

ВИРТУАЛЬНАЯ АУТОПСИЯ (ПОСМЕРТНАЯ МСКТ) В ОПРЕДЕЛЕНИИ ПРИЧИН СМЕРТНОСТИ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПАТОЛОГИИ ГОЛОВНОГО МОЗГА И ЛЕГКИХ В ПЕДИАТРИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ

Шаталов А.С.¹, Хомутова Е.Ю.^{1,2}

¹ – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

² – бюджетное учреждение здравоохранения Омской области «Областная клиническая больница»

Автор, ответственный за переписку:

Шаталов Алексей Сергеевич, ординатор 2 года обучения кафедры лучевой диагностики. alexshatalov86@yandex.ru

Резюме

В данной работе рассматривается актуальность применения виртуальной аутопсии (посмертной МСКТ) в определении причин смертности в результате патологии головного мозга и легких в педиатрической практике. Виртопсия (виртуальное вскрытие) - это виртуальная альтернатива традиционному вскрытию, проводимое с использованием технологий сканирования и визуализации тела. Полученная информация позволяет исследовать тело умершего без традиционного вскрытия, с выявлением морфологических признаков различных травм и заболеваний в виде кровоизлияний, скопления жидкости и свободного газа в полостях, органах и тканях. Кроме того, при традиционной аутопсии существуют технические сложности, связанные с особенностями исследования отдельных областей тела, а именно, лица, шеи, дистальных отделов верхних конечностей. Данный метод позволяет визуализировать внутренние органы и мягкие ткани с оценкой их топографии, размеров и выявления патологических изменений. Во всем мире растет количество отказов от вскрытия, в частности по религиозным и этическим причинам. Виртуальная аутопсия позволяет избежать вопросы, касаемые необходимости согласия умершего, родственников или наследников покойного, либо законных представителей на проведение подобных исследований в рамках проведения патологоанатомического или судебно-медицинского исследования трупа, также данный метод позволяет избежать отказ от вскрытия, в том числе по религиозным и другим причинам. Виртопсия характеризуется высокой скоростью и экономичностью посмертного МСКТ исследования, высокой точностью, позволяющей измерить размеры, объем внутренних органов и патологических образований, рассчитать их вес, а также исследовать внутренние органы очень тонкими срезами и обнаруживать мельчайшие патологические изменения с

прицельной аутопсией, что недоступно при классической аутопсии. Цель данной работы – осветить и отразить возможности применения посмертной компьютерной томографии для анализа легких и головного мозга у мертворожденных и умерших детей в дошкольном возрасте. Поиск литературы, содержащей информацию о соответствующих исследованиях, проводился в системах PubMed, EMBASE, Web of Science и Google Scholar по ключевым словам: виртуальная аутопсия, детская смертность, мертворожденный, компьютерная томография, головной мозг, легкие, педиатрия, дети, судебная медицина, посмертная КТ с контрастным усилением.

Ключевые слова: виртуальная аутопсия; детская смертность; компьютерная томография; мертворожденный; головной мозг; легкие.

Список сокращений:

КТ – компьютерная томография

МРТ – магнитно-резонансная томография

МСКТ – мультиспиральная компьютерная томография

Виртопсия – виртуальное вскрытие

Введение

Классическая аутопсия до настоящего времени является золотым стандартом в исследовании судебно-медицинской экспертизе [32]. Тем не менее, в настоящее время многие страны мира используют в своей практике судебно-медицинской экспертизы новое быстро развивающееся направление, которое включает современные методы лучевой диагностики [9, 32]. Еще в 1977 году была предпринята первая попытка проведения посмертной компьютерной томографии в связи с огнестрельным ранением в голову. Но данная попытка не увенчалась успехом, поскольку на полученной томограмме было огромное количество артефактов и исследование вышло не информативным [39]. В 90-х годах прошлого столетия, ученые предприняли очередную попытку исследовать тела погибших уже на более усовершенствованном медицинском оборудовании. В тот самый момент в судебной медицине и

появилось понятие объективного неинвазивного исследования трупа [18]. К примеру, в Чешской Республике первое исследование трупа с помощью компьютерной томографии было выполнено в 1993 году и активно проводится до настоящего времени [4]. Проведение КТ-исследования в Чешской Республике обязательно в следующих случаях смерти: при дорожно-транспортных и авиационных происшествиях, кататравмах, убийства с применением огнестрельного оружия, в случаях производственных и взрывных травм, тел с термическими или механическими разрушениями, тел без установления личности, в случаях удушения, тел, извлеченных из воды, гибель детей и подростков в возрасте до 18 лет и тела с гнилостными явлениями [4]. Использование компьютерной томографии и магнитно-резонансной томографии в совокупности с 3D-реконструкцией дает возможность детального исследования без использования классической аутопсии [2].

