

УДК 76.29.62+340.6

<http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2020-11-3-86-96>

© Шведчикова Т.Ю., Дуброва С.Э., Спиридонов В.А., 2020 г.

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ СКЕЛЕТИРОВАННЫХ ОСТАНКОВ ЧЕЛОВЕКА

¹Т. Ю. Шведчикова*, ²С. Э. Дуброва, ³В. А. Спиридонов¹Институт археологии Российской академии наук, Москва, Россия²Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского, Москва, Россия³Главное управление криминалистики Следственного комитета Российской Федерации, Москва, Россия

Введение. Работа посвящена возможности использования метода компьютерной томографии для проведения судебно-медицинской экспертизы скелетированных останков человека.

Цель исследования: оценить возможности использования компьютерной томографии при экспертизе скелета человека с плохой сохранностью костной ткани, выявить возможность определения характера травматических повреждений, а также рассмотреть плотность костей различных отделов скелета.

Материалы и методы. Объектом исследования стали останки участника Наполеоновской кампании 1812 года генерала Гудена, обнаруженные в результате раскопок в г. Смоленске в 2019 г. Магнитно-резонансная томография выполнялась на томографе фирмы «Philips Medical Systems» в два этапа.

Результаты. Описаны прижизненные и посмертные травмы, определена плотность костной ткани.

Заключение. Посмертная томография — это максимально неинвазивный способ изучения скелетированных останков плохой сохранности при невозможности полной очистки от грунта, который позволяет определить характер прижизненных и посмертных повреждений костей скелета.

Ключевые слова: посмертная компьютерная томография скелетированных останков, виртопсия, взрывная травма, ампутация конечностей, Наполеоновские войны

Контакт: Шведчикова Татьяна Юрьевна, ShvedchikovaTU@iaran.ru

© Shvedchikova T.Yu., Dubrova S.E., Spiridonov V.A., 2020

POSSIBILITIES OF APPLICATION THE COMPUTER TOMOGRAPHY IN THE STUDY OF SKELETONIZED HUMAN REMAINS

¹Tatyana Yu. Shvedchikova*, ²Sofya E. Dubrova, ³Valeryi A. Spiridonov¹Institute of Archeology of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia²Moscow Regional Research Clinical Institute, Moscow, Russia³Main Department of Criminalistics of the RF IC, Moscow, Russia

Introduction. The investigation is devoted to the possibility of application of computed tomography for forensic examination of skeletal human remains.

Aim of study: to evaluate the CT scanning application to skeletons with poor preservation state of bone tissue; to find out the possibility to describe the traumatic lesions on bones; to examine the density of bone tissue.

Material and method. The skeletonized remains of General Guden, the participant in the Napoleonic campaign of 1812 were studied by CT scanner «Philips Medical Systems».

Results. Antemortem and postmortem traumas are described as well as bone tissue density.

Conclusion. Postmortem tomography is the best non-invasive method to study skeletonized human remains in bad preservation state, which allows to define the antemortem and postmortem traumas.

Key words: post-mortem computed tomography of skeletal remains, explosive injury, virtopsy, amputation of limbs, Napoleonic Wars

Contact: Shvedchikova Tatiana Yurievna, ShvedchikovaTU@iaran.ru

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Шведчикова Т.Ю., Дуброва С.Э., Спиридонов В.А. Возможности использования компьютерной томографии при исследовании скелетированных останков человека // *Лучевая диагностика и терапия*. 2020. Т. 11, № 3. С. 86–96, <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2020-11-3-86-96>.

Conflict of interests: the authors stated that there is no potential conflict of interests.

For citation: Shvedchikova T.Yu., Dubrova S.E., Spiridonov V.A. Possibilities of application the computer tomography in the study of skeletonized human remains // *Diagnostic radiology and radiotherapy*. 2020. Vol. 11, No. 3. P. 86–96, <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2020-11-3-86-96>.

Введение. С последней четверти XX века в зарубежной практике при проведении традиционной судебно-медицинской экспертизы трупа получили активное использование такие способы исследования, как компьютерная томография (КТ), магнитно-резонансная томография (МРТ). Подобного рода процедура получила название «посмертная компьютерная томография», «виртуальная аутопсия» или «виртопсия» [1, с. 100]. Преимущество использования метода заключается в рассмотрении сложных объектов исследования, высокая степень неинвазивности, широкие возможности визуализации и вероятность повторного обращения к исходной информации. Метод посмертной КТ также актуален в регионах мира с различным этноконфессиональным составом населения, где религиозные запреты не всегда позволяют провести полноценную секционную процедуру, или же срок, отведенный для исследования причины смерти, строго ограничен, что становится особенно важным при массовой гибели людей и необходимости оперативного проведения следственных и экспертных мероприятий. Дополнительным отягчающим фактором при установлении причины смерти могут стать значительные посмертные трупные изменения, которые в ряде случаев делают экспертизу сложно выполнимой. Посмертная КТ позволяет определить предварительный план вскрытия трупа, выработать оптимальную тактику при совершении секционных манипуляций и, возможно, в ближайшем будущем позволит в ряде случаев заменить традиционное исследование трупов.

В отечественной практике посмертная КТ только начинает находить применение и постепенно входит в использование в качестве предварительного досекционного метода исследования трупов. Количество судебно-медицинских экспертиз, проведенных с привлечением КТ постоянно увеличивается [2, с. 34]. С 2018 года в журнале «Судебная медицина» организован раздел «Виртопсия», в котором регулярно публикуются статьи, посвященные результатам применения метода. Рядом авторов показано, что посмертная КТ является надежным способом определения прижизненного или посмертного характера травмы [2, с. 37; 3, с. 26; 4, с. 57]. В фокусе внимания оказалась также огнестрельная и взрывная травма [5, с. 56; 2, с. 34]. В первом случае при помощи КТ экспертам удается достоверно установить локализацию поражающих элементов, обнаружить мелкие костные осколки, визуализировать направление раневых каналов в теле, а во втором — позволяет осуществить поиск фрагментов повреждающего орудия. Это ценно, например, в случае определения морфологии взрывной травмы и локализации осколков.

