

Nível de desconforto para sensação de intensidade em indivíduos com audição normal***

Loudness discomfort level in normal hearing individuals

Keila Alessandra Baraldi Knobel*
Tanit Ganz Sanchez**

*Fonoaudióloga. Doutoranda em Ciências pela Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.
Endereço para correspondência:
R. Barão de Paranapanema, 146 - Bloco C - Conj. 82 - SP - CEP 13026-010
(keila@fonoesaude.org).

**Médica. Professora Associada da Disciplina de Otorrinolaringologia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

***Trabalho Realizado na Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

Artigo de Pesquisa

Artigo Submetido a Avaliação por Pares

Conflito de Interesse: não

Recebido em 12.11.2004.
Revisado em 10.01.2005; 20.04.2005;
08.08.2005; 25.10.2005; 14.12.2005.
Aceito para Publicação em 22.12.2005.

Abstract

Background: Loudness Discomfort Level (LDL), a test used in the hearing aid fitting process, has also been recommended to evaluate patients with tinnitus and/or suspect of hyperacusis. **Aim:** to determine LDL reference values for normal hearing individuals and to correlate the LDL to the Acoustic Reflex Threshold (ART). **Method:** LDL was investigated in 64 normal hearing subjects, with ages between 18 and 25 years (53.1% female), in the frequency threshold of 0.5 to 8KHz and for speech (non-recorded, non-standardized connected discourse). Pulsate pure tones were presented for two seconds, with a one-second interval between each presentation. The initial stimulus intensity was at 50dB and was followed by ascending presentations, of 5dB each, until the subject referred initial discomfort with loudness. The testing procedure was performed separately in each ear, and was immediately repeated at the end of the test (test and retest situation). The choice of the ear that would start the testing procedure was alternated for each subject. After that contralateral acoustic reflexes ART were measured. The presence of the ART was indicated by a minimal needle deflection (larger than 0.05ml) on the emittance equipment. **Results:** median varied from 86 to 98dBHL, with no statistically significant differences between gender ($p > 0.11$), between ears ($p > 0.36$) and between the test-retest situation ($p > 0.34$). The determination coefficients (r^2) of the linear regression model revealed absence of correlation between $\log(\text{LDL})$ and $\log(\text{ART})$. **Conclusion:** normal hearing individuals have LDL between 86 and 98dBHL for all of the tested stimuli. Inter-subject differences and the good reproductivity suggest that the interpretation of the test should be cautious and analyzed considering the patient's history. The test can be an useful instrument go follow-up patients. No correlation was found between LDL and ART.

Key Words: Loudness Perception; Hearing; Hyperacusis; Tinnitus.

Resumo

Tema: o *Loudness Discomfort Level* (LDL), teste muito utilizado na adaptação de próteses auditivas, teve sua indicação ampliada e passou a ser recomendado para complementar a avaliação de pacientes com zumbido e/ou com suspeita de hiperacusia. **Objetivo:** determinar valores de referência do LDL para normo-ouvintes e sua correlação com o Limiar do Reflexo Acústico (LRA). **Método:** o LDL foi aplicado em 64 sujeitos normo-ouvintes de 18 a 25 anos (53,1% do sexo feminino) nas frequências de 0,5 a 8KHz e para sons da fala encadeada espontânea a viva-voz. Os tons puros pulsáteis foram apresentados por dois segundos, com intervalo de um segundo entre cada apresentação, a partir de 50dB de modo ascendente em passos de 5dB até que o sujeito referisse desconforto inicial com a sensação de intensidade. O procedimento foi realizado nas duas orelhas separadamente e repetido imediatamente (situações de teste e reteste), com alternância da orelha inicial a cada sujeito. O reflexo contralateral foi obtido em seguida. Foi considerado LRA a menor intensidade sonora capaz de provocar uma deflexão visível na agulha do imitanciómetro (maior que 0,05ml). **Resultados:** a mediana do LDL variou de 86 a 98dBNA, sem diferenças estatisticamente significativas entre homens e mulheres ($p > 0,11$), entre orelhas ($p > 0,36$) ou entre as situações de teste e reteste ($p > 0,34$). Os coeficientes de determinação (r^2) do modelo de regressão linear mostraram ausência de correlação entre $\log(\text{LDL})$ e $\log(\text{LRA})$. **Conclusão:** normo-ouvintes apresentam LDL de 86 a 98dBNA para todos os estímulos apresentados. Diferenças inter-sujeitos e boa reprodutibilidade sugerem que a interpretação do teste deve ser cuidadosa e aliada à anamnese e que o teste pode ser útil no acompanhamento de pacientes. Não houve correlação entre LDL e LRA.

Palavras-Chave: Percepção Sonora; Audição; Hiperacusia; Zumbido.

Referenciar este material como:

Knobel, K. A. B.; Sanchez, T. G. Nível de desconforto para sensação de intensidade em indivíduos com audição normal. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica*, Barueri (SP), v. 18, n. 1, p. 31-40, jan.-abr. 2006.

Introdução

A intolerância a sons pode ser subdividida em hiperacusia, misofonia e fonofobia. A hiperacusia caracteriza-se pelo incômodo com sons de intensidade fraca ou moderada, independentemente do ambiente ou situação em que ele ocorrer (Jastreboff e Jastreboff, 2000; Santos, 2000; Jastreboff e Jastreboff, 2004). Seu início pode ser gradual ou súbito e sugere alguma alteração na via auditiva periférica ou central (Jastreboff e Jastreboff, 2000; Jastreboff e Jastreboff, 2002; Nelting, 2002; Jastreboff e Jastreboff, 2004; Knobel e Sanchez, 2004). A misofonia significa desagrado com sons, mas geralmente ocorre na dependência do contexto em que esse som é apresentado. Independente das condições da via auditiva, uma estimulação leve do sistema auditivo pode provocar uma grande estimulação do sistema límbico. Assim, a situação em que o som ocorre é mais relevante na determinação do grau de incômodo do que suas características acústicas (Jastreboff e Jastreboff, 2000; Jastreboff e Jastreboff, 2002; Jastreboff e Jastreboff, 2004; Knobel e Sanchez, 2004). Por fim, a fonofobia significa medo de exposição a sons pela crença de que podem lesar o ouvido (Jastreboff e Jastreboff, 2000; Jastreboff e Jastreboff, 2002; Jastreboff e Jastreboff, 2004; Knobel e Sanchez, 2004).

