

Evaluation protocol for amusia - portuguese sample

Protocolo de avaliação da amusia - exemplo português

Maria Conceição Peixoto¹, Jorge Martins², Pedro Teixeira³, Marisa Alves⁴, José Bastos⁵, Carlos Ribeiro⁶

Keywords:

hearing disorders,
diagnosis,
disability evaluation,
auditory diseases,
central.

Palavras-chave:

avaliação da
deficiência,
diagnóstico,
doenças auditivas
centrais,
transtornos da audição.

Abstract

Amusia is a disorder that affects the processing of music. Part of this processing happens in the primary auditory cortex. The study of this condition allows us to evaluate the central auditory pathways. **Objective:** To explore the diagnostic evaluation tests of amusia. **Method:** The authors propose an evaluation protocol for patients with suspected amusia (after brain injury or complaints of poor musical perception), in parallel with the assessment of central auditory processing, already implemented in the department. The *Montreal Evaluation of Battery of amusia* was the basis for the selection of the tests. From this comprehensive battery of tests we selected some of the musical examples to evaluate different musical aspects, including memory and perception of music, ability concerning musical recognition and discrimination. In terms of memory there is a test for assessing delayed memory, adapted to the Portuguese culture. Prospective study. **Results and Conclusions:** Although still experimental, with the possibility of adjustments in the assessment, we believe that this assessment, combined with the study of central auditory processing, will allow us to understand some central lesions, congenital or acquired hearing perception limitations.

Resumo

Amusia é uma disfunção que compromete o processamento musical. Parte desse processamento é feito a nível do córtex auditivo primário. O estudo dessa afecção permite-nos avaliar também as vias auditivas centrais. **Objetivo:** Explorar os testes de avaliação diagnóstica da amusia. **Método:** Os autores propõem um protocolo de avaliação para doentes com suspeita de amusia (após lesão cerebral ou por queixas de má percepção musical), paralelamente com a avaliação do processamento auditivo central, já implementada no serviço. A base dos testes de avaliação assenta na *Montreal Battery of Evaluation of Amusia*. Desta ampla bateria de testes, foram selecionados alguns dos exemplos musicais para avaliação de diferentes vertentes da área musical, nomeadamente memória e percepção musical, capacidade de reconhecimento e discriminação musical. Em termos de memória, foi criado um teste de avaliação da memória tardia, adaptado à cultura portuguesa. Estudo prospectivo. **Resultados e Conclusões:** Embora ainda em fase experimental e com possibilidades de ajustes na avaliação realizada, considera-se que esta avaliação, aliada ao estudo do processamento auditivo central, permitirá compreender algumas lesões e disfunções centrais, congénitas ou adquiridas, que limitam a percepção auditiva.

¹ Licenciatura (residente ORL Centro Hospitalar e Universitário de Coimbra).

² Mestre (Audiologista Centro Hospitalar e Universitário de Coimbra).

³ Licenciatura (Professor de Música Colégio do Rosário - Porto).

⁴ Mestre (Terapeuta da fala Centro Hospitalar e Universitário de Coimbra).

⁵ Licenciatura (Assistente hospitalar Graduado de ORL Centro Hospitalar e Universitário de Coimbra).

⁶ Licenciatura (Director de Serviço ORL Centro Hospitalar e Universitário de Coimbra).

Endereço para correspondência: Maria Conceição Peixoto. Centro Hospitalar e Universitário de Coimbra. Travessa do Merouço, nº 137. Santa Maria de Lamas. Portugal. CEP: 4535-425.

Este artigo foi submetido no SGP (Sistema de Gestão de Publicações) da BJORL em 17 de junho de 2012. cod. 9274.

Artigo aceito em 28 de julho de 2012.

INTRODUÇÃO

O estudo das alterações musicais data da origem da neuropsicologia. Em 1865, logo após Broca ter descrito o primeiro caso de alteração da linguagem como resultado de uma lesão na área frontal do hemisfério esquerdo, Bouillaund descreveu a primeira série de casos nos quais várias capacidades musicais foram perdidas em consequência de uma lesão cerebral. Estas são comumente referidas como amusias¹.

A amusia é uma disfunção que compromete o processamento musical, embora também possa englobar a memória e o reconhecimento musical.

