

Vanessa Clarizia Marchesin¹
 Maria Cecília Martinelli Iório¹

Estudo dos efeitos de longo prazo da compressão de frequências por meio de testes comportamentais verbais em adultos

Study of the long-term effects of frequency compression by behavioral verbal tests in adults

Descritores

Adulto
 Auxiliares de Audição
 Perda Auditiva
 Percepção da Fala
 Reabilitação

Keywords

Adult
 Hearing Aids
 Hearing Loss
 Speech Perception
 Rehabilitation

RESUMO

Objetivo: Verificar o efeito do uso de longo prazo de próteses auditivas com compressão de frequências em testes comportamentais verbais e atividades diárias. **Métodos:** Trinta e dois adultos, com idade entre 30 e 60 anos, com perda auditiva neurosensorial de grau moderado a severo em altas frequências com configuração descendente foram distribuídos em dois grupos: 16 com próteses auditivas com o algoritmo de compressão de frequências ativado e 16 não ativado. Foram submetidos a testes de detecção de sons consonantais, reconhecimento de monossílabos no silêncio, identificação de monossílabos com fricativos e questionário *Abbreviated Profile of Hearing Aid Benefit* (APHAB) em cinco momentos ao longo de 12 meses. **Resultados:** A detecção de sons consonantais, o reconhecimento de monossílabos no silêncio e a identificação de monossílabos com fricativos melhoraram significativamente com a compressão de frequências ativada. Os participantes apresentaram melhora das pontuações do APHAB independentemente de estarem adaptados ou não à compressão de frequências. **Conclusão:** A compressão de frequências propicia a melhora antecipada da audibilidade, detecção de sons consonantais de altas frequências e o reconhecimento de monossílabos.

ABSTRACT

Purpose: To verify the effect of long-term use of hearing aids with frequency compression for verbal behavior tests and daily activities. **Methods:** Thirty-two adults, aged between 30 and 60 years old, with moderate to severe sensorineural hearing loss at high frequencies with steeply sloping configuration were divided into two groups: 16 with hearing aids with frequency compression algorithm enabled and 16 not enabled. All participants underwent the detection tests of consonant sounds, monosyllable recognition in quiet environments, identification of fricative monosyllables, and Abbreviated Profile of Hearing Aid Benefit (APHAB) questionnaire in five times throughout a 12-month trial. **Results:** Detection of consonant sounds, recognition of monosyllables in quiet environments and identification of fricative monosyllables improved significantly with frequency compression enabled. Participants had their APHAB scores improved whether they were adapted to the frequency compression or not. **Conclusion:** Frequency compression provides the anticipated improvement in audibility, detection of high-frequency consonant sounds, and recognition of monosyllables.

Endereço para correspondência:

Vanessa Clarizia Marchesin
 Rua Botucatu, 802, Vila Clementino,
 São Paulo (SP), Brasil, CEP: 04023-900.
 E-mail: vclarizia@hotmail.com

Recebido em: 02/09/2014

Aceito em: 15/10/2014

Trabalho realizado no Departamento de Fonoaudiologia, Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP – São Paulo (SP), Brasil.

(1) Departamento de Fonoaudiologia, Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP – São Paulo (SP), Brasil.

Fonte de financiamento: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES.

Conflito de interesses: nada a declarar.

INTRODUÇÃO

Ao longo das últimas décadas, um desafio importante para os profissionais da área de Audiologia no processo de seleção e adaptação de próteses auditivas tem sido obter uma adaptação satisfatória em pacientes com perda auditiva neurosensorial com configuração descendente, especialmente do tipo “rampa de esqui”. Esses pacientes frequentemente possuem sensibilidade auditiva normal ou próxima do normal em médias e baixas frequências e foram considerados como candidatos com restrições para o uso de amplificação devido às limitações tecnológicas⁽¹⁾ e ao pobre reconhecimento de fala na presença de ruído, uma vez que a amplificação de alta frequência não é suficiente para fornecer audibilidade dos sons de fala, além de não poder ser eventualmente aproveitada por limitações orgânicas⁽²⁾.

Em vista dessas limitações, alguns pesquisadores recomendaram, na adaptação de próteses auditivas em pacientes com perda auditiva de configuração descendente, a prescrição de pouca ou nenhuma amplificação em altas frequências^(3,4). Por outro lado, sabe-se que o fornecimento de informações em altas frequências pode melhorar significativamente a percepção de fala, especialmente em ambientes ruidosos⁽⁵⁻⁷⁾. Outras pesquisas ainda sugerem que a faixa de frequências estendida pode melhorar a detecção de sons de fala⁽⁸⁻¹⁰⁾ e a percepção de sons fricativos⁽¹¹⁾.