O nível de desconforto para sensação de intensidade *Loudness Discomfort Level* (LDL) é um teste muito utilizado na adaptação de próteses auditivas (Bentler e Cooley, 2001) e, por este motivo, era indicado apenas em pacientes com perda de audição. No entanto, estudos recentes sugerem que a indicação do LDL deve ser ampliada para complementar a avaliação auditiva de pacientes com suspeita de intolerância a sons, com ou sem zumbido (Henry e Meikle, 2000; Jastreboff e Jastreboff, 2000; Santos, 2000; Valente et al., 2000; American..., 2001; Gold et al., 2002; Jastreboff e Jastreboff, 2002; Jastreboff e Jastreboff, 2004), pois parece existir uma forte correlação entre os dois sintomas (Jastreboff e Jastreboff, 2000; Breuel et al., 2001; Gold et al., 2002; Magalhães et al., 2003; Jastreboff e Jastreboff, 2004; Knobel e Sanchez, 2004). Assim, o LDL passou a ter um papel fundamental no diagnóstico e no acompanhamento terapêutico de pacientes que freqüentemente não apresentam indicação de prótese auditiva.

O primeiro estudo que avaliou o LDL em indivíduos com audição normal foi realizado por Hood e Poole (1966), que testaram a orelha normal de 200 indivíduos com anacusia unilateral, usando

tons pulsáteis ascendentes nas freqüências de 500, 1.000, 2.000 e 4.000Hz até o nível em que o indivíduo referisse início do desconforto. Cerca de 90% dos sujeitos referiram desconforto em intensidades entre 90 e 105dB NPS (médias de 98; 98,2; 98,9 e 95dB para 500, 1000, 2000 e 4000Hz, respectivamente). Desde então, os estudos com sujeitos normo-ouvintes restringiram-se a pesquisar a influência do estímulo, da instrução e dos procedimentos do LDL (Hawkins, 1980a; Hawkins 1980b; Bentler e Pavlovic, 1989; Bornstein e Musiek, 1993).

Bentler e Colley (2001) realizaram uma revisão sistemática com os dados de cinco estudos prévios (totalizando 710 orelhas de 433 sujeitos) para avaliar a relação entre o limiar de desconforto (LD) e a saída máxima de próteses auditivas. Embora não tivessem o objetivo de determinar os limiares de desconforto em indivíduos normais, utilizaram um grupo controle formado por setenta e nove sujeitos (103 orelhas) com audição normal. As médias do LD no grupo de normo-ouvintes foram 93,0; 92,8; 89,5; 89,1 e 87,4dB NA nas freqüências de 500, 1.000, 2.000, 3.000 e 4.000Hz, respectivamente.

Na prática, considera-se que o valor de referência de normalidade para o LDL é 100dB NA para freqüências de 500 a 8000Hz e para fala (American..., 2001; Katzenell e Segal, 2001; Gold et al., 2002). Na presença de anamnese sugestiva de intolerância a sons, o LDL alterado reforça a suspeita de hiperacusia. Entretanto, em concordância com outros autores (Beattie et al., 1979; Anari et al., 1999; Jastreboff e Jastreboff, 2004), nossa experiência prática sugere que há uma grande variação dos resultados do LDL. Por isso, é importante que o LDL seja adaptado para estes indivíduos para auxiliar na diferenciação da misofonia e fonofobia, que podem estar associadas à hiperacusia (Jastreboff e Jastreboff, 2000; Gold et al., 2002; Jastreboff e Jastreboff, 2002; Jastreboff e Jastreboff, 2004). Não há na literatura relatos de riscos auditivos na aplicação do LDL, mas como os pacientes com intolerância a sons freqüentemente recebem a exposição a sons intensos, devem ser previamente assegurados sobre o controle da intensidade sonora à qual serão expostos para que realizem o teste de maneira confiável.

Dada a subjetividade do exame, alguns autores sugeriram que a pesquisa do limiar do reflexo acústico (LRA) poderia ser usada para prever o LDL (Al-Azazi e Othman, 2000; Araújo e Iório, 2003), o que seria especialmente útil para a avaliação de crianças pequenas ou deficientes mentais

(McLeod e Greenberg, 1979; Musiek e Rintelmann, 2001) ou como meio de tornar a medida objetiva. Entretanto, essa correlação entre ambos os resultados é negada por outros autores (Anari et al., 1999; Goldstein e Shulman, 1996), caracterizando um assunto controverso.

Assim, foram nossos objetivos:

1. Determinar os valores do limiar de desconforto para sensação de intensidade LDL em indivíduos adultos com limiares auditivos normais, visando sua aplicação futura na avaliação de pacientes com zumbido e/ou intolerância a sons.
2. Estudar a possível correlação entre os valores do LDL e do LRA.

Método

A presente pesquisa foi julgada e aprovada pela Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa (CAPPesq) da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FMUSP) sob o número de protocolo 932/01 e pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade de Campinas (FCM-Unicamp) sob o número de protocolo 369/02. Não houve conflito de interesses na realização da presente pesquisa. Portanto, o protocolo segue todos os princípios éticos para pesquisas com seres humanos determinados pelas Resoluções 196/96 e 251/97 do Conselho Nacional de Saúde.

Todos os indivíduos foram previamente esclarecidos pela própria pesquisadora e consentiram com a realização desta pesquisa e a divulgação de seus resultados.

Casuística

Para garantir que os sujeitos da pesquisa tivessem audição normal e evitar contaminação dos dados, foram testados 64 indivíduos (128 orelhas) de 18 a 25 anos sem queixa de hipoacusia, zumbido, hiperacusia, tontura e sem história de exposição a níveis de pressão sonora elevados (ocupacional ou recreativo) ou a drogas ototóxicas.