Ela pode ser congênita ou adquirida. As formas adquiridas compreendem todas aquelas lesões cerebrais que conduzem a uma perda de capacidade de produzir sons musicais, mas poupando o discurso. A forma congênita corresponde a uma alteração hereditária caracterizada por uma capacidade de percepção musical prejudicada sem qualquer déficit cognitivo acompanhante, perda de audição, lesões cerebrais ou falta de exposição. Embora muitos maus cantores se considerem “duros de ouvido”, é estimado que cerca de 4% da população seja afetada por uma alteração neurogenética designada por amusia congênita².

Os doentes com esta afecção apresentam incapacidade para reconhecer um determinado tom de uma música ou percebem inadequadamente as notas de uma melodia conhecida e são geralmente pessoas desinteressadas por música e que habitualmente argumentam “não perceber nada de música”³. Eles são incapazes de reconhecer ou cantarolar melodias familiares, apesar de terem audiometria normal e terem capacidades intelectual e de memória normais ou acima da média. Falham também com frequência no reconhecimento de pequenas diferenças de *pitch* menores que um semitom e são habitualmente maus cantores, embora a capacidade de produção vocal não seja afetada, ao contrário das suas capacidades de percepção⁴.

A pesquisa atual tem demonstrado dissociações de ritmo, melodia e processamento emocional da música, podendo a amusia representar insuficiência de qualquer combinação destes conjuntos de habilidades⁵.

A apresentação clínica é, pela dependência de diferentes habilidades, variável.

Os sintomas da amusia são geralmente classificados como receptivos, clínicos ou mistos.

Os sintomas de amusia receptiva, por vezes referidos como “surdez musical”, incluem a incapacidade de reconhecer melodias familiares, a perda da capacidade de ler a notação musical, e incapacidade de detectar erros ou notas musicais incorretas dentro de uma melodia. Os sintomas clínicos ou expressivos incluem a perda da capacidade de cantar, escrever notação musical, e/ou tocar um instrumento. A desordem mista seria uma combinação de comprometimento expressivo e receptivo^{6,7}.

O diagnóstico de amusia pode ser obtido utilizando a *Montreal Battery of Evaluation of Amusia* (MBEA), que envolve uma série de testes que avaliam o uso de características musicais conhecidas como contribuintes para a memória e percepção musical. Esta bateria compreende seis testes que avaliam a capacidade de discriminação do *pitch*, escalas musicais, intervalos de *pitch* (afinação), ritmo, acentuação periódica e memória⁸.

Embora de inegável utilidade em termos de investigação, a sua aplicabilidade na prática clínica diária é mais difícil, dada a morosidade da avaliação e o grau de dificuldade de alguns testes, tendo em conta a população portuguesa.

Para além deste aspecto, sabendo-se que no processamento da informação musical estão envolvidas, de forma importante, o córtex auditivo primário, córtex auditivo secundário e o sistema límbico, parece-nos interessante avaliar estas estruturas noutras vertentes que não apenas o som tonal puro ou vocal⁶.

O objetivo deste trabalho é explorar os testes de avaliação diagnóstica da amusia e apreciar o valor da sua utilização na prática clínica diária.

MÉTODO

Com base nos testes criados pelo MBEA, procurou-se criar um protocolo, adaptado e ajustado à prática clínica diária, para avaliação das alterações do processamento da música.

O MBEA consiste em seis testes. Os testes procuram avaliar, no seu conjunto, três componentes musicais: a organização melódica, a organização temporal e o reconhecimento ou memória, permitindo a avaliação funcional de cada um dos componentes musicais.

Todos os seis testes usam o mesmo grupo de 30 frases musicais que foram compostas de acordo com as regras do *Western Tonal System*. As seleções duram de 3,8 a 6,4 segundos, exceto no teste de acentuação periódica - *Metric Test*, no qual o estímulo dura o dobro. Ao longo de cada um dos testes são realizadas determinadas manipulações nessas frases musicais procurando analisar a modificação em estudo.

A organização melódica (variações do *pitch*) inclui os testes de avaliação da tonalidade - *scale alternate*, alteração da linha melódica - *contour alternate* e modificação do intervalo - *intervale alternate*.

O teste de tonalidade avalia a capacidade de reconhecimento de uma modificação do *pitch*, para que fique fora de escala, ao mesmo tempo em que se mantém a tonalidade da melodia original.

O teste de alteração da linha melódica é criado pela modificação de um *pitch* crítico, de forma a mudar a direção do *pitch* geral da melodia.

O teste de modificação de intervalo consiste na modificação da distância entre dois semitons adjacentes.

