

MÁRIO EDVIN GRETERS

**Recuperação postural em
usuários de implante coclear
com bom e mau desempenho auditivo**

Tese apresentada à Faculdade de Medicina da
Universidade de São Paulo para obtenção de título
de Doutor em Ciências

Programa de: Otorrinolaringologia

Orientadora: Profa. Dra. Roseli Saraiva Moreira Bittar

São Paulo

2011

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Preparada pela Biblioteca da
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo autor

Greters, Mário Edvin

Recuperação postural em usuários de implante coclear com bom e mau desempenho auditivo / Mário Edvin Greters. -- São Paulo, 2011.

Tese(doutorado)--Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

Programa de Otorrinolaringologia.

Orientadora: Roseli Saraiva Moreira Bittar.

Descritores: 1.Equilíbrio postural 2.Perda auditiva 3.Discriminação vocal
4.Implante coclear 5.Potencial evocado P300 6.Adulto

USP/FM/DBD-321/11

Os planos fracassam por falta de conhecimento,
mas se realizam quando há conselheiros

Provérbios 15:22

Dedicatória

A meu pai Aleksanders e minha mãe Elisabeth Greters, pela vida e exemplos que me deram.

À Profa. Dra. Roseli Saraiva Moreira Bittar, pela paciência, dedicação, incentivo e orientação constante, uma orientadora e um exemplo a seguir.

A minha esposa Carmen, pelo companheirismo, incentivo e compreensão nos momentos em que me ausentei da vida familiar para execução deste estudo.

A meus filhos Mário Jr, Christiane, Renan e Thalita, pelo incentivo e compreensão.

Agradecimentos

A todos os pacientes que voluntariamente contribuíram para que este estudo fosse realizado.

Ao Professor Dr. Ricardo Ferreira Bento, professor titular do Departamento de Otorrinolaringologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, pelo incentivo à pesquisa e exemplo de tenacidade.

À Profa. Dra. Roseli Saraiva Moreira Bittar, pelos ensinamentos, dedicação e exemplo na vida profissional e pessoal, pela constante orientação não só na confecção desta pesquisa, como também nos vários momentos de minha carreira acadêmica.

Ao Dr. Marco Aurélio Bottino, pelos ensinamentos e paixão contagiante pela Otoneurologia.

À Dra. Signe Schuster Grasel, pela ensino em Eletrofisiologia Auditiva e incentivo constante.

Ao Dr. Silvio Monteiro Marone, pela amizade e por me apresentar à minha orientadora.

Ao Dr. Luiz Ubirajara Sennes, pelo apoio e por seu trabalho na Coordenação da Pós-Graduação.

Aos amigos Ítalo Roberto Torres de Medeiros, Lucinda Simoceli e Camila Giacomo Carneiro Barros, pelo incentivo e troca de experiências.

Aos amigos do Ambulatório de Otoneurologia Arlindo Lima Neto, Eliane Shösten, Jeane Oiticica, Juliana Anaute, Maruska Santos, Patrícia Arena e Sandra Bastos, pela amizade e incentivo.

A meu irmão Alexandre Greters, pelo apoio nesta iniciativa.

À Sra. Milva T. Luciano Bráz, auxiliar de enfermagem do Ambulatório de Otoneurologia, pela sua inestimável ajuda.

Às funcionárias do Departamento de Otorrinolaringologia do HCFMUSP, Maria Márcia Alves, Maria Marilede Alves e Lucivânia Silva Quintão, pela dedicação, carinho e competência profissional.

Ao CNPQ, pela bolsa de estudos que financiou esta pesquisa.

Às pessoas que não foram aqui nomeadas, mas, que fazem parte de minha vida e ajudaram-me direta ou indiretamente na realização desta tarefa.

Esta tese está de acordo com as seguintes normas, em vigor no momento desta publicação:

Referências: Adaptado de *International Committee of Medical Journals Editors* (Vancouver)

Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Serviço de Biblioteca e Documentação. *Guia de Apresentação de Dissertações, Teses e Monografias*. Elaborado por Anneliese Carneiro da Cunha, Maria Julia de A. L. Freddi, Maria F. Crestana, Marinalva de Souza Aragão, Suely Campos Cardoso, Valéria Vilhena. 3ª ed. São Paulo: Serviço de Biblioteca e Documentação; 2011.

Abreviaturas dos títulos dos periódicos de acordo com *List of Journals Indexed in Index Medicus*.

Sumário

Lista de siglas e abreviaturas

Lista de figuras e tabelas

Resumo

Summary

1	INTRODUÇÃO	1
2	OBJETIVOS	4
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	6
	3.1 Sistema vestibular e cognição	7
	3.2 Posturografia.....	9
	3.3 P300.....	10
4	CASUÍSTICA E MÉTODOS	12
	4.1 Casuística	13
	4.2 Organograma do estudo	15
	4.3 Posturografia Dinâmica Computadorizada (PDC).....	16
	4.4 P300.....	16
	4.5 Variáveis utilizadas	17
	4.6 Estudo estatístico.....	17
5	RESULTADOS.....	19
6	DISCUSSÃO	26
7	CONCLUSÃO	32
8	ANEXOS	34
9	REFERÊNCIAS	49

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

C1	condição 1
C2	condição 2
Ccn1	condição
dp	desvio padrão
IC	implante coclear
IE	índice geral de equilíbrio
ms	milisegundos
P300	Potencial evocado auditivo tardio relacionado a eventos
PDC	posturografia dinâmica computadorizada
SNC	sistema nervoso central
TIS	teste de integração sensorial

LISTA DE FIGURA E TABELAS

Figura 1 -	Condições de estimulação sensorial no Teste de Integração Sensorial	10
Tabela 1 -	Comparação entre os grupos nas avaliações <i>free open set</i> e discriminação para monossílabos.....	21
Tabela 2 -	Comparação entre os grupos nas diversas condições da PDC	24
Tabela 3 -	Comparação entre os grupos nas variáveis do P300	25

Resumo

Greters ME. *Recuperação postural em usuários de implante coclear com bom e mau desempenho auditivo* [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, 2011. 58 p.

OBJETIVO: verificar a inter-relação entre a recuperação postural e o bom ou baixo desempenho de indivíduos usuários de implante coclear (IC). **MÉTODO:** Foram avaliados 21 indivíduos divididos em três grupos: nove usuários de IC com bom desempenho, cinco de IC com baixo desempenho e sete controles. Todos os sujeitos foram submetidos a dois testes: Teste de Integração Sensorial (TIS) da Posturografia Dinâmica Computadorizada (PDC), com intervalo de 40 a 60 minutos entre eles, com a finalidade de observar o aprendizado de estratégias posturais no segundo teste. Os resultados obtidos foram submetidos à avaliação estatística. **RESULTADOS:** Os indivíduos com baixo desempenho apresentaram níveis significativamente mais baixos de aprendizado que os outros dois Grupos em C4, C5, C6 e IE. **CONCLUSÃO:** Os usuários de IC com bom desempenho mostraram melhor índice de recuperação postural quando comparados àqueles de IC com baixo desempenho.

Descritores: 1.Equilíbrio postural 2.Perda auditiva 3.Discriminação vocal 4.Implante coclear 5.Potencial evocado P300 6.Adulto

Summary

Greters ME. *Postural recovery in cochlear implant users with good and poor hearing performance* [thesis]. São Paulo: "Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo", 2011. 58 p.

OBJECTIVE: To test the inter-relationship between postural recovery and good or poor performance of individuals using cochlear implant (CI). **METHODS:** We studied 21 subjects divided into three groups: nine cochlear implant users with good performance, 5 CI users with poor performance and 7 controls. All subjects underwent two tests in Sensory Integration Test (SOT) of computerized dynamic posturography (CDP) with an interval of 40 to 60 minutes between them, in order to observe the learning of postural strategies in the second test. The results were submitted to statistical evaluation. **RESULTS:** Individuals with poor performance had significantly lower difference between the results of the second and the first test than the other two groups at C4, C5, C6 and composite. **CONCLUSION:** CI users with good performance had better postural recovery rate when compared to the cochlear implant users with poor performance.

Descriptors: 1.Balance 2.Hearing loss 3.Speech discrimination 4.Cochlear implant 5.Long latency hearing evoked potential P300 6.Adult

1 Introdução

A manutenção do equilíbrio corporal é fundamental para o bem estar físico e emocional do homem. As informações sensoriais procedentes das aferências auditivas, vestibulares, visuais e somatossensoriais convergem para o SNC, onde são analisadas e integradas com a finalidade de elaborar a orientação espacial, a estabilização da imagem na retina e o controle do equilíbrio (Kingma, 2003).

