



ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

Обедненный уран: источники, воздействие и последствия для здоровья

Резюме

Данный научный обзор обедненного урана является частью продолжающегося процесса, который ведет ВОЗ по оценке возможных последствий для здоровья воздействия химических, физических и биологических факторов. Обеспокоенность по поводу возможных последствий для здоровья населения, проживающего в районах вооруженных столкновений, где используются боеприпасы с обедненным ураном, вызвала много вопросов, связанных с состоянием окружающей среды, которые рассматриваются в настоящей монографии.

Цель и охват

Главная цель настоящей монографии состоит в изучении опасностей для здоровья, которые могут возникнуть в результате воздействия обедненного урана; она предназначена для того, чтобы служить справочным руководством, содержащим полезную информацию и рекомендации для государств - членов ВОЗ, с тем чтобы они могли надлежащим образом рассматривать вопросы, связанные с обедненным ураном и здоровьем человека.

В монографии содержится информация об источниках воздействия обедненного урана, возможных видах единовременного и хронического поступления в организм, потенциальных опасностях для здоровья с точки зрения радиационной и химической токсичности, а также о будущих потребностях в отношении исследований. Также рассматриваются различные способы поглощения соединений с самыми разнообразными характеристиками растворимости.

Информация об уране широко используется в связи с тем, что обедненный уран воздействует на организм так же, как и исходный элемент.

Уран и обедненный уран

Уран является природным, повсеместно распространенным тяжелым металлом, содержащимся в различных химических формах во всех видах почвы, скальных пород, в морях и океанах. Он также присутствует в питьевой воде и пищевых продуктах. В организме человека в результате обычного потребления воды, пищи и воздуха в среднем содержится приблизительно 90 мкг урана; приблизительно 66% - в скелете, 16% - в печени, 8% - в почках и 10% - в других тканях.

Природный уран состоит из смеси трех радиоактивных изотопов, которые определяются массовым числом: ^{238}U (масса – 99,27%), ^{235}U (0,72%) и ^{234}U (0,0054%).

Уран используется главным образом на атомных электростанциях; для большинства реакторов необходим уран, в котором ^{235}U обогащается с 0,72% до приблизительно 3%. Уран, остающийся после удаления обогащенной фракции, называется обедненным ураном. Обедненный уран по массе обычно содержит приблизительно 99,8% ^{238}U , 0,2% ^{235}U и 0,0006% ^{234}U .

При той же массе радиоактивность обедненного урана составляет приблизительно 60% радиоактивности природного урана.

Обедненный уран может также получаться в результате переработки отработавшего топлива для ядерных реакторов. В этих условиях может получаться другой изотоп урана – ^{236}U , наряду с очень небольшим количеством трансураниевых элементов – плутонием, америцием и нептунием, а также продуктом расщепления – технецием-99. Повышение дозы облучения от ничтожных количеств этих дополнительных элементов составляет менее 1%. Это является незначительным как для химической, так и для радиологической токсичности.

Использование обедненного урана

Обедненный уран имеет ряд мирных видов применения: в качестве противовеса или балласта в самолетах, в радиационных защитных экранах медицинского оборудования, используемого для радиационной терапии, и в контейнерах для транспортировки радиационных материалов.

В связи с его высокой плотностью, которая приблизительно в два раза выше, чем плотность свинца, а также в связи с его другими физическими свойствами обедненный уран используется в боеприпасах, предназначенных для разрушения брони. Он используется также для укрепления военной техники, например танков.

Воздействие и способы воздействия

Люди могут подвергаться воздействию обедненного урана таким же образом, как они обычно подвергаются воздействию природного урана, то есть через дыхательные пути, желудочно-кишечный тракт и кожу (включая вред, наносимый неизвлеченными осколками).

Вдыхание – это наиболее вероятный путь попадания во время или после использования боеприпасов с обедненным ураном в ходе военных действий или в тех случаях, когда обедненный уран в окружающей среде вновь поднимается в атмосферу ветром, или в результате других атмосферных возмущений. Случайное вдыхание может также произойти вследствие пожара в местах хранения обедненного урана, крушения самолета или обеззараживания транспортных средств, прибывших из районов военных действий.

Поглощение может произойти в крупных группах населения в случае заражения питьевой воды или пищевых продуктов обедненным ураном. Кроме того, потенциально возможным и серьезным способом считается попадание в организм ребенка земли через рот.

