

doi: 10.17116/sudmed20155864-13

## Смерть Ясира Арафата: молекулярно-генетическая аутентификация останков как необходимое условие оценки медицинских гипотез причины смерти

К.м.н. Е.Ю. ЗЕМСКОВА<sup>1</sup>, к.м.н. Ю.Е. КВАЧЕВА<sup>1,2</sup>, д.м.н. А.В. КОВАЛЕВ<sup>1</sup>, д.б.н., проф. П.Л. ИВАНОВ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБУ «Российский центр судебно-медицинской экспертизы» (дир. — д.м.н. А.В. Ковалев) Минздрава России, Москва, Россия, 125284; <sup>2</sup>ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации — Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна» (ген. дир. — к.м.н. А.С. Самойлов) ФМБА России, Москва, Россия, 123182

### The death of Yasser Arafat: molecular-genetic authentication of the remains as an indispensable condition for the evaluation of the medical hypotheses of the cause of his death

E.YU. ZEMSKOVA, YU.E. KVACHEVA, A.V. KOVALEV, P.L. IVANOV

<sup>1</sup>Federal state budgetary institution «Russian Centre of Forensic Medical Expertise», Russian Ministry of Health, Moscow, Russia, 125284; <sup>2</sup>Federal state budgetary institution «State Research Centre of the Russian Federation — A.I. Burnazyana Federal Medical Biophysical Centre», Russian Federal Medico-Biological Agency, Moscow, Russia, 123182

Цель исследования — молекулярно-генетическая аутентификация останков как необходимое условие оценки медицинских гипотез причины смерти в 2004 г. бывшего палестинского лидера, первого Президента Палестинской национальной администрации и лауреата Нобелевской премии мира Ясира Арафата (Yasser Arafat). Исследовали обстоятельства заболевания и наступления смерти Ясира Арафата, медицинские документы, место захоронения в Рамалле (Ramallah), останки, личные вещи, находящиеся в резиденции Муката (Al Muqata'ah) в Рамалле. Молекулярно-генетическое исследование проводили для аутентификации, т.е. подтверждения подлинности принадлежности направленных в радиотоксикологические, химико-токсикологические и иные лаборатории фрагментов останков именно Ясиру Арафату. С этой целью в качестве референтных объектов получили контактные следы на предметах личного обихода. Совокупная вероятностная оценка установленного совпадения генотипических признаков аутосомной ДНК, ДНК Y-хромосомы и мтДНК составила не менее 99,(9)<sub>29</sub> 4% в пользу версии генетического тождества исследованных объектов. Именно эта величина (99,999999<...>9999999<sub>(29)</sub> 4%) характеризует вероятность того, что костные фрагменты, доставленные для проведения лабораторных исследований, действительно являются аутентичными останками Ясира Арафата.

*Ключевые слова:* Ясир Арафат, причина смерти, отравление, полоний-210, молекулярно-генетическая экспертиза, молекулярно-генетическая идентификация, типирование мтДНК, типирование ДНК Y-хромосомы и аутосомной ДНК, аутентичность останков.

The objective of the present study was the molecular-genetic authentication of the remains as an indispensable condition for the evaluation of the medical hypotheses of the cause of death in 2004 of Yasser Arafat, the former Palestinian leader and the first president of the Palestinian National Administration, the Nobel Peace Prize laureate. We carried out molecular-genetic investigations aimed at establishing the circumstances and cause of the death of Yasser Arafat including the analysis of the relevant medical documentation, the examination of the burial place at Ramallah, remains, and personal belongings stored in his Al Muqata'ah residence at Ramallah. The objective of the present molecular-genetic investigations was to confirm the authenticity of the fragments of Yasser Arafat's remains available for radio-toxicological, chemical toxicological, and other laboratory studies. The reference objects were the contact traces left on the personal belongings by their owner. The aggregate probabilistic estimate of the coincidence of genotype traits of autosomal DNA, Y-chromosomal DNA, and mtDNA was at least 99,(9)<sub>29</sub> 4% which gives evidence of the genetic identity of the objects of study. It is this value (99.999999 <...> 9999999(29) 4%) that characterizes the probability that the bone fragments provided for the laboratory studies are actually authentic remains of Yasser Arafat.

*Keywords:* Yasser Arafat, the cause of death, intoxication, polonium-210, molecular-genetic expertise, molecular-genetic identification, mtDNA typing, typing of Y-chromosomal DNA and autosomal DNA, authenticity of remains.

В конце 2012 г. в связи с новым всплеском общественного и профессионального внимания к обстоятельствам наступления смерти в 2004 г. бывшего палестинского лидера, первого Президента Палестинской национальной администрации (ПНА) и лауреата Нобелевской премии мира Ясира Арафата (Yasser Arafat; 24.08.1929,

Каир — 11.11.2004, Париж), руководство ПНА приняло решение об эксгумации его останков для проведения комплексного (судебно-медицинского, радиотоксикологического и химико-токсикологического) исследования, призванного дать окончательный ответ на вопрос о причине его смерти.

Утром, на рассвете 27 ноября 2012 г., в Мавзолее Ясира Арафата в Рамалле (Ramallah) (ПНА) международная экспертная комиссия в составе российских, французских, швейцарских и палестинских специалистов произвела эксгумацию и исследование останков Ясира Арафата. (От российской стороны в эксгумации и исследовании останков непосредственно в Мавзолее принимали участие д.м.н. А.В. Ковалев, специалисты ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации — Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна» ФМБА России к.м.н. Ю.Е. Квачева и к.т.н. В.Н. Яценко).

В ходе эксгумации были исследованы само место погребения и останки покойного, а также изъяты биологические и небиологические объекты, предназначенные для проведения судебно-медицинского, радиотоксикологического и судебно-химического (химико-токсикологического) исследований.

Параллельно с лабораторными исследованиями было принято решение назначить еще одно — *судебно-генетическое* экспертное исследование эксгумированных останков Ясира Арафата.

По просьбе палестинской стороны и по поручению МИД России данное исследование выполнено нами в ФГБУ «Российский центр судебно-медицинской экспертизы» Минздрава России.

Сам факт назначения судебно-генетического исследования в данном случае весьма примечателен и заслуживает отдельного обсуждения. Суть в следующем. По своему предназначению молекулярно-генетическое исследование является идентификационным. Значит ли это, что в данном случае речь идет об идентификации останков Ясира Арафата? Если да, то зачем это было нужно? Разве могут быть у кого-то сомнения по поводу того, кто именно захоронен в охраняемом почетным караулом Мавзолее в административной столице Государства Палестина?

Ответ, разумеется, отрицательный.

В данном случае задача состояла не в том, чтобы установить, чьи останки захоронены в Мавзолее Первого главы ПНА в Рамалле. Смысл заключался в другом.

Данное исследование было назначено для *аутентификации*, т.е. для подтверждения принадлежности направляемых в радиотоксикологические, химико-токсикологические и иные лаборатории фрагментов останков именно Ясиру Арафату. На юридическом языке это означает, что молекулярно-генетическое исследование назначено с целью гарантировать соблюдение принципа относимости доказательств (в данном случае результатов, которые планировалось получить в ходе указанных лабораторных исследований) безоговорочно к останкам Ясира Арафата.

