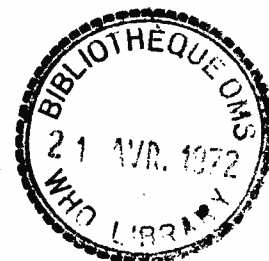




ДВАДЦАТЬ ПЯТАЯ СЕССИЯ ВСЕМИРНОЙ АССАМБЛЕИ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

Пункт 2.8 предварительной повестки дня



РАСШИРЕНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИОНИЗИРУЮЩЕЙ РАДИАЦИИ В МЕДИЦИНЕ

Доклад Генерального директора

СОДЕРЖАНИЕ

	<u>Стр.</u>
I. ВВЕДЕНИЕ	2
2. РАЗВИТИЕ РАДИАЦИОННОЙ МЕДИЦИНЫ И ПОТРЕБНОСТЬ В НЕЙ	2
2.1 Диагностическая радиология	3
2.2 Радиотерапия	3
2.3 Ядерная медицина	4
2.4 Медицинская физика	4
3. РИСК ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ, СВЯЗАННЫЙ С ИОНИЗИРУЮЩЕЙ РАДИАЦИЕЙ	4
3.1 Радиационные эффекты	5
3.2 Оценка риска для персонала	5
3.3 Оценка риска для больных в диагностической радиологии	6
4. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА КАЧЕСТВО РАДИАЦИОННЫХ ПРОЦЕДУР И НА ДОЗУ ОБЛУЧЕНИЯ	7
4.1 Частота радиационных облучений	7
4.2 Технические факторы в диагностической радиологии	7
4.3 Технические факторы в лучевой терапии	8
4.4 Технические факторы в ядерной медицине	8
4.5 Роль профессиональной подготовки и опыта в области радиационной медицины ...	8
4.6 Роль организации в радиационной медицине	8
5. СОВРЕМЕННЫЙ УРОВЕНЬ РАЗВИТИЯ РАДИАЦИОННОЙ МЕДИЦИНЫ	9
5.1 Кадровое обеспечение радиационной медициной	9
5.2 Радиологическое оборудование и материальная база	9
5.3 Частота процедур	9
5.4 Прогнозы на будущее	10
6. ОПТИМАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАДИАЦИОННОЙ МЕДИЦИНЫ	10
6.1 Место радиационной медицины в системе служб здравоохранения	11
6.2 Порядок очередности развития различных отраслей радиационной медицины	11
6.3 Обучение и профессиональная подготовка кадров	11
6.4 Применяемые методы и используемое оборудование	12
6.5 Частота процедур	12
6.6 Службы радиационной защиты	12
7. ПРОГРАММА ВОЗ ПО РАДИАЦИОННОЙ МЕДИЦИНЕ	12
7.1 Непосредственная помощь правительствам	13
7.2 Технологическое развитие и поддержка	15
7.3 Назначение справочных центров	15
7.4 Научные исследования	15
7.5 Координация деятельности с другими организациями	15

1. ВВЕДЕНИЕ

1.1 В резолюции WNA24.31 Двадцать четвертая сессия Всемирной ассамблеи здравоохранения предложила Генеральному директору:

- i) изучить вопрос об оптимальном использовании ионизирующей радиации в медицине и об опасностях для здоровья, создаваемых чрезмерным или неправильным использованием радиации;
- ii) разработать программу мероприятий, основанных на рационализации медицинского использования ионизирующей радиации и на усовершенствовании соответствующих диагностических и лечебных методов и оборудования, включая клиническую дозиметрию и радиационную защиту; и
- iii) представить Двадцать пятой сессии Всемирной ассамблеи здравоохранения доклад о результатах этого исследования и о данной программе мероприятий.

1.2 Во исполнение этого предложения были рассмотрены отчеты о командировках на места и другие доклады ВОЗ и МАГАТЭ, а также неопубликованная научная информация, имеющаяся в штаб-квартире, информация, затребованная от стран через региональные бюро, текущая научная литература, в том числе публикации различных национальных служб радиационной защиты, Международной комиссии по радиационной защите (МКРЗ) и, в особенности, доклады Научного комитета Организации Объединенных Наций по действию атомной радиации (НКДАР). Была принята во внимание резолюция Объединенного комитета экспертов МАГАТЭ/ВОЗ по медицинскому использованию ионизирующей радиации и радиоизотопов¹.

1.3 В данном докладе содержится:

- i) основная информация по радиационной медицине, ее пользе и опасности;
- ii) информация о современном уровне развития радиационной медицины в развитых и развивающихся странах и прогнозы на будущее;
- iii) оценка возможности максимального использования ионизирующей радиации в связи с эффективностью, соотношениями выгоды/риск и выгоды/затраты; и
- iv) обзор программы деятельности ВОЗ.

Для краткости в доклад включены лишь ограниченные количественные данные.

2. РАЗВИТИЕ РАДИАЦИОННОЙ МЕДИЦИНЫ И ПОТРЕБНОСТЬ В НЕЙ

Рентгеновы лучи были впервые использованы с целью диагностики 87 лет тому назад и в настоящее время применяются для изучения структуры и функции тканей и органов человека и животных. Этот метод диагностики основан на различии плотности и атомного строения тканей и полостей тела; он используется также с применением контрастных веществ.

Вскоре после этого было начато эмпирическое использование радиации для лечения воспалительных и дегенеративных заболеваний, а также новообразований. Началось применение радия и позднее таких искусственно полученных радиоизотопов, как кобальт-60, цезий-137 и стронций-90 в герметизированной или негерметизированной форме. Ядерная медицина начала развиваться после второй мировой войны.

¹ Серия технических докладов ВОЗ, № 492, 1972 г. (по англ.изд.).

2.1 Диагностическая радиология

Диагностическая радиология может быть разделена на:

- а) основные радиодиагностические исследования, составляющие приблизительно две трети всех исследований, проводимых в любом радиодиагностическом отделении;
- б) более сложные обследования, включающие исследование желудочно-кишечного тракта; и
- с) специальные обследования, например, ангиографию.

