

Processamento temporal, localização e fechamento auditivo em portadores de perda auditiva unilateral

Temporal processing, localization and auditory closure in individuals with unilateral hearing loss

Regiane Nishihata¹, Márcia Ribeiro Vieira¹, Liliane Desgualdo Pereira², Brasília Maria Chiari²

RESUMO

Objetivo: Avaliar os comportamentos de resolução e ordenação temporal, localização sonora e fechamento auditivo e investigar queixas de dificuldades escolares, de comunicação e linguagem em indivíduos portadores de perda auditiva unilateral. **Métodos:** Participaram 26 indivíduos com idades entre 8 e 15 anos, divididos em dois grupos: Grupo com perda auditiva unilateral; e Grupo sem perda auditiva. Cada um deles foi constituído por 13 indivíduos que foram pareados conforme gênero, idade e escolaridade. Todos foram submetidos à anamnese, avaliação auditiva periférica e aos testes comportamentais de localização, memória sequencial, teste *Random Gap Detection* e ao teste de fala com ruído branco da avaliação do processamento auditivo. Foram utilizados testes estatísticos não paramétricos para comparar as repostas entre os grupos, considerando presença ou não da perda auditiva e o lado da orelha com perda. **Resultados:** O início da perda ocorreu na fase pré-escolar, com etiologias desconhecidas ou identificadas como meningite, traumas ou caxumba. A maior parte dos indivíduos relatou atraso no desenvolvimento de fala, linguagem e escolar, principalmente aqueles com perda à direita. O grupo com perda auditiva apresentou piores respostas nas habilidades de ordenação e resolução temporal, localização sonora e fechamento auditivo. Indivíduos com perda à esquerda mostraram resultados piores do que aqueles com perda à direita em todas as habilidades, exceto na localização sonora. **Conclusão:** Na presença da perda auditiva unilateral ocorrem dificuldades de localização, fechamento, resolução e ordenação temporal. Indivíduos com perda auditiva unilateral à direita apresentam mais queixas do que aqueles com perda à esquerda. Indivíduos com perda à esquerda mostram mais dificuldade de fechamento, resolução e ordenação temporal.

Descritores: Audição; Perda auditiva; Percepção auditiva; Testes auditivos; Linguagem

INTRODUÇÃO

Os estudos relacionados à perda auditiva (PA) unilateral foram iniciados na década de 60 e modificaram o conceito de que crianças que a possuem não apresentam problemas auditivos, comunicativos, educacionais ou de linguagem. Geralmente, a PA unilateral é detectada tardiamente na vida das crianças, frequentemente na fase pré-escolar⁽¹⁾.

Os problemas auditivos podem predir o desenvolvimento

da linguagem e outras habilidades, que são essenciais para um bom desenvolvimento do aprendizado. Em indivíduos normais, a audição é o único sentido em que cada orelha possui representação em ambos os hemisférios cerebrais, pois as vias auditivas realizam seu trajeto tanto ipsi quanto contralateralmente. Assim, indivíduos com perda unilateral podem apresentar dificuldades para aquisição das habilidades de fala e linguagem⁽²⁾.

A PA unilateral pode ocasionar déficits no processamento auditivo e consequentemente no desenvolvimento da linguagem e da comunicação, principalmente se ocorrer em crianças⁽³⁾. Entre esses déficits podemos citar a incapacidade em localizar o som, realizar fechamento auditivo e dificuldade na resolução temporal.

A localização da fonte sonora é considerada como um fenômeno binaural, resultante das diferenças interaurais de tempo e de intensidade do estímulo sonoro, em que o cérebro realiza uma análise dos estímulos que atingem as duas orelhas para determinar precisamente a distância, a posição e a elevação da fonte sonora. O fenômeno de somação binaural propicia que o som apresentado para as duas orelhas seja

Trabalho realizado no Programa de Pós-graduação em Distúrbios da Comunicação Humana, Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP – São Paulo (SP), Brasil.

Conflito de interesses: Não

(1) Programa de Pós-graduação (Mestrado) em Distúrbios da Comunicação Humana, Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP – São Paulo (SP), Brasil.

(2) Programa de Pós-graduação em Distúrbios da Comunicação Humana, Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP – São Paulo (SP), Brasil.

Endereço para correspondência: Regiane Nishihata. R. Príncipe Humberto, 457, Vila Campestre, São Bernardo do Campo (SP), Brasil, CEP: 09725-200. E-mail: regiane.nishihata@yahoo.com.br

Recebido em: 25/10/2010; **Aceito em:** 12/12/2011

percebido como mais intenso do que se fosse apresentado de modo monoaural. Com sensibilidade igual nas duas orelhas, o limiar auditivo binaural é 3 dB melhor do que o monoaural, propiciando menor esforço para ouvir. A eliminação do efeito sombra refere-se à redução da intensidade do sinal, que ocorre quando este se move de um lado para o outro da cabeça, especialmente em altas frequências⁽¹⁾. O efeito imediato deste fenômeno é melhorar o reconhecimento de fala na presença de ruído ambiental, situação que é particularmente difícil para quem apresenta PA unilateral.

