

Perda Auditiva Induzida por Ruído (PAIR). As Crianças Estão Expostas ao Risco?

*Sarah C. Hugh, Sharon L. Cushing,
Blake C. Papsin, Evan J. Propst and Tania Sih*

Introdução

A perda auditiva induzida por ruído (PAIR) tem sido uma constante preocupação no campo da Medicina Ocupacional e da segurança. Numerosos padrões internacionais foram criados para proteger do ruído os trabalhadores, no seu local de trabalho. Como contraste, existem poucas políticas para prevenção da PAIR secundariamente à exposição recreacional em especial nas populações que não são protegidas pelas legislações ocupacionais. Bebês e crianças fazem parte de um grupo da população particularmente susceptível ao ruído e da sequela provocada pela sua exposição, pelo fato que a exposição pode causar dano durante períodos da vida onde está ocorrendo o desenvolvimento máximo da fala, da linguística e neurocognitivo. Neste capítulo, iremos rever a fisiopatologia da PAIR e discutir os *guidelines* atuais para prevenção da exposição ao ruído, que coloca em risco bebês e crianças.

Fisiopatologia da PAIR

Para diagnosticar a PAIR, o médico deverá obter a história da exposição ao ruído e uma audiometria que mostra a clássica "gota ou entalhe" acústico, e um limiar aumentado em 4 kHz que está presente, independente da frequência da exposição. Para compreender a configuração clássica (entalhe acústico a 4 kHz) nós necessitamos compreender as propriedades físicas e de ressonância do conduto auditivo externo (CAE). O CAE pode ser descrito como um modelo de tubo que está aberto de um lado (meato) e fechado do outro (membrana timpânica). A frequência fundamental do CAE pode ser representada pela equação:

$$\text{Frequência fundamental (Hz)} = \frac{\text{velocidade do som (340m/seg)}}{4 * \text{comprimento do canal (m)}}$$

Para um CAE com um comprimento entre 2,0 a 2,5 cm, isto resulta em uma frequência fundamental de 3,4 a 4,3 kHz. Um ganho máximo nesta frequência leva à característica do entalhe acústico em 4 kHz¹. Esta teoria tem sido validada por experimentos que medem o ganho máximo do CAE do adulto, que ocorre em cerca de 4 kHz². Tanto os bebês quanto as crianças têm um CAE mais curto, levando à frequência de ressonância em aproximadamente 8 kHz¹. Isto poderia significar que a PAIR nas crianças menores poderia estar ocorrendo em 8 kHz, enquanto que, mesmo o mais cuidadoso dos médicos que poderia estar suspeitando e procurando evidência de perda auditiva estaria procurando na audiometria em 4 kHz! A

frequência de ressonância, na qual o efeito da PAIR irá ser identificado, atinge 4kHz somente perto dos 2 anos e meio, idade que o CAE aumenta de comprimento.^{1,2}

Tradicionalmente, a PAIR é dividida em duas entidades patológicas separadas: 1) Mudança temporária do limiar (*temporary threshold shift* - TTS) quando a perda auditiva ou o zumbido ocorre logo na sequência da exposição ao ruído e depois retorna ao estado de base, anterior e normal; 2) Desvio permanente do limiar (*permanent threshold shift* - PTS) quando a perda auditiva torna-se permanente. Em outras palavras, o prejuízo mecânico causado por uma agressão acústica que pode ser reparado através dos mecanismos celulares, resulta em TTS, enquanto a perda que não pode ser reparada, resulta em PTS. Entretanto, o TTS pode ter sido associado com com perda, em longo prazo, de células do gânglio espiral em modelos animais^{3,4}. Isto implica que o prejuízo permanente pode ocorrer na sequência de uma única exposição ao ruído, causando TTS e que a audiometria poderá não ser uma ferramenta sensível para detectar este tipo de prejuízo auditivo causado pelo ruído. Além disto, a exposição ao ruído em idade precoce mostrou acelerar a perda auditiva relacionada com a idade em modelos animais⁵. Estes estudos subestimam a importância da prevenção e da proteção contra o ruído entre bebês e crianças, pois é sugerido que o tempo acumulado de exposição ao ruído irá ter um impacto na idade na qual a perda iria normalmente aparecer.