Таким образом, в данном случае это наглядный пример расширения функционала и по существу «смены парадигмы» молекулярно-генетического исследования.

Статья посвящена этому новому аспекту судебно-генетического экспертного исследования. Это прежде всего тот методический подход, в контексте которого молекулярно-генетический анализ эксгумированных останков Ясира Арафата призван выполнять функцию надзорно-контрольного теста для достижения максимального доказательственного значения результатов всех остальных целевых лабораторных исследований. Этот, на первый взгляд неуместный, тест явился необходимым условием для последующего объективного рассмотрения всех существующих медицинских гипотез и оценки результатов проведенных в настоящий момент исследований пред-

ставленных медицинских документов и лабораторных экспертиз с целью установления истинной причины смерти Ясира Арафата.

В статье приведены детали погребения, методики исследования места захоронения, костных останков и забора биологических образцов лишь в той части, которая имеет значение для проведения дальнейших судебно-генетических исследований, тем более что такие работы (в том числе и наши) уже публиковались [1–3]. Тем не менее считаем необходимым оптимально подробно осветить предшествующие этапы, поскольку только комплексная оценка всей медицинской ситуации позволит прийти к достоверному окончательному выводу о причине смерти. В статье сделан дополнительный акцент на работе с контактными следами, поскольку по этому вопросу пока накоплен существенно меньший опыт.

#### **Анамнез и клиническая картина заболевания**

Из отчета специальной медицинской комиссии, представленного 28 августа 2012 г. ежегодному собранию Организации «Ясир Арафат» в Каире, краткого медицинского заключения сопровождающего (личного) врача Ясира Арафата доктора Омара Дака (Omar Daka) от 29 ноября 2004 г.; истории болезни (отчет палестинских врачей) за период наблюдения и лечения с 12 по 29 октября 2004 г.; историй болезни из военного госпиталя Перси в Кламаре (Percy de Clamart) в пригороде Парижа за период наблюдения и лечения с 29 октября по 3 ноября и с 3 по 11 ноября 2004 г.; отчета отдела токсикологии Института криминалистики Центра технического обеспечения Национальной жандармерии Французской Республики от 5 ноября 2004 г. известно следующее [4].

Ясир Арафат, возраст которого на момент рассматриваемых событий составлял 75 лет, не страдал гипертонической болезнью, сахарным диабетом, болезнями сердца, сосудов, почек, дыхательной системы и пр. Он не курил, не принимал алкоголя, наркотиков и психостимулирующих средств, например кофе и пр. В авиакатастрофе в Ливии 7 апреля 1992 г. он получил закрытую черепно-мозговую травму с последующим развитием хронической субдуральной гематомы, по поводу которой был прооперирован в Иордании. Гематому удалили посредством наложения фрезевых отверстий спустя 6 мес, что подтверждается результатами исследования эксгумированных 27 ноября 2012 г. останков. У пациента наблюдались витилиго, стабилизированный эссенциальный тремор, гастрит (*Helicobacter pylori*), «щелевая» грыжа с эзофагитом. У брата и сестры покойного был рак ободочной кишки.

11 октября 2004 г., около 11.30 вечера, спустя 2 ч после приема пищи в собственной резиденции Муката (Al Muqata'ah) в Рамалле, первый Президент Палестины Ясир Арафат пожаловался на тошноту и двукратную рвоту (рвотные массы желтоватого цвета с частицами пищи) без болей в эпигастральной области и грудной клетке, после чего не предъявлял никаких жалоб; осмотрен утром следующего дня. 15 октября (1-й день Рамадана) больной настоял на своем желании поститься несмотря на настоящие рекомендации палестинских и египетских врачей воздержаться от поста (строгий пост соблюдал на протяжении всего периода болезни: в течение светового дня не принимал никаких жидкостей и пищи).

С 18 октября появились признаки гемоконцентрации (содержание гемоглобина до 18,8 г/л) и тромбоцитопении (тромбоциты  $72 \cdot 10^9$ /л), которые сохранялись вплоть до

29 октября (27 октября — гемоглобин 18,8 г/л, 28 октября — тромбоциты  $26 \cdot 10^9$ /л).

В целом можно констатировать, что у пациента развились острый гастроинтестинальный синдром, сопровождающийся тошнотой, рвотой, болями в области живота и водянистой диареей; нарушение свертывающей системы крови, гемоконцентрация, тромбоцитопения. Признаков системного воспаления и миелосупрессии не было. К 28 октября состояние здоровья резко ухудшилось. Консилиум в составе палестинских, египетских, иорданских и тунисских врачей принял решение о необходимости перевода пациента в другое медицинское учреждение.

В 07.00 утра 29 октября Ясир Арафат был доставлен вертолетом из Рамаллы в Амман, а затем самолетом в Париж.

За период наблюдения и лечения в гематологическом отделении и отделении интенсивной терапии госпиталя Перси у больного наблюдалось развитие следующего комплекса симптомов и синдромов: гиперлейкоцитоз (лейкоциты  $39 \cdot 10^9$ /л) без выраженного сдвига лейкоцитарной формулы; энтероколит воспалительной природы; ДВС-синдром тяжелой степени; костно-мозговой гемофагоцитоз без признаков истинного синдрома системной макрофагальной активации; прогрессирующее снижение количества гемоглобина без стигматов гемолиза; гипербилирубинемия — от 76 до 218 мкмоль/л (за счет конъюгированного билирубина), умеренное повышение содержания аммиака в крови до 80—200 мкмоль/л ( $N < 50$ ); неврологическая кома. Состояние 75-летнего больного продолжало прогрессивно ухудшаться на фоне развития острой почечной недостаточности, нарастания холестатической желтухи и неврологической комы.

3 ноября Ясир Арафат был переведен в отделение интенсивной терапии, но, несмотря на усилия врачей, 11 ноября 2004 г. в 03.30 утра по центральноевропейскому времени (05.30 MSK), через 30 дней после появления первых симптомов заболевания, скончался от обширного геморрагического инсульта с вклиниванием стволовых отделов головного мозга в большое (затылочное) отверстие. (Проведенная 9 ноября МРТ головного мозга выявила острые геморрагические интрааксиальные повреждения мозжечка справа, червя мозжечка, ствола мозга и таламуса в сочетании с кровоизлиянием в желудочки мозга, субарахноидальным кровоизлиянием и «исчезновением» цистерн основания головного мозга).

Непосредственно после смерти Ясира Арафата экспертные исследования: судебно-медицинское вскрытие, гистологическое и токсикологическое исследования биологических образцов от трупа не проводили. В связи с тем, что тело не подверглось вскрытию, окончательный медицинский диагноз заболевания не был установлен. Каких-либо явных симптомов инфекции, сердечно-сосудистого, аутоиммунного или онкологического заболевания не отмечено. Лечение пациента имело исключительно симптоматический характер. В результате заболевание Ясира Арафата было охарактеризовано как патология неясной этиологии. В окончательном заключении медицинского отчета госпиталя Перси отмечено, что по итогам консультации с широким кругом экспертов различных специальностей и результатам проведенных исследований не представилось возможным указать конкретную нозологическую единицу, объясняющую перечисленные синдромы [4].

Все это породило множество версий.

