

# 美国 1999—2010 年儿童铅中毒病例确认工作的评价

**Eric M. Roberts, MD, PhD<sup>a</sup>, Daniel Madrigal, MPH<sup>a</sup>, Jhaqueline Valle, MPH<sup>a</sup>, Galatea King, MPH<sup>a</sup>, and Linda Kite, MBA<sup>b</sup>**

<sup>a</sup>Public Health Institute, Oakland, California; and <sup>b</sup>Healthy Homes Collaborative, Los Angeles, California

Address correspondence to Eric M. Roberts, MD, PhD, Public Health Institute, 555 12th St, 10th Floor, Oakland, CA 94607. E-mail: eric.roberts@phi.org

## 缩略语

BLL = blood lead level

CDC = Centers for Disease Control and Prevention

CLPPP = Childhood Lead Poisoning Prevention Program

EBLL = elevated blood lead level



**研究背景:** 长久以来, 美国许多儿童的铅中毒均未被发现, 只有当前才能进行各州之间儿童铅中毒的比较研究。



**研究新知:** 本研究期间, 美国南部地区血铅水平  $\geq 10.0 \mu\text{g} / \text{dL}$  的儿童人数最多。在被调查的 39 个州中, 23 个州的血铅水平  $\geq 10.0 \mu\text{g} / \text{dL}$  的儿童大多未得到诊断和治疗。

## 摘 要

**背景** 将美国各州于 1999—2010 年上报给疾病预防控制中心 (CDC) 的 12 月龄 ~ 5 岁儿童血铅水平估计值  $\geq 10.0 \mu\text{g} / \text{dL}$  [血铅水平升高 (EBLL)] 的病例数与流行病学估计的儿童 EBLL 病例数进行比较。

**方法** 基于国家健康和营养检查调查 (NHANES) 的连续数据, 采用最新的统计学方法, 估算各州儿童铅中毒患病率。研究期间, 从 39 个州 (包括哥伦比亚特区) 的 CDC 儿童期铅中毒预防项目上报数据中, 获得各州儿童血铅中毒病例数。本研究对纳入或剔除未向 CDC 上报的州和年份均进行了分析。

**结果** 研究期间, 确认 EBLL 病例数约为 120 万例, 但仅有 607 000 例 (50%) 上报给 CDC。仅纳入完整上报的州和年份的话, 上报率为 64%。在 39 个州中, 23 个州的儿科保健工作者确认的 EBLL 病例数不足 EBLL 儿童估计数的一半。尽管美国东北部和中西部地区上报的儿童铅中毒病例数最多, 但基于患病率估计结果, 美国南部地区才是儿童血铅中毒病例数最多的地区。在参与上报的美国南部地区和西部地区, 未获得诊断的 EBLL 儿童病例数是确诊上报病例数的 3 倍。

**结论** 基于能够得到的最佳估计结果, 儿科保健工作者对血铅水平的检测不足现象在许多州中均普遍存在。

在美国，血铅水平升高 (EBLL) 筛查和检测的临床实践的差异很大。美国儿科学会指南<sup>[1-3]</sup> 鼓励各州及各地区依据符合本地情况的筛查模式以确定谁需要接受筛查，但临床医生往往难以得到这些建议，通常情况下是按照临床医生个人在其所服务的社区中对 EBLL 风险的评估，在这种情况下很少配备有评估工具<sup>[4]</sup>。法律规定，美国医疗补助计划和“特殊营养素补充项目”中的妇女、婴儿、儿童受益者均需接受检测，但这一规定通常未得到执行<sup>[5]</sup>，全美国仅有 4 个州在儿童上幼儿园或在上幼儿园之前要求提供检测证明<sup>[4]</sup>。因此，对大多数儿童而言，临床医生的判断决定了多少儿童和哪个儿童将进行 EBLL 检测。

在过去的 20 年内，许多州向疾病预防控制中心 (CDC) 儿童铅中毒预防项目 (CLPPP) 上报了检测 EBLL 的儿童人数，但由于筛查形式的多样性，导致可能无法获知上报的 EBLL 儿童病例数与实际的 EBLL 患病率之间的关系。理想的情况是，这些数据可与各州估计的 EBLL 确认儿童病例数进行比较，揭示了基于临床医生的判断来决定儿童是否需要做 EBLL 检测是否是适当的。鉴于事实上独立的州水平的 EBLL 患病率估计值并不存在，因此无法阐述这一基本问题。

然而，随着流行病学和统计学的发展<sup>[6]</sup>，估算 1999—2010 年美国 50 个州及哥伦比亚特区的 EBLL 患病率成为可能。因此，我们能够首次对上报的 EBLL 儿童病例数与各州的 EBLL 估计值进行比较，并对各州儿科临床实践进行充分的定量分析。

