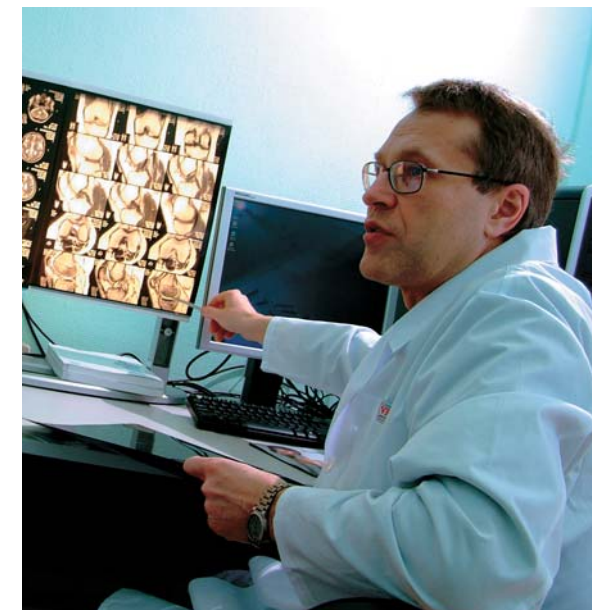


ЖИЗНЬ И СМЕРТЬ «Алтайской принцессы»

За последние полвека арсенал археологии пополнился исследовательскими методами естественно-научных дисциплин, таких как биология, химия, физика, минералогия и геология. Новые перспективы в археологии и антропологии открыл метод рентгеновской компьютерной томографии, внедренный в медицинскую практику в 1970-х гг. Появление компьютерной графики, 3D-реконструкций и морфометрического анализа позволило использовать различные методы отображения, включая магнитно-резонансную томографию, поверхностное сканирование и синхротронную радиационную микротомографию. В последние десятилетия развивается и посмертная магнитно-резонансная томография, прежде всего в судебно-медицинской практике. При этом патоморфологические изменения типа тромбозов легочной артерии, мозговых кровоизлияний, опухолей, черепно-мозговой травмы, перикардиальной тампонады, расслоения аорты, инфаркта миокарда и даже коронарного тромбоза в подострой фазе хорошо визуализируются бесконтрастной магнитно-резонансной томографией, достоверно выявляя причину смерти. В настоящей публикации впервые представлены уникальные данные по посмертной магнитно-резонансной томографии уникального антропоархеологического объекта из могильника Ак-Алаха-3 урочища Укок – мумии молодой женщины из «замерзшего» погребения пазырыкской культуры, судьба которой стала предметом широкого публичного обсуждения.



САВЕЛОВ Андрей Александрович – кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник лаборатории МРТ-технологии Международного томографического центра СО РАН (Новосибирск). Автор и соавтор более 65 научных работ



ЛЕТЯГИН Андрей Юрьевич – доктор медицинских наук, проф., заместитель руководителя НИИКЭЛ (филиал ИЦиГ СО РАН) по научной и клинической работе. Автор и соавтор более 240 научных работ и 3 патентов

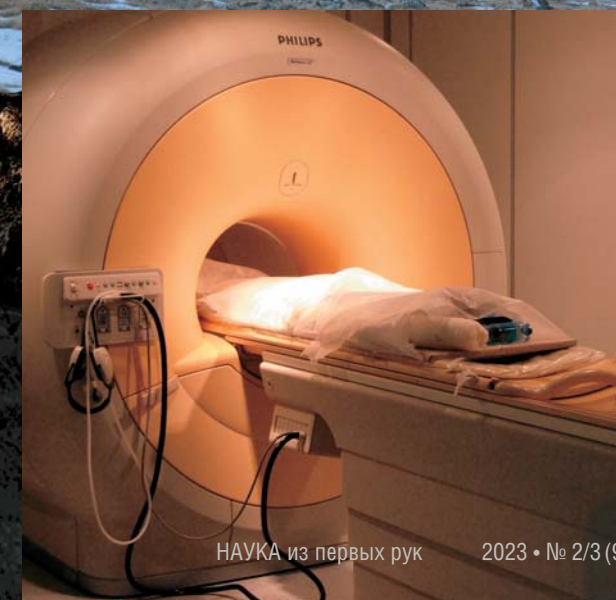
Женщина была очень исхудавшая: вследствие болезни подкожный жировой слой у нее минимален, поэтому не было необходимости в его удалении, как это происходило при мумификации более тучных пазырыкцев из Второго и Пятого Пазырыкских курганов. Тела этих погребенных были покрыты многочисленными швами на местах удаления подкожной клетчатки – вплоть

до стоп ног. Такая процедура была необходимым шагом, поскольку процесс разложения начинается именно с жировой ткани. С. И. Руденко при исследовании мумии престарелого вождя из Второго Пазырыкского кургана (1953), которая потом была утрачена, также отметил сильно развитую подкожную жировую клетчатку и тучность тела

Ключевые слова: высокопольная магнитно-резонансная томография (МРТ), «замерзшие» могилы, Горный Алтай, пазырыкская культура, плато Укок, мумия женщины.
Key words: high-field magnetic resonance imaging (MRI), “frozen” graves, Gorny Altai, Pazyryk culture, Ukok plateau, woman mummy



© А. Ю. Летыгин, А. А. Савелов, 2023



НАУКА из первых рук

2023 • № 2/3 (97)

Методы современной неразрушающей визуализации дают принципиально новые возможности для анализа характера развития древних культур, их локализации и динамических процессов археологических общностей, позволяя уточнить подробности существования человека в античный период. Так, антропологические патологоанатомические исследования с помощью технологии рентгеновской компьютерной томографии (РКТ) уже доказали распространенность атеросклероза во времена древнеегипетской цивилизации (Thompson *et al.*, 2013).

Радиологические и клинично-диагностические технологии применялись при исследовании Эци («человек во льду»), у которого было обнаружено множество скелетно-мышечных повреждений и патологий, таких как остеоартрит дугоотростчатых суставов шейного отдела позвоночника и правого тазобедренного сустава, остаточные проявления переломов ребер, обморожение пальцев, рана от стрелы и др., а также атеросклероз и болезнь Лайма (Kean *et al.*, 2013).

Богатую антропометрическую информацию для установления возраста дают радиологические и патоморфологические исследования мозгового и лицевого черепа, строения зубных рядов; эти исследования позволяют также подробно анализировать эволюцию античной технологии бальзамирования покойников (Полосьмак, 2000; Smith *et al.*, 2012).

Находка в «замерзшем погребении»

Объект нашего исследования, известный широкой публике по средствам массовой информации под именем «алтайская принцесса», был обнаружен в 1993 г. на плато Укок в Горном Алтае, на границе с Монголией. В кургане № 1 могильника Ак-Алаха-3 скифской эпохи была найдена забальзамированная мумия женщины в «замерзшем» погребении, относящемся к пазырькской культуре, представители которой в V–III вв. до н.э. населяли эти места.

Возраст находки – около 2,5 тыс. лет (погребение относится к 413 г. до н.э. по дендрохронологическому анализу). Степень сохранности мумифицированного тела свидетельствует о том, что оно постоянно находилось в замороженном состоянии, без оттаивания (Чижишева, 2000).

Патологоанатомические исследования находки проводились в 1993 г. в Институте археологии и этнографии СО РАН (Новосибирск) доктором Р. Хаури и доктором У. Блатер из Института судебной медицины Цюрихского университета (Швейцария). По их мнению, состояние кожных покровов мумии свидетельствует о том, что тело после смерти до погребения сохраняли от трех месяцев до полугода, при этом сама смерть наступила, возможно, в январе. Возраст погребенной женщины был оценен в 28–30 лет, что соответствует средней продолжительности жизни пазырькских женщин (Хаури, Блаттер, 2000).

В 1993–1994 гг. найденные останки были законсервированы проф. В.Л. Козельцевым и В.И. Семке по технологии, разработанной в Центре биологических структур НПО ВИЛАР (ныне НИИУМЦБТ ВИЛАР – Научно-исследовательский и учебно-методический центр биомедицинских технологий ВИЛАР, Москва). Метод ребальзамирования не препятствует

научным исследованиям и позволяет содержать мумию доступной для обозрения, т.е. при комнатной температуре.

27 июня 2010 г. впервые в России было проведено исследование мумии на магнитно-резонансном томографе *Achieva Nova* (производства *Philips*, с индукцией магнитного поля 1,5 Тл) в Международном томографическом центре СО РАН (Новосибирск). Для этого исследования специально был выбран выходной день, чтобы пациенты не «пересекались» с мумией.

Мумия была уложена на специальном деревянном помосте, размер которого, с одной стороны, позволял ему входить в туннель томографа, а с другой – не допускал изменения положения мумии по сравнению с музейным. Все время исследования останки были герметически закрыты непрозрачной пленкой, под которой находились специальные вещества – антисептики и увлажнитель для сохранения водного баланса.

В результате исследования были получены МР-томограммы всего тела мумии. Поствизуализационная 2D- и 3D-обработка и клинично-анатомический анализ изображений проводился в отделе экспериментальной и клинической нейронауки на базе лаборатории научно-клинической МРТ в НИИ физиологии и фундаментальной медицины СО РАМН (Новосибирск).

Необходимо отметить, что уровень содержания воды в обезвоженных тканях антропоархеологических объектов снижен: 10,5±0,2 % связанной и 4,2 % свободной воды у мумии, против 20,1±1,3 % и 56,7±1,1 % – при посмертных измерениях тканей человека в течение 24 часов после смерти (Быков и др., 2000). Чтобы компенсировать низкий уровень МР-сигнала,

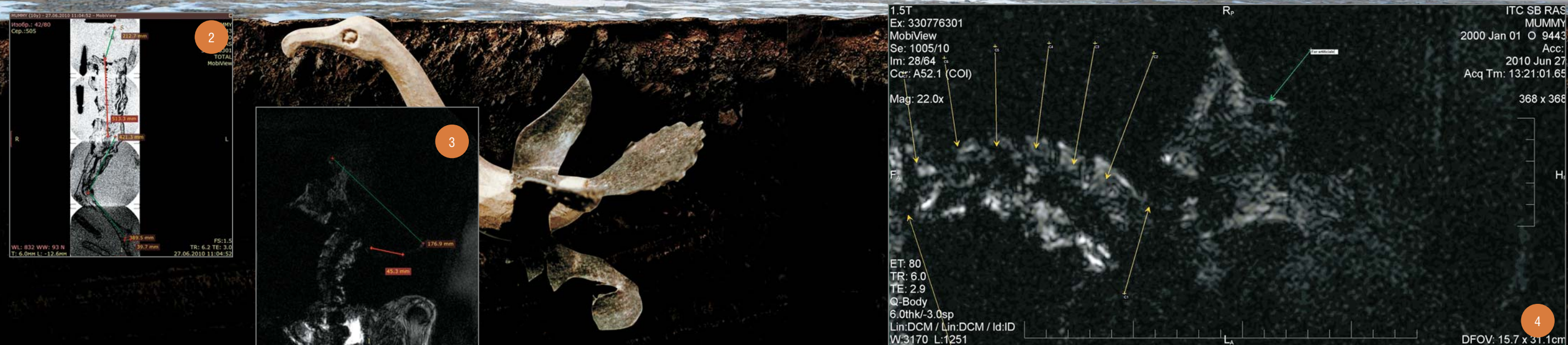
связанный с низким содержанием воды в объекте, был использован специальный прием, позволяющий провести сканирование без сбоев и получить магнитно-резонансные изображения: для этого емкости с водой расположили параллельно телу мумии, благодаря чему во время съемки был достигнут требуемый уровень устойчивости работы прибора.

