

УДК 616.831-003.215:340.6

ОСОБЕННОСТИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ ТРУПА: ПРОБЛЕМА ИНТЕРПРЕТАЦИИ СПЕЦИФИЧЕСКИХ И НЕСПЕЦИФИЧЕСКИХ АРТЕФАКТОВ

¹С. Э. Дуброва, ¹М. В. Вишнякова, ²А. Ф. Кинле, ²В. А. Филимонов

¹Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М. Ф. Владимирского, Москва, Россия

²Российская медицинская академия последипломого образования, Москва, Россия

FEATURES OF COMPUTED TOMOGRAPHY AUTOPSY: THE PROBLEM OF INTERPRETATION OF SPECIFIC AND NONSPECIFIC ARTIFACTS

¹S. E. Dubrova, ¹M. V. Vishnyakova, ²A. F. Kinle, ²V. A. Filimonov

¹M. F. Vladimirsky Moscow Regional Research Clinical Institute, Москва, Россия

²Russian Medical Academy of Postgraduate Education, Moscow, Russia

© Коллектив авторов, 2016 г.

В обзоре литературы проанализированы исследования по проблеме посмертной компьютерной томографии (ПМКТ) в качестве альтернативы традиционному вскрытию в судебно-медицинской экспертизе трупов взрослых лиц. Основная цель обзора — дать краткий анализ особенностей посмертной КТ-визуализации, с которыми не сталкиваются клинические рентгенологи в своей практической деятельности. Представлен анализ 77 источников литературы. При подготовке обзора были использованы основные интернет-ресурсы: научная электронная библиотека (elibrary), SciVerse (ScienceDirect), Scopus, PubMed и Discover. В обзор включены статьи, в которых обсуждались как преимущества, так и ограничения ПМКТ в судебно-медицинской экспертизе трупов взрослых лиц, а также особенности посмертной КТ-визуализации наиболее часто встречающихся патологических процессов и артефактов. Выявлено, что ранние и поздние трупные изменения, такие как окоченение, аутолиз, гнилостные и другие посмертные процессы, в значительной степени меняют «норму» при КТ-визуализации к которой привыкли клинические рентгенологи. В частности, при интерпретации КТ-изображений трупа следует учитывать часто встречающиеся специфические и неспецифические артефакты, к которым приводят: свертки и седиментация крови в полостях сердца и крупных сосудах, посмертная аспирация содержимого желудка в воздухоносные пути, эзофаго- и гастромалация, трупные пятна и гипостазы во внутренних органах, уплотнение стенок аорты, расширение правых отделов сердца, нарушение дифференцировки между серым и белым веществом головного мозга, гнилостные газы в сосудах, органах и тканях, и многие другие. Указанные артефакты не являются патологическими находками и должны быть обязательно учтены при интерпретации посмертных КТ-изображений.

Ключевые слова: посмертная визуализация, компьютерная томография трупа, специфические и неспецифические посмертные изменения.

The literature review analyzes studies on postmortem CT as an alternative to the conventional autopsy in forensic examination of the bodies of an adults. The main objective of the review is to give a brief analysis of the characteristics of post-mortem CT imaging, which do not face the clinical radiologists in their practice. The analysis comes up with 72 literature sources. The basic Internet resources were used during preparation of the study: Scientific Electronic Library (elibrary), SciVerse (ScienceDirect), Scopus, PubMed, and Discover. The review includes articles which discuss both the advantages and limitations of CT in the posthumous forensic examination of the bodies of an adults, and especially post-mortem CT imaging the most common pathological processes and artefacts. Conclusions. Early and late postmortem changes, such as rigor, autolysis, putrefaction and others largely change the normal pattern in CT imaging clinical radiologists are used to. In particular, the interpretation of CT images of the corpse must consider common specific and non-specific artefacts which result from: agonal changes (alteration in anatomical appearance, decomposition); autolysis, putrefaction; regurgitation of gastro-intestinal contents, aspiration; lividity and hypostasis; postmortem blood clotting; resuscitation effects; postmortem handling/autopsy technique; insect activity; and many others. These artefacts are not pathological findings, and should always be taken into account when interpreting the postmortem CT images.

Key words: forensic radiology, virtopsy, postmortem imaging, computed tomography autopsy, specific and nonspecific postmortem signs.

Введение. Исследования в области судебно-медицинской рентгенологии ведутся с 1896 г., т. е. практически с момента великого открытия Вильгельма Конрада Рентгена. Благодаря несомненным достоинствам: доступности, невысокой стоимости, объективности получаемой информации традиционная рентгенография в судебно-медицинской экспертизе (СМЭ) трупа в течение долгого времени применялась при повреждениях костей и суставов, огнестрельных и взрывных ранениях, для определения возраста и идентификации трупа. В начале 1970-х годов в клиническую практику вошла компьютерная томография (КТ), которая произвела революцию в лучевой диагностике. Позже, с введением в практику мультиспиральных КТ (МСКТ), появилась возможность построения многоплоскостных реконструкций и объемной визуализации, в том числе КТ-ангиографии.

Впервые посмертная КТ была проведена в 1977 г. при проникающем огнестрельном ранении в голову. Однако из-за плохого качества изображения и большого количества артефактов от костей черепа и металлических инородных тел особого интереса в среде судебно-медицинских экспертов исследование не вызвало [1]. Внедрение в практику МСКТ в первое время также не изменило скептического отношения судебных медиков к методу [2].

Судебно-медицинских экспертов и представителей закона интересовало, прежде всего, сравнение диагностических возможностей посмертной КТ с «золотым стандартом» патологической анатомии и судебной медицины — традиционным вскрытием трупа. Первое подобное исследование трупов военнослужащих, погибших в результате механической травмы, проведено в Израиле в 1994 г. [3]. К сожалению, это небольшое, но крайне интересное сравнительное исследование не вызвало широкого резонанса в среде судебно-медицинских экспертов и рентгенологов.

Следует отметить, что наиболее мощным побудительным моментом развития метода посмертной КТ-аутопсии стали не научные исследования, а тот факт, что во многих странах мира постоянно возрастало количество отказов родственников от вскрытий, в том числе судебно-медицинских, по религиозным и иным мотивам. В этой связи интерес к современным методам визуализации, прежде всего МСКТ и магнитно-резонансной томографии (МРТ), продолжает усиливаться во многих странах мира.

Посмертные КТ (ПМКТ) и МРТ (ПМРТ) уже около 15 лет с успехом применяются в Институте судебной медицины Бернского университета, где существует проект под названием «Виртопсия» (от *virtopsy* — виртуальный + вскрытие). В настоящее время специалисты, занимающиеся «виртопсией», отмечают высокую чувствительность и специфичность метода в визуализации многих состояний, характерных для насильственной и ненасильственной

смерти: травматических повреждений костно-суставной системы и грудной клетки, черепно-мозговой травмы, кровоизлияний, скоплений газа и жидкости, различных видов асфиксии [4]. Разумеется, за время становления метода «виртопсии» и накопления фактических данных сотрудники Института пережили много ложных надежд и разочарований [5].

Однако в настоящее время большинство авторов, занимающихся проблемой посмертной визуализации, сходятся во мнении, что возможности нативной ПМКТ в диагностике «нетравматической» патологии (прежде всего, внезапной сердечной смерти), в отличие от механической травмы, ограничены [6–8]. В этой связи постоянно идет интенсивный поиск методик и наработок, в том числе заимствованных из клинической и интервенционной, рентгенологии, которые могли бы повысить диагностические возможности ПМКТ [9]. Прежде всего, сказанное относится к КТ-ангиографии, которая в значительной степени расширяет возможности посмертной визуализации [10, 11]. Другие методики, пришедшие из интервенционной рентгенологии и позволяющие повысить диагностические возможности ПМКТ для целей диагностики внезапной сердечной смерти, такие как определение фракционного резерва коронарного кровотока с помощью проводника с датчиком давления и оптикокогерентная томография, находятся на стадии разработки [12–14].

Крайне перспективным направлением посмертной визуализации в судебной медицине стало использование КТ-сканеров с двумя источниками излучения — DSCT (Dual Source Computed Tomography) [15–17]. Благодаря данной методике, получают изображения более высокого качества в случаях визуализации костных структур вблизи металлических инородных тел, мягких тканей и сердечно-сосудистой системы (рис. 1).

С достаточной степенью уверенности можно предположить, что в ближайшей перспективе вопрос о посмертной визуализации встанет перед судебно-медицинскими экспертами, правоохранительными органами и организаторами здравоохранения в нашей стране. Вопрос о том, какой метод лучевой диагностики является методом выбора для целей судебно-медицинской экспертизы трупа, продолжает обсуждаться [19]. Теоретически, для всестороннего исследования трупа требуются оба метода визуализации — МСКТ как первый этап и МРТ по показаниям, однако это сделает виртуальную аутопсию крайне дорогостоящей процедурой [20].

Основные показания к МСКТ и МРТ в судебно-медицинской экспертизе трупа приведены в ряде работ [21–24]. С одной стороны, МСКТ в большей степени подходит для визуализации наиболее актуальной судебно-медицинской патологии — механических повреждений, визуализации инородных тел, кровоизлияний и газа. С другой стороны, скоростная смерть еще долго будет оста-

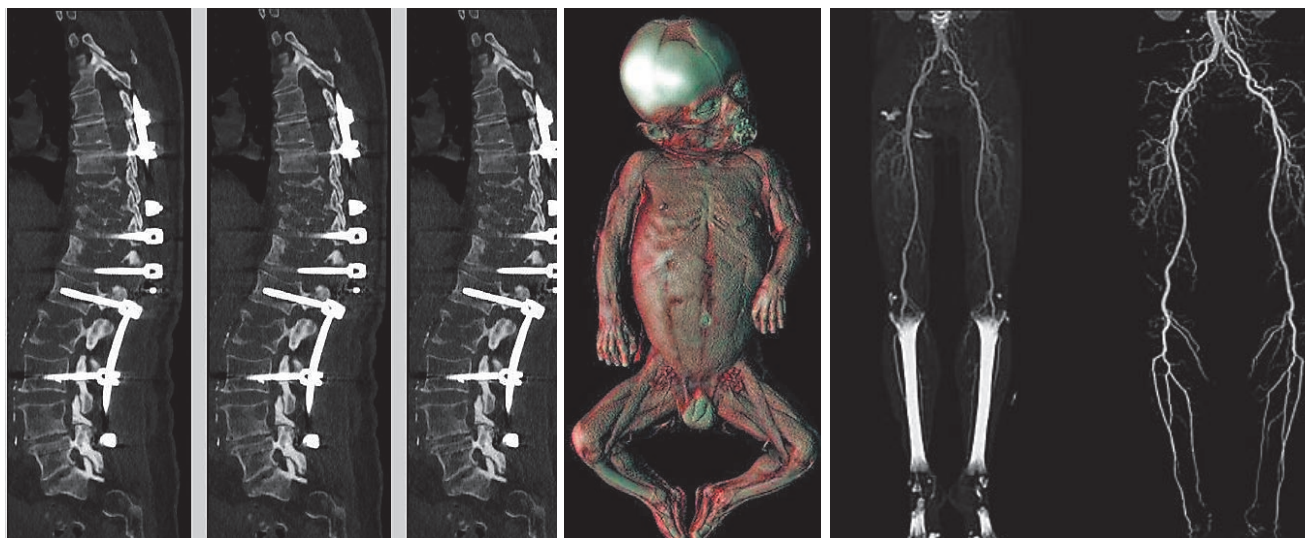


Рис. 1. Возможности аппарата с двумя источниками излучения (DSCT) в судебно-медицинской экспертизе трупа в случаях наличия металлических инородных тел, визуализации мягких тканей и сосудистой системы [18].

ваться в сфере интересов судебных медиков, а в этом случае у МРТ по сравнению с МСКТ есть безусловные преимущества — лучшая визуализация сердца, головного мозга, паренхиматозных органов и мягких тканей [22, 23].