## 方 法

### EBLL 检测的重要性

铅是一种已知的神经毒性物质，缺少安全的暴露剂量范围<sup>[7]</sup>。1 ~ 5 岁的儿童存在铅暴露的最高危风险（因为该年龄段的孩子有将手放入口中的

行为特点），可导致疾病（因为此年龄段孩子的神经发育复杂而迅速）<sup>[8]</sup>。由在患儿中发现 EBLL 所促成的干预措施，包括改善住房及其他环境因素，被证实可以有效地减轻铅中毒的毒性效应<sup>[9]</sup>。不检测 EBLL 的话，患儿会因持续暴露于其居住环境中而引发后遗症，最显著的就是认知和注意力缺陷以及冲动增加<sup>[10,11]</sup>，但也可能包括自主神经系统<sup>[12]</sup>、肾脏<sup>[13]</sup> 和内分泌系统<sup>[14,15]</sup> 损害。

### 美国 EBLL 监测工作的开展

美国大多数的州要求将血铅水平 (BLL) 检测结果上报给相应的公共卫生机构，虽然许多州仅要求上报超过某一阈值的检测结果（范围为 5 ~ 25  $\mu\text{g} / \text{dL}$ ）<sup>[4]</sup>。1999—2010 年，39 个州（包括哥伦比亚特区）参与了 CDC 的 CLPPP 上报项目；然而，其中 18 个州的上报工作处于断断续续的状态。这些参与上报 CDC 的州对 EBLL 的定义（例如：当指尖血样本检测值超过某一阈值后，需要采集静脉血样本进行复查）和上报内容（接受检测的儿童的上报数以及检测结果超过 CDC 特定阈值的儿童人数）进行了标化。这一期间，报告的阈值是 10  $\mu\text{g} / \text{dL}$ ，随后降至 5  $\mu\text{g} / \text{dL}$ 。虽然不是所有的州在这一时期均参与了上报工作，但这是美国标化的 EBLL 确认病例数的唯一来源。由此显示，EBLL 检测儿童人数最多的州是美国东部和中西部的州；相较之下，南部地区及西部地区州的 EBLL 检测儿童人数显著偏少（图 1，白色条带）。

### 病例数与患病率估计值的比较

我们通过比较上报的病例数与将新的统计学方法应用于 NHANES 得到的基于患病率估算结果的预测数进行了比较，试图量化 12 月龄 ~ 5 岁儿童中 EBLL 病例确认的适当性。虽然这样一种比较是直观且有效的，但即使一个州中 100% 的 EBLL 病例均被发现，2 者（某州的 EBLL 病例上报数与预测病例数）的数值也往往并不一致。我们认为，这些理由足以解释下文的调查结果，值得进行讨论。

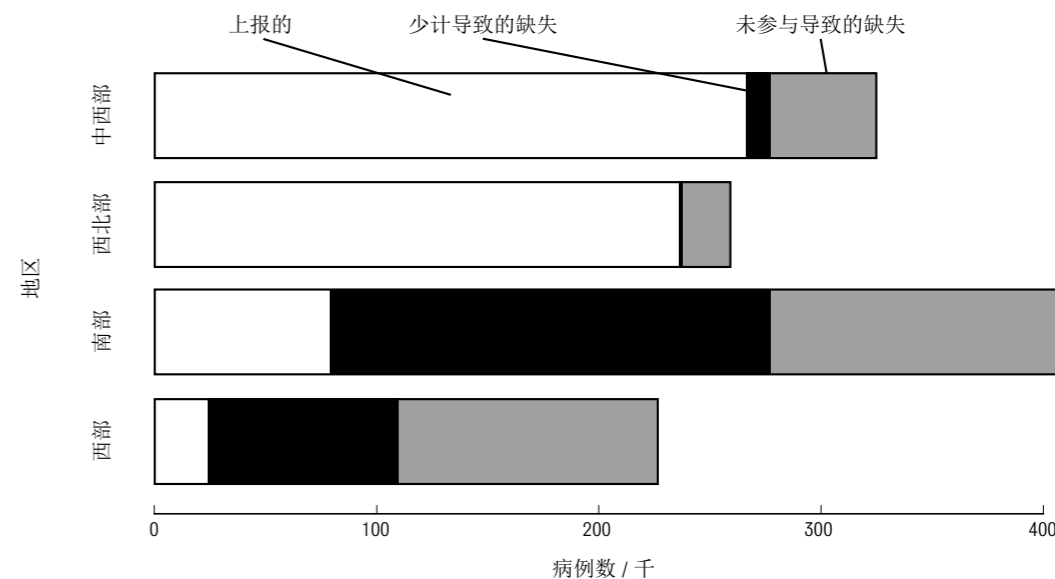


图 1 不同的上报状态和地区，预测的 1999—2010 年 12 月龄 ~ 5 岁 EBLL 儿童的病例总数

第 1 个理由是 NHANES 和完整的临床诊断病例数都可被认为是源于流行病学研究的数据，代表 2 种不同的研究设计。前者是基于代表性人群的横断面设计，是确定任何疾病患病率和协变量的金标准。相反，后者是滚动入组研究设计，也就是说，允许儿童每年检测多次或少于每年 1 次。NHANES 的参与者采集单次静脉血，临床患者通常先经指尖血初筛，然后间隔一段时间后经静脉血得以确诊。因此，后者是均数回归和季节性波动共同作用下的 EBLL 患病率<sup>[16,17]</sup>。