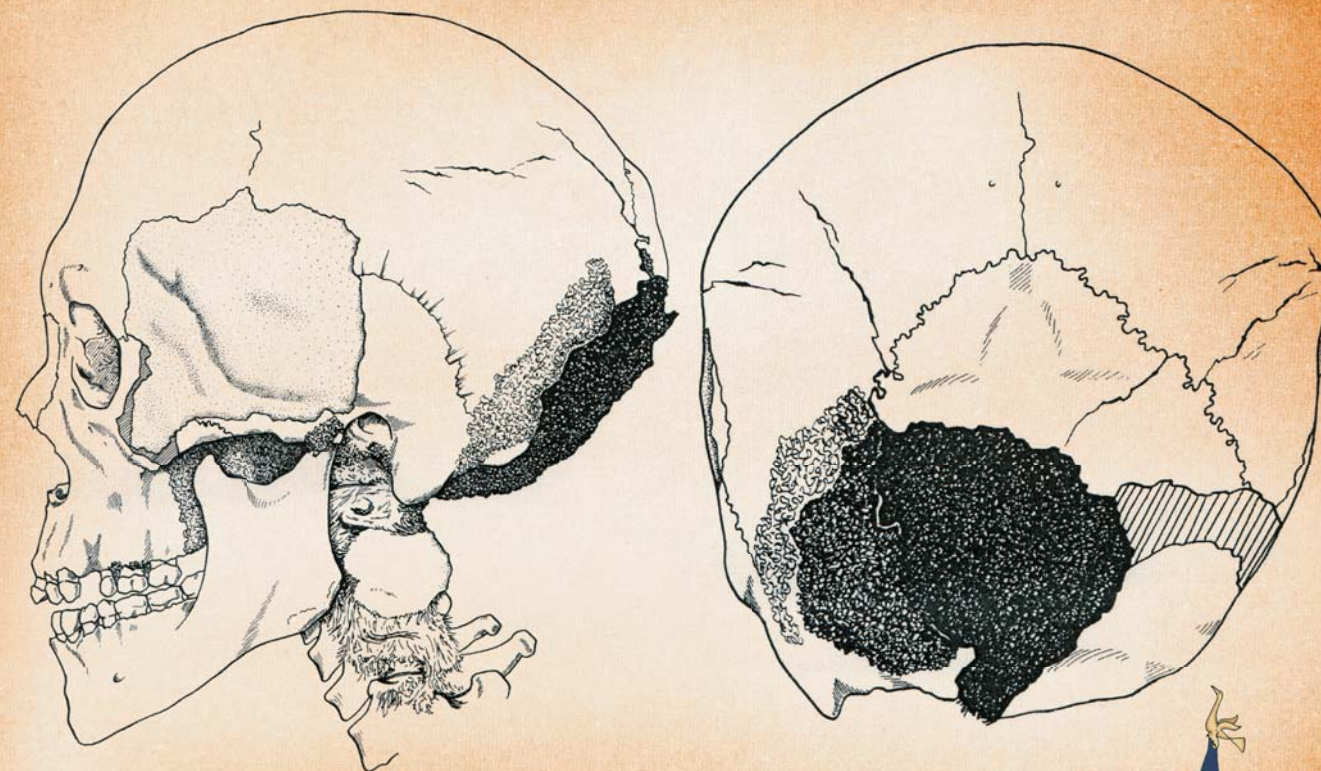
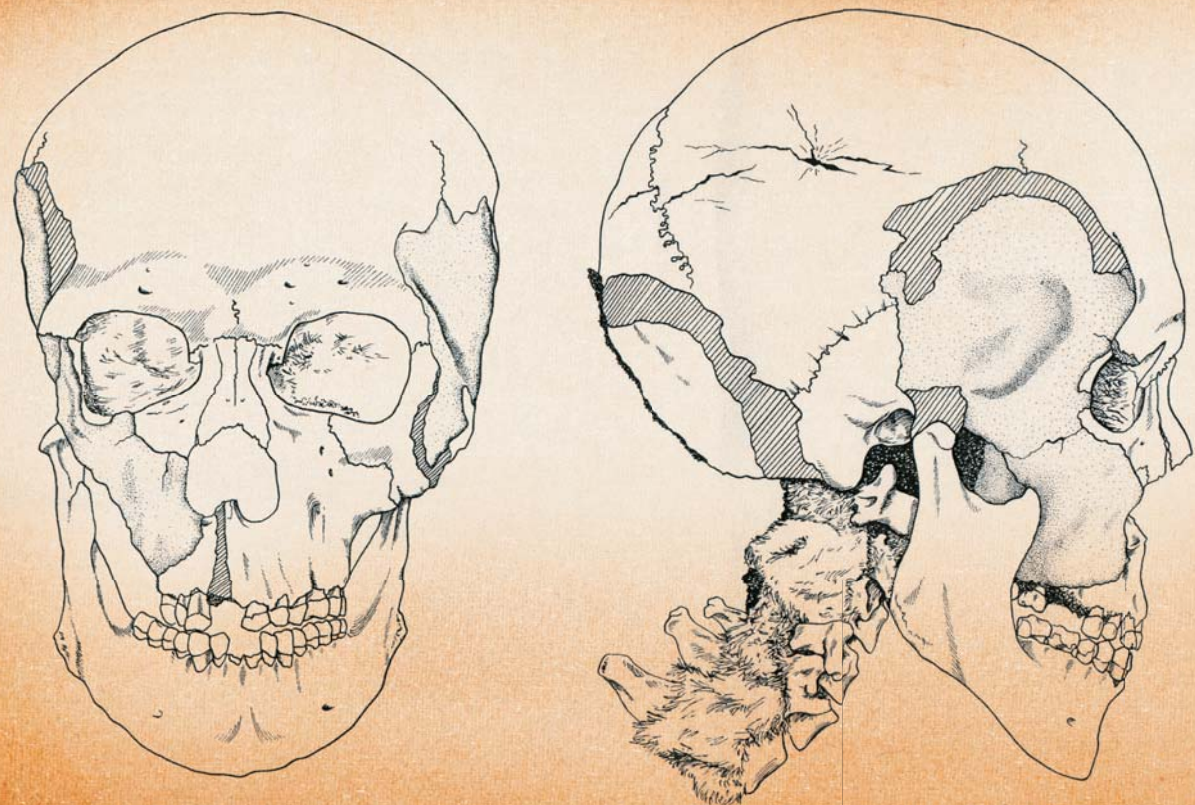
Добавим, что в предыдущих макроанатомических исследованиях длина (рост) мумии была оценена в 153,9 см (Чижишева, 2000). Оценка роста по МР-томограммам – 157,65 см, длины левой стопы – 21,7 см, правой – 21,3 см; ширина стоп на уровне плюснефаланговых сочленений – до 6,8 см. Надо отметить, что при жизни рост женщины был как минимум на 5–6 см больше, поскольку все межпозвоночные диски были дегидратированы и их ширина составляла 2–3 мм, что в 2–3 раза меньше нормы.

Рис. 2. Процедура морфометрической оценки роста мумии. Использовались «опорные» точки: *vortex* мозгового черепа, шейно-грудной переход позвоночника (уровень диссекции), уровень центра головок бедренных костей (тазобедренные суставы), уровень менисков коленных суставов, центр блоков пяточных костей, плоскость плантарной поверхности стопы

Рис. 3. Трепанационное отверстие в нижней части затылка диаметром до 40–50 мм (измерение 45,3 мм), показано измерение сагиттального размера мозгового черепа (176,9 мм)

Рис. 4. Артифициальное отверстие между глазами и околоносовыми пазухами (зеленая стрелка). Желтые стрелки показывают уровни по позвоночнику





Рисунки черепа мумии из могильника Ак-Алаха-3

Мозговой и лицевой череп

Еще при патологоанатомическом исследовании черепа в 1993 г. в нижней половине затылочной части было отмечено трепанационное отверстие диаметром около 40–50 мм, через которое был удален головной мозг (Хаури, Блаттер, 2000). На МР-томограммах этой области также было выявлено трепанационное отверстие. Антропометрические размеры мозгового черепа мумии составляют: длина – 176,9 мм, ширина – 136 мм, что сопоставимо со средними показателями современного человека (177 и 146 мм соответственно) (Степаненко, 2010).

Также ранее было отмечено, что кости лицевого черепа между обеими глазницами, носовой полостью и параназальными пазухами (*sinus maxillaries* и оба *sinus maxillaris*)

соединяет отверстие диаметром около 20 мм с зазубренными краями. Через это отверстие могли удалить глазные яблоки, слизистую оболочку носа и околоносовых пазух. Это отверстие также было нами визуализировано.

Краевых деформаций по наружным контурам костей головы и лица на МР-томограммах выявить не удалось из-за недостаточного уровня разрешения в этой зоне, но можно утверждать о явной асимметрии (смещении влево) мозгового черепа и нижней челюсти.

В исследованиях 1993 г. была также определена псалидодонтная форма прикуса, а также гиподонтия: отсутствие обоих третьих моляров нижней челюсти, обоих первых премоляров верхней челюсти и второго премоляра правой части зубного ряда верхней челюсти (удалены прижизненно),

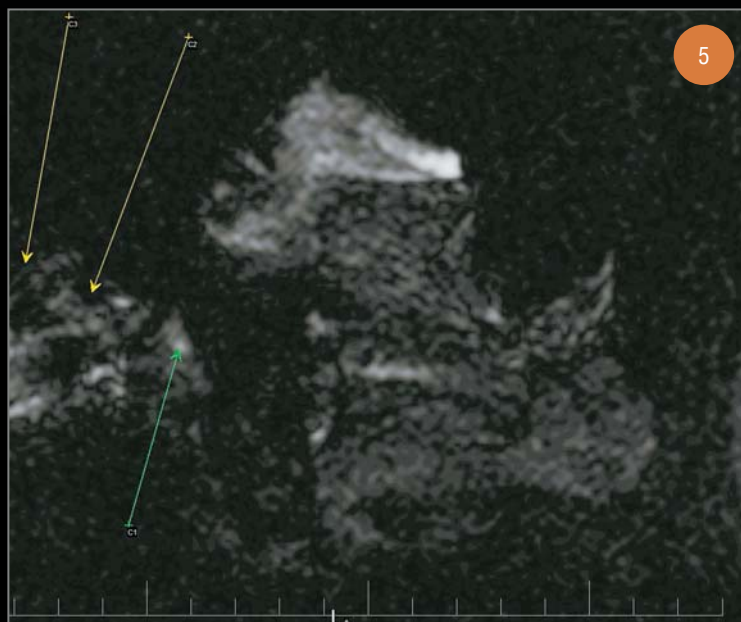
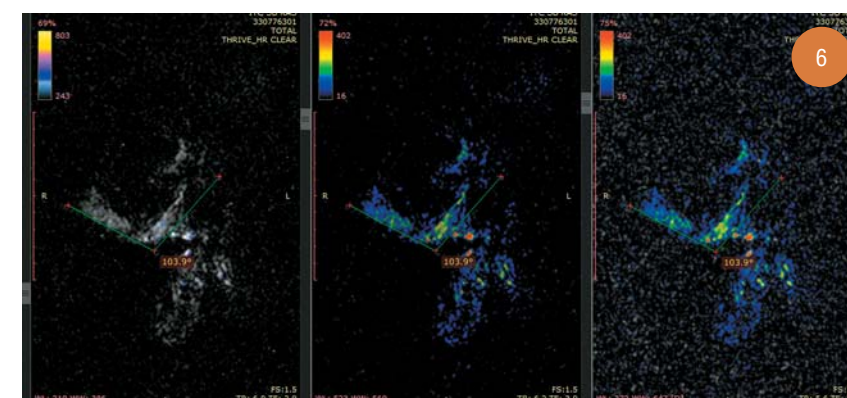


Рис. 5. Видны корни моляров правой верхней челюсти. Стрелки показывают ориентиры по трем первым шейным позвонкам

Рис. 6. Угол левой ветви нижней челюсти – 103,9°. Использована технология наложения изображений из программы *Radiant Dicom Viever 1.9.2.* (64-bit)



медиальных резцов нижней челюсти (утрачены посмертно). «Травматических» летальных (прижизненных) изменений не было обнаружено: кости мозгового черепа в лобно-теменной области и лица сохранены, на темени имеется слабо уплощенный участок округлой формы, который мог быть следствием местного нарушения нервно-сосудистой сети, вероятно, из-за небольшого пучка волос, который совмещался с отверстием в парике (остальная кожа головы была обрита для ношения парика) (Хаури, Блаттер, 2000).

