



ARTIGO ORIGINAL

Blood lead levels in a group of children: the potential risk factors and health problems[☆]



Mones M. AbuShady^{a,*}, Hanan A. Fathy^b, Gihan A. Fathy^a, Samer abd el Fatah^b, Alaa Ali^a e Mohamed A. Abbas^a

^a National Research Centre, Child Health Department, Cairo, Egito

^b Atomic Energy Authority, National Center for Radiation Research and Technology (NCRRT), Health Radiation Research Department, Cairo, Egito

Recebido em 15 de julho de 2016; aceito em 22 de dezembro de 2016

KEYWORDS

Blood lead levels;
Children;
Lead exposure;
Abnormal behavior;
Short stature;
Egypt

Abstract

Objective: To investigate blood lead levels (BLLs) in schoolchildren in two areas of Egypt to understand the current lead pollution exposure and its risk factors, aiming to improve prevention policies.

Subjects and method: This was a cross-sectional study in children ($n=400$) aged 6–12 years recruited from two areas in Egypt (industrial and urban). BLLs were measured using an atomic absorption method. Detailed questionnaires on sources of lead exposure and history of school performance and any behavioral changes were obtained.

Results: The mean BLL in the urban area of Egypt (Dokki) was $5.45 \pm 3.90 \mu\text{g/dL}$, while that in the industrial area (Helwan) was $10.37 \pm 7.94 \mu\text{g/dL}$, with a statistically significant difference between both areas ($p < 0.05$). In Dokki, 20% of the studied group had BLLs $\geq 10 \mu\text{g/dL}$, versus 42% of those in Helwan. A significant association was found between children with abnormal behavior and those with pallor with BLL $\geq 10 \mu\text{g/dL}$, when compared with those with BLL $< 10 \mu\text{g/dL}$ ($p < 0.05$). Those living in Helwan area, those with bad health habits, and those living in housing with increased exposure were at a statistically significantly higher risk of having BLL $\geq 10 \mu\text{g/dL}$.

Conclusion: Lead remains a public health problem in Egypt. High BLLs were significantly associated with bad health habits and housing with increased exposure, as well as abnormal behavior and pallor.

© 2017 Sociedade Brasileira de Pediatria. Published by Elsevier Editora Ltda. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

DOI se refere ao artigo:

<http://dx.doi.org/10.1016/j.jpmed.2016.12.006>

[☆] Como citar este artigo: AbuShady MM, Fathy HA, Fathy GA, Fatah Sa, Ali A, Abbas MA. Blood lead levels in a group of children: the potential risk factors and health problems. J Pediatr (Rio J). 2017;93:619–24.

* Autor para correspondência.

E-mail: monesshady@gmail.com (M.M. AbuShady).

PALAVRAS-CHAVE

Níveis de chumbo no sangue;
Crianças;
Exposição ao chumbo;
Comportamento anormal;
Baixa estatura;
Egito

Níveis de chumbo no sangue em um grupo de crianças: possíveis fatores de risco e problemas de saúde

Resumo

Objetivo: Investigar os níveis de chumbo no sangue (NCSs) em crianças em idade escolar em duas áreas do Egito para entender a atual exposição à poluição por chumbo e seus fatores de risco, para melhorar as políticas de prevenção.

Indivíduos e método: Este foi um estudo transversal em crianças (400) entre 6-12 anos recrutadas de duas áreas no Egito (industrial e urbana). Os NCSs foram medidos por um método de absorção atômica. Foram obtidos questionários detalhados sobre as fontes de exposição ao chumbo e o histórico de desempenho escolar e quaisquer alterações comportamentais.

Resultados: O NCS na área urbana do Egito (Dokki) foi de $5,45 \pm 3,90 \mu\text{g/dL}$, ao passo que na área industrial (Helwan) foi de $10,37 \pm 7,94 \mu\text{g/dL}$, com uma diferença significativa entre ambas as áreas ($p < 0,05$). Na área de Dokki, 20% do grupo estudado apresentaram NCSs $\geq 10 \mu\text{g/dL}$, ao passo que na área de Helwan foi 42%. Foi encontrada uma associação significativa entre as crianças com comportamento anormal e aquelas com palidez com NCS $\geq 10 \mu\text{g/dL}$, em comparação com aquelas com NCS $< 10 \mu\text{g/dL}$ ($p < 0,05$). Aquelas que moram na área de Helwan, aquelas com hábitos de saúde ruins e aquelas que moram em moradias com maior exposição estiveram significativamente em alto risco de apresentar NCS $\geq 10 \mu\text{g/dL}$.

