



**Программа Организации
Объединенных Наций по
окружающей среде**

Distr.: General
22 October 2010

Russian
Original: English

**Межправительственный комитет для ведения переговоров
по подготовке имеющего обязательную юридическую
силу глобального документа по ртути**

Вторая сессия

Чиба, Япония, 24-28 января 2011 года

Пункт 3 предварительной повестки дня*

**Подготовка имеющего обязательную юридическую силу
глобального документа по ртути**

**Доклад, содержащий информацию о согласованных
системах измерения содержания ртути в организме**

Записка секретариата

1. На своей первой сессии, состоявшейся 7-11 июня 2010 года, Межправительственный комитет для ведения переговоров по подготовке имеющего обязательную юридическую силу глобального документа по ртути просил секретариат подготовить информацию о согласованных системах измерения содержания ртути в организме, начиная с экспериментального масштаба - ко второй сессии Комитета, с учетом возможности расширения этой деятельности в ходе оставшейся части переговорного процесса. Комитет отметил, что в случае необходимости секретариат предложит соответствующим партнерам представить запрошенную информацию.
2. В знак признания заявлений, сделанных представителем Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) во время первой сессии Комитета, и провозглашенной им готовности оказать правительствам техническую поддержку в деле регулирования рисков для здоровья, создаваемых ртутью, секретариат предложил ВОЗ возложить на себя руководящую роль в организации подготовки запрошенного доклада.
3. В приложении к настоящей записке содержится подготовленный ВОЗ доклад, который воспроизводится в представленном виде без официального редактирования.

* UNEP(DTIE)/Hg/INC.2/1.

Приложение

Доклад, содержащий информацию о согласованных системах измерения содержания ртути в организме

Введение

1. Настоящая записка, составленная Всемирной организацией здравоохранения, была подготовлена во исполнение высказанной межправительственным комитетом для ведения переговоров в ходе его первой сессии просьбы о том, чтобы представить "b) информацию о согласованных системах измерения содержания ртути в организме, начиная с экспериментального масштаба - ко второй сессии Комитета, с учетом возможности расширения этой деятельности в ходе оставшейся части переговорного процесса".
2. В природе ртуть существует в трех формах: элементарной (в виде металла или Hg^0), неорганической (Hg^{2+} ; включает оксид ртути, хлорид ртути, сульфид ртути) и органической (например, метилртуть и тиомеросол). Форма ртути влияет на ее абсорбцию, токсичность, удержание и, в конечном счете, на уровень ее содержания в организме. Измерение содержания ртути проводится с использованием биопоказателей. Эти вопросы подробнее рассматриваются ниже.

Природные формы ртути

Элементарная

3. Заражение элементарной ртутью может произойти в результате ее случайного пролива (например, из разбитых термометров, электрических выключателей, барометров, измерителей кровяного давления и т.п.), а также зубных амальгам. Известно, что некоторые отбеливающие кожу кремы и сорта мыла, а также некоторые традиционные лекарства содержат как элементарную, так и органическую ртуть. Элементарная ртуть используется для захвата частиц золота в качестве амальгамы; далее амальгаму нагревают для того, чтобы выпарить ртуть. Ртуть используют также в некоторых религиозных обрядах (например, Вуду, синкретической религии, спиритизме и пр.).
4. При попадании внутрь элементарная ртуть плохо усваивается и почти полностью выходит с фекалиями, вызывая небольшое раздражение кишечника. При контакте с кожей ртуть практически не попадает в организм. Однако при вдыхании 80 процентов паров элементарной ртути быстро впитывается организмом через легкие и свободно переносится по всему организму, легко минуя гематоэнцефалический и плацентарный барьеры.
5. После попадания в ткани элементарная ртуть окисляется до ионной ртути (Hg^{2+}), замедляя процесс ее возвращения в общую циркуляцию. В ионной форме ртуть не так легко пересекает биологические барьеры и может сохраняться в тканях, клетках мозга и особенно в почках в течение нескольких недель.
6. Структура экскреции зависит от степени окисления элементарной ртути. Часть ртути может выйти в процессе выдыхания, а небольшая часть элементарной и/или ионной ртути может выйти из организма со слюной, потом и желчью.