Основоположником данного исследования, получившего впоследствии название виртопсия, является Ричард Дирнхофер из Института судебной медицины в Берне [9]. Данный метод исследования давал возможность исследовать тело не нарушая структуру ткани, тем самым помогая избежать возможные ошибки, связанные со смещением и повреждением исследуемого материала [37]. Кроме того, была представлена возможность хранить и неоднократно исследовать полученные данные в случае выяснения новых обстоятельств смерти [17]. Также проведение виртуальной аутопсии было приемлемо для представителей определенных религий, чье вероисповедание противоречило использованию классического вскрытия [7, 13]. Необходимо отметить, что классическая аутопсия может нести опасность для медицинского работника, поскольку велик шанс заразиться опасной инфекцией. В случае с виртуальной аутопсией данный риск сведен к нулю [7]. Следует сказать, что многие зарубежные судебно-медицинские и радиологические институты сотрудничают друг с другом, активно используют собственные компьютерные томографы в исследовании тел умерших [34]. Ежегодно проводятся научные конференции и собрания на тему виртуальной аутопсии [9]. Выпускается научный журнал, в котором рассматриваются темы посмертной визуализации [9]. По итогу виртуальная аутопсия предоставляет огромные возможности в судебно-медицинской экспертизе, такие как: возможность получения и хранения данных, к которым можно вернуться в будущем; шанс выявить патологии, которые невозможно или крайне затруднительно обнаружить при традиционной секции (внутрикостные образования и инородные тела, скопления газов в кровеносной системе при газовой эмболии); установ-

ление причин смерти и т. д. [8, 23]. Согласно Российскому законодательству процедуре вскрытия в обязательном порядке подвергаются мертворожденные и живорожденные дети в возрасте до двадцати восьми дней включительно [5, 12]. В России действует закон, согласно которому вскрытие проводится обязательно — например при подозрении на убийство или если врачи не могут определить причину смерти. При этом многие люди плохо относятся к самой идее — по религиозным соображениям [1]. В педиатрической практике, зачастую, убитые горем родители не хотят подвергать вскрытию тело своего погибшего ребенка. В свою очередь, врачи педиатрических больниц, понимая всю тяжесть утраты родителей, идут им на встречу, тем самым нарушая закон. Виртуальная аутопсия в этом вопросе поможет достичь некий компромисс, не нарушая законов Российской Федерации.

Основная часть.

Использование виртуальной аутопсии в судебно-медицинской экспертизе, очевидно, вызывает научный интерес и оказывает значимую помощь в практическом здравоохранении, включая случаи гибели детей, устанавливая причины смерти [29, 31]. По данным Федеральной службы государственной статистики, в Российской Федерации число умерших детей до 1 года на 1000 родившихся живыми на 2020 год составляет 4,5 ребенка, а до пяти лет — 5,5 [13]. Одними из основных причин смертности у детей до 7 лет являются патологии головного мозга и органов грудной клетки [11, 14, 22]. Ученые детской больницы Грейт Ормонд Стит при поддержке их детского благотворительного фонда и центра биомедицинских исследований, во главе Сьюзен С. Шелмердин провели исследование, целью которого было определить диагностическую точность посмертной

