

Государственное образовательное учреждение  
Среднего профессионального образования города Москвы  
**МЕДИЦИНСКОЕ УЧИЛИЩЕ № 30**  
Департамента здравоохранения города Москвы.

**Учебный студенческий проект**

## **ДОРОГА ДЛИНОЮ В ПОЛТОРА ВЕКА**

От «ледяной анатомии» Н.И. Пирогова  
до послойной визуализации органов  
с помощью компьютерных технологий

**Авторская группа:**

Колзукова Анна

Скиднова Юлия

**Научный консультант:**

Суханов С.В.

**Руководители проекта:**

Катышева Л.С.

Максименко Е.Ю.

Москва 2010

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	4
Введение.....	5
Раздел I. ....	7
РАЗРАБОТКА НОВОГО МЕТОДА – ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ АНАТОМИИ.....	7
1.1. Этапы научного пути Н.И. Пирогова – создателя топографической анатомии.....	7
1.2. Очерк истории создания «распилов» и «Ледяной анатомии».....	12
Раздел II.....	16
МЕТОДЫ ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКИ.....	16
2.1 Термографическая диагностика.....	18
2.2. Радионуклидный способ изображения органов и тканей.....	19
2.3 Рентгенологический метод.....	20
.....	26
2.4. Ультразвуковая диагностика.....	26
2.5. Линейная (классическая) томография.....	33
2.6. Компьютерная томография.....	34
2.7. Томография, использующая методы ядерной физики.....	43
2.8. Позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ).....	46
Раздел III.....	49
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЭТАП.....	49
3.1. Работа с серией рентгенограмм.....	50
3.3.Рабочий день в отделении магнитно-резонансной томографии ГКБ №36.....	56
СПРАВОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ.....	60
БИБЛИОГРАФИЯ.....	61

## Предисловие

**2010 год в научном мире объявлен «Годом Н.И. Пирогова».**

Для предстоящей межучилищной научной студенческой конференции, посвященной празднованию **200-летия со дня рождения ученого**, выбран для

работы **аспект** деятельности, связанный с созданием **топографической анатомии**.

Авторская группа проекта определила **цель**:

- **познать ход научной мысли развития методов и средств проникновения в тайны человеческого тела в истории медицины от знаменитых «распилов» Пирогова до цифровых технологий получения изображений.**

Работа над проектом проходила в **два этапа**:

**I этап – Теоретические** основы видов лучевого исследования в визуализации органов; область применения в клинической практике.

**II этап – Исследовательский**, в котором выделились 3 направления:

- **учиться** распознавать «рентгенологический образ» по предложенным рентгенограммам;
- **ознакомиться** с организацией работы отделения МР – диагностики ГKB №36;
- **рассмотреть** действие аминокислот и обнаружить действия гормонов окситоцина и вазопрессина на организм человека.

**Дорога познания длиною в полтора века...** была нелегка: учились ориентироваться в информационном пространстве темы; конструировать свои знания; изучали совершенствующиеся методы исследования и т.д.

Нам повезло с хорошими новейшими книгами, с добрыми напутствиями, литературными данными, фотодокументами... – они помогали в процессе творческого пути. Это в них мы встретили высказывание **Э. Золя**, которое можно считать лейтмотивом всей нашей работы:

**«Весь смысл жизни заключается в бесконечном завоевании неизведанного, в вечном усилии познать больше».**

Остается пожелать проекту **успеха**; ведь работа побудила **интерес к дальнейшей деятельности, новым идеям и фактам** (например, знакомство с методикой «усиления» при КТ и МРТ).

## Введение

**«...Что может собственных Платонов  
И быстрых разумом Невтонов  
Российская земля рождать...»**

**М.В. Ломоносов**

Эти незабываемые строки М.В. Ломоносова мы адресуем корифею Российской медицины, учителю русских врачей Н.И. Пирогову, развитию научного наследия которого, в юбилейный год посвящена студенческая научная конференция.

Несмотря на то, что открытия и идеи Николая Ивановича Пирогова относятся к позапрошлому веку, многие из них остаются до сих пор актуальными и создают **золотой фонд медицины**. Одно из них – знаменитые **«Пироговские распилы»**. Они, именно они, легли в основу современной томографии.

Еще отец медицины **Гиппократ** сетовал: « Медицина лишена возможности видеть..., видеть таким же зрением, каким все видят совершенно открыто».

Исследования же последних десятилетий показали: врач не довольствуется **видимым светом**, а **невидимое глазу излучение** открыло возможность **визуализации** здоровых и патологически измененных тканей.

В предлагаемой работе систематизированы материалы **теоретических основ лучевой диагностики**; значения методов в исследовании функций органов и систем человека.

## Раздел I.

### РАЗРАБОТКА НОВОГО МЕТОДА – ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ АНАТОМИИ

Если бы Николай Иванович, кроме анатомических трудов, не оставил после себя никаких других, то он и тогда бы обессмертил свое имя.

**В.И. Разумовский**

#### ***1.1. Этапы научного пути Н.И. Пирогова – создателя топографической анатомии***

*«Родилось желание подражать: надивившись на доктора Мухина, начал играть в лекаря; когда мне минуло 14 лет, Мухин, профессор, советует отцу послать меня прямо в университет, покровительствует на испытании, а по окончании курса он же приглашает вступить в Профессорский институт».*

**Н.И. Пирогов**

**1824 год** – поступление Н.И. Пирогова в Московский университет.

Профессор Ефрем Осипович Мухин очень рано оценил способности Н. Пирогова и всемерно покровительствовал ему в будущем.

**1827 год**, ноябрь. В Московском университете, под самой строгой ответственностью Совета университета произведен отбор студентов для подготовки к профессорской деятельности в Профессорском институте при Дерптском университете (впоследствии г. Юрьев, ныне г. Тарту). Среди отобранных кандидатов – Николай Пирогов.

Московский университет

**1828 год**, август, **Петербург**. Проверочные экзамены в Медико-хирургической академии кандидатов Профессорского института. Положительная оценка знаниям по хирургии дана профессором И.Ф. Бушем молодому врачу Пирогову.

**1828 год**, Дерпт. Н.И. Пирогов напряженно трудится в анатомическом зале и клинике профессора И.Ф. Мойера над препарированием различных областей, занимаемых артериальными стволами; работает над диссертацией; изучает вопросы перевязки сосудов (по заданию факультета).

**1829 год**, Дерпт. Вышла в свет работа Н.И. Пирогова «О перевязке артериальных сосудов», которая 12 декабря этого же года была удостоена золотой медали.

**1832 год**, Дерпт. Н.И. Пирогов  защищает диссертацию, основанную на экспериментах (опыты на собаках, телятах, баранах в селе Садере в 15 км от Дерпта).

**1835 год, Дерпт.** Н.И. Пирогов Советом Дерптского университета, по предложению И.Ф. Мойера, избран экстраординарным профессором.

**1836 год, февраль.** Н.И. Пирогов утвержден экстраординарным профессором Дерптского университета.

**1836 год, Санкт-Петербург.** Н.И. Пирогов работает в больницах, госпиталях, организует курс хирургической анатомии для врачей. Место преподавания: покойницкая Обуховской больницы (Пирогов готовил на нескольких трупах препараты, отражающие строение той или иной области).

**1836 год, Дерпт.** 26-летний русский профессор начал чтение лекций в Дерптском университете.

Н.И. Пироговым был разработан новый метод преподавания анатомии, когда отвечающий студент должен был **послойно демонстрировать препарируемую область** и громко называть элемент этой области. Такие занятия привлекали окружающих его студентов.

**Ежедневная профессорская деятельность:**

3 часа – на клинику;  
1 час – чтение курса теоретической хирургии;  
1 час – на оперативную хирургию с упражнением на трупах;  
1 час – на клинику глазных болезней;  
6–8 часов – на анатомические и экспериментальные исследования.

*Дерптского университета*

«Вот *Анатомический театр Дерптского университета* и *оперативной, и клинической. Общ., пет* *ого».*

**Н.И. Пирогов**

Менее чем за пять лет профессоры в Дерпте Н.И. Пирогов издал «Хирургическую анатомию артериальных стволов и фасций», «Клинические анналы» (2 тома), монографию о перерезке ахиллесова сухожилия.

Кроме того под его руководством и при его непосредственном участии были созданы диссертации на следующие темы: о скручивании артерий, о ранах кишок, о пересаживании животных тканей в серозные полости, о вхождении воздуха в венозную систему, об ушибах и ранах головы.

Среди перечисленных работ наибольшее значение имеет «Хирургическая анатомия артериальных стволов и фасций».

В этом произведении Николай Иванович блестяще сочетал анатомию и хирургию, теорию и практику. Здесь впервые анатомические факты получили практическое освещение, анатомия стала прикладной наукой, без которой невозможно дальнейшее развитие хирургии.

Это произведение по оригинальности замысла, по тщательности исполнения с полным правом может быть названо классическим. Неудивительно поэтому, что изданное вначале на латинском языке оно вскоре разошлось по всей Европе и принесло Пирогову заслуженную славу.

Стоит отметить, что добросовестность является характерной чертой творчества Пирогова. На заре своей профессорской деятельности он строго критически относился к своим умозаключениям, старательно избегал априорных суждений, каждую мысль подкреплял анатомическими изысканиями, а когда этого было недостаточно, он прибегал к эксперименту.

Таким образом, в Дерптский период своей деятельности Пирогов заложил основы научной экспериментальной хирургии.

*Титульный лист издания «Хирургической анатомии  
артериальных стволов и фасций» на немецком  
и латинском языках*

**«Хирург должен заниматься анатомией не так как анатом...  
Пусть анатом до мельчайших подробностей изучит человеческий  
труп, но все-таки он никогда не будет в состоянии обратить  
внимание учащихся на те пункты анатомии, которые для  
хирурга в высшей степени важны, а для него могут не иметь  
ровно никакого значения».**

**Н.И. Пирогов**

*Таблица из «Хирургической анатомии  
артериальных стволов и фасций»*

**«...для учителя такой прикладной науки, как  
медицина, имеющей дело прямо со всеми  
атрибутами человеческой натуры,  
необходима, кроме научных сведений и  
опытности, еще добросовестность».**

**Н.И. Пирогов**

**1840 год, февраль.** Николай

Иванович Пирогов получил предложение занять кафедру Медико-хирургической академии Санкт-Петербурга.

В ответ на предложение Пирогов сообщил, что «...иметь кафедру без клиники не согласен...» и представил попечителю академии свой проект.

В этом проекте Н.И. Пирогов считал необходимым создать госпитальную хирургическую клинику, где будущий врач мог бы видеть «массу одинаковых болезненных случаев... и индивидуальные их отклонения».

