

Aplicação do Auditory Nerve Test System (ANTS) em candidatos a implante coclear – série de casos e revisão da literatura

Artigo Original

Autores

Ana Raquel Andrade

Unidade Local de Saúde de Entre Douro e Vouga (CHEDV), Santa Maria da Feira, Portugal

Maria Conceição Peixoto

Unidade Local de Saúde de Entre Douro e Vouga (CHEDV), Santa Maria da Feira, Portugal

Miguel C. Lopes

Unidade Local de Saúde de Entre Douro e Vouga (CHEDV), Santa Maria da Feira, Portugal

Luciana Rodrigues

Unidade Local de Saúde de Entre Douro e Vouga (CHEDV), Santa Maria da Feira, Portugal

Diogo Nascimento

Unidade Local de Saúde de Entre Douro e Vouga (CHEDV), Santa Maria da Feira, Portugal

Hugo Amorim

Unidade Local de Saúde de Entre Douro e Vouga (CHEDV), Santa Maria da Feira, Portugal

Paulo Gonçalves

Unidade Local de Saúde de Entre Douro e Vouga (CHEDV), Santa Maria da Feira, Portugal

Correspondência:

Ana Raquel Andrade
ana.raquel.ma29@gmail.com

Artigo recebido a 26 de Novembro de 2025.
Aceite para publicação a 19 de Abril de 2026.

Resumo

Objetivos: Avaliar a função do nervo coclear, imprescindível na cirurgia de implante coclear (IC), através do sistema de teste do nervo auditivo (Auditory Nerve Test System – ANTS).

Material e Métodos: Apresentação da experiência inicial do nosso serviço através da descrição de três casos clínicos candidatos a IC que apresentavam fatores de risco para disfunção do nervo coclear e foram submetidos a avaliação intraoperatória com o ANTS, seguida de decisão imediata sobre colocação do IC.

Resultados: Em dois casos foi possível registar resposta elétrica robusta no ANTS, sugerindo integridade do nervo coclear, pelo que se procedeu à colocação de IC, com resultados clínicos favoráveis. No caso que se verificou ausência de resposta neural optou-se por não colocar IC, considerando a fraca perspetiva de benefício auditivo.

Conclusão: O ANTS constitui uma ferramenta intraoperatória objetiva para avaliar a função do nervo coclear na cirurgia de implante coclear, em casos selecionados.

Palavras-chave: *Auditory Nerve Test System* (ANTS); implante coclear; nervo coclear; potenciais evocados auditivos do tronco cerebral

Introdução

A avaliação funcional do nervo auditivo é crucial na seleção de candidatos a implante coclear (IC). Embora em casos típicos de surdez neurossensorial profunda se presuma que a lesão seja a nível coclear, há circunstâncias em que é necessário confirmar se o nervo coclear mantém integridade fisiológica suficiente para a perceção auditiva.^{1,2} No caso de malformações e hipoplasia do nervo auditivo, a ressonância magnética (RM) isolada nem sempre é suficiente para assegurar a presença de um nervo funcional.³ Estudos de consenso recomendam a utilização dos potenciais evocados auditivos de tronco cerebral elétricos

(eABR) como preditor positivo de percepção sonora após IC, aumentando a probabilidade de benefício em casos selecionados.⁴⁻⁶

Na perda auditiva associada a tumores do ângulo pontocerebeloso (APC), como é o caso do schwannoma vestibular, a reabilitação auditiva por IC tem ganhado relevância. Quando o nervo coclear é anatomicamente preservado após a excisão tumoral, é considerada a possibilidade da colocação do IC no mesmo tempo cirúrgico, o que torna a monitorização intraoperatória do nervo uma prática cada vez mais comum para guiar a decisão de colocar o IC.^{7,8} Outra condição frequente é a surdez neurossensorial com privação auditiva prolongada. Ainda persiste o debate relativamente à existência de um limite temporal a partir do qual o benefício do IC se torna improvável. Há evidência de que mesmo após várias décadas de surdez é possível obter ganhos mensuráveis, com por exemplo, percepção de monossílabos após 50 anos de anacusia.³ Contudo, a nível global, a literatura aponta para uma associação negativa entre duração da surdez e a discriminação auditiva. A idade de início da surdez é um fator preponderante, quanto mais tarde a perda auditiva se instala, melhor são os resultados de percepção da fala após IC.⁹ Outros casos particulares, como os da neuropatia auditiva com suspeita de lesão pós-sináptica, por exemplo, após meningite, trauma do rochedo temporal ou ototoxicidade grave também beneficiam de técnicas objetivas de avaliação intraoperatória.^{4,12} Os potenciais evocados auditivos do tronco cerebral por estímulo acústico (PEATC) são insuficientes na avaliação de surdez neurossensorial profunda. A avaliação eletrofisiológica da via auditiva por estimulação elétrica permite ultrapassar as limitações dos estímulos acústicos em casos de surdez profunda. Os potenciais evocados auditivos de tronco cerebral elétricos (eABR) correspondem a respostas geradas ao nível do tronco cerebral após estimulação elétrica da cóclea ou do nervo coclear, podendo ser registados por elétrodos de superfície no escalpe. Estes potenciais são análogos aos

