

Министерство образования и науки Украины
Сумский государственный университет
Медицинский институт

Адаптированное пособие по радиологии
(Первый модуль)

Сумы
Сумский государственный университет
2019

УДК
Ш

Ш Шевченко Ю. Ю.

Адаптированное пособие по радиологии (Первый модуль): учебное пособие / Ю. Ю. Шевченко. – Сумы : Сумский государственный университет, 2019. – 106 с.

Учебное пособие, предназначенное для студентов III курса специальности «Медицина», соответствует программе по дисциплине «Радиология (лучевая диагностика и лучевая терапия)». Основной целью пособия является систематизирование самостоятельной работы студентов.

Представлены физические основы методов лучевой диагностики, сведения по лучевой анатомии, методы лучевого исследования органов и систем, лучевой диагностики основных заболеваний организма человека. Рассмотрены вопросы лучевой терапии.

Рекомендовано для самостоятельной подготовки иностранных студентов, обучающихся на русском языке. Последовательность приведенного материала соответствует программе изучения радиологии на III курсе. Краткость и структурированность изложенного материала значительно облегчают подготовку к практическим занятиям.

УДК

© Шевченко Ю. Ю., 2019
© Сумский государственный
университет, 2019

Содержание

1. Основные свойства ионизирующего излучения его биологическое действие. Радиоактивность и доза. Дозиметрия.....	5
2. Принципы и методы лучевой терапии. Рентгенотерапия. Далеко дистанционная гамма-терапия. Контактные методы лучевой терапии. Периоды лучевой терапии.....	13
3. Физико-технические основы рентгенологического исследования.....	20
4. Физико-технические основы компьютерной томографии (КТ).....	29
5. Физико-технические основы радионуклидного исследования.....	31
6. Физико-технические основы МРТ исследования.....	35
7. Ультразвуковые методы исследования.....	38
8. Основы рентгенологической, радионуклидной КТ, УЗ и МРТ семиотики патологии различных органов и систем.....	43
9. Лучевые методы исследования и лучевая анатомия органов грудной полости.....	49
10. Основы лучевой семиотики патологии дыхательной и сердечно-сосудистой системы.....	57
11. Лучевые методы исследования и лучевая анатомия органов брюшной полости.....	64
12. Лучевые признаки неотложных состояний.....	71
13. Лучевое исследование мочевыделительной системы. Нормальная лучевая анатомия и физиология мочеполовой системы.....	81
14. Лучевое исследование молочной и щитовидной железы. Лучевые признаки заболеваний молочной и щитовидной железы.....	88
15. Лучевое исследование опорно-двигательной системы. Возрастные особенности органов опорно-двигательной системы.....	95
16. Лучевые исследования ЦНС. Лучевые признаки заболеваний и травм ЦНС.....	100
Список использованной литературы.....	105

Предисловие

Медицинская радиология – это наука, изучающая свойства ионизирующих излучений, воздействие их на организм человека и возможности их использования для диагностики и лечения заболеваний.

Выделяют такие разделы медицинской радиологии:

Радиобиология - наука, изучающая влияние ионизирующих излучений на биологические объекты.

Радиационная гигиена - занимается изучением закономерностей формирования радиационных объектов и доз ионизирующих излучений, их влияния на здоровье людей и разрабатывающая санитарные правила и нормы.

Дозиметрия - наука об идентификации, регистрации и измерении ионизирующих излучений.

Лучевая диагностика - наука о применении излучений для изучения строения и функции нормальных и патологически измененных органов и систем человека в целях профилактики и распознавания болезней.

Лучевая терапия - наука о применении ионизирующих излучений для лечения заболеваний.

При этом каждый раздел рассматривает определенный аспект воздействия излучения на организм.

1. Основные свойства ионизирующего излучения, его биологическое действие. Радиоактивность и доза. Дозиметрия.

1.1. Виды излучения

Излучение — процесс испускания и распространения энергии в виде волн и частиц.

Все излучения, используемые в медицинской радиологии, разделяют на неионизирующие и ионизирующие.

К **неионизирующим излучениям** принадлежат тепловое (инфракрасное) излучение и резонансное, возникающее в объекте (тело человека), помещенном в стабильное магнитное поле, под действием высокочастотных импульсов. Кроме того, к неионизирующим излучениям условно относят ультразвуковые волны, представляющие собой упругие колебания среды.

Ионизирующие излучения (ИИ) характеризуются способностью к ионизации атомов окружающей среды, в том числе атомов, входящих в состав тканей человека.

Все эти излучения делят на волновые и корпускулярные. В медицине используются как квантовые, так и акустические волны.

Электромагнитные (квантовые) волны в зависимости от длины волны подразделяются на:

- радиоволны,
- терагерцовое излучение,
- инфракрасное излучение,
- видимый свет,
- ультрафиолетовое излучение,
- рентгеновское излучение и жёсткое (гамма-излучение)

Акустические волны:

- Инфразвуковые;
- Звуковые;
- Ультразвуковые

Радиоактивное излучение образуется при радиоактивном распаде ядер. К радиоактивному излучению относят альфа (α), бета (β) и гамма (γ).

Корпускулярные излучения — это поток частиц. α -лучи представляют поток ядер атомов гелия He^4_2 . β -лучи — поток либо электронов, либо позитронов (античастица электрона). Также к корпускулярным излучениям относят потоки протонов, мезонов, нейтронов и др. (их более 200).

Гамма (γ) излучение, также образующееся при радиоактивном распаде, является видом высокочастотного электромагнитного излучения и представляет собой поток гамма-квантов.

Рентгеновское излучение занимает область электромагнитного спектра между гамма- и ультрафиолетовым излучениями и представляет

собой поток квантов (фотонов), распространяющихся прямолинейно со скоростью света. Эти кванты не имеют электрического заряда. Масса кванта составляет ничтожную часть атомной единицы массы. Рентгеновское излучение возникает при торможении быстрых электронов в электрическом поле атомов вещества или при перестройке внутренних оболочек атомов (характеристическое рентгеновское излучение). Сравнительная характеристика ионизирующих излучений представлена в таблице 1.

Таблица 1

Вид ИИ	Энергия (МэВ)	Скорость (км/с)	Длина пробега в воздухе	Длина пробега в тканях	Ионизирующая способность (пар/ионов)
α -лучи	1 – 10	20 000	20 см	50 мкм	До 20000 /мм
β -лучи	0,1 – 2,0	270 000	15 м	До 1 см	5 – 10 /мм
γ -лучи	1 - 20	300 000	Сотни м	Десятки см	1 – 2 /см

1.2 Радиоактивность. Основной закон радиоактивного распада

Радиоактивность – свойство самопроизвольного превращения ядер атомов одних химических элементов в другие, сопровождающееся испусканием ионизирующих излучений.

Основной закон радиоактивного распада: за одинаковые промежутки времени происходит ядерное превращение одинаковой доли нестойких атомов радиоактивного вещества.

Физический период полураспада ($T_{1/2}$ физ.) – основная величина, характеризующая радиоактивное вещество - время, в течение которого распадается половина атомов радионуклидов. $T_{1/2}$ физ. не зависит от физических и химических воздействий.

Биологический период полураспада ($T_{1/2}$ биол.) – время, за которое из организма выводится половина радионуклидов.

Эффективный период полураспада ($T_{1/2}$ эф.) – время, в течение которого количество атомов радионуклидов в организме уменьшается в два раза, в результате их распада или выведения.

Единица, измеряющая энергию ядерных частиц, называется **ЭЛЕКТРОНВОЛЬТ (ЭВ)** – это кинетическая энергия электрона, прошедшего разность потенциалов в 1 вольт. $1 \text{ эв} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ Дж}$.

Кулон (Кл) = $6,2 \times 10^{18}$ электронов.

Активность - мера количества радиоактивного вещества. Единица измерения системная Бк (Беккерель) - размерность 1 распада в 1 секунду. Внесистемная - Ки (Кюри), размерность $3,7 \times 10^{10}$ распадов в секунду. $1 \text{ Ки} = 3,7 \times 10^{10} \text{ Бк}$.

1.3. Свойства ионизирующего излучения, его биологическое действие.

Все виды ионизирующих излучений имеют следующие свойства:

- 1) высокую энергию;
- 2) большую проникающую способность;
- 3) ионизирующую способность;
- 4) фотохимическую способность (активирует бромид серебра и вызывает потемнение фотопленки);
- 5) люминесцентную способность (вызывает вспышки света в люминофорах);
- 6) тепловое воздействие (способность преобразования энергии ионизирующего излучения в тепловую энергию);
- 7) биологическое действие - используется в лучевой терапии.

Необходимо учитывать, что ионизирующее излучение:

1. **Неощутимо.** Отсутствие органов чувств, способных реагировать на ионизирующее излучение, делает его абсолютно неощутимым для человека.
2. **Имеет высокую эффективность поглощенной энергии.** Поглощение небольшого количества излучения может иметь значимый биологический эффект.
3. Характерен скрытый (инкубационный) **период мнимого благополучия**, длительность которого зависит от дозы облучения.
4. **Способно накапливаться** при многократном воздействии малых доз излучения (кумулятивный эффект).
5. **Влияет на будущее потомство** (генетический эффект).
6. По-разному влияет на **органы и ткани** человека (**тканевая чувствительность**).
7. Повреждающее воздействие излучения зависит от **индивидуальных особенностей** состояния здоровья, возраста, пигментации кожи.
8. Имеет значение не только суммарная, но и разовая доза облучения. При одинаковой суммарной дозе однократное воздействие имеет более значимый эффект, чем его фракционированное действие.
9. Лучевое воздействие может иметь **необратимый характер**.

Способность ионизирующих излучений вызывать функциональные и морфологические изменения в живых структурах называют **биологическим действием**.

1) Прямое действие – непосредственное повреждение молекул, их ионизация и образование свободных радикалов.

2) Опосредованное действие - атомы и молекулы не подлежат непосредственному воздействию, но на них действуют радикалы образованные в зоне излучения.

Теории биологического действия.

Существование множества теорий биологического действия ионизирующего излучения связано с попыткой объяснить значительный

биологический эффект при воздействии очень малых доз облучения. Большинство теорий имеет скорее историческое значение.

1) Теория точечной теплоты (Делаусер - 1923г) - преобразование энергии излучения в тепло приводит к повышению температуры в ограниченном объеме (атомах или молекулах) если это происходит в жизненно важных центрах, биосубстратах - клетка погибает.

2) Теория мишени - при взаимодействии излучения с биосубстратами гибель клетки происходит в результате ионизации только в том случае, если последняя происходит в жизненно важном для клетки центре (Краутер, Грей, Ли).

3) Теория токсического действия - под действием ионизирующих излучений в организме образуются токсичные вещества.

4) Теория освобождения ферментов (Дейль - 1940 – 1942гг) - в результате нарушения внутриклеточных мембран освобождаются ферменты.

5) Теория цепных реакций (Тарусу 1957г) - ионизация приводит к образованию свободных радикалов и перекисных соединений, которые приводят к возникновению цепных реакций.

Биологические изменения в организме не происходят одномоментно, имея определенную последовательность проявления.

Различают пять основных стадий.

1. Физико-химические повреждения (то есть перераспределение энергии за счет ионизации). Продолжительность 10^{12} - 10^8 с.

2. Химические повреждения, то есть образование свободных радикалов, возбужденных молекул. Продолжительность от 10^7 с. до нескольких часов.

3. Биомолекулярные повреждения, то есть повреждения белков, нуклеиновых кислот и т.д. Продолжительность от микросекунд до нескольких часов.

4. Ранние биологические эффекты - гибель клеток, органов, всего организма. Продолжается стадия от нескольких часов до нескольких недель.

5. Отдаленные биологические эффекты (возникновение опухолей, генетические нарушения, сокращение продолжительности жизни и т.д.). Продолжаются годы, десятилетия.

Радиочувствительность органов и систем человека.

Радиочувствительность — это способность организма реагировать на минимальные дозы ионизирующей радиации.

Радиоустойчивость — это способность организма переносить высокие уровни облучения.

Наименее чувствительны к воздействию радиации простейшие организмы, а наиболее - млекопитающие. Это связано с тем, что одноклеточные организмы погибают в результате необратимых повреждений самой клетки, высокоорганизованные - от нарушений

функции систем и органов. Например, доза облучения свыше 10 Гр смертельная для всех млекопитающих, хотя такая доза сопровождается ионизацией лишь одной десятиллионной доли молекул организма. Для человека доза 6 Гр при общем равномерном облучении смертельна.

На чувствительность к ионизирующему излучению влияют:

1. *Оксигенация организма.* Насыщение организма кислородом используют для усиления воздействия облучения при злокачественных опухолях. Препараты, которые вызывают гипоксию (серотонин) применяют для защиты здоровых тканей, гипоксическую смесь (азот с кислородом 10-12%) используют для дыхания или компрессию периферических сосудов (обкладывание здоровых тканей подушками из просвинцованной резины).
2. *Температура* - повышение температуры индуцирует действие ионизирующего излучения, а снижение - ослабляет. Однако у теплокровных животных как повышение, так и понижение температуры внешней среды влияет негативно, поскольку в обоих случаях повышается обмен веществ, что запускает неблагоприятные для организма радиохимические реакции.
3. *Индивидуальные особенности* радиочувствительности. Цвет кожи, состояние здоровья, функции регулирующих органов, иммунореактивности и прочее.
4. *Возрастные особенности* - наиболее чувствительны эмбрионы и новорожденные, а также лица пожилого возраста. Наиболее опасно для эмбриона на 8-15 неделе гестации, когда происходит закладка органов будущего человека. Также радиочувствительность ткани обратно-пропорциональна степени специализации ее клеток.
5. *Тканевые особенности* - наиболее чувствительны менее дифференцированные, митотически активные клетки. Высокую радиочувствительность имеют яички, яичники, лимфатическая, кровеносная ткань, нервная и эндокринная системы. Менее чувствительны эпителиальная, а еще менее соединительная и костная ткани.

Однако радиочувствительность зависит не от типа клеток, а от стадии клеточного процесса. Различают два вида гибели клеток вследствие облучения: митотическая гибель (инактивация клетки вслед за облучением после первого или последующего митозов) и интерфазная гибель (смерть клетки до вступления ее в фазу митоза). Например, по степени структурных повреждений нервная ткань относится к достаточно устойчивым. Но в функциональном отношении нервная ткань наиболее радиочувствительна, поскольку самые ранние реакции организма на общее облучение проявляются в нарушении процессов возбуждения и торможения нервной системы.

Во взрослом организме наиболее уязвимым является красный костный мозг, вырабатывающий клетки крови. В результате нарушения кроветворной функции костного мозга резко снижается содержание

лейкоцитов в крови, что приводит к снижению сопротивляемости организма различным инфекциям.

Яичники взрослых женщин содержат большое количество незаменимых яйцеклеток, повреждение которых приводит к генетическим эффектам.

Влияние ультразвукового излучения на организм человека. Все виды излучения способны вызывать изменения в биологических объектах. Такое биологическое воздействие является результатом поглощения энергии излучения элементами биоструктуры. Однако ультразвуковое излучение не вызывает ионизации атомов и молекул. Воздействие ультразвука на организм связано с возникновением механических колебаний, что может приводить к повышению температуры в некоторых участках тела.

Но энергия ультразвуковых колебаний, используемых в диагностике, значительно ниже энергии, которая сопровождается механической и химической реакцией тканей. Вопрос о биологическом действии ультразвука, стабильного магнитного поля и высокочастотных радиоволн продолжает изучаться, хотя до настоящего времени не получено достоверных сведений об их вредном воздействии.

1.3. Характеристика доз.

ДОЗОЙ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ называется энергия, переданная излучением элементарному объему или массе облучаемого вещества.

Дозиметрия - определение количества и качества ионизирующего излучения.

Методы регистрации ионизирующих излучений представлены в таблице 2.

Таблица 2

Методы регистрации ионизирующих излучений.

Группа методов	Методы	Аппаратура
1. Физические.	А) ионизационный;	- ионизационные камеры; - счетчик Гейгера- Мюллера
	Б) сцинтилляционный;	- сцинтилляционный счетчик;
	В) использование полупроводников;	- полупроводниковый детектор;
	Г) газоразрядный;	- искровые счетные камеры;
	Д) поляризационный;	- черенковские счетчики;

	Е) трековый;	- камера Вильсона; - пузырьковая камера; - диффузионная камера;
	Ж) люминесцентный;	- люминесцентная камера;
	З) калориметрический.	- калориметр;
2. Химические.	А) фотохимический;	- фотоплёночный дозиметр;
	Б) активных радикалов.	- ферросульфатный дозиметр;
3. Биологические.	А) выживаемость живых объектов; Б) изменения химизма биологических тканей; В) изменения морфологии биологических тканей (хромосомные aberrации).	

Появление ядерных технологий повысили возможность облучения человека в дозе, превышающей природный радиоактивный фон. Основное значение имеет медицинское облучение. Оно составляет 90% популяционной дозы.

Техника безопасности и охрана труда при работе с ИИ регламентированы официальными документами. В Украине это «Національні норми радіаційної безпеки» (НРБУ-97/Д-2000).

Для персонала, занимающегося лучевой диагностикой предусмотрены особые дозовые пределы суммарного внешнего и внутреннего облучения за календарный год.

Таблица 3

дозовые пределы суммарного внешнего и внутреннего облучения за календарный год : мЗв/год	Группы критических органов		
	первая	вторая	третья
ПДД категория персонала А	50	150	300
ПДД категория персонала Б	5	15	30

При радионуклидных диагностических исследованиях предельно допустимые дозы устанавливаются для того, чтобы предотвратить как непосредственное лучевое поражение, так и возможные генетические последствия.

Поглощенная доза (Д) - основная дозиметрическая единица. Она равна отношению средней энергии, переданной ионизирующим излучением веществу в элементарном объёме, к массе вещества в этом объёме. Единицей поглощенной дозы в СИ является Грей (Гр). 1Гр = 1Дж/кг. Поглощенную дозу определяют расчетным путем или путем введения в облучаемые ткани и полости тела миниатюрных датчиков.

Летальная доза (ЛД) - количество ИИ, полученное всей поверхностью тела, которая является смертельной для человека или животного.

ЛД для всех млекопитающих = 10 Гр.

Пороговая доза (ПД) - минимальная доза облучения, ниже которой эффект повреждения не выявляется. Для человека ПД = 1 Гр.

Средняя летальная доза (ЛД₅₀) - количество радиации, полученное всей поверхностью тела, и вызывающая смерть в 50% случаев. ЛД₅₀ для человека составляет 4-5 Гр.

Для оценки влияния ионизирующих излучений на здоровье человека и всего населения в целом большое значение имеет определение популяционных доз, ими обычно является генетически значимые и средние костномозговые дозы.

1.4. Способы и методы защиты от ионизирующих излучений.

Методы защиты от ионизирующих излучений.

1. **Защита расстоянием** – интенсивность излучения уменьшается обратно пропорционально квадрату расстояния (если расстояние увеличить в 2 раза от источника ИИ, то интенсивность излучения уменьшится в 4 раза).
2. **Защита экранированием** - на пути ИИ необходимо поставить преграду из материала, через который они не проникнут. Например, экраном от α -излучения является ткань или лист бумаги, от β -излучения - пластик, оргстекло, от γ -излучения - свинцовые блоки различной толщины, от нейтронного - баритобетон.
3. **Защита временем** - чем меньше времени мы находимся в зоне воздействия ИИ, тем меньшую дозу мы получаем (прямо пропорциональная зависимость).
4. **Защита количеством излучения** - необходимо вводить строго определенную дозу радиоактивного вещества для каждого конкретного исследования.

Способы защиты от ионизирующих излучений.

1. **Коллективные** - экраны, вытяжная система, защита проектированием помещений.
2. **Индивидуальные** - спецодежда, маски, перчатки, очки.

Таким образом противолучевая защита обеспечивается комплексом факторов. Важно правильное размещение радиодиагностических кабинетов в медицинских учреждениях и наличие стационарных и нестационарных защитных устройств, рациональное расположение рабочих мест персонала с максимальным удалением их от источников излучения - это так называемая защита расстоянием. А также специальная подготовка медицинского персонала сталкивающегося с ИИ, чтобы выполнять свои функции как можно точнее и быстрее.

2. Принципы и методы лучевой терапии: Основы лучевой терапии. Методы и программы лучевой терапии. Рентгенотерапия. Далеко дистанционная гамма-терапия. Контактные методы лучевой терапии. Периоды лучевой терапии.

2.1. Основы лучевой терапии

Лучевая терапия — раздел медицинской радиологии, изучающий применение ионизирующих излучений для лечения заболеваний.

Действие облучения на злокачественную опухоль зависит от степени дифференцированности клеток, содержащих разное количество кислорода и от количества активно пролиферирующих клеток, находящихся на разных стадиях митотического цикла.

Основная задача лучевой терапии – подведение оптимальной дозы облучения к патологическому очагу при минимальном повреждении окружающих тканей и сохранении защитных сил организма.

Основные принципы лучевой терапии:

- лучевая терапия назначается строго по показаниям (обязательна достоверность диагноза);
- отсутствие противопоказаний;
- оптимальная доза облучения патологического очага (получение опухоцидного эффекта);
- минимальное облучение прилежащих нормальных тканей и сохранение реактивности организма;
- курс лучевой терапии должен быть, по возможности, одноразовым, оптимальным по продолжительности и максимально радикальным;
- лучевая терапия должна сопровождаться терапевтическими мероприятиями, направленными на повышение защитных сил организма для минимизации побочных эффектов.

Для лечения злокачественных опухолей используются различные разовые и суммарные дозы облучения. Они зависят от радиочувствительности ткани (гистологической структуры) из которой растет опухоль, размеров опухоли и ее локализации. Все опухоли условно разделяют на радиочувствительные и радиорезистентные.

Опухоли с инфильтративным ростом менее радиочувствительны, чем экзофитные формы, так как они значительно нарушают крово- и лимфообращение в окружающих тканях. Опухоли богатые стромой более радиорезистентны, что обусловлено их низкой оксигенацией. Радиочувствительность тканей опухоли прямо пропорциональна их митотической активности и обратно пропорциональна степени их дифференциации (правило Бергонье-Трибандо).

Механизм действия ионизирующего излучения на злокачественные опухоли:

1) при облучении в опухоли наблюдаются дистрофические изменения и угнетение клеточного деления (задерживается деление клеток)

2) повышается проницаемость капилляров, к опухоли попадает значительное количество фагоцитов, которые фагоцитируют клетки опухоли; за фагоцитами к патологическому очагу поступают гистиоциты, которые являются предшественниками соединительной ткани.

3) гистиоциты разделяют опухоль на отдельные фрагменты, начинает откладываться коллаген;

4) Наблюдается инкапсуляция отдельных опухолевых клеток, которые не погибли.

Эффект облучения зависит от радиочувствительности опухолей и величины поглощенной дозы в очаге. Способствует успеху в лечении злокачественных опухолей наличие так называемого радиотерапевтического интервала.

Радиотерапевтический интервал — это разница в радиочувствительности между опухолью и здоровыми тканями в пределах одной гистологической структуры. Чем шире радиотерапевтический интервал, тем легче достичь разрушения элементов опухоли при сохранении жизнедеятельности окружающих тканей, то есть выполнить основную задачу лучевой терапии.

Для расширения радиотерапевтического интервала используют изменения условий облучения (варианты дозы, изменения ритма и времени облучения), а также радиомодификаторы.

Радиомодификаторы - химические и физические факторы, влияющие на радиочувствительность тканей: радиопротекторы и радиосенсибилизаторы.

Радиопротекторы — фармакохимические и биологические средства, снижающие обмен веществ, увеличивающие гипоксию, защищающие кроветворение. К ним относятся цистеин, цистамин, меркамин, препараты, содержащие сульфгидрильные группы.

Радиосенсибилизаторы применяются с целью усиления лучевого повреждения опухолей. К ним относятся химические средства, усиливающие первичное радиационное повреждение путем повышения содержания кислорода в опухолях (гепарин), усиливают первичное повреждение ДНК; потенцируют лучевой эффект (5-фторурацил, метотрексат).

Итак, потенцирование лучевого противоопухолевого эффекта различными препаратами расширяет радиотерапевтический интервал, что приводит к повышению эффективности лучевой терапии злокачественных опухолей. Врач может влиять на этот интервал, повышая разницу в радиочувствительности за счет повышения чувствительности опухоли или снижение чувствительности окружающих тканей. Например, широко используется кислородный эффект. За счет оксигенации организма перед

облучением повышается чувствительность клеток опухоли к действию радиации. Путем облучения его под повышенным давлением в барокамере значительно повышается оксигенизация тканей. Защита здоровых тканей осуществляется за счет гипоксии, путем вдыхания во время облучения смеси со сниженным содержанием кислорода. Применяют также сосудисто-сужающие препараты, такие как серотонин.

Радиотерапевтический интервал можно расширить, изменяя ритм облучения: чем более растянут во времени облучения, тем больше будет этот интервал за счет того, что здоровые ткани обладают способностью восстанавливаться с большей скоростью, чем клетки опухоли.

2.2. Методы и программы лучевой терапии.

Лучевая терапия может применяться как самостоятельный метод лечения злокачественных опухолей, так и в сочетании с химиотерапией или гормоно- терапией (комплексное лечение). В операбельных стадиях злокачественных опухолей лучевую терапию комбинируют с хирургическим лечением (комбинированный метод). Лучевая терапия может использоваться предоперационно с целью уменьшения перифокального воспаления, уменьшения размеров и инкапсуляции опухоли, а также интраоперационно или постоперационно для профилактики метастазов.

В зависимости от цели лучевой терапии различают:

- радикальную программу – полное уничтожение опухолевых элементов в зоне первичного образования опухоли и возможного метастазирования (полное выздоровление);
- паллиативную программу – задержка роста опухоли и уменьшение болевого синдрома (улучшение качества и длительности жизни);
- симптоматическую – снятие тяжелых клинических симптомов, обусловленных генерализацией опухоли.

В зависимости от локализации патологического очага применяются различные источники излучения.

2.3.1 Рентгенотерапия.