К сожалению, на полученных МР-томограммах невозможно было визуализировать все зубные ряды, хотя некоторые зубы верхней челюсти и их корни были видны: низкий сигнал от тканей зуба выделялся на фоне более высокого сигнала в альвеолярном отростке в челюсти.

Головной мозг в полости черепа отсутствует: сниженный МР-сигнал указывает, что там находится воздух.

Величину угла нижней челюсти оценивали между касательными линиями к телу и ветви нижней челюсти. Височно-нижнечелюстные суставы и нижняя челюсть имеют свои особенности: угол нижней челюсти больше прямого и составляет 103,9°. Для сравнения: у гейдельбергского человека этот показатель достигал 95°, у неандертальца – 100°, у современного человека – 130°. Подобные изменения в индивидуальном плане связывают с формированием прикуса, а в эволюционном – с развитием речевой функции за прошедшие 2,5 тыс. лет. Поскольку, как упоминалось выше, зубные ряды у мумии достаточно хорошо сохранились, результаты ее томографического исследования могут быть использованы для подтверждения второго предположения.

Мягкие ткани: кожные покровы, клетчаточные пространства, молочные железы

Судя по томограммам, толщина подкожно-жировой клетчатки у мумии значительно варьирует и составляет от 2–3 мм на левой кисти и предплечье до 13–16 мм на ягодицах и бедрах.

Кожа правой кисти и фрагмента предплечья проксимальнее лучезапястной складки, утолщена до 7–8 мм против 2–3 мм на левой кисти и предплечье и при этом резко отечна. Такая ситуация может возникнуть при развитии локальной лимфедемы (нарушения оттока лимфы) или воспалительного процесса типа флегмоны, и ее можно связать с блокированием лимфооттока на уровне лимфоузлов подмышечной впадины. Мягкие ткани проксимальной части предплечья и плеча правой руки утрачены, возможно, по этой же причине: прижизненно отечные ткани имеют низкую резистентность –

как в случае инфекционного, так и онкологического процесса.

Внутренних органов не было обнаружено, поскольку перед захоронением тело женщины мумифицировали: были удалены хрящевые части ребер и грудина, вскрыта и «очищена» от внутренних органов брюшная полость; череп и шейные позвонки были отделены от туловища. Когда мумию нашли, ее грудная, брюшная полости и полость таза были заполнены гомогенным торфоподобным матриксом из волокнистых компонентов – смеси трав, конского волоса, шерсти, песка и глины (Хаури, Блаттер, 2000).

На томограммах также зарегистрирована редукция объемов полостей и практически нулевой МР-сигнал. Поскольку все внутренние органы были удалены при мумификации, представляется абсолютно невозможным сделать заключение об их прижизненном состоянии.

Тем не менее при МРТ-исследовании было выявлено остаточное количество жировой ткани, располагающейся подкожно на спине по задней поверхности туловища (с обеих сторон от позвоночника) и ягодицах, в правом премаммарном пространстве, в зоне шейно-грудного перехода (с обеих сторон), в тазовой полости (справа),

Рис. 7. Клетчаточные пространства (MPR 3D-реконструкция). Обозначения: 1 – правая молочная железа; 2 – премаммарное клетчаточное пространство, справа; 3 – аксиллярное клетчаточное пространство, справа; 4 – клетчаточное пространство шейногрудного перехода, справа; 5 – клетчаточное пространство шейногрудного перехода, слева; 6 – подкожно по задней поверхности грудной клетки, справа; 7 – подкожно по задней поверхности грудной клетки, слева; 8 – подкожно по задней поверхности брюшной полости, справа; 9 – клетчаточные пространства малого таза, справа; 10 – паховое клетчаточное пространство, справа

Рис. 8. Левая молочная железа – достаточно гомогенной МР-структуры. Контур органа показан полыми стрелками. Видна жировая ткань левой аксиллярной ямки (без отека и без узловых включений) и левый плечевой сустав. Серия вертикальных зеленых стрелок показывает уровни по позвоночнику. DISSECTION – уровень искусственного рассечения на уровне шейно-грудного перехода

Рис. 9. Правая молочная железа (указано закрашенной стрелкой). В структуре железы имеется сфероидный узел (тонкая стрелка). В подмышечной впадине можно видеть два овоидных плотных объекта (две молниеобразные стрелки). Серия вертикальных зеленых стрелок показывает уровни по позвоночнику. DISSECTION – уровень искусственного рассечения на уровне шейно-грудного перехода



в правой подмышечной впадине и в правой паховой области. Эта ткань имела повышенный МР-сигнал, указывающий на наличие в ней диффузного жидкостного компонента; общий объем ткани составлял до 287,54 см³. Поскольку явных повреждений кожи спины не выявлено, то эти изменения можно связать с развитым отеком (гипостатическим) процессом – например, с началом формирования пролежней.

При визуализации молочных желез обращает на себя внимание их несимметричное строение и разнохарактерный МР-сигнал. Есть основания считать, что левая железа была реконструирована 2,5 тыс. лет назад с помощью набивки торфоподобным материалом; правая железа имеет признаки «жирового» перерождения (Хаури, Блаттер, 2000).

По МР-сигналу левая железа гомогенна, а правая – гетерогенна, при этом в ее структуре (в верхнемедиальном квадранте) имеется отечное клетчаточное преаммарное пространство размером до 14×48×56 мм, а рядом – сфероидный узел размером 20×17×15 мм. В правой подмышечной впадине можно видеть два овоидных плотных объекта размером 13×9×12 мм – в верхней половине аксиллярной ямки, 16×14×15 мм – в нижней половине.

Не исключено, что все это может быть результатом бальзамического пропитывания – первичной либо повторной мумификации, но асимметрия аксиллярных пространств, плотные узлы в правом аксиллярном пространстве и узел в правой молочной железе указывают на наличие прижизненного процесса, распространявшегося от центра на периферию по клетчаточным пространствам, где достаточно четко выявляются плотные объекты овоидно-сфероидной формы размерами от 2–3 до 13–16 мм.

В патологоанатомическом плане можно предположить, что мы имеем дело с тканями, обладающими аномальными свойствами; наиболее вероятно – с первичной опухолью в правой молочной железе и с лимфатическими узлами, пораженными опухолевыми метастазами, в правой аксиллярной ямке и в клетчаточных пространствах шейно-грудного перехода, окружающего тела первых трех грудных позвонков, также явно пораженных патологическим процессом, о которых речь пойдет ниже.

Если повышенная отечность тканей мумии имеет прижизненное происхождение, то это объясняется повышением содержания свободной диффузной жидкости за счет метастатического (онкологического) блокирования лимфатических путей оттока тканевой жидкости. Эти изменения, несомненно, характерны для раковой болезни вследствие неопластической патологии молочной железы.

Позвоночный столб

На МР-томограммах было проведено определение числа позвонков: в шейном отделе обнаружено 7, в грудном – 12, в поясничном – 5, что соответствует современным данным.

В грудном отделе позвоночник сложен (вероятно, по смертно), имеются прижизненные деформации тел позвонков как последствия компрессионных переломов, грыжи Шморля в различных фазах формирования, спондилезные разрастания и зафораменальные протрузии межпозвоночных дисков, особенно в нижней половине грудного отдела и в поясничном отделе позвоночника. Эти прижизненные изменения носят микротравматический и дистрофический характер, что контрастирует с молодым возрастом женщины.

В телах позвонков Th1, Th2 и Th3 выявляется значительное снижение МР-сигнала и деформация наружных контуров, что может указывать на прижизненное патологическое поражение губчатой костной ткани этих элементов, вероятно метастатическим онкопроцессом, тем более что они «окружены» с обеих сторон паравертебральной клетчаткой с проявлениями резкой отечности.

Можно заключить, что у этой женщины при жизни были множественные проявления остеохондроза: формирующиеся грыжи Шморля в грудном и поясничном отделах, клиновидные деформации тел позвонков, явления спондилеза и спондилолистеза практически во всех отделах и снижение высоты тел позвонков. Все это явилось следствием достаточно высоких травмирующих механических вертикальных нагрузок при жизни.

Кости и связки: конечности, плечевой и тазовый пояс

По данным судебно-медицинского исследования 1993 г., все кости скелета – ребер, таза и конечностей – отличались хорошей сохранностью (Хаури, Блаттер, 2000).

МР-томография также не выявила каких-либо патологических изменений в структуре ребер. Кости левой кисти – без признаков поражения, подкожная клетчатка – без признаков отечности. Кости правой кисти – также без видимой очаговости, но имеется диффузная отечность и утолщение подкожно-жировой клетчатки проксимальнее лучезапястной складки.

Левый локтевой сустав выглядит неизменным, но в структуре локтевого отростка локтевой кости имеется отечный очаг размером до 9×7×8 мм.

Поскольку из-за утраты мягких тканей правого плеча уровень МР-сигнала от правого плечевого сустава был

низким, для его визуализации была использована технология наложения изображений программы *Radiant Dicom Viever 1.9.2*. По верхнему контуру головки правой плечевой кости был обнаружен дефект глубиной до 3,5–4,5 мм. Отчетливая отечная структура толщиной до 4 мм в зоне этого дефекта кости явно указывает на прижизненный травматический характер этого изменения. Отечный очаг был обнаружен и в акромеальном конце правой ключицы.

В левом тазобедренном суставе можно отметить субхондральные диффузные отечно-эрозивные изменения глубиной до 2–4 мм. Угол шейки по отношению к телу бедренной кости составляет 129,2° – как и у современного человека (130°).

Визуализация правого тазобедренного сустава показала, что на момент исследования он был вывихнут: головка бедренной кости была выведена из гленоидальной ямки на 17 мм кпереди, а большой вертел из латерального положения переместился назад. На головке правой бедренной кости имеются субхондральные диффузные склеротические изменения глубиной до 5 мм. Угол шейки по отношению к телу бедренной кости составляет 129,2°.

