

Protocolo de avaliação da localização sonora

Evaluation protocol of sound localization

Maria Conceição Peixoto • Cristina Miranda • Mafalda Bento • Susana Oliveira • Victor Correia Silva

RESUMO

Objetivo: Explorar os testes de avaliação de localização sonora e apreciar a sua utilização na prática clínica diária.

Desenho do Estudo: estudo prospectivo.

Material e método: Os autores propõem um protocolo de avaliação de localização sonora para doentes candidatos a implante auditivo, com o intuito de avaliar a integração da informação binaural. Foram utilizadas sete colunas, dispostas em um raio de 180°, separadas por um ângulo de 30° entre elas. Um warble tone de 1000 Hz a 60dB SPL foi apresentado aleatoriamente nas colunas.

Resultados: O resultado obtido é o erro médio e o erro global. São avaliadas 3 condições clínicas.

Conclusão: Embora ainda em fase experimental e com possibilidade de ajustes, considera-se que esta avaliação, aliada ao estudo da discriminação da fala no ruído, permitirá compreender a integração da informação auditiva dos doentes com implantes auditivos e avaliar a sua real integração binaural.

Palavras-chave: localização sonora, diagnóstico, protocolo

ABSTRACT

Objective: To explore evaluation tests of the sound localization and to appreciate their use in daily clinical practice.

Study Design: prospective study.

Material and methods: The authors propose a protocol for the evaluation of sound localization for patients proposed to auditory implantation, in order to evaluate the integration of binaural information. Seven loudspeakers were used, arranged in a radius of 180°, separated by an angle of 30° between them. A 1000Hz warble tone was randomly presented at 60dB SPL from the loudspeakers.

Results: The result obtained is the mean error and the overall error. Three clinical conditions were evaluated.

Conclusion: Although still in an experimental phase and with possibility of adjustments, it is considered that this evaluation, together with the study of speech discrimination in noise, will allow to understand the integration of hearing information in patients with auditory implants and to evaluate its real binaural integration.

Keywords: sound localization, diagnosis, protocol

INTRODUÇÃO

A reabilitação auditiva tem evoluído de uma forma muito significativa. Dispomos, na atualidade de uma vasta gama de implantes auditivos, para além de um alargamento significativo nas indicações do implante coclear¹.

Os implantes ativos de ouvido médio permitem restabelecer a audição do ouvido implantado e permitem resolver alguns dos problemas das próteses auditivas convencionais, como o feedback, distorção de sinal, ganho insuficiente nas altas frequências, podendo também ser uma boa indicação nos casos de otite externa persistente, oclusão do conduto auditivo externo e intolerância aos moldes auditivos. Estão entre os mais utilizados o Vibrant Soundbridge®, Med-El, Austria; o Esteem®-Hearing Implant™, Envoy Medical Corporation, Saint Paul, MN, USA e Cochlear™ Carina® System, Cochlear Limited, Sidney, Australia^{1,2}.

No que se refere ao implante coclear, sabemos que o alargamento das indicações para implantação bilateral nos doentes com surdez severa a profunda bilateral, reflete as dificuldades dos doentes anteriormente implantados apenas unilateralmente, particularmente na discriminação da fala no ruído e nas fracas capacidades de localização. Paralelamente, a indicação para implantação dos doentes com surdez unilateral parece representar a resolução das

Maria Conceição Peixoto

Assistente Hospitalar de ORL – Hospital CUF Porto

Cristina Miranda

Audiologista – Hospital CUF Porto

Mafalda Bento

Audiologista – Hospital CUF Porto

Susana Oliveira

Audiologista – Hospital CUF Porto

Victor Correia Silva

Director do Serviço de ORL – Hospital CUF Porto

Correspondência:

Maria Conceição Peixoto
saopeixoto@gmail.com

Artigo recebido a 15 de Julho 2018. Aceite para publicação a 07 de Fevereiro de 2019.

mesmas dificuldades nesses doentes. Esta condição parece ser uma oportunidade única de investigação da capacidade dos doentes integrarem os inputs auditivos recebidos pelos dois ouvidos numa configuração electroacústica³. Se é certo que no caso dos implantes ativos do ouvido médio a utilização de uma estimulação acústica facilitaria esta integração, também é certo que o real benefício na sua contribuição para uma verdadeira binauralidade está pouco estudada.

