

BOLETIM 2024

ESTRUTURAS ENVOLVIDAS NA TRAJETÓRIA DO SISTEMA AUDITIVO (PARTE II): COMPLEXO OLIVAR SUPERIOR

Milaine Dominici Sanfins, Lúcio Takemoto,
Márcia Bongiovanni e Piotr Henryk Skarzynski



Journal of
**Hearing
Science®**




MEDINCUS

ESTRUTURAS ENVOLVIDAS NA TRAJETÓRIA DO SISTEMA AUDITIVO (PARTE II): COMPLEXO OLIVAR SUPERIOR

**Milaine Dominici Sanfins, Lúcio Takemoto, Márcia Bongiovanni
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 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 que o atendimento ao paciente seja mais apropriado. Neste boletim o foco é uma apresentação do Complexo Olivar Superior (COS). Recomendamos que o leitor acesse os boletins anteriores sobre outras estruturas do sistema auditivo, deste modo, terá maior compreensão do tema.

O COS pode ser subdividido em COS ipsilateral e COS contralateral e, por esta razão, estas estruturas recebem informações de ambas as orelhas. Os neurônios olivococleares são influenciados tanto por atividade oriunda das cócleas de ambos os lados como de níveis mais altos da via auditiva. Assim, o COS podem controlar o fluxo de informação auditiva vindo da periferia em direção ao sistema nervoso central, atuando nas vias que se originam tanto das células ciliadas internas como das externas. Deste modo, pode-se dizer que as fibras do COS englobam as vias ascendentes e descendentes bem como as vias ipsilaterais e contralaterais, o que gera informações diversas para serem analisadas pelo sistema nervoso auditivo central.



Uma explicação muito clara sobre a função do COS é que esta estrutura transforma a informação monoaural em uma informação binaural para a análise de diversos aspectos que serão mencionados a seguir. A análise de múltiplas e diferenciadas fontes sonoras depende de um processo apurado de informações auditivas bem como de um reconhecimento das sutis diferenças interaurais. Estes processos só são possíveis mediante o funcionamento efetivo do complexo olivar superior. Portanto, o COS possibilita a representação binaural que exerce um papel de extrema importância no processamento das informações auditivas.

OS DADOS DE TEMPO, FREQUÊNCIA E INTENSIDADE SÃO ANALISADOS PELAS DUAS ORELHAS E,

POSTERIORMENTE, OS DADOS SÃO TAMBÉM PROCESSADOS PELO CÉREBRO.

Dentre as habilidades que esta estrutura é responsável **encontra-se:**

- **Detecção da intensidade sonora;**
- **Detecção da frequência sonora;**
- **Detecção do tempo da emissão do som;**
- **Detecção da fonte sonora;**
- **Localização sonora;**
- **Informação binaural.**