компьютерной томографии в сравнении с классическим вскрытием [33]. Посмертная КТ была проведена 136 погибшим детям, средний возраст которых составлял 2 года 1 месяц. Причина смерти при вскрытии была установлена у 77 из 136 (56,6%) пациентов. Посмертная компьютерная томография выявила правильную причину смерти у 55 из 77 (71,4%) пациентов (55/136 в целом 40,4%), большинство из которых связано с черепно-мозговой травмой. С помощью посмертной компьютерной томографии были выявлены кровоизлияния в головной мозг, переломы черепа. К примеру, у 8-ми дневного мальчика было выявлено массивное внутричерепное, внутрижелудочковое кровоизлияние, вызванное тромботической микроангиопатией. У 3-х летней девочки, попавшей в автокатастрофу, КТ-изображение показало перелом правой теменной кости. Также у 6-ти детей, которым была выполнена посмертная компьютерная томография органов грудной клетки, были выявлены пневмония, массивное легочное кровотечение. В целом, посмертная КТ показала высокие результаты в диагностике патологий головного мозга и костей черепа [33]. Доктор Сьюзен С. Шелмердин в другом своем исследовании описывает стандартизированный протокол визуализации, который был разработан на основе современной практики международных практикующих врачей и экспертов в области патологоанатомической визуализации [34]. В исследовании принимали участие 20 медицинских центров визуализации из различных стран. Ожидается, что эта рекомендация будет полезна для центров патологоанатомической визуализации, желающих обновить свою существующую практику, и для тех, кто начинает оказывать услуги проведения педиатрической посмертной компьютерной томографии [34]. Другие ученые этой же

больницы отделения гистопатологии, совместно с отделением акушерства и гинекологии университетской клиники Бругманн, во главе с Джон К. Хатчинсон, оценивали диагностическую точность посмертной виртуальной аутопсии плодов на ранних сроках беременности [28]. Всего было исследовано 20 плодов, гестационный возраст которых составил 11-21 неделю. У 7-ми из них была зафиксирована внутриутробная гибель плода, а у 13-ти было проведено искусственное прерывание беременности. В 18-ти случаях была зафиксирована структурная аномалия головного мозга, диагностическая точность составила 92%. Данное исследование - первое, в котором документально подтверждена диагностическая точность посмертной КТ на ранних сроках беременности [28]. Софи Ломбарди со своими коллегами из больницы Оспедале Нигурда, Милан, Италия, провели аналогичное исследование с использованием микрокомпьютерной томографии для посмертной оценки головного мозга плодов, гестационный возраст которых составлял 9-26 недель [30]. Полученные результаты Микро-КТ предоставили информативные изображения мозга с высоким разрешением во всех случаях, за исключением одного (9 недель) из-за развитой мацерации. В клинической практике микро-КТ изображения имеют важное значение для посмертной оценки мозга маленьких плодов на раннем гестационном возрасте, который не поддается адекватной оценке с помощью традиционного вскрытия или МРТ [30]. В свою очередь Матильда Дюклойер с коллегами во Франции ретроспективно проанализировали данные из пяти французских медицинских институтов, в которых были выполнены посмертные компьютерные томографии умерших новорожденных. Всего исследовали 18 тел [19]. У четырех из 18-ти детей были переломы черепа, у семи была деформация

черепа, отек головного мозга был выявлен в 12-ти из 18-ти случаев, кровоизлияние в головной мозг наблюдалось в 8-ми из 18-ти случаев [19]. Также доктор Дюклойер предложила оценивать жизнеспособность (т.е. мертворождение или живорождение) основываясь на измерении плотности легких на КТ в единицах Хаунсфилда [20,26]. Были исследованы одиннадцать детей, шесть случаев живорождения и пять случаев мертворождения. Средняя плотность легких в случаях живорождения (- 173 HU) была значительно ниже, чем у случаев мертворождения (40 HU). Данный метод - надежен и прост в исследовании оценки неонатального дыхания в определении смертности [20, 26]. В Индии Шайладжа Прашант со своими коллегами из отделения радиологии и патологии также задались вопросом об актуальности посмертной КТ в педиатрии и в течении двух лет исследовали 30 плодов с аномалиями развития [35]. Были выявлены такие пороки развития, как энцефалоцеле, анэнцефалия. Были получены убедительные данные об эффективности посмертной КТ, чувствительность метода составила 87,5%. Время проведения посмертной КТ составляла порядка 3-5 минут, что на порядок быстрее в сравнении с классической аутопсией, которая может занимать вплоть до 20 дней [35]. Представители Нидерландов в лице Рика Р. Ван Рейна из отделения радиологии, детской больницы Эмма, Академического медицинского центра Амстердама и Эрида Дж. Бика из отделения радиологии, детской больницы Вильгельмина, Университетского медицинского центра Утрехта представили свои исследования, посвященные ценности посмертной компьютерной томографии у детей, данное исследование является частью процедуры голландского NODO (дополнительных исследований причин смерти) [21, 38]. Всего было обследовано 54 ребенка в