A fim de solucionar as dificuldades na adaptação de próteses auditivas desses pacientes com perda auditiva de configuração descendente, foram desenvolvidos algoritmos que proporcionam o rebaixamento de frequências, nos quais a informação dos sons de fala é movida para uma faixa de frequências mais baixa, sendo esta audível para o paciente. Atualmente, várias próteses auditivas digitais possuem técnicas de rebaixamento de frequências (*frequency lowering*) em tempo real. Tais técnicas podem ajudar esses pacientes a detectar e discriminar fonemas de altas frequências facilitando a comunicação^(12,13).

Uma dessas técnicas é a compressão de frequências (CF), na qual o sinal é processado com o rebaixamento de frequências, que é realizado por meio da compressão da faixa de frequências do som de entrada a partir de uma frequência de corte e com razão de compressão específica⁽¹⁴⁾. Publicações recentes sugerem que a CF pode proporcionar maior benefício para adultos e crianças⁽¹⁵⁻¹⁷⁾ e os resultados clínicos mais observados são: aceitação espontânea do usuário, aclimatização rápida durante o processo de adaptação da prótese auditiva, melhora significativa na qualidade de voz^(14,16,18), diminuição de problemas de realimentação acústica e questões relacionadas com o volume excessivo causado pela amplificação em altas frequências⁽¹⁴⁾.

Algumas pesquisas examinaram os efeitos da CF em adultos com perda auditiva em altas frequências⁽¹⁹⁾. Nenhum benefício significativo no desempenho foi demonstrado quando se compararam os resultados com CF à tecnologia convencional. Em contrapartida, estudos com crianças que avaliaram o efeito da CF na detecção de sons revelaram que a detecção foi melhor com CF. Alguns autores verificaram que a detecção de /s/ e /ʃ/ foram melhores quando a CF foi ativada⁽¹⁶⁾. Da mesma forma, outros autores constataram que a detecção de /s/ foi melhor com a CF ativada depois de seis meses de experiência⁽²⁰⁾.

Um período de aclimatização pode ser necessário para perceber os benefícios da CF⁽¹⁶⁾. No entanto, o efeito do desempenho de longo prazo com a CF para o sinal de frequência comprimido recebeu até agora pouca atenção. Um estudo no qual foram avaliadas 15 crianças adaptadas com próteses auditivas com CF revelou benefício com o uso da CF após seis semanas de adaptação⁽²⁰⁾. Houve um benefício adicional da CF após seis meses de experiência, quando comparado com as medidas iniciais sem CF, para o reconhecimento de consoantes e de fala no ruído. Os autores interpretaram como uma evidência a necessidade de um longo período de adaptação da CF para se alcançar o benefício integral.

Recentemente, alguns autores também investigaram os possíveis efeitos de aclimatização da CF em crianças. Eles apresentaram uma série de casos de crianças adaptadas com CF que foram acompanhadas em intervalos regulares por cerca de 30 semanas após a adaptação da prótese auditiva. Houve evidência do benefício adicional da CF a longo prazo⁽²¹⁾. Já em adultos, uma pesquisa descreveu o reconhecimento de fala no ruído e reconhecimento de consoantes no silêncio após um período de uso prolongado (1 a 121 semanas) de amplificação com CF. O reconhecimento de consoantes no reconhecimento de fala no silêncio, mas não no ruído, foi significativamente melhor com a CF ativada. Não houve correlação significativa entre o tempo de experiência da CF e o seu benefício⁽²²⁾.

Nenhum estudo investigou qual é o período necessário de aclimatização para conseguir o benefício integral da CF. Sendo assim, ainda há questões importantes acerca da tecnologia da CF e, também, a aplicação desse algoritmo em adultos adaptados com próteses auditivas permanece sem resposta. Assim, o objetivo deste estudo longitudinal foi verificar o efeito do uso a longo prazo de próteses auditivas com compressão de frequências em adultos em testes comportamentais verbais e atividades diárias.

MÉTODOS

Este estudo caracterizou-se por ser uma pesquisa experimental com amostra não probabilística por conveniência. Esta pesquisa foi aprovada pela Comissão de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de São Paulo, sob o número CEP 0855/10. Os participantes foram informados sobre os objetivos e a metodologia do estudo proposto e concordaram com a participação voluntária, tendo assinado o Termo de Consentimento Livre Esclarecido.

Foram considerados os seguintes critérios de exclusão para a composição da amostra:

1. flutuação ou recentes mudanças no nível da audição;
2. assimetria nos limiares de via área superiores a 15 dB em duas ou mais frequências;
3. gap aéreo-ósseo maior que 15 dB em qualquer frequência de teste;
4. função anormal da orelha média;
5. ter experiência com o uso de próteses auditivas.

Os adultos que compuseram a amostra foram selecionados aleatoriamente em um serviço de atendimento no Núcleo Integrado de Assistência, Pesquisa e Ensino em Audição

(NIAPEA) ao deficiente auditivo de um hospital público, após uma análise inicial dos prontuários.