A competência de localizar corretamente os sons é uma característica importante do sistema auditivo, que reflete a capacidade de obter pistas binaurais do som captado. Esta informação binaural é essencial em condições auditivas exigentes, nomeadamente na presença de ruído e de reverberação, permitindo ao ouvinte identificar mais rapidamente o interlocutor dentro de um grupo de diferentes comunicadores^{3,4}.

Estas pistas são particularmente importantes para os usuários de implante coclear, uma vez que a natureza eléctrica do sinal reduz muitas das possíveis pistas, como o pitch vocal^{3,4}.

Na literatura estão descritos vários protocolos de avaliação do benefício de estimulação binaural, embora muitos deles sejam sobretudo de investigação científica e pouco executáveis na prática clínica, dado o escasso tempo de avaliação disponível e, muitas vezes, as limitações das condições físicas espaciais.

O objetivo deste trabalho é apresentar um protocolo de avaliação da localização do som em doentes usuários de implantes auditivos e considerar o valor da sua utilização na prática clínica diária. A ideia base é apresentar o protocolo implementado no departamento de forma que possa ser utilizado por outros departamentos para que os resultados de diferentes estudos sejam comparáveis.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi criado um protocolo procurando ajustá-lo à prática clínica. Foram utilizadas sete colunas (numeradas de 1 a 7), dispostas em um raio de 180°, separadas por um ângulo de 30° entre elas, colocadas a 1 metro do doente, que se posiciona de frente para a semicircunferência de colunas sobre uma linha imaginária que une a coluna colocada no azimute 0° e no azimute 180° (figura 1). Um tom de frequência modulada ou um warble tone de 1000 Hz a 60dB SPL foi apresentado aleatoriamente nas colunas e o doente deve indicar qual é a coluna que apresenta o som (tabela 1). Para as crianças foi criada uma lista de onomatopeias que são apresentadas da mesma forma. O resultado obtido é um erro médio, calculado através da diferença angular da coluna que apresenta o som e a coluna que foi indicada pelo doente; e um erro global, que é o somatório das diferenças angulares entre cada conjunto avaliado (tabela 2).

São avaliadas 3 condições clínicas:

Condição 1 – Sem implante auditivo (pré-operatoriamente) e/ou com o implante auditivo desligado (pós-operatoriamente);

Condição 2 – Com o implante auditivo ligado e mascaramento no ouvido contralateral;

Condição 3 - Condição binaural: implante auditivo ligado e ouvido contralateral sem mascaramento, portanto na melhor condição auditiva.

RESULTADOS

O protocolo criado é apresentado na figura 1 e nas tabelas 1 e 2.

FIGURA 1

Disposição esquemática das colunas de som relativamente à posição do doente.

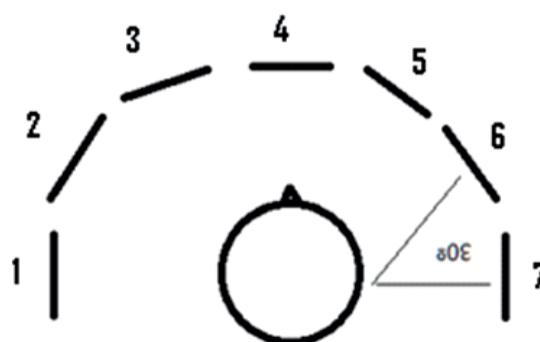


TABELA 1

Esquema de apresentação dos estímulos

Estímulo Apresentado da Coluna		
Coluna	Modelo 1	Modelo 2
	1	7
	5	3
	7	1
	3	5
	6	2
	4	4
	2	6

TABELA 2

Tabela de registo dos resultados

Condição 1 – Implante Desligado								
Estímulo	Resposta							Erro (0°)
	1	2	3	4	5	6	7	
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
Erro (0°)								

Condição 2 - Implante Ligado com Mascaramento Contralateral								
		Resposta						
	Estímulo	1	2	3	4	5	6	7
	1							
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
	7							
	Erro (0°)							

