



Brazilian Journal of OTORHINOLARYNGOLOGY

www.bjorl.org



ARTIGO ORIGINAL

Use of remote control in the intraoperative telemetry of cochlear implant: multicentric study[☆]



Liege Franzini Tanamati ^{ID a}, Maria Valéria Schmidt Goffi-Gomez ^{ID c,*},
Lilian Ferreira Muniz ^{ID b}, Paola Angélica Samuel ^{ID c},
Gislaine Richter Minhoto Wiemes ^{ID d}, Daniele Penna Lima ^e, Sílvia Badur Curi ^f,
Lucia Cristina Onuki ^{ID f}, Carla Fortunato Queiroz ^{ID d},
Ana Karla Bigois Capistrano ^e, Adriane Lima Mortari Moret ^{ID a},
Márcia Yuri Tsumura Kimura ^g, Valeria Oyanguren ^{ID h} e Herbert Mauch ^{ID h}

^a Universidade de São Paulo (USP) - Campus Bauru, Bauru, SP, Brasil

^b Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife, PE, Brasil

^c Universidade de São Paulo (USP), Faculdade de Medicina, Hospital das Clínicas, São Paulo, SP, Brasil

^d Universidade do Paraná (UFPR), Faculdade de Medicina, Hospital das Clínicas, Curitiba, PR, Brasil

^e Hospital do Coração de Natal, Natal, RN, Brasil

^f Universidade de Campinas (Unicamp), Faculdade de Medicina, Hospital das Clínicas, Campinas, SP, Brasil

^g Politéc Saúde - Representante Cochlear no Brasil, São Paulo, SP, Brasil

^h Cochlear Latin America, Cidade do Panamá, Panamá

Recebido em 20 de outubro de 2017; aceito em 9 de abril de 2018

Disponível na Internet em 29 de junho de 2019

KEYWORDS

Cochlear implant;
Impedance;
Evoked potential;
Telemetry

Abstract

Introduction: The conventional evaluation of neural telemetry and impedance requires the use of the computer coupled to an interface, with software that provides visualization of the stimulus and response. Recently, a remote control (CR220[®]) was launched in the market, that allows the performance of intraoperative tests with minimal instrumentation.

Objective: To evaluate the agreement of the impedance values and neural telemetry thresholds, and the time of performance in the conventional procedure and by the remote control.

Methods: Multicentric prospective cross-sectional study. Intraoperative evaluations of cochlear implants compatible with the use of CR220[®] were included. The tests were carried out in the 22 electrodes to compare the time of performance in the two situations. The agreement of the neural telemetry threshold values obtained from five electrodes was analyzed, and the agreement of impedance was evaluated by the number of electrodes with altered values in each procedure.

DOI se refere ao artigo: <https://doi.org/10.1016/j.bjorl.2018.04.003>

[☆] Como citar este artigo: Tanamati LF, Goffi-Gomez MV, Muniz LF, Samuel PA, Wiemes GR, Lima DP, et al. Use of remote control in the intraoperative telemetry of cochlear implant: multicentric study. Braz J Otorhinolaryngol. 2019;85:502–9.

* Autor para correspondência.

E-mail: valeria.goffi@hc.fm.usp.br (M.V. Goffi-Gomez).

A revisão por pares é da responsabilidade da Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial.

2530-0539/© 2018 Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Results: There were no significant difference between the impedance values. There was a moderate to strong correlation between the electrically-evoked compound action potential thresholds. The mean time to perform the procedures using the CR220 was significantly lower than that with the conventional procedure.

Conclusion: The use of the CR220 provided successful records for impedance telemetry and automatic neural response telemetry.

© 2018 Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. Published by Elsevier Editora Ltda. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

PALAVRAS-CHAVE

Implante coclear;
Impedâncias;
Potencial evocado;
Telemetria

Uso do controle remoto na telemetria intraoperatória do implante coclear: estudo multicêntrico

Resumo

Introdução: A avaliação convencional da telemetria neural e de impedâncias implica o uso do computador acoplado a uma interface, o *software* fornece o estímulo e a visualização das respostas. Recentemente, foi lançado um controle remoto (CR220®), que possibilita testes intraoperatórios com instrumental mínimo.

Objetivo: Avaliar a concordância dos valores das impedâncias e dos limiares da telemetria neural e o tempo de execução no procedimento convencional e pelo controle remoto.