Conclusão: O chumbo ainda é um problema de saúde pública no Egito. Altos NCSs foram significativamente associados a hábitos de saúde ruins e moradia com maior exposição, bem como comportamento anormal e palidez.

© 2017 Sociedade Brasileira de Pediatria. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introdução

Estudar o NCS (nível de chumbo no sangue) como um importante perigo à saúde, principalmente em crianças, garante seu frequente monitoramento para evitar o máximo possível a exposição ao chumbo.¹ O chumbo tem sido usado em vários produtos, como tintas, tubulações e cerâmicas, e ainda é um perigo público. As fontes de chumbo e sua poluição são principalmente em virtude de mineração, unidades de reciclagem de baterias e fundição,^{2,3} além de pintura à base de chumbo descascada ou lascada, presente principalmente durante reformas de casas antigas,^{4,5} contato com poeira ou solo contaminados,⁶ chumbo no encanamento, escapamento de automóveis, subprodutos de trabalho de mineração e metalurgia e vários produtos de consumo.^{7,8} A reciclagem de sucata eletrônica é uma área de interesse emergente como uma fonte de exposições ocupacionais entre trabalhadores e uma fonte de exposições que são levadas para casa.⁹

Sabe-se que o chumbo não tem qualquer função fisiológica, mas existe em quase todos os sistemas biológicos. Ele é absorvido por meio de diferentes formas; contudo, a ingestão de componentes alimentares contaminados é responsável pela maior parte da toxicidade por chumbo em crianças.¹⁰ As crianças são mais propensas à exposição do que os adultos devido à alta taxa de inalação e maior absorção intestinal. A exposição intensa a altas doses de chumbo causa envenenamento sintomático agudo, caracterizado por cólica, anemia e depressão do sistema nervoso central, que pode resultar em coma, convulsões e morte. Sabe-se que baixos níveis de chumbo no sangue afetam vários órgãos na ausência de sintomas evidentes. A toxicidade com baixos níveis de chumbo no útero e durante a infância constitui dano no cérebro e no sistema nervoso. A exposição a baixo NCS (menos de $10 \mu\text{g/dL}$)

afeta também os sistemas imunológico, reprodutivo e cardiovascular. Uma pesquisa recente indica que, em níveis sanguíneos de $5 \mu\text{g/dL}$ ou menor, é provável que ocorram danos neurocomportamentais. Parece que pode haver lesão cerebral sem limiar de nível sanguíneo.¹¹⁻¹³

Os objetivos deste estudo foram avaliar a extensão da exposição ao chumbo em crianças em idade escolar (entre 6 e 12 anos) em áreas industriais e urbanas no Egito e investigar os possíveis fatores influenciadores para esclarecer o atual problema de exposição ao chumbo e aprimorar os métodos de prevenção e controle.

Material e métodos

Foram aleatoriamente escolhidas 200 crianças em idade escolar básica na área industrial no Egito (cidade de Helwan) com o mesmo número de crianças em idade escolar básica em uma área urbana no Egito (Dokki). O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética Médica do Centro de Pesquisa Nacional, Dokki, Cairo, Egito. Foram obtidos os consentimentos dos pais. Os pais que optaram por participar do estudo foram submetidos a questionários detalhados sobre as fontes de abastecimento de água, moradia (casas antigas com pinturas descascando, uso de cerâmicas vidradas à base de chumbo), morar com adultos cujo trabalho envolve troca de baterias ou reciclagem ou processamento de baterias, hábitos alimentares (por exemplo, usar jornais para envolver os alimentos das crianças), exposição à poluição no ar (local da casa é próximo a principais rodovias) e brincadeiras ao ar livre em áreas de poeira. Foram perguntados sobre o histórico de desempenho escolar e quaisquer alterações comportamentais, como ansiedade, agressividades e quaisquer problemas clínicos. Pedimos que os professores e outros

funcionários de escolas avaliassem o desempenho e o comportamento de cada criança.

