

BOLETIM 2025

OTONEUROLOGIA NA INFÂNCIA (PARTE I): A IMPORTÂNCIA DO SISTEMA VESTIBULAR E DO EQUILÍBRIO CORPORAL NO DESENVOLVIMENTO INFANTIL

Pricila Sleifer, Piotr Henryk Skarzynski e Milaine Dominici Sanfins



ŚWIATOWE CENTRUM SŁUCHU
INSTYTUTU FIZJOLOGII I PATOLOGII SŁUCHU

Journal of
**Hearing
Science**



OTONEUROLOGIA NA INFÂNCIA (PARTE I): A IMPORTÂNCIA DO SISTEMA VESTIBULAR E DO EQUILÍBRIO CORPORAL NO DESENVOLVIMENTO INFANTIL

Pricila Sleifer, Piotr Henryk Skarzynski e Milaine Dominici Sanfins

Os boletins mensais visam trazer de forma clara e linguagem acessível informações sobre diferentes tópicos nas áreas de Educação e Saúde. E é com muito prazer que damos início a uma nova série de boletins voltados à Otoneurologia na Infância.

Convidamos para a leitura de alguns materiais previamente publicados que estão intrinsicamente relacionados a este tema sendo eles:

- **Vertigem Paroxística Benigna na Infância (Sanfins et al., 2023)**
- **Cinetose – parte I (Sleifer et al., 2023)**
- **Tontura: um olhar para os prejuízos ao desenvolvimento infantil (Cabral et al., 2023)**



O EQUILÍBRIO CORPORAL

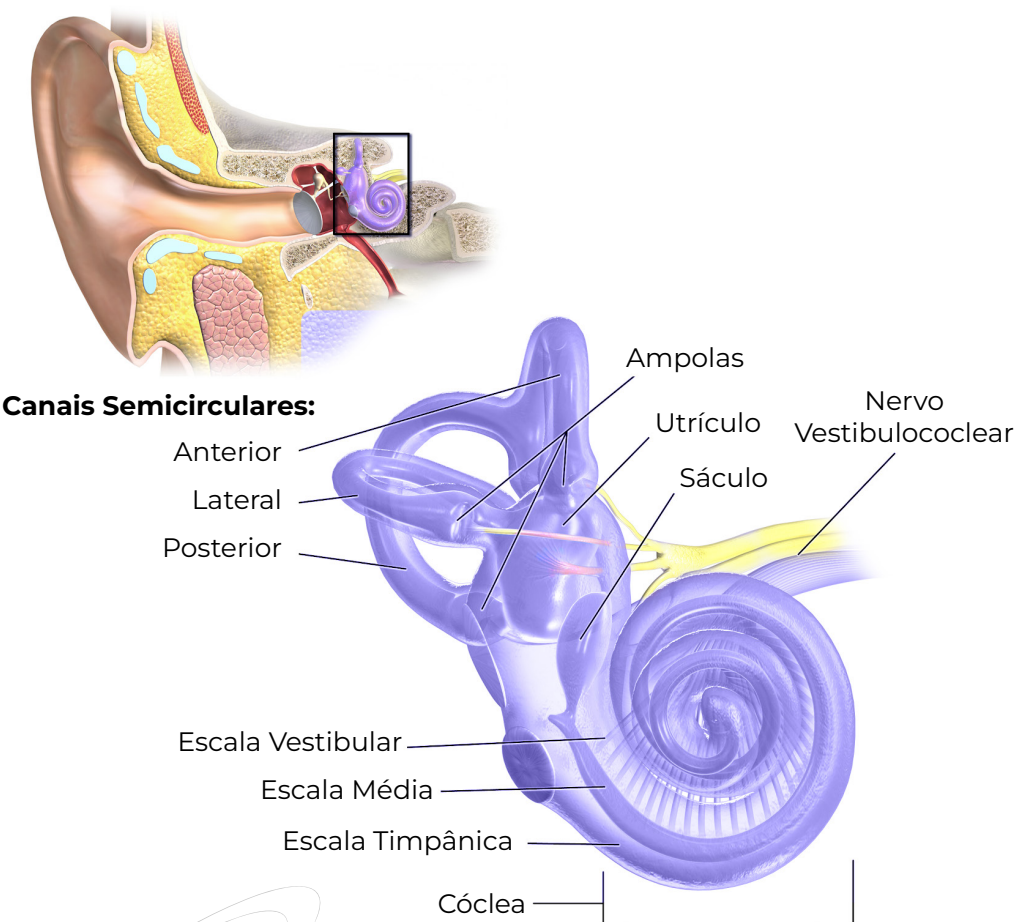
O equilíbrio corporal é um processo complexo, no qual os sistemas visual, vestibular e proprioceptivo são responsáveis por captar e transmitir informações específicas às estruturas do Sistema Nervoso Central e ao córtex somatossensorial. Nestas regiões existe uma integração nas respostas que permitem o controle neuromuscular, a manutenção do equilíbrio corporal e a resposta motora apropriada.