Предполагается, что от одной трети до половины важнейших медицинских решений зависит от рентгенодиагностики, а ранняя диагностика ряда заболеваний целиком зависит от результатов рентгенологического исследования. Исследования грудной клетки составляют около 50% или более от общего числа рентгеновских исследований, а основные радиодиагностические исследования составляют около 80% всех исследований в большинстве учреждений, где есть условия для сложной радиодиагностики. Специальные исследования, с другой стороны, составляют не более 1-2%. При ограниченных ресурсах основное внимание должно быть уделено развитию прежде всего основных, а уже затем сложных радиологических процедур; специальные исследования могут проводиться только в крупных больницах, используемых для подготовки кадров, или специальных клиниках до тех пор, пока медицинские службы данной страны не достигнут достаточного развития.

2.2 Радиотерапия

Методология, техника и формы радиотерапии получили очень большое развитие, и в настоящее время в распоряжении радиологов имеются различные виды радиации. Рентгеновские аппараты с энергией от 10 кв для кожной терапии до 400 кв для обычной глубокой терапии были заменены в широком масштабе установками для телекюритепии с кобальтом-60 или цезием-137, которые дают большие преимущества в отношении распределения и специфического поглощения дозы. Для получения и терапевтического использования обладающих большой проникающей способностью гамма-лучей и быстрых электронов были созданы линейные ускорители и бетатроны с энергиями до 45 мэв. Другие такие виды радиации, как протоны, нейтроны и пи-мезоны также применяются для терапевтических целей, хотя в настоящее время еще лишь на уровне научных исследований.

Эффективным оказалось внутритканевое и внутривполостное применение малых источников с радием, в особенности при лечении рака женского генитального тракта, причем этот метод продолжает оставаться одним из наиболее широко используемых. Однако радий может быть заменен другими радиоизотопами с использованием метода последующего введения радиоактивных препаратов ("after-loading"), что позволяет еще больше расширить спектр распределения доз для индивидуальных случаев, а также значительно снизить облучение персонала.

Доступность искусственно полученных радиоизотопов сделала возможным использование радиоактивных лекарственных средств, которые либо участвуют в метаболизме (например, иод в щитовидной железе), либо следуют по путям физиологического распределения (например, коллоидальное золото в лимфатической системе). Эти радиотерапевтические методы хотя в целом и не оказались столь эффективными, как это предполагалось, все же представляют ценность при лечении некоторых заболеваний.

Наряду с техническими достижениями проводились исследования в области фундаментальной радиобиологии, что принесло большую пользу как в теоретической области, так и в области практического применения радиотерапии. В настоящее время радиотерапия является неотъемлемой частью терапии рака.

Современная радиотерапия требует от радиотерапевтов хорошего знания и умелого использования всего спектра имеющихся методов. Объединенный комитет МАГАТЭ/ВОЗ не дал рекомендаций в отношении развития различных уровней радиотерапии, как это было сделано в отношении диагностической радиологии.

2.3 Ядерная медицина

Большое количество искусственных радиоизотопов и высокая чувствительность методов регистрации их излучения являются основой ядерной медицины – отрасли, созданной в течение последних трех десятилетий. Если то или иное химическое соединение мечено соответствующими радиоактивными атомами, то можно проследить не только его путь в организме, но и характер его распределения и участия в обменных процессах. Радиоактивность может быть измерена либо вне организма, либо в пробах жидкостей или образцах тканей.

В течение нескольких последних лет наблюдалось расширение использования короткоживущих радиоизотопов, экстрагированных из радиоизотопных генераторов или полученных с помощью циклотронов или медицинских научно-исследовательских атомных реакторов. Они дали возможность проводить многие диагностические процедуры при очень малой дозе облучения пациента.

По мнению Объединенного комитета экспертов ВОЗ/МАГАТЭ, ядерная медицина должна использоваться на различных уровнях и в отделениях различного размера в зависимости от местных нужд. Однако желательна интеграция служб на национальном уровне, чтобы обеспечить оптимальное использование материальной базы и кадров.

2.4 Медицинская физика

Если на заре радиологии физические проблемы, включая дозиметрию, решались в основном самим радиологом, то в настоящее время ввиду сложности методов и физических проблем в службах современной радиационной медицины необходимо участие специально подготовленного физика. Медицинская физика представляет собой отдельную специальность, роль которой заключается в оказании помощи при клиническом применении процедур радиационной медицины, в научных исследованиях и при разработке новой и улучшенной методологии, а также при введении в медицинское употребление новых типов радиации. Она является, таким образом, интегральной частью радиационной медицины.

Одной из важных задач медицинского физика является проведение дозиметрии. Радиационная медицина и радиотерапия в особенности требуют наиболее высокой точности и аккуратности при измерении доз. Недостаточная точность калибровки дозиметра или его неправильное использование легко приводят к ошибкам. Следовательно, аппаратура для калибровки дозиметров, в особенности для целей радиотерапии, а также для радиационной защиты имеет жизненно важное значение во всех отраслях радиационной медицины.

3. РИСК ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ, СВЯЗАННЫЙ С ИОНИЗИРУЮЩЕЙ РАДИАЦИЕЙ

Если основной биологический эффект ионизирующей радиации при достаточных дозах – разрушение клеток и тканей – используется для терапевтических целей, то этот же эффект является нежелательным в других отраслях радиационной медицины. Большая доля радиации, применяемой в радиодиагностике и ядерной медицине, неизбежно поглощается в тканях организма и может вызвать нежелательные побочные эффекты. Проблема побочных эффектов, разумеется, является общей для многих терапевтических и диагностических процедур. Можно выделить три типа биологических побочных эффектов, имеющих различные характеристики и различное значение: а) соматические эффекты; б) отдаленные соматические эффекты и в) генетические эффекты.

