



Brazilian Journal of OTORHINOLARYNGOLOGY

www.bjorl.org



ARTIGO ORIGINAL

Preoperative vestibular assessment protocol of cochlear implant surgery: an analytical descriptive study[☆]



Roseli Saraiva Moreira Bittar, Eduardo Setsuo Sato*,
Douglas Jósimo Silva Ribeiro e Robinson Koji Tsuji

Universidade de São Paulo (USP), Escola de Medicina, Departamento de Otorrinolaringologia, São Paulo, SP, Brasil

Recebido em 2 de julho de 2015; aceito em 20 de junho de 2016

Disponível na Internet em 10 de agosto de 2017

KEYWORDS

Cochlear implant;
Vestibular function;
Preoperative
diagnosis

Abstract

Introduction: Cochlear implants are undeniably an effective method for the recovery of hearing function in patients with hearing loss.

Objective: To describe the preoperative vestibular assessment protocol in subjects who will be submitted to cochlear implants.

Methods: Our institutional protocol provides the vestibular diagnosis through six simple tests: Romberg and Fukuda tests, assessment for spontaneous nystagmus, Head Impulse Test, evaluation for Head Shaking Nystagmus and caloric test.

Results: 21 patients were evaluated with a mean age of 42.75 ± 14.38 years. Only 28% of the sample had all normal test results. The presence of asymmetric vestibular information was documented through the caloric test in 32% of the sample and spontaneous nystagmus was an important clue for the diagnosis. Bilateral vestibular areflexia was present in four subjects, unilateral areflexia in three and bilateral hyporeflexia in two. The Head Impulse Test was a significant indicator for the diagnosis of areflexia in the tested ear ($p=0.0001$). The sensitized Romberg test using a foam pad was able to diagnose severe vestibular function impairment ($p=0.003$).

Conclusion: The six clinical tests were able to identify the presence or absence of vestibular function and function asymmetry between the ears of the same individual.

© 2016 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/>).

DOI se refere ao artigo: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjorl.2016.06.014>

[☆] Como citar este artigo: Bittar RS, Sato ES, Ribeiro DJ, Tsuji RK. Preoperative vestibular assessment protocol of cochlear implant surgery: an analytical descriptive study. Braz J Otorhinolaryngol. 2017;83:530–5.

* Autor para correspondência.

E-mail: esetsuo@icloud.com (E.S. Sato).

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

2530-0539/© 2016 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/>).

PALAVRAS-CHAVE

Implante coclear;
Função vestibular;
Diagnóstico
pré-operatório

Protocolo de avaliação vestibular pré-operatória da cirurgia de implante coclear: estudo descritivo analítico**Resumo**

Introdução: Os implantes cocleares (IC) são indiscutivelmente um método eficaz de recuperação da função auditiva de pacientes surdos.

Objetivo: Descrever o protocolo de avaliação vestibular pré-operatória em sujeitos que serão submetidos ao IC.

Método: Nosso protocolo institucional prevê o diagnóstico vestibular por meio de seis testes simples: testes de Romberg e Fukuda, nistagmo espontâneo, *Head Impulse Test*, *Head Shaking Nistagmus*, prova calórica.

Resultados: Foram avaliados 21 pacientes com média de $42,75 \pm 14,38$ anos. Apenas 28% da amostra apresentaram todos os testes normais. A presença de informação vestibular assimétrica foi documentada pela prova calórica em 32% da amostra e o nistagmo espontâneo mostrou-se pista importante para seu diagnóstico. A arreflexia vestibular bilateral foi diagnosticada em quatro sujeitos; arreflexia unilateral em três e hiporreflexia bilateral em dois. O *Head Impulse Test* mostrou-se indicador significativo ($p=0,0001$) para diagnosticar arreflexia da orelha testada. O teste de Romberg sensibilizado em almofada foi capaz de diagnosticar os comprometimentos severos da função vestibular ($p=0,003$).

Conclusão: Os seis testes clínicos foram capazes de identificar a presença ou não de função vestibular e assimetria da função entre as orelhas de um mesmo indivíduo.