Indivíduos com dificuldade na habilidade do fechamento auditivo demonstram uma falha na redundância intrínseca do sistema nervoso central, reduzindo ou eliminando a representação repetida do sinal que chega pelas vias auditivas. Portanto, qualquer intercorrência que reduza a redundância extrínseca do sinal auditivo pode interferir na capacidade do indivíduo em conseguir fazer o fechamento auditivo. Uma deficiência nessa habilidade auditiva pode interferir na capacidade de decodificar os aspectos fonêmicos de um sinal de fala⁽⁴⁾ e consequentemente ocasionar uma dificuldade de compreensão no discurso, o que pode dificultar o aprendizado principalmente em crianças.

O processamento auditivo temporal pode ser dividido em quatro tipos de habilidades auditivas: ordenação ou sequencialização temporal, integração ou somação temporal, mascaramento temporal e resolução ou discriminação temporal⁽⁴⁾. A habilidade de ordenação temporal refere-se ao processamento de múltiplos estímulos auditivos na sua ordem de ocorrência, podendo assim um indivíduo ser capaz de discriminar a correta ordem de ocorrência dos sons. Já a resolução temporal é a capacidade de detectar intervalos de tempo entre estímulos sonoros ou detectar o menor tempo que um indivíduo possa discriminar entre dois sinais audíveis. Ela é de fundamental importância para a compreensão da fala humana, constituindo-se num pré-requisito para as habilidades linguísticas, bem como para a leitura⁽⁵⁾. Estudos recentes têm sugerido que pesquisas sobre o funcionamento do processamento auditivo na perda unilateral podem contribuir para o conhecimento sobre a estrutura e função do sistema auditivo nervoso, principalmente no que diz respeito aos aspectos temporais da audição. Isso porque, em geral, o córtex auditivo no lado esquerdo do cérebro é especializado no processamento de estímulos acústicos com a estrutura temporal complexa (incluindo a fala), e o hemisfério direito é importante no processamento espectral e favorece os estímulos tonais e a música. Esta assimetria no tratamento dos sons é ainda mais enfatizada quando estímulos favorecidos são apresentados à orelha contralateral^(6,7). Dessa forma, a avaliação do processamento temporal em indivíduos com PA unilateral e a comparação do desempenho de acordo com o lado da PA poderia nos fornecer maiores informações sobre o papel de cada hemisfério no processamento temporal.

Pesquisas realizadas com indivíduos portadores de PA unilateral demonstraram que eles estão sujeitos a inúmeras dificuldades que podem acometer o desenvolvimento normal de linguagem, as habilidades perceptuais auditivas e o aprendizado escolar^(1,2). Além disso, muitos deles referem sentimentos negativos em relação às situações de dificuldade auditiva⁽³⁾. Desta forma, conhecer o desempenho auditivo, de linguagem

e acadêmico destes indivíduos é muito importante para que se proporcione melhor assistência a esta população.

O presente estudo teve como objetivo avaliar os comportamentos de resolução e ordenação temporal, localização sonora e de fechamento auditivo e investigar queixas de dificuldades escolares, de comunicação e linguagem em indivíduos portadores de perda auditiva unilateral.

MÉTODOS

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de São Paulo, sob o processo nº1019/06. Foram selecionados 26 indivíduos com idades entre 8 e 15 anos, sendo 13 com PA unilateral que constituiu o Grupo com PA (GP), subdividido em: grupo com PA à direita (GPAD) e grupo com PA à esquerda (GPAE), e 13 indivíduos sem alterações auditivas que constituíram o grupo controle – grupo sem PA (GSP). Os grupos contaram com sete indivíduos do gênero feminino e seis do gênero masculino que foram pareados conforme sexo, idade e escolaridade.

Os critérios de inclusão para constituição do GP foram: apresentar PA unilateral de grau profundo, limiares tonais na orelha ouvinte iguais ou inferiores a 15 dBNA nas frequências de 250 Hz a 8 kHz, logoaudiometria compatível com audiometria tonal, curva timpanométrica normal⁽⁸⁾, ausência de evidências de comprometimentos neurológicos, motores e visuais. Para o GSP, os critérios de inclusão foram: apresentar limiares tonais iguais ou inferiores a 15 dBNA entre as frequências de 250 Hz a 8 kHz bilateral, curva timpanométrica Tipo A, apresentar resultados normais no teste dicótico de dígitos, ausência de evidências de comprometimentos neurológicos, motores ou visuais aparentes.

Os participantes com PA unilateral selecionados eram provenientes dos ambulatórios das Disciplinas dos Distúrbios da Audição e de Otorrinolaringologia Pediátrica da Universidade Federal de São Paulo. Os indivíduos do GSP não apresentavam vínculo com a instituição e foram selecionados aleatoriamente. Todos foram convidados a participar da pesquisa, sendo que todos os pais assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, conforme a Resolução 196/96.

Os procedimentos utilizados para a seleção dos sujeitos foram: anamnese, meatoscopia, audiometria tonal liminar, logoaudiometria, imitanciometria e pesquisa dos reflexos acústicos contralaterais. Após a seleção dos indivíduos todos os participantes foram submetidos a avaliação, conforme descrito a seguir.

Anamnese

Inicialmente, foi aplicado um questionário aos pais sobre os fatores de risco auditivo, desenvolvimento de fala, linguagem, comunicação e desempenho escolar. Esse questionário foi baseado em uma anamnese utilizada em estudo anterior⁽²⁾ de crianças americanas com PA unilateral. No entanto, foram acrescentadas algumas questões para que correspondesse melhor à realidade da população brasileira (Anexo 1). A anamnese foi realizada individualmente pela avaliadora sob a forma de entrevista oral em sala apropriada.