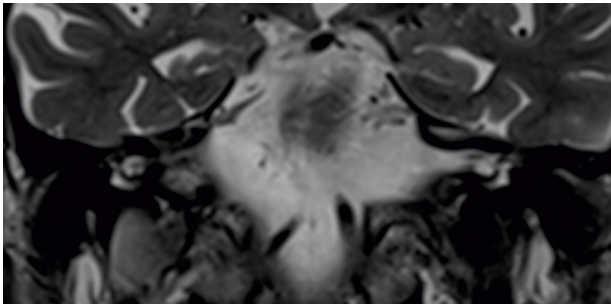
PEATC acústicos, apresentando tipicamente ondas II, III e V nos primeiros 10 ms após o estímulo, refletindo a condução neural ao longo da via auditiva central. A estimulação promontorial pode ser utilizada tanto para o teste do promontório (subjetivo) como para a obtenção de eABR extracoclear (objetivo). O teste do promontório apresenta limitações pela sua natureza comportamental, enquanto o eABR extracoclear, embora objetivo, é tecnicamente desafiante e apresenta VPN limitado.^{10,11} Nos últimos anos, surgiu uma tecnologia específica para avaliação intraoperatória do nervo auditivo: o Auditory Nerve Test System (ANTS®), desenvolvido pela MED-EL® (Innsbruck, Áustria). O ANTS® consiste num sistema de estimulação e registo de eABR com um elétrodo intracoclear descartável, projetado para testar a resposta do nervo auditivo antes de se inserir o IC definitivo.¹ Este artigo tem como objetivo descrever uma série de 3 casos clínicos e rever a literatura existente sobre a utilização do ANTS® como um método complementar de diagnóstico relevante na avaliação do nervo auditivo.

Casos Clínicos

Caso clínico 1

Homem de 72 anos, com surdez profunda direita e severa a profunda esquerda devido a antecedentes neurocirúrgicos complexos, sem perda auditiva prévia. Na sequência de um quadro de nevralgia do trigémio por conflito neurovascular, havia sido submetido, há dez anos, a descompressão do nervo trigémio direito por via retrossigmoideia. Apresentou como complicações, no pós-operatório imediato, um acidente vascular cerebral hemorrágico com efeito de massa ao nível da porção ântero-superior do cerebelo, associada com hipoacusia profunda imediata. Oito anos depois, foi submetido a descompressão microcirúrgica do nervo trigémio esquerdo pelo mesmo motivo, apresentando hipoacusia moderada a severa à esquerda de novo no pós-cirúrgico imediato, com agravamento da discriminação auditiva

Figura 1
RM de avaliação pré-IC. Verifica-se interrupção do nervo coclear direito e adelgaçamento do nervo coclear esquerdo, mais severa à direita.



nos meses seguintes à cirurgia. Os PEATC mostravam ausência de ondas bilateralmente. Imagiologicamente, apresentava possível

interrupção da continuidade do nervo coclear direito e lesão do nervo coclear esquerdo - Figura 1. Colocada a possibilidade de reabilitação auditiva esquerda, dado ser o ouvido com menor tempo de surdez e maior hipótese de estimulação nervosa, o paciente foi proposto para avaliação com ANTS, com decisão intraoperatória de colocação de IC conforme o resultado que fosse obtido. Após realização de abordagem para IC por via mastoideia com timpanotomia posterior e exposição da janela redonda, foi inserido o eletrodo de teste ANTS na cóclea esquerda, com obtenção de uma resposta positiva: foi registada uma onda V nítida, tanto nos

Figura 2
Tabela e demonstração gráfica das respostas ao ANTS. Registo intraoperatório

Registo	Posição	Amplitude (µA)	Onda V
1	Apical	0	Não
2	Apical	500	Sim
3	Apical	750	Sim
4	Basal	750	Sim
5	Basal	850	Sim
6	Basal	500	Sim
7	Basal	750	Sim
8	Basal	850	Sim
9	Basal	300	Não
10	Basal	300	Não

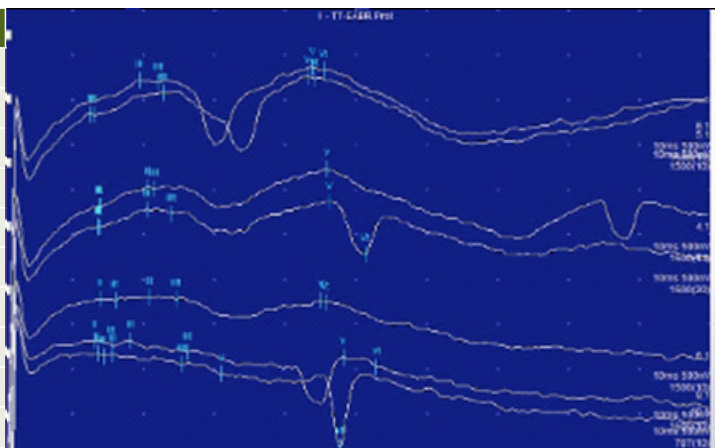
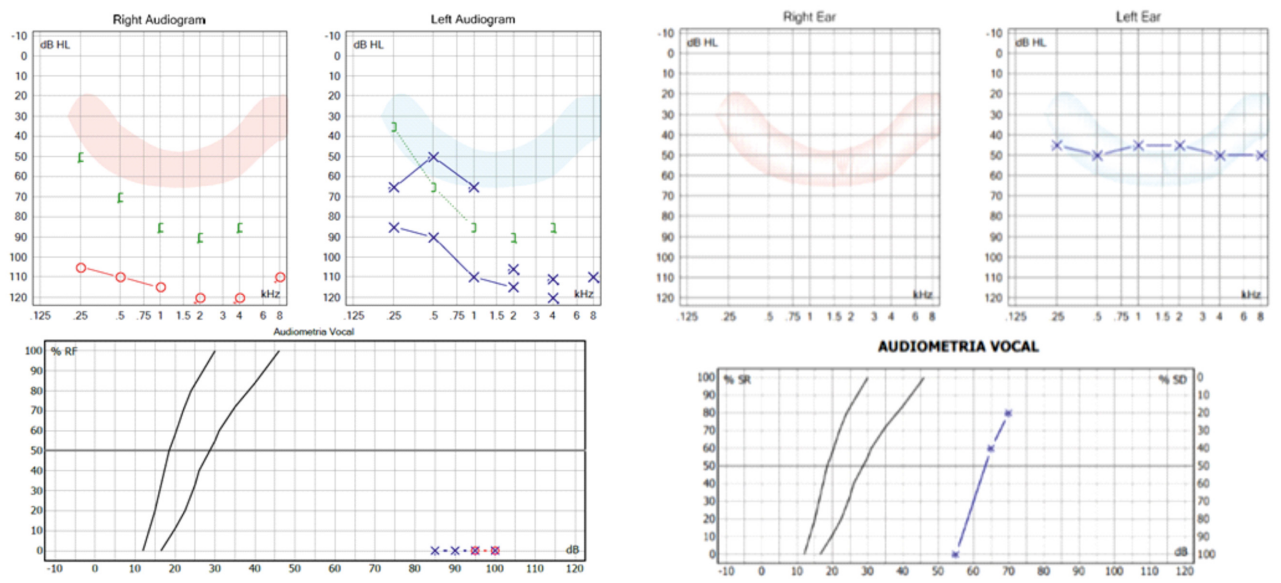