DISCUSSÃO

A organização temporal envolve os testes de modificação do ritmo - *rhythm alternate* - e de acentuação periódica no tempo - *metric test*.

O teste de modificação de ritmo foi criado pela modificação da duração de uma determinada figura dentro da frase musical.

O teste de avaliação da acentuação periódica ou compasso procura avaliar a capacidade de reconhecimento de um determinado compasso, neste estudo particular, binário ou ternário. Para os testes de acentuação periódica, são utilizadas seqüências de duas frases musicais.

Procura-se, desta forma, criar diferentes padrões de comparação e distinção dentro dos critérios de avaliação propostos pelos diferentes testes.

Relativamente à avaliação da memória, foram consideradas duas partes. Uma para avaliação da memória recente, tal como o proposto na MBEA, com o reconhecimento de músicas apresentadas ao longo do restante teste, e a outra para avaliação de memória antiga, com utilização de músicas conhecidas do público em geral, como o “Parabéns a você”, compostas e gravadas por um dos autores, seguindo as mesmas regras de composição utilizadas no MBEA.

Dada a extensão dos testes propostos pelo MBEA, foram selecionadas para este protocolo as 10 primeiras frases musicais criadas pelo MBEA em cada um dos testes. Manteve-se o mesmo modelo de resposta usado na bateria de estudo original.

RESULTADOS

Foi criado um protocolo adaptado a partir do MBEA, procurando ajustá-lo à prática clínica, mas sem alterar os padrões pelos quais foi validado.

O protocolo adaptado criado é apresentado nas Figuras 1, 2, 3 e 4.

Os humanos parecem nascer seres musicais. Mesmo antes de 1 ano de idade, as crianças apresentam capacidades de percepção musical evoluídas, em tudo semelhantes às dos adultos. Em particular, as crianças mostram capacidades aumentadas para o processamento das alterações de *pitch* e para ritmos regulares. Esta preferência inicial para codificação ao longo de escalas musicais e para atribuir um pulso regular aos eventos são essenciais para a organização hierárquica da música. Este tipo de organização vai facilitar o processamento musical pela criação de expectativa e sentimentos de surpresa ou satisfação⁹.

Contudo, alguns indivíduos parecem carecer dessa predisposição para a música. Quatro a cinco por cento da população apresenta de forma congênita uma inabilidade musical, não sendo essa ausência de capacidades musicais explicada por qualquer déficit de inteligência ou falta de exposição ambiental^{9,10}.

Da mesma forma, múltiplas alterações nas capacidades musicais ocorrem após uma lesão cerebral. O contrário também é verdade. Lesões cerebrais precoces ou até lesões cerebrais vastas podem, por vezes, poupar as habilidades musicais em doentes que sofrem perdas cognitivas importantes. Outro aspecto interessante é o fato de uma lesão cerebral poder afetar de uma forma altamente seletiva as capacidades musicais, enquanto o resto do sistema cognitivo, incluindo a linguagem, permanece intacto. E, mais do que isso, nem todas as capacidades musicais podem ser afetadas igualmente. É conhecido que uma lesão do hemisfério esquerdo pode poupar a capacidade de representação melódica em termos de contorno, mas interfere com alterações do ritmo, por uma mudança do intervalo, enquanto uma lesão do hemisfério direito interfere com ambas as funções. Outro exemplo interessante é

Protocolo de Avaliação de Alterações do Processamento e Memória Musical

Testes de avaliação

Teste 1
Alteração da Tonalidade

Ex: 1-
J=180 J=60 J=180

Ex: 2-
J=180 J=60 J=180

1-
J=120 J=60 J=120

2-
J=120 J=60 J=120

3-
J=100 J=60 J=100

4-
J=150 J=60 J=150

Teste 2
Avaliação da Alteração da Linha Melódica

Ex: 1-
J=120 J=60 J=120

Ex: 2-
J=150 J=60 J=150

1-
J=120 J=60 J=120

2-
J=100 J=60 J=100

3-
J=150 J=60 J=150

4-
J=150 J=60 J=150

5-
J=180 J=60 J=180

Teste 6.1
Avaliação da Memória Recente

Teste 6.2
Avaliação da Memória Tardia

Parabéns

Atirei o pau no gato

Hino Nacional

Indo eu

Doidas andam as galinhas

Figura 1. Exemplo do protocolo utilizado na avaliação do processamento da música - parte do teste 1, 2 e 6.