Говоря о выборе метода посмертной визуализации, важно учитывать еще один принципиальный момент. В судебной медицине, в отличие от патологической анатомии, исследование трупа часто проводится не в ближайшие часы после смерти, а через некоторое, иногда весьма значительное, время — сутки, недели, месяцы. В этой ситуации ПМКТ, в отличие от МРТ, более предпочтительна, поскольку ранние и поздние посмертные изменения, такие как охлаждение трупа, мышечное окоченение, процессы аутолиза и гниения, в меньшей степени отражаются на возможностях КТ-визуализации [25].

Несмотря на то, что при ПМКТ в настоящее время широко используется введение контрастных средств в артериальную и венозную системы трупа (посмертная КТ-ангиография) [26–28], в данном обзоре обсуждаются проблемы нативной ПМКТ.

Основной целью обзора является привлечение внимания клинических рентгенологов к проблеме специфических и неспецифических артефактов при интерпретации посмертных КТ-изображений.

«Клиническая рентгенология и посмертная визуализация — не одно и то же» — так называлась известная статья проф. А. Christie и соавт., опубликованная в 2010 г. [29]. Этот же материал с незначительными дополнениями составил главу в наиболее популярном руководстве по судебно-медицинской рентгенологии [30]. Авторы представили особенности посмертных КТ-изображений, наиболее часто встречающихся в практике судебно-медицинской экспертизы трупа, с которыми не сталкивались в своей практике клинические рентгенологи, дабы предупредить возможные ошибки при интерпретации изображений. За время, прошедшее

с момента публикации статьи, появились новые данные, касающиеся проблемы артефактов, характерных для ПМКТ.

Цель исследования. По данным литературы проанализировать и оценить результаты использования ПМКТ в качестве альтернативы традиционному вскрытию трупа в судебно-медицинской экспертизе. Основное внимание уделить вопросам КТ-морфологии посмертных процессов, а также неспецифическим и специфическим артефактам, характерным для ПМКТ и не встречающимся в клинической рентгенологии.

Материалы и методы исследования. Представлен анализ 72 источников литературы. При подготовке обзора были использованы основные интернет-ресурсы: научная электронная библиотека (elibrary), SciVerse (ScienceDirect), Scopus, PubMed и Discover. В обзор включены статьи, в которых обсуждались как преимущества, так и ограничения возможностей посмертной ПМКТ в судебно-медицинской экспертизе трупов взрослых лиц, особенности посмертной КТ-визуализации наиболее часто встречающихся патологических процессов и посмертных артефактов.

Технические условия использования метода посмертной МСКТ и возможные артефакты. КТ трупов выполняется в герметичных мешках, в положении на спине, руки — вдоль тела (если это возможно технически). К техническим особенностям проведения посмертной КТ относятся случаи исследования трупов в состоянии выраженного мышечного окоченения (позы трупов могут быть самыми разнообразными), заморзших, обгоревших и гнилостно измененных трупов, а также частей трупов. Данные особенности следует учитывать при КТ-исследовании и интерпретации результатов [30].

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

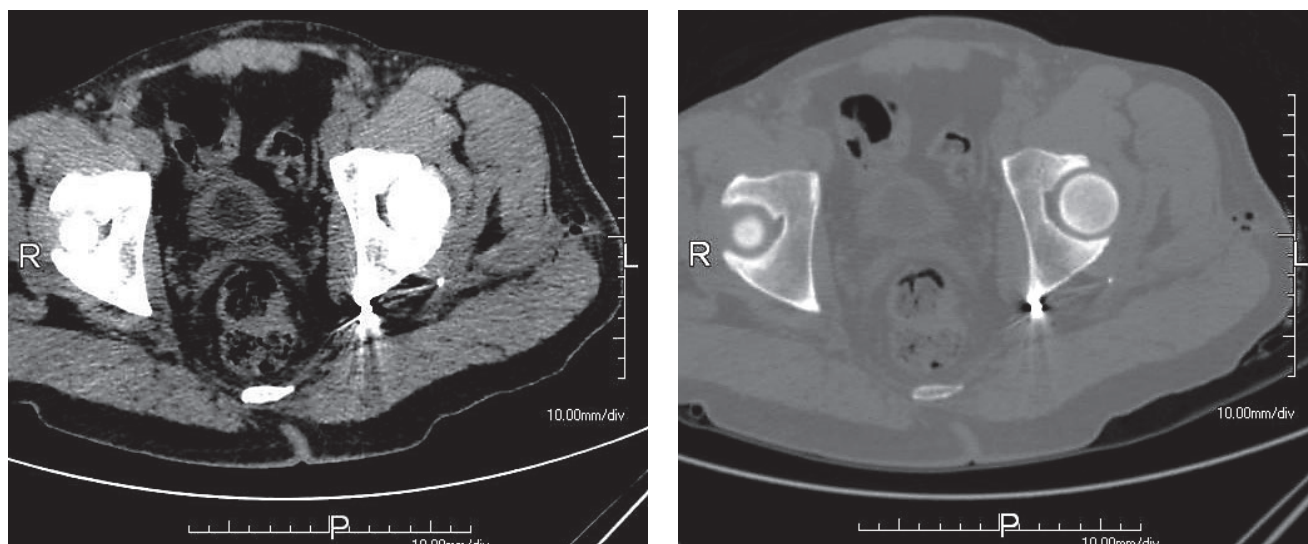


Рис. 2. Артефакты в виде расходящихся лучей от металла (осколка пули) [18].

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 окнах. Анализ и постпроцессинговая обработка изображений (3D-реконструкции и др.) могут быть произведены с использованием рабочей станции с различным программным обеспечением, способным обрабатывать большие объемы данных. Архивирование данных может осуществляться различными способами, в том числе системой PACS [20, 30].

Томограф должен находиться рядом с моргом. В большинстве центров судебные медики используют больничные 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 [20].

Проведение посмертной КТ-ангиографии значительно отличается от методик, принятых в клинической рентгенологии, требуя специального оборудования [28, 31]. К сожалению, объем статьи не позволяет обсудить особенности посмертной КТ-ангиографии.

Некоторые технические артефакты, возникающие при проведении ПМКТ. Появление артефактов, искажающих изображение исследуемого объекта, при ПМКТ может быть обусловлено теми же причинами, что и в клинической рентгенологии из-за аппаратных, математических и методологических ошибок. К техническим артефактам, связанным с КТ-обработкой данных, относятся: артефакты от металла, использование «жестких» рентгеновских лучей, артефакт рассеивания, ступенчатый эффект, «шум-

ное» изображение и др. К артефактам, связанным с оборудованием, приводят: сканирование вне «поля» изображения (частичный объем исследования), неправильное функционирование части детектора, кольца и полосы на изображении и др.

В связи со спецификой КТ-исследования трупов в судебной медицине рентгенологи чаще всего сталкиваются с артефактами от металла, которые проявляются на изображении в виде грубых полос или «звезды». Меньшее количество артефактов наблюдают от инородных тел из титана и «хирургической» стали, большее — от пуль (рис. 2), осколков, отломков ножей, металлических фрагментов после дорожно-транспортных происшествий. Наиболее выраженные артефакты создают золотые коронки, зубные пломбы из амальгамы, брекеты [18].

Для КТ трупа характерны и специфические артефакты, плохо знакомые клиническим рентгенологам. Прежде всего, это относится к артефактам, связанным с положением трупа. Артефакты рассеивания (proton starvation), проявляющиеся в виде полос в одном из направлений, чаще всего возникают на уровне плеч трупов (в случаях, когда руки приведены к телу). Для ПМКТ также характерны артефакты от сканирования вне «поля изображения», которые возникают в связи с тем, что объект выходит за пределы выбранного «поля изображения» в результате прикосновения к гентри (рис. 3).

Симуляция ротационного «подвывиха» позвонка C_{II} — очень частая находка при ПМКТ. Причина артефакта — посмертная ротация головы, что является нормой при ПМКТ [32]. В данном случае важно обратить внимание на расположение зубовидного отростка относительно боковых масс C_I (рис. 4).

Безусловно, конструктивные особенности современных томографов позволяют минимизировать или частично скорректировать артефакты с помощью программных средств. Однако выбор оптимальных параметров исследования при КТ трупа и информированность рентгенолога о специфических техниче-

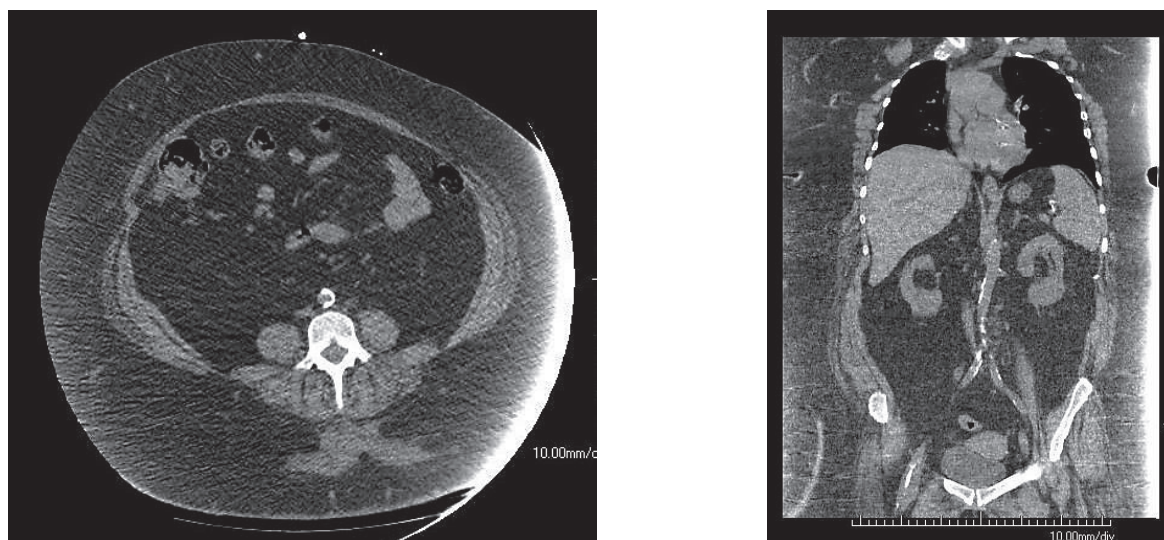


Рис. 3. Сканирование вне «поля изображения». Большая проблема при исследовании трупов вследствие мышечного окоченения. Проявления: затемнения или полосы [18].



Рис. 4. «Псевдоподвывих» позвонка C₁₁ у трупа. Обращает на себя внимание тот факт, что зубовидный отросток центрально расположен относительно боковых масс C₁ [32].

ских посмертных артефактах являются определяющим фактором.

ПМКТ в идентификации трупа. При ПМКТ трупов неизвестных лиц, гнилостно-измененных и обгоревших трупов, кроме основных целей исследования, чаще всего ставится задача идентификации личности [33].

Помощь лучевого диагноста в идентификации личности включает ответы на вопросы, касающиеся: пола, возраста, особых примет (индивидуальные особенности челюстно-лицевой области и других анатомических структур, наличие имплантатов, протезов, искусственных клапанов и т. д.), а также в сравнении посмертных и прижизненных патологических изменений, которые могут быть зарегистрированы в медицинских документах [34, 35]. В связи с высокой пропускной способностью современных КТ-сканеров, ПМКТ применяется для идентификации жертв террористических актов, различных тех-

ногенных и природных катастроф [36, 37]. Особую ценность для решения задач судебно-медицинской экспертизы трупа, в том числе идентификационных экспертиз, представляют технические возможности современных сканеров с возможностью построения проекций максимальной интенсивности, использованием специальных программ по выявлению металлических инородных тел, а также построением трехмерных реконструкций (рис. 5) [36, 38, 39].