**1840 год, ноябрь.** Уход Н.И. Пирогова из Дерпта, переход в Медико-хирургическую академию Санкт-Петербурга.

**1841, март, Санкт-Петербург.** По проекту Пирогова учреждена новая кафедра госпитальной хирургии в Медико-хирургической академии.

*Санкт-Петербург. Медико-хирургическая академия.  
1836 г.*

**1841 год, июль.** Профессор хирургии императорской Петербургской Медико-хирургической академии Пирогов определен в Санкт-Петербургский инструментальный завод со званием директора технической части (занимал эту должность с 1841 по 1856 г.) в целях улучшения, как он выражался, «внешних и внутренних качеств инструментов».

С приходом на завод Пирогов стал глубоко вникать в процесс производства.

На этом поприще Н.И. Пирогов оставил неизгладимый след в истории развития русского хирургического инструментария. Его 15-летняя работа на 50 лет определила характер продукции завода.

Он создал следующие хирургические наборы:

фельдшерский карманный, ординаторский, батальонный, полковой, корпусной, госпитальный.

Созданные им укладки выпускались на заводе и находились на снабжении армии в продолжение почти всей второй половины XIX столетия.

*Пробные инструменты, изготовленные немецким мастером Клейнгансом по заказу Пирогова в 1841 г.*

1842 г, январь. Н.И.Пирогов представил в конференцию академии предложение об издании полного курса прикладной анатомии с целью облегчить учащимся усвоение столь трудного предмета.

Конференция Медико-хирургической академии пришла к заключению, что предлагаемое издание, несомненно, принесет пользу студентам, врачам.

Пирогов принялся с большим рвением за осуществление идеи: тщательно препарировал послойно каждую область, а художник Мейер с большим искусством выполнял рисунки в натуральную величину.

На обороте титульного листа первого выпуска полного курса прикладной анатомии значится:

Цель автора прикладной анатомии состоит в том, чтобы сообщить врачам посредством с натуры снятых изображений прикладную сторону анатомии, потому три отделения будут составлять полный курс издания: анатомия физиологическая, хирургическая и патологическая.

***«Порядок, в котором автор излагает описание предметов, есть чисто топографический образ изготовления препаратов, послойный; таким образом, все органы, составляющие особенный слой в какой-либо стороне тела, будут изображены вместе в их относительном положении».***

**Н.И. Пирогов**

1844 год, октябрь, Санкт-Петербург. Н.И. Пироговым подано прошение об организации в академии Анатомического института.

1845 год, январь, Санкт-Петербург. Н.И. Пирогов подал в конференцию академии проект устава и устройства Анатомического института.

*Таблица первого выпуска  
« Полного курса  
прикладной анатомии  
человеческого тела» Н.И.  
Пирогова*



**1846 год, Санкт – Петербург.** Создан первый в мире Анатомический институт.

**1846 год** (после создания института). Н.И. Пирогов выехал за границу по делам института; посетил ряд анатомических учреждений Западной Европы; приобретал инструменты для института, подыскивал себе подходящих сотрудников.

**1846 год.** Первое издание оригинального труда «Анатомические изображения наружного вида и положения органов, заключающихся в трех главных полостях человеческого тела, назначенные преимущественно для судебных врачей».

## ***1.2. Очерк истории создания «распилов» и «Ледяной анатомии»***

«...История предков всегда любопытна для того,  
кто достоин иметь Отечество».

**Н.М. Карамзин**

*Сенная площадь в Петербурге, XIX век.*

***«Мы, люди обыденные, проходим без внимания мимо того предмета, который в голове гениального человека рождает творческую мысль; так и Николай Иванович, проезжая по Сенной площади, где зимою обыкновенно были расставлены рассеченные поперек, замороженные свиные туши, обратил на них особое внимание и стал применять замеченное к делу».***

**А.Л. Эберман**

**В 1849 году** Пирогов из «кабинета его величества» получил оставшиеся неизрасходованными 857 рублей 43 копейки. Деньги отпускались ему на продолжение курса

«Прикладной анатомии», но у Пирогова к этому времени созрела новая идея, осуществление которой принесло автору мировую известность.

Однажды зимой Николай Иванович проходил в трескучий мороз по Сенной площади. На полках в мясных лавках торговцы выставили свиные туши, идеально рассеченные топором в разных плоскостях. Замороженную тушу можно было распиливать в любом направлении, не нарушая расположения составляющих ее частей. Николай Иванович со вниманием рассматривал распилы свиных туш. Он с удивительной ясностью представил себе, какие блестящие возможности при изучении человеческого тела может дать замораживание трупов. Это было неожиданное открытие.

Тут же у него возникла мысль использовать метод замораживания трупов с последующим их распиливанием для топографических отношений органов, полостей и различных образований на конечностях (мышцы, сосуды, нервы и т.д.).

Из дневниковых записей Н.И.Пирогова:

«В течение двух или трех дней труп подвергался действию мороза до 20 градусов. Труп замораживался до плотности дерева. Взаимное анатомическое расположение исследуемых частей сохранялось в их естественном виде. Обычно же вследствие давления наружного воздуха, выхода газов и жидкостей из вскрываемых анатомом полостей взаимное расположение органов человека при жизни и после смерти в значительной степени отличается»

Н.И.Пирогов немедленно произвел пробные разрезы и результаты доложил в тесном кругу своих почитателей на заседании «Pirogoffischer Verein» (кружок, в который входили его почитатели, петербургские и дерптские врачи.).

*«В конце заседания профессор Пирогов показал несколько анатомических поперечных сечений грудной полости и её органов...»*

Из Протокола заседания Pirogoffischer Verein  
от 14 марта 1851 года

*Gruynna Pirogoffischer Verein*

***«При обычном способе анатомической препаровки не только значительно смещаются мышцы, сосуды и нервы вследствие нарушения нормальной их связи друг с другом, но удалении связующей их клетчатки, но, кроме того, подвергаются резкому смещению внутренние органы; последние при обычном способе вскрытия больших полостей резко смещаются входящим в эти***

*полости воздухом, который вытесняет их из обычных нормальных мест их расположения».*

**Н.И. Пирогов**

*Иллюстрация из атласа Н.И. Пирогова*

Взор ученого проникал в глубины человеческого тела.

Из дневниковых записей Пирогова:

*«Вот кожа, под ней жировая клетчатка, еще глубже – тоненькая каемочка фасции, облегающая красную серповидную полоску мышцы, опять фасция, вслед за ней еще мышца, надкостница, распилил трубчатой кости, костный мозг; на распилах видны в разрезе также вены и нервы»*

Распилы производились параллельно, на небольшом расстоянии друг от друга. Серии «дисков» сопоставлялись друг с другом.

Пирогов производил серийные распилы всех отделов тела в трех взаимно перпендикулярных плоскостях – горизонтальной, фронтальной и сагиттальной.

Самые нежные органы можно было распилить специально сконструированной пилой на тончайшие пластинки. Перед пытливым взором исследователя раскрывалась истинная, ничем не искаженная картина строения человеческого тела.

При изучении грудной и брюшной полости автором был применен метод анатомической скульптуры, который сводился в основном к препарированию замороженного трупа с помощью молотка и долота. Из дневниковых записей Пирогова:

*«Для этой цели труп замораживался до плотности камня (3-дневное действие температуры  $-18^{\circ}$  R) и затем при помощи долота, молотка, пилы и горячей воды обнажались и вылучивались органы, **скрытые в оледеневших слоях**. С помощью этих приемов и получено изображение нормального положения сердца и органов брюшной полости».*

На распилах замороженного трупа Николай Иванович прослеживал послойно всё, что на живом человеке хирург разрезает ножом, совершая какую-нибудь операцию.

Он обнаружил, что *«...за исключением полостей глотки, носа и ушного барабана и каналов дыхательного и кишечного, ни в какой части тела в нормальном состоянии никогда не встречается пустого пространства...»*

Своим замечательным методом Николай Иванович добился скульптурного изображения органов человеческого тела.

***«Анатомо-хирургический рисунок должен служить для хирургов тем, чем карта-путеводитель служит путешественнику».***

**Н.И. Пирогов**

*Таблица первого выпуска  
«полного курса прикладной  
анатомии человеческого тела»*

Интересен прием, при помощи которого Пирогов снимал рисунок в распилах. Из дневниковых записей Пирогова.

*Распиленная пластинка прикрывалась расчерченным на квадраты стеклом. Эта пластинка предварительно натиралась в холодной комнате губкой, намоченной в горячей*

воде, отчего тотчас же **покрывалась тончайшим слоем льда. Из-под гладкой ледяной поверхности** виднелись слои среза. Бумага, на которую наносился рисунок, так же была расчерчена на квадраты, как и стекло.

Художнику оставалось только разместить в квадратах бумаги те самые формы, которые просвечивали через соответствующие им квадраты стекла.

При таком способе срисовывания достигалась наибольшая точность изображения.

**1849 год.** Николай Иванович Пирогов начал составлять атлас топографической анатомии распилов, произведенных на замороженных трупах. Издание продолжалось почти 10 лет.

Атлас представляет собой многотомное монументальное произведение; содержит 224 таблицы и отдельно четыре тетради объяснительного текста. Рисунки сделаны с натуры художниками Моховым, Мейером, Мартинсоном и изданы литографическим способом. Пояснительный текст далеко не отражает всего, вернее, даже части того, что показано на рисунках с препаратов.

Это поистине неисчерпаемая сокровищница, которая еще далеко недостаточно освоена.

Метод, примененный автором, потребовал гигантского труда, на который мог быть способен только один Пирогов.

Рисунки атласа, порядок их расположения отражают и порядок их исследования: вначале представлены горизонтальные распилы, затем сагиттальные и, наконец, фронтальные. В атласе помещены рисунки **970 распилов**. Можно представить себе объем труда, затраченного Николаем Ивановичем Пироговым на его создание!

Результатом его титанического многолетнего труда в Петербурге явились две классические работы:

«Полный курс прикладной анатомии человеческого тела с рисунками (1843–1848)»;

«Атлас иллюстрированной топографической анатомии распилов, проведенных в трех направлениях через замороженное человеческое тело (1852–1859)» (в четырех томах).

**Эти работы удостоены Демидовской премии** Петербургской академии наук: столь наглядных анатомических картин до этого никто не видел.

Тираж атласа был скромным, составив 300 экземпляров. Поэтому это издание разошлось быстро, несмотря на высокую стоимость, и уже к началу XX века представляло собой библиографическую редкость.

Только в 1996 году впервые увидело свет новое издание на двух языках (русском и английском), отмеченное премией Н.И. Пирогова.