第 2 个理由是本研究中的 EBLL 患病率估计值（因此，预期计数来源于此）系基于统计学模型。因此，在任意一个特定的州，结合人口学资料和住房特征，我们通过模型可计算出预期的 EBLL 病例数；该州的实际 EBLL 病例数呈对数正态分布，浮动于预期病例数值上下。尽管在全国范围内的整个研究期间，观察到的病例数与模型预测的预期病例数应十分接近，但就某个州而言，即便是最佳病例估计模型，真实的观察病例数与模型预测病例数也会不相等。因为我们预期各州之间存在 Poisson 分布高方差，但标准的可信区间并不能反映这种差异的程度，各州实际上报的病例数与预测数之间的

差异可能是随机的。

然而，病例数与估计患病率比较的结果揭示，在美国确认的 EBLL 病例数显著低于基于最佳流行病学工具得到的预期病例数。鉴于 EBLL 未经治疗对总寿命的重要影响，事实上，上报的病例数与预期病例数之间的差异也揭示了应采取更加积极有效的检测手段，直至能够开展各州基于人群的研究以确认以往的 EBLL 病例确认努力已很充分。

### 上报给 CDC 的数据

与每年各州上报的 EBLL 病例数吻合的资料直接获自 2016 年 6 月的 CDC CLPPP 和健康住房计划。已知一些州多年上报的数据均不全，或是因为这些州已被 CDC CLPPP 作了标记，或是因为该年 EBLL 病例数的数量级小于其他年份。为了弄清这一情况，本研究将这些年的这些州视为未上报数据。

### EBLL 患病率预测模型

NHANES 自 1999 年起开展了连续性的调查，每隔 2 年公布数据<sup>[18]</sup>。由于 NHANES 代表美国非福利机构收容的全体民众，因此无法对这些数据直接设定子集以得到各州水平患病率的估算值。研究者可

基于各州的人口学数据拟合多变量模型以预测患病率；将这些数据输入模型以估计各州患病率。

为确保有效性，任何这类模型都包含已知对可疑疾病有预测作用的协变量；对于EBLL而言，这些协变量包括地区、人种 / 种族、贫困状态、居住在1978年美国颁布禁止房屋涂料含铅法案之前建造的房屋内。超过1 / 3的NHANES记录描述了1 ~ 5岁的儿童缺少最后一个变量，因此阻碍了预测EBLL患病率模型的生成，直至最近。

简而言之，Roberts和English<sup>[6]</sup>构建了一个t分布的Heckman选择模型<sup>[19,20]</sup>，该模型适用于NHANES这种复杂调查设计背景下非随机多重缺失变量的病例，从而可以有效地解释缺失数据带来的潜在偏倚，使预测EBLL的模型能够实现有效估计。通过模型得到的全国水平的预测结果与那些达到通过NHANES常规分析的结果匹配良好，尽管前者较后者略有偏低趋势。因此，作者鼓励研究者基于

表1 预测BLL ≥ 10.0 μg / dL的参数分布，以截距(截距)和优势比(所有其他的)表示，来自于Robert和English<sup>[6]</sup>

参 数	均数 (95%可信区间)
截距	0.002 (0.001 ~ 0.004)
人种或人种	
非西班牙裔白种人及其他	1.00
非西班牙裔黑人	2.71 (1.77 ~ 4.19)
西班牙裔	0.46 (0.23 ~ 0.92)
房屋建造年份	
1978年后	1.00
1978年前	3.63 (1.78 ~ 8.82)
家庭贫困状态	
非贫困	1.00
贫困	1.81 (1.16 ~ 2.85)
时间(每2年为1个周期,中心点为0)	0.83 (0.73 ~ 0.94)
居住地区	
东北部	1.00
中西部	1.01 (0.80 ~ 1.28)
南部	0.94 (0.82 ~ 1.06)
西部	0.95 (0.82 ~ 1.12)

他们的模型，考虑到估计值是较为保守的，可能导致EBLL患病率的轻微低估。

### 模型的数据输入

Roberts和English的模型系基于NHANES中12月龄 ~ 5岁的参与儿童。因此模型中输入的数据必须限定于该年龄层，因此阻碍了使用已事先列表的人口普查数据。追随这些研究者，我们采用美国社区调查<sup>[21]</sup>中的微数据以生成这些描述研究期间各州和哥伦比亚特区的数据。出于完整性的目的，我们复制了这些数据所应用的系数(表1)。由于NHANES数据每2年发布1次，因此采用线性插值法计算未发布数据年份的患病率估计值。