A amostra foi constituída por 32 adultos com perda auditiva neurossensorial de grau moderado a severo bilateral em altas frequências, sendo 16 do sexo feminino e 16 do sexo masculino, com faixa etária entre 30 e 60 anos (média de 46 anos; desvio padrão – DP=11) e escolaridade média de 9,2 anos (DP=3). Estes foram distribuídos em dois grupos com 16 adultos em cada um, sendo pareados por idade, perda auditiva e anos de estudo. O grupo experimental foi adaptado com a CF ativada e o grupo controle foi adaptado com a CF desativada.

Os participantes, novos usuários de próteses auditivas, foram adaptados com prótese auditiva Phonak Naída III SP BTE e moldes auriculares do tipo invisível duplo de acrílico com 2,5 mm de ventilação bilateralmente. Eles foram adaptados de acordo com o método prescritivo NAL/NL1. Os parâmetros de compressão de frequências foram prescritos pelo *software* da Phonak. Após garantir a audibilidade de sons em altas frequências, todos os participantes foram orientados quanto ao uso efetivo de, no mínimo, seis horas diárias das suas próteses auditivas.

Todos os participantes foram submetidos aos seguintes testes comportamentais verbais: detecção de sons consonantais /s/ e /ʃ/, Índice Perceptual de Reconhecimento de Fala (IPRF) com monossílabos gravados, Índice Percentual de Identificação de Fonemas Fricativos (IPIFF) e o questionário *Abbreviated Profile of Hearing Aid Benefit* (APHAB). O estudo foi realizado em cinco momentos de avaliação, que foram: pré-adaptação das próteses auditivas (T0), um mês (T1), três meses (T2), seis meses (T3) e 12 meses (T4) após adaptação das próteses auditivas.

Detecção de sons consonantais

Tradicionalmente, o teste de Ling é composto por seis sons: /m/, /a/, /i/, /u/, /ʃ/ e /s/. Para facilitar as mensurações de detecção, sensíveis a mudanças na audibilidade de sons de alta frequência, os dois sons /s/ e /ʃ/ foram selecionados, cujos picos espectrais encontram-se em 6.000 Hz para /s/ e 4.000 Hz para /ʃ/.

Os estímulos foram apresentados a viva voz a 1 m diretamente atrás do participante (180° azimuth) numa sala com isolamento acústico. O procedimento de detecção foi administrado duas vezes para cada fonema em todas as fases de teste. Os fonemas foram apresentados em ordem aleatória.

Índice Perceptual de Reconhecimento de Fala gravado

O IPRF foi avaliado por meio do material gravado por locutor masculino brasileiro, disponível em CD, que contém 25 monossílabos. Estes foram organizados em quatro listas⁽²³⁾. A Lista 1 foi apresentada na orelha direita e a Lista 2, na orelha esquerda, a 40 dBNS. Utilizou-se o audiômetro da Grason Stadler 61. Os participantes foram instruídos a repetir, exatamente, os monossílabos apresentados. O IPRF foi estabelecido por meio da contagem do número de palavras repetidas corretamente. Todos os participantes foram avaliados sem as próteses auditivas para cada momento de avaliação.

Índice Percentual de Identificação de Fonemas Fricativos

O teste IPIFF foi realizado por meio de um *software*⁽²⁴⁾, que consiste de 24 palavras monossilábicas, compostas com fonemas fricativos /s/, /z/, /f/, /v/, /ʃ/, /ʒ/, em posição inicial, associados com os fonemas vocálicos /a/, /i/ e com ou sem o fonema fricativo /s/, na posição final. As combinações fonéticas formaram 18 palavras em idioma Português falado no Brasil e seis não palavras, perfazendo um total de 24 monossílabos cuja gravação foi realizada por oito falantes (quatro mulheres e quatro homens). Assim sendo, 192 monossílabos compuseram o material de teste.

O teste foi efetuado em campo livre em uma cabina acústica. Os estímulos foram apresentados por meio do audiômetro da Grason Stadler 61 com saída para alto falantes, estando o participante posicionado 1 m a frente deste (0° azimuth). O nível de apresentação dos estímulos foi fixado em 65 dB(A). No início de cada avaliação, os participantes realizaram um treino com dez palavras aleatoriamente apresentadas pelo *software*. Todos os participantes apontaram as respostas no quadro que continha os 24 monossílabos ilustrados, após as duas apresentações de uma mesma palavra (condição de teste obrigatório). O escore final do teste foi disponibilizado pelo *software* do IPIFF.