Foram avaliados 34 sujeitos do sexo feminino (53,1%) e 30 do sexo masculino (46,9%), com média etária de 21,8 anos (DP = 2,3). Todos tinham limiares auditivos iguais ou melhores que 25dB NA nas frequências de 250 a 8.000Hz, timpanogramas com picos em ± 50 DaPa e reflexo acústico presente em pelo menos três frequências entre 500 e 4.000Hz. Escolaridade e dados sócio-demográficos dos participantes não foram avaliados.

Equipamentos

A audiometria tonal e o LDL foram realizados em cabina acústica, usando-se o audiômetro *Interacoustics* AC 30 com fones TDH 39. As medidas da imitância acústica foram realizadas no imitanciómetro *Interacoustics* AZ7, ambos calibrados de acordo com a norma da *American National Standard Institute* (ANSI) 3.6-1996.

Protocolo

O LDL foi obtido após a determinação dos limiares audiométricos tonais de cada sujeito. Os procedimentos para a aplicação do LDL foram adaptados de diferentes autores e de acordo com nossa experiência clínica na avaliação de pacientes com intolerância a sons. Todas as avaliações auditivas foram realizadas pela mesma pesquisadora.

O LDL foi investigado com tons puros pulsáteis nas frequências de 500, 1.000, 2.000, 3.000, 4.000, 6.000 e 8.000Hz e com sons da fala encadeada espontânea a viva-voz composta por perguntas simples. O pico de cada sílaba se manteve a zero no VU meter. Os estímulos foram apresentados a partir da intensidade de 50dB NA, de modo ascendente em passos de 5dB (Hawkins, 1980a). Cada estímulo foi apresentado durante aproximadamente dois segundos, com um intervalo aproximado de um segundo entre cada apresentação, até que o sujeito referisse desconforto inicial com a sensação de intensidade. Como a instrução é uma parte determinante no tipo e na qualidade da resposta do examinado (Beattie et al., 1979; Bornstein e Musiek, 1993), modificou-se a instrução proposta por Hawkins (1980b) para garantir sua adequação aos objetivos deste estudo. Todos os voluntários da pesquisa receberam a seguinte instrução: “Você vai ouvir apitos, que vão ficando cada vez mais fortes. Por favor, levante a mão quando o som estiver numa intensidade tal que você não queira mais ouvi-lo, e o som cessará imediatamente. O objetivo deste teste é saber qual intensidade sonora provoca incômodo, e não saber se o som está forte ou fraco. Pode ser que o som seja forte e não provoque desconforto auditivo, por exemplo”.

Quando o paciente demonstrava medo de sofrer uma lesão auditiva em função de estímulos sonoros intensos, outra informação era adicionada:

“Este teste não oferece riscos à sua audição, mesmo que você ouça um som na intensidade máxima emitida por este equipamento”.

Optou-se por alternar a orelha inicial, testando-se, em seguida, a orelha contra-lateral. O reteste foi realizado logo a seguir, com a repetição do procedimento na mesma ordem estabelecida no teste.

As medidas da timpanometria e os LRAs contralaterais foram obtidos em seguida. Foi considerado limiar de reflexo acústico a menor intensidade sonora que provocasse uma deflexão visível na agulha do imitanciômetro.

Resultados

Todos os dados do LDL e do LRA foram ajustados em uma distribuição log-normal. Foi realizada uma análise de sobrevivência que considerou os dados estatisticamente censurados (que não puderam ser medidos por limitação da saída máxima do audiômetro e do imitanciômetro) para reduzir o risco de subestimar os valores do LDL.

O teste Qui-quadrado não mostrou diferenças estatísticas significantes entre as orelhas e nem entre teste e reteste. A Tabela 1 mostra a média, mediana, desvio-padrão, limites superiores e inferiores dos resultados do LDL nas quatro situações (orelhas direita e esquerda, teste e reteste), com intervalo de 95% de confiança para cada estímulo estudado.

O Gráfico 1 mostra os primeiros e terceiros quartis e os valores mínimos e máximos do LDL para a situação de teste da orelha direita. Os Gráficos 2, 3 e 4 trazem as mesmas informações a respeito da situação de teste da orelha esquerda, reteste da orelha direita e reteste da orelha esquerda, respectivamente.

Dividindo-se a amostra, organizada em ordem crescente, em 100 partes iguais, obteve-se os percentis. O primeiro quartil (ou percentil 25) inclui 25% dos valores mais baixos da amostra, o segundo quartil (ou percentil 50) corresponde à mediana e o terceiro quartil (ou percentil 75) agrega 25% dos valores mais altos da amostra. A distância entre o primeiro e o terceiro quartis indica a concentração dos resultados sem sofrer influência dos valores extremos.

Os riscos horizontais inferiores e superiores representam, respectivamente, os valores mínimos e máximos. Os asteriscos evidenciam valores aberrantes que, embora façam parte da distribuição, têm mínima chance de ocorrer novamente.

A Tabela 2 mostra a média e o desvio-padrão do LDL para a situação de teste da orelha direita e o nível de significância (p-valor) da comparação entre sexo feminino e masculino. As Tabelas 3, 4 e

TABELA 1. Média, mediana, desvio-padrão (DP), limites superiores (LS) e inferiores (LI) dos resultados do LDL.

	N	Média (dB)	Mediana (dB)	DP (dB)	LI (dB)	LS (dB)
0,5kHz	256	98,8	100,0	14,4	97,0	100,6
1kHz	256	98,3	95,0	15,0	96,4	100,1
2kHz	256	98,4	95,0	16,0	96,4	100,3
3kHz	256	97,8	95,0	17,4	95,7	99,9
4kHz	256	99,4	95,0	17,7	97,3	101,6
6kHz	256	101,9	105,0	18,1	99,7	104,1
8kHz	256	88,9	100,0	14,1	87,2	90,6
fala	256	98,2	100,0	3,9	97,7	98,6

Legenda: N = número amostral; DP = desvio-padrão; LI = limite inferior; LS = limite superior.