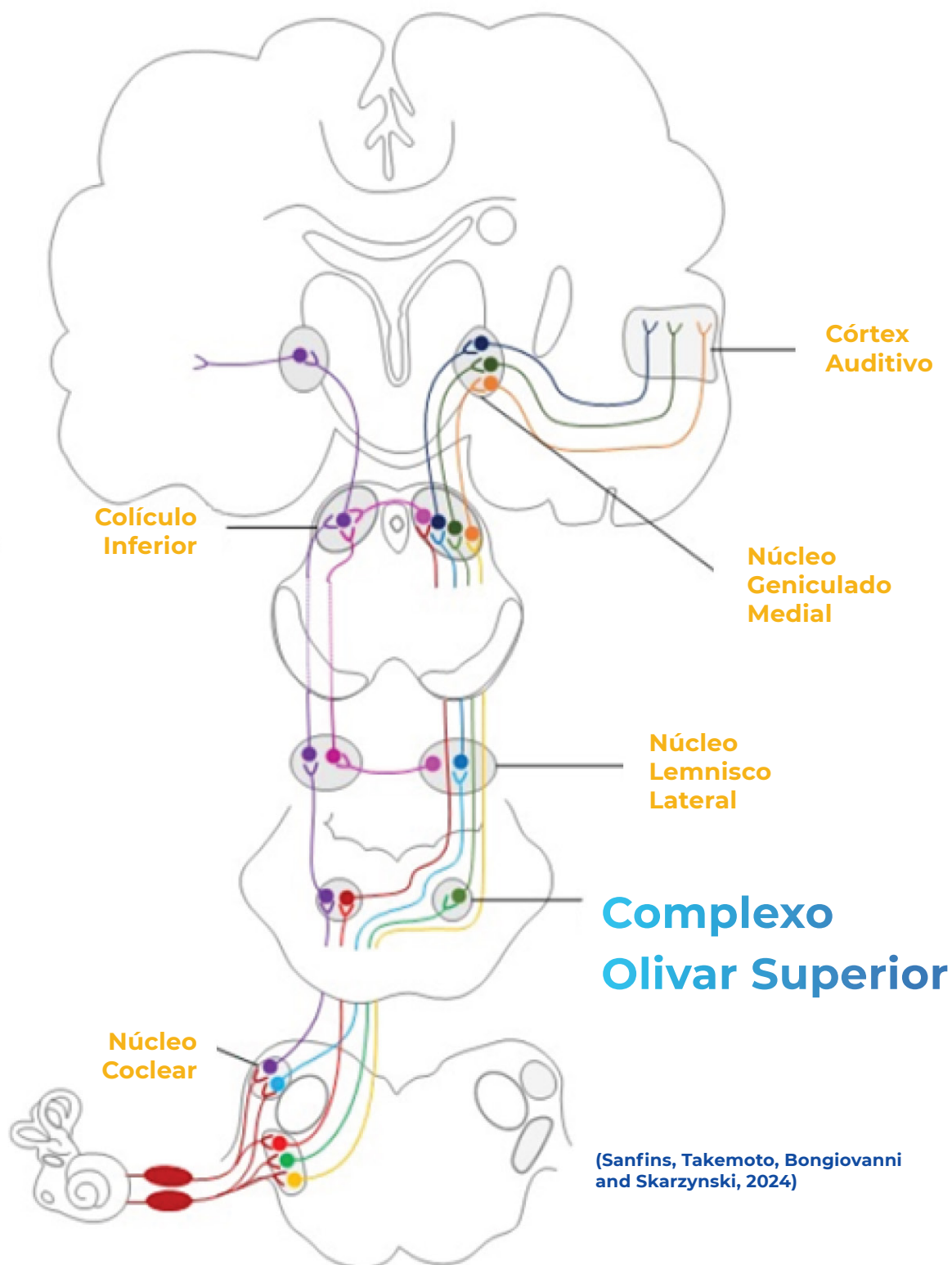


Figura 1: Imagem representativa do posicionamento do COS na trajetória auditiva

Além disso, existe um outro papel muito relevante desta estrutura. Rasmussen (1942) descreveu um feixe de fibras que eram oriundas do COS e se projetavam para a cóclea, sendo nomeado como o feixe olivococlear. Já Guinan e colaboradores descreveram duas vias olivococleares principais: a via cruzada e a via não cruzada.

A via não cruzada se origina no complexo olivar superior lateral (COSL) e consiste em fibras não mielinizadas que terminam, em sua maioria, nas fibras aferentes das células ciliadas internas. Ao passo que, a via cruzada se origina no complexo olivar superior medial (COSM) e consiste em fibras mielinizadas que terminam, diretamente, nas fibras das células ciliadas externas.

Acredita-se que o papel das vias cruzada e não cruzada seja o trabalho de efeito inibitório (sistema eferente). Pesquisadores comprovaram que o COSL apresentam neurônios que são classificados como excitatórios-inibitórios, uma vez que recebem informação excitatória do núcleo coclear ipsilateral e a informação inibitória do núcleo coclear contralateral. Deste modo, o sistema eferente ao longo da via auditiva tende a inibir a capacidade das células ciliadas externas de amplificar o movimento da membrana basilar.

Concomitantemente, o COS por sua habilidade de localizar a fonte sonora e ativar o sistema inibitório tende a melhorar o processo de compreensão de fala em condições ruidosas.