Foi feito um exame clínico abrangente que incluiu peso, altura, pressão arterial, exames cardíacos, abdominais e neurológicos completos. Uma avaliação psicológica também foi feita por meio de uma entrevista com um especialista. Foram avaliados o hemograma completo e o nível de chumbo no sangue.

As amostras de sangue foram coletadas de acordo com as orientações do Centro de Controle e Prevenção de Doenças (CDC). Todos os tubos e materiais de coleta de amostras foram pré-selecionados para contaminação por chumbo. As amostras de sangue foram analisadas para o nível de chumbo com o método de absorção atômica descrito por Miller et al.,¹⁴ com o uso de atomização de grafite por aquecimento (PerkinElmer®, HGA 600, MA, EUA). O NCS é definido como “elevado” ou “nível de preocupação” se estiver em 10 µg/dL ou maior, de acordo com o Centro de Controle e Prevenção de Doenças dos Estados Unidos.¹⁵

Análise estatística

Foi feita com o pacote estatístico para as ciências sociais (SPSS Inc., versão 16 para Windows, IL, EUA). Os dados contínuos (NCSs) foram expressos como média ± desvio padrão e foram comparados com o teste *t* de Student. Os dados categóricos foram expressos como frequências e percentuais e foram analisados com o teste qui-quadrado bicaudal. Uma análise de regressão logística múltipla foi usada para analisar os preditores de altos níveis de chumbo no sangue ≥ 10 µg/dL e para modificar a associação entre os dados clínicos e o alto NCS e acrescentar as covariáveis. O valor de *p* < 0,05 foi considerado significativo.

Resultados

Participaram do estudo 400 crianças. A idade variou de 6 a 12 anos, com média de 9,40 ± 2,33. Foram 205 meninos e 195 meninas. A média de NCS foi de 10,37 ± 7,94 µg/dL na área de Helwan e de 5,45 ± 3,90 µg/dL na área de Dokki, com uma diferença significativa entre as áreas (*p* < 0,05). Nenhuma diferença significativa foi encontrada entre sexo em ambas as áreas com relação ao NCS (*p* > 0,05). Na área de Dokki, 20% do grupo estudado apresentaram NCSs ≥ 10 µg/dL, ao passo que na área de Helwan o percentual foi de 42%. As crianças com NCS ≥ 5 µg/dL na área de Dokki foram 44%, ao passo que aquelas na área de Helwan foram 64%.

Os dados sociais e clínicos da população estudada são apresentados na [tabela 1](#), que mostrou que as crianças na área de Helwan apresentaram hábitos de saúde significativamente piores, moradia com maior exposição, desempenho escolar < 60%, comportamento anormal e palidez do que as crianças na área de Dokki (*p* < 0,05).

A associação entre os dados clínicos de todas as crianças e os altos níveis de chumbo no sangue é apresentada na [tabela 2](#). Foi encontrada uma associação significativa entre o NCS ≥ 10 µg/dL e as crianças com desempenho escolar < 60%, crianças com comportamento anormal, crianças com baixa estatura e palidez em comparação com aquelas com NCS < 10 µg/dL (*p* < 0,05).

Tabela 1 Dados clínicos e sociais da população estudada (n = 400)

Características	Área de Helwan n° total 200 (número em %)	Área de Dokki n° total 200 (número em %)	Valor de <i>p</i>
Hábitos de saúde ruins que aumenta a exposição	122 (61%)	64 (32%)	0,000 ^a
Moradia com aumento da exposição	119 (59,5%)	69 (34,5%)	0,000 ^a
Desempenho escolar < 60%	20 (10%)	5 (2,5%)	0,004 ^a
Comportamento anormal	15 (7,5%)	3 (1,5%)	0,008 ^a
Baixa estatura	4 (2%)	2 (1%)	0,681
Palidez (Hb < 10 gm%)	79 (39,5%)	44 (22%)	0,005 ^a
NCS ≥ 10 µg/dL	84 (42%)	40 (20%)	0,000 ^a

Hb, hemoglobina; NCS, nível de chumbo no sangue.

^a *p* < 0,05 é significativo.