Проблема специфических и неспецифических артефактов при ПМКТ. К безусловным плюсам КТ трупа относят отсутствие проблемы артефактов от движения, сердцебиения, пульсации сосудов, перистальтики и т. д., а также возможность игнорирования дозы облучения и токсических реакций на контрастные средства.

Однако для ПМКТ характерна проблема интерпретации результатов сканирования с учетом особенностей посмертной КТ-морфологии.

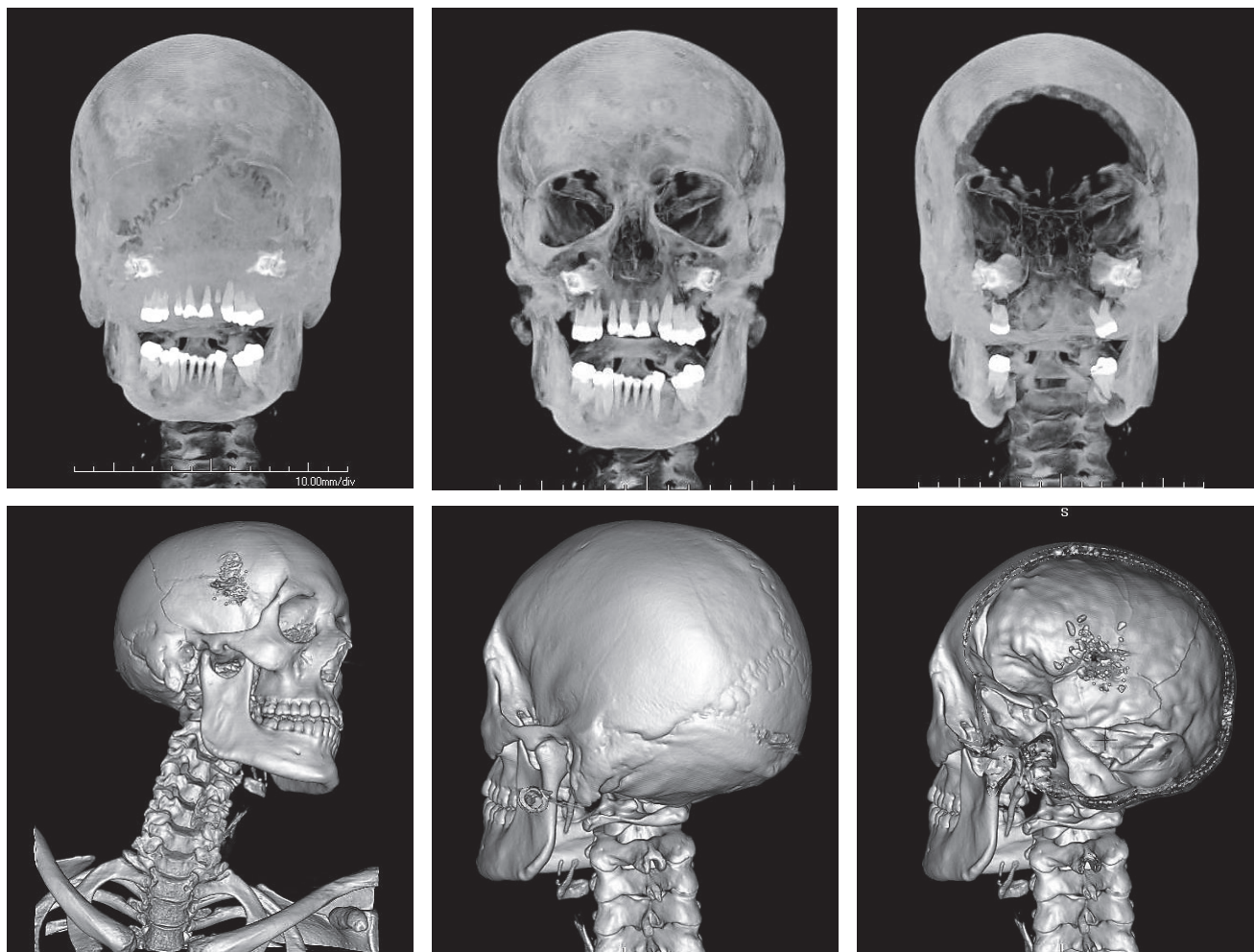


Рис. 5. КТ-исследование черепа неопознанного трупа. Проекция максимальной интенсивности (MIP) и 3D реконструкция [18].

На заре становления метода ПМКТ в первом десятилетии XXI века специалисты по посмертной визуализации (в прошлом клинические рентгенологи) не были готовы к правильной интерпретации многих «нормальных» находок, таких как оседание эритроцитов и образование свертков крови в полостях сердца и крупных сосудах, процессов образования гнилостного газа в полостях и тканях трупа, а также других изменений [4].

При обработке большого количества данных ПМКТ исследователям стало очевидно, что неспецифические артефакты, к которым относятся трупные гипостазы во внутренних органах, уплотнение стенок аорты, пузырьки гнилостных газов и др., а также специфические артефакты, такие как потеря дифференцировки между серым и белым веществом головного мозга, симптом «псевдосубарахноидального кровоизлияния» и др., нуждаются в правильной интерпретации и создают проблемы, с которыми не сталкиваются в своей практической деятельности клинические рентгенологи [40].

Некоторые посмертные артефакты, которые очень часто встречаются при судебно-медицинском исследовании трупа, не визуализируются при ПМКТ. К ним относятся:

- изменения окраски мягких тканей: кровоподтеки, кровоизлияния, трупные пятна, другие изменения окраски кожных покровов и слизистых оболочек;
- поверхностные повреждения кожи, а также повреждения, нанесенные трупной флорой и фауной [41].

Тем не менее, большинство неспецифических и специфических посмертных артефактов визуализируются при ПМКТ и могут создать проблемы интерпретации и дифференциальной диагностики. К ним относятся изменения, связанные:

- с периодом агонии: заброс содержимого желудка в трахеобронхиальное дерево, образование посмертных свертков крови и др.;
- с ранними трупными изменениями: процессами аутолиза, трупными гипостазами;
- с поздними трупными изменениями: гниением, мумификацией, омылением и др.;
- с повреждением трупа фауной и флорой [42].

В настоящее время описаны многие посмертные изменения, которые могут иметь отношение к КТ-визуализации трупа в судебной медицине, однако наработка материала по морфо-рентгенологическим сопоставлениям продолжается постоянно [40, 43–46].

Посмертная регургитация и аспирация содержимого верхних отделов желудочно-кишечного тракта в воздухоносные пути.

Судебно-медицинские эксперты во время вскрытия трупа часто обнаруживают содержимое верхних отделов желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) в дыхательных путях. В некоторых случаях (20–25% случаев) жидкость с частицами пищи

В результате остановки кровообращения в крупных сосудах и полостях сердца трупа начинается процесс оседания (седиментации) эритроцитов и других форменных элементов крови (рис. 8), что может привести к артефактам при КТ, создавая уровень жидкость — форменные элементы [47].

Из-за эффекта седиментации крови и образования свертков в синусах твердой мозговой оболочки

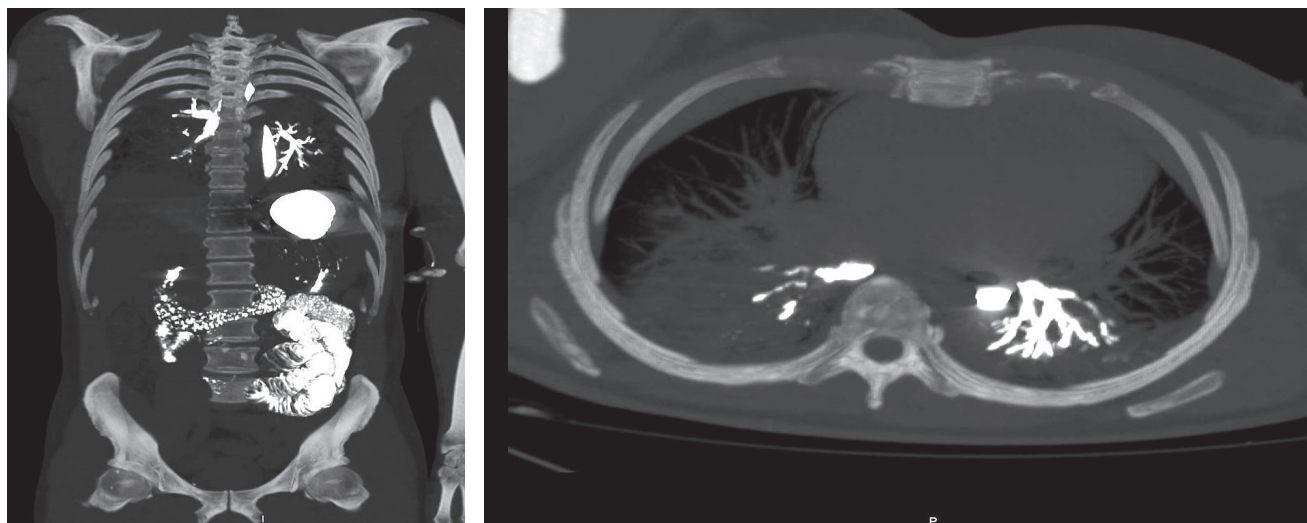


Рис. 6. Пациенту за некоторое время до смерти проводили рентгенологическое исследование пищевода и желудка с бариевой взвесью. На посмертных КТ контраст хорошо визуализируется в трахее и бронхах [18].

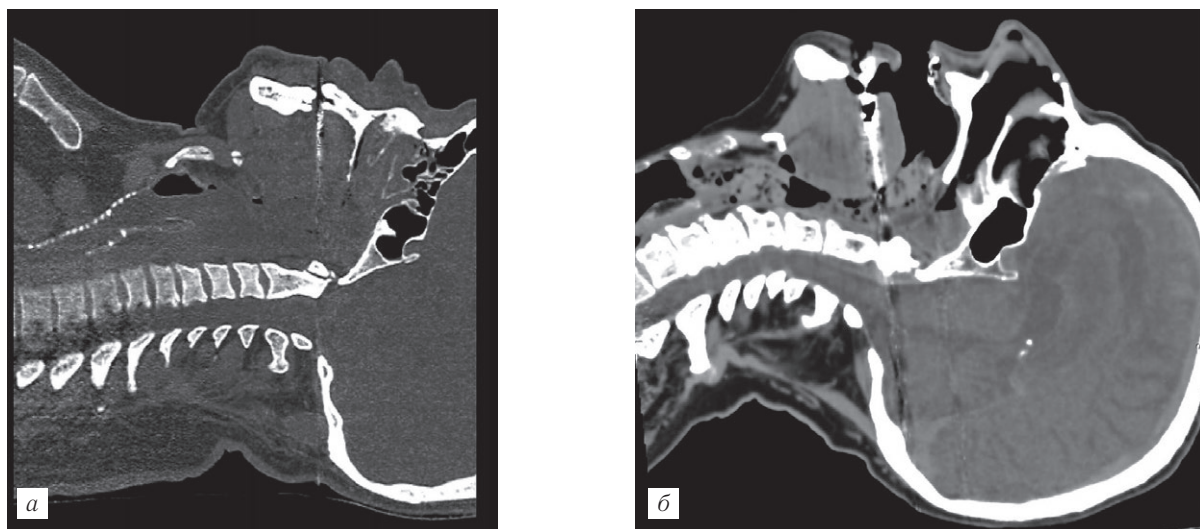


Рис. 7. Дифференциальная диагностика между «нормой» при ПМКТ (а) и obturационной асфиксией (б): а — ПМКТ шеи. «Нормальная» КТ-морфология. Жидкость в трахее и верхних дыхательных путях — результат посмертной регургитации; б — ПМКТ головы и шеи. Смерть от удушья. Obturация дыхательных путей кусками плохо пережеванного мяса [18].

