

Intoxicação por chumbo em crianças e sintomas neurológicos

Lead poisoning in children and neurological symptoms

Envenenamiento por plomo en niños y síntomas neurológicos

Recebido: 01/10/2022 | Revisado: 16/10/2022 | Aceitado: 18/10/2022 | Publicado: 23/10/2022

Grazielle Delaroli Pilon

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6381-9740>
Universidade de Sorocaba, Brasil
E-mail: grazi.pilon@hotmail.com

Lerrandra Mariah Ferreira Machado

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0122-2321>
Universidade de Sorocaba, Brasil
E-mail: lerrandram5@gmail.com

Paula Munhoz de Barros

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5457-8359>
Universidade de Sorocaba, Brasil
E-mail: paulamunhozbarros@gmail.com

Éric Diego Barioni

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3477-7072>
Universidade de Sorocaba, Brasil
E-mail: eric.barioni@prof.uniso.br

Gustavo Henrique Oliveira da Rocha

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9158-1194>
Universidade de São Paulo, Brasil
E-mail: gustavohorocha@gmail.com

Rômulo Tadeu Dias de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3352-106X>
Universidade de Sorocaba, Brasil
E-mail: romulo.oliveira@prof.uniso.br

Resumo

Introdução: A intoxicação de crianças por chumbo é um problema recorrente de saúde pública em diversos lugares do mundo levando a inúmeros problemas neurológicos em crianças. **Objetivo:** Compilar achados de estudos que descrevem sintomas neurológicos em crianças expostas a este metal fornecendo, desta forma, base para pesquisadores e formuladores de políticas públicas com a intenção de orientar futuras ações a respeito do tema. **Métodos:** Foi realizada uma revisão narrativa da literatura com busca sistematizada por artigos a respeito da temática, no período de janeiro de 2007 a março de 2022, nas bases de dados SciELO, MedLine, LILACS e PsycInfo. **Resultados:** Foi possível observar a relação entre intoxicação por chumbo em crianças e a presença de sintomas neurológicos, com efeitos identificados na concentração sanguínea de 2µg/dL até a maior concentração de 706µg/dL. **Conclusão:** A intoxicação de crianças por chumbo é uma realidade que preocupa devido a seriedade de suas sequelas. Crianças que habitam locais próximos de instalações que utilizam o chumbo como matéria prima, têm maior exposição, podem se intoxicar e desenvolverem sintomas mais graves. Diante dos estudos analisados faltam pesquisas que apreciem a realidade socioambiental brasileira; para tanto se faz necessário estímulos a ensaios que abordam essa situação.

Palavras-chave: Criança; Intoxicação por chumbo; Manifestações neurológicas.

Abstract

Introduction: Lead poisoning in children is a recurring public health problem in several parts of the world, leading to numerous neurological problems in children. **Objective:** To compile findings from studies that describe neurological symptoms in children exposed to this metal, thus providing a basis for researchers and public policy makers with the intention of guiding future actions on the subject. **Methods:** A narrative review of the literature was carried out with a systematic search for articles on the subject, from January 2007 to March 2022, in the SciELO, MedLine, LILACS and PsycInfo databases. **Results:** It was possible to observe the relationship between lead poisoning in children and the presence of neurological symptoms, with effects identified in the blood concentration from 2µg/dL to the highest concentration of 706µg/dL. **Conclusion:** Lead poisoning in children is a worrying reality due to the seriousness of its sequelae. Children who live near facilities that use lead as a raw material have greater exposure, may become intoxicated and develop more severe symptoms. In view of the analyzed studies, there is a lack of research that appreciates the Brazilian socio-environmental reality; for that, it is necessary to encourage trials that address this situation.

Keywords: Child; Lead poisoning; Neurologic manifestations.

Resumen

Introducción: La intoxicación por plomo en niños es un problema de salud pública recurrente en varias partes del mundo, que conduce a numerosos problemas neurológicos en los niños. **Objetivo:** Recopilar hallazgos de estudios que describen síntomas neurológicos en niños expuestos a este metal, brindando así una base para investigadores y hacedores de políticas públicas con la intención de orientar futuras acciones sobre el tema. **Métodos:** Se realizó una revisión narrativa de la literatura con búsqueda sistemática de artículos sobre el tema, desde enero de 2007 hasta marzo de 2022, en las bases de datos SciELO, MedLine, LILACS y PsycInfo. **Resultados:** Se pudo observar la relación entre la intoxicación por plomo en niños y la presencia de síntomas neurológicos, identificándose efectos en la concentración sanguínea desde 2µg/dL hasta la concentración máxima de 706µg/dL. **Conclusión:** La intoxicación por plomo en niños es una realidad preocupante por la gravedad de sus secuelas. Los niños que viven cerca de instalaciones que utilizan plomo como materia prima tienen una mayor exposición, pueden intoxicarse y desarrollar síntomas más graves. Frente a los estudios analizados, faltan investigaciones que aprecien la realidad socioambiental brasileña; para ello, es necesario impulsar ensayos que aborden esta situación.

Palabras clave: Niño; Intoxicación por plomo; Manifestaciones neurológicas.

1. Introdução

O chumbo é o metal pesado mais conhecido desde a antiguidade, sendo sua presença mais antiga datada no ano de 3800 a.C. (Prada & Oliveira, 2010). Considerado como um contaminador ambiental é o mineral que mais causa intoxicações, uma vez que pode contaminar tanto o solo, como a água e o ar principalmente em função de seu emprego no setor industrial. (Mavropoulos, 1999; Meirelles, 1981; Paoliello & Chasin, 2001). Após a Revolução Industrial, ocorreu um aumento drástico no uso do chumbo, momento em que passou a ser um dos mais importantes metais por apresentar características como boa maleabilidade, baixo ponto de fusão, resistência à corrosão, alta densidade entre outras. Seu uso generalizado levou a uma grande contaminação não só ambiental, como também resultou em exposição humana, o que gerou significativos problemas de saúde pública em muitos países. (Atkins et al., 2018; Holzbach et al., 2012; Mavropoulos, 1999; OMS, 2021).