возрасте до 5-ти лет. В период с октября 2012 года по декабрь 2013 года две представленные голландские университетские больницы выступали в качестве национальных центров для процедуры NODO. Протокол NODO требует, чтобы обследование тела проводилось у всех детей в возрасте до 5 лет в соответствии с рекомендациями Королевского колледжа радиологов и Королевского колледжа педиатрии и здоровья детей. Посмертная виртуальная КТ позволила выявить одного пациента с врожденной гипоплазией легких и одного пациента с массивным легочным кровотечением, также были выявлены бактериальные инфекции, полиорганная недостаточность, несколько патологий сердца и кишечника. В общем диагностическая точность составила всего 12,9% [38]. Но авторы убеждены, не смотря на такой маленький процент, у некоторых детей все же можно было избежать классического вскрытия. Одним из важных объяснений этой относительно низкой эффективности посмертной КТ может быть сочетание случаев с высоким показателем инфекций и сердечно-сосудистыми причинами смерти. Посмертная компьютерная томография не дала клинически значимых результатов в большинстве этих случаев [38]. Их коллега Л. Соннеманс из Медицинского центра Университета Радбауд, Неймеген, Нидерланды считает, что классическое вскрытие до сих пор остается эталоном, а посмертная радиология полезна как дополнение или является ценной как альтернатива в случаях, когда вскрытие не проводится [36]. В США Шэрон В. Гулд из отделения медицинской визуализации, детской больницы Альфреда Дюпон, Уилмингтон, Делавэр совместно с коллегами из отделения биомедицинской визуализации этой же клиники поделились своим опытом в сфере посмертных КТ исследований в педиатрической практике [17, 18].

Данная клиника в США участвует в программе патологоанатомической визуализации для облегчения расследования смерти [17, 18]. Благодаря существованию официального соглашения в этом штате, судмедэксперт смог вместе с отделениями медицинской визуализации и патологии больницы разработать план проведения патологоанатомических, визуализационных исследований, а также для обмена диагностической информацией в соответствии с требованиями Министерства здравоохранения США о конфиденциальности пациента. В своих наблюдениях исследователи представили опыт применения посмертной КТ у ребенка 6-ти месяцев, у которого был выявлен респираторный дистресс-синдром с сопутствующим фактором травматической интубации [24, 25]. В своей статье автор также затрагивает проблемы касательно материальной компенсации за виртуальное вскрытие [24]. Только в некоторых штатах США судебная система покрывает расходы на расследования, назначенные судебно-медицинским экспертом. Низкое финансирование судебной экспертизы является обычным делом, даже в высокоразвитых странах мира [27]. Налогоплательщики могут не оплачивать виртуальное вскрытие, хотя некоторые учреждения выставляют счета за проведение виртопсии мертворожденного или плода в качестве исследования, аналогично взяваемой за образец биопсии молочной железы. Без надежного плана финансовой компенсации (подтверждения в рамках страховой медицины) медицинские учреждения могут неохотно предлагать в реализацию посмертную КТ (или МРТ) визуализацию [24, 25]. Опыт данной американской больницы показывает, что затраты на проведение посмертной КТ у детей до 7 лет не возмещались. Но, в качестве услуги обществу их медицинское учре-

ждение в ближайшей перспективе готово взять на себя расходы за данные исследования [24].

В России с 2018 года Бюро судебно-медицинской экспертизы Московской области провело ряд исследований с использованием посмертной виртуальной визуализации, которые были подкреплены традиционным судебно-медицинским исследованием [6]. К примеру, в Москве учеными из ГБУЗ МО «Бюро СМЭ» и кафедры судебной медицины ФУВ ГБУЗ МО МОНИКИ им. М. Ф. Владимирского был опубликован случай описания виртуальной аутопсии [10]. В декабре в одном из городов Подмосковья в квартире нашли тело годовалого мальчика со следами насильственной смерти. При осмотре тела на месте происшествия эксперт констатировал многочисленные ссадины, синяки и травмы заднего прохода на теле ребенка. Учитывая необычный характер случая, была задействована посмертная компьютерная томография головы, груди и живота ребенка. В процессе исследования были обнаружены признаки черепно-мозговой травмы, гипоксические изменения вещества головного мозга, наличие слизистых тяжелей в просвете правого верхнедолевого бронха, уплотнение параректальной клетчатки и мягких тканей перианальной области слева. Патология костей не выявлена. Экспертиза подтвердила данные, полученные при помощи посмертной компьютерной томографии, включая черепно-мозговую травму, признаки удушья и разрыв слизистой оболочки прямой кишки и кровоизлияния в окружающих мягких тканях. С помощью посмертной КТ получилось более детально и глубоко исследовать тело, что положительно сказалось на качестве судебно-медицинского заключения эксперта [10]. Туманова У.Н. и Щеголев А.И. в своей работе (2016 год,