Sabe-se que os ajustes posturais necessários para manutenção do equilíbrio são reações motoras complexas que dependem de aprendizado, memória e maturação do sistema vestibular (Jones, 2003). O aprendizado de novas habilidades motoras está relacionado às estruturas do lobo temporal medial, especialmente, o hipocampo, regiões motoras corticais (córtex estriado sensorio motor), córtex e núcleos cerebelares, córtex parietal e regiões associativas frontais (Doyon, 2008).

Desse modo, a estimulação vestibular evoca resposta das células de orientação cefálica no tálamo e das células de localização espacial no hipocampo, demonstrando a importância da interação vestibulo-hipocampal. Assim, o comprometimento funcional do hipocampo pode limitar a compensação vestibular (Smith, 1997). O autor citado refere que a detecção do posicionamento do corpo no espaço depende das informações de automovimento relacionadas às informações vestibulares e proprioceptivas, continuamente integradas e corrigidas por aferências visuais, auditivas e olfatórias.

Outra função que depende de aprendizagem e memória é a inteligibilidade da fala. A compreensão e a interpretação da fala dependem não apenas do estímulo sonoro, mas também do exercício cognitivo e da maturação do sistema auditivo. Com a finalidade de avaliar o potencial cognitivo de indivíduos com baixa discriminação vocal após implante coclear (IC), Greters et al. (2011) utilizaram o P300, um potencial dependente do reconhecimento e interpretação do estímulo auditivo. Demonstraram a interdependência entre a baixa discriminação vocal e o aumento da latência do P300. Dessa forma, o exame mostrou-se útil para identificar dificuldades na integração sensorial da informação auditiva.

Tanto a memória auditiva como o equilíbrio dependem de informações centrais originadas nas mesmas regiões, Seria possível imaginar que indivíduos com mau desempenho após a cirurgia de IC possuem potenciais cognitivos comprometidos e devem apresentar também dificuldades de aprendizado e memória e, portanto, alterações da recuperação postural. Para investigar a hipótese de que sujeitos com dificuldades na integração sensorial auditiva apresentem também dificuldades na restauração do equilíbrio corporal, resolveu-se avaliar as respostas posturais de indivíduos com limitação na integração sensorial da informação auditiva, comprovada pelo aumento da latência do P300.

2 Objetivo

Verificar a inter-relação entre a recuperação postural e o bom ou baixo desempenho de indivíduos usuários de IC.

3 Revisão da Literatura

3.1 Sistema vestibular e cognição

O equilíbrio corporal e a manutenção da postura são resultados de reações motoras complexas que dependem do aprendizado e maturação do sistema vestibular (Jones, 2003). As informações vestibulares que chegam ao hipocampo são processadas em conjunto com outras informações sensoriais gerando, assim, o processamento da memória espacial (Berthoz, 1996).

Um dos primeiros trabalhos que demonstram a interação entre sistema vestibular e cognição foi apresentado por Grim et al. (1989), quando foi feita a avaliação de 102 pacientes com vertigem posicional pós-trauma craniano leve e foram observadas alterações cognitivas em 85% dos casos.

Acredita-se que as estruturas do SNC funcionalmente envolvidas com o reconhecimento auditivo, orientação espacial e equilíbrio corporal, sejam aquelas implicadas com a memória explícita que processa informações auditivas, visuais e somatossensoriais. Estas estruturas são o lobo temporal, núcleo amigdalóide, lobo da ínsula, hipocampo e córtices para-hipocampal, entorrinal e perirrinal (Grunwald et al., 1998; Kandel et al., 2000; Cabeza e Nyberg, 2000; Bright e Koppelman, 2001; Nyberg, 2005; Cappa, 2008; Doyon, 2008; Ystal, 2009; Davis e Gaskell, 2009; Edgin et al., 2010). Dentre essas estruturas, o hipocampo e o lobo temporal participam também da geração do potencial cognitivo evocado P300 (Tarka, 1995; Brankcak, 1996).

Vários autores citam alterações na função ou no volume do hipocampo após lesões do labirinto vestibular (Hineki, 1984; Smith, 1997; Schautzer et al., 2003; Smith et al., 2005; Angelak e Cullen, 2008; Borel et al., 2008; Edgin et al., 2010). Smith, 1997, sugere que o hipocampo possa desempenhar papel fundamental na compensação das alterações vestibulares centrais ou periféricas.

Ainda avaliando a relação entre as funções cognitivas e o volume do hipocampo, Bandt et al. (2005) relatam que lesões vestibulares bilaterais provocam diminuição do volume hipocampal e alteram a memória espacial. No entanto, Hüfner et al. (2007) não verificaram a referida redução volumétrica em 16 pacientes com deaferentação vestibular unilateral após remoção de schwannoma vestibular, embora relatem que os pacientes operados do lado direito parecem apresentar pior desempenho nos testes de orientação espacial. Outros autores, pelo contrário, encontraram a diminuição do volume do hipocampo posterior esquerdo em pacientes com neurite vestibular (zu Eulemburg et al., 2010).

Estudando a prevalência de quedas em 217 pares de gêmeas utilizando plataforma de força e um registro de quedas, Viljanen et al. (2009) concluem que indivíduos com perda auditiva apresentam aumento do risco de queda e um controle postural pior que os normo-ouvintes.

Conforme cita Smith (2010), é observada ainda uma interação entre o estado afetivo e a função vestibular, fato que torna difícil separar os efeitos emocionais dos vestibulares nas alterações cognitivas.

3.2 Posturografia

A posturografia dinâmica computadorizada (PDC) permite a avaliação quantitativa dos sistemas sensoriais e motores envolvidos na manutenção do equilíbrio corporal (Black, 2001).

O teste de integração sensorial identifica o estado funcional dos sistemas vestibular, somatossensorial e visual, e sua integração na geração de respostas motoras envolvidas na manutenção da postura ereta.

A avaliação é feita por meio de seis condições de teste, descritas a seguir e ilustradas na Figura 1:

Condição 1 (C1): Superfície de apoio fixa, campo visual fixo e olhos abertos;

Condição 2 (C2): Superfície de apoio fixa e olhos fechados;

Condição 3 (C3): Superfície de apoio fixa, campo visual móvel e olhos abertos;

Condição 4 (C4): Superfície de apoio instável, campo visual fixo e olhos abertos;

Condição 5 (C5): Superfície de apoio móvel, campo visual fixo e olhos fechados; e

Condição 6 (C6): Superfície de apoio instável, campo visual móvel e olhos abertos.

Além dos resultados apresentados para cada condição, o programa fornece o índice geral de equilíbrio (IE), que é relação entre a média aritmética das condições 1 e 2 e os melhores resultados das condições 3, 4, 5 e 6.