A exposição humana ao chumbo, também chamada de saturnismo ou plumbismo (Mavropoulos, 1999), não possui valor mínimo de contaminação que seja isento de efeitos nocivos (OMS, 2021), sendo a contaminação por esse metal gerador de efeitos clínicos e bioquímicos, podendo afetar diferentes sistemas do corpo humano, como gastrointestinal, renal, hematológico, cardiovascular, reprodutor e o sistema neurológico. Isso ocorre pela característica do chumbo de interagir com proteínas do corpo humano, modificando processos bioquímicos fundamentais para o organismo. (Moreira & Moreira, 2004). Em geral, os efeitos neurológicos do chumbo em crianças ocorrem, pois, sua neurotoxicidade é muito significativa, uma vez que além de competir pelos sítios de ligação ao cálcio, também leva a uma perda gradual e persistente de sinais de cálcio no desenvolvimento de neurônios corticais. Os neurônios são afetados pois o chumbo, quando já absorvido pelo organismo humano, imita a função do cálcio ligando-se seletivamente nos canais de cálcio dependentes de voltagem, resultando em vários efeitos deletérios específicos a longo prazo, tendo como principal efeito infantil o declínio cognitivo. (Duan et al., 2021).

Infelizmente, as crianças são as vítimas mais vulneráveis quando expostas ao chumbo devido à alta capacidade de absorção (50% do metal ingerido) quando comparado aos adultos (menos de 10%). (OMS, 2010). Nas crianças o principal fator envolvido com a intoxicação por chumbo é o hábito que costuma se desenvolver entre 18 meses e 6 anos de idade, de levar objetos à boca (Leung & Hon, 2019), chamado de picacismo ou síndrome de pica. Trata-se de um transtorno alimentar, no qual o indivíduo ingere compulsivamente qualquer produto que não seja alimento. (Kachani & Cordahts, 2009).

No Brasil não há legislação específica que imponha limites nos níveis de chumbo séricos infantis (Dascanio et al., 2016). Por esse motivo são utilizados parâmetros de regulamentação de órgãos internacionais como Organização Mundial de Saúde (OMS) e o Centers for Disease Control and Prevention dos Estados Unidos da América (CDC-EUA), que declaram que níveis de chumbo maior ou igual a 5 µg/dL já são preocupantes e passíveis de intervenções. (UNICEF, 2020). Esses parâmetros baixos indicam que qualquer nível de chumbo no sangue, por menor que seja, pode desencadear uma série de problemas fisiológicos, hematopoiéticos e neurológicos, como problemas de cognição, baixas no quociente de inteligência (QI) de modo

que muitos desses efeitos possam ser permanentes. (Dascanio et al., 2016; Moreira & Moreira, 2004; Mota et al., 2021). Dentre todos os efeitos causados em crianças, os mais preocupantes são os neurológicos, em específico àqueles que causam danos irreversíveis ao cérebro da criança que está em desenvolvimento, causando alterações comportamentais e de QI, transtornos de conduta, convulsões e até mesmo encefalopatia em condições mais graves. (Keshri et al., 2021; Lanphear et al., 2016). O CDC-EUA aponta que danos no sistema nervoso, crescimento e desenvolvimento lentos, problemas de aprendizado, comportamento, audição e fala também são encontrados nas crianças expostas ao chumbo. (CDC, 2022).

Tendo em vista que crianças são, em maior número, as vítimas mais fatais da exposição ao chumbo, com consequência muitas vezes irreversíveis, o objetivo deste trabalho foi compilar estudos a fim de criar uma lista abrangente de sintomas neurológicos causados pela exposição deste metal em crianças.

2. Metodologia

Foi realizada uma revisão narrativa da literatura com busca sistematizada por artigos científicos publicados em periódicos com estrita política editorial, no período de janeiro de 2007 a março de 2022. A revisão narrativa foi realizada por meio da sistematização da busca de artigos conforme recomendado pelo PRISMA para desenvolvimento de revisão sistemática, conforme detalhado no artigo de tradução publicado na Revista Epidemiologia e Serviços de Saúde. (Galvão & Pansani, 2015). A busca foi feita nas bases de dados eletrônicas SciELO – Brasil (Scientific Electronic Library Online), MedLine via PubMed (Biblioteca Nacional de Medicina dos EUA), LILACS (Latin American and Caribbean Literatura em Ciências da Saúde) e PsycInfo (American Psychological Association). As terminologias utilizadas foram registradas no Descritores em Ciências da Saúde, criadas pela Biblioteca Virtual em Saúde a partir de Cabeçalhos de Assuntos Médicos da Biblioteca Nacional dos EUA de Medicina, que permite o uso de terminologia comum em português, inglês e espanhol. Os termos utilizados foram “Child”, “Lead intoxication” e “neurological”. A terminologia usada para a busca foi “todos os campos” na pesquisa avançada.

Para este estudo, foram incluídos trabalhos publicados no período de 2007 a 2022 (15 anos), que apresentassem descrição dos sintomas neurológicos causados pela intoxicação por chumbo em crianças de 0 a 12 anos, com crianças residentes perto de locais contaminados por chumbo ou que tivessem contato com o metal pesado. Foram excluídos artigos que retratavam apenas sintomas não neurológicos, bem como trabalhos repetidos, artigos de revisão, estudos *in vivo*, contaminação concomitante de chumbo com outros metais pesados e crianças com problemas neurológicos prévios.

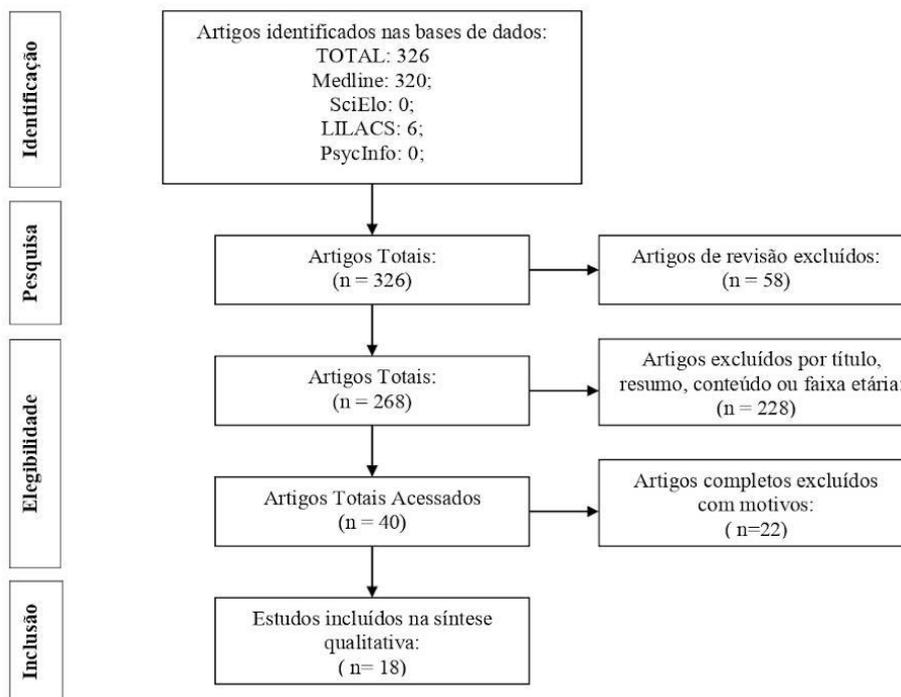
Dois pesquisadores (GDP e LMFM) buscaram artigos de forma independente, inicialmente, avaliando o título e o resumo. Foram excluídos os artigos que não se enquadraram nos critérios de elegibilidade e artigos duplicados. Qualquer desacordo entre os dois autores foi resolvido por um terceiro revisor (RTDO). O texto completo dos artigos restantes foi acessado para determinar a inclusão ou não no trabalho.