© 2016 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

Os implantes cocleares (IC) são altamente efetivos na recuperação auditiva de indivíduos surdos e têm permitido sua integração ao convívio social. O sucesso do programa tem suscitado novos desafios tanto na seleção como na elaboração do prognóstico auditivo dos sujeitos submetidos a cirurgia. Embora o sistema coclear seja distinto do sistema vestibular, ambos têm transmissão neural idêntica. Os benefícios da estimulação elétrica do IC se estendem além das vias auditivas e beneficiam o sistema vestibular e o controle postural.¹ Mesmo assim, o IC não é isento de riscos em relação aos canais semicirculares e órgãos otolíticos e pode comprometer ou suprimir a função vestibular, especialmente se há lesão prévia.

A prevalência de tontura pós-operatória varia muito na literatura, costuma ser resolvida em mais ou menos 30 dias e está ao redor de 20% em nossos casos. Alguns desses pacientes podem evoluir com arreflexia vestibular bilateral (AVB), situação que restringe drasticamente a qualidade de vida do paciente.² O conhecimento da funcionalidade do sistema vestibular antes e após a cirurgia de IC é um dado importante para a condução satisfatória de cada caso. Assim, introduzimos em nossa rotina ambulatorial a avaliação vestibular prévia à cirurgia para colocação do IC. Nossa principal motivação é documentar a existência de função vestibular e eventuais assimetrias entre as duas orelhas antes da cirurgia. Em posse dessas informações, torna-se possível optar pela orelha a ser implantada e conduzir adequadamente os eventuais sintomas vestibulares pós-operatórios.

Em adultos, a avaliação vestibular pré-operatória foi desenhada com o intuito de ser breve e de fácil feitura, usa recursos disponíveis em qualquer ambulatório de otorrinolaringologia. Os testes usados são capazes de identificar assimetrias vestibulares em lesões unilaterais e também o comprometimento bilateral. O protocolo foi desenhado para facilitar o acesso dos serviços habilitados à cirurgia de IC ao diagnóstico otoneurológico, pois nem sempre têm um setor de otoneurologia e equipamentos de investigação.

Não temos a pretensão de discorrer longamente a respeito de cada teste vestibular usado, mas sim de fornecer ao leitor um método rápido e prático para identificar comprometimentos vestibulares. O conhecimento da função vestibular orienta a conduta adequada e previne efeitos colaterais indesejáveis.^{3,4}

Nosso objetivo foi descrever a avaliação vestibular pré-operatória de pacientes adultos candidatos ao IC em nossa Instituição, demonstrar sua efetividade e discutir sua importância no desfecho pós-operatório.

Método

Estudo descritivo e analítico de corte transversal que seguiu as normas éticas aprovadas pelo número da CAE-Pesq 0983.07. Todos os participantes eram provenientes do Ambulatório de Otorrinolaringologia da Instituição.

Nossa amostra compreendeu 21 sujeitos, 10 homens e 11 mulheres, com média de 46 anos $\pm 14,74$, que concordaram em participar. Foram incluídos todos os adultos previamente selecionados para a cirurgia de IC admitidos entre maio de 2013 e novembro de 2014. Todos

Tabela 1 Relação dos pacientes avaliados com gênero, idade e etiologia da surdez

	Gênero	Idade	Etiologia da surdez
SLNSJ	M	20	Meningite
ADPDJ	M	21	Meningite
FDCDSCF	M	27	Trauma cranioencefálico (TCE)
KPG	F	28	Desconhecida
ROR	F	29	Desconhecida
LTF	M	32	Meningite e TCE
GFR	M	35	TCE
AMPDS	M	38	Meningite
LJAC	F	42	Desconhecida
LALM	F	45	Desconhecida
DAA	M	45	Meningite
GBP	F	45	Sarampo
SM	F	45	Otite média crônica e TCE
RDCCDS	F	45	Toxoplasmose
MSC	F	46	Surdez genética
EBDS	F	48	Meningite
ACDS	F	49	Desconhecida
MCB	F	51	Desconhecida
JONDC	M	63	Otosclerose
FFT	M	66	Otite média crônica
PLDS	M	77	Otosclerose

apresentavam condições para entender e fazer os exames necessários ao diagnóstico vestibular pré-operatório. A avaliação compreendeu seis testes, que identificaram as assimetrias, os lados comprometidos e a ausência completa de função vestibular. A casuística deste estudo com suas respectivas idades e etiologias pode ser observada na [tabela 1](#).

