

# Глава 1

## *Введение*

### *в экстренные методики*

---

Постоянно растущая потребность в экстренных визуализирующих методиках налагает существенные обязанности на рентгенологические отрасли медицины. Этот спрос наиболее часто касается юных радиологов, начинающих работать в медицине неотложных состояний. Компьютерная томография (КТ) становится главным оплотом современной рентгенологии, позволяющим принимать решения и разрабатывать тактику ведения пациента в широком спектре клинических ситуаций — от острого живота до политравмы. Целью этого руководства является ознакомление читателя с кратким обзором ситуаций, наиболее распространенных при использовании визуализирующих методов исследования. Мы описали характерные признаки КТ для каждого состояния и ее значимые потенциальные недостатки, которые могут встретиться. Начиная с глав, посвященных педиатрии и сосудистой патологии, приводимые протоколы и последующее объяснение отражают общераспространенную практику в ведущих госпиталях NHS Trust, Великобритания. Мы стремились передать последовательность обсуждения каждой темы, что дает возможность читателю собрать сведения и быстро подобрать ключ к необходимой информации, оказавшись в экстренных ситуациях, которые он может встретить в рутинной практике.

Предоставляемые навыки, касающиеся рентгенологии неотложных состояний, варьируют от учреждения к учреждению и от рекомендации того или иного исследования как наиболее подходящего до требования его применения в качестве тестирующей методики (при отсутствии связи между клинической и рентгенологической картиной). Мы принимаем во внимание два пути сценария, что всегда помогает извлекать пользу из дискуссии между направляющим на исследование врачом и рентгенологом. Мнение рентгенолога зависит от качества предоставляемой клинической информации, которая является основой для обеих альтернатив исследования и последующей интерпретации изображе-

ний. Понимание возможностей и ограничений каждого технического визуализирующего метода может помочь клиницисту обсудить проблему с привлеченным к исследованию рентгенологом. Мы сконцентрировались на роли экстренной КТ и надеемся, что коллеги-клиницисты оценят содержание книги и стремление помочь им в выборе определенных протоколов, понимании преимуществ и недостатков КТ, а также значения экстренно выполненной КТ для более эффективного обследования пациента. В главе 2 мы будем обсуждать основы КТ-сканирования, освещаем разновидности технических приемов и их предназначение для клинициста и пациента. В следующих разделах рассмотрены общие черты острых патологических состояний, требующих применения КТ.

# Глава 2

## *КТ-технологии*

---

### ► Мультidetекторная компьютерная томография

Последняя декада характеризуется значительными достижениями в технологии КТ. Большинство систем, находящихся в обращении в настоящее время, для выполнения экстренной КТ используют мультиспиральную технологию. Детальный обзор мультidetекторной КТ (МДКТ) не является целью этого руководства; в литературе есть многочисленные обзоры, в которых содержится необходимая дополнительная информация. На практике эти системы характеризуются существенной быстротой и лучшей приспособляемостью по сравнению со сканирующими устройствами предыдущих поколений. Мультidetекторные системы отличаются от предшествующих спиральных, или винтовых, сканеров количеством используемых оборотов детектора и значительно большей скоростью его вращения. Ранее в МДКТ системах применяли 4 или 8 детекторов, тогда как в настоящее время нормой для КТ-исследования являются системы, имеющие 64 подобных устройства. В системах, содержащих от 16 до 64 детекторов, генерируются изотропные воксели, что означает возможность получения изображений высокого разрешения не только в традиционной осевой плоскости, но и реконструкций в аксиальной, фронтальной, сагитальной и эксцентрической плоскостях без какого-либо возрастания радиационной нагрузки для пациента. Высокую скорость работы этих систем иллюстрирует тот факт, что для 64-детекторного сканера стандартным является 0,33-секундный оборот трубки.

Возможность выбора толщины слоя сканирования — дополнительное преимущество МДКТ. При использовании спиральной КТ плотность среза была фиксированной величиной и подлежала выбору перед получением изображения, тогда как при МДКТ оптимальная толщина среза может быть установлена в соответствии с имеющейся клинической задачей после начального получения результатов. Хотя

теоретически могут предпочитаться реконструированные срезы толщиной в 1 мм при 1 мм интервалах, им присуща яркость изображений, если не используется значимо большая экспозиция радиации. Продукция огромного числа изображений в случае наиболее острых ситуаций не приносит пользы для пациента, интерпретирующего радиолога или ведомственного архива. Возможность выбора небольшой толщины среза позволяет остановиться на реконструированной толщине 2,5–5 мм, которая является практическим компромиссом между диагностическим качеством изображения и радиационной дозой, получаемой пациентом в ходе визуализации большинства областей организма.