Figura 3
Avaliação audiométrica antes (esquerda) e seis meses após IC (direita).



contactos apicais como nos basais (indicando resposta nas diversas regiões da cóclea, acima de 500 μ A) – Figura 2. Procedeu-se à colocação de IC. Seis meses após a ativação do IC, o paciente apresentou resultados satisfatórios – Figura 3. Apresentou um ganho audiométrico significativo, com impacto na qualidade de vida do doente. O resultado positivo do ANTS foi corroborado pela reabilitação bem-sucedida.

Caso clínico 2

Homem de 70 anos, com hipoacusia neurossensorial profunda à direita, de início imediato após excisão cirúrgica de meningioma

do ângulo pontocerebeloso direito, via retrossigmoideia – Figuras 4 e 5. Os PEATC do lado direito 1 ano após cirúrgica mostravam ausência de ondas. De acordo com o relato cirúrgico e RM pós-operatória, não foi possível confirmar segura preservação cirúrgica do nervo coclear direito. O doente procurou uma solução para a sua hipoacusia direita. Apresentava dificuldades acrescidas em situações sociais e laborais pelo que estava motivado para reabilitação auditiva unilateral. Foram propostas opções de re-routing com aparelhos auditivos de roteamento contralateral do sinal (CROS) ou implante de condução óssea, mas doente pretendia a estimulação do ouvido afectado. Foi explicado

Figura 4
RM meningioma do ângulo pontocerebeloso (esquerda). RM após excisão de meningioma (direita)

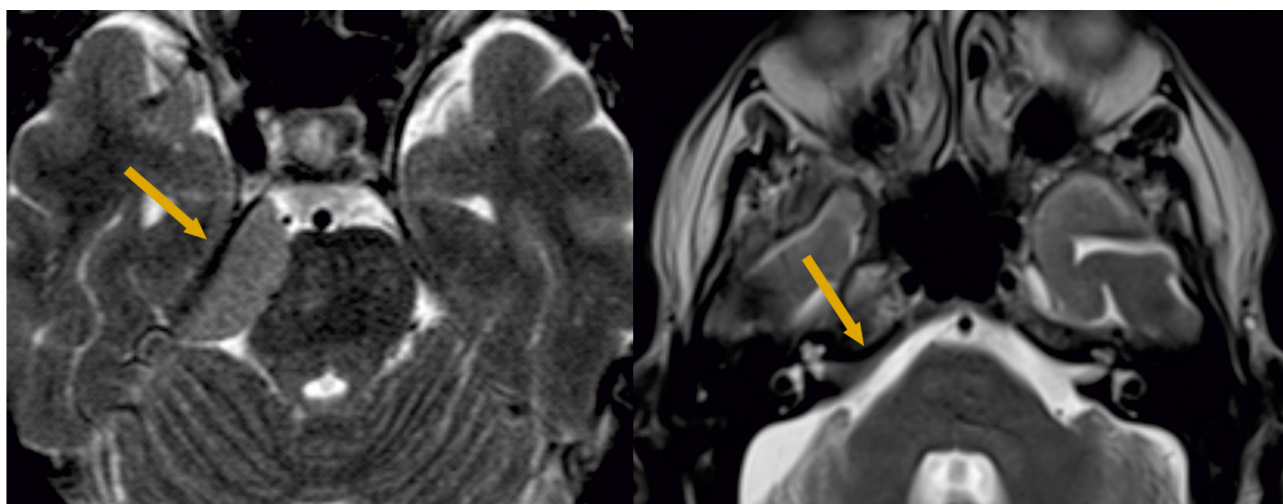
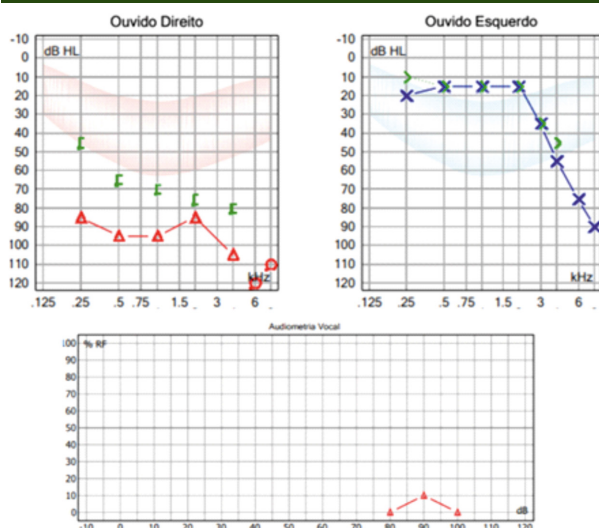


Figura 5
Avaliação audiométrica previa à colocação IC.



ao doente que mesmo que o nervo estivesse presente anatomicamente isso não era uma garantia da sua preservação funcional e por isso foi apresentada a possibilidade de avaliação intraoperatória da função neural através do ANTS, como ferramenta adicional de apoio à decisão cirúrgica. No bloco operatório, mesmo aplicando estimulação elétrica no nível máximo do dispositivo, não se conseguiu obter nenhuma onda V – Figura 6. Dado o resultado do teste, o contexto global da situação clínica do doente, e o contexto etiológico da perda auditiva, optou-se por não colocar IC, evitando uma cirurgia mais prolongada e a colocação de um dispositivo que não traria um previsível benefício auditivo.

