

Renata Filippini¹
Eliane Schochat²**Descritores**Percepção Auditiva
Mascaramento Perceptivo
Projetos Piloto
Testes Auditivos
Adulto**Keywords**Auditory Perception
Perceptual Masking
Pilot Projects
Hearing Tests
Adult**Um novo paradigma para a avaliação do mascaramento temporal auditivo: estudo piloto*****A new paradigm for temporal masking assessment: pilot study*****RESUMO**

Objetivo: Determinar a viabilidade e aplicabilidade de um teste clínico do mascaramento temporal sucessor, com foco de análise nos intervalos interestímulo e não nos limiares de intensidade, como tradicionalmente realizado, propondo, assim, um novo paradigma para a avaliação do mascaramento temporal. **Método:** O teste contou com a apresentação de um tom alvo de 1.000 Hz seguido de um ruído mascarador de banda estreita (950–1.050 Hz), com intervalos entre os estímulos de 0, 10, 20, 50 e 100 ms. Os itens foram apresentados de forma monoaural em ambas as orelhas, com relação de intensidade entre o mascarador e o tom alvo variando entre -10, -20, -30 e -40 dB. Vinte universitários, sem queixas de audição ou de processamento auditivo, participaram deste estudo. **Resultados:** Foi observada diminuição no desempenho médio de acordo com a diminuição do intervalo, independentemente da relação sinal-ruído. Observou-se também o indício de que pouco ou nenhum mascaramento ocorre para o intervalo de 100 ms, tornando-o inadequado para a avaliação do mascaramento temporal. O limiar de intervalo médio manteve-se abaixo de 27 ms para todas as intensidades avaliadas, e aumentou 9 ms a cada 10 dB de aumento na relação sinal-ruído. As melhores relações sinal-ruído para avaliação são -20 e -30 dB. **Conclusão:** O paradigma proposto neste estudo piloto provou-se factível, de fácil aplicação e confiável, mostrando-se compatível com resultados de pesquisas que fundamentam o estudo do mascaramento temporal. O tema merece outros estudos para aprofundar as análises aqui iniciadas.

ABSTRACT

Purpose: To determine the feasibility and applicability of a clinical backward masking test, focusing on the analysis of inter-stimuli interval, and not on the intensity thresholds as it has been traditionally done, thus proposing a new paradigm for temporal masking assessment. **Method:** The test consisted of the presentation of a target tone of 1.000 Hz followed by a broadband masking noise (950–1.050 Hz), with inter-stimuli interval of 0, 10, 20, 50 and 100 ms. The stimuli were presented monaurally to both ears, with intensity ratio between masker and target tone varying between -10, -20, -30 and -40 dB. Twenty undergraduate students, without hearing or auditory processing complaints, participated in this study. **Results:** Regardless of the signal-to-noise ratio, we observed decrease of average performance according to the decrease of the interval between stimuli. We also observed the indication that little or no masking occurs at the 100 ms interval, suggesting this interval is unsuitable for temporal masking assessment. The average interval threshold was below 27 ms for all investigated intensities, and increased 9 ms with every increase of 10 dB at signal-to-noise ratio. The signal-to-noise ratios of -20 and -30 were the best ratios for the test application. **Conclusion:** The paradigm proposed in this pilot study proved to be feasible, easy to apply, and trustworthy, being compatible with other researches which are the foundation for the study of temporal masking. This theme deserves further studies, continuing the analysis initiated here.

Endereço para correspondência:Renata Filippini
Rua Cipotânea, 51, Cidade Universitária,
São Paulo (SP), Brasil, CEP: 05360-000.
E-mail: refilippini@usp.br

Recebido em: 22/10/2013

Aceito em: 03/04/2014

CoDAS 2014;26(4):302-7

Trabalho realizado no Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo – USP – São Paulo (SP), Brasil.

(1) Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação do Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo – USP – São Paulo (SP), Brasil.

(2) Curso de Fonoaudiologia da Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo – USP – São Paulo (SP), Brasil.

Fonte de financiamento: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), processo nº 2012/20086-4.**Conflito de interesses:** nada a declarar.

