

Oftalmologia e Otorrinolaringologia

Capítulo 4

Edição VII

IMPEDANCIOMETRIA DE ALTA FREQUÊNCIA EM BEBÊS: FUNDAMENTOS, APLICAÇÕES E RECOMENDAÇÕES CLÍNICAS

MARIA ELISA VIEIRA DA CUNHA RAMOS MITERHOF¹
ARMANDA DE OLIVEIRA PACHE DE FARIA²

1. Doutora pelo USP; Professora da Faculdade de Medicina UFF.

2. Doutora pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Médicas UFF; Professora da Faculdade de Medicina UFF.

Palavras-chave: Impedanciometria; Impedanciometria de Alta Frequência; Bebês.

INTRODUÇÃO

A avaliação adequada da orelha média nos primeiros meses de vida é fundamental para o diagnóstico precoce de alterações auditivas que podem comprometer o desenvolvimento da linguagem, o desempenho comunicativo e a aquisição das habilidades escolares (NORTHERN & DOWNS, 2014). Em neonatos e lactentes jovens, as características anatômicas e fisiológicas da orelha média e do conduto auditivo externo diferem substancialmente daquelas observadas em crianças mais velhas e adultos, o que modifica significativamente o comportamento acústico do sistema tímpano-ossicular (MARGOLIS & HUNTER, 2015).

A impedanciometria tradicional, realizada com tom-prova de 226 Hz, é amplamente utilizada na prática clínica pediátrica e adulta. Contudo, múltiplos estudos demonstraram que essa abordagem apresenta baixa sensibilidade para detectar alterações da orelha média em bebês menores de sete meses, frequentemente resultando em falsos negativos, especialmente na presença de otite média com efusão (ALAERTS *et al.*, 1992; KEI *et al.*, 2003). Essa limitação decorre da elevada complacência do conduto auditivo externo, da predominância de componentes reativos no sistema tímpano-ossicular infantil e da imaturidade estrutural da orelha média (HUNTER & MARGOLIS, 1992; MARGOLIS & GILLESPIE, 2000).

Nesse cenário, a impedanciometria de alta frequência, utilizando estímulos entre 678 Hz e 2000 Hz, emergiu como o método mais adequado e sensível para avaliação auditiva nessa faixa etária, sendo atualmente considerada referência nos programas de triagem auditiva neonatal e no acompanhamento audiológico infantil (JOHNSTONE & KEI, 2010; WAIKIM & KEI, 2017).

LIMITAÇÕES DA IMPEDANCIO-METRIA DE BAIXA FREQUÊNCIA EM BEBÊS

A timpanometria de 226 Hz apresenta desempenho limitado durante os primeiros meses de vida, período marcado por mudanças estruturais significativas do sistema auditivo. Entre suas principais limitações, destacam-se:

Alta complacência e flexibilidade do conduto auditivo externo

O conduto auditivo dos lactentes é composto majoritariamente por tecido cartilaginoso e é extremamente flexível; essa característica pode gerar picos artificiais, produzindo gráficos erroneamente interpretados como normais (MARGOLIS & HUNTER, 2015; ALAERTS *et al.*, 1992).

Predomínio dos componentes massivos e resistivos

Na baixa frequência, a resposta acústica registra predominantemente componentes massivos do sistema tímpano-ossicular, o que mascara alterações sutis e dificulta a diferenciação entre orelhas normais e patológicas (HUNTER & MARGOLIS, 1992; MARGOLIS & GILLESPIE, 2000).

Mascaramento da verdadeira complacência timpânica

O resultado combinado das características anatômicas e fisiológicas do lactente pode levar ao mascaramento da real mobilidade do tímpano, produzindo gráficos compatíveis com orelha normal mesmo quando há disfunção — fenômeno que aumenta o risco de diagnóstico tardio de otite média com efusão (KEI *et al.*, 2003; JOHNSTONE & KEI, 2010).

Redução da acurácia em prematuros

Prematuros apresentam estruturas auditivas ainda mais imaturas, tornando a timpanometria

tradicional ainda menos confiável e aumentando a necessidade de técnicas mais sensíveis (WAIKIM & KEI, 2017).

Em razão dessas limitações, a timpanometria de baixa frequência não deve ser considerada o exame de referência para lactentes jovens, sob pena de comprometer a acurácia diagnóstica e retardar intervenções clínicas necessárias (MARGOLIS & HUNTER, 2015).

JUSTIFICATIVAS PARA O USO DE IMPEDANCIOMETRIA DE ALTA FREQUÊNCIA

Para superar as dificuldades inerentes ao uso do estímulo de 226 Hz em bebês, recomenda-se que a avaliação da orelha média em crianças menores de sete meses utilize sondas de alta frequência, tipicamente entre 678 Hz e 2000 Hz. A adoção dessa técnica fundamenta-se em evidências fisiológicas e clínicas robustas (ALAERTS *et al.*, 1992; KEI *et al.*, 2003; JOHNSTONE & KEI, 2010).