3.1 Радиационные эффекты

Соматические эффекты возникают относительно рано после облучения, причем латентный период может длиться от нескольких дней до нескольких месяцев в зависимости от полученной дозы радиации и пораженного органа или ткани. Тяжесть самого эффекта зависит от дозы и колеблется, например, от легкой преходящей эритемы кожи после местного облучения дозой около 200 рентгенов до тяжелой эритемы с последующей пигментацией после 600 рентгенов, или эксфолиации с последующим изъятием после 1 000 рентгенов. Существует пороговая доза, ниже которой не наблюдается клинического соматического эффекта. Одна и та же доза радиации, полученная в виде фракций через определенные интервалы, менее эффективна, чем при однократном облучении.

Развитие отдаленных соматических эффектов может продолжаться до двух лет, и при этом нет пороговой дозы, ниже которой их вероятность упала бы до нуля. Примерами подобных отдаленных соматических эффектов являются увеличение числа случаев лейкемии и развитие рака у жертв атомной бомбардировки, а также увеличение частоты лейкемии и укорочение длительности жизни врачей, работавших с рентгеновыми лучами в течение первых десятилетий нашего века при недостаточной радиационной защите. Однако целый ряд вопросов требует дальнейших исследований и эпидемиологических наблюдений, прежде чем можно будет получить ясное представление о роли и значении отдаленных последствий радиации.

Генетические эффекты являются по своему характеру стохастическими и, по крайней мере, в отношении точечных мутаций, считается, что не существует пороговой или переносимой дозы, а все радиационные эффекты в репродуктивном периоде кумулируются. Количественные оценки частоты мутаций, вызванных ионизирующей радиацией, основаны исключительно на экспериментальных данных, полученных на животных, при использовании доз в пределах 3 - 80 рентгенов, которые могут удвоить число естественных мутаций. Оценка соотношения риска и выгод при радиационном облучении отдельных лиц и групп населения проводилась в течение последнего десятилетия НКДАР, МКРЗ и другими организациями.

3.2 Оценка риска для персонала

В отношении облучения персонала, занятого в сфере радиационной медицины, должны применяться те же критерии, что и в отношении любых других работников радиационного профиля. Предельно допустимые дозы (ПДД) для работающих рекомендованы МКРЗ и приняты в международном плане; в принципе должен быть исключен всякий риск соматических эффектов, и риск отдаленных соматических последствий для индивидуума должен быть сравнимым со степенью риска для здоровья при других видах профессиональной деятельности; этот риск приходится принимать как допустимый в рамках нормы. В действительности дозиметрия и регистрация радиационного облучения медицинского радиологического персонала в различных странах показала, что 75-96% из них получают лишь одну десятую ПДД или менее.

Степень риска отдаленных соматических эффектов может быть доведена до очень низкого уровня и в большинстве случаев является незначительной для указанных лиц. Соматические эффекты, как например радиационные ожоги пальцев или лица, которые являлись довольно обычным явлением на заре радиационной медицины, отсутствуют, если радиационная защита доведена до установленного уровня; единичные сообщения, появившиеся в течение последних двух десятилетий, с описанием подобных эффектов указывают на несоблюдение этих требований. Очевидно, что подобные случаи могут и должны быть исключены.

3.3 Оценка риска для больных в диагностической радиологии

Рассматривая возможности риска для больных в диагностической радиологии, следует подчеркнуть, что ни в коем случае соматические эффекты не должны оправдываться какими бы то ни было медицинскими показаниями для проведения диагностической процедуры. Единичные случаи сообщений о кожных поражениях у больных в течение последних трех десятилетий явились результатом неосторожного использования радиации и ненадежного оборудования. Однако появлялись сообщения и об отдаленных соматических эффектах. В этой связи необходимо принимать во внимание чувствительность плода к радиации, которая значительно выше, у взрослого организма; следует в любом случае по возможности избегать радиационного облучения плода in utero.

Особая осторожность должна соблюдаться в отношении генетических значимых доз (ГЗД) у больных, подвергавшихся радиологическому обследованию, поскольку известно, что в индустриализованных странах диагностическая радиология является основной причиной искусственного генетического радиационного облучения. По данным более ранних исследований, в промышленно развитых странах средняя ежегодная частота радиологических обследований, включая массовые обследования, колеблется от 375 на 1 000 чел. населения (Соединенное Королевство) до 2 587 (Япония). Другие страны приводят данные порядка 40 на 1 000 чел. населения или ниже. Для развитых стран (ГЗД) в миллирентгенах per capita в год колеблется от 6,8 (Нидерланды) до 75,3 (Новый Орлеан, США). Данные по другим странам составляют 7,1 (Каир, Египет) и 5,2 (Таиланд). Бавария (ФРГ) при относительно высокой частоте обследований порядка 868 на 1 000 чел. населения (указана частота однократных облучений) приводит цифры ГЗД порядка лишь 13,7 мр; в Новом Орлеане (США) при более низкой частоте порядка 730 на 1 000 чел. населения получены данные порядка 75,3 мр. Очевидно причиной этих различий является доза облучения гонад, получаемая при однократном облучении различных отделов тела.

Можно считать, что ГЗД, получаемая больными во время диагностических радиологических процедур в высокоразвитых промышленных странах при хорошем оборудовании, составляет около 7-70 м.рад. per capita в год, или 6-60% от естественной фоновой радиации. В развивающихся странах эта доля облучения равняется одной пятой - одной десятой этого показателя или меньше при использовании таких же методик. Такой "вклад" в ГЗД является приемлемым, и нет причин создавать препятствия для диагностической радиологии в развивающихся странах при условии использования современных методик и наличия достаточно подготовленного персонала.