Foi feita a análise de regressão logística múltipla para estudar os preditores de alto NCS (≥ 10 µg/dL) ([tabela 3](#)). Foi constatado que aquelas que moram na área de Helwan, aquelas com hábitos de saúde ruins e aquelas que vivem em moradias com maior exposição estão significativamente em alto risco de apresentar NCS ≥ 10 µg/dL (RC = 2,16, IC de 95%, 1,35-3,47; RC = 1,947, IC de 95%, 1,2-3,10; RC = 1,72, IC de 95%, 1,09-1,09, respectivamente, *p* < 0,05 em todas).

A [tabela 4](#) mostra a associação entre os dados clínicos e o alto NCS após modificação pelos preditores de alto NCS como covariáveis. Comportamento anormal e palidez foram associados a alto NCS ≥ 10 µg/dL (*p* < 0,05), ao passo que o desenvolvimento escolar < 60% e a baixa estatura não foram associados a alto NCS (*p* > 0,05) após modificação pelas covariáveis.

Discussão

O envenenamento por chumbo na infância é um grande problema que pode ser evitado em todo o mundo. No estudo atual, a média de NCS em uma área urbana do Egito (Dokki) foi de 5,45 ± 3,90 µg/dL, ao passo que em uma área industrial (Helwan) foi de 10,37 ± 7,94 µg/dL. Na área de Dokki, 20% do grupo estudado apresentaram NCSs ≥ 10 µg/dL, ao passo que na área de Helwan o percentual foi de 42%. As crianças com NCS ≥ 5 µg/dL na área de Dokki foram 44%, ao passo que aquelas na área de Helwan foram 64%. Em Cingapura, de 1995 a 1997, o nível médio de chumbo no sangue foi relatado em 6,6 µg/dL em 269 crianças.¹⁶ Crianças entre 12 e 19 anos foram avaliadas em 1999 por americanos e foi encontrada uma média de NCS de 1,1 µg/dL¹⁷ e, de 2007 a 2010, as médias geométricas aos 1-2 anos e 3-5 anos foram constatadas em 1,5 µg/dL e 1,2 µg/dL, respectivamente.¹⁸

Um estudo transversal para NCSs incluiu 3.831 crianças recrutadas em hospitais na França. A média geométrica de NCS foi de 1,49 µg/dL e 0,09% das crianças apresentaram NCSs acima de 10 µg/dL, 1,5% acima de 5 µg/dL.¹⁹

Tabela 2 Associação dos dados clínicos das crianças e dos altos níveis de chumbo no sangue ($\geq 10 \mu\text{g/dL}$)

Características	Alto NCS $\geq 10 \mu\text{g/dL}$ n° total 124 (número em %)	NCS $< 10 \mu\text{g/dL}$ n° total 276 (número em %)	Valor de p
Desempenho escolar $< 60\%$	18 (14,5%)	7 (2,5%)	$< 0,000^a$
Comportamento anormal	10 (8%)	8 (2,9%)	0,041 ^a
Baixa estatura	5 (4%)	1 (0,4%)	0,019 ^a
Palidez (Hb $< 10 \text{ gm}\%$)	67 (54%)	57 (20,7%)	0,000 ^a

Hb, hemoglobina; NCS, nível de chumbo no sangue.

^a $p < 0,05$ é significativo.

Tabela 3 Preditores de alto nível de chumbo no sangue ($\geq 10 \mu\text{g/dL}$) (análise de regressão logística múltipla)

	B	Valor de p	RC	IC de 95% para RC	
				Inferior	Superior
Residência (Dokki em comparação com Helwan)	0,763	0,002 ^a	2,145	1,335	3,447
Hábitos de saúde (bons hábitos de saúde em comparação com hábitos de saúde ruins)	0,664	0,005 ^a	1,943	1,220	3,095
Exposição da moradia (moradia sem exposição em comparação com moradia com aumento da exposição)	0,565	0,017 ^a	1,760	1,108	2,796
Idade	-0,077	0,243	0,926	0,815	1,053
Sexo	0,200	0,392	1,222	0,772	1,932
Constante	-3,410	0,000	0,033		

IC, intervalo de confiança; RC, razão de chance.

^a $p < 0,05$ é significativo.

