

Investigação dos limiares de audibilidade das altas freqüências em crianças com histórico de intoxicação por chumbo

Andréa Cintra Lopes*
Flávia Virgínia de Faria**
Luciane Paiva Monteiro***
Ana Dolores Passarelli Melo****
Kátia de Freitas Alvarenga*****
Marisa Ribeiro Feniman*****

Resumo

Introdução: A audiometria tonal de altas freqüências auxilia no diagnóstico precoce de alterações auditivas, podendo ser utilizada como medida profilática para preservação da audição ou para evitar possível progressão de uma alteração já existente. Esses danos podem ser provenientes de vários agentes etiológicos como o envelhecimento, a exposição a drogas ototóxicas e ao ruído ocupacional. Objetivo: Investigar os limiares de audibilidade de crianças, com histórico de intoxicação por chumbo com níveis que excediam 10 µg/dl, nas freqüências de 250 a 16000 Hz. Material e Método: selecionadas 30 crianças na faixa etária de 7 a 13 anos, submetidas a anamnese, inspeção otoscópica, medidas de imitância acústica, audiometria convencional e de altas freqüências. Resultados: Pode-se verificar que os limiares auditivos apresentaram-se entre -20 e 45 dBNA, não havendo decréscimo da sensibilidade auditiva com o aumento da freqüência, na maioria da população estudada; não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes quanto à variabilidade interaural. Em relação ao nível de Pb, não houve a correlação com comprovações estatísticas, porém foram observados alguns achados de que o Pb poderia estar intervindo, pois alguns participantes em que o nível de Pb estava acima e próximo de 10 µg/dl, os limiares já se apresentavam rebaixados na audiometria convencional e/ou ocorria uma piora desses limiares na AT-AF. Conclusão: Não foi encontrada correlação significativa entre a contaminação por chumbo e os limiares de audibilidade dos participantes, entretanto, o estudo sugere que a contaminação por chumbo é um fator de risco para o sistema auditivo.

Palavras-chave: audiometria de altas freqüências, chumbo, audição.

* Professora Doutora do Departamento de Fonoaudiologia da Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo.
** Fonoaudióloga, Especialista em Audiologia pela Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo. *** Fonoaudióloga, Especialista em Audiologia pela Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo. **** Mestre em Fonoaudiologia pela Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo. ***** Professora Associada do Departamento de Fonoaudiologia pela Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo. ***** Professora Associada do Departamento de Fonoaudiologia da Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo e pesquisadora do Setor de Fonogenética do HRAC-USP.

Abstract

Introduction: The ultra-high frequency pure-tone audiometry assists in the early diagnosis of the hearing alterations, which can be used as a prophylactic measure to preserve hearing, or, to avoid a possible progression of an existing hearing loss. These hearing losses may come from several etiologic agents like the aging process, the subjection to ototoxic drugs and job noise. Aim: The investigation of the audibility thresholds in children who had already experienced lead poisoning with levels which have exceeded 10 µg/dl, from 250 to 16000 Hz frequencies. Material and Method: For that, 30 children were selected, at the age group of 7 to 13, with whom it was carried out anamnesis, otological inspection, acoustic immittance measures, audiometry, the ultra-high frequencies and the conventional audiometry. Results: We can verify that the hearing thresholds were presented between -20 and 45 dB HL, and there was no hearing sharpening reduction due to the frequency increase at the major part of the analyzed population. It was also investigated the existence of differences between the hearing thresholds concerning about the interaural and genders' variability and the correlation with the blood lead level (Pb). Conclusion: No significant correlation was found between lead concentration and the hearing threshold of the subjects, however, the study suggests that lead contamination became a risk factor for the auditory system.

Keywords: audiometry extended high frequencies, lead, hearing

Resumen

Introducción: La audiometría tonal de altas frecuencias auxilia en el diagnóstico precoz de las alteraciones auditivas, y puede ser utilizada como medida profiláctica para la prevención de la audición o para evitar la posible progresión de una alteración ya existente. Esos daños pueden ser provenientes de varios agentes etiológicos como el envejecimiento, la exposición a drogas ototóxicas y al ruido laboral. Objetivo: Investigar los umbrales de audibilidad en niños con histórico de intoxicación por plomo con niveles que excedían 10 µg/dl, en las frecuencias de 250 a 16000 Hz. Material y Método: fueron seleccionados 30 niños entre el rango etáreo de 7 a 13 años, sometidos a anamnesis, inspección otológica, impedanciometría, audiometría convencional y de altas frecuencias. Resultados: Se verifico que los umbrales auditivos se presentaron entre -20 y 45 dBNA, no siendo constatado la disminución de la sensibilidad auditiva con el aumento de frecuencia, en la mayor parte de la población estudiada; no fueran encontradas diferencias estadísticamente significantes en relación a la variabilidad interaural. En relación al nivel de PB en la sangre, no hubo correlación con comprobaciones estadísticas, no obstante, fueron observados algunos hallazgos de que el nivel de Pb podría estar interviniendo, pues algunos participantes en el cual el nivel de Pb estaba por encima o próximo de 10 µg/dl, los umbrales ya se presentaban disminuidos en la audiometría convencional y/o ocurría peoría de estos en la AT-AF. Conclusión: No fueron observados correlación estadística entre a intoxicación por plomo y los umbrales de audibilidad de la población estudiada, sin embargo, el estudio sugiere que para el envenenamiento por plomo es un factor de riesgo para el sistema auditivo.

Palabras claves: audiometría de altas frecuencias, plomo, audición.

