



联合国  
环境规划署

Distr.: General  
22 October 2010

Chinese  
Original: English



拟定一项具有法律约束力的全球性汞问题文书  
政府间谈判委员会  
第二届会议

2011年1月24-28日，日本，千叶  
临时议程\*项目3

拟定一项具有法律约束力的全球性汞问题文书

## 关于体内汞负荷各统一测量系统的有关信息的报告

### 秘书处的说明

1. 在其于2010年6月7-11日召开的第一届会议上，拟定一项具有法律约束力的全球性汞问题文书政府间谈判委员会请秘书处编写体内汞负荷各统一测量系统的有关信息——为委员会第二届会议之故，以试点规模起步，在余下的谈判进程期间有可能扩展。委员会注意到，秘书处将酌情邀请相关合作伙伴提供所需信息。
2. 秘书处认可世界卫生组织（世卫组织）于委员会第一届会议期间所做的陈述，及其所表达的就汞所造成的健康风险的管理问题向各国政府提供相关技术支持的意愿，邀请世卫组织牵头开展工作，提供所需报告。
3. 本说明附件载有世卫组织编写的报告。该报告系原文照发，未经正式编辑。

\* UNEP(DTIE)/Hg/INC.2/1。

## 附件

### 关于体内汞负荷各统一测量系统的有关信息的报告

#### 导言

1. 本说明由世界卫生组织编写，应对政府间谈判委员会第一届会议关于提供“(b)体内负荷各统一测量系统的有关信息——为委员会第二届会议之故，以试点规模起步，在余下的谈判进程期间有可能扩展”的请求。
2. 汞以三种形式存在于环境之中：元素汞(金属汞或  $\text{Hg}^0$ )、无机汞( $\text{Hg}^{2+}$ ，包括氧化汞、氯化汞、硫化汞)和有机汞(例如甲基汞、硫柳汞)。汞的形式影响其吸收、毒性历程、滞留，并最终影响体内负荷。体内负荷的测量是通过使用生物标志物来进行的。下文详述这些问题。

#### 汞在环境中的存在形式

##### 元素汞

3. 元素汞接触可能是意外泄漏(例如打碎的温度计、电器开关、晴雨表、血压计，等等)和使用牙科用汞合金的结果。已知在美白乳霜和香皂，以及一些传统药物之中既含有元素汞，亦含有无机汞。元素汞被用作一种汞合金，捕捉金粒子，然后汞合金被加热，以将汞蒸发。汞被用于某些宗教习俗当中(例如伏都教、萨泰里阿教和招魂术)。
4. 元素汞摄入体内后吸收不良，几乎全部在粪便中排出，导致轻微的肠道刺激。通过表皮接触吸收的元素汞微乎其微。但是，一经吸入，80%的元素汞蒸气会迅速通过肺部吸收，并很快分布到全身，穿透血脑屏障和胎盘屏障。
5. 一旦进入组织当中，元素汞即被氧化成离子汞( $\text{Hg}^{2+}$ )，从而阻碍它重新回到大循环当中。离子形式穿过生物屏障的能力不强，但可以滞留在组织当中——特别是脑部和肾脏，历时数周。
6. 排出方式取决于被氧化的元素汞的数量。有些元素汞可能会被呼出，还有一小部分元素汞和/或离子汞可能在唾液、汗液和胆汁中排出。

##### 无机汞

7. 诸如氯化汞、氧化汞、碘化汞、乙酸亚汞和氯化亚汞等无机汞化合物因其防腐、杀菌、杀灭真菌、利尿和/或导泻性能而正在或已经被加以利用。
8. 因盐的溶度与种类不同，通过摄取而吸收无机汞的情况也各异。随着水溶性的降低，吸收也减少。肠道酸碱值增加、以乳汁为食(与新生儿相关)，以及消化道胞饮活动增多等，均与无机汞吸收增多有关。由于这些特点，在无机汞吸收增多方面，婴儿比成人面临着更大的风险。据报道，无机汞的吸收有20%之多是通过摄取。经吸入之后吸收无机汞的情况未经充分研究，但已有报道称，狗体内40%的无机汞是通过吸入氯化汞而吸收的。正如针对美白乳霜和香皂的研究所表明的那样，无机汞可以通过表皮吸收。无机汞穿透血脑屏障或胎盘屏障的能力不强，但可以在肾脏中蓄积。据报道，无机(离子)汞在血液中的半衰期为20至66天。源自无机汞盐的离子汞在尿液和粪便中排出，但在母乳中也可以发现。