GRÁFICO 1. Medianas, primeiros e terceiros quartis e valores mínimos e máximos do LDL para a orelha direita na situação de teste.

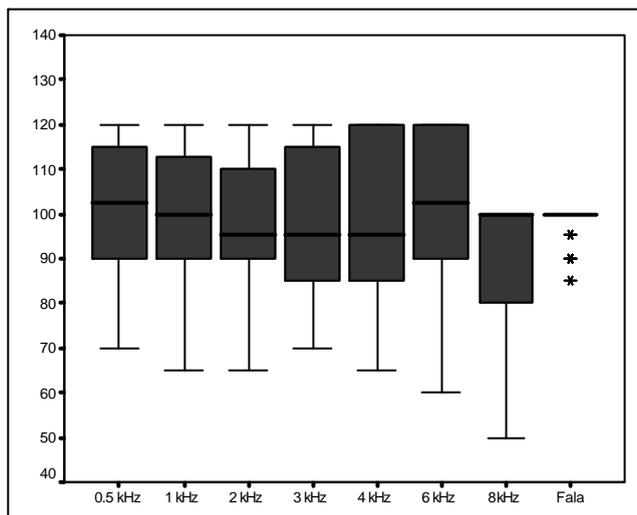


GRÁFICO 2. Medianas, primeiros e terceiros quartis e valores mínimos e máximos do LDL para a orelha esquerda na situação de teste.

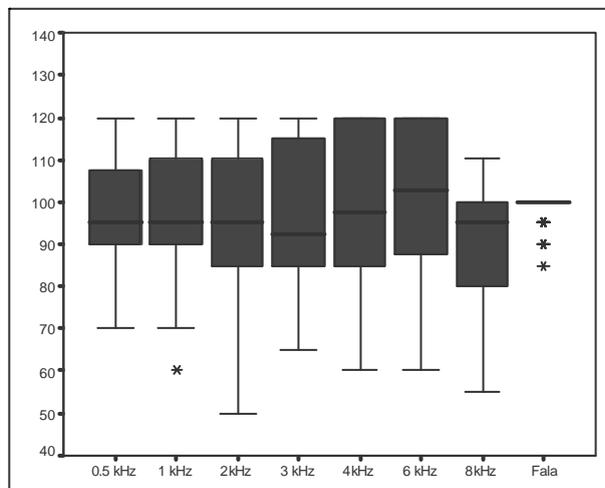


GRÁFICO 3. Medianas, primeiros e terceiros quartis e valores mínimos e máximos do LDL para a orelha direita na situação de reteste.

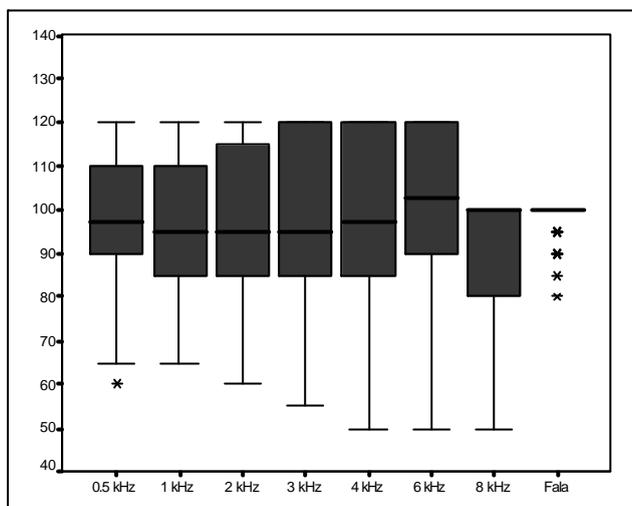
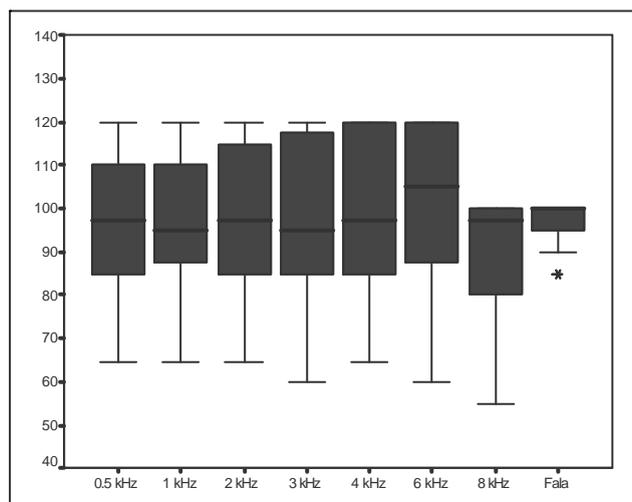


GRÁFICO 4. Medianas, primeiros e terceiros quartis e valores mínimos e máximos do LDL para a orelha esquerda na situação de reteste.



5 apresentam os mesmos dados referentes à situação de reteste da orelha direita, teste da orelha esquerda e reteste da orelha esquerda, respectivamente. Observam-se diferenças estatisticamente significativas entre os sexos feminino e masculino para as freqüências de 500 e 1.000Hz na situação de teste e reteste para a orelha direita. Para a orelha esquerda, houve diferenças em 1.000Hz nas situações de teste e reteste e em 2.000Hz na situação de reteste. Para as demais freqüências, esta diferença não foi significativa.

A estimativa da função de distribuição log-normal das médias dos menores valores do LDL

por indivíduo para as freqüências de 500 a 3.000Hz e para as freqüências de 4.000 a 8.000Hz e estímulos da fala estão dispostas nas Tabelas 6 e 7, respectivamente.

O Gráfico 5 ilustra as medianas e o erro-padrão dos menores valores do LDL por indivíduo, para todos os estímulos testados. Observa-se que as medianas do LDL são estáveis em todas as freqüências, com exceção de 8.000Hz.