Introdução

Recentes estudos apontam a Audiometria Tonal de altas frequências (AT-AF) como instrumento de diagnóstico precoce das alterações auditivas provenientes de alguns agentes etiológicos. A AT-AF tem sido utilizada como medida profilática para a

preservação da audição ou a fim de evitar possível progressão de uma perda auditiva já existente, além de ser um método investigatório de estudos relacionados à normalidade e à patologia (Filipo, Seta, Bertoti, 1988; Green, Gerald Junior, Stevens, 1987; Lopes, Almeida, Zanconato e Mondelli, 2007; Zeigelboim, Fukuda, Iorio, 1996).

O chumbo é um agente químico, potencialmente tóxico (Goyer, 1993; Mc Donald e Portter, 1996), de uso relevante no setor industrial e pode tornar-se um problema de saúde pública (Mayan et al, 1994), uma vez que pode provocar contaminação no ser humano tanto pela via respiratória como por meio da contaminação do solo, afetando a água e os alimentos. O chumbo é um tóxico cumulativo, que afeta praticamente todos os sistemas do organismo. Além de alterações renais, efeitos cardiovasculares e alterações da função respiratória provocados pela contaminação deste metal, seus efeitos sobre o sistema nervoso central são devastadores. A neurotoxicidade é o maior efeito gerado pela contaminação pelo chumbo em crianças e jovens. As crianças constituem um grupo particularmente vulnerável, pois o chumbo é um dos poluentes mais perigosos para a saúde infantil, de acordo com a Organização Mundial de Saúde – OMS (WHO, 1992), já que a absorção deste metal que penetra por meio da pele, da inalação e/ou da ingestão, é mais prejudicial no metabolismo infantil do que em um adulto. Além disso, as brincadeiras habituais no chão contaminado expõem diretamente as crianças mais jovens à contaminação pelo chumbo (Osava, Lama, Cariboni, 2004).

A via de maior absorção do chumbo é a via respiratória por meio da inalação, e sabe-se que até 16% do chumbo inalado por adultos pode ser absorvido. Em crianças, o percentual absorvido por meio da via digestiva é maior, atingindo até 50% de absorção. Uma vez absorvido, é distribuído para o sangue onde tem meia-vida de 37 dias, enquanto que, nos tecidos moles, sua meia-vida é de 40 dias e, nos ossos chega a 27 anos, constituindo esse último o local de maior depósito corporal do metal, armazenando de 90 a 95% do chumbo presente no corpo (Sanborn, Cole, Abelsohn, Weir, 2002; Moreira e Moreira, 2004)

O Centro de Controle de Doenças Americano – CDCP, em 1991, descreveu efeitos adversos na saúde mesmo relacionados a níveis baixo do chumbo no sangue (10 µg/dl). A partir destes achados, as normativas referentes ao controle ambiental do chumbo foram revistas, propondo a troca do nível de intervenção de 25 µg/dl para 10 µg/dl.

Um acidente ambiental provocou a contaminação pelo chumbo em um bairro na cidade onde foi realizado este estudo. Uma fábrica de baterias automotivas, localizada na periferia da cidade, desencadeou uma exposição ambiental

ao chumbo, contaminando o solo deste local, e conseqüentemente intoxicando aquela população. De 860 crianças que viviam em um raio de um quilômetro da fábrica, 301 superaram o limite do nível de plumbemia no sangue proposto pela OMS(WHO, 1992), sendo que 22 destas foram hospitalizadas, apresentando níveis de chumbo no sangue (Pb) maiores que 30 µg/dl(Osava, Lama, Cariboni, 2004).

Quanto ao nível de concentração de chumbo permitido no sangue, não existe informação confiável sobre a dimensão da intoxicação infantil com este metal e os níveis de exposição variam dramaticamente em diferentes países. Estudos recentes demonstraram que os efeitos sobre o feto e a criança ocorrem para os níveis anteriormente considerados seguros (Mayan et al, 1994).

A intoxicação crônica pelo chumbo não produz sintomas específicos, entretanto, na literatura são descritos sintomas como cefaléia, fraqueza, irritabilidade e dores musculares, entre outros. Na criança, contudo, os efeitos sobre as capacidades intelectuais e neurocomportamentais são marcantes, podendo persistir ao longo da vida. Vários estudos apontam para a existência de uma correlação entre os níveis de plumbemia e atrasos no desenvolvimento da linguagem; déficit auditivo; retardo no crescimento; distúrbios de comportamento; menor capacidade de coordenação motora e, mesmo uma diminuição do QI (Canfield, Henderson, Cory-Slechta, 2003; Emory, Ansary, Pattillo, Archibold, Chevalier, 2003, Mayan et al, 1997; Morgan, Garavan, Smith, Discroll, Levvitsky, Strupp, 2001). Essa intoxicação é passível de prevenção e controle, permitindo minimizar suas conseqüências para a comunidade.

Na literatura nacional, Jacob, Alvarenga, Morata (2002) em uma revisão de literatura enfatizam a escassa literatura sobre o efeito do chumbo no sistema auditivo periférico e central. Alvarenga (2005) avaliou os efeitos do chumbo no sistema auditivo, nas porções periférica e central, em 156 crianças com histórico de contaminação por este metal, com nível de plumbemia estimada de 12,2±5,7µg/dl (faixa entre 2,4-33µg/dl). Neste trabalho não foram encontradas evidências do efeito tóxico do chumbo no sistema auditivo periférico, em nível da cóclea, nervo auditivo e tronco encefálico. Em outro estudo, realizado por Alvarenga, et al (2007), em 20 crianças com intoxicação por chumbo, investigando o potencial cognitivo P300, os autores

observaram associação entre a latência do N2 entre o nível de pumblemia no sangue.

