

Limiar diferencial de mascaramento: valores de referência em adultos

Masking level difference: reference values in adults

Suzana do Couto Mendes¹, Fátima Cristina Alves Branco-Barreiro², Silvana Frota¹

RESUMO

Introdução: O Limiar Diferencial de Mascaramento é um teste comportamental que avalia o mecanismo de interação binaural do processamento auditivo. **Objetivo:** Descrever o Limiar Diferencial de Mascaramento em adultos, a fim de contribuir para o estabelecimento de valores de referência para o teste. **Métodos:** Foram avaliadas 109 mulheres sem queixas auditivas e com audiometria normal. Foi utilizada a versão do Limiar Diferencial de Mascaramento da Auditec of Saint Louis, que consiste na apresentação de 33 segmentos de ruído de banda estreita nas duas orelhas, por pelo menos, três segundos, na presença ou não de tom puro de 500 Hz. Foram utilizadas três condições distintas: tom puro e ruído de banda estreita em fase, nas duas orelhas (condição sinal/ruído homofásica - SoNo); tom puro em fase invertida, em uma das orelhas e o ruído em fase, nas duas orelhas (condição sinal/ruído antifásica - S π No); ruído sem a presença de tom puro (*no tone* - NT). A tarefa para as participantes foi a de indicarem se ouviram ou não o tom. **Resultados:** O valor médio na condição homofásica (SoNo) foi de 12,00 dB, com erro padrão de 0,284 e, na condição antifásica (S π No), foi de 22,77 dB, com erro padrão de 0,510. O valor médio resultante da diferença entre as duas condições, Limiar Diferencial de Mascaramento, foi de 10,83 dB, com erro padrão de 0,316. **Conclusão:** O Limiar Diferencial de Mascaramento médio, obtido a partir de 109 adultos jovens, normo-ouvintes, do sexo feminino, foi de 10,83 dB.

Palavras-chave: Audição; Percepção auditiva; Transtornos da audição; Testes auditivos

ABSTRACT

Introduction: The Masking level difference is a behavioral test that evaluates the mechanism of binaural interaction of auditory processing. **Purpose:** Describe the masking level difference in adults, to contribute to the establishment of reference values for the test. **Methods:** 109 women with normal audiometry and without hearing complaints were evaluated. The version of masking level difference used was Auditec of Saint Louis, which consists in the presentation of 33 segments of narrow-band noise in one ear for at least three seconds whether or not in the presence 500 Hz pure tone. Three different conditions were used: pure tone and narrow-band noise in phase in both ears (homophasic signal/noise condition - SoNo), inverted phase pure tone in one of the ears and noise in phase in both ears (signal/noise condition - S π No) and noise without the presence of pure tone (no tone - NT). The task for the participants was to indicate if they have heard the tone or not. **Results:** The average value in homophasic condition (SoNo) was 12 dB, with a standard error of 0.284, and in antiphasic condition (S π No) was 22.77 dB, with standard error of 0.510. The average value resulting from the difference between the two conditions, masking level difference, was 10.83 dB with standard error of 0.316. **Conclusion:** The mean masking level difference obtained from 109 normal hearing young female individuals was 10.83 dB.

Keywords: Hearing; Auditory perception; Hearing disorder; Hearing tests

Trabalho realizado no Laboratório de Exames Complementares do Curso de Fonoaudiologia, Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ – Rio de Janeiro (RJ), Brasil.

(1) Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ – Rio De Janeiro (RJ), Brasil.

(2) Universidade Anhanguera de São Paulo – UNIAN – São Paulo (SP), Brasil.

Conflito de interesses: Não

Contribuição dos autores: SCM participou das etapas de concepção e delineamento do estudo, coleta de dados, análise e interpretação dos resultados e redação do artigo; FCABB participou da análise e interpretação dos resultados e revisão do artigo; SF foi orientadora do trabalho e participou das etapas de concepção e delineamento do estudo, análise dos dados e revisão do trabalho final.

