

ВОЗМОЖНОСТИ МУЛЬТИСПИРАЛЬНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ В СУДЕБНО-МЕДИЦИНСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЕ ВНЕЗАПНОЙ СЕРДЕЧНОЙ СМЕРТИ

Л.С. Коков - проф., д.м.н., чл.-кор. РАН, зав. каф. луч. диагностики, рук. отд. РХМДил^{1,2}

А.Ф. Кинле – к.м.н., зав. кафедрой судебной медицины³

С.Э. Дуброва – к.м.н., ассистент кафедры лучевой диагностики⁴

***Б.А. Филимонов** – к.м.н.¹

¹ГБОУ ВПО Первый Московский
государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова
119991 Россия, г. Москва, ул. Трубецкая, 8, стр. 2

²ГБУЗ НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского МЗ г. Москвы
129010 Россия, г. Москва, Большая Сухаревская пл., 3

³ГБОУ ДПО Российская медицинская академия
последипломного образования Минздрава России
125993 Россия, г. Москва, ул. Баррикадная, 2/1

⁴ФУВ ГБУЗ МО МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского
129110 Россия, г. Москва, ул. Щепкина, 61/2

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

- посмертная визуализация
- компьютерная томография трупа

РЕЗЮМЕ:

В обзоре представлен критический анализ литературы по проблеме использования мульти-спиральной компьютерной томографии (МСКТ) в качестве альтернативы традиционному вскрытию трупа в судебно-медицинской экспертизе скоропостижной смерти, связанной с поражением органов-мишеней при артериальной гипертензии (АГ). При подготовке обзора были использованы основные интернет-ресурсы: научная электронная библиотека (elibrary), SciVerse (ScienceDirect), Scopus, PubMed и Discover. В обзор включены только те статьи, в которых обсуждались как преимущества, так и ограничения посмертной МСКТ в судебно-медицинской экспертизе скоропостижной смерти взрослых лиц.

В ходе анализа доступной литературы, авторы обсуждают проблему использования посмертной МСКТ в визуализации осложнений артериальной гипертонии: инфаркта миокарда, нарушения мозгового кровообращения, разрыва аневризмы и расслоения стенки аорты. Авторы попытались ответить на вопрос о возможностях посмертной МСКТ в качестве альтернативы традиционному вскрытию трупа.

Выводы: нативная МСКТ подходит для визуализации внутричерепных кровоизлияний и их дифференциальной диагностики с черепно-мозговой травмой. Метод с ограничениями подходит для диагностики ишемических инсультов, аневризмы и расслоения аорты. Возможности нативной МСКТ в диагностике скоропостижной смерти, связанной с патологией коронарных артерий, инфаркта миокарда и тромбоэмболии легочной артерии значительно ограничены. Использование посмертной КТ-ангиографии расширяет возможности метода в диагностике поражений коронарных артерий, аорты и легочной артерии.

Основное преимущество посмертной МСКТ при скоропостижной смерти – возможность визуализации скрытых механических повреждений в случаях отказа родственников от вскрытия трупа.

POSSIBILITIES OF MULTISLICE COMPUTED TOMOGRAPHY IN FORENSIC SUDDEN CARDIAC DEATH

Kokov L.S. – MD, PhD, professor, corresponding member of RAMS^{1,2}

Kinle A.F. – MD, PhD³

Dubrova S.E. – MD, PhD⁴

***Filimonov B.A.** – MD, PhD¹

¹ I.M. Sechenov First Moscow State Medical University under Ministry of Health of the Russian Federation
8 structure 2, Malaya Trubetskaya str., Moscow, Russian Federation, 119991

² Scientific-Research Institute of Emergency Medicine named after N.V. Sklifosovskiy, Moscow, Russian Federation

³ Sukharevskaya sq., Moscow, Russian Federation, 129010

⁴ Russian Medical Academy of Postgraduate Education

2/1, Barrikadnaya str., Moscow, Russian Federation, 125993

⁴ Moscow Regional Research Clinical Institute named after M.F. Vladimirskiy

61/2, Shepkina str., Moscow, Russian Federation, 129110

KEY-WORDS:

- post-mortem imagin
- computed tomography corpse

ABSTRACT:

Literature report provides a critical analysis of the literature on the use of multislice computed tomography (MSCT) as an alternative to conventional autopsy in forensic examination in case of sudden death associated with target-organ damage in arterial hypertension (AH). The review was made using Internet resources: Scientific Electronic Library (elibrary), SciVerse (ScienceDirect), Scopus, PubMed, and Discover. The review includes only those articles that discuss both advantages and limitations of MSCT in the posthumous forensic sudden death of adults.

During analysis of the available literature, authors discuss the problem of posthumous use of MSCT imaging in arterial hypertension complications: myocardial infarction, brain stroke, aneurysm rupture and separation of the aortic wall. Authors tried to answer the question about possibilities of posthumous MSCT as an alternative to the traditional autopsy.

Conclusion: native MSCT is suitable for imaging of intracranial hemorrhage and differential diagnosis of traumatic brain injury. Method is suitable with restrictions for diagnosis of ischemic strokes, aneurysms and aortic dissection. Possibilities of native MSCT in the diagnosis of sudden death associated with the pathology of coronary artery disease, myocardial infarction and pulmonary embolism is significantly limited. Using postmortem CTA, extends method in the diagnosis of lesions of the coronary arteries, aorta and pulmonary artery.

The main advantage of MSCT in the posthumous sudden death - the possibility of visualizing hidden mechanical damage in case of failure of the autopsy relatives.

Введение

Скоропостижная (внезапная) смерть – это смерть от скрыто протекающего заболевания, наступившая быстро и неожиданно для окружающих. Часто такая смерть подозрительна на насильственную, поэтому случаи скоропостижной смерти, которая наступила вне условий врачебного наблюдения, в нашей стране подлежат судебно-медицинской экспертизе [1].

По секционным данным, в большинстве случаев (80-90%) скоропостижная смерть наступает вследствие заболеваний, имеющих своей основой коронарный атеросклероз и артериальную гипертензию [2].

В последнее время, большой проблемой для организаторов здравоохранения и работников правоохранительных органов является то, что в нашей стране (как и во всем мире) постоянно растет количество отказов родственников от вскрытий, в том числе судебно-медицинских, по религиозным, этическим и иным соображениям. Особенно часто конфликт интересов возникает в случаях скоропостижной смерти. Достаточно часто родственники умерших категорически возражают против вскрытия, мотивируя свое поведение тем, что покойный долгое время страдал сердечно-сосудистым заболеванием и связь данного заболевания со смертью, для родственников умершего, очевидна.

Кроме этого, диагностические трудности представляют случаи внезапной сердечной смерти во время конфликтной ситуации – толчки и удары в грудь, шею, живот, а также падения с ударом головой во время «сердечного» приступа. В подобных случаях возникает необходимость проведения дифференциальной диагностики скоропостижной смерти со смертью в результате механических повреждений.

В этой связи, современные методы визуализации – мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) и магнитно-резонансная томография (МРТ), могут помочь в решении ряда задач, стоящих перед судебно-медицинскими экспертами (СМЭ) в случаях скоропостижной смерти.

В настоящее время посмертная МСКТ и МРТ с успехом применяются во многих зарубежных медицинских центрах. В частности, в Институте судебной медицины Бернского университета более 10 лет существует крупный проект под названием «Виртопсия» (от «virtopsy» - «виртуальный» + «вскрытие») [3].

С достаточной степенью уверенности можно предположить, что в ближайшей перспективе вопрос о посмертной визуализации встанет перед СМЭ, правоохранительными органами и организаторами здравоохранения в нашей стране.

Вероятно, МСКТ будет использоваться в качестве дополнения (альтернативы?) судебно-медицинского исследования трупа как инструмент скрининга для принятия решения о необходимости аутопсии в случаях скоропостижной смерти.