De modo geral, a intoxicação causada pelo chumbo inclui alterações de atenção, concentração, memória, inteligência, aprendizagem, processos perceptivos, desenvolvimento psicomotor e interpessoal; além de retardo no crescimento e efeitos neuroendócrinos, principalmente se esta exposição ocorrer em estágios iniciais de desenvolvimento (Lamphear, Dietrich, Auinger, Cox, 2000). No que refere-se a linguagem, estudos específicos sobre determinados aspectos lingüísticos de crianças expostas ao chumbo, sendo encontradas correlações significativas, ou seja, quanto maior a concentração de chumbo no sangue, pior o desempenho nas provas de linguagem (Jorge, de Vitto, Lamonica, Hage, 2008; Gayva, Crenitte, Caldana, Hage, 2008).

Assim sendo, a literatura ainda aponta pontos obscuros em relação aos efeitos da contaminação pelo chumbo, sendo necessário obter informações consistentes a respeito de limiares de audibilidade em indivíduos com histórico de intoxicação por agentes ototóxicos. Assim, este trabalho tem como objetivo investigar os limiares de audibilidade de crianças, com histórico de intoxicação por chumbo com níveis que excediam 10 µg/dl, nas frequências de 250 a 16000 Hz.

Material e método

Breve Histórico

Um acidente ambiental ocorrido em uma área periférica do município de Bauru/SP ocasionou a interdição de uma indústria de acumuladores em função da emissão de partículas de chumbo para o meio ambiente acima do permitido. Foi definido um raio de 1.000m ao redor da empresa como área inicial do estudo, buscando identificar todas as crianças de 0 a 12 anos. Seus pais/responsáveis foram entrevistados por técnicos da SMS-Bauru e realizou-se a coleta de amostras de sangue para exame de pumblemia. Tiveram o material coletado para exame laboratorial 883 pessoas residentes na área, entre eles, 857 pessoas entre zero e 17 anos e 11 meses. Os exames laboratoriais detectaram 314 crianças entre zero a 12 anos e 11 meses, com taxa de pumblemia superiores aqueles aceitáveis pela OMS, ou seja, 10µgPb/dl de sangue (Padula, Abreu, Miyazaki, Tomita, 2006).

O presente estudo foi desenvolvido na Clínica de Fonoaudiologia da Faculdade de Odontologia de Bauru-Universidade de São Paulo, após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa desta mesma instituição, sob o protocolo número 029/2003. Os responsáveis pelas crianças envolvidas consentiram para a realização deste estudo, assim como a divulgação de seus resultados conforme Resolução 196/96.

A casuística foi constituída por 30 crianças na faixa etária de sete a 13 anos de idade (nove do gênero feminino e 21 do gênero masculino), todas com histórico de intoxicação por chumbo, confirmado por exames laboratoriais (Quadro 1 e 2). Todas as crianças pertenciam a um bairro específico da cidade onde viviam, no qual ocorreu um acidente ambiental provocado por uma fábrica de baterias, contaminando o solo deste local. A lista das crianças intoxicadas pelo chumbo foi fornecida pela Divisão Regional de Saúde-6; sendo que o critério de inclusão era apresentar ou ter apresentado anteriormente à avaliação, índices de pumblemia igual ou superior a 10 µg/dl Pb, como proposto pela Organização Mundial da Saúde. Como critério de exclusão, os participantes não deveriam apresentar alterações neurológicas.

Para todos os participantes foram aplicadas as seguintes provas: entrevista fonoaudiológica específica; inspeção otoscópica; medidas de imitação acústica, por meio do equipamento modelo SD 30, marca Siemens; audiometria tonal liminar convencional (AT-Cv) – compreendendo as frequências de 250 Hz a 8000 Hz; logaudiometria utilizando-se as listas de palavras padronizadas por Lacerda (1976); e audiometria de altas frequências (AT-AF) – compreendendo as frequências de 9000 Hz a 16000 Hz, por meio do audiômetro modelo SD 50, marca Siemens, calibrado para uso com fones auriculares HDA 200, marca Senheiser. O equipamento apresentava correções para Nível de Audição padrões ANSI S 3.6 (1989). A seqüência da pesquisa dos limiares auditivos foi realizada seguindo a recomendação descrita pela ASHA (1977) e pela norma ANSI S. 3.21 (1978): 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 8000, 250 e 500 Hz para AT-Cv e prosseguia-se a avaliação para AT-AF na seguinte ordem: 9000, 10000, 11200, 12500, 14000 e 16000 Hz. Para a pesquisa dos limiares tonais, utilizou-se a técnica descendente, sendo considerado limiar auditivo o nível de apresentação no qual houve 50% de respostas positivas

Quadro 1 – Caracterização da casuística quanto ao gênero, idade, nível de pumbemia no sangue e limiar de audibilidade para as frequências convencionais na orelha direita