Avaliação do RVO e assimetrias vestibulares⁵

Nistagmo espontâneo⁶

O nistagmo espontâneo (NE) é o movimento ocular observado com o paciente sentado, mantém seus olhos na direção frontal. Quando o NE está presente indica assimetria de informação vestibular e ocorre como resultado de uma assimetria do tônus oculomotor, que tem sua principal origem no sistema vestibular. Consiste no desvio lento do olhar seguido de uma correção rápida do globo ocular para a posição central (sacada corretiva). Quando apresenta origem periférica, o nistagmo espontâneo diminui com a fixação ocular e se intensifica quando o olho é desviado 30° na direção da componente rápida (Lei de Alexander).⁶ A direção do nistagmo será a direção da sacada corretiva, de visualização mais fácil, mas é o desvio lento do olhar que determina o lado de menor função labiríntica.

Head Impulse Test (HIT)⁷

O *Head Impulse Test* é uma manobra clínica simples que observa a resposta ocular que ocorre após um rápido movimento céfálico para identificar comprometimento do reflexo vestibulo-ocular na orelha testada. De frente para o examinador, o paciente fixa um alvo em seu rosto. O examinador segura o rosto do paciente entre as mãos e gira

repentinamente sua cabeça, observa a resposta ocular. Um indivíduo normal mantém os olhos fixos no alvo, mas quando há comprometimento do reflexo vestibulo-ocular (RVO) os olhos acompanham o movimento da cabeça. O paciente faz então uma sacada na direção oposta ao movimento da cabeça corretiva para refixar o alvo.

Head Shaking Nystagmus (HSN)^{8,9}

O *Head Shaking Nystagmus* permite a investigação de assimetrias de tônus muscular nas altas frequências de rotação da cabeça. O paciente fica sentado em frente ao examinador e olha para um ponto em seu rosto. Faz então 20 rotações laterais da cabeça em alta velocidade. No fim do teste, suspende as rotações, estabiliza a cabeça e continua a olhar para a direção frontal. A presença de nistagmo indica assimetria da informação vestibular. Nas labirintopatias periféricas, o desvio lento do olhar indica o labirinto menos funcionante.

Prova calórica⁵

A prova calórica é feita na posição supina e a cabeça fletida em 30°. O estímulo usado é feito com água a 30 e 44°. São feitas irrigações em ambas as orelhas, com intervalo de 5 minutos entre elas. Os nistagmos resultantes são registrados em equipamento de nistagmografia. As velocidades angulares dos nistagmos são consideradas normais entre 7 e 52°. Quando a velocidade angular dos batimentos ultrapassa esses limites chamamos de hiperreflexia e quando estão abaixo do mínimo denominamos hiporreflexia. O equipamento usado neste estudo foi a vectoeletronistagmografia SCE Contronic®.

Para avaliar assimetria entre as respostas vestibulares usamos o predomínio labiríntico (PL). Adotamos o valor de 18% para o PL. A presença de PL significa assimetria da informação vestibular de origem periférica ou central e indica sempre o lado com melhor função.

Avaliação dos testes posturais

As alterações dos testes de Romberg e Fukuda não são patognomônicas de lesão vestibular, embora auxiliem no seu diagnóstico. Os testes podem ser comprometidos em caso de lesões proprioceptivas ou neurológicas e devem ser associados aos demais testes vestibulares.

Teste de Romberg¹⁰

O paciente é orientado a ficar de pé, com os calcanhares juntos e as pontas dos pés separadas em mais ou menos 30°. Os braços podem descansar ao longo do corpo ou estar estendidos para frente. O teste será positivo para assimetria vestibular se houver deslocamento ou queda. O lado da queda será o lado do labirinto menos funcionante.

O teste poderá ser sensibilizado quando feito sobre uma almofada, inicialmente com os olhos abertos e posteriormente com os olhos fechados. O teste é positivo quando é possível estabilizar a postura com os olhos abertos, mas não fechados. O teste sobre a almofada simula a condição



Figura 1 Teste sobre a almofada.

5 da posturografia dinâmica e a queda do indivíduo indica ausência de informação vestibular¹¹ (fig. 1).