### 分析

由于研究期间将10 μg / dL作为观察水平，因此我们将EBLL病例定义为BLL ≥ 10 μg / dL的儿童。

为了描述地区水平的病例确认情况，基于各州预期的患病率，我们开始计算我们所认为的发生于1999—2010年的EBLL儿童总人数。年份以y表示，州以s表示，预期患病率以 $\hat{p}_{y,s}$ 表示， $N_{y,s}$ 代表12月龄 ~ 5岁儿童的总人数。预期的病例数按照简易公式 $Exp_{y,s} = \hat{p}_{y,s} N_{y,s}$ 进行计算。根据某年y某州s是否参加了上报工作，分配每一个 $Exp_{y,s}$ ，并且如果是这样的话，该地区所有预期病例数的总和这一部分，被考虑在上报给CDC CLPPP的总病例数中。

在各州水平的分析中，我们设定了一个结局变量 $\theta_s$ ，表示某州s参与上报工作的年份成功确认的累计病例数比值。对于有向CDC CLPPP上报的年份和州， $Ob s_{y,s}$ 作为上报的病例数， $\phi$ 作为配对组合{(y, s)}，我们指定如下公式：

$$\theta_s = \frac{\sum_{(y, s) \in \phi} Ob s_{y, s}}{\sum_{(y, s) \in \phi} Exp_{y, s}}$$

$\theta_s$ 反映了医生成功确认病例的能力，避免惩处了在研究期间的特定年份那些在州内未参加上报的医生。直观地来看， $\theta_s$ 可被视为确认成功率，

表2 1999—2010各州及哥伦比亚地区，上报CDC CLPPP的年份、预测的BLL ≥ 10.0 μg / dL的病例数、上报的人数、成功确认比率、检测指南的特定特征

州 <sup>b</sup>	预测BLL ≥ 10.0 μg / dL					州检测指南的特定特征 <sup>a</sup>		
	上报年数(最多为12年)	2010年患病率(每1000)	病例数(仅在报告年份,单位为千)	上报的病例数(单位为千)	成功确认比率( $\theta_s$ )	所有儿童均在指定年龄接受了检测	儿童在规定年龄参加了公共支持项目	儿童在规定年龄上了公立学校
所有参与的州			944.1	606.7	0.64			
亚利桑那州	12	1.6	15.2	2.2	0.14	否	是	否
加利福尼亚州	7	2.1	53.4	19.9	0.37	否	是	否
科罗拉多州	3	2.0	5.6	0.3	0.06	否	是	否
康涅狄格州	12	3.2	14.6	17.7	1.21	是	否	否
特拉华州	11	2.8	3.0	1.4	0.47	是	是	是
哥伦比亚特区	11	6.8	4.9	1.8	0.37	是	是	否
佛罗里达州	12	2.3	50.5	7.3	0.15	否	是	否
乔治亚州	12	2.7	36.6	3.7	0.10	否	是	否
伊利诺州	5	3.4	37.5	80.5	2.15	否	是	否
印第安纳州	12	3.2	29.7	7.1	0.24	是	否	否
衣阿华州	12	3.4	14.2	11.0	0.77	是	否	是
堪萨斯州	12	3.0	12.0	3.5	0.29	是	是	否
肯塔基州	10	2.8	12.2	1.6	0.13	否	是	否
路易斯安那州	12	3.8	28.1	7.2	0.26	是	否	否
缅因州	12	2.8	4.6	3.1	0.67	否	是	否
马里兰州	11	3.3	22.7	17.0	0.75	否	是	是
马萨诸塞州	12	3.4	28.7	30.0	1.04	是	否	是
密执安州	12	3.8	52.9	40.7	0.77	否	是	否
明尼苏达州	12	2.9	21.2	8.5	0.40	否	是	否
密西西比州	9	3.8	10.8	3.0	0.28	否	是	否
密苏里州	12	3.4	26.9	26.9	1.00	否	是	否
内华达州	5	1.6	1.8	0.1	0.05	否	否	否
新罕布什尔州	12	2.7	4.0	4.2	1.04	否	是	否
新泽西州	11	3.2	34.3	25.4	0.74	否	否	否
新墨西哥州	3	1.6	1.8	0.1	0.05	否	否	否
纽约州	11	3.8	97.9	88.8	0.91	是	否	否
北卡罗来纳州	11	2.4	29.3	7.4	0.25	是	是	否
俄亥俄州	12	3.9	63.6	59.1	0.93	否	是	否
俄克拉荷马州	12	2.8	13.4	1.9	0.14	否	是	否
俄勒冈州	12	2.4	12.4	0.9	0.08	否	否	否
宾夕法尼亚州	10	3.7	47.7	51.6	1.08	是	是	否
罗德岛	12	3.4	3.9	14.6	3.73	是	否	否
田纳西州	10	2.8	20.3	3.2	0.16	是	否	否
德克萨斯州	8	1.8	47.2	16.2	0.34	否	是	否
佛蒙特州	12	3.4	2.2	1.5	0.68	是	否	否
弗吉尼亚州	12	2.7	28.3	5.9	0.21	否	是	否
华盛顿州	11	2.3	19.9	0.4	0.02	否	否	否
西弗吉尼亚州	11	2.9	5.8	1.5	0.25	否	是	否
威斯康辛州	12	3.3	25.1	29.7	1.19	否	是	否