Москва) также представила примеры посмертной КТ- и МРТ-визуализации погибших детей на разных сроках гестации [16]. Были продемонстрированы такие патологии, как пневмоторакс, двусторонний гидроторакс, очаговые субарахноидальные кровоизлияния в больших полушариях головного мозга, внутрижелудочковое кровоизлияние, гидроцефалия [16]. В другой своей работе Туманова У.Н. с соавторами (2019 год) представила клиническое наблюдение, в котором с помощью проведения посмертной КТ с введением рентгенконтрастного вещества описала аневризму вены Галена у новорожденного [15]. В полости черепа определялось расширение большой мозговой вены (вены Галена), прямого синуса, верхнего и нижнего сагиттальных синусов, поперечного синуса, сигмовидного синуса, правой и левой внутренних яремных вен, правой и левой плечеголовных вен, верхней полой вены, а также расширение всех полостей сердца. Также отмечалось расширение правых и левых общих, наружных и внутренних сонных артерий, передних мозговых артерий и их ветвей – околomosолистых артерий, непосредственно впадающих в вену Галена. Визуализировалось также расширение позвоночных артерий и базилярной артерии. Задние мозговые артерии справа и слева, а также и их ветви – прободающие артерии таламуса – непосредственно впадают в вену Галена. Правая и левая базальные и мозговые вены, являющиеся притоками большой мозговой вены (вены Галена), не контрастировались и соответственно не могут быть оценены [15].

Заключение.

По полученным данным можно сделать вывод – посмертная компьютерная томография является эффективным методом в обнаружении патологий головного мозга и легких. В целом виртуальная

аутопсия – прогрессивно развивающееся и перспективно ожидаемое в ближайшее время направление на стыке судебной медицины и лучевой диагностики. Страны Северной Америки и многие страны Западной Европы и Австралии уже активно используют данный метод посмертной визуализации. С учетом негативного отношения основных религиозных вероисповеданий к патологоанатомическим вскрытиям, виртуальную аутопсию следует рассматривать как наилучший компромисс, который позволит сохранить целостность тела умершего и обеспечит возможность установления патологоанатомического диагноза, даже спустя некоторое время (несколько лет после смерти). Посмертная компьютерная томография, обладая высокими показателями специфичности и достоверности метода лучевой диагностики, предоставляет возможность свести к нулю человеческий фактор в случаях невнимательных, спешных и технически ошибочных вскрытий трупов. Значительно снижается риск заражения медицинских работников туберкулезом, гепатитом, ВИЧ и другими опасными вирусными и инфекционными заболеваниями, включая новую коронавирусную инфекцию Covid-19. Результаты виртуальной аутопсии дают возможность неоднократно, ретроспективно, коллегиально (даже путем дистанционного консилиума) изучить и оценить полученные данные, даже при полной утрате аутопсийного материала, в том числе и в связи с гнилостными изменениями, исключая необходимость проведения эксгумации тела.

Согласно статьям 4, 6, 7 Федерального закона от 30.05.2001 № 73-ФЗ Российского Законодательства становится очевидным вывод, что принципы виртуальной аутопсии не противоречат существующим

федеральным законам, а напротив, после активного освоения могут и должны быть введены в практику судебно-меди-

цинских экспертиз, особенно для установления причин смертности у детей до 7 лет, в ближайшем будущем.

ЛИТЕРАТУРА

Dadabaev V.K., Strelkov A.A. Procedural problems of forensic medical examination of the corpse and ways of their solution using x-ray method of computer tomography 2014; 13: 122-126. Russia (Дадобаев В.К., Стрелков А.А. Предварительное криминалистическое исследование трупа методом рентгеновской компьютерной томографии: возможности и перспективы. Гуманитарные и юридические исследования 2014; 13: 122-126).