Если в отечественной традиции использование посмертной КТ при исследовании скелетированных останков в ходе производства судебно-медицинских

экспертиз пока единично, то применение различных рентгенологических методов большую популярность снискало среди антропологов при изучении останков людей средневековых и древних популяций. Несомненно, основными и наиболее интересными объектами изучения стали мумифицированные человеческие останки, законсервированные как в процессе искусственной, так и естественной мумификации. Первые исследования египетских мумий с применением компьютерной томографии были проведены еще в 70-х годах прошлого столетия, за ними последовали и мумии Толлундского и Граубальского человека [6, с. 8; 7, с. 768; 8, с. 127]. В России — это древнеегипетские образцы из собраний ГМИИ им. А.С. Пушкина и Эрмитажа, и тело женщины, подвергнутое процессу естественной мумификации с плато Укок (V–III вв. до н.э.) [9, с. 411; 10, с. 482; 11, с. 12]. Тем не менее целый ряд публикаций направлен на исследование возможности использования трехмерных изображений, полученных при помощи сканирования для проведения измерений костей скелета, толщины свода черепа, оценки биологического возраста без необходимой для этого мацерации или на скелетированном материале [12, с. 40; 13, с. 41].

Во всех исследованиях в качестве основного преимущества отмечается неинвазивность метода, что в случае с музейными экспонатами является порой единственным способом изучения. Объекты, в которых человеческие останки невозможно в силу различных обстоятельств (музейного хранения, ненадлежащей сохранности костной ткани) инструментально отделить от почвенного заполнения и/или сопутствующих артефактов, могут с успехом стать объектами томографического исследования. Так, подобными нестандартными предметами стали и свинцовые урны, содержащие мумифицированные сердца погребенных на средневековом кладбище города Ренна (Бретань, Франция) (XVI–XVII вв. н.э.), и погребальные сосуды с кремированными останками людей и артефактами с различных территорий и эпох [14, с. 15; 15, с. 609; 16, с. 118]. Использование подхода на кремированных останках в погребальных сосудах позволяет определить морфологические особенности фрагментов, найти следы повреждений, оценить плотность фрагментов, объем останков и даже виртуально их «взвесить», что дает возможность ориентироваться на температуру огня, при которой было произведено сжигание тела [17]. Наряду с подобными «закрытыми» комплексами, хрупкие объекты также находятся в фокусе внимания. Плохая сохранность скелетированных останков зачастую ограничивает эксперта в применении широкого спектра необходимых методик исследования и затрудняет процесс идентификации умершего. Так, объектом, представленным в настоящей статье, стал скелет генерала Пюдена (1768–1812), участника Наполеоновских войн, сохранность останков которо-

го демонстрировала крайнюю степень деградации костной ткани с потерей ряда определяющих морфологических признаков.

Цель: максимально неинвазивно изучить скелетированный материал и определить возможности метода компьютерной томографии в применении на скелетах с плохой сохранностью костной ткани. Выявление объема повреждений и визуализация костной травмы с построением 3D-модели. Фиксация первоначальных данных на электронном носителе.

Материалы и методы. КТ-исследование выполнялось на 16-срезовом компьютерном томографе Brilliance CT производства компании Philips Medical Systems, с толщиной среза 1,5 мм. Было проведено нативное (без применения контрастных средств) КТ-исследование останков на жестком фанерном основании в два этапа. Первым этапом (июль 2019 г.) были отсканированы полный скелет тела генерала, изъятый из погребения и упакованный для транспортировки в крафт и нетканое полотно, и отдельно почвенный монолит черепа. Это были насыщенные водой кости скелета, с фрагментами гроба и неотделимого почвенного заполнения. Вторым этапом (октябрь 2019 г.) повторно отсканированы фрагменты черепа, нижней челюсти и зубов уже после разборки монолита и отделения почвы, а также поврежденная снарядом левая бедренная кость. Костные останки перед этим были предварительно медленно высушены в помещении на протяжении двух месяцев с соблюдением температурного режима.

Для удобства восприятия сначала приводим данные археологических находок и судебно-медицинского исследования, а после — результаты компьютерной томографии.

Нетрадиционным для судебной медицины объектом исследования стали останки участника Наполеоновских войн, ближайшего соратника Наполеона Бонапарта, генерала Шарля Сезара Этьена Гюдена де ла Саблоньера, обнаруженные летом 2019 года при раскопках в г. Смоленске Самбийской археологической экспедицией Института археологии РАН [18, с. 97]. Место погребения дивизионного генерала, который получил смертельное ранение в битве при Лубино (Валутино) в августе 1812 года, было утеряно и вновь найдено, опираясь на мемуарные воспоминания современников событий. Согласно письменным источникам, генералу Гюдено оторвало ядром левую ногу и искалечило правую, что через несколько дней привело к смерти [19, с. 198]. Его сердце было отправлено во Францию и захоронено на кладбище Пер-Лашез, тело с великими почестями погребено в деревянном гробу на территории Королевского бастиона Смоленской крепостной стены.

При вскрытии предполагаемой могилы генерала Гюдена обнаружилось, что у погребенного отсутствовала нижняя левая конечность начиная с нижней трети бедренной кости. Сохранность скелета можно

было определить как неудовлетворительную. Губчатая ткань в районе большинства суставных сочленений обнаруживала высокую степень деградации с утерей определяющих морфологических признаков элементов скелета. Практически отсутствовали ребра, грудина, левая ключица, кости кистей рук и нижней части позвоночного столба, включая крестец. Некоторые участки грудной клетки и кистей рук представляли собой костный тлен. Наиболее сохранными оказались длинные трубчатые кости, некоторые из которых удалось измерить непосредственно в погребении. Рост погребенного составил 166 см, был измерен *in situ* и впоследствии подтвержден по измерениям длинных костей с использованием формул восстановления роста. Размерные характеристики и видимые морфологические признаки позволили определить пол и возраст захороненного. Это мужчина возраста *maturus I*, что соответствует возрастному интервалу 40–45 лет. Оценка возраста проводилась согласно состоянию суставных поверхностей эпифизарных окончаний длинных костей посткраниального скелета и позвонков позвоночного столба скелета, в дальнейшем подтверждена при рассмотрении состояния зубочелюстной системы и степени зарастания швов черепа. Наличие травматического повреждения и совпадение половозрастных характеристик позволили предварительно идентифицировать покойного как Ш. С.-Э. Гюдена, чья личность позже была подтверждена при сопоставлении ДНК профилей погребенного и его кровных родственников, эксгумированных во Франции.

Учитывая крайнюю хрупкость всех фрагментов и необходимость транспортировки останков в Москву, после окончательного снятия верхнего слоя грунта и расчистки скелета было принято решение перенести его полностью на жесткое фанерное основание с фрагментами гроба и неотделимого почвенного заполнения. Плотный суглинок был плохо отделен от остатков скелета и при попытке тщательной очистки разрушал костные структуры. Таким образом, череп в целях сохранности был изъят монолитом (то есть без расчистки от почвы) и впоследствии разобран в лабораторных условиях. Обнаружились отсутствие лицевого скелета, сильно фрагментированный свод и исключительная хрупкость всех фрагментов, что, к сожалению, сделало невозможным восстановление черепа и реконструкцию облика.