INTRODUÇÃO

O processamento temporal auditivo pode ser dividido, didaticamente, em quatro categorias: Ordenação temporal; Resolução temporal; Integração temporal e Mascaramento temporal⁽¹⁾. Atualmente, já existem medidas clínicas disponíveis e bem documentadas para avaliar a ordenação e a resolução temporal^(2,3), mas não para a integração e o mascaramento temporal⁽⁴⁾.

Mascaramento é o fenômeno no qual um estímulo sonoro tem seu limiar de detecção modificado em função de outro estímulo sonoro apresentado simultaneamente (mascaramento simultâneo ou clínico), antes (mascaramento temporal antecessor – MTA) ou depois (mascaramento temporal sucessor – MTS)^(1,5).

Em uma tarefa de mascaramento simultâneo, para reconhecer o estímulo alvo depende-se de uma boa resolução espectral, ou seja, da capacidade de perceber e separar a frequência alvo em meio à frequência do estímulo mascarador. Já em uma tarefa de mascaramento temporal (MTA e MTS), há dependência da resolução temporal, ou seja, da capacidade de perceber o intervalo de tempo entre a apresentação do estímulo alvo e do estímulo mascarador, identificando-os como dois estímulos separados⁽⁶⁾.

Os mecanismos envolvidos no mascaramento temporal não estão bem definidos, entretanto, parece ser consenso entre os pesquisadores que o MTS tem mecanismos diferentes quando comparado ao MTA, sendo proposto que, no MTS, há maior participação de regiões corticais e não sensoriais do sistema nervoso^(4,7,8). Além disso, quando comparado às outras condições (MTA e simultâneo), o MTS tem respostas mais variáveis, inter e intrassujeitos, e sofre maior influência da memória, atenção e da prática^(9,10).

Em estudos clássicos do mascaramento temporal, Elliot⁽¹¹⁻¹³⁾ demonstrou alguns princípios do mascaramento temporal, entre eles (1) que o mascaramento é mais efetivo quando os estímulos são apresentados de forma monoaural; (2) que a duração do mascarador não influencia no MTS; (3) e que quanto mais similares em frequência forem o tom e o ruído mascarador mais eficiente será o mascaramento.

Além disso, a intensidade do mascarador, ao contrário do que acontece no mascaramento simultâneo e no MTA, não influencia tanto a ocorrência do MTS, ou seja, maiores intensidades não causam, necessariamente, maior mascaramento⁽⁸⁾. Um fator de extrema influência no mascaramento temporal, entretanto, é o intervalo de silêncio entre ambos os estímulos, sendo este inversamente proporcional à eficiência do mascaramento⁽⁴⁾. Tem sido sugerido que o MTA pode ocorrer com intervalo interestímulo (IIE) de 75 a 200 ms, enquanto o MTS é efetivo com intervalos entre 0 e 100 ms, porém com queda considerável do efeito a partir de 25 ms^(8,14).

O MTS vem sendo tema de diversos estudos⁽¹⁵⁻¹⁹⁾ por sua relação com as alterações de linguagem. Porém, essas pesquisas analisam o limiar de intensidade em que o sinal alvo é percebido e apoiam-se em testes elaborados em softwares, o que requer o uso de interfaces entre equipamentos, treinamento prévio do indivíduo avaliado, e grande dispêndio de tempo⁽⁴⁾. Assim, este estudo piloto deu início ao desenvolvimento de um teste que possa ser aplicado de forma rápida em ambiente

clínico, sem a necessidade de outros equipamentos. Para tanto, foi proposto um novo paradigma para a avaliação do MTS com a análise por limiar de intervalo, já que, como mencionado, a duração do intervalo entre os estímulos é considerada um dos maiores influenciadores do efeito mascarador no MTS, e uma vez que a avaliação por limiares de intensidade o tornaria um teste clínico muito complexo e demorado.

O objetivo deste trabalho foi, portanto, determinar a viabilidade e aplicabilidade de tal paradigma, observando as características e os procedimentos mais adequados para posterior validação, em estudo mais amplo, de um teste específico para a avaliação do MTS por meio da análise dos IIEs.