визуализируется вплоть до разветвления внутрилегочных бронхов [47]. Содержимое верхних отделов ЖКТ попадает в трахеобронхиальное дерево во время регургитации или рвоты в агональном периоде (рис. 6, 7).

Посмертные свертки и седиментация крови.

При быстром наступлении смерти в полостях сердца и крупных сосудах обнаруживают жидкую кровь, иногда с небольшим количеством свертков. Напротив, при агональном наступлении смерти в полостях сердца и крупных сосудах образуется большое количество свертков крови [18, 28, 30, 41, 42].

и церебральных сосудах возможна гипердиагностика субарахноидального кровоизлияния (рис. 9) и синус-тромбоза (рис. 10).

Важно, что чем больше времени протекает агональный период, тем большее количество кровяных свертков образуется в сердечно-сосудистой системе трупа и тем больше в их составе фибрина [51]. Посмертные свертки крови создают артефакты интерпретации, мешают проведению КТ-ангиографии и препятствуют дифференциальной диагностике с тромбоэмболическими состояниями, в частности тромбоэмболией легочной артерии (рис. 11) [26].

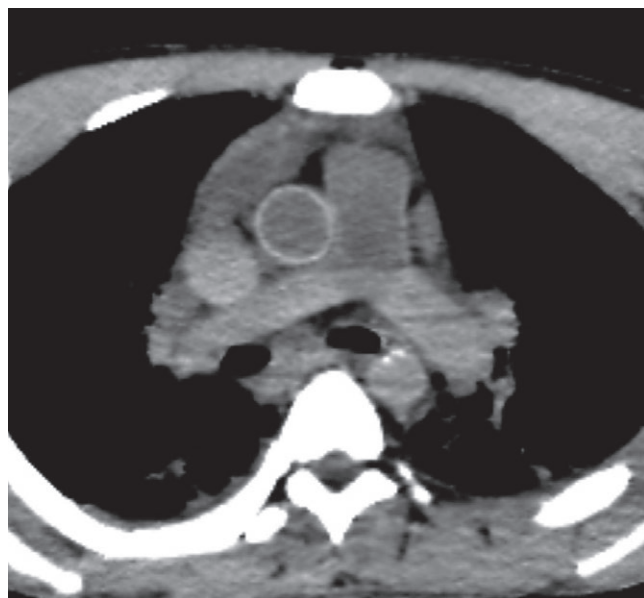


Рис. 8. Посмертная нативная КТ. Быстрое наступление смерти в результате внутримозгового кровоизлияния [7]. Аксиальный срез грудной клетки в мягкотканном окне. В легочном стволе видна граница между сывороткой (гиподенсивная зона) и более плотными нижележащими форменными элементами крови.

Трупные пятна и гипостазы. После остановки сердца кровь перемещается в нижележащие сосуды под действием гравитации. Судебно-медицинские эксперты определяют вид, локализацию, степень выраженности, цвет и интенсивность трупных пятен при наружном исследовании трупа. По аналогии с трупными пятнами в нижележащих участках внутренних органов образуются натечки крови — гипостазы (рис. 12). Выраженность гипостазов зависит от многих факторов — температуры окружающей среды, вида смерти, скорости аутолиза, возраста и массы трупа [45]. Посмертные гипостазы во внутренних органах могут быть приняты за пневмонию, субарахноидальное кровоизлияние, инфаркт кишки и др. [51].

Рентгенолог должен помнить, что прекращение сердечной деятельности приводит к перемещению крови в нижележащие отделы трупа, с учетом его положения и позы. Если рентгенологу не известно положение, в котором обнаружен труп, возможны диагностические затруднения и ошибки (рис. 13).

При ПМКТ легких гипостазы выглядят как области «матового стекла» в дорсальных отделах легких с демаркационной линией, что может симулировать

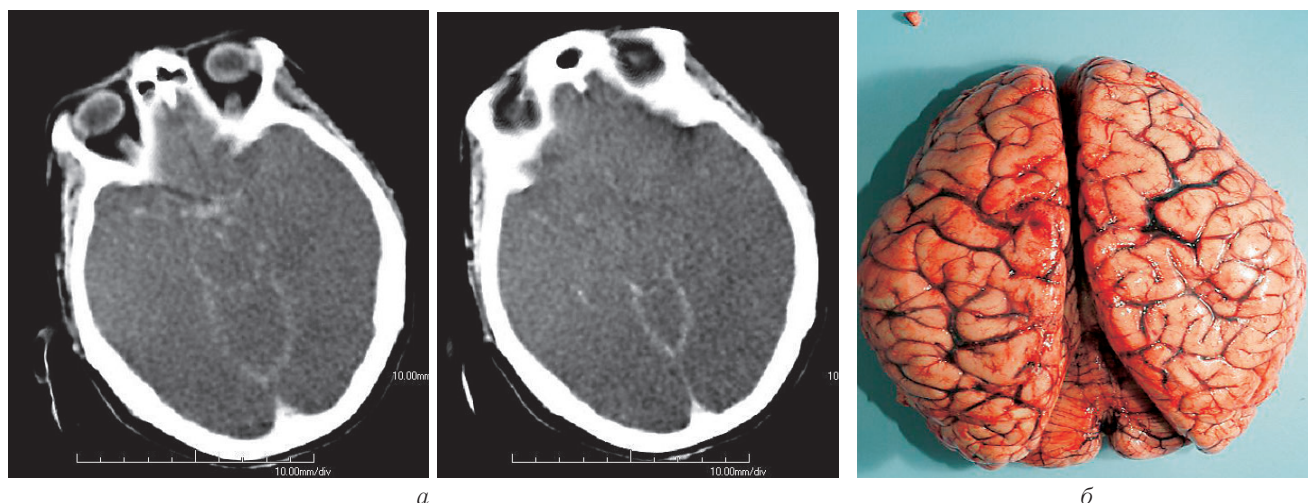


Рис. 9. ПМКТ головы трупа молодого человека, умершего от передозировки героина (а) и макропрепарат головного мозга. Феномен «псевдосубарахноидального кровоизлияния» при КТ. При аутопсии оболочечного кровоизлияния не выявлено (б) [49].

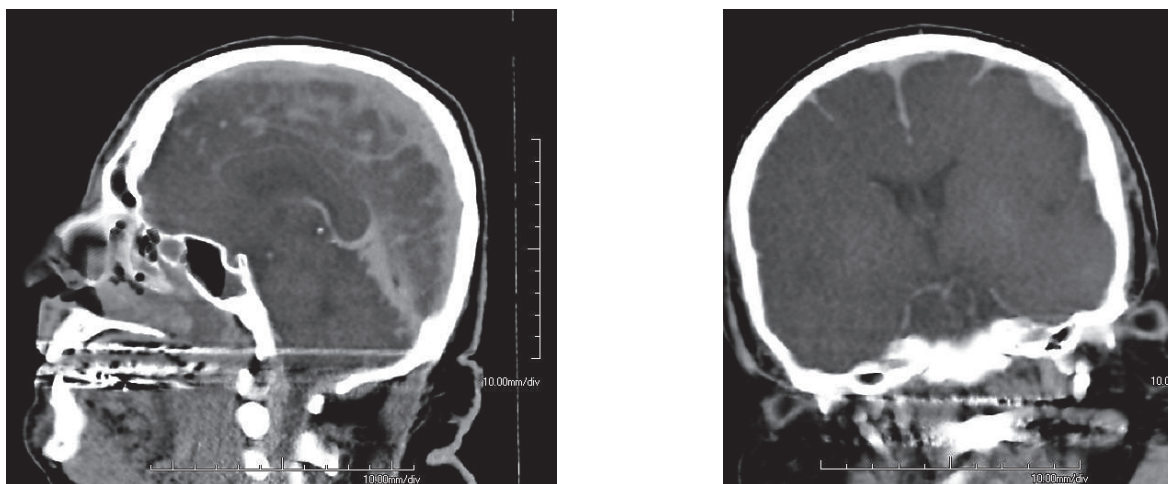


Рис. 10. ПМКТ головы трупа. Кровь в синусах твердой мозговой оболочки симулирует их тромбоз [50].

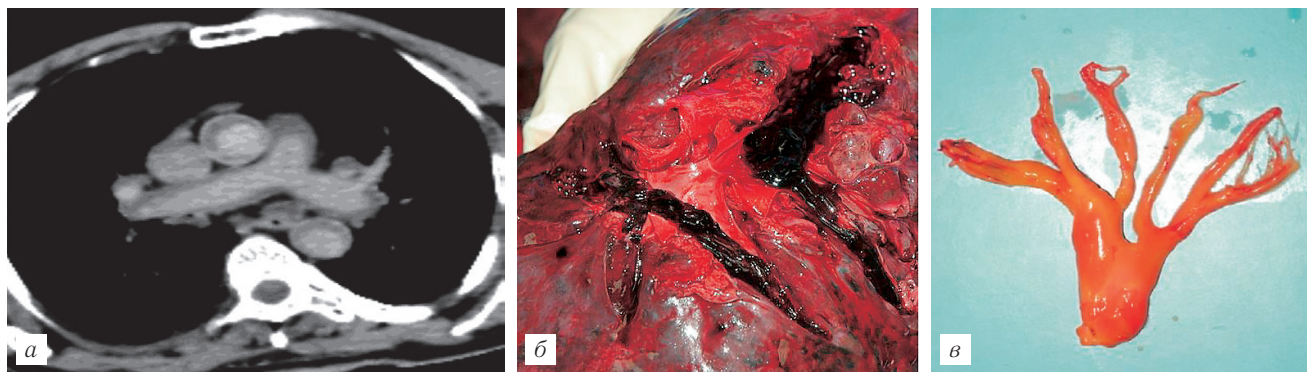


Рис. 11. Наиболее часто встречающийся при ПМКТ артефакт — посмертные свертки крови: *а* — посмертная нативная КТ. Аксиальный срез грудной клетки в мягкотканном окне. Свертки крови в аорте и легочном стволе затрудняют диагностику тромбоза; *б* — макропрепарат, тот же случай. В легочной артерии посмертные свертки крови, симулирующие тромбоемболию при ПМКТ; *в* — посмертный сверток, характерный для длительной агонии, обтурировал просвет легочной артерии, делая невозможной КТ-ангиографию [18].

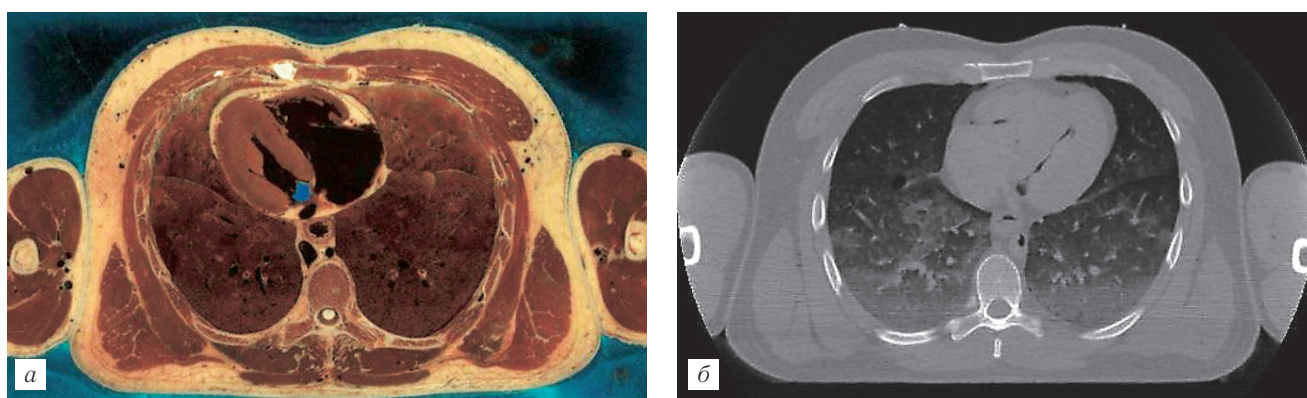


Рис. 12. Трупные гипостазы. Анатомический препарат (*а*) и КТ-изображение (*б*) [18].