3. Resultados

3.1 Resultados da busca nas bases de dados eletrônicas

A busca inicial identificou 326 artigos: 320, 0, 6, 0 nas bases de dados Medline, Scielo, LILACS e PsycInfo, respectivamente. Após a exclusão de 58 artigos de revisão, restaram 268 artigos. Destes, 228 foram excluídos por título, resumo, conteúdo ou faixa etária (que não condizia com a faixa etária proposta pelo estudo). Após a seleção inicial, 40 artigos foram selecionados para leitura mais detalhada. Desses, 22 foram excluídos por não se enquadrarem nos critérios de inclusão. Ao final da análise, 18 artigos foram selecionados para síntese qualitativa. (Figura 1).

Figura 1. Fluxograma de pesquisa PRISMA compreendendo revisão de literatura e seleção de estudos.



Fonte: Autores.

3.2 Descrição dos estudos

Dos 18 estudos selecionados, 3 eram provenientes dos Estados Unidos da América (Chen et al., 2007; Nagpal & Brodie, 2009; Zahran et al., 2009), 3 da China (Cai et al., 2019; Hou et al., 2013; Liu et al., 2011), 3 da Índia (Keshri et al., 2021; Palaniappan et al., 2011; Sahu et al., 2010), 2 do México (Estrada-Sánchez et al., 2017; Moodie et al., 2013), 1 do Brasil (Gahyva et al., 2008), 1 do Egito (Mostafa et al., 2009), 1 da Itália (Toto et al., 2012), 1 da Nigéria (Greig et al., 2014), 1 do Marrocos (Bouftini et al., 2015), 1 do Reino Unido (Talbot et al., 2018) and 1 da Colômbia (Cury et al., 2017).

Para melhor organização, os artigos foram divididos em dois quadros, sendo o Quadro 1 exclusiva de estudos com mais de 1 criança e o Quadro 2 apenas para relatos de casos. Ambos contêm as principais informações de cada estudo, ou seja, país de origem do estudo, número de crianças expostas e não exposta, idade média das crianças avaliadas, concentração média de chumbo no sangue, possíveis formas de exposição e os sintomas neurológicos causados pela exposição ao chumbo.

Quadro 1. Estudos incluídos descrevendo níveis elevados de chumbo no sangue relacionado a efeitos neurológicos em crianças.

AUTOR/ ANO/ PAÍS	Nº CRIANÇAS NÃO EXPOSTAS/ EXPOSTAS	IDADE	CONCENTRAÇÃO DE CHUMBO NO SANGUE	FORMA(S) DE EXPOSIÇÃO	SINTOMAS NEUROLÓGICOS
Chen et al/ 2007/ EUA	0/780	2 a 7 anos	Média segundo idades: 2 anos = 26,2 ± 5,1 µg/dL 5 anos = 12,0 ± 5,2 µg/dL 7 anos = 8,0 ± 4,0 µg/dL	Chumbo na gasolina, tinta e no meio ambiente.	Problemas comportamentais, de externalização e escolares. Os efeitos do chumbo em crianças de 5 anos foram apenas relacionados ao QI. Problemas comportamentais (dificuldade em se expressar e irritabilidade) foram visíveis apenas em crianças de 7 anos com exposição ao chumbo relativamente alta.
Gahyva et al/ 2008/ Brasil	0/20	0 a 12 anos	10,5 a 35,8 µg/dL	Acidente ambiental envolvendo uma companhia de baterias, que contaminou uma vila em Bauru/SP.	Desordem na fala (atraso) e problemas com a fonologia e vocabulário. Três crianças apresentaram atraso fonológico específico e 10 tiveram problemas em mais de um sistema de linguagem, especificamente com vocabulário e fonologia.
Mostafa et al/ 2009/ Egito	0/100	6 a 12 anos	3 a 28 µg/dL	Grupo 1: crianças residentes da área de alto risco de contaminação (intoxicados com mecânica, pintura de carros, ou fábricas de aço). Grupo 2: crianças residentes em áreas de pouca exposição ao chumbo sem fontes óbvias de intoxicação.	Disfunção cognitiva. Crianças com maiores concentrações de chumbo no sangue apresentam disfunção cognitiva. Déficits verbais, QI e desempenho podem ser causados por danos em sítios anômicos no córtex cerebral pré-frontal, hipocampo e cerebelo.
Zahran et al/ 2009/ EUA	0/24.327	<6 anos	Entre 2 à 5 µg/L e ≥10 µg/L	Contato com chumbo no solo.	Alteração de cognição e comportamento. Os sintomas cognitivos e comportamentais são piores em crianças de 6 anos do que em crianças com 2 anos de idade.
Liu et al/ 2011/ China	150/153	3 a 7 anos	Grupo exposto >10µg/dL=107/153* >20µg/dL=28/153* >45µg/dL=1/153* Grupo controle >10 µg/dL= 55/150* >20 µg/dL= 3/150* >45 µg/dL= 0/150*	Reciclagem de lixo eletrônico	Alterações comportamentais e emocionais. Alta exposição ao chumbo foi associada a um pior resultado no nível de atividade da criança, aumento do grau de dificuldade para educação, afastamento da abordagem, adaptabilidade ambiental, humor, limiar de responsividade e intensidade.

