

Artigos originais

Avaliação dos níveis de pressão sonora emitidos pelo aparelho de ressonância magnética

Study about the consequences of different sound pressure levels emitted by Magnetic Resonance Imaging equipment

Eduardo Murad Villoria⁽¹⁾
Luciano Andrei Francio⁽¹⁾
Liliane Ribeiro Rocha⁽¹⁾
Dâmares Costa⁽¹⁾
Laíze Rosa Pires⁽¹⁾
Paulo Isaias Seraidarian⁽¹⁾
Flávio Ricardo Manzi⁽¹⁾

⁽¹⁾ Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – PUC-Minas, Belo Horizonte, MG, Brasil.

Fonte de Auxílio: PUC-Minas

Conflito de interesses: inexistente

Recebido em: 25/05/2015
Aceito em: 12/10/2015

Endereço para correspondência:
Flávio Ricardo Manzi
Av. Dom José Gaspar, Prédio 45 –
Coração Eucarístico
Belo Horizonte – MG – Brasil
CEP: 30535-901
E-mail: manzi@pucminas.br

RESUMO

Objetivo: mensurar o nível de pressão sonora emitido pelo aparelho de ressonância magnética em funcionamento e verificar as sensações auditivas descritas pelos indivíduos submetidos a este exame após a realização do mesmo.

Métodos: foi realizada a mensuração do ruído produzido, durante a aquisição das imagens, por meio de um medidor de nível de pressão sonora (decibelímetro) e a aplicação de um questionário com a finalidade de verificar as sensações auditivas apresentadas por estes indivíduos após a realização do exame. Tal procedimento foi aplicado a 60 indivíduos submetidos ao exame de ressonância magnética do crânio.

Resultados: o nível de pressão sonora média apresentada durante a realização do exame foi inferior ao nível de intensidade considerado como risco para lesões auditivas. No entanto, sensações como zumbido, ansiedade, plenitude auricular e alívio após o término do exame foram citados pelos indivíduos após a execução do mesmo.

Conclusão: é pertinente o uso de protetores auriculares como medida preventiva para o controle do nível de ruído que atinge a cóclea do indivíduo, minimizando desta forma os efeitos físicos e psicossociais decorrentes da exposição ao ruído.

Descritores: Ruído; Espectroscopia de Ressonância Magnética; Equipamentos de Proteção; Perda Auditiva; Audição

ABSTRACT

Purpose: to measure the sound pressure level emitted by the magnetic resonance equipment when working and check the hearing sensations described by individuals submitted to this exam after it has been carried out.

Methods: the measurement of noise was conducted during image formation in this exam, by means of an environmental noise sound pressure level meter and the application of a questionnaire for the purpose of checking the hearing sensations presented by those individuals after the exam has been carried out. This procedure was applied to sixty individuals submitted to a magnetic resonance exam of the cranium.

Results: it was found that the mean sound pressure level presented while the exam was carried out was lower than the level of intensity considered being a risk for hearing lesions. However sensations like buzzing, anxiety, full hearing and relief after the end of the exam were mentioned by the individuals after it had been carried out.

Conclusion: the use of ear protectors is pertinent as a preventive measure for controlling the level of noise that affects the individual's cochlea, thus minimizing the physical and psycho-social effects resulting from exposure to the noise.

Keywords: Noise; Magnetic Resonance Spectroscopy; Protective Devices; Hearing Loss; Hearing

INTRODUÇÃO

O exame por ressonância magnética pode causar vários efeitos biológicos quando o paciente submetido à sua execução for exposto a níveis de pressão sonora elevados. Vários indivíduos relataram sentir dores de cabeça, dor no peito, fadiga, vertigens, perda de apetite, insônia e prurido. Estes efeitos podem ser justificados pelo ruído acústico produzido durante as imagens de ressonância magnética¹.

A ressonância magnética é um exame imaginológico que utiliza campo eletromagnético na formação de imagem, emitindo radiação não ionizante^{2,3}. Os sinais captados são transformados em valores numéricos e reconstituídos por computadores em imagens segmentares axiais, acrescidas de cortes coronais, sagitais e oblíquos².