Avaliação do processamento auditivo

A avaliação do processamento auditivo foi realizada por meio dos testes Fala com Ruído, Localização sonora em cinco direções, Teste de memória sequencial verbal e não verbal, e Teste de detecção de *gap* randomizado (RGDT). Os resultados de cada teste foram anotados em folha de registro próprio.

O Teste Fala com Ruído consiste em uma apresentação gravada em CD de uma sequência 25 palavras. Foram utilizados estímulos de fala apresentados a 40 dB acima da média dos limiares audiométricos de 500 Hz a 2 kHz e foi inserido um ruído branco na mesma orelha. O nível de intensidade de cada estímulo (fala e ruído) foi apresentado numa relação +5. A habilidade avaliada é denominada fechamento. Cabe destacar que a apresentação do estímulo foi feita monoauralmente nos dois grupos; as orelhas testadas foram aquelas que apresentavam limiares auditivos normais para o GP e foram considerados os lados correspondentes para o GSP. Introduziu-se ruído branco ipsilateralmente ao estímulo. Por meio deste teste avalia-se a habilidade de fechamento auditivo. O critério de normalidade adotado foi de 70% ou mais de acertos⁽⁹⁾.

O Teste de Localização Sonora consiste na apresentação em tarefa dióptica de sons de alta frequência em cinco direções (frente, acima, atrás, direita e esquerda) em que o indivíduo deve apontar a direção do som, sem pista visual. Por meio deste teste analisa-se a habilidade auditiva de localização e o mecanismo fisiológico de discriminação da direção da fonte sonora. O critério de normalidade adotado foi de quatro ou cinco acertos⁽⁹⁾.

No Teste de Memória Sequencial a apresentação é feita em tarefa dióptica de sons verbais (memória sequencial verbal) e de sons não linguísticos (memória sequencial não verbal) sem pista visual. Na prova de Memória Sequencial Verbal foram utilizadas as sílabas *pa, ta, ca, fa* em ordens diferentes e o indivíduo deveria repetir a sequência correta. Para a prova de Memória Sequencial Não Verbal, foram utilizados os instrumentos musicais agogô campânula grande, guizo, sino e coco, que foram percutidos em ordens diferentes e o indivíduo deveria apontar ou falar os nomes dos objetos ouvidos na sequência correta. Este procedimento avalia a habilidade auditiva de ordenação temporal. O critério de normalidade adotado foi de dois ou três acertos das sequências⁽⁹⁾.

O RGDT consiste em uma apresentação gravada de uma sequência com nove pares de estímulos sonoros, com pequenos intervalos de tempo entre eles, em que o indivíduo é instruído a responder ao avaliador se está escutando um ou dois sons (levantando um dedo se escutou um som, ou dois dedos se escutou dois sons). No teste RGDT, a gravação é apresentada por CD, no qual se utiliza um tom de calibração de 1 kHz para realizar a calibração do procedimento. Para a instrução por demonstração é realizado o subteste para treino e para a avaliação são utilizados os quatro subtestes nas frequências de 500 Hz, 1, 2 e 4 kHz com duração de 7 milissegundos (ms) entre os estímulos. Os estímulos em forma de tom puro são apresentados em intervalos aleatórios de 0 a 40 ms, seguindo a seguinte especificação: 0, 2, 5, 10, 15, 20, 25, 30 e 40 ms. O teste RGDT foi apresentado a 50 dBNS tendo por referência o limiar médio de audibilidade para 500 Hz, 1 e 2 kHz. Por meio

deste teste analisa-se a habilidade auditiva de resolução temporal e mecanismo fisiológico de processo temporal. Utilizou-se como critério de normalidade valor menor ou igual 10 ms⁽¹⁰⁾.

Todos os indivíduos foram instruídos em campo livre, antes da colocação do fone dentro da cabina e foi feita a certificação sobre a compreensão dos testes. Para comparação dos resultados, foi realizada a média do limiar de acuidade temporal da orelha na qual foi realizado o teste, ou seja, aquela com limiares auditivos normais do GP e a orelha correspondente do GSP.

Os resultados da anamnese e testes do processamento auditivo foram analisados estatisticamente por meio dos testes de Mann-Whitney e Igualdade de Duas Proporções. O nível de significância adotado foi de 5%.

RESULTADOS

Anamnese

A média de idade entre os grupos GP e GSP foi de 11,77 anos (8 a 15 anos). Não foi observada predominância de nenhum gênero, já que 53,84% eram do gênero feminino e 46,16% do gênero masculino. Da mesma forma, não houve diferença entre o lado da PA, pois 46,15% apresentavam PA do lado direito e 53,85% do lado esquerdo. A média de idade de suspeita da perda (GP) foi de 3 anos e 8 meses e a identificação da perda ocorreu em média aos 4 anos e 5 meses de idade.

Em relação à etiologia da PA foi observado que em 53,8% dos casos ela era desconhecida. Em 15,4% a etiologia da PA unilateral era meningite bacteriana, 15,4% traumatismos e 15,4% caxumba.

