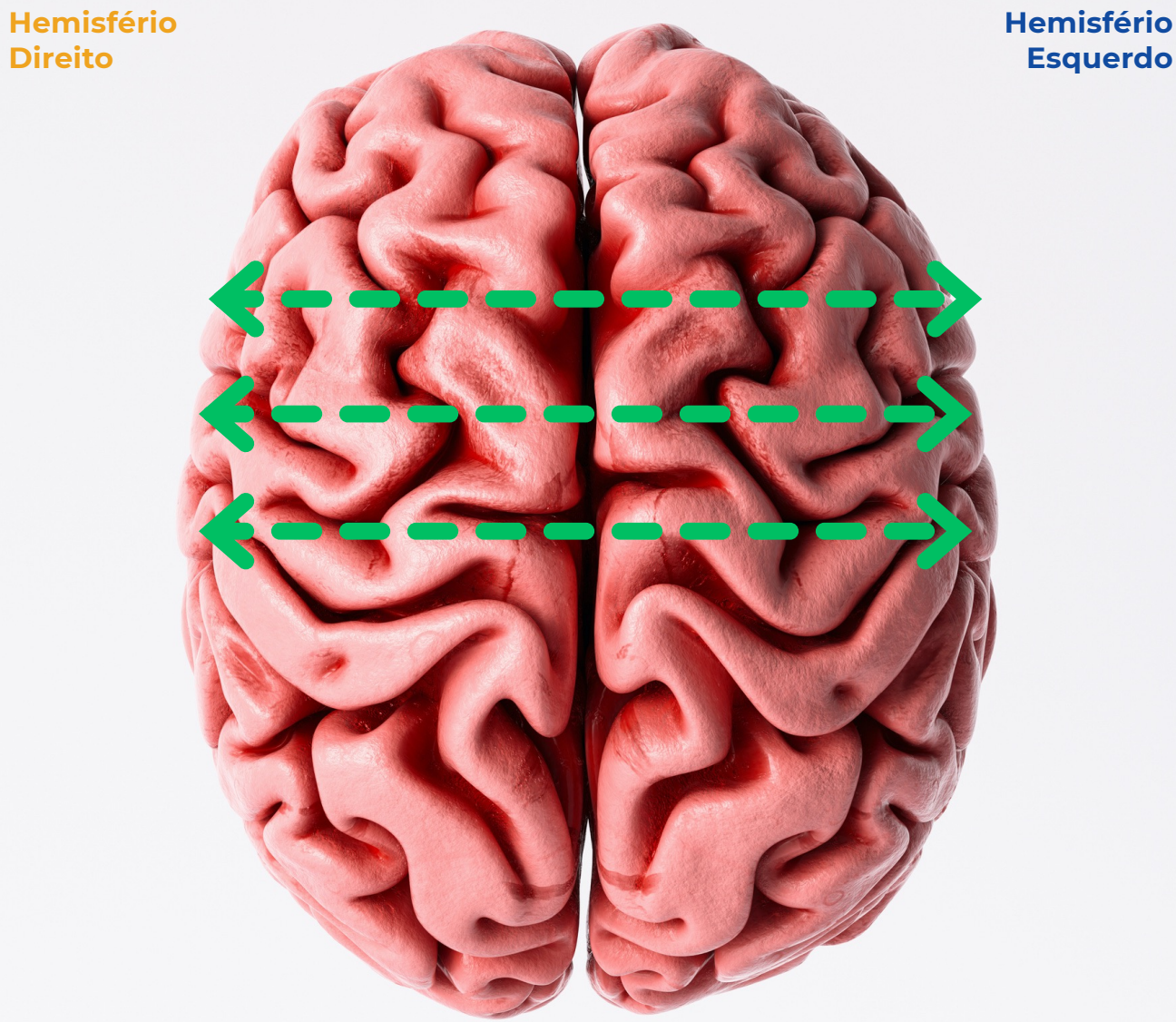


Figura 1: Imagem representativa do corpo caloso e estruturas (corte sagital). Imagem desenvolvida pelos autores.