Результаты и их обсуждение. Использование компьютерной томографии в случае генерала Гюдена стало способом максимально неинвазивного изучения при учете плохой сохранности скелетированного материала и своего рода экспериментом возможности применения метода на подобного рода объектах. Исследование, как уже было упомянуто, проходило в две стадии. По опыту работы с костными останками из захоронений во влажной среде или с высоким содержанием воды в грунте, даже медленная сушка объектов с соблюдением основных рекомендаций

может нанести невосполнимый урон костным останкам вплоть до потери большей части морфологических признаков. Как правило, это нарушение целостности и отслоение компактной пластинки, появление трещин и исключительная хрупкость губчатого вещества. Глинистые почвы также являются достаточно агрессивным агентом деструкции. При невозможности их отделения от поверхности костей деформация и растрескивание верхней костной пластинки неизбежны. С учетом этих обстоятельств первый этап исследования был проведен вскоре после извлечения останков из пространства захоронения.

Ключевыми вопросами, поставленными перед специалистом-рентгенологом, стали: имеются ли на теле умершего осколки снаряда, ставшего причиной травмы; присутствуют ли на костях скелета дополнительные травматические повреждения; возможно ли установить факт вскрытия грудной клетки и определить наличие следов медицинских инструментов; как варьируется плотность костной ткани разных отделов скелета.

1-й этап. Исследование полного скелета тела и монолита черепа с неотделимым почвенным заполнением (рис. 1–6).

РКТ-исследование зафиксировало первоначальное положение и сохранность костных фрагментов

скелета тела и монолита черепа. Оно оказалось низкоинформативным для останков, смешанных с неотделимым почвенным заполнением, в том числе грудной клетки и костей черепа. Останки представлены фрагментами костной ткани, имеющими пониженную плотность губчатого вещества, подчеркнутость кортикального слоя, окруженные структурами высокой плотности (грунт). Виртуально вычленить костные останки черепа и туловища от структур почвогрунта не представлялось возможным. Достоверно металлосодержащих элементов обнаружено не было, в том числе с применением постпроцессинговой программы обработки изображения с цветным картированием. Длинные трубчатые кости с наличием переломов и костных дефектов. Левая бедренная кость в нижней трети с наличием следов слома, с неровными краями. Вдоль наружной кортикальной пластинки левой бедренной кости определялись ассимилированные напластования — отображение деградированного жировоска.

2-й этап. Исследование костных фрагментов после разборки и высушивания: череп и нижняя челюсть, зубы (образец 1), мелкие фрагменты свода черепа (образец 2), левая бедренная кость (образец 3).

Образец 1. Частично фиксированные и изолированно лежащие фрагменты костей черепа: различимы



Рис. 1. Общая сохранность скелета (а); кости таза и проксимальных отделов нижних конечностей (б). Высокая степень деградации губчатой ткани в районе суставных сочленений

Fig. 1. Skeleton preservation (a); coxal bones and proximal parts of lower limbs (b). High degree of spongy bone tissue degradation state in the region of joints



Рис. 2. Монолит черепа после выемки из погребения и перед упаковкой для транспортировки (а); монолит черепа в процессе разборки, мелкие фрагменты лицевого скелета (б)

Fig. 2. Skull monolith after excavation and before packing for (a); skull monolith during the demolition process; small fragments of facial skull (б)

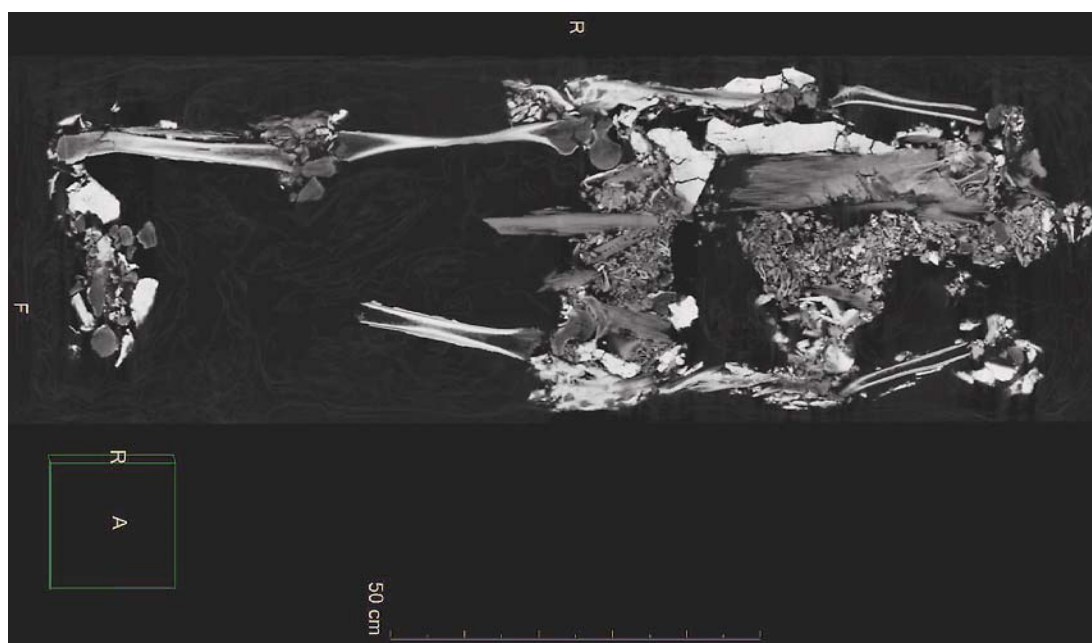


Рис. 3. КТ скелета тела. Фронтальная реконструкция толстыми срезами. Отсутствие нижней левой конечности начиная с нижней трети бедренной кости. Ровная линия травматической ампутации нижней трети левой бедренной кости

кости свода черепа, фрагменты правой и левой орбиты, нижней челюсти, височных костей. Очертания костей местами ровные четкие, местами с наличием краевых узураций, отслойкой кортикального слоя. Четко видна ровная линия спила костей свода мозгового черепа — следы вскрытия черепной коробки. 8 зубов (2 достоверно моляры), коронка и корни зубов относительно хорошо сохранены. В коронке одного

из зубов определяется очаг разрежения структуры ткани в виде очага, размерами до 3 мм (рис. 7–9).

Образец 2. Множественные костные фрагменты, анатомическую принадлежность которых по данным КТ определить не представляется возможным (рис. 10).