Teste de Fukuda¹²

O teste de Fukuda é usado na busca de assimetrias de tônus na musculatura distal dos MMII. Com os braços estendidos, o paciente é solicitado a marchar 60 passos com os olhos fechados e sem sair do lugar. Os ângulos de desvio e deslocamento do sujeito são avaliados. No fim do teste são considerados normais o desvio angular de até

Tabela 2 Significância da incidência de queda no teste de Romberg em almofada em relação à ausência de função vestibular em uma das orelhas em sujeitos com função pós-calórica assimétrica (Teste exato de Fisher)

	Queda	Sem queda	Total
Assimetria sem arreflexia	0	7	7
Arreflexia vestibular unilateral	3	0	3
Total	3	7	10

Fisher, $p = 0,008$.

Tabela 3 Significância da incidência de queda no teste de Romberg em almofada em relação à presença ou não de função vestibular residual (Teste exato de Fisher)

	Queda	Sem queda	Total
Função vestibular presente	3	13	16
Função vestibular ausente	5	0	5
Total	8	13	21

Fisher, $p = 0,003$.

30° e o deslocamento linear de até 50 cm. Não é comum o deslocamento posterior em relação ao ponto de início. As rotações maiores do que 45° são consideradas anormais. As lesões assimétricas do sistema vestibular produzem a rotação do corpo na direção da componente lenta do nistagmo – o labirinto menos funcionante.

Os resultados dos testes foram quantificados percentualmente e relacionados entre si por meio do teste exato de Fisher. Foram considerados significantes os valores de $p \leq 0,05$ para um intervalo de confiança de 95%.

Resultados

O tempo médio usado para fazer todos os testes foi de aproximadamente uma hora. Dentre os 21 pacientes avaliados, apenas seis (28%) apresentaram resultados normais em todos os testes. Portanto, 72% da amostra apresentaram algum tipo de alteração durante a avaliação vestibular.

Com relação à assimetria de informação, identificamos dez (32%) sujeitos com a presença de assimetria pós-calórica. Desses, dois (20%) com nistagmo espontâneo – um deles associado à presença de predomínio labiríntico e outro não. Três sujeitos com assimetria pós-calórica apresentavam ausência completa de resposta em uma das orelhas. Dentre esses três últimos, dois caíram e um apresentou grande instabilidade no teste de Romberg em almofada e olhos fechados ($p = 0,008$) (tabela 2).

Ainda considerando a prova calórica, um (4,5%) sujeito apresentou hiporreflexia bilateral e quatro (18%) arreflexia bilateral. No teste de Romberg, todos os pacientes (100%) caíram em almofada com olhos fechados. O teste exato de Fisher demonstra que há relação entre a queda no teste de Romberg em almofada com os olhos fechados e a arreflexia ou o severo comprometimento da função vestibular ($p = 0,003$) (tabela 3).

Na análise individual da função vestibular de cada orelha, nos quatro sujeitos que apresentaram arreflexia bilateral (oito orelhas) e três com arreflexia unilateral (três orelhas) à prova calórica, o HIT foi positivo em seis (54%) orelhas. O

Tabela 4 Significância da positividade do *Head Impulse Test* (HIT) e a ausência de função (arreflexia) das orelhas examinadas (Teste exato de Fisher)

	HIT positivo	HIT negativo	Total
Orelhas arreflexas	8	3	11
Orelhas funcionais	0	31	31
Total	8	34	42

Fisher, $p = 0,0001$.

HIT foi considerado altamente significativo para identificar as orelhas arreflexas ($p = 0,0001$) (tabela 4).

O teste de HSN não apresentou respostas alteradas nos pacientes avaliados.