## 有机汞

9. 有机汞接触主要是以甲基汞的形式。轻微有机汞接触包括硫柳汞（一种疫苗防腐剂）及其它药剂。甲基汞接触主要源自食用鱼类和海鲜。

10. 一经摄入之后，95%的甲基汞会被吸收。甲基汞穿透血脑屏障和胎盘屏障，并可以进入细胞。它在脑中被氧化，无法返穿血脑屏障，从而使汞得以蓄积。有些甲基汞被转化成无机汞排出。甲基汞在人体内的半衰期相对较长，估计有 44 至 80 天。主要是在粪便和毛发中排出，大约有一三分之一在尿液中排出。有些甲基汞有可能在乳汁中排出，但数量小得多。

## 汞接触的生物标志物

11. 体内汞负荷是通过测量各种人体生物媒介（例如血液、脐带血、脐带组织、尿液、乳汁、毛发和指甲）之中的汞含量来估计的。此类媒介中的测得结果被称为接触生物标志物。这些媒介的优势在于易于储存，且除血液之外，均可以没有侵害的方式采集。在上述某些生物标志物与健康影响之间已经确立了相关性（例如毛发汞含量与智商缺陷之间）。各种生物媒介之中所含的汞往往在分析之前即已分解为元素状态。所以，一般无法从生物标志物分析之中获知汞接触的化学形式（元素汞、离子汞、有机汞）。但是，如下文所述，汞在某些生物媒介之中的存在会提供一些有关汞接触的环境形式的线索。

### 血液

12. 汞在血液之中的存在表明当前或近期有过汞接触。食用被甲基汞污染的鱼类和血液汞浓度之间有着直接的关系。甲基汞迅速被胃肠道吸收，于 4 至 14 小时内在血液中达到峰值，并于 20 至 30 小时内清空到人体其它组织当中。血液中的无机汞和元素汞浓度也会在相对较短的时间内达到峰值。世卫组织认为，全身血液中汞的正常平均浓度为 5-10 微克/升。

### 尿液

13. 尿液是近期接触元素汞蒸气或无机汞的最佳测量物。由于无机汞可以在肾脏之中蓄积并缓慢释放，尿液汞含量或许可以反映当前或过去的汞接触。尿液汞含量被视作肾脏汞含量水平的最佳显示指标。废物产物的浓度——包括汞，有可能随尿液稀释而有所不同。废物产物浓度以肌酸酐单位表示。尿液中的汞含量与元素汞蒸气中度和高度接触之间呈现出很好的相关性。正常的尿液汞含量低于 5 微克/克的肌酸酐。

### 毛发

14. 毛发中的汞是甲基汞的一种极好的生物标志物。一旦吸收进毛发，汞不会再返回到血液当中，所以毛发中的汞提供了一个很好的甲基汞接触长期标志物。许多研究活动喜欢选用毛发，因为它为估计长期平均接触量提供了一种简便、集成、不具侵害性的样本。甲基汞在毛发生成时被吸收进毛发，且与血液中的汞含量直接相关。毛发使汞浓度的峰值得以被查出，且由于毛发每月增长大约 1 厘米，可以将汞接触置于时间背景之下。无机汞和元素汞不会在头发中大量排出，从而使毛发不适合充当无机汞或元素汞接触的生物标志物。在鱼类食用者当中，毛发中汞含量的 80%来自甲基汞。年龄、染发和护发，以及种族特点（毛发类型因种族特点而不同）可能会影响毛发对汞的摄取。在不食用污染鱼类的人们体内，毛发中含有百万分之一到二的汞是正常的，而那些食用污染鱼类的人毛发中可能含有百万分之十或更多的汞。

## 脐带血和脐带组织

15. 已发现脐带血浓度能够比母体毛发含量更好地说明孩子出生前的甲基汞接触情况。对于医疗环境中进行的分娩来说，样本易于采集。当以脐带组织的干重来表示时，脐带汞浓度与脐带血汞浓度呈现出很好的相关性。事实上，已发现在预言 7 岁时出现的与甲基汞有关的神经心理缺陷方面，干重脐带汞浓度几乎与脐带血汞浓度一样有效。

## 乳汁

16. 人乳反映的是孕期而非哺乳期的汞摄入，且与婴儿或母亲的毛发汞含量并不相关。乳汁代表的是亲脂物质的一条主要的排出渠道。然而，多数形式的汞并非亲脂物质，而且哪种汞在乳汁中排出取决于诸多母体因素（年龄、营养状况、身体质量指数、取样时间、泌乳期，以及乳脂含量）。