Образец 3. Фрагменты правой бедренной кости: головки и шейки бедренной кости (два фрагмента);

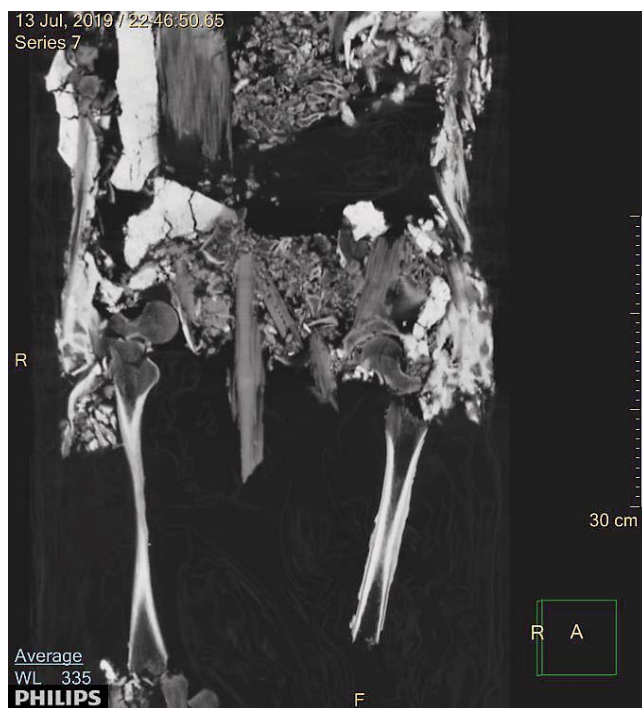


Рис. 4. КТ сохраненных костей таза и проксимальных отделов нижних конечностей. Переломы и костные дефекты бедренных костей. Ассимилированные напластования вдоль наружной кортикальной пластинки левой бедренной кости — деградированный жировоск мягких тканей

Fig. 4. CT of preserved pelvic bones and proximal parts of lower extremities. Fractures and bone defects on femoral bones. Assimilated formations along the external cortical plate of left femur — the decayed adipocere of soft tissues

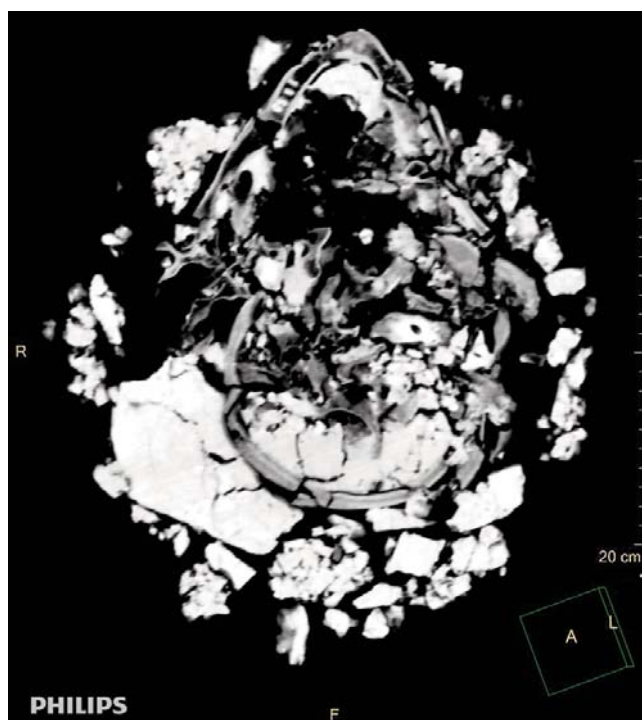


Рис. 5. КТ монолита черепа. Низкой костной плотности элементы костей лицевого и мозгового черепа с неотделимым почвогрунтом

Fig. 5. CT of skull monolith. Fragments of facial skull and skull vault with inseparable soil

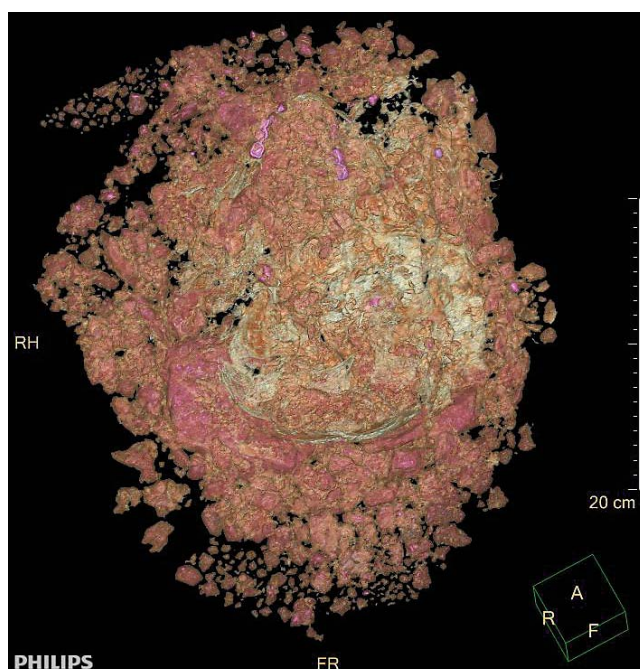


Рис. 6. КТ монолита черепа. Объемная реконструкция с цветным картированием. Трудно различимые костные элементы черепа, зубы, на фоне почвогрунта

Fig. 6. CT of skull monolith. Dimensional reconstruction with colour mapping. Hardly differentiated bone elements of skull and teeth in contrast to soil



Рис. 7. Фрагменты костей лицевого и мозгового отделов черепа после разбора почвенного монолита и до реставрации

Fig. 7. Fragments of skull after demolition of monolith and before the restoration