Вопрос о том, какой лучевой метод диагностики – МСКТ или МРТ, является методом выбора для целей судебно-медицинской экспертизы скоропостижной смерти остается дискуссионным. Однако большинство авторов соглашаются во мнении, что МСКТ – метод выбора для первичного скрининга скоропостижно умерших. Это связано с тем, что МСКТ превосходит МРТ в возможностях визуализации скрытых механических повреждений, инородных тел, асфиксии, свежих кровоизлияний, скоплений газа. Также МСКТ в боль-

шей степени, чем МРТ подходит для визуализации хирургических и манипуляционных ятрогенных травм - интерпозиции катетеров, дренажей, стентов и т.д. Однако у МРТ, по сравнению с МСКТ, есть безусловные преимущества - лучшая визуализация мягких тканей и паренхиматозных органов, что крайне актуально при исследовании скоропостижной смерти.

Безусловно, посмертная МСКТ имеет очевидные недостатки (как субъективные, так и объективные) по сравнению с «золотым стандартом» патологической анатомии и судебной медицины – традиционным вскрытием трупа.

К субъективным недостаткам метода относят:

- ограниченное качество визуальных ощущений (при КТ используются оттенки серого цвета, при традиционном вскрытии трупа – цветной спектр);
- отсутствие у СМЭ органолептических ощущений (тактильных, обонятельных и др.);
- отсутствие возможности классического описания органов и тканей при внутреннем исследовании трупа, а также измерения их массы (размеры органов при МСКТ указываются достаточно точно);
- СМЭ и патологоанатомы привыкли к «продольной визуализации», которая затем дополняется разрезами в различных плоскостях. В случае МСКТ, первичная визуализация происходит в поперечной плоскости.

Объективные недостатки КТ-аутопсии:

- трудно получить материал для микроскопии или микробиологии, а также изъять органы и ткани для токсикологического анализа. В этом случае возможно «малоинвазивное вскрытие», но родственники могут не дать разрешения и на него;
- технические сложности при КТ-исследовании трупов с очень большой массой;
- отсутствует полноценная доказательная база эффективности виртуальной аутопсии по сравнению с традиционным вскрытием трупа;
- не разработана правовая и нормативная база использования посмертной визуализации в судебно-медицинской экспертизе трупа в нашей стране;
- большие затраты на покупку оборудования и его обслуживание;
- ограничены или технически затруднены возможности внутривенного контрастирования внутренних органов и сосудистой системы;
- технические сложности и ограничения посмертной КТ-ангиографии;
- посмертная КТ-морфология при ряде патологии отличается от КТ-морфологии в клинической рентгенологии.

Технические условия использования метода посмертной мультиспиральной компьютерной томографии

МСКТ трупов выполняется в герметичных мешках, в положении на спине, руки вдоль тела. На сегодняш-

ний день, для целей судебной медицины достаточно 16-срезового МСКТ с апертурой большого диаметра, хотя в большинстве случаев подойдут даже 4-х или 8-срезовые МСКТ.

Режим сканирования трупа непрерывный, зона сканирования – от макушки до пяточных костей, толщина среза – 3 мм. Отдельно выбранные области (височная кость, гортань, коронарные сосуды и т.д.) могут быть исследованы дополнительно с толщиной среза менее 1 мм. Напряжение рентгеновского излучения и экспозицией зависят от технических параметров используемого КТ сканера и задач исследования. Полученные изображения просматриваются в стандартных мягкотканном, костном и легочном компьютерно-томографических окнах.

Анализ и постпроцессинговая обработка (3D-реконструкции и др.) изображений могут быть произведены с использованием рабочей станции, с различным программным обеспечением, способных обрабатывать большие объемы данных. Архивирование данных может осуществляться различными способами, в том числе системой PACS.

Продолжительность сканирования трупа вариабельна, зависит от технических возможностей аппаратуры, и составляет от нескольких минут (на 64-х и более срезовых МСКТ) до получаса (4-срезовый МСКТ). Для приобретения рентгенологом соответствующего опыта, его присутствие на вскрытии, после проведения МСКТ, обязательно. В дальнейшем, проведение МСКТ трупа можно доверить лаборанту с соответствующим опытом, а рентгенолог может анализировать полученные данные уже дистанционно.

Томограф должен находиться рядом с моргом. В большинстве центров судебные медики используют большие КТ в режиме до и после пациентов (от 20 до 8 ч.), а также задействуют персонал рентгенологических центров. Посмертные КТ-заключения рентгенологи формируют в соответствии со стандартными протоколами.

Специфические особенности посмертной мультиспиральной компьютерной томографии

К позитивным особенностям КТ трупа относятся: отсутствие проблем артефактов от движения и сердцебиения, возможность игнорирования дозы облучения и токсических реакций на контрастные средства.

Однако есть и отрицательные моменты. Посмертная КТ-морфология имеет специфические особенности гнилостные газы, седиментация крови, свертки крови в полостях сердца и крупных сосудах, посмертные гипостазы с имбибицией кровью внутренних органов и др., могут создавать артефакты, которые необходимо знать и учитывать клиническим рентгенологам [4]. Проведение посмертной КТ-ангиографии отличается от клинической рентгенологии, требуя специальных методик и оборудования [5,6].

Кроме того, СМЭ не являются специалистами в обла-

сти лучевой диагностики, а клинические рентгенологи не знакомы с особенностями посмертной КТ. Также клинические рентгенологи могут быть не готовы к ответам на специфические судебно-медицинские вопросы, такие как механизм образования, прижизненность и давность повреждений, причина смерти и т.д.

Наиболее часто встречающиеся особенности КТ-морфологии трупа, которые необходимо учитывать клиническим рентгенологам

Трупные гипостазы и седиментация крови

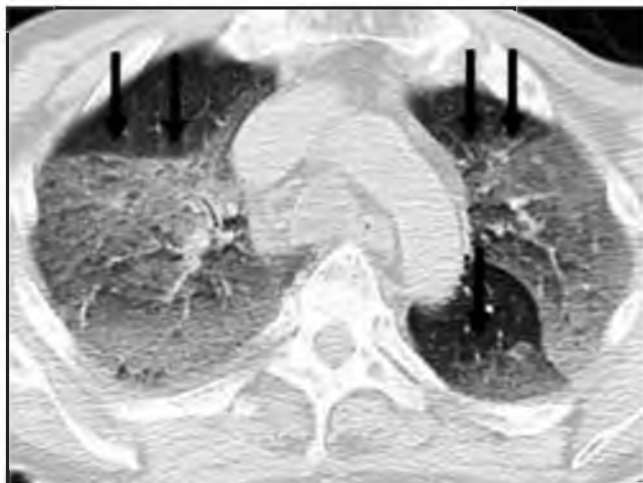


Рис. 1. Посмертная нативная МСКТ грудной клетки через 13,5 ч. после смерти в результате тяжелой черепно-мозговой травмы. Аксиальный срез, легочное окно [7]. Явления трупного гипостаза. Стрелками указаны демаркационные линии, отделяющие участки «матового стекла» в дорсальных отделах легких от вышележащих менее плотных участков.