Рентгенотерапия является одним из методов дистанционной лучевой терапии. Применяется при лечении злокачественных заболеваний кожи, подкожной клетчатки, мягких тканей, слизистых оболочек, метастазов опухоли в кости, лимфатические узлы, то есть очагов, расположенных на глубине до 5 см от поверхности кожи. Рентгенотерапия делится на близкофокусную и дальне дистанционную в зависимости от расстояния от источника излучения к поверхности кожи (ВДП):

- Короткофокусная (ВДП - от 1,5 см до 25 см)
- Дальне дистанционная (ВДП - от 30 см до 2 м)

Источником излучения в рентгенотерапевтических аппаратах является рентгеновская трубка. Рентгеновская трубка представляет собой

герметичную вакуумную колбу с впаянными электродами - катодной нитью и анодной пластинкой, которая генерирует рентгеновское излучение и может работать при напряжении от 15 до 60 кВ (при близкофокусной рентгенотерапии) и от 100 до 250 кВ (при дальне дистанционной).

Поскольку рентгеновское излучение, возникающее в рентгеновской трубке, всегда неоднородно по своей энергии, для получения однородного пучка используют фильтры, поглощающие мягкие лучи. Для излучений малой энергии применяют фильтры из легких металлов (алюминий, латунь толщиной 0,5-3 мм). Для излучений больших энергий однородность излучения достигается применением фильтров из тяжелых металлов (цинк, медь толщиной 0,5-2 мм). Для ограничения поля облучения и удобства центрации при рентгенотерапии применяют тубусы, обеспечивающие необходимое кожно-фокусное расстояние.

Изменяя напряжение на рентгеновской трубке, можно генерировать излучение различной проникающей способности. В зависимости от расположения патологического очага дальнедистанционная рентгенотерапия делится на: поверхностную, полуглубокую, глубокую.

Поверхностная - используется при расположении патологического очага на глубине до 1 см от поверхности кожи.

Полуглубокая- при расположении патологического очага на глубине до 3 см от поверхности кожи.

Глубокая - при расположении патологического очага на глубине до 5 см от поверхности кожи.

Рентгенотерапия является единственным лучевым методом, который применяется для лечения неопухолевых заболеваний. Показанием для применения этого метода лечения являются следующие группы заболеваний:

I. Воспалительные процессы, в том числе гнойные патологические процессы хирургического профиля:

- Фурункулы лица, шеи, карбункулы, флегмоны, абсцессы, гидраденит, рожистое воспаление, панариций, остеомиелит, послеродовой мастит, тромбофлебит, парапроктит;

- Послеоперационные осложнения: анастомозит, воспалительный послеоперационный инфильтрат, свищи различной локализации, влажногранулирующие раны;

II. Дегенеративно-дистрофические заболевания костно-суставного аппарата: деформирующий артроз, спондилоартроз, остеохондроз, бурсит, тендовагинит, эпикондилит.

III. Воспалительные и гиперпластические заболевания периферической нервной системы: невриты, невралгии, плекситы, радикулиты, сирингомиелия.

IV. Хронические дерматозы и заболевания кожи: локальная (немикробного) экзема, нейродермит, зудящие дерматозы, локальные формы грибковых поражений кожи волосистой части головы и лица.

2.3.2. Далекодистанционная гамма-терапия.

Гамма-терапия — вид лучевой терапии, основанный на использовании гамма-излучения.

Источниками гамма-излучения служат естественные изотопы — радий и искусственные — кобальт, цезий, иридий и тантал. Для облучения глубокорасположенных опухолей, расположенных на глубине 10 см используют гамма-терапевтические аппараты с источником излучения ^{60}Co . Применяют статическое и динамическое (подвижное) облучение.

Статическое облучение - облучение, при котором источник излучения в течение всего сеанса лечения находится неподвижно по отношению к телу больного. Статическое облучение может проводиться в виде однополюсных, дипольного и многополюсного облучения.

Динамическое облучение - источник излучения перемещается относительно оси тела больного, что позволяет сконцентрировать максимум дозы в области патологического очага и уменьшить ее на поверхности тела. Вращение источника излучения можно производить вокруг одной, двух или четырех осей.

Различают следующие виды динамического облучения:

Ротационный - облучение, при котором источник излучения вращается вокруг тела больного по дуге 360° .

Маятниковый (секторный) метод - движение источника излучения осуществляется в заданном секторе (по дуге меньше 360°).

Тангенциальное облучение - пучок излучения направлен по касательной к поверхности тела больного.

Конвергентное облучение - облучение, при котором центральный пучок излучения направлен в продольной оси тела больного под углом от 30° до 60° на глубине от 3 до 6 см от поверхности кожи (метастазы рака в мягкие ткани).

2.3.3. Контактные методы лучевой терапии.

Основные методы контактной лучевой терапии - аппликационный, внутрисполостной и интратканевой.

Аппликационный метод предусматривает размещение радиоактивных препаратов на поверхности кожи или слизистых оболочек при помощи аппликаторов. Используют для лечения злокачественных образований кожи и слизистых. При толщине опухоли до 3 мм (злокачественные опухоли роговицы, конъюнктивы, рака кожи век) применяют бета-аппликационный метод, 3 мм – 2 см – гамма-терапию. Радиоактивные препараты размещают на пластмассе или пленке моделирующей форму опухоли и фиксируют к облучаемой поверхности. Таким образом, максимум дозы находится в прилегающих к препарату

тканях. Облучение проводят в палате, оборудованной защитными экранами, поскольку пациент является источником излучения.

Внутриполостной метод – позволяет подвести источник гамма -, или бета излучения непосредственно к опухоли полого органа. Используют специальные аппликаторы (эндостаты) для фиксации препарата в необходимом положении. Правильность размещения эндостатов в полости органа проверяют с помощью рентгенографии. После этого радиоактивные препараты вводят в эндостат автоматически.

Показаниями к использованию внутриполостной гамма-терапии являются: рак вульвы, влагалища, шейки и тела матки, прямой кишки, мочевого пузыря, пищевода, ротовой полости.

Разновидностью внутриполостного метода является бета-терапия, осуществляется путем прямого введения жидкого радиоактивного препарата в закрытые полости тела (брюшную, плевральную, субарахноидальное пространство головного и спинного мозга) при множественных метастазах в стенки этих полостей.

Внутриканевой метод - метод лучевой терапии, при котором радиоактивные препараты вводят непосредственно в ткань опухоли. Различают внутритканевую гамма и бета-терапию. Для гамма-терапии используют закрытые радиоактивные препараты. По форме источники излучения бывают:

- Линейные (цилиндры, иглы)
- Объемные (шарики, зерна, гранулы);
- Шовный материал;
- Растворы (кристаллоиды, коллоиды).

При этом методе осуществляется непрерывное облучение до необходимой суммарной дозы.

Одним из разновидностей внутритканевой терапии является метод тропного накопления радионуклидов - терапия инкорпорированными элементами. Этот метод основан на способности некоторыми тканями тропными (выборочно) накапливать радиоактивные элементы. Выборочное накопления йода в тиреоидной ткани послужило основой для радиойодтерапии (применения радионуклида ^{131}I с лечебной целью).

2.3. Периоды лучевой терапии.

В лечении больных, получающих лучевую терапию, выделяют три периода: предлучевой, лучевой и послелучевой.

Предлучевой период включает: обследование больного, цитологическое или гистологическое подтверждение диагноза, составление индивидуального плана лечения (выбор метода лучевого лечения, полей облучения, розовых и суммарных очаговых доз), предлучевую подготовку больного (определения глубины залегания опухоли, и вынесения проекции опухоли на кожу больного, выбор количества и размеров полей облучения).

Непосредственно в лучевом периоде проводят лечение больного по составленному плану. Продолжительность курса облучения составляет от 2 до 8 недель, а при проведении комбинированного метода лечения - от 1 до 6 дней.

В послелучевом периоде проводится оценка эффективности непосредственных результатов лечения (степень регрессии первичной опухоли) и коррекция дальнейшего лечения (рассматривается вопрос о целесообразности применения курсов химиотерапии). Если облучения проводилось в качестве предоперационного лечения, то решается вопрос о сроках проведения оперативного вмешательства. В послелучевом периоде проводится наблюдением за состоянием больного, профилактика и лечение лучевых реакций.

После проведения лучевого, комбинированного или комплексного метода лечения диспансерный осмотр больного осуществляется онкологом, лучевым терапевтом и химиотерапевтом - 2 раза в год в течение первых 5 лет, а в последующие 5 лет - 1 раз в год. После десяти лет наблюдения (если не зарегистрировано рецидива заболевания) человек считается здоровым и исключается из онкологического реестра.

3. Физико-технические основы рентгенологического исследования.

Рентгеновское излучение наиболее активно используют для медицинской визуализации. *Рентгенография* (снимок на рентгеновской плёнке) остается наиболее распространенным методом рентгеновской диагностики. *Флюорография* незаменима как скрининговый метод. Не теряет своего значения *рентгеноскопия* (исследование больного за флуоресцентным экраном в режиме реального времени). И, конечно, продолжает совершенствоваться *компьютерная томография* (получение послойных изображений организма). Особое внимание следует уделить методикам искусственного контрастирования при рентгенологических исследованиях.

3.1. Получение рентгеновского изображения.

Источник излучения (рентгеновская трубка) стеклянный вакуумный сосуд с двумя электродами (катодом и анодом) внутри него. При подсоединении электродов к электрической цепи высокого напряжения, электроны высвобождаются из вещества катода, а при продолжении повышения напряжения на катоде, электроны приобретают значительную кинетическую энергию и с огромной скоростью устремляются к аноду, где происходит их столкновение с молекулами вещества анода – торможение. Торможения электронов сопровождается трансформацией их кинетической энергии в электромагнитное излучение разного спектра (в том числе и рентгеновское).

Следует отметить, что только около 1% образованного излучения является рентгеновским, тормозным или характеристическим. Спектр характеристического рентгеновского излучения зависит от молекулярной структуры вещества анода (более подробно можно прочитать в учебнике, рекомендованном ниже) и не используется в диагностических целях, поскольку имеет низкую энергию и не проникает за пределы рентгеновской трубки. Итак, *рентгеновское излучение*, применяемое в медицине, *это разновидность тормозного электромагнитного излучения, а его источник - рентгеновская трубка*. Все остальные элементы рентгеновского аппарата необходимы для обеспечения работы рентгеновской трубки, фокусировки луча для создания качественного изображения и максимального ограничения облучения пациента, персонала и окружающей среды.

Основные узлы рентгеновского аппарата:

- источник питания (генератор высокого напряжения, выпрямитель);
- источник излучения (рентгеновская трубка);
- приемник излучения (рентгеновская пленка, флуоресцирующий экран, дозиметры);
- штатив, удерживающий и перемещающий рентгеновскую трубку;
- пульт управления.

Очень кратко остановимся на функции перечисленных компонентов рентгеновского аппарата в обеспечении проведения диагностических процедур.

Для работы рентгеновского аппарата необходим **источник постоянного тока** напряжением до 145кВ (обратите внимание, что для подключения бытовых электроприборов обычно используют переменный ток напряжением 220В). Таким образом, роль генератора повысить напряжение более чем в 500 раз, а выпрямитель необходим, чтобы на рентгеновскую трубку подавался постоянный ток. Подробнее принцип работы указанных приборов можно прочитать в указанных источниках литературы, а здесь еще раз подчеркнем важность соблюдения правил техники безопасности в кабинете рентгенодиагностики.

Подавая постоянный ток высокого напряжения на катод **рентгеновской трубки**, можно получить тормозное рентгеновское излучение, частоту и длину волны, а соответственно энергию и проникающую способность которого регулируют, изменяя напряжение и силу тока на рентгеновской трубке при помощи пульта **управления**. Рентгеновское излучение в более высокой энергией принято называть «жестким», а с меньшей энергией и проникающей способностью – «мягким».

Анод рентгеновской трубки имеет скошенную форму. Угол наклона анода рассчитывается так, чтобы максимально эффективно направлять образованное рентгеновское излучение к фокусному окну стеклянной трубки.

Поскольку образование рентгеновского излучения и вызывает значительное нагревание анода (до 99% Энергии движения электронов преобразуется именно в тепловую энергию), для предупреждения расплавления, анод выполнен из тугоплавкого вольфрамо-ренийевого сплава, кроме того, предусмотрен ротационный механизм, а также система отведения тепла трансформаторным маслом.

Для предупреждения выхода «ненужного» рентгеновского излучения из трубки, она заключена в свинцовый кожух, а излучение выходит только через фокусное окно. Учитывая основные свойства рентгеновского излучения, а именно прямолинейное распространение расходящимся пучком, способность к рассеиванию, преломлению, отражению, поглощению, для получения четкого изображения используют только узкий центральный пучок. Поэтому в современных рентгеновских трубках диаметр фокусного окна не превышает 1мм. Использование фильтров и диафрагм также позволяет уменьшить количество рассеянного или слишком мягкого излучения, чем увеличивает качество изображения и уменьшает лучевую нагрузку.

Рентгеновская трубка закреплена на штативе. **Штатив** удерживает рентгеновскую трубку, позволяет регулировать ее положение и менять направление луча в зависимости от необходимой проекции снимка.

Поскольку рентгеновское излучение невидимо, необходим **приемник излучения** - устройство способное зафиксировать количество излучения, прошедшее сквозь объект, например, флуоресцентный экран, рентгеновская пленка, и даже полупроводниковые селеновые пластины (при электрорентгенографии).

Перейдем непосредственно к пониманию основных свойств и принципа формирования рентгеновского изображения. Рентгеновское изображение является *теневым, прямым, увеличенным, плоскостным и суммационным*. Проходя сквозь объект рентгеновское излучение, частично задерживается внутренними структурами объекта исследования. Проникающая способность рентгеновского излучения зависит от трех факторов: плотности, размера (толщины) объекта и молекулярной массы. Большая степень поглощения лучей костной тканью, обусловлено высоким содержанием кальция, атомарная масса которого значительно больше, чем атомарная масса азота, углерода, кислорода и водорода, элементов, из которых состоят все органические вещества. Если речь идет о мягких тканях, то их проницаемость будет зависеть от плотности структуры. Плотность жидкости больше, чем плотность газа, поэтому структуры, содержащие жидкость, сильнее задерживают рентгеновские лучи. В легочной ткани, содержащей воздух, лучи задерживаются значительно меньше. Таким образом, на приемнике излучения мы сможем видеть «**тень**» внутренних структур организма. Скиалогия – наука о тенях, описывает закономерности образования рентгеновских теней. Наиболее важно при интерпретации теней учитывать следующие законы скиалогии:

Закон абсорбции: тень прямо пропорциональна степени поглощения рентгеновского излучения. При одинаковой плотности объектов проницаемость будет зависеть от их размера (толщины). В тех случаях, когда рядом расположенные органы одинаково поглощают рентгеновское излучение, они не различимы при рентгенологическом исследовании и может быть необходимо искусственное контрастирование.

Проекционный закон, обусловлен расхождением пучка рентгеновских лучей. На приемнике излучения рентгеновское изображение всегда большего размера, чем реальный объект (**увеличенное**) и зависит от расстояния от объекта до рентгеновской трубки и от объекта до приемника излучения. Это геометрическое увеличение обусловлено радиальным (расходящимся) направлением лучей.

Закон суммации теней, расположенных по ходу рентгеновского луча. И хотя на изображении объект ориентирован в том же направлении и изображение является прямым, не следует забывать, что это лишь **суммационное** проецирование объемно расположенных структур на

плоскость. Рентгеновское изображение это - **плоскостное** изображение с суммацией всех точек, расположенных по ходу лучей.

Закон тангенциальности объясняет закономерности отображения теней объемных структур на плоскости, в том числе, искажение размеров объекта при изменении его положения относительно хода рентгеновского луча.

3.2. Методы рентгеновской диагностики

Методы рентгеновской диагностики различаются только приемником излучения и способом получения рентгеновского изображения. Каждый метод исследования имеет свои преимущества и недостатки, показания и противопоказания к его назначению.

Наиболее распространенные методы:

3.2.1. Рентгенография

Рентгенография – самый распространенный метод лучевого исследования, основан на применении рентгеновской пленки в качестве приемника излучения. Покрытие рентгеновской пленки содержит соли бромид серебра и при попадании на нее рентгеновских лучей темнеет. В результате наиболее освещенные участки пленки выглядят темными. Поэтому, структуры, которые выглядят темными на плёнке, называют просветлениями. И наоборот, светлые участки на снимке – это места, куда не попали лучи, их называют тенями или затемнениями.

Преимущества рентгенографии:

- более *высокая разрешающая способность* по сравнению с рентгеноскопией и флюорографией, лучше различимы мелкие детали;
- *возможность хранить* полученный снимок, рентгенограмма является *документом*
- описывать рентгенограмму можно за пределами рентгенкабинета в удобное время, в зависимости от тяжести состояния пациента;
- *наблюдение за динамикой* заболевания и сравнение снимков на разных этапах лечения;
- возможность *консультации с коллегами* или специалистами других специальностей;
- передвижные рентгенаппараты позволяют выполнить исследование в палате или в операционной;
- *минимальная лучевая нагрузка*;
- возможность проведения контрастных исследований.

Недостатки рентгенографии:

- изображение *плоскостное* (двумерное), *суммацией* все объекты, расположенные по ходу луча, суммируются;
- необходимо получить *не менее двух снимков* этой части тела во взаимно перпендикулярных проекциях;
- рентгеновская пленка дорогая;

- *результат* можно получить только *после проявления* снимка, а это длительный процесс, требующий специальных условий.

Возможность получить результат сразу, без проявки пленки возможно используя цифровую (дигитальную) рентгенографию, принцип которой основан на получении изображения на специальные пластины и сканировании пластин лазерным лучом. При этом высвобождается энергия в виде свечения, интенсивность которого пропорциональна дозе поглощенного рентгеновского излучения. Фотодетектор преобразует это свечение в электрический сигнал, и после цифровой обработки, изображение сохраняется в виде графического файла, может быть распечатано или просмотрено. Цифровая рентгенография значительно упрощает процедуру получения изображения, не устраняет основной недостаток рентгенографии – проекционное наложение деталей в результате суммации теней.

3.2.2. Томография

Томография – рентгенологический метод послойного исследования структур организма. Принцип метода основан на выполнении снимка вовремя синхронного движения рентгентрубки и пленки. На томограммах четкое изображение имеют только структуры, расположенные на уровне центра вращения, т. е. устраняется эффект суммации. Высоту центра вращения можно регулировать, что позволяет производить снимки на разной глубине. Изменяя положение пациента, можно получить серию изображений во фронтальной (в положении на спине) или сагиттальной проекции. Метод впечатляет своей технической простотой, но его существенный недостаток – высокая лучевая нагрузка на пациента.

3.2.3. Рентгеноскопия.

Рентгеноскопия - получение теневого изображения на флуоресцирующем экране или мониторе в режиме реального времени. Приемник излучения (флюоресцирующий экран) – это тонкая пластина картона или пластмассы, на которые нанесен слой люминофора. Рентгеновское излучение проходя сквозь тело пациента, попадает на флуорисцирующий экран, вызывая его свечение. За структурами непроницаемыми для рентгеновского излучения остаются затененные участки. Таким образом врач видит тени органов пациента на экране. В современных рентгенаппаратах используют электронно-оптические преобразователи. Они фиксируют слабое свечение флуоресцирующего экрана, трансформируют его в электрический импульс и передают на монитор. Это значительно усиливает яркость изображения, уменьшает время исследования и лучевую нагрузку. С появлением электронно-оптических преобразователей закончился так называемый «темный век» рентгенологии: не требуется полное затемнение рентген кабинета, темновая адаптация глаз врача, врач наблюдает за происходящим на мониторе, находясь за защитным экраном или в соседнем помещении.

Преимущества рентгеноскопии:

- дает информацию о морфологических изменениях и о двигательной функции органа;
- позволяет производить полипроекционные исследования, определить положение органа или патологической структуры в пространстве;
- возможно полипозиционное исследование пациента;
- проведение исследования в режиме реального времени;
- быстрое получение результата;
- пальпация пациента (в зависимости от диагностической цели проводят распределительную, транспортирующую, блокирующую или дифференцирующую пальпацию);
- непосредственное наблюдение за продвижением контрастного вещества при контрастных исследованиях.

Недостатки рентгеноскопии:

- высокая лучевая нагрузка на врача и пациента, в связи с чем не используется в детском возрасте до 15 лет;
- низкая разрешающая способность. Разрешающая способность флуоресцирующих экранов меньше, чем рентгеновской пленки. Необходимо производить прицельные снимки зоны интереса для ее детального изучения.
- субъективность исследования. Результат исследования в значительной степени зависит от компетентности специалиста, выполняющего исследование. Менее заметен этот недостаток в рентгеноскопических аппаратах с функцией видеофиксации исследования.

3.2.4. Флюорография.

Флюорография – фотографирование рентгеновского изображения с флуоресцирующего экрана, который является приемником излучения). Затем полученное фото можно получить на фотопленке (размер кадра обычно 70x70 или 35x35 мм) или на мониторе компьютера (при необходимости можно распечатать). Основное значение флюорографии - выявление патологии лёгких при профилактических (скрининговых) исследованиях.

Преимущества флюорографии:

- возможность исследования большого количества людей за минимальное время;
- наиболее дешевый метод – не используются дорогие расходные материалы;
- *разрешающая способность* выше, чем при рентгеноскопии;
- *возможность сохранять* результаты.

Недостатки флюорографии:

- *разрешающая способность* ниже, по сравнению с рентгенографией;
- *лучевая нагрузка* несколько выше, чем при рентгенографии;

- в случае аналоговой флюорографии расшифровка результата возможна *после проявления* кассеты с пленкой, а изображения *маленького размера*, что затрудняет обнаружение небольших изменений.

3.3. Методики рентгенологического исследования в условиях искусственного контрастирования.

Часто органы, расположенные в одной области исследования имеют одинаковую проницаемость для рентгеновских лучей. Поэтому при рентгенологическом исследовании отличить их от соседних органов и окружающих мягких тканей очень сложно. Для визуализации таких органов необходимо введение контрастных веществ. Поглощение рентгеновского излучения контрастным веществом должно значительно отличаться от его поглощения соседними тканями, что является принципом искусственного контрастирования.

Контрастные вещества:

I. Рентгеннегативные контрастные вещества имеют малую атомную массу и низкую плотность и практически не поглощают рентгеновское излучение. Это газы: оксид азота, углекислый газ, кислород или воздух.

II. Рентгенпозитивные вещества, или препараты с большим атомным весом, задерживающие излучение значительно сильнее чем мягкие ткани. Среди рентгенопозитивных контрастных веществ выделяют:

1. *нерастворимые* препараты. Изготавливаются на основе сульфата бария (бария сульфат, барвипс). Сульфат бария не растворим в воде, для введения его в организм изготавливают суспензию (суспензия – взвесь частиц твердого (нерастворимого) вещества в жидкости. Применяется только для контрастирования желудочно-кишечного тракта, вводится перорально или в виде клизмы.
2. *водорастворимые* йодсодержащие растворы органических соединений
 - *ионогенные мономерные и ионогенные димерные* используются для введения в кровеносные, лимфатические сосуды, а также мочевыделительную систему и другие анатомические структуры (триомбраст, урографин). Следует учитывать, что ионогенные препараты, при внутривенном введении повышают осмотическое давление, ухудшая их переносимость.
 - *неионогенные мономерные и димерные*, относятся к новому поколению водорастворимых препаратов (омнипак, йопромид), отличаются низкой осмолярностью и менее токсичны.
3. *жирорастворимые йодсодержащие препараты* на основе растительных масел (йодолипол, дуролиопак) ранее рекомендовались для исследования лимфатических сосудов, свищевых ходов, бронхов и полости матки.
4. *спирторастворимые препараты* (этиотраст, кислота йопановая) были рекомендованы для внутривенных введений, спинномозговых

каналов, желчных путей и желчного пузыря, лимфографии, однако в настоящее время экспериментальные и клинические исследования доказали большую безопасность неионных низкоосмолярных контрастных препаратов.

Одновременное введение и позитивных и негативных препаратов позволяют более подробно изучить рельеф стенки органа и называют **двойным рентгеноконтрастным исследованием**.

Единственное желательное фармакологическое действие контрастного препарата - ослабление рентгеновских лучей.

Все остальные воздействия на организм, нежелательны.

Основные **требования** к рентгеноконтрастным веществам:

- низкая токсичность;
- низкая аллергенность;
- высокая скорость элиминации из организма.

Токсичность рентгеноконтрастного препарата обусловлена непосредственно хемотоксичностью его молекул, осмотичностью и ионным дисбалансом, возникающим при введении препарата в кровяное русло.

• Хемотоксичность обусловлена непосредственным воздействием молекулы контрастного вещества на белки и клеточные мембраны, а также на клеточные органеллы и ферменты, в случае проникновения отдельных молекул контраста внутрь клетки.

• Осмотичность (изменение осмотических свойств плазмы крови) приводит к перемещению воды из клеток эритроцитов и эндотелия в плазму крови, вызывая расширение сосудов и снижение артериального давления, а также изменение вязкости крови. Осмолярность жидкости напрямую зависит от количества растворенных в ней частиц вещества. Поэтому высокая осмолярность ионных контрастов обусловлена диссоциацией его молекулы в растворе на йодированные отрицательно заряженные (определяют контрастность соединения) и нейодированные положительно заряженные ионы.

• Ионный дисбаланс. Раствор при введении его в кровеносный сосуд, на некоторое время замешает кровь, при этом слишком высокая или слишком низкая концентрация различных ионов вызывает побочные эффекты (фибрилляцию желудочков при коронарной ангиографии, изменение составных компонентов крови и др.).

Таким образом при введении рентгеноконтрастных препаратов возможно развитие побочных реакций.

Наиболее распространенные побочные реакции: - фармакодинамические (например, вазодилатация, повышение диуреза);

- токсические (нарушение проницаемости эндотелия сосудов, развитие нефропатии, подавление йодсвязывающей функции щитовидной железы);
- аллергические - реакции, обусловленные взаимодействием комплекса антиген + антитело.

Возможность развития довольно выраженных побочных реакций обуславливает возможность введения йодированных контрастов только в тех рентгенотделениях, где имеется возможность оказания экстренной медицинской помощи в случае осложнений. Обычно это рентгенкабинеты при стационарах, имеющих отделение неотложной терапии.

В тоже время использование сульфата бария для контрастирования органов пищеварительного тракта обычно не вызывает побочных реакций, поскольку этот препарат не всасывается в кровяное русло. Контрастирование сульфатом бария возможно в условиях поликлиники.

Внимание! Попадание сульфата бария в сосуд вызывает его эмболизацию! Проникновение сульфата бария сквозь перфоративное отверстие в грудную или брюшную полость значительно осложняет течение заболевания, приводя к образованию спаек или формированию гранулём. Следовательно, при подозрении на перфорацию желудочно-кишечного тракта необходимо применение водорастворимых контрастов.