### ► Системы передачи и архивирования изображений

Появление МДКТ обусловило необходимость адаптации рентгенологических отделений к требованиям, связанным с решением проблемы постоянно увеличивающегося объема комплектов данных и обеспечения способов быстрого, доступного обзора результатов визуализирующего исследования и обращения с данными сведениями. Указанные функции выполняет PACS (от англ. *picture archiving and communication systems*). Эти системы быстро замещают традиционное изучение данных на жестком диске компьютера и рабочие станции во многих рентгенологических отделениях. PACS обеспечивают дистанционный и своевременный доступ к находящимся в обращении и архиве результатам исследований, что дает возможность лечащим врачам изучать их в больничной палате и операционном зале также просто, как и в отделении рентгенологии.

### ► Контрастные вещества, используемые при проведении экстренной КТ

#### Пероральный контраст

При общепринятых КТ-исследованиях брюшной полости и таза применяют пероральный контраст с целью улучшения изображения желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) и выявления различий между жидким содержимым, находящимся в пределах кишки, и жидкостью, локализующейся за пределами кишечника. Выполнение экстренной КТ дает возможность использовать тот или иной тип перорального кон-

траста в зависимости от конкретной клинической проблемы. Существуют две обширные группы пероральных контрастных препаратов: положительные и нейтральные контрастные вещества.

### ***Положительные контрастные вещества***

Положительные контрастные вещества основаны либо на йоде, либо на жидком барии, и выбор йод-содержащего препарата различается от центра к центру. **Гастрографин** (Bracco; раствор диатризоат меглюмина и диатризоат натрия) широко применяется в Великобритании, но имеет недостатки, являясь до некоторой степени неприятным на вкус и обладая тенденцией вызывать диарею в качестве побочного эффекта. Препараты с низкой осмолярностью, такие как **йогексол** (омнипак; GE Healthcare), более приятны на вкус и имеют дополнительные преимущества, плохо абсорбируясь из ЖКТ. Они должны с осторожностью использоваться во избежание аспирации.

Среди препаратов жидкого бария предлагается E-Z-CAT (Bracco), представляющий собой 2,0% w/w препарат, обеспечивающий сравнимое с йод-содержащими препаратами контрастирование кишечных петель без возникновения диареи или тошноты.

Положительные контрастные вещества имеют преимущество в случае проведения дифференциальной диагностики между внутрикишечным содержимым и внекишечным скоплением, что важно для рентгенолога, например, в случае выявления различий между абсцессом и нормальным содержимым кишечника.

### ***Нейтральные контрастные вещества***

Вода — самый часто используемый, самый дешевый и наиболее доступный нейтральный агент. Тем не менее она не является лучшим агентом для кишечника с нарушенным тонусом. Альтернативные препараты, которые улучшают тонус кишки, включают раствор маннитола и коммерческие продукты, такие как ВоЛюмен (Bracco; 0,1% w/v раствор бария сульфата). Нейтральные вещества предпочтительны в случаях, когда требуется тщательный осмотр кишечной стенки или просвета кишки. При подозрении на желудочно-кишечное кровотечение выбор падает на нейтральные агенты, так как они дают возможность исследователю выявить интрамуральную экстрavasацию контраста, в то время как позитивные контрастные вещества вследствие их высокой плотности могут маскировать источник кровотечения.

### ***КТ органов брюшной полости без перорального контрастирования***

Появление МДКТ с ее более быстрым созданием и лучшим качеством получаемого изображения, а также возможностью получения многоплоскостных реконструкций изображения, снизило потребность в рутинном использовании перорального контрастирования. Тем не менее применение какого бы то ни было типа перорального контраста в эру МДКТ не должно упускаться из виду стандартной практикой, особенно у стройных и истощенных пациентов. Существуют ситуации, описанные ниже, когда пероральное контрастирование намеренно исключается из протокола сканирования.