A análise das respostas da anamnese revelou que 46,2% dos indivíduos do GP apresentaram atraso ou alteração no desenvolvimento de fala e linguagem, sendo que, destes, 66,7% apresentavam PA do lado direito. Todos eles apresentaram queixas de dificuldade de comunicação e 76,9% relataram dificuldades escolares, sendo que GPAD apresentou mais queixas (83,3%) do que GPAE (71,4%). Das 13 crianças com PA unilateral avaliadas, 69,2% necessitavam de pistas visuais.

Em relação ao desempenho escolar do GP, foi observado que 23,1% delas repetiram pelo menos um ano escolar. Além disso, 38,5% deles frequentavam programas de apoio escolar. Da mesma forma, 69,2% dos responsáveis pelas crianças com PA relataram a necessidade de assento preferencial em sala de aula.

Teste de fala com ruído branco e teste RGDT

Foi realizada a análise das respostas obtidas nos testes fala com ruído branco e RGDT (Tabela 1). Além disso, foram realizadas comparações entre os grupos para os dois testes (Tabela 2). No teste de fala com ruído branco foram observadas diferenças nas comparações entre GP X GSP e entre GPAE X GPAD (Tabela 2). Além disso, houve também diferença entre GPAE X GSP. Não foi verificada diferença na comparação entre GSP e GPAD.

Foram analisadas as respostas no teste RGDT para todas as frequências avaliadas (Figura 1). O GP apresentou limiares de detecção de *gap* maiores que o GSP em todas as frequências avaliadas, com exceção de 2 kHz, na qual o GP apresentou mé-

Tabela 1. Estatística descritiva obtida para a média de acertos no teste de fala com ruído branco e para a média de limiares no teste RGDT por grupo com e sem perda, e perda à direita e à esquerda

Teste		Média (%)	Mediana (%)	DP (%)	Q1 (%)	Q3 (%)	n	IC (%)
Fala com ruído	GP	90,5	96	7,8	88	96	13	4,2
	GPAD	94,7	96	3,3	96	96	6	2,6
	GPAE	86,9	88	8,9	82	94	7	6,6
	GSP	96,2	96	3,5	92	100	26	1,3
RGDT	GP	11,25	9	7,02	8	15	13	3,82
	GPAD	7,54	8	3,18	6	10	6	2,55
	GPAE	14,43	15	8,04	9	19	7	5,95
	GSP	9,48	10	3,84	7	13	13	2,09

Legenda: RGDT = *random detection gap*; DP = desvio-padrão; Q1 = primeiro quartil; Q3 = terceiro quartil; IC = intervalo de confiança para a média; GSP = grupo sem perda auditiva; GP = grupo com perda auditiva; GPAD = grupo com perda auditiva à direita; GPAE = grupo com perda auditiva à esquerda

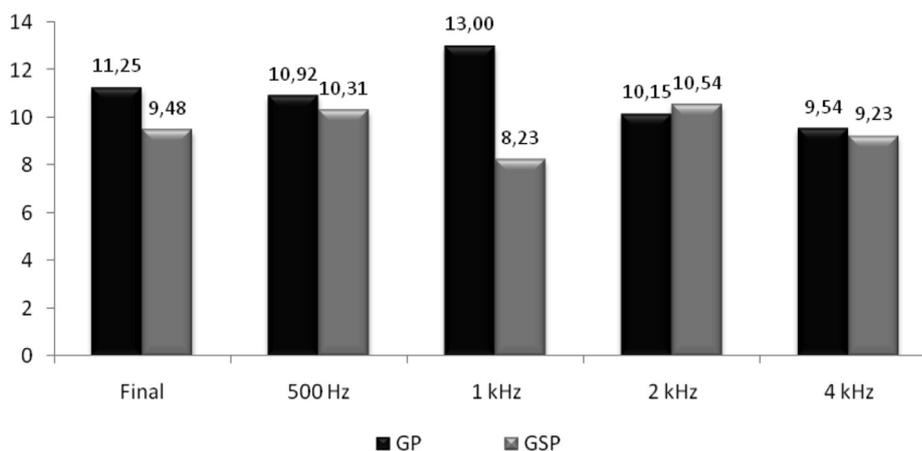
Tabela 2. Valores de p das variáveis quantitativas dos testes fala com ruído, RDGT, localização sonora, MSV e MSNV

Teste	GPAD x GPAE	GPAD x GSP	GPAE x GSP	GP x GSP
Fala com ruído	0,052#	0,429	0,005*	0,017*
RGDT	0,153	0,287	0,265	0,918
Localização sonora	0,596	0,030*	0,104	0,024*
MSNV (4 sons)	0,877	0,960	0,857	0,931
MSV (4 sons)	0,210	0,166	0,012*	0,025*

* Valores significativos ($p < 0,05$) – Teste de Mann Whitney

Tendência a significância

Legenda: RGDT = *Random Detection Gap*; MSNV = memória sequencial não verbal; MSV = memória sequencial verbal; GPAD = grupo com perda auditiva à direita; GPAE = grupo com perda auditiva à esquerda; GSP = grupo sem perda auditiva; GP = grupo com perda auditiva



Legenda: GP = grupo com perda auditiva; GSP = grupo sem perda auditiva

Figura 1. Limiares de acuidade temporal obtidos no teste RGDT para os grupos com (GP) e sem perda auditiva (GSP)

dia de limiar muito próxima à do GSP. Já quanto à análise das respostas médias obtidas no teste RGDT (Tabela 1), os dados mostram que o GPAE apresentou limiares de detecção de *gap* maiores que o GPAD. Apesar disso, não ocorreram diferenças em nenhuma das comparações entre os grupos (Tabela 2).