Condição 3 - Binauralidade								
		Resposta						
	Estímulo	1	2	3	4	5	6	7
	1							
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
	7							
	Erro (0°)							

DISCUSSÃO

Quando estão presentes duas vias auditivas com duas cócleas funcionantes, são utilizadas as diferenças interaurais de tempo e intensidade para calcular as coordenadas e localizar o som correctamente. Para as frequências abaixo do 800Hz, o sistema auditivo apoia-se sobretudo nos atrasos de fase causados pelas diferenças interaurais de tempo. As frequências acima dos 1600Hz dependem sobretudo das diferenças interaurais de intensidade. Ambos os fenómenos são usados na zona de transição entre os 800Hz e os 1600Hz^{3,4}.

Uma questão pertinente, perante o extenso desenvolvimento tecnológico nos implantes auditivos, é se serão capazes de reabilitar a via auditiva de forma a permitir utilizar estas pistas interaurais.

Os autores procuram com este protocolo de avaliação da localização sonora, nos doentes usuários de implantes auditivos, determinar se existe um benefício mensurável numa tarefa de identificação sonora, ou seja, de precisão de localização, utilizando para isso a comparação entre os erros global e médio pré e pós-implantação.

Existem vários estudos que avaliam e comparam a eficácia dos implantes cocleares e outros tratamentos na reabilitação da localização sonora. Esses estudos são particularmente interessantes nos doentes implantados bilateralmente e nos doentes implantados com surdez unilateral^{5,6,7,8,9}.

No entanto, diferentes protocolos têm sido implementados para essa avaliação. Por exemplo, Arndt et al apresentam um estudo, cujo esquema é muito semelhante ao utilizado no departamento, utilizando 7 colunas em semicírculo em frente ao doente; separadas por intervalo de 30°; Firszt et al., utilizaram 15 colunas organizadas em arco; separadas por 10° e Tavora-Vieira et al. apresentam um esquema 13 colunas em semicírculo em frente ao doente; separadas por intervalo de 10°^{10,11,12}. Para além de diferentes disposições das colunas ou fontes sonoras, foram também utilizadas diferentes intensidades e frequências de teste. O parâmetro mais estável entre os diversos estudos é a medida de outcome. Aqui, embora diferentes variáveis sejam calculadas e apresentadas, a medida de outcome mais comumente usada é o erro de localização, que corresponde à diferença (em graus) entre a fonte de localização do som e a fonte identificada pelo doente^{8,9,10,11,12}.

Esta disparidade de critérios não permite uma uniformização dos resultados entre os diversos estudos publicados e a elaboração de conclusões mais fortes e concisas.

Os autores têm noção que o protocolo, pela sua simplicidade, apresenta limitações. Desde logo o uso de uma frequência única - 1000Hz, pois é conhecido desde os estudos clássicos de Mills, que o ângulo auditivo mínimo (minimum audible angle - MAA) é influenciado pela frequência utilizada. Nesses estudos, Mills demonstra que o MAA era mais pequeno, ou seja melhor, para as frequências abaixo dos 1500 Hz e acima dos 2000Hz, sendo mais largo, ou seja pior, entre estas frequências^{4,13}.

Outro aspecto a ter em conta neste protocolo é a origem do estímulo sonoro. Mills também encontrou que o MAA era mais agudo (aproximadamente 1-2°) quando a fonte sonora estava directamente em frente à cabeça, e que aumenta dramaticamente para valores muito elevados quando a fonte está localizada lateralmente. Isto ocorre porque pequenas mudanças na localização anterior da fonte sonora resulta em mudanças grandes das diferenças interaurais; contudo quando ambas as fontes sonoras estão localizadas a um lado da cabeça, as diferenças interaurais permanecem largamente as mesmas apesar das mudanças relativamente grandes do ângulo entre as colunas. Pode assim criar-se um cone de confusão, de um dos lados da cabeça, no qual qualquer diferença interaural não variam quando a fonte sonora muda de localização^{4,13}. Assim o erro de identificação entre o conjunto coluna 4- coluna 3 pode ter um peso diferente do erro entre a coluna 6- coluna 7, sendo em ambos os casos considerado um erro de 30°. Tendo naturalmente em atenção estes aspectos, os autores propõem a utilização do protocolo na prática clínica diária, avaliando as capacidades de localização pré-operatoriamente, fazendo parte da avaliação pré-operatória de qualquer doente proposto para implantação auditiva, e a sua comparação com a avaliação pós-implantação. Em conjunto com a avaliação da discriminação da fala no ruído, procurou-se avaliar as capacidades de integração da informação binaural.

