

Marilene Danieli Simões Dutra¹
Marcia Cavadas²
Iracina Maura de Jesus³
Elisabeth Oliveira Santos³
Evelyn Almeida da Silva²
Volney de Magalhães Câmara¹

Descritores

Audiometria
Intoxicação por mercúrio
Mercúrio
Criança
Cuidado pré-natal

Keywords

Audiometry
Mercury poisoning
Mercury
Child
Prenatal care

Endereço para correspondência:

Marilene Danieli Simões Dutra
Pç. Jorge Machado Moreira, 100, Cidade
Universitária, Rio de Janeiro (RJ), Brasil
CEP: 21941-598.
E-mail: lenadutra@uol.com.br

Recebido em: 3/3/2011

Aceito em: 28/9/2011

Limiares auditivos em crianças expostas a mercúrio no período pré-natal

Hearing thresholds in children exposed to mercury in the prenatal period

RESUMO

Objetivo: Avaliar os limiares auditivos de crianças com histórico de exposição ao mercúrio durante o período pré-natal. **Métodos:** Foram avaliadas 90 crianças com idades entre 8 e 10 anos, de ambos os gêneros, categorizadas em dois grupos de acordo com os níveis de exposição pré-natal ao mercúrio. O grupo de estudo foi composto por 57 crianças que apresentaram níveis de mercúrio no cordão umbilical iguais ou superiores a 8 µg/L, e o grupo de comparação por 33 crianças que apresentaram níveis de mercúrio no cordão umbilical inferiores a 8 µg/L. Os procedimentos incluíram um questionário, audiometria tonal liminar, pesquisa do limiar de recepção de fala e análise das doses de mercúrio no cordão umbilical coletadas ao nascimento. **Resultados:** O grupo de estudo apresentou mediana de mercúrio no cordão umbilical de 14,63 µg/L, e mediana dos limiares tonais das frequências de 500 Hz, 1 kHz e 2 kHz de 10 dB em ambas orelhas. O grupo de comparação apresentou mediana de mercúrio no cordão umbilical de 4,88 µg/L, e mediana dos limiares tonais das frequências de 500 Hz, 1 kHz e 2 kHz de 10 dB em ambas orelhas. Quando comparados os limiares auditivos, tanto pela média tritonal quanto para cada frequência isoladamente, não foram observadas diferenças significativas entre os grupos. **Conclusão:** As crianças apresentaram limiares auditivos dentro dos padrões de normalidade e não foi observada diferença significativa entre os limiares auditivos das crianças expostas e não-expostas ao mercúrio no período pré-natal.

ABSTRACT

Purpose: To evaluate hearing thresholds in children with a history of exposure to mercury during the prenatal period. **Methods:** Participants were 90 children of both genders with ages from 8 to 10 years, divided into two groups according to prenatal mercury exposure levels. The study group was composed by 57 children who had mercury levels in the umbilical cord equal or above 8 µg/L, and the comparison group comprised 33 children who had mercury levels in the umbilical cord below 8 µg/L. Investigation procedures included the application of a questionnaire, pure-tone audiometry, speech reception threshold, and mercury level analysis in cord blood collected at birth. **Results:** The study group showed a median mercury level in the umbilical cord of 14.63 µg/L, and the median threshold for 500 Hz, 1 kHz and 2 kHz in pure-tone audiometry was 10 dB for both ears. The comparison group had a median cord blood mercury level of 4.88 µg/L, and the median threshold for 500 Hz, 1 kHz and 2 kHz in pure-tone audiometry was 10 dB for both ears. When the hearing thresholds were compared, both by the tritonal mean and by each frequency separately, there were no significant differences between groups. **Conclusion:** The children had hearing thresholds within normal limits and there was no significant difference between the hearing thresholds of children exposed and not exposed prenatally to mercury.

Trabalho realizado no Instituto de Estudos de Saúde Coletiva, Universidade Federal do Rio de Janeiro – IESC/UFRJ – Rio de Janeiro (RJ), Brasil.