Palaniappan et al/ 2011/ Índia	0/756	3 a 7 anos	Média = 11,4 ± 5,3 µg/dL	Contato com o chumbo no ambiente	Alteração do controle lateral e coordenação motora fina. O maior declínio de pontuação nos testes pareceu ocorrer em níveis de chumbo no sangue superiores a 30µg/dL.
Moodie et al/ 2013/ México	0/595	6,2 a 8,5 anos	Média = 11.5µg/L	Moradia ao redor de uma fundição de chumbo	Problemas cognitivos e comportamentais. A exposição ao chumbo foi negativamente relacionada à Cognição e Comportamento. O ambiente doméstico foi relevante para o desempenho cognitivo de crianças que foram expostas ao chumbo. Níveis mais baixos de chumbo no sangue infantil foram associados a melhores pontuações no ambiente doméstico, enquanto níveis mais altos foram associados a um ambiente doméstico mais pobre. O enriquecimento desse ambiente parece mediar os efeitos do chumbo nos resultados de saúde infantil para a cognição e para o comportamento. Relações positivas no ambiente doméstico entre mãe e filho, são benéficas para a cognição e comportamento infantil na idade escolar.
Hou et al/ 2013/ China	50/50	2,2 a 3,9 anos	Casos = <50µg/L Controle = ≥ 50 µg/L Média = 88,39 µg/dL Valor mínimo = 4µg/dL Valor máximo = 246 µg/dL	Maus hábitos de vida, como chupar os dedos, roer unhas, colocar objetos estranhos na boca, brincar com plasticina e usar utensílios de mesa coloridos com frequência	Retraimento social, depressão, melancolia, problemas de sono, alterações corporais atípicas, agressões e destruições. Os níveis de chumbo no sangue foram correlacionados negativamente com o QI, quocientes de desenvolvimento do comportamento adaptativo das crianças, desempenho motor grosso e fino, desenvolvimento da linguagem e comportamento social individual.
Greig et al/ 2014/ Nigeria	0/972	≤5 anos	45-64,9 µg/dL = 576* 65-79,9 µg/dL = 56* 80-99,9 µg/dL = 148* 100-119,9 µg/dL = 92* 120-199,9µg/dL = 73* ≥ 200 µg/dL = 27* Máximo = 708 µg/dL	Aumento no processamento de minério em pequena escala com moagem a seco para extrair ouro nas aldeias	Redução do nível de consciência = 34*; Histórico de convulsões recentes sem alterações de consciência na apresentação = 47*. Outros sinais de anormalidade neurológica = 6*. Morte = 14*. O aumento da concentração venosa de chumbo foi associado ao aumento das chances de características neurológicas. A maioria das crianças com características neurológicas tinha de 1 a 3 anos em comparação com aquelas sem características neurológicas. As concentrações para características neurológicas leves foram de 157,6 µg/dL; 106,9 µg/dL para convulsões presumíveis e 170,1 µg/dL para características neurológicas graves, em comparação com 65,9 µg/dL para aqueles sem características neurológicas. Intoxicação por chumbo em baixas concentrações (<105 µg/dL) concomitante com teste de malária positivo apresentaram características neurológicas graves.
Bouftini et al/ 2015/ Marrocos	60/90	6 meses a 12 anos	Média= 58,21 ± 36 µg/L Menor = 18 µg/L Maior = 202,3 µg/L	Moradia próxima a área industrial Ain Nokbi Fez, poluição atmosférica causada por essa fábrica e hábitos de pica.	Microcefalia; epilepsia; cefaleia; inquietação; atraso na linguagem e marcha. Falta de concentração. A concentração média de chumbo venoso em crianças expostas foi maior do que em crianças não expostas. Além de sintomas neurológicos, algumas também apresentavam distúrbios digestivos, locomotores, anemias etc. Hábitos de Picacismo foram observados em 50% das crianças do grupo exposto ao chumbo e do grupo controle.

Estrada-Sánchez et al/ 2017/ México	0/11	0 -7 anos	Média 26,4 µg/dL	Olaria dos pais (área de trabalho é de uso comum da família).	Possível perda de QI. É possível que as 11 crianças de famílias de oleiros tenham perdido entre 7,13 e 8,84 pontos de QI, devido a exposição ao chumbo.
Cai et al/ 2019/ China	0/574	3 a 6 anos	Mediana das crianças de Guiyu = 4,88µg/dL. Variação de 1,68 a 40,12µg/dL Mediana das crianças de Haojiang 3,47µg/dL. Variação de 1,68 a 27,48µg/dL	Contato com o lixo eletrônico; trabalho dos pais relacionado com o lixo eletrônico, morar e trabalhar no mesmo local; possuir oficinas de resíduos em um raio residencial de 50m; anos de residência infantil na área contaminada.	Problemas no sistema sensorial (visão, audição, tato, paladar, olfato e consciência corporal, bem como equilíbrio e movimento). A exposição elevada ao chumbo está associada a maiores dificuldades de integração sensorial em crianças. Os escores para visão, audição, tato, consciência corporal, equilíbrio, movimento e sistemas sensoriais, correlacionam-se positivamente com o chumbo no sangue infantil. Crianças com níveis elevados de chumbo sanguíneo possuíam baixos níveis de cortisol sérico em comparação com crianças com baixas concentrações de chumbo sanguíneo. Dificuldades de integração sensorial para o toque correlacionou-se negativamente com os níveis séricos de cortisol, associados a níveis elevados de chumbo.

*Número de crianças. Fonte: Autores.

Quadro 2. Relatos de casos envolvendo efeitos neurológicos causados por intoxicação por chumbo.