Teste de localização sonora, Memória sequencial verbal e não verbal

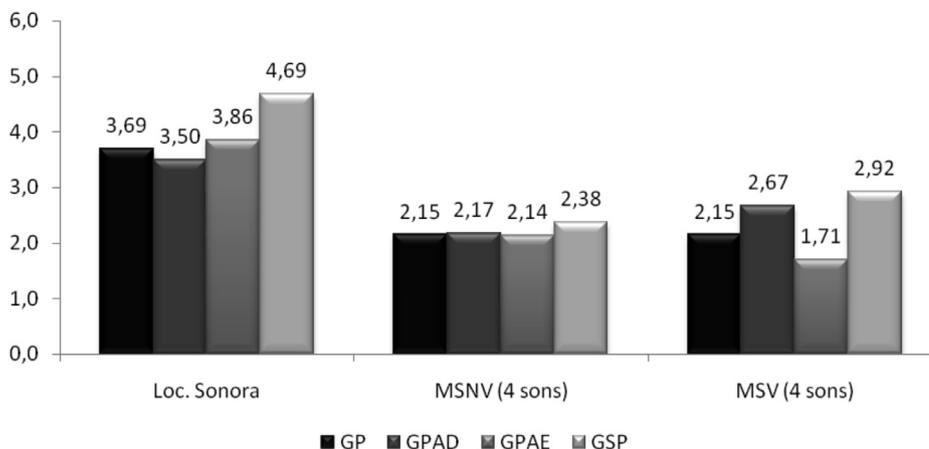
Nos testes de localização sonora, memória sequencial verbal e memória sequencial não verbal, o GP apresentou menor quantidade de acertos do que o GSP em todos os testes realizados (Figura 2). Ocorreram diferenças entre GP e GSP e

GPAD e GSP no teste de localização sonora (Tabela 2). Não houve diferenças nas demais comparações para este teste.

No teste de memória sequencial verbal, a média de acertos para GPAD foi maior do que para GPAE (Figura 2). A análise estatística mostrou diferenças entre GP e GSP e GPAE e GSP (Tabela 2). Nas demais comparações não foram observadas diferenças, assim como ocorreu para todas as comparações no teste de Memória Sequencial Não Verbal.

DISCUSSÃO

A amostra constituiu-se de crianças e adolescentes portadores de PA unilateral. Cabe destacar que o grupo de comparação



Legenda: Loc = localização; MSNV = memória sequencial não-verbal; MSV = memória sequencial verbal; GSP = grupo sem perda auditiva; GP = grupo com perda auditiva; GPAD = grupo com perda auditiva à direita; GPAE = grupo com perda auditiva à esquerda

Figura 2. Médias de respostas dos grupos nos testes de localização sonora, memória sequencial não verbal e memória sequencial verbal.

foi pareado ao grupo estudo, considerando faixa etária, gênero e escolaridade o que mostra o cuidado em garantir que os aspectos demográficos não interferissem nos resultados finais.

No grupo com PA unilateral verificou-se que a perda foi percebida por parentes próximos, principalmente pela mãe. O período entre a suspeita e o diagnóstico levou aproximadamente um ano e meio, ambos ocorrendo em idade pré-escolar, período anterior ao que ocorreu em outros estudos^(11,12). Nestes, a média de idade do diagnóstico da PA unilateral ocorreu entre 5 anos e 6 meses a 8 anos e 6 meses. A detecção precoce das dificuldades auditivas é um importante fator de prognóstico favorável ao desenvolvimento de fala, linguagem, aspectos acadêmicos e sociais das crianças, que podem ser inseridas rapidamente em programas de reabilitação que incluem terapia e/ou protetização⁽¹³⁾.

Verificamos que a etiologia da PA era desconhecida em pouco mais da metade dos casos. Estes achados concordam com um estudo que afirmou que em aproximadamente 50% dos casos a etiologia da PA unilateral é desconhecida⁽¹⁴⁾. Outros estudos, no entanto, relataram que a etiologia é desconhecida em aproximadamente 36% dos casos^(15,16). No presente estudo, as demais etiologias foram adquiridas ao longo da vida, sendo elas: caxumba, meningite, e traumatismos. Essas etiologias são também semelhantes às encontradas na literatura⁽¹⁴⁻¹⁶⁾.

Quase metade dos indivíduos do GP a queixou-se de atraso ou alteração no desenvolvimento de fala e linguagem; e a maior parte dos responsáveis referiu dificuldade em sala de aula e todos afirmaram dificuldade de comunicação por parte das crianças. Houve mais relatos de dificuldades nos pacientes com PA à direita. Essas queixas já foram relatadas em estudos anteriores que afirmaram que grande parte das crianças com PA unilateral, principalmente de grau severo a profundo, apresenta alterações no desenvolvimento de fala e linguagem e consequentemente dificuldades escolares^(1,2,16-18). No entanto, chama a atenção a grande dificuldade encontrada nos indivíduos com PA unilateral à direita. Isso provavelmente mostra que a imaturidade neurológica das vias auditivas do sistema nervoso central que decorrem da estimulação proveniente da orelha direita, isto é, do hemisfério esquerdo, contribuiu para

esse resultado. Estudos sobre riscos escolares verificaram a existência de uma relação entre o lado da PA e limitações no desempenho escolar, já que se observou que crianças com PA à direita apresentaram mais repetência escolar que aquelas com PA à esquerda^(14,18,19).