(1) Instituto de Estudos de Saúde Coletiva, Universidade Federal do Rio de Janeiro – IESC/UFRJ – Rio de Janeiro (RJ), Brasil.

(2) Curso de Fonoaudiologia, Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ – Rio de Janeiro (RJ), Brasil.

(3) Seção de Meio Ambiente, Instituto Evandro Chagas, Secretaria de Vigilância em Saúde, Ministério da Saúde – SVS/MS – Ananindeua (PA), Brasil.

Financiamento: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)

Conflito de interesses: Não

INTRODUÇÃO

O mercúrio (Hg) se apresenta na natureza por diversas formas químicas. Na Amazônia encontra-se na forma de mercúrio metálico, utilizado na queima de amálgama de ouro, que pode posteriormente ser depositado nos rios e, por intermédio da cadeia biológica, contaminar os peixes na sua forma mais tóxica, o metilmercúrio, expondo a população em geral, por meio do consumo desses peixes^(1,2). Qualquer que seja a forma de exposição, seus efeitos são de elevada toxicidade, notadamente para o sistema nervoso central^(2,3).

Estudos indicam que, dos diversos segmentos da população, as crianças estão potencialmente expostas ao mercúrio desde sua concepção, seja por meio da exposição materna, da transferência de mercúrio pela barreira placentária, pelo aleitamento materno, ou pela alimentação rica em peixes até a sua maturidade⁽⁴⁻⁷⁾. A maioria dos estudos desenvolvidos sobre este tema ainda é voltada para a exposição ao mercúrio e poucos contemplam avaliações clínicas^(4,5).

Apesar do conhecimento de longa data dos danos decorrentes da utilização do mercúrio, a preocupação com seu uso e seus efeitos no ambiente se tornaram visíveis mundialmente depois dos acidentes nas cidades Minamata e Niigata no Japão nos anos 50, quando vários habitantes começaram a padecer de uma doença neurológica que ficou conhecida como Doença de Minamata^(8,9). Essa doença foi associada ao consumo de peixes contaminados com metilmercúrio. Outro episódio ocorreu no Iraque na década de 70, onde ocorreram vários casos de contaminação de agricultores e de seus familiares que utilizavam grãos tratados com fungicidas à base de metilmercúrio na confecção de pão caseiro⁽⁹⁾. Vale observar que nestes dois casos, o seguimento de mães contaminadas por metilmercúrio, apesar de não apresentarem sinais e sintomas de intoxicação, tiveram filhos com efeitos adversos, entre eles, baixo peso, hipotonia muscular, retardo de desenvolvimento neuropsicomotor, tendência a convulsões, cegueira e deficiência auditiva. Esses dados de intoxicação sugerem que os fetos e as crianças estão especialmente em risco de desenvolver efeitos da exposição ao metilmercúrio^(1,2).

Após essas intoxicações, dois grandes estudos de coorte foram realizados em populações expostas a metilmercúrio pelo consumo de peixe, em Feroês e Seychelles. Em ambos os estudos, os níveis de mercúrio foram mensurados ao nascimento, pelo cordão umbilical e as crianças foram acompanhadas até a adolescência. E, embora essas populações apresentassem níveis de metilmercúrio menores que os de Minamata, alguns efeitos dessa exposição pré-natal foram observados nessas crianças⁽²⁾. Entre os achados foi observada alteração no potencial auditivo evocado de tronco encefálico, indicando o efeito neurotóxico do metilmercúrio no sistema auditivo dessas crianças⁽¹⁰⁾.

Neste sentido, o presente estudo teve como objetivo avaliar os limiares auditivos em crianças com histórico de exposição ao mercúrio durante o período pré-natal.