## 指甲

17. 手指甲和脚趾甲的汞含量也已被用来测量体内汞负荷。然而，手指甲和脚趾甲含量与外部汞接触之间的相关程度尚未明确。

## 体内负荷统一测量系统

18. 毛发取样被视为更为可取的甲基汞浓度测量方法，因为获取毛发样本侵害最小、引发的疾病传播风险微乎其微，且无需医务监护。此外，获取毛发样本所面临的文化障碍较少，尽管在非洲和拉丁美洲的某些地区，毛发可能具有迷信意义或魔法意义。其它需要考虑的因素包括秃顶或短发人士的取样问题，以及某些毛发护理活动的进行（人工烫发可能减少汞含量，而含汞香皂可能增加汞含量）。此类基于人群的研究活动尚未在许多国家开展。往往只能获得高接触子群体汞含量或鱼类食用量方面的零星数据。侧重于对被认为拥有高甲基汞接触率的人群进行取样，可以对估计最危险人群的疾病负担有所助益。这需要仔细考虑研究地点，以及如何才能推断出未取样地区的相关结果。对以捕鱼为生、地处环境热点附近，以及整个地区在其它相关行为和接触方面的差异等因素，必须加以考虑。儿童和男性体内的汞浓度数据可能对其它公共卫生目的有用，但在估计由子宫内甲基汞接触所导致的潜在智商降低方面，并不需要这些数据。因此，如果资源有限，只需采集育龄女性的汞样本，用以估计该人群之中儿童的潜在智商缺陷。必须谨遵毛发的采集和分析规程，以免在解读结果时出现错误。

19. 尿液样本被视为因长期接触元素汞和无机汞而造成的体内汞负荷的最佳确定因素。尿液汞测量可靠、简易，并且能够迅速发现汞含量有所增高的个体。它是一种更适用于无机汞或元素汞接触的标志物，因为有机汞只占尿液汞含量的一个很小的部分。血液样本主要适用于对这些汞形式的短期和大量接触，但作为一种长期接触下的体内总负荷显示指标，却不那么可靠。

## 潜在的试点研究

20. 正如有关汞的健康影响问题的文件 UNEP(DTIE)/Hg/INC.2/5 之中所述，甲基汞是环境中所发现的毒性最高且最为常见形式的汞。出于上文概述的各种原因，毛发取样被视为更为可取的甲基汞浓度测量方法。

21. 尽管样本采集（毛发）相对容易，在公开的文献之中，现有的关于鱼类食用量高的国家中普通人口毛发内汞含量的资料少而又少。多数对毛发中

的汞含量进行了检测的研究活动针对的是周边有已知汞源（例如手工开采金矿）的人群，或者该人群是一个选定群体（例如捕鱼为生的渔民）。

22. 试点研究应侧重于鱼类食用量高的国家之中孕妇和育龄女性毛发样本的采集。之所以侧重孕妇和育龄女性，原因在于神经系统发育缺陷与母体毛发汞含量之间具有直接的相关性。此外，已开发了一套方法论，以育龄女性毛发之中的汞含量为基础，估计神经系统发育的疾病负担（见世卫组织（2008年）《汞：评估全国和地方各级的环境相关疾病负担》，“环境相关疾病负担系列”第16篇）。将试点研究的结果作为分发材料提供，以使健康风险评估人士得以最大限度地利用这些信息，这一点至为关键。

23. 在开展任何试点研究时，生物标本必须采自知情且同意的参与研究人员。依照《赫尔辛基宣言》，医疗研究活动的参与者必须明确表示知情同意。若参与者是未成年人，必须由法定监护人表示知情同意。个人信息必须以保密方式处理和保存。科学家和研究活动的管理者必须确保参与其接触评估研究的人员得到适当的保护，免受因重要的个人信息遭意外泄露而带来的不必要伤害。

## 更多信息

24. 本说明以世界卫生组织和联合国其它有关汞的文献为基础。将上述文献之中描述的信息悉数囊括，非本说明范围所及。因此，请读者查阅几份世卫组织文献，以获得有关生物样本（例如毛发、指甲、尿液）采集及其汞含量分析问题的更为全面的描述。这些文献包括但不限于：

- 食品添加剂委员会（2010年）。第七十二次会议。罗马，2010年2月16-25日。总结和结论。2010年3月16日发布。
- 世卫组织和环境署（2008年）。《关于识别因接触汞而遭遇风险的人群的指导》。瑞士日内瓦。<sup>1</sup>
- 世卫组织（2008年）。《汞：评估全国和地方各级的环境相关疾病负担》，“环境相关疾病负担系列”第16篇。世卫组织。瑞士日内瓦。
- 世卫组织和环境署（2002年）。《全球汞评估》。
- 世卫组织（2003年）。《元素汞和无机汞化合物：人类健康方面》，“简明国际化学品评估文件”第50篇。瑞士日内瓦。

---

1 秘书处的说明——该指导文件的执行概要作为文件 UNEP(DTIE)/Hg/INC.2/19 提供给委员会。