AUTOR/ ANO/ PAÍS	IDADE	CONCENTRAÇÃO DE CHUMBO NO SANGUE	FORMA(S) DE EXPOSIÇÃO	SINTOMAS NEUROLÓGICOS
Nagpal & Brodie/ 2009/ EUA	10 anos	Concentração 5 anos antes da avaliação oftalmológica = 19,5µg/dL 3 anos antes = 11µg/dL 4 meses antes= 3µg/dL,	Desconhecida	Disfunção visual e cognitiva. As anormalidades cognitivas e visuais, achados de ERG*, são consequências do contato com o metal. A toxicidade do chumbo afeta a criança, mesmo com seus níveis reduzidos desde o primeiro contato.
Sahu et al/ 2010/ Índia	7 meses	125µg/dL	Fábrica de baterias de chumbo-ácido ilegal em casa.	Convulsões, alteração sensorial, irritabilidade, vômitos, perda de capacidade de se sentar, brincar, dificuldade de reconhecimento de pessoas. Este caso revelou a necessidade de averiguação de encefalopatia inexplicada em crianças. Indicadores também incluem a presença de irritabilidade, palidez e convulsões.
Toto et al/ 2012/ Itália	5 anos	Nível de chumbo no sangue = 352µg/dL Nível de chumbo urinário= 1556µg/dL	Ingestão de anel metálico	Fraqueza severa nos braços, pernas, irritabilidade, apatia, incapacidade de manter a postura ereta e marcha, hipotonia e hipotrofia muscular, reflexos parcialmente eliciados nos membros superiores e ausentes nas pernas e reflexos cutâneos plantares bilaterais ausentes. Hiperestesia generalizada nas pernas, perda de controle esfinteriano. Neuropatia periférica e encefalopatia. A criança possuía síndrome de Guillain-Barré, sem nenhum comportamento psicopatológico ou socioeconômico que causasse intoxicação. A anemia, neuropatia periférica e encefalopatia ocorreram simultaneamente durante o envenenamento por chumbo.
Cury et al/ 2017/ Colômbia**	5 anos	27 µg/dL	A família residia perto de uma garagem de solda.	Irritabilidade; Confusão mental; Insônia; Movimentos anormais, deglutição prejudicada, reflexo de preensão, hemiparesia direita e mioclonia generalizada. O envolvimento dos gânglios basais e a mioclonia são raramente relatados.
Talbot et al/ 2018/ Reino Unido	2 anos	364 µg/dL	Ingestão de tinta contendo chumbo por hábito de pica.	Atraso na fala; crises convulsivas afebril; convulsões focais; aumento de pressão intracraniana; encefalopatia. A criança não apresentou recuperação neurológica após a redução sérica dos níveis de chumbo sanguíneo. Crianças com deficiência de ferro possuem riscos aumentados de contaminação por chumbo em casos de picacismo. Nesse relato os médicos desenvolveram um gatilho na interface eletrônica de solicitação de exames de hospitais para a medição de chumbo em pacientes que apresentassem deficiência de ferro e hábitos de picacismo.
Keshri et al/ 2021/ Índia	7 anos	139,96 µg/dL	Exposição a uma fábrica de reciclagem de baterias de automóveis no qual os pais trabalhavam.	Inconsciência; rolamento dos globos oculares; sensorio alterado (escore de coma de Glasgow de E2V3M3); convulsões tônico-clônicas generalizadas; mal epilético e encefalopatia. A criança apresentou recuperação quase completa em mais um mês, com resolução de todos os sintomas psiquiátricos, sendo o paciente capaz de ler, escrever, recitar e falar como no estado pré- doença.

*eletroretinograma. **local mediante a contato com autor. Fonte: Autores.

Os dois quadros compilam os estudos incluídos no presente trabalho. EUA, China e Índia foram os países que relataram a maior quantidade de artigos (incluindo relatos de caso), sendo cada um responsável pela publicação de 3 estudos. Deve-se notar que os artigos de relato de caso trazem mais detalhamento sobre os sintomas neurológicos do que artigos em que foram feitos estudos em grupos de crianças. Também é possível observar alguns estudos que fazem comparações entre crianças expostas e não expostas, fazendo com que forneçam forte suporte em suas descobertas sobre sintomas neurológicos causados pelo chumbo, como vistos nos trabalhos de Liu et al. (2011), Hou et al., (2013) e Bouftini et al. (2014), que mostraram que crianças do grupo exposto ao chumbo, em comparação ao grupo não exposto, possuíam, respectivamente, piores resultados nos níveis de atividade da criança, aumento do grau de dificuldade para educação das mesmas, afastamento da abordagem, dificuldades de adaptabilidade ambiental, humor e limiar de responsividade e intensidade afetados; Distúrbios de comportamento anormal (retraimento social, depressão, ações corporais atípicas, comportamento agressivo e de destruição e problemas de sono); Distúrbios digestivos, locomotores e anemias, além dos problemas neurológicos. Embora haja semelhança em muitos dos trabalhos em relação a maneira como os níveis de chumbo no sangue são relatados, alguns fornecem mais detalhes ao descreverem o nível sanguíneo de chumbo por idade, por região de estudo, ou até mesmo dosando níveis urinários desse metal.

3.2 Crianças e formas de exposição ao chumbo

Os dados coletados representam um total de 28.434 crianças expostas ao chumbo e 260 crianças não expostas (somando-se os dois quadros). A idade das crianças variou de 0 a 12 anos; os níveis de chumbo no sangue das crianças apresentaram grande variação, sendo a menor concentração no valor de 2 µg/dL (Cai et al., 2019) e a maior no valor de 708 µg/dL. (Greig et al., 2014). A principal fonte de contaminação foi devido a moradias próximas às fontes deste metal como companhias de baterias, fábricas de aço, reciclagem de lixo eletrônico, fábricas de fundição de chumbo, olarias, garagem de solda. (Bouftini et al., 2015; Gahvya et al., 2008; Greig et al., 2014; Liu et al., 2011; Moodie et al., 2013; Mostafa et al., 2009) (Cai et al., 2019; Estrada-Sánchez et al., 2017; Keshri et al., 2021; Sahu et al., 2010; Talbot et al., 2018).

Outros meios de contaminação de chumbo em crianças foram pela via oral, como por exemplo ingestão de pintura da casa contendo chumbo (Talbot et al., 2018) ingestão de objetos estranhos (anel metálico) (Toto et al., 2012) e por contato com chumbo no solo e no ambiente. (Chen et al., 2007; Palaniappan et al., 2011; Zahran et al., 2009).

3.2 Sintomas neurológicos causados pela exposição

Os principais problemas decorrentes da exposição ao chumbo foram aqueles envolvendo o comportamento infantil, o que inclui casos de agressões, destruição de coisas e inquietação (Bouftini et al., 2015; Chen et al., 2007; Hou et al., 2013; Liu et al., 2011; Moodie et al., 2013; Nagpal & Brodie, 2009; Zahran et al., 2009). Em segundo lugar aparecem as disfunções cognitivas (Bouftini et al., 2015; Chen et al., 2007; Moodie et al., 2013; Mostafa et al., 2009; Nagpal & Brodie et al., 2009; Zahran et al., 2009) em que são englobados também dificuldades escolares e de concentração (Bouftini et al., 2015; Chen et al., 2007). Dois estudos e três relatos de caso indicaram problemas emocionais causados por essa exposição, como melancolia, depressão, irritabilidade e apatia (Cury et al., 2017; Hou et al., 2013; Liu et al., 2011; Sahu et al., 2010; Toto et al., 2012). Encefalopatia foi o único sintoma descrito apenas nos relatos de casos, nos quais a concentração de chumbo sanguíneo das crianças se mostrou extremamente alta (Keshri et al., 2021; Talbot et al., 2018; Toto et al., 2012), sendo a menor concentração de chumbo no valor de 139,96µg/dL (Keshri et al., 2021) e a maior no valor de 364 µg/dL (Talbot et al., 2018). Foram observados casos de convulsões (Greig et al., 2014; Keshri et al., 2021; Sahu et al., 2010; Talbot et al., 2018), crises epiléticas (Bouftini et al., 2015; Greig et al., 2014), inconsciência (Keshri et al., 2021), cefaleia (Bouftini et al., 2015), confusão mental (Cury et al., 2017) e dificuldade para reconhecer pessoas. (Sahu et al., 2010).