MÉTODOS

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa

do Instituto de Estudos em Saúde Coletiva da Universidade Federal do Rio de Janeiro (processo 105/2009). Os responsáveis pelas crianças foram informados sobre os objetivos do estudo e assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Foi realizado um estudo seccional em 90 crianças com idades entre 8 e 10 anos, de ambos os gêneros, residentes em Itaituba (PA), Brasil, cujos teores de mercúrio no sangue do cordão umbilical foram coletados ao nascimento, entre 2000/2001. As crianças do grupo de estudo (n=57) apresentaram média de idade de 8,79 anos; 25 eram do gênero feminino e 32 do masculino. As crianças do grupo de comparação (n=33) apresentaram média de idade de 8,85 anos; 17 eram do gênero feminino e 16 do masculino.

Estas crianças fazem parte de uma subamostra de um estudo longitudinal⁽⁶⁾ que vem sendo realizado pelo Instituto Evandro Chagas do Ministério da Saúde (IEC/MS) desde 2000, sobre a correlação de teores de mercúrio no sangue entre mulheres e crianças neste mesmo município.

Por meio de uma parceria com a Secretaria Municipal de Educação de Itaituba, foi realizada uma busca das crianças estudantes da área urbana de Itaituba acompanhadas pelo IEC/MS, sendo localizadas 93 destas crianças. Os critérios de inclusão na pesquisa foram: local de residência na área urbana de Itaituba, fazer parte do grupo de crianças acompanhadas pelo IEC/MS, e apresentar meatoscopia sem alterações. Três crianças foram excluídas por não satisfazerem os critérios de inclusão (apresentaram alterações no meato acústico externo no momento da avaliação), sendo então de 90 crianças a população que compôs a amostra do presente estudo.

Vale acrescentar que a escolha das crianças da área urbana reforça a tentativa de avaliar efeitos da exposição pré-natal ao mercúrio, uma vez que crianças ribeirinhas apresentam uma dieta em que predomina o peixe⁽⁵⁾.

O nível de exposição pré-natal ao metilmercúrio foi avaliado por meio da análise dos teores de mercúrio no sangue do cordão umbilical. A coleta e a análise foram realizadas pelo Instituto Evandro Chagas e foram seguidas as rotinas dos programas de controle de qualidade internacionais.

Para a determinação do mercúrio em amostras de sangue e tecido capilar foi utilizado espectrômetro de absorção atômica com sistema para geração de vapor frio (CV-AAS), modelo *Automatic Mercury Analyzer Hg-20112* e para o controle de qualidade foram analisadas amostras de material certificado de cabelo (IAEA-086), com recuperação analítica de 99,65% (n=27), e sangue (*Whole Blood II*), com recuperação analítica de 98,14% (n=9). Para a determinação do mercúrio em amostras de sangue e tecido capilar foi utilizado espectrômetro de absorção atômica com sistema para geração de vapor frio (CV-AAS), modelo *Automatic Mercury Analyzer Hg-20112* e para o controle de qualidade foram analisadas amostras de material certificado de cabelo (IAEA-086), com recuperação analítica de 99,65% (n=27), e sangue (*Whole Blood II*), com recuperação analítica de 98,14% (n=9)⁽⁶⁾.

Além da realização da análise do teor de mercúrio no sangue do cordão umbilical e na amostras de cabelo das crianças ao nascimento (2000 e 2001), foram realizadas também, em 2004, 2006 e 2010, análises dos teores de mercúrio no cabelo destas

93 crianças pelo Instituto Evandro Chagas. Essas análises revelaram que a exposição ao mercúrio era baixa, respectivamente 1,01 µg/g (IC95%: 0,84 a 1,19); 1,18 µg/g (IC95%: 0,78 a 1,58) e 1,18 µg/g (IC95%: 0,98 a 1,40). Esses dados indicam que a exposição significativa ocorreu no período pré-natal, no qual a média de teor de mercúrio ultrapassou 10 µg/g, com amplitude de quase 60 µg/g.

Para análise comparativa entre a exposição pré-natal ao mercúrio e limiares auditivos, as crianças foram categorizadas em dois grupos, de acordo com os teores de mercúrio: o grupo de estudo (GE) foi composto por 57 crianças cujos níveis de Hg no sangue do cordão umbilical foram iguais ou superiores a 8,0 µg/L; o grupo de comparação (GC) correspondeu a 33 crianças cujos níveis de Hg no sangue do cordão umbilical foram inferiores a 8,0 µg/L. Este limite baseou-se na literatura, notadamente na publicação da Organização Mundial de Saúde⁽¹¹⁾.