Figura 6
 Demonstração gráfica das respostas ao ANTS.
 Registo intraoperatório. Sem curva presente
 onde deveríamos encontrar a onda V

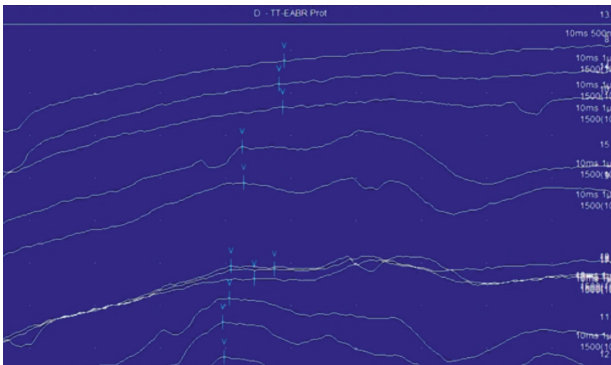


Figura 7
 Demonstração gráfica das respostas ao ANTS.
 Registo intraoperatório

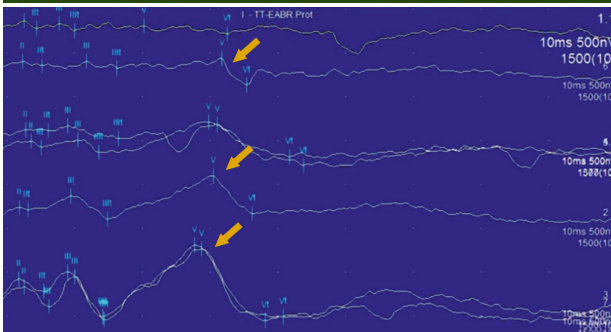
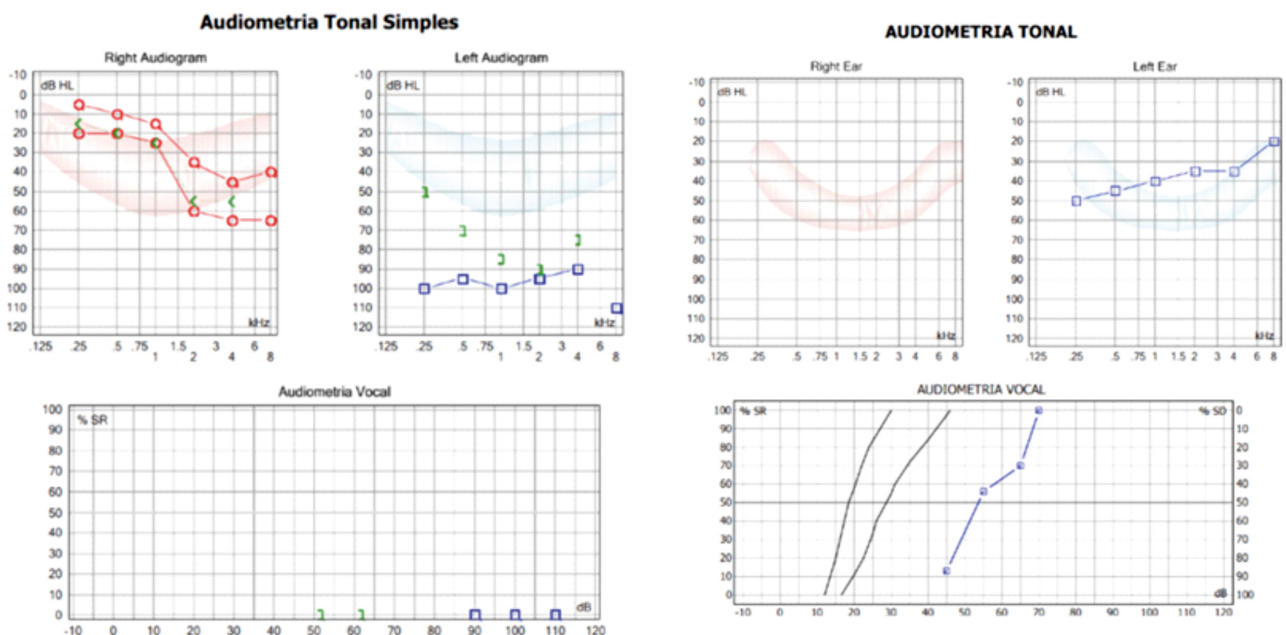


Figura 8
 Avaliação audiométrica antes (esquerda) e 1 ano após IC (direita).



Caso clínico 3

Homem de 69 anos, com história de surdez neurossensorial profunda no ouvido esquerdo de início súbito há 45 anos. O ouvido direito manteve audição útil, o que fez com que o paciente não procurasse ativamente soluções de reabilitação auditiva. A RM e tomografia computadorizada cranianas excluíram de lesões retrococleares ou alterações anatómicas relevantes, e a realização de teste com o sistema CROS não apresentou benefício. Assim, foi avaliada a possibilidade de colocação de IC esquerdo. Os PEATC mostravam ausência de resposta no ouvido esquerdo.

Para esclarecer se o nervo auditivo estava ainda funcional após 45 anos de perda neurossensorial severa, o paciente foi submetido a avaliação intraoperatória com o ANTS® no ouvido esquerdo, com identificação de ondas V - Figura 7 - e consequente colocação de IC. O paciente evoluiu favoravelmente, sem complicações. Um ano após a cirurgia, verificou-se uso consistente do IC e ganhos auditivos objetivos - Figura 8.