De forma resumida, o equilíbrio corporal depende de uma complexa correlação entre os sistemas sensoriais (visual, vestibular e proprioceptivo), o sistema musculoesquelético e de um sistema de informações enviadas por cada um desses sistemas para o processamento no Sistema Nervoso Central (SNC).



SISTEMA VESTIBULAR

A porção periférica do sistema vestibular consiste em três canais semicirculares e dois órgãos otolíticos (sáculo e utrículo), fornecendo informações complementares sobre os movimentos rotacionais e translacionais da cabeça em relação à gravidade.

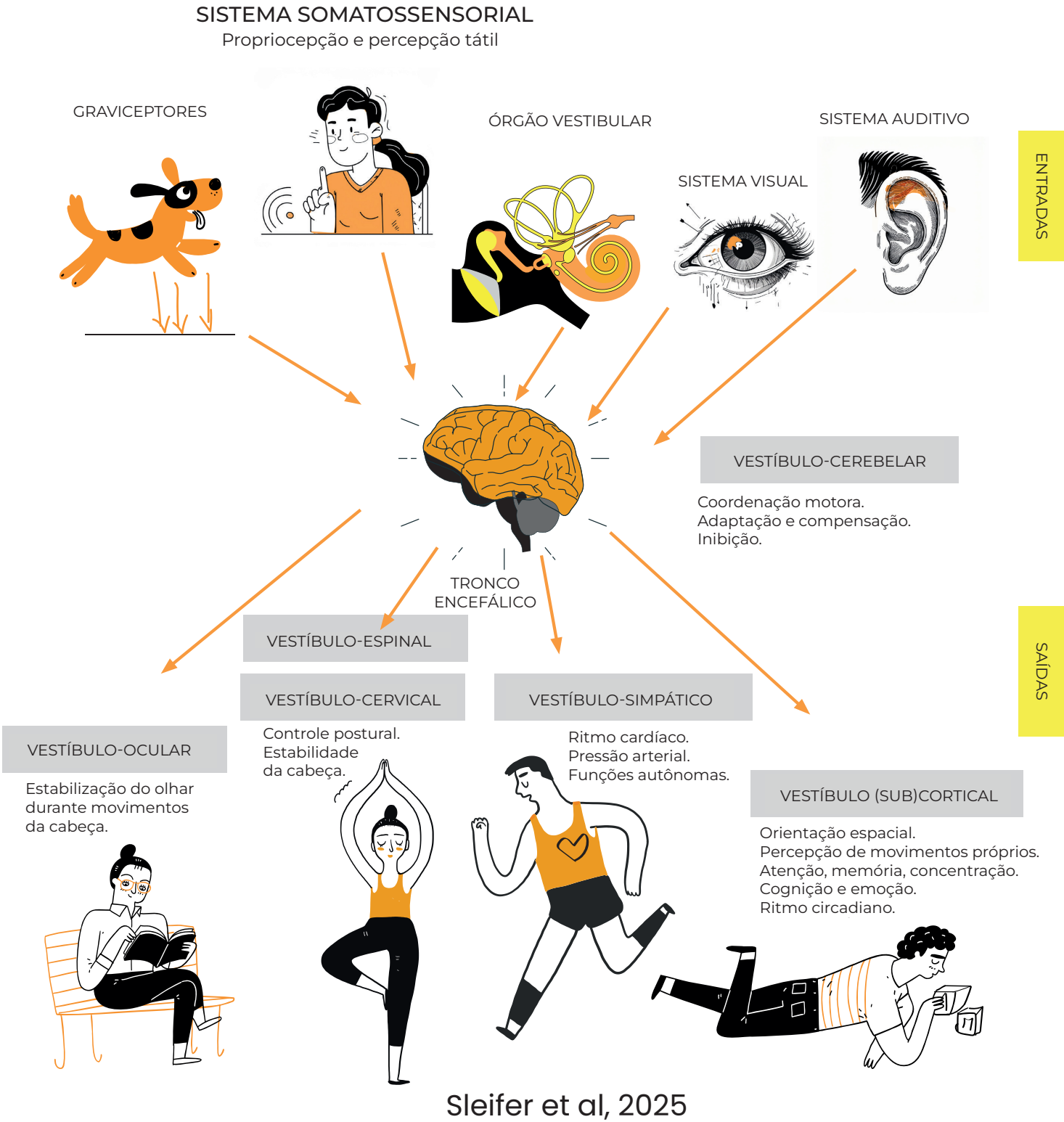


O sistema vestibular atua na transformação das forças de aceleração linear e angular da cabeça em sinais biológicos, informando os centros nervosos sobre a velocidade de aceleração da cabeça e a sua posição no espaço. Outrossim, fornece controle postural e uma visão estabilizada durante os movimentos da cabeça, que são mantidos pelos reflexos vestibulo-ocular, vestibulo-espinhal e vestibulo-cervical (Van Hecke et al., 2021).