Os equipamentos de ressonância magnética compreendem um sistema de magnetos (ímãs), bobinas (antenas emisoras e receptores de radiofrequência) e um conjunto de computadores. O exame é inofensivo e indolor. Para a formação de imagens o paciente se instala no interior de um grande magneto que gerará o campo magnético principal. Outros magnetos suplementares são utilizados para gerar campos magnéticos secundários que irão orientar a localização e espessura do segmento a ser pesquisado. O sistema de bobinas emite ondas de radiofrequência (Mega-Hertz ou MHz) que excitarão os prótons de hidrogênio teciduais do segmento e, quando cessado o estímulo, são liberadas ondas de radiofrequência, que serão captadas por receptores e processadas pelo computador, formando assim a imagem^{2,4,5}.

Existem dois tipos de imagens processadas durante o exame. Ambas são denominadas imagens ponderadas. A primeira é T1, chamada de tempo de relaxamento spin-rede, que é mais utilizada para a avaliação das estruturas normais. A segunda é T2, ou relaxamento spin-spin, utilizada para a avaliação de condições patológicas como inflamação, cistos ou neoplasias⁶. Durante a formação das imagens ponderadas há geração de ruído, e este apresenta variação no nível de pressão sonora no decorrer da realização do exame².

O ruído pode ser classificado de acordo com o nível de pressão sonora (NPS) apresentado, sendo o Decibel (dB) a unidade logarítmica normalmente utilizada. O NPS é caracterizado por meio de níveis subjetivos. Desta forma, ruídos compreendidos na faixa de intensidade de 0 a 19 dB NPS configuram o nível muito silencioso. De 20 a 39 dB NPS de intensidade

classifica-se o nível silencioso. O nível tranquilo compreende uma faixa de intensidade entre 40 e 59 dB NPS. O ruído classificado como nível moderado encontra-se com NPS variando de 60 a 79 dB. O nível subjetivo de ruído classificado como barulhento varia de 80 a 99 dB NPS. A classificação de nível muito barulhento encontra-se entre 100 e 129 dB NPS. O limiar de desconforto auditivo localiza-se neste nível, aproximadamente, a partir de 120 dB NPS de intensidade. O último nível é classificado como estrondoso e engloba níveis de intensidade variando de 130 a 150 dB NPS. Nele encontra-se o limiar da dor auditiva. Ruídos nestas intensidades são considerados insuportáveis, podendo por meio de uma simples exposição causar uma perda auditiva (PA) irreversível^{7,8}.

Porém, os efeitos nocivos do ruído sonoro exagerado não estão limitados apenas ao órgão auditivo, podendo acarretar alterações na homeostasia orgânica, atuando através do sistema nervoso autônomo com consequências para órgãos e sistemas controlados pelo sistema nervoso central, como o cardiovascular e o endócrino⁹. Segundo alguns autores, curtos períodos de exposição a níveis de pressão sonora entre 90 e 100 dB, em pacientes normotensos e hipertensos, ocasiona o aumento da pressão sanguínea, em média, 3,3% a 7%¹⁰. Na audição, o ruído pode causar uma diminuição dos limiares nas frequências altas e uma distorção dos sinais acústicos da fala, podendo lesar uma grande extensão das vias auditivas, desde a membrana timpânica até regiões do sistema nervoso central. No órgão de Corti ocorrem as principais alterações responsáveis pela perda auditiva induzida pelo ruído, pois suas células ciliadas externas são extremamente sensíveis a elevadas e prolongadas pressões sonoras, com conseqüente redução enzimática e energética, assim como diminuição de oxigênio e nutrientes. Com a morte celular o espaço é preenchido por formações cicatriciais, provocando o déficit permanente da capacidade auditiva^{11,12}.

Diante das comprovadas alterações orgânicas do ruído sobre o organismo do indivíduo, a realização desse trabalho teve como objetivo mensurar o nível de pressão sonora emitido pelo aparelho de ressonância magnética para exame do crânio e verificar as sensações auditivas descritas pelos pacientes após realização do exame, uma vez que não é comum a proteção auricular nos Centros de Diagnóstico por Imagem.

MÉTODOS

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (CEP: 142). O presente estudo foi realizado com 60 indivíduos (30 mulheres e 30 homens), com faixa etária compreendida entre 32 a 65 anos, submetidos à realização do exame de ressonância magnética do crânio no Centro de Diagnóstico por Imagem do Hospital Madre Teresa.