Специальная медицинская комиссия в своем отчете, представленном ежегодному собранию Организации «Ясир Арафат» в Каире, пришла к выводу, что болезненное состояние Ясира Арафата, приведшее к его скорой смерти, не было вызвано какой-либо известной медицине болезнью, а явилось следствием того, что он подвергся воздействию отравляющего вещества, не изученного или не выявленного в ходе обследований [4]. При жизни Ясира Арафата версия отравления не была независимо подтверждена какими-либо химико-токсикологическими исследованиями.

Эта версия вновь стала актуальной в начале 2012 г. после того, как специалисты Института радиопизики в Лозанне по просьбе журналистов телеканала Аль-Джазира (Al Jazeera) и членов семьи экс-президента исследовали предоставленный в их распоряжение несессер с находившимися в нем объектами (предметы спортивной одежды и нижнего белья с пятнами пота, крови и мочи; шапка с обнаруженными на ней волосами; зубная щетка; таблетки, капсулы, различные бутылки и флаги). В следах биологических выделений на личных вещах, которыми, со слов вдовы Сухи Арафат (Suha Arafat), покойный политик пользовался непосредственно перед смертью, швейцарские эксперты установили повышенный по сравнению с нормой уровень радиоактивного изотопа полония-210 ( $^{210}\text{Po}$ ). На этом основании наблюдавшаяся у Ясира Арафата клиническая симптоматика, в частности тошнота, рвота, упадок сил, диарея, анорексия, недостаточность функции печени и почек, была расценена как *вероятная* симптоматика радиоактивного отравления  $^{210}\text{Po}$  [5—10].

В связи с озвученной швейцарскими радиопизиками «полониевой» версией причины смерти бывшего палестинского лидера по иску вдовы, обвинившей неизвестных лиц в убийстве своего супруга, 13 ноября 2012 г. прокуратура Французской Республики объявила о начале официального расследования. Это явилось поводом к проведению эксгумации его останков 27 ноября 2012 г. и последующему назначению судебно-медицинского, радиотоксикологического и судебно-химического (химикотоксикологического) исследований, которые были независимо друг от друга выполнены в судебно-экспертных учреждениях Швейцарии, Франции и России [7, 10—12].

Согласно опубликованным в открытом доступе результатам швейцарских специалистов, проведенный ими генетический анализ подтвердил, что представленные им личные вещи (из несессера) и человеческие останки, извлеченные из места погребения в Рамалле, принадлежали Ясиру Арафату [7, 10]. Результаты химико-токсикологического исследования показали наличие только лекарственных препаратов, назначавшихся Ясиру Арафату по медицинским показаниям, и их метаболитов. По итогам радиотоксикологических исследований в изъятых при эксгумации образцах ребер, гребня подвздошной кости и грудины выявили существенно повышенную (до 18—36 раз по сравнению с описанными в литературе референтными значениями) активность изотопа  $^{210}\text{Po}$ . Одновременно была установлена повышенная (в пределах тех же значений) активность другого радионуклида — свинца-210 ( $^{210}\text{Pb}$ ) при нормальном содержании стабильных (нерадиоактивных) изотопов свинца [7, 10].

Эти результаты совпадают с данными российских специалистов, также обнаруживших в исследованных биологических образцах повышенные от 10 до 100 раз активности радионуклидов  $^{210}\text{Po}$  и  $^{210}\text{Pb}$  [11], однако их ин-

терпретация и трактовка клинико-лабораторных данных истории болезни Ясира Арафата оказались принципиально различными.

По мнению швейцарских специалистов, применивших подход Байеса для расчета вероятности события отравления  $^{210}\text{Po}$ , эти находки в совокупности с перечисленными ранее клиническими симптомами, *гипотетически* расценены в качестве патогномичных для полониевой интоксикации, умеренно (в пределах разумного) поддерживают гипотезу смерти Ясира Арафата от отравления полонием-210 (les résultats soutiennent raisonnablement la proposition selon laquelle la mort est la conséquence d'un empoisonnement au polonium-210 — так в оригинале доклада. Прим. авторов данной статьи) [10]. Швейцарские специалисты придерживаются точки зрения, что наличие в останках покойного радиоактивного изотопа  $^{210}\text{Pb}$  обусловлено технологической примесью  $^{210}\text{Pb}$ , присутствовавшей изначально в полониевом «токсиканте» (уточняющее примечание авторов данной статьи). Подобная примесь в соответствии с итоговым отчетом была идентифицирована ими в приобретенном специально для «проверочных» целей коммерческом источнике  $^{210}\text{Po}$  активностью 3 МБк [7].

В этой связи авторы настоящей статьи хотели бы внести следующую ремарку.

Находящийся в естественных природных условиях радиоактивный изотоп  $^{210}\text{Pb}$  (период полураспада 22,3 года) является дочерним продуктом распада природного урана-238 ( $^{238}\text{U}$ , период полураспада  $4,5 \cdot 10^9$  лет). Попадая в организм человека, данный радионуклид ( $^{210}\text{Pb}$ ) вследствие своей остеотропности накапливается преимущественно в компактном веществе костей скелета и становится одним из источников появления в организме радиоактивного изотопа  $^{210}\text{Po}$  (период полураспада 138,3 сут). Последний в свою очередь превращается в стабильный (нерадиоактивный) изотоп  $^{206}\text{Pb}$ , представляющий собой финальную «точку» указанной цепочки естественного распада природного урана (рис. 1, на цв. вклейке). Наличие зарегистрированного состояния радиоактивного равновесия между  $^{210}\text{Pb}$  и  $^{210}\text{Po}$  (состояние, при котором за единицу времени происходит распад одинакового числа атомов двух перечисленных радионуклидов) указывает, таким образом, на ситуацию, при которой конечный этап цепочки распада урана-238 — превращение радионуклида  $^{210}\text{Pb}$  (долгоживущего) в радионуклид  $^{210}\text{Po}$  (короткоживущий) — проходит в организме (прижизненно) или останках (посмертно).

В этой связи российские специалисты из ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации — Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна» ФМБА России на основе обобщения результатов комплексных физических и медицинских исследований, принимая во внимание отсутствие в представленных медицинских документах объективных данных, свидетельствующих о наличии симптомов острой лучевой болезни, а также учитывая результаты проведенных измерений содержания  $^{210}\text{Pb}$  и  $^{210}\text{Po}$  в пробах биологических объектов и оценки дозовых нагрузок, исключили прямую причинную связь наличия повышенного содержания указанных радионуклидов в останках покойного с наступлением его смерти [11].

Французские специалисты наравне с российскими экспертами отвергли версию о том, что Арафат был отравлен  $^{210}\text{Po}$ , на основании чего 21 июля 2015 г. прокуратура

парижского пригорода Нантер (Nanterre) потребовала закрыть дело о предполагаемом убийстве бывшего палестинского лидера «из-за отсутствия состава преступления».

Обсуждение других медицинских гипотез причины смерти Ясира Арафата выходит за рамки настоящего сообщения, однако необходимо отметить следующее.

Специалистами ФГБУ «Российский центр судебно-медицинской экспертизы» Минздрава России д.фарм.н., проф. Е.М. Саломатиным, д.х.н. С.А. Савчуком, д.м.н. А.В. Ковалевым и В.Е. Саломатиным было выполнено судебно-химическое и химико-токсикологическое исследование биологических и небиологических объектов из места захоронения, а также предметов личного обихода Ясира Арафата и медицинских документов. Заключение передано 3 ноября 2013 г. в Рамалле палестинской стороне. Результаты исследования будут опубликованы в дальнейшем [12].