Количество рентгенконтрастных исследований значительно, что обусловлено разнообразием исследуемых органов и способов введения контраста. Возможно *прямое введение* контраста в полость органа, окружающее пространство или сосуды. А также использование *концентрации и элиминации* контраста в выделительных системах и желчных путях.

Более подробное описание наиболее используемых методов контрастного рентгенологического исследования можно прочесть в соответствующих разделах.

4. Компьютерная томография (КТ).

Компьютерная рентгеновская томография - метод получения послойного изображения организма, методом цифровой компьютерной обработки степени ослабления рентгеновского излучения различными тканями, при их сканировании тонким пучком излучения под разными углами.

Физические принципы КТ.

Источник излучения – рентгеновская трубка (в современных аппаратах четвертого и пятого поколений одновременно задействованы несколько до 200 рентгеновских трубок). Основной принцип получения изображения при КТ, это определение степени ослабления рентгеновского излучения в каждой точке организма. Тело человека сканируется узким пучком излучения, для чего рентгеновская трубка вращается вокруг пациента, сканируя необходимый участок тела в аксиальном направлении слой за слоем.

Приемник излучения - система датчиков, которые фиксируют количество рентгеновского излучения, после прохождения его пучка сквозь тело человека при сканировании тонкого среза в каждом направлении. Датчики трансформируют энергию рентгеновского излучения в электрические сигналы для дальнейшей цифровой обработки. Проходя полный оборот вокруг тела человека пучок излучения проникает сквозь каждый участок сканируемого слоя, что дает возможность рассчитать степень его ослабления в каждом участке. Для получения изображения мелких структур каждого органа весь сканируемый слой условно делят на мельчайшие объемные структуры – воксели. Затем **компьютером рассчитывается коэффициент абсорбции** тканей (коэффициент ослабления), выражаемый в единицах Хаунсфилда. Шкала Хаунсфилда — шкала линейного ослабления излучения по отношению к воде, рентгеновская плотность которой принята за 0 HU . Таким образом, одна единица Хаунсфилда соответствует 0,1 % коэффициента ослабления воды по отношению к воздуху. Денситометрическая плотность воздуха соответствует -1000 HU , а кости +800 - +3000 HU . Данная шкала позволяет точно различать денситометрическую плотность мягких тканей, серого и белого вещества головного мозга, а также патологических образований. Значение коэффициента ослабления передается на монитор в виде серой шкалы, при этом яркость каждого пикселя монитора соответствует степени поглощения излучения одним вокселем. Что позволяет формировать графическое изображение слоя с высокой точностью.

Преимущества КТ.

- высокая дифференцирующая способность, возможность различать плотность тканей в пределах 1-0,5%, что значительно выше, чем при обычной рентгенографии и томографии;

- получение тонких аксиальных срезов толщиной от 1 до 5 мм, без суммарного наложения органов;
- возможность проведения точных количественных измерений размеров и плотности органов, тканей и патологических образований;
- возможность получить топограммы, т.е. продольное изображение, путем компьютерной обработки множества аксиальных срезов;
- возможность произведения пункции и прицельной биопсии;
- возможность контрастирования органов.

Недостатки КТ

- высокая лучевая нагрузка при проведении исследования (примерно равная рентгеноскопическому исследованию);
- разрешающая способность продольных изображений, полученных при помощи КТ ниже, чем при рентгенографии;
- высокая стоимость исследования;
- необходимость транспортировки больного к месту исследования из-за невозможности перемещения КТ оборудования.

5. Физико-технические основы радионуклидного исследования.

Радионуклидная диагностика – изучение функций, анатомического строения, обмена веществ организма в норме и при патологии, основанное на регистрации излучения радионуклидов.

5.1. Общие принципы радионуклидной диагностики

Существует две группы методов радионуклидной диагностики:

- 1) *in vitro* диагностика;
- 2) *in vivo* диагностика;

При *in vitro* диагностике пациент не контактирует с радиоактивными веществами. Процесс взаимодействия биологических веществ человека с радиоактивным препаратом происходит в пробирке, в которую добавляют сыворотку крови, мочу или другие экскреты и экстракты тканей. Этот метод является разновидностью сатурационного анализа, основанный на "замещении" меченых и немеченых лигандов вещества. Возможно точное количественное определение минимальных концентраций вещества и получение важной диагностической информации, при этом облучение пациента отсутствует.

При *in vivo* диагностике радионуклид вводится в организм человека в виде радиофармацевтического препарата (РФП) и после этого проводится регистрация излучения.

Радиоактивный фармацевтический препарат — фармацевтический препарат, молекула которого содержит нестабильный изотоп (радионуклид). РФП участвуют в обмене веществ изучаемых органов, также как их нерадиоактивные аналоги и могут быть зарегистрированы детекторами, что позволяет использовать их для оценки метаболизма меченого радионуклидом вещества в организме.

Классификация РФП:

по виду излучения:

- бета-излучающие (позитрон-излучающие) (^{32}P , тритий);
- гамма-излучающие ($^{99\text{m}}\text{Tc}$, ^{123}I , $^{113\text{m}}\text{In}$);

по периоду полураспада:

- ультракороткоживущие (период полураспада несколько минут);
- короткоживущие (период полураспада несколько часов);
- среднеживущие (период полураспада от нескольких дней до двух недель);
- долгоживущие (период полураспада больше двух недель);

по накопительной способности:

- органотропные (препараты с направленной органотропностью избирательно накапливаются в определенном органе, например, щитовидной железе (^{131}I та ^{125}I); печени (коллоидный раствор ^{198}Au), поджелудочной железе ^{75}Se -метионин), препараты с косвенной органотропностью, концентрирующиеся в органе временно по пути выведения, препараты с вторичной селективностью, приобретающие

- способность накапливаться в органе после определенных химических превращений);
- туморотропные (избирательно накапливающиеся в опухолевых клетках);
- без селективного накопления в организме;

по проникающей способности:

- диффундирующие (проникают через гистологические барьеры);
- недиффундирующие.

В зависимости от цели исследования возможны различные пути введения РФП в организм:

1. внутривенный - исследования функции и топографии печени, почек, сердечно-сосудистой системы, головного мозга и других органов;
2. внутриартериальный – оценка артериального кровоснабжения;
3. в лимфатические сосуды - для проведения прямой лимфографии
4. подкожный - диагностика состояния лимфатических узлов и регионарных метастазов;
5. внутрикожный - для оценки тканевой резорбции при заболеваниях сосудов;
6. энтеральный – для оценки обмена йода в организме. При этом РФП всасывается в кровь из желудочно-кишечного тракта и накапливается в исследуемом органе;
7. ингаляционный - для оценки вентиляционной способности легких;
8. в спинномозговой канал – с целью оценки его проходимости.

Введение РФП должно быть безопасным для пациента и давать достаточную диагностическую информацию. При проведении фармацевтической аттестации РФП оцениваются следующие параметры:

- химическая чистота РФП (отсутствие примесей других не радиоактивных веществ, например тяжелых металлов);
- радиохимическая чистота (радионуклид в РФП должен находиться в соответствующей химической форме, поскольку радиохимические примеси существенно влияют на достоверность диагностической информации);
- радионуклидная чистота (отсутствие примесей радионуклидов, которые могут повысить дозу облучения и исказить его результат);
- стерильность (очень важна при парентеральном введении, возможно, стерилизация РФП паром, сухим теплом, фильтрацией или радиационная стерилизация);
- апиrogenность обеспечивается использованием только апиrogenных компонентов в процессе производства РФП.

Соответствуя указанным параметрам РФП является безопасным для пациентов и дает достоверную диагностическую информацию при его применении.

5.2. Методы радионуклидной диагностики.

В зависимости от метода регистрации излучения выделяют такие методы:

Радиометрия - регистрация количества распадов радионуклидов за единицу времени с определенного участка тела человека, при помощи радиометра. Не дает точной информации о локализации, а также скорости накопления и выведения радионуклидов. В настоящее время не используется.

Радиография - регистрация информации о концентрации радионуклидов в определенном органе и ее изображение в виде кривой изменения радиоактивности во времени.

Сцинтиграфия - метод получения плоскостного изображения органа путем регистрации распределение радионуклида в органе с помощью сцинтилляционно-детектирующего устройства - гамма-камеры. Гаммакамера состоит из сцинтиллятора – монокристалла йодида калия или натрия, имеющего свойство испускать слабую вспышку света (сцинтилляцию) под воздействием гамма-кванта, и фотоэлектронного множителя, преобразующего вспышки света в электрические, которые в свою очередь фиксируются на мониторе либо на бумаге на экране осциллографа или на мониторе компьютера. Сцинтиграфия может выполняться в статическом, и в динамическом режимах с фиксацией изменения концентрации радионуклида во времени.

Однофотонная эмиссионная компьютерная томография – современный метод радионуклидной диагностики, использующий расположенные по кругу детекторы для послойного сканирования и последующую компьютерную реконструкцию изображения. Источником излучения при этом является предварительно введенный в организм пациента РФП, излучающий гамма-кванты. Детекторы, перемещаясь вдоль тела пациента послойно сканируют его в аксиальной плоскости выявляя места скопления радиофармацевтического препарата. Используя органотропные и туморотропные РФП возможно регистрировать самые незначительные изменения метаболизма органов, что позволяет выявлять опухоли и метастазы на ранних стадиях.

Позитронная эмиссионная томография (ПЭТ) – методика радионуклидной диагностики, при которой используются РФП испускающие позитроны. Позитрон – положительно заряженная частица, по массе равная электрону, имеющая такой же по значению, но противоположно направленный заряд. При распаде радионуклида и образовании позитрона, он сталкивается с противоположно заряженной частицей – электроном, что приводит к их взаимоуничтожению (аннигиляции) с образованием энергии в виде двух противоположно направленных фотона. Регистрация распада РФП происходит при одновременной фиксации двух гамма-квантов с противоположных сторон расположенными по кругу детекторами. При этом при проведении расчетов

для построения изображения учитываются только гамма-кванты, зарегистрированные одновременно двумя детекторами, расположенными с противоположных сторон (принцип совпадения сцинтилляций). На линии, соединяющей эти детекторы, высчитывают координаты радионуклидного распада (аннигиляции). Затем при помощи компьютерной обработки возможно формирование послойного изображения плотности концентрации радионуклида в любой проекции или 3D реконструкция объекта. Современные ПЭТ/КТ сканеры также позволяют одновременно проводить ПЭТ и КТ исследования, совмещая полученное изображение. Данная методика позволяет оценивать функциональные нарушения клеточного метаболизма, что значительно предшествует морфологическим проявлениям, и в тоже время, проводить точную топическую диагностику метаболических изменений.

Преимущества радионуклидных методов исследования:

- ранняя диагностика функциональных и метаболических изменений;
- высокая точность результатов;
- возможность топической диагностики выявленных метаболических изменений (кроме радиоиммунного анализа и радиографии);
- выявление внеорганных и отдаленных метастазов;
- оценить реакцию опухоли на химиолучевое лечение;
- диагностика кровоснабжения и метаболизма тканей (миокарда, легких, головного мозга).

Недостатки радионуклидных методов исследования:

- сложность и дороговизна синтеза РФП;
- невозможность транспортировки ультракороткоживущих РФП, используемых при современных методах радионуклидной диагностики;
- высокая лучевая нагрузка на пациента (кроме радиоиммунного анализа).

6. Физико-технические основы МРТ исследования.

Магнитно-резонансная томография (МРТ) – томографический метод исследования, основанный на феномене ядерно-магнитного резонанса атомов с нечетным количеством протонов под действием внешнего магнитного поля.

Источником излучения при МРТ исследовании являются непосредственно атомы организма человека, содержащие нечетное количество протонов. При этом какое-либо внешнее облучение отсутствует. В качестве источника излучения для диагностических МРТ исследований наибольший интерес представляют изотопы водорода, углерода, фтора, фосфора и натрия. Протоны являются положительно заряженными частицами ядра атома и обладают определенно направленным магнитным моментом (спином), располагаясь в ядре атома в наиболее уравновешенном состоянии. Именно нечетным количеством протонов обусловлен ненулевой спин и соответствующий ему магнитный момент. Учитывая, что атом водорода имеет только один протон и соответственно обладает выраженным магнитным моментом, а также, то что входя в состав всех органических молекул и молекул воды, водород является наиболее распространенным элементом организма человека, современные МРТ-аппараты настроены на *ядра водорода (протоны)*.

Под воздействием постоянного магнитного поля протоны выстраиваются вдоль основного магнитного вектора. Подача мощного электромагнитного импульса, частота которого равна частоте перехода между энергетическими уровнями ядер атомов (частота Лармора), приводит к изменению положения ядер атомов и переходу в вышележащие по энергии квантовые состояния, что сопровождается резонансным поглощением энергии электромагнитного поля. При прекращении воздействия переменного магнитного поля ядра водорода возвращаются в положение, соответствующие направлению основного магнитного вектора (продольная релаксация). Релаксация сопровождается резонансным выделением энергии, что детектором регистрируется время продольной релаксации T_1 и передается для дальнейшей цифровой обработки. При этом из-за небольшой неоднородности магнитного поля через некоторое время спины начинают вращаться в разных фазах. Время начала расфазировки протонов также считывается детектором и обозначается как поперечная релаксация T_2 . Построение МРТ - изображения основано на четырех параметрах: протонная плотность (концентрация ядер водорода), время продольной релаксации T_1 (спин-решетчатая) и время поперечной релаксацией T_2 (спин-спиновая), а также скоростью движения жидкости.

Очень интересной и перспективной является методика спектроскопии, позволяющая выявлять ядра элементов с сигналом более слабым, чем у ядер водорода, что позволяет производить анализ химических изменений в органах и тканях при их функционировании.

Исходя из изложенных выше принципов формирования МРТ сигнала, **основными компонентами** МР-томографа являются:

- *источник магнитного поля* (магнит, создающий постоянное внешнее магнитное поле в центре туннеля силой до 3 Тл);
- *передатчик* (импульсный генератор радиочастотных волн);
- *приемник* (усилитель и детектор сигнала);
- *блок обработки данных*.

В некоторых случаях возникает необходимость усиления интенсивности МР-сигнала для получения более дифференцированного изображения тканей. Для этого возможно применение контрастных препаратов, имеющих магнитные свойства и сокращающих время релаксации протонов. Обычно применяют контрастные препараты, состоящие из парамагнитного иона гадолиния (Gd³⁺) связанного с молекулой - носителем.

Противопоказания к МРТ диагностике:

Несмотря на относительную безопасность метода и отсутствие ионизирующего облучения, МРТ-диагностика имеет широкий перечень противопоказаний. При этом ряд состояний пациента вынуждает отказаться от этого вида диагностики, заменив его другим методом исследования. Эти состояния относят к абсолютным противопоказаниям. В некоторых ситуациях проведение исследования затруднительно, но возможно при соответствующей подготовке пациента - относительные противопоказания.

Абсолютные противопоказания:

- кардиостимулятор (под воздействием магнитных полей нарушается сердечный ритм);
- металлические импланты или обломки в организме (кохлеоимплантаты, металлоостеосинтез, металлические кровоостанавливающие клипсы и др.);
- декомпенсированная состояние пациента сердечная, требующее оказания неотложной помощи;
- некупированный судорожный синдром;
- первый триместр беременности;
- вес пациента больше 120 кг.

Относительные противопоказания:

- неферромагнитными имплантатами;
- клаустрофобия, неадекватность пациента, детский возраст (требуют седации пациента);
- татуировки (металлосодержащие красители могут нагреваться, приводя к ожогам).

Преимущества МРТ-диагностики

1. Отсутствие суммации тканей. Получение послойного изображения в любой проекции с возможностью 3D-моделирования объекта;
2. Высокая разрешающая способность;

3. Мягкие ткани хорошо различимы между собой;
4. Отсутствие лучевой нагрузки;
5. Отсутствие артефактов от костной ткани;
6. Возможность ангиографического исследования;
7. Проведение функциональных исследований;
8. Оценка биохимических особенностей организма при помощи фосфорной МР-спектроскопии.

Недостатки МРТ-диагностики:

1. Большое количество противопоказаний;
2. Длительность диагностической процедуры;
3. Громоздкость аппаратуры и невозможность ее транспортировки;
4. Плохая визуализация костей, что вызвано малым процентным содержанием воды в костной ткани;
5. Высокая стоимость исследования.

7. Ультразвуковые методы исследования.

Ультразвуковая диагностика – метод получения изображения внутренних органов, основанный на регистрации ультразвуковых сигналов, отраженных от объекта.

Ультразвук — это механические колебания с частотой выше 20000 Гц. В диагностической аппаратуре используются продольные звуковые волны частотой от 2 до 15 МГц.

Источник излучения – пьезоматериал, являющийся основным элементом ультразвукового трансдюсера (датчика).

Пьезоматериалы имеют свойство деформироваться под воздействием электрического заряда. При подведении к нему электрических импульсов с определенным интервалом, происходит расширение или сжатие кристаллов пьезоэлемента с необходимой частотой, что приводит к распространению продольной ультразвуковой волны и называется обратным пьезоэлектрическим эффектом. Трансдюсер выполняет роль источника излучения, посылая сигнал тканям всего миллионные доли секунды. Ультразвуковая волна распространяется в организме человека частично рассеиваясь или отражаясь на границах тканей с различными акустическими свойствами.

Приемник излучения – тот же пьезоматериал трансдюсера, в фазу приема излучения. Отраженные волны улавливаются приёмником излучения. Отразившаяся часть энергии ультразвуковой волны при попадании на пьезоэлемент вызывает деформацию пластины и образование электрических зарядов. Это – прямой пьезоэлектрический эффект. Значительно большую часть времени трансдюсер работает в режиме приемника излучения, ожидая и принимая отраженные волны.

Дальнейшая обработка электрического сигнала зависит от (модальности) ультразвукового исследования.

A-метод – основан на определении времени возврата импульса и энергии отраженного сигнала. Полученная информация отражается в виде отклонений от горизонтальной оси в виде пиков различной амплитуды (название метода происходит от слова амплитуда (англ. *amplitude*). Указанная методика позволяет определить препятствие по ходу ультразвукового луча и расстояние до него, которое вычисляется на основании времени приема сигнала и средней скорости распространения ультразвука в организме.

Эти простые и небольшие по размеру аппараты успешно применяются в офтальмологии и нейрохирургии. Несмотря на простоту их устройства они позволяют получить необходимый минимум информации и решить важные диагностические задачи. При помощи A-метода возможно, например, выявление опухоли глаза или наличие расслоения сетчатки. Также этим методом позволяет определить размеры гематомы в области полушарий головного мозга, и контролировать их динамику, с целью

определения тактики лечения.

М-метод позволяет контролировать движение (англ. *Motion*) внутренних структур организма, развертка одномерного изображения во времени). Принцип метода заключается в определении расстояния до внутренних структур организма с разным коэффициентом преломления (аналогично А-методу) и изменения этого расстояния в зависимости от времени. Таким образом определяют амплитуду и скорость движения органов и их структур. Информация при этом подается на монитор в виде графика, где по вертикальной оси отложено расстояние от датчика до объекта, а по горизонтальной – время. При этом регистрация сигнала и отображение результата на мониторе происходит в реальном времени. При необходимости изображение можно остановить для более детального изучения и произведения расчетов. Наиболее часто М-метод применяется для исследования сердца при этом изображение может быть синхронизировано с электрокардиограммой или В-методом.

В-метод – является наиболее распространенным и используется как основной режим исследования во всех ультразвуковых диагностических аппаратах. Суть метода заключается в сканировании объекта ультразвуковым трансдюсером, состоящем из множества пьезоэлементов и представления информации в виде плоскостного изображения. При этом по вертикали представлено расстояние от датчика до объекта (глубина), а по горизонталь экрана соответствует расположению структур по ширине датчика. Амплитуда (количество энергии отраженного сигнала) представлено яркостью свечения точек (пикселей экрана). Таким образом в режиме серой шкалы структуры отражающие большое количество излучения выглядят яркими: белыми и светло-серыми, в структуры, через которые изображение проходит, отражаясь в меньшей степени, представлены более темными оттенками серого. Жидкость, через которую ультразвук проходит легко не задерживаясь, и не отражаясь выглядит черной. Соответственно название В-метода происходит от слова яркость (англ. *brightness*).

D-метод (ультразвуковая доплерография) - метод выявления движущихся объектов, определения скорости и направления движения, основанный на эффекте Доплера.

Эффект Доплера – изменение частоты волны, регистрируемое детектором или наблюдателем при движении источника излучения или при ее отражении от движущейся преграды. При движении излучающего (или отражающего) объекта к датчику частота волны увеличивается, при движении от датчика частота понижается. Используется для измерения скорости и направления потока крови в сосуде.

Виды доплерографии

1. Потоковая спектральная доплерография (ПСД) – оценивает кровоток в крупных сосудах и камерах сердца. Анализ имеет вид кривой, где высота зубцов – это скорость кровотока, а ширина их – время.

- Импульсная ПСД – отображает временной график изменения скорости кровотока в заданном контрольном объеме, позволяет зарегистрировать момент ОТКРЫТИЯ и закрытия створок клапанов, дополнительные сигналы от хорд створок и стенок сердца. Однако, импульсный доплер имеет ограничение по скорости (до более 2,5 м/с).

- Непрерывная (постоянноволновая) ПСД – отображает временной график изменения скорости кровотока на всем протяжении ультразвукового пучка, одновременно регистрируя скорость кровотока в нескольких контрольных объемах. Дает возможность исследовать параметры движения крови в сосудах при скорости кровотока выше 2,5 м/с.

2. Цветовое доплеровское картирование - одновременно регистрирует кровоток в контрольных объемах с последующей цветовой кодировкой основных параметров (направление – цвет, скорость – интенсивность цвета, ламинарность – однородность цвета). Цветовой доплеровский режим позволяет оценить топографию сосудов в выбранном сечении и направление кровотока в них (красный цвет – движение к датчику, синий – от датчика), дать качественную оценку скорости кровотока.

3. Энергетическая доплерография - основана на анализе амплитуд всех эхосигналов доплеровского спектра, что отражает плотность эритроцитов в заданном объеме. Энергетический режим позволяет получить изображение всех сосудов, не зависимо от их скорости, направления и ламинарности потока. Информация в виде оттенков цвета от темно-оранжевого до светло желтого несет информацию о наличии кровотока и количестве сосудов. Методика позволяет оценить васкуляризацию тканей органов или патологических участков.

4. Трехмерное доплеровское картирование и трехмерная энергетическая доплерография.

Эластография – современная УЗИ-технология, позволяющая исследовать жесткость и эластичность тканей.

Компрессионная эластография - метод качественной оценки упругих свойств ткани, путем нажатия на них специальным УЗ-датчиком. Оценивается степень деформации ткани при механическом надавливании и представляется в виде цветовой картограммы эластичности.

Используется для исследования поверхностных тканей, например, лимфоузлов, щитовидной и молочной железы). Позволяет дифференцировать злокачественные и доброкачественные образования на ранней стадии.

Эластография сдвиговой волны – вид эластографии, основанный на использовании поперечного акустического импульса для создания

сдвиговых волн и измерении скорости их распространения. Метод позволяет оценить степень жесткости тканей и новообразований любой локализации. Эластография сдвиговой волны позволяет выявить наиболее ранние изменения при таких заболеваниях, как цирроз печени, [гепатит](#), [панкреатит](#), воспалительный отек в мышцах и др.

Ультразвуковые датчики.

В зависимости от назначения датчиков выделяют:

датчики общего назначения: абдоминальные, акушерские, для исследования поверхностно расположенных органов и тканей, педиатрические;

специального назначения кардиологические, внутриволостные (вагинальные, ректальные, пищеводные и т.п.), пункционные, интраоперационные.

Датчики отличаются формой и размером поверхности, и частотой ультразвуковой волны, которую они излучают. Среди датчиков общего назначения выделяют: конвексный, линейный, секторальный.

Таблица Сравнительная характеристика различных ультразвуковых датчиков

Параметры датчика	Преимущества	Недостатки
Секторальный датчик Малый диаметр, Низкая частота	Датчик можно использовать при узких межреберьях, его можно сильно отклонять, дает тонкий пучок в ближней зоне Высокая проникающая способность	Короткая ближняя зона, большая дивергенция в дальней зоне Низкая разрешающая способность, короткая ближняя зона
Конвексный датчик Большой диаметр Низкая частота	Поверхность удобная для контакта с телом Длинная ближняя зона, относительно малая дивергенция в дальней зоне	Не удобно использовать в местах с узким доступом Низкое латеральное разрешение из-за широко расходящегося пучка Низкая разрешающая способность
Линейный датчик Большой диаметр Высокая частота	Линейная поверхность Длинная ближняя зона, параллельный ход луча, отсутствие дивергенции в дальней зоне Высокая разрешающая способность	Не удобно использовать в местах с узким доступом, иногда сложно добиться плотного контакта с кожей. Низкая проникающая способность, не используется для глубоких структур. Малая ширина охвата, невозможно полностью увидеть структуру, размером больше ширины датчика.

Преимущества ультразвуковой диагностики:

- быстрое получение информации о морфологических изменениях, в том числе структуре паренхимы органа;
- проведение исследования в режиме реального времени;
- быстрое получение результата;
- возможность получения томографического среза в любой проекции;
- возможно полипозиционное исследование пациента;
- в режиме доплерографии, позволяет оценить кровоснабжение органа;
- отсутствие лучевой нагрузки, возможность применения при беременности и в детском возрасте;
- не большие размеры ультразвуковых аппаратов, не требуют специального оборудования помещений. Возможно использование портативных переносных аппаратов;
- доступность, относительно не дорогое оборудование.

Недостатки ультразвуковой диагностики:

- не возможность получения целостного изображения органа;
- низкая разрешающая способность;
- субъективность исследования. Результат исследования в значительной степени зависит от компетентности специалиста выполняющего ультразвуковое сканирование и качества аппаратуры.

8. Основы рентгенологической, КТ, радионуклидной, МРТ и УЗ семиотики патологии различных органов и систем.

Семиотика – выявление признаков изменений или заболеваний. Основная цель диагностической медицины – правильно и своевременно выявлять заболевание, а точнее признаки, свидетельствующие о заболевании. В зависимости от метода диагностики и технических возможностей (вида облучения, принципа получения информации), возможно регистрировать различные изменения в теле человека.

8.1. Рентгенологическая семиотика.