Капсула этого сустава имеет явную отечность со скоплениями жидкости внутри суставной капсулы, с выраженной отечностью в прилежащей клетчатке правой паховой области. Именно эти данные позволяют утверждать, что изменения правого тазобедренного сустава носят прижизненный характер. В сочетании с травматической деформацией головки правой плечевой кости, деформацией передней крестообразной связки правого коленного сустава (о которой речь пойдет ниже) и деформацией поясничного отдела позвоночника по типу сублистеза они дают основания предположить значительную прижизненную травму. Это могло произойти при падении с лошади.

Поскольку пояс нижних конечностей у мумии при томографии находился не в ортогональной позиции, для измерения размеров малого таза пришлось использовать технологию 3D MPR.

Расстояние между большими вертелами бедренных костей оценено в 19 см, но, учитывая вывих правого тазобедренного сустава, можно говорить о том, что при жизни оно было равно 23,0–23,5 см (современная норма – 30–31 см). Расстояние между передними верхними остями подвздошных костей составило 19 см (современная норма – 25–26 см).

Поскольку измеренные наружные размеры малого таза мумии значительно отличаются от нормы, а размеры черепа ее самой и ее взрослых современников и современного человека схожи, то закономерно встает вопрос о размерах полости малого таза. Его размеры –

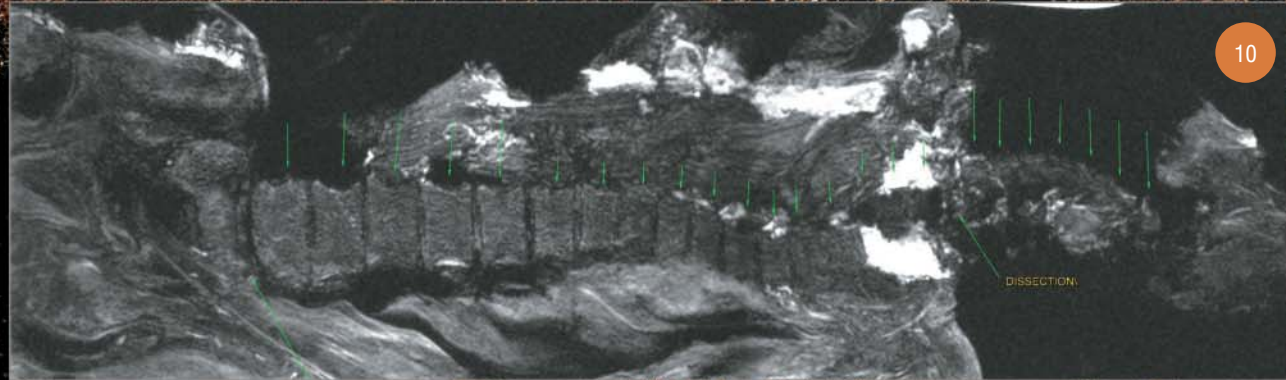
Томографические исследования выявили одну важную особенность строения тела женщины. У нее был, по современной медицинской терминологии, «плоскорихитический, или общесуженный, плоский таз». По существующим в современном акушерстве классификациям степеней суженности таза (Литмана и Красовского) в ее случае показано кесарево сечение, естественные роды опасны для жизни (Гайворонский, Бессонов, Ниаури, 2012). Таким образом становится понятно, что женщина не имела детей – первые же роды могли бы убить ее. Особенности физического строения ее тела подтверждают предположение, сделанное на основе характера погребального обряда (одиноко стоящий курган), о безбрачии женщины как следствии ее особого положения в обществе

принципиально важный вопрос для деторождения, поскольку малый таз представляет собой костную часть родового канала: его задняя стенка состоит из крестца и копчика, боковые образованы седалищными костями, а передняя – лобковыми костями и симфизом.

Размеры малого таза у мумии оказались гораздо меньше, чем у современных женщин. Опираясь на современные акушерские нормы, можно говорить о III степени суженности таза, при которой невозможны естественные роды.

С другой стороны, нельзя полностью исключить возможность деторождения. Можно предположить эволюцию биомеханики родов, поскольку строение крестца у мумии отличается от современного: межпозвоночные диски не утрачены – по-видимому, крестцовый отдел позвоночника был достаточно подвижен и только 2–3 верхних крестцовых позвонка являли собою единый крестец. Вполне возможно, что такое строение крестца компенсировало узость родового канала. Не исключено также, что в те времена у молодых особой соединения между костями таза могли быть более подвижными, поскольку репродуктивный возраст начинался у них уже со второго десятилетия жизни при ее средней продолжительности в 30–40 лет. Более того, в условиях относительно ограниченных пищевых ресурсов рождение крупного потомства было маловероятным.

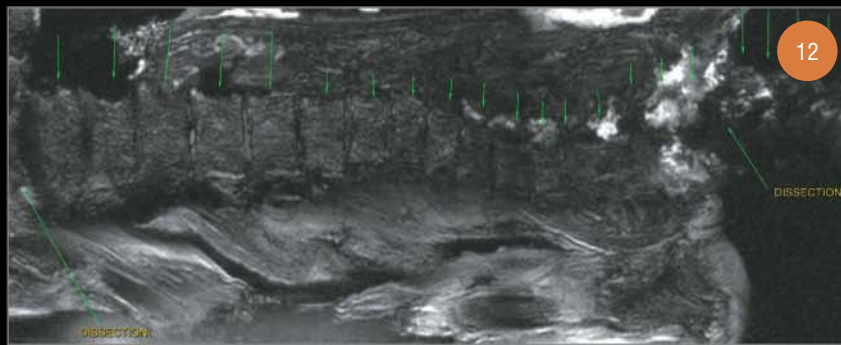
Что касается костей бедра, то в дистальной части диафизарной полости левой бедренной кости обнаружены отечно-склеротические овоидные очаги общим размером 19×16×76 мм. В метаэпифизарной зоне и в дистальной части диафизарной полости правой бедренной кости также обнаружены серийные отечные очаги общим размером 13×15×85 мм. Все эти изменения можно оценить как прижизненные остеомиелитические в остро-подострой фазе.



10



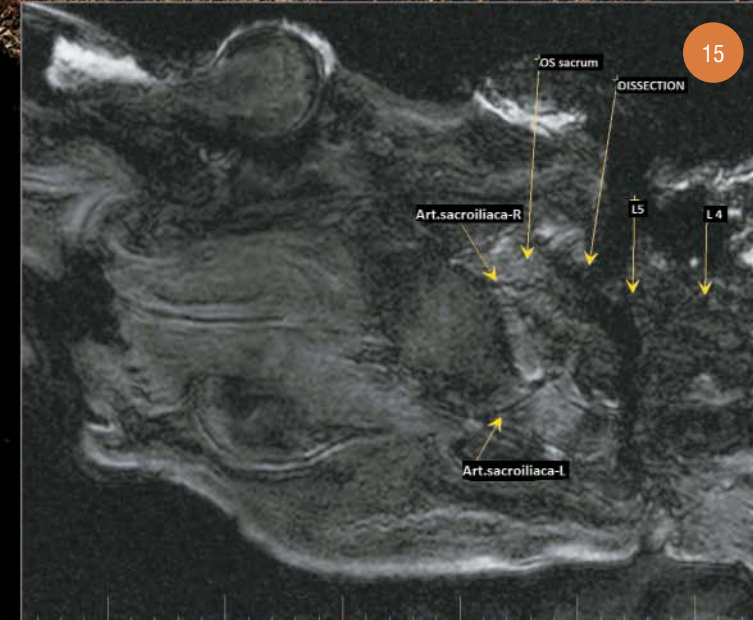
11



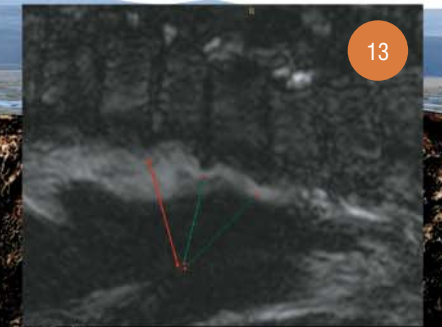
12

Рис. 10. Позвоночный столб мумии: в шейном отделе позвоночника 7 позвонков, в грудном – 12, а в поясничном – 5. Серия вертикальных зеленых стрелок показывает уровни по позвоночнику. DISSECTION – уровень искусственного рассечения на уровне шейно-грудного перехода. Ниже шейно-грудного перехода видны три грудных позвонка (Th1,2,3), деформированные, со сниженным МР-сигналом по сравнению с нижележащими позвонками. Вокруг них – отечные клетчаточные пространства с высоким МР-сигналом. Второе рассечение без обозначения – на уровне крестцово-поясничного перехода между крестцом и позвонком L5

В телах позвонков Th1, Th2 и Th3 выявляется значительное снижение МР-сигнала и деформация наружных контуров, что может указывать на прижизненное патологическое поражение губчатой костной ткани этих элементов, вероятно метастатическим онкопроцессом, тем более что они «окружены» с обеих сторон паравerteбральной клетчаткой с проявлениями резкой отечности



15



13



14

Рис. 11. Компрессионные переломы тел позвонков Th8, 9, 10 (показаны полыми стрелками). DISSECTION – уровень искусственного рассечения на уровне крестцово-поясничного перехода (между крестцом и позвонком L5 – показано тонкой стрелкой)

Рис. 12. Формирующиеся грыжи Шморля в телах позвонков Th8,9,10,11,12. DISSECTION – уровни искусственных рассечений на уровне шейно-грудного и крестцово-поясничного переходов

Рис. 13. Спондилез и боковые (зафораменальные) протрузии в грудном отделе позвоночника (стрелками показаны межпозвоночные диски Th7-8, Th8-9, Th9-10)

Рис. 14. Прижизненные изменения поясничного отдела позвоночника и ритуальное рассечение на уровне пояснично-крестцового перехода

Рис. 15. Крестцово-подвздошные сочленения: правое (Art.sacroiliaca-R) и левое (Art.sacroiliaca-L). DISSECTION – уровень искусственного рассечения на уровне крестцово-поясничного перехода между крестцом (Os sacrum) и последним поясничным позвонком (L5)