As maiores queixas relacionadas à linguagem oral e ao desempenho escolar observadas nos pacientes com PA unilateral do lado direito podem estar relacionadas à assimetria da informação acústica entre os hemisférios direito e esquerdo, que é ainda mais enfatizada quando estímulos favorecidos são apresentados à orelha contralateral^(6,7,20). A capacidade de codificar e analisar aspectos temporais da informação acústica pode ter relação com a contribuição do hemisfério esquerdo para as funções da linguagem⁽²¹⁾. Assim, a PA do lado direito pode impedir que a informação acústica seja analisada normalmente pelo hemisfério esquerdo, prejudicando a função da linguagem em maior grau nesses indivíduos.

O GP apresentou piores respostas que o GSP no teste de fala com ruído. Tais achados concordam com estudos anteriores que observaram que crianças com PA unilateral apresentam desempenho de reconhecimento de fala significativamente pior até mesmo em condições monoaurais diretas (na melhor orelha) quando comparadas às ouvintes^(16,20,22-25). Além disso, foi observado que o lado da perda auditiva influenciou as respostas do GP, sendo que o GPAE apresentou piores resultados. Esses achados discordam de um estudo semelhante que observou que os indivíduos com PA à direita apresentaram respostas piores do que aqueles com PA à esquerda⁽²⁰⁾.

No teste de localização sonora foi verificado que o GP apresentou menor número de acertos do que GSP, sendo que a média de acertos desse grupo foi inferior ao valor considerado normal nesse teste (acima de quatro acertos)⁽⁹⁾. Além disso, a comparação entre os grupos demonstrou diferença. Neste teste, o lado da PA não influenciou as respostas. Nosso achado concorda com estudos anteriores, que observaram alterações na localização sonora de indivíduos com PA unilateral^(1,23,26,27). As diferenças encontradas entre os grupos na habilidade auditiva de localização sonora acontecem possivelmente porque a interação binaural (que não ocorre no GP) depende fortemente

do uso simultâneo das duas orelhas, da interação neural que ocorre com os sinais percebidos pelas duas, e da forma como é processada a informação auditiva. Tais interações contribuem para a localização das fontes sonoras no espaço⁽²⁸⁾.

No que diz respeito à habilidade auditiva de ordenação temporal, foi observado pior desempenho de GP em relação a GSP. No teste RGDT, verificou-se que o GSP apresentou limiares médios abaixo de 10 ms no RGDT final. No GP os limiares são maiores do que 10 ms e menores do que 15 ms, sendo o valor médio do GPAE (14,43 ms) pior do que o valor médio do GPAD (7,54 ms), que apresentou respostas dentro da normalidade. Assim, o GP apresentou piores respostas que GSP na média dos limiares de detecção de *gap* no teste RGDT, porém sem diferenças entre os dois grupos. O GP apresentou média superior ao limite normal estabelecido para o teste, enquanto GSP apresentou média dentro da normalidade⁽¹⁰⁾.

Dessa forma, observa-se que GP possui maiores dificuldades de processamento temporal, especialmente nas habilidades de ordenação e resolução temporal. Esses dados concordam com estudo anterior, no qual a resolução temporal foi avaliada por meio do teste *Gaps-in-Noise* (GIN). Os autores obtiveram piores resultados nos indivíduos com PA unilateral quando comparados a indivíduos com audição normal bilateralmente. Neste estudo anterior, não foram verificadas diferenças entre as orelhas direita e esquerda⁽¹⁶⁾. Outro estudo semelhante, entretanto, observou que indivíduos com PA unilateral apresentam resultados significativamente piores do que aqueles com audição normal. Além disso, este mesmo estudo verificou

uma significativa vantagem da orelha direita para os limiares de detecção de *gap* quando comparada à orelha esquerda, o que também foi observado no presente estudo. Os autores concluíram que as orelhas direita e esquerda possuem capacidades de processamento temporal distintas, possivelmente pela especialização dos hemisférios cerebrais⁽⁷⁾.

O prejuízo na habilidade de resolução temporal observado no grupo com PA unilateral pode ter ocorrido devido ao fato de que essa habilidade auditiva depende de dois processos: a análise do padrão temporal que ocorre em cada canal de frequência (análise temporal intracanal) e a comparação dos padrões temporais dos vários canais auditivos ativados a cada momento (análise temporal intercanais). Tais canais se referem às características de filtragem do sistema auditivo periférico. A cóclea comporta-se como um conjunto de filtros, que divide os componentes de um sinal complexo em “canais”, afinados com diferentes frequências centrais⁽²¹⁾. Assim, a ausência da resposta da cóclea em uma das orelhas pode influenciar a análise temporal do som.