As médias do LRA para 500, 1.000, 2.000 e 4.000 foram, respectivamente, 98,6; 97,4; 95,9 e 95,0dB NA. Os coeficientes de determinação (r^2) do modelo de regressão linear usado para estudar a correlação entre $\log(\text{LDL})$ e $\log(\text{LRA})$ mostraram ausência de correlação entre as variáveis estudadas (Tabela 8).

Discussão

Como a distribuição dos dados foi assimétrica, consideramos mais apropriado o estudo da distribuição do LDL para cada freqüência, e não a média entre elas. Como o teste do Qui-quadrado não mostrou diferenças estatísticas significativas entre orelhas ou entre as situações de teste e reteste, foi considerada apenas a menor resposta de cada indivíduo. Foram priorizados os valores menores porque, em situações reais com audição binaural, espera-se que o indivíduo manifeste seu incômodo quando a intensidade do som alcançar a orelha com menor limiar de desconforto.

Não houve diferenças estatisticamente significativas entre o LDL de homens e mulheres ($p > 0,11$), o que é condizente com nossa rotina clínica. Também não encontramos diferenças estatisticamente significativas entre orelhas ($p > 0,36$) ou entre as situações de teste e reteste ($p > 0,34$), o que confirmou uma boa consistência interna do teste (Bornstein e Musiek, 1993).

Como não existe um consenso sobre qual seria o melhor método para avaliar o nível de desconforto para sensação de intensidade, os poucos estudos que avaliaram o LDL em sujeitos normo-ouvintes usaram estímulo, instruções e procedimentos diferentes, o que dificulta a comparação de nossos resultados com os de outros autores. Além disso, a maioria dos autores usou como medida dB NPS, e não dB NA, já que pretendiam usar o LDL para auxiliar a adaptação de próteses auditivas (Beattie et al., 1979; Hawkins, 1980b; Bornstein e Musiek, 1993; Bentler e Cooley, 2001). Mesmo assim, podemos inferir que nossos resultados são semelhantes aos reportados por Bentler e Cooley (2001), de 500 a 4.000Hz em dB NA, já que as diferenças encontradas para cada freqüência foram inferiores ao desvio padrão dos dois estudos.

TABELA 2. Média e desvio-padrão (DP) do LDL para a situação de teste em orelha direita (OD) e nível de significância (p-valor) da comparação entre sexo feminino e masculino.

Teste - OD		Média (dB)	Mediana (dB)	DP (dB)	p-valor
0,5kHz	feminino	99,0	100,0	12,6	0,05*
	masculino	104,7	107,5	14,8	
1kHz	feminino	96,0	95,0	12,1	0,01*
	masculino	103,5	107,5	15,6	
2kHz	feminino	96,9	92,5	14,0	0,29
	masculino	101,8	105,0	15,3	
3kHz	feminino	93,7	85,0	16,3	0,06
	masculino	101,5	105,0	16,6	
4kHz	feminino	96,3	90,0	17,4	0,38
	masculino	102,3	105,0	16,4	
6kHz	feminino	100,2	100,0	17,0	0,54
	masculino	103,2	110,0	17,0	
8kHz	feminino	87,8	100,0	15,4	0,52
	masculino	89,8	100,0	13,6	
Fala	feminino	98,2	100,0	3,9	0,75
	masculino	98,8	100,0	3,6	

* = valores significativos de p.

TABELA 3. Média e desvio-padrão (DP) do LDL para a situação de reteste em orelha direita (OD) e nível de significância (p-valor) da comparação entre sexo feminino e masculino.

Reteste - OD		Média (dB)	Mediana (dB)	DP (dB)	p-valor
0,5kHz	feminino	94,3	95,0	13,6	0,03*
	masculino	102,5	110,0	15,5	
1kHz	feminino	92,5	90,0	15,4	0,02*
	masculino	103,0	107,5	15,7	
2kHz	feminino	94,7	90,0	16,2	0,06
	masculino	102,5	107,5	17,1	
3kHz	feminino	93,8	85,0	18,6	0,12
	masculino	102,8	102,5	16,7	
4kHz	feminino	95,9	90,0	20,2	0,15
	masculino	103,8	102,5	15,2	
6kHz	feminino	99,7	95,0	18,8	0,39
	masculino	104,5	107,5	16,4	
8kHz	feminino	86,5	87,5	15,0	0,12
	masculino	91,7	100,0	12,6	
Fala	feminino	97,5	100,0	4,3	0,33
	masculino	98,5	100,0	4,2	

* = valores significativos de p.

TABELA 4. Média e desvio-padrão (DP) do LDL para a situação de teste na orelha esquerda (OE) e nível de significância (p-valor) da comparação entre sexo feminino e masculino.

Teste - OE		Média (dB)	Mediana (dB)	DP (dB)	p-valor
0,5kHz	feminino	96,2	95,0	12,6	0,18
	masculino	100,7	105,0	14,5	
1kHz	feminino	94,7	90,0	13,9	0,05*
	masculino	101,5	105,0	13,9	
2kHz	feminino	94,3	90,0	15,7	0,23
	masculino	100,3	105,0	16,5	
3kHz	feminino	93,8	90,0	17,3	0,15
	masculino	101,3	100,0	16,6	
4kHz	feminino	96,2	90,0	18,4	0,41
	masculino	102,3	100,0	16,8	
6kHz	feminino	100,4	95,0	18,7	0,33
	masculino	103,5	110,0	18,6	
8kHz	feminino	88,1	92,5	13,7	0,65
	masculino	90,2	100,0	14,5	
Fala	feminino	98,2	100,0	3,5	0,88
	masculino	98,8	100,0	3,1	

* = valores significativos de p

TABELA 5. Média e o desvio-padrão (DP) do LDL para a situação de reteste na orelha esquerda (OE) e nível de significância (p-valor) da comparação entre sexo feminino e masculino.