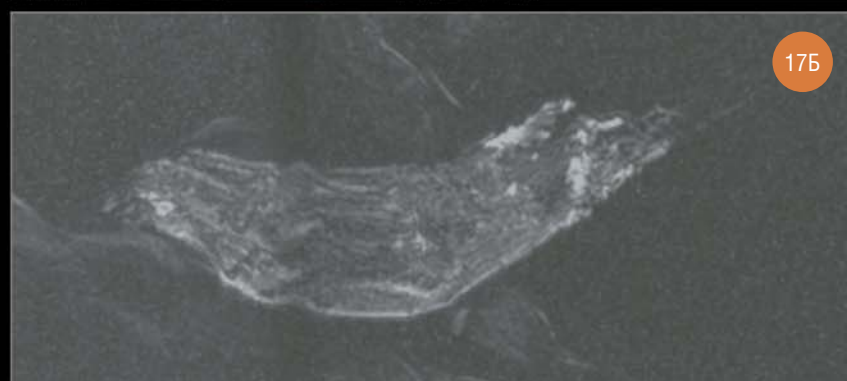
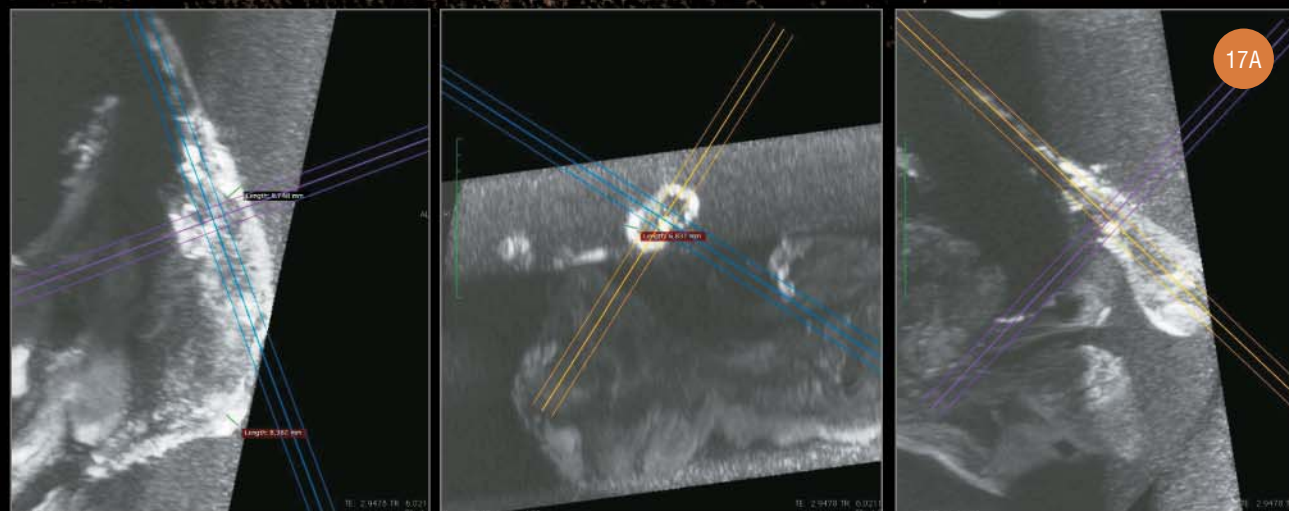
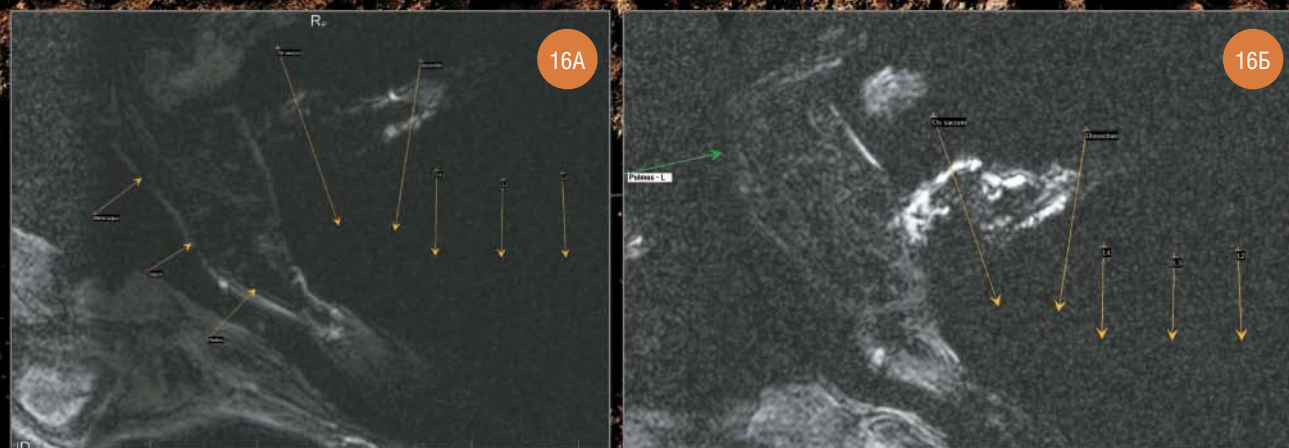
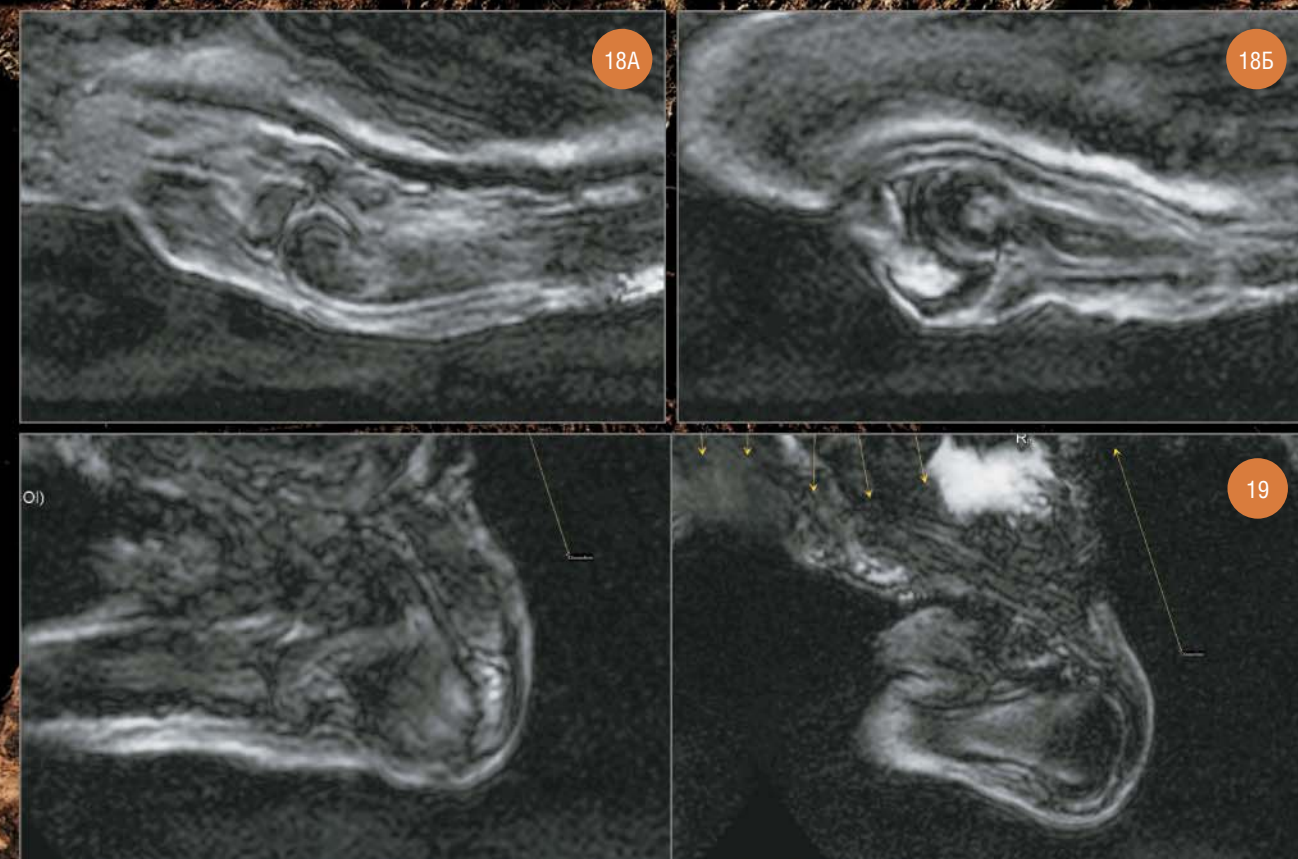


Рис. 16. Левая кисть.
А – запястные и пястные кости.
Б – пястные кости и фаланги

Рис. 17. Правая кисть (проксимальные фаланги, запястные и пястные кости, фрагмент предплечья). Видно диффузное усиление сигнала и утолщение подкожно-жировой клетчатки проксимальнее лучезапястной складки.
А – трехпланарная проекция,
Б – технология наложения полупрозрачных соседних томографических срезов

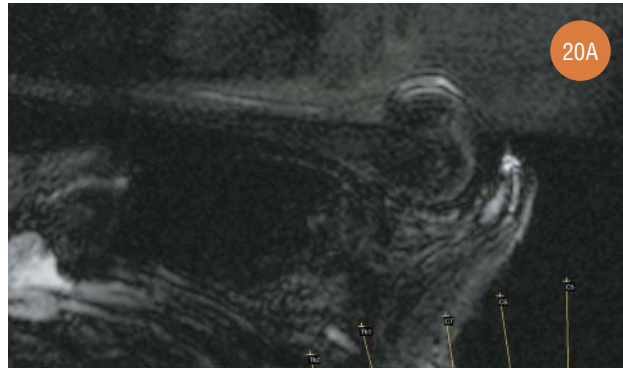
Рис. 18. Левый локтевой сустав.
А – art. humeroradialis,
Б – art. humeroulnaris (в структуре локтевого отростка (olecranon) – отечный очаг)

Рис. 19. Левый плечевой сустав (параллельные срезы)

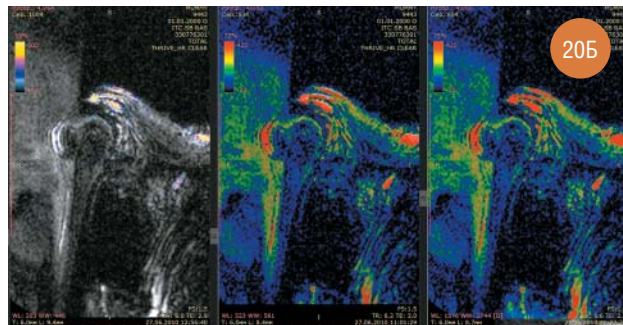


На левом коленном суставе можно отметить элементы субхондрального склерозирования и сфероидные отечные очаги диаметром 4–13 мм в проксимальном эпифизе левой большеберцовой кости. Передняя крестообразная связка правого коленного сустава деформирована и утолщена, вероятно, в результате прижизненной травматизации.

В латеральной лодыжке (левая малоберцовая кость) имеется зона резкой отечности губчатого вещества до 15×25×10 мм; аналогичный очаг



20A



20B

до 12×15×10 мм – в дистальном эпифизе левой большеберцовой кости. Правая большеберцовая и малоберцовая кости находятся в хорошем состоянии, без явных очагов, имеются лишь мелкие субхондральные отечно-склеротические изменения.

В костях левой стопы обнаружены очаги с отечной периферией и с МР-плотными темными центральными зонами. Эти изменения можно интерпретировать как проявления прижизненного инфекционного или, что более вероятно, метастатического процесса. Аналогичные, но менее интенсивные очаги выявлены в костях правой стопы.

Томографический «диагноз»

Таким образом, магнитно-резонансная томография позволила выявить в мумии ряд очаговых изменений с повышенным МР-сигналом. Можно предположить несколько вариантов происхождения этих очагов, но необходимо отметить, что в любом случае они являются проявлением достаточно тяжелой патологии, которая могла быть причиной летального исхода. Можно назвать два наиболее распространенных варианта происхождения патологических очагов, тем более что по характеру МР-сигнала они отчетливо распадаются на две отдельные группы.