Inicialmente, os responsáveis foram submetidos a um questionário com perguntas estruturadas, semi-estruturadas e abertas, relativas ao desenvolvimento de fala, audição e linguagem, dificuldades na alfabetização, rendimento escolar e características comportamentais de tais indivíduos, dados sócio-demográficos e questões específicas sobre hábitos alimentares e exposição a mercúrio, com o objetivo de caracterizar os grupos e investigar possíveis variáveis de confundimento.

Posteriormente foi realizada a inspeção do meato acústico externo para verificação da ausência de cerúmen ou de outros elementos que poderiam interferir na avaliação auditiva. As crianças que apresentaram alteração foram excluídas da amostra e encaminhadas para o serviço de saúde do Município.

O equipamento utilizado na pesquisa dos limiares auditivos foi o audiômetro da marca Interacoustic®, modelo AC 33, com fone TDH - 39 e coxim MX-41. Os exames foram realizados em cabina acústica da marca Vibrason®.

Com o objetivo de determinar o limiar mínimo de audibilidade foi realizada a audiometria tonal liminar por via aérea nas frequências de 1 kHz, 2 kHz, 3 kHz, 4 kHz, 6 kHz, 8 kHz, 250 Hz e 500 Hz, pesquisados nesta ordem⁽¹²⁾, considerando-se dentro dos padrões de normalidade limiares até 25 dBNA⁽¹³⁾. Em seguida, com o objetivo de confirmar os limiares tonais, foi realizada a pesquisa dos limiares de recepção de fala (*Speech reception threshold* – SRT). Apesar de existirem diversos testes que avaliam o sistema auditivo, a audiometria continua sendo um dos principais métodos para avaliar do sistema auditivo periférico.

Para a análise estatística dos dados foi utilizado o programa computacional *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versão 14. A estatística descritiva foi utilizada para caracterizar o perfil da amostra segundo as diversas variáveis em estudo. Foi aplicado o teste não paramétrico de Mann-Whitney para a comparação das médias das audiometrias nas frequências 500 Hz, 1 kHz e 2 kHz e de cada frequência individualmente, das orelhas direita e esquerda entre o grupo de estudo e o de comparação. O nível de significância adotado foi de 5%.

RESULTADOS

No grupo estudo, a mediana do teor de mercúrio no sangue

do cordão umbilical foi de 14,63 µg/L (Q1=10,51; Q3=25,75) e a mediana dos limiares tonais das frequências de 500 Hz, 1 kHz e 2 kHz na audiometria tonal foi de 10 dB em ambas orelhas.

No grupo de comparação, a mediana do teor de mercúrio no sangue do cordão umbilical foi de 4,88 µg/L (Q1=3,42; Q3=6,83), e a mediana das frequências de 500 Hz, 1 kHz e 2 kHz na audiometria tonal foi de 10 dB em ambas orelhas (Tabela 1).

Quando comparados os limiares auditivos, nas frequências de 500 Hz, 1 kHz e 2 kHz, entre os grupos, não foram observadas diferenças, segundo o teste de Mann-Whitney (Tabela 1). Também não foram encontradas diferenças entre os grupos quando comparada cada frequência individualmente.

DISCUSSÃO

Diante dos desastres ocorridos no Japão e no Iraque, as evidências de efeitos adversos do metilmercúrio são indiscutíveis, pois se tratam de episódios em que onexo causal foi bem estabelecido. O seguimento de mães contaminadas mostrou que, mesmo nos casos em que não havia sinais clínicos, essas mulheres tiveram filhos com deficiências diversas. Tal fato demonstra que o cérebro do feto é suscetível aos efeitos adversos do metilmercúrio em níveis mais baixos do que aqueles que produzem efeitos detectáveis em crianças ou em adultos⁽¹⁴⁾.