Радиотерапия создает гораздо большую опасность в отношении побочных эффектов, чем радиодиагностика. Соматические побочные эффекты должны стоять в приемлемом соотношении к терапевтическим целям. Что касается отдаленных соматических эффектов, то многие специалисты сообщают о повышении числа случаев лейкемии после радиационной терапии. Однако совершенно ясно, что любые возможные отдаленные соматические эффекты более чем уравниваются терапевтическими преимуществами. ГЗД для больных, подвергавшихся радиотерапии, в любом случае незначительна по сравнению с дозой, получаемой при диагностической радиологии. Показатели ГЗД колеблются от 0,6 м.рад. per capita в год (Венгрия) до 28 (Австралия), или 1-16% общей ГДЗ, получаемой при медицинских процедурах.

Риск для здоровья, связанный с ядерной медициной, еще ниже, чем при диагностической радиологии и радиотерапии. Возможность радиационного облучения и риска для здоровья в большей мере зависит от применяемой радиоактивности, чем от радиологической методики. Соматические поражения исключаются до тех пор, пока ошибочно не будет использована доза облучения выше назначенной.

Отдаленные соматические эффекты в основном незначительны, поскольку дозы облучения всего организма или отдельных органов в большинстве случаев ниже тех доз, которые используются в диагностической радиологии. Генетически значимые дозы в ядерной медицине в настоящее время

незначительны даже в развитых странах. Здесь частота применения процедур на 1 000 чел. населения в среднем составляет примерно 1% или менее по сравнению с диагностической радиологией и колеблется от 1,7 на 1 000 чел. населения (Япония, 1968 г.) до 10,1 (Западный Берлин, 1968 г.)

4. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА КАЧЕСТВО РАДИАЦИОННЫХ ПРОЦЕДУР И НА ДОЗУ ОБЛУЧЕНИЯ

По имеющимся сообщениям, существуют очень большие различия в отношении ГЗД и соматических доз для персонала и пациентов даже в странах с одинаково хорошо развитой системой медицинской помощи. Это может объясняться лишь различиями в частоте применения и/или технических характеристик. Последние влияют не только на назначаемые дозы, но и на качество полученных результатов, которые должны рассматриваться с обеих точек зрения.

4.1 Частота радиационных облучений

Доза радиации находится в линейном соотношении с частотой облучения при условии, что процентное распределение видов обследования, а в случае ГЗД, распределение пациентов по возрасту и полу остаются неизменными. Некоторые виды облучения относительно высокими дозами могут приводить к непропорциональным эффектам. Так, например, радиологические исследования органов таза и акушерские исследования в Новой Зеландии составляют 21,3% ГЗД, представляя лишь 0,75% от общего числа облучений. С другой стороны, исследования грудной клетки в Баварии при частоте порядка 59% от общего количества составляют лишь 0,7% по отношению к ГЗД. Становится ясно, что радиация создает генетический риск только в случае облучения области таза и нижней половины брюшной полости.

4.2 Технические факторы в диагностической радиологии

Наиболее серьезный риск радиация представляет в отношении ГЗД. Основные положения, относящиеся к ГЗД, справедливы, однако, в основном в отношении соматических доз для больных и облучения персонала, а также имеют одинаковую ценность для качества диагностической информации. Изменение качества радиации может привести к шестикратному изменению поверхностной дозы и к трехкратному, но не более изменению дозы облучения гонад. Различная чувствительность пленок, интенсифицирующих экранов и т.д., а следовательно, и доза радиации могут меняться в восьмикратном размере. Наибольшая разница определяется расположением гонад в пределах или вне пучка радиации. Различие порядка 1-2 см в положении края поля, помещение гонады в пределы или вне первичного пучка, может означать различие в дозе облучения гонад у мужчин вплоть до 20-30 раз. Поэтому наиболее важным фактором является коллимация пучка. Коллимация оказывает также значительное влияние на качество радиограммы и флюороскопического изображения за счет уменьшения количества побочной радиации. Кроме того, изменение положения пациента, меняющее расстояние между первичным пучком и гонадами, может также изменить дозу облучения гонад почти в 20 раз. Защитные экраны для гонад могут снижать дозу облучения гонад в 30-600 раз в зависимости от исследуемой части тела и конструкции экрана.

При обычной флюороскопии важна темновая адаптация глаз исследующего. Если адаптация не достаточна, исследующий часто компенсирует ее за счет повышения напряжения и силы тока, что ведет к повышению доз для пациента в 20-70 раз.

4.3 Технические факторы в радиотерапии

Технические параметры в радиотерапии должны рассматриваться главным образом с точки зрения терапевтического эффекта, а не риска облучения. Обычно можно считать, что при лечении глубоко локализованных опухолей телекирритерапия, в особенности при использовании установки с кобальтом-60, является методом выбора; довольно быстрыми темпами этот метод замещает обычную глубокую рентгеновскую терапию. Поверхностная рентгенотерапия играет важную роль в тех районах, где часто наблюдается рак кожи. Внутриполостное применение радия и других радиоизотопов является важным методом, в частности при лечении рака шейки матки, весьма распространенного заболевания, в особенности в ряде развивающихся стран. Метод последующего введения радиоактивных препаратов (after loading), когда после осторожного введения больному аппликатора быстро и просто вставляется радиоактивный источник, считается методом, снижающим облучение персонала, а также ведущим к улучшению терапевтических результатов.

Фактором радиотерапии, заслуживающим особого внимания, является дозиметрия. Программа МАГАТЭ/ВОЗ по сравнительному измерению доз с помощью дозиметров, посылаемых по почте, наряду с обследованием дозиметрического оборудования в различных странах, привела к выявлению ошибок в физической дозиметрии вплоть до 100% и примерно в 20% обследованных учреждений к обнаружению ошибок порядка $\pm 10\%$. Эти наблюдения касаются только терапии с использованием кобальта-60; при рентгеновской терапии, в особенности при использовании поверхностных рентгеновых лучей, в том числе в учреждениях, работающих на недостаточно "высоком уровне", можно ожидать еще более крупных ошибок.

4.4 Технические факторы в ядерной медицине

Используемые методы и технические факторы в ядерной медицине настолько многочисленны, что можно привести лишь общие положения и немногие примеры.