Неорганическая ртуть

7. Неорганические ртутные соединения, такие как хлорид ртути, оксид ртути, иодид ртути, ацетат ртути и ртутный хлорид, используются или использовались из-за их антисептических, бактерицидных, фунгицидных, мочегонных и/или слабительных свойств.
8. Степень абсорбции неорганической ртути с приемом пищи зависит от насыщенности раствора и типа соли. Степень абсорбции снижается с уменьшением насыщенности раствора. Повышение pH кишечника, молочная диета (применительно к неонатам) и более активное поглощение жидкости клетками пищеварительного тракта ведут к повышенной абсорбции ртути. Из-за этих свойств дети сталкиваются с более высоким риском абсорбции неорганической ртути, нежели взрослые. По сообщениям, до 20 процентов неорганической ртути абсорбируется пищеварительным трактом. Абсорбция неорганической ртути путем ее вдыхания не до конца изучена, однако, по имеющимся данным, у собак около 40 процентов ртутного хлорида

абсорбируется в процессе дыхания. Неорганическая ртуть может попадать в организм через кожу, о чем свидетельствуют результаты исследования осветляющих кожу кремов и сортов мыла. Неорганическая ртуть с трудом преодолевает гематоэнцефалический и плацентарный барьеры и накапливается в почках. По сообщениям, неорганическая (ионная) ртуть в крови присутствует от 20 до 66 дней. Ионная ртуть из солей неорганической ртути выводится из организма с мочой и фекалиями, однако ее следы обнаруживаются даже в грудном молоке.

Органическая ртуть

9. Главным источником заражения органической ртутью является метилртуть. Источниками заражения органической ртутью в незначительных дозах также являются тиомеросол (консервант, используемый в вакцинах) и другие фармацевтические вещества. Заражение метилртутью обычно происходит при частом употреблении в пищу рыбы и морепродуктов.

10. При попадании внутрь организмом усваивается до 95 процентов метилртути. Метилртуть легко преодолевает гематоэнцефалический и плацентарный барьеры и способна проникать в клетки. Она окисляется в клетках мозга, и поэтому не может вновь перейти за гематоэнцефалический барьер, в результате чего ртуть накапливается в организме. Часть метилртути преобразуется в неорганическую ртуть и выводится из организма. Период полураспада метилртути в организме человека является относительно долгим и, согласно оценкам, колеблется от 44 до 80 дней. Из организма большая часть метилртути выходит с фекалиями и через волосяной покров, а около трети - с мочой. Часть метилртути может также выходить с грудным молоком, но в гораздо меньшей степени.

Биопоказатели заражения ртутью

11. Содержание ртути в организме человека определяется путем измерения содержания ртути в различных биологических жидкостях и тканях человека (образцах) (например, в крови, спинномозговой жидкости, спинномозговых тканях, моче, грудном молоке, волосах и ногтях). Измерения, производимые в таких образцах, называют "биопоказателями заражения". Преимущество этих образцов состоит в том, что их легко хранить, и – за исключением крови – все из них могут быть получены неинвазивными методами. Для некоторых из этих биопоказателей были установлены связи с последствиями для здоровья (например, содержание ртути в волосах и низкий IQ). Содержание ртути в различных биологических образцах обычно снижается до ее элементарного состояния до начала анализа. Поэтому анализ биопоказателей обычно не указывает на химическую форму ртути, ставшую источником заражения (элементарная, ионная, органическая ртуть). Однако, как указывается ниже, присутствие ртути в некоторых биологических образцах дает определенный намек в отношении той или иной природной формы ртути, являющейся источником заражения.

Кровь

12. Присутствие ртути в крови является свидетельством текущего или недавнего заражения. Существует прямая связь между потреблением рыбы, зараженной метилртутью, и содержанием ртути в крови. Метилртуть легко поглощается кишечно-желудочным трактом, и пик ее содержания в крови наблюдается через 4-14 часов, а затем ртуть переходит в другие ткани, где присутствует в течение 20-30 часов. Максимальные концентрации неорганической и элементарной ртути в крови также наблюдаются в течение относительно короткого промежутка времени. По мнению ВОЗ, нормальная средняя концентрация ртути в крови в целом составляет порядка 5-10 µg/L.

Моча

13. Моча является наилучшей средой для измерения недавнего заражения парами элементарной ртути или неорганической ртутью. Поскольку неорганическая ртуть может накапливаться в почках и высвобождаться медленно, ртуть в моче может отражать текущее или прошлое заражение. Считается, что содержание ртути в моче лучше всего отражает уровень содержания ртути в почках. Концентрация отходов жизнедеятельности, включая ртуть, может колебаться в результате мочеиспускания и выражается в единицах креатинина. Повышенное

содержание ртути в моче является результатом умеренного и высокого заражения парами элементарной ртути. Нормальная концентрация ртути в моче составляет менее 5 $\mu\text{g/g}$ креатинина.

