

消毒副产物混合物测定

消毒副产物混合物对大鼠生殖无影响

饮水消毒是二十世纪公共卫生领域的一项重大成就，它大大减少了霍乱、伤寒等疾病。然而，化学消毒剂与水中其他成分反应可生成对人体健康有潜在危害的消毒副产物（disinfection by-products, DBPs）。在这一期EHP [123(6):A159 (2015)]中，研究人员评价了氯化DBPs混合物对大鼠的生殖毒性。

一些动物毒理学和人群流行病学研究表明，单一氯化DBPs可能与出生缺陷、自发性流产、青春期延迟和精子质量下降等风险升高相关联。而另一些研究并未发现这种关联。很少有研究去探讨这些化学混合物的生殖毒性，而实际情况中混合物的暴露非常常见。该研究的主要作者、美国国家环境保护署EPA国家卫生和环境健康影响实验室（National Health and Environmental Effects Research Laboratory）的毒理学家Jane Ellen Simmons表示：“现实世界是这些化学物质的一种复杂组合。”

至今已发现超过600种DBPs，其中三氯甲烷（trihalomethanes, THMs）和卤代乙酸（haloacetic acids, HAAs）是氯化消毒后最常见的副产物。EPA将4种THMs和5种HAAs（以及其他消毒方式形成的2种消毒副产物）作为可疑的人类致癌物予以调控。EPA并不针对单一化学物质设置最大污染浓度，而是控制总THMs和总HAAs。

在这个研究中，Simmons及她的同事们评价了9种受控的氯化DBPs以混合物的形式暴露对三代大鼠生殖健康的影响。受试大鼠在妊娠和哺乳期饮水中总THMs和总HAAs的剂量为现行饮用水条例中最大污染浓度的500、1000或2000倍。子代大鼠（F₁代）在哺乳期后继续饮用该种水至其子代（F₂代）出生，各项实验指标于大鼠出生时和出生后第六日测定。

研究人员发现，所有剂量组中F₁代大鼠的生殖、妊娠、子代存活率或出生体重均未受不良影响，F₂代大鼠的存活率或出生体重也未受影响。“这表明以往研究中观察到的生殖、发育结局可能不是由受调控的DBPs造成的。”未参与该研究的环境化学家、南卡罗来纳大学（University of South Carolina）教授Susan Richardson如此认为。相反，她还表示：“早期研究中动物生殖发育受影响可能是因水中未受调控的消毒副产物造成的。”

两个较高的暴露剂量组中，雌性和雄性F₁代大鼠均出现青春期延迟。当暴露剂量为2000倍时，雌性和雄性F₁代大鼠青春期分别延迟5.8天和5.7天。而正常情况下，大鼠约在5~7周龄时进入青春期。

当暴露剂量为2000倍时，雄性F₁代大鼠睾丸中的睾酮水平下降至对照组的50%。他们还观察到雄性F₁代大鼠精子活力下降并出现乳头存留。乳头存留是雄性动物雄激素受抑制的信号。尽管雌、雄大鼠在子宫内即开始乳腺发育，但是雌性大鼠在出生时因雄激素生成而使乳头发育倒退。

尽管F₁代大鼠出生体重未受影响，但是最高剂量组中它们的体重在后期低于对照组。这可能由于当暴露剂量为1000倍和2000倍时，饮用水（含有较高水平的氯化消毒副产物）具有特殊气味，致使大鼠饮水量降低。“目前尚不清楚该结果有何含义。”该研究的第一作者、国家卫生和环境健康影响实验室的毒理学家Michael Narotsky表示。



水源水中的天然有机物与氯这样的消毒剂结合可生成具有潜在毒性的DBPs。© Gregory Johnston/Shutterstock

“这一发现与一定程度的抗雄激素样作用一致。”未参与该研究的美国国家环境卫生科学研究所（NIEHS）毒理学首席专家Paul Foster说道。然而，该研究的作者表示最高剂量组中大鼠饮水量降低可能会对青春期延迟和体重变化产生影响；而该暴露剂量下造成的大鼠体重降低反过来也会导致乳头存留并影响精子活力。

Simmons希望自己团队的研究能为复杂混合物的健康效应评价提供行之有效的研究构架。她表示：“着眼于实际环境混合物中的某些特定化学物质，是确定混合物中何种化学物存在健康风险的强有力工具。”

“饮水消毒非常重要，”Richardson补充道，“这类研究有助于饮水消毒方法的安全应用。”

Lindsey Konkel, 现居住于马萨诸塞州伍斯特市，记者，主要报道科学、健康与环境领域新闻。

译自EHP 123(6):A159 (2015)
翻译：杨迪

本文参考文献请浏览英文原文

原文链接

<http://dx.doi.org/10.1289/ehp.123-A159>