Ressalta-se que a importância do sistema vestibular vai além dos reflexos responsáveis pelo controle postural e do equilíbrio, este está envolvido no processamento de diversas habilidades cognitivas, sociais e emocionais. A integração do sistema vestibular, com outros sistemas sensoriais, é importante para o adequado desenvolvimento de comportamentos espaciais complexos e habilidades cognitivas pela criança, a fim de evitar o impacto deletério das disfunções vestibulares, na cognição e nas habilidades psicossociais e educacionais.



SISTEMA VESTIBULAR: RELAÇÃO COM OUTROS SISTEMAS E REFLEXOS



Fonte: Figura desenvolvida pelos autores com base em imagem de Van Hecke e tal, 2021

O sistema vestibular que promove a integração entre os estímulos e a percepção, conferindo-lhe um paradigma psicomotor fundamental para a aprendizagem humana, estudos demonstram que parece possuir influência significativa nas funções cognitivas.

As alterações vestibulares podem gerar situações de desconforto e restringir a adequada interação da criança com o meio, podendo interferir na aquisição e no desenvolvimento da linguagem e da aprendizagem.

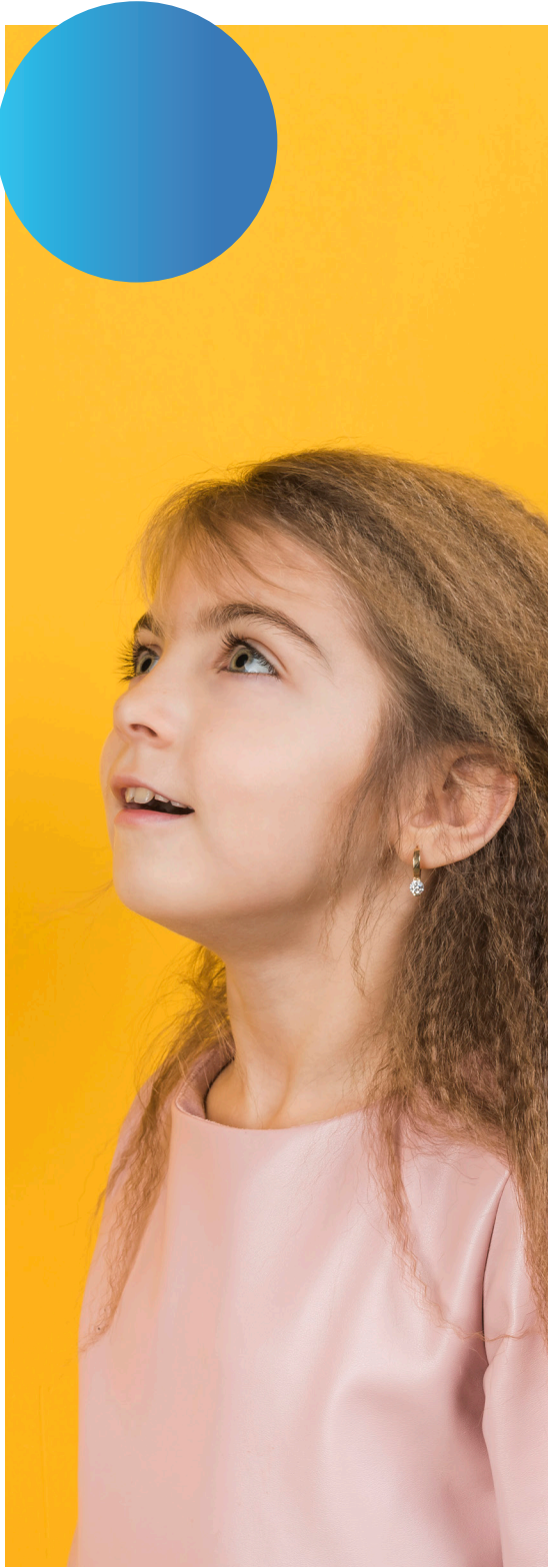
SISTEMA VESTIBULAR E SISTEMA AUDITIVO: QUAL A CORRELAÇÃO ENTRE ELES?

