|  |  |
| --- | --- |
| Lesson № 7.  **Topic: The use of ionizing radiation sources in medicine. Radiation protection during the exploitation of ionizing radiation sources.**  **The objective**: improving theoretical knowledge of Radiation Hygiene and biological effects of ionizing radiation on human health, improving theoretical knowledge of radiation safety principles in working with ionizing radiation sources.    **The main questions of the study:**   1. Types of radiation exposure. 2. The use of ionizing radiation sources in medicine. 3. Radiation protection during the exploitation of ionizing radiation sources. 4. Radiation control and medical monitoring. 5. Radioactive wastes.   **Question 1**  **Type of radiation exposure.**  Radiation exposure may be internal or external.  **External exposure** to ionizing radiation can also result from external irradiation (e.g. medical radiation exposure to X-rays). External irradiation stops when the radiation source is shielded or when the person moves outside the radiation field.  The source of radiation can be a piece of equipment that produces the radiation, like an x-ray machine, or it can be from radioactive materials in a container. The exposure occurs when the radiation from these sources interacts with our body and the dose occurs when the radiation leaves some of the energy in our body.  External exposure is exposure which occurs when the radioactive source is outside (and remains outside) the organism which is exposed. Examples of external exposure include:   * A person who places a sealed radioactive source in his pocket * A space traveler who is irradiated by cosmic rays * A person who is treated for cancer by teletherapy.   http://image.slidesharecdn.com/healtheffectofradiation-140920133934-phpapp02/95/nuclear-waste-management-22-638.jpg?cb=1411220537  **Internal exposure** occurs when the radioactive material enters the organism, and the radioactive atoms become incorporated into the organism. Internal exposure to ionizing radiation occurs when a radionuclide is inhaled, ingested or otherwise enters into the bloodstream (e.g. injection, wounds).  Internal exposure stops when the radionuclide is eliminated from the body, either spontaneously (e.g. through excreta) or as a result of a treatment. Below are a series of examples of internal exposure.   * The exposure caused by potassium-40 present within a normal person. * The exposure to the ingestion of a soluble radioactive substance, such as Sr-89 in cows' milk. * A person who is being treated for cancer by means of a radiopharmaceutical where a radioisotope is used as a drug (usually a liquid or pill).   When radioactive compounds enter the human body, the effects are different from those resulting from exposure to an external radiation source. Especially in the case of alpha radiation, which normally does not penetrate the skin, the exposure can be much more damaging after ingestion or inhalation.  **Question 2**  **The use of ionizing radiation sources in medicine.**  Ionising radiation is used in medicine in 3 ways:  - diagnostic radiology, which uses x-ray machines to obtain images of the inside of the patient’s body  - nuclear medicine, which uses radioactive substances introduced into the patient for diagnosis or treatment  - radiotherapy, which uses many types and sources of ionizing radiation to cure or relieve symptoms of cancer and other diseases  So, ionizing radiation is used in medicine for diagnosis or treatment of diseases.  Ionizing radiation is used daily in hospitals and clinics to perform diagnostic imaging procedures. The most commonly mentioned forms of ionizing radiation are x rays and gamma rays. Procedures that use radiation are necessary for accurate diagnosis of disease and injury. Physicians and technologists performing these procedures are trained to use the minimum amount of radiation necessary for the procedure. Benefits from the medical procedure greatly outweigh any potential small risk of harm from the amount of radiation used.  Which **types of diagnostic imaging procedures** use radiation?  • ***In x-ray procedures***, x rays pass through the body to form pictures on film or on a computer or television monitor, which are viewed by a radiologist. If you have an x-ray test, it will be performed with a standard x-ray machine or with a more sophisticated x-ray machine called a CT or CAT scan machine.  • ***In nuclear medicine procedures***, a very small amount of radioactive material is inhaled, injected, or swallowed by the patient. If you have a nuclear medicine exam, a special camera will be used to detect energy given off by the radioactive material in your body and form a picture of your organs and their function on a computer monitor. A nuclear medicine physician views these pictures. The radioactive material typically disappears from your body within a few hours or days.  **Radiation therapy.