MÉTODO

O estudo teve aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, sob o protocolo de pesquisa número 392/12, e foi desenvolvido no Laboratório de Investigação Fonoaudiológica em Processamento Auditivo do curso de Fonoaudiologia da mesma instituição de ensino. Todos os indivíduos participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

A faixa teste do estudo piloto foi produzida digitalmente (formato WAV*) utilizando-se o software Sound Forge® Pro 10.0 (Sony Creative Software Inc.) com taxa de 44.100 Hz e 16-bit de resolução. A faixa contou com 30 itens com ordem de apresentação aleatória. Cada item foi composto de um tom puro (1.000 Hz) de 25 ms (10 ms de *rise/fall*) seguido de um ruído mascarador de banda estreita (950 a 1.050 Hz) de 200 ms, com IIE de 100, 50, 20, 10 ou 0 ms de duração. Cada um dos IIEs foi apresentado cinco vezes. Além destes, outros cinco itens que consistiram da apresentação apenas do ruído mascarador (sem o tom puro) também foram incluídos.

O teste foi aplicado utilizando-se reproduzidor de *Compact Disc (CD player)* ou reproduzidor de arquivo digital (ex.: *Ipod*) acoplado a um audiômetro da marca Grason-Stadler modelo GSI-61. A faixa foi apresentada por meio de fones supra-aurais modelo TDH-50 de forma monoaural em ambas as orelhas. O ruído mascarador foi apresentado a uma intensidade fixa de 60 dB, e o tom apresentado em intensidades variadas de 50, 40, 30 e 20 dB. Portanto, a cada aplicação do teste, a relação sinal-ruído (S/R) entre o tom e o ruído mascarador variou entre -10, -20, -30 e -40. Solicitou-se aos indivíduos que realizaram o estudo que apertassem a pera de resposta sempre que percebessem a presença do sinal alvo (tom puro). A avaliação de cada orelha durou cerca de cinco minutos (1'10" por relação S/R), totalizando cerca de dez minutos de avaliação.

Vinte universitários, com idades entre 18 e 38 anos, concordaram em participar do estudo e foram avaliados. Todos apresentaram audição dentro da normalidade (≤ 20 dB; 0,25–8 kHz) e ausência de queixas de alteração do processamento auditivo, e negaram ter passado por treinamento musical.

As respostas foram analisadas por meio da porcentagem de acertos total e por IIE em cada relação S/R, observando-se a proporção de indivíduos que tiveram desempenho superior a 80% de acertos (quatro ou cinco respostas corretas por IIE), e por meio do limiar de resposta (menor IIE em que se obteve

três ou mais acertos consistentemente) para cada relação S/R. Para a análise dos dados foram utilizadas a estatística descritiva, Teste *t* de Student e Análise de Variância (ANOVA), com nível de significância de 5%.

RESULTADOS

Para nenhum dos IIEs houve diferença entre o desempenho dos sujeitos de acordo com a orelha. Portanto, os resultados obtidos em cada orelha foram unificados, obtendo-se amostra de 40 orelhas avaliadas, com o propósito de aumentar o poder das análises estatísticas realizadas. As maiores médias de acerto foram obtidas para os intervalos de 100, 50 e 20 ms, e para as relações S/R-10 e S/R-20. Observaram-se também grandes desvios-padrão (DP), sendo os mais amplos relacionados às menores médias de acerto (Tabela 1).

Tabela 1. Média de acertos (%) e desvio-padrão para cada relação sinal-ruído de acordo com o intervalo interestímulo

IIE	S/R-10		S/R-20		S/R-30		S/R-40	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
100 ms	96,5	8,90	99,5	3,10	97,0	8,50	93,0	15,3
50 ms	90,5	14,3	96,0	9,20	88,5	19,6	78,0	27,1
20 ms	84,5	20,5	82,5	24,0	76,0	29,7	67,5	29,2
10 ms	71,0	28,6	73,5	24,5	59,5	34,6	53,0	39,3
0 ms	58,0	32,2	61,0	31,0	59,0	30,7	52,0	34,7
Total	80,1	14,8	82,5	13,8	76,0	18,3	68,7	23,1