Método: Estudo prospectivo transversal multicêntrico. Foram incluídas as avaliações intraoperatórias de implante coclear compatível com o uso do CR220®. Os testes foram realizados nos 22 eletrodos para comparar os tempos de execução nas duas situações. Foi analisada a concordância dos valores do limiar da telemetria neural obtidos em cinco eletrodos e a concordância das impedâncias foi avaliada pelo número de eletrodos com valores alterados em cada procedimento.

Resultados: Não houve diferença significativa entre as impedâncias. Obteve-se moderada a forte correlação entre os limiares do potencial de ação composto eletricamente evocado. O tempo médio para os procedimentos com o CR220 foi significativamente menor do que com o procedimento convencional.

Conclusão: O uso do CR220 proporcionou registros bem-sucedidos para a telemetria de impedância e a telemetria automática de respostas neurais.

© 2018 Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Introdução

O uso de medidas objetivas no procedimento intraoperatório faz parte da rotina dos programas de implante coclear em todo o mundo. Tais medidas são úteis para a análise de integridade do dispositivo, determinar se há repostas neurais mensuráveis, auxiliam a determinação de prognósticos, contribuem para a escolha de parâmetros de programação do processador de fala, além de representar uma opção para a avaliação de mudanças nas respostas do nervo auditivo ao longo do tempo.¹⁻³

Os procedimentos mais comumente usados no intraoperatório são denominados telemetria de impedâncias e telemetria de respostas neurais. A telemetria de impedância representa a oposição ao fluxo de corrente, dada pelas características do sistema, e a sua medida possibilita a avaliação da integridade eletrônica do sistema implantado. Altas impedâncias podem significar eletrodos partidos, eletrodos sem contato com tecido ou ainda eletrodos fora da cóclea. Impedâncias baixas podem mostrar eletrodos em curto-circuito. Em qualquer das situações, eletrodos com

impedâncias alteradas não devem ser ativados ou usados na medida da resposta neural.^{4,5}

A telemetria de resposta neural (NRT) é uma medida rápida, não invasiva e objetiva da função neural periférica. É uma medida proveniente da estimulação elétrica do nervo auditivo e a resposta obtida reflete o potencial de ação composto eletricamente evocado (ECAP). As respostas têm latência relativamente precoces, geralmente menos do que 0,5 ms. Elas são estimuladas com correntes de pulso bifásico e medidas por um eletrodo adjacente que envia resposta ao processador de fala do IC. O ECAP é caracterizado por um pico negativo (N1) seguido de um pico positivo (P2), a amplitude da resposta entre N1-P2 aumenta com o aumento do nível de corrente. A principal vantagem da medida do ECAP sobre as outras medidas de potenciais evocados é que ela pode ser registrada rapidamente em usuários de IC de qualquer idade sem a aplicação de eletrodos de superfície ou de sedação ou nem mesmo que a criança precise estar quieta.⁶

Tipicamente, os testes são conduzidos por um audiologista experiente com o dispositivo externo, equipamentos e *software* específicos. Recentemente, a Cochlear™

introduziu um assistente remoto CR220[®] capaz de fazer tais mensurações com a vantagem de não necessitar de outros equipamentos, além do dispositivo externo. Além do audiologista encontram-se no centro cirúrgico, médicos, anestesista, instrumentador, neurofisiologista todos com as suas estações de trabalho. Algumas vezes essa dinâmica pode dificultar a circulação na sala e comprometer a agilidade dos trabalhos. O uso de um dispositivo portátil, sem fio e que permite fazer os mesmos procedimentos que uma estação de trabalho maior pode ser muito útil no aprimoramento do espaço físico, além de contribuir para a melhor mobilidade no local, desde que mantenha a mesma qualidade de respostas.⁷

Tavartkiladze et al.⁸ já estudaram ambas as tecnologias para medir os dados do ECAP intraoperatório e concluíram que existe uma redução significativa no tempo da medida dos limiares de ECAP com o uso do dispositivo remoto (CR120[®]). Então, apesar de o tempo de execução do teste com o assistente remoto ser menor, é necessário conhecermos se as medidas por ambos os procedimentos são equivalentes e se existiriam falso-positivos ou falso-negativos, o que exigiria o uso do *software* padrão para a pesquisa avançada do limiar do ECAP.