Не зависимо от метода рентгенологического исследования, основным принципом получения диагностической информации является регистрация рентгеновских лучей, прошедших сквозь тело человека. Таким образом, для аналоговых методов исследования (аналоговая рентгенография, рентгеноскопия, флюорография, томография) это получение теневого изображения на пленке или флуоресцентном экране. В случае применения цифровых технологий (цифровая рентгенография, флюорография) получение изображение на экране монитора или сложная математическая обработка данных, позволяющая определит плотность каждого наименьшего участка исследуемой зоны (компьютерная томография).

В любом случае, при исследовании в условиях естественного контрастирования оценивается именно проникаемость структур рентгеновским излучением, которая зависит от трех факторов: плотности, размера (толщины) объекта и молекулярной массы структуры. Поскольку ткани организма человека отличаются по указанным выше параметрам, рентгеновский луч проходит сквозь них или задерживается в различной степени, образуя участки затемнений и просветлений.

Затемнение – участок, не освещённый рентгеновскими лучами, другими словами, тень на рентгенограмме, обусловленная более плотными анатомическими структурами или патологическими процессами, увеличивающими плотность тканей (На негативе затемнение выглядит белым, на позитиве – темным, на всегда соответствует цвету костей и срединной тени).

В рентгенологии для описания затемнений принята следующая терминология, согласно которой различают 6 типов затемнений:

1. Тотальное (субтотальное) затемнение – затемнен весь орган или его значительная часть.
2. Ограниченное затемнение, участок затемнения – затемнена часть органа, размером больше 1 см.
3. Круглая тень – затемнение округлой или овальной формы, диаметром больше 1 см.
4. Кольцевидная тень – имеет затемнение по периферии и просветление в центре.

5. Очаговая тень – тень, размером до 1 см.
6. Очаговая диссеминация – множественные очаговые тени.

Такое разделение имеет патоморфологическое и клиническое обоснование, что будет рассмотрено в следующих главах, и используется для описания рентгенологической патологии более 100 лет, что доказывает удобность и рациональность использования данной терминологии.

Также используется определенная схема описания патологического очага, которая предусматривает подробное описание всех параметров патологического изменения в определенной последовательности.

Для более простого запоминания указанной последовательности, предложена следующая аббревиатура: ПО ЧИ ФО РА ИН РИ КО С,

Где ПО – положение,

ЧИ – число, или количество выявленных патологических элементов,

ФО – форма,

РА – размеры,

ИН – интенсивность,

РИ – рисунок, структура указанных элементов,

КО – описание контуров,

С – смещение на функциональных рентгенограммах, или при рентгеноскопии.

Просветление – участок, освещенный рентгеновским излучением более ярко, чем окружающие ткани. Просветление обусловлено уменьшением плотности ткани или замещением нормальных структур патологическими, имеющими более низкую плотность. Выделяют обширное и ограниченное просветление.

Конкретные примеры затемнений и просветлений будут рассмотрены в соответствующих главах, поскольку имеют некоторые отличия в зависимости от систем органов. Понятно, что при наличии воздуха в каком-либо органе мы увидим просветление, а кальцификат будет выглядеть затемнением. Но, например, структура, содержащая жидкость, является затемнением на рентгенографии грудной клетки и просветлением в костной ткани. В тоже время, выявить свободную жидкость на рентгенограмме брюшной полости сложно, поскольку ее плотность соответствует плотности полых и паренхиматозных органов брюшной полости и забрюшинного пространства.

Для исследования структур, имеющих одинаковую плотность, необходимо их контрастировать – вводить рентгенконтрастные вещества.

Рентгенсемиотика в условиях искусственного контрастирования существенно отличается. Тень или просветление в этом случае обусловлено свойствами контрастного вещества, поэтому описывать его интенсивность не имеет смысла. Необходимо описать такие параметры, как изменение положения, формы, структуры и контуров, понимая, что мы видим внутренний контур органа и его изменения.

Для описания органов в условиях искусственного контрастирования используется следующая последовательность и терминология:

Изменение положения органа или его части (врожденное изменение положения органа, - дистопия, опущение органа, грыжа);

Изменение количества органов (увеличение количества, уменьшение количества);

Изменение формы и размеров описывают при исследовании в условиях тугого наполнения органа контрастом (общее увеличение или расширение тени органа, ограниченное расширение тени (выпячивание - дивертикул, язва - ниша), общее сужение или уменьшение тени органа, ограниченное сужение (одностороннее или циркулярное);

Изменение рельефа слизистой описывают при наполнении органа небольшим количеством контрастного вещества. Различают следующие изменения складок слизистой: расширение межскладочного пространства, извитость складок, конвергенция (схождение), дивергенция (расхождение), обрыв складок.

Также описывают заполняемость органа контрастным веществом. Отсутствие контрастирования какого-либо участка органа происходит обычно в результате заполнения этой части неконтрастными тканями или инородными телами и называется дефектом наполнения. Локальное накопление контраста в нишах и дивертикулах на рельефе описывается как депо контрастного вещества.

8.2. Основы КТ-семиотики

Компьютерная томография основана на измерении степени проницаемости тканей рентгеновским излучением, что определяется их плотностью и атомной массой (денситивностью). Денситивность тканей оценивается по шкале Хаунсфильда. Каждая ткани по-разному поглощает рентгеновское излучение, эти параметры называют денситометрическими показателями. В целом, КТ-семиотика и методика описания изменений не отличаются от рентгеновской семиотики. Однако, участки менее проницаемые для рентгеновских лучей принято называть участками повышенной денситивности, более проницаемые – участками пониженной денситивности.

8.3. Основы радионуклидной семиотики

При радионуклидных методах исследования оценивают способность органа или ткани накапливать введенный радиофармацевтический препарат. Соответственно, возможны следующие варианты патологических изменений:

1. Повышенное накопление радиофармацевтического препарата:
 - диффузное повышение накопления – диффузное увеличение функции органа в результате физиологических или патологических, например, воспалительных процессов.
 - очаговое повышение накопления (горячий очаг), например, при

опухолях.

2. Пониженное накопление радиофармацевтического препарата:
 - диффузное понижение накопления – диффузное снижение функции органа, замещения соединительной тканью в результате дегенеративных процессов.
 - очаговое понижение накопления (холодный очаг), например, при кистах, некоторых опухолях.

При динамических исследованиях, таких как ренорадиография, динамическая сцинтиграфия, оценивается скорость накопления и выведения радиофармацевтических препаратов, что позволяет оценить функцию органа. Информация обычно представлена в виде графика.

8.4. Основы МРТ-семиотики

При МРТ-исследовании оцениваю время T1, T2-релаксации и протонную плотность. Данные параметры зависят от сложных химических и гистологических процессов в тканях. Различные ткани содержат протоны с разным временем релаксации. От продолжительности времени релаксации зависит интенсивность МР-сигнала. При исследовании в T1-режиме, чем быстрее происходит релаксация протонов, тем сильнее МР-сигнал и ярче указанный участок на мониторе. Например, жировая ткань на МР-томограммах белая, менее светлое изображение дают головной и спинной мозг, плотные внутренние органы, сосудистые стенки и мышцы. Воздух, кости, кальцификаты практически не дают МР-сигнала, поэтому выглядят черными. При этом структуры в T1 и T2 режиме обычно представлены в противоположном цвете. В T2-режиме (T2-взвешенное изображение) интенсивность ответного сигнала зависит от продолжительности T2 (чем короче T2, тем слабее сигнал и ниже яркость свечения экрана дисплея)

Описывают данные изменения как уменьшение или увеличение интенсивности сигнала. При очаговой патологии, в зависимости от природы изменений, различают гипоинтенсивные, гиперинтенсивные и изоинтенсивные очаги.

8.5. Ультразвуковая семиотика

Возможность выявления и описания тех или иных патологических изменений в ультразвуковой диагностике зависит от выбора режима исследования.

8.5.1. Ультразвуковая семиотика в А-режиме

Исследование в А-режиме позволяет измерить расстояние до объекта и выявить его уменьшение или увеличение.

8.5.2. Ультразвуковая семиотика в М-режиме

В М-режиме позволяет зафиксировать движение тканей выявлять изменение (увеличение или уменьшение) амплитуды движения и частоты повторений. Используется в протоколах экстренной диагностики (обнаружение пневмоторакса и кровотечений в плевральную полость и

полость перикарда), а также для диагностики заболеваний сердца, например, выявление неподвижных участков миокарда, амплитуда движения клапанов, позволяет производить расчеты объема, минутного объема сердечного выброса...

8.5.3. Ультразвуковая семиотика в В-режиме

В-режим – двумерное сканирование в режиме серой шкалы, наиболее часто используется в ультразвуковой диагностике. При помощи ультразвукового двумерного сканирования можно изучить и описать изменение положения, количества, формы и размеров органа, его структуру, контуры, смещаемость при дыхании и изменении положения тела. Также по этой же схеме описывают выявленные патологические очаги. Однако учитывая то, что для получения изображения на экране ультразвукового аппарата производят сканирование организма при помощи ультразвука. При этом оценивается количество отраженных ультразвуковых волн - эхогенность тканей. На экране степень отражения ультразвуковых волн в каждой точке просканированного органа представлена в виде точек разной яркости. Чем больше отраженных волн, тем ярче точки на экране. Яркие участки называют гиперэхогенным. Участки, отражающие малое количество ультразвуковых волн, выглядят темно-серыми и называются гипозэхогенными. Черные участки экрана соответствуют анэхогенным зонам и обозначают отсутствие отражения сигнала в данной зоне, что может соответствовать жидкости или акустической тени.

Возможны такие варианты ультразвуковой семиотики в В-режиме:

1. Изменение положения органа: опущение, отнесение патологической структурой, врожденные аномалии положения, нахождение органа или его части в грыжевом мешке...
2. Изменение количества органов: врожденное увеличение количества, например удвоение органа, уменьшение количества врожденное или приобретенное (постоперационное, посттравматическое).
3. Изменение формы органа: врожденное, приобретенное в результате заболеваний, травм, операций.
4. Изменение размеров органа: увеличение или уменьшение, симметричное или ассиметричное.
5. Изменения эхогенности:
 - диффузные (диффузное увеличение эхогенности; диффузное уменьшение эхогенности);
 - очаговые изменения (гиперэхогенный очаг, гипозэхогенный очаг, изоэхогенный очаг). При очаговых заболеваниях необходимо описать положение, количество, форму, размеры, эхогенность, эхоструктуру, контуры, а также дополнительные параметры, например смещаемость, кровоснабжение...

5. Изменение эхоструктуры органа (различают мелко-, средне-, и крупнозернистую эхоструктуру).
6. Изменения контуров: четкие, нечеткие, гладкие, бугристые.
7. Смещаемость органа при дыхании, изменении положения тела, перистальтика кишечника, пульсация сосудов, изменения положения клапанов при сердечных сокращения

8.5.4. Ультразвуковая семиотика при доплерографии.

При доплеровских исследованиях представляется информация о скорости и направлении движения крови в сосудах. Информация, представленная на экране, зависит от вида доплерографии. Каждый вид доплерографии имеет свою цель и дает разную информацию:

- Потоковая спектральная доплерография (ПСД) – исследует параметры движения крови в сосудах и камерах сердца, представляя их в виде графической кривой, позволяет производить расчеты дополнительных параметров скорости кровотока и состояния сосудов.

- Цветовое доплеровское картирование – представляет информации в виде цветного изображения, наложенного на серо-шкальный В-режим, что позволяет оценить топографию сосудов, скорость и направление крови в них. Преимущественно используются красный и синий цвета, обозначающие направление потока к датчику (красный) и от датчика (синий). Неоднородный турбулентный кровоток представляется в виде смешанных точек всех цветов. Также по яркости цвета возможно оценить скорость кровотока: чем выше скорость, тем более яркий цвет.

- Энергетическая доплерография представляет информацию в виде оттенков оранжевого цвета, где ткани с низким кровотоком выглядят темно-оранжевыми, а участки с высоким кровотоком – светло-желтыми. Изображение накладывается на серошкальный режим, позволяя оценивать топографию участков с измененным кровоснабжением.

9. Лучевые методы исследования и лучевая анатомия органов грудной полости.

Выбор метода исследования грудной полости зависит от клинической задачи исследования и состояния пациента. Лучевое исследование больных с установленным диагнозом или клиническими симптомами заболеваний *органов дыхания* обычно начинают с *рентгенологических методов* исследования.

Рентгенологические методы разделяют на общие и специальные. К общим методам относят рентгенографию грудной клетки, томографию, флюорографию и рентгеноскопию.

Рентгенография. С целью выявления рентгенологических признаков заболевания, распространенности процесса, выявления возможных осложнений, оценки эффективности лечения назначают рентгенографию. Рентгенография бывает обзорной и прицельной. Обзорные снимки, как правило, должны выполняться в двух проекциях – прямой и боковой (исследуемой стороной к кассете).

Исследование, как правило, начинают с прямой задне-передней рентгенографии в вертикальном положении в фазу глубокого вдоха, что позволяет повысить прозрачность легочных полей и максимально увеличить обзор легочных полей. При этом пациент выводит локти и плечи вперед, что позволяет развести лопатки латерально и увеличивает обзор легочных полей. Применение специальных положений (передне- и задне-наклонные положения) позволяет смещать ключицы вверх или вниз освобождая верхушки легких.

Рентгеноскопия. Для оценки функционального состояния легких, подвижности куполов диафрагмы, смещаемости средостения у взрослых целесообразно назначать рентгеноскопию. Применение рентгеноскопии, особенно у детей, ограничено высокой лучевой нагрузкой во время исследования.

Томография является следующим этапом в рентгенологическом обследовании. Принцип метода линейной томографии описан в соответствующем разделе. Обычно использовалась продольная прямая томография (Срединный срез на уровне половины толщины грудной клетки, у взрослого равно 9-12 см от уровня стола, передний срез на 2 см ближе от срединного кпереди, а задний – на 2 см кзади от срединного. На срединной томограмме выявляются тени отделов ребер, на передней томограмме хорошо визуализируются передние отделы ребер, а на задней томограмме, только задние отделы ребер).

Продольная томография применялась для:

- детализации топографии, формы, размеров, структуры патологических образований гортани, трахеи и бронхов, корней легких, легочных сосудов, лимфатических узлов, плевры и средостения;
- изучения структуры патологического образования в легочной

паренхиме (наличие и особенность деструкции, кальцинации);

- уточнения связи патологического образования с корнем легкого, с сосудами средостения, грудной стенкой;

- выявления патологического процесса при недостаточно информативных рентгенограммах;

- оценки эффективности лечения.

КТ в настоящее время практически полностью вытеснила линейную томографию, поскольку позволяет получать аксиальные срезы грудной клетки с высокой четкостью и разрешающей способностью. КТ применяют с целью уточнения распространенности патологического процесса и его структуры, прорастания в соседние органы, метастазирования. Применение контрастного усиления при КТ позволяет значительно улучшить дифференциальную диагностику заболеваний.

Следует подчеркнуть, что указанные методы при меняются при наличии жалоб и клинических признаков заболевания. В случае скринингового (профилактического) исследования рекомендована флюорография.

Флюорография органов грудной клетки обычно применяется с целью доклинического выявления туберкулёза и новообразований лёгких у взрослого населения и детей старше 15 лет один раз в год. Используют стационарные и мобильные флюорографические аппараты.

Цифровые методы флюорографии в настоящее время заменили пленочную флюорографию, значительно упростило работу с изображением, уменьшило лучевую нагрузку на пациента и стоимость расходных материалов.

К специальным методикам относятся те, которые позволяют получить изображение на специальных установках, предназначенных для исследования определённых органов и областей, например маммография.

К специальным методикам относится также большая группа контрастных исследований в разделе рентгенология, при которых изображения получают с применением искусственного контрастирования органов.

Контрастные методам исследования органов грудной клетки:

Бронхография – рентгенографическое исследование бронхиального дерева с контрастированием. Для контрастирования используют жирорастворимые (йодолипол, липийодол, йодипин) или водорастворимые контрасты (бронхоселектан, йодурон Б) повышенной вязкости.

Этапы бронхографии: 1) анестезия верхних дыхательных путей (дикаин, новокаину) или общая анестезия (у детей); 2) введение контрастного вещества через зонд под контролем экрана; 3) серия рентгенограмм.

Цель бронхографии – выявление морфологических изменений трахеи и бронхов при аномалиях развития, бронхоэктазах, бронхиальных свищах, опухолях.

Ангиопульмонография — контрастное исследование сосудов легких при помощи катетеризации и введения водорастворимого контраста в срединную вену предплечья (общая ангиопульмонография) и выполнением серии рентгенограмм. При селективной ангиопульмонографии катетер вводят в подключичную вену проводя далее через плечеголовную и верхнюю полую вены, в правое предсердие, правый желудочек, легочной ствол к необходимой легочной или долевой артерии. Выполняется при подозрении на тромбоэмболию легочной артерии, аномалии развития артерий (артериовенозные свищи), аневризмах.

Фистулография – контрастирование свищевых ходов. Позволяет выявлять плевроторакальные и бронхоплевроторакальные свищи, их направление, распространение.

Диагностический пневмоторакс, диагностическая пневмомедиастинография – методики, предполагающие введение газа в соответствующие полости для диагностики распространения образований на соседние органы, в настоящее время заменены КТ

Рентгенофункциональные пробы:

Сравнительная рентгенография легких на вдохе и выдохе позволяют выявлять причину нарушения вентиляции легких и функцию диафрагмы.

Пробы Вальсальвы (в условиях повышенного внутригрудного давления) – пациент делает глубокий вдох, закрывает рот и нос и пытается сделать выдох (натуживается). Проба вызывает уменьшение притока крови к сердцу и легким, при этом повышается прозрачность легочной ткани.

Проба Мюллера (в условиях пониженного внутригрудного давления) – после глубокого выдоха пациент закрывает рот и нос и пытается сделать вдох. Понижение внутригрудного давления при этом, увеличивает приток крови к легким и понижение их прозрачности.

Указанные пробы позволяют дифференцировать артериовенозные аневризмы, фиброзные и инфильтративные изменения легочной ткани.

Радионуклидная диагностика имеет особое значение в изучении **основных функций легочной ткани. Позволяет изучить альвеолярную вентиляцию, альвеолярно-капиллярную.**

Ингаляционная сцинтиграфия - интратрахеальное введение радиофармацевтического препарата ^{133}Xe и изучение его распространения при помощи гамма камеры.

Перфузионная сцинтиграфия - исследование артериальной перфузии легких после внутривенного введения макроагрегата альбумина человеческой сыворотки, меченого $^{99\text{m}}\text{Tc}$. Является методом диагностики тромбоэмболии ветвей легочных артерий.

ПЭТ – наилучший способ выявления распространенности рака легкого. Исследование проводится с РФП – 18-флюородезоксиглюкозой. Применение метода сдерживается его высокой стоимостью.

Ультразвуковая диагностика.

Применение ультразвуковой диагностики в пульмонологии затруднено, из-за содержания воздуха в легких. Однако УЗД активно применяется при травмах и внутренних кровотечениях, позволяет визуализировать жидкость и газ в плевральной полости, кисты и абсцессы, крупные опухоли, уплотнение легочной ткани. УЗД позволяет получить информацию относительно образований, соприкасающихся с грудной клеткой или заключенных в ней, о плевральной полости (жидкости и плотных образованиях) и диафрагме (о движении и форме), а также об образованиях, располагающихся в определенных отделах средостения (например, о вилочковой железе).

МРТ в пульмонологии используется редко. Легочная ткань имеет слабый МРТ-сигнал из-за низкого содержания жидкости. МРТ имеет преимущества при оценке корней легких, плевры, грудной стенки. Информативность МРТ диагностики значительно выше при контрастном усилении.

Рентгенанатомия грудной клетки

Изучение рентгенограммы грудной клетки начинают с видимых костей и мягких тканей, затем описывают изменения прозрачности легочных полей, лёгочный рисунок, корни легких, диафрагмальные синусы, куполы диафрагмы, срединную тень.

Рассмотрим последовательно.

На фоне легочных полей определяются тени ребер. Выявление деструкции, переломов, узурации ребер позволяет поставить правильный диагноз. Также тени ребер являются ориентиром при описании расположения патологических изменений легочной ткани. Важно отличать задние отделы ребер, которые идут от позвоночника, расположены горизонтально, выпуклостью обращены вверх, имеют меньшую ширину и большую интенсивность тени и передние отделы, идущие от грудной стенки косо сверху вниз, выпуклостью обращены вниз, их тень менее интенсивная и более широкая.

Поскольку рентгеновское изображение является суммационным необходимо помнить о том, что тень мягких тканей проецируется на легочные поля. Обычно различают тени молочных желез у женщин, тени грудных мышц у мужчин, более плотные тени сосков. В латеральных отделах видны тени лопаток, в верхних отделах - ключицы.

При описании локализации изменений в прямой проекции пользуются из условным делением легких на верхушку (выше ключицы), верхнее (от ключицы до горизонтальной линии на уровне переднего

отрезка II ребра), среднее (от этой линии до линии на уровне переднего отрезка IV ребра) и нижнее (до диафрагмы) легочные поля.

Доли легких между собой разделены междолевыми щелями, которые на рентгенограммах в норме не видны. Границы между ними становятся различимыми при инфильтрации легочной ткани в пограничных с плеврой участках или при утолщении самой междолевой плевры. В прямой проекции доли легких в значительной мере наслаиваются друг на друга.

При необходимости дообследования выполняют боковую рентгенограмму. В боковой проекции изображения обеих половин грудной клетки наслаиваются друг на друга, однако сердце, грудной отдел аорты, позвоночник, грудина дают раздельное изображение, видны воздушные просветы трахеи, главных и долевых бронхов. Границы долей проще и точнее определяются в боковых проекциях. Главные междолевые щели идут от III грудного позвонка до точки между средней и передней третями купола диафрагмы. Малая междолевая щель располагается горизонтально от середины главной щели до грудины.

Анализ рентгенограмм в прямой и боковой проекции позволяет определить локализацию патологического изменения с точностью до сегмента. Деление легких на доли схематически представлено на рис.

После рассмотрения и описания легочных полей по схеме предложенной выше переходят к описанию легочного рисунка. Легочный рисунок в норме представлен тенями кровеносных сосудов легких. Патологически измененный легочный рисунок может быть представлен утолщенной стенкой бронхов, лимфатическими сосудами, фиброзной тканью.

Необходимо отличать нормальный и патологически измененный легочный рисунок для чего разработаны критерии нормального легочного рисунка:

1. Сосуды расходятся от корня легких к периферии радиально виде непрерывных линий;
2. Диаметр сосудов в центральных отделах больше, чем в периферических, диаметр ортоградной тени сосудов соответствует диаметру бронха в данном отделе легких.
3. Сосуды постепенно делятся и истончаются к периферии исчезая на уровне 1-1,5 см от висцеральной плевры.
4. Количество сосудов меньше в латеральных отделах, чем у медиальных.
5. Диаметр и количество сосудов в верхних отделах меньше, чем в нижних.
6. Край срединной тени и купол диафрагмы выглядят четко.

Виды патологического изменения легочного рисунка:

1. Усиление – увеличения диаметра сосудов, сосуды доходят до периферии.
2. Обогащение (сгущение) – увеличение количества сосудов на единицу площади.
3. Обеднение (разрежение) – уменьшение количества сосудов на единицу площади.
4. Ослабление – уменьшение диаметра сосудов.
5. Деформация – изменение диаметра и направления теней, часто за счет развития соединительной ткани.
6. Отсутствие легочного рисунка на определенном участке обычно обозначает отсутствие легочной ткани и формирование полости, заполненной воздухом (булла, воздушная киста, пневмоторакс).

Корни легких – видны на рентгенограмме грудной клетки в виде затемнений, расположенных в парамедиастинальных зонах между передними концами II-IV ребер. Анатомически корни легких – это структуры входящие и выходящие их ворот легких, а именно легочная артерия, вена и бронх, лимфатические узлы, клетчатка. Левый корень легкого обычно полностью или частично накладывается на тень сердца и его анализ затруднен. Клиническое значение имеет ширина правого корня легких. Для измерения этой величины рекомендуют использовать индекс Шведеля – ширину легочной артерии в средней трети корня легкого. Его нормальное значение – 1,5 см. Также описывают изменение положения, например, подтянутость корня легкого, его интенсивность, структурность. Под структурностью понимают возможность четко различить основные структуры корня: артерию и вену в виде единой тени и бронх, в виде просветления между тенью контура сердца и легочной артерией.

Диафрагмальные синусы имеют клиническое значение, если рентгенограмма выполнена в вертикальном положении. При этом следует помнить, что наиболее глубоким является задний костодиафрагмальный синус, где и накапливается жидкость в случае патологии. Но, следует помнить, что задний костодиафрагмальный синус визуализируется только на боковой проекции. Жидкость в латеральном костодиафрагмальном синусе появляется только после заполнения ею заднего синуса. Таким образом минимальное количество жидкости, выявляемое на ОГК 200 мл.

Затем описывают положение диафрагмы (в норме на уровне переднего отрезка V-IV ребра),

Срединная тень на ОГК представлена тенью сердца, крупных сосудов, позвоночного столба и грудины. Таким образом, возможно оценить общие размеры и контуры сердца. Правый контур сердца представлен двумя дугами. Верхняя дуга у взрослых сформирована контуром верхней полой вены или восходящей аортой у детей, нижняя дуга – контур правого предсердия. Слева контур сердца образован четырьмя дугами. Первая дуга сверху сформирована нисходящей аортой, вторая –

легочным стволом, третья – ушком левого предсердия, четвертая – левым желудочком. Между правым атриовазальным углом (между 1-й и 2-й дугой справа) и левым атриовазальным углом (между 2-й и 3-й дугами слева) находится наиболее узкое место тени сердца – талия сердца. Увеличение или уменьшение дуг сердца, сглаживание либо подчеркнутость талии сердца является диагностическим признаком заболеваний сердца и требует внимательного анализа.

Еще одним важным параметром при анализе сердечной тени является угол наклона оси сердца. Ось сердца – условная линия, проведенная от правого кардиоторакального угла к верхушке сердца. Угол наклона оси сердца измеряют между этой линией или горизонтальной линией, проведенной на уровне правого купола диафрагмы. Нормальное значение угла наклона оси сердца – 45° .

Кардио-торакальный индекс – соотношение ширины грудной клетки на уровне правого купола диафрагмы к ширине сердца. В норме у взрослых меньше 0,5. Измеряется в вертикальном положении больного. Используется для предварительной оценки размеров сердца.

УЗ анатомия грудной клетки.