Посмертное скопление крови в нижерасположенных участках внутренних органов называют трупными гипостазами. Выраженность гипостазов зависит от многих факторов от температуры окружающей среды, вида смерти, скорости аутолиза, возраста и массы трупа. При посмертной КТ гипостазы выглядят, как области «матового стекла» в дорсальных отделах легких с демаркационной линией, что может симулировать наличие уровня воздух-жидкость (рис. 1). Кроме этого, гипостазы могут быть причиной артефактов, создавая проблемы дифференциальной диагностики с

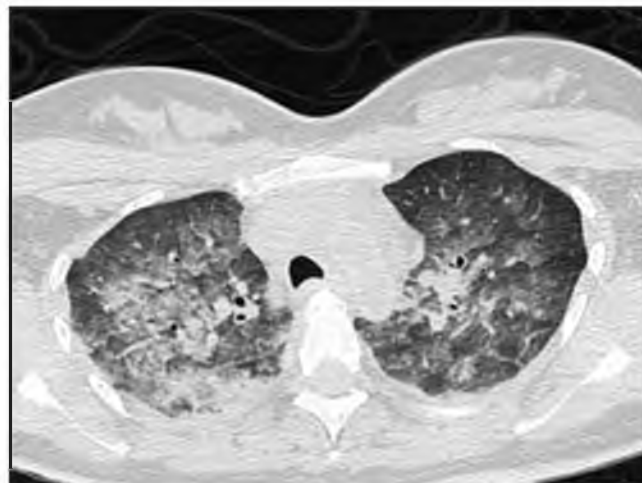


Рис. 2. Посмертная нативная МСКТ грудной клетки через 1,5 ч. после смерти. Смерть в результате эмболии околоплодными водами. Аксиальный срез, легочное окно [7]. Дифференциальный диагноз отека легких (в данном случае) с трупными гипостазами. При отеке легких отсутствуют гомогенные участки «матового стекла» в нижележащих отделах легких с демаркационной линией, как в случаях гипостаза.

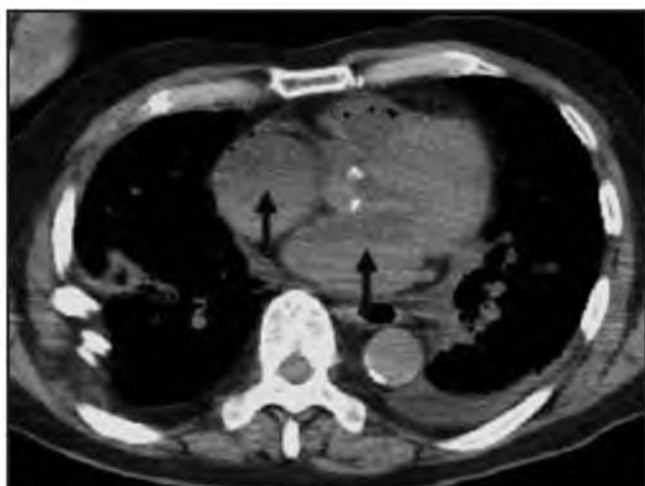


Рис. 3. Посмертная нативная МСКТ. Смерть в результате внутримозгового кровоизлияния. Аксиальный срез грудной клетки в мягкотканном окне [7]. Стрелками указана линия между сывоткой (гиподенсивная зона) и более плотными нижележащими свертками в предсердиях. Посмертная дилатация правого предсердия.

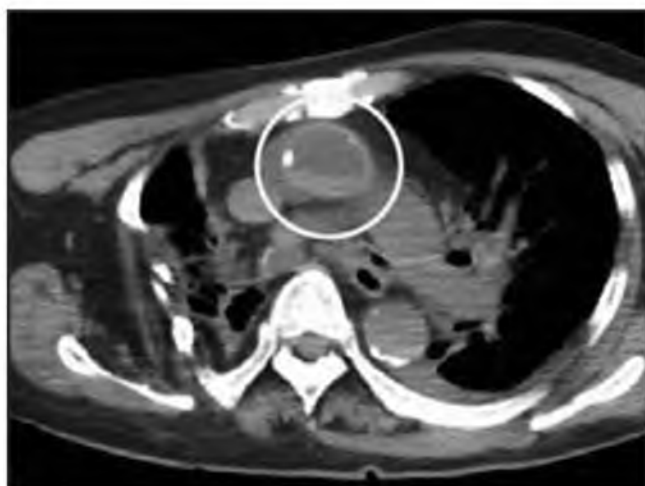


Рис. 4. Посмертная нативная МСКТ. Аксиальный срез грудной клетки в мягкотканном окне [7]. Уплотнение стенок и уменьшение диаметра восходящей аорты (обведена кружком), в просвете которой виден уровень жидкость-жидкость между сывоткой и осевшими форменными элементами.

отеком легких (**рис. 2**), аспирацией или контузией легких [7].

В результате остановки кровообращения, в крупных сосудах и полостях сердца трупа, начинается процесс оседания (седиментации) эритроцитов и других форменных элементов крови, что может привести к артефактам при КТ (**рис. 3**), создавая уровни жидкость-жидкость [8]. Кроме того, в полостях сердца и сосудах образуются посмертные свертки, которые не только сами по себе создают артефакты, но и мешают проведению КТ-ангиографии. Из-за эффекта седиментации крови и образования свертков в синусах твердой мозговой оболочки и церебральных венах возможна гипердиагностика субарахноидального кровоизлияния.

Посмертное уплотнение стенок аорты

При КТ трупа часто можно увидеть уплотнение стенок аорты. Возможные причины этого состояния: сокращение стенок аорты и уменьшение ее диаметра, отсутствие артефактов от пульсации, седиментация крови (**рис. 4**) [9]. Диффузное посмертное уплотнение стенок не следует путать с атеросклерозом аорты, для которого характерно локальное и более значительное повышение плотности [10].

Дилатация правого предсердия

При посмертных КТ очень часто обнаруживают расширение полости правых отделов сердца, особенно правого предсердия (**рис. 3**). Этот феномен связывают со скоплением крови в правых отделах сердца при различных вариантах умирания, за исключением кровопотери и других видов гиповолемии [11]. Посмертное расширение верхней и нижней полых вен имеет ту же природу.

Потеря дифференциации между серым и белым веществом головного мозга

При КТ, проведенной сразу после смерти, часто визуализируются структуры мозга с четкой границей между серым и белым веществом, однако может быть и незначительное нарушение дифференциации. При КТ, проведенной через несколько часов после смерти, нарушения дифференциации между серым и белым веществом отмечаются значительно чаще, что не следует путать с отеком мозга и ишемическим инсультом [12].

На посмертных КТ часто можно увидеть изменения, характерные для отека головного мозга. Однако, в этом случае, кроме потери дифференциации между серым и белым веществом, обнаруживают сглаженность извилин и борозд, а также сдавление ликворных пространств.

Обнаружение газа

Газ при посмертной КТ можно обнаружить в случаях газовой эмболии, которая возможна при повреждениях сердца, легких и крупных вен [13], криминальном аборте и в случаях, когда наступлению смерти предшествовало медицинское вмешательство.

СМЭ при подозрении на воздушную (газовую) эмболию должен произвести пробу, последовательно прокалывая камеры сердца под водой. Однако указанная проба носит исключительно качественный характер и часто может быть ложноотрицательной. МСКТ дает уникальную возможность выявить воздушную эмболию, что крайне сложно (чаще невозможно) сделать во время традиционного вскрытия [14,15]. Проведенная в ближайшие часы после смерти КТ-визуализация газовой эмболии относится к важным признакам, доказывающим прижизненность повреждения. В этих случаях преимущества КТ перед традиционным вскрытием сложно переоценить [3]. С этими выводами согласуются результаты японских авторов, занимав-