наличие уровня «воздух-жидкость», пневмонию и консолидацию легочной ткани другой причины, ушиб легкого и т. д. (рис. 14) [52].

Наиболее часто рентгенологу приходится проводить дифференциальную диагностику трупных гипостазов в легких с отеком (рис. 15).

Если ПМКТ выполняется в течение первых 2 ч после смерти, артефакты от трупных гипостазов не выражены или выражены незначительно, что может служить дополнительным критерием в дифференцировании процессов [53, 54].

Уплотнение стенок аорты и расширение правых отделов сердца. При ПМКТ достаточно часто можно увидеть специфический артефакт — «уплотнение» стенок аорты (рис. 16). Возможные причины данного состояния: посмертное сокращение стенок аорты с их утолщением и уменьшением ее просвета, отсутствие артефактов от пульсации, седиментация крови и др. [55]. Диффузное посмертное уплотнение стенок не следует путать с атеросклерозом аорты, для которого характерно локальное и более значительное повышение плотности с наличием кальцинированных бляшек [46].

На посмертных КТ-изображениях часто обнаруживают расширение полости правых отделов сердца, особенно правого предсердия. Этот феномен связывают со скоплением крови в правых отделах сердца при различных вариантах умирания,

за исключением кровопотери и других видов гиповолемии [42, 51]. Посмертное расширение диаметра полых вен имеет ту же природу [29].

Нарушение дифференцировки между серым и белым веществом головного мозга. При КТ, проведенной сразу после нецеребральной смерти, как правило, головной мозг визуализируется с четкой границей между серым и белым веществом, однако может быть и нарушение дифференциации. Если исследование выполняется через несколько часов после смерти, нарушения дифференциации между серым и белым веществом отмечаются значительно чаще. Стертость границ между серым и белым веществом затрудняет диагностику отека головного мозга и ишемического инсульта. В этих случаях, как и в клинической нейрорентгенологии, кроме временного фактора (указания на то, что пациент жил несколько часов после инсульта), обращают внимание на сглаженность извилин и уплощение борозд, а также сдавление ликворосодержащих пространств [56]. В отличие от клинической рентгенологии, посмертная МРТ не помогает в диагностике ишемического инсульта, так как уже через 30 мин после смерти на МРТ будут видны диффузные изменения, напоминающие ишемические, что было показано на трупах после странгуляционной асфиксии [57, 58].

Посмертный аутолиз. Посмертный аутолиз представляет собой разрушение (самопереваривание) тка-

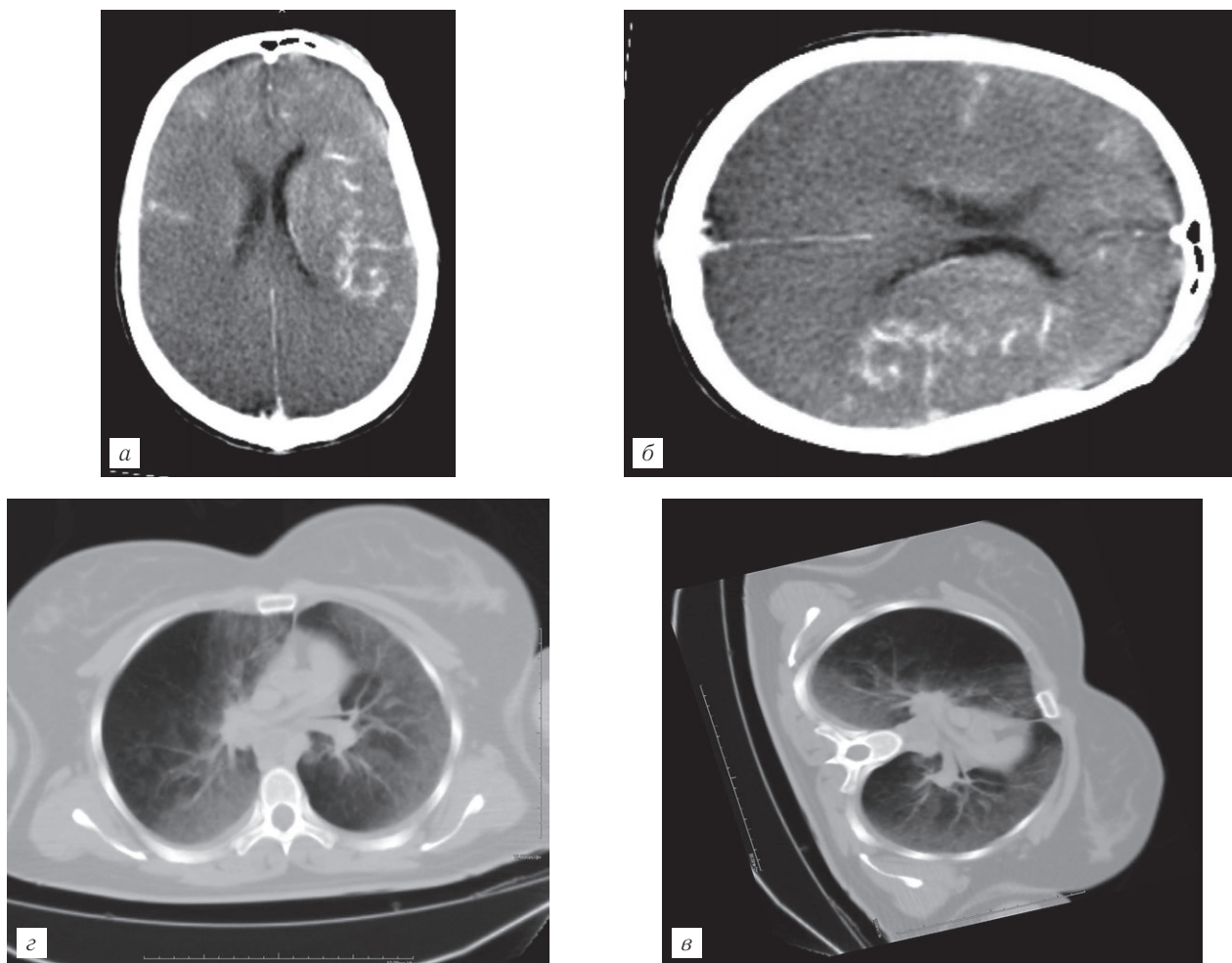


Рис. 13. ПМКТ головы и груди. Трупные гипостазы в головном мозге и легких симулируют патологию. Для правильной интерпретации изображений (*а, в*) рентгенологу необходимо знать, что труп длительное время лежал на диване на левом боку, а его голова свешивалась вниз. Посмотрев на КТ-изображения с учетом этого факта, многое становится понятным (*б, г*): *а* — гипостатическое скопление крови в головном мозге, более выраженное в области височной доли левого полушария; *б* — интерпретация результатов КТ с учетом позы трупа. Трупные гипостазы симулируют кровоизлияние; *в* — гипостатическое скопление крови в легких, больше слева, может симулировать патологию, если не учитывать то, что труп лежал на левом боку; *г* — интерпретация результатов КТ с учетом позы трупа. Трупные гипостазы в легких симулируют патологию легких [18].

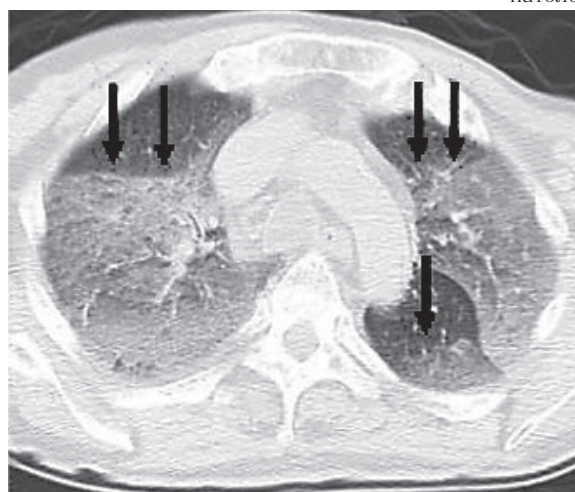


Рис. 14. Посмертная нативная МСКТ грудной клетки, проведенная через 13,5 ч после смерти в результате тяжелой черепно-мозговой травмы. Аксиальный срез, легочное окно. Явления трупного гипостаза в легких. Стрелками указаны демаркационные линии, отделяющие участки «матового стекла» в дорсальных отделах легких от вышележащих, менее плотных участков [52].

ней без участия микроорганизмов под действием протеолитических ферментов, активирующихся после наступления смерти. Раньше других аутолизу подвергается слизистая оболочка желудка и тонкой кишки, гепатобилиарная система, поджелудочная железа, надпочечники и головной мозг [42]. Аутолитические изменения в поджелудочной железе при ПМКТ приходится дифференцировать от геморрагического панкреонекроза [59]. Слизистая оболочка желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) после смерти может стать проницаемой для газа в результате аутолиза стенок пищевода и желудка (эзофаго- и гастромалеция) [60]. Газ из просвета ЖКТ попадает в брюшную полость, симулируя прободение полого органа (рис. 17).

Для дифференциальной диагностики перфорации полого органа с посмертными артефактами используют такие критерии, как наличие интраперитонеальной жидкости, воспалительные изменения брыжейки кишки и др. [61].

КТ-находки, характерные для гнилостно измененных трупов. В процессе разложения трупа обра-

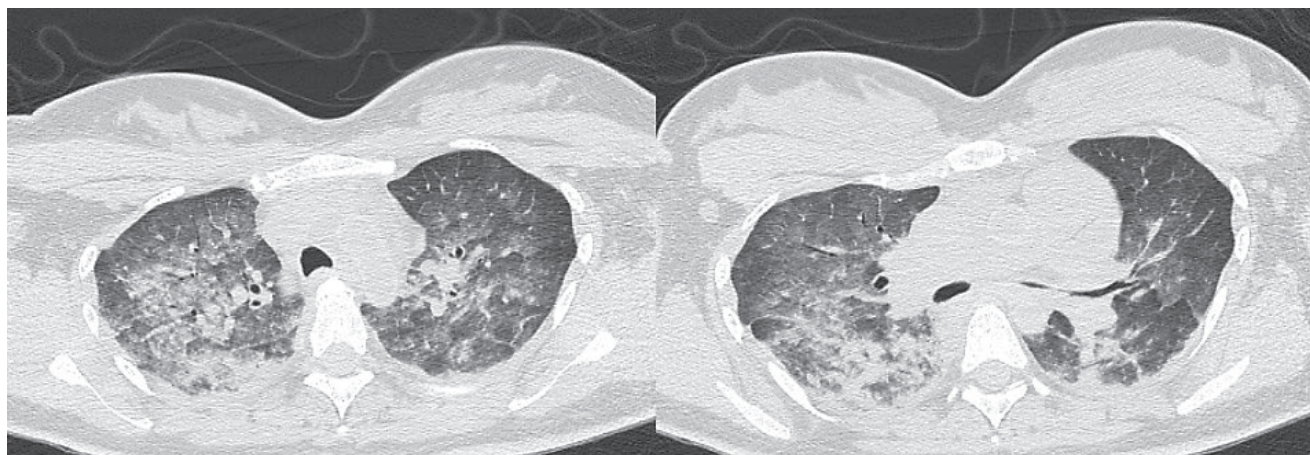


Рис. 15. Посмертная нативная МСКТ грудной клетки через 1,5 ч после смерти. Аксиальный срез, легочное окно. Смерть в результате эмболии околоплодными водами, осложненной отеком легких. При отеке легких (в данном случае) отсутствуют гомогенные участки «матового стекла» в нижележащих отделах легких с демаркационной линией (сравните со случаем гипостаза на рис. 14) [52].