Воздух в легочной ткани и костная ткань ребер не пропускают ультразвук. Однако, используя межреберный, субкостальный, парастернальный доступы, можно оценить мягкие ткани грудной стенки (кожу, подкожную жировую клетчатку, мышечную ткань, сосуды и лимфатические узлы, крупные нервные стволы, молочные железы), плевру и плевральную полость, диафрагму, сердце и крупные сосуды, тимус, а также, в некоторых ситуациях) состояние легочной ткани.

На эхограммах грудной стенки из межреберий в норме последовательно отображаются мягкие ткани (кожа, подкожная жировая клетчатка, мышцы), ребра, поверхность легкого. Ребра имеют вид гиперэхогенных дугообразных линий с конусообразно расходящимися акустическими тенями. На современных сканерах благодаря их высокой разрешающей способности возможна дифференциация костальной плевры и легкого. На внутренней поверхности межреберных мышц лоцируется неподвижная тонкая гиперэхогенная линия, являющаяся отображением париетальной плевры. Глубже нее определяется более широкая и яркая гиперэхогенная линия поверхности воздушного легкого, которая смещается синхронно с дыханием вдоль грудной стенки. Плевральный синус с физиологическим количеством жидкости может лоцироваться как тонкое щелевидное анэхогенное пространство, в котором при дыхании определяется подвижное гиперэхогенное, углообразной формы легкое.

При субкостальном сканировании, кроме того, визуализируются печень, селезенка и купол диафрагмы, имеющий вид тонкой эхогенной линии толщиной 5 мм, которая смещается при дыхании.

Из пара- и супрастернального доступов лоцируются органы средостения. Его жировая клетчатка дает эхопозитивное однородное изображение, на фоне

которого видны эхонегативные крупные кровеносные сосуды. Неизмененные лимфатические узлы имеют овальную форму длиной по большей оси до 10 мм с ровными четкими контурами.

В целом при обследовании больных с поражением органов дыхания ультразвуковой метод достаточно информативен для:

- установления наличия, объема, локализации и характера жидкости в плевральных полостях;
- диагностики новообразований грудной стенки и плевры;
- дифференциации тканевых, кистозных и сосудистых новообразований средостения;
- выявления патологических процессов (воспалительные инфильтраты, опухоли, абсцессы, ателектазы, пневмосклерозы) в субплевральных отделах легких;
- оценки медиастинальных лимфатических узлов;
- диагностики тромбоэмболии ствола и главных ветвей легочной артерии.

10. Основы лучевой семиотики патологии дыхательной и сердечно-сосудистой системы.

Рентгеновский метод - наиболее распространённый метод исследования заболеваний грудной клетки и легких. Основы семиотики при рентгеновском исследовании представлены выше. Рассмотрим более подробно основные рентгенологические синдромы и их возможные причины.

1. Тотальное (субтотальное) затемнение.

Этот рентгенологический синдром описывают, если на рентгенограмме затемнена правая или левая половина грудной клетки полностью или более чем на $\frac{3}{4}$. Понятно, что такое затемнение вызвано массивным поражением грудной клетки. Однако для постановки диагноза выявить тотальное затемнение недостаточно, поскольку тотальное затемнение мы можем наблюдать при тотальной односторонней пневмонии, массивном гидротораксе, ателектазе, циррозе легкого. Названные заболевания имеют абсолютно разные причины и требуют разных подходов в оказании первой помощи и лечения.

Важно понимать как морфологические изменения органа могут менять рентгенологическую картину. Затемнение всегда вызвано уплотнением тканей. В случае легких – уменьшением воздушности.

Рассмотрим такие варианты:

- затемнение без изменения объема органа (без смещения средостения) – пневмония;
- затемнение с уменьшением объема (смещение средостения в сторону затемнения) – ателектаз, цирроз;
- затемнение с увеличением объема (смещение средостения в здоровую сторону) – гидроторакс, диафрагмальная грыжа, атрезия диафрагмы.

Для дальнейшей внутрисиндромальной диагностики необходимо оценить структуру затемнения.

Итак, однородное затемнение без смещения органов средостения – это пневмония и затемнение вызвано воспалительным экссудатом в альвеолах. На фоне затемнения могут просматриваться воздушные полоски бронхов, что подтверждает диагноз пневмонии. Просветления с уровнями жидкости на фоне такого затемнения и нарастание клиники воспалительного заболевания говорит об абсцедирующей пневмонии.

Тотальное затемнение со смещением средостения в сторону затемнения свидетельствует о значительном уменьшении объема легочной ткани и сопровождается сужением межреберных промежутков, более вертикальным расположением ребер. Однородное затемнение с уменьшением объема - признак ателектаза. Ателектаз - спадание, коллапс легкого, сопровождается отсутствием воздуха в альвеолах. Причина ателектаза – закрытие просвета бронхов и последующее рассасывание

воздуха в альвеолах ниже места обструкции. Вызывать обструкцию бронха могут аспирированные инородные тела, опухоли, увеличенные лимфоузлы. Однако важно помнить о возможности отсутствия одного легкого у пациента в следствие врожденной патологии или оперативного вмешательства. Неоднородное затемнение с уменьшением объема свидетельствует о замещении легкого соединительной тканью при циррозе или фиброзе легкого.

Смещение средостения в противоположную сторону всегда вызвано увеличением объема. Однородное затемнение со смещением средостения в противоположную сторону массивный гидроторакс (жидкость в плевральной полости). Выявление уровней газа и жидкости на фоне такого затемнения является признаком патологии диафрагмы: диафрагмальной грыжи у взрослых и атрезии диафрагмы у детей.

2. Ограниченное затемнение (участок затемнения).

Затемнена часть органа, что свидетельствует о более локальных изменениях, однако, причины, вызывающие уплотнение тканей, принципиально не отличаются от причин, вызывающих тотальное затемнение. Для правильной диагностики важно проанализировать положение затемнения и его соответствие долям или сегментам легкого, выявить изменение их объема, определить структуру затемнения.

Затемнение, соответствующее по расположению и форме и размерам доле легкого, возникает вследствие воспалительной инфильтрации легочной ткани. При этом объем легочной ткани существенно не изменен. Могут быть видны воздушные полоски бронхов. Участки просветления с уровнями жидкости свидетельствуют об образовании абсцессов.

Затемнение с уменьшением объема доли легкого – ателектаз. Признаки уменьшение объема доли: треугольная тень с вогнутыми контурами, располагающаяся верхушкой к корню легкого. Причины ателектаза – бронхообструкция (инородное тело бронха, центральный рак легких). Помним, наиболее вероятное расположение инородного тела – правый главный или нижнедолевой бронх.

Локальное затемнение, не соответствующее доле легкого, наиболее часто является внелегочной патологией, преимущественно свободным или осумкованным плевритом, уплотнением плевры. Свободная жидкость в плевральной полости распознается по четкой косой внутренней границе, направленной от края грудной клетки медиально и вниз к тени средостения.

3. Круглая тень. Принципиально, что круглой тенью считают только затемнения округлой или овальной формы, диаметром больше 1 см.

Важно при этом понимать источник развития патологического процесса. Если образование прилежит наибольшим диаметром к грудной стенке, средостению или диафрагме, то оно является внелегочным и

вызвано патологией плевры, средостения или диафрагмы соответственно.

Круглая тень, со всех сторон окруженная легочной тканью, является патологическим изменением легких. Нечеткость контуров тени говорит о ее воспалительной этиологии, например, о формирующемся абсцессе. Более четкие контуры могут иметь кисты, заполненные жидкостью (в том числе паразитарные), опухоли, туберкуломы. Круглые тени могут иметь участки просветлений (некроз опухоли, формирование полости абсцесса) или обызвествлений (эхинококковые кисты, туберкуломы, тератодермоидные кисты). Контуров круглой тени могут быть ровными, бугристыми или лучистыми (злокачественные опухоли). Множественные круглые тени с нечеткими контурами и быстрой динамикой – эозинофильные инфильтраты. Круглые тени одинаковой интенсивности и размеров с ровными четкими контурами (монетовидные тени) признак множественных метастазов в легкие.

4. Кольцевидная тень – имеет затемнение по периферии и просветление в центре. На рентгенограммах в 2-х проекциях (прямой и боковой) выявляется тень в виде кольца с замкнутыми контурами в пределах легочного поля.

Анатомической основой кольцевидной тени является воздушная полость в легком

Кольцевидные тени с тонкими стенками (воздушные кисты, каверны), с толстыми нечеткими стенками и уровнем жидкости внутри (абсцесс), бугристые стенки неравномерной толщины (распад злокачественной опухоли). Множественные кольцевидные тени наблюдаются при кавернозном туберкулезе, бронхоэктазах, поликистозе.

5. Очаговая тень – уплотнение легочной ткани, размером до 1 см. Могут располагаться с одной или двух сторон, но занимают при этом пространство, ограниченное двумя межреберными промежутками.

Важными диагностическими признаками для данного синдрома являются: локализация очаговых теней; форма и контуры очагов; интенсивность тени очагов.

Локализация очагов в верхних отделах характерна для туберкулезных и злокачественных образований, в нижних отделах легких – для неспецифической пневмонии.

При этом для туберкулезных очагов в острую фазу характерна правильная форма и однотипность размеров. Первично злокачественные опухоли характеризуются полигональной формой. Неправильная форма очагов характерна для пневмоний.

Интенсивность очагов определяется этиологией процесса. Туберкулезные очаги в большинстве случаев «мягкие» слабо интенсивные. Слабую интенсивность имеют очаги при пневмонии. Грибковые и паразитарные очаговые образования в основном имеют интенсивный характер. Неопластические очаговые образования первичного или

вторичного генеза всегда приближаются к реберной плотности. И это не зависит от их размеров.

Внешние контуры очагов туберкулеза зависят от фазы процесса, а именно: размытые, нечеткие очертания очагов свидетельствуют об активном и в большинстве случаев инфильтративный характер воспаления. Четкие контуры являются проявлением обратного развития процесса: фибротизация и оссификации очаговых образований. Все неопластические процессы характеризуются четким контуром, однако, может наблюдаться его бугристость.

Для туберкулеза характерны очаги одного размера. Для злокачественного процесса - разного. Пневмонические очаговые тени в большинстве случаев имеют разные размеры.

6. Очаговая диссеминация – множественные затмения очагового характера диаметром от 1 до 10 мм, которые занимают более 2 межреберья и имеют двустороннюю локализацию.

Рентгенологический синдром очаговой диссеминации обусловлен экссудатом в альвеолах, межальвеолярным или междольковым отеком, опухолевыми образованиями, грибковым обсеменением легочной ткани.

В зависимости от размера очагов выделяют:

- милиарную диссеминацию (очаги размером 1-2 мм), характерную для милиарного туберкулеза легких, пневмокониозов, саркоидоза, венозного застоя в легких при заболеваниях сердца;

- мелкоочаговую (очаги размером 3-4 мм): хронический гематогенно-диссеминированный туберкулез легких, мелкоочаговая пневмония различной этиологии, пневмокониозы, саркоидоз, болезни соединительной ткани;

- среднеочаговую (очаги размером 5-8 мм): острые пневмонии различной этиологии, метастазы опухолей, саркоидоз;

- крупноочаговую (очаги размером 9-12 мм): острые пневмонии различной этиологии, отек легких, метастазы опухолей, саркоидоз.

7. Синдром просветления легочного поля – повышение прозрачности легочного поля, обусловленное повышением воздушности легочной ткани или накоплением воздуха в полостях. Таким образом следует выделить легочные и внелегочные процессы.

Тотальное двустороннее просветление обусловлено эмфиземой легких. При первичной эмфиземе ткань легких теряет эластичность и способность к сокращению, в то время, как при вторичной эмфиземе происходит перерастяжение легочной ткани избытком воздуха при бронхообструкции (бронхиолит, обструктивный бронхит, приступ бронхиальной астмы). Воздух при вдохе проникает в легочную ткань и не выводится при выдохе вследствие сужения просвета бронхов на выдохе. При этом на рентгенограмме наблюдается симметричное увеличение прозрачности легочной ткани, разрежение легочного рисунка, расширение

межреберных промежутков, горизонтальное расположение ребер, опущение куполов диафрагмы.

Тотальное одностороннее просветление возможно в случае бронхообструкции II степени (закрытие просвета бронха более чем на $\frac{1}{2}$ диаметра, но не полностью). При этом воздух поступает в легочную ткань на вдохе, чему способствует рефлекторное расширение бронхов на вдохе. И не выводится на выдохе, постепенно накапливаясь, увеличивая объем легких и смещая средостение в противоположную сторону.

Свободный газ в грудной полости (пневмоторакс). Особым отличительным признаком свободного газа в плевральной полости является отсутствие легочного рисунка на фоне просветления и наличие коллабированного легкого.

Наличие локального просветления наблюдают при буллезной эмфиземе и больших тонкостенных кистах.

8. Просветление и затемнение. Сочетание указанных синдромов возможно при пневмогидротораксе (одновременном присутствии газа и жидкости в плевральной полости. При вертикальном положении больного, будет определяться горизонтальный уровень жидкости в плевральной полости. Обратите внимание, что появление горизонтального уровня жидкости возможно только при наличии воздуха над ней.

9. Синдром патологического легочного рисунка – все отклонения от рентгеновской картины нормального легочного рисунка, которые проявляются усилением, обогащением, обеднением или деформацией его элементов.

Усиление легочного рисунка – увеличение калибра его элементов результате полнокровия легких воспалительных процессов или при пороках сердца.

Обогащение рисунка увеличение количества его элементов за счет мелких сосудов на единице площади легочного поля

Обеднение легочного рисунка, напротив, проявляется уменьшением числа и калибра его элементов на единице площади легочного поля. при гиповолемии малого круга кровообращения; вздутии легочной ткани при эмфиземе.

Деформация – это изменение нормального хода, формы и неровность контуров элементов легочного рисунка, а также изменение, обуславливающее его сетчатый, тяжистый вид, что обусловлено развитием фиброзной ткани при пневмосклерозе, пневмофиброзе, хроническом бронхите, пневмокониозах.

Особым случаем изменения легочного рисунка можно считать появление перегородочных линии (линии Керли) при интерстициальном отеке легких. Рентгенологически проявляется в виде параллельных горизонтальных линий длиной до 1 см в нижне-латеральных отделах легких.

10. Синдром патологии корней легких проявляется изменением их величины, формы, ухудшением структурности изображения, неровностью и нечеткостью контуров. Для установления характера патологического процесса наряду с особенностями скалиогической картины нужно учитывать, являются ли эти изменения одно-или двусторонними.

11. Изменение средостения:

Изменение положения средостения (смещение) различными патологическими процессами грудной полости было рассмотрено выше.

Деформация или расширение тени средостения возможна вследствие воспалительных и опухолевых заболеваний средостения, патологии сосудов (аневризма аорты) и сердца.

Традиционным является измерение кардио-торакального индекса, определение рентгенологической оси сердца, а также, описание конфигурации (формы сердца).

Различают следующие изменения его формы: митральную, аортальную и трапециевидную, треугольную конфигурации.

Митральная конфигурация - сглаживание сердечной талии, удлинение и избыточное выбухание 2 и 3 дуг слева, высокое расположение атриовазального угла справа, вертикальное расположение оси сердца. Митральная форма сердца формируется при следующих патологических процессах:

1) перегрузке ПЖ (хронические заболевания легких, некоторые врожденные пороки);

2) перегрузке левого предсердия (ЛП) и ПЖ (стеноз митрального клапана);

3) перегрузке обоих желудочков и ЛП (недостаточность митрального клапана).

Аортальная конфигурация - удлинением дуги ЛЖ и подчеркнутостью талии сердца, удлинение 1 и 4 дуг слева. Правый атриовазальный угол смещен вниз. Горизонтальное расположение оси сердца.

Аортальная форма сердца характерна для гипертонической болезни, миокардитов, аортальных пороков.

Особая форма сердца, несколько похожая на аортальную, но с поднятой, закруглённой верхушкой сердца – форма башмачка – характерна для тетрады Фало.

При треугольной и трапециевидной конфигурациях теряются очертания дуг сердца, значительно увеличивается размер сердца. К треугольной конфигурации сердца приводят поражения всех камер сердца, диффузные изменения миокарда. К трапециевидной - накопление жидкости в полости перикарда. Для трапециевидной конфигурации характерен прямой угол между тенью сердца и диафрагмой, а также, отсутствие увеличения крупных сосудов.

Несмотря на то, что рентгеновские методы исследования позволяют судить об изменении размеров каждой камеры сердца, для полноценной оценки степени гипертрофии или дилатации, изменении сердечного выброса, двигательной функции клапанов и миокарда необходимо проведение ультразвуковой диагностики.

11. Лучевые методы исследования и лучевая анатомия органов брюшной полости.

11.1. Методы лучевого исследования органов пищеварительной системы.

Основными методами лучевого исследования органов пищеварительной системы является рентгенологический, ультразвуковой и компьютерно-томографический, дополнительными - магнитно резонансной томографии и радионуклидного исследования.

Каждое рентгеноскопическое исследование органов ЖКТ обязательно начинается с обзорной рентгеноскопии органов грудной и брюшной полости, так как многие заболевания и повреждений органов брюшной полости могут вызвать реакцию легких и плевры, а заболевание пищевода - сместить соседние органы и деформировать средостения.

11.1.1. Обзорная рентгенография.

На обзорных рентгенограммах брюшной полости можно выявить признаки перфорации полого органа в виде скопления свободного газа в вышележащих местах (под правым куполом диафрагмой - в вертикальном положении больного, или под брюшной стенкой - в горизонтальном). Кроме того, на рентгеноскопии или на обзорной рентгенограмме хорошо видно рентгенконтрастные инородные тела, накопление большого количества жидкости в брюшной полости, газ и жидкость в кишечнике. Рентгенологическое исследование ЖКТ выполняется в условиях естественного и искусственного контрастирования. При рентгенологическом исследовании без контрастирования органы ЖКТ не отличаются по контрастности от окружающих тканей и не визуализируются, поэтому необходимо контрастирование. Однако, рентгенологическое исследование без контраста: обзорные снимки или обзорная рентгеноскопия обязательно применяется перед контрастным рентген исследованием. Цель обзорного снимка - выявление рентгенконтрастных инородных тел, обызвествлений и т.д., а также признаков кишечной непроходимости и перфорация полых органов брюшной полости, что имеет большое значение в неотложной лучевой диагностике и определении дальнейшей тактики обследования.

11.1.2. Искусственное контрастирование.

Для искусственного контрастирования используют вещества с высокой (сульфат бария) и низкой (воздух, кислород, углекислый газ) атомной массой.

Сульфат бария является нерастворимым в воде контрастом. Жидкая бариевая взвесь готовится непосредственно перед исследованием и используется для определения проходимости пищевода и состояния его тонуса, в норме она свободно проходит пищеводом и почти не прилипает к стенкам.

Сульфат бария не имеет системных побочных эффектов, поскольку не всасывается в ЖКТ. К местным реакциям можно отнести тяжелый и длительный запор, спазмы кишечника, диарея. Затрудненное дыхание, стесненность в грудной клетке, боль в области желудка и нижней части живота, вздутие живота. Указанные побочные эффекты являются не частыми и обычно связаны с основными симптомами заболевания.

При тугом заполнении просвета кишечника суспензия сернокислого бария дает нам представление о форме, величине, функциональное состояние органа, рельеф внутренней поверхности его стенки. При частичном заполнении полого органа бариевая суспензия дает изображение рельефа слизистой оболочки вследствие задержки ее между складками.

Двойное контрастирование в большинстве случаев гораздо эффективнее обычного контрастирования. Для выполнения двойного контрастирования больному сначала вводят в желудок небольшое количество бариевой взвеси и после этого вводят воздух, а при исследовании толстой кишки сначала делают контрастную клизму, затем предлагают больному опорожнить кишечник и вводят воздух. Для контрастного рентгенологического исследования с применением газов их вводят в полость желудка при помощи газообразующих гранул или растворов (раствор пищевой соды и лимонной кислоты), а в толстый кишечник при помощи аппарата Боброва. Воздух или другой газ вводят под контролем рентгеноскопии. При этом расширена полость желудка или кишечника дает прояснения с четкими контурами внутренней поверхности стенки.

При этом на фоне прояснения оказывается рельеф складок слизистой оболочки и внутренние полостные патологические образования, обмазанные бариевой взвесью.

Тройное контрастирование выполняется путем введения в полость желудка или кишки небольшого количества бариевой смеси и воздуха, а также введение 1000-1500 см³ воздуха в брюшную полость с помощью шприца через переднюю брюшную стенку. При этом получают изображение внутренней и внешней поверхности стенки органа, определяют толщину стенки и получают представление о соотношении исследуемого органа с соседними органами. Подобное исследование, но без бариевой смеси называется париетографией. Методы тройного контрастирования и париетографии в настоящее время не используются, поскольку являются инвазивными и были полностью вытеснены более современными методиками (КТ, МРТ, УЗД).

Противопоказанием к контрастному исследованию с бариевой смесью является наличие перфорации желудка или кишки. В таком случае используют водорастворимые контрастные вещества или газы, которые к тому же лучше проникают через перфоративное отверстие, что является прямым признаком перфорации.

Сульфат бария не используют новорожденным первых 7 дней жизни.

11.1.2. Ультразвуковая диагностика.

Позволяет определять толщину стенки кишечника и желудка, наличие жидкости или газа, визуализировать перистальтику органа, оценивать кровоток, визуализировать некоторые отделы пищевода. Метод УЗД диагностики наиболее чувствителен при определении свободной жидкости в брюшной полости при травмах, перфорациях, перитонитах, асцитах.

Эндоскопическое УЗИ показано для определения стадии опухолевого процесса пищевода, желудка и толстого кишечника, а также для исследования паренхиматозных органов при подозрении в них наличия метастазов.

11.1.3. Компьютерная томография

Этот метод лучевого исследования позволяет оценить состояние стенки полого органа и окружающих тканей. КТ также показана при подозрении на перфорацию полого органа и позволяет определить минимальное количество свободного газа в брюшной полости. Проводится с контрастированием.

11.1.4. Магнитно-резонансная томография.

При патологии ЖКТ использования МРТ ограничена из-за артефактов, возникающих при перистальтике кишечника. МРТ показана для определения стадии опухолей пищевода, желудка и кишечника, выявления регионарных и отдаленных метастазов при злокачественных опухолях, а также при определении рецидивов. Радионуклидное исследование.

11.1.5. Радионуклидная диагностика.

В настоящее время с целью исследования ЖКТ используется редко. Однако позволяет выявить функциональное состояние печеночной паренхимы и гастроэзофагальный рефлюкс, внутрибрюшные кровотечения, нарушение всасывания, цирроз печени, состояние гепатоцитов и печеночный кровоток.

11.2. Рентгенанатомия пищеварительного канала

11.2.1. Органы и структуры выявляемые на обзорной рентгенограмме брюшной полости.

На обзорной рентгенограмме без контрастирования выявляют: элементы скелета и тени поясничных мышц, теневые очертания печени и почек. В норме при обзорной рентгенографии в желудке обнаруживается значительное количество воздуха (газовый пузырь желудка). Его верхняя граница находится на 1-2 см ниже диафрагмы. Выявляют небольшое количество газовых пузырей в толстом кишечнике, у детей младшего возраста может присутствовать газ в тонком кишечнике в незначительном количестве.

При патологических состояниях могут быть выявлены дополнительные тени на фоне газового пузыря желудка, рентгенконтрастные инородные тела, конкременты, кальцификаты. Дополнительные просветления выявляют при наличии свободного газа в брюшной полости (противопоказание к контрастированию сульфатом бария!), увеличение количества газа в кишечнике, газово-жидкостные уровни (чаши Клойбера – симптом кишечной непроходимости).

После проведения обзорной рентгенографии приступают к контрастному исследованию.

11.2.2. Контрастное исследование пищевода.

Основной метод исследования – рентгеноскопия с контрастирование густой бариевой взвесью. Пищевод расположен в грудной полости, в заднем средостении, является продолжением глотки и начинается на уровне тела VI шейного позвонка или ниже нижнего контура перстневидного хряща, а заканчивается на уровне XI-XII грудных позвонков.

Направление пищевода соответствует искривлению позвоночника. В практической работе распределяют пищевод на три отдела - шейный, грудной, брюшной - на три физиологические сужения: перстнеглоточное; аортальное (в местах пересечения пищевода с аортой) и диафрагмальное (соответствует месту прохождения через диафрагму). Ширина пищевода около 2 см, длина - 21-28 см. Продвижение контрастной массы по пищеводу должно быть свободным. Рентгенологически прослеживается 3-5 продольных складок.

Угол, образованный дистальным отделом пищевода и сводом желудка, называется углом Гиса и оказывается на уровне X-XI грудных позвонков, который при вертикальном положении большого составляет $40-50^{\circ}$, при горизонтальном - $35-40^{\circ}$.

11.2.3. Рентгеноскопия желудка.

Контрастная из пищевода попадает в желудок, задерживаясь на 1-2 секунды кардиальным сфинктером желудка. Желудок своей большей частью расположен в левой половине брюшной полости под диафрагмой и чаще имеет форму крючка, реже - рога или переходную между этими двумя.

В рентгенологическом изображении выделяют отделы: свод или дно желудка (расположено под левым куполом диафрагмы), кардиальный отдел (часть желудка 2 см вокруг кардиального отверстия), субкардиальный отдел; тело; синус (часть малой кривизны, лежащий на границе между ее вертикальной и горизонтальной частями), пилорическая часть (состоит из антрального и препилорического отдела); пилорус - узкий канал, соединяющий желудок с двенадцатиперстной кишкой.

Рельеф слизистой желудка представлен продольными складками: вертикальными по малой кривизне и переходящими с задней стенки

желудка на переднюю по большой кривизне, что создает видимость косо идущих складок и эффект зазубренности большой кривизны.

Наиболее высокие и широкие складки оказываются в своде и синусе желудка.

Моторно-эвакуаторная функция представлена тонусом и перистальтикой. Сокращение мышечных волокон стенки желудка называется его тонусом, а способность плотно охватывать содержание - перистальтикой.

При неизменном тонусе газовый пузырь имеет округлую форму, контрастное вещество поступая, образует клиновидную тень, после заполнения желудка во всех отделах имеет примерно одинаковый диаметр. Если тонус снижен, газовый пузырь вытянутый в длину; контрастная масса легко, без задержек, заполняет желудок, образуя в его горизонтальной части тень с горизонтальным уровнем, а при повышении тонуса - форма овала с шириной, превышающей вертикальный размер. Контрастная масса задерживается в верхней части, затем очень медленно спускается вниз. Диаметр вертикальной части желудка больше, чем горизонтальной части. Опорожнение желудка от контрастного вещества происходит в течение 1,5 часа. Эвакуация начинается через 3-5 мин, а через 30 мин эвакуируется половина объема контрастного вещества. Скорость процесса зависит от положения больного и является крупнейшей, если он лежит на правом боку. Эвакуация может быть аритмичным.