### **Морфология захоронения, исследование останков в саркофаге, забор образцов для лабораторных исследований**

Самолет с телом Ясира Арафата приземлился в ночь с 11 на 12 ноября (пятница) 2004 г. в аэропорту Каира. Этому предшествовала торжественная траурная церемония с участием французских и палестинских руководителей, в ходе которой Ясиру Арафату были отданы последние воинские почести.

Гроб с телом Ясира Арафата сопровождали в Каир его вдова Суха Арафат, министр иностранных дел ПНА Навил Шаат (Nabil Shaath) и другие представители ближайшего окружения палестинского лидера.

В пятницу 12 ноября после торжественной траурной церемонии в Каире, где с покойным смогли проститься приглашенные представители иностранных государств, египетский военный вертолет доставил тело Ясира Арафата из Египта в Рамаллу. Его тело было временно захоронено в специальном мавзолее в резиденции Муката [13]. В своем завещании он написал, что хотел бы быть похороненным у мечети Аль-Акса (Al Aqsa Mosque) в Иерусалиме, но власти Израиля не дали на это разрешения. По этой причине в резиденцию Муката были привезены с территории у мечети Аль-Акса 10 мешков с землей, которая и была в дальнейшем помещена в могилу. Существующий в нынешнем виде мавзолей сооружен в 2007 г. Информация о каких-либо проведенных процедурах бальзамирования тела Ясира Арафата в представленных экспертах документах и открытых литературных источниках отсутствует, равно как и информация об особенностях омовения тела перед погребением.

27 ноября 2012 г. около 05.00 утра по местному времени началась официальная процедура эксгумации тела Ясира Арафата. В процедуре приняли участие духовенство, представители ПНА, приглашенные российские, швейцарские и французские специалисты, а также палестинские специалисты. Перед началом процедуры эксгумации российские, швейцарские и французские специалисты дали клятву на Библии в том, что они будут объективны и беспристрастны при проведении экспертных исследований.

После снятия надгробной плиты и каменных напольных плит был извлечен находящийся под ними насыпной гравий. Цементный саркофаг с телом покойного находился на глубине 240—405 см и представлял собой построенную по традициям мусульманского погребения могилу



Таблица 1. Среднемесячная температура и сумма осадков в Иерусалиме

Месяц	Среднемесячная температура, °С	Среднемесячная сумма осадков, мм
1	8,3	64
2	9,2	70
3	11,6	39
4	15,3	15
5	19,0	4
6	21,8	0
7	22,8	0
8	22,9	0
9	21,7	1
10	19,4	5
11	14,7	31
12	10,0	45

Примечание. Индекс станции 40184; широта — 31,78° с.ш.; долгота — 35,22° в.д.; высота над уровнем моря 809 м. Период осреднения 1961—1990 гг.

(погребальная камера) в естественном грунте (рис. 2, на цв. вклейке) [14].

Для понимания морфологии захоронения, представляющей интерес с судебно-медицинской точки зрения, следует остановиться на географических и климатических характеристиках местности, где был погребен в 2004 г. Ясир Арафат и где спустя 8 лет осуществлена эксгумация его тела.

Рамалла — административная столица Государства Палестина, располагается в гористой местности (старые горы) в центральной части западного берега реки Иордан, в 13 км к северу от Иерусалима, на высоте 872 м над уровнем моря, приблизительно в 70 км от побережья Средиземного моря. Климат средиземноморский. Среднемесячная температура колеблется от +8,3 °С (январь) до +22,9 °С (август). Среднемесячная сумма осадков составляет от 0 (июнь—август) до 70 мм (февраль). Наиболее сухие и жаркие месяцы — с мая по октябрь (табл. 1) [15].

Состояние могилы и самого тела было обусловлено рядом факторов: временем года, когда было осуществлено погребение (ноябрь); коротким сроком от момента наступления смерти до погребения (чуть более суток); глубиной нахождения саркофага в земле, его конструктивными особенностями, в частности герметичностью, типом и дренажными свойствами почвы; климатогеографической характеристикой местности, давностью захоронения и др.

Саркофаг — полый цементный склеп, имеющий форму правильного параллелепипеда; высота внутреннего пространства 70 см, на дне которого насыпан грунт из 10 мешков, доставленных в 2004 г. от мечети Аль-Акса. Максимальная высота засыпного грунта в месте расположения тела, насыпь покато спускается к боковым граням погребальной камеры. Сверху склеп герметично закрыт плотно прилегающими друг к другу относительно узкими цементными блоками высотой 10 см, скрепленными между собой строительным раствором, располагаются поперек длинника захоронения. Над блоками — утрамбованный слой насыпного грунта высотой 50 см (из тех же 10 мешков, доставленных в 2004 г. от мечети Аль-Акса). Слои насыпного грунта и насыпного щебня разделяются герметичной цементной стяжкой толщиной 10 см. Само

захоронение, как и почва внутри склепа, влажное. Грунт глинистой консистенции.

Исследование тела и места захоронения проводили при хорошем искусственном освещении. При вскрытии погребальной камеры каких-либо посторонних запахов, в том числе гнилостного, и запаха от образования жировоска (сапонификация) не ощущалось. Тело полностью лишено мягких тканей, на костях скелета отсутствовали надкостница, хрящи и связки. По традициям мусульманского погребения тело положено на правый бок, головой к Мекке. На черепе и в области шейных позвонков фрагменты савана отсутствуют. Единичные, небольших размеров, истлевшие темно-серые фрагменты савана располагаются в проекции костей посткраниального скелета. Лицо повернуто к правому плечу. В проекции затылочной области сохранились мягкие ткани в виде бесструктурной кашицеобразной массы, а также *небольшая прядь волос* средней длины. Правая верхняя конечность выпрямлена, левая согнута в локтевом суставе почти под прямым углом, при этом кости предплечья располагаются на грудных позвонках, а кости кисти — по правому краю туловища. Левая нижняя конечность выпрямлена и располагается поверх берцовых костей, согнута в коленном суставе под углом около 145° к правой конечности. Каких-либо сопутствующих аксессуаров в саркофаге не было. За счет силы тяжести скелет как бы погрузился в поверхностные слои насыпанного на дно влажного, глинистой консистенции грунта. По этой причине после проведенного совместного совещания международной экспертной комиссией и представителями палестинской стороны принято решение исследовать останки и осуществлять забор биологических образцов непосредственно в месте захоронения. Предварительно провели необходимые радиометрические исследования воздуха, грунта, стен склепа и останков.