Рис. 16. Посмертная нативная МСКТ. Аксиальный срез грудной клетки в мягкотканном окне. Уплотнение стенок восходящей аорты (обведено кружком), в просвете которой виден «уровень» между сывороткой и осевшими форменными элементами (седimentация крови). Также определяется значительное локальное повышение плотности — кальцинированная бляшка [55].

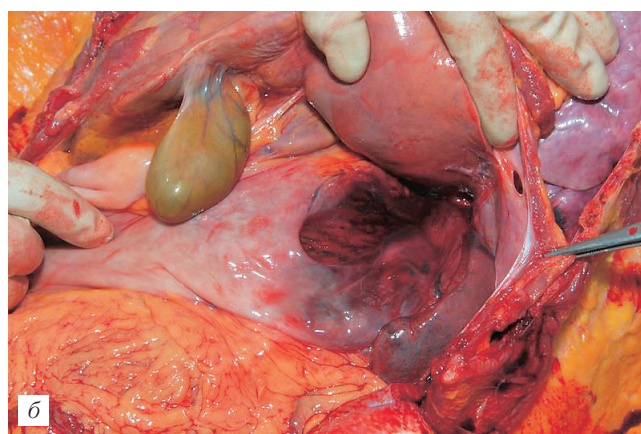


Рис. 17. КТ брюшной полости в корональной плоскости, проекция минимальной интенсивности: *а* — при КТ определяется воздух в брюшной полости (указан стрелкой); *б* — тот же случай. Вскрытие трупа. Обнаружен участок гастромалиции на передней стенке желудка как результат аутолиза [60].

зуются гнилостные газы. Сроки их образования зависят от многих условий: скорости развития микроорганизмов (температура, влажность), среды, в которой происходит гниение (воздух, земля, вода и т. д.), причины смерти, возраста, массы тела и многих других факторов [51]. Гнилостные газы накапливаются в тканях и органах трупа, вызывая существенные изменения КТ-морфологии (рис. 18) и имитируя прижизненные патологические процессы. Рентгенолог должен учитывать эти моменты при интерпретации результатов исследования.

Если с момента смерти прошло немного времени (первые сутки), то скопление гнилостных газов в мягких тканях груди и шеи приходится дифференцировать от эмфиземы мягких тканей как проявления торакальной травмы. При скоплении гнилостных газов в грудной полости следует исключать пневмоторакс, а в случае наличия трупного газа в полостях сердца и крупных сосудах — газовую эмболию. Газовая (чаще воздушная) эмболия возможна при повреждениях сердца, легких и крупных

вен, криминальном аборте и в случаях, когда наступлению смерти предшествовало медицинское

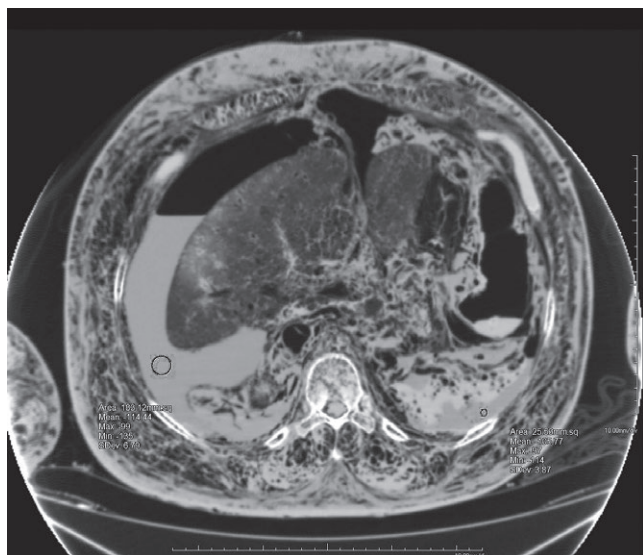


Рис. 18. МСКТ живота гнилостно измененного трупа. Большое скопление гнилостных газов в органах и тканях. Гнилостная жидкость в брюшной полости трупа (обведена кружком) [18].

военнослужащих, погибших от различных ранений, показано, что массивная воздушная эмболия часто осложняет проведение реанимационных мероприятий [67]. С их выводами согласуются результаты японских авторов, занимавшихся ранней КТ-визуализацией трупов, умерших в отделении интенсивной терапии. Во время сердечно-легочной реанимации пузырьки газа из вен могут попасть ретроградно во внутренние органы, например, в головной мозг и печень [68, 69].

Причинами наличия газа в печени могут быть патологические состояния, наблюдавшиеся перед смертью — инфаркт тонкой кишки, ишемический колит, перитонит и другие абдоминальные гнойные процессы, кишечная непроходимость, панкреонекроз, воспалительные заболевания кишечника [70].

Выявляемое при ПМКТ растяжение пищевода, желудка и тонкой кишки газом может быть следствием искусственной вентиляции легких, утолщения, эндоскопического исследования. Это растяжение воздухом не должно трактоваться как патологи-

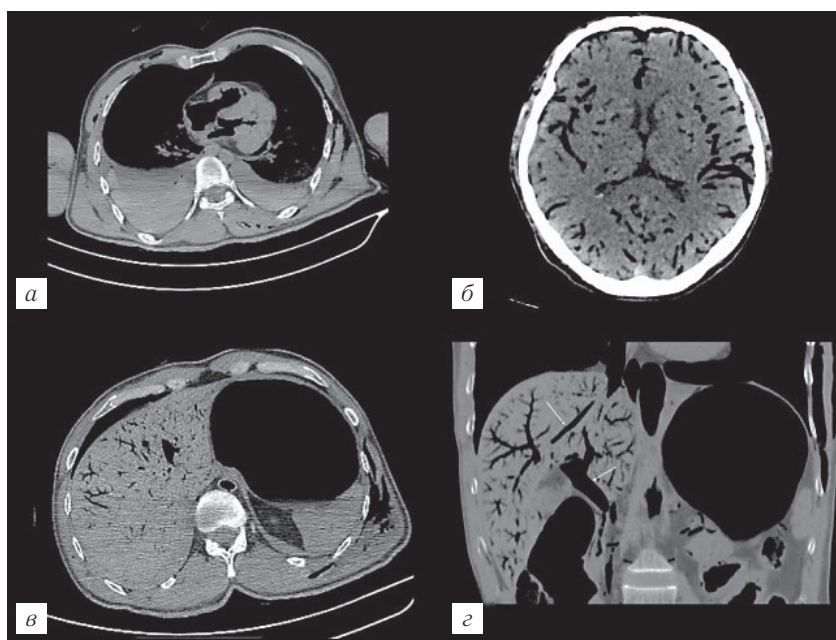


Рис. 19. Проникающее в левую грудную полость колото-резанное ранение. Воздушная эмболия. Исследование выполнено через 4 ч после констатации смерти. ПМКТ. Аксиальные срезы на уровне груди (а), головы (б) и живота (в). Мультипланарная реконструкция в коронарной плоскости (г). Визуализируется газ в полостях сердца, сосудах головного мозга. Газ в печени локализуется как в печеночных венах, так и в портальной системе (указан стрелками) [66].

вмешательство, в частности катетеризация центральных вен [44, 59, 62–65].

Если ПМКТ проводится в ближайшие часы после смерти, на газовую эмболию, кроме обстоятельств дела, может указывать также временной фактор (рис. 19). Попытаться дифференцировать посмертный газ от эмболии при ПМКТ можно также, используя тот факт, что гнилостные газы распределяются в органах трупа более «диффузно», тогда как в случаях эмболии газ локализован, в основном, в сосудистой системе [64].

В работе израильских авторов, которые провели КТ в ближайшие часы после смерти у 27 трупов

ческий процесс при кишечной непроходимости или ишемии кишки [71].

Резюмируя проблему дифференциальной диагностики газовой эмболии с гнилостными газами, сошлемся на работу С. Jackowski и соавт. [44], которые предлагают относить к газовой эмболии только те случаи, когда соблюдаются следующие условия: ПМКТ проведена не позже 6 ч после смерти; реанимационные мероприятия и искусственная вентиляция легких не проводились. Отличительным признаком гнилостного процесса авторы считают наличие генерализованного газа в сосудах портальной системы печени и/или в правых отделах сердца, и/или

в брюшной стенке. При большом скоплении газа в камерах сердца и крупных сосудах они рекомендуют визуализировать газ в печени. Если газ присутствует в сердечно-сосудистой системе и печени, то больше данных, свидетельствующих о том, что это гнилостный газ. Если же газ локализуется в камерах сердца, но отсутствует в печени, то это «патологический» газ, характерный для газовой эмболии.

Важно, что хранение трупа в холодильной камере не останавливает, а только замедляет процесс образования гнилостных газов (рис. 20) [72].

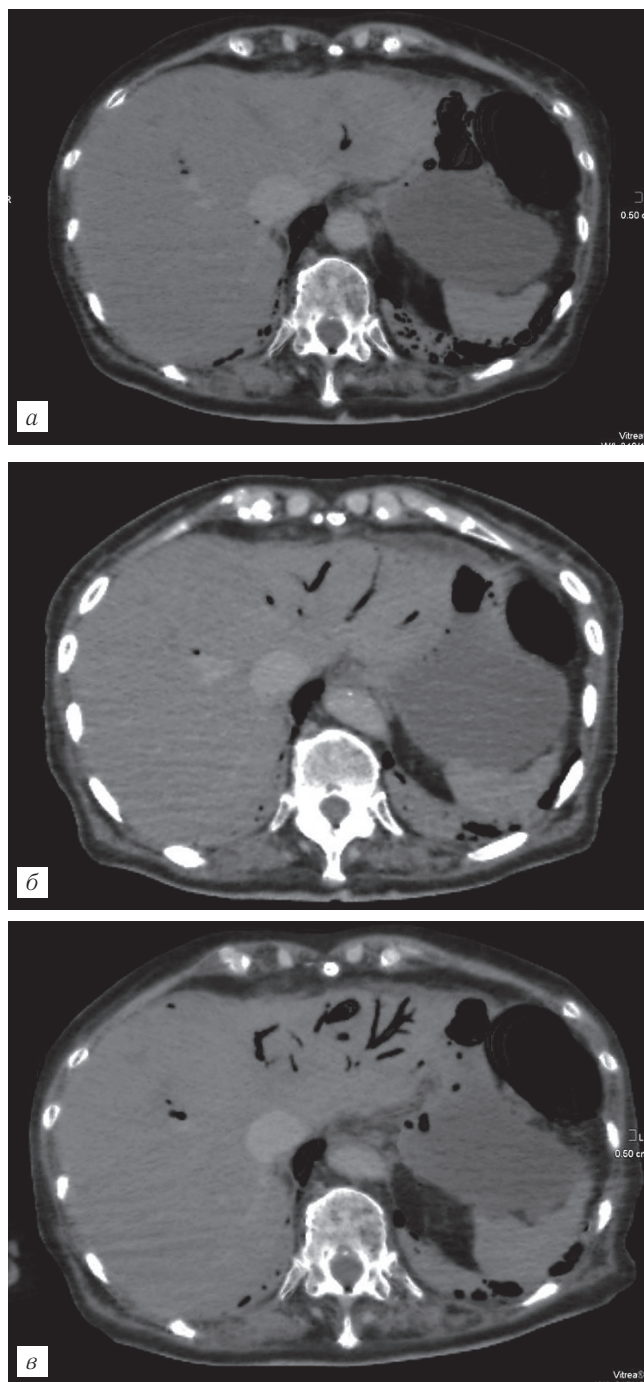


Рис. 20. Динамика газообразования в печени трупа в условиях хранения в холодильной камере при температуре 4°С: *а* — 8 ч после смерти; *б* — 30 ч после смерти; *в* — 72 ч после смерти [72].