Pensando na dinâmica de trabalho dos profissionais envolvidos nos programas de implante coclear, este trabalho teve como objetivo avaliar a porcentagem da população implantada que apresenta resposta neural presente em ambos os procedimentos, a concordância dos valores das impedâncias e dos limiares da telemetria neural e o tempo de execução dos testes intraoperatórios feitos na versão atual do assistente remoto CR220 e no *Software Custom Sound[®] EP (CS EP[®])*.

Método

Este estudo foi submetido e ao aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa sob o protocolo CAAE: 43236915.5.1001.0068 e aprovado sob parecer 1.076.661/2015.

Caracterização do estudo e local de feitura

Estudo de corte transversal, multicêntrico, envolveu sete centros de implante coclear de quatro estados brasileiros: São Paulo, Rio Grande do Norte, Paraná e Pernambuco. Desses, seis são hospitais universitários e todos eles têm atendimento pelo Sistema Único de Saúde (SUS).

Crítérios de seleção dos participantes

Não foram estabelecidos critérios de inclusão relativos à faixa etária, considerando as medidas a serem feitas e o dispositivo de estudo, devem e podem ser pesquisadas em qualquer idade. Assim, foram incluídos no estudo crianças, adultos e idosos que se submeteram a cirurgia do implante coclear de setembro de 2014 a março de 2015, que receberam implantes cocleares de marca compatível com o controle remoto em uso neste trabalho.

Caracterização dos participantes

Participaram deste estudo 84 sujeitos, que variaram de dois a 83 anos e com um tempo de privação sensorial auditiva de cinco a 672 meses.

As etiologias das perdas auditivas e os componentes internos implantados encontram-se descritos na [tabela 1](#). O CI 422 foi usado em 54% da amostra e o restante (46%) recebeu o CI 24RE CA ([tabela 1](#)).

Procedimentos de coleta de dados

Para os procedimentos propostos (telemetria de impedância e pesquisa do limiar pela telemetria automática de respostas neurais ? Auto NRT) foram usados os seguintes equipamentos: a unidade de controle remoto denominada CR220[®] ([fig. 1A](#)) e o *software Custom Sound[®] EP* na versão 4.2 acoplado a uma interface de conexão.

Ambos os procedimentos exigem a conexão com o processador de fala (*Nucleus 5*) para a comunicação com a unidade interna. O mesmo processador foi usado em ambas as situações de teste. A comunicação com o processador de fala, no caso do uso do CR220[®] sem fio e da interface de programação, foi feita via cabo ([fig. 1B](#)).

O *software CS EP[®] 4.2* foi usado para a coleta de dados tradicional, ou seja, sem o auxílio da unidade remota. Apesar de não precisar de um *software* para a coleta de dados, o CR220[®] precisava ser acoplado a um computador para a análise quantitativa dos dados obtida, além do armazenamento dos dados.

A telemetria de impedâncias foi coletada em todos os eletrodos ativos e terra e a auto-NRT foi registrada para todos os 22 eletrodos ativos, randomizou-se a ordem de coleta entre dispositivo remoto (CR220[®]) e o equipamento padrão (computador + interface com *software CS EP[®] 4.2*).

O tempo de mensuração/feitura foi coletado a partir do momento em que se ligava o *software* para início da coleta. Para o procedimento padrão não se computou a montagem e conexão da interface e do processador de fala.

Análises dos dados

Seguindo os valores propostos pelo fabricante do implante coclear, os resultados da telemetria de impedâncias foram classificados como⁹ ([fig. 2](#)):

Normal: valores entre 0,565 kOhms ($k\Omega$) e 30 kOhms ($k\Omega$)

Circuito aberto (*High Impedances* – HI): valores superiores a 30 kOhms ($k\Omega$)

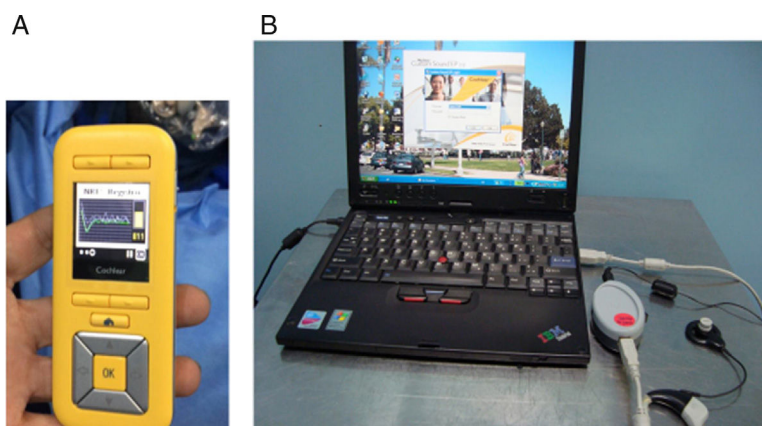
Curto circuito (*Short Circuit* – SC): valores inferiores a 0,565 kOhms ($k\Omega$)