Questionário de autoavaliação

O questionário APHAB contém 24 itens utilizados para medir benefício autopercebido de uso da prótese auditiva. As questões estão divididas em quatro subescalas: facilidade de comunicação (FC), reverberação (RV), ruído de fundo (RA) e sons aversivos (AV). Essa quarta subescala mede reações negativas aos sons ambientais. Neste estudo, foram avaliadas, por subescala, as limitações referidas pelos pacientes e não foi objeto de estudo a análise do benefício. Assim sendo, quanto maior o escore, maior é considerada a limitação de participação. Os resultados por subescala são apresentados como porcentagens de dificuldade de ouvir de 0 a 100%. Os participantes preencheram o questionário APHAB no início do estudo e após um, três, seis e 12 meses de adaptação da prótese auditiva.

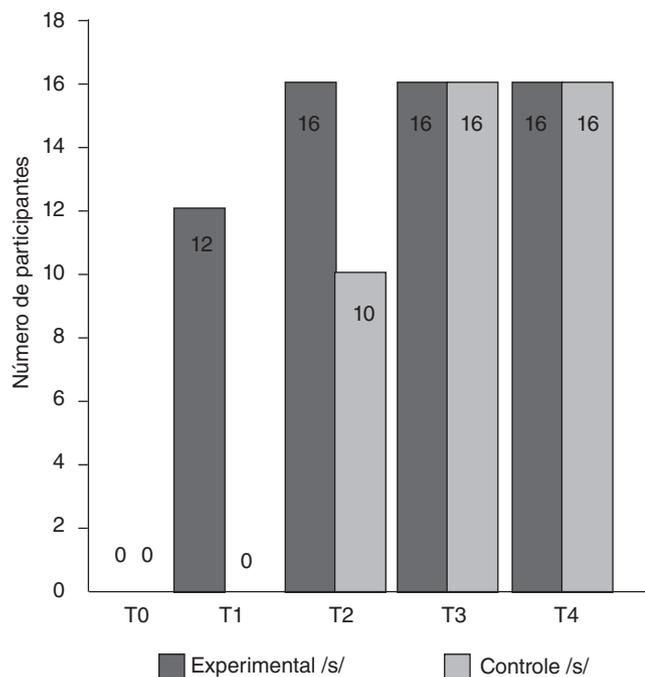
Método estatístico

Foram realizadas análises de medidas repetidas de variância (ANOVA) para examinar os efeitos da CF em testes comportamentais verbais. Quando o resultado foi estatisticamente significativo ($p < 0,05$), foram analisadas interações por meio de Bonferroni corrigido associado ao teste *t*. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versão 17.

RESULTADOS

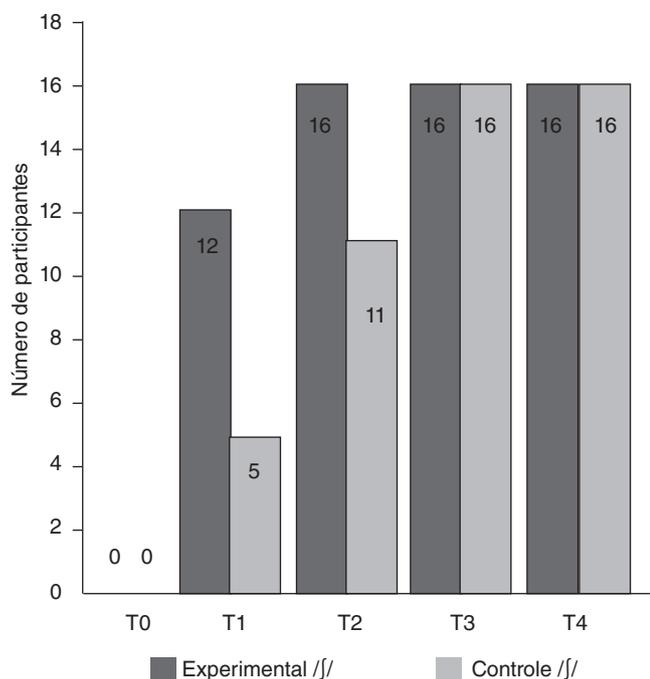
Detecção de sons consonantais

Para o teste de detecção de sons consonantais, os resultados obtidos por grupo são apresentados nas Figuras 1 e 2. Foi realizada a comparação entre os grupos pela análise de dois fatores



Legenda: T0 = Pré-adaptação da prótese auditiva; T1 = primeiro mês de adaptação da prótese auditiva; T2 = terceiro mês de adaptação da prótese auditiva; T3 = sexto mês de adaptação da prótese auditiva; T4 = 12º mês de adaptação da prótese auditiva

Figura 1. Número de participantes, do grupo experimental e controle, que detectaram o fonema /s/ por momento de avaliação



Legenda: T0 = pré-adaptação da prótese auditiva; T1 = primeiro mês de adaptação da prótese auditiva; T2 = terceiro mês de adaptação da prótese auditiva; T3 = sexto mês de adaptação da prótese auditiva; T4 = 12º mês de adaptação da prótese auditiva

Figura 2. Número de participantes, do grupo experimental e controle, que detectaram o fonema /ʃ/ por momento de avaliação

de variância (ANOVA), na qual foi observada diferença: fonemas /s/ ($F(1,320)=17,2$; $p<0,02$) e /ʃ/ ($F(1,320)=16,8$; $p<0,04$). As Figuras 1 e 2 também mostram a detecção dos sons consonantais obtidos por cada momento de avaliação. Houve diferença entre o primeiro e o terceiro momento de avaliação quando comparados os dois grupos ($F(1,192)=27,6$; $p=0,01$).

