



ISSN: 2230-9926

Available online at <http://www.journalijdr.com>

IJDR

International Journal of Development Research

Vol. 11, Issue, 08, pp. 49519-49523, August, 2021

<https://doi.org/10.37118/ijdr.22429.08.2021>



RESEARCH ARTICLE

OPEN ACCESS

FATORES INTERFERENTES NO DESENVOLVIMENTO MOTOR EM ESCOLARES RIBEIRINHOS NA AMAZÔNIA BRASILEIRA

Antonio César Matias de Lima¹, Maria da Conceição Nascimento Pinheiro², Ricardo Figueiredo Pinto³, Marcia Cristina Freitas da Silva², Ademir Ferreira da Silva Junior², Ana Sheyla Falcão Modesto¹, Virvalene Costa de Melo^{1*}, Smayk Barbosa Sousa¹, Carmen Tereza da Silva Xavier⁴ and Sidney Amaral da Costa⁵

¹Grupo de Estudos em Doenças Amazônica e Atividade Física (GEDAAF/UEPA); ²Pesquisador (a) da Universidade Federal do Pará (UFPA); ³Departamento de Desporto (UEPA); ⁴Docente da UNINASSAU; ⁵Bolsista do CNPq do Laboratório Toxicologia Humana e Ambiental do Núcleo de Medicina Tropical (UFPa)

ARTICLE INFO

Article History:

Received 11th May, 2021

Received in revised form

29th June, 2021

Accepted 14th July, 2021

Published online 29th August, 2021

Key Words:

Desenvolvimento Infantil,
Mercúrio,
Estado Nutricional.

*Corresponding author:

Virvalene Costa de Melo

ABSTRACT

Este estudo avaliou o desenvolvimento motor com a exposição ao mercúrio e o estado nutricional de escolares em duas regiões hidrográficas do Estado do Pará. Participaram 158 crianças de três escolas, duas na região do Tapajós (A e B) e uma na região do rio Acará (C). Amostra de cabelo foi utilizada para análise de HgT pela espectrofotometria de absorção atômica, para a análise antropométrica foi utilizado o software *WHO AnthroPlus v 1.0.2*, na avaliação do desenvolvimento motor foi baseada no *Test of Gross Motor Development – Second Edition*. Os escolares do Tapajós apresentaram concentrações de mercúrio maiores do que as do Acará ($p < 0,05$), crianças da Escola B mostraram pior desempenho motor, maiores concentrações de Hg e baixo estado nutricional, na escola C resultou no baixo desempenho motor, estado nutricional e concentrações de mercúrio, contudo, o melhor desempenho em todas as habilidades testadas pelo TGMD2 foi na escola A. Esses resultados sugerem que a exposição ao mercúrio e o baixo estado nutricional interferem no desempenho motor de escolares ribeirinhos, indicando a necessidade de ações planejadas na perspectiva de prevenção e recuperação de danos motores em áreas expostas ao mercúrio.

Copyright © 2021, Antonio César Matias de Lima et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Citation: Antonio César Matias de Lima, Maria da Conceição Nascimento Pinheiro, Ricardo Figueiredo Pinto, Marcia Cristina Freitas da Silva et al. "Fatores interferentes no desenvolvimento motor em escolares ribeirinhos na Amazônia brasileira", *International Journal of Development Research*, 11, (08), 49519-49523.

INTRODUCTION

Mercúrio está entre os fatores ambientais que podem colocar em risco o curso normal do desenvolvimento motor de uma criança. Esses fatores de riscos são definidos como uma série de condições biológicas ou ambientais que aumentam a probabilidade de déficits no desenvolvimento infantil (WHO, 1990). Dentre as principais causas de atraso motor encontram-se: baixo peso ao nascer, prematuridade, distúrbios cardiovasculares, respiratórios e neurológicos, infecções neonatais, desnutrição, baixas condições socioeconômicas e nível educacional precário dos pais (Nobre et al., 2018; Zeng et al., 2019). Substâncias tóxicas ambientais também têm sido associadas a atrasos sobre o desenvolvimento motor em crianças (Grandjean et al., 1999; Souza et al., 2014).