Após a importação dos dados do CR220[®] para o *software Custom Sound[®]*, foram coletados os valores e foi feita a comparação estatística entre os valores de impedância dos eletrodos E22, E16, E11, E6 e E1, expressa em kOhms, entre os dois procedimentos de coleta.

Foi avaliada a presença ou ausência das respostas neurais em todos os eletrodos em ambos os procedimentos e os valores dos limiares da resposta neural, expressa em unidade de

Tabela 1 Dados demográficos da população estudada com etiologia da perda auditiva e modelo da unidade interna do implante coclear na população estudada

	AdultosN (%)	CriançasN (%)	TotalN (%)
Etiologia			
Idiopática	8 (9,5)	22 (26,2)	30 (35,7)
Idiopática progressiva	15 (17,8)	2 (2,4)	17 (20,2)
Meningite	3 (3,6)	3 (3,6)	6 (7,1)
Genética	0	4 (4,8)	4 (4,8)
Citomegalovirus	1 (1,2)	3 (3,6)	4 (4,8)
Síndromes	3 (3,6)	1 (1,2)	4 (4,8)
Congênita	0	3 (3,6)	3 (3,6)
Rubéola	2 (2,4)	1 (1,2)	3 (3,6)
Hipoplasia VIII nervo	0	3 (3,6)	3 (3,6)
Otosclerose	2 (2,4)	0	2 (2,4)
Hipóxia	0	2 (2,4)	2 (2,4)
Prematuridade	0	2 (2,4)	2 (2,4)
Traumática	1 (1,2)	0	1 (1,2)
Ototoxicidade			
Toxoplasmose	0	1 (1,2)	1 (1,2)
Caxumba	1 (1,2)	0	1 (1,2)
Modelo da unidade interna			
CI 24RE CA	17 (20,2)	22 (26,2)	39 (46,4)
CI 422	19 (22,6)	26 (30,9)	45 (53,6)
TOTAL	36 (42,8)	48 (57,1)	84 (100)

**Figura 1** A, Unidade de controle remoto denominada CR220®. B, Conjunto formado pelo *software* e interface de programação foi feita via cabo.

corrente (UC) foram comparados entre os procedimentos de coleta nos eletrodos E22, E16, E11, E6 e E1. Além disso, foi anotado e comparado o tempo de mensuração/feitura dos testes via CR220® e via Custom Sound® EP.

Para a comparação dos níveis de impedância, foi o usado o teste *t* pareado com $p > 0,05$; para a comparação entre os limiares do ECAP foi aplicado o teste de correlação de Pearson e para a comparação do tempo de registro dos procedimentos foi usado o teste *t* pareado com $p > 0,01$.

Resultados

Impedância dos eletrodos

Considerando os 22 eletrodos, o número de registros obtidos no teste de telemetria de impedância totalizou 3.690,

1.845 registros obtidos via CR220® e 1.845 via CS EP®. Devido à inserção parcial, foram observados três eletrodos extracocleares, os quais não geram medidas válidas de telemetria. Assim, dos 3.696 registros, excluíram-se três medidas de cada condição (via CR220® e via CS EP®), total de 3.690 registros. Dos 3.690 registros, 99,4% (3.674) apresentaram valores de impedância dentro dos limites de normalidade. Em relação aos 16 registros considerados alterados, obtiveram-se nove registros de eletrodos em SC por apresentaram valores de impedância abaixo dos valores de normalidade.

Nos demais registros alterados, obtiveram-se sete registros de eletrodos em HI por apresentarem valores de impedância acima dos valores de normalidade. A [tabela 2](#) mostra a distribuição dos registros alterados de impedância por sujeito em função da mensuração via CR220® e via CS EP®.