Autor correspondente: Suzana do Couto Mendes. E-mail: suzanamendes.fono@gmail.com

Recebido: 22/7/2016; **Aceito:** 28/3/2017

INTRODUÇÃO

Os testes de interação binaural avaliam a capacidade do ouvinte para processar informações auditivas desiguais, não simultâneas e complementares, exibidas nas duas orelhas^(1,2). Essa habilidade do Sistema Nervoso Auditivo Central (SNAC) para conferir as informações apresentadas às duas orelhas, de forma complementar, é mediada pelo tronco encefálico^(3,4,5).

Por ser um dos mais importantes processos auditivos, as recomendações internacionais, como as da Academia Americana de Fala, Audição e Linguagem, são que ao menos um teste que avalie o mecanismo de interação binaural esteja presente na avaliação comportamental do processamento auditivo central⁽⁶⁾.

A interação binaural pode ser avaliada pelos testes de fusão binaural (TFB) e Limiar Diferencial de Mascaramento (*Masking Level Difference* - MLD). Atualmente, existe outro teste em uso fora do Brasil, mas ainda sem tradução e adaptação cultural, o *Listening in Spatialized Noise - Continuous Discourse Test* (LISN-CD), que produz um ambiente virtual tridimensional de escuta, com a apresentação de um falante alvo e vozes competitivas que chegam de várias direções⁽⁷⁾.

O MLD foi desenvolvido por Hirsh, em 1959, e é considerado, na literatura internacional, como um dos testes comportamentais mais confiáveis para a avaliação da função do tronco encefálico baixo. Depende do *masking release*, que é um “fenômeno psicoacústico, no qual a detecção ou o reconhecimento de um sinal apresentado nas condições mono ou binaural é melhorado na presença de um ruído bilateral competitivo. Essa melhora resulta do uso do sistema auditivo de um evento binaural bem sutil e das diferenças dos níveis de amplitude entre sinais apresentados simultaneamente ou sinais mascarados”⁽¹⁾.

A pesquisa do MLD pode ser realizada por meio do audiômetro (MLD audiométrico) ou de uma gravação em *compact disc* da versão desenvolvida por Richard Wilson, comercializado pela Auditec of Saint Louis®. Esta versão consiste na apresentação de 33 segmentos de ruído de banda estreita em uma orelha, por pelo menos três segundos, na presença ou não de tom puro de 500 Hz. São utilizadas três condições distintas: tom puro e ruído de banda estreita em fase nas duas orelhas (condição sinal/ruído homofásica - SoNo); tom puro em fase invertida em uma das orelhas e ruído em fase nas duas orelhas (condição sinal/ruído SπNo); ruído sem a presença de tom puro (*no tone* - NT). A tarefa é indicar se o tom foi ouvido ou não, levantando a mão em caso afirmativo. O teste é realizado na condição binaural e a intensidade para apresentação é de 50 dB NA (nível de audição)^(1,8). São somadas as vezes em que o indivíduo sinalizou ter ouvido o tom, para cada uma das condições. Em seguida, o número de vezes é convertido em dB, a partir de um quadro disponível no manual do teste. O resultado final é a diferença em dB entre os escores, nas condições SoNo e SπNo. Em indivíduos com função normal de tronco encefálico, o limiar na condição antifásica é melhor do que

na homofásica, melhora esta considerada como representativa do *masking release*, que é originado neste nível do Sistema Nervoso Auditivo Central, onde acontece, primeiramente, a integração da informação vinda das duas orelhas^(9,10).

Embora seja utilizado há algum tempo na prática clínica internacional, no Brasil, o MLD está sendo incorporado recentemente à bateria de exames para avaliar o processamento auditivo central.