Índice Perceptual de Reconhecimento de Fala gravado

O IPRF obtido por grupo é apresentado na Tabela 1. Embora encontrada alguma variabilidade nos resultados desse teste entre os participantes, a ANOVA de um fator revelou que o efeito de aclimatização a longo prazo apresentou diferença no grupo experimental ($F(1,288)=60,4$; $p<0,016$) e não para o grupo controle ($F(1,288)=54,3$; $p=0,237$). Também foi encontrada uma diferença significativa entre o primeiro e o terceiro momento de avaliação ($F(1,192)=73,2$; $p<0,001$).

Índice Percentual de Identificação de Fonemas Fricativos

Os IPIFFs obtidos por cada grupo são apresentados na Tabela 2. As porcentagens do grupo experimental melhoraram ao longo do tempo, de modo que, ao final dos três meses, as medidas absolutas com o uso da CF foram mais elevadas do que nos participantes com a CF desativada. Foi observada uma diferença significativa entre os grupos ($F(1,320)=49,2$; $p<0,001$). Portanto, podemos considerar que os participantes com a CF ativada em todos os momentos de avaliação foram melhores do que os participantes com a CF desativada. Além disso, a comparação entre o primeiro e o terceiro momento de avaliação também foi estatisticamente significativa ($F(1,160)=61,1$; $p=0,03$).

Questionário de autoavaliação

As respostas ao questionário APHAB foram registradas de acordo com o procedimento padrão para determinar a frequência de limitações auditivas na vida diária em cada uma das quatro subescalas descritas. O teste ANOVA indicou diferenças significativas ($p<0,001$) nas avaliações com e sem as próteses auditivas em três subescalas em ambos os grupos quando analisados os cinco momentos de avaliação: FC, RV e de RA. Apenas o grupo experimental apresentou diferença significativa na subescala AV ($p<0,001$) a longo prazo. A Tabela 3 mostra as médias e os desvios padrão dos escores do APHAB para cada grupo. Não houve diferença entre os grupos ($F(1,320)=2,3$; $p=0,22$).

DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da CF na percepção de fala em adultos com perda auditiva de grau moderado a severo em altas frequências ao longo de um período de 12 meses. Em apoio à nossa hipótese de que haveria melhora na percepção de fala com a CF ativada, os testes comportamentais verbais evidenciaram escores superiores com a CF ativada quando comparada à CF desativada. Ainda em apoio a nossa hipótese, essa melhora nos testes comportamentais verbais foi consistente com o uso a longo prazo, que pode ser considerado

Tabela 1. Média e desvio padrão do Índice Percentual de Reconhecimento de Fala gravado por momento de avaliação e grupo

Grupo	T0 Média (DP)	T1 Média (DP)	T2 Média (DP)	T3 Média (DP)	T4 Média (DP)
Experimental					
Direita	63,3 (7,5)	66,5 (6,8)	76 (7,3)	77 (7,1)	78 (6,9)
Esquerda	61,8 (7,4)	67,3 (7,2)	74,3 (6,4)	77 (5,2)	75 (5,9)
Controle					
Direita	62,3 (6,2)	63,3 (4,9)	70,3 (6,9)	72 (5,5)	72,3 (7,1)
Esquerda	61,5 (8,1)	61,8 (5,7)	69,3 (8,2)	70,8 (7,0)	70,3 (7,6)

Legenda: T0 = pré-adaptação da prótese auditiva; T1 = primeiro mês de adaptação da prótese auditiva; T2 = terceiro mês de adaptação da prótese auditiva; T3 = sexto mês de adaptação da prótese auditiva; T4 = 12^o mês de adaptação da prótese auditiva; DP = desvio padrão

Tabela 2. Média e desvio padrão do Índice Percentual de Identificação de Fonemas Fricativos por momento de avaliação e grupo