Instruções para a realização dos testes

Testes 1-4

São apresentadas 10 conjuntos de frases musicais. Em cada conjunto serão apresentadas 2 melodias que poderão ser iguais ou diferentes entre si.

Ouvirá um sinal de alerta, seguido pelas duas melodias sucessivas que devem ser comparadas.

Deve decidir se essas duas melodias soam iguais ou diferentes. Se julgar que essas duas melodias são idênticas, escreva um X na coluna do "Igual". No caso de julgar que elas sejam diferentes, escreva um X na coluna do "Diferente".

O teste começa com dois exemplos.

Teste 5

Vai ouvir uma série de 10 melodias, apresentadas uma de cada vez, que correspondem a uma valsa ou uma marcha. Após cada melodia, deve decidir se é uma valsa ou uma marcha. Deve marcar com X na coluna da marcha ou da valsa, de acordo com aquilo que decidir.

A fim de facilitar esta decisão, pode ajudar se imaginar que essa melodia serve para dançar uma valsa ou se serve para uma marcha militar. Um ritmo marcha é em dois com uma batida forte seguida de um tempo fraco (1-2-1-2-1-2), enquanto que um ritmo de valsa é em três, onde uma batida forte é seguido por duas batidas mais fracas (1-2-3-1-2-3-1-2-3).

São dados 4 exemplos antes do teste.

Teste 6.1

Neste teste serão apresentadas 10 melodias. Algumas delas já foram apresentadas nos testes anteriores. Outras, porém, são completamente novas. Após cada melodia, deve decidir se lhe dá a sensação de a ter ouvido antes nos testes anteriores ou não. Por favor, escreva um X na coluna do "SIM" quando tem a sensação de que já ouviu a melodia ou escreva um X no "NÃO" quando acha que não ouvi a melodia.

Antes do teste são apresentados 2 exemplos.

Teste 6.2

Neste teste final são apresentadas algumas músicas portuguesas. Por favor, escreva um X na coluna do "SIM" quando conhece a música apresentada ou escreva um X no "NÃO" quando acha que não conhece a melodia.

Figura 2. Instruções prestadas para a realização dos testes.

Identificação

Data: _____

Nome: _____

Apelido: _____

Data de Nascimento: _____

Escolaridade: _____

Profissão: _____

Formação Musical: _____

Não: _____

Sim: _____

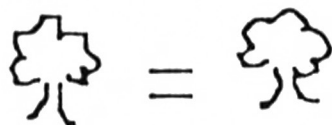
Número de anos de formação: _____

Esquerdino: _____ Dextro: _____

Língua Nativa: _____

Figura 3. Folha de identificação do sujeito avaliado.

Teste 2

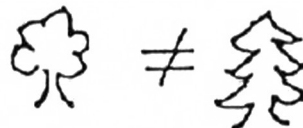


Igual

Exemplo 1: _____
Exemplo 2: _____

Igual

- 1: _____
- 2: _____
- 3: _____
- 4: _____
- 5: _____
- 6: _____
- 7: _____
- 8: _____
- 9: _____
- 10: _____



Diferente

Diferente

- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____

Figura 4. Exemplo da folha de respostas - teste 1.

a demência. É claramente conhecido que os doentes com demência mantêm um nível de conhecimentos musicais e prazer com atividades musicais que não podem ser comparados com outras atividades, mesmo nos estádios mais avançados da doença. Finalmente, cerca de 10% da população geral apresenta limitações na aprendizagem em domínios particulares, como na leitura e na linguagem, de que é exemplo a dislexia. É de todo o interesse saber se essas limitações se estendem ao domínio musical. É já conhecido, no entanto, que aqueles com amusia congênita mostram desempenho comprometido na identificação, discriminação e imitação de frases com diferenças de entonação, particularmente nas palavras finais. Isto sugere que a amusia pode prejudicar de forma sutil o processamento da linguagem^{8,11-14}.

Para documentar essas alterações, é necessária a utilização de testes comportamentais.

Até ao momento, a melhor ferramenta de avaliação disponível é a *Montreal Battery of Evaluation of Amusia* (MBEA). Ao longo da última década, esta bateria foi desenvolvida e validada em populações com queixas de processamento auditivo, bem como populações com lesões cerebrais de várias etiologias.