Discussão

O equilíbrio é uma condição vital para a preservação de nossa espécie. Perceber adequadamente o ambiente que nos rodeia e reagir aos desafios posturais são ações necessárias à segurança do corpo. Todo o complexo sistema de manutenção postural, adaptação ao ambiente, reação e fuga são estruturados e mantidos pelo sistema vestibular. A ausência da função vestibular vem acompanhada de prognóstico reservado e sérias limitações na vida diária, como dificuldade para orientar-se em ambientes de pouca luz, solos irregulares, nadar, dirigir em velocidade etc. A queixa principal é a oscilopsia durante os movimentos cefálicos, especialmente no escuro.¹³ Os benefícios do IC estão comprovados e não mais se discute seu impacto positivo na percepção e qualidade auditiva dos pacientes surdos. No entanto, a colocação do implante cirúrgico exige a abertura do labirinto e há riscos se a função vestibular estiver presente. O conhecimento prévio das condições vestibulares eleva o índice diagnóstico e auxilia na condução das possíveis complicações vestibulares pós-operatórias. São duas as questões que devem ser levantadas quando pensamos na função vestibular de um paciente que será submetido ao IC: 1) Há função vestibular?; 2) A função é simétrica? Para responder a essas questões, elaboramos uma avaliação pré-operatória simples e que não exige equipamentos sofisticados.

A importância da avaliação pré-operatória pode ser entendida quando observamos nossos resultados, que identificam 72% da amostra com algum tipo de alteração vestibular. No caso de função normal, quando uma das orelhas é implantada, há possibilidade de reversão do quadro de tontura, mesmo que ocorra perda completa da função vestibular do lado operado. O uso adequado dos mecanismos da neuroplasticidade é capaz de restaurar o equilíbrio corporal pelas técnicas de reabilitação vestibular. Os casos que oferecem maior risco de lesão permanente são as assimetrias de função vestibular entre as orelhas. A avaliação vestibular adequada previne a arreflexia vestibular bilateral, pois fornece dados a respeito da existência ou não de função vestibular e permite a opção pela orelha que oferece menor risco cirúrgico.

Identificamos dez (32%) sujeitos com assimetria de resposta pós-calórica. Nesses casos, nistagmo espontâneo

esteve presente em 20% dos casos, funcionou como uma pista indicativa da presença da assimetria de função vestibular na prova calórica.

Outro exame importante para detectar a assimetria de tônus vestibular é o HSN. No entanto, há dificuldade na observação do nistagmo resultante da agitação cefálica, especialmente porque o paciente fixa o olhar no rosto do examinador ao término do exame. É fato conhecido que a fixação ocular inibe o nistagmo de origem periférica. Em nossa casuística não obtivemos positividade do HSN em qualquer dos pacientes, mas resta saber se a inibição do nistagmo provocada pela fixação ocular não teria impedido a visualização do nistagmo final. O uso dos óculos de Frenzel diminui o viés, por impedir a fixação ocular.

Os pacientes avaliados nesta amostra não foram submetidos ao teste de Fukuda, posteriormente agregado à rotina diagnóstica. O teste é útil para avaliar os desvios secundários às assimetrias de tônus e o usamos rotineiramente para avaliar a compensação vestibular ao longo do tratamento do paciente. Resolvemos incluí-lo posteriormente ao observarmos a relação entre a assimetria de tônus vestibular diagnosticada pelo nistagmo espontâneo e as assimetrias pós-calóricas – importantes para a escolha da orelha a ser implantada. Nesses casos, tanto o nistagmo espontâneo como o teste de Fukuda são informações importantes na busca de lesões unilaterais.

A pior situação pós-operatória é a arreflexia vestibular bilateral (AVB), pois a reabilitação vestibular mostra-se limitada, melhora em apenas 50% o equilíbrio nesses casos.² A AVB pode ser evitada quando há conhecimento prévio da função vestibular da orelha a ser implantada. Classicamente, a AVB pode ser facilmente diagnosticada pela queda na condição 5 da posturografia dinâmica computadorizada, que submete o indivíduo à oscilação do apoio dos pés com os olhos fechados. A condição 5 pode ser perfeitamente mimetizada pelo teste de Romberg em almofada. Nessa situação, sem a visão e com informação proprioceptiva conflitante, o único informante da postura é o vestibulo e, em sua ausência, há queda.^{14,15}

Os pacientes que apresentaram assimetria pós-calórica à custa de ausência de resposta vestibular em um dos lados também obtiveram baixo desempenho no teste de Romberg em almofada: 66% caíram e 33% apresentaram instabilidade severa. A avaliação estatística da amostra demonstra que o teste de Romberg em almofada mostrou-se sensível para diagnosticar o comprometimento severo da função vestibular ($p = 0,003$). Nossos dados estão de acordo com a literatura, que atribui ao teste 79% de sensibilidade e 80% de especificidade na detecção de arreflexias uni ou bilaterais.¹⁶

Naqueles pacientes que apresentaram ausência de resposta vestibular à prova calórica, o HIT mostrou-se um teste de grande valor ($p = 0,0001$). A positividade do teste é altamente sugestiva de inoperância do reflexo vestibulo-ocular, com a vantagem de localizar o lado comprometido.⁷ O diagnóstico de arreflexia vestibular na orelha a ser implantada oferece tranquilidade ao cirurgião, pois não há função a ser comprometida. Nos casos bilaterais, não há risco de tontura pós-operatória.