Existe uma teoria sobre a correlação da atividade do COS e quadros psiquiátrico, visto que, uma excitação excessiva ou mesmo uma dificuldade no processo de inibir as informações auditivas poderiam estar presente nestas patologias. Pesquisadores também reportaram que as alucinações poderiam ser ocasionadas por uma alteração no controle das entradas sensoriais o que incluiria a participação do COS. Todavia, existem diversas controvérsias sobre este tópico, como pode ser observado em um estudo de Fisman (1975). Este estudioso avaliou 9 pacientes com alucinações auditivas comprovadas, sendo que, 44,4% (4 dos 9 pacientes) tinham uma atrofia comprovada no COS, ao passo que, entre os pacientes com esquizofrenia foram encontradas evidências de atrofia no COS em 40% (2 dos 5 pacientes).

A atrofia no COS pode ocorrer por diferentes aspectos como, por exemplo, nos quadros de traumatismo cranioencefálico (TCE). Assim, acredita-se que esta estrutura parece ser susceptível a processos patogênicos e/ou traumáticos. Deste modo, a habilidade, por exemplo, de localização



sonora pode se tornar alterada em pacientes após uma lesão na região em que o COS está inserido, ou seja, no troncoencefálico. Ademais, pesquisas comprovam que pacientes pós um quadro de TCE podem apresentar dificuldades no processamento das informações auditivas em decorrência do aumento do tempo de condução neuronal envolvendo as estruturas que captam este sinal e que, quanto mais grave as lesões, maiores serão os atrasos e/ou alterações no processamento das informações auditivas.

Cabe ainda salientar que os TCEs podem ocorrer em qualquer faixa etária e, a atrofia e/ou lesão no COS em decorrência desta patologia poderiam ser ainda mais prejudiciais em crianças, uma vez que, estariam no processo de desenvolvimento e, possivelmente, experimentando e vivenciando como lidar com as informações auditivas. Estas crianças

podem também apresentar prejuízos nas áreas de atenção, memória, aprendizado assim como patologias psiquiátricas. Portanto, parece existir correlações entre TCE, danos no COS, patologias psiquiátricas e dificuldades em processamento das informações auditivas.

Diante dos achados apresentados acima, prejuízos no COS podem ocasionar alterações em como o som é processado. O COS tem um papel extremamente importante, na verdade, esta estrutura pode ser considerada a base para a localização de um estímulo sonoro. E um dano nesta importante estrutura acarretaria um efeito de cascata, dificultando, por exemplo: na distinção de qual direção está a fonte sonora; na escolha do som que deve ouvir em detrimento de outro (no caso da existência de sons competitivos); na discriminação das mensagens de sons verbais entre tantas outras habilidades e funções essenciais no nosso dia a dia.

Por esta razão, as avaliações comportamentais e eletrofisiológicas são recomendadas. Sugerimos fortemente a leitura do Boletim sobre as novas perspectivas na avaliação auditiva (vide nas referências consultadas Sanfins, Skarzynski e Hall, 2024).

Neste boletim existem algumas tabelas sobre os valores diagnósticos de procedimentos comportamentais e eletrofisiológicos associados que pode auxiliar nos processos diagnósticos de diferentes patologias.

No tocante, as avaliações eletrofisiológicas têm-se o Potencial evocado auditivo de tronco-encefálico (PEATE) que analisa as respostas elétricas após uma estimulação sonora e nesta região em que se encontra o COS, o tronco encefálico. Cabe ainda ressaltar que, considerando as estruturas envolvidas nas respostas neuronais do PEATE e suas correlações com os picos de ondas gerados, o COS estaria relacionado com a geração da onda IV (vide figura 2).