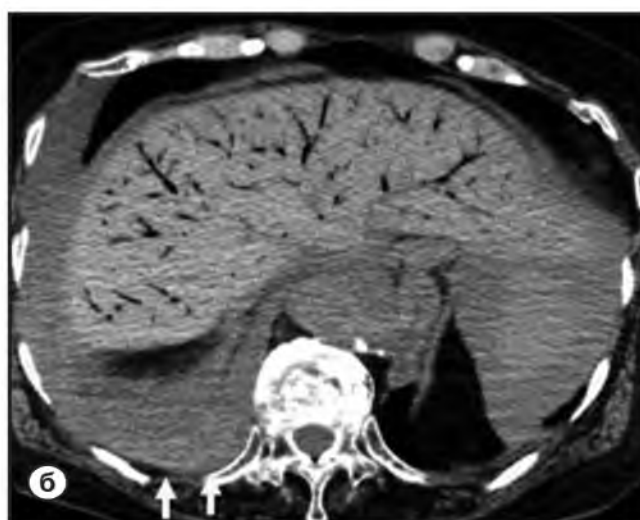
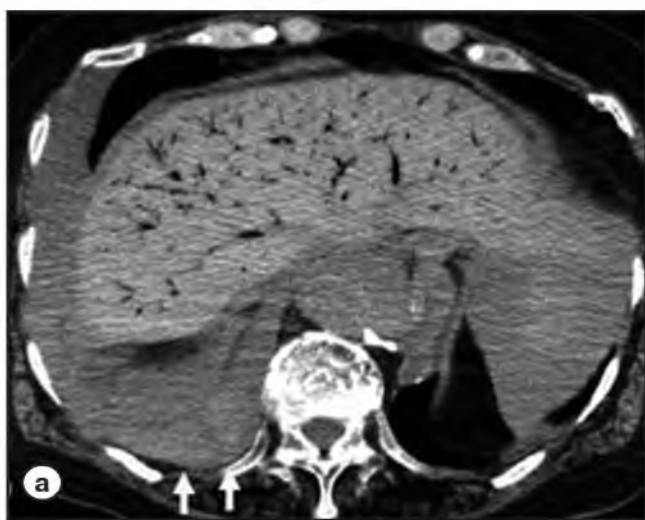


Рис. 5. Посмертная аксиальная нативная МСКТ, проведенная через 25 мин. после констатации смерти. Смерть в результате разрыва аневризмы аорты. В машине скорой помощи проводились реанимационные мероприятия [7]. В венах печени визуализируется газ. Стрелками указано кровоизлияние в результате разрыва аневризмы грудного отдела аорты.

шихся ранней КТ-визуализацией трупов, умерших в отделении интенсивной терапии [16,17].

Воздух может попасть в сосудистую систему во время катетеризации центральных вен, в этом случае газ определяется не только в камерах сердца, но и в венах, в частности, в полых, брахиоцефальных, подключичных и печеночных. Во время сердечно-легочной реанимации пузырьки газа из вен могут попасть ретроградно во внутренние органы, например, в головной мозг и печень (рис. 5).

Однако наличие газа в сердечно-сосудистой системе при посмертной КТ может обнаруживаться и вне связи с эмболией. Сразу после смерти начинаются процессы гниения, позже приводящие к изменениям тканей и образованию гнилостных газов. Процессы разложения происходят одновременно во всех органах и тканях организма, но наиболее быстро и интенсивно в кишечнике, поджелудочной железе и гепатобилиарной системе.

Попытаться дифференцировать посмертный газ от эмболии при посмертной КТ, можно используя фактор времени. Что же касается непосредственно КТ-признаков, то авторы, занимающиеся данной проблемой, отметили, что гнилостные газы распределяются в органах трупа более «диффузно», тогда как в случаях эмболии газ локализован, в основном, в сосудах [18,19].

Особенности посмертной КТ-ангиографии

КТ-ангиография трупа может быть проведена только за счет прямого контрастирования артерий крупного и среднего калибра [20]. Благодаря тому, что при КТ-ангиографии трупа не стоит вопрос о безопасности и переносимости контрастных средств (КС), можно использовать дешевые (на основе вазелинового масла) и устаревшие препараты [5, 6]. Некоторые авторы

предлагают в качестве КС использовать газ и раствор сульфата бария [21].

Техника минимально инвазивной КТ-ангиографии у трупа заключается в катетеризации бедренной артерии (предварительно производят забор крови для судебно-химического исследования и др. целей). Катетер проводят в дугу аорты, после чего, под давлением, создаваемым специальной помпой, вводят КС. Таким способом можно провести КТ-ангиографию аорты и ее ветвей, артерий головного мозга, сердца и легких [22, 23].

Наличие в просвете артерий посмертных свертков крови и газа затрудняет распределение КС. Свертки крови необходимо дифференцировать с тромбами [24].

Пузырьки гнилостных газов приводят к дефектам наполнения и артефактам [25].

Напротив, быстро наступающие гнилостные деструктивные изменения в брюшной полости, в том числе в стенках артерий, приводят к тому, что стенки абдоминальных сосудов не выдерживают давления при нагнетении КС и рвутся, создавая ложную экставазацию контраста [26].

Выявление скрытых повреждений

Благодаря возможностям КТ в диагностике повреждений костно-суставной системы, торакальной и черепно-мозговой травмы, выявлении кровоизлияний, свободного газа в полостях тела и мягких тканях, данный метод с успехом применяется для визуализации скрытых повреждений в случаях скоропостижной смерти [27].

В случаях тупой травмы грудной клетки КТ трупа не менее информативна, чем у живых пострадавших. При нативной МСКТ визуализируются переломы ребер и грудины, пневмо- и гемоторакс, ушибы и разрывы легких. В самом крупном, на сегодняшний день, сравни-

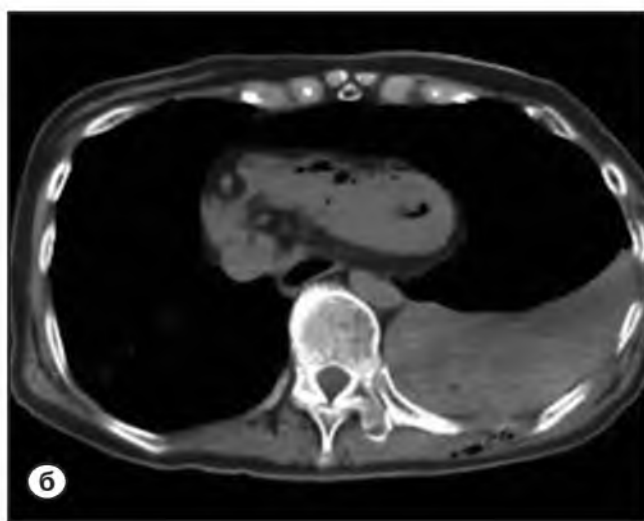
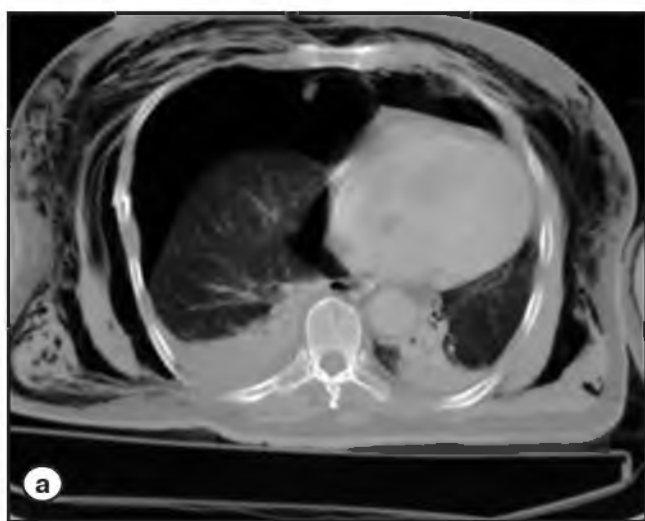


Рис. 6. Посмертная нативная МСКТ грудной клетки при тупой травме [3].
 а – аксиальный срез, легочное окно. Визуализируются правосторонний пневмоторакс с дислокацией органов средостения, эмфизема мягких тканей.
 б – аксиальный срез, мягкотканное окно. Пневмомедиастинум, эмфизема мягких тканей.