Legenda: IIE = intervalo interestímulo; S/R = sinal-ruído; DP = desvio-padrão

Foram obtidas diferenças significantes entre as médias de acerto dos IIEs ($p < 0,001$), independente da relação S/R, para quase todas as comparações. As exceções foram observadas nas comparações entre 50 e 20 ms (S/R-40: $p = 0,099$), 20 e 10 ms (S/R-20: $p = 0,101$; S/R-40: $p = 0,065$), e 10 e 0 (S/R-10: $p = 0,060$; S/R-30: $p = 0,945$; S/R-40: $p = 0,904$). Fixando-se o IIE, foram obtidas diferenças entre as relações S/R para todos os intervalos, exceto para 0 ms (100 ms: $p = 0,038$; 50 ms: $p < 0,001$; 20 ms: $p = 0,019$; 10 ms: $p = 0,015$; 0 ms: $p = 0,630$). Tais diferenças ocorreram em função das melhores respostas na relação S/R-20, ou das piores respostas nas relações S/R-30 e -40 (Figura 1).

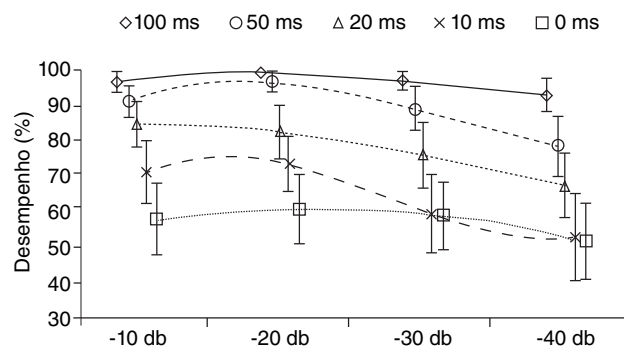


Figura 1. Média, intervalo de confiança e linhas de tendência polinomial do desempenho (%) por intervalo interestímulo, de acordo com a relação sinal-ruído. Observa-se que as maiores diferenças no desempenho ocorrem entre os intervalos de 100 e 0 ms, e que tal diferença se mantém quase constante para todas as relações S/R. Para os outros intervalos, pode-se notar a diminuição gradual e não linear nas médias e na diferença entre as médias de cada intervalo interestímulo (IIE) com o aumento na relação S/R. Nota-se também que a média do IIE 10 ms se iguala à do IIE 0 ms em S/R-30 e mantém tal similaridade em S/R-40

Com relação aos limiares obtidos, foram observadas três ou mais respostas corretas de forma consistente no IIE de 0 ms em cerca de 50% das orelhas avaliadas nas relações S/R-10, S/R-20 e S/R-30; para a relação S/R-40 este número diminuiu consideravelmente (Tabela 2). Estatisticamente, só verificamos diferenças significantes entre os limiares médios da relação S/R-40 e os das relações mais fáceis (S/R-10: $p = 0,022$; S/R-20: $p = 0,005$).

Analisando o número de acertos por intervalo, observamos que para os IIEs de 100 e 50 ms, em todas as relações S/R, a maioria das orelhas avaliadas (mais de 70%) apresentou quatro ou cinco respostas corretas, obtendo, portanto, desempenho igual ou superior a 80%. A partir do IIE de 20 ms, a proporção de orelhas com quatro ou cinco respostas corretas diminuiu ligeiramente, sem chegar a ser menor do que 70%, exceto na relação S/R-40, na qual apenas cerca de 45% das orelhas avaliadas apresentou tal desempenho. Para os intervalos de 10 e 0 ms, a proporção de indivíduos com quatro ou cinco respostas corretas por IIE diminuiu consideravelmente, ficando abaixo de 60,0% para 10 ms e de 42,5% para 0 ms em todas as relações S/R (Figura 2).