Поверхность костей скелета буровато-сероватого цвета, во многих местах покрыта черным пастообразным налетом разрушенных бесструктурных мягких тканей. По периметру скелета и непосредственно под ним насыпной грунт пропитан веществом черного цвета (разрушенные мягкие ткани), четко выражена граница с более светлым коричневато-сероватым насыпным грунтом (см. рис. 2, на цв. вклейке). Все кости скелета относительно тяжелые, прочные, массивные, без макроскопических признаков диффузного остеопороза и посмертного «выветривания» наружной компактной пластинки. С торцов инструментального отделения визуализируется отсутствие в губчатом веществе плоских костей и костно-мозговом канале диафиза левой бедренной кости желтого костного мозга и признаков омывления. Компактное вещество диафиза левой бедренной кости с торца ее инструментального отделения влажное, имеет слегка (на небольших участках) блестящий вид и сероватый цвет, что свидетельствует о сохранении в нем органического компонента. На своде черепа — сквозные фрезевые отверстия с признаками формирования костной мозоли по краям (следы проведенной в 1992 г. трепанации черепа).

Расоводиагностические признаки строения черепа указывают на принадлежность тела представителю большой европеоидной расы. Полодиагностические признаки строения черепа и костей посткраниального скелета указывают на принадлежность тела мужчине. Возрастные дегенеративно-дистрофические изменения костей черепа, зубочелюстной системы и посткраниального скелета соответствуют таковым мужчине биологического возраста в

интервале 70—80 лет. Каких-либо иных изменений, в том числе посттравматических, врожденных аномалий развития, нет. Посмертное состояние остатков мягких тканей, костей скелета, эмали и дентина зубов, степень тления савана соответствуют условиям и давности захоронения.

Изыятые биологические и небιологические образцы (21) имели однотипную локализацию для всех трех экспертных групп, упакованы в стерильные, герметично закрывающиеся лабораторные полиэтиленовые пакеты и пластиковые емкости, должным образом маркированы, на них проставлены подписи экспертов. Подписаны протоколы передачи объектов трем экспертным группам.

Официальная процедура эксгумации завершена около 10.00 утра по местному времени. В полдень состоялись официальные траурные мероприятия по случаю повторного погребения тела Ясира Арафата. С соблюдением дипломатических процедур переданные в Рамалле российской стороне изъятые при эксгумации биологические и небιологические образцы доставлены в Москву и направлены для исследования специалистам ФГБУ «Российский центр судебно-медицинской экспертизы» Минздрава России и ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации — Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна» ФМБА России.

#### План молекулярно-генетического исследования

Молекулярно-генетическое экспертное исследование выполнялось в два этапа.

На *первом этапе* устанавливали генотипические признаки в изъятых в ходе эксгумации биологических объектах из захоронения Ясира Арафата, а именно: во фрагменте диафиза бедренной кости и зубе, которые предполагалось в дальнейшем направить на химико-токсикологическое и радиотоксикологическое исследования.

По окончании этого этапа для осуществления молекулярно-генетической верификации (подтверждения) принадлежности останков Ясиру Арафату возникла потребность в объектах сравнения (референтные объекты), которыми в подобных случаях могут выступать биологические образцы от родственников устанавливаемого лица или его собственные образцы [16]. В качестве последних предложено использовать так называемые контактные следы — латентные наложения биологического материала, образующиеся аэрозольным путем на поверхности различных объектов при громком разговоре, кашле или чиханье, а также при контакте тела человека с окружающими предметами. Подобные следы обычно присутствуют на предметах личного пользования.

На *втором этапе* экспертная комиссия в составе авторов этой статьи 14 апреля 2013 г. в резиденции Муката в Рамалле произвела осмотр, сортировку и выемку предметов, потенциально содержащих биологические следы, имеющие идентификационную значимость, из числа хранящихся там предметов и личных вещей, принадлежавших Ясиру Арафату.

Далее устанавливали генотипические признаки в латентных биологических следах, присутствующих на изъятых объектах, и проводили сравнительный анализ этих индивидуализирующих характеристик с теми, которые были определены на первом этапе работы в костных фрагментах, на предмет установления их тождества или различия.

#### Методики исследования

##### 1. Пробоподготовка

1.1. Для исследования предоставлен зуб — первый правый премоляр верхней челюсти (зуб I4). Масса зуба 0,981 г. На коронке зуба, в пришеечной области, локализуется пломба из амальгамы белого металла.

Зуб обрабатывали целиком: очищали с использованием раствора неионного детергента, промывали деионизованной водой и 70% раствором этилового спирта, высушивали при комнатной температуре и подвергали облучению УФ-светом в течение 30 мин. Далее зуб фрагментировали, извлекали пломбу и отделяли эмаль. Масса пломбы 0,088 г; масса эмали 0,129 г.

Измельчение твердых тканей зуба проводили с использованием гомогенизатора TissueLyser II (QIAGEN, Германия) в режиме 30 Гц/20 с. Получили костный порошок (масса 0,764 г). Из части порошка массой 0,382 г с помощью сорбентной технологии на роботизированной станции AutoMate Express DNA Extraction System («Applied Biosystems», США) экстрагировали ДНК.

1.2. Предоставлен *фрагмент диафиза бедренной кости* длиной 6 см и массой 30,83 г. Из этой кости сделали поперечный выпил толщиной около 7 мм для химико-токсикологического исследования. Оставшийся фрагмент бедренной кости очищали с использованием раствора неионного детергента, промывали деионизованной водой, высушивали при комнатной температуре и подвергали облучению УФ-светом в течение 30 мин. Костную ткань локально измельчали с помощью напильника круглого сечения. Для исследования использовали параллельно две порции полученного костного порошка по 0,2 г.

1.3. Предоставлены в качестве референтных объектов *предметы личного пользования и предметы одежды Ясира Арафата*. Для исследования отобрали следующее (**рис. 3, на цв. вклейке**):

- 1) зубные нити;
- 2) бритвенный станок;
- 3) зубная щетка;
- 4) кислородная маска;
- 5) моельный коврик;
- 6) тапочки матерчатые;
- 7) ингалятор;
- 8) ремешок от часов;
- 9) парадный мундир;
- 10) губка-мочалка для душа.

С указанными предметами провели подготовительные манипуляции с целью получения объектов для последующего экстрагирования ДНК, в том числе:

- от предметов №1 и №3 отделили рабочие части;
- с поверхности предметов №2, 4, 8, 7 и 9 сделали смывы дистиллированной водой с помощью ватного аппликатора;
- с предметов №5 и №6 сделали отпечатки на липкую ленту-скотч;
- из предметов №2 и №10 извлекли волосы и клетки кожного эпителия.

Полный перечень полученных для исследования объектов приведен в **табл. 2**.

##### 2. Экстрагирование ДНК

2.1. Экстрагирование суммарной клеточной ДНК из костного порошка проводили с применением сорбентной технологии, используя специализированный набор реагентов PrepFiler Express Forensic DNA Extraction Kit («Applied Biosystems», США), на роботизированной станции AutoMate Express DNA Extraction System («Applied Biosystems», США). Процедура лизиса составила 2 ч при

Таблица 2. Эффективная концентрация ДНК в референтных объектах

№ п	Объект исследования (препарат)	Эффективная концентрация ДНК, нг/мкл	
		аутосомная ДНК	ДНК Y-хромосомы
1	Зубные нити	3,335	4,629
2	Смывы с бритвы	0,009	0,042
2a	Волосы с бритвы	0,017	0,029
3	Зубная щетка	0,002	0,004
4	Смыв с кислородной маски	0,028	0,021
5	Скотч с коврика	13,725	33,519
6	Скотч с тапочек	0,623	0,859
7	Смыв с ингалятора	0,008	0,004
8	Смыв с ремешка от часов	0,029	0,037
9	Смыв с парадного мундира	0,125	0,174
10	Губка	0,017	0,016
10a	Волосы с губки	0,015	0,010
11	К.в. (отрицательный контроль)	Ниже порога детекции	

температуре 56 °С и затем еще 18 ч при температуре 37 °С. После экстрагирования ДНК два параллельно процессированных препарата объединили в один и сконцентрировали с использованием микроконцентратора Amicon Ultra-4 50 KD («Amicon», США).