<sup>a</sup> 来自于 Sykes 的 2015 年的州特征<sup>[4]</sup>，2011—2014 哥伦比亚特区资料来自于哥伦比亚特区环境部门<sup>[22]</sup>。

<sup>b</sup> 这些年内不参与向 CDC 上报的州包括：阿拉巴马州、阿拉斯加州、阿肯色州、夏威夷州、爱达荷州、蒙大拿州、内布拉斯加州、北达科他州、南卡罗来纳州、南达科他州、犹他州和怀俄明州。

范围为 0% ~ 100%，如前文所述的限制性条件，一些值可能会超过 100%，而某些确认病例能力极好的州也可能 < 100%。

## 结 果

1999—2010 年，估计约有 120 万儿童存在 EBLI。在这些儿童中，约一半病例 (606 709 例) 被上报给 CDC。在未上报的病例中，约 45% (278 299 例) 发生在所在州未向 CDC 上报的年份，55% (337 405 例) 未上报的原因是正致力于上报工作的州在病例确认工作方面还不够完善。

### 地区水平的病例确认

各地区水平的病例确认情况如图 1 所示。图中每一个条带的长度代表研究期间 EBLI 儿童的预期病例数，不同的颜色反映了报告的类别 (见前文所述)。虽然美国中西部和东北地区上报的 EBLI 儿童人数最多，但 EBLI 病例数最多的是南部地区。虽然西部地区的 EBLI 病例数最少，但这一地区也是遗漏病例占比最高的 (89%)，因为该地区的病例确认工作不力且部分年份未参加 CDC CLPPP 上报工作。剔除未参与的州和年份后，东北地区、中西部地区、南部地区和西部地区的 EBLI 病例数占比分别为 99.5%、94.3%、25.3% 和 21.8%。

### 州水平的病例确认

确认比率  $\theta_s$  见表 2 和图 2。正如预期的那样，一些州的确认比例显著高于或低于 1.0，这一结果可通过如下证据予以解读，即这些州的临床医生几乎确认了所有发生的 EBLI 病例 (或至少尚无其他证据可提示其他的原因)。最令人不解的发现是，汇总  $\theta$  值恰好在 0.64 以下；由于该汇总值可看作与人

群均数相似，因此提示州人群的一部分与大量未检出的 EBLI 病例存在关联。

大多数州 (23 个) 上报的病例数少于 EBLI 预期病例数的一半，11 个州上报的病例数小于预期病例数的 20%。虽然出于统计考量，我们期望一些州的值显著 < 1.0，但是其分布呈明显的偏态分布 (即许多州的  $\theta_s$  < 0.5)。由于无流行病学数据描述了任何这些州的 EBLI 患病率低于估计数，因此这些州可能存在地方性的低报情况 (因此是低检测)。

尽管表 2 中的右列给出了参与州的临床医生指南的特定特征，但是指南的配置似乎与稳定的高病例确认比率无相关性。这一发现符合我们的印象，即临床医生通常并不知晓指南，于是由于未执行指南，因而减弱了指南对医生行为的影响。

## 讨 论

我们利用美国 50 个州及哥伦比亚特区的患病率估计值来计算 1999—2012 年预期的 EBLI 儿童人数，并与上报给 CDC 的病例数进行了比较。在完整上报年份期间的参与州中，36% 的 EBLI 儿童 (等于 337 405 例) 无档案记录。尽管我们未发现有许多州存在低确认的情况，但大多数州似乎仅成功确认了不及 EBLI 儿童人数一半的病例。由于本研究中的 EBLI 患病率估计值偏低，因此本研究推测的未确认的 EBLI 病例数可能是保守的估计。

自从在汽油和住房涂料中去除铅以后，儿童 EBLI 患病率显著下降<sup>[23]</sup>。伴随这一趋势，此后在州和联邦的法规及指南中，很少再对 EBLI 检测作出相关要求。然而，1991 年 CDC 指南推荐进行全面筛查；1997 年，CDC 开始鼓励各州制定自己的指南，理想情况下包括对医疗补助受益人进行检测，并提