Кожный контакт считается относительно незначительным видом воздействия, так как небольшое количество обедненного урана попадет через кожу в кровь. Однако

обедненный уран может поступить в большой круг кровообращения через открытые раны или с неизвлеченными осколками боеприпасов, содержащих обедненный уран.

Удерживание в организме

Большая часть (>95%) урана, поступающего в организм, не абсорбируется, а выделяется с экскрементами. Из общего количества урана, поступившего в кровь, приблизительно 67% будет отфильтровано почками и выведено с мочой в течение 24 часов.

Обычно от 0,2% до 2,0% урана в пище и воде абсорбируется желудочно-кишечным трактом. Растворимые соединения урана легче абсорбируются, чем нерастворимые.

Воздействие на здоровье

Потенциально, обедненный уран обладает как химической, так и радиологической токсичностью, причем более всего он воздействует на такие органы, как почки и легкие. Последствия для здоровья определяются физическими и химическими характеристиками обедненного урана, воздействию которого подвергается отдельный человек, а также уровнем и продолжительностью воздействия.

В ходе длительных обследований работников, подвергавшихся воздействию урана, были зарегистрированы некоторые нарушения функционирования почек, которые зависели от уровня облучения. Вместе с тем имеются некоторые свидетельства того, что эти нарушения могут быть кратковременными, и что нормальное функционирование почек восстанавливается после удаления источника чрезмерного воздействия урана.

Нерастворимые вдыхаемые частицы урана размером 1-10 мкм, как правило, задерживаются в легких и могут привести к иррадиационному повреждению легких и даже к раку легких, если в результате их присутствия организм в течение длительного периода подвергался довольно высокой дозе облучения.

Прямой контакт кожи с металлом, содержащим обедненный уран, даже в течение нескольких недель, вряд ли может привести к вызванной радиацией эритеме (поверхностному воспалению кожи) или к другим краткосрочным последствиям. Контрольные обследования ветеранов с неизвлеченными осколками показали наличие выявляемых концентраций обедненного урана в моче, но без явных отрицательных последствий для здоровья. Доза облучения военнослужащих в бронированных транспортных средствах вряд ли превышает среднюю годовую дозу внешнего облучения, получаемую в результате природного фонового излучения из всех источников.

Руководство по химической токсичности и дозе радиации

В отношении различных видов воздействия монография содержит описание переносимого поступления, а именно оценку поступления вещества, которое может произойти на протяжении всей жизни без заметной опасности для здоровья. Эти переносимые дозы поступления относятся к долгосрочному воздействию. Однократные и краткосрочные воздействия более высоких уровней могут переноситься без отрицательных последствий, однако отсутствует количественная информация, которая помогла бы оценить, в какой степени значения долгосрочного переносимого поступления могут временно превышать без риска.

Для всего населения поглощение растворимых соединений урана не должно превышать переносимого поступления в $0,5 \text{ мкг/кг}$ массы тела в сутки. Нерастворимые соединения урана являются заметно менее токсичными для почек, и для них показатель суточного переносимого поступления составляет 5 мкг/кг массы тела.

Вдыхание растворимых или нерастворимых соединений обедненного урана для населения не должно превышать 1 мкг/м^3 во вдыхаемой фракции. Этот предел получен на основании определения токсичности для почек растворимых соединений урана и вредного воздействия облучения от нерастворимых соединений урана.

Чрезмерное профессиональное воздействие обедненного урана в результате поглощения на рабочих местах является маловероятным в связи с применением мер гигиены труда.

Профессиональное воздействие растворимых и нерастворимых соединений урана в расчете на 8-часовую среднюю взвешенную величину не должно превышать $0,05 \text{ мг/м}^3$. Этот предел также основан как на химическом воздействии, так и на последствиях радиационного облучения.

Пределы дозы радиации

Пределы дозы радиации установлены для случаев воздействия, превышающих уровни естественного фона.

Для профессионального облучения эффективная доза не должна превышать 20 мЗв/год в расчете в среднем за пять лет подряд, или не должна превышать 50 мЗв в любой отдельно взятый год. Эквивалентная доза для конечностей (рук и ног) или кожи не должна превышать 500 мЗв/год .

Для населения в целом эффективная доза не должна превышать 1 мЗв/год ; в особых обстоятельствах эффективная доза может быть ограничена 5 мЗв в отдельно взятый год при условии, что средняя доза за пять лет подряд не превышает 1 мЗв/год . Эквивалентная доза для кожи не должна превышать 50 мЗв/год .