Os padrões de normalidade disponíveis para o MLD são referentes a estudos internacionais ou a estudos pilotos nacionais, com um número restrito de participantes. Dados da literatura internacional indicam valores maiores ou iguais a 10 dB como sugestivos de normalidade⁽¹¹⁾.

Um estudo piloto nacional envolvendo 30 adultos, na faixa etária de 18 a 31 anos, de ambos os sexos, sugeriu que valores iguais ou maiores que 7 dB são encontrados em indivíduos normais⁽¹²⁾, enquanto outro estudo nacional, envolvendo 29 participantes do sexo feminino, com idade entre 22 e 42 anos, encontrou valores médios de MLD em torno dos 10 dB⁽¹³⁾. Ambos os estudos utilizaram a versão do teste comercializada pela Auditec of Saint Louis®.

Portanto, embora o MLD seja um teste importante, pois é um dos únicos que avaliam a habilidade auditiva de interação binaural, não possui um padrão de normalidade consistente para a população brasileira. Desta forma, há necessidade de um estudo para essa normatização.

Sendo assim, o objetivo desse trabalho foi determinar o Limiar Diferencial de Mascaramento médio em adultos, a fim de contribuir para o estabelecimento de valores de referência para esse teste.

MÉTODOS

A amostra deste estudo foi de conveniência e composta por 109 mulheres, com idade entre 20 e 30 anos, alunas recém-ingressadas em um o curso de Fonoaudiologia, cursando entre o terceiro e quarto período e que não tinham conhecimento prévio dos testes comportamentais do Processamento Auditivo Central (PAC).

Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho, sob número 941.370, em 14/01/2015. Após todos os esclarecimentos sobre os procedimentos e objetivos da pesquisa, as participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Para selecionar as participantes, foram realizadas anamnese, meatoscopia, audiometria tonal, além do teste dicótico de dígitos.

A anamnese foi composta de perguntas para obter informações sobre antecedentes pessoais, tais como histórico audiológico, saúde em geral, uso de medicamentos e exposição a ruído ocupacional. Foram excluídas do estudo aquelas com histórico de queixas referentes a alterações de orelha externa

e média, alterações otológicas recentes, cirurgias otológicas, distúrbios neurológicos e de exposição a ruído ocupacional/trauma acústico.

Após a anamnese, foi realizada a meatoscopia, tendo sido excluídas as mulheres que apresentaram alterações na avaliação.

Em seguida, realizou-se a audiometria tonal, em cabina acústica. Aquelas que apresentaram limiares tonais de via área piores que 20 dB, nas frequências de 250 Hz a 8000 Hz, e/ou presença de *gap* aéreo-ósseo foram excluídas da pesquisa.

Na sequência, foi aplicado o teste dicótico de dígitos, que compõe a bateria de avaliação do PAC, com o objetivo de realizar uma triagem do PAC^(14,15,16). Foram excluídas aquelas que obtiveram porcentagem de acertos inferiores a 95%, em ambas as orelhas⁽¹⁶⁾.

A avaliação audiométrica e os testes comportamentais de processamento auditivo foram realizados com o equipamento Madsen Itera II, da marca Otometrics®.

As mulheres que se enquadraram nos critérios descritos acima continuaram no processo avaliativo e foram submetidas ao teste Limiar Diferencial de Mascaramento (MLD).

Foi utilizado o *CD player* da Auditec of Saint Louis®, contendo a gravação do teste MLD, que foi reproduzida por *CD player* da marca Samsung®, acoplado ao audiômetro. O teste foi realizado na condição binaural a 50 dB NA (nível de audição). Para a análise, foram somadas as vezes em que as participantes sinalizaram ter ouvido o tom para cada uma das condições e, em seguida, esse número foi convertido em dB, a partir de um quadro disponível no manual do teste. O resultado final foi considerado como a diferença em dB entre os escores nas condições SoNo e SπNo (Quadro 1).

A análise estatística dos dados, incluindo a construção dos gráficos, foi feita por meio do *software* estatístico R, versão 3.1.3.