Efeitos fisiológicos do ruído em bebês e crianças pequenas

Enquanto a principal função do sistema auditivo é a audição, de maneira mais ampla ela também afeta outros sistemas como os sensoriais e o autônomo. Até mesmo o ruído de fundo pode levar ao aumento da pressão arterial sanguínea, vasoconstrição e aumento da secreção de adrenalina⁶⁻⁸. De fato, o ruído de fundo durante o sono pode alterá-lo, suprimindo o movimento rápido do olho no sono (sono REM)⁹⁻¹⁰. Este pode afetar os bebês muito mais que aos adultos, uma vez que os bebês, diferente dos adultos, estão amadurecendo o cérebro e o sistema auditivo que são necessários para desenvolver a fala e a linguagem. A exposição ao ruído branco de intensidade moderada (70dB) demonstrou que leva à falha do desenvolvimento da organização tonotópica do córtex auditivo primário, em modelo animal com ratos.¹¹ Este fato sugere que a exposição ao ruído branco durante a infância poderá ter efeitos deletérios no desenvolvimento cerebral e auditivo.

Guidelines de exposição ao ruído para bebês e crianças pequenas

Há numerosos *guidelines* para a regulação da exposição ao ruído, para adultos. Na América do Norte, o *Canadian Centre for Occupational Health and Safety* (CCOHS) e o *American National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH) recomendam o limite de ruído no trabalho em 85dBA para um tempo de 8 horas com até 3dBA de variação^{12,13}. “Variação” significa que até 3dBA de aumento acima de 85dBA, é uma exposição aceitável. A exposição que exceder esta intensidade de ruído é considerada prejudicial e expõem ao risco para as pessoas desenvolverem a PAIR. Os limites de segurança para a exposição ao ruído criado para adultos, no ambiente de trabalho, pode não ser suficiente para proteger os bebês e as crianças. Como resultado, foram propostos alguns números para o limite de ruído para bebês, no ambiente hospitalar. Nas enfermarias pediátricas de

hospitais e na Unidade de Terapia Intensiva Neonatal (do inglês *Neonatal Intensive Care Unit* - NICU) e Pediátrica Geral, o grupo de estudos do som (*Sound Study Group*) do *National Resource Center* - NRC recomenda a média de limite de ruído equivalente a 50dBA em uma hora^{9,14}. Do mesmo modo, a *American Academy of Pediatrics* (AAP) recomenda o limite de ruído de 45dBA nas NICU¹⁵.

Fontes de exposição ao ruído nos bebês e nas crianças

Bebês e crianças são expostas a uma variedade de ruídos que infelizmente permanecem sem regulamentação nas principais jurisprudências. O exemplo disto, mais significativo, é a exposição das crianças a um ruído excessivo com o uso dos dispositivos tocadores de música digitais (*personal music players* PMP). Os PMPs têm a habilidade de gerar níveis de alto volume, excedendo 110 dBA¹⁶. Os adolescentes parecem escutar seus PMPs em um volume de aproximadamente 76 a 82 dBA, independente se o ruído de fundo existir ou não (ambiente silencioso)¹⁷⁻¹⁹. Embora estas médias possam parecer seguras, quando comparadas com os *guidelines* feitos pelas CCOHS e NIOSH, elas implicam que uma proporção significativa de jovens que está usando seus dispositivos > 85dBA. Um fato mais perturbador ainda, já demonstrado, é que muitos jovens usuários de PMP aumentam o volume por eles previamente escolhido, a medida que os níveis de ruído no meio ambiente aumenta¹⁶. Níveis prejudiciais de som e suas sequelas deletérias parecem ocorrer quando o ruído de fundo (*background noise*) muito alto estiver presente, como por exemplo, o jovem escutar música no PMP enquanto caminha por ambiente barulhento (transporte público ou avião).