A Organização Mundial da Saúde destaca a necessidade de estudos sobre os níveis de crescimento, desenvolvimento e estado nutricional de populações carentes, principalmente crianças e adolescentes de países subdesenvolvidos e/ou em desenvolvimento, onde a influência de eventos negativos faz com que essas crianças tenham maior chance de apresentar atrasos em seu potencial de crescimento e desenvolvimento (WHO, 2008). O potencial do desenvolvimento motor infantil pode ser avaliado através de uma série de movimentos realizados com acurácia e precisão, conhecidos como habilidade motora fundamental (HMF) que incluem atividades manipulativas, locomotoras e estabilidades de movimentos (Gallahue, Ozmun, 2005). Essas habilidades são fundamentais para o controle do corpo e interação com o ambiente da criança. Alguns fatores ambientais são perturbadores do desenvolvimento infantil, e dentre esses estão os metais pesados, com destaque para o mercúrio que tem representado um risco potencial para as crianças através de exposição materna ou

mesmo pós-natal em decorrência da ingestão de peixes contaminados por metil mercúrio (Grandjean *et al.*, 1999). Testes específicos para avaliação de desempenho motor geralmente são indicados para avaliar o desenvolvimento infantil em diferentes situações de saúde ou doença. O Teste de Desenvolvimento Motor Amplo (TGMD-2) é um instrumento para avaliação das habilidades motoras fundamentais de crianças, referenciada por normas e foi validado para uso em menores de 3 a 10 anos de idade (Ulrich, 1985). Foi empregado na avaliação motora infantil de diferentes faixas etárias e em diferentes países. Em crianças iranianas de 7 a 9 anos (Akbari *et al.*, 2009); em escolares irlandeses (Bolger *et al.*, 2018); na República Czech (Balaban, 2018); Estados Unidos (Zeng *et al.*, 2019); na Turquia, em crianças de 6 a 8 anos (Yildirim *et al.*, 2019); e no Brasil (Nobre *et al.*, 2018; Souza *et al.*, 2014) em crianças vivendo em vulnerabilidade social, e por Krebs *et al.* (Krebs *et al.*, 2011) em crianças de 7 a 8 anos de idade. No Brasil, não há um instrumento que tenha sido construído especificamente para avaliação do desenvolvimento motor infantil considerando diferenças regionais, nem tão pouco, um instrumento apropriado para avaliar o desenvolvimento motor de escolares em diferentes faixas etárias. Na avaliação do desenvolvimento infantil é importante não só a identificação de fatores nutricionais e socioeconômicos, mais a escolha de um teste que possa se adequar as áreas com limitações de acesso a altas tecnologias como as áreas ribeirinhas da Amazônia brasileira. Assim, este estudo avaliou as habilidades motoras funcionais através do TGMD2 nos escolares residentes em áreas ribeirinhas de diferentes regiões hidrográficas, na Amazônia brasileira considerando a exposição ao mercúrio em associação a fatores sócios demográficos e nutricionais.

MATERIAIS E MÉTODOS

Estudo transversal realizado em escolares residentes em áreas ribeirinhas de duas regiões hidrográficas diferentes. Na região do Tapajós foram incluídas as escolas A e B localizadas, no município de Itaituba e na região do rio Acará, a escola C localizada no município de Acará, todas no estado do Pará, Amazônia brasileira. Participaram deste estudo 158 crianças na faixa etária de 5 a 10 anos e 11 meses, sendo 66 da escola A, 41 da escola B e 51 da escola C, as quais foram distribuídas por faixas etárias recomendadas pelo TGMD2: 5 anos; 6 anos; 7 anos; 8 anos; 9 anos e 10 anos. O tamanho amostral levou em conta todas as crianças escolares das diferentes faixas etárias presentes nos dias dos testes e que atenderam aos critérios de inclusão e de exclusão. Cada faixa etária foi representada por cerca de 50% a 70% de todos os escolares matriculados na escola. Foram excluídas: crianças com diagnóstico clínico de doença osteomuscular, com dificuldades na compreensão do comando dos testes e sem amostras de cabelo para medição dos níveis de mercúrio total.

Avaliação de parâmetros antropométricos: O estado nutricional foi verificado com base nas medidas antropométricas. Para a análise das medidas antropométricas foram utilizados os softwares *WHO AnthroPlus v 1.0.2* (para crianças acima de 5 anos), que visa determinar o estado nutricional, obtendo-se os escores Z referentes ao peso para idade, estatura para idade e índice de massa corporal (IMC) para idade, classificando este último de acordo com os desvios-padrão em: magreza severa (< -3 DP); magreza (≥ -3 e < -2 DP); eutrofia (-2 DP \leq escore Z $\leq +1$ DP) sobrepeso ($> +1$ e $\leq +2$ DP); obesidade ($> +2$ e $\leq +3$ DP); e obesidade severa ($> +3$ DP), seguindo os padrões das Curvas de Crescimento da WHO⁷.