4. Discussão

Nesta revisão reunimos importantes dados referentes à intoxicação por chumbo em crianças, obtendo achados relevantes sobre este problema ambiental e social. Primeiro, a principal fonte de contaminação ao chumbo fora devido a moradias próximas às fontes deste metal como companhias de baterias, fábricas de aço, reciclagem de lixo eletrônico, fábricas de fundição de chumbo, olarias e garagem de solda, destacando que a contaminação ambiental, principalmente do ar, é um dos principais fatores de risco de contaminação a crianças, sendo necessário implementar maiores fiscalizações de poluição a fábricas que utilizam chumbo. Um segundo achado é sobre os sintomas neurológicos, uma vez que disfunções cognitivas e problemas no comportamento infantil foram os sintomas neurológicos mais recorrentes nos estudos.

É indispensável destacar a interferência que o metal impõe sobre a vida das crianças intoxicadas que, mesmo com uma dosagem sanguínea baixa, pode desencadear uma série de problemas, incluindo anemia, baixa estatura, bem como problemas neurológicos como alterações comportamentais e de QI, baixo desempenho escolar, alterações de humor, convulsões e até mesmo encefalopatia (um dos mais sérios desvios tóxicos, levando a disfunções psicológicas e neurocomportamentais) em condições mais graves. (Keshri et al., 2021; Lanphear et al., 2016; Moreira & Moreira, 2004). Por mais que elaborações de leis, procedimentos e medidas de impedimento à intoxicação ao chumbo tenham sido implantadas ao redor do planeta, isso não foi o suficiente para que houvesse a prevenção de contaminação pelo elemento, fazendo com que em 2020 a UNICEF divulgasse que cerca de um terço da população infantil mundial continua sendo intoxicada por esse metal. (UNICEF, 2020).

Infelizmente, as crianças também podem ser afetadas por este metal ainda dentro do útero de suas mães, durante a gestação. Estudos apontam que mulheres grávidas que têm contato com o metal conseqüentemente expõe o feto ao mesmo, pois este pode ultrapassar a placenta, a barreira hematoencefálica (chegando ao sistema nervoso do feto), como também pode ser excretado no leite materno, levando a intoxicações precoce ao chumbo e, conseqüentemente, a distúrbios no decorrer da vida do indivíduo (Rebello & Caldas, 2017). Um estudo publicado por Thomason et al. (2019) descreve que exposições pré-natais ao chumbo possuem grande impacto no desenvolvimento de redes cerebrais fetais no útero. Isso ocorre, pois, fetos expostos a este metal possuem uma diminuição relacionada à idade na conectividade cerebral cruzada, significando uma maturação atrasada de seus cérebros. A maturação cerebral atrasada desvia o feto dos padrões típicos de desenvolvimento cerebral, contribuindo para resultados cognitivos e comportamentais mais pobres em indivíduos expostos ao chumbo durante o período pré-natal.

Olhando mais profundamente, o chumbo, além de possuir efeitos maléficos na vida intra uterina e na fase infantil, pode ter suas conseqüências projetadas além da vida adulta. A decorrência disso é que os problemas ocorridos da exposição infantil a este metal, como impulsividade, problemas comportamentais e de humor, podem ser permanentes, acompanhando o indivíduo por toda a sua vida, podendo afetar sua adolescência e principalmente vida adulta. Em 2021, Wright et al. (2021) publicaram um estudo em que 376 recém-nascidos participaram de uma análise dos seus 0 aos 27/33 anos em que foram dosados chumbo sérico em todas as fases da vida (infância, adolescência e fase adulta) a fim de analisar o desenvolvimento e o comportamento criminoso adulto que essas crianças poderiam vir a ter devido a intoxicação por chumbo. Surpreendentemente os resultados revelaram que as medidas de chumbo no início da vida e na infância estavam prospectivamente relacionadas a prisões na idade adulta (uma vez que 254 participantes do estudo geraram um total de 1.429 prisões perpétuas independentes e 1.129 prisões independentes num período de 10 anos), principalmente por violações da lei de drogas. Outro estudo, realizado por Cecil et al. (2008) descobriu que a exposição ao chumbo na infância está associada a reduções específicas no volume de massa cinzenta adulta na região do córtex pré-frontal e córtex cingulado anterior responsáveis pelas funções executivas, regulação de humor e tomada de decisões. A literatura também descreve relações de psicopatía adulta e exposição ao chumbo na infância, uma vez que há uma diminuição volumétrica na substância branca do córtex pré-frontal. Isso reafirma que a exposição a esse metal na fase infantil contribui para o aparecimento dos déficits comportamentais e neurológicos devido a problemas cerebrais relacionados à presença deste metal. (Beckwith et al., 2018).

Devido à grande quantidade de consequências causadas pela intoxicação ao chumbo na infância, que muitas vezes se projeta para a vida adulta, vários países desenvolvidos restringiram o uso desse metal ou adotaram políticas para a redução das principais fontes de exposição na população em geral como método profilático, tornando como limite de tolerância infantil ao chumbo um valor menor do que 5 µg/dL, sendo esse valor tão baixo ainda responsável por causar déficits cognitivos, ameaçando o desenvolvimento saudável das crianças. (Brubaker et al., 2010; UNICEF, 2020). Esse cenário apenas reforça a importância e necessidade de implementação de legislações que determinem os limites de tolerância biológica para exposição ao chumbo em crianças, legislação essa inexistente no Brasil, sendo a única regulamentação vigente no momento responsável pelos níveis de chumbos séricos em trabalhadores, que devem ser de no máximo 60 µg/dL. (Governo do Brasil, 2020).