Diversos estudos destacam a relevância da exposição pré-natal ao metilmercúrio, pois uma vez no organismo humano, ele atravessa facilmente a barreira placentária, concentrando-se especialmente no cérebro, inibindo potencialmente o desenvolvimento cerebral do feto sendo, portanto, as mulheres em idade fértil um grupo de risco para contaminação por metilmercúrio^(1,2,9,15,16).

Embora seja consenso o risco da exposição pré-natal ao mercúrio para a saúde das crianças, os limites seguros de exposição ainda são controversos. Importantes estudos da área utilizaram o valor de referência sugerido pela Organização Mundial de Saúde⁽¹¹⁾, sendo por isso, utilizado como ponto de corte para caracterizar os grupos como de estudo e de comparação.

Atualmente há uma tendência à busca de uma diminuição da exposição à metilmercúrio via consumo de peixe, principalmente em gestantes⁽¹⁵⁾. Estudos sobre os efeitos da exposição a baixos e médios níveis de mercúrio são controversos, sendo necessária a continuidade de monitoramento, principalmente em mulheres em idade fértil e em crianças.

Nesse quadro de efeitos adversos causados pela exposição ao metilmercúrio, a deficiência auditiva está presente em relevante parte dos casos documentados, no entanto, poucos estudos foram encontrados na literatura utilizando como instrumento a audiometria tonal para avaliação auditiva em crianças expostas a metilmercúrio.

Uma importante pesquisa⁽¹⁰⁾ foi realizada numa coorte de 878 crianças expostas a baixos níveis de metilmercúrio, acompanhadas do nascimento aos 14 anos de idade. A concentração de mercúrio foi determinada pelo cordão umbilical, pelo cabelo da mãe e pelo cabelo das crianças. Foram realizadas a audiometria tonal liminar e o potencial auditivo evocado de tronco encefálico nessas crianças aos 7 e aos 14 anos. Os limiares

Tabela 1. Descrição dos limiões tonais, em dB, para os grupos GE e GC

Variáveis	Grupo	n	Média	Mínimo	Máximo	1° Q	Mediana	3° Q	Valor de p
Média OD (500 Hz, 1 e 2 kHz)	GE	57	10,96	3	18	8,00	10,00	13,00	0,784
	GC	33	10,91	3	15	10,00	10,00	13,00	
Média OE (500 Hz, 1 e 2 kHz)	GE	57	10,25	2	17	8,00	10,00	13,00	0,855
	GC	33	10,55	3	17	9,00	10,00	12,00	
OD 250 Hz	GE	57	15,26	10	20	15,00	15,00	15,00	0,626
	GC	33	14,70	10	20	15,00	15,00	15,00	
OE 250 Hz	GE	57	13,68	5	20	10,00	15,00	15,00	0,476
	GC	33	14,09	5	20	12,50	15,00	15,00	
OD 500 Hz	GE	57	12,98	5	20	10,00	10,00	15,00	0,754
	GC	33	12,88	5	15	10,00	15,00	15,00	
OE 500 Hz	GE	57	11,93	5	20	10,00	10,00	15,00	0,390
	GC	33	12,58	5	20	10,00	15,00	15,00	
OD 1 kHz	GE	57	10,44	0	20	10,00	10,00	12,50	0,712
	GC	33	10,61	0	15	10,00	10,00	12,50	
OE 1 kHz	GE	57	10,09	0	20	10,00	10,00	15,00	0,934
	GC	33	10,00	0	15	10,00	10,00	10,00	
OD 2 kHz	GE	57	9,65	0	20	5,00	10,00	10,00	0,732
	GC	33	9,39	5	15	5,00	10,00	12,50	
OE 2 kHz	GE	57	8,95	0	15	5,00	10,00	10,00	0,801
	GC	33	8,79	0	15	5,00	10,00	10,00	
OD 3 kHz	GE	57	8,46	0	20	5,00	10,00	10,00	0,390
	GC	33	9,24	0	15	5,00	10,00	12,50	
OE 3 kHz	GE	57	8,25	0	15	5,00	10,00	10,00	0,936
	GC	33	8,18	0	15	5,00	10,00	10,00	
OD 4 kHz	GE	57	7,81	0	15	5,00	5,00	10,00	0,364
	GC	33	8,64	0	15	5,00	10,00	10,00	
OE 4 kHz	GE	57	7,37	0	15	5,00	5,00	10,00	0,381
	GC	33	8,18	0	20	5,00	10,00	10,00	
OD 6 kHz	GE	57	9,12	0	20	5,00	10,00	12,50	0,965
	GC	33	8,94	0	15	5,00	10,00	10,00	
OE 6 kHz	GE	57	9,56	0	20	5,00	10,00	10,00	0,622
	GC	33	9,09	0	20	5,00	10,00	10,00	
OD 8 kHz	GE	57	9,12	0	20	5,00	10,00	10,00	0,880
	GC	33	9,09	0	15	5,00	10,00	10,00	
OE 8 kHz	GE	57	9,91	5	20	5,00	10,00	15,00	0,865
	GC	33	10,15	0	20	5,00	10,00	15,00	