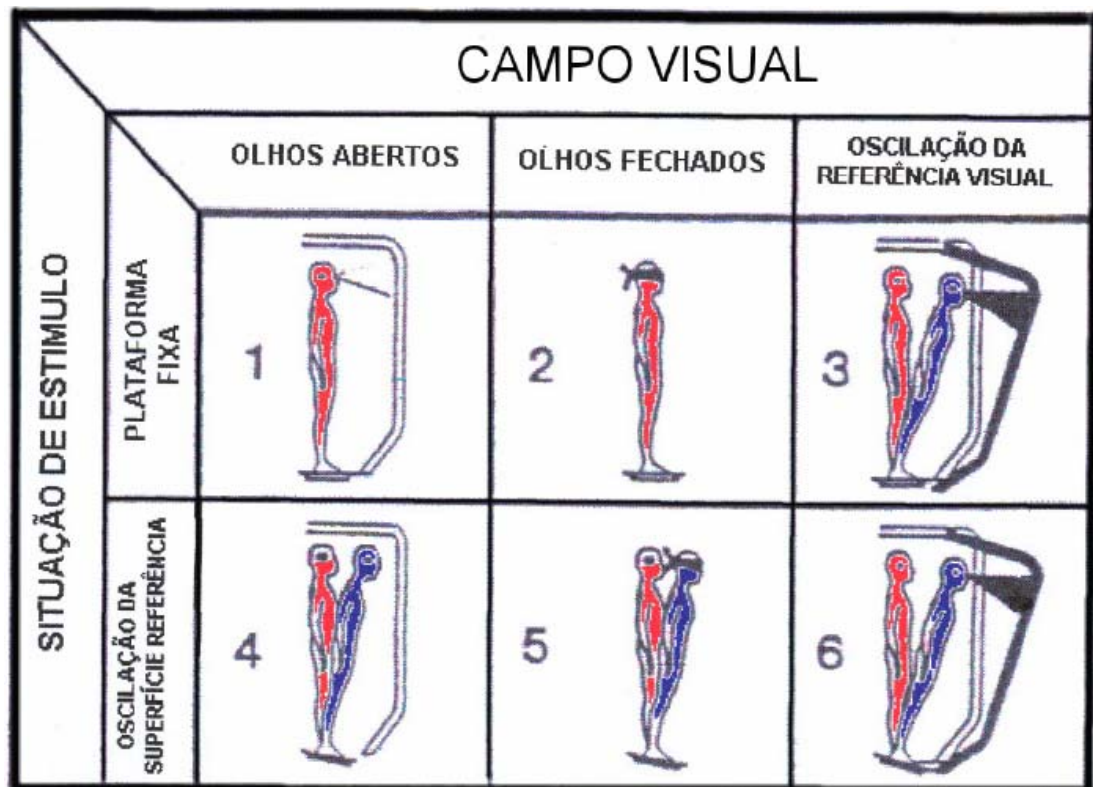


Figura 1 - Condições de estimulação sensorial no Teste de Integração Sensorial

3.3 P300

O Potencial Evocado Auditivo Tardio Relacionado a Eventos (P300), primeiramente, foi descrito na literatura por Sutton et al. (1965), como um potencial positivo que ocorre entre 300 e 500 ms após o estímulo auditivo.

Está relacionado à cognição, não apresenta variações entre os gêneros, mas varia sua latência de acordo com a idade (Godin et al., 1978, Pfefferbaum et al., 1980; Brown, Marsh e La Rue, 1983). Vários autores têm demonstrado sua importância clínica em patologias como Síndrome de Down (Bigum, Dustman e Beck, 1970), esquizofrenia (Pfefferbaum et al., 1984) e doença de Alzheimer (Polich, Ladish e Bloom, 1990).

As estruturas do sistema nervoso central (SNC) responsáveis pela geração desse potencial não estão totalmente definidas. Alguns autores acreditam que sua origem seja o córtex temporal e o hipocampo (Tarkka et al., 1995), mas, outros observam que este último seja a única estrutura responsável por seu aparecimento (Halgrem et al., 1980). Por outro lado, Attias e Pratt (1991) demonstram que, além do hipocampo, as amígdalas também contribuem para seu aparecimento. Aplicando técnicas de magnetoencefalografia e ressonância magnética, Rogers et al. (1991) sugerem que o tálamo lateral seria a estrutura do SNC inicialmente ativada na geração do P300 e que, a partir daí, a atividade elétrica seria espalhada em direção ao córtex auditivo e áreas próximas. Outros autores como Perrault e Picton (1984), Velasco et al. (1986) e Altafullah et al. (1986) citam outras estruturas do SNC implicadas na origem do P300 como, por exemplo, córtex frontal, córtex centro-parietal, córtex temporal, hipocampo e tálamo.

4 Casuística e Métodos

A presente pesquisa configura-se como um estudo clínico prospectivo. O protocolo de pesquisa foi previamente aprovado pela Comissão de Ética para Análise de Pesquisa de Diretoria do Hospital das Clínicas e da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, sob número 1059/07 (Anexo 1). Todos os indivíduos participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo 2).

4.1 Casuística

Quatorze indivíduos, usuários de IC de ambos os sexos, com idade entre 23 e 67 anos, provenientes do Ambulatório de Implante Coclear do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo participaram da pesquisa.

Os pacientes que obedeceram aos seguintes critérios de inclusão foram considerados elegíveis:

- 1) portadores de IC;
- 2) idade igual ou superior a 18 anos;
- 3) ter sido previamente submetido ao exame de potenciais cognitivos (P300); e
- 4) ciência da pesquisa e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Os critérios de exclusão foram:

- 1) alterações ortopédicas ou neurológicas que pudessem interferir na execução da posturografia dinâmica computadorizada.

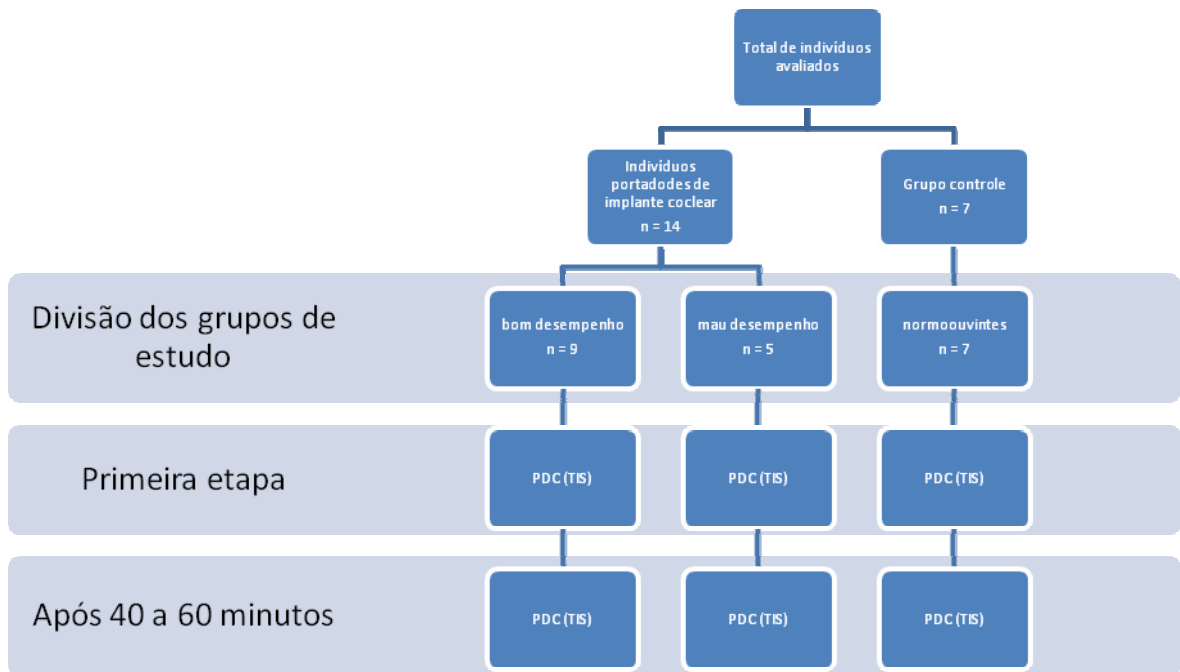
Após a inclusão, os indivíduos foram divididos em dois grupos:

Grupo 1: composto por nove indivíduos portadores de IC, com bom aproveitamento, definido como reconhecimento de sentenças em apresentação aberta superior a 80% no *free open set*;

Grupo 2: composto por cinco indivíduos com baixo aproveitamento do IC, definido como reconhecimento de sentenças em apresentação aberta, igual ou inferior a 80%; e

Grupo controle: formado por sete indivíduos normo-ouvintes, previamente submetidos ao P300, provenientes dos diversos ambulatórios do Hospital das Clínicas da Universidade de São Paulo.

4.2 Organograma do estudo



Cada indivíduo realizou duas avaliações pela PDC: a primeira, para estabelecer seus parâmetros de equilíbrio e a segunda, após 40 a 60 minutos, com a finalidade de avaliar a memória operacional e a aprendizagem em relação aos testes. Antes, durante e após a primeira bateria de testes, orientou-se a cada um dos indivíduos que prestasse atenção no tipo e seqüência dos estímulos e os memorizassem, para realizar o segundo exame com melhores resultados. O teste foi repetido, então, entre 40 e 60 minutos após.

4.3 Posturografia Dinâmica Computadorizada (PDC)

O equipamento utilizado foi o Smart Equitest System® da empresa Neurocom International Inc. O protocolo usado foi o Teste de Integração Sensorial (TIS).