O equipamento utilizado para avaliar o nível de pressão sonora foi o decibelímetro digital da marca ICEL Manaus modelo DL-4050. O aparelho de ressonância magnética em que foram realizados os exames do crânio foi da marca Siemens modelo Magnéon Vision Plus, que opera com 1,5 tesla. Para complementação dos dados foi utilizado um questionário para obtenção de informações sobre a audição dos pacientes antes e após a realização do exame.

A mensuração do nível de pressão sonora (NPS) do ruído foi realizada com o decibelímetro posicionado a 60 cm de distância do equipamento de ressonância magnética.

A pesquisa foi realizada com o decibelímetro posicionado com a chave seletora de decibel na posição "C". Esta posição permite uma curva de resposta plana, sendo indicada para a mensuração de ruído gerado por um determinado equipamento ou máquina. A escala de intensidade utilizada foi a escala "Hi" compreendendo a faixa de 65 a 130 dB com a chave do tempo de resposta selecionada na opção FAST "F". Esta opção permite um tempo de resposta de 200ms, simulando o tempo de resposta do ouvido humano.

Para cada exame de ressonância magnética do crânio realizado foram mensuradas 20 intensidades em NPS, divididas em quatro momentos do exame. O primeiro momento representa o estágio do exame

em que não há produção de imagem. O segundo momento representa o estágio em que há produção de imagens ponderadas T2. O terceiro momento representa o estágio do exame em que ocorre a calibração do aparelho. O quarto momento representa o estágio do exame que há produção de imagens ponderadas T1. Para cada momento foram registrados 05 NPS. Cada exame apresentou uma duração média de trinta e dois minutos.

Para a análise dos resultados, obteve-se a média de cada momento mensurado, gerando posteriormente a obtenção da média geral do exame. Este procedimento foi realizado para cada um dos quatro momentos, obtendo-se como resultado final quatro valores globais (VG sem imagem, VG T2, VG calibração, VG T1). Os valores globais foram submetidos à uma média, alcançando-se o resultado final em NPS. Os resultados foram tabulados e foram submetidos ao teste estatístico ANOVA com nível de significância de 5%. A aplicação do questionário ao paciente sucedeu a realização do exame. Os resultados foram obtidos por meio de uma análise percentual.

RESULTADOS

A Tabela 1 representa os valores globais em NPS, obtidos em cada momento. Convém ressaltar que os valores obtidos pelo momento sem imagem, encontram-se de maneira constante na realização do exame. O menor valor global em NPS está representado pelo momento sem imagem (63.27 dB NPS) e o maior valor em NPS é representado pelo momento de calibração (77.13 dB NPS). Foi verificado, ainda, que o momento sem imagem apresentou diferença estatisticamente significativa menor ($p < 0.05$), quando comparado com os demais momentos. Sendo que os demais momentos não se diferiram entre si ($p > 0.05$) (Tabela 1).

Tabela 1. Médias dos valores globais (Nível de Pressão Sonora), menor valor absoluto e maior valor absoluto nos quatro momentos do exame por ressonância magnética de crânio, expressas em Decibéis - Nível de Pressão Sonora

Momentos	Valor Global (db NPS)	Menor Valor Absoluto	Maior Valor Absoluto
Sem imagem	63.27 *	57.6	70.9
T2	76.13	53.6	91.7
Calibração	77.13	64.4	83.9
T1	75.13	59.9	82.4

Decibel (dB), Nível de Pressão Sonora (NPS)

* Estatisticamente significativa pelo teste ANOVA ($p < 0,05$)

Em relação ao questionário aplicado foi verificado que todos os indivíduos analisados (100%) não relataram nenhuma alteração auditiva antes do exame. A maioria dos pacientes (52 pacientes - 86,7%) relatou sensação de plenitude auricular, seguido do alívio do sintoma após o término do exame. Quarenta e oito indivíduos (80%) relataram sentir ansiedade durante a realização do exame e, vinte e oito indivíduos (46,7%) relataram presença de zumbido durante o exame.