Análise de mercúrio total: Amostras contendo aproximadamente 0,1 a 1 g de cabelo de cada criança foi obtida próximo à inserção no couro cabeludo com o auxílio de uma tesoura de aço inoxidável. Cada amostra foi guardada em envelope de papel identificado com nome da comunidade, nome completo da criança e data do nascimento. As amostras foram submetidas à análise de mercúrio total após seguirem a lavagem do cabelo em água destilada e acetona, secagem em capela de exaustão e picotamento até alcançar microfragmentos. A determinação dos níveis de mercúrio total foi realizada através da espectrofotometria de absorção atômica com amalgamação em lâmina

de ouro utilizando um detector de mercúrio automático, o Mercury Analyzer (modelo SP3D da Nippon Corporation, Japão). Este equipamento decompõe as amostras analíticas pelo calor e o mercúrio separado é quantificado por absorção atômica por vapor frio. Todas as amostras foram processadas e analisadas no Laboratório de Toxicologia Humana e Ambiental do Núcleo de Medicina Tropical / Universidade Federal do Pará. O controle da qualidade analítica foi realizado através do padrão de mercúrio de referência internacional (Human Hair 085) da International Atomic Energy Agency (IAEA). Os resultados foram expressos em $\mu\text{g/g}$ (ppm).

Avaliação motora: O início dos testes ocorreu após a autorização dos pais ou responsáveis das crianças. Os testes iniciais consistiram na avaliação das habilidades locomotoras e depois a de controle de objetos, seguindo todas as instruções do método validado para crianças brasileiras. Cada criança foi identificada pelo pesquisador com o nome completo, na hora da filmagem. A aplicação dos testes ocorreu na área livre das escolas A e B e na Escola C foi realizado no centro comunitário da vila, em dia e hora previamente combinados com a diretoria da escola, com os pais e com o professor de educação física. Para analisar o desenvolvimento de habilidades motoras das crianças foi utilizado o *Test of Gross Motor Development – Second Edition (TGMD-2)*, de Ulrich⁹, validado no Brasil por Valentine¹⁵. O TGMD-2 é um teste referenciado por norma e por critério que avalia doze habilidades motoras amplas de crianças com idade entre 3 anos completos a 10 anos e 11 meses (10-11). Ele é composto por dois subtestes: *locomotor* e de *controle de objetos*. As habilidades motoras de locomoção avaliadas foram a corrida, o galope, o salto, a passada, o salto horizontal e a corrida lateral, enquanto a rebatida, o dribble, a recepção, o chute, o arremesso sobre o ombro e o rolar constituem o subteste de controle de objetos. Os testes foram filmados para posterior avaliação. Os pontos adquiridos pela criança foram reunidos no campo escore da habilidade. Foi realizada a soma e o registro no campo, que somados foram registrados em “resultado bruto do sub teste”¹⁵.

Tratamento estatístico: O tratamento estatístico dos dados que foi realizado através do pacote estatístico SPSS 19.0, utilizando a estatística descritiva para as variáveis quantitativas e os índices absolutos e relativos para as variáveis categóricas. Para a comparação das médias dos pontos de cada grupo de habilidades utilizou-se a estatística inferencial através do teste Kruskal-Wallis. O teste do Qui-quadrado foi utilizado para comparar as prevalências das categorias do desenvolvimento motor entre as três comunidades estudadas. Adotou-se um nível de significância para as inferências estatísticas de $p < 0,05$.

Aspectos éticos: Mediante o protocolo nº 005/2009 – CEP/NMT, a pesquisa foi desenvolvida de acordo com as normas da Resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde (CNS), Ministério da Saúde, Brasil.