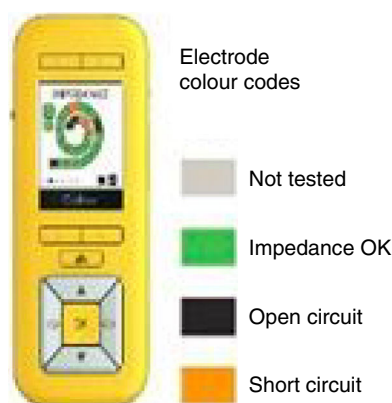


Figura 2 Informação disponível no assistente remoto após a avaliação das impedâncias a informação sobre o *status* dos eletrodos.

Em relação aos registros de impedâncias alteradas, houve uma discordância na detecção de uma impedância alta detectada apenas via CS EP® e uma impedância baixa detectada apenas via CR220®.

Em relação aos valores das impedâncias medidos em kOhms, não houve diferença estatisticamente significativa entre os valores obtidos via CR220® e via CS EP® (tabela 3).

Auto-NRT

Foram analisados os limiares da resposta neural obtida em cinco eletrodos. Dez registros correspondentes a dois

pacientes não puderam ser analisados devido à perda de dados durante a transferência do CR220® para o computador e três eletrodos de um mesmo paciente não foram mensurados por se tratar de uma inserção parcial, total de 814 registros, 407 obtidos em cada procedimento.

Nas mensurações obtidas via CR220®, houve presença de respostas do ECAP em 351 registros, enquanto que via CS EP® houve presença de respostas do ECAP em 361 registros (tabelas 4 e 5).

Em relação aos limiares do ECAP, encontrou-se moderada a forte correlação entre os limiares obtidos via CR220® e o CS EP® para os eletrodos avaliados E22, E16, E11, E6 e E1 (fig. 3).

Tempo de feitura dos testes

A duração média de feitura dos procedimentos (telemetria de impedância e telemetria de respostas neurais) via CR220® correspondeu a 5,42 minutos e para o *software* CS EP®, a 7,39 minutos. Essa diferença foi estatisticamente significativa. A análise obtida por modelo de dispositivo também evidenciou diferença estatisticamente significativa no tempo de feitura dos procedimentos. Tanto para o modelo Nucleus 422 como para o *Nucleus Freedom* (CI24RE CA), a duração dos procedimentos foi significativamente menor via CR220® (tabela 6).

Tabela 2 Descrição do status dos eletrodos, representado pelos valores de impedâncias, registrados pelo *Custom Sound* (procedimento padrão) e pelo CR220 (assistente remoto)

	Custom Sound® n (%)	CR220® n (%)	Total n (%)
<i>Normal</i>	1.837 (99,40%)	1.837 (99,40%)	3.674 (99,40%)
<i>Impedância alta (HI)</i>			7
Coincidente	3 (0,16%)	3 (0,16%)	(0,19%)
Discordante	1 (0,05%)	0 (0%)	
<i>Impedância baixa (SC)</i>			9
Coincidente	4 (0,22%)	4 (0,22%)	(0,24%)
Discordante	0 (0%)	1 (0,05%)	
<i>Eletrodos extracocleares (inserção parcial)</i>	3 (0,16%)	3 (0,16%)	6 (0,16%)
<i>Total</i>	1848 (100%)	1848 (100%)	3696 (100%)

Tabela 3 Comparação entre os valores de Impedâncias (kOhms) registrados pelo *Custom Sound*® (Procedimento padrão) e pelo CR220® (assistente remoto)

	Custom Sound® Média (DP)	CR220® Média (DP)	p
E1	8,70 (3,73)	8,34 (3,69)	0,562
E6	8,64 (3,88)	8,32 (3,75)	0,590
E11	8,81 (3,80)	8,56 (3,54)	0,695
E16	9,36 (3,88)	9,23 (3,46)	0,864
E22	12,38 (4,76)	11,67 (4,05)	0,336

DP, desvio-padrão.

p > 0,05 (teste t parado).

Tabela 4 Comparação da presença de resposta neural registrada pelo Custom Sound® (Procedimento padrão) e pelo CR220® (assistente remoto)

	Custom Sound® N (%)	CR220® N (%)
Presença	361 (88.69)	351 (86,24)
Ausência	46 (11.31)	56 (13.76)

Discussão

Dentre os 84 participantes dessa amostra, alguns tinham perda auditiva causada por etiologias que podiam levar a ossificação coclear e talvez por essa razão três eletrodos de um mesmo paciente não foram mensurados por se tratar de uma inserção parcial que interfere no número de registros obtidos na auto-NRT.