CONCLUSÃO

Na presença da perda auditiva unilateral ocorrem dificuldades de localização, fechamento, resolução e ordenação temporal. Indivíduos com perda auditiva unilateral à direita apresentam mais queixas do que aqueles com perda à esquerda. Indivíduos com perda à esquerda mostram mais dificuldade de fechamento, resolução e ordenação temporal.

ABSTRACT

Purpose: To assess the behaviors of temporal resolution and temporal ordering, sound localization, and auditory closure, and to investigate possible associations with complaints of learning, communication and language difficulties in individuals with unilateral hearing loss. **Methods:** Participants were 26 individuals with ages between 8 and 15 years, divided into two groups: Unilateral hearing loss group; and Normal hearing group. Each group was composed of 13 individuals, matched by gender, age and educational level. All subjects were submitted to anamnesis, peripheral hearing evaluation, and auditory processing evaluation through behavioral tests of sound localization, sequential memory, Random Detection Gap test, and speech-in-noise test. Nonparametric statistical tests were used to compare the groups, considering the presence or absence of hearing loss and the ear with hearing loss. **Results:** Unilateral hearing loss started during preschool, and had unknown or identified etiologies, such as meningitis, traumas or mumps. Most individuals reported delays in speech, language and learning developments, especially those with hearing loss in the right ear. The group with hearing loss had worse responses in the abilities of temporal ordering and resolution, sound localization and auditory closure. Individuals with hearing loss in the left ear showed worse results than those with hearing loss in the right ear in all abilities, except in sound localization. **Conclusion:** The presence of unilateral hearing loss causes sound localization, auditory closure, temporal ordering and temporal resolution difficulties. Individuals with unilateral hearing loss in the right ear have more complaints than those with unilateral hearing loss in the left ear. Individuals with hearing loss in the left ear have more difficulties in auditory closure, temporal resolution, and temporal ordering.

Keywords: Hearing; Hearing loss; Auditory perception; Hearing tests; Language

REFERÊNCIAS

1. Tharpe AM. Unilateral hearing loss in children: A mountain or a molehill? *The Hearing Journal*. 2007;60(7):10-16.
2. Bess FH, Dodd-Murphy J, Parker RA. Children with minimal sensorineural hearing loss: prevalence, educational performance, and functional status. *Ear Hear*. 1998;19(5):339-54.

3. Feniman MR, Keith RW, Cunningham RF. Assessment of auditory processing in children with attention deficit hyperactivity disorder and language – based learning impairments. *Disturb Comun.* 1999;11(1):9-27.
4. Bellis TJ. Assessment and management of central auditory processing disorders: from science to practice. San Diego: Singular Publishing Group; 1996.
5. Eggermont JJ. Neural responses in primary auditory cortex mimic psychophysical, across- frequency-channel, gap detection thresholds. *J Neurophysiol.* 2000;84(3):1453-63.
6. Firszt JB, Ulmer JL, Gaggi W. Differential representation of speech sounds in the human cerebral hemispheres. *Anat Rec A Discov Mol Cell Evol Biol.* 2006;288(4):345-57.
7. Sininger YS, de Bode S. Asymmetry of temporal processing in listeners with normal hearing and unilaterally deaf subjects. *Ear Hear.* 2008;29(2):228-38.
8. Silman S, Silverman CA. Auditory Diagnosis. San Diego: Academic Press; 1991.
9. Pereira LD. Processamento auditivo central: abordagem passo a passo. In: Pereira LD, Schochat E (org). *Processamento auditivo central: Manual de avaliação.* São Paulo: Lovise; 1997. p.49-60.
10. Keith RW. Random gap detection test. Auditec of Saint Louis. Missouri, USA; 2000.
11. Tharpe AM, Bess FH. Identification and management of children with minimal hearing loss. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 1991;21(1):41-50.
12. Bess F, Mckingley A, Murphy JD. Children with unilateral sensorineural hearing loss. *Paediatric Audiological Medicine.* 2002;3(4):249-313.
13. Lieu JE. Speech-language and educational consequences of unilateral hearing loss in children. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 2004;130(5):524-30.
14. Ito K. Can unilateral hearing loss be a handicap in learning? *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 1998;124(12):1389-90.
15. Valente M, Valente M, Enrietto J, Layton K. Fitting strategies for patients with Unilateral hearing loss. In: Valente M. *Strategies for selecting and verifying hearing aid fittings.* 2a ed. New York: Thieme; 2002. p. 253-71.
16. Vieira, MR. Avaliação dos comportamentos auditivos de figura-fundo e de resolução temporal e da percepção de limitações de atividades comunicativas em crianças e adolescentes portadores de deficiência auditiva unilateral [tese]. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo; 2010.
17. Oyler RF, Oyler AL, Matkin ND. Unilateral hearing loss: demographics and educational impact. *Lang Speech Hear Serv Schools.* 1988;19:201-10.
18. Nishihata R. Perda auditiva unilateral: Caracterização do desempenho auditivo, comunicativo e de linguagem [monografia]. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo; 2005.
19. Wilmington D, Gray L, Jahrsdoerfer R. Binaural processing after corrected congenital unilateral conductive hearing loss. *Hear Res.* 1994;74(1-2):99-114.
20. Hartvig Jensen J, Johansen PA, Borre S. Unilateral sensorineural hearing loss in children and auditory performance with respect to right/left ear differences. *Br J Audiol.* 1989;23(3):207-13.
21. Penhune VB, Zatorre RJ, MacDonald JD, Evans AC. Interhemispheric anatomical differences in human primary auditory cortex: probabilistic mapping and volume measurement from magnetic resonance scans. *Cereb Cortex.* 1996;6(5):661-72.
22. Ruscetta MN, Arjmand EM, Pratt SR. Speech recognition abilities in noise for children with severe-to-profound unilateral hearing impairment. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2005;69(6):771-9.
23. Tharpe AM, Bess FH. Minimal, progressive, and fluctuating hearing losses in children. Characteristics, identification, and management. *Pediatr Clin North Am.* 1999;46(1):65-78.
24. Sargent EW, Herrmann B, Hollenbeck CS, Bankaitis AE. The minimum speech test battery in profound unilateral hearing loss. *Otol Neurotol.* 2001;22(4):480-6.
25. Welsh LW, Welsh JJ, Rosen LF, Dragonette JE. Functional impairments due to unilateral deafness. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 2004;113(12):987-93.
26. Humes LE, Allen SK, Bess FH. Horizontal sound localization skills of unilaterally hearing-impaired children. *Audiology.* 1980;19(6):508-18.
27. McKay S, Tharpe AM. Amplification considerations for children with minimal or mild bilateral hearing loss and unilateral hearing loss. *Trends Amplif.* 2008;12(1):43-54.
28. Pinheiro MM, Pereira LD. Processamento auditivo em idosos: estudo da interação por meio de testes com estímulos verbais e não verbais. *Rev Bras Otorrinolaringol.* 2004;70(2): 209-14.