Participantes	Gênero	Nível Pb (µg/d)	Orelha Direita							
			Frequências Convencionais (Hz)							
			250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000
1	F	12	5	0	5	5	0	0	5	5
2	M	12	10	20	5	5	5	10	20	20
3	M	15.6	5	5	0	5	10	5	20	10
4	M	10.4	5	0	-5	0	0	-5	-10	0
5	M	11	5	5	5	5	-5	0	5	0
6	F	11.8	15	15	5	-5	10	20	15	35
7	F	10	0	0	-5	-5	-5	0	0	0
8	M	10.7	5	15	5	10	10	15	20	15
9	M	11	5	5	5	5	5	15	20	5
10	F	12	0	0	-5	5	10	5	15	20
11	M	10	5	10	5	5	5	10	5	0
12	F	12.5	-5	5	5	15	5	5	10	10
13	F	11	5	0	0	5	0	5	10	0
14	M	11.6	5	5	0	10	5	5	10	10
15	M	11	5	5	5	10	15	15	10	15
16	M	15	20	35	30	15	25	35	40	30
17	M	19.3	5	5	5	10	5	5	10	10
18	M	12.9	5	10	5	0	5	5	10	10
19	F	16	35	20	15	5	5	5	20	0
20	F	10	5	5	10	0	0	5	15	10
21	F	10.6	0	0	5	0	5	0	15	10
22	M	18	5	5	0	5	5	5	15	20
23	M	16	0	5	-5	-5	-5	-5	0	-5
24	M	18	10	10	10	5	5	5	15	5
25	M	16.5	5	5	5	5	5	5	5	0
26	M	14.2	10	15	10	0	5	10	0	0
27	M	15	5	5	0	-5	0	-5	5	5
28	M	14	5	5	10	5	5	5	10	10
29	M	19	5	10	20	30	25	15	10	15
30	M	16	5	5	5	5	5	5	5	5

à detecção do estímulo O estímulo utilizado foi o tom puro modulado em frequência – *warble* (Lopes e Godoy, 2006).

O padrão de normalidade dos limiares das altas frequências para crianças foi baseado nos parâmetros relatados em estudo preliminar realizado por Lopes, Almeida, Zanconato e Mondelli, 2007, por se tratar de um estudo realizado com crianças da mesma faixa etária e por ter utilizado o mesmo equipamento deste estudo. A Tabela 1 apresenta os valores de média dos limiares de audibilidade (dB NA) encontrados na literatura (Lopes, Almeida, Zanconato e Mondelli, 2007).

Os resultados foram analisados por meio da análise estatística descritiva, e por meio do Teste “*t*” pareado, coeficiente de correlação de *Spearman* e teste de *Mann-Whitney*.

Resultados

As análises realizadas após a coleta de dados possibilitaram traçar um perfil dos limiares de audibilidade por frequência e orelha dos 30 participantes com histórico de intoxicação por chumbo, no qual se observou que os limiares de audibilidade das altas frequências variaram de -20 a 45 dB NA, apresentados na Tabela 2.

Quadro 2 – Caracterização da casuística quanto ao gênero, idade, nível de pumbemia no sangue e limiar de audibilidade para as frequências convencionais na orelha esquerda

		Orelha Esquerda								
		Frequências Convencionais (Hz)								
Participantes	Gênero	Nível Pb (µg/dl)	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000
1	F	12	5	0	0	5	0	0	5	5
2	M	12	20	20	10	10	10	10	25	25
3	M	15.6	5	5	0	10	15	5	15	15
4	M	10.4	10	10	5	0	-5	-5	0	5
5	M	11	0	5	0	5	5	0	5	15
6	F	11.8	25	15	5	15	5	-5	20	20
7	F	10	0	-5	-5	0	-5	-5	0	-10
8	M	10.7	5	10	5	15	10	15	15	15
9	M	11	5	10	10	5	5	10	20	15
10	F	12	5	5	5	20	20	15	5	10
11	M	10	10	10	5	-5	5	10	5	10
12	F	12.5	10	5	5	10	5	10	15	5
13	F	11	5	5	0	0	10	-5	0	-5
14	M	11.6	5	5	5	10	5	0	5	10
15	M	11	10	10	5	15	15	15	15	10
16	M	15	35	35	30	35	35	35	45	35
17	M	19.3	5	5	0	10	0	10	15	10
18	M	12.9	5	10	0	-5	-5	0	10	10
19	F	16	30	20	5	0	0	0	20	10
20	F	10	0	0	-5	0	5	5	15	10
21	F	10.6	0	0	0	5	5	5	10	15
22	M	18	5	0	-5	5	-5	5	10	10
23	M	16	5	5	-5	5	5	5	5	5
24	M	18	10	10	5	5	0	0	15	5
25	M	16.5	5	5	5	5	5	0	10	0
26	M	14.2	10	15	10	5	5	10	5	5
27	M	15	5	0	0	0	-5	-5	0	5
28	M	14	0	10	0	5	5	5	5	0
29	M	19	0	5	10	25	15	5	15	5
30	M	16	5	10	5	5	5	10	5	0

Tabela 1 – Média dos limiares da AT-AF em crianças de 7 a 13 anos com audição normal. (Lopes, Almeida, Zanconato e Mondelli, 2007)

Orelhas	Frequências (kHz)					
	9	10	11.2	12.5	14	16
OD	9,00	3,83	7,16	3,16	-0,33	-2,50
OE	5,50	1,00	1,50	0,00	-1,26	-3,16

(N=30)

A Tabela 3 e o Gráfico 1 apresentam os limiares médios nas altas frequências e pode-se verificar que os maiores limiares auditivos médios foram

obtidos nas frequências de 11200 Hz na orelha direita (8,16 dB) e em 9000Hz (8,33 dB) na orelha esquerda.

Pode-se verificar que os limiares médios nas frequências de 10000, 11200, 12500 e 16000 Hz da orelha direita foram maiores que os calculados para a orelha esquerda. As menores diferenças encontradas entre os limiares médios segundo a variável lado da orelha foram observadas nas frequências de 14000 e 10000 Hz, sendo que as maiores diferenças foram observadas nas frequências de 16000 e 12500 Hz (Gráfico 1).