***Визуализация травмы.*** На заре появления КТ при визуализации травматических повреждений от использования перорального контраста часто отказывались по причине риска возможной его аспирации. Опыт последующих лет не нашел подтверждения данным опасениям, и пероральное контрастирование стало востребованным в большинстве травматологических центров. Появление МДКТ отменило эту практику во многих подразделениях, в настоящее время предпочитающих не включать пероральное контрастирование в стандартные протоколы исследования политравмы, что ускоряет процесс обследования больных с помощью КТ после оценки их клинического состояния. Вопреки прежним представлениям о небезопасности КТ-подразделений для больных в критическом состоянии, сейчас признается ее польза для стратификации некоторых нестабильных пациентов на пути их следования в операционную, так как преимущества использования высокоскоростных сканеров позволяют избежать задержек и трудностей, связанных с приемом контраста. Традиционное негативное отношение к КТ-сканерам как к источнику излучения постепенно замещается пониманием пользы КТ для хирурга-травматолога и интервенционного рентгенолога. Роль же КТ для нестабильного пациента остается противоречивой и повторно будет обсуждаться в гл. 3.

Исключение из практики представляют пациенты с проникающей травмой. При этом обстоятельстве многие травматологические центры используют и пероральное контрастирование, и контрастирование ободочной кишки в целях оптимизации выявления повреждения кишечника.

***Подозрение на обструкцию кишечника.*** Эта ситуация более детально обсуждается в гл. 4. Как правило, нет необходимости давать пероральный контраст пациенту с высокой вероятностью обструкции

тонкого или толстого кишечника по причине развития рвоты и невозможности приема его больших количеств. Обтурированный тонкий и толстый кишечник содержит чрезмерное количество жидкого содержимого, обеспечивающего идеальное нейтральное контрастирование для диагностической КТ без надобности употребления контраста. В специфической ситуации потенциальной неполной обструкции тонкого кишечника есть аргумент в пользу использования перорального контраста. Если детализированные изображения демонстрируют наличие контраста в ободочной кишке, то обструкция высоких отделов кишечника исключена и возможно применение консервативных методов лечения.

**Подозрение на перфорацию.** Подход к этой проблеме в рентгенологических отделениях различен. Некоторые центры применяют, другие одобряют пероральное контрастирование. Утечка агентов с низкой осмолярностью в брюшную полость не приводит к негативным последствиям, и обнаружение перорального контраста вне просвета кишки может иметь диагностическую пользу.

**Мочекаменная болезнь.** Чтобы подтвердить или опровергнуть мочекаменную болезнь, нет необходимости в пероральном контрастировании.

**Исключение острого аппендицита.** Некоторые центры предпочитают исследование без перорального или внутривенного (в/в) контраста. Эти исследования нацелены больше на изучение правой подвздошной области перед глобальным исследованием живота и таза. Такие локальные визуализации имеют своих сторонников и противников и лучше подходят для полных, чем кахексичных пациентов.

### **Сколько перорального контраста должно быть дано пациенту?**

Необходимость прагматичного подхода к оценке задач и возможностей исследования очевидна. Скорость получения результатов исследования в экстренных ситуациях часто имеет определяющее значение, и не рекомендуется применять диагностические методики, задерживающие визуализацию кишечника. По общим правилам для осмотра петель тонкого кишечника, расположенных в брюшной полости и полости таза, требуется около литра контраста. Тем не менее употребление больным такого объема препарата может оказаться нереальным, и в некоторых клинических случаях для визуализации петель тонкого кишечника, расположенных в верхних отделах брюшной полости, оценки патологии верхних отделов ЖКТ, поджелудочной железы и верхнего изгиба двенадцатиперстной кишки будет достаточным меньшее количество контраста (500 мл). Для пациента, который

не может самостоятельно выпить такой объем жидкости, альтернативным подходом представляется доставка контраста через назогастральный зонд.

### ***Аллергия на пероральный контраст***

Встречается чрезвычайно редко, но при наличии в анамнезе предшествующей выраженной аллергии на контраст предпочтение следует отдавать не йод-содержащему препарату, а основанному на барии контрастному агенту.

### **Внутривенные контрастные вещества**

Когда выбор падает на них? Использование в/в контраста важно для экстренных КТ-исследований в определенных ситуациях, таких как эмболия легочной артерии, диагностика ишемии кишечника и некроза паренхимы поджелудочной железы. Внутривенное контрастирование не требуется для выявления мочекаменной болезни и, как уже обсуждалось, необязательно в других ситуациях, таких как острый аппендицит. Так или иначе применение в/в контраста может определяться состоянием почечной функции пациента, сопутствующим анамнезом предшествующей аллергии или выраженной атопической реакции на контраст.