Вариант первый – остеомиелит как проявление общего септического процесса. Сюда можно отнести очаги с высоким МР-сигналом, связанным с повышенным содержанием жидкости (т. е. выраженной отечностью),

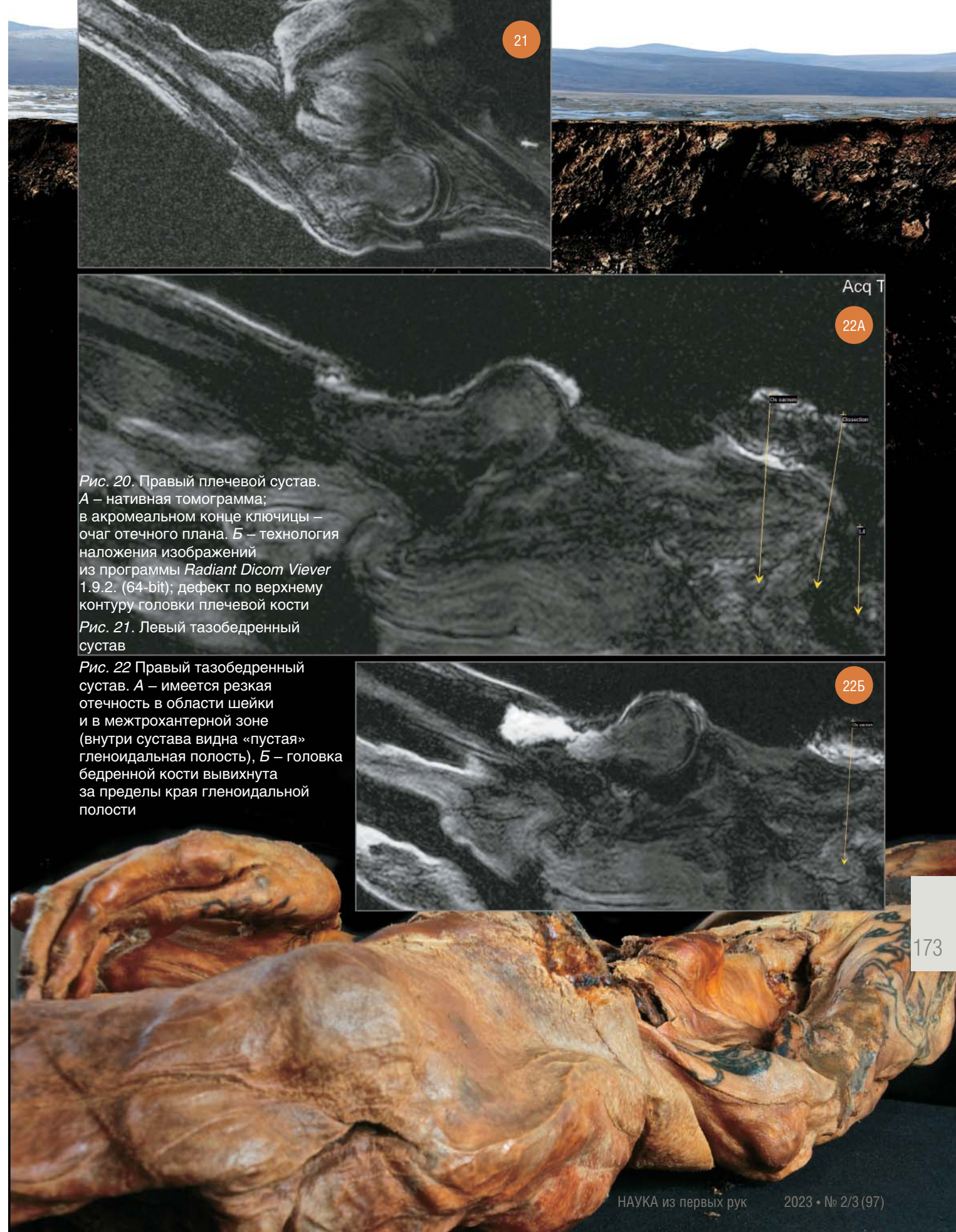
а множественность очагов можно интерпретировать как прижизненное септическое состояние. Тем более что в левой бедренной кости обнаружены отечно-склеротические очаги, очень похожие на постостеомиелитические очаги в подострой или хронической фазе (с элементами остаточной отечности и перифокального остеосклерозирования), а в правой бедренной кости – аналогичные очаги, но с более выраженной отечной реакцией, что можно интерпретировать как наличие того же процесса (сепсис, остеомиелит), но в более ранней (острой или подострой) фазе.

Вариант второй – онкология. В пользу этого предположения говорит наличие округлого очага в правой молочной железе, очагов с низкой интенсивностью МР-сигнала, по локализации соответствующих лимфатическим узлам с патологическим (метастатическим) «содержимым», очагов, напоминающих метастазы опухоли в телах позвонков Th1, Th2 и Th3 и очагов с «плотным» центром и «яркой» периферической отечностью в кубовидной кости левой стопы. Утрата мягких тканей правой руки в этом случае может быть связана с развитием лимфедематозных, а затем деструктивно-воспалительных изменений в этой зоне за счет прижизненного метастатического блока лимфоузлов в правой аксиллярной ямке. Вследствие этого ткани пораженной зоны оказались менее устойчивы к действию факторов внешней среды.

Помимо вышесказанного, были обнаружены и остаточные проявления нелетальных прижизненных воздействий в виде микротравматических (стрессорных) изменений в костных структурах. Их происхождение можно объяснить с точки зрения биомеханики травм при том допущении, что исследуемый объект при жизни подвергался систематическим физическим воздействиям при подъеме тяжестей, верховой езде, падениях и ударах.

Так, практически во всех крупных суставах, в межпозвоночных суставах и в суставах стоп были выявлены деформации артрозного или микротравматического типа, которые, возможно, явились последствиями хронического полиартрита.

Травматический локомоторный характер, вероятно, имеют вывих правого тазобедренного сустава и деформация головки правой плечевой кости, а также большая толщина передней крестообразной связки в правом коленном суставе при выраженной травматизации связки. Обращает на себя внимание, что все эти изменения характерны только для одной, правой, стороны тела. Нужно добавить, что на рисунках черепа (Чикишева, 2000) хорошо видна четкая асимметрия костей лицевого черепа с деформацией и линией перелома правой верхней челюсти, с дефектом правой скуловой кости и асимметрией положения нижней челюсти за счет асимметрии височно-нижнечелюстных суставов.



21

Рис. 20. Правый плечевой сустав. А – нативная томограмма; в акромеальном конце ключицы – очаг отечного плана. Б – технология наложения изображений из программы Radiant Dicom Viewer 1.9.2. (64-bit); дефект по верхнему контуру головки плечевой кости

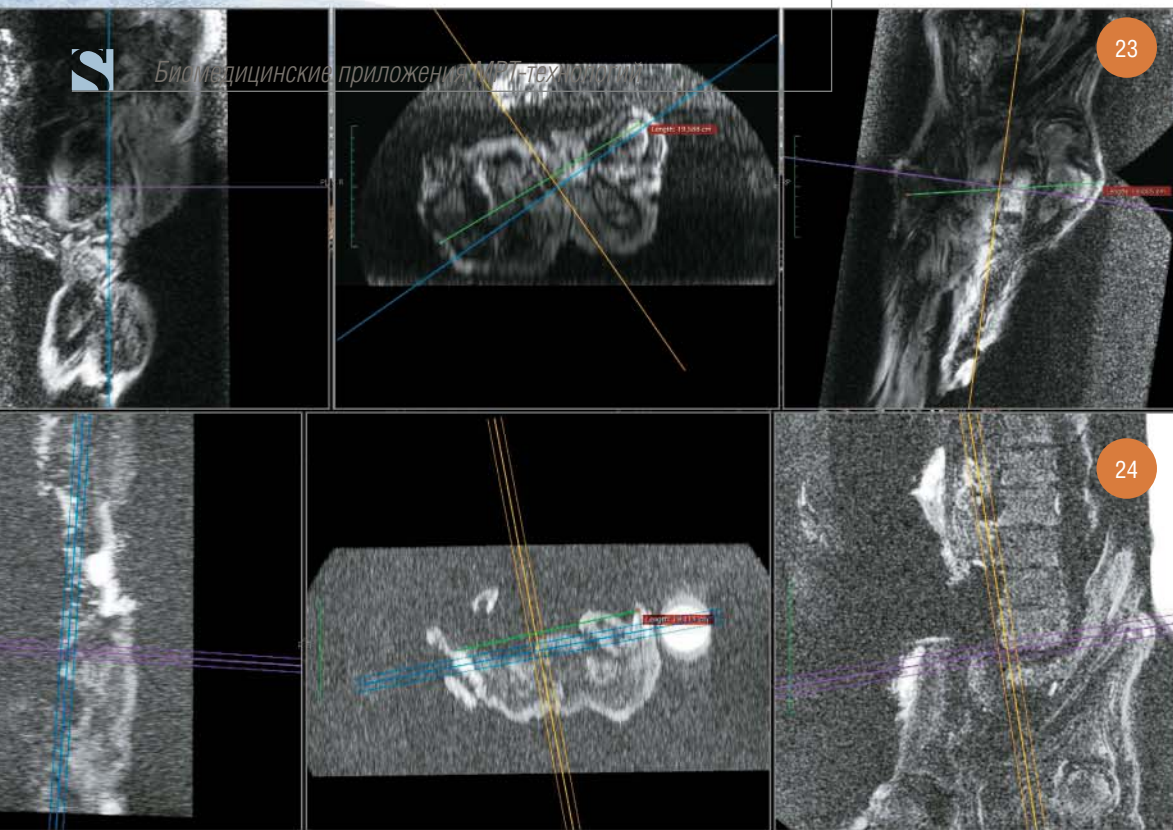
Рис. 21. Левый тазобедренный сустав

Рис. 22 Правый тазобедренный сустав. А – имеется резкая отечность в области шейки и в межтрохантерной зоне (внутри сустава видна «пустая» гленоидальная полость), Б – головка бедренной кости вывихнута за пределы края гленоидальной полости