CONCLUSÕES

A avaliação da melhoria da capacidade de localização sonora após implantação auditiva é uma importante referência no que concerne à avaliação do ganho auditivo efectivo proporcionado pelo implante auditivo. Um protocolo estandardizado e exequível na prática clínica diária é necessário para uma avaliação consistente.

Protecção de pessoas e animais

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

Confidencialidade dos dados

Os autores declaram ter seguido os protocolos do seu centro de trabalho acerca da publicação dos dados de doentes.

Conflito de interesses

Os autores declaram não ter nenhum conflito de interesses relativamente ao presente artigo.

Fontes de financiamento

Não existiram fontes externas de financiamento para a realização deste artigo.

Referências bibliográficas:

1. Bittencourt AG, Burke PR, Jardim IS, Brito R, Tsuji RK, Fonseca ACO, et al. Implantable and Semi-Implantable Hearing Aids: A Review of History, Indications, and Surgery. *Int Arch Otorhinolaryngol*. 2014 Jul;18(3):303-10.
2. Bruschini L, Forli F, Santoro A, Bruschini P, Berrettini S. Fully implantable Otologics MET Carina™ device for the treatment of sensorineural hearing loss. Preliminary surgical and clinical results. *Acta Otorhinolaryngol Ital*. 2009 Apr;29(2):79-85.
3. Kerber IS, Seeber IBU. Sound localization in noise by normal-hearing listeners and cochlear implant users. *Ear Hear*. 2012 Jul-Aug;33(4):445-57.
4. Akeroyd MA. An Overview of the Major Phenomena of the Localization of Sound Sources by Normal-Hearing, Hearing-Impaired, and Aided Listeners. *Trends Hear*. 2014 Dec 9;18: 1-7.
5. Grieco-Calub TM, Litovsky RY. Sound localization skills in children who use bilateral cochlear implants and in children with normal acoustic hearing. *Ear Hear*. 2010 Oct;31(5):645-56.
6. Litovsky RY, Parkinson A, Arcaroli J, Peters R, Lake J, Johnstone P, et al. Bilateral cochlear implants in adults and children. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 2004 May;130(5):648-55.
7. Seeber BU, Baumann U, Fastl H. Localization ability with bimodal hearing aids and bilateral cochlear implants. *J Acoust Soc Am*. 2004 Sep;116(3):1698-709.
8. Van Hoesel RJM, Tyler RS. Speech perception, localization, and lateralization with bilateral cochlear implants. *J Acoust Soc Am*. 2003 Mar;113(3):1617-30.
9. Wightman FL, Wightman FL. The dominant role of low-frequency interaural time differences in sound localization. *J Acoust Soc Am*. 1992 Mar;91(3):1648-61.
10. Arndt S, Aschendorff A, Laszig R, Beck R, Schild C, Kroeger S, et al. Comparison of pseudobinaural hearing to real binaural hearing rehabilitation after cochlear implantation in patients with unilateral deafness and tinnitus. *Otol Neurotol*. 2011 Jan;32(1):39-47.
11. Firszt JB, Holden LK, Reeder RM, Cowdrey L, King S. Cochlear implantation in adults with asymmetric hearing loss. *Ear Hear*. 2012 Jul-Aug;33(4):521-33.
12. Tavora-Vieira D, De Ceulaer G, Govaerts PJ, Rajan GP. Cochlear Implantation improves localization ability in patients with unilateral deafness. *Ear Hear*. 2015 May-Jun;36(3):e93-8.
13. Mills AW. On the minimum audible angle. *J Acoust Soc Am*. 1958 Apr;30(4): 237-46.