Discussão

Desde as primeiras décadas da cirurgia de implante coclear (IC), é reconhecida a necessidade de avaliar a capacidade do nervo coclear conduzir estímulos elétricos, como apoio à decisão de implantar e à estimativa de benefício funcional. Os PEATC são a base da avaliação eletrofisiológica, mas, na avaliação de surdez neurossensorial profunda, a ausência de ondas pode refletir tanto disfunção coclear grave como lesão neural, limitando a utilidade discriminativa do exame⁵. Para colmatar esta limitação, evoluiu-se para métodos de estimulação elétrica com leitura objetiva da via auditiva (eABR), primeiro por estimulação extracoclear (promontório, janela redonda) e, mais recentemente, por via intracoclear.⁵

O teste do promontório, descrito por House e Brackmann, consistiu na estimulação elétrica transtimpânica com leitura comportamental da sensação auditiva, inaugurando o “bypass” coclear ao despolarizar diretamente neurónios do gânglio espiral.⁴ Apesar da execução simples, o teste é intrinsecamente subjetivo – depende da colaboração do doente, com possibilidade de confusão com parestesias por estimulação do nervo facial – e suscetível a falsos negativos – potenciados por posicionamento subótimo do eletrodo, difusão elétrica limitada, sedação ou ansiedade e limiares elétricos elevados.^{4,12}

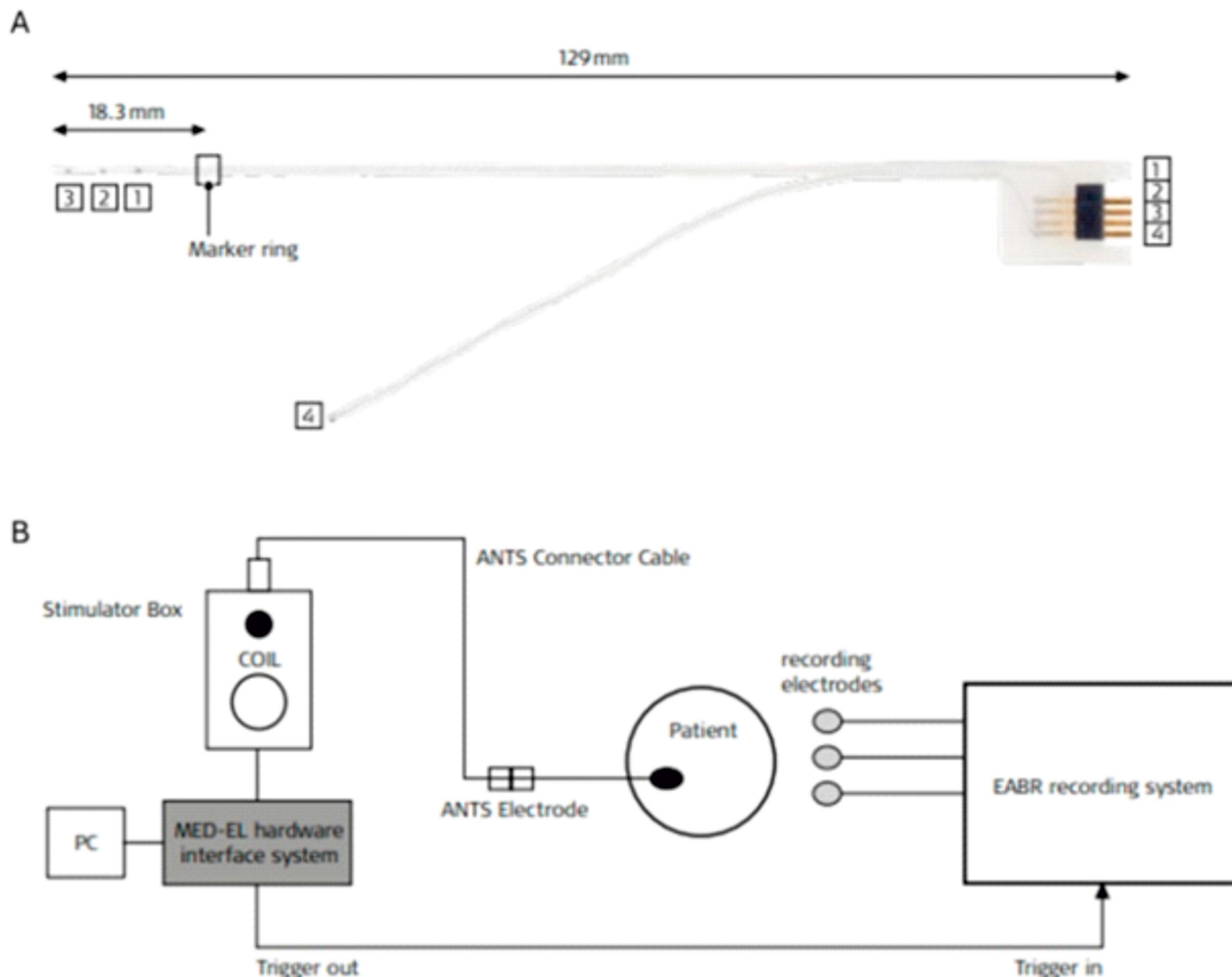
Para obter respostas mais objetivas, foram desenvolvidos os eABR extracocleares, como o *PromStim*, com estimulação no promontório ou no nicho da janela redonda e registo por eletrodos de superfície, permitindo leitura objetiva do complexo da onda III/V. Foi demonstrada que a presença de uma onda V elétrica reproduzível é um indicador útil de funcionalidade neural e associa-se, em geral, a bom valor preditivo positivo (VPP) para obtenção de percepção auditiva pós-IC. Contudo, o valor preditivo negativo (VPN) é limitado: a ausência de onda V extracoclear não exclui completamente benefício do IC.⁷⁻⁹ A suscetibilidade a artefactos de estímulo e a geometria do campo elétrico no ouvido médio são fatores importantes para esta limitação. Dependendo das características do doente