Teste de Mann-Whitney ($p < 0,05$)

Legenda: GE = grupo de estudo; GC = grupo de comparação; Q = quartil; OD = orelha direita; OE = orelha esquerda

auditivos observados na audiometria estavam dentro do padrão de normalidade e foi observada alteração no potencial auditivo evocado de tronco encefálico.

Esses resultados são semelhantes aos encontrados no presente estudo, uma vez que todos os participantes do estudo apresentaram limiões auditivos dentro dos padrões de normalidade para as frequências de 250 Hz a 8 kHz. Também não foram observadas diferenças entre os limiões auditivos

dos dois grupos. Resultados semelhantes foram observados⁽¹⁷⁾ em um estudo que avaliou adolescentes expostos a mercúrio metálico, indicando tendência de melhor desempenho auditivo, mas sem diferença significativa. Ainda nesse mesmo estudo, foram observadas alterações em alguns testes que avaliam as habilidades do processamento auditivo, sugerindo o efeito neurotóxico do mercúrio. O mesmo foi observado em indivíduos expostos a solventes⁽¹⁸⁾.

Outro estudo⁽¹⁹⁾, sobre a exposição ao mercúrio e sistema auditivo de crianças e adultos no Equador, observou nos exames audiológicos de 40 pessoas (21 crianças e 19 adultos) limiares auditivos variando de normal a ligeiramente anormal em 2, 3, 4, 6 e 8 kHz para as crianças. O coeficiente de correlação mostrou uma relação significativa entre nível de mercúrio e nível de audição em crianças apenas em 3 kHz na orelha direita.

Com base nos resultados do presente estudo, os grupos categorizados de acordo com os níveis de exposição ao mercúrio não apresentaram alterações nos limiares auditivos e quando comparados entre si não houve diferenças (Tabela 1). Possivelmente esses níveis de exposição não foram suficientes para desencadear alterações nos limiares auditivos. No entanto, sabendo que o principal efeito adverso do metilmercúrio é no sistema nervoso central, é de suma importância que estudos sejam conduzidos no sentido de avaliar também o sistema auditivo central.

CONCLUSÃO

As crianças apresentaram limiares auditivos dentro dos padrões de normalidade e não foi observada diferença entre os limiares auditivos das crianças expostas e não-expostas ao metilmercúrio no período pré-natal.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e ao Instituto Evandro Chagas do Ministério da Saúde.