DISCUSSÃO

Considerando que o ruído é uma mistura de sons não harmônicos, que pode causar, além de uma sensação desagradável, danos à saúde do indivíduo, especialmente ao aparelho auditivo, tornou-se grande a preocupação com relação às exposições a NPS elevados, principalmente as ocupacionais^{7,8,13}. Contudo, apesar dos avanços no conhecimento sobre os efeitos nocivos do ruído, de ser o agente comumente encontrado no ambiente de trabalho e, atualmente, estar presente no meio ambiente das grandes cidades, os investimentos no seu controle ainda são escassos e localizados^{7,14-16}.

Sabe-se que os efeitos do ruído não guardam relação apenas com suas características físicas e o tempo de exposição. Outras alterações físicas como fadiga, interferência na comunicação, zumbido, nervosismo ou irritação, déficit de atenção, dores de cabeça e alterações no sistema cardiovascular podem ser apresentadas, levando-se em consideração fatores individuais (susceptibilidade individual ao ruído, fatores psicológicos, ressonância do conduto auditivo externo e estado de saúde geral) e fatores externos (vibração, temperatura ambiental, exposição a produtos químicos e drogas medicinais)^{13,17-19}.

Dentre as alterações citadas anteriormente destaca-se o zumbido como um dos sinais indicativos de que o indivíduo foi exposto a um estímulo sonoro demasiadamente forte. Em alguns casos pode apresentar-se como sintoma de uma perda auditiva passageira^{13,17,18}. Neste trabalho foi constatado 46,7% desta sintomatologia, afirmando esta condição citada.

Desta forma, a exposição a ruídos não ocupacionais vem se tornando objeto de pesquisa, uma vez que a elevação de seus níveis sonoros tem sido considerável nos últimos anos^{7,20}. Assim este estudo busca aumentar o interesse quanto à necessidade de ações preventivas em relação ao ruído não ocupacional, neste caso o ruído apresentado pelo aparelho de ressonância magnética durante a realização do exame.

A norma NR-15 da portaria 3.214/78 da legislação brasileira define os limites de exposições máximas diárias para determinados níveis sonoros. Para 8 horas de exposição o nível sonoro permitido é de 85 dB, 4 horas de exposição (90 dB), 2 horas de exposição (95 dB), 1 hora de exposição (100 dB), ½ hora de exposição (105 dB), ¼ hora de exposição (110 dB). Esta determinação é utilizada para controles de ruídos ocupacionais^{7,17,20}.

A comparação do resultado final deste trabalho (72.91 dB NPS), encontrado na mensuração apresentada durante o exame de ressonância magnética do crânio, com a classificação de nível subjetivo do ruído pelos valores médios de intensidade em dB, classifica o ruído presente durante a realização do exame em nível moderado. Esta mesma classificação foi encontrada quando se considera o NPS expresso pelo valor global de cada momento apresentado pela Tabela 1.

Os menores e maiores valores absolutos encontrados para o momento sem imagem (57.2 dB a 70.9 dB) pode ser classificado como ruído em nível moderado; o momento T2 apresentou pico de ruído cujo nível foi classificado como barulhento (91.7 dB NPS), ultrapassando a zona de perigo para a nocividade auditiva; o momento de calibração apresentou alternância de níveis variando do nível moderado (64.4 dB NPS) para o nível barulhento (83.9 dB NPS). Já o momento T1 teve presença de menor valor absoluto classificando o nível subjetivo do ruído como tranquilo (59.9 dB NPS), variando com o maior valor absoluto para o nível barulhento (82.4 dB NPS).

Considerando o resultado final encontrado (72.91 dB NPS), o ruído mensurado apresentou risco mínimo para as alterações auditivas induzidas por níveis de pressão sonora elevados, pois este apresentou-se abaixo, tanto pelo valor considerado risco (85 dB NPS) quanto pelo tempo de exposição para lesões auditivas. Contudo, apesar do baixo risco para lesões auditivas irreversíveis, o controle da exposição ao ruído requer o uso de protetor auricular com restrição de escolha, uma vez que este protetor não pode apresentar nenhum metal férreo induzido na sua composição^{15,21-23}.

