508残障人士无障碍阅读–本文有HTML支持代码 https://doi.org/10.1289/EHP7050-zh.

失衡的负担？超级基金清理项目对人群健康的风险和益处

Wendee Nicole

https://doi.org/10.1289/EHP7050-zh

2009 年至 2015 年间，由制造商通用电气出资的疏浚工程耗资 17 亿美元，在哈德逊河多氯联苯（Hudson River Polychlorinated Biphenyls, PCBs）超级基金污染场址清除了约 275 万立方码[1] 的污染沉积物。[2] 最近发表在《环境与健康展望》（*Environmental Health Perspectives*）上的一项研究使用了一种人群水平的方法来平衡清理工作带来的估计的健康益处和潜在的健康风险。[3] 作者指出，就他们所考虑的影响子集而言，修复对当地社区的健康益处可能无法抵消对较远社区和清理工人的健康风险。

研究人员利用健康影响[4,5] 和鱼类消费[6,7] 的数据来评估减少超级基金污染场址鱼类中 PCB 污染对当地垂钓者及其家庭的健康益处。他们估计，这些益处可以避免因疏浚工程清除 PCB 污染沉积物而产生的癌症和非癌症的健康影响。他们还根据在疏浚现场吸入的 PCBs 和细颗粒物 ($PM_{2.5}$) 、通往几个垃圾场的铁路运输沿线社区吸入的 $PM_{2.5}$ 以及对工人的职业危害，来估计伤残调整生命年（disability-adjusted life years, DALYs）。

污染沉积物的长途铁路运输造成的健康风险最大。作者估计，清理工作需要 1200 万加仑的燃料，才能通过铁路将 300 万吨垃圾运到平均距离 1500 英里以外的垃圾填埋场。在铁路总里程超过 100 万英里的情况下，这项工作将产生 73,000 kg 的 $PM_{2.5}$ 排放量和 250 万千克氮氧化物（NO_x）排放量。最后，作者计算出沉积物的运输造成了大约 32 个 DALYs 的健康负担，或 32 年的健康寿命损失。

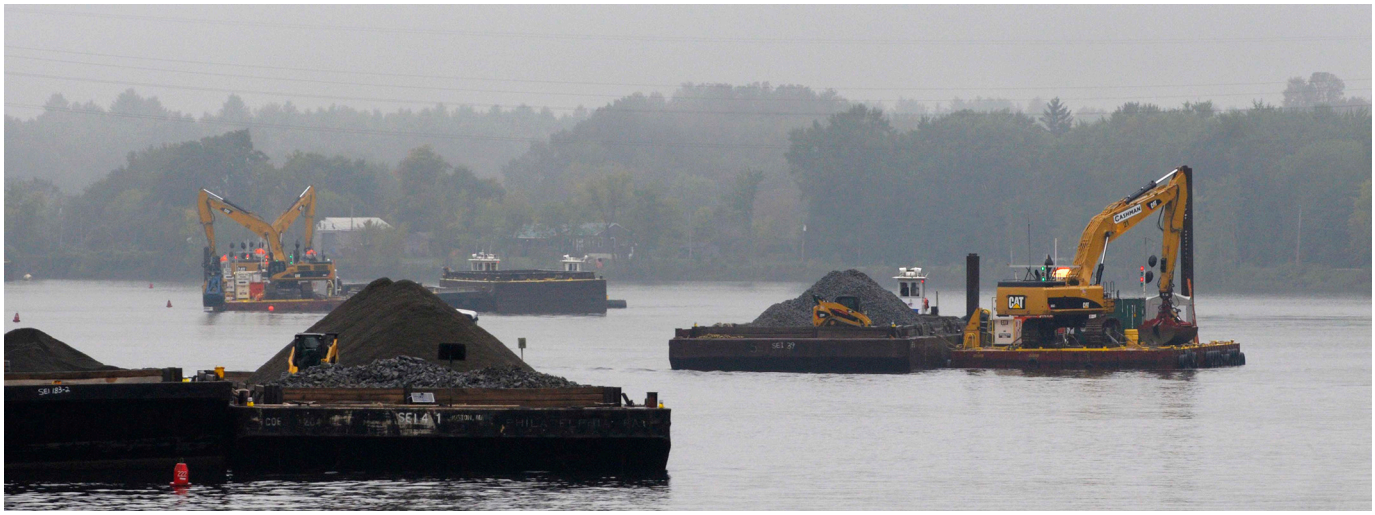
另一方面，与只控制污染源不采取其他任何措施相比，疏浚导致估计净减少 15 个 DALYs。“对疏浚所避免的 15 个 DALYs 益处的最佳估计，即使乘以 10 倍，对 [如此巨大的] 投资也非常有限。” 密歇根大学环境健康科学教授、通讯作者 Olivier Jolliet 说道。

作者提到，未来的研究工作会将食用当地食物的健康风险与当地居民的健康益处进行比较，例如食用鱼中的 omega-3 脂肪酸对早期认知发育和心血管健康的积极影响。[8] 环境疏浚的潜在生态、社会和经济影响也可以得到重视。

在哈德逊河清理项目开始之前，美国环境保护署（ U.S. Environmental Protection Agency, EPA）对疏浚工程进行了空气质量评估[9]，将现场空气污染物的估计浓度与保护个人健康的基于阈值的监管标准[10] 进行了比较。“EPA 选择的清理方法—疏浚和场外处置—考虑到项目设备的空气排放是否符合适用的标准，” EPA 第二区公共事务主任 Mary Mears 说道。EPA 得出的结论是，该项目“不会对空气质量产生重大影响”，基于的假设包括，一台机车每天运行两次，每次 30 分钟。[9]