Maior sensibilidade na detecção de alterações da orelha média

Os estímulos de alta frequência são menos influenciados pela complacência do conduto auditivo externo e pela predominância dos componentes massivos e resistivos no sistema auditivo infantil. Dessa forma, permitem que a resposta obtida reflita de maneira mais precisa a condição real da orelha média (MARGOLIS & HUNTER, 2015; WAIKIM & KEI, 2017).

Menor interferência das propriedades acústicas do conduto auditivo externo

Ao utilizar frequências mais elevadas, a participação acústica da parede do conduto é significativamente reduzida, garantindo maior fidelidade aos resultados e diminuindo o risco de falsos negativos (HUNTER & MARGOLIS, 1992).

Representação mais fidedigna da mobilidade do sistema tímpano-ossicular

A impedanciometria de alta frequência proporciona um registro timpanométrico mais sensível às pequenas alterações da orelha média, incluindo acúmulo de fluido, disfunção tubária e alterações na mobilidade timpânica (KEI *et al.*, 2003; JOHNSTONE & KEI, 2010).

Melhor desempenho no diagnóstico de otite média com efusão

Estudos comparativos demonstram que a timpanometria de alta frequência apresenta acurácia superior quando comparada ao método tradicional, especialmente em neonatos e prematuros, nos quais a idade corrigida deve sempre ser considerada (ALAERTS *et al.*, 1992; WAIKIM & KEI, 2017).

Assim, a timpanometria de alta frequência consolidou-se como padrão de referência para a avaliação da orelha média em bebês jovens, sendo atualmente recomendada pelas principais diretrizes e revisões da área (MARGOLIS & HUNTER, 2015; JOHNSTONE & KEI, 2010).

RECOMENDAÇÕES CLÍNICAS

Com base nas evidências da literatura, diretrizes internacionais e na experiência clínica acumulada, recomenda-se:

1. Utilizar timpanometria de alta frequência (678–2000 Hz) em:
 - o lactentes menores de sete meses;
 - o prematuros com idade corrigida inferior a sete meses (WAIKIM & KEI, 2017).
2. Evitar o uso de 226 Hz como exame principal em bebês desta faixa etária (KEI *et al.*, 2003).
3. Integrar os resultados da impedanciometria aos demais achados:
 - o otoscopia,
 - o emissões otoacústicas,
 - o PEATE/BERA,

o histórico otológico (MARGOLIS & HUNTER, 2015).

Aplicações clínicas da impedanciometria de alta frequência

A impedanciometria de alta frequência apresenta ampla e crescente relevância na prática audiológica contemporânea, sendo hoje considerada ferramenta indispensável para a avaliação da orelha média nos primeiros meses de vida. Sua superioridade técnica e fisiológica em relação ao método tradicional de 226 Hz reflete-se diretamente em sua capacidade diagnóstica, especialmente em lactentes menores de sete meses, período em que a integridade do sistema tímpano-ossicular ainda está em desenvolvimento (JOHNSTONE & KEI, 2010).

Clinicamente, sua aplicação é especialmente valiosa em programas de triagem auditiva neonatal, pois auxilia a diferenciar falhas nas emissões otoacústicas secundárias à presença de fluido na orelha média — condição transitória e comum nos primeiros dias de vida — daquelas relacionadas a perdas auditivas sensorineurais reais; dessa forma, reduz encaminhamentos desnecessários para reteste ou BERA, otimiza recursos e evita ansiedade familiar (ALLAERTS *et al.*, 1992; KEI *et al.*, 2003). Na prática ambulatorial, a impedanciometria de alta frequência possibilita o monitoramento longitudinal da função da orelha média, sendo essencial no acompanhamento de bebês com otite média recorrente, fissura labiopalatina, síndromes craniofaciais ou história perinatal de risco para perda auditiva (NORTHERN & DOWNS, 2014).

Além disso, a alta frequência possui papel crítico na interpretação dos potenciais evocados auditivos (PEATE/BERA). A presença de fluido pode elevar artificialmente os limiares eletrofisiológicos; assim, sua identificação prévia por meio da timpanometria de alta frequência

evita interpretações equivocadas e garante que o exame reflita a função neural auditiva real (MARGOLIS & HUNTER, 2015). Em bebês prematuros, cuja anatomia da orelha média e do conduto auditivo é ainda mais imatura, a técnica se mostra ainda superior, já que a baixa frequência apresenta alta taxa de falsos negativos nessa população (WAIKIM & KEI, 2017).