Важным фактором является чувствительность систем измерения радиации. Снижение фона излучения может повысить относительную чувствительность. Установка измерительного оборудования в помещениях с низким фоном или изменение системы экранирования может уменьшить количества радиоактивности, требуемой для обеспечения диагностической информации, и одновременно снизить риск для здоровья больных и персонала. Другим методом снижения дозы облучения без уменьшения количества медицинской информации является использование радиоизотопов с коротким физическим периодом полураспада. Наиболее ярким примером этого является использование радиоизотопов, экстрагированных из Генератора.

4.5 Роль профессиональной подготовки и опыта в области радиационной медицины

Совершенно очевидно, что качество радиодиагностики, ядерной медицины и радиотерапии, а также степень радиационного облучения пациентов и персонала в очень большой степени зависят от знаний и четкости работы персонала. Поэтому жизненно важное значение приобретает профессиональная подготовка.

4.6 Роль организации в радиационной медицине

Высокая себестоимость служб радиационной медицины обуславливает необходимость их централизации, насколько это позволяет социально-экономическая структура. Централизация облегчает использование квалифицированных кадров, обеспечивает лучший надзор и, следовательно, точность и дает возможность гораздо более широкого использования имеющегося оборудования и методов. С другой стороны, на обширных территориях при большой разбросанности населения более выгодным может оказаться децентрализация; диагностические радиологические службы должны, в частности, быть широко доступными.

5. СОВРЕМЕННЫЙ УРОВЕНЬ РАЗВИТИЯ РАДИАЦИОННОЙ МЕДИЦИНЫ

5.1 Кадровое обеспечение радиационной медицины

Работа любой медицинской службы в большей степени зависит от количества и уровня подготовки персонала, обеспечивающего эту работу, чем от наличия оборудования и материальной базы, при условии, что они имеются в необходимом минимальном количестве. Это справедливо и в отношении процедур радиационной медицины, хотя они и могут выполняться до некоторой степени периодически или регулярно врачами и техническими сотрудниками, не имеющими специальной профессиональной подготовки. О положении с кадрами специалистов по радиационной медицине можно судить по следующим данным, заимствованным из Ежегодника мировой санитарной статистики. Общее количество врачей на I миллион населения составляет 2 205 в СССР, I 477 в Соединенных Штатах Америки, для Европы в среднем I 365 (исключая СССР) и лишь 496 для Латинской Америки и 73 для Африки. Соответствующее количество специалистов по диагностической и терапевтической радиологии для различных стран следующее: СССР - 95; Соединенные Штаты Америки - 55; Европа - 35 (исключая СССР); Латинская Америка - 7; Африка - I. Процент радиологов по отношению к общему числу врачей колеблется от 4,3% до I,4%. Количество технических сотрудников на миллион населения составляет 377 (Соединенные Штаты Америки) и 6 (Африка), или соответственно 26% и 6% от общего количества врачей. Однако, если в высокоразвитых странах имеется в 30 раз больше врачей, чем в развивающихся, то число радиологов там больше в 60 раз, а технических сотрудников более чем в I00 раз. Кроме того, в развитых странах количество специалистов, работающих в радиационной медицине, продолжает увеличиваться одновременно с расширением использования радиации для медицинских целей, что свидетельствует о недостаточном удовлетворении спроса даже в этих странах.

5.2 Радиологическое оборудование и материальная база

Положение с оборудованием и материальной базой для радиационной медицины с трудом поддается оценке, поскольку нет достаточно полной информации, особенно в отношении диагностической радиологии, обычной радиотерапии и ядерной медицины. Однако есть сообщения, указывающие, что в Соединенных Штатах Америки насчитывается 525 диагностических и I5,4 терапевтических установок на I миллион населения, в то время как в Таиланде (где медицинские службы являются наиболее развитыми среди всего региона Юго-Восточной Азии) соответствующие цифры равны 20,5 и I,2, а для африканских стран они составляют 9,8 и 0,1. Эти данные указывают, что в высокоразвитых странах радиологическая и диагностическая база в 20-50 раз больше, а база для радиотерапии в I5-I50 раз больше, чем в развивающихся странах. Более того, многие установки в развивающихся странах устарели, а диагностическое оборудование довольно часто является небезопасным. В отношении оборудования для терапии с использованием излучений высокой энергии можно привести пример со Швейцарией, где имеется пять установок на I миллион населения, в то время как в Индии - менее 0,1, а некоторые из более мелких развивающихся стран вообще не имеют подобных установок.

5.3 Частота процедур

С трудом поддаются оценке и данные об относительной частоте применения процедур радиационной медицины. Большая часть из них относится к отдельным районам стран, причем наблюдаются значительные различия между различными районами одной и той же страны, а сельские районы находятся в менее выгодном положении в отношении радиационной медицины даже в развитых странах. Кроме того, термины "применение" (или "исследование") используются по-разному в статистических данных; иногда все диагностические облучения, относящиеся к одному случаю, считаются как единственная процедура, а иногда во внимание принимается каждое облучение.

В докладе НКДАР ООН за 1972 г. указано, что ежегодная частота диагностических рентгеновских исследований на 1 000 человек населения колеблется от 39 (Таиланд) до 2 587 (Япония); средняя цифра для 21 страны (в большинстве развитые страны) равна 639, что включает данные 27 обследований. Данные для развивающихся стран, в основном относящиеся к выборочным районам (например, районные центры), где радиационная медицина лучше развита, в основном колеблются между 25 и 135 при самой низкой цифре ниже 10. Частота рентгеновских диагностических исследований, следовательно, в среднем в 10-100 раз выше в развитых, чем в развивающихся странах.

В отношении радиотерапии и ядерной медицины наблюдаются аналогичные, а иногда еще большие различия.