REFERÊNCIAS

- Mergler D, Anderson HA, Hing Man Chan L, Mahaffey KR, Murray M, Sakamoto M, et al. Methylmercury exposure and health effects in humans: A worldwide concern. *Ambio*. 2007;36(1):3-11.
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) (2009) [Internet]. Technical support document for a methylmercury reference dose as a basis for fish consumption screening values (FCSVs). [cited 2011 Jan 31] Disponível em: <http://www.atsdr.cdc.gov/hac/pha/MethylmercuryReference/TechnicalSupportDocumentforAMethylmercuryReferenceDoseasaBasisforFCSVs9-10-2009.pdf>
- World Health Organization (WHO). Inorganic mercury. *Environmental health Criteria WHO*, Geneva, Switzerland. 1991;118.
- Marques RC, Garrofe Dórea J, Rodrigues Bastos W, de Freitas Rebelo M, de Freitas Fonseca M, Malm O. Maternal mercury exposure and neuro-motor development in breastfed infants from Porto Velho (Amazon), Brazil. *Int J Hyg Environ Health*. 2007;210(1):51-60.
- Passos CJ, Mergler D. Exposição humana ao mercúrio e efeitos adversos à saúde na Amazônia: uma revisão. *Cad Saude Publica*, Rio de Janeiro. 2008;24(4):503-20.
- Santos EC, Jesus IM, Câmara VM, Brabo E, Fayal KF, Asmus CI. Correlation between blood mercury levels in mothers and newborns in Itaituba, Pará State, Brasil. *Cad Saude Coletiva*. Rio de Janeiro. 2007;23(4):622-9.
- Cernichiari E, Myers GJ, Ballatori N, Zareba G, Vyas J, Clarkson T. The biological monitoring of prenatal exposure to methylmercury. *Neurotoxicology*. 2007;28(5):1015-22.
- Fonseca MF, Torres JP, Malm O. Interferentes ecológicos na avaliação cognitiva de crianças ribeirinhas expostas a metilmercúrio: o peso do subdesenvolvimento. *Oecol. Bras*. 2007;11(2):277-96.
- Castoldi AF, Johansson C, Onishchenko N, Coccini T, Roda E, Vahter M, et al. Human developmental neurotoxicity of methylmercury: impact of variables and risk modifiers. *Regul Toxicol Pharmacol*. 2008;51(2):201-14.
- Murata K, Weihe P, Budtz-Jorgensen E, Jorgensen PJ, Grandjea P. Delayed brainstem auditory evoked potential latencies in 14-year-old children exposed to methylmercury. *J Pediatr*. 2004;144:177-83.
- World Health Organization (WHO). Methylmercury. *Environmental health Criteria N° 101*, WHO, Geneva, Switzerland, 1990.
- American Speech Language Hearing Association (ASHA) (2005) [Internet]. Guidelines for Manual Pure-Tone Threshold Audiometry. [cited 2011 Jan 31] Disponível em: <http://www.asha.org/docs/pdf/GL2005-00014.pdf>
- Silman S, Silvermann, C. A. *Auditory Diagnosis*. San Diego: Academic Press, Inc. 1991.
- Grandjean P, Budtz-Jorgensen E, White RF, Jorgensen PJ, Weihe P, Debes F, et al. Methylmercury exposure biomarkers as indicators of neurotoxicity in children aged 7 years. *Am J Epidemiol*. 1999;150(3):301-5.
- Oken E, Kleinman KP, Berland WE, Simon SR, Rich-Edwards JW, Gillman W. Decline in fish consumption among pregnant women after a national mercury advisory. *Obstet Gynecol*. 2003;102(2):346-51.
- Davidson PW, Strain JJ, Myers GJ, Thurston SW, Bonham MP, Shamlaye CF, et al. Neurodevelopmental effects of maternal nutritional status and exposure to methylmercury from eating fish during pregnancy. *Neurotoxicology*. 2008;29:767-75.
- Dutra MD, Monteiro MC, Câmara Vde M. Evaluation of central auditory processing in adolescents exposed to metallic mercury. *Pro Fono*. 2010;22(3):339-44.
- Fuente A, McPherson B. Central auditory processing effects induced by solvent exposure. *Int J Occup Med Environ Health*. 2007;20(3):271-9.
- Counter SA, Buchanan LH, Laurell G, Ortega F. Blood mercury and auditory neuro-sensory responses in children and adults in the Nambija gold mining area of Ecuador. *Neurotoxicology*. 1998;19(2):185-96.