A sua criação é baseada num modelo de percepção e memória musical. Neste modelo, procura-se analisar a dimensão melódica (definida por variações sequenciais

do *pitch*), a dimensão temporal (definida por variações sequenciais na duração) e, por fim, tentar mapear dentro das representações anteriores se existe alguma correspondência, procurando avaliar a memória musical.

Um aspecto fundamental a ter em conta é que o *input* auditivo recebido ativará quer o componente musical quer o sistema de processamento da linguagem, associado a uma representação lexical. O componente musical, sobre o qual nos versamos neste trabalho, será depois analisado sobre o seu componente melódico, procurando dar resposta à pergunta “o quê?”, e sobre o seu componente temporal, procurando dar resposta à pergunta “quando?”¹⁵.

Diferentes áreas corticais estão envolvidas na análise dos componentes melódicos e temporais.

Estudos sugerem que a análise do *pitch* é controlada primariamente pela região temporal direita. O córtex auditivo secundário direito processa as mudanças de *pitch* e manipulação fina do tom. Esta região distingue *pitch* múltiplos que caracterizam a melodia em termos de contorno (direção do *pitch*) e intervalo (relação das frequências entre notas sucessivas). O giro temporal superior direito recruta e avalia a informação do contorno, enquanto ambas as regiões temporais direita e esquerda recrutam e avaliam a informação temporal. Além disso, o córtex auditivo primário é também envolvido no processamento da informação do *pitch*.

No que concerne aos componentes temporais, estes são analisados de duas formas: por meio de segmentos das sequências contínuas de música, em eventos temporais com base na duração, e por meio do agrupamento de eventos temporais que permitem entender o ritmo subjacente à música. Os estudos sobre a discriminação rítmica revelam que o córtex auditivo temporal direito é responsável pela segmentação temporal e o córtex auditivo temporal esquerdo é responsável pelo agrupamento temporal. Outros estudos sugerem a participação de áreas do córtex motor nesta análise. Assim, a falta de envolvimento e conexão entre os córtices temporais bilaterais e os centros motores pode contribuir tanto para a amusia congênita como para a adquirida^{13,16,17}.

E, por fim, resta-nos a avaliação da memória. A memória é necessária para processar e integrar ambos os aspectos melódicos e rítmicos da música. Os estudos sugerem que há uma interligação entre o giro temporal direito e áreas corticais frontais para a memória de trabalho na apreciação musical. Esta ligação entre as regiões temporal e frontal do cérebro é extremamente importante, uma vez que estas regiões desempenham papéis críticos no processamento da música. Mudanças nas áreas temporais são provavelmente associadas a déficits na percepção do *pitch* e outras características musicais, enquanto que as mudanças nas áreas frontais são potencialmente relacionadas a falhas em aspectos do processamento cognitivo, como a memória. A memória é também uma preocupação com a representação interna e reconhecimento de músicas, que ajudam a identificar músicas conhecidas e conferir a habilidade de cantar essas mesmas músicas. A ativação da região temporal superior, região temporal inferior esquerda e região frontal é responsável pelo reconhecimento de músicas conhecidas^{9,18,19}.

A avaliação com MBEA é realizada numa única sessão, com a duração de aproximadamente 1h e meia, se realizado sem intervalos para descanso. A ordem de apresentação é fixa, iniciando-se com os testes de escala ou tonalidade, contorno ou alteração da linha melódica, intervalos, seguidos pelos testes rítmicos, métricos ou de compasso e de memória. Um indivíduo é considerado amusico se obtiver dois desvios-padrões abaixo da média obtida pelos controles musicocompetentes⁸.

Embora se tratem de testes padronizados e validados, cumprindo, sem dúvida, o papel para que foram criados, a sua aplicabilidade na prática clínica diária é mais difícil. Procuramos, para esse fim, testes de fácil compreensão, de sensibilidade e especificidade elevadas, mas que sejam exequíveis dentro dos limites impostos em termos de tempo de execução e interpretação.

Relativamente às afecções versadas, já não existem dúvidas da aplicabilidade da MBEA nos doentes com alterações neurológicas, bem como nos doentes com amusia congênita. Está, no entanto, por definir o papel

desta avaliação no canto, naqueles casos que apresentam uma incapacidade ou mau desempenho no canto, embora com boa capacidade de análise musical, bem como no campo das alterações específicas da aprendizagem.