2.2. Экстрагирование суммарной ДНК из латентных биологических следов, имеющих на референсных объектах (полученные смывы и отпечатки), и из иного полученного из референсных объектов биологического материала (см. п. 1.3) проводили с помощью сорбентных технологий в ручном и автоматизированном формате.

2.2.1. Фрагменты скотча (объекты №5 и №6) инкубировали 2 ч при температуре 56 °С в буфере PrepFiler BTA™ Lysis Buffer («Applied Biosystems», США) с добавлением додецилсульфата натрия и протеиназы К. Полученный лизат процессировали на роботизированной станции AutoMate Express DNA Extraction System («Applied Biosystems», США) с применением штатного набора реагентов PrepFiler Express Forensic DNA Extraction Kit («Applied Biosystems», США).

2.2.2. Остальные смывы и иные объекты процессировали в ручном формате с использованием специализированного набора реагентов EZ1 DNA Investigator Kit («QIAGEN GmbH», Германия).

Для мониторинга возможной контаминации при выделении ДНК в схему эксперимента в обязательном порядке включали соответствующий контроль (контроль выделения, К.в.).

Для обеспечения достоверности результата процедуру экстрагирования ДНК из исходных объектов проводили в двух повторах.

Полученные препараты использовали в качестве матричных препаратов ДНК для постановки полимеразной цепной реакции (ПЦР).

### 3. Генотипирование

3.1. Типирование полиморфных STR-локусов аутосомной ДНК и ДНК Y-хромосомы проводили с помощью ПЦР, с использованием энзиматической амплификации нескольких мультилокусных панелей:

— 17-локусной панели AmpFISTR® NGMSElect PCR Amplification Kit («Applied Biosystems», США): D10S1248, vWA, D16S539, D2S1338, D8S1179, D21S11, D18S51, D22S1045, D19S433, TH01, FGA, D2S441, D3S1358, D1S1656, D12S391, SE33 и локуса амелогенина;

— 17-локусной панели Investigator ESSplex SE Plus («QIAGEN GmbH», Германия): TH01, D3S1358, vWA, D21S11, D16S539, D1S1656, D19S433, SE33, D10S1248, D22S1045, D12S391, D8S1179, D2S1338, D2S441, D18S51, FGA и локуса амелогенина;

— 17-локусной панели AmpFISTR® Yfiler™ PCR Amplification Kit («Applied Biosystems», США): DYS458, DYS19, DYS385, DYS393, DYS391, DYS439, DYS635, DYS392, DYS456, DYS389I, DYS390, DYS389II, YGATAH4, DYS437, DYS438 и DYS448;

— 11-локусной панели PowerPlex® Y System («Promega», США): DYS391, DYS389I, DYS439, DYS389II, DYS438, DYS437, DYS19, DYS392, DYS393, DYS390, DYS385;

— 23-локусной панели PowerPlex® Y23 System («Promega», США): DYS576, DYS389I, DYS448, DYS389II, DYS19, DYS391, DYS481, DYS549, DYS533, DYS438, DYS437, DYS570, DYS635, DYS390, DYS439, DYS392, DYS643, DYS393, DYS458, DYS385, DYS456, YGATAH4;

— 12-локусной панели Investigator Argus Y-12 System QS («QIAGEN GmbH», Германия): DYS439, DYS437, DYS390, DYS385, DYS391, DYS389-1, DYS19, DYS389-2, DYS393, DYS438, DYS392.

Продукты ПЦР фракционировали электрофоретически с использованием системы капиллярного электрофореза ABI PRISM 3130 («Applied Biosystems», США) и сравнивали полученные индивидуальные генотипические комбинации аллельных вариантов (профили ПДАФ) типизируемых STR-локусов.

3.2. Типирование полиморфных локусов в области D-петли митохондриальной (мт) ДНК ГВС-1 и ГВС-2 проводили с помощью систем энзиматической амплификации указанных локусов, описанных в работах Р. Gill и соавт. [17] и Р. L. Ivanov и соавт. [18], и последующим прямым секвенированием флюоресцентно меченых амплификационных продуктов на автоматизированном аппаратно-программном комплексе ABI PRISM 3130 («Applied Biosystems», США) с использованием штатных наборов реагентов, руководствуясь методическими указаниями Минздрава России [19, 20].

4. Вероятностно-статистическую обработку данных (при условии наблюдаемого совпадения генотипических характеристик в отождествляемых объектах) выполняли независимо для результатов каждой из применяемых для

Таблица 3. Эффективная концентрация ДНК в исследованных фрагментарных останках

№ п.	Объект исследования (препарат)	Эффективная концентрация ДНК, нг/мкл	
		аутосомная ДНК	ДНК Y-хромосомы
1	Зуб	0,008	0,006
2	Фрагмент диафиза бедренной кости	0,072	0,066
3	К.в. (контроль выделения)	Ниже порога детекции	

генотипирования аналитических систем, а именно: *аутосомной ДНК, ДНК Y-хромосомы и мтДНК*.

4.1. Для случая типирования STR-локусов *аутосомной ДНК* для расчета вероятности генетической идентичности в качестве иллюстративных оценок использовали консервативные значения аллельных частот соответствующих локусов, определенные в ФГБУ РЦСМЭ Минздрава России для выборки населения Российской Федерации, с применением консервативной поправки, рекомендованной NRCII [21]. Полученное значение вероятности соответствует Байесовой вероятности при 50% априорной вероятности и показывает вероятность того, что полученный результат не является следствием случайного совпадения признаков у разных лиц.

4.2. Для случая типирования STR-локусов *ДНК Y-хромосомы* для расчета вероятности использовали консервативную оценку ( $CI = 95\%$ ) частоты гаплотипа Y-хромосомы для афро-азиатской метапопуляции по международной базе данных YHRD (Institute of Legal Medicine and Forensic Sciences, Берлин, Германия).

4.3. Для случая типирования сайт-полиморфизма мтДНК для расчета вероятности матрилинейного родства использовали консервативную оценку частоты митотипа для западноевропейской метапопуляции по международной базе данных EMPOP (Institute of Legal Medicine, Innsbruck Medical University, Инсбрук, Австрия). Приведенное ранее значение вероятности соответствует Байесовой вероятности при 50% априорной вероятности родства.

## Результаты и обсуждение

На *первом этапе* из предоставленных биологических объектов (фрагмент диафиза бедренной кости и зуб), по официальной версии изъятых 27 ноября 2012 г. при эксгумации останков Ясира Арафата, были получены препараты суммарной клеточной ДНК и проведено их экспертное идентификационное исследование с применением индивидуализирующих молекулярно-генетических систем на основе анализа полиморфизма длины амплифицированных фрагментов (ПДАФ) хромосомной ДНК и полиморфизма последовательности амплифицированных фрагментов (ППАФ) мтДНК.