тельном исследовании виртуальной и стандартной аутопсии [28], в 100% случаев были выявлены пневмоторакс, гемоторакс и переломы костей грудной клетки. При подозрении на пневмоторакс во время вскрытия трупа эксперт производит пробу, прокалывая плевральные полости под водой. Однако такой способ диагностики пневмоторакса носит исключительно качественный характер. МСКТ позволяет не только визуализировать пневмоторакс, даже минимального объема, но и определить количество воздуха в плевральной полости, а также степень смещения органов средостения при напряженном пневмотораксе, что невозможно осуществить во время традиционного вскрытия (рис. 6а). Кроме того, МСКТ имеет преимущество перед традиционным вскрытием, позволяя визуализировать эмфизему мягких тканей и средостения (рис. 6б) [3].

Посмертная МСКТ позволяет визуализировать осложнения реанимационных мероприятий: перелом ребер и грудины, гемо- и пневмоторакс и т.д. (рис. 7).

Коронарная смерть

Стенозирующий атеросклероз венечных артерий является почти облигатным признаком внезапной сердечной смерти и встречается более чем у 90% внезапно умерших лиц с ИБС [2]. Другие наиболее частые морфологические изменения сердца при скоропостижной смерти: кардиосклероз, гипертрофия миокарда, тромбоз венечных артерий, инфаркт миокарда. МСКТ очень чувствительна к степени кальцификации коронарных артерий. При этом количество найденных обызвествлений коррелирует с тяжестью коронарного атеросклероза и риском внезапной сердечной смерти. Однако, несмотря на то, что высокое содержание кальция в венечных артериях увеличивает риск стеноза, этот признак является неспецифическим, поскольку даже выраженный стеноз, документированный КТ-

ангиографией, не всегда приводит к ишемии и внезапной смерти [29].

В недавно опубликованной работе Roberts I.S. и соавт. [30] продемонстрированы результаты использования МСКТ при внезапной сердечной смерти. Исследовано 120 трупов взрослых, в 60 случаях КТ была дополнена коронарной ангиографией. После проведения КТ рентгенологи классифицировали свои выводы следующим образом: причина смерти определена (стандартное вскрытие не требуется), вероятна или не установлена. Важно, что причину смерти рентгенологи не смогли установить только в 9% случаев. После проведения стандартного вскрытия были получены следующие результаты: во всех случаях, в которых после МСКТ причина смерти была определена, имело место совпадение результатов виртуальной и стандартной аутопсии. В случаях вероятной причины смерти, на число правильных результатов в значительной мере повлияла ангиография: с точки зрения рентгенологов, стандартного вскрытия не требовалось в 38% случаев нативной КТ и в 70% случаев КТ-коронарографии. Интересно, что в двух случаях КТ выявила травму скелета, пропущенную при стандартной аутопсии. Авторы пришли к выводу: использование посмертной МСКТ, дополненной коронарной ангиографией может снизить на две трети количество стандартных вскрытий в случаях внезапной сердечной смерти. Кроме того, использование посмертной КТ может повысить качество общей диагностики, в частности, выявляя скрытые травматические повреждения.

Визуализации инфаркта миокарда и очагов ишемии, так же как и признаков ушиба сердца, при МСКТ, к сожалению, не возможна.

При посмертной МСКТ можно определить размеры сердца (кардиоторакальный индекс в норме не более 0,5). Кардиомегалия косвенно указывает на возможное

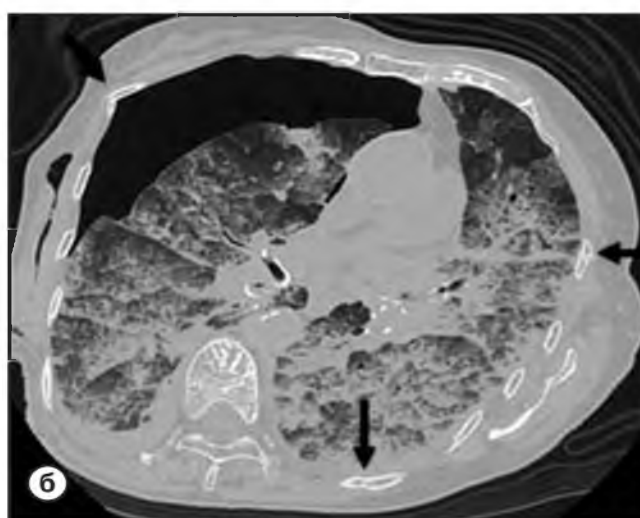
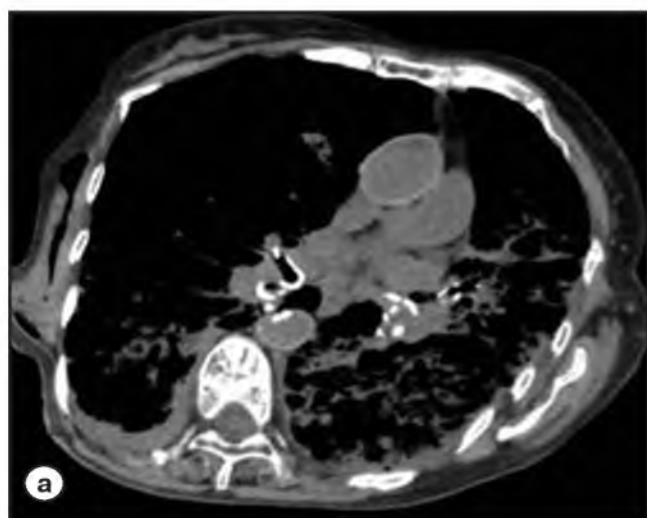


Рис. 7. Посмертная МСКТ грудной клетки, аксиальные срезы (справа – мягкотканое окно, слева – легочное) [7]. Остановка сердца. Реанимационные мероприятия – непрямой массаж сердца, ИВЛ. Обнаружены множественные переломы ребер (указаны стрелками), правосторонний пневмогемоторакс и подкожная эмфизема.

участие сердца в танатогенезе [31], однако, при МСКТ трупа очень часто наблюдается расширение правых отделов сердца (кроме случаев кровопотери), что, возможно, является нормальной КТ-картиной у трупа [32]. Кроме того, точно определить при нативной КТ толщину стенок камер и степень расширения полостей сердца, не всегда возможно, потому что, КТ-плотность крови может быть идентичной плотности миокарда желудочков.

Уплотнение стенок аорты, часто встречающееся при посмертной КТ, следует дифференцировать с рас-

слоением аорты (**рис. 8**). При нативной КТ расслоение аорты можно заподозрить по наличию интрамуральной гематомы и кальцинатам в смещенном лоскуте интимы, которые выглядят как структуры повышенной плотности [33].

Признаки разрыва аневризмы аорты при нативной посмертной КТ, кроме ее расширения, гематома средостения, гемоторакс (чаще левосторонний), а также забрюшинная гематома (**рис. 9**).

Без контрастного усиления диагностировать тромбоз, в частности коронарный тромбоз и тромбоэмболию

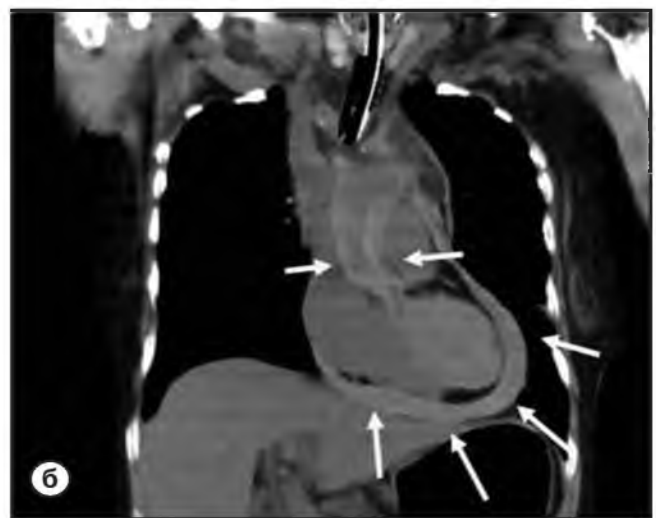
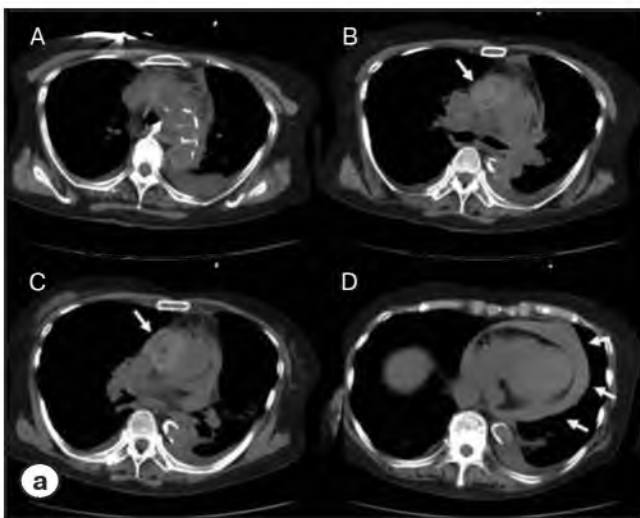