Grupo	T0 Média (DP)	T1 Média (DP)	T2 Média (DP)	T3 Média (DP)	T4 Média (DP)
Experimental					
f-v	61,3 (28,2)	83,4 (13,8)	93,2 (7,1)	98,2 (2)	99,4 (0,9)
s-z	68,1 (21,3)	84,2 (8,2)	86,9 (2,7)	86,9 (3,7)	90,1 (5,6)
ʃ-ʒ	29,6 (18,8)	57,5 (21,9)	72,2 (11,3)	87,7 (9,2)	91,2 (5,1)
S final	72,6 (24,4)	92,5 (13)	98,8 (1,8)	99,8 (0,5)	99,9 (0,1)
Controle					
f-v	73,4 (19,8)	81,9 (20,4)	93,0 (5,0)	98,9 (1,3)	98,9 (1,3)
s-z	73,4 (16,5)	77,9 (16,5)	86,0 (4,7)	85,6 (6,1)	86,7 (6,8)
ʃ-ʒ	33,4 (22,2)	48,2 (24,1)	72,9 (12,7)	78,7 (7,4)	78,6 (7,3)
S final	82,0 (15,0)	94,8 (7,0)	98,8 (1,6)	99,8 (0,4)	99,8 (0,4)

Legenda: T0 = pré-adaptação da prótese auditiva; T1 = primeiro mês de adaptação da prótese auditiva; T2 = terceiro mês de adaptação da prótese auditiva; T3 = sexto mês de adaptação da prótese auditiva; T4 = 12^o mês de adaptação da prótese auditiva; DP = desvio padrão

Tabela 3. Média e desvio padrão do escore do questionário *Abbreviated Profile of Hearing Aid Benefit* em cada subescala por momento de avaliação e grupo

Grupo	T0 Média (DP)	T1 Média (DP)	T2 Média (DP)	T3 Média (DP)	T4 Média (DP)
Experimental					
FC	63,4 (21,1)	27,1 (20,8)	27,2 (25,6)	15,9 (16,7)	12,2 (15,1)
RV	54,9 (18,4)	36,4 (13,2)	34,3 (17,1)	32,2 (18,9)	31,3 (19,4)
RA	60,8 (19,7)	32,7 (19,6)	29,2 (20,1)	20,6 (18,5)	21,3 (18,2)
AV	50,1 (22,8)	45,3 (26,9)	39,8 (31,7)	22,9 (24,5)	17,9 (22,8)
Controle					
FC	72,3 (21,7)	45,6 (24,8)	37,9 (29,1)	27,9 (17,8)	19,3 (13,9)
RV	57,9 (14,4)	44,4 (14,8)	39,1 (19,6)	41,9 (15,3)	4,8 (15,4)
RA	71,7 (18,3)	41,9 (17,1)	41,2 (20,3)	31,6 (15,6)	32,1 (14,6)
AV	40,4 (27,1)	36,1 (28,8)	35,2 (25,7)	25,4 (29,4)	17,6 (22,6)

Legenda: T0 = pré-adaptação da prótese auditiva; T1 = primeiro mês de adaptação da prótese auditiva; T2 = terceiro mês de adaptação da prótese auditiva; T3 = sexto mês de adaptação da prótese auditiva; T4 = 12^o mês de adaptação da prótese auditiva; FC = facilidade de comunicação; RV = reverberação; RA = ruído de fundo; AV = sons aversivos; DP = desvio padrão

como um efeito da aclimatização da tecnologia. A aclimatização é considerada por diversos estudos⁽²⁵⁻²⁸⁾ como um processo que é mais evidente apenas depois de pelo menos várias semanas de uso da amplificação.

A detecção de /s/ e /ʃ/ mostrou diferença com a CF ativada depois de três meses de uso em comparação com a CF desativada, sugerindo benefício da CF ao longo de um período de

aclimatização. As vantagens da CF ativada sobre a CF desativada para a detecção de sons em alta frequência (sons /s/ e /ʃ/), observada após o terceiro mês de estudo, foram mantidas após seis e 12 meses de uso consecutivo da CF. Esses dados evidenciam que o uso a longo prazo da CF propicia a melhora da detecção simples de sons de altas frequências e essa melhora pode ser imediata com a oferta de maior audibilidade.

Uma possível explicação é que os adultos precisam de mais tempo para detectar o novo sinal comprimido que não era familiar na vida diária.

O IPRF para a tarefa de reconhecimento de fala no presente estudo foi selecionado para avaliar os efeitos de aclimatização. O resultado do IPRF foi melhor com a CF ativada em comparação com a CF desativada. A melhora no IPRF pode ser atribuída a um efeito de aprendizagem e aclimatização. Isso é consistente com os resultados de um estudo em que os adultos com perda auditiva apresentaram melhora na inteligibilidade de fala, quando foi fornecida audibilidade da informação de fala em alta frequência⁽²⁹⁾.

Além disso, o IPIFF foi selecionado para medição dos fonemas com energia em alta frequência, incluindo os fricativos. Esses fonemas com energia em alta frequência foram avaliados porque esses sons podem ser detectados com o uso da CF, ao contrário de uma faixa de frequências de um processamento convencional de amplificação (<5.000–6.000 Hz), que é estreito. Os resultados do IPIFF melhoraram com o uso da CF. Isso é consistente com os resultados obtidos em estudos anteriores da CF^(14,16,20) e de se esperar, uma vez que as alterações introduzidas pela CF são específicas para as altas frequências. Os participantes com a CF ativada alcançaram respostas perto de 100% nesse teste após 12 meses de uso da tecnologia.