Em um adulto, o corpo caloso (CC) apresenta cerca de 6,5 cm de comprimento e sua largura varia de 0,5 a 1,0 cm. **As fibras do CC podem ser de duas principais formas:**



HOMOLATERAL

(conecta o mesmo local no hemisfério oposto)

Sanfins, Pelaquim e Skarzynski, 2024

(01) Fibras homolaterais [conectam o mesmo local no hemisfério oposto]
(02) Fibras heterolaterais [conectam um diferente local no hemisfério oposto]

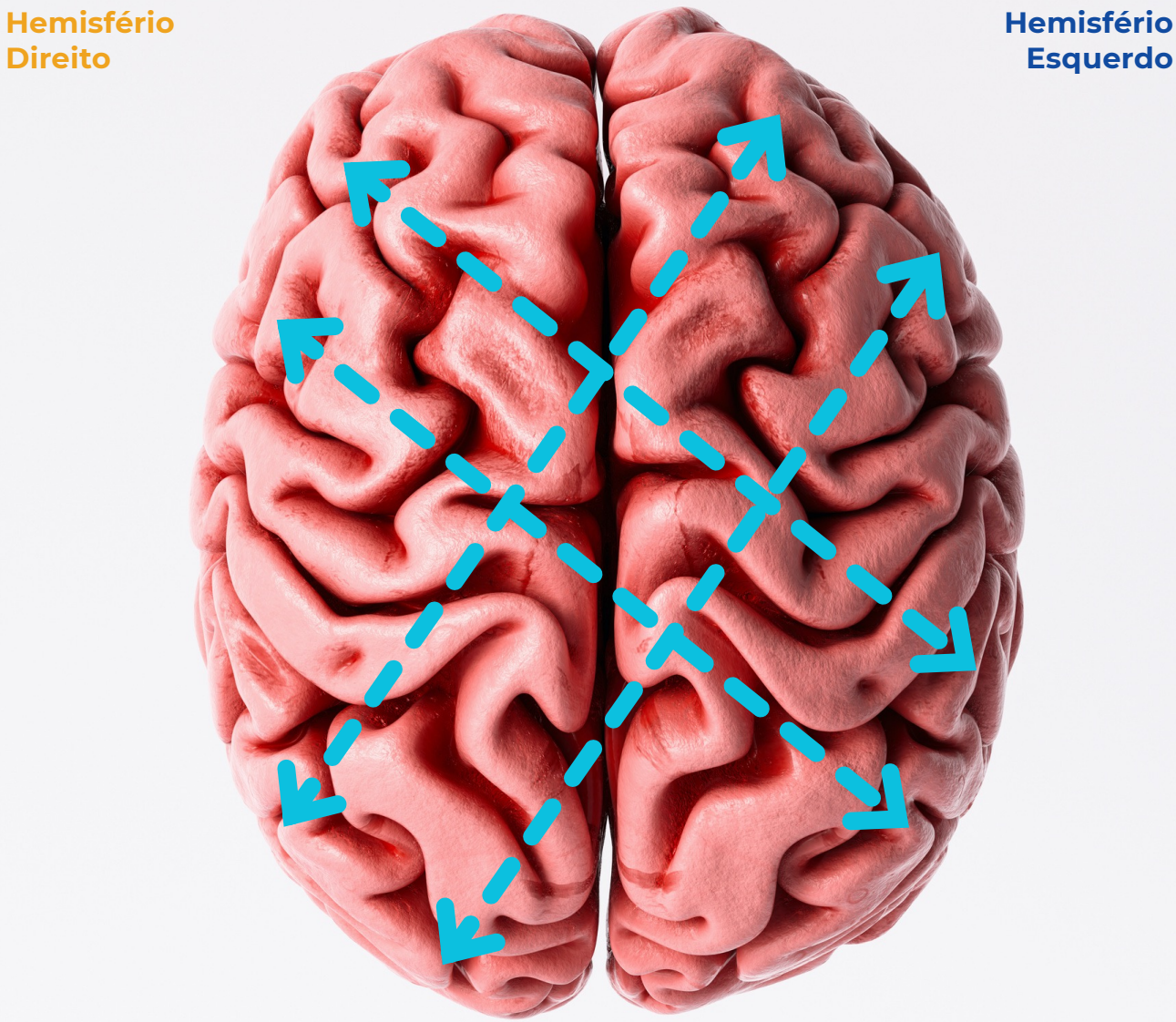


Figura 2. Imagem representativa da projeção das fibras no Corpo Caloso. Imagem desenvolvida pelos autores.