Рис. 8. Посмертная МСКТ. Причина смерти – расслаивающая аневризма аорты, осложненная гематомной перикардиальной гематомой сердца. [33].
 а – КТ, выполненная вскоре после смерти, показывает лоскут интимы в восходящей аорте (стрелки в А, В и С). Гематомная перикардиальная гематома (стрелки в D).
 б – МСКТ грудной клетки, МПР во фронтальной плоскости (тот же случай). Не смотря на то, что КТ выполнена без контрастирования, визуализируется ложный просвет восходящей аорты (горизонтальные стрелки) и гемоперикард (вертикальные стрелки).

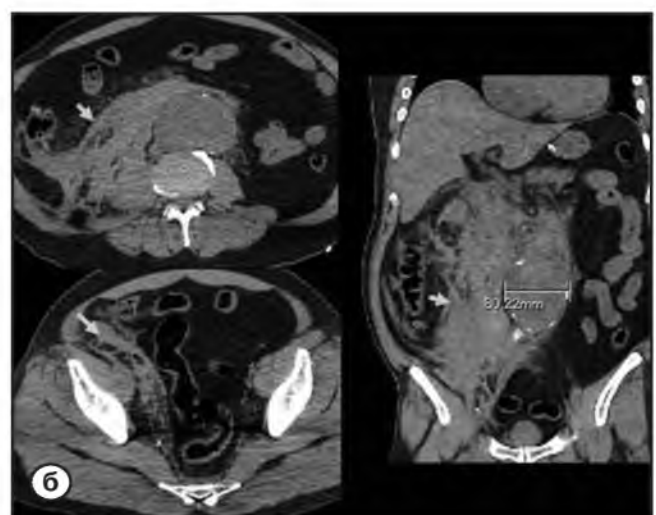
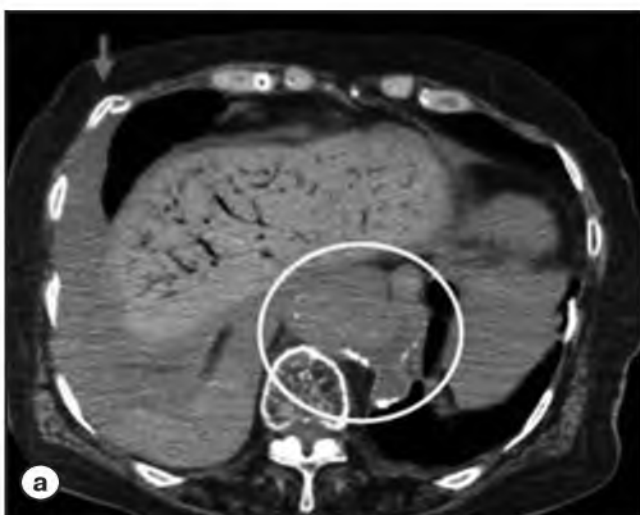


Рис. 9. Посмертная МСКТ. Случаи скоропостижной смерти. Разрыв аневризмы аорты [33].
 а – нативная КТ выполнена через 25 мин. после смерти. Разрывы аневризмы торако-абдоминального отдела аорты. Реанимационные мероприятия (стрелка указывает на перелом ребра). Правосторонний гемоторакс. Разрыв аневризмы торако-абдоминального отдела аорты (круг).
 б – аксиальная КТ и МПР во фронтальной плоскости. Аневризма брюшной аорты, диаметром 8 см, забрюшинное кровоизлияние (стрелки).

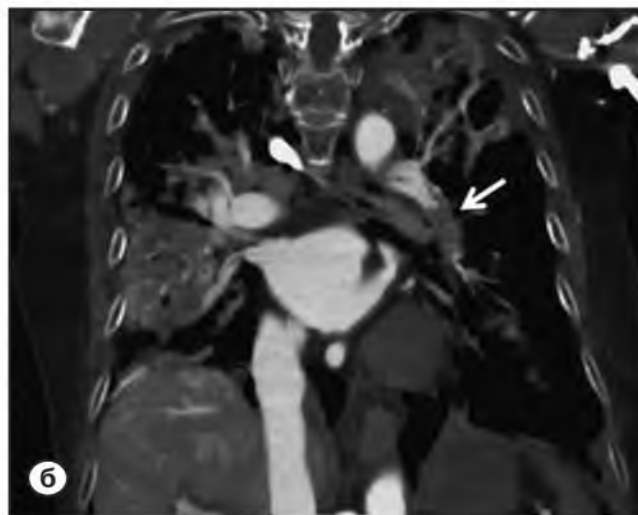
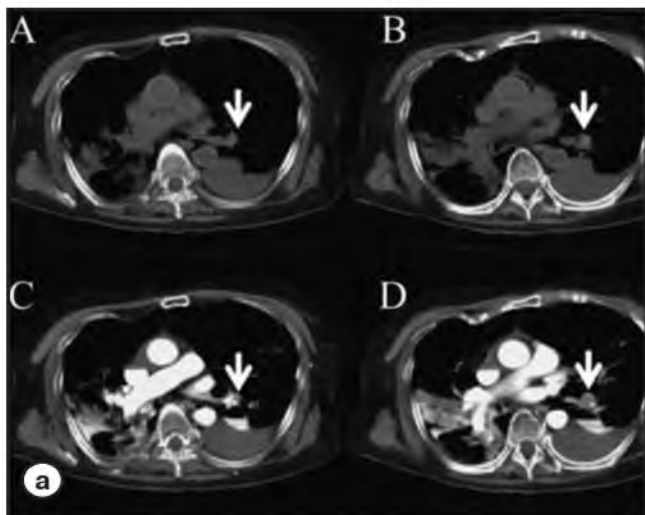


Рис. 10. Посмертная МСКТ грудной клетки. Сердечное окно. Тромбоэмболия легочной артерии [34].
a и б – нативная КТ. Стрелкой указана ветвь легочной артерии, в которой при КТ-ангиографии был выявлен тромб. После контрастного усиления (C и D) четко визуализируется тромб в нижнедолевой ветви левой легочной артерии (стрелки). МПР во фронтальной плоскости. Контрастное усиление. Стрелкой указан тромб, окклюзирующий, нижнедолевую ветвь левой легочной артерии.

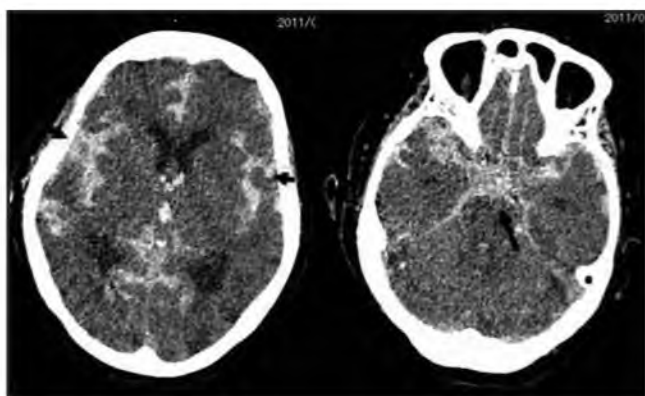


Рис. 11. Посмертная нативная аксиальная МСКТ головы. Скоротрагическая смерть [33].
Гиперденсивное субарахноидальное кровоизлияние указано стрелками.