RESULTADOS

As concentrações medianas e variações de HgT foram $7,4\mu\text{g/g}$ ($1,4 - 23,3\mu\text{g/g}$), $14,4$ ($4,4 - 33,5\mu\text{g/g}$), $0,3$ ($0 - 0,9\mu\text{g/g}$) respectivamente nas escolas A, B e C, com diferença altamente significativa ($p < 0,0001$). O peso mediano e variações nos escolares do Tapajós foram $28,1\text{Kg}$ ($11,2 - 73$) na escola A e $22,5$ ($11,9 - 43,7$) na escola B, enquanto na escola C, o peso variou de 13 a 67Kg , com mediana de 27Kg . A estatura mediana na escola A foi 132cm , variando de 87 a 167cm , na escola B variou de 90 a 149cm , com mediana de 122cm , enquanto na escola C, a mediana da estatura foi 131 , variando de 98 a 163cm . A comparação da estatura das crianças entre as escolas mostrou diferença significativa ($p < 0,008$). Os escores Z peso/idade, estatura/idade e IMC/idade não mostraram diferença significativa entre as crianças das três escolas. Na comparação dos marcadores do desenvolvimento motor (CMA, IM e IL) considerando o total das crianças de cada escola ribeirinha, verificou-se diferença altamente significativa nos três marcadores de desenvolvimento motor entre os grupos estudados. Os valores médios do CMA foram $82,4 \pm 8,9$; $76,5$

± 7.7 e 78.9 ± 10.8 respectivamente nas escolas A, B e C ($p < 0,0055$). Os valores médios da IM foram 6.7 ± 1.0 , 5.6 ± 0.9 e 5.8 ± 0.8 respectivamente nas escolas A, B e C ($p < 0.0001$). Os valores médios da IL foram 6.4 ± 1.1 , na escola A, 5.3 ± 0.9 na escola B e 5.7 ± 0.9 na escola C ($p < 0.0001$). O CMA mostrou diferença significativa em quase todas as faixas etárias, a exceção das crianças de 5 a 6 anos e 7 a 8 anos de idade. A diferença foi altamente significativa nas faixas de 8 a 9 anos, onde o valor médio na escola A foi 85.4 ± 9.1 , na escola B 72.3 ± 4.4 e na escola C 71.0 ± 3.6 ($p < 0.0007$). E, na faixa de 9 a 10 anos, os valores médios foram 82.5 ± 7.0 , 74.7 ± 5.4 e 73.3 ± 5.7 respectivamente, nas escolas A, B e C ($p < 0.002$). A IM também mostrou diferença para as mesmas faixas etárias do CMA, sendo altamente significativa ($p < 0.0002$) na faixa de 9 a 10 anos de idade, cujo valor médio 7.1 ± 0.5 na escola A, 6.2 ± 0.5 na escola B e 6.0 ± 0.5 na escola C. Com relação as IL, observou-se diferença significativa apenas nas faixas etárias de 8 a 9 anos e 9 a 10 anos. Nas crianças de 8 a 9 anos o valor médio da IL foi 6.5 ± 1.0 na escola A, 5.2 ± 0.4 nas crianças da escola B e 5.2 ± 0.5 naquelas da escola C ($p < 0.01$). Na faixa etária de 9 a 10 anos, os valores médios foram 6.8 ± 0.7 , 6.3 ± 0.4 e 6.2 ± 0.4 respectivamente, nas escolas A, B e C ($p < 0.02$).

Os resultados das correlações entre as concentrações de HgT, do IMC com os marcadores do desenvolvimento motor das crianças, nas diferentes escolas são apresentados na tabela 5. Não houve correlação entre as concentrações de HgT dos escolares com nenhum dos marcadores do desenvolvimento motor (IL, IM e CMA). Não houve correlação entre HgT com IMC. Houve correlação apenas entre o IMC com a IL nas crianças da escola C ($r: 0.4764$, $p < 0.0004$) e entre HgT com IL na escola A ($r: 0.2811$, $p: 0.0221$).