Cabe ressaltar que os sistemas vestibular e auditivo estão localizados na orelha interna e, ambos, estão intimamente interligados filogenética e anatomicamente.

O mesmo agente etiológico auditivo pode desencadear disfunção vestibular e estes sistemas podem ser suscetíveis a fatores nocivos, como drogas ototóxicas, agentes infecciosos, trauma, insuficiência no suprimento sanguíneo da orelha interna, dentre outros.

Pesquisadores referem que uma a cada três crianças com perda auditiva (de grau severo a profundo) apresentaram déficit vestibular (Martens et al., 2023).

Estudos demonstram que crianças com perda auditiva sensorioneural também podem apresentar comprometimento. Embora a associação entre disfunção vestibular e perda auditiva sensorioneural seja estabelecida há muito tempo, o sistema vestibular tem sido frequentemente esquecido e menosprezado durante a avaliação de crianças com perdas auditivas.



Pesquisadores evidenciaram que o controle posturomotor é atrasado após uma perda vestibular completa repentina devido à meningite, em crianças antes da idade de andar, sem comprometimento neurológico (Wiener-Vacher et al., 2013). Outrossim, sugerem que a oscilopsia resultante de uma completa falta de informação vestibular nessas crianças leva à instabilidade dinâmica e cabeça-tronco, que poderia contribuir para atrasos secundários nos processos de aprendizagem (leitura, escrita e controle motor fino).

Crianças com perda auditiva apresentam potencial risco para alteração vestibular o mesmo agente etiológico auditivo pode desencadear a disfunção vestibular. Isso pode acontecer por diversos fatores, entre eles: a proximidade anatomofisiológica desses dois sistemas; cóclea e vestibulo compartilham estruturas membranosas e de células sensoriais semelhantes, que são vascularizadas por sangue arterial comum.

Um estudo de coorte desenvolvido por Wiener-Vacher et al. (2024) com objetivo de identificar a prevalência de comprometimento vestibular de acordo com a origem da perda auditiva e avaliar a associação entre comprometimento vestibular e atraso no desenvolvimento posturomotor em crianças com perda auditiva profunda, referem que o comprometimento vestibular foi prevalente. Além disso, houve associação com desenvolvimento posturomotor, todos os marcos do desenvolvimento foram associados à gravidade do comprometimento vestibular.

Crianças com perda auditiva sensorioneural de grau profundo podem se beneficiar de uma avaliação vestibular completa antes do implante coclear, o que daria suporte ao tratamento precoce e adaptado (Wiener-Vacher et al., 2024).

Diante da importância desta correlação entre os sistemas vestibular e auditivo, foi desenvolvido por Martens e colaboradores (2023), um guideline voltado à conscientização e diagnóstico. O guideline é denominado Vestibular Infant Screening – Flanders que destaca as recomendações para a triagem vestibular em lactentes, especialmente, naqueles portadores de perda auditiva severa a profunda, perda auditiva sindrômica ou devido a viroses congênitas (citomegalovírus, rubéola, dentre outras), além dos casos em que existam preocupações com relação ao desenvolvimento motor.