Quadro 1. Valores dos limiares correspondentes aos números de acertos em cada condição, retirados do manual do teste

SoNo		SπNo	
Acertos	Limiar	Acertos	Limiar
1	0	1	-8
2	-2	2	-10
3	-4	3	-12
4	-6	4	-14
5	-8	5	-16
6	-10	6	-18
7	-12	7	-20
8	-14	8	-22
9	-16	9	-24
10	-18	10	-26
11	-20	11	-28
12	-22	12	-30
13	-24	13	-32

Legenda: SoNo = condição homofásica; SπNo = condição antifásica

Assumindo que as observações para cada uma das amostras (correspondentes às variáveis aleatórias SoNo, SπNo e MLD) foram idênticas e independentemente distribuídas, porém provenientes de uma distribuição desconhecida, com média μ e erro padrão e , considerando, também, o fato de que o tamanho das amostras foi suficientemente grande (no caso, $n=109>30$), foram construídos os intervalos de confiança para as médias amostrais, aplicando-se o teorema central do limite. Sob essas condições, a forma da distribuição das amostras foi aproximadamente normal. Assim, neste trabalho, foram estabelecidos valores de referência a partir da estimativa por intervalo.

RESULTADOS

A análise descritiva dos resultados em dB dos limiares obtidos nas condições SoNo e SπNo e da diferença entre as condições (MLD) está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Estatística descritiva dos resultados em dB dos limiares nas condições homofásica e antifásica e do limiar diferencial de mascaramento

Medidas	Variáveis		
	SoNo	SπNo	MLD
Mínimo	-20,00	-30,00	6,00
1º quartil	-14,00	-26,00	8,00
Mediana	-12,00	-24,00	10,00
Média	-12,00	-22,77	10,83
3º quartil	-10,00	-22,00	14,00
Desvio padrão	2,97	5,326	3,302
Erro padrão	0,284	0,510	0,316
Máximo	-4,00	22,00	18,00
Tamanho da amostra	109	109	109

Legenda: SoNo = condição homofásica; SπNo = condição antifásica; MLD = limiar diferencial de mascaramento

Os valores normativos para cada uma das condições do MLD e para o resultado final encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2. Valores normativos para as variáveis em estudo: condição homofásica, condição antifásica e limiar diferencial de mascaramento

Variáveis	Média	Erro padrão	Intervalo de 95% de confiança para média	
			Limite inferior	Limite superior
SoNo	-12,00	0,284	-12,99	-11,86
SπNo	-22,77	0,510	-23,78	-21,76
MLD	10,83	0,316	10,20	11,45

Legenda: SoNo = condição homofásica; SπNo = condição antifásica; MLD = limiar diferencial de mascaramento

DISCUSSÃO

A inclusão do teste MLD na bateria mínima de avaliação

do Processamento Auditivo Central é recomendada⁽⁶⁾ e tem como objetivo avaliar a interação binaural, que é um importante mecanismo fisiológico decorrente da capacidade do Sistema Nervoso Auditivo Central para processar, de forma unificada, informações diferentes e complementares, apresentadas entre as duas orelhas⁽¹⁷⁾. Para que a interação binaural ocorra de forma adequada, torna-se necessária a integridade das vias auditivas aferentes do SNAC, partindo do complexo olivar superior, até níveis mais altos das vias auditivas centrais^(18,19). Indivíduos com comprometimento na capacidade de interação binaural podem apresentar dificuldade para discriminar a direção da fonte sonora e para compreender fala na presença de ruído⁽¹⁹⁾.

Os valores encontrados nesta pesquisa sugerem valores maiores ou iguais a 10 dB como valores de referência de normalidade para o teste na população estudada.

Estudo internacional⁽¹¹⁾ que propôs um protocolo semelhante ao da Auditec® encontrou 95% dos adultos ouvintes normais com valores de MLD maiores ou iguais a 10 dB e, por isso, este valor foi sugerido como referência de normalidade para o teste.