Outro fator de exclusão de resultados nesta amostra foi o não aproveitamento de registros referente a dois pacientes por perda dos dados a serem analisados armazenados no CR220® na passagem para o computador. Apesar de o CR220® ser um dispositivo de fácil manuseio e transporte é preciso ressaltar que não permite visualização numérica dos dados com facilidade, o que implica a necessidade de exportação dos dados para análise posterior em um computador.

Ao analisar a telemetria de impedâncias, constatou-se que não houve diferença estatisticamente significativa entre os valores obtidos via CR220® e via CS EP® quando considerados os valores de impedância dos eletrodos medidos em kOhms. No entanto, alguns sujeitos apresentaram eletrodos em circuito aberto (HI) ou em curto circuito (SC) e nessas situações, majoritariamente, os eletrodos alterados detectados via CR220® também foram detectados via CS EP®, o

Tabela 6 Tempo médio (em minutos) para feitura dos procedimentos via CR220® e CS EP® para os dois modelos de eletrodos (CI 422 e CI 24RE CA)

	CR220®	CS EP®
	Média (± DP) (em minutos)	
CI 422	5,20 ± 1,39 ^a	7,75 ± 4,00
CI 24RE CA	5,68 ± 3,00 ^a	6,98 ± 2,65
Total	5,42 ± 2,28 ^a	7,39 ± 3,44

DP, desvio-padrão.

^a p < 0,001 – estatisticamente significativa (teste t pareado).

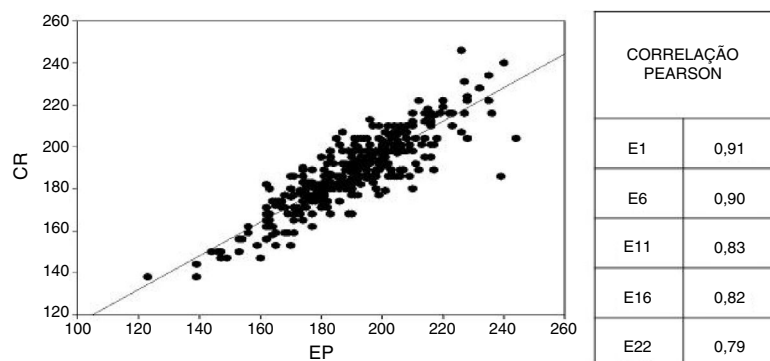
que corrobora a ideia de similaridade de funcionamento dos dois dispositivos para a feitura da telemetria de impedâncias. A preocupação com a randomização da ordem de feitura das avaliações no momento intraoperatório se deveu a que os valores de impedâncias tendem a abaixar após o uso e a passagem constante de corrente pelo eletrodo.¹⁰ A discordância encontrada na detecção de impedância alta pode ser devido a bolha de ar, que no reteste com o outro procedimento tenha se dissipado.⁵ Entretanto, um eletrodo com impedância alterada não afeta o andamento ou a conduta no momento intraoperatório e pode ser clinicamente contornado na programação do processador de fala.

Em relação aos limiares do ECAP, de maneira geral, encontrou-se moderada a forte correlação entre os limiares obtidos via CR220® e o CS EP® para os eletrodos avaliados. As diferenças encontradas para o RE CA: nos eletrodos E1 e E6, clinicamente não são representativas, porém essas diferenças podem ser creditadas a diferenças nos algoritmos usados para a auto-NRT (*expert system*) no CS EP®

Tabela 5 Comparação dos limiares da resposta neural (em unidade de corrente – UC) registrados pelo Custom Sound® (procedimento padrão) e pelo CR220® (assistente remoto)

	Custom Sound® Média (DP)	CR220® Média (DP)	p
E1	196,01 (21,88)	193,30 (19,54)	0,028
E6	196,68 (17,67)	194,99 (16,88)	0,016
E11	192,79 (14,01)	193,38 (14,68)	0,235
E16	184,65 (19,57)	184,34 (18,18)	0,249
E22	182,19 (20,74)	179,21 (15,39)	0,191

DP, desvio-padrão.