O TIS submete o indivíduo a seis situações nas quais a manutenção do equilíbrio depende da interação entre a visão, o sistema vestibular e o sistema somatossensorial. Cada uma dessas situações é denominada condição. Ao final do teste, o programa calcula o Índice Final de Equilíbrio (IE) que corresponde à média ponderada dos resultados de todas as condições sensoriais. Os resultados obtidos em cada uma das condições e o IE são fornecidos em escala numérica.

4.4 P300

O P300 foi registrado em duas séries de testes com tons puros, sendo na primeira série apresentado o tom de 2.000 com estímulo raro e 1.000 Hz como estímulo frequente. Na segunda série, o estímulo raro foi o tom de 1.000 Hz e o frequente de 1.500 Hz. Os estímulos foram apresentados seguindo o paradigma “*oddball*” na proporção de 20 estímulos-alvo para 80 estímulos frequentes, e as respostas foram registradas utilizando eletrodos de prata nas regiões FPZ (terra), Cz (positivo) e M1 ou M2 (referência). Considerou-se como P300 a onda positiva que ocorria entre

230 e 750 ms, após a sequência N1, P2 e N2 no registro dos estímulos raros.

4.5 Variáveis utilizadas

Os resultados dos testes inicial e final para cada uma das condições do TIS e do IE foram comparados individualmente e entre os grupos e submetidos à avaliação estatística.

As variáveis do P300 foram então comparadas individualmente e entre os grupos e submetidas à avaliação estatística.

4.6 Estudo estatístico

Medidas *descritivas* (Vieira, 1998) dos dados por meio de *médias e erros-padrão* ou *medianas e intervalos* interquartílicos, no caso das variáveis quantitativas normais e não normais, foram utilizadas, respectivamente; e por meio de *frequências absolutas* e percentuais, no caso das variáveis qualitativas.

Para estudo das variáveis quantitativas, foi utilizado o teste *Kruskal-Wallis*. O emprego de um teste não paramétrico é indicado quando se deseja comparar três ou mais grupos de informações quantitativas de amostras independentes, ao mesmo tempo que não se deseja assumir suposições a

respeito da distribuição das amostras analisadas. É, especialmente, indicado por se tratar de pequenas amostras.

Para as conclusões, foi considerado um nível de significância de 5%.

5 Resultados

A idade média observada nos 14 pacientes foi de 50,43 anos (dp 14,35). O grupo 1 (com bom desempenho) apresentou idade média de 57 anos (dp 10,64) e no grupo 2 (desempenho pobre), a média foi de 38 anos (dp 13,00). A idade média do grupo controle foi de 47,57 anos (dp 13,50).

As descrições dos pacientes, das causas de surdez e do tipo de IC e estratégia utilizados encontram-se no Anexo 4. As queixas clínicas relacionadas com a manutenção do equilíbrio corporal podem ser observadas no Anexo 5.

Verificou-se que não houve associação significativa de sexo pelo Teste Exato de Fisher ($p= 0,266$). Como os grupos não demonstraram homogeneidade na variável idade, foi feita a avaliação pelo teste de correlação de Pearson para verificar a influência da idade nas medidas de interesse, não encontrando correlação significativa ($p= 0,059$). Pôde-se concluir que não houve influência da idade e sexo nas medidas da amostra.

Para avaliar as variáveis quantitativas, foram aplicados os testes de Kruskal-Wallis, com comparações múltiplas de Tukey para verificar a hierarquia das diferenças entre os grupos, quando fosse o caso.

Os grupos de desempenho auditivo (Grupo 1 - bom rendimento x Grupo 2 - mau rendimento) foram comparados quanto às avaliações *free open set* e discriminação para monossílabos. Observou-se que o grupo controle apresentou resultado semelhante ao Grupo 1 ($p = 0,836$; $p = 0,264$,

respectivamente). O Grupo 2 mostrou diferença significativa tanto em relação ao Grupo 1 ($p= 0,001^*$; $p= 0,001^*$, respectivamente) como em relação ao Grupo controle ($p= 0,001^*$; $p= 0,001^*$, respectivamente). Os dados da análise podem ser observados na Tabela 1.

TABELA 1 - Comparação entre os grupos nas avaliações *free open set* e discriminação para monossílabos

		Grupo			Teste de Kruskal-Wallis (p)	Comparações múltiplas Tukey	Resultado
		Grupo 1	Grupo2	Controle			
Free open set	Média	97,78	20,0	100,0			
	Mediana	100,0	0,0	100,0		(0 x 1) $p < 0,001^*$	
	Mínimo	80	0,0	100,0	0,004 *	(0 x 2) $p = 0,836$	G1= Controle > G2
	Máximo	100,0	60	100,0		(1 x 2) $p < 0,001^*$	
	desvio- padrão	6,667	44,721	0,0			
	n	9	5	7			
Mono	Média	82,0	17,6	98,9			
	Mediana	84,0	0,0	100,0		(0 x 1) $p < 0,001^*$	
	Mínimo	58,0	0,0	96,0	0,001 *	(0 x 2) $p = 0,264$	G1= Controle > G2
	Máximo	100,0	88,0	100,0		(1 x 2) $p < 0,001^*$	
	desvio- padrão	13,6	39,4	2,0			
	n	9	5	7			

Kruskal-Wallis

*estatisticamente significativo

Os grupos de desempenho auditivo (Grupo 1 - bom rendimento x Grupo 2 - mau rendimento) foram comparados quanto às condições da posturografia C1, C2, C3, C4, C5, C6 e IE (índice final de equilíbrio). Observou-se que os grupos apresentaram resultados semelhantes nas condições **C1** ($p= 0,416$), **C2** ($p= 0,280$) e **C3** ($p= 0,726$). Nas demais condições, houve diferenças de resposta quando comparados os diversos grupos, a saber:

- 1 para **C4**, G1 é semelhante a G2 ($p= 0,493$), G2 é semelhante a controle ($p= 0,333$) e G1 apresenta melhor performance que controle ($p= 0,021^*$). Assim, foi detectada diferença significativa entre o Grupo 1 e o grupo controle, com maior diferença de respostas entre as duas testagens no Grupo 1, significando melhor aprendizado.
- 2 para **C5**, G1 melhor que G2 ($p= 0,036^*$), G1 melhor que controle ($p= 0,040^*$) e G2 igual a controle ($p= 0,802$). Desta maneira, foi detectada diferença significativa entre o Grupo 1 e os outros dois grupos com maior diferença de respostas entre as duas testagens no Grupo 1, significando melhor aprendizado.
- 3 para **C6**, G1 mostrou-se igual a controle ($p= 0,594$), G1 melhor que G2 ($p= 0,030^*$) e controle melhor que G2 ($p= 0,092$). Portanto, foi detectada diferença significativa entre os grupos 1 e controle, com melhor aprendizado que o Grupo 2.
- 4 para **IE**, G1 melhor que G2 ($p= 0,025^*$), G1 melhor que controle ($p= 0,046^*$) e G2 igual a controle ($p= 0,858$). Portanto, o Grupo 1

apresentou melhor aprendizado entre as primeira e segunda testagens quando comparado aos Grupo 2 e controle.

Nas variáveis **C4** e **IE**, o Grupo Controle apresentou alto desempenho já à primeira testagem, justificando a baixa diferença entre os primeiro e segundo testes.

As diversas medidas obtidas nas primeira e segunda testagens de todos os grupos podem ser observadas na Tabela 2. Os valores absolutos das duas testagens encontram-se nos Anexos 6 a 8 .