Tabela 4 Associação dos dados clínicos e do alto nível de chumbo no sangue ($\geq 10 \mu\text{g/dL}$) após modificação pelas covariáveis (Análise de regressão logística múltipla)

	B	Valor de p	RC	IC de 95% para RC	
				Inferior	Superior
<i>Covariáveis</i>					
Intercepto	-0,07291	0,952			
Residência (Dokki em comparação com Helwan)	-0,525	0,049 ^a	0,591	0,350	1,001
Hábitos de saúde (bons hábitos de saúde em comparação com hábitos de saúde ruins)	-0,307	0,252	0,736	0,435	1,243
Exposição da moradia (moradia sem exposição em comparação com moradia com aumento da exposição)	-0,542	0,039 ^a	0,581	0,347	0,973
Idade	0,100	0,188	1,105	0,952	1,284
Sexo	-0,226	0,383	0,798	0,480	1,326
<i>Dados clínicos</i>					
Desempenho escolar $< 60\%$	0,302	0,318	1,352	0,748	2,445
Comportamento anormal	1,794	0,000 ^a	6,013	3,159	11,446
Baixa estatura	-0,05999	0,924	0,942	0,274	3,234
Palidez (Hb $< 10 \text{ gm}\%$)	1,198	0,000 ^a	3,313	1,845	5,948

Hb, hemoglobina; IC, intervalo de confiança; RC, razão de chance.

^a $p < 0,05$ é significativo.

Em 2011, foi feito um estudo sobre os NCSs em 226 crianças em idade escolar de Alpuyecá, em Morelos, México. Os NCSs médios foram de 7,23 $\mu\text{g}/\text{dL}$, e encontramos NCSs > 5 $\mu\text{g}/\text{dL}$ e > 10 $\mu\text{g}/\text{dL}$ em 64% e 18% das crianças, respectivamente. Em quase 50% das residências foi relatado o uso de cerâmicas vidradas à base de chumbo.²⁰

Os neonatos e as crianças jovens do Equador (130) entre 0,33 e 5,8 anos foram estudadas para níveis de chumbo no sangue. O NCS médio foi de 29,4 $\mu\text{g}/\text{dL}$ (DP: 24,3; intervalo: 3,0-128,2; mediana 21,7; média geométrica: 20,7 $\mu\text{g}/\text{dL}$).²¹ Para medir a exposição atual ao chumbo em crianças japonesas, foram coletadas amostras de sangue de crianças entre 9 e 10 anos em Asahikawa, Japão. A média geométrica (MG) dos NCSs foi de 0,96 $\mu\text{g}/\text{dL}$.²²

As crianças em seis comunidades próximas às minas e fundições atualmente fechadas em Kabwe, Zâmbia, foram estudadas para os níveis de chumbo no sangue. A média do NCS foi de 4,83 ($\mu\text{g}/\text{dL}$). O NCS mais baixo medido foi de 1,36 $\mu\text{g}/\text{dL}$. O NCS mais alto de detecção pelo sistema de teste foi de 6,5 $\mu\text{g}/\text{dL}$.²³ Na comunidade de Bagega, na Nigéria, foi feita uma pesquisa para investigar o NCS. A mediana do NCS foi de 71 $\mu\text{g}/\text{dL}$ (intervalo: 8-332 $\mu\text{g}/\text{dL}$). NCS elevado ($\geq 10 \mu\text{g}/\text{dL}$) foi encontrado em 99,5% do grupo estudado.²⁴ Os NCSs foram investigados em 2012, durante todo o ano, em crianças com menos de 18 anos em Wuhan-China. Para todos os indivíduos, a média geométrica dos NCSs foi de 4,48 $\mu\text{g}/\text{dL}$. NCSs elevados ($\geq 10 \mu\text{g}/\text{dL}$ e $\geq 5 \mu\text{g}/\text{dL}$) foram encontrados em 2% e 44%, respectivamente.²⁵ Foram feitos estudos analíticos transversais na África do Sul que incluíram 160 crianças em idade escolar. A média de níveis de chumbo no sangue foi de 7,4 $\mu\text{g}/\text{dL}$ (intervalo de 2,2 a 22,4 $\mu\text{g}/\text{dL}$). Níveis de chumbo no sangue $\geq 5 \mu\text{g}/\text{dL}$ foram encontrados em 74% das crianças, ao passo que 16% delas apresentaram níveis de chumbo no sangue $\geq 10 \mu\text{g}/\text{dL}$.²⁶