Acq T

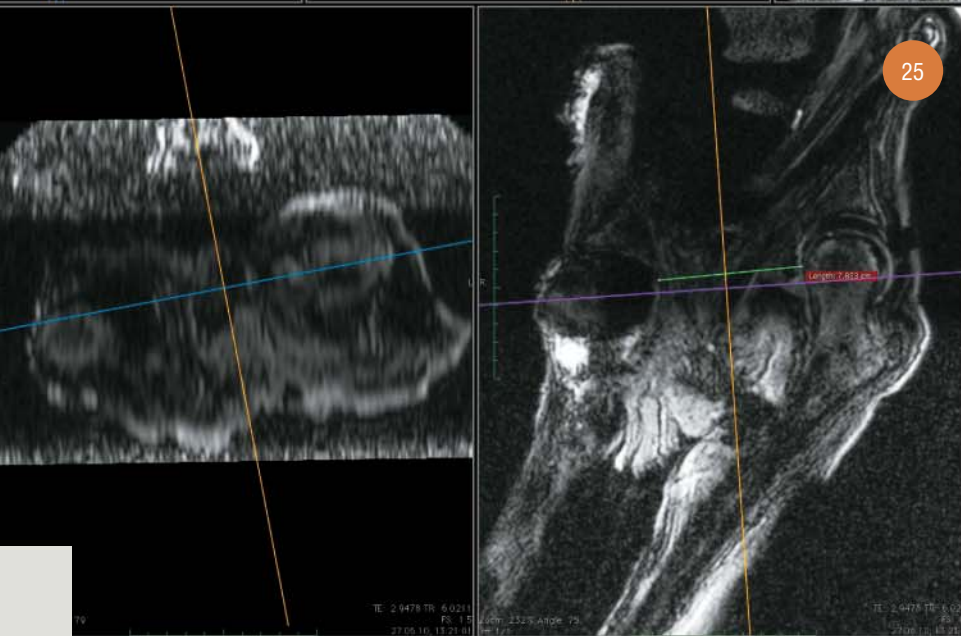
22A

22B

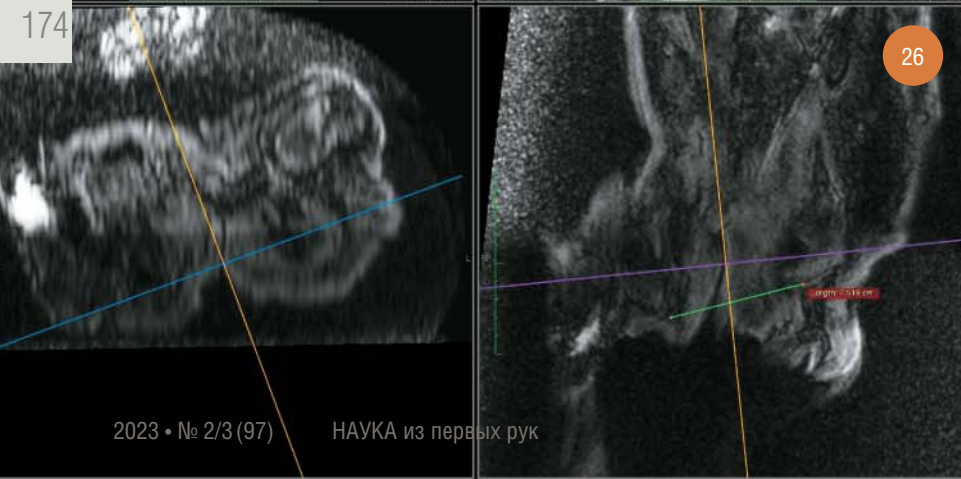


23

24



25



26

Рис. 23. Измерение distantia intertrochanterica

Рис. 24. Измерение distantia interspinalis

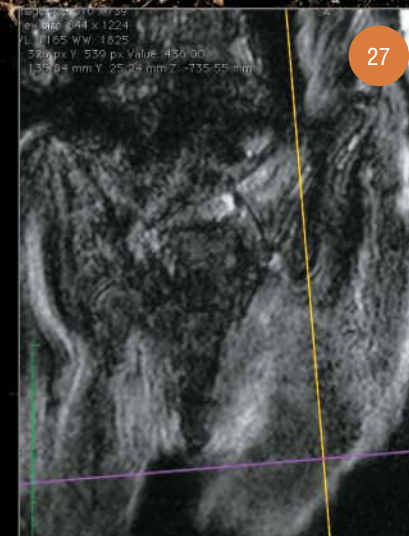
Рис. 25. Измерение поперечного размера плоскости широкой части малого таза

Рис. 26. Измерение поперечного размера плоскости выхода из малого таза

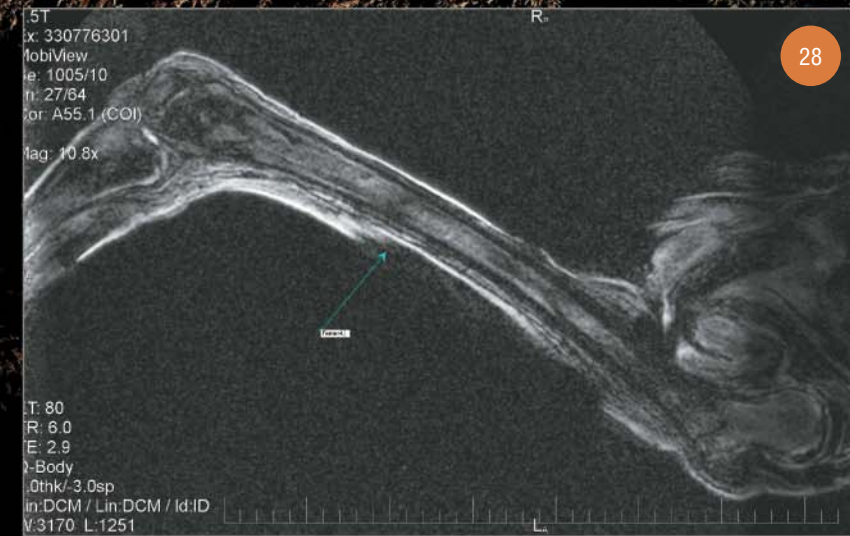
Рис. 27. Строение крестца

Рис. 28. Левое бедро. В дистальной части диафизарной полости – отечно-склеротические очаги

Рис. 29. Правое бедро. А и Б – параллельные срезы. В дистальной части диафизарной полости – отечно-склеротические очаги