Dubrova S.Je., Filimonov B.A. Postmortem computed tomography and its features: what should clinical radiologists know? Consilium Medicum 2016; 18 (13): 38-46. Russia (Дуброва С.Э., Филимонов Б.А. Что должен знать клинический рентгенолог об особенностях компьютерной томографии трупа? Consilium Medicum 2016; 18 (13): 38-46).

Federal State Statistics Service. Федеральная служба государственной статистики. <https://rosstat.gov.ru/folder/13721>. Дата последнего обновления: July 9 2020. Дата последнего доступа: October 29 2021.

Frishons Ja., Navotny V., Rejtar P. et al. Virtopsy in the Czech Republic. Forensic Medicine 2020; 6 (2): 44-48. Russia (Фришонс Я., Навотны В., Рейтар П. и др. Виртопсия в чешской республике. Судебная медицина 2020; 6 (2): 44-48). doi.org/10.19048/2411-8729-2020-6-2-44-48

Gorlova V.A., Zaripova Je.R. To the question about the introduction of a virtual autopsy in russia. Modern jurisprudence: current issues, achievements and innovations 2019; 182-184. Russian (Горлова В.А., Зарипова Э.Р. К вопросу о внедрении виртуальной аутопсии в россии. Современная юриспруденция: актуальные вопросы, достижения и инновации 2019; 182-184).

Klevno V.A., Chumakova Ju.V., Kurdjukov F.V. et al. Possibilities of posthumous computer tomography (virtual autopsy) in the event of death from mechanical asphyxia. Forensic medicine 2018; 4 (4): 22-26. Russia (Клевно В.А., Чумакова Ю.В., Курдюков

Ф.В. и др. Возможности посмертной компьютерной томографии (виртуальной аутопсии) в случае смерти от механической асфиксии. Судебная медицина 2018; 4 (4): 22-26). doi.org/10.19048/2411-8729-2018-4-4-22-26

Klevno V.A., Chumakova Ju.V. Virtopsy – new method of research in national practice of forensic medicine. Forensic medicine 2019; 5 (2): 27-31. Russia (Клевно В.А., Чумакова Ю.В. Виртопсия – новый метод исследования в практике отечественной судебной медицины. Судебная медицина 2019; 5 (2): 27-31). dx.doi.org/10.19048/2411-8729-2019-5-2-27-31

Kokov L.S., Kinle A.F., Sinicyn V.E. et al. Possibilities of computed tomography and magnetic resonance imaging in forensic medical examination of mechanical trauma and sudden death (A literature review). Journal them. NV Sklifosovsky Emergency medical care 2015; 2: 16-26. Russia (Коков Л.С., Кинле А.Ф., Синицын В.Е. и др. Возможности компьютерной и магнитно-резонансной томографии в судебно-медицинской экспертизе механической травмы и скоропостижной смерти (обзор литературы). Журнал им. НВ Склифосовского Неотложная медицинская помощь 2015; 2: 16-26).

Mezencev A.A., Kononov R.V. Virtopsy as an addition to the traditional technique of forensic medical research (a brief review of foreign experience). Forensic Medicine 2019; 5 (1): 52-53. Russia (Мезенцев А.А., Кононов Р.В. Виртопсия как дополнение традиционной техники судебно-медицинских исследований (краткий обзор зарубежного опыта). Судебная медицина 2019; 5 (1): 52-53).

Rusakova T.V., Kislov M.A., Lysenko O.V., Dubrova S.Je. Virtual autopsy as a significant aid in the formation of the algorithm for examining the corpses of children. Forensic Medicine 2019; 5 (1): 57. Russia (Русакова Т.В., Кислов М.А., Лысенко О.В., Дуброва С.Э. Виртуальная аутопсия как значимая помощь в формировании алгоритма исследования трупов детей. Судебная медицина 2019; 5 (1): 57).

Suhanova L.P., Skljar M.S. Infant and perinatal mortality in Russia: trends, structure, risk factors. *Social aspects of public health* 2008; (4): 1-60. Russia (Суханова Л.П., Скляр М.С. Детская и перинатальная смертность в России: тенденции, структура, факторы риска. Социальные аспекты здоровья населения 2008; (4): 1-60).