No entanto, a pontuação no APHAB não refletiu essa melhora, assim como nos resultados de estudos anteriores da CF^(14,16), nos quais o grau de benefício obtido com a CF variou entre os indivíduos. Os escores do APHAB sobre as limitações encontradas em ambientes diferentes revelaram que não houve diferença a longo prazo entre os grupos. O grupo experimental mostrou uma diferença ao longo do tempo na escala AV. Para as três subescalas do APHAB (FC, RV, RA), houve diferença em ambos os grupos, assim como em estudo anterior⁽³⁰⁾.

A pontuação da subescala AV é normalmente mais elevada após adaptação das próteses auditivas. Isso provavelmente reflete o aumento da audibilidade de certos sons ambientais que os indivíduos com audição normal podem achar desconfortável. O grupo controle apresentou resultados mais elevados (limite superior) quando comparado com o grupo experimental. Esse achado pode estar relacionado com a ativação da CF.

Apesar de a CF fornecer benefícios para a percepção de fala, os resultados do questionário de autoavaliação indicaram que houve pouca diferença em avaliações subjetivas em ambos os grupos. Esses resultados são consistentes com os relatados anteriormente na literatura⁽¹⁹⁾. Os audiologistas devem, portanto, estar cientes de que um paciente pode realmente obter benefício significativo da CF, ainda que os resultados de autorrelato sugiram o contrário. Os resultados de percepção de fala devem ser medidos com e sem a CF, a fim de permitir que o clínico possa proporcionar o aconselhamento de forma mais eficaz ao paciente. Houve evidência neste estudo de que os maiores benefícios da CF podem ser vistos quando os participantes têm mais tempo para se aclimatizar às próteses auditivas. Recentemente, um estudo avaliou por seis meses o uso da prótese auditiva com a CF e

descobriu algumas evidências de melhora contínua da percepção de fala em crianças⁽²⁰⁾. Portanto, esses resultados podem ser comparados com o presente estudo sobre usuários adultos de próteses auditivas.

Uma observação adicional importante é a constatação de que a melhora prolongada no desempenho da percepção de fala pode ser devido à necessidade de exposição contínua ao sinal comprimido de frequência no uso do dia-a-dia, para que o adulto possa aprender a reconhecer esse novo sinal.

Ao final do estudo, todos os participantes com a CF ativada optaram por manter o algoritmo ativado e dez participantes com a CF desativada preferiram ter a CF ativada. Seis participantes com CF desativada decidiram manter o algoritmo desativado. Estes últimos preferiram a qualidade do som quando a CF foi desativada.

Estudos futuros deverão estender os testes comportamentais verbais para os pacientes com outros graus de perda auditiva para o desenvolvimento de protocolos que possam apoiar as decisões de candidatura quanto à CF.

CONCLUSÃO

Este estudo revelou que a CF em adultos propicia a melhora antecipada da audibilidade, da detecção dos fonemas /s/ e /ʃ/, do IPRF gravado e do IPIFF. Houve uma redução da limitação da perda auditiva na comunicação diária, independentemente de o algoritmo estar ativado ou não.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo financiamento desta pesquisa.

**VCM foi responsável pelo levantamento da literatura, coleta e tabulação dos dados e redação do manuscrito; MCM foi responsável pelo delineamento do estudo, orientação geral das etapas de execução e aprovação da versão final do manuscrito.*

REFERÊNCIAS

1. Van Vliet D. Is there a hearing aid that can...? *Hear J.* 1999;52(10):100.
2. Horwitz AR, Ahlstrom JB, Dubno JR. Factors affecting the benefits of high frequency amplification. *J Speech Lang Hear Res.* 2008;51:798-813.
3. Baer T, Moore BC, Kluk K. Effects of low pass filtering on the intelligibility of speech in noise for people with and without dead regions at high frequencies. *J Acoust Soc Am.* 2002;112:1133-44.
4. Gordo A, Iório MCM. Zonas mortas na cóclea em frequências altas: implicações no processo de adaptação de próteses auditivas. *Rev Bras Otorrinolaringol.* 2007;73(3):299-307.
5. Cox RM, Johnson JA, Alexander GC. Implications of high frequency cochlear dead regions for fitting hearing aids to adults with mild to moderately severe hearing loss. *Ear Hear.* 2012;33(5):573-87.
6. Plyer PN, Fleck EL. The effects of high frequency amplification on the objective and subjective performance of hearing instrument users with varying degrees of high frequency hearing loss. *J Speech Hear Res.* 2006;49:616-27.
7. Turner CW, Henry BA. Benefits of amplification for speech recognition in background noise. *J Acoust Soc Am.* 2002;112(4):1675-80.