*«Самою высшею для меня наградою я почел бы убеждение, что мне удалось доказать нашим врачам, что анатомия не составляет, как многие думают, одну только азбуку медицины, которую можно без вреда и забыть, когда мы научимся кое-как читать по складам...»*

**Н.И. Пирогов**

## **Выводы**

➤ Распилы замороженных объектов, применяемые Н.И. Пироговым, являются совершенно новым методом в изучении патологической анатомии ряда заболеваний.

➤ Сравнивая топографическую анатомию распилов с хирургической анатомией ряда заболеваний, невольно приходишь к выводу, какое огромное значение приобретает простой метод в руках человека, кругозор которого не замыкался пределами предвзятой идеи. Ведь именно доскональное, глубокое изучение топографической анатомии лежит в основе клинического мышления у современного врача, использующего новейшие методы диагностики.

➤ Применение метода «ледяной» анатомии дало возможность Николаю Ивановичу Пирогову решать задачу анатомического изображения и создания препаратов, близких к исходному состоянию.

➤ Сочетание метода распилов и структурной анатомии позволило составить представление о точной локализации синтопии и скелетопии органов и сосудисто-нервных образований, выяснить их объемное отношение.

➤ Много нового внес Николай Иванович Пирогов в изучение спланхнологии. В его работах не остались без внимания вопросы анатомии нервной системы.

➤ Атлас открыл новые пути развития топографической анатомии как науки и новые горизонты в изучении взаимоотношений некоторых органов; в нем впервые показано значение экспериментальных исследований на трупе; среди таблиц обращают на себя внимание иллюстрации, отражающие возрастные изменения, а также различия в соотношениях органов и систем органов (шаг вперед по сравнению со своими современниками и предшественниками).

Петербургский и Дерптский периоды деятельности Николая Ивановича Пирогова вошли в историю отечественной медицины как периоды его наибольшего творческого напряжения. В это время Пирогов показал всему миру, на что способен русский врач, какие огромные потенциальные возможности таятся в русском народе и какими интеллектуальными силами обладает русский человек.

**Имя Н.И. Пирогова и его труды в академический период уже являлись не фундаментом, а величественным зданием отечественной медицины XIX столетия, которая отстояла не только право на самостоятельность, но и заняла ведущее положение в странах Европы.**

## **Раздел II.**

### **МЕТОДЫ ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКИ**

**«Начиная – нужно верить».  
Н.И. Пирогов**

Досконально изучая опыт топографической анатомии, а именно принцип последовательного изучения замороженных органов, опираясь на сформированные Н.И. Пироговым представления о послойном строении человеческого тела начала развиваться

идеология **неинвазивной диагностики**, чрезвычайно близкая к современным методам послойной компьютерной томографии.

Цель врача, писал чешский ученый Ян Пуркин: «...не только обновить жизнь, но и довести ее до наивысшей степени совершенства и красоты».

Для решения этой задачи надо каждому заболевшему поставить правильный диагноз и установить, какие патологические изменения развились в организме. Некоторые заболевания врач может распознать. Но в большинстве случаев для выявления симптомов болезни необходимо применить специальные методы. В дело вступает **медицинская диагностическая техника**.

Буквально пророческими оказались слова видного русского врача: **Ф.И. Чиж**

*«Усовершенствование методов исследования больных, в конце концов, состоит в расширении роли зрения при распознавании болезней. Все улучшения или завоевания диагностики состоят в том, что с помощью различных приспособлений зрению становится посредственно доступно то, что непосредственно видеть нельзя».*

Сейчас положение существенно изменилось: в распоряжении врача немало способов получения изображения органов и тканей больного. При этом врач уже не довольствуется лишь видимым светом, а переходит к использованию различных невидимых глазу излучений (лучевую диагностику).

### **Способы лучевой диагностики:**

- Термографический;
- Радионуклидный (радиосцинтиграфия);
- Ультразвуковое исследование (условно);
- Рентгенологический;
- Классическая линейная томография;
- Компьютерная рентгеновская томография;
- Магнитно-резонансная томография;
- Позитронно-эмиссионная томография.

## **2.1 Термографическая диагностика**

Каждый человек представляет собой источник теплового (инфракрасного) излучения. Посредством термографа можно улавливать инфракрасное излучение и преобразовывать его в изображение на экране электронно-лучевой трубки.

Термограф

Термограмма

**Термограмма** — получаемое изображение — показывает распределение тепла на поверхности тела человека

*Термограмма нижних  
конечностей.  
Нарушение кровотока  
третьей левой голени*

### **Биологические закономерности**

Распределение тепла зависит от особенностей кровоснабжения и уровней обменных процессов. В местах закупорки кровеносных сосудов тепловое излучение ослабевает.

Применение в клинической практике:

- в выявлении **нарушений кровотока:**  
**при обнаружении** очага воспаления, злокачественной опухоли (так как над ними регистрируется усиленное тепловое излучение);
- **при диагностике** острого аппендицита, острого холецистита, панкреатита.

## **2.2. Радионуклидный способ изображения органов и тканей**

### **Физические закономерности:**

В организм больного вводят радиофармацевтический препарат (РФП) - радионуклиды (вещества, изотопы которых содержат радиоактивные атомы).

Радионуклиды испускают  $\gamma$ -кванты, регистрируемые с помощью радиодиагностических устройств (гамма-камер, сканеров).

*Радионуклидная  
диагностика изотопом  $^{99}\text{Tc}$ .  
Костные метастазы*

### **Биологические закономерности**

На экране прибора получают картину – **сцинтиграмму**; наблюдают за поступлением в организм препарата, его распределением, концентрацией в том или ином органе.

Сцинтиграмма отражает положение, величину и форму органов, содержащих радиоактивные атомы. Картина позволяет обнаружить патологические очаги, в которых радиофармацевтический препарат не накапливается («холодный очаг») или кумулируется больше, чем в окружающих тканях («горячий очаг»).

Обнаружив патологический очаг, можно использовать данный метод ( $\gamma$ -излучение) и для терапевтического лечения. Это излучение отдает максимум своей энергии на глубине 6–8 см. Важная особенность излучения позволяет действовать на глубоко расположенные структуры без повреждения промежуточной ткани.

В качестве примера, на рисунках представлен регресс костных метастазов при радионуклидной терапии изотопом  $^{89}\text{Sr}$ .

а) до лечения      б) во время лечения      в) через 6 месяцев

## 2.3

### *Рентгенологический метод*

**Рентгенология** – наука особая. Прежде всего необычно ее название. В огромном мире науки имеются лишь единичные области знания, которые названы по имени своих творцов. Во всей многоотраслевой медицине есть лишь одна такая – **рентгенология**.

Ее название связано с именем немецкого физика **Вильгельма Конрада Рентгена**. 8 ноября 1895 года Рентген, изучая прохождение тока через разреженные газы при большой разности потенциалов, обнаружил **неизвестное излучение**, обладающее удивительным свойством: **проникать через тела и предметы**, не пропускающие видимый свет.

*В.К. Рентген неожиданно обнаруживает, что экран, лежащий на столе, светится желтовато-зеленоватым светом под воздействием невидимого излучения.*

**Метод**, основанный на этом свойстве, – **рентгенологический** – заключается в пропускании рентгеновского излучения через исследуемый объект с получением своеобразного теневого изображения этого объекта.

### *Историческая справка*

Первые рентгеновские снимки в России были выполнены в 1896 году в Санкт-Петербурге в Императорском клиническом институте Великой княжны Елены Павловны и Военно-медицинской академии, а также в Петербургском и Московском университетах.

### **Физические закономерности**



Известно, что рентгеновское излучение, проходя через однородный слой вещества, ослабляется им согласно **экспоненциальному закону**:

$$I_1 = I_0 \cdot e^{-\mu l},$$

где  $I_1$  – интенсивность рентгеновского излучения, падающего на вещество,  
 $I_0$  – интенсивность рентгеновского излучения, прошедшего в веществе слой длиной  $l$ ;  
 $\mu$  – линейный коэффициент ослабления рентгеновского излучения веществом.

*Зависимость интенсивности  
излучения, прошедшего в веществе  
от толщины слоя*

### Биофизические закономерности

Важную роль в диагностике заболеваний различных внутренних органов играет  $\mu$  – **коэффициент ослабления излучения** и его зависимость от свойств ткани. В большинстве случаев  $\mu$  пропорционален  $\rho$  – средней плотности ткани,  $\lambda^3$  – третьей степени длины волны рентгеновского излучения и, что самое важное,  $Z^3$  – третьей степени порядкового номера атома вещества, составляющего ткань, т.е.:

$$\mu = Z^3 \cdot \rho \cdot \lambda^3$$

Вследствие прохождения однородного рентгеновского излучения через органы и ткани разной величины, плотности и химического состава, пучок на выходе из тела становится неоднородным.

**Способность же органов и тканей неодинаково поглощать излучение (из-за их различной величины, плотности и химического состава) называется естественной контрастностью органов по отношению друг к другу.**

Поглощение рентгеновских лучей почти не зависит от того, в каком соединении атом представлен в веществе, поэтому можно легко сравнивать  $\mu$ -коэффициент ослабления кости  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  и, например, воды  $\text{H}_2\text{O}$ ; подставив значения, получаем

$$\mu_{\text{кости}} / \mu_{\text{воды}} = 68$$

Результат расчета показывает, что естественная контрастность тканей кости значительно (в 68 раз) ослабляет рентгеновское излучение по сравнению с водой.

Существенное различие поглощения рентгеновского излучения разными тканями позволяет в теневой проекции видеть изображение внутренних органов тела человека.

### Технология рентгеновского исследования

В самом общем виде система рентгенологического исследования состоит из 4 элементов:

- ❖ Источник излучения.
- ❖ Объект исследования.
- ❖ Приемник излучения.
- ❖ Специалист, производящий исследования.

**Источник излучения – рентгеновская трубка рентгеновского аппарата.**

**Приемник излучения** – прибор или приспособление, трансформирующее энергию неоднородного рентгеновского пучка, выходящего из тела больного, в изображение.

### **Виды приемников излучения**

• **Флюороскопический экран** для просвечивания, покрытый специальным составом, который светится под влиянием рентгеновского излучения, и поверх – просвинцованным стеклом, защищающим врача от излучения. На использовании подобного экрана основан **метод рентгеноскопии**.

• **Рентгеновская пленка**, в эмульсии которой присутствуют галоидные соединения серебра. Рентгеновское излучение разлагает это соединение, поэтому после проявления и фиксирования экспонированной пленки на ней возникает изображение объекта. На этом основан **метод рентгенографии**.