议在此类计划的州中开展普查<sup>[24]</sup>。自 2009 年以来，医疗补助受益人的普查热度有所下降<sup>[25]</sup>，转为基于问卷调查的筛查结果来决定对有需求者进行检测。在此期间，联邦政府要求各州和地区依照其管辖区内各年份 EBLI 患病率的变化来制定检测政策，而对于基于人群特征的 EBLI 检测，既不提供资金支持，也不做强制要求。

尽管标准放宽了，但仍存在另一个问题，即只检出了一小部分 EBLI 儿童，且这一问题在研究期间持续存在。美国总审计署确定 1999 年仅有 11% 的医疗补助受益人接受了检测<sup>[5]</sup>。2011 年，全美国的病例估计数中仅 17% 是由临床医生诊断的<sup>[27]</sup>。即便如此，病例确认成功率在各州也不尽相同，许多州上报的病例数相较于客观指标，呈现出不成比例地偏低，诸如居住房屋的屋龄<sup>[27]</sup>。直至 2010 年，检测人数普遍增加；此时，我们的患病率保守估计值可能解释此处报道的 64% 的高确认比率。

尤其是在未上报 CDC 的州中，一些在 CDC 中无记录资料的 EBLI 儿童可能接受了诊断和病例管理服务 (见 McClure 等<sup>[28]</sup>，对包括这些州中一些州的

BLI 检测进行了分析)。然而，与之相反，许多已获得诊断和得到上报的病例却未得到环境改善服务。各州和各地 EBLI 儿童的监控和服务种类不尽相同，医疗补助计划对病例管理、服务种类的报销阈值，也因州而异<sup>[29]</sup>。2012 年，CDC 儿童铅中毒计划与健康家庭计划的预算从 2 900 万美元缩减至 200 万美元，导致一级预防、环境评估、房屋安全铅含量的相关法律条文的执行、教育和服务推广、专业受众及监督等工作岗位在全国范围内减少了 57%<sup>[30]</sup>。

自 2010 年研究结束起，公共卫生社区在 2 个方面不再依靠 NHANES 对 EBLI 的监督。第一，自此时起，NCHS 删除了 NHANES 问卷中居住房屋的屋龄这一条目，因此该条目通常无人应答。第二，EBLI 患病率的暂时下降表明，NHANES 样本量 (每年适合年龄段应有约 630 例儿童) 不足以在一个调查周期内发现足够数量的病例。因此，2010 年后的 NHANES 数据不再符合此处的分析类型，临床医生上报的数据成为引导公共卫生政策和法规的唯一的人群水平的资料来源。

同一时期，EBLI 仍持续威胁着全美国儿童的健

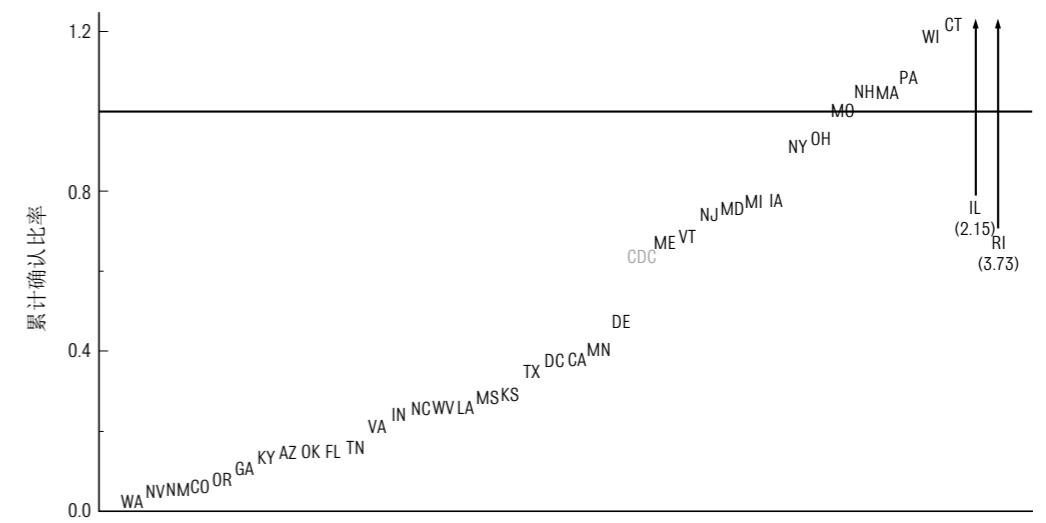


图 2 1999—2010 年参加 CDC CLPPP 报告的各州中 EBLI 病例上报数与预测病例数的比率。总比率 (“CDC”) 以灰色字显示。

康。虽然基于 Flint 事件，密歇根州成为美国公众的关注焦点<sup>[51]</sup>。之后的分析证明，已知全美国有数千个社区存在较高的 EBLL 患病率，这些分析是基于确实发生了这一情况的部分上报数据<sup>[52]</sup>。此外，种族和阶级隔离的持续现象以及老化的基础设施表明，我们无法确保 EBLL 患病率在各社区均呈现下降趋势，或在所有社区中趋于一致。本研究中，许多儿童正处于学龄期，因此需要更多的资源投入教育之中；总体而言，儿童 EBLL 使美国每年损失约 500 亿美元的经济生产力<sup>[53]</sup>。