DISCUSSÃO

A medida do mercúrio total em amostras de cabelo tem sido usada como um biomarcador de exposição ao mercúrio através da dieta e foi utilizada em estudos que avaliaram a exposição infantil em áreas ribeirinhas (Pinheiro *et al.*, 2007; Marinho *et al.*, 2014). Neste estudo as concentrações de mercúrio mais elevadas foram encontradas nos escolares da região do Tapajós, destacando-se a escola B que apresentou mais de 50% das crianças com HgT acima de $14,45 \mu\text{g/g}$ e valor máximo de $35,5 \mu\text{g/g}$. Por outro lado, as crianças da escola C apresentaram as mais baixas concentrações de HgT, cujo valor mediano foi $0,35 \mu\text{g/g}$ e máximo $0,90 \mu\text{g/g}$. A diferença encontrada nas concentrações de HgT pode estar relacionada as condições biológicas das crianças, a fatores ambientais, sociais e nutricionais. Dentre os fatores ambientais e nutricionais atribui-se ao consumo frequente de peixes com teores de mercúrio impróprio para o consumo, já registrados na região do Tapajós por Vieira *et al.* (2011). As concentrações de HgT encontradas nos escolares da região do Tapajós são coerentes com estudo realizado na década passada por Pinheiro *et al.* ¹⁶ que encontraram em 65% das crianças de 2 a 6 anos de idade e 50% daquelas com 7 a 12 anos, concentrações que ultrapassaram o limite de $6,0 \mu\text{g/g}$, referência para consumidores de pescado⁷. Mais recentemente, Marinho *et al.* ¹⁷ encontraram na mesma região, níveis médios de $6,6 \mu\text{g/g}$ em crianças da mesma faixa etária. Nossos resultados sugerem que os níveis encontrados nos escolares do Tapajós podem representar riscos para o desenvolvimento motor. Sousa *et al.* ⁶ avaliaram as habilidades motoras em crianças ribeirinhas e encontraram diferença altamente significativa nas concentrações de HgT quando comparadas com as de área controle. Entretanto, os autores não avaliaram os níveis de mercúrio nem as características de consumo alimentar de pescado nas crianças da área controle, e consideraram os níveis de referência de exposição de $0,5 \text{mg/g}$, dificultando a comparação com os resultados do presente estudo que considerou níveis de referência estabelecido pela WHO (1990). Diferente das crianças do Tapajós, os escolares da região do rio Acará apresentaram muito baixas concentrações de mercúrio total em amostras de cabelo sugerindo um consumo regular de espécies de peixes não predadoras, ou com baixas concentrações de metil mercúrio, constituindo assim, um grupo de baixo risco aos danos associados a este tipo de exposição. As evidências mais contundentes de danos causados por metil mercúrio sobre o sistema nervoso central

(SNC) foram observadas no acidente de Minamata e do Iraque, entretanto, esses efeitos foram associados à exposição aguda e a altas concentrações de metil mercúrio (Harada, 2004). Mas, a exposição em longo prazo, ainda que, em baixas concentrações desse composto podem ser suficiente para causar danos neurológicos, entretanto, não há estudos que demonstrem efeitos significativos sobre o sistema neuromotor em crianças expostas. Os danos sobre o sistema motor infantil estão relacionados a diferentes causas, dentre essas, se destaca o estado nutricional. Aspectos relacionados à carência ou desequilíbrios de nutrientes influenciam diretamente no peso, altura e IMC. As crianças ribeirinhas, tradicionalmente possuem uma alimentação a base de pescado da região, que é a principal fonte de proteína, elemento indispensável para o crescimento e desenvolvimento infantil. Os escolares que apresentaram as maiores concentrações de mercúrio apresentaram também as mais baixas estaturas e os mais baixos pesos, sugerindo a possibilidade de a concentração de HgT encontrada estar influenciando principalmente, na baixa estatura observada nas crianças mais expostas.

Em estudo realizado por Xavier (2003) envolvendo crianças de comunidades ribeirinhas do Tapajós ficou demonstrado uma associação entre a exposição prolongada ao mercúrio com baixa estatura, caracterizando desnutrição infantil prolongada. Em outra região exposta ao mercúrio, na Amazônia, Cunha *et al.* (2018) examinaram o impacto nutricional da dieta de peixes e o perigo potencial da exposição ao mercúrio sobre o crescimento de crianças nos primeiros cinco anos de vida e verificaram que as concentrações de metil mercúrio não influenciaram diretamente na relação peso e altura das crianças estudadas. Diferente dos achados encontrados em áreas ribeirinhas, cujas características se associam também a vulnerabilidade social, Nobre *et al.* ² utilizando o TGMD2 não encontraram associação das habilidades motoras fundamentais com os parâmetros antropométricos em crianças vivendo em vulnerabilidade social, no nordeste brasileiro. A diferença pode estar relacionada a influência da exposição ao mercúrio como mais um fator de risco sobre o estado nutricional infantil. Neste estudo, o desempenho motor dos escolares ribeirinhos avaliados através do CMA, IM e IL do TGMD2 foi melhor na escola A e pior na escola B, ambas localizadas na região do Tapajós, sugerindo que as concentrações de HgT e o estado nutricional tenham influenciado negativamente nos resultados dos testes. As crianças da escola B apresentaram as mais elevadas concentrações de HgT e as menores medidas estaturais e menores pesos quando comparados com as crianças das outras escolas estudadas. Estudo realizado por Tavares *et al.* (2005) em crianças ribeirinhas 3 a 7 anos, na Amazônia mostrou alta proporção de crianças com disfunção neurológica, inclusive na função motora. Diferente do corrente estudo, os autores utilizaram o instrumento validado por Lefèvre, avaliaram crianças de 3 a 7 anos e não avaliaram fatores que interferem no desenvolvimento motor infantil, como o estado nutricional.