Tabela 2. Distribuição e média dos limiares de intervalo de todas as orelhas avaliadas de acordo com a relação sinal-ruído

S/R	100 ms		50 ms		20 ms		10 ms		0 ms		Média (ms)	DP
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%		
-10 dB	1	2,5	4	10,0	8	20,0	6	15,0	21	52,5	11,5	20,07
-20 dB	0	-	5	12,5	4	10,0	9	22,5	22	55,0	9,5	15,18
-30 dB	3	7,5	5	12,5	7	17,5	5	12,5	20	50,0	18,5	28,69
-40 dB	6	15,0	5	12,5	11	27,5	3	7,5	15	37,5	27,5	34,70

Legenda: S/R = relação sinal-ruído; n = número de indivíduos; DP = desvio-padrão

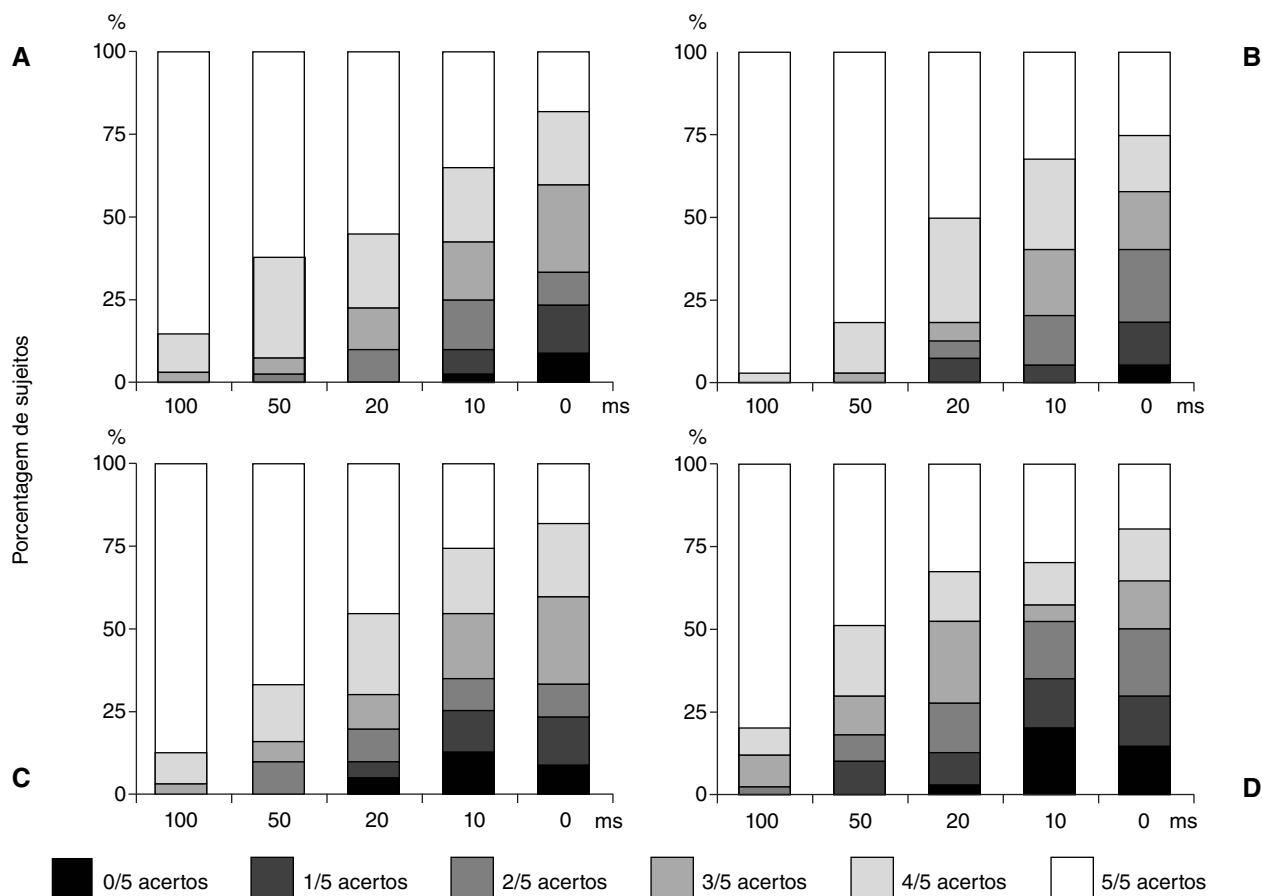


Figura 2. Distribuição dos sujeitos (%) de acordo com o número de respostas corretas por intervalo interestímulo em cada relação sinal-ruído avaliada; (a) S/R-10 dB; (b) S/R-20 dB; (c) S/R-30 dB; (d) S/R-40 dB. Observa-se no quadro a diminuição na proporção de orelhas com quatro ou mais acertos (branco e cinza mais claro) por IIE em todas as relações S/R. Observa-se em (b) que para S/R-20 houve maior porcentagem de orelhas com quatro ou mais acertos em todos os IIE

DISCUSSÃO

Observamos neste estudo piloto resultados iniciais bastante interessantes acerca da aplicação deste novo paradigma para a avaliação do MTS. Tais resultados fortalecem a possibilidade de desenvolvimento e aplicação de um teste clínico específico para a avaliação deste aspecto do processamento auditivo temporal.