TABELA 2 - Comparação entre os grupos nas diversas condições da PDC

		Grupo			(p)	Comparações múltiplas Tukey	Resultado	
		Grupo 1	Grupo 2	Controle				
c1	Média(dp)	-0,48 (1,85)	-0,27 (2,65)	0,57 (0,88)	0,416		G1 = G2 = Controle	
	Mediana	-0,33	-1,00	0,66				
	Mínimo	-4,00	-3,00	-0,34				
	Máximo	1,67	3,00	2,33				
c2	Média(dp)	-1,22(1,13)	-2,73(5,79)	-0,48(2,02)	0,280		G1 = G2 = Controle	
	Mediana	-1,34	-0,34	0,00				
	Mínimo	-3,00	-13,00	-4,00				
	Máximo	1,00	1,00	2,00				
c3	Média(dp)	-1,26(8,55)	0,47(3,65)	-0,33(1,54)	0,726		G1 = G2 = Controle	
	Mediana	2,66	-0,66	-1,00				
	Mínimo	-18,67	-4,00	-2,00				
	Máximo	6,33	5,00	2,00				
c4	Média(dp)	10,04(7,95)	6,27(4,70)	1,29(1,76)	0,026*	(0 x 1) p = 0,493	G1 = G2 = Controle	
	Mediana	7,33	8,34	1,67		(0 x 2) p = 0,021 *		
	Mínimo	-0,67	0,00	-2,33		(1 x 2) p = 0,333		G1 > Controle
	Máximo	25,00	11,00	3,34				
c5	Média(dp)	11,15 (9,27)	1,27(1,77)	2,43(8,11)	0,042*	(0 x 1) p = 0,036 *	G1 > G2 = Controle	
	Mediana	7,00	0,00	1,33		(0 x 2) p = 0,040 *		
	Mínimo	0,00	0,00	-9,00		(1 x 2) p = 0,802		
	Máximo	30,66	3,67	11,67				
c6	Média(dp)	9,70(8,66)	-1,47(3,28)	7,38(10,45)	0,026 *	(0 x 1) p = 0,030 *	G1 = Controle > G2	
	Mediana	8,00	0,00	3,66		(0 x 2) p = 0,594		
	Mínimo	0,00	-7,33	-7,00		(1 x 2) p = 0,092		
	Máximo	23,66	0,00	21,67				
IE	Média(dp)	6,11(3,22)	1,20(1,30)	2,14(3,58)	0,016*	(0 x 1) p = 0,025 *	G1 > G2 = Controle	
	Mediana	6,00	2,00	3,00		(0 x 2) p = 0,046 *		
	Mínimo	0,00	-1,00	-5,00		(1 x 2) p = 0,858		
	Máximo	10,00	2,00	3,58				

Kruskal-Wallis

*Estatisticamente significativo

Os grupos de desempenho auditivo (Grupo 1 - bom rendimento x Grupo 2 - mau rendimento) foram comparados quanto às respostas ao P300. Avaliadas as latências de onda, constatou-se diferença significativa em todas as comparações para maiores valores em G2. Quando comparados os Grupos 1 e controle, não foram verificadas diferenças significantes. Os achados sugerem pior desempenho nos indivíduos do Grupo 2. Todos os valores obtidos podem ser observados nos dados da Tabela 3. Os valores individuais encontram-se nos Anexos 9 a 11.

TABELA 3 - Comparação entre os grupos nas variáveis do P300

	Grupo			Teste de Kruskal-Wallis (p)	Comparações múltiplas Tukey	Resultado	
	Grupo 1	Grupo 2	Controle				
P300: 1000/2000	Média	359,7	430,8	325,0			
	Mediana	351,0	423,0	342,0		(0 x 1) p= 0,007*	
	Mínimo	327,0	399,0	261,0	0,006*	(0 x 2) p = 0,177	G1 > G2 = Controle
	Máximo	450,0	492,0	351,0		(1 x 2) p < 0,001 *	
	desvio- padrão	39,185	37,084	33,3			
	n	9	5	7			
P300: 1500/1000	Média	366,7	466,5	349,1			
	Mediana	345,0	457,5	351,0		(0 x 1) p= 0,001*	
	Mínimo	330,0	450,0	308,0	0,023*	(0 x 2) p = 0,601	G1> G2 = Controle
	Máximo	474,0	501,0	390,0		(1 x 2) p < 0,001 *	
	desvio- padrão	45,1	23,6	24,4			
	n	9	4	7			

Kruskal Wallis

*estatisticamente significativo

6 Discussão

Neste estudo, a casuística pequena foi um fator limitante, assim, torna-se necessário esclarecer algumas dificuldades durante sua realização. Um dos motivos foi a recusa na participação de 50% dos candidatos elegíveis para a proposta apresentada. Alguns estavam desmotivados ou então moravam em regiões muito distantes da cidade de São Paulo, dificultando, assim, seu comparecimento. Outro fator limitante foi a baixa frequência de indivíduos com mau rendimento após o implante coclear, visto que os candidatos são extensamente investigados antes de serem submetidos à cirurgia. Desse modo, conhecendo-se os fatores de mau resultado, os pacientes são previamente excluídos, fato que contribui para o baixo número de indivíduos estudados nesta amostra.

Pelo exposto acima e pelos poucos artigos encontrados que relacionem o equilíbrio com a percepção da fala ou com potenciais auditivos, houve interesse em avaliar se indivíduos implantados com mau desempenho poderiam apresentar alterações na aprendizagem do equilíbrio, que seriam avaliadas pela PDC. O baixo aproveitamento do IC foi anteriormente relacionado ao comprometimento da latência do P300 (Greters et al., 2011) e, portanto, é possível que o desempenho auditivo, a latência do P300 e o aprendizado postural estejam relacionados. A comprovação da hipótese poderia alavancar estudos posteriores e, talvez, investigar os testes auditivos como possíveis testes prognósticos dos programas de reabilitação vestibular.

Avaliando-se as latências do P300, verificamos que os indivíduos com mau desempenho (Grupo 2) apresentaram pior desempenho em relação aos demais grupos em todas as frequências testadas. Essas diferenças foram significativas e reforçam os achados iniciais de Greters et al. (2006) que relatam o comprometimento de estruturas do SNC em indivíduos com baixo desempenho auditivo após o implante coclear.

Para avaliar as estratégias de recuperação postural, a Posturografia Dinâmica Computadorizada (PDC) foi usada por ser um exame objetivo e não invasivo que permite o registro gráfico da posição do corpo frente a diversos estímulos. Por meio da PDC, pode-se quantificar a organização das aferências vestibulares, visuais e somatossensoriais necessárias à manutenção do equilíbrio, a coordenação das respostas motoras e o alinhamento do centro de gravidade.

Portanto, pode-se avaliar a habilidade do indivíduo em manter ou readquirir o controle da postura sob uma variedade de condições sensoriais. Foram feitas duas testagens no mesmo dia, com pequeno intervalo de tempo entre elas para averiguar a capacidade de utilização do aprendizado no restabelecimento postural (memória de curto prazo). O intervalo entre as duas testagens levou em conta um período de descanso de mais ou menos 35 minutos, para que o paciente pudesse se recuperar do esforço muscular exigido pelo teste. Com a musculatura descansada, não há interferência de fatores musculares na resposta obtida, que passa a ser resultado da memória operacional de curto período.

Para manter essa mesma memória operacional ativa, os pacientes foram instruídos a prestar atenção na realização da PDC e memorizar a sequência dos testes, para que no segundo exame tivessem mais facilidade na sua realização.

O controle do equilíbrio para situações novas depende da capacidade de memorização. A melhora ou manutenção do índice de equilíbrio em uma segunda testagem na PDC é esperada para aqueles indivíduos com capacidade normal de aprendizado. Pode-se observar que os indivíduos do Grupo 1 apresentaram resultados significativamente melhores que os do Grupo 2 e o Grupo controle em C4, C5, C6 e no IE do TIS na segunda avaliação. Este achado sugere que os indivíduos implantados que apresentam bom desempenho têm facilidade para “aprender” as situações sensoriais apresentadas e utilizam esse aprendizado em uma segunda vez.

Tal achado pode ser justificado pela assimilação das estratégias motoras envolvidas na manutenção do equilíbrio corporal, que dependem da integridade do SNC. Assim, o bom desempenho auditivo significaria que esses indivíduos apresentam boa memória funcional que permite a retenção do aprendizado. A dificuldade do Grupo 2 pode ser atribuída funcionamento comprometido das estruturas responsáveis, tanto pela discriminação da fala como pelo reconhecimento e aprendizado de estímulos necessários para gerar respostas motoras adequadas para correção postural. Considerando que os controles apresentem um desempenho ótimo já no primeiro exame, não é esperada melhora em uma segunda testagem.

Analisando os resultados do P300 realizado previamente, observou-se que os indivíduos com desempenho pobre em relação à compreensão da fala (Grupo 2) apresentaram latência aumentada do potencial cognitivo em relação aos controles e ao grupo de bom desempenho (Grupo 1). O comprometimento das latências foi concordante com a ausência de melhora dos resultados do TIS na segunda sessão. Os achados sugerem que possivelmente as mesmas estruturas responsáveis pelo reconhecimento da fala possam interferir no aprendizado de estratégias de correção para a manutenção do equilíbrio corporal.