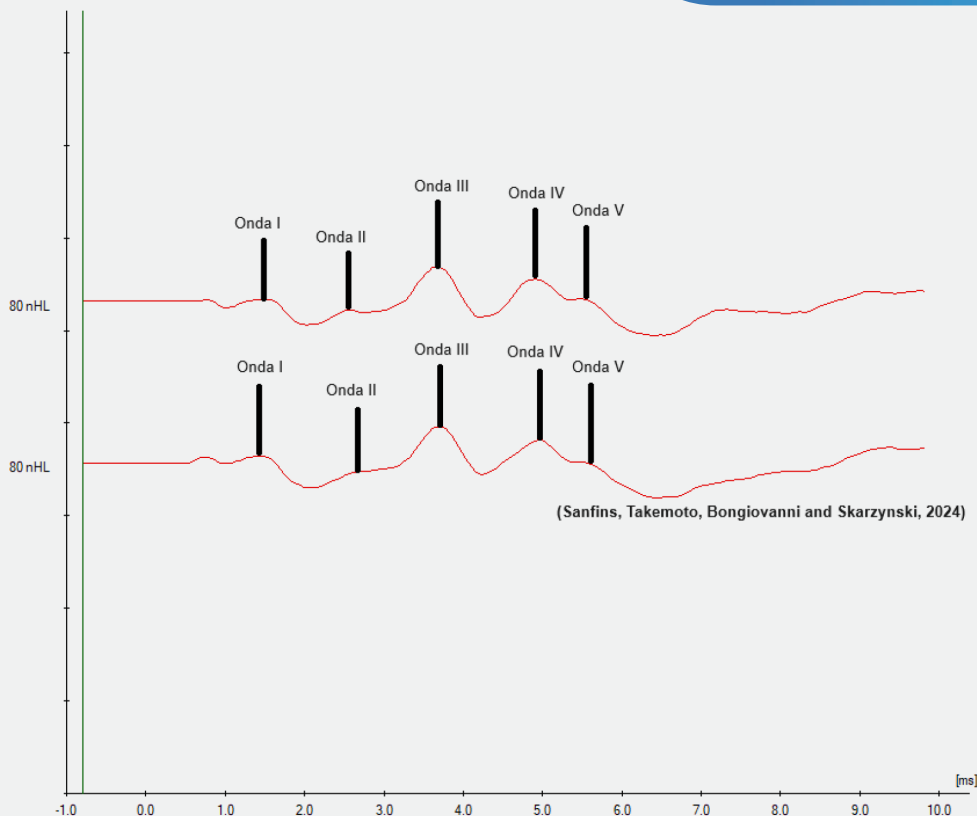


Figura 2: Imagem de um PEATE-click com a visualização das ondas IV e V individualizadas.

Existem autores que sugerem que o COS pode gerar tanto a onda IV quanto a onda V no PEATE-click o que seria comprovado pelo fato de que anormalidades nas ondas IV e V foram reportadas em pacientes com alterações vasculares e/ou doenças desmielinizantes. Em muitas respostas do PEATE-click, as ondas IV e V aparecem dispostas em um complexo que engloba as duas ondas conforme pode ser visualizado na figura 3.

O conceito de que as ondas IV e V são geradas pelo COS é suportada pelos estudos de lesões no troncoencefálico. As lesões extensas mostraram que complexo IV-V se mantém integro, ao passo que, em casos de lesões vasculares e desmielinizantes são observadas alterações no complexo IV-V.

Além dos quadros de lesões e históricos psiquiátricos, existem muitas outras condições e patologias que parecem estar associadas a esta incrível estrutura como é o caso do espectro da neuropatia auditiva (ENA).

O ENA é uma condição do neurodesenvolvimento na qual parece existir disfunções auditivas associadas.