Секреторная функция желудка обусловлена работой желез, которые вырабатывают до 1,5 л желудочного сока в сутки. Конечно, небольшое количество жидкости, которая почти всегда присутствует в желудке, при рентгенологическом исследовании не обнаруживается, значительное количество - выглядит как горизонтальный уровень под газовым пузырем.

11.2.3. Исследование тонкого кишечника

Рентгенологический метод дает возможность изучить положение и форму, размеры, рельеф слизистой оболочки и функцию двенадцатиперстной кишки. Исследование тощей и подвздошной кишок производят при их наполнении контрастом через зонд или после приема трех порций охлажденной бариевой взвеси с интервалом 15 мин.

Тонкая кишка чаще всего размещается в верхнем левом квадранте и центральных частях живота имеет поперечную исчерченность при контрастировании.

Процессы перемешивания и продвижения химуса обеспечиваются моторной функцией, которая осуществляется маятникообразными и перистальтическими движениями. Пустая кишка заполняется за 30-40 мин, вся тонкая кишка - за 3-4 ч. Тонкая кишка полностью опустошается через 7-9 ч.

11.2.4. Ирригоскопия и ирригография.

Методы исследования толстого кишечника при помощи его ретроградного заполнения бариевой взвесью.

При плановых исследованиях необходима соответствующая подготовка больного с полным опорожнением кишечника.

Подготовка к исследованию: рекомендовано соблюдать диету с низким содержанием клетчатки в течение трех дней до исследования, и приходиться на исследование натощак после двух очистительных клизм вечером и утром перед исследованием. Возможно провести подготовку к исследованию при помощи препарата фортранс (макрогол). Препарат можно применять только у взрослых пациентов (старше 15 лет). Фортранс применяют внутрь в следующей дозировке: 1 пакетик препарата 1 л воды на 15–20 кг массы тела, что примерно соответствует 3–4 л. Раствор можно принять однократно (4 л вечером, накануне исследования) или разделить на 2 приема (2 л накануне вечером и 2 л утром); прием препарата необходимо закончить за 3–4 ч до процедуры.

Классическая методика ирригоскопии предполагает три фазы: тугого заполнения под контролем рентгеноскопии, исследования рельефа после опорожнения кишечника и двойного контрастирования (после введения воздуха). В настоящее время наиболее часто используют методику одномоментного двойного контрастирования. При этом в прямую кишку под контролем рентгеноскопии и пальпации при помощи аппарата Боброва вводят 1 л контрастной смеси и затем продолжают исследования вводя воздух до тугого заполнения кишечника.

Заполнение кишечника происходит ретроградно. Постепенно осматривают прямую, сигмовидную, нисходящую, поперечную и восходящую кишки, заканчивая введение контраста слепой кишкой. В норме просвет толстого кишечника уменьшается в дистальном направлении от 8 до 2 см и имеет выраженную гаустрацию.

В детском возрасте обычно применяют ирригографию: ретроградное заполнение толстой кишки с последующими снимками.

11.2.5. Рентгенологическая семиотика при контрастном исследовании ЖКТ.

В условиях тугого наполнения органа контрастом изменение формы и размеров описывают изменения формы, размеров и положения органов, их перистальтику. Пальпация в процессе исследования позволяет определить стойкие сужения при патологических процессах.

Изменение рельефа слизистой описывают при наполнении органа небольшим количеством контрастного вещества или в фазу двойного контрастирования. Изменения складок слизистой: расширение межскладочного пространства, извитость складок, отсутствие гаустрации толстого кишечника (симптом шнура) свидетельствуют о воспалительных изменениях, конвергенция складок может наблюдаться вокруг депо контраста, что является признаком доброкачественной язвы.

Депо контраста соответствует небольшим полостям, отверстиям в стенке органа и обнаруживаться в виде локального расширения при выходе на контур органа. Так выглядят дивертикулы (выпячивания стенки органа) и «ниши», являющиеся признаком изъязвления. Поскольку язвы обычно сопровождаются воспалительными процессами, вокруг ниши будем определять полосу просветления (воспалительный вал) и конвергенцию складок к кратеру язвы.

Отсутствие контрастирования какого-либо участка органа происходит обычно в результате заполнения этой части неконтрастными тканями или инородными телами и называется дефектом наполнения. Обрыв складок, дефект наполнения или сужение органа ригидное при пальпации – признак злокачественности.

Для доброкачественных объемных процессов характерен ровный четкий контур и дивергенция (расхождение) складок.

Важными для диагностики являются признаки изменения положения органа при грыжах, травмах, врожденных пороках, изменения его формы.

Принципы более детального анализа рентгенологических изменений будут описаны в соответствующих разделах.

12. Лучевые признаки неотложных состояний.

Неотложные состояния – сборное понятие патологических и травматических состояний пациента, которые сопровождаются опасными для жизни и тяжелыми проявлениями и требующие своевременности и правильности постановки диагноза для оказания помощи. Диагностика неотложных состояний является одной из наиболее важных и ответственных задач практического врача. Для проведения дифференциальной диагностики необходимо четко ориентироваться во множестве симптомов и нозологических форм. Врач, проводящий неотложные мероприятия по спасению больного должен владеть многими практическими навыками, обладать широкими знаниями и способностью быстро ориентироваться в ситуации, проводить дифференциальную диагностику и определять тактику ведения больного.

12.1. Повреждение грудной клетки и живота.

Повреждение грудной клетки и грудной полости относятся к наиболее тяжелым травмам, которые встречаются как в мирное время, так и во время боевых действий. В мирное время тяжелая травма грудной клетки вместе с повреждениями черепа занимают основное место среди причин гибели пострадавших в результате автомобильных катастроф.

Повреждение грудной клетки разделяют на закрытые травмы и ранения. Ранения делятся на проникаемые и непроникаемые, сквозные и слепые. Цель лучевой диагностики при травмах грудной клетки – оценить степень повреждения париетальной плевры, легких и средостения. Выявить признаки пневмоторакса и внутриполостных кровотечений. Одновременно определяется скопление крови в брюшной полости.

Известно, что рентгенологический метод исследования относится к наиболее информативным методам диагностики повреждений грудной клетки и грудной полости, а методически правильно проведенное рентгенологическое исследование позволяет резко повысить эффективность диагностики и сократить количество диагностических ошибок. Кроме того, рентгенологическое исследование важно для динамического наблюдения, что позволяет удачно объективно оценить ход процесса, своевременно определить осложнения и эффективность терапии.

Однако важно также помнить о тяжести состояния больного, сложности получения оптимальной проекции снимка, особенно о невозможности получения снимков в вертикальном положении больного, что часто затрудняет диагностику.

В настоящее время наиболее предпочтительным при травмах грудной и брюшной полости является ультразвуковой метод. И хотя, ультразвук плохо проникает через легочную ткань, все же, ультразвуковое исследование позволяет получить важную, а нередко и определяющую информацию о заболевании.

Преимущества УЗИ при исследовании респираторном синдроме:

- Ургентное ультразвуковое исследование легких по диагностической точности превосходит рентгенологическое исследование, выполнимое у постели пациента, и по чувствительности и специфичности приравняется к КТ.

- Быстрой диагностики причин острой респираторной недостаточности при использовании BLUE-протокола.

- Простота и доступность ультразвукового метода исследования легких, как привлекательного диагностического средства у постели пациента, позволяет проводить исследование не только врачам ультразвуковой диагностики или радиологам, но и врачам ургентных отделений.

- УЗИ грудной клетки выполняется на любых ультразвуковых аппаратах в режиме абдоминального сканирования без применения специальных программ. Предварительной подготовки больного не требуется. Исследование проводится в вертикальном, а при необходимости — в горизонтальном положении пациента на свободном дыхании или при его задержке на вдохе или выдохе.

Преимущества УЗИ при внутриполостных кровотечениях не вызывает сомнения, поскольку позволяет визуализировать минимальное количество крови в брюшной, плевральной полости и полости перикарда. При этом чувствительность УЗ диагностики значительно превышает чувствительность рентгенологического исследования, а специально разработанные протоколы исследования (FAST-протокол) позволяют получить результат в течение 2-х минут.

BLUE протокол - алгоритмический подход к исследованию легких при острой респираторной патологии.

Основная цель BLUE-протокола – установление быстрого диагноза, с целью проведения ургентного адекватного лечения, что в свою очередь способствует быстрому улучшению состояния пациента с одышкой, угрожающей жизни. BLUE protocol может быть выполнен в течение 3 -х минут (а при некоторой патологии даже в течение нескольких секунд) и выполняется универсальным (одним) датчиком.

По законам гравитации, у пациента с плевральным выпотом в положении лежа, жидкость будет находиться в задних отделах плевральной полости. Воздух легче жидкости, поэтому у пациента с пневмотораксом в положении лежа, воздух стремится занять передние отделы плевральной полости. Поэтому поиск пневмоторакса проводится по передней поверхности грудной клетки, а поиск плеврального выпота по заднелатеральной поверхности.

Метод BLUE-протокола базируется на двух основных принципах:

- Почти все дыхательные расстройства связаны с плевральной линией.

- Каждая форма респираторной недостаточности имеет свой характерный ультрасонографический профиль (признак):

Каждому сонографическому профилю соответствует определенная комбинация ультразвуковых признаков.

Ультразвуковые признаки при исследовании легких:

- Плевральная линия – линия плевры, имеющая вид гиперэхогенной линии, которая расположена сразу под ребрами;
- А-линии (повторяющиеся горизонтальные линейные артефакты) А-линии, ассоциированные со скольжением легкого – признак нормального легкого. А-линии, ассоциированные с отсутствием скольжения легкого – признак пневмоторакса;
- Признак морского берега «Seashore Sign» (М – режим) - указывает на нормальное скольжение легкого и исключает пневмоторакс;
- Признак штрих кода «Barcode Sign» (М – режим) - указывает на отсутствие скольжения легкого и означает наличие пневмоторакса;
- Точка легкого «Lung Point» (В – режим, только в реальном масштабе времени) – чередование признаков отсутствия скольжения легкого и его наличия на границе пневмоторакса;
- Плевральный выпот анэхогенная жидкость над диафрагмой;
- Признак четырехугольника (признак плеврального выпота в В-режиме). Формируется между плевральной линией (париетальная плевра), линией легкого (висцеральная плевра) и тенями от ребер по бокам;
- Синусоидальный признак (признак плеврального выпота в М-режиме). При вдохе линия легкого движется к плевральной линии;
- Тканевой признак (признак гепатизации ткани легкого) – признак консолидации легкого.

Указанные признаки, выявляемые при ультразвуковом исследовании легких, даны для примера и с целью помочь студенту при подготовке к занятию. Подробнее УЗ симптомы, наблюдаемые при травмах грудной клетки, будут рассмотрены на практическом занятии.

FAST-протокол AST - Focused Assessment with Sonography for Trauma FAST (Focused Assessment with Sonography for Trauma) это ограниченное ультразвуковое исследование, направленное исключительно на поиск свободной жидкости в брюшной полости, в перикардиальной и плевральных полостях, а также определения пневмоторакса. Исследование должно проводиться быстро (в течение минут). При FAST протоколе исследуются 8 стандартных точек. В правом верхнем квадранте ведется поиск жидкости в гепаторенальном кармане и правой плевральной полости. В левом верхнем квадранте ведется поиск жидкости в спленоренальном кармане и левой плевральной полости. В надлобковой области ведется поиск жидкости в тазу. В субкостальной области ведется поиск жидкости в перикарде. В верхней части грудной клетки ведется поиск пневмоторакса. Эта техника обеспечивает команду ургентных специалистов ценной

диагностической информацией в течение нескольких секунд или минут и является важным средством быстрой сортировки пациентов с нестабильной гемодинамикой.

В настоящее время FAST протокол включен в ATLS (Advanced Trauma Life Support) рекомендации, как обязательное начальное диагностическое исследование пациентов с тяжелой травмой и может выполняться любым специалистом, прошедшим обучение этому методу. В последнее время во всем мире ведется интенсивное обучение врачей этому методу исследования.

Также ультразвукография обладает высокой чувствительностью при обнаружении свободной жидкости.

Преимущества УЗ метода при диагностике неотложных состояний по сравнению с КТ: мобильность, возможность выполнения исследования на догоспитальном этапе, быстрота, выполнение одновременно с реанимационными мероприятиями, не мешая их проведению, возможность проведения повторных исследований, отсутствие ионизирующей радиации, недорогой и неинвазивный метод.

Недостатки КТ: требуется время для проведения исследования и время на транспортировку в радиологическое отделение, применение контрастных материалов, невозможность выполнения КТ в условиях проведения реанимационных мероприятий, наличие ионизирующей радиации. Также ультразвукография позволяет оказать экстренную помощь при быстрой диагностике гемоторакса, пневмоторакса и тампонаде сердца, гемоперитонеума, гемоперикарда, гемоторакса и пневмоторакса. Исследование особенно ценно у гемодинамически нестабильных пациентов, находящихся в критическом состоянии, когда другие методы диагностики недоступны во время проведения реанимационных мероприятий. В настоящее время этот метод является скрининговым тестом для сортировки больных. Пациенты с

В настоящее время FAST протокол включен в рекомендации ATLS, как обязательное начальное исследование пациента с тяжелой травмой, выполняемое одновременно с реанимационными мероприятиями. ATLS (Advanced Trauma Life Support) программа действий, направленных на улучшение ведения пациентов с тяжелой травмой во время начального обследования. Эта программа содержит алгоритм лечебных мероприятий и алгоритм проведения начального обследования пациента методами визуализации, проводимых одновременно в зоне реанимации.

FAST протокол выполняется одновременно с клиническим осмотром, реанимацией и стабилизацией состояния пациента с травмой. Первичная функция радиологов или сонологов заключается в выполнении FAST с целью быстрого поиска свободной перитонеальной жидкости, гемоперикарда, гемоторакса и пневмоторакса для принятия неотложного решения о методах дальнейшего ведения пациента. Это быстрое

исследование занимает минуты (2-2.5 минуты на поиск жидкости в абдоминальной полости, перикардиальной и плевральных полостях, плюс одна минута на поиск пневмоторакса).

В настоящее время FAST выполняется во многих центрах травмы, urgentных отделениях (ED Emergency Department) и (ER- Emergency Room) для всех пациентов с тупой или пенетрирующей травмой живота и грудной клетки. Ранее FAST (Focused Abdominal Sonography for Trauma) протокол включал только поиск свободной жидкости в брюшной полости, немного позже был включен поиск жидкости в перикардиальной и плевральной полостях и в последнее время добавился поиск пневмоторакса (Extended FAST расширенный FAST). Также некоторые специалисты включают в FAST протокол поиск интраперитонеального воздуха.

Рентгенологическая диагностика повреждений грудной клетки. При закрытой травме грудной клетки чаще всего повреждаются ребра. Рентгенодиагностика переломов ребер главным образом базируется на определении линии перелома и смещения отломков.

Разрыв легкого с повреждением висцеральной плевры при закрытой травме грудной клетки возникает так же часто, как и контузия легочной ткани. В большинстве случаев он сочетается с переломами грудной клетки. Рентгенологическая диагностика базируется на выявлении пневмоторакса, а также медиастинальной, межмышечной и подкожных эмфиземы.

Пневмоторакс. При рентгенологическом исследовании пневмоторакс характеризуется повышенной прозрачностью легочного поля и отсутствием изображения легочного рисунка в зонах скопления воздуха в плевральной полости. Обычно воздух скапливается в латеральных отделах плевральной полости. Медиально от него располагается спавшееся легкое. В зависимости от количества воздуха, которое попало в плевральную полость, а также наличия или отсутствия спаек пневмоторакс может быть тотальным, частичным и осумкованным.

При тотальном пневмотораксе воздух заполняет практически всю плевральную полость, легкое смещается к корню, диафрагма - вниз, а органы средостения - в здоровую сторону. При этом отдельные доли легкого могут спадаться неодинаково. На фоне воздуха более четко, чем обычно, определяются детали изображения грудной клетки.

Частичный и осумкованный пневмоторакс характеризуется разнообразием рентгенологической картины, зависит от локализации повреждения плевры, количества воздуха, которое попало в плевральную полость, наличия и расположения спаек между листками плевры.

Рентгенологическая картина гемоторакса довольно специфическая. Характерно интенсивное гомогенное затемнение на стороне поражения с косым верхним контуром (линия Дамуазо). Френико-костальный синус не визуализируется. При малом гемотораксе, в зависимости от величины

внутриплеврального кровотечения, затмение наблюдают только в зоне синуса. При среднем гемотораксе оно доходит до угла лопатки (по задней поверхности) или V ребра по передней поверхности грудной стенки. При большом гемотораксе подобная тень достигает III ребра, а для тотального гемоторакса характерно полное затмение плевральной полости, а в некоторых случаях – смещение средостения в здоровую сторону.

Гидропневмоторакс - одновременное скопление жидкости и воздуха в плевральной полости. Верхняя граница жидкости располагается горизонтально.

Гемоперикард - кровоизлияние в полость перикарда, опасно развитием тампонады сердца, нарушением гемодинамики и сердечной деятельности. Травматическое развитие может быть обусловлено травмой. Опасным считается скопление более 200 мл крови, при накоплении 400-500 мл крови в области перикарда наступает остановка сердечной деятельности.

При рентгенологическом исследовании увеличение размеров сердца, сглаженность сердечных дуг.

Эмфизема средостения

Рентгенологическая диагностика эмфиземы средостения основывается на обнаружении в нем свободного газа. Обычно на рентгенограммах газ определяется в виде лентовидных полос просветления, располагающихся параллельно грудине. На фоне этих полос нередко хорошо видны оттесненные кнаружи Листки медиастинальной плевры, а также контуры органов средостения: вилочковой железы, лимфатических узлов, трахеи и сердца с отходящими от него сосудами). Из средостения газ может перемещаться в мягкие ткани шеи и распространяться на область груди.

В последние годы в связи с увеличением в структуре закрытых травм груди удельного веса тяжелых травм, обуславливающих массивное воздействие на всю грудь (транспортные катастрофы, падение с высоты, воздействие ударной волны большой силы), число контузионных повреждений легких значительно возросло.

Патологоанатомическим субстратом контузии легкого являются кровоизлияния, циркуляторные нарушения, внутрилегочные разрывы с образованием полостей, заполненных кровью и воздухом (гематоцеле и пневматоцеле), а также спадение (коллапс) или, наоборот, вздутие (травматическая эмфизема) участков легочной ткани. Наиболее постоянным проявлением ушиба служит кровоизлияние, величина и распространенность которого могут варьировать в широких пределах: от мелкоочечных субплевральных экхимозов до обширных инфильтраций, занимающих большую часть легкого.

Нетравматические повреждения грудной клетки и дыхательных путей.

Инородные тела.

Инородные тела разделяют на рентгенконтрастные и малококонтрастные.

Рентгенконтрастные инородные тела легко визуализируются.

Малококонтрастные тела определяют по косвенным признакам. Например, инородное тело бронха вызывает нарушение бронхиальной проходимости разной степени: частичное закрытие просвета бронха меньше, чем на 1/2 вызывает уменьшение прозрачности легочной ткани на вдохе, усиление легочного рисунка, клапанное – обтурационная эмфизема (увеличение объема и прозрачности легочной ткани), полное – ателектаз (затемнение, значительное уменьшение объема легкого или его доли).

Отек легких - состояние, при котором содержание жидкости в лёгочном интерстиции превышает нормальный уровень. Линии Керли — характерный рентгенологический симптом интерстициального отёка лёгких. Представляют собой тонкие линейные затемнения в лёгочной ткани, обусловленные интерстициальной инфильтрацией.

Симптом крыльев бабочки – очаговые тени в прикорневых районах, симметричны, напоминающие крылья, вокруг срединной тени.

Рентгенологическое исследование при неотложных состояниях брюшной полости и забрюшинного пространства.

Обзорная рентгенография органов брюшной полости (в вертикальном положении пациента) имеет большое значение именно для диагностики неотложных состояний.

Повреждения диафрагмы в большинстве случаев наблюдаются при тяжелых, преимущественно сочетанных травмах живота и груди. Нередко при этом выявляются и переломы VII— IX ребер.

Рентгенологическая диагностика определяет высокое положение поврежденной половины купола диафрагмы, нарушение ее двигательной функции (ограничение или парадоксальное движение), деформацию и нечеткость контуров.

Выявление серповидного просветления под куполом диафрагмы свидетельствует о наличии свободного газа в брюшной полости. Это обусловлено разрывом полого органа, когда содержимое органа, в том числе и газ, проникает в брюшную полость. Газ всегда стремится занять более высокое положение, поэтому в вертикальном положении пациента он чаще выявляется под правым куполом диафрагмы. Наиболее характерный симптом повреждения диафрагмы— проникновение органов брюшной полости в грудную с образованием грыжи, травматические грыжи чаще наблюдаются слева, так как справа выходу внутренних органов из брюшной полости препятствует печень. Травматическая грыжа может сформироваться в момент травмы, вскоре после нее или же более поздние сроки (до нескольких лет). Изменения, выявляемые в этих случаях при рентгенологическом исследовании, типичны и зависят от особенностей

анатомического строения органов, переместившихся в грудную полость (полые и паренхиматозные).

При внедрении различных отделов кишечника (преимущественно толстой кишки) или желудка в грудной полости определяются отграниченные от окружающей легочной ткани образования, содержащие газ и жидкость с горизонтальными уровнями. Иногда хорошо видны просветления (газ с типичной гаустрацией), тени пищевых и каловых масс. Рентгенологическая картина чрезвычайно изменчива, особенно после приема пищи или перемены положения тела в процессе рентгенологического исследования.

В ряде случаев в брюшной полости определяются полукруглые просветления с горизонтальными уровнями теней под ними – чаши Клойбера. Описанная картина отображает переполнение кишки газом и жидкостью. Это встречается при нарушении проходимости кишечника.

Рентгенпозитивный конкремент определяется в проекции полостей желче- и мочевыводящих путей в виде тени высокой интенсивности.

Рентгеннегативный конкремент на рентгенограмме в условиях искусственного контрастирования не определяется. При заполнении просвета органа контрастным веществом он дает центральный дефект наполнения.

12.2. Лучевая диагностика травматических повреждений костей и суставов.

Рентгенография в двух взаимно перпендикулярных проекциях является первым методом диагностики при этих состояниях.

Основными рентгеновскими признаками нарушения целостности кости являются смещение отломков и линия перелома. Особенно большое диагностическое значение имеет первый признак. Если на рентгенограммах определяется смещение отломков, то наличие перелома следует считать окончательно установленным.

Переломы без существенного смещения отломков могут быть порой настолько слабо выражены, что видеть их на рентгенограммах удается только с помощью лупы (или при увеличении при цифровой рентгенографии).

Различают следующие разновидности смещения: угловое, боковое (по ширине), продольное (по длине) и смещение с поворотом по окружности.

ВАЖНО! При некоторых смещениях на снимках в определенных проекциях происходит наложение рентгеновского изображения концов отломков друг на друга – так называемая суперпозиция теней. В этих случаях точное определение смещения отломков возможно только при помощи снимка во второй проекции. Суперпозиция тени отломков является иногда единственно достоверным признаком нарушения целостности, как,

например, при переломах лопатки, таза и других костей, которые по техническим причинам не всегда удается исследовать во второй проекции.

При наличии более двух отломков говорят об оскольчатом переломе. Если линия перелома не достигает противоположного края кости, то такой перелом называют неполным. Линия перелома может достигать суставного конца кости. В таком случае имеет место внутрисуставной перелом, который всегда сопровождается кровоизлиянием в полость сустава.

Особый вид перелома у детей, у которых зона роста представлена хрящевой тканью – эпифизолиз. Признак – смещение эпифиза по отношению к диафизу. Происходит отделение эпифиза от метафиза. В действительности же линия перелома проходит не через ростковый хрящ, а на границе зоны предварительного обызвествления хряща и примыкающей к ней костной ткани метафиза.

Рентгеновским признаком вывиха является полное несоответствие суставных поверхностей, частичное несоответствие - признак подвывиха.

Обязательным является проведение повторного исследования после сопоставления отломков.

Остальные методы исследования (КТ, МРТ, сонография) являются дополнительными и их назначает врач-травматолог. КТ назначается для исключения суммации теней при сложных и многооскольчатых переломах. Сонография – для определения состояния мышц и сухожилий, если они расположены поверхностно. МРТ позволяет визуализировать все мягкотканые образования.

Сама линия перелома выглядит на КТ как гиподенсивная полоса. При МРТ она может быть как гипо, так и гиперинтенсивной.

Кроме того, сонография и МРТ позволяет визуализировать жидкость в полости сустава.

12.3. Визуализация неотложных состояний при заболеваниях головного мозга.

Основным методом диагностики внутричерепных кровоизлияний является рентгеновская компьютерная томография (КТ).

Возможно применение рентгенографии для выявления переломов костей черепа и позвоночного столба.

МРТ не применяют для диагностики неотложных состояний в связи с длительностью исследования и малой информативностью при свежих внутричерепных кровоизлияниях.

Повреждения мозга могут выглядеть на КТ как гипо- или гиперденсивные зоны. Гиперденсивные зоны на КТ отражают очаги кровоизлияния, тогда как гиподенсивные – отек, участки некроза.

Врач любой специальности должен различать следующие виды внутричерепных кровоизлияний (в зависимости от локализации): оболочечная гематома, внутричерепная гематома, внутрижелудочковое кровоизлияние.

Острая оболочечная гематома характеризуется гиперденсивным очагом вдоль кости. Эпидуральная гематома, как правило, имеет форму двояковыпуклой линзы и сопровождается перелом костей черепа. Субдуральная гематома имеет вид гиперденсивной ленты вдоль кости. Но различать эти два вида кровоизлияний вас научат на кафедре нейрохирургии.

Гиперденсивный очаг в паренхиме мозга может быть обусловлен как травматическим повреждением (ушиб головного мозга с геморрагическим компонентом), так и разрывом сосуда (нарушение мозгового кровообращения по геморрагическому типу). Морфологический субстрат в обоих случаях один и тот же – свежее кровоизлияние. Уметь различать эти два состояния врач общей практики должен по результатам анамнеза, а не по рентгенологической картине.