Os NCSs foram quantificados em sangue de crianças que moram em Riyadh, Arábia Saudita. A concentração média (\pm DP) de chumbo no sangue das crianças foi de 5,2 \pm 1,7, com intervalo de 1,7-10,6 $\mu\text{g}/\text{dL}$. Os NCS de 17,8% das crianças em Riyadh foram maiores do que 10 $\mu\text{g}/\text{dL}$.²⁷

Foi feito um estudo sobre os NCSs em três escolas na cidade de Nablus, na Palestina, que incluiu 178 crianças (140 meninos, 38 meninas), faixa de 6-8 anos. Os níveis de chumbo no sangue médios gerais foram de 3,2 \pm 2,4 $\mu\text{g}/\text{dL}$ e níveis acima de 10 $\mu\text{g}/\text{dL}$ foram encontrados em 4,5% das crianças.²⁸

No presente estudo, altos NCSs foram encontrados na área de Helwan, uma área industrial antiga com muitas indústrias e fábricas de chumbo. Outros preditores de alto NCS foram hábitos de saúde ruins (usar jornais para embalar os alimentos das crianças, não lavar as mãos antes de comer e depois de brincar, contato com poeira, solo e brinquedos contaminados, ingestão de ovos conservados e frituras) e moradia com alta exposição (pintura à base de chumbo descascada ou lascada, reformas, chumbo no encanamento, uso de cerâmicas vidradas à base de chumbo).

Nenhuma diferença significativa foi detectada no estudo atual entre homens e mulheres nas áreas de Dokki e Helwan com relação aos NCSs, o que pode ser explicado por comportamentos e atividades externos semelhantes de ambos os sexos. Esse resultado está de acordo com os achados de Counter et al.²¹ Cao et al.²⁹ constataram que a média dos

NCSs dos meninos (23,57 mg/L) foi maior do que a das meninas (21,2 mg/L), o que foi explicado pelo comportamento distinto discrepante e pelas atividades externas praticadas por meninos em fase de crescimento, que levam a contato com poluição ambiental por chumbo.

Em uma análise multivariada por Spanier et al.,⁵ a média dos NCSs das crianças cuja moradia foi submetida a reforma interna foi 12% maior do que a das crianças cuja moradia não foi reformada ($p < 0,01$). As normas de reforma, conserto, pintura e reforma interna foram associadas a um pequeno aumento nos NCSs das crianças, que está de acordo com nosso estudo.

No presente estudo, o desempenho escolar < 60%, a baixa estatura e a palidez ($\text{Hb} < 10 \text{ gm}/\text{dL}$) foram associados a altos NCSs ($\geq 10 \mu\text{g}/\text{dL}$). Liu et al.³⁰ estudaram crianças em quatro escolas primárias (um estudo de coorte prospectivo). Eles detectaram uma associação significativa entre os NCSs e o aumento no número de problemas comportamentais relatados por professores (reatividade emocional, ansiedade/problemas comportamentais de depressão e generalizados), que está de acordo com nossos resultados. Os meninos sofrem efeitos cognitivos deletérios do chumbo mais do que as meninas.³¹

Foi feito um estudo transversal em crianças e adolescentes até 17 anos de seis comunidades na bacia do rio Corrientes. As crianças e os adolescentes com NCSs > 5 $\mu\text{g}/\text{dL}$ apresentaram duas vezes risco de baixa estatura em comparação com aquelas com menores NCSs.³² Fleisch et al.³³ concluíram que, em meninos em idade púber, maiores NCSs foram associados a menor IGF-1 sérico e que isso é atribuído à inibição do eixo hipotálamo-hipófise-crescimento pela exposição ao chumbo que leva a atraso no crescimento. Os resultados dos dois estudos anteriores estão de acordo com o presente resultado, que mostrou uma associação significativa entre os altos NCSs e baixa estatura.

O presente estudo tem algumas limitações, que incluem o pequeno tamanho da amostra, o modelo transversal, que pode não possibilitar o acompanhamento da associação entre os dados clínicos e os NCSs e, por fim, o questionário de coletar de informações sobre os fatores de risco que pode ter causado viés de memória. A medição do NCS que usa o método padrão de base (método de absorção atômica de grafite) acrescentou um ponto forte ao presente estudo.