CABE SALIENTAR QUE, O CORPO CALOSO ESTÁ APTO A EXERCER SUAS FUNÇÕES DESDE O NASCIMENTO. A FORMAÇÃO DO CC INICIA-SE EM TORNO DA 10ª E 11ª SEMANA DE GESTAÇÃO E ESTÁ COMPLETAMENTE DESENVOLVIDO ENTRE A 18ª E 20ª SEMANAS DE VIDA INTRAUTERINA. AO REDOR DA 16ª SEMANA GESTACIONAL TEM-SE O FORMATO TÍPICO VISUALIZADO NOS ADULTOS.

O tempo de transmissão de informações de um lado ao outro do cérebro é um papel extremamente importante do CC e, W por este motivo, ele conta com a participação de dois tipos de fibras neurais:

(a) Fibras excitatórias [tempo de transmissão da informação de 3 a 6 milissegundos]

(b) Fibras inibitórias [tempo de transmissão da informação acima de 100 milissegundos]

Entretanto, a mielinização das fibras neurais é um processo contínuo que se completa na puberdade. Consequentemente, os adolescentes possuem o menor de tempo de transmissão de informação, ou seja, os disparos das fibras neurais são mais rápidos mediante a quantidade elevada de mielina que melhora a velocidade de condução neural. Contudo, as alterações morfológicas podem ocorrer durante todo o decorrer da vida. O envelhecimento também pode influenciar no funcionamento do CC podendo ocasionar um prejuízo no processamento das informações em decorrência da baixa taxa de mielina das fibras neurais ou em decorrência de uma atrofia.

No tocante a relação entre sexo e maturação neural do CC, ainda existem algumas controvérsias, porém, acredita-se que os indivíduos do sexo feminino apresentam uma maturação mais tardia quando comparado com os indivíduos do sexo masculino, o que poderia ser explicado pelas alterações hormonais mais acentuadas nas mulheres.

Grande parte do conhecimento acerca do CC deriva de estudos em animais ou em pacientes com lesões cerebrais. Pesquisadores reportaram que, após a secção do corpo caloso em animais (gatos e macacos) foi verificada uma inibição da transferência de informações somatossensoriais entre os hemisférios cerebrais. Complementarmente, outros estudiosos avaliaram e compararam as respostas de animais (macacos) com e sem secção no CC e concluíram que, mesmo com esta secção po não ocorrer alterações no proces aprendizagem.

O CC de pacientes epilépticos foi seccionado com o objetivo de impedir a atividade epiléptica de um lado dos hemisférios e, por meio destes estudos, foi possível observar que cada hemisfério é capaz funcionar de forma independente. Claramente, existem habilidades que apenas um hemisfério pode exercer, entretanto, alguns tipos de processos podem ser realizados por qualquer um dos hemisférios, como: análise sensorial, a memória, o aprendizado e o cálculo. O hemisfério direito apresenta uma capacidade limitada quando envolve tarefas de análise ou raciocínio complexo. Apesar disso, o hemisfério direito pode ser considerado superior ao esquerdo

quando está envolvido em problemas espaciais-perceptuais.
Mas existe algum tipo de relação entre o funcionamento do corpo caloso e o sistema auditivo? Antes de discorrer sobre este aspecto é relevante compreender que o sistema auditivo é composto por estruturas e fibras nervosas ao longo de sua trajetória que geram sinapses responsáveis pelos processos de detecção, discriminação, reconhecimento e compreensão do estímulo sonoro. Todavia, o processamento das informações auditivas só estará completo com a atuação efetiva e com a integridade do corpo caloso.

Cada parte do CC é responsável por funções específicas, no que diz respeito as questões auditivas há envolvimento da porção anterior do esplênio, uma fina porção do CC que é chamada de Sulco. O sulco tem fibras do giro temporal superior e da insula posterior. E a comissura anterior também apresenta fibras responsáveis pelo processamento auditivo. Alterações na integridade do CC podem resultar em prejuízos importantes no desenvolvimento das habilidades auditivas e, consequentemente, nas habilidades de fala, linguagem oral, linguagem escrita e aprendizado.