Conforme relatos de literatura, as estruturas do SNC que podem estar funcionalmente envolvidas são aquelas implicadas com a memória explícita que processa informações auditivas, visuais e somatossensoriais além da geração do potencial cognitivo evocado P300: o hipocampo e o lobo temporal. (Tarka, 1995, Brankcak, 1996). De fato, Viljanen e colaboradores (2009) já haviam relatado a hipoacusia como fator predisponente à queda. Na ocasião da publicação, não há relato de audiometria vocal, mas é possível que a relação com a queda não seja da hipoacusia em si, mas, do comprometimento da discriminação auditiva.

Houve o cuidado de incluir apenas pacientes que apresentavam inserção total dos eletrodos do IC exatamente para eliminar o viés do procedimento cirúrgico. Não se pode dizer que as alterações encontradas são frutos exclusivos da lesão das vias neuronais auditivas e/ou vestibulares, visto que todos os pacientes do Grupo 2 apresentavam a

meningite como causa de surdez. Sabe-se que a meningite, além de causar surdez, pode ser responsável por outras alterações funcionais e anatômicas do SNC (Hugosson et al., 1997; Wellman et al., 2003; Schmidt et al., 2006). Se, por fim, esse comprometimento observado em nossos resultados fosse localizado nas estruturas responsáveis pelo aprendizado e memória, seria uma questão ainda sem resposta. São necessários novos estudos para que se possa chegar a essa conclusão.

Considerando esses resultados, pode-se supor que a recuperação postural, que depende do aprendizado e da memória, parece estar relacionada com a disfunção de estruturas responsáveis pelo reconhecimento da fala. É possível que o comprometimento dessas estruturas interfira, tanto no desempenho auditivo como no aprendizado de estratégias, para manutenção do equilíbrio corporal. Novos estudos, com maior número de participantes, deverão contribuir para a melhor compreensão do assunto.

7 Conclusão

Os usuários de IC com bom desempenho apresentaram melhor índice de recuperação postural quando comparados àqueles com baixo desempenho.

8 Anexos

Anexo 1 Aprovação da CAPPesq.



APROVAÇÃO

A Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa - CAPPesq da Diretoria Clínica do Hospital das Clínicas e da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, em sessão de 05/12/2007, **APROVOU** o Protocolo de Pesquisa nº **1059/07**, intitulado: "**EQUILÍBRIO CORPORAL EM USUÁRIOS DE IMPLANTE COCLEAR COM BOA E COM MÁ DISCRIMINAÇÃO VOCAL**" apresentado pelo Departamento de **OFTALMOLOGIA E OTORRINOLARINGOLOGIA**, inclusive o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Cabe ao pesquisador elaborar e apresentar à CAPPesq, os relatórios parciais e final sobre a pesquisa (Resolução do Conselho Nacional de Saúde nº 196, de 10/10/1996, inciso IX.2, letra "c").

Pesquisador (a) Responsável: **Roseli Saraiva Moreira Bittar**

Pesquisador (a) Executante: **Mario Edvin GreTERS**

CAPPesq, 07 de Dezembro de 2007

Prof. Dr. Eduardo Massad
**Presidente da Comissão de
Ética para Análise de Projetos
de Pesquisa**

Anexo 2 Termo de Ciência e Consentimento Livre e Esclarecido

**HOSPITAL DAS CLÍNICAS
DA
FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

TERMO DE CONSENTIMENTO PÓS -INFORMAÇÃO

**I - DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO DA PESQUISA OU RESPONSÁVEL
LEGAL**

1. NOME DO PACIENTE :.....

DOCUMENTO DE IDENTIDADE Nº : SEXO : .M F

DATA NASCIMENTO:/...../.....

ENDEREÇO Nº APTO:

BAIRRO:.....CIDADE

CEP:.....TELEFONE: DDD (.....)

2.RESPONSÁVEL LEGAL

NATUREZA (grau de parentesco, tutor, curador etc.)

DOCUMENTO DE IDENTIDADE :.....SEXO: M F

DATA NASCIMENTO.:/...../.....

ENDEREÇO: NºAPTO:

BAIRRO:.....CIDADE:

CEP:.....TELEFONE: DD (.....).....

II - DADOS SOBRE A PESQUISA CIENTÍFICA

1. TÍTULO DO PROTOCOLO DE PESQUISA “Análise Posturográfica em Usuários de Implante Coclear”.

PESQUISADOR: ... Dra ROSELI SARAIVA MOREIRA BITTAR

CARGO/FUNÇÃO: Médico assistente INSCRIÇÃO CONSELHO REGIONAL Nº 39729

UNIDADE DO HCFMUSP: Otorrinolaringologia (Otoneurologia)

3. AVALIAÇÃO DO RISCO DA PESQUISA: risco mínimo

4.DURAÇÃO: 2 anos

III – REGISTRO DAS EXPLICAÇÕES DADAS PELO PESQUISADOR:

Objetivo e Desenho do Estudo: Ao concordar em participar desta pesquisa, você será submetido a um teste de equilíbrio corporal chamado posturografia, que já foi aplicado em vários pacientes, sem ter apresentado risco para a saúde.

O objetivo do estudo é demonstrar alterações que possam ocorrer nesse exame em razão de problemas auditivos.

Durante a realização da posturografia, você ficará em cima de uma plataforma que oscila e registra seu equilíbrio no computador. Este exame é seguro, causando pouco desconforto e durando, aproximadamente, 15 minutos. Com a finalidade de evitar queda, você estará vestindo um colete que é preso a um suporte por tiras de segurança.

Antes de realizar o exame, será feito um questionário sobre sua saúde e equilíbrio.

Não se esqueça de informar qualquer alteração de saúde, assim como qualquer tratamento que esteja fazendo atualmente.

POSSÍVEIS DANOS, RISCOS E DESCONFORTOS PELA PARTICIPAÇÃO NO ESTUDO:

INFORMAÇÕES PARA MULHERES COM POTENCIAL PARA ENGRAVIDAR

Não há riscos potenciais à sua saúde, não há contraindicação para a realização deste exame em mulheres grávidas.

DESPESAS E COMPENSAÇÕES

Não haverá despesas pessoais para você em qualquer fase do estudo, incluindo exames, consultas e medicamentos. Também não haverá compensação financeira relacionada a sua participação.

DIREITOS DO PACIENTE E RETIRADA DO ESTUDO

A participação neste estudo é totalmente voluntária e sua recusa não afetará seu tratamento nem a atitude de seu médico. Se você concordar em participar, deverá assinar este documento. Mesmo tendo concordado, você poderá desistir a qualquer momento, sem prejuízo de seu acompanhamento.

Sua participação pode ser encerrada a qualquer momento pelo investigador ou pelo Ministério da Saúde. Isto poderá acontecer se você não seguir a programação do estudo ou se houver uma alteração de sua condição médica.

As informações pessoais e seus registros médicos serão mantidos em confidencialidade de acordo com as leis aplicáveis. Representantes do Comitê de Ética ou de autoridades locais ou internacionais podem requisitar um exame de seus registros médicos para verificar as informações coletadas. Na documentação do estudo, seu nome permanecerá em sigilo e você será identificado apenas com um número e suas iniciais.

IV - ESCLARECIMENTOS DADOS PELO PESQUISADOR SOBRE GARANTIAS DO SUJEITO DA PESQUISA:

1. acesso, a qualquer tempo, às informações sobre procedimentos, riscos e benefícios relacionados à pesquisa, inclusive para dirimir eventuais dúvidas.
2. liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento e de deixar de participar do estudo, sem que isto traga prejuízo à continuidade da assistência.
3. salvaguarda da confidencialidade, sigilo e privacidade.
4. disponibilidade de assistência no HCFMUSP, ambulatório de otoneurologia e enfermaria de otorrinolaringologia, da Disciplina de Otorrinolaringologia do HCFMUSP, por eventuais danos à saúde, decorrentes da pesquisa.

V. INFORMAÇÕES DE NOMES, ENDEREÇOS E TELEFONES DOS RESPONSÁVEIS PELO ACOMPANHAMENTO DA PESQUISA, PARA CONTATO EM CASO DE INTERCORRÊNCIAS

Dr. Mário E. GreTERS.

Av. Dr. Eneas de Carvalho Aguiar, 255 - 6º Andar sala 6167 Telefone (11) 3088-0299

3069-6286, 3069-6538.