### ***Почечная функция и использование в/в контраста***

Пациенты с нарушенной функцией почек, у которых применяется в/в контрастирование, имеют повышенный риск развития такого осложнения, как контраст-индуцированная нефропатия. Другие клинические состояния и заболевания, сопровождающиеся высоким риском развития этого осложнения при использовании в/в контраста, включают диабет, множественную миелому, дисфункцию миокарда и назначение препаратов, обладающих нефротоксичностью, таких как аминогликозиды.

Оценка почечной функции перед проведением контраст-усиленной КТ варьирует от центра к центру. Не рекомендуется игнорировать состояние почечной функции пациента по причине роста заболеваемости вследствие контраст-индуцированной нефропатии. Самая простая тактика, избранная многими отделениями, — оценка **креатинина плазмы** перед исследованием. При повышении креатинина плазмы — в нашем отделении выше 150 ммоль/л — использование в/в контраста



может принести больший потенциальный вред, чем пользу. Другие центры отдают предпочтение определению **скорости клубочковой фильтрации** как более точной детерминанте состояния почечной функции пациента. Так же, как и уровень креатинина плазмы, этот показатель зависит от массы тела, возраста, пола и этнической принадлежности больного.

На выбор рентгенологу, сталкивающемуся с пациентом, имеющим почечную дисфункцию, предоставляется несколько возможностей.

1. Уровень риска может быть уменьшен посредством гидратации до и после исследования.
2. Могут быть введены меньшие объемы контраста.
3. Предпочтительней использование контрастных агентов с более низкими концентрациями йода.
4. Выбор изотонических препаратов, таких как Визипак (Йодиксанол; GE Healthcare), которые имеют доказанное преимущество над общепринятыми агентами с низкой осмолярностью в случае сниженной функции почек.

(Ионные контрастирующие вещества более не используются при проведении контраст-усиленной КТ.)

### **Венозный доступ**

Предпочтительным местом для канюляции вены является локтевая ямка. Использование малых вен тыльной стороны руки возможно лишь при отсутствии доступной альтернативы. Канюляция вен стопы имеет слишком частые осложнения. Контраст обычно вводится болюсом. Для взрослых пациентов протоколы МДКТ в типичных случаях рекомендуют введение около 100–150 мл контраста со скоростью 3 мл/с для традиционной визуализации брюшной полости и увеличение скорости введения до 4–5 мл/с при исследованиях, в первую очередь направленных на оценку сосудистой системы.

Каждое отделение имеет свою политику по поводу возможности использования центральных вен для введения контраста. На практике предпочтительней введение контраста вручную, чем применение инжектора, который не должен использоваться при введении веществ через центральный катетер, установленный в периферическую вену. Недавно были созданы PICC (периферически установленные центральные катетеры), которые можно применять совместно с инжекторами, — «Power PICCs», в связи с чем на них стоит соответствующее обозначение. При наличии каких-либо сомнений не используйте этот способ введения контраста.

### **Фазы контрастирования**

МДКТ позволяет рентгенологу модифицировать обследование, чтобы наиболее полно ответить на специфические клинические вопросы. Один из методов достижения этого — рассмотреть, будет ли достаточно однофазового исследования, или в целях улучшения диагностики потребуется изучение множественных фаз. При выполнении экстренной КТ доставка контраста может оцениваться в трех зависящих от времени, прошедшего от момента введения, фазах: артериальной, портальной венозной (фаза портальной вены) и отсроченной. Гибкость МДКТ позволяет включить в протокол сканирования одну или множество фаз. Необходимо помнить, что *любое увеличение количества фаз приведет к увеличению дозы радиации*. Рентгенолог должен соблюдать баланс между соответствием используемого протокола качеству диагностики и адекватностью дозы радиации для пациента. Стандартные протоколы КТ-обследования живота и таза хронометрированы для охвата печени за оптимальное для выявления фокальных повреждений время, производства единого усиления паренхимы солидных органов и оптимизации визуализации анатомии портальной и печеночной вен. Известно, что при отсутствии негативных факторов, таких как плохой венозный доступ и сердечная дисфункция, портальная венозная фаза достигается через 50–60 с после начала введения контраста.