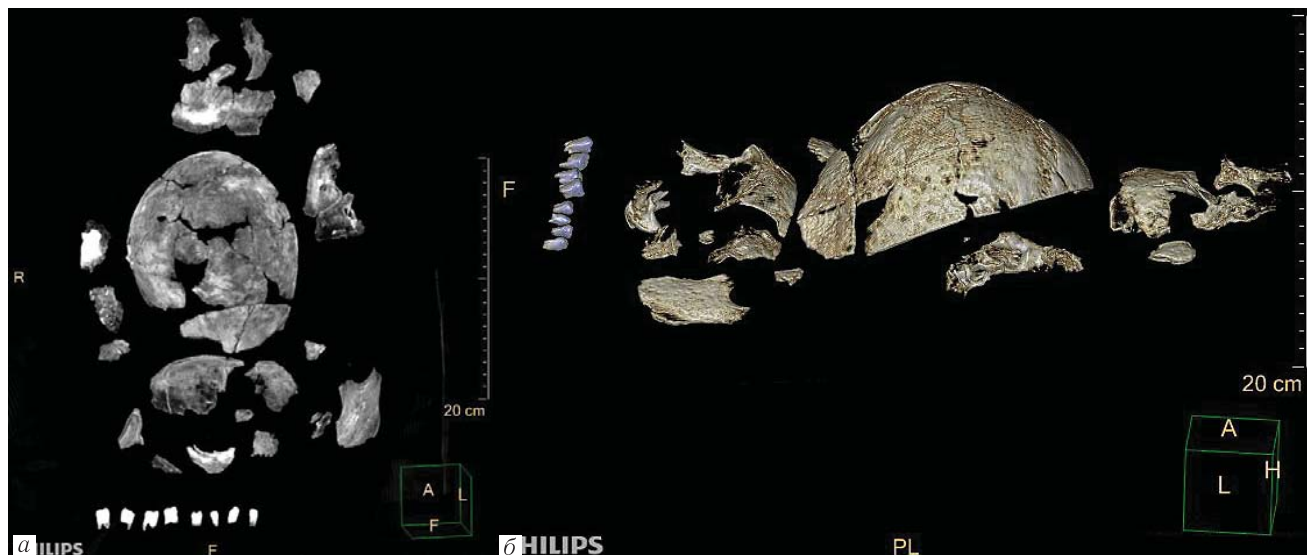


Рис. 8. Кости свода черепа, фрагменты правой и левой орбиты, нижней челюсти, височных костей, зубы. Следы вскрытия черепной коробки: *a* — реконструкция во фронтальной плоскости толстыми срезами; *б* — объемная реконструкция

Fig. 8. Skull, fragments of right and left orbits, mandibula, temporal bones, teeth. Traces of craniotomy; *a* — thick-slices reconstruction in the frontal plane; *б* — dimensional reconstruction



Рис. 9. Фрагмент свода черепа после реставрации со следами вскрытия черепной коробки. Левая теменная, затылочная кость

Fig. 9. Skull after the restavration with traces of craniotomy. Left parietal, occipital bones

проксимальная верхняя и средняя треть правой бедренной кости. Костные края с неровными нечеткими контурами. В нижней трети кости следы слома с неровными краями. Имеются скальпированные локальные поверхностные повреждения кортикального слоя по передней поверхности средней трети диафиза кости (рис. 11, 12).

В процессе мануальной разборки монолита черепа (очистки от грунта) действительно были обнаружены фрагменты со следами спила, что позволило сделать предположение о возможных хирургических манипуляциях. Череп был вскрыт циркулярно, начало распила пришлось на верхнюю часть затылочной кости и прошло в надглазничной области. Вне сомнений манипуляция несла характер

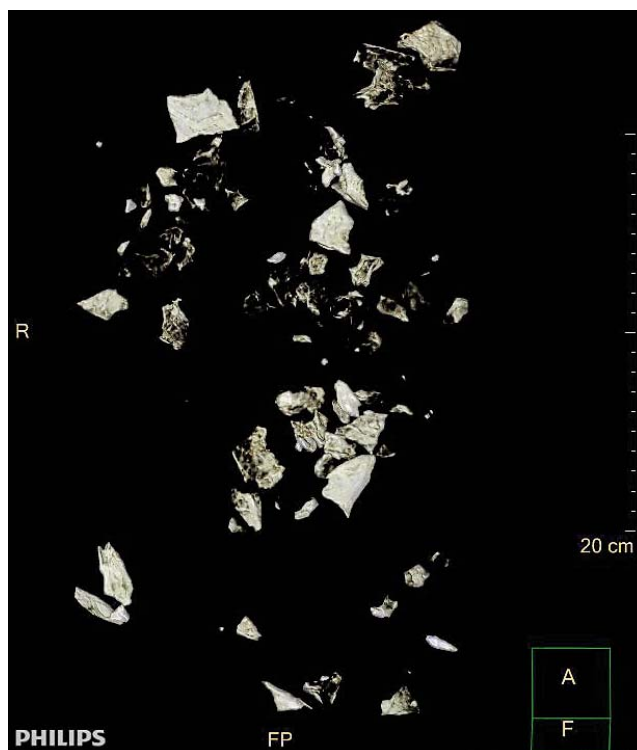


Рис. 10. КТ костных фрагментов костей черепа без четкой анатомической принадлежности

Fig. 10. CT of skull fragments with not clear anatomical belonging

посмертной и вероятнее всего была произведена с целью уточнения диагноза.

Не вполне корректно сравнивать показатели плотности костной и зубной ткани подобного рода останков с эталонными клиническими. Влияние внешних естественных факторов на сохранность костной ткани весьма велико и в большинстве случаев ситуативно. Экспериментальные данные пока-



Рис. 11. Диафиз левой бедренной кости со следами травматической ампутации в нижней трети: *а* — передняя поверхность; *б* — задняя поверхность

Fig. 11. Diaphysis of left femoral bone with traces of traumatic amputation in lower third: *a* — anterior surface; *б* — posterior surface