Há evidências que fatores de nutrição materna tais como consumo de peixes e estado de ácidos graxos polinsaturados (PUFA) podem influenciar favoravelmente a relação entre a exposição pré-natal e o desenvolvimento motor em crianças de 4 a 5 anos (Llop *et al.*, 2017). Essa associação não pode ser avaliada no corrente estudo, porque a exposição pós-natal foi estimada através das concentrações de HgT em amostras de cabelo, o estado nutricional foi estimado pelos parâmetros antropométricos e incluiu crianças com idade a partir de 5 anos. Por outro lado, as crianças da escola C que apresentaram as menores concentrações de HgT apresentaram também um pobre desempenho nos testes em relação as crianças da escola A. Esses resultados podem ser explicados pelas condições ambientais desfavoráveis ao desenvolvimento de habilidades motoras, pois essa escola e o seu entorno não dispõem de espaço físico salubre para a realização de atividades motoras, tais como jogos lúdicos, brincadeiras e atividades cotidianas, como dispõem aquelas residentes na região do Tapajós. Essas crianças vivem e estudam em domicílios e escolas sobre o rio, a maioria sem condições sanitárias adequadas, sugerindo que a vulnerabilidade social pode interferir negativamente nas habilidades motoras fundamentais das crianças. Essa associação foi demonstrada em estudos de Nobre *et al.* (2018) no Brasil e por

Zeng *et al.* (2019) nos Estados Unidos. A avaliação do desenvolvimento motor dos escolares de acordo com a faixa etária mostrou que os melhores desempenhos com relação ao CMA e IM foram observados na Escola A nas faixas etárias de 6, 8, 9 e 10 anos. A exceção dos escolares da faixa de 10 anos, também a escola A apresentou melhor desempenho na IL nas mesmas faixas do CMA e IM. Nas demais idades as crianças das três escolas apresentaram desempenhos similares. Esses resultados são similares ao de Bolger *et al.* (2018) que ao avaliar a habilidade fundamental do movimento em crianças de escola primária da Irlanda através do TGMD2, verificaram que as crianças mais velhas tiveram significativamente maior desempenho do que as mais jovens, tanto para a atividade locomotora quanto para controle de objeto, sugerindo a participação da maturidade e das experiências locomotoras anteriores no resultado dos testes.

A exceção da IL, o CMA e IM das crianças nas escolas B, no Tapajós e escola C, na região do Acará, as três faixas de maior idade (8,9,10) apresentaram baixos desempenhos nas habilidades motoras investigadas. A maioria dessas crianças tinha em comum o baixo estado nutricional, o que pode explicar as respostas encontradas. Medina e Marques (2010) também encontraram comprometimento motor no desenvolvimento dos componentes da motricidade em escolares da rede pública nas faixas de maior idade, entretanto, nessas crianças não havia história de exposição a fatores tóxicos ambientais e o instrumento utilizado foi diferente do aplicado neste estudo. Estudo realizado por Taylor *et al.* (2018), para investigar a associação da exposição pré-natal a metais pesados, incluindo mercúrio, sobre habilidades motoras aos 7 anos de idade não encontraram evidências do papel da exposição aos metais sobre o desempenho motor. Diferente do corrente estudo, os autores usaram o sangue materno como marcador de exposição, bateria de testes diferentes e as funções motoras foram avaliadas apenas aos sete anos de idade. Para explicar o baixo desenvolvimento motor nas crianças da Escola B há que se considerar o conjunto de fatores, incluindo, o estado nutricional (mais desnutridos) e os níveis de exposição prolongada ao mercúrio (mais elevados) do que os das crianças das outras escolas avaliadas. Quanto maior o número de fatores de risco atuantes, maior será a possibilidade do comprometimento do desenvolvimento motor. Em razão de sua estreita dependência a fatores ambientais diversos, os indicadores de saúde refletem as condições de vida das crianças e do adolescente no passado e no presente (Willrich *et al.*, 2009). A maioria das crianças da Escola B é nativa da região, cujos pais têm histórico de exposição ao mercúrio.