легочной артерии (ТЭЛА), практически невозможно. Могут визуализироваться лишь косвенные признаки ТЭЛА – увеличение правых отделов сердца, клиновидные затемнения ткани легкого в случае перенесенной эмболии и др., но они крайне не специфичны.

Японские авторы описали случай посмертной визуализации ТЭЛА. При нативной МСКТ всего тела скоропостижно умершей 77-летней женщины, какой-либо сердечно-сосудистой патологии выявлено не было (рис. 10). После проведения посмертной КТ-ангиографии найден тромб в левой нижнедолевой легочной артерии [34].

Острое нарушение мозгового кровообращения

В случаях острых субарахноидальных кровоизлияний (САК), возможности нативной МСКТ вполне достаточны для визуализации даже незначительного

количества крови в субарахноидальном пространстве (рис. 11). Нативная МСКТ у трупов, также как и у живых лиц, метод выбора для диагностики внутримозговых кровоизлияний. Хорошо визуализируются также дислокация и отек головного мозга [35]. Кровоизлияния в острой и острой стадии выглядят гиперденсивными, при этом процессы аутолиза не сказываются на качестве визуализации [24].

Посмертная МРТ более чувствительна в выявлении внутримозговых кровоизлияний в подострой и хронической стадиях.

При нативной КТ в большинстве случаев можно диагностировать инфаркты головного мозга, которые выглядят как изоденсные или гиподенсные участки. Тем более, что ишемический инсульт, приведший к скоропостижной смерти, чаще всего сопровождается выраженным масс-эффектом. В ряде случаев возможны трудности в дифференциальном диагнозе между ишемическим инсультом и посмертными изменениями головного мозга, такими как: потеря дифференциации серого и белого вещества, сглаженность борозд, компрессия ликворных пространств. Для очагов ишемии, в отличие от общих посмертных изменений головного мозга, характерна асимметрия поражения. Однако метод выбора визуализации ишемического инсульта, в том числе посмертной – МРТ.

Обсуждение

На основе данных проанализированной литературы, можно сделать выводы о возможностях посмертной нативной МСКТ в визуализации основных причин скоропостижной смерти. С одной стороны, возможности

нативной МСКТ значительно ограничены в диагностике патологии сердца и сосудов. С другой стороны, МСКТ прекрасно визуализирует острые кровоизлияния, кальций, воздух и травматические повреждения, поэтому МСКТ вполне подходит в качестве метода первичной посмертной диагностики в случаях отказа родственников от вскрытия трупа.

При проведении посмертной МСКТ необходимо учитывать особенности КТ-морфологии, с которыми не сталкиваются клинические рентгенологи. В частности, в случаях скоропостижной смерти, в том числе сердечной, необходимо помнить о таких изменениях, как нарушение дифференцировки серого и белого вещества, отек мозга, увеличение правых отделов сердца, уплотнение стенки аорты и др.

Посмертная МСКТ является методом выбора в диагностике геморрагического инсульта (внутричерепных и субарахноидальных кровоизлияний). По косвенным признакам возможна нативная КТ-диагностика расслаивающей аневризмы аорты: расширение аорты, отслоение кальцинированной интимы аорты, гиперденсивный тромбированный ложный просвет, гемоперикард, гемоторакс и кровоизлияние в средостение. При посмертной КТ-ангиографии возможна визуализация истинного и ложного просвета аорты.

Ишемическое повреждение миокарда, в том числе сформировавшийся инфаркт, при МСКТ не визуализируется. Диагностика кардиомегалии возможна, но определение толщины стенок камер сердца из-за практически равной КТ-плотности миокарда и крови, затруднительно. Также плохо визуализируются очаги фиброза миокарда и аневризмы левого желудочка. Посмертная КТ-ангиография позволяет диагностировать указанные патологические изменения. Нативная МСКТ очень чувствительна к кальцификации коронарных артерий. К сожалению, диагностика атеросклероза мало что дает СМЭ для решения вопроса о причине смерти. КТ-коронарография гораздо информативнее для диагностики стеноза коронарных артерий, однако следует учитывать возможные артефакты от посмертных свертков и пузырьков газа.

Выводы

В настоящее время, исследования по проблеме посмертной визуализации механической травмы показали, что МСКТ позволяет диагностировать: травматические повреждения костей и суставов; оболочечные и внутримозговые кровоизлияния, очаги ушиба, отек и дислокацию головного мозга; свободный газ и жидкость в полостях тела; эмфизему мягких тканей и газовую эмболию; повреждения органов грудной полости. Визуализация повреждений паренхиматозных органов и мягких тканей при нативной МСКТ также возможна, но по точности метод уступает магнитно-резонансной томографии (МРТ). МРТ эффективнее МСКТ в визуализации повреждений мягких тканей и паренхиматозных органов, подострых и хронических кровоизлияний.

Что же касается внезапной сердечной смерти, посмертная нативная МСКТ позволяет, прежде всего, выявлять случаи скрытых повреждений, в том числе ятрогенных. В связи с этим, МСКТ прекрасно подходит в качестве скринингового метода для решения вопроса о дальнейшей тактике: можно обойтись без вскрытия или необходимо проведение судебно-медицинского или патолого-анатомического вскрытия. В случаях отказа родственников от вскрытия, когда вопрос ставится категорично: «посмертная МСКТ или без исследования», очевидно, что МСКТ необходима.

Дополненная коронарной ангиографией МСКТ вполне сможет снизить количество стандартных вскрытий в случаях внезапной сердечной смерти.

Разумеется, на сегодняшний день МСКТ не может заменить традиционное вскрытие трупа, которое является «золотым стандартом» в судебной медицине. Для ответа на вопрос о том, какой метод посмертной визуализации в большей степени подходит для целей судебно-медицинского исследования внезапной смерти, нужны дальнейшие сравнительные многоцентровые проспективные исследования.

Вероятно, для всестороннего исследования трупа, потребуются оба метода диагностики – МРТ и МСКТ, дополненная ангиографией. ■

Список литературы/References

1. Судебная медицина и судебно-медицинская экспертиза: национальное руководство. Под ред. Ю. И. Пиголкина. М.: Гэотар-Медиа, 2014; 664–679. Sudebnaja medicina i sudebno-medicinskaja jekspe-

rtiza: nacional'noe rukovodstvo [Forensic medicine and forensic examination: national leadership.]. Pod red. Ju. I. Pigolkina. M.: Gjeotar-Media, 2014; 664–679 [In Russ].

2. Руководство по судебной медицине. Под ред.

В. Н. Крюкова, И. В. Буромского. М.: ОАО Издательство Норма. 2014; 364-371.

Rukovodstvo po sudebnoj medicine [Guide to Forensics.]. Pod red. V. N. Krjukova, I. V. Buromskogo. M.:OAO Izdatel'stvo Norma. 2014; 364–371 [In Russ].

3. Thali M. J., Yen K., Schweitzer W., Vock P., Boesch C., Ozdoba C., Schroth G., Ith M., Sonnenschein M., Doernhoefer T., Scheurer E., Plattner T., Dirnhofer R. Virtopsy, a new imaging horizon in forensic pathology: virtual autopsy by postmortem multislice computed tomography (MSCT) and magnetic resonance imaging (MRI) a feasibility study. *J. Forensic Sci.* 2003; 48 (2): 386–403.

4. Levy A.D., Harcke H.T., Mallak C.T. Postmortem imaging: MDCT features of postmortem change and decomposition. *Am. J. Forensic Med. Pathol.* 2010 Mar; 31(1):12–7.