A ausência de efeitos de orelha na aplicação do teste aqui desenvolvido era um resultado esperado, uma vez que tarefas monólicas, como a avaliada neste estudo, ao contrário das dicóticas, ativam tanto as vias auditivas ipsi quanto as contralaterais, resultando em desempenho similar entre as duas orelhas^(20,21).

Foi observada diminuição no desempenho médio de acordo com a diminuição do IIE, independente da relação sinal-ruído. Este resultado confirma, mais uma vez, a forte influência do intervalo de tempo entre os estímulos no efeito mascarador que o ruído causa no sinal alvo^(7,8,14).

Porém, foram observados grandes DPs, maiores para os intervalos menores. Estes desvios podem estar associados à variabilidade do MTS, já demonstrada em outros estudos^(10,15,16,18), nos permitindo supor que esta não é uma deficiência do teste, mas

uma característica inerente da tarefa nele envolvida. Tal variabilidade, inter e intrassujeitos, tem sido associada a aspectos não auditivos (ex.: memória, atenção e aprendizagem) envolvidos no processamento auditivo do estímulo acústico^(6,19). Embora no estudo atual o teste em desenvolvimento não apresente tanta dependência das habilidades de memória quanto no teste aplicado nos estudos citados — nestes o sujeito deve escolher, entre duas ou três opções, qual apresentou o som alvo — acreditamos que houve forte influência da atenção no desempenho dos indivíduos participantes do estudo.

Como na faixa produzida para este estudo os itens de avaliação foram apresentados sem qualquer aviso que alertasse o sujeito de que o estímulo seria apresentado (ex.: “número um”, “preste atenção”), recrutando, assim, sua atenção total ao mesmo, acreditamos que foi gerado *déficit* atencional na realização da tarefa. Os próprios sujeitos do estudo relataram sentir dificuldades na realização do teste e na manutenção da atenção por toda a sua duração. Além disso, a observação de que os maiores DPs estão associados aos menores intervalos e maiores relações S/R, sugere que quanto mais difícil a condição de apresentação dos estímulos, maior a dependência da

atenção. Assim, a apresentação de uma introdução ao item pode ser fundamental para a diminuição dos DPs e da variabilidade.

O IIE de 0 ms apresentou a maior variabilidade de respostas entre sujeitos, com médias piores quase constantes entre as diferentes relações S/R, e baixa proporção de indivíduos com desempenho superior a 80%, indicando que, independente da intensidade do mascarador, a ausência de intervalo entre os estímulos provoca o maior nível de mascaramento do sinal alvo entre os cinco IIEs testados.

No outro extremo, para o intervalo de 100 ms, quase todos os indivíduos apresentaram desempenho superior a 80% em todas as relações S/R, indicando que neste intervalo os indivíduos do estudo foram capazes de perceber a presença do som alvo quase todas as vezes em que foi apresentado, ou seja, ocorreu pouco ou nenhum mascaramento, sem levar em conta a intensidade em que foi realizado.

Tais resultados são corroborados por estudos anteriores, os quais sugerem grande efeito do MTS para IIE entre 0 e 25 ms, ocorrendo, a partir deste último, diminuição de tal efeito, o qual cessaria por volta de 100 ms^(8,13,14). Assim, sugerimos que o intervalo de 100 ms não é indicado para a avaliação do MTS, enquanto o IIE de 0 ms deve ser analisado com precaução, em virtude de seu forte efeito mascarador mesmo em uma população normal.