Apesar de não haver diferença significativa, os escolares de cinco anos de idade da escola A apresentaram os maiores desempenhos no CMA e IL. Estes resultados podem ser explicados pelo menor tempo de exposição pós-natal ao mercúrio, por melhores condições nutricionais, condições de estímulo dentro e fora da escola, condicionantes socioecológicos na fase pré-escolar que podem influenciar nos resultados do teste de habilidade motora fundamental (Zeng *et al.*, 2019). As crianças da escola C tiveram baixo desempenho motor associado a baixo estado nutricional, e apresentaram as mais baixas concentrações de HgT em relação as crianças das outras escolas. Esses resultados sugerem que o mercúrio não influenciou no baixo desenvolvimento motor na escola C. Entretanto, influenciou naquela onde foram observadas elevadas concentrações de HgT e baixos índices antropométricos tornando-os fator agravantes para o desenvolvimento desses escolares. Limitações deste estudo incluem o pequeno número amostral de escolas e de participantes do estudo, em virtude das dificuldades de acesso às comunidades ribeirinhas e a falta de concordância de alguns pais ou responsáveis pelas crianças.

Outro fator limitante foi a ausência de comparações entre gêneros devido a predominância de um gênero em relação ao outro. Porém, novos estudos utilizando técnicas acessíveis e factíveis como o TGMD2 na avaliação de escolares em regiões geográficas onde o acesso às tecnologias atuais é limitado podem trazer mais contribuições, com vista a programas específicos de prevenção de danos sobre o desenvolvimento infantil, em áreas expostas ao mercúrio.

CONCLUSÃO

Pobre desempenho motor foi mais frequente em crianças com baixo estado nutricional e com elevados níveis de exposição ao mercúrio observados na Escola B, entretanto, foi observado também na Escola C, onde as crianças apresentaram as mais baixas concentrações de mercúrio e pobre estado nutricional. A baixa estatura observada em escolares do Tapajós pode estar associada à exposição pré e pós-natal e, esses dois fatores podem explicar o baixo desempenho motor encontrado. Portanto, os resultados deste estudo sugerem a interferência da exposição ao mercúrio em associação com fatores nutricionais sobre o desenvolvimento motor indicando a necessidade de ações planejadas na perspectiva de prevenção e recuperação de danos motores em áreas expostas ao mercúrio.