pode haver ainda a necessidade de sedação ou anestesia geral.⁵ O artefacto do estímulo elétrico pode mascarar componentes do traçado quando não se utiliza alternância de polaridade, estimulação bipolar balanceada e rejeição sincronizada. A geometria do campo elétrico no ouvido médio (posição exata e ângulo do eletrodo no promontório ou na janela redonda, pressão de contacto, espessura da cápsula ótica) influencia o número de fibras efetivamente estimuladas e a relação sinal/ruído.⁷⁻⁹ A introdução de eletrodos de teste intracocleares aproximou a avaliação das condições reais de estimulação do IC. O Auditory Nerve Test System (ANTS)[®] utiliza um eletrodo intracoclear descartável com três contactos ativos e uma referência extracoclear para estimular as terminações nervosas da cóclea e registar PEATC antes da inserção do feixe definitivo do IC – Figura 9.^{3,13,14} Em estudos comparativos, os eABR obtidos com o eletrodo de teste intracoclear e com o próprio IC apresentam morfologia e latências sobreponíveis, com pequenas diferenças atribuíveis à profundidade de inserção e à geometria de estímulo.^{13,3} Em cirurgia de schwannoma vestibular (SV), a utilização intraoperatória de eletrodo intracoclear demonstrou acuidade diagnóstica global de cerca de 93% para prever percepção auditiva com IC após ressecção tumoral.¹ Numa análise subsequente, o VPP do eABR intracoclear aproximou-se de 100%, enquanto o VPN foi moderado (cerca de 55%). Efetivamente, a presença de onda V correlacionou-se fortemente com sucesso do IC, mas a ausência de resposta não excluiu, em todos os casos, algum grau de percepção sonora.²

Ostrês casos desta série articulam-se com estes dados. No primeiro caso, em que se verificavam antecedentes neurocirúrgicos bilateralmente com compromisso estrutural do nervo auditivo, a presença de onda V com ANTS[®] em contactos apicais e basais sustentou a decisão de proceder à colocação de IC, com evolução funcional compatível com o desempenho esperado após teste positivo.¹⁻³ No segundo caso, a ausência de eABR intracoclear levou

Figura 9

Esquema dos componentes que compõem o ANTS: (A) Conjunto de elétrodos do sistema ANTS® com contactos 1-4: elétrodo apical (3), elétrodo médio (2), elétrodo basal (1) e elétrodo de referência (4). (B) Configuração de estimulação e registo do eABR: PC – computador portátil com software de programação MedEl (©MED-EL, Innsbruck, Áustria).



a optar por não implantar, decisão coerente com o risco elevado de dano retrococlear neste cenário. Contudo, sabendo que o VPN descrito para o ANTS® é moderado em algumas séries, a decisão implicou uma avaliação risco benefício muito ponderada, e uma discussão cuidada com doente previamente à cirurgia. Neste caso, o facto de se tratar de uma surdez profunda unilateral, foi um fator significativo na decisão.¹² No terceiro caso, tratando-se de uma surdez profunda unilateral com 45 anos de evolução, com expectável degeneração sináptica e atrofia do nervo auditivo, o ANTS® evidenciou função neural, motivando a colocação do IC. Este resultado é congruente

com relatos da literatura que evidenciam que a privação prolongada não implica, por si só, inviabilidade neural, particularmente quando o eABR intracoclear é robusto.^{3,6} Hallin & Scharf-Morén (2025)¹⁵ relataram o uso de testes intraoperatórios de eABR intracoclear (ANTS) em adultos com surdez de longa data, que se associa com atrofia das fibras nervosas e degeneração sináptica, comprometendo os resultados do IC. Apesar do benefício auditivo limitado em termos de discriminação de fala, todos os pacientes implantados com ANTS® positivo demonstraram percepção sonora básica, confirmando que o nervo permanecia responsivo.^{11,12}

Resultados concordantes foram reportados noutras séries, incluindo cenários de privação auditiva prolongada e população pediátrica, reforçando a utilidade do ANTS® como teste de viabilidade neural intraoperatória.^{3,16-18}

A interpretação do eABR intracoclear exige padronização técnica. A anestesia e o grau de relaxamento muscular podem reduzir amplitudes e afetar latências, o posicionamento do eletrodo (profundidade de inserção, bom posicionamento na rampa timpânica e contacto com perilinfa), a impedância dos contactos e o ruído de base do bloco operatório condicionam a legibilidade da onda V.^{3,5,13} Estratégias para mitigar artefactos incluem estímulos bipolares e balanceados, inversão de polaridade, rejeição sincronizada, posicionamento adequado dos eletrodos de registo e replicação para confirmar reprodutibilidade.^{5,7-9} A estimulação inadvertida do nervo facial pela estimulação elétrica dos eABR é possível, particularmente nos casos que exigem maior intensidade de estímulo para obtenção de resposta. A morfologia, a variação da latência e o tipo de crescimento da resposta (mais abrupta/gradual) com a intensidade, bem como a consistência entre contactos, ajudam a distinguir ativação auditiva de artefactos não auditivos.^{4-5,7}