Reteste - OE		Média (dB)	Mediana (dB)	DP (dB)	p-valor
0,5kHz	feminino	94,1	92,5	14,3	0,07
	masculino	100,7	105,0	15,4	
1kHz	feminino	94,0	90,0	14,6	0,02*
	masculino	103,0	105,0	15,4	
2kHz	feminino	95,3	90,0	15,4	0,04*
	masculino	102,7	105,0	16,4	
3kHz	feminino	95,3	90,0	18,0	0,09
	masculino	102,2	107,5	17,2	
4kHz	feminino	97,4	92,5	19,5	0,51
	masculino	102,8	102,5	16,3	
6kHz	feminino	99,3	100,0	20,2	0,44
	masculino	105,3	117,5	18,2	
8kHz	feminino	87,4	90,0	14,4	0,54
	masculino	90,3	100,0	14,0	
Fala	feminino	97,5	100,0	4,7	0,76
	masculino	97,8	100,0	3,9	

* = valores significativos de p

TABELA 6. Estimativa da função da distribuição log-normal para as frequências entre 500 e 3.000Hz.

x dB	500Hz			1.000Hz			2.000Hz			3.000Hz		
	Pr < x	LI	LS	Pr < x	LI	LS	Pr < x	LI	LS	Pr < x	LI	LS
80	0,13	0,09	0,19	0,16	0,11	0,21	0,18	0,33	0,23	0,20	0,15	0,26
85	0,24	0,18	0,30	0,26	0,20	0,32	0,28	0,22	0,34	0,30	0,24	0,37
90	0,36	0,30	0,43	0,38	0,32	0,45	0,39	0,32	0,46	0,41	0,34	0,48
95	0,50	0,43	0,57	0,51	0,44	0,58	0,51	0,44	0,58	0,52	0,45	0,59
100	0,62	0,56	0,69	0,63	0,57	0,70	0,62	0,55	0,69	0,63	0,56	0,69
105	0,73	0,67	0,79	0,74	0,67	0,80	0,72	0,66	0,78	0,72	0,65	0,78
110	0,82	0,76	0,87	0,82	0,76	0,87	0,80	0,74	0,85	0,80	0,73	0,85
115	0,89	0,84	0,92	0,88	0,83	0,92	0,86	0,81	0,91	0,85	0,80	0,90
120	0,93	0,89	0,96	0,93	0,99	0,95	0,91	0,86	0,94	0,90	0,85	0,93

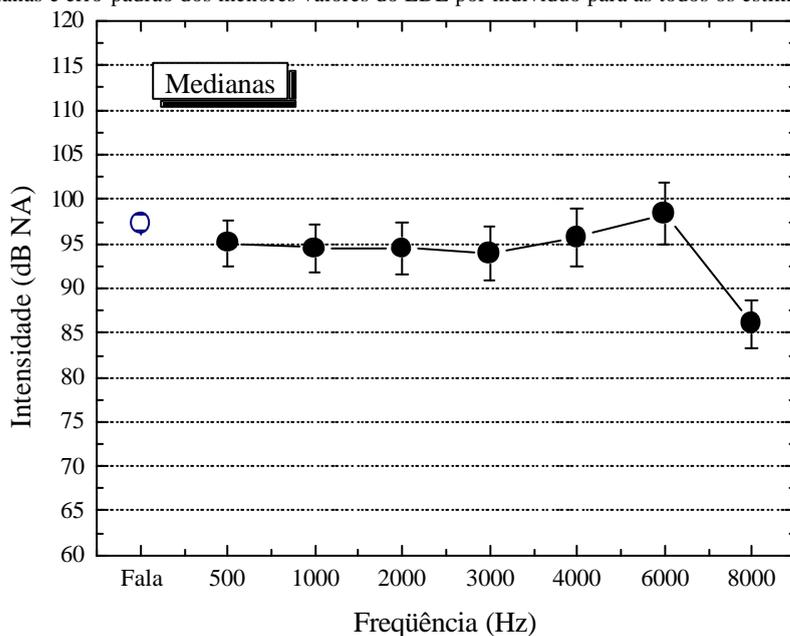
Legenda: Pr < x = probabilidade de um indivíduo com audição normal apresentar LDL inferior à intensidade “x”; LI = limite inferior de tal probabilidade; LS = limite superior de tal probabilidade.

TABELA 7. Estimativa da função da distribuição log-normal para as frequências entre 4.000 e 8000Hz e para a fala.

x dB	4.000Hz		6.000Hz		8.000Hz		Fala					
	Pr < x	LI	LS	Pr < x	LI	LS	Pr < x	LI	LS			
80	0,18	0,13	0,24	0,15	0,11	0,21	0,35	0,28	0,41	0,00	0,00	0,00
85	0,27	0,21	0,33	0,23	0,18	0,30	0,47	0,40	0,54	0,00	0,00	0,01
90	0,37	0,31	0,44	0,33	0,27	0,40	0,60	0,53	0,66	0,06	0,03	0,09
95	0,48	0,42	0,55	0,43	0,36	0,50	0,70	0,64	0,77	0,31	0,25	0,33
100	0,59	0,52	0,66	0,53	0,46	0,60	0,79	0,73	0,85	0,71	0,65	0,77
105	0,68	0,62	0,74	0,63	0,56	0,69	0,86	0,81	0,90	0,94	0,90	0,96
110	0,76	0,70	0,82	0,71	0,64	0,77	0,91	0,86	0,94	0,99	0,98	0,99
115	0,83	0,77	0,88	0,78	0,72	0,83	0,94	0,91	0,97	0,99	0,99	0,99
120	0,88	0,83	0,92	0,84	0,78	0,88	0,96	0,94	0,98	1,0	0,99	1,0

Legenda: Pr < x = probabilidade de um indivíduo com audição normal apresentar LDL inferior à intensidade “x”; LI = limite inferior de tal probabilidade; LS = limite superior de tal probabilidade.

GRÁFICO 5. Medianas e erro-padrão dos menores valores do LDL por indivíduo para as todos os estímulos testados.