**Figura 3** Correlação entre os limiares do ECAP medidos via CR220® e Custom Sound® EP em todos os eletrodos coletados.

e para no CR220® (*decision tree*). Um trabalho feito com 130 sujeitos, com os mesmos dispositivos (CR220® e CS EP®) para a obtenção de ECAP, obteve forte correlação ($r = 0,90$ e $0,97$, respectivamente) entre os resultados.¹¹ O número maior de ausência de respostas com o controle remoto poderia sugerir que nessas situações seria necessária a confirmação da resposta neural pelo procedimento-padrão que permite o uso de parâmetros avançados de estimulação, como o aumento de largura de pulso ou do número de promediações.

Analisando o tempo de registro, a duração média dos procedimentos (telemetria de impedâncias e telemetria de respostas neurais) via CR220® correspondeu a 5,42 minutos e para o *software* CS EP®, a 7,39 minutos, com diferença estatisticamente significativa. A análise obtida por modelo de dispositivo, comparando-se os testes nos pacientes implantados com o Nucleus CI 422 e com o *Nucleus Freedom* (CI24RE CA), a duração dos procedimentos foi menor via CR220®, com diferença estatisticamente significativa no tempo dos procedimentos.

Ambas as tecnologias já foram estudadas por Tavartkiladze et al.⁸ para medir os dados do ECAP intraoperatório. Os autores coletaram a medida de 81 crianças e encontraram que o tempo médio para a medida do limiar do ECAP com o *software* Custom Sound® foi de 6,2 minutos ($DP \pm 1,0$) vs. 4,8 minutos ($DP \pm 0,7$) para o dispositivo remoto (CR120®). Os limiares de ECAP medidos com o *software* Custom Sound® e o CR120® tiveram uma correlação média (*Pearson product-moment correlation coefficient*) para todos os eletrodos de $0,92$ ($p < 0,01$); com uma média de diferença absoluta de seis unidades de corrente ($DP \pm 6$). Eles concluíram que existe uma redução significativa no tempo da medida dos limiares de ECAP com o uso do dispositivo remoto (CR120®). Além disso, houve equivalência nos valores dos limiares medidos com o CR120® e com o *software* convencional (Custom Sound®).

Em estudo com 12 pacientes¹² os autores obtiveram registros bem-sucedidos, sem intercorrências e duração do teste de aproximadamente quatro minutos. Em amostra de 130 pacientes¹³ obteve-se tempo médio durante os procedimentos correspondente a 7,4 minutos ($DP = 1,9$) e 5,4 minutos ($DP = 1,0$) para o CS EP® e CR220® respectivamente. Esses dados mostram que o CR220 propiciou uma diminuição de 22% no tempo intraoperatório comparado ao método convencional ($p < 0,001$). Em nosso estudo, não avaliámos o tempo de traslado até o centro cirúrgico ou o tempo de espera, somente o tempo de medida. Entretanto, Tavartkiladze et al.¹¹ avaliaram tempo de traslado, preparo do equipamento, espera, medidas, guardar o equipamento e tempo de espera. Para os autores, se considerarmos uma clínica com 100 cirurgias por ano, o tempo economizado no teste intraoperatório significa que o audiologista pode usar o tempo correspondente a dois meses na clínica em vez de na ida, vinda e espera improdutivo no centro cirúrgico.

Humphries et al.¹² e Olusesi et al.¹³ também apontaram que o controle remoto pode ser facilmente usado pelos cirurgiões e assistentes, sem a necessidade do audiologista na sala de operação.

A avaliação das impedâncias e do limiar da resposta neural não são os mais importantes, mas são os únicos testes possíveis no momento intraoperatório.^{6,14-17} Portanto, os

resultados deste estudo não indicam a substituição do Custom Sound® EP pelo CR220®, porém demonstram ser uma opção efetiva e rápida para os testes básicos durante a cirurgia de implante coclear, nas situações em que não for possível a presença do audiologista na sala de operação.

Conclusão

O uso do CR220® proporcionou registros bem-sucedidos para a telemetria de impedância e a telemetria automática de respostas neurais.

Não houve diferença estatisticamente significativa entre os valores de impedância obtidos via CR220® e via CS EP® 4.2.

Quanto ao auto-NRT, obteve-se moderada a forte correlação entre os limiares do ECAP obtidos via CR220® e via CS EP®. Um número maior de registros com ausência de ECAP foi encontrado para o CR220®. A média de tempo para a feitura dos procedimentos com o CR220® foi significativamente menor do que com o uso do Custom Sound® EP.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse e que não receberam qualquer bonificação, auxílio ou honorário.