5. Grabherr S., Djonov V., Friess A., Thali M.J., Ranner G., Vock P., Dirnhofer R. Postmortem angiography after vascular perfusion with diesel oil and a lipophilic contrast agent. *AJR. Am. J. Roentgenol.* 187 (5): W515–23.

6. Jackowski C., Persson A., Thali M.J. Whole body postmortem angiography with a high viscosity contrast agent solution using poly ethylene glycol as contrast agent dissolver. *J. Forensic. Sci.* 2008; 53(2): 465–8.

7. Murakami T., Uetani M., Ikematsu K., Nagasaki J.P. Postmortem CT in emergency department: Influence of cardiopulmonary resuscitation. *European Society of Radiology. EPOS. C-1440.*

8. Shiotani S., Kohno M., Ohashi N., Yamazaki K., Itai Y. Postmortem intravascular high-density fluid level (hypostasis): CT findings. *J. Comput Assist Tomogr.* 2002 Nov/Dec; 26(6): 892–3.

9. Yamazaki K., Shiotani S., Ohashi N., Doi M., Honda K. Hepatic portal venous gas and hyper-dense aortic wall as postmortem computed tomography finding. *LegMed (Tokyo).* 2003 Mar; 5Suppl 1: S338–41.

10. Shiotani S., Kohno M., Ohashi N., et al. Hyperattenuating aortic wall on postmortem computed tomography (PMCT). *Radiat. Med.* 2002; 20(4): 201–6.

11. Christe A., Flach P., Ross S., Spendlove D., Bolliger S., Vock P., Thali M.J. Clinical radiology and post-mortem imaging (Virtopsy) are not the same: Specific and unspecific postmortem signs. *LegMed (Tokyo).* 2010 Sep; 12(5): 215–22.

12. Takahashi N., Satou C., Higuchi T., Shiotani M., Maeda H., Hirose Y. Quantitative analysis of brain edema and swelling on early postmortem computed tomography: comparison with antemortem computed tomography. *Jpn. J. Radiol.* 2010 Jun; 28(5): 349–54.

13. Zerbini T., Ferrazda Silval L.F., Gonçalves Ferro A.C., et al. Differences between postmortem computed tomography and conventional autopsy in a stabbing murder case. *Clinics.* 2014 São Paulo Dec; 69:10.

14. Schnider J., Thali M. J., Ross S., Oesterhelweg L., Spendlove D., Bolliger S.A. Injuries due to Sharp trauma detected by post-mortem multislice computed tomogra-

phy (MSCT): a feasibility study. *Leg Med (Tokyo).* 2009; 11(1): 4–9.

15. Cha J.G., Kim D.H., Kim D.H., Paik S.H., Park J.S., Park S.J., et al. Utility of postmortem autopsy via whole-body imaging: initial observations comparing MSCT and 3.0T MRI findings with autopsy findings. *Korean J. Radiol.* 2010; 11(4): 395–406.

16. Takahiro Z., Teruhiko T., Miyamoto M., Yamaguchi S., Endo T., Inaba H. Intravascular gas in multiple organs detected by postmortem computed tomography: effect of prolonged cardiopulmonary resuscitation on organ damage in patient with cardiopulmonary arrest. *Jpn. J. Radiol.* 2011; 29(2): 148–51.

17. Shiotani S., Kohno M., Ohashi N., Atake S., Yamazaki K., Nakayama H. Cardiovascular gas on non-traumatic postmortem computed tomography (PMCT): the influence of cardiopulmonary resuscitation. *Radiat. Med.* 2005 Jun; 23(4): 225–9.

18. Pedal I., Moosmayer A., Mallach H.J., et al. Air embolism or putrefaction? Gas analysis findings and their interpretation. *Z. Rechtsmed.* 1987; 99: 151–67.

19. Patzelt D., Lignitz E., Keil W., et al. Diagnostic problem of air embolism in a corpse. *Beitr Gerichtl Med.* 1997; 37: 401–5.

20. Ruder T.D., Ross S., Preiss U., Thali M.J. Minimally invasive post-mortem CT-angiography in a case involving a gunshot wound. *LegMed (Tokyo).* 2010; 12(2): 57–112.

21. Ward A. Forensic radiology: The role of cross-sectional imaging in virtual post-mortem examinations Joshua Higginbotham-Jones. *Radiography.* 2014; 1(20): 87–90.

22. Pöhlsgaard C., Leth P.M. Post-mortem CT-coronary angiography. *Scandinavian Journal of Forensic Science.* 2007; 13: 8–9.

23. Grabherr S., Gygax E., Sollberger B., et al. Two-step postmortem angiography with a modified heart-lung machine: preliminary results. *Am. J. Roentgenol.* 2008; 190(2): 345–51.

24. Jackowski C., Thali M., Aghayev E., et al. Post-mortem imaging of blood and its characteristics using MSCT and MRI. *Int. J. Legal Med.* 2006; 120(4): 233–240.

25. Thali M.J., Yen K., Schweitzer W., Vock P., Ozdoba C., Dirnhofer R. Into the decomposed body: forensic-digital autopsy using multislice-computed tomography. *Forensic. Sci Int.* 2003; 134: 109–114.

26. Jackowski C., Sonnenschein M., Thali M.J., et al. Virtopsy: postmortem minimally invasive angiography using cross section techniques—implementation and preliminary results. *J. Forensic. Sci.* 2005; 50: 1175–1186.

27. Aghayev E., Christe A., Sonnenschein M., et al. Postmortem imaging of blunt chest trauma using CT and MRI: comparison with autopsy. *J Thorac. Imaging.* Feb 2008; 23(1): 20–7.

28. Roberts I., Benamore R.E., Benbow E.W., Lee S.H., Harris J.N., et al. Post-mortem imaging as an alter-

native to autopsy in the diagnosis of adult deaths: a validation study. *Lancet*. 2012; 379(9811): 136–142.

29. Болезни сердца и сосудов. Руководство Европейского общества кардиологов. Под ред. А. Джона Кэмма, Томаса Ф. Люшера, Патрика В. Серруиса, ГЭОТАР-Медиа, 2011; 188–196.

Bolezni serdca i sosudov. Rukovodstvo Evropejskogo obshhestva kardiologov [Diseases of the heart and blood vessels. Leaders of the European Society of Cardiology.]. Pod red. A. Dzhona Kjemma, Tomasa F. Ljushera, Patrika V. Serruisa, GJeOTAR-Media, 2011; 188–196 [In Russ].

30. Roberts I.S., Traill Z.C. Minimally invasive autopsy employing post-mortem CT and targeted coronary angiography: evaluation of its application to a routine Coronal service. *Histopathology*. 2014 Jan; 64(2):211–7.

31. Miller J.A., Singer A., Hinrichs C., et al. Cardiac dimensions derived from helicalCT: correlation with plain film radiography. *InternetJRadiol* 2000; 1(1).

32. Shiotani S., Kohno M., Ohashi N., et al. Dilatation of the heart on postmortem computed tomography (PMCT): comparison with live CT. *Radiat.Med.* 2003; 21(1):29–35 [21(2)].

33. Ito K. Effectiveness of «Autopsy imaging» in emergency department: A clinical application of post-mortem computed tomography in Japan. ECR 2012/ C-0730.

34. Kiyoshi Kikuchi K., Kawahara Ko-ichi, Tsuji C., Tajima Y., Kuramoto T., et al. Post mortem contrast-enhanced computed tomography in a case of sudden death from acute pulmonary thromboembolism. *Experimental and Therapeutic Medicine*. 2010; 503–505.

35. Acon J., Remonda L., Spreng A., et al. Traumatic extra-axial hemorrhage: correlation of postmortemM-SCT, MRI, and forensic-pathological findings. *J. Magn. Reson. Imaging* 2008;28(4):823–36.