

К РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММЫ ПАЛЕОАУКСОЛОГИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Введение. Палеоауксологические исследования чаще всего ассоциируются с изучением изменчивости размеров длинных трубчатых костей по отношению к зубному возрасту. В то же время, в возрастной антропологии и клинической практике помимо зубного возраста и продольного роста используются и другие критерии биологической зрелости (например, скелетная). Более того, стертость жевательных поверхностей молочных и постоянных зубов также показывает достоверную связь с возрастом незрелых индивидов. В настоящей статье приводится обзор литературных источников и методических подходов, касающихся первичного анализа детских останков в аспекте их возрастной изменчивости. Целью работы является представление и обоснование авторской палеоауксологической программы для сбора данных по скелетированным останкам незрелых индивидов.

Результаты и обсуждение. Предлагаемая программа составлена из трех блоков: зубная система, описательные характеристики скелетной зрелости и остеометрия. Акцентируется внимание на необходимости сбора данных по нескольким относительно независимым системам признаков, важности документирования исходной информации, использованной для оценки возраста ребенка, а также проблеме межисследовательских расхождений в оценках зубного возраста.

Заключение. Авторами разработана широкая исследовательская программа, отражающая вариативность процессов роста и формирования скелета человека. Являясь достаточно подробной, она может быть полезна специалистам, проявляющим интерес к соответствующей тематике и настроенных на детальный анализ скелетных останков незрелых индивидов. Предлагаемый подход в перспективе позволит унифицировать процедуру сбора палеоауксологических данных.

Ключевые слова: палеоантропология; палеоауксология; рост и развитие; зубной возраст; скелетная зрелость; остеометрия

Введение

Палеоауксология¹ – научное направление, посвященное исследованию древнего человека по останкам незрелых индивидов, – находится на этапе накопления данных и поиска концептуальных методических решений. Это обстоятельство отражается в регулярном обсуждении, преимущественно зарубежными авторами, соответствующих

проблем теоретического и методического характера [Норра, 2000; Tillier, 2011; Ruff et al., 2013; Mays, 2018]. Ряд отечественных специалистов также проявляет интерес к данной тематике [Федосова, 2003; Куфтерин, 2017; Медникова, 2017; Buzhilova et al., 2018]. Однако, в отличие от традиционных направлений палеоантропологии и ауксологии, в «биоархеологии детства»² ведущая роль до сих пор принадлежит западным исследователям.

¹ Термин «палеоауксология» впервые использовала А.-М. Тилле в контексте изучения ростовых процессов у палеолитического человека [Tillier, 1995]. Позднее Р. Хоппа и Ч. Фицджеральд [Норра, Fitzgerald, 1999] предложили его более широкую трактовку, рассматривая «палеоауксологию» как направление, объединяющее все исследования процессов роста и развития в древних популяциях. В то же время этот термин по-прежнему не является общепринятым и не получил широкого

распространения. Первой «палеоауксологической» публикацией, при этом, считается исследование Ф. Джонстона [Johnston, 1962].

² В русскоязычной литературе термин используется в работе М.Б. Медниковой [Медникова, 2017]. Применение палеоауксологического подхода (например, к материалам из Галаери), позволяет считать, что автор рассматривает это направление в рамках общей «биоархеологии детства».

Палеоантропологические исследования, чаще всего, ассоциируются с изучением изменчивости размеров длинных трубчатых костей (ДТК) по отношению к зубному возрасту ребенка – подход, опирающийся на общепринятое мнение о том, что развитие зубной системы более консервативно и менее подвержено внешнему влиянию, нежели другие показатели биологического возраста [Mays, 2018]. Это подтверждается многочисленными исследованиями [Миклашевская с соавт., 1988; Cardoso, 2007], что позволяет считать зубной возраст наиболее адекватно отражающим хронологический [Васильев, 1996]. В то же время, в возрастной антропологии помимо зубного возраста и продольного роста используются и другие критерии биологической зрелости, включая скелетную, степень полового и общего морфологического развития [Миклашевская с соавт., 1988; Васильев, 1996; Moorrees et al., 1963a].