Tabela 2 – Limiares de audibilidade (dB NA) das orelhas direita e esquerda na audiometria de altas frequências

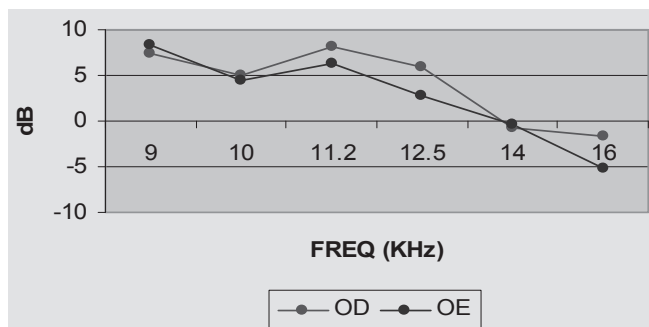
Participante	Altas Frequências (Hz)s											
	Orelha direita						Orelha Esquerda					
	9000	10000	11.200	12.500	14000	16000	9000	10000	11.200	12.500	14000	16000
1	5	0	-10	-10	-10	0	0	-5	-5	-10	-10	-10
2	15	30	30	5	10	5	5	10	20	15	15	-5
3	5	10	10	20	15	10	25	15	-5	-10	-10	-10
4	-5	-5	0	5	-5	10	5	-5	0	-5	-10	-10
5	0	0	5	5	-5	-20	10	0	5	5	-5	-20
6	10	0	10	5	-10	-10	15	15	10	15	5	-10
7	-5	-5	0	0	-5	-10	0	-10	-5	-10	-10	-10
8	20	10	10	5	5	-10	25	10	10	15	5	0
9	10	5	10	10	0	5	5	5	10	5	15	10
10	25	15	20	30	0	-10	20	20	30	35	20	-10
11	5	-5	0	-5	-15	-15	5	0	-10	-10	-15	-20
12	5	-5	0	0	-5	-10	5	-10	-5	-10	-10	-10
13	-5	-5	-10	-10	-10	-5	-5	-10	-10	-5	-5	-5
14	10	5	15	15	5	10	15	15	20	10	15	10
15	5	5	10	-5	5	35	5	0	5	-5	5	20
16	30	30	35	30	25	20	40	45	45	35	40	20
17	10	0	-10	-20	-10	-20	5	-5	-5	-15	-5	-5
18	20	10	5	0	0	0	15	10	5	0	0	0
19	15	20	25	25	15	5	0	-5	5	10	0	-15
20	15	15	25	20	5	-5	15	15	15	5	-5	-15
21	5	-10	5	5	-10	-20	10	10	0	5	-5	-10
22	25	15	10	5	-5	10	15	0	5	5	-10	-10
23	-5	-10	-5	-5	-5	-10	5	0	5	0	0	-10
24	0	0	10	5	-15	-20	10	5	5	5	-5	-10
25	0	10	10	10	0	25	0	5	5	0	0	-10
26	0	5	5	15	5	-5	5	5	10	15	10	-10
27	-5	0	10	5	0	-10	5	-5	5	-5	-10	-10
28	5	0	5	15	5	5	-5	0	5	-10	-10	-10
29	5	5	10	5	5	5	-5	5	15	5	-5	-10
30	0	5	5	-5	-10	-15	0	0	0	-5	-10	-10

Tabela 3 – Média, mediana e desvios padrão dos limiares de audibilidade nas altas frequências para as orelhas direitas e esquerdas

Frequências (Hz)	OD			OE		
	Média	Mediana	Desvio Padrão	Média	Mediana	Desvio Padrão
9000	7,33	5,00	9,71	8,33	5,00	10,02
10000	5,00	5,00	10,17	4,50	2,50	11,24
11200	8,16	10,00	10,94	6,33	5,00	11,66
12500	6,00	5,00	11,70	2,83	2,50	12,36
14000	-0,66	0,00	9,35	-0,33	-5,00	11,95
16000	-1,66	-5,00	13,79	-5,16	-10,00	10,04

Quanto à variável orelha, não foi observada diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) por meio do Teste “*t*” pareado entre as médias dos limiares de audibilidade das orelhas direita e esquerda nas altas frequências

(Tabela 4). Entretanto, pode-se constatar que as médias dos limiares diminuíram com o aumento da frequência e, que a OE apresentou, na maioria das frequências da AT-AF, melhor sensibilidade comparada à OD.

Gráfico 1 – Limiares de audibilidade médios das altas frequências para a orelha direita e esquerda

Tabela 4 – Comparação entre a média dos limiares de audibilidade das orelhas direita e esquerda nas altas frequências

Frequência (Hz)	OD (dB)	OE (dB)	p-level
9000	7,33	8,33	0,50
10000	5,00	4,50	0,77
11200	8,16	6,33	0,16
12500	6,00	2,83	0,08
14000	-0,66	-0,33	0,85
16000	-1,66	-5,16	0,08

* $p \leq 0,05$: estatisticamente significante

Para a comparação da média dos limiares das orelhas direita e esquerda em função do gênero, foi empregado o teste de *Mann-Whitney*, por meio do qual se constatou diferença estatisticamente significante apenas na frequência de 16000 Hz ($p=0,03$) na orelha esquerda. Embora tenha sido encontrada diferença significativa apenas em uma frequência, nesta, foi possível verificar que o gênero feminino apresentou melhores limiares médios nas frequências de 10000, 11.200, 14000 e 16000 Hz na OD e nas frequências de 9000, 10000, 11.200, 14000 e 16000 Hz na OE (Tabela 5).