Гиподенсивный очаг в паренхиме мозга может отражать зону ишемии. Она соответствует по форме и локализации схеме кровоснабжения головного мозга, изученной Вами на кафедре анатомии. **ВНИМАНИЕ!** В первые дни после возникновения нарушения мозгового кровообращения очаг не визуализируется!

13. Лучевое исследование мочевыделительной системы. Нормальная лучевая анатомия и физиология мочеполовой системы.

13.1. Лучевые методы исследования почек и мочевыводящих путей включают в себя УЗИ, МРТ, КТ, рентгенологический и радионуклидный. Ультразвуковое исследование в настоящее время является основным методом, с помощью которого можно изучить морфологию почки и мочевого пузыря у больных. Нормальная почка на сонограмме имеет овальную или круглую форму, окружена эхонегативной жировой и эхопозитивной фиброзной капсулой. Ультразвуковое сканирование осуществляется трансабдоминальным, трансректальным и трансуретральным способами. Трансабдоминальное УЗИ относится к скрининговым методам, трансректальное и трансуретральное позволяет получить более детальную картину имеющихся патологических изменений. Проводится ультразвуковое исследование почечных сосудов. Рентгенологические методы исследования также позволяют получить информацию о морфологическом и функциональном состоянии мочевых путей.

Преимущества УЗИ:

Визуализация большинства конкрементов в ЧМС.

Высокочувствительный метод диагностики обструкции мочевых путей.

Позволяет выявить диффузные и особенно очаговые изменения паренхимы почек и мочевого пузыря, оценить местную распространенность процесса

Выявить метастазы в другие органы.

Недостатки:

Не дает информации о функции почек.

Плохо визуализируются мочеточники.

Любое рентгенологическое исследование в нефрологии и урологии начинается с обзорной рентгенографии мочевыделительной системы (от верхних полюсов почек до нижнего края лонного сочленения).

Рентгенография дает важную информацию о состоянии костной системы, в том числе, переломах, метастазах, позволяет выявить наличие камней в мочевых путях и др. С помощью экскреторной урографии (после внутривенного введения контрастного вещества) выявляют наличие, состояние, размеры и структуру почек, состояние чашечно-лоханочной системы, мочеточников, мочевого пузыря, состояние тонуса мочевых путей и их опорожнение.

Рентгенологическое исследование выполняют в условиях естественной контрастности или с помощью искусственного

контрастирования паренхимы и полостной системы почек, околопочечной клетчатки и почечных сосудов.

Обследование урологических больных начинается с обзорной рентгенографии почек, выполненной в положении лежа на спине. Метод помогает изучить только размещение, форму, величину, контуры почек, наличие камней и известковых образований в брюшной полости, позвоночнике, большой поясничной мышце, что учитывается в дифференциальной диагностике.

Экскреторная урография - один из ведущих рентгенологических методов исследования морфологии и функции почек и мочевыводящих путей. Основан на физиологической способности почек захватывать из крови йодированные органические соединения, выводить с мочой и контрастировать полостную систему почек, мочеточники и мочевого пузыря.

Показания: почти все заболевания почек.

Противопоказания: тяжелая почечная недостаточность, декомпенсированные поражения печени и сердца, выраженный тиреотоксикоз, повышенная чувствительность к йодированным препаратам.

Контрастные вещества: 50% гипак, верографина, 76% раствор триомбраста (1 мл на 1 кг массы).

Подготовка к исследованию заключается в ограничении приема жидкости за 12-18 часов до урографии и очистки кишечника. После опорожнения мочевого пузыря больной натошак приходит в рентгеновский кабинет, где первоначально проводится обзорный снимок почек и мочеточников. Затем в вену локтевого сгиба вводят в течение 30 секунд 20 мл контрастного вещества. Медленное введение рекомендуется только лицам с заболеванием сердца, коронаротромбозом, атеросклеротическим кардиосклерозом.

Первую рентгенограмму обычно проводят через 5-7 минут после инъекции, вторую - через 12-15 мин, третью - через 20-30 мин. При отсутствии тени почек, их чашек и мисок течение первых 10-15 мин необходимы "поздние" снимки - через 30, 60, 90 минут.

Детям экскреторную урографию осуществляют только в том случае, если не получено достаточной информации при УЗИ и нарушена выделительная функция почек. В таких случаях используют 50% раствор гипак в дозе 0,7 мл на 1 кг массы тела, а снимки выполняют в более ранние сроки, начиная с первых минут после инъекции контрастного вещества.

Преимущества экскреторной урографии и показания к ее дополнительному применению после УЗИ:

- обзор мочевого тракта на всем протяжении, включая мочеточники и мочевой пузырь;
- оценка выделительной функции почек;

- распознавания конкрементов, которые не выявляются при УЗИ, особенно в мочеточниках;

- подтверждения или исключения обструкции, в т.ч. в случаях выявленного при УЗИ расширение ЧМС, определения уровня обструкции, нередко – причины;

- подробная характеристика ЧМС, особенно при папиллярном некрозе, туберкулезе, папиллярных опухолях.

Недостатки:

- обеспечивает только грубую оценку морфологических изменений в паренхиме почек по увеличению размеров, локальным выпячиванием контура, смещение и деформации ЧМС

- позволяет установить только тяжелое нарушение выделительной функции почек, нормальная картина не исключает функциональных нарушений

- результаты зависят от степени сохранения выделительной функции почек.

Инфузионная урография - ценная модификация экскреторной урографии. Отличается тем, что контрастное вещество вводят в вену локтевого сгиба медленно (в течение 15-20 мин) с помощью системы для капельного введения жидкости. Контрастное вещество вводят в смеси с 5% раствором глюкозы или изотоническим раствором NaCl из расчета 1 мл на 1 кг массы тела.

Контрастные вещества: те же, что и при экскреторной урографии.

Методика: первый снимок проводят сразу после окончания инъекции, второй - через 10 минут. Эти снимки позволяют решить вопрос о сроках дальнейшей рентгенографии или необходимости томографии.

Метод инфузионной урографии позволяет получить более длительное и интенсивное контрастирование чашек и мисок.

Реакции и осложнения: при экскреторной урографии могут быть связаны с аллергическим и токсическим действием йодированного контрастного вещества. Применение метода инфузионной урографии позволяет значительно снизить количество реакций и осложнений.

Восходящая (ретроградная) пиелография - метод, позволяющий уточнить состояние лоханочной системы почек.

Показания: некоторые формы пиелонефрита, гидро- и пионефроза, туберкулеза почки и мочеточника, опухолей почки, поражений самой миски и другие показания определяются в каждом случае совместно урологом и рентгенологом. В последнее время в связи с разработкой метода инфузионной урографии круг показаний к ретроградной пиелографии заметно сузился.

Прямая пиелография - непосредственный ввод КЗ в чашечно-лоханочную систему почки и мочеточники. Инвазивная методика. Может выполняться двумя способами: ретроградно - введение КЗ с помощью

катетера, который устанавливается ретроградно через нижние мочевые пути; антеградно - путем чрезкожной пункции или через нефростому. Использование методики практически полностью заменено КТ и МРТ.

Показания (ограниченные случаями, когда нельзя установить диагноз с помощью менее инвазивных методов):

- больные с высоким риском введения йодсодержащих контрастов;
- неинформативная экскреторная урография («немая почка»)
- сомнительные данные экскреторной урографии для лучшей визуализации мочевых путей за счет плотного контрастирования.

Противопоказания: общее тяжелое состояние больного, острые инфекционные и психические заболевания, острая гнойная инфекция мочевыводящих путей, профузная гематурия.

Методика. После очистки кишечника больной приходит в рентгеновский кабинет натощак. В асептических условиях с помощью специального катетеризационного цистоскопа осматривают стенки мочевого пузыря, через устье мочеточника вводят рентгеноконтрастный катетер в почечную лоханку или прилоханочную часть мочеточника. Через катетер отсасывают содержимое лоханки, в положении больного на спине в лоханку медленно вводят 8-10 мл 20-30% раствора стерильного контрастного вещества, подогретого до температуры тела. Если нужно установить время опорожнения лоханки, тогда снимки повторяют через 15-20 мин после удаления катетера.

Пневмопиелография - разновидность восходящей (ретроградной) пиелографии. В отличие от последней в лоханку и чашечки вводят газообразное контрастное вещество - 8-10 см³ закиси азота или кислорода. Снимки проводят сразу после введения газа и затем через 15, 45, 75, 105 сек.

Показания: признаки уратных камней, которые плохо оказываются на обычных снимках и при ретроградной пиелографии.

Противопоказания: те же, что и для ретроградной пиелографии,

Ретропневмоперитонеум - введение газа в брюшинного пространства с целью выявления расположенных в нем органов. В связи с широким использованием метода УЗИ брюшинных органов данная методика не применяется.

Рентгеновская компьютерная томография - важнейший современный метод исследования органов мочевыводящей системы.

Линейная томография - методика играет важную роль в диагностике патологии брюшинных органов - надпочечников, почек, поджелудочной железы, брюшинной клетчатки.

Для изучения надпочечников снимки делают в задней прямой проекции на глубине 6-10 см от спины и в боковой проекции, начиная с 3-4 см от срединного сагитального слоя, и, далее, через 1-2 см наружу.

Для головки и тела поджелудочной железы оптимальная боковая проекция. Больного укладывают на правый бок с согнутыми в коленях ногами. В желудок через зонд вводят 400-600 см воздуха. Первый томографический слой выделяют на уровне остистых отростков верхних поясничных позвонков. По нему проверяют правильность положения больного, технические условия томографии и степень раздувания желудка. Затем проводят несколько парасагитальных "срезов" через 1-2 см вправо и влево от срединного. Для исследования хвоста железы выполняют дополнительные "срезы" на расстоянии 7-10 см от левой боковой поверхности живота.

Цистография - рентгенологическое исследование мочевого пузыря после заполнения его контрастным веществом.

Показания: заболевания и повреждения мочевого пузыря.

Противопоказания: общие.

Методика. Восходящая (ретроградная) цистография проводится больному натощак, после очистительной клизмы. В мочевой пузырь через мочеиспускательный канал вводят резиновый катетер, через который выпускают мочу, а затем шприцем Жанне под небольшим давлением вводят в пузырь 7-10% раствор контраста, количество которого зависит от емкости пузыря - в среднем 150-200 мл. Затем делают снимки пузыря в прямой и двух косых проекциях.

Уретрография - метод исследования мочеиспускательного канала. Показания: пороки развития уретры, хронические воспалительные процессы, опухоли и др.

Противопоказания: острая инфекция мочевыводящих путей. Контрастные вещества: 20-30% раствор уротраст или гипак.

Методика. Различают два способа уретрографии: восходящую и нисходящую.

Восходящая уретрография. У женщин контрастное вещество вводят с помощью металлической канюли, проведенной в мочеиспускательный канал. У мужчин контрастное вещество вливают с помощью шприца Жанне со специальным наконечником. Затем выполняют снимки.

Нисходящая уретрография. Сначала заполняют мочевой пузырь 150-200 мл контрастного вещества, как при цистографии. Затем просят больного помочиться и в процессе мочеиспускания делают снимки, на которых хорошо видны все отделы уретры.

13.2. Лучевая анатомия и физиология мочевой системы.

Ультразвуковое исследование.

Изменены почки имеют четкие и ровные контуры. Паренхима имеет среднюю эхогенность, ниже или равную с эхогенностью паренхимы печени с четкой дифференциацией на корковый и мозговой слои. Мозговой слой представлен пирамидами в виде гипозоногенных участков треугольной формы верхушкой к почечному синусу. Почечный синус образует

центральную часть почки, является гиперэхогенным преимущественно за счет жировой клетчатки, окружающей чашечно-лоханочную систему и почечные сосуды. Визуализация чашечек и лоханки зависит от степени гидратации, в обычных условиях в подавляющем большинстве случаев чашечно-лоханочная система не визуализируется. В области ворот почки визуализируются почечные сосуды - вена и артерия в виде эхонегативных трубчатых образований. Измененные мочеточники НЕ визуализируются. Наполненный мочевой пузырь имеет вид эхонегативного образования характерной формы с четкими ровными контурами.

Рентгенологическое исследование (экскреторная урография).

Положение почек оси почек параллельны внешнему контуру поясничных мышц. Расположение почек - от 11-го грудного до 3-го поясничного позвонков. Левая почка обычно выше, чем правая примерно на 2 см. Длина почек на рентгенограмме 11-15 см. Разница в длине между почками не превышает 1,5 см. Контуров почек четкие и уровни. Паренхима имеет равномерную толщину - 1,5-2 см, в области полюсов почки - чуть больше. Контрастированные малые чашечки распределены достаточно равномерно и симметрично, имеют своеобразные "вдавливания" в основе, обусловленные сосочками. Малые чашечки сливаются в большие чашечки, которые в свою очередь образуют миску. Почечная миска имеет переменную локализацию, размеры и форму. Конечно, форма приближена к треугольной с основанием параллельной длинной оси почки. Измененные мочеточники, конечно, визуализируются отдельными участками за счет их перистальтики. Ширина тени мочеточника не превышает 7 мм в любой области. Мочевой пузырь имеет вид однородной тени определенной формы с четкими и ровными контурами.

Компьютерная томография.

На КТ почки имеют эллипсоидную или округлую форму с четкими контурами за счет окружающей периренальной клетчатки. Паренхима имеет равномерную мягкотканую плотность, почечный синус имеет плотность жировой ткани.

На безконтрастных изображениях корковый и мозговой слои не определяются. Четко отражаются переднее, заднее параренальное и периренальное пространства. Чашечно-лоханочной системы имеет характерный вид с равномерной толщиной паренхимы вокруг нее. Мочеточники имеют вид круглых плотных структур (аксиальные срезы) расположенных на поясничных мышцах. Могут не определяться на всех срезах через перистальтику. Мочевой пузырь имеет четкие контуры благодаря окружающей клетчатке, тонкую стенку. Интенсивность тени зависит от количества контрастного вещества, достигшего мочевого пузыря.

Магнитно-резонансная томография.

МР-анатомия почек подобная КТ-анатомии в аксиальных срезах. Преимущество МРТ заключается в мультипланарности исследования. В T1 взвешенных изображениях который дает сигнал средней-высокой интенсивности, мозговой слой имеет низкую интенсивность, благодаря чему определяется четкая дифференциация слоев паренхимы. В T2-взвешенных изображениях дифференцировки коры и пирамид менее четкое. В воротах почки четко визуализируются сосуды.

Радионуклидные исследования.

Радиоренография.

Нормальная ренограмма имеет три сегмента: сосудистый - отражает прохождения РФП по сосудам почки, секреторный - отражает процесс накопления РФП клетками проксимальных канальцев нефрона, экскреторная - отражает процесс выведения РФП. Количественная оценка: T_{max} - $3,2 \pm 0,15$ мин, T_{1/2} - $7,2 \pm 0,48$ мин, амплитуда ренограммы - $83,4 \pm 3,0$ имп / с, показатель Винтера - $43,1 \pm 1,67$.

Динамическая реносцинтиграфия.

Обработка результатов проводится в несколько этапов: при покадровой оценке изображения определяются форма, размеры, расположение почек. Далее проводится анализ по зонам интереса - сердце, обе почки отдельно и участок вокруг почечного фона.

К основным методам структурного анализа относят УЗИ, КТ, МРТ. Структурные изменения со стороны полной системы оценивают с помощью экскреторной урографии. Основными методами оценки функции мочевой системы является радионуклидные методы, экскреторная урография.

14. Лучевое исследование молочной и щитовидной железы. Лучевые признаки заболеваний молочной и щитовидной железы.

14.1. Лучевое исследование молочной железы.

Молочная железа состоит из железистой, жировой и фиброзной тканей и имеет трубчато-альвеолярной строение. Железистое тело включает 15-25 радиально расположенных частиц, каждая из которых образована 4-12 дольками. Дольки протоки образуют междольковые и частичные протоки, которые открываются на поверхности соска 7-20 отверстиями диаметром 0,2-0,3 мм. Тело молочной железы со всех сторон окружено жировой тканью. Передняя поверхность тела железы неровная, между ней и кожей содержится премамарное пространство. Задняя поверхность гладкая, покрыта глубоким листком фасции. Между этим листком и апоневрозом большой грудной мышцы содержится ретромамарное пространство. Пре- и ретромамарное пространства заполнены жировой тканью.

Функциональные и возрастные изменения. В течение жизни в молочной железе женщины происходят изменения. Это связано с менструальным циклом, беременностью, родами, лактацией, возрастными инволютивными процессами. У девочек в возрасте 10-12 лет начинается интенсивное развитие молочных желез, разрастаются пролива и строма. Особенно активно этот процесс после начала менструального цикла. У женщин в возрасте 25-40 лет молочная железа имеет выраженную дольчатую и альвеолярно-трубчатую структуру. У женщин в возрасте 45-55 лет железистая ткань постепенно претерпевает инволютивных изменений. У женщин в возрасте 60-80 лет железистые дольки атрофируются и замещаются жировой тканью.

Различные морфологические изменения возникают в молочной железе в зависимости от фазы менструального цикла. В предменструальный период количество железистых ходов увеличивается, их просвет расширяется, наблюдается отек внутридольковой ткани. В послеменструальный период все упомянутые выше проявления исчезают.

Выбор лучевых методов исследования молочных желез зависит от цели исследования и возраста пациентки. Применяют рентгенологический, КТ, УЗИ и МРТ.

Основным методом исследования остается маммография, которую выполняют с помощью специального рентгенодиагностического аппарата - маммографа, который дает высокоинформативное изображения и низкий уровень облучения. Чувствительность метода составляет 83-95%, специфичность - 93-99%. Показаниями к проведению рентгенологического исследования молочных желез являются: профилактическое обследование женщин старше 35 лет с целью выявления патологического процесса, имеет скрытое течение; наличие в железе уплотнений; изучение внутренней

структуры кистозных образований молочных протоков; наблюдение за динамикой процесса при консервативном лечении.

Различают стандартную бесконтрастную обзорную маммографию и специальные контрастные методики (дуктография, двойное контрастирование молочных протоков, пневмокистография), пункционную прицельную биопсию под контролем стереотаксического рентгеновского устройства, предоперационную внутритканевую маркировку непальпируемых образований.

Маммографию проводят в первую фазу менструального цикла, на 3- и 10-е сутки после окончания менструации.

Обзорные рентгенограммы обеих молочных желез выполняют в прямой и боковой или в прямой и косой проекциях.

При наличии в молочной железе жидкостной кисты проводят пневмокистографию. Для этого выполняют пункцию кисты и после отсасывания ее содержимого вводят воздух. На стенках кисты на фоне воздуха могут определяться папилломатозные разрастания или раковая опухоль.

Дуктография выполняют при наличии патологических выделений из соска. С этой целью вводят в проток водорастворимые контрастные вещества (0,3-1 мл) до появления боли. На дуктограмме можно выявить деформацию, сужение или расширение протоков, наличие кистоподобных полостей, внутрипротоковых разрастаний. Для выявления ранних форм внутрипротокового рака следует применять методику двойного контрастирования протоков: после отсасывания рентгеноконтрастного вещества в проток вводят воздух. Эта методика позволяет выявить мелкие пристеночные образования диаметром до 0,1-0,2 см.

КТ исследования применяют наряду с маммографией, как дополнительный метод исследования молочных желез. С его помощью можно изучить состояние ретромаммарного пространства, что не всегда удается при маммографии. КТ позволяет установить наличие опухолевого узла в тканях железы при инфильтративно-отечной форме рака, прорастание опухоли в переднюю грудную стенку и в органы средостения, а также выявить метастазы рака молочной железы в регионарные и средостения лимфатические узлы. КТ позволяет исследовать дополнительные молочные железы и железистые дольки. Причины для ограничения применения КТ: достаточно высокая доза лучевой нагрузки на молочную железу (поглощенная доза рентгенооблучения в среднем составляет 0,01 Гр).

МРТ маммография позволяет послойно изучать молочную железу, грудную стенку и подмышечные участки. Невозможность обнаружения микрокальцинатов и высокая стоимость исследования ограничивают использование МРТ.

Ультразвуковой метод диагностики имеет определенные

преимущества перед маммографическим исследованием молочных желез у молодых женщин и детей. УЗИ метод исследования не имеет противопоказаний к применению при грудном вскармливании. Его также используют для дифференциальной диагностики солидных и кистозных образований. Недостатком ультразвуковой диагностики молочных желез является ее низкая информативность в возрасте после 40 лет.

14.2. Лучевое исследование щитовидной железы.

Методом выбора при исследовании морфологических изменений щитовидной железы является ультразвуковая диагностика. УЗИ не нужна. Исследование выполняют в положении лежа на спине, под плечи подкладывают валик, голова больного несколько запрокинута кзади. Используют датчики с частотой 7,5-10 МГц. Давление датчика на шею исследуемого должен быть минимальным, что способствует предотвращению искажения результатов исследования. УЗИ начинают с сканирование в поперечной плоскости (определение эхогенности, толщины и максимальной ширины щитовидной железы), далее в продольной плоскости (определение эхогенности и длины каждой доли щитовидной железы).

Щитовидная железа в норме имеет однородную признается мелкозернистую структуру железистой ткани, точечная гипоэхогенная зернистость которой не превышает в диаметре 1 мм. Локальное или диффузное изменение эхогенности участков позволяют дифференцировать диффузную или очаговую патологию щитовидной железы.

При необходимости проводится тонкогильная аспирационная биопсия узла под контролем УЗИ. Исследование биопсийного материала позволяет определить природу процесса (доброкачественный или злокачественный) и уточнить гистологическую принадлежность опухоли. Метод аспирационной биопсии не имеет противопоказаний и нередко выполняется в амбулаторных условиях. Пункцию выполняют тонкой иглой без анестезии.

Показаниями к аспирационной биопсии являются:

- Наличие узла в ЩЖ.
- Множественные узлы в щитовидной железе, когда доброкачественный процесс вызывает сомнения.
- Аутоиммунный тиреоидит.
- Наличие метастатических узлов на шее.
- Верификация злокачественных опухолей, не подлежащих оперативному лечению.
- Рецидивы зоба, аденом и злокачественных опухолей щитовидной железы.

Радионуклидные исследования

Для исследования щитовидной железы используют *in vivo* и *in vitro* методы радионуклидной диагностики. Исследование щитовидной железы методами ядерной медицины *in vivo* не имеют сегодня такого широкого распространения как еще 10-15 лет назад, но и не потеряли своей актуальности. К *in vivo* относятся методики: определение йоднакопительной способности щитовидной железы, динамическая и статическая скинтиграфия.

Определение йоднакопительной способности щитовидной железы выполняют путем введения соответствующих РПФ и проведении радиометрии через определенные промежутки времени.

Исследование выполняют по следующим показаниям: увеличение размеров щитовидной железы, заболевания, связанные с изменениями функционального состояния щитовидной железы (гипертиреоз, гипотиреоз, тиреоидит, опухоли).

Для точности получения результатов важна соответствующая подготовка больного, которая заключается в отмене препаратов, способных повлиять на результаты исследования. Запрещается принимать препараты йода, брома и фтора в течение 4-х недель до исследования, гормональные препараты в течение 3-х недель, салицилаты, антибиотики, сульфаниламиды в течение недели. За 3 дня до исследования отменяют все лекарственные препараты.

Больному натощак предлагают выпить 20-30 мл 5% раствора глюкозы в который предварительно добавлен РФП. Радиометрии щитовидной железы проводят на радиометрах типа (гамматиреорадиометр) через определенные промежутки времени (2,4 и 24 часа). Информацию о накоплении РФП получают или в импульсах или в процентах.

Динамическая тиреоидиграфия

К преимуществам такого исследования относятся: возможность объединения функционального и анатоми-топографического исследования щитовидной железы, дешевизна и отсутствие необходимости специальной подготовки пациента. Динамическое исследование позволяет оценить функцию доли щитовидной железы и степень асимметрии функции; атипичное расположение железы.

Статическая тиреоидиграфия.

Проводится как планарное исследование, ОФЭКТ или ПЭТ с целью исследования анатомических изменений (очаговые образования шеи, эктопии ткани щитовидной железы), функциональных изменений (гипотиреоз, гипертиреоз), контроля терапевтического или хирургического лечения (предоперационная подготовка - определение объема оперативного вмешательства, оценка участков органа, подлежащих удалению и контроль послеоперационных изменений).

Лучевая семиотика изменений, выявляемых при сцинтиграфии и их оценка:

- Очаговые изменения:

Холодные узлы: (тиреоидиты, кисты, рак, инволюция, фиброз).

Горячие узлы, (узловой тиреотоксичный зоб).

- Диффузные изменения:

Гиперплазия диффузная, диффузно-очаговая, очаговая (диффузный зоб, тиреоидиты).

- Послеоперационные изменения (необычная форма, компенсаторная гиперплазия культе, рецидив заболевания).

- Внетиреоидные образования:

Очага эктопии по ходу пищевода, реже в других участках тела.

- Функционирующие метастазы рака щитовидной железы (очаги накопления РФП в костях, легких, лимфоузлах)

Участки диффузного накопления РФП в печени.

Противопоказаниями к сцинтиграфии с Na_{131}I : тиреотоксическая аденома, узловой зоб, за грудиной зоб, эутиреоидный зоб, легкие формы тиреотоксикоза, смешанный токсический зоб, почечная недостаточность, нарушения гемопоэза (лейкопоэза и тромбоцитопоезу), выраженный геморрагический синдром, язвенная болезнь желудка и 12-перстной кишки (в стадии обострения), беременность, период лактации, возраст до 20 лет.

Более современными методами исследования являются ОФЭКТ и ПЭТ щитовидной железы. Эти методы позволяют получить послойный анализ органов и тканей, имеют высокую чувствительность и специфичность. Современная аппаратура позволяет комбинировать эти методы исследования с методиками, зарекомендовавшими себя исследовании морфологических изменений органа, таких как КТ и МРТ. Применяемые методы ПЕТ-КТ и ПЕТ-МРТ позволяют объединить высокоточную функциональную и морфологическую диагностику.

Показания к ОФЭКТ и ПЭТ щитовидной железы:

1. Опухоли головы и шеи

- дифференциальная диагностика злокачественного и доброкачественного процесса;

- определение метастазов в регионарные лимфоузлы;

- определения отдаленных метастазов.

- определение рецидива опухоли.

2. Опухоли щитовидной железы

- дифференцированная карцинома: определение стадии опухоли;

- медуллярная карцинома: определение стадии опухоли.