### ***Рентгенограмма грудной клетки***

• **Селеновая пластина** (вместо пленки), заряженная электричеством. Под действием рентгеновского пучка изменяется потенциал в разных частях слоя и образуется скрытое изображение из электростатических зарядов.

В специальном устройстве это изображение переносится на бумагу (в кратчайшие сроки – 2–3 минуты). Подобный метод называется **электрорентгенографией**.

*Электрорентгенограмма кисти  
и лучезапястного сустава*

• **Фотографирование** рентгеновского изображения прямо со светящегося экрана на фотопленку. Подобный метод называется **флюорография**.

Принцип флюорографии. 1 – рентгеновская трубка, 2 – флюорографический экран, 3 – фотокамера с объективом

Этот метод позволяет быстро получить: большое число снимков без траты рентгеновской пленки, содержащей дорогостоящие соединения серебра, и без «мокрого» фотопроцесса.

Фотосъемку производят с помощью зеркально-линзового оптического устройства..

#### **Достоинства методов:**

##### **1. Рентгеноскопии:**

- Методика проста и экономична позволяет наблюдать за движением органов из-за перемещения в них контрастного вещества
- Даёт возможность исследовать больного в разных положениях

##### **2. Рентгенографии:**

- Прост и необременителен для больного.
- Можно производить как в рентгеновском кабинете, так и в операционной.
- На снимках получается четкое изображение благодаря естественной контрастности.
- Снимок является документом, который может храниться долгое время.

##### **3. Электрорентгенографии:**

- позволяет быстро получить большое число снимков без траты рентгеновской плёнки, содержащей дорогостоящие соединения серебра, и без «мокрого» фотопроцесса.

##### **4. Флюорографии:**

- Методика весьма экономична
- Процесс съёмки на плёнку занимает меньше времени, чем изготовление рентгенограмм.
- Применяют для массовых обследований больших групп населения.

## **2.4. Ультразвуковая диагностика**

### **Физические закономерности**

**Ультразвук** представляет колебательные движения частиц упругой среды.

Для ультразвукового излучения используют частоту от 1 до 20 млн Герц (1–20 МГц).

В биологических средах распространяются только продольные ультразвуковые волны.

Применение ультразвуковых колебаний для исследования внутренней структуры вещества ведет начало с 1928 года, когда был создан метод ультразвуковой дефектоскопии.

**Физической основой** этого метода являются различия в пропускании ультразвука сплошным металлом и при наличии в нем неоднородности. Измеряя интенсивность прошедшей через отливки ультразвуковой волны можно обнаружить присутствующий в них дефект.

В 1935 году был разработан метод выявления ультразвукового эха, т.е. отражения от встречающихся на пути распространения ультразвуковых волн различных дефектов и инородных включений.

### Получение ультразвука

**Излучатель ультразвука – пьезоэлектрическая пластина**, изготовленная из монокристаллов кварца, сульфата лития, покрывается слоем серебра для обеспечения электрического контакта.

При воздействии на пьезоэлектрический кристалл электрического потенциала, кристалл начинает сжиматься и растягиваться, что сопровождается возникновением ультразвуковых колебаний, частота которых зависит от частоты приложенного к кристаллу переменного электрического поля.

При наличии акустического контакта между излучателем и телом человека в тканях тела распространяется ультразвуковая волна. Проходя через границы раздела сред: *жир – кость, мышца – кость* и других, ультразвуковая волна теряет часть своей энергии, которая отражается в направлении к источнику. Прошедшая через границу волна, встречая новую границу сред, в свою очередь испытывает частичное отражение.

Этот процесс продолжается до полного затухания ультразвуковых колебаний, что связано с потерями энергии за счет трения колеблющихся частиц среды, а также с потерями при отражении.



### Эффект Допплера

Время

Ультразвуковой луч, направленный на какой либо движущийся объект, отражается от него и направляется обратно к датчику, но уже с другой частотой, отличной от излучаемой.

При движении объекта в сторону датчика частота отраженного сигнала увеличивается, а при отражении сигнала от удаляющегося объекта – уменьшается. Зная частоту посланного и измеряя частоту отраженного сигнала, можно определить (по сдвигу частот) скорость движения отражающего объекта.

### Биофизические основы ультразвуковой диагностики.

Ультразвук обладает способностью отражаться от границы двух сред с различным акустическим сопротивлением.

Акустическое сопротивление среды  $Z$  определяется как произведение плотности среды ( $\rho$ ) на скорость ( $v$ ) распространения в ней ультразвуковой волны:  $Z = \rho \cdot v$  (кг/м<sup>2</sup> · с).

Отношение интенсивности отраженной и падающей ультразвуковой волны  $R$  называется коэффициентом отражения и в ряде случаев его находят по формуле, которую в более общем виде можно записать так:

$R = (Z_1 - Z_2 / Z_1 + Z_2)^2$ , где  $Z_1$  и  $Z_2$  – акустические сопротивления  $Z$  первой и второй сред.

Акустические сопротивления  $Z$  для *воды и мягких тканей* различаются незначительно: *вода* –  $1,49 \cdot 10^5$  г/см<sup>2</sup> · с; *мышечные ткани* –  $1,66 \cdot 10^5$  г/см<sup>2</sup> · с; *жир* –  $1,32 \cdot 10^5$  г/см<sup>2</sup> · с. Соответственно коэффициенты отражений на границах раздела этих сред не превышают 0,05–0,08.

Для твердых тел акустическое сопротивление  $Z$  в несколько раз больше: для *костей черепа* оно составляет  $6,22 \cdot 10^5$  г/см<sup>2</sup> · с. Воздух имеет значительно меньшую плотность, и скорость распространения в нем ультразвука соответственно меньше. Акустическое сопротивление  $Z$  воздуха  $42,6$  г/см<sup>2</sup> · с.

Из приведенных данных следует, что на границе между мягкими тканями и костью коэффициент отражения значительно выше и достигает **0,6**. В том случае, если на пути ультразвуковой волны возникает воздушная прослойка, происходит практически полное отражение волны ( **$R \approx 1$** ). Поэтому необходимо смазывание поверхности кожи гелем, который выполняет роль переходной среды, ограничивающей отражение.

Помимо этого степень отражения зависит от угла падения на границу двух сред.

Таблица

#### Коэффициент отражения ультразвука

Граница раздела сред	Коэффициент отражения
Печень – камни печени	0,03
Мышца – кость	0,33
Мозг – кости черепа	0,35
Кровь – почка	0,0004

Коэффициент отражения тем больше, чем выше различие в акустическом сопротивлении тканей  $Z$ .

#### Средства диагностического ультразвукового исследования:

- Эхография.
- Ультразвуковое сканирование.
- Ультразвуковая локация с использованием эффекта Допплера (Допплерография).

#### Принципы работы ультразвуковых аппаратов

В 1940-х годах для исследования внутричерепных повреждений измеряли интенсивность ультразвука, прошедшего через череп и мозг больного, а в 1950-е годы появились медицинские аппараты, работающие по принципу эха.

Датчик, содержащий пьезоэлектрические преобразователи, генерирует ультразвуковые волны, которые отражаются от исследуемого объекта, возвращаются к датчику в виде отраженных эхосигналов и поступают в блок памяти, где происходит их последующая обработка: преобразуются в изображения на экране монитора ультразвукового аппарата.

В зависимости от типа развертки изображение может быть:

- одномерным – эхограмма
- двухмерным – сканограмма или сонограмма

Диагностические УЗ-приборы подразделяются на две основные группы:

- одномерные
- двухмерные

Одномерные УЗ-приборы дают - одномерное изображение: А- (amplitude) и М- (motion) методы.

УЗ-приборы А-типа записывают отраженные сигналы в виде вертикальных осцилляций различной амплитуды, расположенных на горизонтальной линии развертки на определенном расстоянии друг от друга.

Каждая ткань на эхограммах изображается двумя импульсами, отраженными от ее противоположных поверхностей. Амплитуда импульсов пропорциональна акустическому сопротивлению тканей.

М- метод – разновидность метода одномерной эхографии; используется для исследования движущихся структур.

### Двухмерные УЗ-приборы – сканеры

**Сканер** – прибор, предназначенный для получения изображения практически любых внутренних органов. Основным режимом работы сканера является В-сканирование – двухмерное изображение органа, М-сканирование – одномерное изображение, развернутое во времени, с яркостно-контрастным представлением внутренних структур органа.

На сегодняшний день самым распространенным методом представления изображения является секторное В-сканирование. Суть метода в том, что ультразвуковой сигнал посылается в среду с веерной разверткой по плоскости построения изображения.

На сканограмме представлено изображение внутренних структур печени человека:

а) веерная развертка УЗ-сигнала; б) изображение на экране монитора; слева – шкала «яркость – плотность».

### Допплерография (ультразвуковая локация с использованием эффекта Доплера).

#### Метод определения скорости кровотока по эффекту Доплера

На кровеносный сосуд *Сканограмма* направляется ультразвук с частотой  $\nu_0$ , а затем приемником регистрируется отраженный от движущихся эритроцитов крови сигнал частоты  $\nu$ .

Специальные устройства сравнения находят разность частот –  $\Delta\nu$ . Эта разность оказывается пропорциональной скорости эритроцита, примерно равной скорости движения крови в сосуде.

На экране дисплея компьютера одно из возможных направлений окрашивается в красный цвет, а противоположное – в синий; интенсивность окраски указывает на величину скорости кровотока.

Кровеносный  
сосуд

### Формула определения скорости кровотока:

$$V = \Delta \nu C / 2 \nu_0 \cos Q,$$

где  $V$  – скорость кровотока;

$\nu$  – сдвиг частоты ультразвукового сигнала;

$C$  – скорость распространения ультразвука в среде, равная в среднем 1540 м/с;

$Q$  – угол между направлением ультразвукового луча и направлением движения объекта;

$\nu_0$  – исходная частота ультразвукового сигнала.

### Применение ультразвука в клинической практике

**Одномерный эхографический метод** не дает привычной по рентгеновским снимкам картины внутренних тканей и органов, однако во многих случаях обеспечивает получение необходимой информации.

**В офтальмологии** этот метод применяют:

- для измерения анатомо-оптических структур глаза;
- определения размера и формы глазного яблока;
- диагностики опухолей, отслойки сетчатки и сосудистой оболочки;
- обнаружения и локализации инородных тел и др.

**В неврологии:**

• обеспечивает высокую точность определения срединных структур мозга (так называемого М-эха), что позволяет диагностировать различного рода опухоли и кровоизлияния в мозге.

**В акушерской практике** используется:

- для определения предлежания, позиции и вида плода;
- измерения межтеменного диаметра головки плода, что позволяет следить за развитием плода и устанавливать его массу (начиная с 8–10 недель беременности);
- измерения размеров таза и др.