27

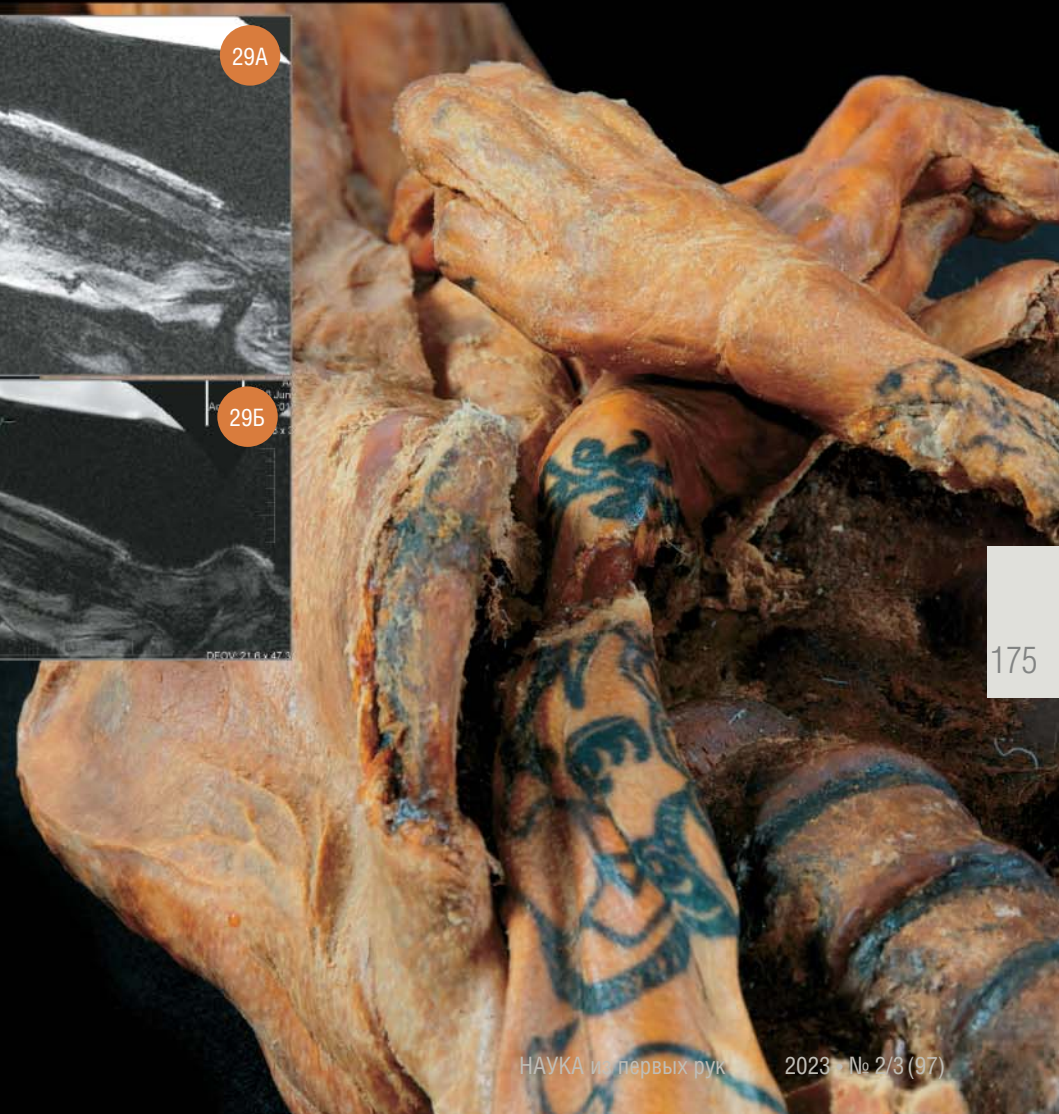


28



29A

29Б



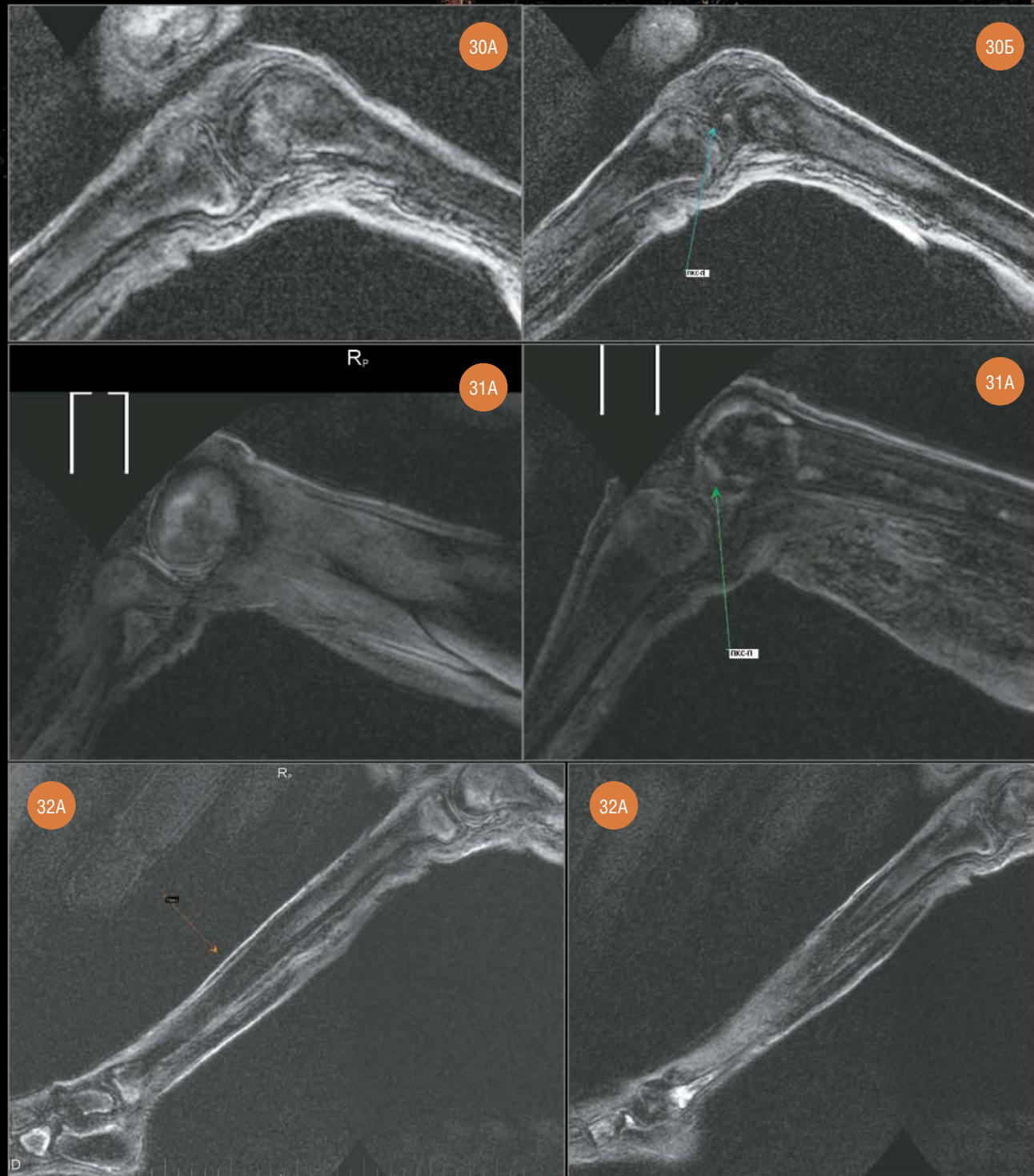


Рис. 30. Левый коленный сустав. А – элементы субхондрального склерозирования и сфероидные отечные очаги в проксимальном эпифизе левой большеберцовой кости. Б – визуализируется достаточно сохранная передняя крестообразная связка (ПКС, показана стрелкой)

Рис. 31. Правый коленный сустав. А – достаточно сохраненный латеральный мениск. Б – передняя крестообразная связка (ПКС, показана стрелкой) – деформирована, утолщена, но ее форм-фактор сохранен

Рис. 32. Левая голень. А – большеберцовая кость. Б – малоберцовая кость

Рис. 33. Правая голень – большеберцовая кость

Рис. 34-А. Правая голень – малоберцовая кость, дистально

Рис. 34-Б. Правая голень – малоберцовая кость, проксимально



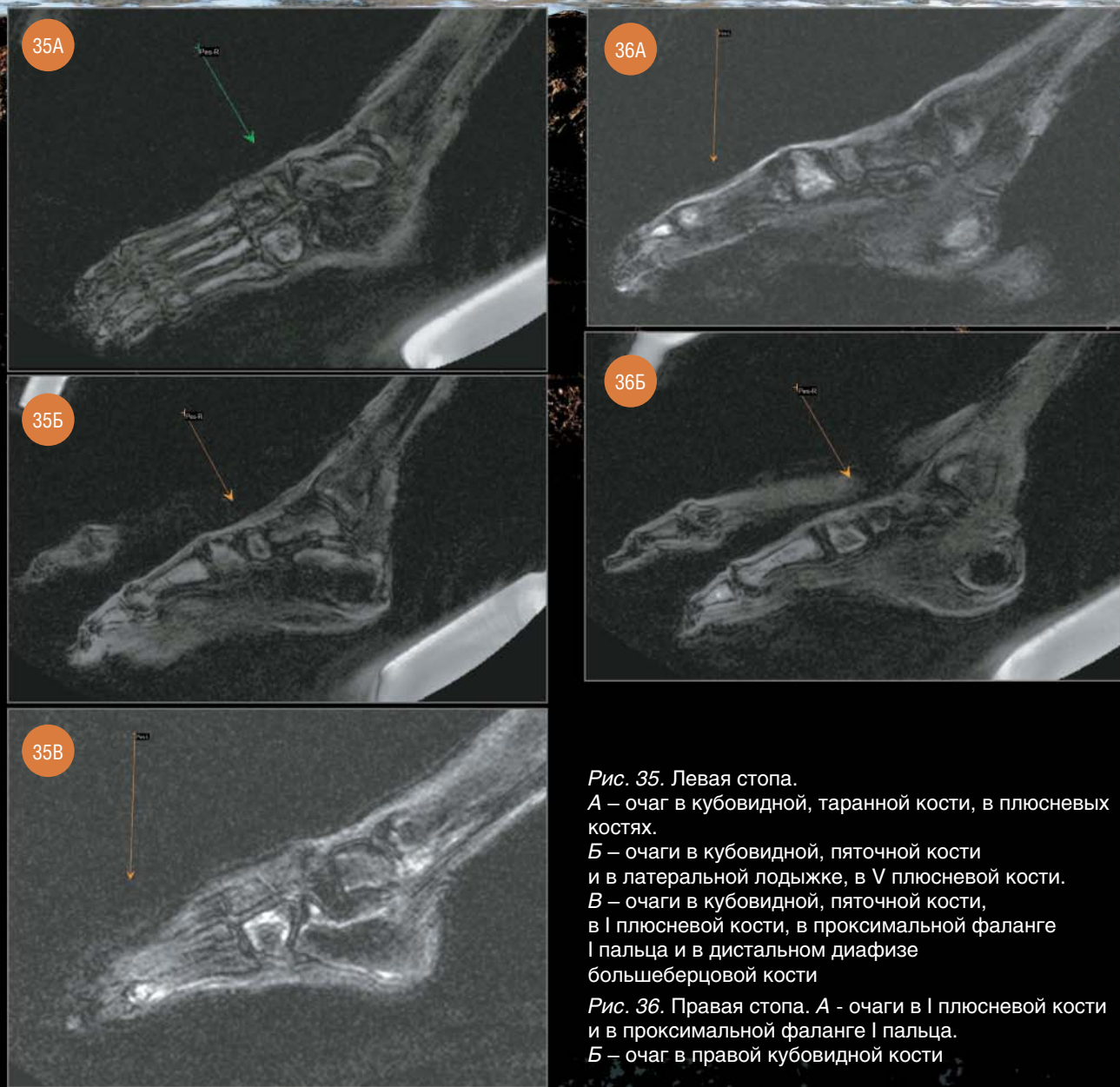


Рис. 35. Левая стопа.
 А – очаг в кубовидной, таранной кости, в плюсневых костях.
 Б – очаги в кубовидной, пяточной кости и в латеральной лодыжке, в V плюсневой кости.
Рис. 36. Правая стопа. А - очаги в I плюсневой кости и в проксимальной фаланге I пальца.
 Б – очаг в правой кубовидной кости

На МР-томограммах также была выявлена асимметрия мозгового черепа и асимметричное положение нижней челюсти. С судебно-медицинской точки зрения такие травмы вполне могли быть получены прижизненно. И хотя их можно отнести к травмам средней степени тяжести, их сочетание с вышеописанной патологией вполне могло привести к смерти, особенно на фоне далекого от нормы здоровья женщины.

Данные, полученные с помощью посмертной магнитно-резонансной томографии мумии женщины из «замершего» пазырыкского погребения, свидетельствуют о выраженном действии на ее костный скелет и суставной аппарат жесткой функциональной нагрузки и неблагоприятных факторов (в основном травматического характера).

Кроме того, результаты МР-томографии указывают на наличие достаточно тяжелых патологических изменений. Они свидетельствуют в пользу продолжения исследования тканей мумии в патоморфологическом аспекте на предмет верификации природы костных очагов, состояния правой молочной железы и оставшихся клетчаточных пространств, а также для поиска лимфоузлов, пораженных метастатическим процессом. На основании подобных находок можно будет с высокой долей вероятности утверждать, что женщина страдала от онкологического заболевания, развившегося на фоне поражения правой молочной железы.

Второй возможной хронической прижизненной патологией мог быть септический процесс, остеомиелитические проявления которого были найдены

на МР-томограммах. Тяжелая травма с поражением мозгового черепа и суставов могла быть «последней каплей, переполнившей чашу», и стать непосредственной причиной смерти.

Если эти гипотезы найдут прямое – патоморфологическое, гистологическое, иммунологическое или генетическое – подтверждение, то можно будет достаточно уверенно судить о факторах внешней среды, воздействовавших на организм, о перенесенных заболеваниях и причине смерти этого антропоархеологического объекта, тем более что исследования в этом направлении в СО РАН в свое время уже были начаты (Докторов и др., 2000).

Что касается нашей дальнейшей работы, то планируется последующая обработка МР-томограмм с целью усиления и дискриминации МР-сигнала на томограммах. Возможно, тогда удастся оценить индивидуальные особенности и эволюционные «аспекты» формы, структуры и функционирования костей черепа, тем более что результаты для сравнений и классификации в современной антропоархеологической литературе уже имеются (Smith *et al.*, 2012).

Участникам этой работы хотелось в первую очередь продемонстрировать возможности использования высокопольной магнитно-резонансной томографии для изучения антропоархеологических объектов с позиций посмертного МРТ-анализа. А поскольку эта технология уже заняла достойное место в антропоархеологии (Scherf, 2013), то мы надеемся, что наши усилия помогут методу МРТ стать достойным дополнением рентгенологического метода изучения в археологии и палеоантропологии.

Литература

Jackowski Ch. Postmortem MRI-current applications and future developments // *Int. J. Legal Med.* 2012. V. 126 (Suppl. 1). P. S5–S21.
 Jackowski Ch., Grabherr S., Schwendener N. Pulmonary thrombembolism as cause of death on unenhanced postmortem 3T MRI // *Eur. Radiol.* 2013. V. 23. P. 1266–1270.
 Kean W. F., Tocchio Sh., Kean M., Rainsford K. D. The musculoskeletal abnormalities of the Similaun Iceman (“O” TZI): clues to chronic pain and possible treatments // *Inflammopharmacol.* 2013. V. 21. P. 11–20.
 Ribeiro M. M., Martins H., Carreiras M., et al. Brain anatomy characterization through post-mortem structural MR imaging // *Surg. Radiol. Anat.* 2013. V. 35. P. 659.
 Scherf H. Computed tomography in paleoanthropology – an overview // *Archaeol. Anthropol. Sci.* 2013. V. 5. P. 205–214.
 Smith M. J., Kneller P., Elliott D., et al. Multidisciplinary analysis of a mummified cranium claimed to be that of a medieval execution victim // *Archaeol. Anthropol. Sci.* 2012. V. 4. P. 75–89.

Thompson R. C., Allam A. H., Lombardi G. P., et al. Atherosclerosis across 4000 years of human history: the Horus study of four ancient populations // *www.thelancet.com / Published online March 10, 2013. http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(13)60598-X.*

Воевода М. И., Ситникова В. В., Ромашенко А. Г. Расово-и этноспецифические особенности мПРНК представителей пазырыкской культуры // *Феномен алтайских мумий / ред. А. П. Деревянко, В. И. Молодин. Новосибирск: Изд-во Ин-та археологии и этнографии СО РАН, 2000. Гл. 4.7. С. 224–230.*

Степаненко А. Ю. Влияние размеров мозгового черепа на морфометрические показатели мозжечка человека // *Український медичний альманах.* 2010. Т. 13. № 6. С. 151–155.

Феномен алтайских мумий / ред. А. П. Деревянко, В. И. Молодин. Новосибирск: Изд-во Ин-та археологии и этнографии СО РАН, 2000. С. 320.