REFERÊNCIAS

- Akbari, H., Abdoli, B., Shafizadeh, M., Khalaji, H, Hajhosseini, S., Ziaee, V. The effect of traditional games in fundamental motor skill development in 7–9-year-old boys. *Iran j. Pediatr* 2009., 19(2): 123-129.
- Balaban V. The relationship between objectively measured physical activity and fundamental motor skills in 8 to 11 years old children from the Czech Republic. *Monten. J. Sports Sci. Med* 2018., 7(2): 1-6.
- Bolger, LE., Bolger, LA., O'neill, C., Coughlan, E., O'brien, W., Lacey, S., Burns, C. Age and Sex Differences in Fundamental Movement Skills Among a Cohort of Irish School Children. *Journal of Motor Learning and Development* 2018., 6(1): 81–100.
- 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. *Regulatory Toxicology Pharmacology* 2008., 51: 201-214.
- Cunha, MPL., Marque, RC., Dórea, JG. Influence of Maternal Fish Intake on the Anthropometric Indices of Children in the Western Amazon. *Nutrients* 2018., 10: 1146.
- Gallahue, DL., Ozmun, JC. Compreendendo o desenvolvimento motor: bebês, crianças, adolescentes e adultos. São Paulo: Phorte, 2005.
- Grandjean, P., White, RF., Nilsen A., Cleary D., Saints, ECO. Methylmercury Neurotoxicity in Amazonian Children Downstream from Gold Mining. *Environ Health Perspec* 1999., 107: 587-971.
- Harada, M. Minamata disease. Tokyo: Kumamoto Nichinichi Shinbun Culture & Information Center., 2004.
- Krebs, RJ., Duarte, MG., Nobre, GC., Nazario, PF., Santos, JOL. Relação entre escores de desempenho motor e aptidão física em crianças com idades entre 7 e 8 anos. *Rev. Bras. Cineantropom Desempenho Human* 2011., 13(2): 94-99.
- Llop, S., Ballester, F., Murcia, M., Forns, J., Tardon, A., Andiarrena, A., Vioque, J., Ibarluzea, J., Fernandez-Somoano, A., Sunyer, J. Prenatal exposure to mercury and neuropsychological development in young children: the role of fish consumption. *International Journal of Epidemiology* 2017., 46(3): 827–838.
- Marinho, JS., LIMA, MO., Santos, ECDO., DE Jesus, IM., Pinheiro, MCN., Alves, CN *et al.* Mercury speciation in hair of children in three communities of the Amazon, Brazil. *Biomed Research International* 2014: 1-9.
- Medina, J., Marques, I. Motor development evaluation of children with learning difficulties. *Rev. Bras. Cineantropom Hum Performance* 2010., 12: 36-42.
- Nobre, GC., Valentini, NC., NOBRE, FSS. Fundamental motor skills, nutritional status, perceived competence, and school performance of Brazilian children in social vulnerability: gender comparison. *Child Abuse & Neglect* 2018., 80: 335-345.
- Pinheiro, MCN., Crespo-Lopez, ME., Vieira, JLF., Oikawa, T., Guimaraes, GA., Araujo, DC *et al.* Mercury Pollution and childhood in Riverside Amazon villages. *Environ International* 2007., 33: 56-61.
- Souza, JM., Novaes, JS., Rodrigues Neto, G., Souza, MS., Reis, IG., Carvalho, MI. Assessment of the motor development of children

- poisoned with mercury. *Gazz Med Ital - Arch Sci Med* 2014., 173: 1-2.
- Tavares, LMB., Chamber, VM., Malm, O., Santos, ECO. Performance on neurological development tests by riverine children with moderate mercury exposure in Amazonia, Brazil. *Public Health* 2005., 21: 1160-1167.
- Taylor, CM., Emond, AM., Lingam, R., Golding, J. Prenatal lead, cadmium and mercury exposure and associations with motor skills at age 7 years in a UK observational birth cohort. *Environment International* 2018., 117: 40-47.
- Ulrich, D. *The test of gross motor development*. Austin: Prod-Ed, 1985.
- Valentini, NC., Barbosa, MLL., Cini, GV., Pick, RK., Spessato, BK., Balbinotti, MAA. Development testing gross motor: validity and reliability for a gaucha population. *J Kinanthropometry Human Performance* 2008., 10: 399-404.
- Vieira, JLF., Gomes, ALS., Santos, JPN., Lima, TCD., Freitas JR,JA., Pinheiro, MCN. Mercury Distribution in Organs of Two Species of Fish from Amazon Region. *Bull Environ Contam Toxicol* 2011., 87: 377-380.
- Willrich, A., Azevedo, CCF., Fernandes, OJ. Motor development in children: influence of risk factors and intervention programs. *J Neuroscience* 2009., 17: 51-56.
- World Health Organization (WHO). *Guidance for identifying populations at risk from mercury exposure*. Geneva: Switzerland., 2008.
- World Health Organization (WHO). *IPCS Environ Health Criteria 101: Methylmercury*. Geneva: International Programme on Chemical Safety., 1990.
- Xavier, FB. *Intestinal parasitosis and malnutrition in children exposed to mercury in the Amazon [Monograph]*. Belém: Federal University of Pará., 2003.
- Yildirim, DS., Bilge, M., Caglar, E. Effects of a training Program based on longitudinal training of athlete development (LTAD) approach on gross motor skills among 6-8 years old children. *European Journal of Physical Education and Sport Science* 2019., 5(3): 35-46.
- Zeng, N., Johnson, SL., Boles, RE., Bellows, LL. Social-ecological correlates of fundamental movement skills in young children. *Journal of Sport and Health Sciences* 2019, 00: 1-8.