Com base nos locais de estudos aqui apresentados, percebe-se que os países que mais publicaram estudos sobre sintomas neurológicos (EUA, China e Índia) são os mesmos que possuem regulamentos sobre níveis de tolerância de chumbo em crianças, junto com implementação de medidas profiláticas, evidenciando mais uma vez a seriedade do assunto e a necessidade de uma atenção a mais nessa problemática, principalmente por países que não possuem suas próprias legislações sobre contaminação de chumbo infantil

5. Conclusão

Por meio dos artigos analisados, foi possível observar que as intoxicações de crianças se deram principalmente pela contaminação ambiental causada por fábricas de fundição de chumbo e de baterias, olarias, reciclagem de lixo eletrônico etc. instaladas próximas às residências. O hábito de picacismo também contribuiu de forma ativa em sua intoxicação. Dos 18 artigos, apenas 3 ocorreram na América Latina (Brasil, Colômbia e México). Apesar da quantidade significativa de estudos sobre a intoxicação por chumbo, a realidade sociocultural dos países latinos não condiz com o que se observa na maioria dos estudos, uma vez que no Brasil inexistem legislações que determinam os limites de tolerância biológica para exposição ao chumbo infantil. Assim, o nosso trabalho fornece uma série de dados que podem ser úteis para orientar políticas públicas e projetos voltados ao combate e tratamento de intoxicação por chumbo em crianças.

Ademais, esta pesquisa pode incentivar e guiar futuras pesquisas a se atentarem mais às realidades encontradas nas diversas regiões brasileiras e suas diferentes situações, vez que os efeitos do metal em crianças procedem como uma preocupação nas agências de saúde até os dias atuais no Brasil e no mundo.

Referências

- Atkins, P., Jones, L., & Laverman, L. (2018). *Principles of Chemistry: Questioning Modern Life and the Environment*. Bookman.
- Beckwith, T.J., Dietrich, N.K., Wright, J.P., Altaye, M., & Cecil, K.M. (2018). Reduced Regional Volumes Associated with Total Psychopathy Scores in an Adult Population with Childhood Lead Exposure. *Neurotoxicology*, 67, 1-26. <https://doi.org/10.1016/j.neuro.2018.04.004>
- Bouftini, S., Bahhou, J., Lelievre, B., La Barca, J.M.C., Turcant, A., Diquet, B., ... Achour, S. (2015). Screening for Childhood Lead Poisoning in the Industrial Region of Fez, Morocco. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 63, 442-450. <https://doi.org/10.1007/s00244-014-0108-5>
- Brubaker, C.J., Dietrich, K.N., Lanphear, B.P., & Cecil, K.M. (2010). The influence of age of lead exposure on adult gray matter volume. *Neurotoxicology*, 31, 259-266. <https://doi.org/10.1016/j.neuro.2010.03.004>
- Cai, H., Xu, X., Zhang, Y., Cong, X., Lu, X., & Huo, X. (2019). Elevated lead levels from e-waste exposure are linked to sensory integration difficulties in preschool children. *Neurotoxicology*, 71, 150-158. <https://doi.org/10.1016/j.neuro.2019.01.004>
- Center for Disease Control and Prevention (CDC). Health Effects of Lead Exposure. <https://www.cdc.gov/nceh/lead/prevention/health-effects.htm>
- Cecil, K.M., Brubaker, C.J., Adler, C.M., Dietrich, K.N., Altaye, M., Egelhoff, J.C., ... Lanphear, B.P. (2008). Decreased brain volume in adults with childhood lead exposure. *PLoS Medicine*. 2008; 5, e112. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.0050112>
- Chen, A., Cai, B., Dietrich, K.N., Radcliffe, J., & Rogan, W.J. (2007). Lead exposure, IQ, and behavior in urban 5- to 7-year-olds: Does lead affect behavior only by lowering IQ? *Pediatrics*, 119, e650-e658. <https://doi.org/10.1542/peds.2006-1973>