Dado valor prognóstico do ANTS®, o resultado negativo reduz a probabilidade de benefício, mas não a elimina. Em particular, após excisão de SV ou meningioma, um teste negativo é mais frequentemente concordante com ausência de benefício, ao passo que no caso de privação auditiva prolongada podem ocorrer respostas sub-limiáres que não atingem o critério de onda V, mas ainda permitem alguma percepção com programação adequada.^{2,3,6} De acordo com o *International consensus statements on intraoperative testing for cochlear implantation surgery*, é recomendada a integração do eABR intraoperatório na decisão, sem o considerar de forma isolada. É necessário avaliar etiologia da perda auditiva, exames de imagem com determinação do calibre do nervo no canal

auditivo interno, duração da privação, idade e objetivos de reabilitação.¹⁹

Em contextos de monitorização contínua, a combinação do ANTS com medição de cochlear nerve action potentials (CNAP) ou dorsal cochlear nucleus action potential (DNAP), foi descrita como abordagem complementar para vigilância funcional do nervo ao longo da cirurgia. Estes protocolos permitem documentar manutenção ou perda de resposta ao longo de etapas críticas de dissecação, aumentando a precisão da decisão intraoperatória.^{10,12,17,20}

No que respeita à relação entre métricas de eABR e outcomes, estudos sugerem correlação entre limiáres dos eABR e desempenho pós-IC, sobretudo na deteção sonora, enquanto a previsão da discriminação da fala permanece mais variável e multifatorial (idade, duração de privação, plasticidade central)^{3,6}. Esta diferenciação é consistente com a natureza do eABR intracoclear, um teste que avalia sobretudo a condução de um estímulo elétrico e, subsequentemente a viabilidade da via auditiva até ao tronco cerebral, e menos específico enquanto preditor quantitativo de performance verbal.

Do ponto de vista operacional, o ANTS integra-se no normal fluxo da cirurgia de IC sem necessidade de utilização do implante para fins de teste, evitando o consumo de um dispositivo para monitorização.^{3,13}

À luz das recomendações do consenso internacional recente sobre monitorização intraoperatória em cirurgia de implante coclear, os resultados do eABR intracoclear obtidos com sistemas como o ANTS® devem ser interpretados no contexto global da avaliação da via auditiva. A presença de uma onda V reprodutível apresenta elevado valor preditivo positivo para obtenção de percepção auditiva após implante coclear. Por outro lado, a ausência de resposta não deve ser interpretada como contra-indicação absoluta para implantação, dado o valor preditivo negativo moderado e a possibilidade de falsos negativos, particularmente em contextos de privação auditiva prolongada ou excitabilidade

neural reduzida. Assim, recomenda-se que os resultados do eABR sejam integrados com outros testes intraoperatórios disponíveis, como medições de impedância do eletrodo, ECAP/NRT (neural response telemetry), e interpretados em conjunto com os dados clínicos e imagiológicos do doente¹⁹

Como limitações deste trabalho identificamos as seguintes: o número reduzido de casos, a heterogeneidade etiológica e a duração de seguimento variável, o que impede estimativas locais de sensibilidade, especificidade e valores preditivos. Estudos prospectivos multicêntricos, com protocolos de registo harmonizados e análise de covariáveis clínicas (idade, etiologia, duração de surdez) e técnicas (profundidade de inserção, parâmetros de estímulo), serão úteis para refinar a estimativa do VPN. Outros estudos apontam para as mesmas limitações técnicas.^{1-3,5,7-10,13,16,17,19}

Conclusão

Em cenários de incerteza sobre a integridade do nervo coclear na cirurgia de IC, o ANTS oferece uma medida objetiva intraoperatória, que se integra no fluxo da cirurgia. Em dois dos três casos apresentados, a presença de onda V com ANTS associou-se à decisão de colocar IC e a evolução clínica subsequente foi compatível com viabilidade neural. No único caso de ausência de resposta, a decisão cirúrgica foi dependente de uma avaliação holística do caso clínico, optando-se por não colocar o IC. O elevado VPP do ANTS, indica alta probabilidade de haver integridade do nervo auditivo. Em contrapartida, pelo seu VPN moderado, o resultado negativo não exclui completamente o benefício de IC. A decisão cirúrgica deve integrar, para além do resultado do ANTS, a etiologia, a avaliação imagiológica, a duração da surdez, a lateralidade e as expectativas do doente.

Conflito de Interesses

Os autores declaram que não têm qualquer conflito de interesse relativo a este artigo.

Confidencialidade dos dados

Os autores declaram que seguiram os protocolos do seu trabalho na publicação dos dados de pacientes.

Proteção de pessoas e animais

Os autores declaram que os procedimentos seguidos estão de acordo com os regulamentos estabelecidos pelos diretores da Comissão para Investigação Clínica e Ética e de acordo com a Declaração de Helsínquia da Associação Médica Mundial.

Política de privacidade, consentimento informado e Autorização do Comité de Ética

Os autores declaram que têm o consentimento por escrito para o uso de fotografias dos pacientes neste artigo.

Financiamento

Este trabalho não recebeu qualquer contribuição, financiamento ou bolsa de estudos.

Disponibilidade dos Dados científicos

Não existem conjuntos de dados disponíveis publicamente relacionados com este trabalho.

Declaração de IA generativa e tecnologias assistidas por IA no processo de redação

Durante a preparação deste trabalho, os autores não utilizaram ferramentas de IA generativa ou outras tecnologias assistidas por IA no processo de redação.

Referências bibliográficas

1. Medina MM, Polo R, Amilibia E, Roca-Ribas F, Díaz M, Pérez M. et al. Diagnostic accuracy of intracochlear test electrode for acoustic nerve monitoring in vestibular schwannoma surgery. *Ear Hear.* 2020 Nov/Dec;41(6):1648-1659. doi: 10.1097/AUD.0000000000000883.
2. Zanoletti E, Concheri S, Tealdo G, Cazzador D, Di Pasquale Fiasca VM, Franchella S. et al. Cochlear implantation in vestibular schwannoma surgery: diagnostic accuracy analysis of intraoperative monitoring with intracochlear electrode. *Otol Neurotol.* 2025 Apr 1;46(4):437-445. doi: 10.1097/MAO.0000000000004437.
3. Hallin K, Scharf-Morén N. Intraoperative assessment of cochlear nerve function during cochlear implantation using the Auditory Nerve Test Stimulator. *Audiol Res.* 2025 Apr 1;15(2):36. doi: 10.3390/audiolres15020036.
4. Kelly EA, Levine S, Gravel KE, Hart DL, Huang T. Utilization of nerve integrity monitor for promontory stimulation prior to cochlear implant. *Otol Neurotol.* 2018 Feb;39(2):e60-e62.

doi:10.1097/MAO.0000000000001669.