Consultório (19) 3871-4892 Celular (11) 7314-7141

VII - CONSENTIMENTO PÓS-ESCLARECIDO

Declaro que, após convenientemente esclarecido pelo pesquisador e ter entendido o que me foi explicado, consinto em participar do presente Protocolo de Pesquisa

São Paulo, de de 200 .

assinatura do sujeito da pesquisa ou responsável legal

Assinatura do pesquisador

Anexo 3

ANAMNESE DOS PORTADORES DE IMPLANTE COCLEAR

Nome: _____ Data de Nascimento ____/____/____

Registro HC: _____ Sexo : _____

Endereço: _____

Escolaridade: _____

Profissão: _____

Está trabalhando atualmente? () sim () não.

Na mesma atividade que antes? () sim () não

Data do exame ____/____/____

Perda auditiva há quanto tempo: _____ Por quê? _____

Data do implante ____/____/____ Tipo de aparelho _____

Fez uso de amplificação sonora antes do implante? () sim () não

Por quanto tempo? _____

Tem dificuldade para se comunicar? () sim () não Em que situações? _____

Qual o seu grau de satisfação com o Implante? () ótimo () bom () regular () ruim

Apresenta zumbidos () sim () não Há quanto tempo? _____

() no ouvido implantado () no outro ouvido () em ambos ouvidos () na cabeça

() contínuo () às vezes () em apito () chiado () cigarra () sensação de pulsar

Tonturas: () presentes () ausentes Há quanto tempo? _____

() rotatória () desequilíbrio () flutuação () escurecimento da visão () queda

() com náuseas () contínua () em crises Duração _____ Intervalo entre as crises _____

Anexo 4 - Dados dos usuários de IC

	Grupo 1 (n = 5)	Grupo 2(n = 9)
Gênero feminino n (%)	2 (40%)	5 (56%)
Idade		
Média (min-max)	57(34-66)	38(23-57)
Tempo de surdez (anos)		
Média (min-max)	18.8 (1 – 36)	12.8 (1 – 43)
Tempo de Ativação do IC		
(min –max) meses	20,33 (5-55)	25 (9-37)
Nucleus 22		
Estratégia de processamento: Speak	3	2
Nucleus 24		
Estratégia de processamento: ACE	2	7
Etiologia da surdez		
Meningite	5	0
Trauma	0	1
Otosclerose	0	2
Ototoxicidade	0	1
Otite media crônica	0	1
Desconhecida	0	4

Anexo 5 - Queixas clínicas relacionadas com a manutenção do equilíbrio corporal

	Bom desempenho	Desempenho pobre
Vertigem	1	1
Tontura	0	0
Instabilidade à marcha	2	2
Queda	0	0
Dificuldade para andar no escuro	6	3
Oscilopsia	2	0

Anexo 6 - Valores da posturografia dinâmica computadorizada para o grupo com bom desempenho

ID	IDADE	C1		C2		C3		C4		C5		C6		IE	
		Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
1	65	92,7	94,3	88,3	89,3	84	88,7	82,7	82	21,7	41,3	3,67	27,3	54	64
2	63	94,3	94	92,7	91,3	88,7	91,3	68	81,6	58,6	64,6	45,6	67	69	78
3	49	95,7	95,3	94,3	92,7	95,3	92,7	79,7	87	47,7	78,3	54,3	60,3	73	82
4	67	91,3	90,7	86,7	85	83	89,3	63,7	80	59	66	4,33	13,3	58	66
5	34	95,3	92,7	91,7	90,33	95	76,3	68,7	83	0	5,33	0	0	48	48
6	66	93,3	95	94,33	93	93,7	93	83	88,3	51,3	64,3	66,7	70,7	77	81
7	53	94,3	94,3	94,3	94,3	91	95,7	80,3	83,3	61,3	67,3	61	69	76	81
8	61	94,3	90,3	92,6	89,7	91	79,3	58,3	64,3	16,3	29	0	15,3	49	53
9	55	93,3	93,7	91,6	90	79,7	83,7	55,3	80,3	0	0	0	0	42	48

Anexo 7 - Valores da posturografia dinâmica computadorizada para o grupo com desempenho pobre

ID	IDADE	C1		C2		C3		C4		C5		C6		IE	
		Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
1	30	95,7	94,7	89,7	89,3	90,0	93,3	85,7	88,3	0,0	0,0	0,0	0,0	51,0	52,0
2	57	92,7	94,7	88,0	87,0	82,7	82,0	48,3	57,7	0,0	0,0	0,0	0,0	41,0	43,0
3	40	97,7	94,7	96,0	83,0	90,0	95,0	85,7	85,7	23,7	26,3	7,3	0,0	58,0	57,0
4	43	93,0	90,7	90,0	89,7	84,0	80,0	29,0	40,0	0,0	0,0	0,0	0,0	37,0	39,0
5	23	92,0	95,0	91,0	92	91,3	90,0	81,7	90,0	25,7	29,3	0,0	0,0	56,0	58,0

Anexo 8 - Valores da PDC para o grupo controle

ID	IDADE	C1		C2		C3		C4		C5		C6		IE	
		Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
1	57	95	95,7	94,7	94,0	95,3	93,3	89,7	87,3	73,7	64,7	82,3	75,3	87	82
2	32	96,3	97	95,7	94,3	93,3	95,3	93,3	95,3	68,7	80,3	80,3	81,7	86	89
3	69	92,3	94,7	90,0	91,0	93,3	92,0	83,7	85,3	65,7	59,3	20,0	38,0	69	72
4	38	95	95	93,0	93,0	93,7	94,7	85,7	87,7	59,3	60,7	58,3	80,0	77	83
5	36	97	97,7	97,7	97,7	97,0	97,7	92,7	93,7	76,0	76,7	80,0	80,7	88	89
6	45	96	95,7	95,0	90,7	94,0	93,0	87,0	88,3	66,3	74,7	66,0	69,7	81	83
7	56	96,3	96,3	93,0	95,0	94,0	92,3	87,7	91,0	68,7	79,0	64,0	77,3	81	86

Anexo 9 - Idade e valores da latência de P300 (ms) no grupo com bom desempenho

ID	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Idade	65	63	49	67	34	66	53	61	55
P300 1.000/2.000	333	378	330	357	333	378	351	450	327
P300 1.500/1.000	345	381	339	378	342	378	333	474	330

Anexo 10 - Idade e valores da latência do P300 (ms) no grupo com desempenho pobre

ID	1	2	3	4	5
Idade	30	57	40	43	23
P300 1.000/2.000	405	423	435	492	399
P300 1.500/1.000	NR	450	453	501	462

Anexo 11 - Idade e valores da latência de P300 (ms) nos controles

ID	1	2	3	4	5	6	7
Idade	57	32	69	38	36	45	56
P300 1.000/2.000	345	351	345	261	333	342	298
P300 1.500/1.000	390	345	351	339	357	354	308

9 Referências

Altafullah I, Halgren E, Stapleton JM, Crandall PH. Interictal spike-wave complexes in the human medial temporal lobe: typical topography and comparisons with cognitive potentials. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 1986 Jun;63(6):503-16.

Angelaki DE, Cullen KE. Vestibular system: the many facets of a multimodal sense. *Annu Rev Neurosci.* 2008;31:125-50.

Attias J, Pratt H. Applications of three-dimensional analysis to the auditory P300. *Int J Neurosci.* 1991 May;58(1-2):95-103.

Benson TE, Brown MC. Synapses from medial olivocochlear branches in the inferior vestibular nucleus. *J Comp Neurol.* 1996 Aug 19;372(2):176-88.

Berthoz A. How does the cerebral cortex process and utilize vestibular signals? In: Baloh R, Halmagyi GM. (eds). *Disorders of the Vestibular System.* New York-Oxford: Oxford University Press, 1996. p.113-125.

Beynon AJ, Snik AF. Use of the event-related P300 potential in cochlear implant subject for the study of strategy-dependent speech processing. *Int J Audiol.* 2004;43:S44-S47.

Bigum HB, Dustman RE, Beck EC. Visual and somato-sensory evoked responses from mongoloid and normal children. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1970 Jun;28(6):576-85.

Black FO. What can posturography tell us about vestibular function? *Ann NY Ac Sci*. 2001;942:446-64.

Blamey P, Arndt P, Bergeron F, Bredberg G, Brimacombe J, Facer G, et al. Factors affecting auditory performance of postlinguistically deaf adults using cochlear implants. *Audiol Neurootol*. 1996;1(5):293-306.

Borel L, Lopez C, Péruch P, Lacour M. Vestibular syndrome: a change in internal spatial representation. *Neurophysiol Clin*. 2008 Dec;38(6):375-89.