**Визуализация артериальной фазы.** Выполняется для оптимальной демонстрации анатомии артериальной сосудистой сети. Ее изображение получается приблизительно через 20–25 с после начала введения контраста. Функционирование системы циркуляции пациента в большей мере влияет на начало и продолжительность сканирования. В современной практике КТ используют компьютерные программы, оценивающие скорость раннего контрастного усиления аорты после небольшого прохождения вводимого болюса контраста. В прошлом же заключение строилось на предположениях. Точное время максимального контрастирования в артериальной фазе может быть включено в протокол сканирования. Улучшить изображение в артериальной фазе можно путем болюсного введения физиологического раствора вслед за введением контраста. Использование подобной тактики способствует вымыванию некоторого количества контраста, которое может находиться глубоко в канюлированных и доставляющих его венах, что уменьшает полосу артефакта в сосудах, таких как верхняя полая вена. Изображение последней может создавать диагностические проблемы во время обследования грудной клетки.

**Визуализация отсроченной фазы.** Наиболее часто используется при изображении травмы. В случае визуализации повреждения почечного тракта на серии изображений фазы портальной вены получение отсроченного изображения после 5–10 мин может иметь неоценимое значение для выявления скрытой экстрavasации мочи из собирающей системы почек или мочеточника. Другое целевое применение отсроченной фазы КТ – отличить травматическую псевдоаневризму или артериовенозную мальформацию от активной экстрavasации контраста из поврежденного паренхиматозного органа или сосуда. Область, содержащая сосудистое повреждение, будет вымывать контраст с такой же скоростью, как и прилежащий интактный сосуд. Место активной экстрavasации контраста будет сохранять или увеличивать свою плотность со временем. В этой ситуации отсроченная серия изображений выполняется немедленно за осмотром изображения портальной венозной фазы.

**Двухфазное или трехфазное изображение.** Скорость получения результатов исследования посредством МДКТ позволяет выполнить визуализацию многочисленных контрастных фаз без искусственных ограничений, таких как проблематичное охлаждение электронной трубки, являющееся особенностью более ранних поколений сканеров. Бифазное изображение обычно включает и артериальную фазу, и фазу портальной вены, тогда как трехфазные исследования включают или начальные неусиленные контрастом серии изображений, или отсроченное изображение вместе с изображениями артериальной фазы и фазы портальной вены.

**Изображение интерстициальной фазы.** Специфическое для получения изображения поджелудочной железы и имеет теоретическое преимущество в оценке плотности ее паренхимы и решения вопроса о наличии некроза при остром панкреатите. Изображение интерстициальной фазы получают через 35–40 с после начала введения контраста.

### **Реакции на внутривенно вводимый контраст**

Выяснение анамнеза предыдущей реакции на введение контраста или выраженной атопии перед проведением исследования является частью обязанностей проводящего его рентгенолога. При наличии такого анамнеза ставится вопрос о том, насколько в/в контрастирование необходимо для решения отдельной клинической проблемы. Каждое рентгенологическое отделение имеет протоколы обследования пациентов, имеющих в анамнезе реакции на контраст, и систему записи

таких сведений, чтобы в дальнейшем предотвратить возникающие проблемы у обследуемого больного. В случае развития реакции пациент должен быть полностью осведомлен о случившемся и проконсультирован относительно последующего использования в/в контраста. Детальное обсуждение реакций на контраст не входит в задачи этой книги. Читателю предоставляются ссылки на статьи Намасивайам с соавторами (Namasivayam et al.) и Ванг (Wang), которые указаны в списке рекомендуемой литературы в конце этой главы. Краткая справка по поводу лечения этого состояния приводится в Приложении.

- **Выраженные реакции** на йод-содержащий контраст, являющийся низкоосмолярным или изоосмолярным агентом, чрезвычайно редки (<0,05%). Они включают отек гортани или остановку сердечной деятельности и дыхания и требуют немедленного лечения, часто с участием реанимационной бригады. Частота летального исхода очень мала — 1 на 1 000 000.
- **Умеренно выраженные реакции**, такие как непродолжительный бронхоспазм или уртикарная сыпь, обычно требуют вмешательства с применением бронходилататоров и антигистаминных средств, соответственно.
- **Незначительные реакции** включают тошноту, рвоту и покраснение кожи и обычно проходят при минимальном лечении.
- **Отсроченные реакции** являются признанным осложнением и могут случаться спустя часы и дни после обследования. К счастью, они всегда ограничиваются исключительно кожными сыпями.