Tabela 5 – Comparação entre a média dos limiares de audibilidade nas altas frequências das orelhas direita e esquerda em função dos gêneros

	9000	10000	11.200	12.500	14000	16000 Hz
FEM.OD	7,77	2,77	7,22	7,22	-3,33	-7,22
MASC.OD	7,14	5,95	8,57	5,47	0,47	0,71
p-levelOD	0,74	0,33	0,62	0,94	0,23	0,19
FEM.OE	6,66	2,22	3,88	3,88	-2,22	-10,55
MASC.OE	9,04	5,47	7,38	2,38	0,47	-2,85
p-levelOE	0,60	0,43	0,31	0,94	0,71	0,03*

* $p \leq 0,05$: estatisticamente significante

A partir dos dados apresentados na Tabela 5, pode-se verificar que com o aumento da frequência foi observado que as médias diminuíram, tanto na OD quanto na OE em ambos os gêneros, sendo que na OD no gênero masculino, verificou-se uma quebra dessa progressão na frequência de 11.200 Hz. Observou-se também uma melhora na média do limiar, na frequência de 10000 Hz para ambos os grupos, com valor abaixo dos calculados nas frequências de 9000 e 11.200 Hz.

A fim de correlacionar os níveis de Pb e os limiares de audibilidade foi utilizado o coeficiente de *Spearman*, não sendo constatada diferença estatisticamente significante ($p < 0,05$). Ao confrontar o nível de chumbo com os limiares de audibilidade, observou-se que os piores limiares de audibilidade foram do indivíduo N16 com 15 $\mu\text{g/dl}$ de Pb, e que o indivíduo N17, apresentava maior nível de Pb de toda a casuística, 19,3 $\mu\text{g/dl}$, apresentando limiares auditivos normais. Observou-se ainda que dois indivíduos (N 10 e N 14), com diferentes níveis de Pb apresentaram limiares de audibilidade da AT-AF piores dos que audiometria de frequências convencionais. Estes dados estão apresentados na Tabela 2 e Quadros 1 e 2. (Não encontrei os valores obtidos na Correlação de Spearman)

Discussão

A discussão deste trabalho foi realizada considerando-se as diferenças metodológicas dos diferentes estudos consultados, tanto dos trabalhos realizados com AT-AF como dos trabalhos sobre os efeitos do chumbo no sistema auditivo.

A literatura específica evidencia a preocupação com os efeitos do chumbo na audição, sendo que vários estudos foram desenvolvidos, inicialmente em trabalhadores (Forst, Freels, Persky, 1997, Jacob, Alvarenga, Morata, 2002), em cobaias (Rice, 1997), na busca de evidência quanto ao efeito tóxico desse metal na cóclea. A relação entre a exposição ao chumbo e crianças e adolescentes vem sendo apontada em diversos estudos devido aos danos provocados no desenvolvimento do sistema nervoso central (Mayan et al, 1994, Counter, Buchanan, Ortega Laurell, 1997, Stokes et al, 1998, Lanphear, Dietrich, Auinger, 2000, Emory, Ansari, Pattiolo, Archibold, Chevalier, 2003, Canfield, Henderson, Cory-Slechta, 2003, Alvarenga, 2005, Alvarenga et al 2007, Gayva, Crenitte, Caldana, Hage, 2008, Jorge, de Vitto, Lamonica, Hage, 2008).

Em nível nacional, eventos adversos envolvendo contaminação por chumbo têm sido relatados, como os ocorridos no Vale do Ribeira, Luanda (PR), Jacareí (SP) e Santo Amaro da Purificação (BA). A população com exposição não ocupacional tem sido identificada e os grupos de maior risco são constituídos de crianças e gestantes residentes no entorno de emissão de chumbo (Padula, Abreu, Miyazaki, Tomita, 2006).

Embora o avanço tecnológico na área da audiolgia tenha disponibilizado equipamentos que permitem avaliar estruturas específicas do sistema auditivo, o efeito do chumbo ainda é bastante discutido. Muitos estudos tiveram o objetivo de investigar a correlação do nível de Pb com as alterações audiológicas encontradas, sendo que a maioria destes não comprovaram a hipótese de correlação de que quanto maior o nível de Pb maior é a alteração encontrada, ou ainda, não sendo sempre constatada alteração auditiva. Neste trabalho também não foi observada esta correlação como observado na Tabela 2 e Quadros 1 e 2, bem como em outros trabalhos apresentados na literatura (Counter, Buchanan, Ortega, Laurell, 1997, Alvarenga, Jacob, Martins, Costa-Filho, Coube, Marques, 2003). Não se pode ignorar que em outros estudos, os autores sugeriram e/ou encontraram achados de que o

chumbo poderia de alguma maneira interferir no sistema auditivo, mas sem comprovações estatísticas (Canfield, Henderson, Cory-Slechta, 2003), não estando relacionadas necessariamente com o nível de Pb, sendo que até para níveis de plumbemia anteriormente considerados seguros poderia ter efeitos sobre o feto e a crianças (Mayan et al, 1994). Este achado também foi observado neste estudo, uma vez que se verificou em algumas crianças o comprometimento dos limiares auditivos, na audiometria convencional e/ou piora desses limiares na AT-AF, nestas crianças, as quais apresentavam nível de Pb acima ou bem próximo de 10 µg/dl. Entretanto, também não se pode ignorar o fato de que o chumbo age de forma diferente em cada indivíduo, sofrendo influência de outras variáveis orgânicas, como aspecto nutricional (Goyer, 1993) ambiental e social.