美国儿科学会的政策，包括未来健康计划中对健康儿童评估所表述的，明确了听从于州和地方卫生部以决定何时对儿童进行 BLL 检测<sup>[1-3]</sup>。这项政策基于 2 个假设，但实力雄厚的公共卫生机构与州及地方卫生部之间应与提供这些资源的人员进行交流，使他们能够基于数据直接作出决定，而依照法令要求的检测离不开执行机制及资源。这 2 个假设均已被证实是错误的，临床医生遗漏了大量的 EBLL 儿童（事实上，这些儿童中的绝大多数来自于全美国的许多地区）。

公共卫生部门应与州及地方卫生部门紧密联系，以确保他们的指南是可行的。政策制定者的能力和时间是可行的。理想情况下，应实施基于人群的 EBLL 患病率研究，人群的 EBLL 患病率研究较模型估计值更加有效，能够将资源分配给最需要帮助的社区。

临床医师不应等到他们所在的州或地区的相关机构提供了足够的资源以后才开始行动；在那些确认 EBLL 能力较差的州，应更加大力地开展检测工作。临床医生也需要掌握当检测结果为阳性时，如何向家长告知实情的技巧。告知家长的信息应包括州及地区环境改善的资金支持相关知识，以及预防房东报复性提高租金或驱逐租客的法律保护相关知识<sup>[54]</sup>。

## 结 论

我们比较了 1999—2010 年上报给 CDC 的 12 月龄 ~ 5 岁儿童中 EBLL 病例的观察数与基于 NHANES 人群调查得到的预期数。研究期间，在参与州中，约 1 / 3 的儿童确实存在 EBLL 而未上报。尽管大多数上报的病例居住在东北部及中西部地区，但是南部地区的 EBLL 儿童病例数最多，由此突显了南部和西部地区的低报现象。我们还确认了研究期间普遍存在低确认的州。除非基于人群的研究能够说明这些州的 EBLL 患病率低于我们的估计值，否则应推动临床医生开展更加积极的检测工作。

（姜袁译 严卫丽校）

## 参 考 文 献

- 1 Advisory Committee on Childhood Lead Poisoning Prevention of the Centers for Disease Control and Prevention. Low level lead exposure harms children: a renewed call for primary prevention. Available at: [www.cdc.gov/nceh/lead/ACCLPP/Final\\_Document\\_030712.pdf](http://www.cdc.gov/nceh/lead/ACCLPP/Final_Document_030712.pdf). Accessed November 8, 2016
- 2 Council on Environmental Health. Prevention of childhood lead toxicity. *Pediatrics*. 2016;138(1):e20161493pmid:27325637
- 3 Hagan JF, Shaw JS, Duncan PM, eds. Bright Futures Guidelines for Health Supervision of Infants, Children and Adolescents. 3rd ed. Elk Grove Village, IL: American Academy of Pediatrics; 2008. Available at: [www.aap.org/en-us/professional-resources/practice-support/Periodicity/Periodicity%20Schedule\\_FINAL.pdf](http://www.aap.org/en-us/professional-resources/practice-support/Periodicity/Periodicity%20Schedule_FINAL.pdf). Accessed July 2016
- 4 Sykes G. Pediatric Lead Screening in the United States: A Comparative Analysis. Anchorage, AK: School of Nursing, University of Alaska; 2015. Available at: <https://scholarworks.alaska.edu/bitstream/handle/11122/4792/Sykes%20manuscript.pdf?sequence=1>. Accessed July 2016
- 5 United States General Accounting Office. Lead poisoning: federal health care programs are not effectively reaching at-risk children (GAO/HEHS-99-18). Available at: [www.gao.gov/products/HEHS-99-18](http://www.gao.gov/products/HEHS-99-18). Accessed July 2016
- 6 Roberts EM, et al. *Stat Med*. 2016;35(29):5417–5429pmid:27527368
- 7 Lanphear BP, et al. *Public Health Rep*. 2000;115(6):521–529pmid:11354334
- 8 Jones RL, et al. *Pediatrics*. 2009;123(3). Available at: [www.pediatrics.org/cgi/content/full/123/3/e376](http://www.pediatrics.org/cgi/content/full/123/3/e376)pmid:19254973