5.4 Прогнозы на будущее

В развитых странах в целом ежегодное расширение использования различных отраслей радиационной медицины колеблется от 2% до 15%. В Соединенных Штатах Америки прогнозируется ежегодное повышение числа радиологических обследований на 2%, использования радиотерапии на 2% и ядерной медицины на 15%. В развивающихся странах показатель повышения зависит от их социально-экономического развития и скорее от наличия подготовленных кадров, чем от потребностей.

Во многих странах практически отсутствует не только радиационная медицина, но и диагностическая радиология, которая должна являться составной частью основных служб здравоохранения. В отношении радиологической диагностики проблемой является подготовка квалифицированных врачей и в особенности технического персонала. Радиотерапия развита еще в меньшей степени возможно потому, что во многих странах с ограниченными ресурсами первоочередной проблемой является не рак, а другие задачи здравоохранения. По мере увеличения возраста населения проблема рака становится все более важной, и тогда можно ожидать дальнейшего развития радиотерапии.

В крупных медицинских центрах ряда стран ядерная медицина развита лучше, чем радиотерапия, но необходимо ее дальнейшее развитие. Ядерная медицина может стать весьма ценной отраслью для развивающихся стран, в особенности при решении специфических проблем профилактической медицины, например в связи с болезнями, вызываемыми нарушениями питания.

6. ОПТИМАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАДИАЦИОННОЙ МЕДИЦИНЫ

При изучении вопроса об оптимальном использовании ионизирующей радиации в медицине необходимо рассмотреть следующие аспекты:

- a) социально-экономические условия и состояние здравоохранения населения в данной стране или регионе, включая наиболее распространенные заболевания и их влияние на здоровье населения;
- b) общий уровень развития систем медицинской помощи и профилактической медицины, в особенности распределение этих служб, возможность проведения профилактических или терапевтических мероприятий в отношении основных заболеваний и наличие терапевтической материальной базы;
- c) наличие кадров, имеющих соответствующую подготовку, возможности частичного использования (неполный рабочий день) занятого персонала, получившего профессиональную подготовку лишь по некоторым аспектам радиационной медицины, наличие условий для подготовки кадров, а также возможности создания этих условий;
- d) наличие оборудования и материальной базы в рамках всех имеющихся ресурсов для служб здравоохранения и при данной экономической ситуации в стране;

- e) порядок очередности развития различных отраслей радиационной медицины для получения оптимальных диагностических и терапевтических результатов;
- f) частота радиационных процедур, обеспечивающая наивысшую эффективность при наименьшей возможности радиационного риска для здоровья и при наиболее низких затратах;
- g) выбор методов и оборудования соответственно эффектам, возможности риска и затратам;
- h) применение методов выбора в отношении качества диагностических и терапевтических результатов, а также риска, связанного с радиацией; и
- i) влияние надзора за соблюдением правил защиты от радиации и инспекций на эффективность работы, а также на радиационное облучение пациентов и персонала.

6.1 Место радиационной медицины в системе служб здравоохранения

Развитие радиационной медицины должно быть тщательно координировано с общим развитием служб здравоохранения. В тех странах, где, например, основные службы здравоохранения еще развиваются, а на обширных территориях ощущается недостаток медицинской помощи, рентгеновские службы могут быть созданы в некоторых выборочных районах, а ограниченные службы радиотерапии, ядерной медицины и специализированные рентгеновские службы в центральном районе (обычно в столице) для обследования отдельных больных и обеспечения обучения и профессиональной подготовки.

6.2 Порядок очередности развития различных отраслей радиационной медицины

При установлении порядка очередности развития трех отраслей радиационной медицины принятое решение зависит от местной ситуации. Если радиационная медицина отсутствует или недостаточно развита, в первую очередь должна быть создана служба радиодиагностики. В странах, где рак является или становится распространенным заболеванием, необходимо развивать радиотерапию. В тех странах, где преобладают инфекционные болезни или болезни, связанные с нарушением питания, а рак еще не стал важной проблемой, следует учитывать, что для создания настоящих служб радиотерапии потребуется приблизительно пять лет, поэтому любое решение о создании служб радиотерапии должно быть принято, по крайней мере, за пять лет вперед.

Ядерная медицина обычно должна создаваться в тех местах, где уже имеются организованные службы радиодиагностики и радиотерапии. В особых условиях, однако, как например в странах с преобладанием болезней, вызываемых нарушением питания, может быть оправдано укрепление специфических отраслей ядерной медицины до создания радиотерапии.

Медицинская физика, в особенности медицинская радиационная физика, без сомнения, должна быть создана в любой стране, где роль радиотерапии является более, чем пограничной. В тех странах, где создана лишь радиодиагностика, функции медицинского физика могут выполняться при периодических посещениях экспертами из соседних районов или стран или экспертами из международных организаций.

6.3 Обучение и профессиональная подготовка кадров

Наиболее важным фактором при создании правильно организованных служб радиационной медицины и, следовательно, в снижении риска, связанного с радиацией, является соответствующая профессиональная подготовка врачей, медицинских физиков и технического персонала. Наиболее эффективным способом улучшения работы является, следовательно, улучшение системы обучения и недопущение к работе недостаточно подготовленного персонала. Компромиссы могут допускаться лишь в особых условиях; хотя желательно, чтобы диагностические радиологические исследования выполнялись специалистами-радиологами, но это оказывается невозможным для ряда стран из-за

отсутствия подобных специалистов или из-за недостатка врачей в целом. Ясно, что только специалисты могут приниматься на работу в радиотерапии и ядерной медицине.

Вообще говоря, стандарт практикуемой радиационной медицины зависит от уровня подготовки технического персонала. Этот стандарт в радиотерапии и ядерной медицине в особенности зависит от уровня подготовки медицинского физика.

6.4 Применяемые методы и используемое оборудование

В некоторых условиях, в особенности в развивающихся странах, более простое оборудование и методы оказываются не только более дешевыми, но и более эффективными, чем сложное оборудование и методы. Некоторые отрасли радиационной медицины, например кардиоангиография, требуют очень сложного оборудования. Что касается степени риска при использовании радиационной медицины, то любой метод будет приемлем, по мере того как он применяется правильно и с использованием соответствующего оборудования. Многие оборудование, используемое в настоящее время, является устаревшим и опасным.