Em conclusão, os NCSs em duas áreas (urbana e industrial) no Egito foram medidos e associados a fatores de risco de exposição. Os NCSs foram significativamente maiores na área industrial em comparação com a área urbana. Os altos NCSs foram significativamente associados a hábitos de saúde ruins e moradia com maior exposição, bem como desenvolvimento escolar < 60%, baixa estatura e palidez ($\text{Hb} < 10 \text{ gm}/\text{dL}$).

No Egito, planos e regulamentos definitivos devem ser feitos para aprimorar a prevenção e o controle de envenenamento por chumbo na infância. Políticas reguladoras são necessárias para reduzir a liberação de chumbo de diferentes setores. O exame de chumbo no sangue e o teste de chumbo no sague devem ser aprimorados. Em áreas industriais, devem ser implantados programas de exame para níveis de chumbo no sangue. Por fim, a prevenção e o tratamento de envenenamento por chumbo na infância devem ser aprimorados no Egito.

Este estudo examinou a relação entre os níveis de chumbo no sangue e seus fatores de risco em crianças egípcias. O uso de uma amostra representativa das crianças egípcias em geral é um ponto forte do nosso estudo. Contudo, houve algumas limitações neste estudo. Primeiro, tratou-se de um estudo transversal que não pôde avaliar a exposição ao chumbo ao longo de todo o desenvolvimento infantil. Segundo, outros poluentes ambientais perigosos não puderam ser avaliados (por exemplo, mercúrio, cádmio). Terceiro, o tamanho da amostra é relativamente pequeno.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Referências