Волосы

14. Уровень содержания ртути в волосах является наилучшим биопоказателем заражения метилртутью. После попадания в волосы ртуть не возвращается обратно в кровь и на длительное время становится надежным показателем заражения метилртутью. Волосы являются чаще всего используемым в различных исследованиях образцом, поскольку позволяют провести несложную, комплексную и неинвазивную оценку долговременного среднего заражения. Метилртуть накапливается в волосах по мере их формирования, и ее содержание напрямую связано с уровнем ртути в крови. Волосы позволяют выявлять пики в концентрации ртути и позволяют определить время заражения, так как они растут со скоростью порядка 1 см в месяц. Неорганическая и элементарная формы ртути через волосы головы в больших количествах не выводятся, в силу чего волосы не могут использоваться в качестве биопоказателя заражения неорганической или элементарной ртутью. У людей, активно употребляющих рыбу в пищу, до 80 процентов ртути в волосах приходится на долю заражения метилртутью. На уровень впитывания ртути волосами могут влиять такие факторы, как возраст, цвет волос, способ ухода за волосами и этническое происхождение (тип волос зависит от этнического происхождения). У людей, которые не употребляют зараженную рыбу в пищу, нормальным считается содержание ртути от 1 до 2 ppm, в то время как у людей, употребляющих в пищу зараженную рыбу, показатель содержания ртути в волосах может равняться 10 ppm или выше.

Спинномозговая жидкость и ткань

15. Было установлено, что концентрации ртути в спинномозговой жидкости лучше отражают степень заражения детей метилртутью в дородовой период, чем уровни ртути в материнских волосах. У детей, родившихся в медицинских учреждениях, получить соответствующие образцы довольно легко. О концентрации ртути в спинном мозге можно судить по уровню ее содержания как в спинномозговой ткани, так и спинномозговой жидкости. Фактически, было установлено, что содержание ртути в тканях спинного мозга является таким же качественным показателем связанных с метилртутью нейropsychологические нарушений у детей в возрасте 7 лет, как и концентрация ртути в спинномозговой жидкости.

Молоко

16. Грудное молоко отражает уровень заражения ртутью в период беременности, а не грудного вскармливания и не связано с содержанием ртути в волосах ребенка и матери. Выделение молока является одним из главных путей вывода из организма липофильных веществ. Однако большинство форм ртути не являются липофильными, и то, какая ртуть выводится с молоком из организма, зависит от многих материнских факторов (таких как возраст, питание, индекс массы тела, время взятия образцов, лактационный период и жирность молока).

Ногти

17. Уровни содержания ртути в ногтях рук и ног также использовались для измерения ее содержания в организме человека. Однако та степень, в которой уровни содержания ртути в ногтях рук и ног соотносятся с заражением ртутью из внешнего источника, так и не была установлена.

Согласованные системы измерения содержания ртути в организме

18. Использование образцов волос является наиболее предпочтительным методом измерения концентраций метилртути, поскольку получение образцов волос является минимально инвазивным, практически не таит в себе риска передачи заболеваний и не требует медицинского наблюдения. Кроме того, получение образцов волос сопряжено с меньшим количеством культурных барьеров, хотя в некоторых регионах Африки и Латинской Америки волосы могут

быть объектом предрассудков и рассматриваться как обладающие магическими свойствами. Другими факторами, которые следует учитывать, являются присутствие в выборке лысых людей или людей с короткими волосами, а также некоторые способы ухода за волосами (искусственная завивка может уменьшить содержание ртути, в то время как ртутьсодержащие сорта мыла могут его увеличить). Такие исследования среди населения во многих странах не проводились; зачастую имеются лишь разрозненные данные об уровнях содержания ртути или потреблении рыбы для подкатегорий населения с высокой степенью заражения. Для измерения уровня заболеваемости среди групп наибольшего риска полезно использовать выборку людей, которые, как считается, имеют повышенное содержание ртути в организме. Для этого необходим тщательный выбор участков для изучения; следует также подумать над тем, как экстраполировать полученные результаты на необследованные участки. Необходимо также учитывать такие факторы, как употребление выловленной рыбы в пищу, расположение вблизи районов с неблагоприятной экологической ситуацией и заражение всего региона. Хотя данные о концентрации ртути в организмах детей и мужчин могут оказаться полезными для других медицинских целей, они не нужны для оценки потенциального снижения IQ в результате заражения метилртутью. Поэтому в случае нехватки ресурсов необходимо брать образцы на содержание ртути только у женщин фертильного возраста для оценки потенциального снижения IQ у детского населения. Важно, чтобы методика, утвержденная для сбора и анализа образцов волос, тщательно соблюдалась для того, чтобы избежать ошибок в процессе толкования результатов.