Обычные рентгеновы лучи, используемые для глубокой терапии; должны заменяться телекюритерапией, желательно с кобальтом-60, кроме того, в радиотерапию должны вводиться другие современные методы. Особое внимание должно уделяться дозиметрии, точность которой является условием получения хороших терапевтических результатов. Центры радиотерапии должны использовать соответствующие дозиметры, которые необходимо проверять и подвергать регулярной повторной калибровке.

6.5 Частота процедур

Число процедур в радиационной медицине должно определяться скорее нуждами, чем соображениями о степени риска. В большинстве стран, для того чтобы добиться оптимального использования радиационных установок, необходимо увеличить число процедур. По причине стоимости и риска, связанного с радиацией, следует избегать ненужных и в особенности повторных процедур. Должны иметься четкие медицинские показания для радиационных процедур, требующих относительно высоких доз облучения гонад, например при исследованиях области таза у молодых пациентов и в особенности при облучении плода *in utero*. Все эти условия относятся и к радиотерапии доброкачественных заболеваний.

Увеличение частоты радиационных процедур в два или более раз в развитых странах и в 20 или более раз в развивающихся странах является приемлемым и не означает ненужного риска при условии обеспечения должной осторожности и защиты от радиации.

6.6 Службы радиационной защиты

Во многих случаях соответствующие методики могут использоваться лишь при осуществлении постоянного надзора. Измерение доз радиации, получаемых больными и персоналом, является наиболее эффективным способом убеждения потребителя и улучшения методик. Особое внимание поэтому следует уделять обеспечению адекватных служб радиационной защиты. В связи с этим необходима новейшая информация о количестве радиологических установок, качестве их работы, числе процедур и т.д.

7. ПРОГРАММА ВОЗ ПО РАДИАЦИОННОЙ МЕДИЦИНЕ

При рассмотрении программы деятельности ВОЗ по радиационной гигиене можно выделить три фазы, сформированные согласно пожеланиям и резолюциям Всемирной ассамблеи здравоохранения.

Первые программы ВОЗ возникли в результате озабоченности по поводу выпадения радиоактивных осадков после испытаний атомного оружия и расширяющегося использования атомной энергии. Они включали такие темы, как биологические эффекты ионизирующей радиации, оценка риска и выгод, ответственность органов общественного здравоохранения и ряд проблем радиационной медицины, в том числе радиационной эпидемиологии.

Затем в центр программы было поставлено обеспечение практических консультаций развивающимся странам, в частности по вопросам развития служб радиационной медицины. В сотрудничестве с ЮНИСЕФ и производством рентгеновских аппаратов были проведены испытания на местах основного радиодиагностического оборудования, результаты которых теперь уже получены. Были разработаны основные направления организации и управления служб диагностической радиологии и профессиональной подготовки персонала (рентгенотехники, медицинские физики). Были созданы курсы профессиональной подготовки по организации и работе служб радиационной защиты, главным образом в отношении медицинского использования ионизирующей радиации, а также эксплуатационно-ремонтному обслуживанию, необходимому для радиологического оборудования. Были подготовлены или находятся в процессе подготовки, в большей части в сотрудничестве с МАГАТЭ, руководства по радиационной гематологии, радиационной защите при различном медицинском применении радиации, по радиационной дозиметрии и на другие темы.

Проводились консультации по методике калибровки дозиметров. Началось создание сети региональных справочных центров по вторичным стандартам в радиационной дозиметрии, которая будет укомплектована в течение ближайших лет.

С участием более 20 лабораторий ведется координированное исследование по оценке методов анализа хромосомных аберраций для раннего обнаружения биологических радиационных эффектов у человека. Начаты исследования по радиационной защите (в сотрудничестве с МКРЗ) по методам измерения, включающим количественное определение уровней и единиц радиации различных типов, а также радиоизотопов (в сотрудничестве с МКРЕ^{*}); определение уровней содержания стронция-90 в костях человека (из радиоактивных выпадений), особенно в южном полушарии (в сотрудничестве с НКДАР ООН); и физических проблем, связанных с диагностическим и терапевтическим использованием радиации.

Региональные программы в основном включают консультативную работу персонала и консультантов, предоставление помощи службам пленочных дозиметров; сравнительное измерение доз с помощью дозиметров, посылаемых по почте (в сотрудничестве с штаб-квартирой и МАГАТЭ), для проверки точности дозиметрии в клиниках крупных радиотерапевтических центров, использующих установки для телекуритепии с кобальтом-60, предоставление помощи национальным школам профессиональной подготовки технических работников и региональным центрам профессиональной подготовки медицинских физиков; организацию семинаров и курсов профессиональной подготовки по радиационной защите, предоставление стипендий для профессиональной подготовки в различных отраслях радиационной гигиены.

Проект будущей программы ВОЗ направлен на усовершенствование использования радиационной медицины в свете современных направлений в различных областях медико-биологических исследований. Ее можно суммировать следующим образом:

7.1 Непосредственная помощь правительствам

Помощь ВОЗ в этом направлении должна включать:

* МКРЕ - Международная комиссия по радиационным единицам.

1. Профессиональную подготовку

В том числе:

- a) Составление программ профессиональной подготовки и приемлемых в международном плане оптимальных учебных планов для:
 - 1) специалистов по различным отраслям радиационной медицины;
 - 2) врачей-терапевтов, лишь частично занятых в диагностической радиологии;
 - 3) медицинских радиационных физиков;
 - 4) радиологических технических работников различных областей радиационной медицины;
 - 5) инженеров и техников по эксплуатации и ремонту радиологического и электро-медицинского оборудования;
 - 6) консультантов и инспекторов служб радиационной защиты.
- b) Проведение региональных и межрегиональных семинаров по вышеупомянутым программам и учебным планам.
- c) Курсы профессиональной подготовки для служб радиационной защиты.
- d) Курсы профессиональной подготовки для инженеров и техников.
- e) Специальные курсы профессиональной подготовки по методам последующего введения радиоактивных препаратов, телекюри терапии, использования генераторов для короткоживущих изотопов и т.д.
- f) Создание региональных курсов профессиональной подготовки по радиационной медицине.
- g) Оказание поддержки национальным школам профессиональной подготовки, главным образом, радиологических инженеров и техников.
- h) Учебники и учебные пособия и материалы.
- i) Проведение семинаров по проблемам организации и управления в радиационной медицине.