The Constitution of the Russian Federation of 12.12.1993. Consultant Plus. Конституция Российской Федерации от 12.12.1993. КонсультантПлюс. http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28399. Дата последнего обновления: June 1 2020. Дата последнего доступа: October 29 2021.

Tumanova E.L., Zhakota D.A., Mustafina-Bredihina D.M. et al. Prospects for the Development of Diagnostic Verification Methods in Pediatric Pathoanatomical Practice. *Journal of Anatomy and Histopathology* 2017; 6 (3): 99-107. Russia (Туманова Е.Л., Жакота Д.А., Мустафина-Бредихина Д.М. и др. Перспективы развития методов верификации диагноза в детской патологоанатомической практике. Журнал анатомии и гистопатологии 2017; 6 (3): 99-107). doi.org/10.18499/2225-7357-2017-6-3-99-107

Tumanova U.N. Serova N.S., Bychenko V.G. et al. Possibilities of postmortem radiological studies for evaluation of lung lesions. *Russian Electronic Journal of Radiology* 2018; 8 (2): 198-221. Russia (Туманова У.Н. Серова Н.С., Быченко В.Г. и др. Возможности посмертных лучевых исследований для оценки поражений легких. Российский электронный журнал лучевой диагностики 2018; 8 (2): 198-221). doi: 10.21569/2222-7415-2018-8-2-198-221

Tumanova U.N., Ljapin V.M., Kozlova A.V. et al. Galen vein aneurysm in a newborn: postmortem msct with contrast enhancement of vessels within the autopsy. *Russian Electronic Journal of Radiology* 2019; 9 (2): 260-274. Russia (Туманова У.Н., Ляпин В.М., Козлова А.В. и др. Аневризма вены Галена у новорожденного: посмертная КТ с контрастным усилением сосудов при патологоанатомическом исследовании. Российский электронный журнал лучевой диагностики 2019; 9 (2): 260-274). doi:10.21569/2222-7415-2019-9-2-260-274.

Tumanova U.N., Shhegolev A.I. Possibilities and limitations of virtual autopsy in neonatology. *Russian Electronic Journal of Radiology* 2017; 7 (1): 20-33. Russia (Туманова У.Н., Щеголев А.И. Возможности и ограничения виртуальной аутопсии в неонатологии. Российский электронный журнал

лучевой диагностики 2017; 7 (1): 20-33). doi:10.21569/2222-7415-2017-7-1-20-33.

Bolliger S. A., Thali M. J. Imaging and virtual autopsy: looking back and forward. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 2015; 370 (674): 1-7. <https://doi.org/10.1098/rstb.2014.0253>

Brueschweiler W., Braun M., Fuchser H.J., Dirnhofner R. Pho-togrammetrische Auswertung von Haut- und Weichteilwunden sowie Knochenverletzungen zur Bestimmung des Tat-werkzeuges: grundlegende Aspekte. *Rechtsmedizin* 1997; 7: 1976-1983. doi: 10.1007/BF03042360

Ducloyer M., David, A., Dautreme B.etal. Pictorial review of the postmortem computed tomography in neonaticide cases. *International Journal of Legal Medicine* 2021; 135: 2395-2408. doi.org/10.1007/s00414-021-02677-x

Ducloyer M., Tuchtan L., Delteil C. et al. Lung density measurement in postmortem computed tomography: a new tool to assess immediate neonatal breath in suspected neonaticides. *International journal of legal medicine* 2020; 134 (3): 1159-1166. doi.org/10.1007/s00414-019-02103-3

Dutch Government. Law on funeral services. Wet op de lijkbezorging. <http://wetten.overheid.nl/BWBR0005009/2015-07-01>. Дата последнего обновления: June 12 2018. Дата последнего доступа: October 30 2021.

Ely D. M., Driscoll A. K. Infant Mortality in the United States, 2018: Data From the Period Linked Birth. Infant Death File. *National Vital Statistics Reports: From the Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Health Statistics, National Vital Statistics System* 2020; 69 (7): 1-18.