Um estudo nacional⁽¹³⁾ comparou o desempenho de 29 adultos jovens normo-ouvintes, do sexo feminino, no teste MLD gravado em CD (500 HZ) e no MLD audiométrico (encontrado no menu de um audiômetro). Foram encontrados valores médios para o teste MLD gravado - o mesmo utilizado nesta pesquisa - em torno de 10 dB e, para o MLD audiométrico, em torno de 6 dB. Os autores levaram em consideração apenas os valores médios e utilizaram esse valor médio (10 dB) para propor o valor de normalidade.

No presente estudo, obtivemos um valor médio similar ao dos dois estudos anteriormente citados (10,83 dB). No entanto, levamos em consideração o erro padrão (0,316) para propor os valores de normalidade para o teste e, por isso, sugerimos o valor de normalidade de 10 dB.

Outro estudo nacional⁽¹²⁾, realizado com o propósito de determinar valores de referência para o teste MLD em adultos jovens, encontrou valores mais baixos que os da presente pesquisa e dos demais estudos mencionados. Com base nos resultados obtidos em 30 adultos, os autores sugeriram que valores iguais ou maiores que 7 dB são encontrados em indivíduos normais. Pressupõe-se que esses valores diferentes possam ser decorrentes do fator sexo, uma vez que o estudo envolveu participantes de ambos os gêneros e, na presente pesquisa, a amostra foi composta apenas por mulheres. Contudo, o estudo revela que não houve diferença estatisticamente significativa na comparação entre os sexos⁽¹²⁾. Outro estudo internacional também aponta para desempenho semelhante entre os sexos⁽²⁰⁾.

Outro fator que poderia ser cogitado como justificativa para a discrepância de resultados entre os diferentes estudos é o grau de escolaridade. As participantes do presente estudo cursavam o ensino superior e, no outro estudo, apresentavam nível de escolaridade mais baixo. Seria necessário ampliar esta pesquisa, aplicando o teste em uma população maior, para que esses dados fossem confirmados. O fator escolaridade pode ser

uma variável importante e que influencie o desempenho no teste. Não foram encontrados estudos na literatura internacional que investigassem o efeito do grau de escolaridade sobre o desempenho no MLD.

Em razão da discordância com outro estudo quanto ao valor mínimo do MLD considerado normal para a população adulta, sugere-se que novas pesquisas sejam realizadas, com amostras maiores e com indivíduos de ambos os sexos, divergindo em termos do fator escolaridade, para que possam ser obtidos dados mais abrangentes em relação a determinados aspectos que possam influenciar o desempenho nesse teste, a fim de que sejam utilizados na prática clínica fonoaudiológica.

CONCLUSÃO

O Limiar Diferencial de Mascaramento médio obtido a partir de 109 adultos jovens normo-ouvintes, do sexo feminino, foi de 10,83 dB.