**Режимы премедикации** для пациентов с предшествующим анамнезом развития реакций на контраст различаются от отделения к отделению. Они являются ограничивающим фактором в ситуации, диктующей необходимость выполнения экстренного КТ-исследования, и нужно помнить об уменьшении, но не устранении риска развития реакции на контраст в будущем. Отказ от введения контраста при наличии каких-либо сомнений в этом случае является благоразумным подходом. В сложных клинических ситуациях, требующих применения контраста, необходим совместный консилиум клиницистов и рентгенологов для оценки диагностической пользы данного исследования и вреда, обусловленного риском развития реакции на контраст. В Великобритании большинство КТ-отделений обычно не обращаются за решением консилиума. В США решение консилиума в этом случае является обязательным.

### **Пациенты, принимающие метформин**

Метформина гидрохлорид (глюкофаж) признан редкой причиной лактацидоза у пациентов, которым проводится исследование с в/в введением контраста. Несмотря на очень низкую вероятность развития этого осложнения, настоящая практика Великобритании диктует необходимость проявления осторожности при использовании контраста у пациента, находящегося на лечении метформином. Прием метформина должен быть прекращен в течение 48 ч после исследования и возобновлен лишь в случае, когда повторная оценка почечной функции показывает отсутствие ее нарушений.

### **Ректальное контрастирование**

Единственным показанием для рутинного применения ректального контрастирования при экстренной КТ является оценка проникающей травмы, когда наполнение контрастом толстого кишечника будет помогать выявлению повреждения ободочной кишки и может показать наличие контраста вне кишечника, подтверждая тем самым нарушение целостности его стенки. Литр 3%-го контраста доставляется с помощью капельной инфузии гравитационным методом через ректальный катетер. Удаление катетера вслед за гравитационным дренированием производится в конце исследования.

### **Контрастирование мочевого пузыря**

Это другая, имеющая отношение к травме, процедура. Предпочтительной методикой подтверждения или исключения повреждения мочевого пузыря является выполнение КТ-цистографии после начального этапа исследования политравмы, которое выявило переломы таза, свидетельствующие о возможности ассоциированного повреждения мочевого пузыря. Методика заключается во введении 500 мл 3%-го йод-содержащего контраста, поступающего гравитационным методом или с помощью медленного ручного введения через мочевой катетер. За установку катетера ответственность несет врач-травматолог. КТ-цистография является предпочтительным методом отсроченной визуализации, поскольку контраст попадает прямо в мочевой пузырь. Она позволяет подтвердить попадание мочи из мочевого пузыря в брюшную полость и экстраперитонеально с диагностической точностью, достигающей 100%.

## ► Радиационные нагрузки

Предотвращение чрезмерного или неадекватного применения ионизирующей радиации входит в обязанности рентгенолога, руководящего исследованием. Как хорошо освещено в медицинской и популярной литературе, рост проводимых КТ-сканирований привел к тому, что КТ несет ответственность за большую пропорцию радиации, получаемой общей популяцией населения в результате проводимых медицинских визуализирующих исследований. Для сравнения, в 1980 г. в США были выполнены лишь 3 млн КТ-обследований по сравнению с 62 млн обследований, проведенных в 2006 г. Успешное внедрение и диагностическая польза МДКТ оказывают дополнительное влияние на этот прорыв в ее применении и ведут к росту ее использования во множестве областей, таких как визуализация сердечно-сосудистой системы и КТ-колонография.

Так как руководство предназначено и для читателя, не работающего рентгенологом, табл. 2.1 дает представление о получаемых пациентом дозах радиации.

У молодых лиц и беременных женщин в первую очередь должны применяться альтернативные методики исследования, исключая воздействие ионизирующей радиации, такие как УЗИ и магнитный резонанс (МР). При болевом синдроме в верхнем правом квадранте живота предпочтение должно отдаваться первоначальному обследованию с помощью ультразвукового метода, а не КТ. При болевом синдроме в области таза или правой подвздошной ямки у молодой женщины также ультразвуковая визуализация должна быть первоначальным методом обследования. МР может быть неоценим в диагностическом плане при различных острых патологических состояниях в области живота у беременной пациентки, включая вторичное по отношению к мочекаменной болезни нарушение функции почек, острый аппендицит и обтурационную непроходимость кишечника. Несмотря на свои преимущества, МР может быть недоступным в качестве диагностического визуализирующего метода в случае внеочередной необходимости.