“这凸显了 EPA 评估个人风险的传统框架与本研究所采用的基于人群的比较方法之间的区别。” 该研究的第一作者、多伦多大学博士生 Jacob Kvasnicka 说道。“当我们考虑实际数据时…包括铁路运输以及长途运输等因素，在疏浚方案的人群健康效益与风险的总体评估方面，我们的研究得出了不同的结论。”

也就是说，在估计减少鱼类中 PCBs 对非癌症的健康益处时，这项研究受到了很大的不确定性的限制。其他的局限性包括估计当地居民因食用鱼而暴露于 PCB 的不确定性。作者指出，随着现有的机车逐渐被更清洁的火车所取代，与



在这张摄于 2011 年 9 月 22 日的照片中，驳船堆满了用于回填疏浚区域和保护 PCBs 残留区域的封盖材料。 EPA 将永久性地每 10 年对该地区进行查勘，并在发生洪水或其他“高水量事件”后进行特别检查，以确保阀盖完好无损。Image: © Albany *Times Union*.

铁路有关的排放和相关的健康风险预计将大幅降低，这凸显了此类标准的重要性。[11]

“作者明确表示，他们正在研究与哈德逊河治理决策相关的一系列风险和益处。” 健康影响研究所（Health Effects Institute）的能源研究主任 Donna Vorhees （未参与该研究）说道。“这一有限的范围可能会影响结果的效用，因为我们不知道如何将风险和益处进行比较，是否应将所有因素都考虑在内，并在可能的情况下进行量化。”

然而，这项研究的确为未来的清理项目提出了新的考虑。它“强调了将沉积物运输距离降到最低程度，以及评估影响整个人群的健康负担和权衡取舍的必要性，而不仅仅将个人风险维持在给定的阈值以内。” Jolliet 说道。“它提出了一个问题，即如何更好地利用污染者的巨额经济补偿，使当地社区和环境受益。”

Wendee Nicole，一位居住在休斯顿的获奖作家。她的作品发表在《发现》(*Discover*)、《科学美国人》（*Scientific American*），等其他出版物上。

References

1. U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency). 2019. Hudson River Cleanup. [Website.] Last updated 11 April 2019. https://www3.epa.gov/hudson/cleanup.html [accessed 23 July 2020].
2. Haggard JG. 2017. Letter to G.J. Klawindski, Director, Hudson River Office, U.S. Environmental Protection Agency, Region 2, Albany, New York, from J.G. Haggard, Leader, Global Remediation, GE Global Operations – Remediation, Boston, Massachusetts. Re: Hudson River PCBs Superfund Site. GE's Comments on Proposed Second Five-Year Review Report. https://www.hudsondredging.com/project-reports/dredging/ge-comments-epa-5yr-review-9-1-17 [accessed 10 August 2020].
3. Kvasnicka J, Stylianou KS, Nguyen VK, Huang L, Chiu WA, Burton GA Jr, et al. 2019. Human health benefits from fish consumption vs. risks from inhalation exposures associated with contaminated sediment remediation: dredging of the Hudson River. Environ Health Perspect 127(12):127004, PMID: 31834828, https://doi.org/10.1289/EHP5034.
4. U.S. EPA. 1994. Integrated Risk Information System (IRIS) Chemical Assessment Summary for Aroclor 1254; CASRN 11097-69-1. https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris_documents/documents/subst/0389_summary.pdf [accessed 23 July 2020].
5. U.S. EPA. 1996. Integrated Risk Information System (IRIS) Chemical Assessment Summary for Polychlorinated Biphenyls (PCBs); CASRN 1336-36-3. https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris_documents/documents/subst/0294_summary.pdf [accessed 23 July 2020].
6. Connelly NA, Brown TL. 2009. New York Statewide Angler Survey, 2007. https://www.dec.ny.gov/docs/fish_marine_pdf/nyswarpt1.pdf [accessed 10 August 2020].
7. Normandeau Associates. 2003. Assessment of Hudson River Recreational Fisheries. Contract Number C004005. Prepared for New York State Department of Environmental Conservation and Bureau of Marine Resources Hudson River Fisheries Unit. ftp://ftp.dec.state.ny.us/dfwmr/marine/Hudson River Reports/creel01.pdf [accessed 10 August 2020].
8. Turyk ME, Bhavsar SP, Bowerman W, Boysen E, Clark M, Diamond M, et al. 2012. Risks and benefits of consumption of Great Lakes fish. Environ Health Perspect 120(1):11–18, PMID: 21947562, https://doi.org/10.1289/ehp.1003396.
9. TAMS Consultants, Inc. 2002. *Responsiveness Summary Hudson River PCBs Site Record of Decision*. Book 2 of 3; White Papers. Prepared for U.S. Environmental Protection Agency, Region 2, and U.S. Army Corps of Engineers, Kansas City District. https://www3.epa.gov/hudson/Resp_Summ_Files/rsbk_2.pdf [accessed 10 August 2020].
10. 42 U.S. Code. §7409. National Primary and Secondary Ambient Air Quality Standards. https://www.govinfo.gov/content/pkg/USCODE-2013-title42/html/USCODE-2013-title42-chap85-subchapI-partA-sec7409.htm [accessed 10 August 2020].
11. U.S. EPA. 2008. Control of emissions of air pollution from locomotive engines and marine compression-ignition engines less than 30 liters per cylinder; republication; final rule. Fed Reg 73(126):37096–37350. 30 June 2008. https://www.federalregister.gov/documents/2008/06/30/R8-7999/control-of-emissions-of-air-pollution-from-locomotive-engines-and-marine-compression-ignition [accessed 10 August 2020].