Anexo 1. Questionário sobre o desempenho auditivo, comunicativo e de linguagem

Perda auditiva unilateral			
Data de avaliação: ___/___/___			
Nome: _____		Idade atual: _____	
Data de nascimento: ___/___/___		Sexo: _____	
Endereço: _____			
Telefone: _____		Recado: _____	
Nível de escolaridade: _____		Série: _____	
Escolaridade materna: _____			
Responsável: _____			
1. Fatores de risco para audição*			
	Sim	Não	
a. Antecedentes familiares/consanguinidade	()	()	i. Ventilação mecânica (> 5 dias) () ()
b. Infecção congênita	()	()	j. Síndrome () ()
c. Malformação craniofacial	()	()	k. Alcoolismo/uso de drogas () ()
d. Peso <1500/PIG	()	()	l. Hemorragia ventricular grau ___ () ()
e. Hiperbilirrubinemia/transfusão. Ex: sanguíneo	()	()	m. Incubadora ___ Dias () ()
f. Ototóxico () Amicacina () Vancomicina	()	()	n. Convulsões neonatais () ()
g. Meningite bacteriana	()	()	o. Otites médias recorrentes/persistentes () ()
h. Apgar 0/4 no 1º minuto e 0/6 no 2º minuto	()	()	p. Traumatismo craniano () ()
			q. Suspeita de atraso de desenvolvimento de linguagem e audição () ()

<p>2. Classificação da perda auditiva: _____</p> <p>3. Etiologia da perda auditiva: <input type="checkbox"/> sim _____ <input type="checkbox"/> não _____</p> <p>4. Idade da identificação da perda: _____</p> <p>5. Perda auditiva: <input type="checkbox"/> estável <input type="checkbox"/> progressiva <input type="checkbox"/> súbita <input type="checkbox"/> flutuante <input type="checkbox"/> outros _____</p> <p>6. Zumbido <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não</p> <p>7. Dor de ouvido <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não</p> <p>8. Tontura <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não</p> <p>9. Utiliza prótese auditiva? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Marca _____ Modelo _____</p> <p>10. Desde quando? _____</p> <p>11. Bem adaptada? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não</p> <p>12. Frequência de uso do aparelho _____</p> <p>13. Gosta de usar o aparelho? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não</p> <p>14. Ganho funcional do aparelho _____</p> <p>15. Escola <input type="checkbox"/> pública <input type="checkbox"/> privada</p> <p>16. Repetiu alguma série escolar? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Qual? _____</p>	<p>17. Frequentou programas de apoio escolar? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não</p> <p>18. Apresenta problemas comportamentais/disciplinares? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Escola <input type="checkbox"/> Em casa <input type="checkbox"/> Outros <input type="checkbox"/></p> <p>19. Desenvolvimento de fala <input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Atrasado <input type="checkbox"/> Outros</p> <p>20. Desenvolvimento de linguagem <input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Atrasado <input type="checkbox"/> Outros</p> <p>21. Já realizou fonoterapia? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não</p> <p>22. Dificuldade em se comunicar: <input type="checkbox"/> em grupo <input type="checkbox"/> sala de aula <input type="checkbox"/> silêncio <input type="checkbox"/> localização <input type="checkbox"/> telefone <input type="checkbox"/> outros</p> <p>23. Como se sente com a perda auditiva: <input type="checkbox"/> irritação <input type="checkbox"/> revolta <input type="checkbox"/> nervoso <input type="checkbox"/> outros</p> <p>24. Prejuízos devido à perda: _____ _____</p> <p><small>*Azevedo MF. Programa de prevenção e identificação precoce dos distúrbios da audição. In: Schochat E. Processamento auditivo. São Paulo: Lovise; 1996. p.75-105.</small></p>
---	---