COMO IDENTIFICAR OS SINAIS E SINTOMAS DE ALTERAÇÕES VESTIBULARES EM CRIANÇAS?



As crianças com distúrbios vestibulares podem apresentar sinais e sintomas, tais como:

- Cefaleia;
- Cinetose;
- Inabilidade e/ou dificuldade para realizar movimentos coordenados;
- Inaptidão para alguns exercícios físicos, quedas frequentes;
- Atraso no desenvolvimento motor;
- Dificuldade em brincar e se relacionar com os amigos e/ou colegas;
- Mal-estar indefinido;
- Vertigens;
- Tonturas;
- Náuseas;
- Vômitos;
- Alteração visual;
- Mudança súbita de comportamento;
- Perturbações do sono;
- Crianças mais inquietas e dispersas;
- Dentre outros.

À vista disto, vale reforçar a necessidade de estar atento às alterações vestibulares pediátricas, uma vez que podem acarretar uma série de outras repercussões ao desenvolvimento infantil.

Além dos sistemas vestibular, visual e proprioceptivo, outras estruturas do Sistema Nervoso Central atuam sobre o equilíbrio corporal, tais como os lobos frontais, que iniciam e coordenam o planejamento dos movimentos; os gânglios basais que adicionam controle e fluidez aos movimentos; e as partes posterior e superior dos lobos temporais, que constituem a área de conscientização do cérebro.

Embora os distúrbios vestibulares sejam encontrados com menor frequência na infância e adolescência que em adultos e idosos, estudos epidemiológicos mostraram que cerca de 15% de crianças em idade escolar haviam experimentado, pelo menos, um episódio de tontura no período de um ano.

Pesquisadores (Li et al., 2016) relatam que 5,3% das crianças e adolescentes, nos Estados Unidos, apresentam queixas otoneurológicas, sendo que as crianças com idade superior a sete anos tendem a expressar melhor as características das suas dificuldades de equilíbrio corporal. As queixas otoneurológicas na população infantil, em geral, são pouco investigadas, destacando-se alguns estudos, nos quais confirmaram a existência dessas queixas entre as crianças, apesar da unanimidade na concordância quanto à subjetividade das mesmas e, consequentemente, a dificuldade na identificação e descrição dos sintomas pela própria criança e pelos familiares (Sleifer; Borges 2023).

Dessa forma, entende-se que a prevalência das vestibulopatias na infância é subestimada e subnotificada, dificultando o diagnóstico clínico e intervenções.

Portanto, é de fundamental importância que os profissionais da área da saúde tenham um olhar atento às possíveis alterações de equilíbrio corporal, visto que, estas alterações podem trazer diversas consequências negativas ao bem-estar e desenvolvimento global da criança.



QUAIS SÃO AS CONSEQUÊNCIAS DAS ALTERAÇÕES VESTIBULARES NA INFÂNCIA

Crianças com vertigem podem apresentar maior susceptibilidade a alterações em funções cognitivas importantes, atraso no desenvolvimento, dificuldade de aprendizagem, transtorno do déficit de atenção.

Importante ressaltar o impacto da tontura na vida escolar, o que remete ser de grande repercussão na qualidade de vida da população infantil.

As disfunções vestibulares causam prejuízos nas habilidades cognitivas, como:

- **Atenção e memória de curto prazo;**
- **Funções executivas;**
- **Concentração e capacidade visuoespacial.**

Todos os itens acima são pré-requisitos para o processo de aprendizagem.

Crianças com disfunções vestibulares são mais desatentas, inquietas e dispersas, devido à necessidade de buscar melhores ajustes cefálicos e corporais para o conforto e segurança.

Os efeitos indiretos de déficits vestibulares na cognição derivam da maior demanda de recursos de processamento cognitivo e atencional em detrimento de outras atividades em andamento, ou seja, a falta de informação vestibular requer a substituição, às vezes trabalhosa, de sinais visuais, proprioceptivos e outros para manter o equilíbrio, a postura e o olhar.

Além disso, o processamento visuoespacial é prejudicado, reduzindo a atenção, limitando a concentração e pode prejudicar outras atividades, como multitarefa, sequências de processamento e mudança de atenção.