Quanto às alterações relatadas pelos pacientes submetidos ao exame de ressonância magnética do crânio, por meio do questionário fornecido após a realização do exame, foi constatado que o ruído gerado pelo aparelho de ressonância magnética pode provocar alterações auditivas, e/ou psicossociais passageiras. Entretanto, deve-se considerar que

qualquer procedimento invasivo ou não em que o paciente deva ficar imóvel, deitado sobre uma maca que desliza para dentro de uma câmara (magneto) onde haverá emissão de sons em diferentes intensidades com duração média de 32 minutos, gera desconforto e ansiedade ao paciente, independente do tempo de duração do exame e da intensidade do ruído.

Embora a principal intervenção na prevenção das alterações auditivas, físicas e/ou psicossociais provocadas pelo ruído deva ser primária, ou seja, atuar na supressão do agente responsável, pode ser utilizado, como estratégia específica, o protetor auricular para o controle do ruído, visto que sua função engloba a redução dos NPS que chegam à cóclea do indivíduo^{14,20-22}.

O mecanismo de atenuação do ruído pelo uso do protetor auricular funciona como uma barreira que reduz as ondas sonoras que chegam por via aérea à membrana timpânica²⁰⁻²². Esta atenuação exerce uma média de 31.3 dB NPS. Convém ressaltar que em condições de uso ideal, o protetor auricular que atua pela via aérea não atenua mais do que 40 a 50 dB nas frequências mais agudas²³. Contudo, este desempenho dependerá do envolvimento das características físicas do protetor e sua relação com o ouvido, assim como das limitações anatômicas e fisiológicas do usuário²¹⁻²³.

Sendo assim, compreende-se que os protetores auriculares mais indicados para o uso durante a realização do exame de ressonância magnética são os modelos plug pré-moldado e plug moldável. O protetor auricular do tipo plug pré-moldado encontra-se disponível em tamanhos padrões se adaptando ao meato acústico de diversas pessoas. É confeccionado em material flexível como o vinil e o silicone. O modelo plug moldável se adapta ao conduto do indivíduo mediante seu uso, ele é modelado pelo usuário diretamente no meato acústico. Este modelo pode ser confeccionado nos seguintes materiais: algodão, silicone ou espuma. É imprescindível que os protetores auriculares utilizados durante a realização do exame de ressonância magnética do crânio não contenham nenhum instrumento de metal, pois este material exerce atração pelo campo magnético gerado durante o exame, causando interferência na realização do mesmo^{15,24}.

Aplicando o valor médio de atenuação oferecido pelos protetores auriculares, verifica-se que a intensidade do ruído em NPS reduziria para 41.61 dB NPS o resultado final de 72.91 dB NPS, diante do uso deste equipamento durante a realização do exame.

Desta forma, o nível subjetivo do ruído segundo os valores médios de intensidade transpassaria do nível moderado para o nível tranquilo. Sendo assim os sintomas auditivos relatados pelos pacientes perante a aplicação do questionário seriam minimizados, já que o NPS em dB de intensidade decairia com o uso do protetor auricular.

CONCLUSÃO

Considerando os resultados obtidos neste estudo, mediante a mensuração do NPS emitido pelo aparelho que realiza o exame por ressonância magnética do crânio, e quanto aos sintomas relatados pelos pacientes submetidos a tal exame, julga-se pertinente o uso de protetores auriculares durante a realização do mesmo uma vez que este promoverá a diminuição do NPS que chegará a cóclea do paciente. Desta forma, tanto os sintomas auditivos quanto os sintomas físicos e psicossociais, decorrentes da exposição ao ruído, seriam eliminados e/ou minimizados acarretando melhora na qualidade propedêutica do exame, e proprioceptiva do paciente durante sua realização, visto que o resultado final encontrado não oferece risco de lesões irreversíveis ao aparelho auditivo.

REFERÊNCIAS

1. Lufkin RB. Manual de Ressonância Magnética. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1999.
2. Koch HA, Ribeiro ECO, Tonomura ET. Radiologia na formação do médico geral. In: Koch HA, Ribeiro ECO, Tonomura ET. Ressonância magnética. Rio de Janeiro: Revinter; 1997. p. 43-50.
3. Willian RS. Sistemas de imagens digitais com aplicabilidade na Odontologia [monografia]. Porto Alegre (RS): Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Odontologia, Curso de Especialização em Radiologia Odontológica e Imaginologia; 2011.
4. Mazzola AA. Ressonância Magnética: princípios de formação da imagem e aplicações em imagem funcional. Rev Bras Fis Med. 2003;3(1):117-29.
5. McMahan KL, Cowin G, Galloway G. Magnetic resonance imaging: the underlying principles. J Orthop Sports PhysTher. 2011;41(11):806-19.
6. Foltz WD, Jaffray DA. Principles of Magnetic Resonance Imaging. Radiat Res. 2012;177(4):331-48.
7. Russo PCI. Noções gerais de acústica e psicoacústica. In: Nudelmann AA, Costa AE,