## *Эхограмма профиля плода*

\*\*\*

- В настоящее время ультразвуковая диагностика стала общепринятым диагностическим методом и по информативности не уступает многим другим.

- Во многих отношениях ультразвуковой метод имеет существенные преимущества по сравнению с рентгеновским:

- практически полностью отсутствуют какие-либо побочные эффекты (при соответствующем подборе интенсивности);

позволяет производить длительные многократные ультразвуковые исследования любых частей тела, включая исследование плода во все периоды беременности;

### *Эхограмма лимфатического узла*

- высокая чувствительность к акустическим неоднородностям дает возможность получать эхограммы мягких тканей, например, опухолей молочной железы, нарушений в глазном яблоке и т.д.;

- быстрое сканирование позволяет наблюдать динамику внутренних органов – сокращения сердца и др.;

- позволяет проводить достаточно точное определение размеров внутренних органов и их частей, что во многих случаях имеет важное диагностическое значение.

Эти и другие особенности и преимущества ультразвуковой диагностики обусловили ее широкое признание и внедрение во многие области медицины.

## **2.5. Линейная (классическая) томография**

Обычное рентгеновское изображение является проекционным.

На рентгенограмме получается изображение, которое представляет собой суммационную картину – наложение друг на друга теней всех деталей объекта, расположенных по ходу пучка излучения (рис).

### *Суммация теней на рентгенограмме (схема)*

Из рисунка следует, что тени деталей, находящихся в объекте на разной глубине, суммируются на плоскости пленки в сложную общую тень. На изображении органа или патологического образования, которое интересует врача, наслаиваются тени соседних органов и тканей.

Между тем суть рентгенологического исследования состоит как раз в выделении его тени из тени прочих образований, лежащих на пути рентгеновского пучка.

При любом рентгенологическом исследовании пучок излучения пронизывает всю толщу исследуемой части тела и затем попадает на пленку. Но есть способ «расчленить» суммационную картину на изображения отдельных слоев объекта.

Для получения изолированного изображения структур, расположенных в одной плоскости, используется томография.

Томографический эффект достигается следующим образом (рис.).



*Принцип томографии. Цифрами показаны последовательные положения трубки и кассеты в процессе съёмки.*

В процессе съёмки рентгеновская трубка и кассета с пленкой синхронно перемещаются относительно больного. В результате на пленке получается более или менее резкое изображение только тех деталей, которые лежат в объекте на заданной глубине, в то время как изображение деталей, лежащих выше или ниже, становится нерезким, «размазывается».

Наибольшее распространение получил метод съёмки, при котором исследуемый объект оставался неподвижным, а рентгеновская трубка и кассета с пленкой перемещались согласованно в противоположном направлении.

Уровень выделяемого слоя задается изменением положения центра вращения системы «рентгеновская трубка – пленка», а толщина выбираемого слоя определяется амплитудой движения.

Чем больше амплитуда, тем тоньше будет томографический слой. Обычно амплитуда составляет 20–50°. Если задается малый угол 3–5°, то получается изображение толстого слоя.

Таким образом, можно получить четкое изображение любого слоя. Описанное выше послойное рентгеновское исследование проводят без применения компьютеров.

Классическая линейная томография наиболее широкое распространение получила в пульмонологии. Она позволяет получать изображение трахеи и крупных бронхов без использования контрастирующих веществ, обнаружить увеличение размеров внутригрудных лимфатических узлов.

В настоящее время доля этого метода в исследованиях уменьшается в связи с относительно малой информативностью. В России в связи метод остается актуальным.

Практическое значение рассмотренного вида томографии уменьшилось в связи с наступлением «эры компьютерной томографии».

## **2.6. Компьютерная томография**

Мы живем в эпоху, когда расстояние от самых безумных фантазий до совершенно реальной действительности сокращается с невероятной быстротой.

**Максим Горький**

### **Этапы «рождения» методики компьютерной томографии.**

Компьютерная томография буквально «взорвала» не только лучевую, но и вообще медицинскую диагностику: ведь впервые за всю историю развития медицины после Н.И. Пирогова у врача появилась уникальная возможность изучить у живого человека неинвазивным методом анатомические структуры внутренних органов диаметром всего несколько миллиметров.

Идея томографии родилась в далекой Южно-Африканской Республике у физика Алан Кормака. В Кейптаунской больнице Хроуте-Схюр его поразило несовершенство технологии исследования головного мозга.

Этой идее предшествовал следующий факт.

### *И. Радон*

1917 год. Базируясь на установленном факте, что рентгеновское излучение, проходя через однородный слой вещества, ослабляется им по экспоненциальному закону, австрийский математик И. Радон разработал систему теорем, которые впоследствии легли в основу создания алгоритмов восстановления изображений в компьютерной томографии.

### *Алан Кормак*

Усовершенствовав математический аппарат системы теорем Радона, А. Кормак применил данный способ при расчетах взаимодействия узкого пучка рентгеновского излучения с веществом мозга.

1963 год. Публикация статьи А. Кормака о возможности компьютерной реконструкции изображений мозга.

1970 год. Группа инженеров английской фирмы электромузыкальных инструментов во главе с Г. Хаунсфилдом занялась этим вопросом. Время сканирования первого объекта (мозга, консервированного в формалине) на созданной ими *Г. Хаунсфилд у компьютерного томографа*

экспериментальной установке составило 9 часов. Как робки были первые шаги компьютерной томографии и далеки первые результаты исследований от нынешних блестящих успехов!

1972 год. Произведена первая томограмма женщине с опухолевым поражением мозга.

1972 год, 19 апреля. Выступление Г. Хаунсфилд и врача Дж. Амброус с сенсационным сообщением «Рентгенология проникает в мозг» на конгрессе Британского радиологического института.

1979 год. Присуждение Нобелевской премии А. Кормаку и Г. Хаунсфилду по физиологии и медицине за «создание компьютерного томографа». Это был первый случай в истории, когда Нобелевская премия была присуждена за создание аппаратуры.

Мы не случайно рассказываем об истории создания нового метода. Для молодых исследователей она поучительна и дерзким замыслом первых исследователей, и не меньшей смелостью фирмы, предоставившей средства для создания прибора, весьма далекого от ее основной продукции

### **Компьютерная томография использует различные физические явления:**

- рентгеновское излучение;
- эмиссию гамма-фотонов;
- явление ядерного магнитного резонанса;
- реакцию аннигиляции пары: электрон и позитрон и т.д.

### **На вышеуказанных явлениях работают:**

- рентгеновские компьютерные томографы (КТ);
- позитронно-эмиссионные томографы (ПЭТ);
- однофотонные эмиссионные томографы (ОЭКТ);
- магнитно-резонансные томографы (МРТ) и т.д.

Начало современной томографии положила рентгеновская компьютерная томография – это послойное рентгенологическое исследование, основанное на компьютерной реконструкции изображения, получаемого при круговом сканировании объекта (от англ. *scan* – бегло просматривать) узким пучком рентгеновского излучения.

**Томограф** – это комплекс аппаратуры, предназначенный для неинвазивного получения послойных изображений внутреннего строения органов человека или организма в целом или фрагмента отдельного органа.

Томограф - это чрезвычайно сложное устройство, при создании которого были использованы наиболее прогрессивные компьютерные, электронные и механические технологии.

В комплекс компьютерного томографа входят следующие блоки: (взято из технической документации на КТ производство компании Siemens):

1. Гентри (внутри которого рентгеновская трубка, детекторы, измеряющие интенсивность излучения и система перемещения трубки и детекторов) со столом, на котором располагается пациент.

Гентри со столом	лучения
---------------------	---------

Генератор рентгеновского излучения.

Компьютерная система Консоль
------------------------------

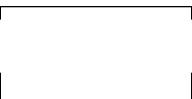
2. Компьютерная система, осуществляющая управление блоками томографа, сбор, обработку и хранение данных.

3. Консоль оператора, обеспечивающая взаимодействие с пользователем, которая отображает изображения и представляет средства для их обработки, позволяет вводить данные пациента.

### **Технология получения рентгеновских отображений, применяемых во всех томографах**

Метод основан на измерении и сложной компьютерной обработке разности ослабления рентгеновского излучения различными по плотности тканями.

Узкий пучок рентгеновского излучения сканирует человеческое тело по окружности. Проходя через ткани, излучение ослабляется.



### *Схема получения изображения в рентгеновском КТ*

По другую сторону от пациента установлена круговая система датчиков рентгеновского излучения, каждый из которых (а их количество может достигать нескольких тысяч) преобразует энергию излучения в электрические сигналы.

После усиления эти сигналы преобразуются в цифровой код, который поступает в память компьютера. Зафиксированные сигналы отражают степень ослабления пучка рентгеновских лучей (и, следовательно, степень поглощения излучения) в каком-либо одном направлении.

Вращаясь вокруг пациента, рентгеновский излучатель «просматривает» все тело в разных ракурсах, в общей сложности под углом  $360^{\circ}$ .

К концу вращения излучателя в памяти компьютера оказываются зафиксированными все сигналы от всех датчиков.

Продолжительность вращения излучателя в современных томографах очень небольшая, всего 1–3 секунды, что позволяет изучать движущиеся объекты.

Обычно при компьютерной томографии не ограничиваются получением одного слоя. Для уверенного распознавания поражения необходимо несколько срезов, как правило, 5–10; их выполняют на расстоянии 5–10 мм друг от друга (стол с пациентом сдвигается на 1 шаг по горизонтали внутрь кольца на расстояние между слоями изображения. И далее весь цикл повторяется столько раз, сколько требуется получить слоев исследуемого органа).

Для ориентации в расположении выделяемых слоев относительно тела человека на этом же аппарате производят обзорный цифровой снимок изучаемой области – рентгенотопограмму, на которой и отображаются выделяемые при дальнейшем исследовании уровни томограмм.

Для сравнения на рисунке представлены примеры рентгенограммы и томограммы коленного сустава.

Полученная информация обрабатывается в компьютере по алгоритму, заносится в его память.

КТ-изображение представлено в цифровом виде. Оно состоит из большого количества пикселей, яркости которых записываются в форме матрицы. Яркость пикселя отражает ослабление рентгеновского излучения соответствующим вокселем (объемным элементом), на мониторе строится яркостное черно-белое или цветное изображение слоя органа.

*Рентгенограмма и томограмма коленного сустава*

**Этапы развития**

**компьютерной томографии**

**технологии**

В процессе технического совершенствования были предложены варианты сбора данных, различающиеся характеристиками излучения, количеством и расположением датчиков, методикой перемещения источника излучения и датчиков.