19. Наилучшими показателями содержания ртути в организме человека в результате длительного заражения элементарной и неорганической ртутью служат образцы мочи. Измерение содержания ртути в моче является надежным и простым методом, позволяющим быстро выявить людей с повышенным содержанием ртути. Он является наилучшим показателем для измерения заражения неорганической или элементарной ртутью, поскольку органическая ртуть составляет малую часть всей содержащейся в моче ртути. Образцы крови полезны главным образом в случаях кратковременного и высокого заражения этими формами ртути, однако они не являются надежным показателем общего содержания ртути в организме в случае длительного заражения.

Потенциальные экспериментальные исследования

20. Как указывается в документе UNEP(DTIE)/Hg/INC.2/5, касающемся влияния ртути на состояние здоровья, метилртуть является наиболее токсичной и распространенной формой ртути, которая существует в природе. По причинам, изложенным выше, самым предпочтительным методом измерения концентраций ртути является анализ образцов волос.

21. Несмотря на относительную простоту получения образцов (волос), в общедоступных научных материалах практически не имеется данных о содержании ртути в волосах у людей, проживающих в странах с высоким потреблением рыбы. Большинство исследований, в которых оценивалось содержание ртути в волосах, касалось людей, проживающих вблизи известного источника ртути (например, участков кустарной добычи золота), или отдельных категорий населения (например, рыбаков, использующих свой улов в пищу).

22. Экспериментальные исследования должны сосредоточиваться на сборе образцов волос у беременных женщин и женщин фертильного возраста в странах с высоким уровнем потребления рыбы. Упор на беременных женщин и женщин фертильного возраста делается из-за наличия прямой связи между нарушениями нервной системы и отклонениями в развитии детей и содержанием ртути в волосах матери. Кроме того, была разработана методология для оценки нарушений нервной системы и отклонений в развитии детей на основе содержания ртути в волосах женщин фертильного возраста (См.: ВОЗ. 2008 год. Ртуть: Оценка экологического бремени заболеваемости на национальном и местном уровнях, сборник "Экологическое бремя заболеваемости, № 16"). Важно, чтобы результаты этих экспериментальных исследований получали самое широкое распространение с тем, чтобы специалисты, занимающиеся оценкой степени риска для здоровья, имели доступ к как можно более полной информации.

23. При проведении любых экспериментальных исследований важно, чтобы биологические образцы отбирались у лиц, готовых и принявших осознанное решение участвовать в исследовании. В соответствии с Хельсинской декларацией участники медицинских научных исследований должны давать четкое и осознанное согласие, а в случае несовершеннолетних такое согласие должны давать их законные опекуны. Личные сведения должны быть строго конфиденциальными. Ученые и организаторы исследования должны принимать меры к тому,

чтобы лица, участвующие в их исследованиях степени воздействия, были должным образом защищены от необоснованного вреда в результате непреднамеренного разглашения важных личных сведений.

Дополнительная информация

24. Настоящая записка основана на документах Всемирной организации здравоохранения и других документах Организации Объединенных Наций по ртути. Авторы данной записки не планировали включать в нее всю информацию, которая содержится в этих документах. Поэтому вниманию читателей предлагается ряд документов ВОЗ, в которых содержится более подробное описание набора биологических образцов (например, волос, ногтей, мочи) и анализ содержания ртути в этих образцах. В частности, эти документы включают в себя:

- ЖЕСФА. 2010 год. Семьдесят второе совещание, Рим, 16–25 февраля 2010 года. Резюме и выводы. Издано 16 марта 2010 года
- ВОЗ и ЮНЕП. 2008 год. Руководство по выявлению категорий людей с повышенным риском заражения ртутью. Женева, Швейцария¹
- ВОЗ. 2008 год. Ртуть: Оценка экологического бремени заболеваемости на национальном и местном уровнях, сборник "Экологическое бремя заболеваемости, № 16". ВОЗ. Женева, Швейцария
- ВОЗ и ЮНЕП. 2002 год. Глобальная оценка ртути
- ВОЗ. 2003 год. Элементарная ртуть и неорганические ртутные соединения: аспекты человеческого здоровья. Краткая международная химическая оценка. Документ 50. Женева, Швейцария.

¹ Примечание секретариата – резюме данного инструктивного документа представлено Комитету в качестве документа UNEP(DTIE)/Hg/INC.2/19.