Совокупность животных и растений, обитающих на трупе и способствующих его разрушению, называют, соответственно, трупной фауной и флорой. Наиболее часто в судебно-медицинской практике приходится встречаться с деятельностью насекомых. Личинки мух затрудняют визуализацию и создают специфические артефакты при ПМКТ гнилостно измененных трупов (рис. 21), которые необходимо учитывать рентгенологу [73–75].

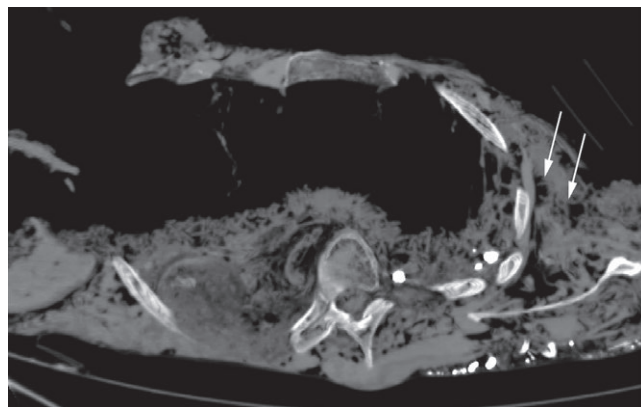


Рис. 21. ПМКТ гнилостно измененного трупа. Визуализируется огромное количество личинок мух (стрелочки) [75].

Заключение. ПМКТ прекрасно подходит для визуализации состояний, часто встречающихся в практике судебно-медицинской экспертизы: механических повреждений, в том числе черепно-мозговой и лицевой травмы, травмы груди и скелета. Метод также может быть использован в диагностике смерти в асфиксии, воздействия пламени и гипотермии [76–78]. Однако возможности нативной ПМКТ значительно ограничены в диагностике патологии сердца и сосудов, повреждений и заболеваний паренхиматозных и полых органов живота, мягких тканей [7, 19, 61]. КТ-ангиография в значительной мере расширяет ПМКТ в диагностике повреждений и заболеваний сердечно-сосудистой системы, но, к сожалению, не решает всех задач [10, 11, 21].

При проведении ПМКТ необходимо учитывать особенности посмертной КТ-морфологии в связи с большим количеством артефактов, не встречающихся в практике клинической рентгенологии. К ним относятся: седиментация крови и наличие свертков крови в полостях сердца и крупных сосудах, посмертные гипостазы с имбибицией кровью внутренних органов, уплотнение стенок аорты, дилатация правых отделов сердца, посмертная регургитация и аспирация содержимого желудка в воздухоносные пути, нарушение дифференциации между серым и белым веществом головного мозга, процессы, связанные с разложением трупа (аутолитические процессы в желудке и тонкой кишке с развитием гастромалеции, гнилостные газы в сосудах, органах и тканях, наличие личинок насекомых и др.).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Wullenweber R., Schneider V., Grumme T.* A computer-tomographical examination of cranial bullet wounds // *Z. Rechtsmed.* — 1977. — Vol. 80. — P. 227–246.
2. *Kalender W. A., Seissler W., Klotz E., Vock P.* Spiral volumetric CT with single-breath-hold technique, continuous transport, and continuous scanner rotation // *Radiology.* — 1990. — Vol. 176. — P. 181–183.
3. *Donchin Y., Rivkind A. I., Bar-Ziv J., Hiss J., Almog J., Drescher M.* Utility of postmortem computed tomography in trauma victims // *J. Trauma.* — 1994. — Vol. 37 (4). — P. 552–555.
4. *Thali M. J., Yen K., Schweitzer W., Vock P., Boesch C., Ozdoba C., Schroth G., Itho 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. — Vol. 48 (2). — P. 386–403.
5. *Rutty G. N., Brogdon G., Dedouit F., Grabherr S., Hatch G. M., Jackowski C. et al.* Terminology used in publications for post-mortem cross-sectional imaging // *Int. J. Legal Med.* — 2013. — Vol. 127. — P. 465–466. doi: 10.1007/s00414-012-0782-7.
6. *Wichmann D., Obbelode F., Vogel H, Hoepker W. W., Nierhaus A., Braune S. et al.* Virtual autopsy as an alternative to traditional medical autopsy in the intensive care unit: a prospective cohort study // *Ann. Intern. Med.* — 2012. — Vol. 156. — P. 123–130. doi:10.7326/0003-4819-156-2-201201170-00008.
7. *Roberts I. S., Benamore R. E., Benbow E. W., Lee S. H., Harris J. N., Jackson A. et al.* Post-mortem imaging as an alternative to autopsy in the diagnosis of adult deaths: a validation study // *Lancet.* — 2012. — Vol. 379. — P. 136–142. doi:10.1016/S0140-6736(11)61483-9.
8. *Kasahara S., Makino Y., Hayakawa M., Yajima D., Ito H., Iwase H.* Diagnosable and non-diagnosable causes of death by postmortem computed tomography: a review of 339 forensic cases // *Leg. Med.* — 2012. — Vol. 14. — P. 239–45.
9. *Morgan B., Adlam D., Robinson C., Pakkal M., Rutty G. N.* Adult post-mortem imaging in traumatic and cardiorespiratory death and its relation to clinical radiological imaging // *Br. J. Radiol.* April. — 2014. — Vol. 87(1036). — P. 20130662. doi:10.1259/bjr.20130662.
10. *Grabherr S., Djonov V., Yen K., Thali M. J., Dirnhofer R.* Postmortem angiography: review of former and current methods // *AJR Am. J. Roentgenol.* — 2007. — Vol. 188. — P. 832–838. doi:10.2214/AJR.06.0787.
11. *Saunders S. L., Morgan B., Raj V., Rutty G. N.* Post-mortem computed tomography angiography: past, present and future // *Forensic Sci Med Pathol.* — 2011. — Vol. 7. — P. 271–277. doi:10.1007/s12024-010-9208-3.
12. *Morris P. D., Ryan D., Morton A. C., Lycett R., Lawford P. V., Hose D. R. et al.* Virtual fractional flow reserve from coronary angiography: modeling the significance of coronary lesions: results from the VIRTU-1 (VIRTUal Fractional Flow Reserve From Coronary Angiography) study // *JACC Cardiovasc Interv.* — 2013. — Vol. 6. — P. 149–157. doi:10.1016/j.jcin.2012.08.024.
13. *Tonino P. A., Fearon W. F., De B. V., Oldroyd K. G., Leeser M. A., Ver Lee P. N. et al.* Angiographic versus functional severity of coronary artery stenoses in the FAME study fractional flow reserve versus angiography in multivessel evaluation // *J. Am. Coll. Cardiol.* — 2010. — Vol. 55. — P. 2816–2821.
14. *Adlam D., Joseph S., Robinson C., Rousseau C., Barber J., Biggs M. et al.* Coronary optical coherence tomography: minimally invasive virtual histology as part of targeted post-mortem computed tomography angiography // *Int. J. Legal Med.* — 2013. — Vol. 127. — P. 991–996. doi:10.1007/s00414-013-0837-4.
15. *Persson A., Jackowski C., Engstrom E., Zachrisson H.* Advances of dual source, dual-energy imaging in postmortem CT // *Eur. J. Radiol.* — 2008. — Vol. 68. — P. 446–455. doi:10.1016/j.ejrad.2008.05.008.
16. *Johnson T.R., Krauss B., Sedlmair M., Grasruck M., Bruder H., Morhard D. et al.* Material differentiation by dual energy CT: initial experience // *Eur. J. Radiol.* — 2007. — Vol. 17. — P. 1510–17. doi:10.1007/s00330-006-0517-6.
17. *Ruder T. D., Thali Y., Bolliger S. A., Somaini-Mathier S., Thali M. J., Hatch G. M. et al.* Material differentiation in forensic radiology with single-source dual-energy computed tomography // *Forensic Sci Med. Pathol.* — 2013. — Vol. 9. — P. 163–69. doi:10.1007/s12024-012-9398-y.
18. *O'Donnell C., Ranson D.* Post Mortem CT Interpretation Short Course. Victorian Institute of Forensic Medicine. — Department of Forensic Medicine, Monash University, 2015.
19. *Beck J. J. W.* What is the future of imaging in forensic practice? *Radiography.* — 2011. — Vol. 17. — P. 212–217.
20. *Thali M. J., Braun M., Buck U, Aghayev E., Jackowski C., Vock P, Sonnenschein M., Dirnhofer R.* Virtopsy — scientific documentation, reconstruction and animation in forensic: individual and real 3D data based geo-metric approach including optical body/object surface and radiological CT/MRI scanning // *J. Forensic Sci.* — 2005. — Vol. 50 (2). — P. 428–442.
21. *Коков Л. С., Кинле А. Ф., Синуцын В. Е., Филимонов Б. А.* Возможности посмертной визуализации в судебно-медицинской экспертизе трупа: критический анализ и обзор литературы // *Consilium medicum. Лучевая диагностика и судебная медицина.* — 2015. — Февраль.
22. *Коков Л. С., Кинле А. Ф., Синуцын В. Е., Филимонов Б. А.* Возможности компьютерной и магнитно-резонансной томографии в судебно-медицинской экспертизе механической травмы и скорпостижной смерти (обзор литературы) // *Неотложная медицинская помощь. Журнал им. Н. В. Склифосовского.* — 2015. — № 2. — С. 16–26.
23. *Коков Л. С., Кинле А. Ф., Дуброва С. Э., Филимонов Б. А.* Возможности мультиспиральной компьютерной томографии в судебно-медицинской экспертизе внезапной сердечной смерти. *Диагностическая и интервенционная радиология.* — 2015. — Т. 9, № 3. — С. 64–75.
24. *Халиков А. Д., Александрова З. Д., Трофимова Т. Н. и др.* Виртуальная аутопсия мертворожденного с пентадой Кантрелла // *Нейрохирургия и неврология детского возраста.* 2009. № 1. С. 14–20.
25. *Ruder T. D., Hatch G. M., Siegenthaler L., Ampanozi G., Mathier S., Thali M. J. et al.* The influence of body temperature on image contrast in post mortem MRI // *Eur. J. Radiol.* — 2012. — Vol. 81. — P. 1366–70. doi:10.1016/j.ejrad.2011.02.062.
26. *Ross S., Spendlove D., Bolliger S. et al.* Postmortem whole-body CT angiography: evaluation of two contrast media solutions // *Am J. Roentgenol.* — 2008. — Vol. 190 (5). — P. 1380–9.
27. *Grabherr S., Gygax E., Sollberger B. et al.* Two-step postmortem angiography with a modified heart-lung machine: preliminary