Brandt T, Schautzer F, Hamilton DA, Bruning R, Markowitsch H, Kalla R et al. Vestibular loss causes hippocampal atrophy and impaired spacial memory in humans. *Brain*. 2005;128:2732-41.

Brankack J, Seidenbecher T, Müller-Gärtner HW. Task relevant late positive component in rats, is it related to hippocampal teta rhythm. *Hippocampus*. 1996;6(5):475-82.

Bright P, Kopelman MD. Learning and memory: recent findings. *Curr Opin Neurol*. 2001;14:449-55.

Brown WS, Marsh JT, LaRue A. Exponential electrophysiological aging: P3 latency. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 1983 Mar;55(3):277-85.

Bukowska D. Morphological evidence for secondary vestibular afferent connections to the dorsal cochlear nucleus in the rabbit. *Cells Tissues Organs.* 2002;170(1):61-8.

Cabeza R, Nyberg L. Neural bases of learning and memory: functional neuroimaging evidence. *Curr Opin Neurol.* 2000;13:415-421.

Cappa SF. Imaging studies of semantic memory. *Curr Opin Neurol.* 2008;21:669-675.

Davis MH, Gaskell MG. A complementary systems account of word learning: neural and behavioural evidence. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* 2009 Dec 27;364(1536):3773-800.

Doyon J. Motor sequence learning and movement disorders. *Curr Opin Neurol.* 2008,21:478-483.

Edgin JO, Pennington BF, Mervis CB. Neuropsychological components of intellectual disability: the contributions of immediate, working, and associative memory. *Intellect Disabil Res.* 2010 May;54(5):406-417.

Goodin DS, Squires KC, Starr A. Long-latency event-related components of the auditory evoked potential in dementia. *Brain*. 1978;101:635-648.

Greeters ME, Grasel SS, Guedes MC, Gomez MVSG, Weber R, Brito Netto RV, Bento RF. The P300 cognitive potential in cochlear implant users: comparison between good and poor performers. *Int J Audiology*. No prelo

Grimm RJ, Hemenway WG, Lebray PR, Black FO. The perilymph fistula syndrome defined in mild head trauma. *Acta Otolaryngol*. 1989;464 Suppl:1-40.

Groenen PAP, Beynon AJ, Snik AFM, van den Broek P. Speech-evoked cortical potentials recognition in cochlear implant users and speech. *Scand Audiol*. 2001;30(1):31-40.

Grunwald T, Lehnertz K, Heinze HJ, Helmstaedter C, Elger CE. Verbal novelty detection within the human hippocampus proper. *Proc Natl Acad Sci*. 1998 March;95:3193-7.

Grunwald T, Kurthen M. Novelty detection and encoding for declarative memory within the human hippocampus. *Clin EEG Neurosci*. 2006 Oct;37(4):309-14.

Halgren E, Squires NK, Wilson CL, Rohrbaugh JW, Babb TL, Crandall PH. Endogenous potentials generated in the human hippocampal formation and amygdala by infrequent events. *Science*. 1980 Nov 14;210(4471):803-5.

Henkin Y, Tetin-Schneider S, Holdesheimer M, Kishon-Rabin L. Cortical neural activity underlying speech perception in postlingual adult cochlear implant recipients. *Audiol Neurootol*. 2009;14:39-53.

Hinoki M. Role of the visceral brain in body equilibrium *Acta Otolaryngol*. 1984 Suppl.;419:30-52.

Hüffner K, Hamilton DA, Kalle R, Stephan T, Glasauer S, Ma J, et al. Spatial memory and hippocampal volume in humans with unilateral vestibular deafferentation. *Hippocampus*. 2007;17:471-85.

Hugosson S, Carlsson E, Borg E, Brorson LO, Langeroth G, Olcén P. Audiovestibular and neuropsychological outcome of adults who had recovered from childhood meningitis. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 1997;42(2):149-67.

Jones GM. Postura. In: Kandel ER, Schwartz JH, Jessell TM. *Princípios de Neurociência*. 4ª ed. Barueri: Manole, 2003. p. 816-31.

Kileny PR. Evoked potentials in the management of patients with cochlear implants: research and clinical applications. *Ear Hear*. 2007;28(2 suppl.):124s-127s.

Kigma H. Function and dysfunction of the vestibular system. In: Luxon L. *Audiological Medicine*. London: Martin Munitz, 2003. p. 665-70.

Kubo T, Yamamoto K, Iwaki T, Matsukawa M, Doi K, Tamura M. Significance of auditory evoked responses (EABR and P300) in cochlear implant subjects. *Acta Otolaryngol*. 2001;121(2):257-261.

McNeil C, Sharma M, Purdy SC, Agung K. Cortical evoked responses from an implanted ear after 50 years of profound unilateral deafness. *Cochlear Implants Int*. 2007;8:189-99.

Nyberg L. Any novelty in hippocampal formation and memory? *Curr Opin Neurol*. 2005 Aug;18(4):424-8.

Perrault N, Picton TW. Event-related potentials recorded from the scalp and nasopharynx. II. N2, P3 and slow wave. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1984 Jul;59(4):261-78.

Pfefferbaum A, Wenegrat BG, Ford JM, Roth WT, Kopell BS. Clinical application of the P3 component of event-related potentials. II. Dementia, depression and schizophrenia. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1984 Apr;59(2):104-24.

Polich J, Ladish C, Bloom FE. P300 assessment of early Alzheimer's disease. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1990 May-Jun;77(3):179-89.

Rogers RL, Baumann SB, Papanicolaou AC, Bourbon TW, Alagarsamy S, Eisenberg HM. Localization of the P3 sources using magnetoencephalography and magnetic resonance imaging. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 1991 Oct;79(4):308-21.

Sang FY, Jauregui-Renaud K, Green DA, Bronstein DA, Gresty MA. Depersonalisation/derealisation symptoms in vestibular disease *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2006;77:760-6.

Schautzer F, Hamilton D, Kalla R, Strupp M, Brandt T. Spatial memory deficits in patients with chronic bilateral vestibular failure. *Ann N Y Acad Sci.* 2003 Oct;1004:316-24.

Schmidt H, Heimann B, Djukic M, Mazurek C, Fels C, Wallesch CW, Nau R. Neuropsychological sequelae of bacterial and viral meningitis. *Brain.* 2006; 129:333-45.

Smith PF. Vestibular-hippocampal interactions. *Hippocampus.* 1997;7:465-471.

Smith PF, Horii A, Russell N, Bilkey DK, Zheng Y, Liu P, Kerr DS, Darlington CL. The effects of vestibular lesions on hippocampal function in rats. *Prog Neurobiol.* 2005 Apr;75(6):391-405.

Smith PF, Geddes LH, Baek JH, Darlington CL, Zheng Y. Modulation of memory by vestibular lesions and galvanic vestibular stimulation. *Front Neurol*. 2010 Nov 17:1:141.

Sutton S, Braren M, Zubin J, John ER. Evoked-potential correlates of stimulus uncertainty. *Science*. 1965 Nov 26;150(700):1187-8.

Tarkka IM, Stokic DS, Basile LF, Papanicolaou AC. Electric source localization of the auditory P300 agrees with magnetic source localization. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1995;96(6):538-45

Velasco M, Velasco F, Velasco AL, Almanza X, Olvera A. Subcortical correlates of the P300 potential complex in man to auditory stimuli. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1986 Sep;64(3):199-210.

Viljanen A, Kaprio J, Pyykkö I, Sorri M, Pajala S, Kauppinen M, Koskenvuo M, Rantanen T. Hearing as a predictor of falls and postural balance in older female twins. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2009 Feb;64(2):312-7.

Wellman MB, Sommer DD, McKenna J. Sensorineural hearing loss in postmeningitic children. *Otol Neurotol*. 2003;24(6):907-12.

Ystad MA, Lundervold AJ, Wehling E, Espeseth T, Rootwelt H, Westlye LT, Andersson M, Adolfsdottir S, Geitung JT, Fjell AM, Reinvang I, Lundervold A.

Hippocampal volumes are important predictors for memory function in elderly women. *BMC Med Imaging*. 2009 Aug; 22:9-17.

zu Eulenburg P, Stoeter P, Dieterich M. Voxel-based morphometry depicts central compensation after vestibular neuritis. *Ann Neurol*. 2010;68:241-249.