IMPORTÂNCIA DE CONHECER OS MARCOS DO DESENVOLVIMENTO MOTOR E POSTURAL E A REPERCUSSÃO NO DESENVOLVIMENTO INFANTIL

Considera-se de suma importância conhecer os marcos do desenvolvimento motor e postural na infância, a fim de identificar precocemente e minimizar as repercussões deletérias no desenvolvimento infantil. As etapas do desenvolvimento motor evoluem de forma gradativa, organizada, sendo consequência da precedente e necessária para a aquisição da próxima. Outrossim, até os oito anos de idade, a criança é dependente das informações visual e proprioceptiva para manter adequadamente o controle postural, pois o sistema vestibular e a capacidade de integração sensorial não estão completamente maduros.

Os estímulos de sensibilidade profunda devido à contração muscular, estiramento de tendões e posição das articulações informam ao córtex as posições dos segmentos do corpo no espaço. A via vestibular informa a posição da cabeça estática ou dinâmica no espaço devido estímulos provenientes do sistema vestibular. O conjunto destes estímulos dá a sensação de equilíbrio corporal. Os sinais vestibulares desempenham papel essencial nas funções posturomotora, estática e dinâmica, além do impacto sobre as funções cognitivas espaciais e não espaciais. Ainda há muito a ser aprendido sobre o impacto da perda vestibular parcial ou completa em diferentes faixas etárias em crianças no desenvolvimento do controle posturomotor e motor fino, controle oculomotor em atividades cognitivas (leitura, escrita), orientação espacial e representação corporal (2018).



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando-se os avanços na Otoneurologia, acerca dos métodos diagnósticos e de intervenção, reforça-se a necessidade de um direcionamento clínico atento, qualificado e direcionado especificamente às disfunções do equilíbrio corporal e do sistema vestibular que acometem a população infantil.

Ressalta-se, ainda, a importância do sistema vestibular e sua integração com outros sistemas sensoriais para o adequado desenvolvimento de comportamentos espaciais complexos e habilidades cognitivas.

O equilíbrio corporal é um dos requisitos essenciais para a aprendizagem motora, realização das atividades diárias, adequação da interação social e do pleno desenvolvimento infantil.

Assim sendo, é relevante que informações sobre a Otoneurologia Infantil seja amplamente divulgada tanto para que pais, mães, responsáveis e educadores sejam capazes de suspeitar de algum tipo de alteração como para que os profissionais sejam capazes de realizar um diagnóstico preciso e o mais precoce possível.

Com este intuito, lançamos esta série de boletins e já o convidamos para a leitura de nosso próximo material que aprofundará os conhecimentos aqui apresentados e abordará novos conceitos importantes para esta conscientização da Otoneurologia Pediátrica.



REFERÊNCIAS CONSULTADAS:

01. Sanfins MD, Skarzynski PH, Cabral A. Benign Paroxysmal Vertigo in Childhood. MEDINCUS - 10.13140/RG.2.2.12204.64647 - VOL.07, AUGUST/2023.

Sleifer P, Skarzynski PH, Sanfins MD.

02. Motion Sickness. MEDINCUS - 10.13140/RG.2.2.15982.48964 - VOL.02, MARCH/2023.

03. Cabral A, Skarzynski PH, Sanfins MD. MEDINCUS - 10.13140/RG.2.2.19489.38248 - VOL.10, NOVEMBER/2023.

04. Sleifer P, Borges VMS. Vestibulopatias Centrais na Infância. In: Cabral A. (Org.). Tratado de Otoneurologia Infantil. 1ed. Ribeirão Preto: BookToy, p. 159-174, 2023.

05. Bigelow RT, Agrawal Y. Vestibular involvement in cognition: Visuospatial ability, attention, executive function, and memory. J vest res: equilibrium & orientation, v.2, n. 25, p. 73-89, 2015.

06. Bigelow RT, Semenov YR, Hoffman HJ, Agrawal Y. Association between vertigo, cognitive and psychiatric conditions in US children: 2012 National Health Interview Survey. Int J Pediatr Otorhinolaryngol, v. 130, 2020.