Доза радиации для пациента зависит от ряда условий, включающих объем анатомических структур, требующих визуализации, особенности телосложения больного, типа и количества фаз сканирования и необходимого качества изображения. Современные КТ-системы сочетают в себе некоторое количество уменьшающих дозу радиации приспособлений, одним из которых является автоматический ограничитель миллиамперов. Это позволяет сканеру регулировать дозу радиации,

**Таблица 2.1.** Дозы радиации

Исследование	Доза радиации (мЗв)
Рентгенография грудной клетки	0,1
КТ брюшной полости	5,3
КТ грудной клетки	5,8
КТ грудной клетки, живота и таза	9,9

получаемую анатомическими областями, имеющими различные плотности, например, грудной клеткой и брюшной полостью, а также учитывать общее состояние организма. Такое уменьшение дозы не оказывает влияние на получаемое качество изображения.

### КТ у беременных пациенток

Рекомендуется избегать воздействия ионизирующей радиации у беременной пациентки настолько это возможно, особенно в первом триместре беременности. Тем не менее исследования, касающиеся оценки безопасных радиационных доз для плода, склоняются к выводу, что риск негативного фетального воздействия радиации минимален, и потенциальная польза полученной в результате исследования диагностической информации не должна ограничивать применение диагностической методики для обследования беременной пациентки. Существенной в выборе протокола остается необходимость минимизации получаемой дозы радиации при КТ-исследовании у беременных.

Следует по возможности избегать в/в контрастирования при беременности, если только это не является условием для постановки диагноза. При возникшей необходимости безопасно применение неионизированного контраста, в отношении которого не описано вредного влияния на щитовидную железу плода.

### КТ у детей

Растущий детский организм имеет потенциально более высокий риск развития негативных последствий от ионизирующей радиации и поэтому необходимость рентгенологического исследования в этой ситу-

ации должна тщательно обсуждаться с рассмотрением возможности применения альтернативных визуализирующих технологий, таких как УЗИ и МРТ. Продолжительность протокола КТ-исследования должна быть модифицирована для уменьшения воздействующей дозы радиации без ущерба качества диагностики во избежание необходимости повторных исследований.

### **Рекомендуемая литература**

- Bone J.M.* Multidetector CT: opportunities, challenges and concerns associated with 64 or more detector systems. *Radiology* 2006; 241: 334–337.
- McCullough C.H., Schueler B.A., Atwell T.D., et al.* Radiation exposure and pregnancy: when should we be concerned? *Radiographics* 2007; 27: 909–918.
- Namasivayam S., Kalra M.K., Torres W.E., Small W.C.* Adverse reaction to intravenous iodinated contrast media; a primer for radiologists. *Emerg. Radiol.* 2006; 12: 210–215.
- Wang C.L.* Frequency, outcome and appropriateness of treatment of non ionic contrast media reactions. *AJR Am. J. Roentgenol.* 2008, 191: 409–415.



# Глава 3

## Травма

---

### ► Общий обзор

Травма относится к повреждениям, вызванным воздействием внешней силы. Повреждения варьируют от минимального до значительного, от явного до скрытого и от единичного до многофокусного. Грамотная оценка травмы с помощью визуализирующей методики может быть затруднена. Малая периферическая травма может быть часто адекватно оценена с помощью одного лишь клинического обследования, в то время как пострадавшему с политравмой необходимо полное обследование организма с помощью КТ.

Ключ для достижения цели корректной диагностики — комбинированная оценка механизма травмы совместно с клиническими данными. Вероятнее всего, пациент попадет в одну из трех определенных ниже категорий:

1. Механизм получения травмы относится к воздействию энергии низкой интенсивности с малой вероятностью какого-либо существенного повреждения. Пациент может быть оценен и пролечен на основании только клинических данных.
2. Механизм получения травмы при воздействии энергии низкой интенсивности, но с существенными клиническими проявлениями, которые требуют применения визуализирующей методики, на первом этапе часто простых рентгенографических исследований.
3. Травма с механизмом воздействия высокой энергии, которая требует применения визуализирующих методов обследования.

В чем заключается механизм действия высокой энергии? Итогом ее воздействия является травма шейного отдела позвоночника. К механизмам получения травмы под воздействием «высокой энергии» могут быть отнесены следующие ситуации:

[ . . . ]