Somente para permitir a comparação dos resultados com os de outros pesquisadores, foram apresentadas as médias obtidas com a pesquisa do LDL das duas orelhas em situação de teste e reteste convertidos para decibel nível de pressão sonora (dB NPS). Salienta-se que esta é uma comparação limitada, pois não houve replicação metodológica entre nenhuma das pesquisas referidas. As médias do LDL para 0,5; 1; 2; 3; 4; 6; 8kHz e fala foram, respectivamente, 107,8; 102,8; 105,1; 95,81; 107,7; 116,2; 100,8 e 97,5dB NPS e, portanto, superiores às apresentadas por Hood e Poole (1966) e inferiores às referidas por Hawkins (1980b). Os resultados do presente estudo aproximaram-se mais aos de Beattie et al. (1979) para sons da fala.

Embora outros pesquisadores tenham aplicado o LDL em indivíduos normo-ouvintes, o presente estudo foi o primeiro que teve o objetivo de investigar sistematicamente o nível de desconforto para sensação de intensidade para tons puros nas frequências de 500 a 8.000Hz, incluindo 3.000 e 6.000Hz, e para sons da fala, como é preconizado pelos centros de avaliação e tratamento de zumbido e hiperacusia (Jastreboff e Jastreboff, 2000; *American...*, 2001; Gold et al., 2002; Jastreboff e Jastreboff, 2002; Jastreboff e Jastreboff, 2004). Assim, nossos resultados fornecem valores de normalidade que poderão embasar os critérios diagnósticos de intolerância a sons pelo LDL. Como este exame pode obter resultados variáveis na dependência das instruções dadas aos pacientes (Beattie et al., 1979; Bornstein e Musiek, 1993), esta pesquisa também propõe a padronização de nossas instruções fornecidas antes do exame (modificadas de Hawkins, 1980b) e dos procedimentos utilizados durante o exame para permitir melhor comparação de resultados com futuras pesquisas envolvendo intolerância a sons e/ou zumbido.

Apesar da boa reprodutibilidade do teste, observou-se um desvio-padrão acentuado (entre 13,2dB NA em 500Hz e 17,9dB NA em 6.000Hz). Esta grande variabilidade de respostas inter-sujeitos alerta para o risco de se prever o resultado individual do LDL a partir dos dados de um grupo de indivíduos (Beattie et al., 1979; Hawkins, 1980a; Knobel et al., 2002; Nelting, 2002). Essas observações reforçam a importância da aliança entre a anamnese detalhada sobre intolerância a sons e os dados obtidos com a avaliação audiológica (Anari et al., 1999; Jastreboff e Jastreboff, 2002;

Knobel e Sanchez, 2002; Jastreboff e Jastreboff, 2004).

Por outro lado, a comparação do LDL de um sujeito com seu próprio LDL é altamente fidedigna, já que existe uma boa reprodutibilidade do teste. Isto faz do LDL um teste confiável para o acompanhamento de pacientes em tratamento da intolerância a sons, como preconizam Gold et al. (2002); Hazell et al. (2002).

Foi aplicado um modelo de regressão linear para estudar a relação entre o LDL e o LRA, no qual o LDL foi considerado uma variável dependente. Embora o coeficiente de determinação (valor de r^2) em 4.000Hz tenha sido discretamente superior aos encontrados nas demais frequências, não houve correlação entre o LDL e o LRA nas duas orelhas em todas as frequências testadas, assim como também concluíram Goldstein e Shulman (1996). Esta falta de correlação pode ser melhor compreendida se analisarmos as diferentes características fisiológicas do reflexo acústico e da sensação de intensidade. Enquanto o reflexo acústico é desencadeado no complexo olivar superior, a sensação de intensidade é codificada em todas as estruturas da via auditiva, inclusive no córtex auditivo. Além disso, a sensação de intensidade depende da percepção e da avaliação subjetiva de cada indivíduo, o que não ocorre com o reflexo acústico. Portanto, ainda não há uma medida objetiva que pode auxiliar o diagnóstico da intolerância aos sons, que basicamente depende da associação dos dados da anamnese com os do LDL.

Conclusão

Em indivíduos jovens com audiometria tonal normal e sem queixa de zumbido ou intolerância a sons, a mediana do LDL para todas as frequências variou entre 86 e 98dB NA. Como o teste apresentou grandes diferenças inter-sujeitos, recomendamos que a interpretação individual do LDL seja cuidadosa e sempre associada aos dados da anamnese. Entretanto, a alta reprodutibilidade do teste sugere que o LDL seja um ótimo instrumento para acompanhamento de pacientes com queixa de intolerância a sons.

Não houve correlação entre o LDL e o LRA e, portanto, o segundo não pode ser usado para prever o primeiro.

Agradecimentos: ao Doutor Agrício Crespo a permissão para realizar este estudo no Serviço de Audiologia do Hospital das Clínicas da Unicamp.