07. Franco ES, Monteiro SRG, Gushikem P. Processamento vestibular central e aspectos cognitivos. In: Cabral A. Tratado de Otoneurologia Infantil, 1. ed. Booktoy, 2023, cap. 3, p. 75-104.

08. Li C, Hoffman HJ, Ward BK et al. Epidemiology of dizziness and balance problems in children in the United States: a population-based study. Journal Pediatrics, v. 171, n. 1, p. 240-247, 2016.

09. Li YH, Liu B, Yang Y, et al. Vestibular function of pediatric patients with sudden sensorineural hearing loss: based on vertigo symptom and vestibular function testing. World Journal of Pediatrics, v.17, p.637-642, 2021.

10. Sleifer P, Cabral A. Contribuições dos potenciais evocados miogênicos vestibulares no diagnóstico otoneurológico infantil. In: Cabral A, Santos Filha VAV, Sleifer P. (Orgs.). VEMPs Tratado para Atuação Otoneurológica. 1ed. Thieme Revinter, Rio de Janeiro, p.193-206, 2024.

11. Van Hecke R, Deconinck FJA, Wiersema JR, et al. Balanced Growth project: a protocol of a single center observational study on the involvement of the vestibular system in a child's motor and cognitive development. BMJ open, v.6, n.11, p. e049165, 2021.

12. Wiener-Vacher SR, Quarez J, Priol AL. Epidemiology of vestibular impairments in a pediatric population. Semin Hear, v.39, p. 229-242, 2018.

13. Wiener-Vacher SR, Campi M, Boizeau P, et al. Cervical vestibular evoked myogenic potentials in healthy children: Normative values for bone and air conduction. Front Neurol, v.14, n.1157975, 2023.

14. Wiener-Vacher SR, Campi M, Caldani S, et al. Vestibular Impairment and Postural Development in Children With Bilateral Profound Hearing Loss. JAMA Network Open 7.5. e2412846-e2412846, 2024.

15. Zocanté L, Ciceri ML, Chamitava L, et al. Postural Control in Childhood: Investigating the Neurodevelopmental Gradient Hypothesis. International Journal of Environmental Research and Public Health, v. fev. 2021.

16. Reynard P, Ortega-Solis J, Tronche S, et al. Guidelines of the French Society of Otorhinolaryngology and Head and Neck Surgery (SFORL) for vestibular rehabilitation in children with vestibular dysfunction. A systematic review. Archives de Pédiatrie, 2024.

17. Martens S, Maes L, Dhondt C, Vanaudenaerde S, Sucaet M, De Leenheer E, Van Hoecke H, Van Hecke R, Rombaut L, Dhooge I. Vestibular Infant Screening-Flanders: What is the Most Appropriate Vestibular Screening Tool in Hearing-Impaired Children? Ear Hear. 2023 Mar-Apr 01;44(2):385-398

18. Wiener-Vacher SR, Hamilton DA, Wiener SI. Vestibular activity and cognitive development in children: perspectives. Front Integr Neurosci. 2013 Dec 11;7:92.

Autores



PROFA. DRA. PRÍCILA SLEIFER

-Professora Associada, nível IV, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS);
-Coordenadora do Núcleo de Estudos e Pesquisa em Eletrofisiologia da Audição, Neuroaudiologia e Otoneurologia da UFRGS;
-Fonoaudióloga, graduada pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM);
-Especialista em Fonoaudiologia pela Universidade Federal de Santa Maria;
-Especialista em Audiologia pelo Conselho Federal de Fonoaudiologia;

-Doutorado e mestrado em Ciências Médicas: Pediatria pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul;
- Membro da comissão de ensino e pesquisa da Academia Brasileira de Audiologia (2024-2026);
-Revisora de artigos científicos e capítulos de livros na área de Audiologia Infantil, Eletrofisiologia da Audição, Neuroaudiologia e Otoneurologia;
-Instagram @neuroaudiologia.ufrgs



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 Otolology 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, Foniátras 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 Neurologia 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.



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 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);
- Membro da comissão de ensino e pesquisa da Academia Brasileira de Audiologia (2024-2026)
- Revisora de artigos científicos e capítulos de livros na área de Audiologia, Eletrofisiologia, Neuroaudiologia e Neurociência;
- Instagram @misanfins / email: msanfins@uol.com.br e msanfins@unifesp.br