Para os intervalos restantes, observamos diferentes desempenhos de acordo com a relação S/R, piorando suas médias de acordo com o aumento na intensidade do mascarador, porém não de forma similar entre todos os IIEs. Por exemplo: para o IIE de 10 ms em S/R-30, foi observada grande queda no desempenho médio, aumentando sua diferença para o desempenho médio dos IIEs maiores e igualando-se ao do IIE de 0 ms, com manutenção deste desempenho em S/R-40. Tal observação nos permite levantar a hipótese de que para cada IIE exista uma relação sinal-ruído crítica, a partir da qual a intensidade do mascarador não oferece mais nenhuma influência no desempenho. Portanto, embora a intensidade do mascarador não seja considerada de grande influência no MTS^(7,9), o nível de intensidade em que o teste será realizado deve ser melhor investigado.

Na relação -10, a maior parte dos indivíduos apresentou resultados muito bons para todos os IIEs, sendo uma indicação de que nesta relação S/R o teste foi muito fácil. Inversamente, na relação S/R-40, na qual houve grande proporção de indivíduos com desempenho ruim, o teste parece ter sido muito difícil. Levando-se em consideração que uma avaliação deve ter um nível de dificuldade, o qual não seja tão fácil que os indivíduos alterados tenham bom desempenho, nem tão difícil que os indivíduos normais apresentem resultados alterados⁽²²⁾, concluímos que as relações -20 e -30 seriam as mais confiáveis para a realização do teste.

O limiar de intervalo médio encontrado neste estudo piloto ficou abaixo de 27,5 ms (Tabela 2) e variou de acordo com a relação S/R. Observamos ainda um possível padrão no aumento do limiar de intervalo médio de acordo com o aumento das relações de intensidade. Após S/R-20 (similar a S/R-10, com diferença de apenas 2 ms), a cada 10 dB de incremento na relação de intensidade entre o sinal e o mascarador, o limiar de intervalo médio aumentou cerca de 9 ms.

Em estudos do MTS realizados pelo paradigma tradicional dos limiares de intensidade, um padrão não linear da influência da intensidade do mascarador na percepção do som alvo também pode ser observado: para cada 10 dB de incremento na intensidade do mascarador, há aumento de 3 dB no limiar de detecção do som alvo^(13,14).

Além da grande variabilidade de respostas já discutida acima, outro aspecto do estudo atual que pode levantar dúvidas é a intensidade na qual o teste foi realizado. Não foram considerados os limiares audiométricos individuais de cada sujeito para a realização do teste, isto é, uma intensidade de aplicação foi definida e fixada. Mesmo que todos os sujeitos tenham apresentado limiares abaixo de 20 dB, na prática, indivíduos com limiares maiores podem ter demonstrado mais dificuldade na percepção do sinal alvo nas relações S/R menores, pois este estaria com intensidade muito próxima de seu limiar de percepção no silêncio e não por uma inabilidade destes indivíduos em resolver tais situações acústicas.

Assim, em futuros estudos para a validação deste teste, alguns cuidados devem ser tomados, como a realização do teste considerando-se os limiares audiométricos de cada indivíduo para a determinação das intensidades do mascarador e do sinal alvo, além da adição de um sinal introdutório a cada novo item, a fim de testar a hipótese da influência da atenção na variabilidade das respostas. Devem ser testados IIEs menores (entre 50 e 0 ms, por exemplo) — eles oferecem maior efeito de mascaramento temporal e devem favorecer a observação de padrões de resposta mais claros — com a aplicação do teste nas relações S/R consideradas mais confiáveis neste estudo (S/R-20 e S/R-30). Ou, ainda, em relações maiores do que as aqui avaliadas, para continuar observando o padrão de respostas de cada IIE de acordo com as relações S/R. Além disso, o teste deve ser aplicado em indivíduos com alterações confirmadas (ex.: lesões corticais), além de indivíduos normais, a fim de determinar seus os níveis de sensibilidade e especificidade.

CONCLUSÃO

Este estudo propôs a avaliação do MTS por meio da investigação de limiares de intervalo, e não de intensidade como vem sendo tradicionalmente realizado. O teste desenvolvido mostrou-se de fácil produção e rápida aplicação, e seus resultados mostraram-se compatíveis com os estudos anteriores que fundamentam as teorias acerca do mascaramento temporal. Concluímos, portanto, que este novo paradigma é factível, de fácil aplicabilidade e confiável, merecendo outros estudos para aprofundar as análises aqui iniciadas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Dr. Frank Musiek por sua imensa colaboração na elaboração da ideia e na organização da metodologia de trabalho deste estudo.