A identificação dos indivíduos com amusia assume um interesse particular, uma vez que, mesmo nos indivíduos com amusia congênita ou nos seus descendentes, uma maior exposição ambiental poderá atenuar muitas das incapacidades musicais. Poderemos, assim, identificar e propor um esquema de treino que possa reduzir as dificuldades apresentadas⁸.

Consideramos, por isso, que com a aplicação destes testes, ainda que de uma forma adaptada, poderemos contribuir para a avaliação destes aspectos. Neste âmbito, estão também em processo de desenvolvimento no serviço questionários de avaliação das capacidades de reconhecimento e percepção musical.

CONCLUSÕES

O estudo da amusia consiste na avaliação das alterações da percepção musical. Esta análise possibilita-nos o estudo de diversas lesões cerebrais, bem como a avaliação de alterações a nível do canto. Permite-nos analisar, paralelamente, as vias auditivas centrais, comuns às vias de percepção da música em muitos aspectos.

REFERÊNCIAS

1. Bouillaud P. Sur la faculté du langage articulé. Bull Acad Natl Med. 1865;30:752-68.
2. Kalmus H, Fry DB. On tune deafness (dysmelodia): frequency, development, genetics and musical background. Ann Hum Genet. 1980;43(4):369-82.
3. Peretz I. Musical Disorders: From behavior to genes. Curr Dir Psychol Sci. 2008;17(5):329-33.
4. Hyde KL, Peretz I. Brain that are out of tune but in time. Psychol Sci. 2004;15(5):356-60.
5. Dorgueille C. Introduction à l'étude des amusies [Unpublished doctoral dissertation]. Paris: Université de la Sorbonne; 1966.
6. Maess B, Koelsch S, Gunter TC, Friederici AD. Musical syntax is processed in Broca's area: an MEG study. Nat Neurosci. 2001;4(5):540-5.
7. http://amusia-brain.blogspot.pt/2008/02/definition_25.html; Hutchings, Tiffany, Seth Hayden, Mandy Politziner, and Erina Kainuma. "Amusia." Web log post. Amusia: Definition, Welcome to Amusia..., Congenital and Acquired Amusia, Neural Overview. 25 Feb. 2008. Web. 10 Oct. 2009 (acessado em 20 de Dezembro de 2011).
8. Peretz I, Champod AS, Hyde K. Varieties of musical disorders. The Montreal Battery of Evaluation of Amusia. Ann N Y Acad Sci. 2003;999:58-75.
9. Hyde KL, Peretz I. Brains that are out of tune but in time. Psych Sci. 2004;15(5):356-60.
10. Ayotte J, Peretz I, Hyde K. Congenital amusia: a group study of adults afflicted with a music-specific disorder. Brain. 2002;125(Pt2):238-51.
11. Peretz I. Processing of local and global musical information in unilateral brain-damage patients. Brain. 1990;113(Pt4):1185-205.
12. Liégeois-Chauvel C, Peretz I, Babai M, Laguitton V, Chauvel P. Contribution of different cortical areas in the temporal lobes to music processing. Brain. 1998;121(Pt10):1853-67.
13. Ayotte J, Peretz I, Rousseau I, Bard C, Bojanowski M. Patterns of music agnosia associated with middle cerebral artery infarcts. Brain. 2000;123(Pt 9):1926-38.

-
14. Liu F, Patel AD, Fourcin A, Stewart L. Intonation processing in congenital amusia: discrimination, identification and imitation. *Brain*. 2010;133(6):1682-93.
 15. Peretz I. Auditory agnosia: a functional analysis. In: McAdams S, Bigand E, eds. *Thinking in Sound. The Cognitive Psychology of Human Audition*. New York: Oxford University Press; 1993. p.199-230.
 16. Sarkamo T, Tervaniemi M, Soynila S, Autti T, Silvennoinen HM, Laine M, et al. Cognitive deficits associated with acquired amusia after stroke: a neuropsychological follow-up study. *Neuropsychologia*. 2009;47(12):2642-51.
 17. Zatorre RJ, Berlin P. Spectral and temporal processing in human auditory cortex. *Cereb Cortex*. 2001;11(10):946-53.
 18. Tramo MJ, Shah GD, Braidia LD. Functional role of auditory cortex in frequency processing and pitch perception. *J Neurophysiol*. 2002;87(1):122-39.
 19. Di Pietro M, Laganaro M, Leemann B, Schnider A. Receptive amusia: temporal auditory processing deficit in a professional musician following a left temporo-parietal lesion. *Neuropsychologia*. 2004;42(7):868-977.