Подготовка пациента к ПЭТ. Не принимать пищу за 4:00 исследованию, отмена капельниц, в состав которых входит глюкоза. До введения РФП пациент отдыхает 30 минут, принимает 0.5 литра воды. РФП вводится в положении больного лежа на спине. После др ϕ инъекции пациент

находится в лежачем положении в течение 20 минут, что необходимо для уравнивания концентраций ФДГ в тканях и крови. Это требует фармакокинетическая модель, на основе которой написана программа обработки изображений. Перед исследованием больной опорожняет мочевой пузырь.

ФДГ в эндокринных органах не накапливается. ЩЖ может иногда демонстрировать умеренный гиперметаболизм и если он асимметричный, то такое состояние оценивается как патологический очаг. Умеренное накопление РФП у гортани встречается в большинстве наблюдений. Анализ формы очага накопления на аксиальных изображениях помогает отличить их от щитовидной железы.

ПЭТ наиболее информативный в определении стадии опухоли при папиллярные и фолликулярной карциномах, когда имеет место повышенный уровень тиреоглобулина и отрицательный йодный скан. Также целесообразно проводить ПЭТ пациентам с медуллярной раком и повышенным уровнем кальцитонина. При проведении ПЭТ после операции возможны погрешности, которые пов'язанные со сложностью локализации очагов гиперметаболизма при изменениях анатомических взаимоотношений.

Радиоиммунный анализ (РИА)

Метод радионуклидной диагностики *in vitro*. Позволяет определить уровень гормонов щитовидной железы, является высокочувствительным и точным, не сопровождается введением РФП в организм пациента. Необходим для подтверждения таких заболеваний как гипотиреоз (первичный, вторичный), гипертиреоз (тиреотоксикоз) и аутоиммунный тиреоидит. Для исследования проводится забор крови из вены, натошак.

Принцип проведения РИА был описан в соответствующей главе.

КТ исследования

Послойное сканирование тканей области щитовидной железы. Позволяет изучить форму, размеры, структуру, соотношение с соседними органами, выявить измененные лимфоузлы. При необходимости проводится исследование с контрастированием. Больному вводят 40 мл контрастного вещества и через 7-10 минут проводят КТ.

КТ используется для определения опухолей малых размеров и при распространенных процессах для определения истинных границ поражения. КТ до операции позволяет получить информацию о взаимоотношениях опухоли щитовидной железы с окружающими анатомическими структурами.

МРТ исследования

При проведении МРТ используют поверхностную жесткую катушку, сканы ориентируют в сагитальной и аксиальной проекциях, коронарная

проекция используется при загрудинной локализации щитовидной железы. Время исследования составляет 8-13 минут.

Основная программа исследования включает: сканирование в сагиттальной проекции, T1 в последовательности SE, 3 среза толщиной 10 мм, сканирование в аксиальной проекции, T1 в последовательности FE3D-TR / TE 35/10 мс, 14-18 срезов толщиной 3 мм, также добавляют коронарные сканы и последовательности для получения T2. Однако, в большинстве случаев изображения в режиме T2 не определяют тонкостей анатомической структуры и не дают однозначной информации благодаря большому количеству артефактов. Использование T2 более эффективно для дифференцирования жидкостных образований.

Протокол МРТ включает такие параметры щитовидной железы как расположение, форма, размеры долин, толщина перешейка, четкость контуров, состояние границ органа, капсулы железы, однородность структуры, наличие дополнительных (узловых, полостных) образований с оценкой их об ϕ объемного воздействия и МР-сигнала, отношение к окружающим органам шеи, состояние лимфатических узлов шеи.

15. Лучевое исследование опорно-двигательной системы. Возрастные особенности органов опорно-двигательной системы.

Рентгенологический метод является ведущим в распознавании травматических и патологических процессов костной ткани. Рентгенологический метод позволяет анализировать сроки появления ядер окостенения и синостозирования эпифизов с метафизами, определять с учетом времени появления ядер окостенения - фактический возраст (прижизненный и внутриутробный).

Для диагностики патологии опорно-двигательной системы используют следующие методы:

Рентгенографию – получение рентгеновских снимков в 2-х проекциях.

Рентгеновская компьютерная томография – для анализа изменений костей черепа и позвоночного столба.

Среди контрастных методов исследования применяется пневмоартрография - введение газов в полость сустава и фистулография - контрастирование патологических ходов и полостей.

При исследовании мягких тканей опорно-двигательного аппарата в последние годы используется ядерно-магнитная томография. Ультрасонография применяется для исследования мягких тканей опорно-двигательного аппарата, как правило, в детском возрасте.

При обследовании скелета обращают внимание на:

1. Форму и объема.
2. Контуры кортикального слоя.
3. Структуру костной ткани.
4. Форму и ширину суставной щели.
5. Состояние росткового хряща и зон роста у молодых лиц.
6. Состояние окружающих мягких тканей.

Рентгенологический метод является методом первичной диагностики, контроля репозиции, изучения динамики образования костной мозоли. Хорошо структурные рентгеновские снимки выполняют в 2-3 проекциях. У детей обязательно для контроля делается снимок здоровой стороны.

Различают следующие симптомы заболеваний костей и суставов:

Изменение формы костей:

- а) искривление костей,
- б) деформация эпифизов,
- в) местные разрастания на костях.

Изменение объема костей.

- а) увеличение и гипертрофия кости - гиперостоз (экзостоз),
- б) уменьшение кости - недоразвитие или атрофия кости (концентрическая и эксцентрическая).

Атрофия – это уменьшение объема всей кости или ее части. В зависимости от причины различают атрофию функциональную (от бездеятельности), нейротрофическую, гормональную и атрофию, возникающую от давления. Атрофия, как и остеопороз – процесс обратимый. По окончании причины, вызвавшей его, костная структура может полностью восстановиться.

в) Вздутие кости – увеличение объема кости, но с уменьшением количества костного вещества, за счет разрастания патологического мягкотканного субстрата. Последними могут быть хрящ – при энхондроме, продукты дегенеративного распада при кистах, гигантоклеточной опухоли. (вздутие) – киста, энхондрома.

Изменение костной структуры:

а) Синдромы, сопровождающиеся уменьшением вещества кости:

- Остеопороз - разрежение кости, возникающее вследствие нарушения нервной регуляции, кровоснабжения и других причин. При этом трабекулы истончаются и даже исчезают и костная ткань замещается жировой тканью. Остеопороз протекает без изменения внешней формы кости.

Различают пятнистый и равномерный остеопороз, местный, регионарный, распространенный и системный остеопороз. Признаки остеопороза - уменьшение костных балок, истончение кортикального слоя, расширение костно-мозгового канала, подчеркнутость кортикального слоя, разволокненность кортикального слоя.

- Остеомалация - преобладание органической основы над минеральной, проявляется остеопорозом, искривлением кости и зонами патологической перестройки. При этом происходит "размягчение" костей вследствие недостаточной минерализации костных балок. Возникает это состояние в результате того, что при перестройке кости, когда вновь образующиеся остеонидные балки не пропитываются солями извести. Развитие подобного состояния связано с эндокринными нарушениями и алиментарными факторами, в первую очередь, с недостаточностью витамина Д. При рентгенологическом исследовании обнаруживается нарастающий и резко выраженный системный остеопороз, особенно в костях таза и длинных трубчатых костях нижних конечностей. Размягчение костей ведет к дугообразным искривлениям длинных трубчатых костей, возникающим в результате физиологической нагрузки и мышечной тяги.

- Деструкция - разрушение костной ткани и замещение ее патологической тканью. Разрушение (деструкция) костных балок сопровождается воспалительными и опухолевыми процессами, при которых кость замещается патологической тканью. Соответственно деструктивному очагу костный рисунок на рентгенограмме отсутствует. Она бывает мелко- и крупноочаговой, поверхностной, много- и малоочаговой.

Рентгенологические признаки - очаги просветления с нечеткими контурами различной формы и величины.

- Остеолиз - полное рассасывание кости без замены ее патологической тканью. Она в отличие от деструкции имеет более ровные и отчетливые контуры и проявляется зонами просветления. При этом костная ткань исчезает полностью при отсутствии реактивных изменений окружающих тканей и оставшейся части кости. Остеолиз характерен для некоторых заболеваний центральной и периферической нервной системы, как, например, синингомиелии, сухотки спинного мозга, ранений спинного мозга и крупных нервных стволов, болезни Рейно и т.д.

б) Синдромы, сопровождающиеся увеличением вещества кости:

- Остеосклероз - рентгенологический симптом увеличенного созидания костной ткани, противоположен остеопорозу. Утолщение и увеличение количества трабекул возникает при повышенной деятельности остеобластов или путем метаплазии. Рентгенологически - изменение структуры губчатого вещества, промежутки между утолщенными трабекулами уменьшаются, корковый слой утолщается изнутри, далее исчезает сетчатый рисунок костно-мозговой канал суживается, исчезает. Высшая степень его - *эбурнация* или слоновость. Его делят на местный, регионарный, распространенный и системный.

- Некроз - омертвление участка костной ткани. Участок кости, подвергшийся этому процессу выглядит более плотным, имеется связь с "живой" тканью.

- Деструкция - разрушение костной ткани и замещение ее более плотной патологической тканью. Рентгенологические признаки - очаги и участки затемнения с нечеткими контурами различной формы и величины (остеогенная остеосаркома, остеобластные метастазы).
 - Секвестр - отделившийся от кости участок мертвой костной ткани. Для секвестра характерно наличие плотной тени самого секвестра, светлая зона просветления (секвестральная полость) и плотная секвестральная коробка. Секвестры бывают локальные, субтотальные и тотальные, кортикальные, центральные и проникающие, компактные и губчатые. Изменения надкостницы.

Надкостница в норме на рентгенограмме не видна. Она становится видимой только при ее обызвествлении, утолщении надкостницы.

И проявляются виде периостальные наслоений (периостит ов при воспалительных заболеваниях или периостоза при патологии невоспалительного генеза).

а) Периоститы:

- Линейный периостит. На рентгенограммах параллельно тени коркового слоя кости и несколько наружи выявляется тонкая полоска затемнения (линейная тень), отделенная от тела кости светлым промежутком. Линейный периостит свидетельствует о начале

воспалительного процесса, чаще всего гематогенного остеомиелита, или обострении хронического воспаления. Начало обызвествления периостита при остром гематогенном остеомиелите у детей на 7-8, у взрослых на 12 -14 день от начала заболевания (первых клинических проявлений).

- Слоистый периостит. На рентгенограммах вдоль кости будет выявляться несколько чередующихся между собой светлых и темных полос, исходящих как будто из одной точки и расположенных слоями друг под другом.

- Ассимилированный периостит – следующая фаза линейного периостита, когда возникает сочленение обызвествлений с основным массивом кости, вариант – бахромчатый периостит – множественные нарушения целостности надкостницы формируют разорванную, бахромчатую форму.

б) Периростозы.

Перостозы - костные образования, располагающиеся в непосредственной близости от кости и развившиеся не из надкостницы, а из окружающих кость мягких тканей, в частности, фасций, сухожилий, связок, гематом и т.д. Могут возникать под влиянием многих, самых различных причин, в том числе, травмы, повышенной функциональной нагрузки, дистрофических процессов.

- Игольчатый, спикурообразный периостоз - окостенение по ходу сосудов, идущих из надкостницы - спикулы. Проявляется образованием многочисленных тонких отростков (Spiculae), растущих под углом к диафизу. Эти иглы представляют собой окостенение новообразованной ткани вдоль кровеносных сосудов. Наиболее часто встречается при остеогенной саркоме.

- окостенение надкостницы у края опухоли - периостальный "козырек", или оссифицирующий периостоз в виде «приподнятого козырька» (треугольник Кодмана). Сущностью его является то, что опухолевый процесс из середины кости, прорастая кортикальный слой, отодвигает надкостницу, в которой возникают реактивные изменения в виде оссифицирующего периостоза. В последующем возникает разрыв надкостницы и возникает характерная картина в виде приподнятой, отслоенной и прорванной надкостницы на границе опухолевой массы и нормальной кости.

г) Слоистый периостоз - утолщение кости за счет периостальных наслоений. основе этого явления лежит волнообразный толчкообразный характер развития процесса, что чаще наблюдается при опухоли Юинга.

Изменение рентгеновской суставной щели:

а) расширение – воспалениегротовечение в полость сустава,

- б) равномерное, неравномерное сужение суставной щели – деструкция хряща,
- в) клиновидная форма суставной щели – вывихи и подвывихи,
- г) Исчезновение суставной щели - анкилоз.

Изменение мягких тканей:

Параостозы - костные образования развивающиеся из мягких тканей.

Костный розраст.

Развитие кости начинается во внутриутробном периоде и продолжается до приблизительно до 25 лет жизни.

В период новорожденности рентгенограмме отображаются только диафизы. Постепенное появление эпифизов и губчатых костей связано со сроками их обызвествления и происходит в определенное время, что позволяет определить, так называемый биологический или костный возраст ребенка.

Наличие на рентгенограмме дистального эпифиза бедра, а также пяточной, таранной и кубовидной костей, окостенение которых начинается еще в утробном возрасте, в период новорожденности является признаком доношенности плода.

В связи с ростом ребенка постепенно появляются точки окостенения в эпифизах длинных трубчатых костей и в других, в том числе, мелких костях. Пока не произойдет полного окостенения, между эпифизом и телом кости будет выявляться светлая полоска – хрящевая прослойка, называемая эпифизарной зоной или эпифизарной линией.

Имеются таблицы, по которым можно довольно точно определить возраст растущего организма на основании учета появления ядер окостенения и сращения эпифиза с метадиафизом.

Таким образом, рентгенограммы костей и суставов детей характеризуются следующими признаками: 1) наличием точек окостенения эпифизов; 2) наличием полосы просветления, соответствующей расположению эпиметафизарного хряща; 3) наличием значительной высоты суставной щели.

Окончательный синостоз эпифизов с диафизами наступает к 24-25 годам, у женщин на 2-4 года раньше; на месте эпифизарной зоны (линии) на рентгенограммах длительное время выявляется более интенсивная линия.

16. Лучевые исследования ЦНС. Лучевые признаки заболеваний и травм ЦНС.

Для распознавания заболеваний головного и спинного мозга сегодня применяется много различных инструментальных диагностических методов исследования.

Их разделяют на неинвазивные (атравматични), не требуют прямого проникновения инструмента через кожные покровы обследуемого, и инвазивные, предусматривающие хирургический элемент действия, обычно в виде прокола кости и дальнейшего выполнения определенных манипуляций.

Большинство этих методов применяются для получения объективной информации, обеспечивает распознавание патологического процесса, многие также используют для контроля за ходом лечения, а некоторые инвазивные методы диагностики, в случае необходимости, могут трансформироваться в лечебные мероприятия.

Среди применяемого в настоящее время арсенала инструментальных методов диагностики различают:

- 1) методы, которые представляют визуальную информацию о структурных изменениях в ЦНС, связанных с патологическим процессом;
- 2) методы, отражающие нарушения функций нервной системы или кровообращения в ней
- 3) методы, отражающие структурные и функциональные мины в мозге.

НЕ инвазивные методы исследования также разделяют на две группы. К первой относятся такие, которые для получения диагностической информации требуют незначительных, обычно безвредных для больного, кратковременных внешних Энергодом и рентенопроменевое, радиоизотопного, ультразвукового и др.

Вторая группа включает методы, позволяющие регистрировать изменения функций и енергопроцесив в нервной системе без внешних воздействий (электроэнцефалография, электромиография, тепловизиографии, магнитометрия). При этом возможно применение различных функциональных нагрузок, выявляют скрытые нарушения. Современный инструментальный диагностический комплекс обследования больных с патологией центральной нервной системы включает различные электрофизиологические, биофизические, ультразвуковые и рентгенрадиологични методы исследования, которые, несмотря на значительные колебания их информативности, обеспечивающих получение достаточно четкого представления о характере, локализации, распространенности патологического процесса в ЦНС и д "связанных с его развитием структурно-функциональных изменениях.

Формирование плана инструментального обследования (оптимальный набор диагностических методов и последовательность их применения) в

каждом конкретном случае определяется получаемыми врачом ориентировочными клинико-неврологическими данными о вероятном виде патологии, общего состояния больного, а также наличием соответствующего диагностического оборудования в лечебном учреждении.

Естественно стремление использовать неинвазивные методы обследования больных, которые могут обеспечить получение четкого, желателно визуального представления о местных структурных изменениях в ткани мозга и окружающих анатомических образованиях, о локальных и общих нарушениях кровообращения, метаболизма и функций головного мозга.

Современная тенденция в развитии неинвазивных методов диагностики состоит в постепенном уменьшении удельного веса радиологической аппаратуры вместе с увеличением количества методов с применением ультразвукового и биофизического оборудования.

Существенным требованием к диагностическим методам является возможность их безвредного повторного применения для получения представления о динамике структурных и функциональных изменений в зоне поражения и окружающих участках мозга.

При этом обеспечиваются условия для использования функциональных нагрузок и фармакологических проб, имеет существенное значение для выбора дальнейшей лечебной тактики. При патологии ЦНС инструментальные методы диагностики позволяют решить принципиальные вопросы показанности консервативного или хирургического лечения. Как правило, необходимость применения инвазивных диагностических исследований возникает тогда, когда оперативное вмешательство признано показаниям и необходимо получение дополнительной информации для уточнения вопросов хирургической тактики.

Следует отметить, что современные диагностические комплексы, которые применяются в нейрохирургии, характеризуются постепенным увеличением количества неинвазивных методов по отношению к инвазивным при условии повышения их информативности.

Из числа инструментальных методов, применяемых в настоящее время для диагностики заболеваний и повреждений центральной нервной системы, наиболее высокой информативностью обладают рентген-компьютерная томография, ядерно-магнитно-резонансная (ЯМР) томография и ЯМР-спектроскопия, позитронно-эмиссионная томография.

КТ - позволяет получать послойное изображение структур головного мозга в аксиальной проекции. При этом компьютерная обработка изображения позволяет различать более ста ступеней изменения плотности исследуемых тканей, ликвора до ста и более для костей и кальцификаты, что дает возможность

дифференцировать различия нормальных и патологических участков тканей в пределах 0,5-1%, то есть в 20-30 раз больше, чем на обычных рентгенограммах. Минимальная толщина поперечных срезов может достигать 2-5 мм. Зиставленнзображень на серии последовательных срезов позволяет получить четкое представление о очаговой процесс в головном мозге (опухоль, абсцесс, киста, гематома), его локализации и величине, а также о реактивные изменения окружающих структур (зоны отека-набухания мозга, очаги церебральной ишемии). Разрешение современных томографов позволяет выявлять патологические очаги в мозге диаметром до 1 см, а при большой плотности до 0,5 см.

Различия тканей могут быть существенно увеличены при проведении КТ на фоне предыдущих введенных внутривенно рентгенконтрастных веществ, усиливает визуализацию зон повышенного кровенаполнения. Анализ получаемой информации позволяет дифференцировать доброкачественные и злокачественные внутричерепные опухоли, особенно четко менингиомы и глиобластомы. Большое значение для лечебной тактики имеет получения КТ-информации о выраженности перифокального отека-набухания мозга, о сдвиги срединных церебральных структур, желудочковой системы мозга, месте блокады путей ликвороциркуляции, степени гидроцефалии. Не менее существенные диагностические возможности КТ и при сосудистых заболеваниях головного мозга. Очаги кровоизлияния в виде участков повышенной плотности отчетливо проявляются непосредственно после. Очага инфаркта мозга при ишемическом инсульте проявляются в течение первых суток в виде локального снижения плотности. При черепно-мозговой травме отчетливо проявляются эпи, субдуральные и внутримозговые гематомы, а также очаги ушиба головного мозга, позволяет объективно оценить степень тяжести травматического повреждения. При воспалительных процессах обеспечивается возможность четкого выявления внутричерепных абсцессов и решения дифференциально-диагностических вопросов в случае очагового энцефалита. С большой степенью точности выявляются очаги паразитарного поражения мозга (цистицерки, кисты эхинококка). Не менее существенные диагностические возможности КТ и при сосудистых заболеваниях головного мозга. Очаги кровоизлияния в виде участков повышенной плотности отчетливо проявляются непосредственно после. Очага инфаркта мозга при ишемическом инсульте проявляются в течение первых суток в виде локального снижения плотности. При черепно-мозговой травме отчетливо проявляются эпи, субдуральные и внутримозговые гематомы, а также очаги ушиба головного мозга, позволяет объективно оценить степень тяжести травматического повреждения. При воспалительных процессах обеспечивается возможность четкого выявления внутричерепных абсцессов и решения

дифференциально-диагностических вопросов в случае очагового энцефалита. С большой степенью точности выявляются очаги паразитарного поражения мозга (цистицерки, кисты эхинококка). Исследование проводят в двух режимах: T1 спин-решетчатая релаксация и T2 спин-спиновой релаксации, что позволяет получать дополнительную информацию о физико-химических свойствах различных участков исследуемых тканей.

Преимущество магнитно-резонансной томографии перед КТ заключается в высшей разрешении и большей контрастности изображений, а также в возможности получения срезов головного и спинного мозга в разных плоскостях. Это особенно важно для решения вопросов нейрохирургической тактики при опухолях и повреждениях в области основания черепа, кранио-verteбрального перехода, при локальной патологии межпозвонковых дисков.

В отличие от КТ, при МРТ нет необходимости действия гамма-луча на больного, что важно при обследовании пациентов в загрязненных радионуклидами регионах. Разная тональность черно-белого изображения на МРТ позволяет дифференцировать градацию оттенков от белого (жировая ткань) до черного (воздух, кости, кальцификаты).

По интенсивности серого цвета отчетливо различаются кора и белое вещество головного мозга, его ядра, спинной мозг с его структурами, сосудистые стенки, мышцы и соединительно-тканые образования. МРТ, по сравнению с КТ, позволяет составить более четкое представление об объеме и неравномерность распространения опухолей мозга, об очагах в стволе мозга, мозжечке, в спинном мозге, однако при этом менее четко дифференцируется предел опухоли и перифокального набухания. При очаговых ишемических поражениях мозга зона поражения на ЯМРТ оказывается четко и раньше (через несколько часов после инсульта), чем при КТ. Отчетливо визуализируются атеросклеротические бляшки в артериях мозга. Недостатком МРТ является невозможность выявления очагов кальцификации.

МРТ-исследование высокоэффективное для диагностики многоочагового поражений центральной нервной системы, дегенеративных, воспалительных и демиелинизованных процессов.

На МРТ выявляются сирингомиелические кисты в спинном мозге, оказываются бляшки при рассеянном склерозе, идентифицируются лакунарные инфаркты и другие маловогнечевые поражения, вызванные сосудистыми процессами и травматическими поражениями. ПЭТ позволяет одновременно получать томографические срезы и осуществлять регионарные исследования метаболизма и мозгового

кровотока, что обеспечивается регистрацией элиминации заранее введенных внутривенно короткоживущих радиоиндикатора.

Возможности использования ПЭТ, к сожалению, ограничиваются дорогой стоимостью таких томографов и необходимостью размещения их вблизи циклотрона для производства препаратов, содержащих изотопы C^{11} быстро распадаются, n^{13} , o^{15} и др., которые включаются в продукты церебрального метаболизма (глюкозу, аминокислоты и др.).

К методам диагностики патологии ЦНС, в которых используются радиоактивные индикаторы (обычно технеций), относятся энцефалосцинтиграфия и энцефалоангиосцинтиграфия. Информативность этих методов высока при внутричерепных хорошо васкуляризованных опухолях (менингиомы, глиомах с чертами злокачественности). При этом выявляются даже небольшие изменения диаметра исследуемых сосудов, локализация участков стенозирования, атеросклеротические бляшки в сонных и позвоночных артериях, вихревые изменения кровотока в местах сегментарного сужения артерий.

Список использованной литературы

1. "Рентгенодиагностика" за ред. В.І. Мілька, Т.В. Топчій, А.П. Лазар, та інш., "Нова книга", 2005 р.
2. Радиологія (променева діагностика та променева терапія) за ред. проф. М.М. Ткаченка, „Книга плюс”, Київ, 2011р.
1. Кравчук С.Ю., Лазар А.П. "Основи променевої діагностики", Чернівці, 2006 рік.
2. Кравчук С.Ю., Лазар А.П., Мечов Д.С., Сенютович Р.В. "Основи променевої терапії", Чернівці, 2007 рік.
3. Общее руководство по радиологии. Редактор Х. Петерсон, в 2-х томах. Юбилейная книга МІСЕК 1995 г.
4. Л.Д.Линденбратен, И.П.Королюк. "Медицинская радиология" М.: "Медицина", 2000. - 640 с. Пособие по ядерной медицине. Под ред. Т.П.Сиваченко. К.: "Вища школа", 1991.-535 с. Променева діагностика. За ред. Г. Ю. Коваль. - К.: ОРБІС, т. I, т. 2, 1998.-535 с.
5. Руководство для врачей, направляющих пациентов на радиологическое исследование. Критерии выбора метода изображения. (Адаптировано Европейской комиссией и экспертами, представляющими Европейскую радиологию и ядерную медицину. Согласовано с Европейской комиссией). МЗ Украины 2000. - 104 с.
6. Л.Д.Линденбратен, И.П.Королюк. "Медицинская рентгенология и радиология" М.: "Медицина", 1995. - 496 с.
7. Лазар А.П. Радіаційна медицина. - К.: Здоров'я, 1993.-221 с.
8. Х. Петерсен Общее руководство по радиологии в 2-х томах.- Юбилейная книга .-МІСЕК.- 1995 г.
9. Л.Д. Линденбратен, И.П. Королюк Медицинская радиология.-М.: Медицина.-2000.-640с.
10. Т.П. Сиваченко Пособие по ядерной медицине.-К.:Вища школа.-1991.-535с.
11. Коваль Г.Ю. Променева діагностика.-К.: ОРБІС, т I, т 2.-1998.-535с.
12. Наказ №51/151 від 16.02.2017 Про затвердження Загальних правил радіаційної безпеки використання джерел іонізуючого випромінювання у медицині <https://ips.ligazakon.net/document/view/RE10832?an=22>.

Навчальне видання

Шевченко Юлія Юріївна

Адаптований посібник із радіології

(Перший модуль)

Навчальний посібник

Редактор І. Д. Дужий
Комп'ютерне верстання Ю. Ю. Шевченко

Формат 60x84/16. Ум. друк. арк. 6,28. Обл.-вид. арк. 8,57.

Видавець і виготовлювач

Сумський державний університет,

вул. Римського-Корсакова, 2, м. Суми, 40007

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3062 від 17.12.2007.