По мнению С. Мэйса [Mays, 2018], исследования ростовых процессов у детей и подростков и впредь будут играть одну из ведущих ролей в изучении «благополучия» древнего населения. Автор, при этом подчеркивает, что если мы хотим получить о них более полное представление, важно не ограничиваться измерениями продольных размеров длинных трубчатых костей (ДТК). Например, наиболее интенсивный рост костей черепа приходится на ранние этапы онтогенеза, а поперечные размеры ДТК могут продолжать увеличиваться и после того, как практически прекратился их продольный рост. Соответственно, изучая разные части скелета, мы можем осветить характер их роста в разные периоды онтогенеза.

В этой связи хотелось бы обратить внимание на описательную систему признаков, напрямую связанную с ростом и созреванием скелета, но незаслуженно менее обсуждаемую специалистами. Речь об оксификации и синостозировании первичных и вторичных центров окостенения. Обращение к этой системе важно, как минимум, для определения возраста на стадии раннего онтогенеза, когда формируется черепная коробка, а также в подростковом и раннем юношеском периоде, когда показатели скелетной зрелости начинают играть более важную роль. Труды Т. МакКерна и Т.Д. Стюарта [McKern, Stewart, 1957], а также М. Шэфера с соавторами [Schaefer et al., 2009] представляют примеры эффективного использования этой системы для оценки возраста невзрослого индивида. В отечественной литературе в этом отношении важны сводки, представленные в работе В.И. Пашковой [Пашкова, 1963].

Отклонения от модальной последовательности и времени синостозирования центров оксификации

существуют как на внутригрупповом, так и на межгрупповом уровнях [Schaefer, Black, 2007; Lenover, Seselj, 2019]. Выраженное отставание в развитии первичных или вторичных центров оксификации может указывать на патологическое состояние. Примером является задержка в закрытии родничков у детей при рахите [Lewis, 2018, p. 210]. Заметное отклонение во времени синостозирования центров оксификации в более позднем возрасте может свидетельствовать о гормональных нарушениях. Крайний пример существования подобной взаимосвязи представляет случай известного кастрата Фаринелли, у которого на момент смерти (около 78 лет) не закрылись швы подвздошного гребня и медиального края лопатки [Belcastro et al., 2011].

Еще одним потенциальным направлением в рамках изучения описательных признаков скелетной зрелости является возможность определения пубертатного спурта. В частности, С. Мэйс [Mays, 2018] говорит о невозможности выявить возраст, в котором он происходил, исследуя лишь изменчивость продольных размеров длинных трубчатых костей в археологической выборке. Причиной этого является и сам метод исследования (поперечный срез), и неоднородность выборки, что приводит к «смазыванию» пика. В то же время, известен ряд описательных признаков, коррелирующих со стадией пубертатного спурта и используемых в клинической практике и возрастной антропологии. Ф. Шэпланд и М. Льюис [Shapland, Lewis, 2013, 2014] проанализировали несколько подобных особенностей, в числе которых были: стадия минерализации постоянного клыка нижней челюсти, степень оксификации крючка крючковидной кости, стадия синостозирования эпифизов фаланг пальцев кисти, лучевой кости и подвздошного гребня, а также морфогенеза верхних шейных позвонков.

Возвращаясь к зубной системе, хотелось бы обратить внимание на работу А. Демирджяна, написанную совместно с известным антропологом Дж. Таннером [Demirjian et al., 1973], а также исследования К. Морреса с соавторами [Moorrees et al., 1963a, b]. Эти авторы доказывают, что оценка степени формирования зуба является более надежным индикатором зрелости зубной системы, чем стадия прорезывания, которая в большей степени зависит от внешних и внутренних факторов. Система К. Морреса с соавторами используется в современных антропологических работах и включена в «Стандарты...» [Buikstra, Ubelaker, 1994]. Она обсуждается в следующем разделе.