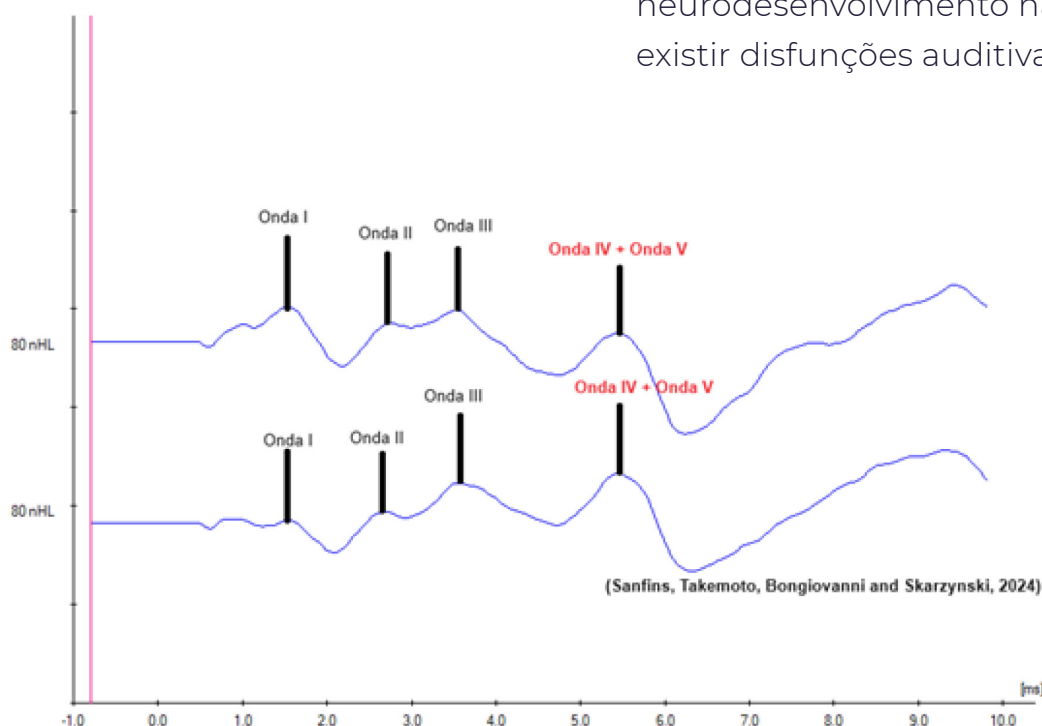


Figura 3: Imagem de um PEATE-click com a visualização do complexo IV-V (onda IV e onda V aparecem sobrepostas).

As disfunções auditivas variam em cada caso, mas existe uma dificuldade relacionada com a dificuldade em filtrar o ruído de fundo, o que pode indicar um comprometimento na região do tronco-encefálico com o envolvimento do COS. Pesquisadores descreveram que indivíduos portadores de ENA possuem uma redução no número de neurônios no COS. Concomitantemente a existência desta redução, os neurônios remanescentes parecem ter uma alteração anatômica com uma diminuição no tamanho e contornos anormais.

Com o desenvolvimento de novas tecnologias que permitem a análise mais precisa e apurada das estruturas envolvidas na trajetória auditiva será possível compreender com mais precisão a função do COS. Em decorrência do posicionamento do COS em uma área mais inferior do sistema auditivo (como pode ser confirmado na figura 1) este conhecimento é muito relevante, visto que, alterações nesta parte do sistema podem trazer consequências em toda a via tanto no circuito aferente quanto eferente.

Convidamos você para nos acompanhar neste percurso das estruturas auditivas em nosso próximo boletim.



Referências consultadas:

1. Caird D, Klinker R. Processing of binaural stimuli by cat superior olivary complex neurons. *Exp Brain Res*, 1982; 52 (3): 928-931.
2. Guinan JJJr, Warr WB, Norris BE. Differential olivocochlear projections from lateral versus medial zones of the superior olivary complex. *J Comp Neurol*, 1983; 221 (3): 358-70.
3. Irvine DR, Park VN, McCormick L. Mechanisms underlying the sensitivity of neurons in the lateral superior olive to intraural intensity differences. *J Neurophysiol*, 2001; 86 (6):2647-66.
4. Rasmussen GL. An efferent cochlear bundle. *Anat Rec*; 1942; 82:441, 194.
5. Sanfins MD, Takemoto L, Bongiovanni M, Skarzynski PH. Structures involved in the trajectory of the auditory system (part I): cochlear nuclei. *Medicusus – 10.13140/RG.2.2.35546.72644 – VOL. 12. January 2024.* <https://csim.pl/en/report-card-2024structures-involved-in-the-trajectory-of-the-auditory-system-part-i-cochlear-nuclei/>
6. Silveira LCL. Os sentidos e a percepção. In: Lent R. *Neurociência da Mente e do Comportamento*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013.
7. Fisman M. Superior Olivary Complex in psychotic patients. *Psychological Medicine*. 1975; 5, 147-151.
8. Sanfins MD, Skarzynski PH. Auditory electrophysiology (part 2) – 10/20 system and electrodes. *CENA NEWS – doi:10.13140/RG.2.2.1164.16006 – VOL. 29, June/2022.* <https://csim.pl/en/report-card-2022-auditory-electrophysiology-part-2-10-20-system-and-electrodes/>
9. Munjal SK, Panda NK, Pathak A. Relationship between severity of traumatic brain injury (TBI) and extent of auditory dysfunction. *Brain Inj*, 2010; 24(3): 525–32.
10. Buriti AKL, Luiz CBL, Sanfins M, Gil D. Brainstem auditory evoked potentials and frequency-following responses in patients with traumatic brain injury. *Journal of Hearing Science*, 2022; 12 (1): 21-28.
11. Max JE, Sharma A, Qurashi MI. Traumatic brain injury in a child psychiatry inpatient population: a controlled study. *JAACAP* 1997;36(11):1595–601.
12. Godoy CCF, Andrade NA, Suriano I, Matas CG, Gil D. Central auditory Processing in children after traumatic brain injury. *Clinics*, 2022; 77: 100118.
13. Sanfins MD, Andrade NA, Skarzynski PH, Matas CG, Colella-Santos. Use of auditory brainstem potentials to measure auditory thresholds: type of stimulus and use of sedation. *Medicusus – 10.13140/RG.2.2.11666.02248 – VOL. 09. October 2023.* <https://csim.pl/en/report-card-2023-use-of-auditory-brainstem-potentials-to-measure-auditory-thresholds/>
14. Mansour Y, Kulesza R. Three dimensional reconstructions of the superior olivary complex from children with autism spectrum disorder. *Hearing Research*. 2020, 393, 107974.
15. Couchman K, Grothe B, Felmy F. Medial superior olivary neurons receive surprisingly few excitatory and inhibitory inputs with balanced strength and short-term dynamics. *J Neurosci*. 2010, dec 15; 30 (50):17111-21.
16. Kulesza RJ, Mangunay K. Morphological features of the medial superior olive in autism. *Brain Research*. 2008, 132-137.
17. Cohen M, Loxon L, Rudge P. Auditory deficits and hearing loss associated with focal brainstem haemorrhage. *Scand Audiol*. 1996; 25: 133–141.
18. Gilroy J, Lynn GE, Ristow GE, Pellerin RJ. Auditory evoked brain stem potentials in a case of “locked-in” syndrome. *Arch Neurol*, 1977; 34:492–495.
19. Sanfins MD, Skarzynski PH, Hall III JW. New Perspectives in hearing assessment: part 1. Application of value-added tests in the diagnosis of hearing loss. *Medicusus – 10.13140/RG.2.2.30957.56803 – VOL. 13. February 2024.* <https://csim.pl/en/report-card-2024new-perspectives-in-hearing-assessment/>

Autores



**PROFª DRA MILAINE
DOMINICI SANFINS**

- Professora Adjunta na Disciplina de Distúrbios de Audição, Departamento de Fonoaudiologia, Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP);
- Membro do grupo de pesquisa do Institute of Physiology and Pathology of Hearing, Kajetany, Poland.
- Professora convidada da Pós-Graduação em Audiologia Clínica pelo Instituto Israelita 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: msanfins@unifesp.br



FGA MÁRCIA BONGIOVANNI

- Fonoaudióloga (coordenadora científica e sócia fundadora da Audioclínica – Instituto da Audição e do Equilíbrio em Londrina – PR).
- Preceptora do curso de medicina da Pontifícia Universidade Católica (PUC) – Londrina, PR
- Especialista em Processamento Auditivo Central e em Distúrbios da Comunicação Humana- UNIFESP
- Fellowship no Departamento de Speech Pathology & Audiology da University of Iowa Hospitals and Clinics



DR. LÚCIO TAKEMOTO

- Médico preceptor da residência de Otorrinolaringologia da Universidade de São Paulo (USP) – Bauru.
- Médico pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).
- Médico assistente na PUC-PR no campus Londrina.
- Residência no Hospital Universitário Regional do Norte do Paraná, da UEL



**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 Otorology – Head and Neck Surgery (AAO-HNS);
- Membro do Departamento de Congressos e Reuniões da European Academy of Otolaryngology 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, Foniátrics e Audiologistas. Membro da Comissão de Auditoria (2018–2019)
- Embaixador da Boa Vontade representando a Polónia 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 Otolaryngologia e Neurootologia da AAO-HNS.
- Comitê Consultor de Especialistas Internacionais do CPAM-VBMS, membro honorário da ORL Danube Society e membro honorário da Société Française d'OtoRhino-Laryngologie.
- Membro do Conselho do Centro Nacional de Ciências.