Valeria Oyanguren, Herbert Mauch e Marcia Kimura têm vínculo empregatício com a empresa de implantes cocleares responsável pela tecnologia usada no estudo. Maria Valéria Schmidt Goffi-Gomez presta serviços de consultoria técnica para a mesma empresa.

Agradecimento

A Flavia Cintra pela cuidadosa análise estatística dos dados.

Referências

1. Abbas PJ, Brown CJ, Hughes ML, Gantz BJ, Wolaver AA, Gervais JP, et al. Electrically evoked compound action potentials recorded from subjects who use the nucleus CI24M device. *Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl.* 2000;185:6-9.
2. Tanamati LF, Bevilacqua MC, Costa OA. Longitudinal study of the ecap measured in children with cochlear implants. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2009;75:90-6.
3. Telmesani LM, Said NM. Electrically evoked compound action potential (ECAP) in cochlear implant children: changes in auditory nerve response in first year of cochlear implant use. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2016;82:28-33.
4. Shallop JK, Facer GW, Peterson A. Neural response telemetry with then nucleus CI24M cochlear implant. *Laryngoscope.* 1999;109:1755-9.
5. Muniz LF, Goffi-Gomez MVS, Peralta CGO. Principios da atuação fonoaudiológica com implante coclear. *Tratado de Otorrinolaringologia*, vol. 35. São Paulo: Editora Roca; 2011. p. 439-56.
6. Hughes ML, Brown CJ, Abbas PJ, Wolaver AA, Gervais JP. Comparison of EAP thresholds with MAP levels in the Nucleus 24 cochlear implant: data from children. *Ear Hear.* 2000;21:164-74.
7. Botros A, Banna R, Maruthurkara S. The next generation of Nucleus® fitting: a multiplatform approach towards universal cochlear implant management. *Int J Audiol.* 2013;52:485-94.

8. Tavartkiladze G, Bakhshinyan V, Irwin C. Evaluation of new technology for intraoperative evoked compound action potential threshold measurements. *Int J Audiol*. 2015;54:347–52.
9. Cochlear Corporation. Technical reference manual: Nucleus CI24RE(CA) Surgeon's guide. Cochlear Corporation; 2014. p. 5–31.
10. Hughes ML, Vander Werff KR, Brown CJ, Abbas PJ, Kelsay DM, Teagle HF, et al. A longitudinal study of electrode impedance, the electrically evoked compound action potential, and behavioral measures in nucleus 24 cochlear implant users. *Ear Hear*. 2001;22:471–86.
11. Tavartkiladze G, Bakhshinyan V, Irwin C, Rose S. Implications for clinical cost effectiveness using new intraoperative measuring technology. In: Poster presented at 13th international conference on cochlear implants and other implantable auditory technologies, vol. P2. 2014. p. 2–12.
12. Humphries J, Ramsden JD, Kirkegard C. Clinical experience with the CochlearTM CR220[®] Intraoperative remote assistant. In: Poster presented at 13th international conference on cochlear implants and other implantable auditory technologies, vol. P2. 2014. p. 3–8.
13. Olusesi AD, Olubi O, Irwin C, Licari R. Intraoperative cochlear implant diagnostics with the handheld CR220[®] Remote Assistant. In: Poster presented at 13th international conference on cochlear implants and other implantable auditory technologies, vol. P2. 2014. p. 4–35.
14. Abbas PJ, Hughes ML, Brown CJ, Miller CA, South H. Channel interaction in cochlear implant users evaluated using the electrically evoked compound action potential. *Audiol Neurotol*. 2004;9:203–13.
15. Hughes ML, Abbas PJ. Electrophysiologic channel interaction, electrode pitch ranking, and behavioral threshold in straight versus perimodiolar cochlear implant electrode arrays. *J Acoust Soc Am*. 2006;119:1538–47.
16. Goffi-Gomez MV, Abdala CF, Peralta CG, Tsuji RK, de Brito Neto RV, Bento RF. Neural response telemetry in patients with the double-array cochlear implant. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2010;267:515–22.
17. Mittmann P, Rademacher G, Mutze S, Hassepas F, Ernst A, Todt I. Evaluation of the relationship between the NRT-ratio, cochlear anatomy, and insertions depth of perimodiolar cochlear implant electrodes. *Biomed Res Int*. 2015:706253.