- Cury, R.G., Marin, J.H., & Lopez, W.O.C. (2017). Lead poisoning: Myoclonus following welding exposure. *Acta Médica Portuguesa*, 30, 889. <https://doi.org/10.20344/amp.9398>
- Dascanio, D., Del Prette, Z.A.P., Rodrigues, O.M.P.R., & Del Prette, A. (2016). Infant lead poisoning: a health and public policy issue. *Psicologia em Revista*, 22, 90-111. <https://doi.org/10.5752/P.1678-9523.2016V22N1P90>
- Duan, Y., Shi, H., & Jiang, Y. (2021). The Blood Lead Levels of Children and the Loss of Ca²⁺ from Neurons Owing to Lead. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18, 1205. <https://doi.org/10.3390/ijerph182212051>
- Estrada-Sánchez, D., Ericson, B., Juárez-Pérez, C.A., Aguilar-Madrid, G., Hernández, L., Gualtero, S., & Caravanos, J. (2017). Intelligence quotient loss in Mexican pottery artisan's children. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 55, 292-299.
- Gahyva, D.L.C., Crenitte, P.A.P., Caldana, M.L., Hage, S.R.V. (2008). Characterization of language disorders in children with a history of lead poisoning. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica*, 20, 55-60. <https://doi.org/10.1590/S0104-56872008000100010>
- Galvão, T.F., & Pansani, T.S.A. (2015). Principais itens para relatar Revisões sistemáticas e Meta-análises: A recomendação PRISMA. *Revista Epidemiologia e Serviços de Saúde*, 24, 335-342. <https://doi.org/10.5123/S1679-49742015000200017>
- Greig, J., Thurtle, N., Cooney, L., Ariti, C., Ahmed, A.O., Ashagre, T., ... Dargan, P.I. (2014) Association of blood lead level with neurological features in 972 children affected by an acute severe lead poisoning outbreak in zamfara state, Northern Nigeria. *PLoS ONE*, 9, e93716. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0093716>
- Governo do Brasil. (2020). NR 7 – Programa de controle médico de saúde ocupacional – PCMSO. https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-07_atualizada_2020.pdf.
- Holzbach, J.C., Barros, E.I.T.M., Krauser, M.O. & Leal, P.V.B. (2012). Chumbo: Uma introdução à extração e a fitorremediação. *Journal of Biotechnology and Biodiversity*, 3, 178-183. <https://doi.org/10.20873/jbb.uft.cemaf.v3n4.holzbach>
- Hou, S., Yuan, L., Jin, P., Ding, B., Qin, N., Li, L., ... Deng, Y. (2013). A clinical study of the effects of lead poisoning on the intelligence and neurobehavioral abilities of children. *Theoretical Biology and Medical Modelling*, 10. <https://doi.org/10.1186/1742-4682-10-13>
- Kachani, A.T., & Cordahts, T.A. (2009). From opera-snitch to nosological chaos: pica. *Archives of Clinical Psychiatry (São Paulo)*, 36, 162-169. <https://doi.org/10.1590/S0101-60832009000400006>
- Keshri, S., Goel, A.K., & Garg, A.K. (2021). Reversal of Acute Lead Encephalopathy in a Child. *Cureus*, 13, e15155. <https://doi.org/10.7759/cureus.15155>
- Lanphear, B.P., Lowry J.A., Ahdoot, S., Baum, C.R., Bernstein, A.S., Bole, A., ... Trasande, L. (2016). Prevention of Childhood Lead Toxicity. *Pediatrics*, 138, e20161493. <https://doi.org/10.1542/peds.2016-1493>
- Leung, A.K.C., & Hon, K.L. (2019). Pica: A Common Condition that is Commonly Missed - An Update Review. *Current Pediatric Reviews*, 15, 164-169. <https://doi.org/10.2174/1573396315666190313163530>
- Liu, J., Xu, X., Wu, K., Piao, Z., Huang, J., Guo, Y., ... Huo, X. (2011). Association between lead exposure from electronic waste recycling and child temperament alterations. *Neurotoxicology*, 32, 458-464. <https://doi.org/10.1016/j.neuro.2011.03.012>
- Mavropoulos, E. (1999). A hidroxapatita como removedora de chumbo. [Tese de Mestrado, Escola Nacional de Saúde Pública da Fundação Oswaldo Cruz]. ARCA – Repositório Institucional da Fiocruz. <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/5315>
- Meirelles, H.L. (1981). *Direito municipal brasileiro* (4th ed). Revista dos Tribunais.
- Moodie, S., Ialongo, N., López, P., Rosado, J., García-Vargas, G., Ronquillo, D., & Kordas, K. (2013). The conjoint influence of home enriched environment and lead exposure on children's cognition and behaviour in a Mexican lead smelter community. *Neurotoxicology*, 34, 33-41. <https://doi.org/10.1016/j.neuro.2012.10.004>
- Moreira, F.R., & Moreira, J.C. (2004). The effects of lead on the human body and its meaning for health. *Pan-American Magazine of Public Health*, 15, 119-129. <https://doi.org/10.1590/s1020-49892004000200007>
- Mostafa, G.A., El-Shahawi, H.H., & Mokhtar, A. (2009). Blood lead levels in Egyptian children from high and low lead-polluted areas: Impact on cognitive function. *Acta Neurologica Scandinavica*, 120, 30-37. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0404.2009.01155.x>
- Mota, K.C.O., Pedroso, V.C.M., Rocha, G.H.O., Grotto, D., Barioni, É.D., & Oliveira, R.T.D. (2021). Effects of lead poisoning in children - A narrative review. *Research, Society and Development*, 10, e37410716616. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i7.16616>
- Nagpal, A.G., & Brodie, S.E. (2009). Supranormal electroretinogram in a 10-year-old girl with lead toxicity. *Documents Ophthalmologica*, 118, 163-166. <https://doi.org/10.1007/s10633-008-9144-7>
- Organização Mundial da Saúde. (2010). *Childhood Lead Poisoning*. <https://www.who.int/publications/i/item/childhood-lead-poisoning>
- Organização Mundial da Saúde. (2021). *Lead poisoning* [Fact Sheet]. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health#:~:text=Lead%20exposure%20can%20have%20serious,intellectual%20disability%20and%20behavioural%20disorders.>
- Palaniappan, K., Roy, A., Balakrishnan, K., Gopalakrishnan, L., Mukherjee, B., Hu, H., & Bellinger, D.C. (2011). Lead exposure and visual-motor abilities in children from Chennai, India. *Neurotoxicology*, 32, 465-470. <https://doi.org/10.1016/j.neuro.2011.03.011>
- Paoliello, M.M.B., & Chasin, A.A.M. (2001). *Ecotoxicologia do chumbo e seus compostos*. Cadernos de Referência Ambiental – Governo da Bahia.

- Prada, S.M., & Oliveira, C.E.S. (2010). *A importância do chumbo na História*. Química Viva. https://www.crq4.org.br/a_importancia_do_chumbo_na_historia
- Rebelo, F.M., & Caldas, E.D. (2016). Arsenic, lead, mercury and cadmium: Toxicity, levels in breast milk and the risks for breastfed infants. *Environmental research*, 151, 671-688. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2016.08.027>
- Sahu, J.K., Sharma, S., Kamate, M., Kumar, A., Gulati, S., Kabra, M., & Kalra, V. (2010). Lead encephalopathy in an infant mimicking a neurometabolic disorder. *Journal of Child Neurology*, 25, 390-392. <https://doi.org/10.1177/0883073809338625>
- Talbot, A., Lippiatt, C., & Tantry, A. (2018). Lead in a case of encephalopathy. *BMJ Case Reports*, n.d. <http://dx.doi.org/10.1136/bcr-2017-222388>
- Thomason, E.M., Hect, L.J., Rauh, V.A. Trentacosta, C., Wheelock, M.D., Eggebrecht A.T., ... Burt, S.A. (2019). Prenatal lead exposure impacts cross-hemispheric and long-range connectivity in the human fetal brain. *NeuroImage*, 191, 186-192. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2019.02.017>
- Toto, M., Giacomo, A., Petruzzelli, M.G., Dicuonzo, F., Santoro, N., Del Vecchio G.C., ... Margari, L. (2012). Guillain-Barré-like syndrome in a child with lead poisoning. *Neuropediatrics*, 43, 217-220. <https://doi.org/10.1055/s-0032-1321981>
- UNICEF & Pure Earth. (2020). *The Toxic Truth: Children's Exposure to Lead Pollution Undermines a Generation of Future Potential*. <https://www.unicef.org/reports/toxic-truth-childrens-exposure-to-lead-pollution-2020>
- Wright, J.P., Lanphear, B.P., Dietrich, K.N., Bolger, M., Tully, L., Cecil, K.M., & Sacarellos, C. (2021). Developmental lead exposure and adult criminal behavior: A 30-year prospective birth cohort study. *Neurotoxicology and teratology*, 85. <https://doi.org/10.1016/j.ntt.2021.106960>
- Zahran, S., Mielke, H.W., Weiler, S., Berry, K.J., & Gonzales, C. (2009). Children's blood lead and standardized test performance response as indicators of neurotoxicity in metropolitan New Orleans elementary schools. *Neurotoxicology*, 30, 888-897. <https://doi.org/10.1016/j.neuro.2009.07.017>