Указанные варианты принято называть поколениями.

К началу XXI столетия уже создано 5 поколений компьютерных томографов.

Основная идея восстановления изображения с использованием плоских преобразований И. Радона хотя и усовершенствована (А. Кормак), но в целом сохранилась во всех поколениях.

### Томографы первого поколения

– 1 источник излучения и 1 датчик.

Источник создает узкий пучок параллельных лучей, которые, проходя через исследуемый объект, регистрируются датчиком.

Для получения одной проекции, необходимо выполнить ряд перемещений датчика и источника. Время сбора данных для одного среза около 5 минут.



### Томографы второго поколения

– несколько датчиков (около 30, работающих одновременно). Это позволило уменьшить количество линейных перемещений и снимаемых проекций; время исследования сократилось до 20–60 секунд);

*Схема сканирования в компьютерных томографах первого поколения:  
а) получение первой проекции; б) поворот для получения второй проекции; в) получение второй проекции;*

–  
датчики

располагались вдоль одной линии и облучались веерообразным пучком рентгеновских лучей с углом расхождения 5–12°.

### Томографы третьего поколения.

– угол  
рентгеновских  
–  
датчиков 380–  
зависимости

*Схема сканирования в компьютерных томографах  
второго поколения: а) получение первой проекции;  
б) поворот для получения следующей проекции*

расхождения  
лучей 42°;  
количество  
768, в  
от модели.

Для снятия данных, соответствующих одному срезу, система источник – датчики совершает оборот на 240–360°

– время снятия данных составляет 0,7–14 секунд.

Большинство современных медицинских компьютерных томографов, используемых в клинической практике, относится к третьему поколению.

### Томографы четвертого поколения.

– датчиков 424-2400;

*Схема сканирования  
в компьютерных томографах  
третьего поколения*

- время сбора данных 0,7–12 секунд;
- вращение совершает только рентгеновская трубка, установленная внутри неподвижного кольца датчиков.

### **Томографы пятого поколения (спиральные томографы)**

#### **Спиральная компьютерная томография (СКТ).**

1989 год. Группа ученых, под руководством Т. Takakura выполнила первое клиническое исследование на спиральном КТ. Спиральная компьютерная томография (СКТ) позволила преодолеть ряд существенных ограничений традиционной КТ. Возникновение сканирования стало возможным благодаря появлению конструкции гентри с кольцом скольжения,

*Схема сбора данных в компьютерных томографах  
четвертого поколения*

позволяющим трубке и детекторам вращаться непрерывно.

Излучатель движется по спирали по отношению к телу пациента и захватывает таким образом за короткий промежуток времени, измеряемый несколькими секундами, определенный объем тела, который в последующем может быть представлен отдельными дискретными слоями.

В последних моделях используют одновременно несколько слоев принимающих детекторов, что позволяет за один оборот источника получить изображение нескольких слоев органа.

*Принцип работы спирального компьютерного томографа*

Такая  
технология  
называется

мультиспиральная рентгеновская компьютерная томография (МСКТ).

Вначале делали 2- или 4-спиральные КТ (2–4 слоя детекторов). В последних моделях КТ используют 32 и даже 64 слоя детекторов, соответственно получая сразу за оборот источника до 64 срезов.

Современный МСКТ совершает оборот источника за 0,42 секунды, давая толщину одного среза 0,17 мм.

Спиральная томография инициировала создание новых, чрезвычайно перспективных способов визуализации – компьютерной ангиографии, трехмерного объемного изображения органов и, наконец, так называемой виртуальной эндоскопии, которая стала венцом современной медицинской визуализации.

При использовании стандартных программ компьютер реконструирует внутреннюю структуру объекта. В результате этого получается изображение тонкого слоя изучаемого органа, обычно порядка нескольких миллиметров, которое выводится на дисплей, и врач обрабатывает его применительно к поставленной перед ним задаче:

- может масштабировать изображение (увеличивать и уменьшать), выделять интересующие его области (зоны интереса);
  - определять размеры органа, число или характер патологических образований.
- Попутно врач определяет плотность ткани.

### **Определение плотности ткани**

При реконструкции изображения вычисляется не абсолютное значение коэффициента ослабления рентгеновского излучения тканью, а некоторая нормированная величина. Эта величина выражается в виде целого числа в диапазоне от –1000 до +1000. Указанные числа называют КТ-числами или единицами Хаунсфилда (HU).

Значения чисел Хаунсфилда для некоторых веществ приведены в *таблице*.

Изменение на 10 единиц КТ соответствует изменению на 1% относительно коэффициента ослабления воды.

Шкала Хаунсфилда задает 2000 уровней для коэффициента ослабления, что должно быть отражено на экране дисплея.

Следует помнить:

плотность кости составляет +1000 HU;

плотность воздуха равна –1000 HU.

*Компьютерная томограмма брюшной  
полости. Метастазы в печени (стрелки)*

Все остальные ткани человеческого тела занимают промежуточное положение (обычно от 0 до 200–300 HU).

Естественно, такой диапазон плотностей отобразить ни на дисплее, ни на фотопленке нельзя, поэтому врач выбирает ограниченный диапазон на шкале Хаунсфилда – «окно», размеры которого обычно не превышают нескольких десятков единиц Хаунсфилда.

Параметры «окна» (ширина и расположение на всей шкале Хаунсфилда) всегда обозначают на компьютерных томограммах.

После такой обработки изображение помещают в долговременную память компьютера или сбрасывают на твердый носитель – фотопленку.

### **Применение в клинической практике.**

- использование в диагностике заболеваний.
- под контролем компьютерной томографии производят пункции и прицельную биопсию различных органов и патологических очагов;
- контроль эффективности консервативного и хирургического лечения больных;
- точный метод определения локализации опухолевых поражений, что используют для наводки источника радиоактивного излучения на очаг при проведении лучевой терапии злокачественных новообразований.

## ***2.7. Томография, использующая методы ядерной физики***

***Знаменем последнего десятилетия явилось стремительное развитие магнитно-резонансной интроскопии.***

### **Магнитно-резонансная томография**

#### **История создания**

**В 1946 г.** группы исследователей в Стэнфордском и Гарвардском университетах независимо друг от друга открыли явление, которое было названо ядерно-магнитным резонансом (ЯМР). Суть его состояла в том, что ядра некоторых атомов, находясь в магнитном поле, под действием внешнего электромагнитного поля способны поглощать энергию, а затем испускать ее в виде радиосигнала.

За это открытие **F. Bloch** и **E. Purcell** в **1952 г.** были удостоены Нобелевской премии. Новый феномен вскоре научились использовать для спектрального анализа биологических структур (ЯМР-спектроскопия).

**В 1973 г. Пауль Лотербур** впервые показал возможность получать изображения с помощью ЯМР-сигналов: он представил изображение двух наполненных водой капиллярных трубочек, а позднее, **в 1982 г. П. Мэнсфилд** на Международном конгрессе радиологов в Париже были продемонстрированы первые томограммы. Так родилась ЯМР-томография, которая в дальнейшем получила название **МРТ**.

*П. Лотербур и П. Мэнсфилд на вручении Нобелевской премии*

**В 2003 году П. Лотербур и П. Мэнсфилд** получили Нобелевскую премию по физиологии и медицине за разработку методов МР-томографии.

#### **Физические основы.**

Термин **магнитно-резонансная томография (МРТ)** принят для обозначения процесса производства изображения с помощью компьютера на основе принципа **ядерного резонанса протонов** (ядер атомов водорода).

Как известно, организм человека состоит **на 90% из воды и органических веществ**, в состав которых входят ядра атомов водорода – **протоны**. Протон постоянно вращается. Следовательно, вокруг него тоже образуется тоже магнитное поле, которое имеет магнитный момент или **спин**. При помещении вращающегося **протона** в магнитное поле возникает **прецессирование** протона (движение оси вращения протона, при котором он описывает круговую коническую поверхность).

**МРТ** основана на явлении **ядерно-магнитного резонанса**. Если тело, находящееся в постоянном магнитном поле, облучить **внешним переменным магнитным полем**, **частота** которого точно равна **частоте** перехода между энергетическими уровнями ядер атомов, то ядра начнут переходить в вышележащие по энергии квантовые состояния. Иными



словами, наблюдается избирательное (**резонансное**) поглощение энергии электромагнитного поля. При прекращении воздействия переменного электромагнитного поля возникает резонансное выделение энергии в виде МР-сигнала.

### Технология МРТ.

Пациента помещают в сильное магнитное поле. Это приводит к тому, что все протоны в теле выстраиваются параллельно направлению магнитного поля. В этот момент аппарат радиоволной проводит сканирование (электромагнитный сигнал) в виде импульса в двух вариантах: более короткого, который поворачивает протон на  $90^\circ$ , и более продолжительного, поворачивающего протон на  $180^\circ$ .

Протоны, имеющие одинаковую с сигналом частоту  $\gamma$  «возбуждаются» и генерируют свой МР-сигнал, который улавливается аппаратом.

Разный виды тканей (кости, мышцы, сосуды) имеют различное количество протонов и поэтому они генерируют сигнал с различными характеристиками. Томограф распознает эти сигналы, дешифрует их и строит изображение.

### Принцип магнитно-резонансной томографии.

После отключения электромагнитного сигнала (радиоволны), протоны начнут возвращаться в исходное положение (**релаксация**). Интенсивность и форма ответного МР-сигнала зависят от плотности протонов и времени релаксации. При этом основной вклад в создание изображения вносит анализ времени релаксации, а не протонной плотности. Так, серое и белое вещества головного мозга по концентрации воды различаются всего на 10% , в то время как по продолжительности релаксации протонов в них – в 1,5 раза.

Время **релаксации** определяется **местоположением** и взаимоотношением протонов и других элементов в макромолекуле, температурой, вязкостью и др.

Магнитно-резонансными характеристиками объекта являются 3 параметра: плотность протонов и **время релаксации T1** – (T1- взвешенное изображение) и **T2** - (T2 – взвешенное изображение).

**T1 - время**, за которое спины 63% протонов возвращаются к равновесному состоянию. Чем короче T1, тем сильнее МР-сигнал и светлее данное место изображения на дисплее. Жировая ткань на МР-томограммах белая, менее светлое изображение дают головной и спинной мозг, плотные внутренние органы, сосудистые стенки и мышцы. T1 опухолевой ткани отличается от T1 одноименной нормальной ткани. Указанные различия во время релаксации, создают предпосылки для визуализации нормальных и измененных тканей на МР-томограммах.

**T2 – время**, за которое спины 63% протонов сдвигаются по фазе, под действием соседних протонов. Чем короче T2, тем слабее сигнал и, следовательно, ниже яркость свечения экрана дисплея.