- results // *Am J. Roentgenol.*— 2008.— Vol. 190 (2).— P. 345–51.
28. *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).— P. 465–468.
29. *Christe A., Flach P., Ross S., Spendlove D., Bolliger S., Vock P., Thali M. J.* Clinical radiology and postmortem imaging (Virtopsy) are not the same: Specific and unspecific postmortem signs // *Leg. Med (Tokyo).*— 2010.— Vol. 12(5).— P. 215–222.
30. *Brogdon's Forensic Radiology.*— 2nd ed. / M. J. Thali, M. D. Viner, B. G. Brogdon.— CRS Press, 2011.
31. *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.*— 2006.— Vol. 187 (5).— P. W515–23.
32. *Persson A., Falk J., Berge J., Jackowski C.* Atlanto-axial rotatory subluxations in postmortem CT: radiologists be aware of a common pitfall // *Forensic Sci Int.*— 2013.— Vol. 225 (1–3).— P. 9–14.
33. *Riepert T., Ulmcke D., Jendrysiak U., Rittner C.* Computer-assisted simulation of conventional roentgenograms from three-dimensional computed tomography (CT) data — an aid in the identification of unknown corpses (FoXSIS) // *Forensic Sci Int.*— 1995.— Vol. 71.— P. 199–204.
34. *Rutty G. N., Robinson C. E., BouHaidar R., Jeffery A. J., Morgan B.* The role of mobile computed tomography in mass fatality incidents // *J. Forensic Sci.*— 2007.— Vol. 52.— P. 1343–1349. doi:10.1111/j.1556-4029.2007.00548.x.
35. *Ruder T. D., Kraehenbuehl M., Gotsmy W F., Mathier S., Ebert L. C., Thali M.J. et al.* Radiologic identification of disaster victims: a simple and reliable method using CT of the paranasal sinuses // *Eur. J. Radiol.*— 2012.— Vol. 81.— P. e132–38. doi:10.1016/j.ejrad.2011.01.060.
36. *Brough A. L., Rutty G. N., Black S., Morgan B.* Post-mortem computed tomography and 3D imaging: anthropological applications for juvenile remains // *Forensic Sci Med Pathol.*— 2012.— Vol. 8.— P. 270–279. doi:10.1007/s12024-012-9344-z.
37. *Blau S., Robertson S., Johnstone M.* Disaster victim identification: new applications for postmortem computed tomography // *J. Forensic Sci.*— 2008.— Vol. 53.— P. 956–961. doi:10.1111/j.1556-4029.2008.00742.x.
38. *Robinson C., Eisma R., Morgan B., Jeffery A., Graham E. A., Black S. et al.* Anthropological measurement of lower limb and foot bones using multi-detector computed tomography // *J. Forensic Sci* 2008.— Vol. 53.— P. 1289–1295. doi:10.1111/j.1556-4029.2008.00875.x
39. *Sidler M., Jackowski C., Dirnhofer R., Vock P, Thali M.* Use of multislice computed tomography in disaster victim identification—advantages and limitations // *Forensic Sci. Int.*— 2007.— Vol. 169.— P. 118–28. doi:10.1016/j.forsciint.2006.08.004.
40. *Levy A. D., Harcke H. T., Mallak C. T.* Postmortem imaging: MDCT features of postmortem change and decomposition // *Am J. Forensic Med Pathol.*— 2010.— Vol. 31(1).— P. 12–17.
41. *Fatfeh A., ed.* Handbook of Forensic Pathology.— Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 1973.— Vol. 49.
42. Судебная медицина и судебно-медицинская экспертиза: национальное руководство / под ред. Ю. И. Пиголкина.— М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014.— С. 664–679.
43. *Aghayev E., Sonnenschein M., Jackowski C. et al.* Postmortem radiology of fatal hemorrhage: measurements of cross-sectional areas of major blood vessels and volumes of aorta and spleen on MDCT and volumes of heart chambers on MRI // *Am J. Roentgenol.*— 2006.— Vol. 187(1).— P. 209–215.
44. *Jackowski C., Sonnenschein M., Thali M.J., Aghayev E., Yen K., Dirnhofer R. et al.* Intrahepatic Gas at Postmortem Computed Tomography: Forensic Experience as a Potential Guide for In Vivo Trauma Imaging // *J. Trauma.*— 2007.— Vol. 62(4).— P. 979–988.
45. *Jackowski C., Thali M., Aghayev E. et al.* Postmortem imaging of blood and its characteristics using MSCT and MRI // *Int. J. Legal Med.*— 2005.— Vol. 19.— P. 1–8.
46. *Shiotani S., Kohno M., Ohashi N. et al.* Hyperattenuating aortic wall on postmortem computed tomography (PMCT) // *Radiat. Med.*— 2002.— Vol. 20(4).— P. 201–206.
47. *Knight B. H.* The significance of the postmortem discovery of gastric contents in the air passages // *J. Forensic Sci.*— 1975.— Vol. 6.— P. 229–234.
48. *Shiotani S., Kohno M., Ohashi N., Yamazaki K., Itai Y.* Postmortem intravascular high-density fluid level (hypostasis): CT findings // *J. Comput Assist Tomogr.*— 2002.— Vol. 26 (6).— P. 892–893.
49. *Bedford P, O'Donnell C.* Pseudosubarachnoid hemorrhage on clinical computed tomography.— P. the forensic implications of incorrect diagnosis // *Am J. Forensic Med Pathol.*— 2013.— Vol. 34(2).— P. e4–6.
50. *Añon J., Remonda L., Spreng A. et al.* Traumatic extra-axial hemorrhage: correlation of postmortem MSCT, MRI, and forensic-pathological findings // *J. Magn Reson Imaging.*— 2008.— Vol. 28 (4).— P. 823–836.
51. Руководство по судебной медицине / под ред. В. Н. Крюкова, И. В. Буромского.— М.: ОАО «Издательство Норма», 2014.— 356 с.
52. *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.
53. *Shiotani S., Kohno M., Ohashi N., Yamazaki K., Nakayama H., Watanabe K et al.* Non-traumatic postmortem computed tomographic (PMCT) findings of the lung // *Forensic Sci. Int.*— 2004.— Vol. 139.— P. 39–48.
54. *Michiue T., Sakurai T., Ishikawa T., Oritani S., Maeda H.* Quantitative analysis of pulmonary pathophysiology using postmortem computed tomography with regard to the cause of death. *Forensic Sci Int*2012.— Vol. 220.— P. 232–238. doi:10.1016/j.forsciint.2012.03.007.
55. *Yamazaki K., Shiotani S., Ohashi N., Doi M., Honda K.* Hepaticportal venous gas and hyperdense aortic wall as postmortem computed tomography finding // *Leg Med (Tokyo).*— 2003.— Vol. 5 Suppl 1.— P. S338–41.
56. *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.— Vol. 28 (5).— P. 349–345.
57. *Yen K., Vock P., Christe A. et al.* Clinical forensic radiology in strangulation victims: forensic expertise based on magnetic resonance imaging (MRI) findings // *Int. J. Legal Med* 2007;121(2).— P. 115–23.

58. *Christe A., Thoeny H., Ross S. et al.* Life-threatening versus non life-threatening manual strangulation: are there appropriate criteria by MR Imaging of the neck? // *Eur. Radiol.*— 2009.— Vol. 19 (8).— P. 1882–1889.
59. *Patzelt D., Lignitz E., Keil W. et al.* Diagnostic problem of air embolism in a corpse // *Beitr Gerichl Med.*— 1997.— Vol. 37.— P. 401–405.
60. *O'Donnell C. J., Baker M. A.* Postmortem CT findings of gastromalacia: a trap for the radiologist with forensic interest // *Forensic Sci Med Pathol.*— 2010.— Dec., Vol. 6 (4).— P. 293–297.
61. *Christe A., Ross S. G., Oesterhelweg L., Spendlove D., Bolliger S., Vock P et al.* Abdominal trauma — sensitivity and specificity of postmortem non contrast imaging findings compared to autopsy findings // *J. Trauma.*— 2009.— Vol. 66(5).— P. 1302–1307.
62. *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 tomography (MSCT): a feasibility study // *Leg. Med. (Tokyo).*— 2009.— Vol. 11 (1).— P. 4–9.
63. *Keil W., Bretschneider K., Patzelt D. et al.* Air embolism or putrefaction gas? The diagnosis of cardiac air embolism in the cadaver // *Beitr. Gerichl. Med.*— 1980.— Vol. 38.— P. 395–408.
64. *Pedal I., Moosmayer A., Mallach H. J. et al.* Air embolism or putrefaction? Gas analysis findings and their interpretation // *Z. Rechtsmed.*— 1987.— Vol. 99.— P. 151–167.
65. *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.— Vol. 11 (4).— P. 395–406.
66. *Zerbini T., Ferrazda L. F., Silva I., Gonçalves A. C. et al.* Differences between postmortem computed tomography and conventional autopsy in a stabbing murder case // *Clinics.*— 2014.— Vol. 69, № 10.
67. *Farkash U., Scope A., Lynn M., Kugel C., Maor R., Abargel A. et al.* Preliminary Experience with Postmortem Computed Tomography in Military Penetrating Trauma // *J. Trauma.*— 2000.— Vol. 48 (2).— P. 303–308; discussion 308–9.
68. *Takahiro Z., Teruhiko T., Miyamoto M., Yamaguchi S., Endo T., Inaba H.* Intravascular gas in multipleorgans detected by postmortem computed tomography: effect of prolonged cardiopulmonary resuscitation on organ damage in patients with cardiopulmonary arrest // *Jpn J. Radiol.*— 2011.— Vol. 29(2).— P. 148–151.
69. *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 // *RadiatMed.*— 2005.— Vol. 23(4).— P. 225–229.
70. *Ito K., Chiba R.* An intra-hepatic gas at postmortem computed tomography may help us to estimate the environment where a victim died // *Europ. Society of Radiology.*— 2012.— EPOS. C-0733.
71. *Shiotani S., Kohno M., Ohashi N., Yamazaki K., Nakayama H., Watanabe K.* Postmortem computed tomographic (PMCT) demonstration of the relation between gastrointestinal (GI) distension and hepatic portal venous gas (HPVG) // *Radiat Med.*— 2004.— Vol. 22 (1).— P. 25–29.
72. *Singh M., O'Donnell C. et al.* Progressive gas formation in a deceased person during mortuary storage demonstrated on CT // *Forensic Sci. Med. Path.*— 2009.— Vol. 5.— P. 236–242.
73. *Huntington T. E., Higley L. G., Baxendale F. P.* Maggot development during morgue storage and its effect on estimating the post-mortem interval // *J. Forensic Sci.*— 2007.— Vol. 52 (2).— P. 453–458.
74. *Johnson A., Archer M., Leigh-Shaw L., Pais M., O'Donnell C., Wallman J.* Examination of forensic entomology evidence using computed tomography scanning: case studies and refinement of techniques for estimating maggot mass volumes in bodies // *Int. J. Legal Med.*— 2012.— Vol. 126 (5).— P. 693–702.
75. *Johnson A., Archer M., Leigh-Shaw L., Brown M., O'Donnell C., Wallman J.* Non-invasive visualisation and volume estimation of maggot masses using computed tomography scanning // *Int. J. Legal Med.*— 2013.— Vol. 127 (1).— P. 185–194.
76. *Jacobsen C., Schon C. A., Kneubuehl B., Thali M. J., Aghayev E.* Unusually extensive head trauma in a hydraulic elevator accident: post-mortem MSCT findings, autopsy results and scene reconstruction // *J. Forensic Leg Med.*— Vol. 2008.— Vol. 15 (7).— P. 462–426.
77. *Aghayev E., Christe A., Sonnenschein M. et al.* Postmortem imaging of blunt chest trauma using CT and MRI: comparison with autopsy // *J. Thorac Imaging.*— 2008.— Vol. 23(1).— P. 20–27.
78. *Andenmatten M. A., Thali M. J., Kneubuehl B. P., Oesterhelweg L., Ross S., Spendlove D. et al.* Gunshot injuries detected by post-mortem multislice computed tomography (MSCT): a feasibility study // *Legal Med.*— 2008.— Vol. 10.— P. 287–292.

Поступила в редакцию: 8.02.2016 г.

Контакт: Дуброва Софья Эриковна, Dubrovamoniki@rambler.ru

Сведения об авторах:

Дуброва Софья Эриковна — кандидат медицинских наук, ассистент кафедры лучевой диагностики ФУВ ГБУЗ МО МОНИКИ им. М. Ф. Владимирского. Тел.: +7 (985) 928-11-73, e-mail: Dubrovamoniki@rambler.ru;

Вишнякова Мария Валентиновна — доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой лучевой диагностики факультета усовершенствования врачей, руководитель рентгенологического отдела ГУ МОНИКИ им. М. Ф. Владимирского, главный специалист по лучевой диагностике МЗ Московской области;

Кинле Александр Федорович — кандидат медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой судебной медицины РМАПО, тел: +7 (499) 458-95-64, e-mail: kinle-alexandr@mail.ru;

Филлимонов Борис Александрович — кандидат медицинских наук, кафедра судебной медицины РМАПО, тел: +7 (499) 458-95-64, e-mail: filimonov@hmpm.ru.