2. Предоставление технических консультаций

Технические консультации будут предоставляться по следующим вопросам:

- a) Для многих стран мира было бы нереалистичным в настоящий момент планировать создание всех отраслей радиационной медицины, поэтому нужно установить очередность задач. Необходима выработка рекомендаций по созданию служб радиационной медицины в свете действительных нужд.
- b) Поскольку регистрация и измерение доз облучения, получаемых больными и персоналом, ведет к улучшению методов работы, необходимо создание служб радиационной защиты.
- c) Измерение доз радиации, полученных персоналом, наилучшим образом может быть обеспечено путем создания служб индивидуальной дозиметрии с использованием пленочных дозиметров, либо с помощью уже существующих учреждений радиационной защиты, либо новых служб.
- d) Известны данные о том, что в радиотерапии различия в применяемых дозах порядка 10% могут повлиять на терапевтические результаты, а во многих учреждениях наблюдаются еще большие ошибки. Пока все учреждения не будут обеспечены должным образом калиброванными дозиметрами, необходимость в службах сравнительного измерения доз с помощью дозиметров, посылаемых по почте, останется в силе. ВОЗ обеспечивает эти услуги в сотрудничестве с МАГАТЭ, и это сотрудничество следует продолжать.

7.2 Технологическое развитие и поддержка

- a) Необходимо продолжать работу по созданию и разработке руководящих принципов, сводов практических правил и пособий. В плане продолжения данной программы намечен выпуск руководств по радиационной защите и разработка дальнейших руководящих принципов по практическим процедурам в ядерной медицине.
- b) Будут подготовлены спецификации для оборудования, удовлетворяющего различным условиям, в особенности оборудования для различных уровней диагностической радиологии.

7.3 Назначение справочных центров

Для следующих отраслей необходимы и будут предложены справочные центры:

- a) вторичные стандарты в радиационной дозиметрии;
- b) ядерная медицина;
- c) радиотерапия (специальные методы);
- d) радиобиология (специфические проблемы, как, например анализ хромосомных aberrаций и другие).

Главной целью является улучшение степени сравнимости результатов и методик. Справочные центры будут собирать и распространять информацию, а также действовать как центры профессиональной подготовки.

7.4 Научные исследования

Необходимы и будут проводиться научные исследования по эффектам радиации у человека и по некоторым физическим проблемам, общим для всех отраслей радиационной медицины. Предлагается включить следующие темы:

- a) радиационные эффекты у больных, которым вводились радиоизотопы;
- b) радиационные эффекты у детей, подвергавшихся до рождения облучению *in utero*;
- c) генетически значимые дозы, полученные в результате медицинского применения радиации в развивающихся странах;
- d) радиобиологические проблемы, связанные с радиотерапией;
- e) биологические показатели эффектов радиации;
- f) физические и технические проблемы радиационной медицины, включая дозиметрию ионизирующей радиации и радиоизотопов.

7.5 Координация деятельности с другими организациями

Тесное сотрудничество, существующее между ВОЗ и МАГАТЭ, основано на соглашении об отношениях, утвержденном Всемирной ассамблеей здравоохранения в 1959 г. (резолюция WNA12.40). Обе организации периодически устраивают совместные заседания секретариата, во время которых обсуждаются вопросы координации и разделения ответственности в отношении медицинского использования радиации, радиоизотопов и радиационной защиты¹.

¹ Официальные документы ВОЗ, № 181, Приложение 4.

Обе организации полностью информированы о деятельности и программах каждой из них и все чаще организуют проведение совместных проектов и совещаний. Имеется обширная программа совместных публикаций, включающая труды научных совещаний, руководства по радиационной защите, медицинской радиологии и т.д. Было решено также, что публикации Агентства в Серии изданий по безопасности, касающиеся вопросов радиационной защиты, свода практических правил по стандартам радиационной безопасности и др., будут пересмотрены и опубликованы совместно обеими организациями.

Создание региональных справочных центров ВОЗ по вторичным стандартам в радиационной дозиметрии началось в 1968 г. в сотрудничестве с МАГАТЭ; в настоящее время имеются центры в Бухаресте, в Буенос-Айресе, Мехико и Сингапуре; планируется создание центров в Бангкоке, Тегеране, и, возможно, Лагосе. В 1970 г. ВОЗ присоединилась к МАГАТЭ в организации программы сравнительного измерения доз с помощью посылаемых по почте термолюминесцентных дозиметров (ТЛД). Кроме того, обе организации планируют создание совместных справочных центров по ядерной медицине. Совместная деятельность такого рода будет продолжена.

Продолжается сотрудничество с МОТ, ЮНЕСКО, НКДАР ООН и другими специализированными организациями и неправительственными учреждениями, которые как например НКДАР, заняты оценкой новых научных данных относительно биологических эффектов радиации, соотношения дозы и эффекта, а также риска для населения всех источников радиации.

Другим учреждением является МКРЕ, которая устанавливает рекомендации по международной системе единиц радиации и измерений.

Такая организация, как МКРЗ, вырабатывает международные стандарты радиации (предельно допустимые уровни и концентрации) для всего населения и отдельных лиц и групп, подвергающихся профессиональному и медицинскому облучению. Эти стандарты используются в национальном законодательстве и международных руководствах и пособиях. МКРЕ и МКРЗ пользуются поддержкой со стороны ВОЗ.