Enquanto a exposição em alto volume do PMP é reconhecida como prejudicial para a maioria dos jovens e adolescentes, também existem muitas outras fontes de ruído potencialmente danosas. Um exemplo disto são os brinquedos que têm um componente com capacidade de fazer ruído. Embora a *American Society for Testing and Materials* - ASTM - já tenha publicado padrões aceitáveis de ruídos para brinquedos (< 85dBA medido a 50cm do brinquedo, ou < 65dBA medido a 2,5 cm para brinquedos rotulados e operados como “*close-to-the-ear*”²⁰, ou próximos da orelha, estes padrões não foram submetidos à legislação e, a aderência dos fabricantes de brinquedos permanece de livre escolha. De fato, apesar destes *guidelines*, foi encontrado que alguns brinquedos geram entre 80 a 115dBA medidos a 2,5 cm em um estudo²¹ e 80 a 121dBA, medido em outra pesquisa²². A exposição a estes tipos de brinquedos pode levar a PAIR dentro de um certo tempo, ou até mesmo à PAIR, por um único trauma acústico.

Outra fonte de ruído que coloca as crianças em risco são as *sleep machines* (máquinas ou dispositivos para dormir) para crianças, que ganharam uma grande popularidade a ponto de ser um ‘*must have*’ (imprescindível) para qualquer enfermaria ou quarto de criança. Desenhados para serem operados enquanto a criança dorme, estes dispositivos emitem um ruído branco e outros sons que, na opinião proposta pelos fabricantes, melhoram o sono do bebê ou das crianças fazendo um ruído que mascara o ruído de fundo (*masking background noise*). Infelizmente, os dispositivos para dormir podem emitir sinais de sons perigosos, que excedem as recomendações sobre ruído da AAP e da NRC²³. Este risco poderá ser desconhecido pelos pais, pois muito poucos dispositivos vêm com folhetos ou

palavras de **atenção ou cuidado** quanto ao seu uso e a interferência dos mesmos com o ruído prejudicial. Além disto, a exposição ao ruído branco por um período significativo de tempo, na população de bebês e crianças pequenas, pode levar à atraso no desenvolvimento auditivo e da linguagem.

Conclusão

Bebês e as crianças estão constantemente expostas ao ruído e, portanto, em risco para PAIR. Infelizmente esta população pode ser mais susceptível aos prejuízos causados pelo ruído, do que anteriormente se pensava^{3,5,11}. Embora a PAIR seja irreversível, ela é passível de prevenção. Isto enfatiza a importância da diminuição da exposição ao ruído nos bebês e crianças.

É nosso dever criarmos práticas para minimizar a exposição ao ruído na população pediátrica. Os atuais *guidelines* para controle da exposição ao ruído propostos para as Unidades de Terapia Intensiva Neonatal e Pediátrica e para os hospitais são benéficos mas não são suficientes. *Guidelines* para prevenção de ruídos específicos para crianças são necessários, em virtude da funcionalidade e desenvolvimento anatômico distinto entre adultos e crianças. O *guideline* da União Européia limita os níveis PMP output para um máximo de 100 dB²⁴ o que não irá prevenir a perda auditiva em crianças que escutam seus dispositivos de música em 100 dBA por pelo menos 1 hora. Além disto, padrões mandatórios para produtos, tais como brinquedos e dispositivos para crianças dormirem, os quais o marketing foi direcionado especificamente para bebês e crianças pequenas são necessários para proteger esta população susceptível.

Um ponto chave de qualquer prevenção é a educação. Educar o público sobre a vulnerabilidade específica dos bebês e crianças para a PAIR é essencial. Encorajar os pais, cuidadores e outras pessoas que interagem com as crianças para motivá-los a monitorar as fontes de exposição ao ruído e subsequentemente minimizar os volumes e o tempo de exposição ao ruído irá, sem dúvida, reduzir drasticamente o risco para PAIR entre os bebês e as crianças.