Оценка поглощения и лечение

Для всего населения маловероятно, что воздействие обедненного урана в значительной мере превысит обычные уровни фонового излучения. В тех случаях, когда имеются достаточные основания полагать, что произошло чрезвычайное облучение, наилучшим способом является измерение концентрации урана в моче.

Поглощение обедненного урана можно определить на основании количества, содержащегося в моче, выделяемой за день. Концентрации обедненного урана определяются с помощью чувствительных масс-спектрометрических методов; в таких случаях на основании количества можно определить дозы на уровне мЗв .

Анализ экскрементов может дать полезную информацию о поглощении, если пробы берутся вскоре после воздействия обедненного урана.

Контроль грудной клетки на предмет внешнего облучения имеет ограниченное применение, так как он требует применения специальных устройств, а измерения необходимо делать вскоре после облучения, чтобы можно было дать оценку дозы. Даже в оптимальных условиях минимальные дозы, которые можно определить, составляют десятые доли мЗв .

Для людей, получивших высокие дозы облучения, нет подходящего лечения, которое можно было бы применить для заметного уменьшения содержания обедненного урана в организме, если время между воздействием и лечением превышает

несколько часов. Пациенты должны проходить лечение, основанное на наблюдаемых симптомах.

Выводы: окружающая среда

Только использование обедненного урана в военных целях, вероятно, имеет какое-либо значительное воздействие для концентраций изотопа в окружающей среде. Измерения обедненного урана в местах, где применялись боеприпасы с обедненным ураном, свидетельствуют о наличии только локального заражения поверхности почвы (в пределах нескольких десятков метров от места воздействия). Однако в тех случаях, когда степень и вид заражения являются такими, что есть разумная вероятность попадания значительных количеств обедненного урана в пищевую цепь, следует провести контроль продуктов питания и грунтовых вод и применить надлежащие меры, такие же, как и при загрязнении тяжелыми металлами. В соответствии с руководящими принципами ВОЗ по качеству питьевой воды показатель в 2 мкг/литр для урана применяется и к обедненному урану.

В районах непосредственных военных действий, по возможности, следует проводить операции по очистке, если остается значительное количество радиоактивных частиц, а уровни заражения обедненным ураном, по мнению квалифицированных экспертов, считаются неприемлемыми. Районы с очень высокими концентрациями обедненного урана, возможно, необходимо будет блокировать до тех пор, пока они не будут очищены.

Поскольку обедненный уран является умеренно радиоактивным металлом, необходимо применять ограничения к удалению обедненного урана. Существует возможность того, что металлолом, содержащий обедненный уран, может быть добавлен к другому металлическому лому для использования в производстве других изделий. Удаление должно производиться в соответствии с надлежащими рекомендациями в отношении использования радиоактивных материалов.

Выводы: население, подвергшееся облучению

Ограничение поступления в организм человека растворимых соединений обедненного урана должно основываться на величине суточного переносимого поступления в $0,5 \text{ мкг/кг}$ массы тела, а поступление нерастворимых соединений обедненного урана должно основываться как на химических последствиях, так и на предельных дозах облучения, содержащихся в Международных базисных нормах радиационной безопасности в отношении радиационной защиты. Облучение обедненным ураном должно контролироваться в соответствии с уровнями, рекомендованными для защиты против радиологической и химической токсичности, изложенными в настоящей монографии как для растворимых, так и для нерастворимых соединений обедненного урана.

Общий скрининг или мониторинг возможных последствий для здоровья, связанных с обедненным ураном, среди населения, проживающего в районах вооруженных столкновений, в которых использовался обедненный уран, не являются необходимыми. Отдельные люди, которые считают, что они подверглись воздействию чрезмерного количества обедненного урана, должны пройти обследование у своего лечащего врача, получить лечение любых симптомов и пройти последующий контроль.

Дети раннего возраста могут получить большее облучение от обедненного урана, играя в зоне конфликта, из-за того, что контакты между руками и ртом могут привести

к большему поглощению обедненного урана из зараженной почвы. Этот вид воздействия необходимо контролировать и применять необходимые профилактические меры.

Выводы: исследования

Существуют пробелы в знаниях, и рекомендуются дальнейшие исследования в ключевых областях, которые позволят лучше оценить риск для здоровья. В частности, исследования необходимы для уточнения понимания нами степени, обратимости и возможного существования порогов для вредного воздействия на почки среди людей, подвергшихся воздействию обедненного урана. Важную информацию можно получить в результате обследований населения, подвергшегося воздействию естественным образом повышенных концентраций урана в питьевой воде.