Referências Bibliográficas

- AL-AZAZI, M. F.; OTHMAN, B. M. Acoustic reflex threshold and loudness discomfort. *Saudi. Med. J.*, v. 21, n. 3, p. 251-256, 2000.
- AMERICAN ACADEMY OF AUDIOLOGY. *Audiologic guidelines for the diagnosis and management of tinnitus patients*. 2001. Disponível em: <<http://www.audiology.org/professional/positions/tinnitus.php>>. Acesso em: 31 jan. 2001.
- ARAÚJO, V.; IORIO, M. C. M. Nível de desconforto e limiar do reflexo acústico contra-lateral: um estudo em idosos. *Rev. Soc. Br. Fonoaudiol.*, v. 8, n. 1, p. 19-26, 2003.
- ANARI, M.; AXELSSON, A.; ELIANSSON, A.; MAGNUSSON, L. Hypersensitivity to sound. Questionnaire data, audiometry and classification. *Scand. Audiol.*, v. 28, n. 4, p. 219-230, 1999.
- BEATTIE, R. C.; EDGERTON, B. J.; GAGER, D. W. Effects of speech materials on the loudness discomfort level. *J. Speech Hear. Dis.*, v. 44, p. 435-458, 1979.
- BENTLER, R. A.; COOLEY, L. J. An examination of several characteristics that affect the prediction of OSPL90 in hearing aids. *Ear&Hearing*, v. 22, n. 1, p. 58-64, 2001.
- BENTLER, R.A.; PAVLOVIC, C.V. Comparison of discomfort levels obtained with pure tones and multitone complexes. *J. Acoust. Soc. Am.*, v. 86, p. 126-132, 1989.
- BORNSTEIN, S. P.; MUSIEK, F. E. Loudness discomfort level and reliability as a function of instructional set. *Scand. Audiol.*, v. 22, p. 125-131, 1993.
- BREUEL, M. L. F.; SANCHEZ, T. G.; BENTO, R. F. Vias auditivas eferentes e seu papel no sistema auditivo. *@rq. Otorrinolaringol.*, v. 5, n. 2, p. 62-67, 2001.
- GOLD, S. L.; FORMBY, C.; FREDERICK, E. A.; SUTER, C. Shifts of loudness discomfort level in tinnitus patients with and without hyperacusis. In: INTERNATIONAL TINNITUS SEMINAR, 7., 2002, Perth. *Proceedings...* Perth: The University of Western Australia, 2002. p. 170-172.
- GOLDSTEIN, B.; SHULMAN, A. Tinnitus, hyperacusis and loudness discomfort level test: a preliminary report. *Int. Tinnitus J.*, v. 2, n. 1, p. 83-89, 1996.
- HAWKINS, D. B. Loudness discomfort levels: a clinical procedure for hearing aid evaluations. *J. Speech Hear. Dis.*, v. 45, p. 3-15, 1980a.
- HAWKINS, D. B. The effect of signal type on the loudness discomfort level. *Ear Hear.*, v. 1, p. 38-41, 1980b.
- HAZELL, J. W. P.; SHELDRAKE, J. B.; GRAHAM, R. L. Decreased sound tolerance: predisposing factors, triggers and outcomes after TRT. In: INTERNATIONAL TINNITUS SEMINAR, 7., 2002, Fremantle, Australia. *Proceedings...* Perth, Australia: The University of Western Australia, 2002. p. 255-261.
- HENRY, J. A.; MEIKLE, M. B. Psychoacoustic measures of tinnitus. *J. Am. Acad. Audiol.*, v. 11, n.1, p. 138-155, 2000.
- HOOD, J. D.; POOLE, J. P. Tolerable limit of loudness: its clinical and physiological significance. *J. Acoust. Soc. Am.*, v. 40, n. 1, p. 47-53, 1966.
- JASTREBOFF, M. M.; JASTREBOFF, P. J. *Hyperacusis*, 2002. Disponível em: <<http://www.healthyhearing.com/healthyhearing/newroot/articles>>. Acesso em: 10 jan. 2003.
- JASTREBOFF, P.; JASTREBOFF, M. M. Tinnitus retraining therapy (TRT) as a method for treatment of tinnitus and hyperacusis patients. *J. Am. Acad. Audiol.*, v. 11, n. 3, p. 162-177, 2000.
- JASTREBOFF, P.; JASTREBOFF, M. M. Decreased sound tolerance. In: SNOW, J. *Tinnitus: theory and management*. Hamilton: BC Decker, 2004. p. 8-15.
- KATZENELL, U.; SEGAL, S. Hyperacusis: review and clinical guidelines. *Otol. Neurotol.*, v. 22, n. 3, p. 321-327, 2001.
- KNOBEL, K. A. B.; SANCHEZ, T. G. Atuação dos fonoaudiólogos do estado de São Paulo na avaliação do paciente com zumbido e/ou hipersensibilidade a sons. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica*, v. 14, n. 2, p. 215-224, 2002.
- KNOBEL, K. A. B.; SANCHEZ, T. G. Intolerância a sons. In: SAMELLI, A. G. *Zumbido: avaliação, diagnóstico e reabilitação*. Abordagens atuais. São Paulo: Lovise, 2004. p. 45-54.
- KNOBEL, K. A. B.; SANCHEZ, T. G.; PFEILSTICKER, L. N.; STOLER, G. Valores de referencia de normalidad para la prueba del nivel de desconforto para la sensación de intensidad: resultados preliminares. *Auditio. Rev. E. Audiol.*, v. 1, n. 3, p. 37-40, 2002.
- MAGALHÃES, S. L.; FUKUDA, Y.; LIRIANO, R. I.; CHAMI, F. A.; BARROS, F.; DINIZ, F. L. Relation of hyperacusis in sensorineural tinnitus patients with normal audiological assessment. *Int. Tinnitus. J.*, v. 9, n. 2, p. 79-83, 2003.
- MCLEOD, H. L.; GREENBERG, H. J. Relationship between loudness discomfort level and acoustic reflex threshold for normal and sensorineural hearing-impaired individuals. *J. Speech Hear. Res.*, v. 22, p. 873-882, 1979.
- MUSIEK, F. E.; RINTELMANN, W. F. Reflexo acústico. In: MUSIEK, F. E.; RINTELMANN, W. F. *Perspectivas atuais em avaliação audiológica*. Tamboré: Manole, 2001. p. 127-162.
- NELTING, M. Hyperacusis: an overview of international literature and clinical experience. In: *International Tinnitus Seminar, 7.*, 2002, Fremantle, Australia. *Proceedings...* Perth, Australia: The University of Western Australia, 2002. p. 218-221.
- SANTOS, A. O. Intolerância a sons: hiperacusia, fonofobia e recrutamento. 2000. 121 f. Dissertação (Mestrado em Distúrbios da Comunicação) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.
- VALENTE, M.; GOEBEL, J.; DUDDY, D.; SINKS, B.; PETEREIN, J. Evaluation and treatment of severe hyperacusis. *J. Am. Acad. Audiol.*, v. 11, p. 295-299, 2000.