Referências bibliográficas

1. Mills JH, Khariwala SS, Weber P. Anatomy and Physiology of Hearing. In: Head & Neck Surgery – Otolaryngology, Fourth Edition. Ed. Bailey B, Johnson JT, Newlands SD. Philadelphia PA: Lippincott Williams & Wilkins, 2006; 1883-1903.
2. Rosowski JH. The effects of external- and middle-ear filtering on auditory threshold and noise-induced hearing loss. J Acoust Soc Am 1991;90(1):124-35.
3. Kujawa SG, Liberman MC. Adding Insult to Injury: Cochlear Nerve Degeneration after “Temporary” Noise-Induced Hearing Loss. J Neurosci 2009;29(45):14077-85.
4. Lin HW, Furman AC, Kujawa SG, Liberman MC. Primary Neural Degeneration in the Guinea Pig Cochlea After Reversible Noise-induced Threshold Shift. JARO 2011;12:605-16.
5. Kujawa SG, Liberman MC. Acceleration of Age-Related Hearing Loss by Early Noise Exposure: Evidence of a Misspent Youth. J Neurosci 2006;26(7):2115-23.
6. Anderssen SH, Nicoliasen RB, Gabrielsen GW. Autonomic response to auditory stimulation. Acta Paediatr 1993;82:913-8.
7. McLaughlin A, McLaughlin A, Elliott J, Campalani G. Noise levels in a cardiac surgical intensive care unit: a preliminary study conducted in secret. Intensive Crit Care Nurs 1996;9:226-30.

8. Philbin MK, Taber C, Hayman LA. Preliminary report: changes in vital signs of term newborns during MRI. *Am J Neuroradiol* 1996;17:1033-6.
9. Philbin MK, Robertson A, Hall III JW. Recommended Permissible Noise Criteria for Occupied, Newly Constructed or Renovated Hospital Nurseries. *J Perinatol* 1999;19(8 Pt 1):559-63.
10. Carvalho WB, Pedreira MLG, de Aguiar MAL. Noise level in a pediatric intensive care unit. *J Pediatr* 2005;81(6):495-8.
11. Chang EF, Merzenich MM. Environmental Noise Retards Auditory Cortical Development. *Science* 2003;300:498-502.
12. Canada. Canadian Centre for Occupational Health and Safety. Noise – Occupational Exposure Limits in Canada. http://www.ccohs.ca/oshanswers/phys_agents/exposure_can.html. Accessed May 2, 2013.
13. United States. National Institute for Occupational Safety and Health. Criteria for a Recommended Standard, Occupational Noise Exposure. Cincinnati: DHHS (NIOSH), 1998.
14. Graven SN. Sound and the Developing Infant in the NICU: Conclusions and Recommendations for Care. *J Perinatol* 2000;20:S88-93.
15. American Academy of Pediatrics, Committee on Environmental Health. Noise: a hazard for the fetus and newborn. *Pediatrics*. 1997;100(4):724 –727.
16. Portnuff CDF, Flior BJ, Arehart KH. Teenage Use of Portable Listening Devices: A Hazard to Hearing? *J Am Acad Audiol* 2011;22:663-77.
17. McNeill K, Keith SE, Feder K, Konkle AT, Michaud DS. MP3 player listening habits of 17 to 23 year old university students. *J Acoust Soc Am* 2010;128(2):646-53.
18. Keith SE, Michaud DS, Feder K, Haider I, Marro L, Thompson E, Marcoux AM. MP3 player listening sound pressure levels among 10 to 17 year old students. *J Acoust Soc Am* 2011;130(5):2756-64.
19. Muchnik C, Amir N, Shabtai E, Kaplan-Neeman R. Preferred listening levels of personal listening devices in young teenagers: Self reports and physical measurements. *Int J Audiol* 2012;51:87-93.
20. American Society for Testing and Materials. ASTM F963-11. Standard Consumer Safety Specification for Toy Safety. 2011.
21. Yaremchuk K, Dickson L, Burk K, Shivapuja BG. Noise level analysis of commercially available toys. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 1997;41(2):187-97.
22. Mahboubi H, Oliaei S, Badran KW, Ziai K, Chang J, Zardouz S, Shahriari S, Djalilian HR. Systematic assessment of noise amplitude generated by toys intended for young children. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2013;148(6):1043-7.
23. Hugh SC, Wolter N, Propst E, Gordon K, Cushing S, Papsin BC. Hazardous effective sound levels of infant “sleep machines”. Unpublished manuscript. 2013.
24. European Union. European Commission. Health Risks from Personal Music Players. Health & Consumer Voice, March 2009 Edition. http://ec.europa.eu/dgs/health_consumer/dyna/consumervoice/create_cv.cfm?cv_id=516. Accessed June 23, 2013.