**RF realizou estruturação do método de trabalho, produção do material, coleta e análise dos dados, revisão da literatura e redação do artigo; e ES propôs a ideia inicial, realizou estruturação do método de trabalho, orientação do estudo e revisão do artigo.*

REFERÊNCIAS

1. Shinn JB. Temporal processing: the basics. *Hear J.* 2003;56(7):52
2. Musiek FE. Frequency (pitch) and duration pattern tests. *J Am Acad Audiol* 1994;5(4):265-8.
3. Musiek FE, 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.
4. Shinn JB. Temporal processing and temporal patterning tests. In.: Musiek FE, Chermak GD. *Handbook of (central) auditory processing disorder: auditory neuroscience and diagnosis.* Vol 1. San Diego: Plural Publishing; 2007. p.231-56.
5. Moore BCJ. *An introduction to the psychology of hearing.* 5a ed. San Diego: Academic Press; 2003. 373p.
6. Hartley DE, Wright BA, Hogan SC, Moore DR. Age-related improvements in auditory backward and simultaneous masking in 6- to 10-year-old children. *J Speech Lang Hear Res.* 2000;43(6):1402-15.
7. MacDonald JA. Using the ideal observer to predict performance in perceptual tasks: an example from the auditory temporal masking domain. *Atten Percept Psychophys.* 2011;73(8):2639-48.
8. Rishiq DA, Harkrider AW, Hedrick MS. Acceptable noise level and psychophysical masking. *Am J Audiol.* 2012;21(2):199-205.
9. Hartley DE, Moore DR. Auditory processing efficiency deficits in children with developmental language impairments. *J Acoust Soc Am.* 2002;112(6):2962-6.
10. Roth DA, Kishon-Rabin L, Hildesheimer M. Auditory backward masking and the effect of training in normal hearing adults. *J Basic ClinPhysiol Pharmacol.* 2001;12(2 Suppl):145-59.
11. Elliott LL. Backward masking: monotic and dichotic conditions. *J Acoust Soc Am.* 1962;34:1108-15.
12. Elliott LL. Backward and forward masking of probe tones of different frequencies. *J Acoust Soc Amer.* 1962;34:1116-7.
13. Elliott LL. Development of auditory narrow-band frequency contours. *J Acoust Soc Am.* 1967;42(1):143-53.
14. Gelfand SA. *Hearing: an introduction to psychological and physiological acoustics.* New York: Marcel Dekker; 2004. p.243-431.
15. Wright BA, Lombardino LJ, King WM, Puranik CS, Leonard CM, Merzenich MM. Deficits in auditory temporal and spectral resolution in language-impaired children. *Nature.* 1997;387(6629):176-8.
16. Marler JA, Champlin CA, Gillam RB. Auditory memory for backward masking signals in children with language impairment. *Psychophysiology.* 2002;39(6):767-80.
17. Montgomery CR, Morris RD, Sevcik RA, Clarkson MG. Auditory backward masking deficits in children with reading disabilities. *Brain Lang.* 2005;95(3):450-6.
18. Howell P, Rosen S, Hannigan G, Rustin L. Auditory backward-masking performance by children who stutter and its relation to dysfluency rate. *Percept Mot Skills.* 2000;90(2):355-63.
19. Rosen S, Adlard A, van der Lely HKJ. Backward and simultaneous masking in children with grammatical specific language impairment: no simple link between auditory and language abilities. *J Speech Lang Hear Res.* 2009;52:396-411.
20. Baran JA, Musiek FE. Avaliação comportamental do sistema nervoso auditivo central. In: Musiek, FE, Rintelmann WF. *Perspectivas atuais em avaliação auditiva.* Barueri: Manole; 2001; p.371-409.
21. Kimura D. From ear to brain. *Brain Cogn.* 2011;76(2):214-7.
22. Musiek FE, Schochat E. Auditory training and central auditory processing disorders: a case study. *Semin Hear.* 1998;19(4):357-66.