A impedanciometria de alta frequência também tem utilidade na investigação de disfunção tubária, condição de difícil avaliação na primeira infância, mas cujas características podem ser inferidas a partir de padrões timpanométricos específicos. Além disso, é fundamental no acompanhamento pós-intervenções otológicas, como colocação de tubos de ventilação ou tratamento clínico de otite média com efusão, permitindo avaliar a permeabilidade da orelha média e orientar decisões terapêuticas subsequentes (**Quadros 4.1; 4.2 e 4.3**) (JOHNSTONE & KEI, 2010; MARGOLIS & GILLESPIE, 2000).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A impedanciometria de alta frequência representa um avanço essencial na avaliação audiológica infantil. Sua adoção amplia a capacidade de identificar precocemente alterações da orelha média, evitando falhas diagnósticas e contribuindo para a intervenção oportuna, especialmente em bebês que dependem de detecção precoce para garantir adequado desenvolvimento linguístico e comunicativo (NORTHERN & DOWNS, 2014; MARGOLIS & HUNTER, 2015). A compreensão das limitações da timpanometria tradicional e o uso criterioso da alta frequência colocam o clínico em posição privilegiada para oferecer cuidado baseado em evidências, especialmente no contexto da triagem auditiva neonatal e do acompanhamento audiológico dos primeiros meses de vida.

Quadro 4.1 Impedanciometria de alta frequência em bebês

Situação clínica	Contribuição da alta frequência
Triagem auditiva neonatal	Distingue falhas por fluido de falhas por perda auditiva verdadeira (ALAERTS <i>et al.</i> , 1992)
Efusão de orelha média	Alta sensibilidade; detecta pequenas quantidades de fluido (KEI <i>et al.</i> , 2003)
Prematuros	Minimiza falsos negativos; mais adequado ao conduto imaturo (WAIKIM & KEI, 2017)
Interpretação do BERA	Evita elevação falsa de limiares eletrofisiológicos (MARGOLIS & HUNTER, 2015)
Disfunção tubária	Padrões timpanométricos característicos (JOHNSTONE & KEI, 2010)
Otites recorrentes	Monitoramento objetivo da evolução (NORTHERN & DOWNS, 2014)
Pós-tubo de ventilação	Avaliação da permeabilidade do sistema (MARGOLIS & GILLESPIE, 2000)
Condições craniofaciais	Reduz interferência anatômica (NORTHERN & DOWNS, 2014)

Quadro 4.2 Comparação técnica entre 226 Hz e alta frequência

Característica	226 Hz (baixa frequência)	678–2000 Hz (alta frequência)
Faixa etária ideal	>7 meses e adultos	<7 meses (inclui prematuros) (KEI <i>et al.</i> , 2003)
Risco de falsos negativos	Alto (ALAERTS <i>et al.</i> , 1992)	Muito baixo (WAIKIM & KEI, 2017)
Influência do conduto auditivo	Grande (MARGOLIS & HUNTER, 2015)	Mínima (JOHNSTONE & KEI, 2010)
Sensibilidade para efusão	Baixa (KEI <i>et al.</i> , 2003)	Alta (ALAERTS <i>et al.</i> , 1992)
Interpretação em bebês	Comprometida	Confiável
Utilidade em triagem neonatal	Limitada	Forte aplicabilidade
Interpretação do BERA	Prejudicada (MARGOLIS & HUNTER, 2015)	Favorecida

Quadro 4.3 Padrões timpanométricos mais frequentes na alta frequência

Tipo de timpanograma (alta frequência)	Interpretação clínica
Pico único estreito	Orelha média normal (JOHNSTONE & KEI, 2010)
Picos múltiplos	Possível efusão ou disfunção (KEI <i>et al.</i> , 2003)
Curva plana/irregular	Alteração significativa da orelha média (MARGOLIS & GILLESPIE, 2000)
Curva invertida	Disfunção tubária / fluido espesso (WAIKIM & KEI, 2017)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALAERTS, J. *et al.* Tympanometry with 226 and 1000 Hz probe tones in neonates. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, v. 35, p. 372, 1992. <https://doi.org/10.1590/S1808-86942012000100015>.

HUNTER, L.L. & MARGOLIS, R.H. Multifrequency tympanometry: developmental changes in normal infants. *Journal of the American Academy of Audiology*, v. 3, p. 393, 1992.

JOHNSTONE, P.M. & KEI, J. Immittance measures in young infants: a review. *Trends in Hearing*, v. 14, 2010.

KEI, J. *et al.* Neonatal tympanometry: a comparison of 226-Hz and 1000-Hz probe tones. *Journal of the American Academy of Audiology*, v. 14, p. 29, 2003.

MARGOLIS, R.H. & HUNTER, L.L. Acoustic immittance measures in infants. In: KATZ, J., editor. *Handbook of clinical audiology*. 7. ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2015.

MARGOLIS, R.H. & GILLESPIE, R. *Tympanometry: basic principles and clinical applications*. San Diego: Singular, 2000.

NORTHERN, J.L. & DOWNS, M.P. *Hearing in children*. 6. ed. Philadelphia: Williams & Wilkins, 2014.

WAIKIM, K. & KEI, J. High-frequency tympanometry for infants: a systematic review. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, v. 98, p. 155, 2017.