### Подготовка к исследованию на магнитно-резонансном томографе.

**Система для МРТ** состоит из **сильного магнита**, создающего статическое магнитное поле. Магнит полый, в нем имеется туннель, в котором располагается пациент. Стол для пациента имеет автоматическую **систему управления** движением в продольном и вертикальном направлениях. Для радиоволнового возбуждения ядер водорода ( протонов) дополнительно устанавливают высокочастотную катушку, которая одновременно служит для приема сигнала релаксации. С помощью градиентных катушек накладывается дополнительное магнитное поле, которое служит для кодирования МР-сигнала от пациента,

в частности оно задает уровень и толщину выделяемого слоя. Обычно процедурная комната, где находится МР-томограф, заключена в металлическую сетчатую клетку (клетка Фарадея), поверх которой нанесен отделочный материал (пола, потолка, стен).

Современные МР-томографы позволяют получать изображения с толщиной среза до 0,05 мм и пространственным разрешением до 7 мкм. Это самые высокие показатели по сравнению со всеми существующими видами томографов.

Пример МР-томограммы головного мозга человека.

### Основные блоки МР-томографа

**1. Магнит:**

создает постоянное, однородное и стабильное во времени магнитное поле.

**2. Вектор магнитной индукции**

**3. Градиентная подсистема:**

включает три градиентных усилителя и три градиентные катушки, обеспечивающие нарастание магнитной индукции магнитного поля вдоль заданной оси, локализацию сигнала ядерно-магнитного резонанса и точное соотношение исследуемой области и полученных данных. Действие градиента, обеспечивающего выбор среза, формирует возбуждение протонов именно в нужной области.

**4. Приемно-передающая подсистема:**

включает передатчик, приемники и различные радиочастотные катушки.

Передатчик формирует короткие импульсы. Передачу импульса и получение сигнала от исследуемого образца обеспечивают катушки.

**5. Криогенный термостат:**

содержит большое количество жидкого гелия для достижения низких температур, при которых работают мощные сверхпроводящие магниты.

### Классификация томографов.

В зависимости от напряженности статического магнитного поля выделяют следующие категории МР-томографов: приборы с **ультраслабым полем** – ниже **0,02 Тл**, со **слабым полем** – между **0,1 и 0,5 Тл**, **средним полем** – между **0,5 и 1 Тл**, **сильным полем** – **свыше 1 Тл**. Аппараты с полями **0,5 Тл** и выше создаются на основе сверхпроводящих магнитов, работающих в условиях глубокого охлаждения жидким гелием.

### Достоинства метода:

МР-томография внесла неоценимый вклад в медицинскую науку, открыв новые возможности в диагностике.

МР-томография имеет определенные преимущества перед рентгеновскими и ультразвуковыми исследованиями, такие, как:

- отсутствие лучевой нагрузки;
- возможность получения изображения в любой плоскости;
- высокая разрешающая способность;

высокая естественная контрастность мягких тканей.

## 2.8. Позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ)

### Физические основы

Реакция аннигиляции пары: электрон и позитрон.

Взаимодействие и порождение двух гамма-фотонов, разлетающихся в противоположных направлениях.

Для реализации этой реакции:

– в организм (или в исследуемый орган) необходимо эмитировать позитроны  $+e$  (электроны  $-e$  всегда присутствуют в организме в свободном состоянии в избыточных количествах);

– в организм вводят РФП, уже содержащие радионуклиды, распадающиеся с излучением позитрона, например, ядра галлия –  $^{68}\text{Ga}$ ,  $^{11}\text{C}$ ,  $^{13}\text{N}$ ,  $^{15}\text{O}$ ,  $^{18}\text{F}$  или флюородиоксиглюкозу –  $\text{FDG}^{18}$  (аналог глюкозы, в нём стабильный фтор заменён его радиоактивный изотопом с периодом его полураспада в 110 мин.; известно, что опухолевые клетки поглощают в 19 раз больше глюкозы чем нормальные, поэтому  $\text{FDG}^{18}$  накапливается именно в опухолевых образованиях).

Пример реакции аннигиляции:  $^{68}\text{Ga} \rightarrow ^{68}\text{Zn} + e_+$

Для регистрации гамма-квантов используют коллиматоры.

В конструкции коллиматоров учитывается, что гамма-кванты, образованные в результате аннигиляции пары, разлетаются в противоположные стороны, поэтому регистрируются лишь те гамма-кванты, которые одновременно попадают на противоположные детекторы.

*ПЭТ-томограф: а - принцип устройства, в - реакция аннигиляции пары*

На рисунке приведены схема и фрагмент устройства ПЭТ томографа.

а) принцип устройства, б) реакция аннигиляции пары, в) фрагмент конструкции (кожух коллиматора снят. На фрагменте показаны детекторы и расположение пациента. РФП-радиофармпрепарат.

В практике исследований на ПЭТ применение флюородиоксиглюкозы объясняется тем, что в этом препарате стабильный фтор заменен его радиоактивным изотопом с периодом полураспада 110 минут.

Опухолевые клетки поглощают в 19 раз больше глюкозы, чем нормальные, поэтому флюородиоксиглюкозы накапливается прежде всего в опухолевых образованиях, что делает метод ПЭТ весьма информативным.

Наиболее перспективным является комплекс ПЭТ/КТ томографы. Они совмещают такие преимущества, как высокую разрешающую способность и методику, позволяющую регистрировать функциональное состояние органа и даже организма в целом.

### Информационные технологии в лучевой диагностике.

В процессе диагностики и лечения различных заболеваний крайне важна точность постановки диагноза, определяемая различными диагностическими исследованиями, в том числе методами лучевой диагностики.

Для постановки окончательного диагноза или для контроля состояния пациента в динамике врачу лучевой диагностики приходится не только анализировать изображения, но

и обращаться к архивным данным. Это ведет к увеличению объемов информационных потоков. Опыт, накопленный как в зарубежной, так и в отечественной практике, показывает высокую эффективность использования информационных технологий по сравнению с обычными традиционными «ручными» методами ведения карт пациентов и использованием пленок при работе с изображениями.

В основе информационных технологий лежит концепция создания **единой информационной среды отделения** (см. рис), предполагающая систему **PACS** (Picture Archiving and Communication System – система архивирования и передачи медицинских изображений) и **RIS** (Radiological Information Systems – информационная система рентгенорадиологического отделения).

Указанные информационные системы должны взаимодействовать с информационной системой **HIS** (Hospital Information Systems – информационная система больницы).

На первом уровне **HIS** реализуется автоматизация медицинских записей.

На втором уровне **HIS** обрабатывает информацию, полученную от диагностических приборов.

На третьем уровне **HIS** характеризуется более широко развитой инфраструктурой ввода, обработки и хранения информации.

На четвертом уровне происходит интеграция **HIS** с информационными системами других лечебных учреждений.

Пятый уровень характеризуется практически неограниченным количеством источников информации о состоянии пациента.

Практические врачи утверждают, что в ежедневной профессиональной деятельности **необходима** система **PACS** или ее аналог для взаимодействия внутри отдела и учреждения.

В последние годы в сфере медицины все большее значение приобретает телемедицина.

Основные области ее использования – диагностика, консультация и лечение на расстоянии, обучение и обмен информацией.

## Заключение

**Лучевая диагностика** сегодня – это самостоятельная, достаточно специфическая область медицины, представляющая совокупность визуализационных технологий: рентгенодиагностика, компьютерная томография, магнитно-резонансная томография, ультразвуковое исследование, позитронно-эмиссионная томография.

Их использование позволяет изучить анатомию органа, оценить его функции, провести анализ морфологических изменений, осуществить мониторинг лечения и виртуальное планирование оперативного вмешательства.

Особое место занимают малоинвазивные лечебные манипуляции, наведение при которых осуществляется посредством лучевых исследований.

Методов, а тем более методик множество, но основополагающим является принцип использования оптимального подхода. **Оптимальный подход** – понятие достаточно гибкое. У ряда больных достаточно использовать один метод, у преобладающего большинства пациентов – их сочетание, поскольку их современные технологии имеют четко обозначенные показания и противопоказания, являясь, как правило, взаимодополняющими, а не взаимоисключающими.

Установлено, что в ближайшее время, основной объем диагностической информации будет принадлежать **именно лучевым методам исследования** (трехмерная визуализация изображения, представленная всем спектром диагностики, так важная для врача).

Существует мнение, что следующий шаг - это переход молекулярной диагностики из лабораторий в клиническую практику, что даст возможность раннего выявления болезни на основе обнаружения больных клеток или молекул.

Дорога научной мысли от Н.И. Пирогова до сегодняшних дней – далека...  
Сколько же на ней ярких научных событий и открытий!

А открытия – это плод упорных трудов поколений ученых и практиков.  
Открытия – путь к познанию – продолжаются...

## **Раздел III.**

### **ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЭТАП.**

#### **План:**

#### **I. «Рабочий день» в отделении магнитно-резонансной томографии ГКБ №36**

##### **Цель:**

1. Знакомство:
  - с организацией работы отделения МР-диагностики;
  - направлениями исследования;
  - характеристиками томографа «Образ -1»
  - с методикой получения изображения
2. беседа с врачом - лучевым диагностом

#### **II. Работа с серией рентгенограмм**

##### **Цель:**

1. На основании свойств рентгеновских лучей, знания анатомии человеческого тела учиться распознавать рентгенологический образ по рентгенограммам.
2. Учиться «видеть» патологию органа.
3. Учиться мышлению врача - рентгенолога.

#### **III. Диагностический способ обнаружения действия гормонов окситоцина и вазопрессина на организм человека.**

##### **Цель:**

Ультразвуковой диагностический способ обнаружения действия на организм человека, жизненно важных гормонов – окситоцина и вазопрессина (по материалам конференции «Познай самого себя»).

#### ***3.1. Работа с серией рентгенограмм.***

##### **Цель:**

1. На основании свойств рентгеновских лучей, знания анатомии человеческого тела, учиться распознавать рентгенологический образ по рентгенограммам.
2. Учиться «видеть» патологию органа.

#### **Выполнение работы.**

##### **Этап №1**

##### **Порядок узнавания рентгенологического образа:**

1. Определение объекта исследования (часть тела, орган, часть органа).
2. Определение примененной методики, исследования, вида.

### **Примеры выполненных заданий:**

1. Определить по предложенным рентгенограммам:

- Какая часть (орган) заснята.
- Какая методика применена.
- Если возможно определить, в какой проекции произведен снимок.