Gorincour G., Sarda-Quarello L., Laurent PE. et al. The future of pediatric and perinatal postmortem imaging. *Pediatric radiology* 2015; 45 (4): 509-516. doi.org/10.1007/s00247-014-3266-8

Gould S.W., Harty M.P., Givler N.E. et al. Pediatric postmortem computed tomography: initial experience at a children's hospital in the United States. *Pediatric radiology* 2019; 49 (9): 1113-1129. doi.org/10.1007/s00247-019-04433-1

Gould S.W., Harty M.P., Givler N. et al. Pediatric postmortem CT: initial experience at a tertiary care children's hospital. *Current Radiology Reports* 2017; 5 (11): 1-9. doi.org/10.1007/s40134-017-0250-8

- Guddat S.S, Gapert R., Tsokos M., Oesterhelweg L. Proof of live birth using postmortem multislice computed tomography (pmMSCT) in cases of suspected neonaticide: advantages of diagnostic imaging compared to conventional autopsy. *Forensic Sci Med Pathol* 2013; 9 (1): 3-12. doi.org/ 10. 1007/ s12024-012- 9361-y
- Harty M. P., Gould S. W., Harcke H. T. Navigating the perils and pitfalls of pediatric forensic postmortem imaging in the United States. *Pediatric Radiology* 2021; 51 (6): 1051-1060. doi.org/10.1007/s00247-020-04833-8
- Hutchinson J. C., Kang X., Shelmerdine S.C. Post-mortem microfocus computed tomography for early gestation fetuses: a validation study against conventional autopsy. *American journal of obstetrics and gynecology* 2018; 218 (4): 445.e1-445.e12. doi.org/10.1016/j.ajog.2018.01.040
- Krentz B.V., Alamo L., Grimm J. etal. Performance of post-mortem CT compared to autopsy in children. *International journal of legal medicine* 2016; 130 (4): 1089-1099. doi.org/10.1007/s00414-016-1370-z
- Lombardi S., Scola E., Ippolito D. etal. Micro-computed tomography: a new diagnostic tool in post-mortem assessment of brain anatomy in small fetuses. *Neuroradiology* 2019; 61 (7): 737-746. doi.org/10.1007/s00234-019-02168-2
- OGUMA E. Pediatric postmortem imaging: current status and future perspectives in Japan. *Journal of Japanese Society of Pediatric Radiology* 2020; 36 (1): 24-34.
- Salerno S., Alberghina F., Terranova M.C., Lo Re G., Maresi E., Lagalla R. Post-mortem Foetal Imaging. *Radiology in Forensic Medicine*. Springer, Cham 2020; 255-263. doi.org/10.1007/978-3-319-96737-0_25
- Shelmerdine S. C., Davendralingam N., Palm L. etal. Diagnostic accuracy of postmortem CT of children: a retrospective single-center study. *American Journal of Roentgenology* 2019; 212 (6): 1335-1347.
- Shelmerdine S.C., Gerrard C.Y., Rao P. etal. Joint European Society of Paediatric Radiology (ESPR) and International Society for Forensic Radiology and Imaging (ISFRI) guidelines: paediatric post-mortem computed tomography imaging protocol. *Pediatric radiology* 2019; 49 (5): 694-701. doi.org/10.1007/s00247-018-04340-x
- Shylaja Prashanth, Nishaa P, Vinutha L, Satish Prasad, Suresha B. Fetal Postmortom imaging (Virtopsy): A comparative study with conventional autopsy. *International Journal of Contemporary Medicine Surgery and Radiology* 2017; 2 (3): 65-69.
- Sonnemans L.J.P., Vester M.E.M., Kolsteren E.E.M. etal. Dutch guideline for clinical foetal-neonatal and paediatric post-mortem radiology, including a review of literature. *European journal of pediatrics* 2018; 177 (6): 791-803. doi.org/10.1007/s00431-018-3135-9
- Thali M.J., Jackowski C., Oesterhelweg L. etal. VIRTOPSY—the Swiss virtual autopsy approach. *Legal Medicine* 2007; 9 (2): 100-104. doi.org/10.1016/j.legalmed.2006.11.011
- Van Rijn R.R., Beek E.J., van de Putte E.M. etal. The value of postmortem computed tomography in paediatric natural cause of death: a Dutch observational study. *Pediatric radiology* 2017; 47 (11): 1514-1522. doi.org/10.1007/s00247-017-3911-0
- Wullenweber R., Schneider V., Grumme T. A computer-tomographical examination of cranial bullet wounds. *Zeitschrift für Rechtsmedizin* 1977; 3: 227-246.