Em alguns trabalhos foram constatadas alterações na função auditiva, na condução nervosa, na coordenação viso-motora como nos aspectos neurocomportamentais devido à exposição ao Pb (Forst, Freels, Persky, 1997; Rice, 1997; Stokos, 1998), além de associação entre o nível de plumbemia no sangue e a latência do N2 na pesquisa do Potencial cognitivo P300 (Alvarenga, et al, 2007). Neste estudo, não foram encontradas dificuldades no tempo de atenção dessas crianças para a realização do exame, mesmo com o histórico de intoxicação por Pb e suas possíveis manifestações, como distração, déficits de atenção e problemas de memória.

O relato quanto ao decréscimo da sensibilidade auditiva com o aumento da frequência, bem como com o avanço da idade foi descrito na literatura (Pedalini et al, 2002; Porto, Gayva e Lopes, 2004), diferindo dos dados encontrados neste estudo, o qual verificou a ausência desta tendência de piora dos limiares auditivos com o aumento da frequência na maioria da população pesquisada, corroborando com outros estudos realizados por Shayeb, Costa Filho, Alvarenga, 2003 e Lopes, Almeida, Zancanato e Mondelli em 2007, dados estes que podem ser vistos na Tabela 2 e Quadros 1 e 2. A pesquisa apresentada por Alvarenga, 2005 não demonstrou alterações auditivas a nível periférico em crianças intoxicadas por chumbo. Entretanto, alguns destes trabalhos foram realizados com populações com faixas etárias diferentes deste estudo o que pode justificar as diferenças encontradas nos diferentes estudos.

Na literatura consultada, quanto à variabilidade interaural, alguns pesquisadores não constataram diferenças estatisticamente significantes quanto a esta variável (Pedalini et al, 2000; Shayeb, Costa Filho, Alvarenga, 2003), sendo o mesmo verificado neste estudo, como pode ser observado nas Tabelas 3 e 4. Em estudo realizado por Porto, Gayva e Lopes (2004), foi constatada diferença interaural significativa na frequência de 12500 Hz no grupo controle e na frequência de 3000 Hz em seu grupo estudo, composto por indivíduos expostos ao ruído ocupacional, e as frequências de 9000 e 11200 Hz apresentaram diferença interaural significativa no estudo de Lopes, Almeida, Zanconato e Mondelli, 2007.

Assim, pode-se perceber que não existe uma clareza quanto à diferença interaural nas altas frequências, assim como, uma relação de causa efeito quanto ao comprometimento da sensibilidade auditiva. Cabe ressaltar que este estudo não teve por objetivo determinar os limiares de diferença interaural, uma vez que para este fim faz-se necessário uma amostra maior.

A variabilidade entre os gêneros citada em alguns trabalhos, não foi constatada neste estudo, resultado semelhante ao descrito na literatura por Shayeb, Costa Filho, Alvarenga, 2003. Todavia, neste estudo foi encontrada uma diferença estatisticamente significativa apenas na frequência de 16 kHz na OE, visto na Tabela 5, dado que deve ser analisado com cautela devido ao número reduzido da população estudada. Diferenças significativas dos limiares entre os gêneros foram observadas por Pedalini et al, 2000.

Com a análise dos resultados e variabilidades obtidos neste estudo, pode-se concluir que não houve correlação com significância estatística quanto ao efeito do Pb na função auditiva obtidas nos procedimentos usados, ou seja, avaliação audiológica convencional e audiometria de altas frequências.

Assim, faz-se necessário obter informações a respeito do comportamento desses limiares auditivos em indivíduos audiológicamente normais e/ou patológicos, bem como as variáveis que neles interferem, pois no caso deste estudo, devem-se levar em consideração as variáveis orgânicas, ambientais e sociais que fazem parte dessa população.

Conclusão

Este estudo permitiu evidenciar que:

- Os valores dos limiares de audibilidade, para as altas frequências, variaram de -20 a 45 dB NA, não havendo decréscimo da sensibilidade auditiva com o aumento da frequência, na maioria da população estudada.
- Não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes quanto à variabilidade interaural.
- O limiar médio do gênero masculino foi maior do que o do gênero feminino na frequência de 16 kHz na OE.
- Não foi encontrada correlação com significância estatística entre os limiares de audibilidade e o nível de Pb, porém foi observado que em alguns indivíduos com nível de Pb acima e próximo de 10 µg/dl, os limiares já se apresentavam rebaixados na audiometria convencional e/ou ocorria uma piora desses limiares na AT-AF.

Referências

- Alvarenga KF, Alvarez G, Duarte JL, Melo ADP, Lopes AC, Feniman MR, Paranhos-Netto M. Potencial cognitivo P300 em crianças com histórico de intoxicação por chumbo. In: 22º Encontro Internacional de Audiologia; 2007; Natal-RN. Natal: EIA; 2007.
- Alvarenga KF. Avaliação do sistema auditivo periférico e central em crianças com histórico de contaminação por chumbo [tese de livre docência]. Baurú, SP: Faculdade de Odontologia de Baurú, Universidade de São Paulo; 2005.
- Alvarenga KF, Jacob LCB, Martins CHF, Costa-Filho AO, Coube CZ, Marques JM. Emissões otoacústicas-produto de distorção em indivíduos expostos ao chumbo e ao ruído. *Rev Bras Otorrinolaringol* 2003;69(5):681-9.
- Canfield RL, Henderson CR, Cory-Slechta DA. Intellectual impairment in children with blood lead concentrations below 10 microgram per deciliter. *New Engl J Med* 2003;348:1517-26.
- Centers for Disease Control and Prevention. Preventing lead poisoning in young children: a statement by the Centers for Disease Control and Prevention. Atlanta, GA: Centers for Disease Control and Prevention; 1991.
- Counter SA, Buchanan LH, Ortega F, Laurell G. Normal auditory brainstem and cochlear function in extreme pediatric plumbism. *J Neurol Sci* 1997b;152(1):85-92.
- Emory E, Ansari ZBA, Pattiello R, Archibold E, Chevalier JBS. Maternal blood lead effects on infant intelligence at age 7 months. *Am J Obstet Gynecol* 2003;188:26-32.
- Filipo R, Seta E, Bertoli GA. High frequency audiometry in children. *Scand Audiol* 1988;17(4):213-6.
- Forst LS, Freels S, Persky V. Occupational lead exposure and hearing loss. *J Occup Environ Med* 1997;39(7):658-60.