Показатели эффективной концентрации ДНК в исследованных фрагментарных останках представлены в **табл. 3**. На **рис. 4** (*цв. вклейка*) приведены репрезентативные первичные экспертные данные (электрофореграммы ПДАФ и ППАФ препарата бедренной кости).

В обобщенном виде получены следующие результаты.

1. Установлен генотип аутосомной ДНК мужчины, которому принадлежат исследованные объекты, по 16 полиморфным STR-локусам панели AmpFISTR NGMSElect PCR Amplification Kit («Applied Biosystems», США) и Investigator ESSplex SE («QIAGEN GmbH», Германия).

2. Установлен генотип ДНК Y-хромосомы мужчины, которому принадлежат исследованные объекты, по 23 полиморфным STR-локусам панели PowerPlex Y23 System («Promega», США).

3. Установлен генотип митохондриальной ДНК (митотип) мужчины, которому принадлежат исследованные объекты, в области гипервариабельных сегментов ГВС-1 и ГВС-2.

Эти результаты позволили перейти ко второму этапу работы — непосредственно к верификации предназначенных для дальнейшего исследования фрагментов останков: принадлежат ли они конкретно Ясиру Арафату.

На *втором этапе*, исходя из имеющихся методических возможностей и с учетом характера предоставленных в качестве референтных объектов предметов личного пользования и предметов одежды Ясира Арафата, отобрали предметы, наиболее перспективные с точки зрения молекулярно-генетического анализа.

С целью приготовления объектов для последующего экстрагирования ДНК с поверхности указанных предметов были получены смывы или отпечатки на липкой ленте либо извлечен клеточный и иной биологический материал. Перечень полученных объектов приведен в **табл. 3**.

Далее из указанных объектов получили препараты суммарной клеточной ДНК. Затем провели их экспертное идентификационное исследование с применением индивидуализирующих молекулярно-генетических систем на основе анализа ПДАФ хромосомной ДНК и ППАФ мтДНК. В последующем выполнили сравнительный анализ установленных генотипических характеристик в этих референтных объектах и в фрагментах останков, ранее доставленных в Москву.

Приводим основные результаты.

1. Биологические наложения на объектах №1, 2, 2а, 3, 5, 6 и 9 содержат генетический материал индивидуального происхождения и принадлежат лицу мужского пола. Профили полиморфизма аутосомной ДНК во всех этих препаратах оказались одинаковыми между собой для всех использованных мультилокусных панелей. Профили полиморфизма ДНК Y-хромосомы в этих препаратах также оказались одинаковыми.

Подобную полную воспроизводимость результата, полученного из различных объектов, следует рассматривать как дополнительное свидетельство истинности установленных аутосомных генотипических характеристик и генотипических характеристик Y-хромосомы.

Уместно обсудить интересный практический опыт, который мы приобрели при работе с объектом №9 (смыв с парадного мундира). Этот мундир, по имеющимся сведениям, подвергался химической чистке. Подробности процедуры чистки достоверно неизвестны, но органолептическое обследование показало, что одежда действительно очень чистая. Интересно отметить, что, судя по полученным положительным результатам (на уровне экстрагиро-



вания ДНК и на уровне генотипирования) (см. табл. 2 и рис. 5, на цв. вклейке), латентные контактные следы, в данном случае, очевидно, следы ношения, хорошо сохранились на текстильной ткани мундира. В качестве возможного объяснения этого парадоксального на первый взгляд явления можно предположить, что при химической чистке не происходит эффективного удаления клеток. Клетки, скорее всего, разрушаются, но их компоненты, в том числе генетический материал, удерживаются волокнами ткани (не «вымываются»). Здесь ДНК, будучи достаточно устойчивой к нейтральным органическим растворителям, используемым в процессе химической чистки, сохраняется и впоследствии оказывается пригодной для генотипирования.

Отметим, что, по всей видимости, этого не происходит при *стирке* текстильных вещей: в этом случае клетки и клеточные компоненты, как правило, эффективно «вымываются» из текстиля и, как следствие, утрачиваются для дальнейшего анализа.

2. Биологические наложения на объектах №8, 10 и 10а содержат генетический материал смешанного происхождения и принадлежат нескольким (не менее чем двум) лицам мужского пола. Во всех смесях прослеживается один и тот же индивидуальный ДНК-компонент, тот же самый, который обнаружен в индивидуальных следах на объектах № 1, 2, 2а, 3, 5, 6 и 9.

С учетом ситуации именно этот ДНК-компонент был принят за *референтный генетический материал Ясира Арафата*. (Что касается происхождения остальных компонентов, то наиболее вероятной представляется их примесная, контаминационная природа: например, вследствие контакта с рукой постороннего человека. Их идентификация не представляется целесообразной, в рамках данного исследования она не проводилась).

3. Генотипические характеристики аутосомной ДНК и ДНК Y-хромосомы, установленные в *референтном генетическом материале Ясира Арафата* (см. п. 1 и 2), полностью совпадают с таковыми, установленными в костных останках, ранее доставленных в Москву для проведения лабораторных исследований.

Генотипические характеристики мтДНК (митотип) в *референтном генетическом материале* также совпадают с митотипом, установленным в костных останках.

Такой результат формально поддерживает версию, что доставленные в Российскую Федерацию для проведения лабораторных исследований костные фрагменты происходят от тела Ясира Арафата.

4. Тем не менее для формулирования объективно доказательного вывода была проведена вероятностно-статистическая оценка наблюдаемого совпадения генотипических характеристик, которая показала следующее.

4.1. По результатам анализа аутосомной ДНК, вероятность генетической идентичности сравниваемых фрагментов останков и референтных объектов (т.е. вероятность того, что они действительно произошли от одного и

того же мужчины, а именно от Ясира Арафата) составляет не менее 99,(9)<sub>23</sub>,5%.

4.2. По результатам анализа ДНК Y-хромосомы, исследованные костные останки могут принадлежать Ясиру Арафату с вероятностью не менее 99,84%.

4.3. По результатам анализа мтДНК, исследованные костные останки могут принадлежать Ясиру Арафату с вероятностью не менее 99,93%.

В последнем случае заслуживает отдельного внимания неоднозначная позиция 16168С/Т, которая воспроизводимо проявлялась в митотипе исследованных костных останков в сочетании с позициями 16343G и 150Т (см. рис. 4, в, на цв. вклейке). Эта неоднозначная позиция также воспроизводимо проявлялась в референтном генетическом материале Ясира Арафата (см. рис. 5, в, на цв. вклейке).

С учетом устойчивого, воспроизводимого характера этого феномена и поскольку позиция 16343G является ключевой (предковой) мутацией для гаплогруппы U3, а позиции 16343G-16168Т — это ключевые мутации подгруппы U3b3, наблюдаемое неоднозначное (в данном случае транзиционное С/Т) состояние позиции 16343 можно уверенно трактовать как следствие гетероплазмического состояния мтДНК. (Контаминационная природа 16168С/Т представляется хотя и возможной, но существенно менее вероятной, чем гетероплазмия мтДНК).