- Seligman J, Ibañez NR, editores. PAIR: Perda auditiva induzida pelo ruído. Rio de Janeiro: Revinter; 2001. p. 134-40.
8. Russo PCI. Bases Físicas da Fonação. In: Russo PCI, editor. Acústica e psicoacústica aplicadas à fonoaudiologia. São Paulo: Lovise; 1999. p. 143-78.
 9. Almeida SIC. Efeitos lesivos do ruído e implicações legais. Acta Awwho. 1998; 12(3):121-7.
 10. Kwitko A, Pezzi RG, Silveira MS. Exposição a ruído ocupacional e pressão sangüínea. Rev Bras Otorrinolaringol. 1996;62(2):89-98.
 11. Oliveira JAA. Prevenção e proteção contra perda auditiva induzida por ruído. In: Nudelmann AA, Costa EA, Seligman J, Ibanes RN, organizadores. PAIR Perda Auditiva Induzida por Ruído. Rio de Janeiro: Revinter ;2001. p.17-44.
 12. Araujo SA. Perda auditiva induzida pelo ruído em trabalhadores de metalúrgica. Rev Bras Otorrinolaringol. 2002;68(1):47-52.
 13. Souza MA, Pennacchi SMPL, Silva BCP, Ferreira AJV. Prevalência do zumbido como sintoma da perda auditiva induzida por ruído ocupacional. Rev CEFAC. 2002; 4(3):195-8.
 14. Basso BV, Campos LA, Thiesen J. Estudo da alteração temporária do limiar auditivo em trabalhadores expostos ao ruído. Rev CEFAC. 2003;5(2):187-91.
 15. Manzoni TCRC. Saúde auditiva no trabalho: Um estudo sobre a perda auditiva ocupacional e sua prevenção. Rev CEFAC. 2000;2(2):7-14.
 16. Pires MGS, Rodrigues PH, Sampaio CCC, Rodrigues CG. Medida do nível de pressão sonora em um centro urbano. J Bras Fonoaudiol. 2002;3(13):263-6.
 17. Marchiori MLL, Melo JJ. Comparação das queixas auditivas com relação à exposição ao ruído em componentes de orquestra sinfônica. Pró-fono R Atual Cient. 2001;13(1):9-12.
 18. Nudelmann AA, Costa AE, Seligman J, Ibañez NR. PAIR- Perda auditiva induzida pelo ruído. 2 ed. Rio de Janeiro: Revinter; 2001.
 19. Dreossi FCR, Santos MMT. Investigação sobre o efeito do ruído na inteligibilidade de fala de crianças da quarta série do ensino fundamental. Rev Soc Bras Fonoaudiol. 2004;9(3):136-43.
 20. Vansin R, Ferreira AJ. Avaliação da alteração temporária do limiar auditivo em jovens frequentadores de casas noturnas. Rev CEFAC 2002;(4):219-22.
 21. Avagliano A, Almeida K. Estudo do desempenho de diferentes tipos de protetores auditivos. Rev CEFAC. 2001;3(1):77-87.
 22. Fantazzini ML. Controle de exposição ao ruído através do uso de protetores auriculares: verificação da proteção oferecida por meio de índice de proteção acústica. Rev Bras Saúde Ocup. 1989;(17):3-50.
 23. Ferreira PA, Peloggia SCC, Pirinoto FH, Bernardi APA. Influência da conservação do protetor auricular na prevenção da perda auditiva induzida por níveis de pressão sonora elevados. Rev CEFAC. 2003;5(4):353-9.
 24. Kwitko A, Pezzi RG, Moreira AFS. Ruído industrial: perda auditiva temporária e condutas para conservação da audição. Rev AMRIGS. 1992;36:135-47.