Habilidades auditivas que demandam a interação dos dois hemisférios são dependentes da integridade do CC, como por exemplo, a habilidade de escuta dicótica. Na escuta dicótica, os sons verbais que são apresentados na orelha direita são encaminhados diretamente para o processamento no hemisfério esquerdo (dominante para a linguagem), enquanto, a mensagem verbal apresentada na orelha esquerda será, inicialmente, processada no hemisfério direito (não dominante para a linguagem) e, posteriormente, a mensagem será encaminhada para o hemisfério esquerdo por meio do CC para que possa efetivamente ser decodificada.

Recentemente, têm-se discutido sobre as diferenças nas morfologias do corpo caloso. Acredita-se que o tamanho do CC esteja relacionado com a quantidade de fibras que encaminham as informações para os dois hemisférios. Desse modo, indivíduos com CC mais robustos seriam capazes de processarem com mais rapidez e com maior precisão as informações auditivas.

Contrariamente, quando o CC apresenta algum tipo de problema, como por exemplo, uma agenesia, há evidências de distúrbios de linguagem e do espectro autista nos indivíduos com este tipo de condição.
A agenesia do CC pode ser total (ausência de todas as partes) ou parcial (ausência de pelo menos uma das partes). Em crianças com alterações no desenvolvimento, estima-se que entre 2% e 3% apresentem alterações no CC. Esta condição pode ser oriunda de doenças somáticas e genéticas, tais como: malformações, transtorno do déficit de atenção e hiperatividade (TDAH), transtorno do espectro do autismo (TEA), deficiências auditivas neurossensoriais e síndromes associadas à agenesia de CC (Síndrome de Donnai–Barrow, Síndrome de Chudley – McCullough e Síndrome de Aicardi e Kabuki).

Além da agenesia, um CC anterior maior está associado à diminuição do desempenho da orelha direita em indivíduos destros, o que pode ocasionar um maior recrutamento da orelha esquerda ou até mesmo a inibição do hemisfério direito. Nesses casos, observa-se atraso no desenvolvimento da linguagem, além de prejuízos importantes na produção e compreensão de fala.

Concomitantemente, há estudos que relacionam o CC no papel da modulação dos processos atencionais, garantindo um papel na escuta dicótica e na modulação da função de cada hemisfério. Caso fosse possível classificar e denominar a função do corpo caloso dentro do sistema nervoso central, esta estrutura poderia ser considerada um “maestro” de uma grande orquestra, aquele que organiza um grande número de “células neuronais” na transmissão ordenada, organizada e precisa de informações sensoriais.

REFERÊNCIAS CONSULTADAS:

1. Sanfins MD, Takemoto L, Bongiovanni M, Skarzynski PH. Structures involved in the trajectory of the auditory system (part I): cochlear nuclei. Medincus, vol 12 – January/2024. DOI: 10.13140/RG.2.2.35546.72644.

2. Sanfins MD, Takemoto L, Bongiovanni M, Skarzynski PH. Structures involved in the trajectory of the auditory system (part II): superior olivary complex. Medincus, vol 15 – April/2024. DOI: 10.13140/RG.2.2.17956.08325.

3. Choo AL, Chang SE, Zengin-Bolatkale H, Ambrose NG, Loucks TM. Corpus callosum morphology in children who stutter. J Commun Disord. 2012; 45(4):279-89. doi: 10.1016/j.jcomdis.2012.03.004.

4. Sanfins MD, Skarzynski PH. Insula and auditory system: what is the connection? CENA NEWS, vol 28 – May/2022. DOI: 10.13140/RG.2.2.16189.13287.

5. Damasio AR, Damasio H. Human Brain Anatomy: a computerized imaging atlas. Oxford: Oxford University Press. 1994.

6. Demopoulos C, Arroyo MS, Dunn W, Strominger Z, Sherr EH, Marco E. Individuals with agenesis of the corpus callosum show sensory processing differences as measured by the sensory profile. Neuropsychology. 2015; 29(5):751-58. doi: 10.1037/neu0000165.

7. Van der Knaap LJ, van der Ham IJ. How does the corpus callosum mediate interhemispheric transfer? A review. Behav Brain Res. 2011; 223(1):211-21. doi: 10.1016/j.bbr.2011.04.018.

8. De Lacoste MC, Holloway RL. Sexual dimorphism in the human corpus callosum. Science. 1982; 216: 1431-32.

9. De Lacoste MC, Kirkpatrick JB, Ross ED. Topography of the human corpus callosum, Neuropathol. Exp. Neural. 1985; 44: 578-91.