В контексте всей работы важно подчеркнуть, что гетероплазмическое состояние мтДНК само по себе является важным индивидуализирующим признаком, который существенно повышает идентификационную значимость сравнительного анализа митотипов. (Впервые это было продемонстрировано в ходе молекулярно-генетической идентификации останков российского императора Николая II [18, 22]).

В итоге совокупная вероятностная оценка установленного совпадения генотипических признаков аутосомной ДНК, ДНК Y-хромосомы и мтДНК составила не менее 99,(9)<sub>29</sub>,4% в пользу версии генетического тождества исследованных объектов.

Таким образом, именно эта величина (99,999999<...>9999999<sub>(29)</sub>,4%) характеризует вероятность того, что костные фрагменты, доставленные в Российскую Федерацию для проведения лабораторных исследований (в том числе химико-токсикологического и радиотоксикологического), действительно являются аутентичными останками бывшего палестинского лидера Ясира Арафата.

Достигнутая столь высокая результативность молекулярно-генетического анализа позволила нам сформулировать этот ключевой вывод в безусловно категоричной форме. Экспертная задача была признана успешно решенной [23] и позволила перейти к оценке результатов других лабораторных и медицинских исследований.

**Конфликт интересов отсутствует.**

## ЛИТЕРАТУРА

1. Земскова Е.Ю., Панкратьева Ю.Б., Иванов П.Л. *Экспертные исследования исторических реликвий: Молекулярно-генетическая идентификация костных останков XIX века*. Материалы научно-практической конференции с международным участием «Актуальные проблемы судебно-медицинской экспертизы». Москва. 2012;199-201.
2. Романов С.В., Смоляницкий А.Г., Молин Ю.А. Судебно-медицинская идентификация представителей семьи Демидовых. *Судебно-медицинская экспертиза*. 2014;3:25-29.
3. Молин Ю.А., Ковалев А.В., Горшков А.Н. Об участии специалистов — судебных медиков в антропологических исследованиях пра-

- вославных церковных захоронений. *Судебно-медицинская экспертиза*. 2000;1:24-27.
4. YAF posts medical reports on death of the late President Yasser Arafat. Yasser Arafat Foundation. Available at: [http://www.yaf.ps/yaf/news\\_details.php?pid=81](http://www.yaf.ps/yaf/news_details.php?pid=81).
  5. Froidevaux P, Baechler S, Bailat CJ, Castella V, Augsburg M, Michaud K, Mangin P, Bochud FO. Improving forensic investigation for polonium poisoning. *Lancet*. 2013;382:1308. doi: 10.1016/S0140-6736(13)61834-6.
  6. Harrison J, Leggett R, Lloyd D, Phipps A, Scot B. Polonium-210 as a poison. *Journal of Radiological Protection*. 2007;27:17-40. doi: 10.1088/0952-4746/27/1/001.
  7. Swiss forensic report on Arafat's death. Al Jazeera Investigative Unit, November 05, 2013. Available at: <http://www.aljazeera.com/investigations/killing-arafat/swiss-forensic-report-arafat-death-20131167125>.
  8. Jefferson RD, Goans RE, Blain PG, Thomas SH. Diagnosis and treatment of polonium poisoning. *Clinical Toxicology (Philadelphia, Pa.)*. 2009;47(5):379-392. doi: 10.1080/15563650902956431.
  9. Ansoberlo E, Berard P, Den Auwer C, Leggett R, Menetrier F, Younes A, Montavon G, Moisy P. Review of chemical and radiotoxicological properties of polonium for internal contamination purposes. *Chemical Research Toxicology*. 2012;25(8):1551-1564. doi: 10.1021/tx300072w.
  10. Mangin P. *Forensic examination of Arafat death*. Abstract book of 24th International Meeting on Forensic Medicine Alpe-Adria-Pannonia, AAP. Budapest 2015 1-3 July;32.
  11. Уйба В.В., Котенко К.В., Ильин Л.А., Квачева Ю.Е., Абрамов Ю.В., Галстян И.А., Гуськова А.К., Кухта Б.А., Надежина Н.М., Стебельков В.А., Цовьянов А.Г., Шинкарев С.М., Яценко В.Н. Полониевая версия смерти Ясира Арафата: результаты российских исследований. *Медицинская радиология и радиационная безопасность*. 2015;3:41-57.
  12. Ковалев А.В., Саломатин Е.М., Саломатин В.Е., Савчук С.А. *Заключение специалиста от 24 сентября 2013 г.: судебно-химическое и химико-токсикологическое исследование объектов, изъятых при эксгумации тела Ясира Арафата и в его резиденции Муката в Рамалле*. Архив ФГБУ «Российский центр судебно-медицинской экспертизы» Минздрава России. М. 2013.
  13. Yasser Arafat: Biography. Available at: <http://www.yaf.ps/ya/pages.php?pid=2>.
  14. Смирнов Ю.А. Лабиринт. Морфология преднамеренного захоронения: исследование, тексты, словарь. М.: Восточная литература РАН. 1997;120-124.
  15. Информация о среднемесячной температуре и сумме осадков в Иерусалиме: Гидрометцентр России. Доступно по: [http://meteoinfo.ru/?option=com\\_content&view=article&id=2365](http://meteoinfo.ru/?option=com_content&view=article&id=2365).
  16. Иванов П.Л. Молекулярно-генетическая индивидуализация биологических объектов для судебно-экспертной идентификации жертв военных конфликтов, террористических актов и массовых катастроф. *Новая медицинская технология*. Регистрационное удостоверение Росздравнадзора №ФС-2006-011 от 27 февраля 2006 г.
  17. Gill P, Ivanov P, Kimpton CP, Piercy R, Benson N, Evett IW, Tully J, Sullivan KM. Identification of the remains of the Romanov family. *Nature Genetics*. 1994;6(2):130-135. doi: 10.1038/ng0294-130.
  18. Ivanov PL, Wadhams MJ, Parsons TJ, Roby RK, Holland MM, Weedn VW. Mitochondrial DNA sequence heteroplasmy in the Grand Duke of Russia Georgij Romanov: A «Royal» mutation in the Hessian family lineage establishes the authenticity of the remains of Tsar Nicholas II. *Nature Genetics*. 1996;12(4):417-420. doi: 10.1038/ng0496-417.
  19. Применение молекулярно-генетической индивидуализирующей системы на основе полиморфизма нуклеотидных последовательностей митохондриальной ДНК в судебно-медицинской экспертизе идентификации личности и установления биологического родства. Методические указания Минздрава России №2001/4 от 26 января 2001 г.
  20. Экспертное применение анализа полиморфизма последовательностей митохондриальной ДНК в судебно-медицинской практике. *Новая медицинская технология*. Регистрационное удостоверение Росздравнадзора. №ФС-2006-305 от 31 октября 2006 г.
  21. NRCII (National Research Council Committee on DNA Forensic Science): The Evaluation of Forensic DNA Evidence. National Academic Press. Washington DC. 1996.
  22. Иванов П.Л. Экспертная идентификация останков императорской семьи посредством молекулярно-генетической верификации родственных связей. *Судебно-медицинская экспертиза*. 1998;(4):30-48.
  23. Письмо Министра иностранных дел Российской Федерации С. Лаврова №17885 ДБВСА от 12 декабря 2013 г. Архив ФГБУ «Российский центр судебно-медицинской экспертизы» Минздрава России. М. 2013.