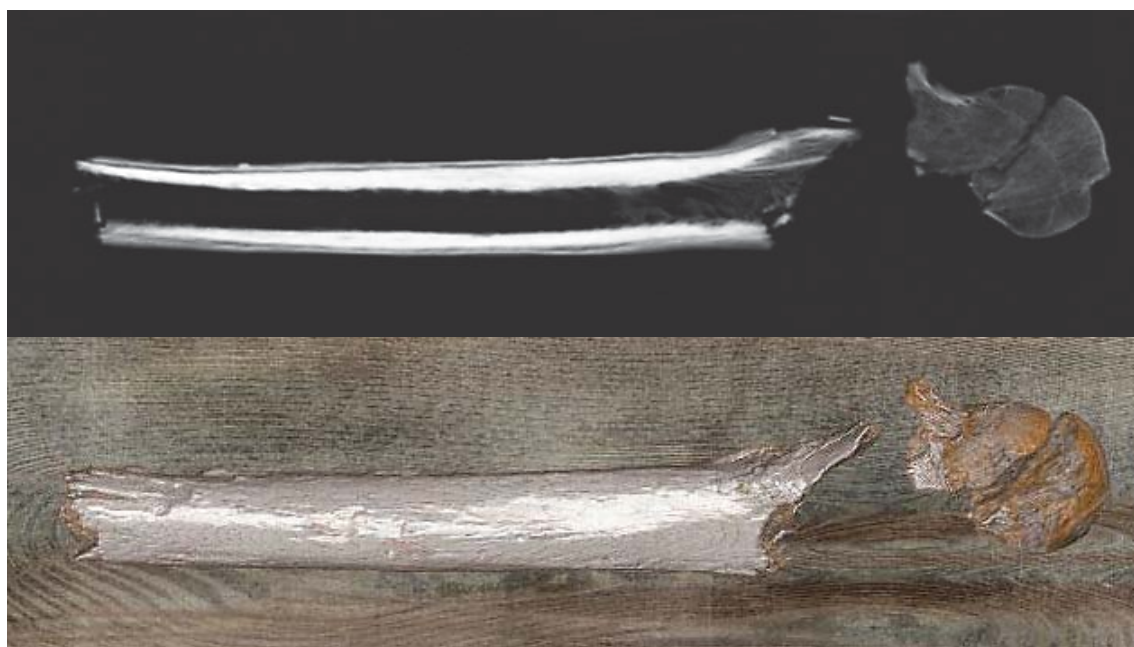


Рис. 12. КТ левой бедренной кости. В нижней трети кости следы слома с неровными краями. Скальпированные локальные поверхностные повреждения кортикального слоя по передней поверхности средней трети диафиза кости: *а* — реконструкция во фронтальной плоскости толстыми срезами; *б* — объемная реконструкция

Fig. 12. CT of left femoral bone. Traces of fracture in the lower third with irregular edges. Degloving local lesions of cortical layer on the anterior surface of middle third of the bone: *a* — thick-slices reconstruction in the frontal plane; *б* — 3-Dimensional reconstruction

зывают значительные изменения даже в случаях криминальных захоронений скелетированных останков незначительных сроков давности [8, с. 132]. Так, показатели плотности костной ткани скелета генерала Гюдена на двух этапах исследования были сравнены с обобщенными экспериментальными данными по мумифицированным останкам, скелетами из археологических раскопок, криминальными захо-

ронениями. В табл. 1 указаны медианные и 90-процентильные значения для объектов.

Стоит отметить, что плотность компактной ткани скелета генерала в сухом ее состоянии наиболее близка к показателям, характерным для скелетов из археологических раскопок. Более высокую плотность показывает компактное вещество бедренной кости. Показатели плотности губчатой ткани сильно

Показатели компьютерно-томографической денситометрии в ед. Хаунсфилда (ед. Н.) скелетов различной степени сохранности [8, с. 132]

Таблица 1

Table 1

HU values of skeletons with different state of preservation of bone tissue [8, p. 132]

Болотные мумии	Единицы Хаунсфилда	
	медиана	90-перцентиль
Компактная ткань	–53	174
Губчатая ткань	–700	–490
Зубы	–102	125
Мумии из сухой и холодной среды		
Компактная ткань	669	1129
Губчатая ткань	–297	–80
Зубы	1291	1987
Мумии из сухой и жаркой среды		
Компактная ткань	1404	1776
Губчатая ткань	–490	–134
Зубы	2086	2602
Судебные случаи		
Компактная ткань	1422	1630
Губчатая ткань	229	611
Зубы	1954	2683
Археологические случаи		
Компактная ткань	1248	1711
Губчатая ткань	–166	557
Зубы	2003	2197
Кремированные кости		
Компактная ткань	1582	2100
Губчатая ткань	–4	902

разнятся, составляя в костях черепа 12–210 ед. Н. и приближаясь к показателям плотности губчатой ткани из криминальных захоронений. Значения для бедренной кости очень низкие (–722/–771) и могут быть соотнесены лишь со значениями для болотных мумий Скандинавии. Объяснение этому феномену вероятно может быть найдено в постоянном нахождении во влажной среде в процессе диагенеза и влиянии воды на плотность костных структур. Для оценки потери плотности костной ткани при потере избыточной влаги и изменении среды нахождения сравнивались показатели плотности на первом и втором этапах исследования. Изменения плотности при сушке составило 357–366 ед. Н. в компактной ткани бедренной кости и самой плотной части височной, и 391–50 ед. Н. губчатой ткани височной и бедренной кости соответственно. Изменения в своде черепа составили 531 ед. Н. у компактного вещества и 510 — губчатого. Практически не выявлено различий в твердости эмали зубов как в «сухом», так и в «мокро» состоянии и увеличение плотности дентина зубов и внутреннего уха. Зубы, продемонстрировавшие высокие показатели плотности, могут быть соотнесены с известными

показателями для мумифицированных останков из сухой и жаркой среды, а также скелетов криминальных захоронений. Действительно, при дальнейшем проведении генетического анализа специалистами Медико-биологических исследований управления организации экспертно-криминалистической деятельности Главного управления криминалистики (Криминалистического центра) Следственного комитета Российской Федерации, выделение ДНК стало возможным исключительно из зубов погребенного. А пирамида височной кости является наиболее сохранным элементом скелета не только в неблагоприятных условиях, но и при высокотемпературных кремациях и традиционно используется для выделения древней ДНК при исследовании палеоантропологических материалов.

Возможность диагностики прижизненных и посмертных повреждений, скорость, неинвазивность ставят посмертную КТ на первое место при исследовании не только тел погибших, традиционных для судебной медицины, но и сложных объектов, содержащих скелетированные останки людей. Обоснованием для применения КТ может стать плохая сохранность костной ткани, невозможность нарушить целостность объекта или наличие дополнительных, неотделимых от скелета веществ и материалов.

В случае с останками генерала Гюдена сложность при сканировании и последующей визуализации скелета представляло присутствие грунта, неотделимого от остатков костей. Так как это была суглинистая плотная почва, то она создавала помехи при исследовании. Обнаружить следы вскрытия грудной клетки (как и присутствие следов использования медицинских инструментов) ввиду плохой сохранности кости не представлялось возможным. Полиморфная взрывная травма, затронувшая левую конечность и переднюю поверхность тела генерала, повредив правую ногу и руки, предполагала обнаружить осколки боевого снаряжения, послужившего причиной смертельного ранения. Их отсутствие может быть связано с надлежащим образом оказанной медицинской помощью сразу после травмы. Также согласно принятой методике раскопок костных останков передняя поверхность тела была зачищена от грунта, но предварительное перед расчисткой обследование с помощью металлодетектора также не дало результатов. Отсутствие мелких осколков таким образом может быть обусловлено и процессом деструкции металла (чугун) в почвенном заполнении могилы, достаточно насыщенном водой. Вода в погребении, по всей вероятности, послужила и причиной исключительной хрупкости губчатой ткани скелета, обнаруживая значения плотности, характерные для мумифицированных останков из болот, и сниженные значения плотности для компактной и зубной ткани. Динамика изменения плотности костной ткани в процессе естественного высыхания отлична в разных