REFERÊNCIAS

1. Frota S. Avaliação do processamento auditivo: testes comportamentais. Bevilacqua MS, Martinez MAN, Balen AS, Pupo AC, Reis ACMB, Frota S. Tratado de audiologia. São Paulo: Santos; 2011. p. 293-313.
2. Musiek F, Shinn JB, Jirsa R, Bamiou DE, Baran JA, Zaida E. GIN (Gaps-in-Noise) test performance in subjects with confirmed central auditory nervous system involvement. *Ear Hear*. 2005;26(6):608-18.
3. Welsh LW, Welsh JJ, Healy MP. Central presbycusis. *Laryngoscope*. 1985;95(2):128-36. <https://doi.org/10.1288/00005537-198502000-00002>
4. Tremblay KL, Piskosz M, Souza P. Effects of age and age-related hearing loss on the neural representation of speech cues. *Clin Neurophysiol*. 2003;114(7):1332-43. [https://doi.org/10.1016/S1388-2457\(03\)00114-7](https://doi.org/10.1016/S1388-2457(03)00114-7)
5. Neves VT, Feitosa MAG. Controvérsias ou complexidade na relação entre processamento temporal auditivo e envelhecimento? *Rev Bras Otorrinolaringol*. 2003;69(2):1-11. <https://doi.org/10.1590/S0034-72992003000200015>
6. American Speech-Language-Hearing Association (ASHA). (Central auditory processing disorders: technical report. 2005 [acesso 16 jul 2015]. Disponível em: <http://www.asha.org/policy/TR2005-00043/>
7. Cameron S, Dillon H. Development of the listening in spatialized noise-sentences test (LISN-S). *Ear Hear*. 2007;28(2):196-211. <https://doi.org/10.1097/AUD.0b013e318031267f>
8. Eddins AD, Barber EL. The influence of stimulus envelope and fine structure on the binaural masking level difference. *J Acoust Soc Am*. 1998;103(5):2578-89. <https://doi.org/10.1121/1.423112>
9. Olsen WO, Noffsinger D, Carhart R. Masking level differences encountered in clinical populations. *Audiology*. 1976;14(4):287-301.
10. Harris RW, Brey RH, Miller RW, Channell RW. Influence of masker bandwidth on binaural masking level differences. *Audiology*. 1992;31(4):196-204.

11. Wilson RH, Moncrieff DW, Townsend EA, Pillion AL. Development of a 500-Hz masking-level difference protocol for clinic use. *J Am Acad Audiol*. 2003;14(1):1-8. <https://doi.org/10.3766/jaaa.14.1.2>
12. Paula PS, Frota S, Felipe L. Masking Threshold Differential (MLD): pilot study. *Int Arch Otorhinolaryngol*. 2012;16(suppl. 1):102.
13. Beltrame-Santos J, Momensohn-Santos T, Branco-Barreiro F. Limiar Diferencial de mascaramento: comparação de dois instrumentos. In: *Anais do 24º Encontro Internacional de Audiologia*; 18-21 abr 2009; Bauru, São Paulo. São Paulo: Academia Brasileira de Audiologia; 2009. p. 2125.
14. Gois M, Biaggio EP, Bruckmann M, Pelissari I, Bruno RS, Garcia MV. Habilidade de ordenação temporal e nível de especificidade nos diferentes testes tonais. *Audiol Commun Res*. 2015;20(4):293-9. <https://doi.org/10.1590/2317-6431-2015-1593>
15. Musiek FE, Gollegly KM, Kibbe KS, Verkest-lenz SB. Proposed screening test for central auditory disorders: follow-up on the dichotic digists teste. *An J Otol*. 1991;12(2):109-13.
16. Matos GGO, Frota S. A influência das perdas auditivas sensorineurais na ordenação temporal. *Rev CEFAC*. 2013;15(6):1435-40. <https://doi.org/10.1590/S1516-18462013005000008>
17. Boscaroli M, André KD, Feniman MR. Crianças com fissura isolada de palato: desempenho nos testes de processamento auditivo. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2009;75(2):213-20. <https://doi.org/10.1590/S0034-72992009000200009>
18. Litovsky R, Fligor B, Tramo M. Functional role of the human inferior colliculus in binaural hearing. *Hear Res*. 2002;165(1-2):177-88. [https://doi.org/10.1016/S0378-5955\(02\)00304-0](https://doi.org/10.1016/S0378-5955(02)00304-0)
19. McCullagh, Bamiour DE. Measures of binaural interaction. In: Musiek FE, Chermakgd GD. *Handbook of central auditory processing disorder: auditory neuroscience and diagnosis*. San Diego: Plural; 2007. p. 257-86.
20. Burnham MN. Normal masking level difference parameters for use in the clinical evaluation of auditory processing disorders [dissertation]. Provo: Brigham Young University; 2010.