Para finalizar, cabe-nos lembrar de que o conhecimento da função vestibular prévio à abordagem cirúrgica permite ao médico avaliar o que ocorreu durante a cirurgia.¹⁷ Será possível dizer se houve lesão do lado operado ou uma situação preexistente foi agravada. Uma simples avaliação de seis passos antes do procedimento cirúrgico nos oferece a possibilidade de identificar lesões e estar preparados para conduzir eventuais comprometimentos vestibulares.

Conclusão

Neste estudo de corte transversal, avaliamos seis testes clínicos em 21 pacientes, com a finalidade de identificar a existência e simetria da função vestibular em pacientes selecionados para a cirurgia de IC.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Referências

1. Ito J. Influence of the multichannel cochlear implant on vestibular function. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 1998;118:900–2.
2. Bittar RSM, Bottino MA, Pedalini MEB, Ramalho JRO, Carneiro CG. Arreflexia pós calórica bilateral: aplicabilidade clínica da reabilitação vestibular. *Rev Bras Otorrinolaringol.* 2004;70:188–93.
3. Vankatova L, Cao Van H, Perez Fornos A, Guinarnd N. Cochlear implantation – better safe than sorry. *Rev Med Suisse.* 2014;10:1820–3.
4. Jacot E, Abbeele TVD, Debre HR, Wiener-Vacher R. Vestibular impairments pre and post-cochlear implant in children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2009;73:209–17.
5. Mezzalana R, Bittar RSM, Albertino S. *Otoneurologia Clínica.* Rio de Janeiro: Revinter; 2014.
6. Baloh RW, Honrubia V. *Neurophysiology of the vestibular system.* New York: Oxford; 2011.
7. Halmagyi GM, Curthois IS. A clinical signal of canal paresis. *Arch Neurol.* 1988;45:737–9.
8. Guidetti G, Monzani D, Civiero N. Head shaking nystagmus in the follow-up of patients with vestibular diseases. *Clin Otolaryngol.* 2002;27:124–8.
9. Kim MB, Huh SH, Ban JH. Diversity of head shaking nystagmus in peripheral vestibular disease. *Otol Neurotol.* 2012;33:634–9.
10. Rogers JH. Romberg and his test. *J Laryngol Otol.* 1980;94:1401–4.
11. Hong SK, Park JH, Knon SY, Kim JS, Koo JW. Clinical efficacy of the Romberg test using a foam pad to identify balance problems: a comparative study with the sensory organization test. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2015;272:2741–7.
12. Fukuda T. The stepping test: two phases of the labyrinthine reflex. *Acta Otolaryngol.* 1959;50:95–108.
13. Vibert D, Liard P, Häusler R. Bilateral idiopathic loss of peripheral vestibular function with normal hearing. *Acta Otolaryngol (Stockh).* 1995;115:611–5.
14. Lanska D, Goetz C. Romberg's sign: development, adoption, and adaptation in the 19th century. *Neurology.* 2000;55:1201–6.
15. Shumway-Cook A, Horak F. Assessing the influence of sensory interaction of balance. Suggestion from the field. *Phys Ther.* 1986;66:1548–50.
16. Fujimoto C, Murofushi T, Chihara Y, Ushio M, Sugawara K, Yamaguchi T, et al. Assessment of diagnostic accuracy of foam posturography for peripheral vestibular disorders: analysis of parameters related to visual and somatosensory dependence. *Clin Neurophysiol.* 2009;120:1408–14.
17. Thierry B, Blanchard M, Leboulanger N, Parodi M, Wiener-Vacher SR, Garabedian EM, et al. Cochlear implantation and vestibular function in children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2015;79:101–4.