Таблица 2

Показатели компьютерно-томографической денситометрии в ед. Хаунсфилда (ед. Н.) скелета генерала Гюдена в состоянии насыщения водой (1-й этап исследования), сухих останков (2-й этап исследования)

Table 2

HU values of general Gudín's wet remains (1st stage of study), dry remains (2nd stage of study)

Ткань	Плотность, ед. Н.			
	череп	височная кость	бедренная кость	зубы
1-й этап исследования (мокрая кость)				
Компактная ткань	863	1164	1389	—
Губчатая ткань	702	605	-722	—
Улитка (Cohlea)	—	1786	—	—
Эмаль	—	—	—	2089
Дентин	—	—	—	1737
2-й этап исследования (сухая кость)				
Компактная ткань	332	807	1755	—
Губчатая ткань	192	214	-771	—
Улитка (Cohlea)	—	1832	—	—
Эмаль	—	—	—	2083
Дентин	—	—	—	1892

частях скелета. Как губчатое, так и компактное вещество на 150 ед. Н. оказались менее плотными, чем аналогичные ткани более плотной височной кости и бедра. Это может быть обусловлено тем фактом, что монолит черепа после его выемки из погребения был дополнительно увлажнен и содержался в подобном состоянии на протяжении 10 дней, пока происходила транспортировка тела из города Смоленска, первичные обследования. Это было сделано намеренно, чтобы избежать превращения почвы в неотделимую от костей глиняную твердую массу. Разбор монолита происходил также с использованием воды, которая скапливалась в черепной коробке, проникая сквозь грунт. Таким образом, стоит исключить повторное намокание костных останков после изъятия их из захоронения.

Заключение. Посмертная КТ в случае генерала Гюдена явилась доказательным и иллюстративным дополнением традиционного аутопсийного исследования и стала способом максимально неинвазивного изучения скелетированного материала в плохой сохранности. Особенности тела стало отсутствие

лицевого скелета, присутствие деградированного жировоска и неудовлетворительная сохранность костной ткани, что может быть обусловлено проникновением воды и воздуха в погребальную яму. Наглядные КТ-изображения помогли в фиксации полного объема положения тела при захоронении, костной травмы, посмертных манипуляций.

Фиксация данных, полученных при КТ-исследовании останков тела, на электронном носителе, дает возможность многократных пересмотров «первоначальных данных», зафиксированных до расчистки и аутопсийного исследования, что при возникновении дополнительных вопросов позволит их разрешить, не прибегая к повторному исследованию. А в случае нахождения останков с визуально определяемой ненадлежащей сохранностью костной ткани, определение показателей компьютерно-томографической денситометрии может служить предварительным способом отбора наиболее подходящих образцов для проведения последующего генетического профилирования, а также определения тактики дальнейших идентификационных исследований.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Thali M.J., Jackowski C., Oesterhelweg L., Ross S.G., Dirnhofer R. VIRTOP-SY — The Swiss virtual autopsy approach // *Legal Medicine*. 2007. Vol. 9. Issue 2. P. 100–104. <https://doi.org/10.1016/j.legalmed.2006.11.011>.
2. Клевно В.А., Чумакова Ю.В., Павлик Д.П., Дуброва С.Э. Возможности виртуальной аутопсии при огнестрельной травме // *Судебная медицина*. 2019. Т. 5, № 1с. С. 33–38. <https://dx.doi.org/10.19048/2411-8729-2019-5-1> [Klevno V.A., Chumakova Yu.V., Pavlik D.P., Dubrova S.E. Facilities of virtual autopsy on case of gunshot trauma. *Forensic medicine*, 2019, Vol. 5, No. 1s, pp. 33–38 (In Russ.)].
3. Клевно В.А., Чумакова Ю.В., Курдюков Ф.Н., Дуброва С.Э., Ефременков Н.В., Земур М.А. Возможности посмертной компьютерной томографии (виртуальной аутопсии) в случае смерти от механической асфиксии // *Судебная медицина*. 2018. Т. 4, № 4. С. 22–26. <https://doi.org/10.19048/2411-8729-2018-4-4-22-26> [Klevno V.A., Chumakova Yu.V., Kurdyukov F.N., Dubrova S.E., Efremenkov N.V., Zemur M.A. Facilities of postmortem computer tomography (virtual autopsy) in case of death due to mechanical asphyxia. *Forensic medicine*, 2019, Vol. 4, No. 4, pp. 22–26 (In Russ.)].
4. 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. Т. 5, № 1с. С. 57. <https://doi.org/10.19048/2411-8729-2019-5-1-s>. [Rusakova T.V., Kislov M.A., Lysenko O.V., Dubrova S.E. Virtual autopsy as valuable assistance in building the algorithm of study the children corpses. *Forensic medicine*, 2019, Vol. 5, No. 1s, p. 56 (In Russ.)].
5. Жулин С.А., Велибеков Ю.З. Применение посмертной компьютерной томографии (виртуальной аутопсии) в случае смерти от взрывной травмы // *Судебная медицина*. 2019. Т. 5, № 1с. С. 56. <https://doi.org/10.19048/2411->