- Needleman H. Low level lead exposure: history and discovery. *Ann Epidemiol.* 2009;19:235–8.
- Mackay AK, Taylor MP, Munksgaard NC, Hudson-Edwards KA, Burn-Nunes L. Identification of environmental lead sources and pathways in a mining and smelting town: Mount Isa, Australia. *Environ Pollut.* 2013;180:304–11.
- Were FH, Kamau GN, Shiundu PM, Wafula GA, Moturi CM. Air and blood lead levels in lead acid battery recycling and manufacturing plants in Kenya. *J Occup Environ Hyg.* 2012;9:340–4.
- Jacobs DE, Clickner RP, Zhou JY, Viet SM, Marker DA, Rogers JW, et al. The prevalence of lead-based paint hazards in U.S. housing. *Environ Health Perspect.* 2002;110:A599–606.
- Spanier AJ, Wilson S, Ho M, Hornung R, Lanphear BP. The contribution of housing renovation to children's blood lead levels: a cohort study. *Environ Health.* 2013;12:72.
- Dixon SL, Gaitens JM, Jacobs DE, Strauss W, Nagaraja J, Pivetz T, et al. Exposure of U.S. children to residential dust lead, 1999–2004: II. The contribution of lead-contaminated dust to children's blood lead levels. *Environ Health Perspect.* 2009;117:468–74.
- Oyana TJ, Margai FM. Spatial patterns and health disparities in pediatric lead exposure in Chicago: characteristics and profiles of high-risk neighborhoods. *Prof Geogr.* 2010;62:46–65.
- Edwards M. Lead poisoning: a public health issue. *Prim Health Care.* 2008;18:18.
- Newman N, Jones C, Page E, Ceballos D, Oza A. Investigation of childhood lead poisoning from parental take-home exposure from an electronic scrap recycling facility – Ohio, 2012. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 2015;64:743–5.
- Silbergeld EK. Preventing lead poisoning in children. *Annu Rev Public Health.* 1997;18:187–210.
- World Health Organization (WHO). Childhood lead poisoning; 2010. Available from: <http://www.who.int/ceh/publications/childhoodpoisoning/en/> [cited 19.09.15].
- Gump BB, Mackenzie JA, Bendinskas K, Morgan R, Dumas AK, Palmer CD, et al. Low-level Pb and cardiovascular responses to acute stress in children: the role of cardiac autonomic regulation. *Neurotoxicol Teratol.* 2011;33:212–9.
- Liu J, Gao D, Chen Y, Jing J, Hu Q, Chen Y. Lead exposure at each stage of pregnancy and neurobehavioral development of neonates. *Neurotoxicology.* 2014;44:1–7.
- Miller DT, Paschal DC, Gunter EW, Stroud PE, D'Angelo J. Determination of lead in blood using electrothermal atomisation atomic absorption spectrometry with a L'vov platform and matrix modifier. *Analyst.* 1987;112:1701–4.
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC) Advisory Committee on Childhood Lead Poisoning Prevention. Interpreting and managing blood lead levels <10 µg/dL in children and reducing childhood exposures to lead: recommendations of CDC's Advisory Committee on Childhood Lead Poisoning Prevention. *MMWR Recomm Rep.* 2007;56:1–16.
- Sallmén M, Lindbohm ML, Nurminen M. Paternal exposure to lead and infertility. *Epidemiology.* 2000;11:148–52.
- Fadowski JJ, Navas-Acien A, Tellez-Plaza M, Guallar E, Weaver VM, Furth SL. Blood lead level and kidney function in US adolescents: The Third National Health and Nutrition Examination Survey. *Arch Intern Med.* 2010;170:75–82.
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Blood lead levels in children aged 1–5 years – United States, 1999–2010. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 2013;62:245–8.
- Etchevers A, Bretin P, Lecoffre C, Bidondo ML, Le Strat Y, Glorenec P, et al. Blood lead levels and risk factors in young children in France, 2008–2009. *Int J Hyg Environ Health.* 2014;217:528–37.
- Fariás P, Álamo-Hernández U, Mancilla-Sánchez L, Texcalac-Sangrador JL, Carrizales-Yáñez L, Riojas-Rodríguez H. Lead in school children from Morelos, Mexico: levels, sources and feasible interventions. *Int J Environ Res Public Health.* 2014;11:12668–82.
- Allen Counter S, Buchanan LH, Ortega F. Blood lead levels in Andean infants and young children in Ecuador: an international comparison. *J Toxicol Environ Health A.* 2015;78:778–87.
- Ilmiawati C, Yoshida T, Itoh T, Nakagi Y, Saijo Y, Sugioka Y, et al. Biomonitoring of mercury, cadmium, and lead exposure in Japanese children: a cross-sectional study. *Environ Health Prev Med.* 2015;20:18–27.
- Caravanos J, Fuller R, Robinson S. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Notes from the field: severe environmental contamination and elevated blood lead levels among children – Zambia, 2014. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 2014;63:1013.
- Ajumobi OO, Tsofo A, Yango M, Aworh MK, Anagbogu IN, Mohammed A, et al. High concentration of blood lead levels among young children in Bagega community, Zamfara – Nigeria and the potential risk factor. *Pan Afr Med J.* 2014;18:14.
- Li Y, Wu S, Xiang Y, Liang X. An investigation of outpatient children's blood lead level in Wuhan China. *PLOS ONE.* 2014;9:e95284.
- Mathee A, Khan T, Naicker N, Kootbodien T, Naidoo S, Becker P. Lead exposure in young school children in South African subsistence fishing communities. *Environ Res.* 2013;126:179–83.
- El-Desoky GE, Aboul-Soud MA, Al-Othman ZA, Habila M, Giesy JP. Seasonal concentrations of lead in outdoor and indoor dust and blood of children in Riyadh, Saudi Arabia. *Environ Geochem Health.* 2014;36:583–93.
- Sawatha AF, Wright RO, Bellinger DC, Amarasiriwardene C, Abu-Taha AS, Sweileh WM. Blood lead level among Palestinian schoolchildren: a pilot study. *East Mediterr Health J.* 2013;19:151–5.
- Cao J, Li M, Wang Y, Yu G, Yan C. Environmental lead exposure among preschool children in Shanghai, China: blood lead levels and risk factors. *PLOS ONE.* 2014;9:e113297.
- Liu J, Liu X, Wang W, McCauley L, Pinto-Martin J, Wang Y, et al. Blood lead concentrations and children's behavioral and emotional problems: a cohort study. *JAMA Pediatr.* 2014;168:737–45.
- Khanna MM. Boys, not girls, are negatively affected on cognitive tasks by lead exposure: a pilot study. *J Environ Health.* 2015;77:72–7.
- Anticona C, San Sebastian M. Anemia and malnutrition in indigenous children and adolescents of the Peruvian Amazon in a context of lead exposure: a cross-sectional study. *Glob Health Action.* 2014;7:22888.
- Fleisch AF, Burns JS, Williams PL, Lee MM, Sergeev O, Korrick SA, et al. Blood lead levels and serum insulin-like growth factor 1 concentrations in peripubertal boys. *Environ Health Perspect.* 2013;121:854–8.