8. Pittman AL. Short term word learning rate in children with normal hearing and children with hearing loss in limited and extended high frequency bandwidths. *J Speech Hear Res.* 2008;51:785-97.
9. Pittman AL, Lewis DE, Hoover BM, Stelmachowicz PG. Rapid word learning in normal hearing and hearing impaired children: effects of age, receptive vocabulary, and high frequency amplification. *Ear Hear.* 2005;26(6):619-29.
10. Stelmachowicz PG, Lewis DE, Hoover B. The effects of stimulus bandwidth on auditory skills in normal hearing and hearing impaired children. *Ear Hear.* 2007;28(4):483-94.
11. Stelmachowicz PG, Pittman AL, Hoover BM, Lewis DE. Effect of stimulus bandwidth on the perception of /s/ in normal and hearing-impaired children and adults. *J Acoust Soc Am.* 2001;110:2183-90.
12. Stelmachowicz PG, Pittman AL, Hoover BM, Lewis DE, Moeller MP. The importance of high-frequency audibility in the speech and language development of children with hearing loss. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 2014;130(5):556-62.
13. McDermott HJ. New solutions for high frequency hearing impairment. *J Hear Sci.* 2012;5(1):1-34.
14. Simpson A, Hersbach AA, McDermott HJ. Improvements in speech perception with in an experimental nonlinear frequency compression hearing device. *Int J Audiol.* 2005;44(5):281-92.
15. Vickers DA, Moore BCJ, Baer T. Effects of low-pass filtering on the intelligibility of speech in quiet for people with dead regions at high frequencies. *J Acoust Soc Am.* 2001;110(2):1164-75.
16. Glista D, Scollie S, Bagatto M, Seewald R, Parsa V, Johnson A. Evaluation of nonlinear frequency compression: clinical outcomes. *Int J Audiol.* 2009;48(9):632-44.
17. Baker A [Internet]. Critical review: effects of multi-channel, nonlinear frequency compression on speech perception in hearing impaired listeners with high frequency hearing loss. 2010 [cited 2015 Jan 11]. Available from: <http://www.uwo.ca/fhs/csd/ebp/reviews/2009-10/Baker-Aud.pdf>
18. Bagatto M, Scollie S, Glista D, Pasa V [Internet]. Case study outcomes of hearing-impaired listeners using nonlinear frequency compression technology [cited 2015 Jan 11]. Available from: <http://www.audiologyonline.com/articles/case-study-outcomes-hearing-impaired-925>
19. Simpson A, Hersbach AA, McDermott HJ. Frequency-compression outcomes in listeners with steeply sloping audiograms. *Int J Audiol.* 2006;45:619-29.
20. Wolfe J, John A, Schafer E, Nyffeler M, Boretzki M, Caraway T, et al. Long term effects of nonlinear frequency compression for children with moderate hearing loss. *Int J Audiol.* 2011;50:396-404.
21. Glista D, Easwar V, Purcell DW, Scollie S. A pilot study on cortical auditory evoked potentials in children: aided caeps reflect improved high-frequency audibility with frequency compression hearing aid technology. *Int J Otolaryngol.* 2012;2012:982894.
22. Hopkins K, Khanom M, Dickinson, AM, Munro KJ. Benefit from nonlinear frequency compression hearing aids in a clinical setting: The effects of duration of experience and severity of high-frequency hearing loss. *Int J Audiol.* 2014;53:219-28.
23. Pen M, Mangabeira-Albernaz, PL. Desenvolvimento de teste de logoaudiometria: discriminação vocal. In: 2º Congresso Pan Americano de Otorrinolaringologia y Broncoesofasologia; 1973; Lima. Anales. v. 2. Lima: [s.n.]; 1973:223-6.
24. Prates LPSC. Compressão de frequências e suas implicações no reconhecimento de fala [tese]. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo; 2009.
25. Cox RM, Alexander GC. Maturation of hearing aid benefit: objective and subjective measurements. *Ear Hear.* 1992;13(3):131-41.
26. Cox RM, Alexander GC, Taylor IM, Gray JA. Benefit acclimatization in elderly hearing aid users. *J Am Acad Audiol.* 1996;7:428-41.
27. Gatehouse S. The time course and magnitude of perceptual acclimatization to frequency responses: evidence from monaural fitting of hearing aids. *J Acoust Soc Am.* 1992;92:1258-68.
28. Munro KJ, Lutman ME. The effect of speech presentation level on measurement of auditory acclimatization to amplified speech. *J Acoust Soc Am.* 2003;114:484-95.
29. Hornsby BW, Johnson EE, Picou E. Effects of degree and configuration of hearing loss on the contribution of high- and low-frequency speech information to bilateral speech understanding. *Ear Hear.* 2011;32(5):543-55.
30. Cox RM, Alexander GC. The abbreviated profile of hearing aid benefit. *Ear Hear.* 1995;16(2):176-86.