- 8729-2019-5-1-s [Zhulin S.A., Velibekov Yu.Z. Application of postmortem computer tomography (virtual autopsy) in cases of blast trauma. *Forensic medicine*, 2019, Vol. 5, No. 1s, p. 56 (In Russ.).]
6. Lewin P.K., Harwood-Nash D.C. Computerized axial tomography in medical archaeology // *Palaeopathology newsletter*. 1977. No. 17. P. 8–9.
7. Harwood-Nash D.C. Computed tomography of ancient Egyptian mummies // *Journal of computer assisted tomography*. 1979. Vol. 3 (6). P. 768–773.
8. Villa C., Lynnerup N. Hounsfield units ranges in CT-scans of bog bodies and mummies // *Antropologischer Anzeiger*. 2012. Vol. 69, No. 2. P. 127–145. <https://doi.org/10.1127/0003-5548/2012/0139>.
9. Анохина Е.А., Малых С.Е., Потрахов Н.Н., Медникова М.Б. Комплексное междисциплинарное исследование глиняного гроба с мумией из собрания ГМИИ имени А.С.Пушкина // *Краткие сообщения Института археологии*. 2020. Вып. 259. С. 411–424. <https://doi.org/10.25681/IARAS.0130-2620.259.411-424411> [Anokhina E.A., Malykh S.E., Potrakhov N.N., Mednikova M.B. Comprehensive interdisciplinary research of the clay coffin with a mummy from the collection of the Pushkin State Museum of Fine Arts. *Brief reports of the Institute of Archeology*, 2020, Vol. 259, pp. 411–424 (In Russ.).]
10. Яцишина Е.Б., Ковальчук М.В., Лошак М.Д., Васильев С.В., Васильева О.А., Дюжева О.П., Пожидаяев В.М., Ушаков В.Л. Междисциплинарные исследования египетских мумий из коллекции Государственного музея изобразительных искусств им. А.С. Пушкина в Национальном исследовательском центре «Курчатовский институт» // *Кристаллография*. 2018. Т. 63, № 3. С. 479–490. <https://doi.org/10.7868/S0023476118030207> [Yatsinshina E.B., Kovalchuk M.V., Loshak M.D., Vasilyev S.V., Vasilyeva O.A., Djuzheva O.P., Pozhidaev V.M., Ushakov V.L. Interdisciplinary study of Egyptian mummies from the collection of The Pushkin State Museum of Fine Arts in the National Research Center 'Kurchatov Institute'. *Kristallography*, 2018, Vol. 63, No. 3, pp. 479–490 (In Russ.).]
11. Летягин А.Ю., Полосьмак Н.В., Савелов А.А., Королев М.А., Летягина Е.А. Высокопольная магнитно-резонансная томография тканей суставов и конечностей мумии женщины из могильника Ак-Алаха-3 урочища Укок // *Сибирский научный медицинский журнал*. 2018. Т. 38, № 4. С. 11–20. <https://doi.org/10.15372/SSMJ20180402> [Letyagin A.Yu., Polos'mak N.V., Savelov A.A., Korolev M.A., Letyagina E.A. High field MRI of joints and limbs' tissue of the woman's mummy from burial Ak-Alakha-3 on the Ukok plateau. *Siberian scientific medical journal*, 2018, Vol. 38, No. 4, pp. 11–20 (In Russ.).]
12. Zhang K., Luo Y-z., Fan F., Zheng J-q., Yang M., Li T., Pang T., Zhang J., Deng Z-h. Stature estimation from sternum length using computed tomography–volume rendering technique images of western Chinese // *Journal of Forensic and Legal Medicine*. 2015. Vol. 35. P. 40–44. <https://doi.org/10.1016/j.jflm.2015.07.003>.
13. Карапетян М.К. Толщина свода черепа. Часть 2: материалы к характеристике арктических и сибирских монголоидов (результаты исследования компьютерных томограмм) // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология. 2019. № 2. С. 40–50. <https://doi.org/10.32521/2074-8132.2019.2.040-050> [Karapetian M.K. Studying cranial vault thickness. Part 2: New data on Arctic and Siberian groups (based on computed tomography scan analysis). *Moscow University Anthropology Bulletin (Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seria XXIII. Antropologia)*, 2019, No. 2, pp. 40–50 (In Russ.).]
14. Mokrane F.Z., Colleter R., Duchesne S., Gerard P., Savall F., Crubezy E., Guilbeau-Frugier C., Moreno R., Sewonu A., Rousseau H., Telmon N., Dedouit F. Old hearts for modern investigations: CT and MR for archaeological human hearts remains // *Forensic Science International*. 2016. Vol. 268. P. 14–24. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2016.08.035>.
15. Anderson T., Fell C. Analysis of roman cremation vessels by computerized tomography // *Journal of Archaeological Science*. 1995. Vol. 22 (5). P. 609–617. [https://doi.org/10.1016/S0305-4403\(95\)80146-4](https://doi.org/10.1016/S0305-4403(95)80146-4).
16. Cavka M., Petaros A., Reiter G., Nilles-Vallespin S., Speier P., Brkljacic B., Gudliemi G., Kalafatic H. MR ultrashort echo time sequence of cremated remains in ancient urns // *Journal of Forensic Radiology and Imaging*. 2015. Vol. 3(2). P. 117–119. <https://doi.org/10.1016/j.jofri.2015.03.004>.
17. Gastelum-Strozzi A., Peláez-Ballestas I., Cue Castro A., Rodríguez P., Dena E., López Trujano R., Punzo-Díaz J.L. Non-invasive morphological studies of a tomographic dataset of Funerary Urns from the Middle Balsas region in Michoacán, Mexico // *Journal of Archaeological Science: Reports*. 2019. Vol. 28. 102053. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2019.102053>.
18. Хохлов А.Н. Загадка могилы генерала Гудина // Вестник «Воронцово поле». 2019. № 4. С. 96–101. [Khohlov A.N. The puzzle of General Gudin tomb. *Herald «Vorontsovo pole»*, 2019, No. 4, pp. 96–101 (In Russ.).]
19. *Biographie universelle, ancienne et moderne*. Supplement. Vol. 66. Paris: L.-G. Michaud, 1839. 604 p.

Поступила в редакцию/Received by the Editor: 19.07.2020 г.

Авторский вклад в подготовку статьи:

Вклад в концепцию и план исследования — Т.Ю.Шведчикова, В.А.Спиридонов, С.Э.Дуброва. Вклад в анализ данных и выводы — Т.Ю.Шведчикова, С.Э.Дуброва. Вклад в подготовку рукописи — Т.Ю.Шведчикова, С.Э.Дуброва.

Сведения об авторах:

Шведчикова Татьяна Юрьевна — кандидат исторических наук, научный сотрудник группы физической антропологии отдела теории и методики Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт археологии Российской академии наук»; 117292, Москва, ул. Дм. Ульянова, д. 19; e-mail: ShvedchikovaTU@iaran.ru; ORCID: 0000-0002-0882-654X; SPIN-код: 1544-4788;

Дуброва Софья Эриковна — кандидат медицинских наук, ассистент кафедры лучевой диагностики Государственного учреждения здравоохранения Московской области «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф.Владимирского»; 129110, г. Москва, ул. Щепкина, д. 61/2; e-mail: dubrova.sofya@gmail.com; ORCID: 0000-0001-8809-1629; SPIN-код: 5012-9847;

Спиридонов Валерий Александрович — доктор медицинских наук, руководитель отдела судебно-медицинских исследований Главного управления криминалистики Следственного комитета Российской Федерации; 119311, Москва, ул. Строителей, д. 8, корп. 2; заведующий кафедрой судебной медицины Федерального государственного бюджетного учреждения высшего образования «Казанский государственный медицинский университет»; 420012, г. Казань, ул. Бутлерова, д. 49; e-mail: vaspriidonov@yahoo.com; ORCID: 0000-0003-4004-8482.