- 9 American Academy of Pediatrics Committee on Environmental Health. *Pediatrics*. 2005;116(4):1036–1046pmid:16199720
- 10 Chandramouli K, et al. *Arch Dis Child*. 2009;94(11):844–848pmid:19770197
- 11 Nigg JT, et al. *J Child Psychol Psychiatry*. 2010;51(1):58–65pmid:19941632
- 12 Gump BB, et al. *Neurotoxicol Teratol*. 2011;33(2):212–219pmid:20934510
- 13 Fadrowski JJ, et al. *Arch Intern Med*. 2010;170(1):75–82pmid:20065202
- 14 Gollenberg AL, et al. *Environ Health Perspect*. 2010;118(12):1782–1787pmid:20675266
- 15 Gump BB, et al. *Environ Health Perspect*. 2008;116(2):249–255pmid:18288326
- 16 Haley VB, et al. *BMC Pediatr*. 2004;4:8pmid:15180903
- 17 Yiin L-M, et al. *Environ Health Perspect*. 2000;108(2):177–182pmid:10656860
- 18 Centers for Disease Control and Prevention National Center for Health Statistics. National Health and Nutrition Examination Survey. Available at: <https://www.cdc.gov/nchs/nhanes/index.htm>. Accessed January 2016
- 19 Albert J, et al. *J Am Stat Assoc*. 1993;88(422):669–679
- 20 Heckman JJ. *Econometrica*. 1979;47(1):153–161
- 21 US Bureau of the Census. American Community Survey: information guide. Available at: [https://www.census.gov/content/dam/Census/programs-surveys/acs/about/ACS\\_Information\\_Guide.pdf](https://www.census.gov/content/dam/Census/programs-surveys/acs/about/ACS_Information_Guide.pdf). Accessed July 2015
- 22 District of Columbia Department of the Environment. Strategic plan for lead-safe and healthy homes. Available at: [http://doee.dc.gov/sites/default/files/dc/sites/ddoe/publication/attachments/DDOE\\_Strategic\\_Plan\\_for\\_Lead-Safe\\_and\\_Healthy\\_Homes.pdf](http://doee.dc.gov/sites/default/files/dc/sites/ddoe/publication/attachments/DDOE_Strategic_Plan_for_Lead-Safe_and_Healthy_Homes.pdf). Accessed November 21, 2016
- 23 Schwemberger J, et al. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*.

- 2005;54(20):513–516pmid:15917736
- 24 US Centers for Disease Control. Screening Young Children for Lead Poisoning: Guidance for State and Local Public Health Officials. Atlanta, GA: US Department of Health and Human Services; 1997. Available at: [https://stacks.cdc.gov/view/cdc/13364/cdc\\_13364\\_DS1.pdf](https://stacks.cdc.gov/view/cdc/13364/cdc_13364_DS1.pdf). Accessed July 2016
- 25 Wengrovitz AM, et al. *MMWR Recomm Rep*. 2009;58(RR-9):1–11pmid:19661858
- 26 American Academy of Pediatrics Committee on Environmental Health. *Pediatrics*. 1998;101(6):1072–1078
- 27 Wheeler W, et al. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*. 2013;62(13):245–248pmid:23552225
- 28 McClure LF, et al. *J Pediatr*. 2016;175:173–181pmid:27297207
- 29 Alliance to End Childhood Lead Poisoning, National Center for Lead-Safe Housing. Another link in the chain: state policies and practices for case management and environmental investigation for lead-poisoned children. Available at: [www.nchh.org/Portals/0/Contents/Another\\_Link\\_in\\_Chain.pdf](http://www.nchh.org/Portals/0/Contents/Another_Link_in_Chain.pdf). Accessed July 2016
- 30 National Center for Healthy Housing. State and local childhood lead poisoning prevention programs: the impact of federal public health funding cuts. Available at: [http://nchh.org/Portals/0/Contents/State-and-Local-Childhood-Lead-Poisoning-Prevention-Programs\\_2013-08-01.pdf](http://nchh.org/Portals/0/Contents/State-and-Local-Childhood-Lead-Poisoning-Prevention-Programs_2013-08-01.pdf). Accessed July 2016
- 31 Hanna-Attisha M, et al. *Am J Public Health*. 2016;106(2):283–290pmid:26691115
- 32 Pell M, et al. Off the charts: the thousands of US locales where lead poisoning is worse than in Flint. Reuters Investigates. Available at: <http://www.reuters.com/investigates/special-report/usa-lead-testing>. Accessed January 24, 2017
- 33 Trasande L, et al. *Health Aff (Millwood)*. 2011;30(5):863–870pmid:21543421
- 34 Korfmacher KS, et al. *J Health Polit Policy Law*. 2013;38(4):757–813

【英文原件请参阅 *PEDIATRICS 2017;139(5):e20164266*】