10. Demeter S, Rosene DL, Van Hoesen GW. The fields of origin and pathways of the interhemispheric commissures in the temporal lobe of macaques. / Comp. Neural. 1990; 302: 1-25.

11. Gordon HW, Bogen JE, Sperry RW. Absence of disconnection syndrome in two patients with partial section of the neocommissures. Brain. 1971; 94: 327-36.

12. Donadon C, Hatzopoulos S, Skarzynski PH, Sanfins MD. Neuroplasticity and the Auditory System. The Human Auditory System - Basic Features and Updates on Audiological Diagnosis and Therapy. IntechOpen; 2020. Available from: http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.90085.

Autores

PROFA. DRA. MILAINE DOMINICI SANFINS

- Professora Adjunta da Disciplina dos Distúrbios de Audição do Curso de Fonoaudiologia da Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP);
- Membro do grupo de pesquisa do Institute of Physiology and Pathology of Hearing and World Hearing Center, Kajetany, Poland;
- Professora do Curso de Pós-Graduação em Audiologia Clínica pelo Instituto de Ensino e Pesquisa do Hospital Albert Einstein;
- Pós-doutorado pelo World Hearing Center, Varsóvia, Polônia;
- Doutorado sanduíche pela Faculdade de Ciências Médicas, Universidade Estadual de Campinas (FCM-UNICAMP) e pela Università degli Studi di Ferrara/Italy;
- Especialista em Audiologia pelo Conselho Federal de Fonoaudiologia;
- Graduação e Mestre pela Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FMUSP);
- Revisora de artigos científicos e capítulos de livros na área de Audiologia, Eletrofisiologia, Neuroaudiologia e Neurociência;
- Instagram @misanfins / email: email: msanfins@uol.com.br

PROFA. DRA. ANDRESSA PELAQUIM

- Doutora e Mestre em Ciências da Saúde pela Universidade Estadual de Londrina (UEL);
- Professora do Curso de Pós-Graduação em Eletroacústica e Eletrofisiologia da Audição da Faculdade Inspirar, Curitiba, Brasil;
- MBA em Gestão de Projetos pela Universidade de São Paulo (USP);
- Residência Multiprofissional em Saúde Auditiva pelo Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais da Universidade de São Paulo (HRAC, USP);
- Graduação em Fonoaudiologia pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

PROF. DR. PIOTR HENRYK SKARZYNSKI

- Professor, Otorrinolaringologista, Mestre e Doutor pela Medical University of Warsaw;
- Realiza trabalho científico, didático, clínico e organizacional no World Hearing Center of Institute of Physiology and Pathology of Hearing, Institute of Sensory Organs and Medical University of Warsaw;
- Especialista em otorrinolaringologia, otorrinolaringologia pediátrica, fonoaudiologia e saúde pública;
- Participou da 3ª Reunião de Consulta no Fórum Mundial de Audição da Organização Mundial de Saúde (OMS);
- Membro do Roster of Experts on Digital Health da OMS;
- Vice-Presidente e Representante Institucional do ISfTeH;
- Presidente eleito do Conselho Consultivo Internacional da American Academy Otoringology – Head and Neck Surgery (AAO-HNS);
- Membro do Departamento de Congressos e Reuniões da European Academy of Otology and Neuro-otology (EAONO), Representante Regional da Europa da International Society of Audiology (ISA), Vice-Presidente do Hearing Group, Auditor da European Federation of Audiology Societies (EFAS), membro do Facial Nerve Stimulation Steering Committee;
- Secretário do Conselho da Sociedade Polonesa de Otorrinolaringologistas, Foniatras e Audiologistas. Membro da Comissão de Auditoria (2018–2019);
- Embaixador da Boa Vontade representando a Polônia no Encontro Anual e Experiência OTO da AAO-HNSF 2021 e, desde 2021, membro do Comitê de Dispositivos Auditivos Implantáveis e do Comitê de Educação em Otologia e Neurotologia da AAO-HNS;
- Comitê Consultor de Especialistas Internacionais do CPAM-VBMS, membro honorário da ORL Danube Society e membro honorário da Société Française d'Oto-Rhino-Laryngologie.;
- Membro do Conselho do Centro Nacional de Ciências.