- Gayva DLC, Crenitte PAP, Caldana ML, Hage SRV. Caracterização das alterações de linguagem em crianças com histórico de intoxicação por chumbo. *Pro Fono* 2008;20(1):55-60.
- Goyer RA. Lead toxicity: current concerns. *Environ Health Perspect* 1993;100:177-87.
- Green DM, Gerald Junior K, Stevens KN. High-frequency audiometric assesment of a young adult population. *J Acoust Soc Am* 1987;81(2): 485-94.
- Jacob LCB, Alvarenga KF, Morata TC. Efeito da exposição ocupacional ao chumbo sobre o sistema auditivo: uma revisão de literatura. *Rev Bras Otorrinolaringol* 2002;68(4):564-9.
- Jorge MS, de Vitto LM, Lamonica DAC, Hage SRV. A exposição ao chumbo como fator de risco para alterações no desenvolvimento de linguagem. *Rev Soc Bras Fonoaudiol* 2008;13(2):161-5.
- Lacerda AP. *Audiologia clínica*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1976.
- Lanphear BP, Dietrich K, Auinger P, Cox C. Cognitive deficits associated with blood lead concentration 10 mg/dl in US children and adolescents. *Public Health Rep* 2000;115(6):521-29.
- Lopes AC, Almeida BK, Zanconato CM, Mondelli MFCG. Estudo dos limiares de audibilidade de altas frequências em crianças ouvintes com idades entre 7 e 13 anos. *Distur Comun* 2007;19(2):173-80.
- Lopes AC, Godoy JB. Considerações metodológicas para a investigação dos limiares de frequências ultra-altas em indivíduos expostos ao ruído ocupacional. *Salusvita* 2006;25(2):149-60.
- Mayan O, et al. Children and lead exposure: preliminary study. *Acta Med Port* 1994;7(11): 607-10.
- McDonald JA, Potter NU. Leads legacy?: early and late mortality of 454 lead-poisoned children. *Arch Environ Health* 1996;51(2):116-21.
- Moreira FR, Moreira JC. A cinética do chumbo no organismo humano e sua importância para a saúde. *Ci Saude Col* 2004;1:167-81.
- Morgan RE, Garavan H, Smith EG, Discroll LL, Levitsky DA, Strupp BJ. Early lead exposure produces lasting changes in sustained attention, response initiation, and reactivity to errors. *Neurotoxicol Teratol* 2001; 23:519-31.
- Osava M, Lama A, Cariboni D. Com o chumbo não se brinca [artigo na internet]. *Tierramerica*; c2001. [acesso em 09 fev. 2004]. Disponível em: <http://www.tierramerica.org/2002/0929/particulo.shtml>.
- Padula NAMR, Abreu MH, Miyazaki LC, Tomita NE. Intoxicação por chumbo e saúde infantil: ações intersetoriais para o enfrentamento da questão. *Cad Saude Publ* 2006;22(1):163-71.
- Pedalini MEB, et al. Média dos limiares tonais na audiometria de alta frequência em indivíduos normais de 4 a 60 anos. *Pro Fono* 2000;12(2): 17-20.
- Porto, MAA, Gayva, LC, Lopes, AC. Avaliação da audição em frequências ultra-altas em indivíduos expostos ao ruído ocupacional. *Pro Fono* 2004;16(3):237-50.
- Rice DC. Effects of lifetime lead exposure in monkeys on detection of pure tones. *Fundam Appl Toxicol* 1997;36:112-8.
- Sanborn MD, Cole D, Abelsohn A, Weir E. Identifying and managing adverse environmental health effects: 3. lead exposure. *Can Med Assoc* 2002;166(10):1287-92.
- Shayeb DR, Costa Filho OA, Alvarenga KF. Audiometria de alta frequência: estudo com indivíduos audiológicamente normais. *Rev Bras Otorrinolaringol* 2003;69(1):93-9.
- Stokes L, et al. Neurotoxicity in young 20 years after childhood exposure to lead; the Bunker Hill experience. *Occup Environ* 1998; 55(8):507-16.
- Zeigelboim BS, Fukuda Y, Iorio MCM. Audiometria de alta frequência. *Acta AWHO* 1996;15(3):155-8.
- WHO - World Health Organization. *Human exposure to lead*. Geneva; 1992. [Human exposure assessurent series]

Recebido em julho/08; aprovado em agosto/08.

Endereço para correspondência

Andréa Cintra Lopes
Departamento de Fonoaudiologia da Faculdade
de Odontologia de Bauru / USP
Alameda Dr Octávio Pinheiro Brizolla, nº 9-75,
Vila Universitária, Bauru / SP
CEP 17012-901

E-mail: aclopes@fob.usp.br