5. Nada N, Kolkaila E, Schendzielorz P, El Mahallawi T. Electrically evoked auditory brainstem response in cochlear implantation: what you need to know (short review). *Egypt J Otolaryngol*. 2022;38:67. doi:10.1186/s43163-022-00259-1

6. Chao X, Luo J, Wang R, Hu F, Wang H, Fan Z. et al. Long-term auditory and speech outcomes of cochlear implantation in children with cochlear nerve aplasia. *Ear Hear*. 2023 May-Jun;44(3):558-565. doi: 10.1097/AUD.0000000000001299.

7. Causon A, O'Driscoll M, Stapleton E, Lloyd S, Freeman S, Munro KJ. Extracochlear stimulation of electrically evoked auditory brainstem responses (eABRs) remains the preferred pre-implant auditory nerve function test in an assessor-blinded comparison. *Otol Neurotol*. 2019 Jan;40(1):47-55. doi: 10.1097/MAO.0000000000002055.

8. Fernández NM, de Paula Vernetta C, Cavallé Garrido L, Díaz Gómez M, Morera Pérez C. Electrically evoked auditory brainstem response over round window by bipolar stimulation. *J Int Adv Otol*. 2018 Dec;14(3):370-374. doi: 10.5152/iao.2018.5046.

9. Sauvaget E, Péréon Y, Nguyen The Tich S, Bordure P. Electrically evoked auditory potentials: comparison between transtympanic promontory and round-window stimulations. *Neurophysiol Clin*. 2002 Sep;32(4):269-74. doi: 10.1016/s0987-7053(02)00308-8.

10. Hosoya M, Nagaoka Y, Wakabayashi T, Shimanuki MN, Nishiyama T, Ueno M. et al. A novel intraoperative continuous monitoring method combining dorsal cochlear nucleus action potentials monitoring with auditory nerve test system. *J Otolaryngol Head Neck Surg*. 2023 Oct 6;52(1):67. doi: 10.1186/s40463-023-00671-4.

11. Wang Y, Pan T, Deshpande SB, Ma F. The relationship between EABR and auditory performance and speech intelligibility outcomes in pediatric cochlear implant recipients. *Am J Audiol*. 2015 Jun;24(2):226-34. doi: 10.1044/2015_AJA-14-0023

12. Kuo SCL, Gibson WPR, Prasher D. The role of the promontory stimulation test in cochlear implantation. *Cochlear Implants Int*. 2002 Mar;3(1):19-28. doi: 10.1179/cim.2002.3.1.19..

13. Lassaletta L, Polak M, Huesers J, Díaz-Gómez M, Calviño M, Varela-Nieto I. et al. Usefulness of electrical auditory brainstem responses to assess the functionality of the cochlear nerve using an intracochlear test electrode. *Otol Neurotol*. 2017 Dec;38(10):e413-e420. doi: 10.1097/MAO.0000000000001584.

14. Gavilán J. Assessing auditory nerve with intracochlear test electrodes and eABR. *MED-EL Professionals Blog* [Internet]. 2017 Oct 4 [citado 2025 Set 21]. Disponível em: <https://blog.medel.pro/surgical/eabr-intracochlear-test-electrode/>

15. Lassaletta L, Calvino M, Díaz M, Morales-Puebla JM, Sánchez-Cuadrado I, Varela-Nieto I. et al. Intraoperative assessment of cochlear nerve functionality in various vestibular schwannoma scenarios: lessons learned. *Hear Res*. 2024 May;446:108997. doi:10.1016/j.heares.2024.108997.

16. Patel NS, Saoji AA, Olund AP, Carlson ML. Monitoring cochlear nerve integrity during vestibular schwannoma microsurgery in real-time using cochlear implant evoked

auditory brainstem response and streaming neural response imaging. *Otol Neurotol*. 2020 Feb;41(2):e201-e207. doi: 10.1097/MAO.0000000000002458.

17. Dahm V, Auinger AB, Honeder C, Riss D, Landegger LD, Moser G. et al. Simultaneous vestibular schwannoma resection and cochlear implantation using electrically evoked auditory brainstem response audiometry for decision-making. *Otol Neurotol*. 2020 Oct;41(9):1266-1273. doi: 10.1097/MAO.0000000000002747.

18. Jabri M, Hamza M, Mourai M, Loudghiri M, Bijou W, Oukessou Y, et al. Intra-operative test electrode and electrical auditory brainstem response prior to cochlear implantation in CHARGE syndrome. *J Clin Images Med Case Rep*. 2024; 5(7): 3174. doi: 10.52768/2766-7820/3174

19. Alzhrani F, Aljazeera I, Abdelsamad Y, Alsanosi A, Kim AH, Ramos-Macias A. et al. International consensus statements on intraoperative testing for cochlear implantation surgery. *Ear Hear*. 2024 Nov-Dec;45(6):1418-1426. doi: 10.1097/AUD.0000000000001526

20. Hosoya M, Nagaoka Y, Wakabayashi T, Shimanuki MN, Nishiyama T, Ueno M. et al. A novel intraoperative continuous monitoring method combining dorsal cochlear nucleus action potentials monitoring with auditory nerve test system. *J Otolaryngol Head Neck Surg*. 2023 Oct 6;52(1):67. doi: 10.1186/s40463-023-00671-4.