### **Примеры рассмотренных рентгенограмм:**

рис 1

рис 2

рис. 3

рис 4

рис 5

рис 6

рис 7

### **Вариант ответов к заданиям:**

- Рис. 1 – рентгенограмма органов грудной клетки.
- Рис. 2 – рентгенограмма правого легкого.
- Рис. 3 – рентгенограмма черепа.
- Рис. 4 – рентгенограмма мочевого пузыря (пузырь заполнен).
- Рис. 5 – рентгенограмма легких. Имеется большое круглое образование в верхнем отделе левого легкого, второе округлое образование – в верхнем отделе правого легкого и третье – над правой половиной диафрагмы.
- Рис. 6 – рентгенограмма легких. Видны множественные округлые образования в обоих легких. Они имеют разную величину. Их не менее 10 в правом легком и 6 – в левом.
- Рис. 7 – рентгенограмма кисти руки.

Так как рентгенограмма представляет собой совокупность теней разной интенсивности, полученных на пленке в результате неодинакового поглощения рентгеновского излучения в разных тканях объекта, надо знать следующие признаки тени:

1. Положение
2. Число
3. Форма
4. Размеры
5. Интенсивность
6. Рисунок (структура).
7. Контуры
8. Смещаемость

В патологических случаях, либо появляются новые необычные тени, либо меняется имеющиеся в норме тени (любой признак).

Среди снимков - историческая реликвия- снимок, сделанный в 1897 г. на медицинском факультете Московского университета (лучезапястный сустав, запястье, кисть; заметна узкая тень инородного тела (металлическая игла, попавшая в мягкие ткани мышц).

Работая с серий рентгенограмм, упражнялась в выявлении симптомов патологии.

### **Выводы:**

- для того чтобы «узнавать» рентгенологические образы, надо хорошо знать анатомию.
- как можно больше видеть снимков разных органов, чтобы выработать “модель” данного органа.

- работа для меня была интересна, познавательна, убедилась в правильном выборе профессии; не исключено, в будущем серьезно займусь рентгенологией.

*3.2. Диагностический способ обнаружения действия на организм человека, жизненно важных гормонов – окситоцина и вазопрессина (по материалам исследовательской работы, представленной на студенческой конференции «Познай самого себя»).*

#### **Цель:**

- **Исследовать** аминокислоты;
- **Обнаружить** действие гормонов на организм человека ультразвуковым диагностическим способом.

На основании нашей работы, представленной на конференции при изучении действия аминокислот на организм человека (в частности окситоцина – гормона пептидной природы, состоящего из остатков девяти аминокислот) было рассмотрено действие этого препарата. Отмечаем показания к применению окситоцина в гинекологии: это кровотечения, стимуляция родовой деятельности, операция кесарево сечение и т.д. Например, на рис. 1 мы видим матку с размерами в длину 5,1 см, в ширину 4,8см.

Рис. 1. Матка до введения препарата окситоцина.

После инъекции окситоцина размеры матки уменьшились; длина матки 4,5см, ширина 3,8см. Таким образом, действие окситоцина уменьшает площадь эндометрия, что ведет к уменьшению кровотечения.

Рис.2. Матка после инъекции окситоцина.

При стимуляции родовой деятельности, за счет влияния окситоцина на сокращения гладкой мускулатуры, заметно учащается сердцебиение плода (рис. 3).

Рис.№3.Сердцебиение плода.

Также усиливается двигательная активность плода (рис.4).

а

б

в

Рис.4(а,б,в). Движение плода.

Следующий нонапептид, исследуемый нами, вазопрессин (АДГ), который влияет на интенсивность мочевыделения, регулируя количество выделяемой организмом воды.

Различные заболевания организма могут привести к сниженной секреции вазопрессина, например, такое заболевание как киста почки. На рис. 5 видна почечная патология – киста.

а

б

Рис.5. Почка:

а - здоровая почка;

б - киста почки

Также снижение секреции АДГ может проявляться сухостью кожных покровов, жаждой, обильным мочеиспусканием. На рис.6. виден наполненный мочевой пузырь.



Рис. 6. Мочевой пузырь.

## **Вывод:**

Из проделанной работы следует: гормоны - вещества, вырабатываемые организмом, важны для жизнедеятельности человека: его органов и систем.

### ***3.3.Рабочий день в отделении магнитно-резонансной томографии ГКБ №36***

- Цель:
- Знакомство:
  - - с организацией работы отделения МР-диагностики;
  - - направлениями исследования;
  - - характеристиками томографа «Образ - 1»
  - - с методикой получения изображения (консультация врача - лучевого диагноста).

В 1994 г. был установлен первый томограф «Образ 1». В некоторых случаях УЗИ неспособно дать полную картину патологического процесса, а в связи с отсутствием в клинике рентгеновского томографа одной из первых задач, поставленных перед отделением магнитно-резонансной томографии (МРТ), было изучение возможностей метода магнитно-резонансной томографии в диагностике объемных образований, травматических и патологических повреждений органов.

Работа отделения, строилась в несколько этапов. Изначально разрабатывали способы укладки пациентов и осуществлялся подбор программ для получения информационного изображения.

С использованием МРТ появилась возможность выявления точной локализации, объема и характера патологического процесса при черепно-мозговой травме. При нарушениях мозгового кровообращения, при опухоли головного мозга. С появлением МРТ стала объективной реальностью, диагностика рассеянного склероза на ранних стадиях. Так же появилась возможность визуально диагностировать опухоли гипофиза и аномалии развития структур мозга (200случаев)

Первый этап: наиболее качественные томограммы получаются при исходной радиочастоте катушки «Body» и импульсных последовательностей СПИН – ЭХО (SE09B, SEOS – 210), «ТУРБО» СПИН – ЭХО (TSE7 – 210) с получением T1 и T2 взвешенных изображений в трех проекциях.

Второй этап – интерпретация различных видов патологий посредством МРТ. С момента открытия отделения было выполнено более 12 тысяч исследований.

Отделение МРТ оснащено российским томографом «Образ 1» - относящихся к классу резонансных низкочастотных магнитов и обеспечивает индукцию магнитного поля 0,12 Тл

Основная задача отделения – максимально использовать все возможности низкопольной МР томографами для выявления различных видов патологий с учетом профильности отделения стационара

С момента открытия отделения было выполнено примерно 9000 исследований. Из них 6201 (80%) – стационарным пациентам.

По локализации исследований распределились следующим образом:

Головной мозг – 5259

Позвоночный и головной мозг – 2740

Суставы – 526

Малый таз – 394

В качестве примера приведем томограмму головного мозга, сделанную пациенту в момент нашей работы в отделении; анализ томограммы ведущего специалиста отделения показал: патологических изменений нет.

### **Вывод:**

Рабочий день был творческим; понравилась атмосфера коллектива отделения; поняли, что знаний пока недостаточно: будем учиться – все впереди.

**Значение проделанной нами самостоятельной работы – в строках  
Н. Рыленкова:**

**«Хоть выйди ты не в белый свет,  
А в поле за околицей, -  
Пока идешь за кем – то в след,  
Дорога не запомнится.  
Зато, куда б ты не попал  
И по какой распутице,  
Дорога та, что сам искал,  
Вовек не позабудется».**

Мы должны помнить: самый важный человек – это тот человек, который с тобой говорит сейчас.

**А самое важное время– это сейчас.**

**Это время - у нас.**

**Л.Н.Толстой**

«Человек - высший продукт природы. Но для того чтобы наслаждаться сокровищами природы, человек должен быть здоровым».

И на этом пути, пути к здоровью, мы, будущие специалисты, владеющие потенциалом нового поколения медицинской техники, сможем помочь, если это потребуется...

## СПРАВОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ

1. **Демидов Павел Николаевич** – уральский промышленник; 1831 г.- учредил премию для ученых.
2. **КТ** – компьютерная томография (томограф).
3. **МРТ** - магнитно – резонансная томография (томограф).
4. **МСКТ** – многослойная (мультиспиральная) компьютерная томография.
5. **Мойер Иван Филиппович** – хирург
6. **Неинвазивный метод** – без вмешательства
7. **Пиксель** – картинка, элемент изображения.
8. **Радионуклиды** – элементы (вещества), изотопы которых радиоактивны.
9. **Разумовский Василий Иванович** (1857 – 1936) – русский хирург, доктор медицины.
10. **Реомюр Рене Антуан** – французский ученый, шкала температур,  $1R = 1,25\text{ C}$
11. **Спланхнология** – учение о внутренностях.
12. **Синтопия** – топографическое отношение органа к соседним анатомическим образованиям.
13. **Фасция** – соединительнотканная оболочка, покрывающая сосуды, нервы.
14. **Эберман Александр Леонтьевич** – врач-уролог
15. **Ян Пуркинь** – чешский врач.

## БИБЛИОГРАФИЯ

1. Аведьян Э.Д., Емелин И.В. Телерадиология // Кремлевская медицина. Клинический вестник. 2002. – 92с.
2. Антонов В.Ф., Черныш А.М. и др. Физика и биофизика. – ГЭОТАР-Медиа, 2008.
3. Белова И.Б., Китаев В.М. Цифровые технологии получения рентгеновского изображения: принцип формирования и типы. // Медицинская визуализация. – 2000 – 40с.
4. Большая медицинская энциклопедия. АСТ «Астрель», 2004г
4. История медицины: гении медицины (электронная книга) – том 12 «Великое наследие», 2005.

6. Линденбратен Л.Д., Наумов Л.Б.. Медицинская рентгенология. – Москва «Медицина» , 2000г.
7. Максименков А.Н. Николай Иванович Пирогов. – МЕДГИЗ, 2000.
8. Могилевский Б.. Жизнь Пирогова – Ростов-на-Дону 2000г
9. Морозов М.А. Современная диагностическая и лечебная аппаратура. – СПб.:ООО «ИПК-КОСТА», 2006. – 144с.
10. Медицинская энциклопедия (электронная книга) в 10 томах, 2004г
11. Ремизов А.Н., Максина А.Г, Потапенко А.Я.. Медицинская и биологическая физика. – Москва «Дрофа», 2008г
12. Трофимова Т.Н., Парижский З.М. и д.р. Физико-технические основы рентгенологии, компьютерной и магнитно-резонансной томографии в лучевой диагностике. – Издательский дом Санкт-Петербург, СПб.: МАПО, 2008г.
13. Тюрин И.Е. Компьютерная томография органов грудной области. – СПб.: Элби-СПб, 2003. – 371с.
14. Хофер М. Компьютерная томография. Базовое руководство. – М.: Мед. Лит.,2006 – 208с.
15. Яковец В.В. Рентгенодиагностика заболеваний органов головы, шеи и груди. – СПб.: Гиппократ, 2002. – 576с