**  Also called radiotherapy and irradiation. The use of high-energy radiation from x-rays, gamma rays, neutrons, protons, and other sources to kill cancer cells and shrink tumors. Radiation may come from a machine outside the body (external-beam radiation therapy), or it may come from radioactive material placed in the body near cancer cells (internal radiation therapy).  Radiation therapy can be used to treat many cancers, alone or in combination with other treatments. It can be used:  -To treat a cancer and attempt to prevent a recurrence by eliminating a tumor.  -As a palliative treatment when eliminating the tumor is not possible. (Palliative radiation therapy is intended to relieve pain and other symptoms by shrinking the tumor.)  -Before surgery to help shrink the tumor.  -After surgery to treat any remaining cancer cells.  -In combination with chemotherapy treatment.  **Radiosurgery**  Also called radiation surgery. A type of external radiation therapy that uses special equipment or a linac, to position the patient and precisely give a 1-5 large doses of radiation to a tumor. It was first used to treat brain tumors and other brain disorders that could not be treated by regular surgery.  **Question 3**  **Radiation protection during the exploitation of ionizing radiation sources.**  **Radiation protection**, sometimes known as radiological protection, is the science and practice of protecting people and the environment from the harmful effects of ionizing radiation.  Fundamental to radiation protection is the reduction of expected dose and the measurement of human dose uptake.  **Protection groups**  There are the fallowing groups of Radiation protection:   * protection of workers, * medical radiation protection, * protection of individual members of the public, and of the population as a whole.   **Factors in dose uptake**  There are three factors that control the amount, or dose, of radiation received from a source. Radiation exposure can be managed by a combination of these factors:  **Time**: Reducing the time of an exposure reduces the effective dose proportionally. An example of reducing radiation doses by reducing the time of exposures might be improving operator training.  **Distance:** Increasing distance reduces dose due to the inverse square law, for example by using instruments to handle a source of radiation.  **Shielding:** The term 'biological shield' refers to a mass of absorbing material placed around a radioactive source, to reduce the radiation to a level safe for humans. Hence, shielding strength or "thickness" is conventionally measured in units of g/cm2. The radiation that manages to get through falls exponentially with the thickness of the shield. In x-ray facilities, walls surrounding the room with the x-ray generator may contain lead sheets, or the plaster may contain barium sulfate. Operators view the target through a leaded glass screen, or if they must remain in the same room as the target, wear lead aprons. Almost any material can act as a shield from gamma or x-rays if used in sufficient amounts.  Practical radiation protection tends to be a job of juggling the three factors to identify the most cost effective solution.    **To reduce doses from intake of radioactive substances, the following basic countermeasures can be considered**:  1. shortening time of exposure to contaminants;  2. preventing surface contamination (The tightness of the equipment);  3. preventing inhalation of radioactive materials in air (An efficient ventilation system and use of respiratory protective equipment);  4. preventing ingestion of contaminated foodstuffs and drinking water.  5. Radiation control and medical monitoring.  **Question 4**  **Radiation control and medical monitoring.**  • Control of radiation dose at the working places with ionizing radiation sources.  • Control of the operating conditions and the effectiveness of radiation protection equipment.  • Individual dose control of staff.  • Individual dose control of persons periodically involved in X-ray procedures (surgeons, anesthesiologists and others.).  • Dose control of patients.  **Absorbed dose** is a physical dose quantity D representing the mean energy imparted to matter per unit mass by ionizing radiation. In the SI system of units, the unit of measure is joules per kilogram, and its special name is gray (Gy). Absorbed dose is used in the calculation of dose uptake in living tissue in both Radiation Protection and Radiology .  **Equivalent dose** is a physical quantity of absorbed dose, that takes into account the biological effectiveness of the radiation, which is dependent on the radiation type and energy.  The radiation dose quantity **effective dose** is the tissue-weighted sum of the equivalent doses in all specified tissues and organs of the body. It takes into account the type of radiation and the nature of each organ or tissue being irradiated.  The SI unit for effective dose is the sievert (Sv) which is one joule/kilogram (J/kg).  **Question 5**  **Radioactive wastes** are wastes that contain radioactive material. Radioactive wastes are usually by-products of nuclear power generation and other applications of nuclear fission or nuclear technology, such as research and medicine. Radioactive waste is hazardous to most forms of life and the environment, and is regulated by government agencies in order to protect human health and the environment.  Radioactivity naturally decays over time, so radioactive waste has to be isolated and confined in appropriate disposal facilities for a sufficient period of time until it no longer poses a threat. The period of time radioactive waste must be stored for depends on the type of waste and radioactive isotopes. It can range from a few days for very short-lived isotopes to millions of years. Current major approaches to managing radioactive waste have been segregation and storage for short-lived waste, near-surface disposal for low and some intermediate level waste, and deep burial or partitioning / transmutation for the high-level waste.  **Sources of waste**  Radioactive waste comes from a number of sources. The majority of waste originates from the nuclear fuel cycle and nuclear weapons reprocessing. Other sources include medical and industrial wastes, as well as naturally occurring radioactive materials (NORM) that can be concentrated as a result of the processing or consumption of coal, oil and gas, and some minerals.  Radioactive medical waste tends to contain beta particle and gamma ray emitters. It can be divided into two main classes. In diagnostic nuclear medicine a number of short-lived gamma emitters such as technetium-99 (Tc -99 half-life about 6 hours) are used. Many of these can be disposed of by leaving it to decay for a short time before disposal as normal waste. Other isotopes used in medicine, with half-lives in parentheses, include:  Y-90, used for treating lymphoma (2.7 days)  I-131, used for thyroid function tests and for treating thyroid cancer (8.0 days)  Sr-89, used for treating bone cancer, intravenous injection (52 days)  Ir-192, used for brachytherapy (74 days)  Co-60, used for brachytherapy and external radiotherapy (5.3 years)  Cs-137, used for brachytherapy, external radiotherapy (30 years) | Занятие № 7.  **Тема**: **Теоретические основы радиационной гигиены. Биологические эффекты действия ионизирующего излучения.**  **Цель занятия:** формирование у студентов теоретических знаний о принципах обеспечения радиационной безопасности при работе с источниками ионизирующего излучения  **Основные вопросы для изучения:**  1. Типы воздействия радиации.  2. Использование источников ионизирующего излучения в медицине.  3. Радиационная защита при эксплуатации источников ионизирующего излучения.  4. Радиационный и медицинский контроль.  5. Радиоактивные отходы.  **Вопрос 1**  **Типы воздействия радиации.**  Радиационное воздействие может быть внутренним или внешним.  **Внешнее облучение** ионизирующей радиации может также быть результатом внешнего воздействия (например, медицинское облучение рентгеновскими лучами). Внешнее облучение прекращается, когда источник излучения защищен или когда человек находится за пределами поля излучения.  Источник излучения может быть частью оборудования, которое производит излучение, какого как рентгеновский аппарат, или он может быть в виде радиоактивных материалов размещенных в контейнере. Воздействие происходит, когда излучение от этих источников взаимодействует с нашим телом, и получена определенная доза, когда излучение передает часть энергии организму.  Внешнее облучение является результатом воздействия, которое происходит, когда радиоактивный источник находится за пределами (и остается снаружи) организма, находящегося под воздействием. Примеры внешнего облучения включают:  - Человек, который помещает закрытый радиоактивный источник в кармане  - Космонавт, который облучается от космических лучей  - Человек, который получает лечение от рака дистанционной лучевой терапией.  **Внутреннее облучение** происходит, когда радиоактивный материал поступает в организм, и радиоактивные атомы становятся включены в организм. Внутреннее облучение ионизирующей радиации происходит, когда радионуклид при вдыхании, употреблении пищи попадает в организм или иным путем проникает в кровоток (например, инъекции, раны).  Внутреннее облучение прекращается, когда радионуклид выводится из организма, либо естественным образом (например, через экскременты) или в результате лечения. Ниже приведен ряд примеров внутреннего облучения.  - Естественная радиоактивность тела человека, вызванная калием-40.  - Воздействие приема пищи содержащей радиоактивные вещества, такие как Sr-89 в коровьем молоке.  - Человек, который проходит лечение рака с помощью радиофармацевтических препаратов, где радиоактивный изотоп используют в качестве лекарственного средства (как правило, в виде раствора или таблетки).  Когда радиоактивные соединения попадают в организм человека, эффекты отличаются от тех, которые возникают в результате воздействия внешнего источника излучения. Особенно в случае альфа-излучения, которое обычно не проникает в кожу, и воздействие может быть гораздо более разрушительным при приеме внутрь или ингаляции.  **Вопрос 2**  **Использование источников ионизирующего излучения в медицине.**  Ионизирующее излучение используется в медицине в 3-ех вариантах:  - Диагностическая радиология, которая использует рентгеновские аппараты для получения изображений внутри тела пациента  - Ядерная медицина, которая использует радиоактивные вещества, введенные в организм пациента для диагностики или лечения  - Лучевая терапия, которая использует многие виды и источники ионизирующего излучения для лечения или облегчения симптомов рака и других заболеваний.  Итак, ионизирующее излучение используется в медицине для диагностики или лечения заболеваний.  Ионизирующее излучение используется ежедневно в больницах и клиниках, чтобы выполнить диагностические процедуры визуализации. Наиболее часто используют рентгеновские лучи и гамма-лучи. Процедуры, которые используют ионизирующее излучение, необходимы для точной диагностики заболевания и травмы. Врачи и технологи выполняющие эти процедуры обучены использовать минимальное количество излучения, необходимое для процедуры. Польза от проведения медицинской процедуры значительно перевешивает любой потенциальный небольшой риск вреда от полученной дозы излучения.  Какие типы **диагностических процедур** используют радиацию?  • **Рентгенологические процедуры**, рентгеновские лучи проходят через тело, чтобы получить фотографии на пленке или на компьютере или телевизионном мониторе, которые рассматриваются врачом-рентгенологом. Если вам проведут рентгеновское исследование, оно будет исполнено с помощью простого рентгеновского аппарата или более сложного рентгеновского аппарата называемого КТ (компьютерная томография) или аппарат сканирования.  • В **ядерной медицине**, очень небольшое количество радиоактивного материала вдыхается, вводится в инъекции, или проглатывается пациентом. Если вам проведут исследование с введением радионуклидных препаратов, специальная камера будет использоваться для обнаружения энергии, испускаемого радиоактивного материала в вашем теле и образует картину ваших органов и их функции на мониторе компьютера. Врач ядерной медицины рассматривает эти фотографии. Радиоактивный материал, как правило, исчезает из организма в течение нескольких часов или дней.  **Радиационная терапия.**  Также называется лучевой терапией и облучением. Использование излучения высоких энергий рентгеновских лучей, гамма-лучей, нейтронов, протонов, и других источников, чтобы убить раковые клетки и уменьшить опухоль. Излучение может исходить от аппарата вне тела (дистанционная лучевая терапия), или он может поступать из радиоактивного материала, помещенного в тело вблизи раковых клеток (Внутренняя лучевая терапия).  Лучевая терапия может быть использована для лечения многих видов рака, отдельно или в сочетании с другими методами. Она может быть использована:  -Для лечения рака и предотвращения появления рецидивов путем устранения опухоли.  -Как паллиативное лечение, если ликвидация опухоли не представляется возможной. (Паллиативная лучевая терапия предназначена для облегчения боли и других симптомов, уменьшая опухоль).  -Перед хирургическим вмешательством, чтобы помочь уменьшить опухоль.  -После операции для лечения каких-либо оставшихся раковых клеток.  -В сочетании с химиотерапией.  **Радиохирургия**  Также называемая лучевая хирургия. Тип внешней лучевой терапии, который использует специальное оборудование или линейный ускоритель, чтобы позиционировать пациента и точно дать 1-5 больших доз радиации на опухоль. Впервые он был использован для лечения опухолей мозга и других заболеваний мозга, которые не могут быть удалены с помощью обычной хирургии.  **Вопрос 3**  **Радиационная защита при эксплуатации источников ионизирующего излучения.**  **Радиационная защита**, также известная как профессиональная радиационная защита, это научные и практические мероприятия по защите людей и окружающей среды от вредного воздействия ионизирующего излучения.  Основой для радиационной защиты является снижение ожидаемой дозы и измерение поглощённой дозы человека.  **Защитные группы**  Выделяют следующие группы радиационной защиты:  - радиационная защита персонала,  - медицинская радиационная защита,  - радиационной защиты индивидуальных лиц и населения в целом.  **Факторы, влияющие на поглощенную дозу**  Есть три фактора, от которых зависит количество или доза радиации, полученная от источника. Радиационное воздействие может управляться с помощью комбинации этих факторов:  **Время:** Сокращение времени экспозиции пропорционально уменьшает эффективную дозу. Пример снижения дозы облучения за счет сокращения времени облучения может быть улучшение подготовки оператора.  **Расстояние:** увеличением расстояния уменьшается доза из-за закона обратных квадратов, например путем использования инструментов при обращении с источником радиации.  **Экранирование:** Термин "биологическая защита" относится к массе поглощающего материала, расположенного вокруг радиоактивного источника, чтобы уменьшить излучение до уровня, безопасного для человека. Следовательно, защитная сила или "толщина" обычно измеряется в единицах г/см2. Излучение, удается получить через экспоненциально падает с толщиной экрана. В рентгеновских кабинетах, стены, окружающие комнату с генератором рентгеновского излучения могут содержать листы свинца, или штукатурка может содержать сульфат бария. Операторы смотрят через просвинцованное стекло, или если они должны оставаться в той же комнате, носят свинцовые фартуки. Почти любое вещество может действовать в качестве щита от гамма или рентгеновского излучения при использовании в достаточных количествах.  На практике радиационная защита, как правило, при работах использует все три фактора одновременно, чтобы определить наиболее экономически эффективное решение.   **Для уменьшения дозы от поступающих внутрь радиоактивных веществ, выделяют следующие основные меры противодействия:**  1. Сокращение времени воздействия загрязняющих веществ;  2. Предотвращение загрязнения поверхности (герметичность оборудования);  3. Предотвращение вдыхания радиоактивных материалов из воздуха (эффективная система вентиляции и использование средств защиты органов дыхания);  4. Предотвращение употребления в пищу загрязненных продуктов питания и питьевой воды.  5. Радиационный и медицинский контроль.  **Вопрос 4**  **Радиационный контроль и медицинский контроль.**  • Контроль радиационной дозы на рабочих местах с источниками ионизирующего излучения.  • Контроль условий эксплуатации и эффективность радиационной защиты оборудования.  • Индивидуальный дозиметрический контроль персонала.  • Индивидуальный дозиметрический контроль лиц, периодически участвующих в рентгеновских процедурах (хирурги, анестезиологов и других.).  • Контроль доз пациентов.  **Поглощенная доза** является физическая величина дозы D, представляющий среднее энергия, сообщаемая значения на единицу массы с помощью ионизирующего излучения. В системе единиц СИ, единица измерения является джоуль на килограмм, а его специальное название является грей (Гр). Поглощенная доза используется при расчете поглощения дозы в живой ткани в обоих радиационной защите и радиологии.  **Эквивалентной дозой** является физическая величина поглощенной дозы, которая принимает во внимание биологическую эффективность излучения, зависящее от типа излучения и энергии.  **Эффективная доза** - сумма эквивалентных доз во всех облученных тканей и органов тела. Он принимает во внимание тип излучения и характер каждого органа или ткани при облучении.  Единица СИ для эффективной дозы является зиверт (Зв), который является одним джоуль / килограмм (Дж / кг).  **Вопрос 5**  **Радиоактивные отходы** являются отходами, которые содержат радиоактивный материал. Радиоактивные отходы, как правило, побочные продукты производства ядерной энергии и других применений ядерного деления или ядерной технологии, таких как научные исследования и медицина. Радиоактивные отходы являются опасными для большинства форм жизни и окружающей среды, и обращение с ними регулируется государственными органами в целях охраны здоровья человека и окружающей среды.  Радиоактивность затухает естественным образом с течением времени, так что радиоактивные отходы должны быть изолированы и должны находиться в специализированных организациях в течение достаточного периода времени, пока они больше не будут создавать угрозу. Этот период времени, радиоактивные отходы должны храниться в зависимости от типа отходов и радиоактивных изотопов. Он может варьироваться от нескольких дней для очень короткоживущих изотопов до миллионов лет. Текущие основные подходы к управлению радиоактивными отходами были сегрегация и хранения короткоживущих отходов, утилизации приповерхностном для низких и какой-то среднеактивных отходов, и глубинного захоронения или разделов / трансмутации для высокоактивных отходов.  **Источники отходов**  Радиоактивные отходы происходят от нескольких источников. Большинство отходов происходит от ядерного топливного цикла и переработки ядерного оружия. Другие источники включают в себя медицинские и промышленные отходы, а также природные радиоактивные материалы, которые могут быть сконцентрированы в результате переработки или потребления уголь, нефть и газ, и некоторые минералы.  Радиоактивные медицинские отходы, как правило, содержат бета частицы и гамма излучатели. Они могут быть разделена на два основных класса. В диагностической ядерной медицины используются ряд короткоживущих гамма-излучателей, таких как технеций-99 (Tc -99 Период полураспада: 6,015 часа). Многие из них могут быть утилизированы, оставив его для распада в течение короткого времени, прежде чем утилизировать как обычные отходы. Другие изотопы, используемые в медицине, с периодом полураспада в скобках, включают в себя:  Y-90, используется для лечения лимфомы (2,7 дней)  I -131, используется для функции щитовидной железы и для лечения рака щитовидной железы (8,0 дней)  Sr-89, используемый для лечения рака костей, внутривенные инъекции (52 дней)  Ir-192, используется для брахитерапии (74 дней)  Co-60, используемый для брахитерапии и внешней радиотерапии (5,3 года)  Cs-137, используется для брахитерапии, внешнее облучение (30 лет) |