А. Демирджян и соавторы выделяют два подхода к оценке зубного возраста. Первый, названный «атласным» («Atlas approach»), определяет серии

типичных стадий каждой возрастной последовательности на изучаемом возрастном отрезке. Новая серия наблюдений сопоставляется с этими стадиями, затем производится оценка зубного возраста ребенка. Согласно второму подходу, представленному ранее Дж. Таннером с соавторами [Tanner et al., 1962], каждому элементу приписывается собственная стадия развития, затем баллы по всем изучаемым элементам суммируются в общую балловую оценку. Далее уже она преобразуется в возраст в соответствии с существующей референтной таблицей.

Авторы сочли, что для расчета суммарной балловой оценки достаточно проанализировать 7 постоянных зубов левой стороны нижней челюсти. При этом использование данной системы подразумевает обязательное наличие их полного комплекта у изучаемых индивидов. В противном случае предлагается ряд рекомендаций. Так, если отсутствующий слева зуб имеет антимер, то соответствующий балл определяется по нему. В противном случае для обобщенной оценки можно использовать лишь имеющиеся зубы, тогда следует сравнивать их с данными по той же группе зубов. По мнению авторов, вероятно, имеет смысл разработка системы оценивания для наиболее часто присутствующей комбинации зубов. Однако разные комбинации дают разную оценку зубного возраста и могут отражать несколько различающиеся аспекты зубной зрелости [Demirjian et al., 1973].

Схожий подход использовался в недавней работе Б. Бартольди с соавторами [Bartholdy et al., 2019] при разработке метода оценки возраста по стертости коронок зубов у детей и подростков. Авторы использовали модифицированную схему балловой оценки стертости по Х. Смит, применив её одновременно к молочным и постоянным зубам в выборке индивидов 1–19 лет. Каждому зубу присваивался балл, затем усреднявшийся для всех зубов одного индивида и использовавшийся в дальнейшем. Проблема сведения стертости молочных и постоянных зубов в одну схему решена путем разделения оценок: молочным зубам присваиваются баллы от 0 до 8, постоянным – от 8 до 16. Авторы подтвердили наличие достоверной связи между возрастом и степенью стертости жевательных поверхностей коронок, причем стертость молочных зубов демонстрировала большую скорость стирания. На основе полученных результатов, Б. Бартольди с соавторами предложили соответствующее программное обеспечение для определения зубного возраста (доступно в сети Интернет и работает через пакет R) [см. инструкцию по установке программы: Bartholdy et al., 2019, Data S2]. Авторы призывают исследователей к сопоставлению результатов по другим выборкам с полученными

ими, а предлагаемое программное обеспечение, кроме прочего, подразумевает возможность построения моделей на основе собственных данных.

Стандартной схемы описания стертости жевательных поверхностей молочных зубов пока не существует. Однако уже сейчас можно выделить несколько подходов к сбору данных. Представителем первого является С. Мэйс, который предпочитает использовать количественный метод, определяя степень стертости путем измерения высоты коронки зуба [Mays, Pett, 2014]. Представителем второго подхода – А. Клемент и Э. Фрейн [Clement, Freyne, 2012] предложили на цифровых фотографиях количественно оценивать площадь обнажившегося дентина по отношению к площади поверхности зуба. Согласно третьему подходу, стертость оценивается по порядковой шкале [напр., Bartholdy et al., 2019].

Предпосылки и основные источники

Размышляя над необходимостью разработки комбинированной программы сбора данных, ориентированной на исследование возрастной изменчивости скелета ребенка, мы опирались на два основных источника. В первую очередь, на «Стандарты...» [Buikstra, Ubelaker, 1994], а во вторую – но не в меньшей степени – на монографию М. Шэфер с соавторами [Schaefer et al., 2009]. В частности, стандартный протокол [Buikstra, Ubelaker, 1994] включает, помимо прочего, программу сбора комплексных данных по невзрослым индивидам, а именно, бланки регистрации ряда размеров костей черепа и посткраниального скелета, стадий синостозирования нескольких центров оссификации, а также сохранности и состояния зубной системы. В последних двух случаях предлагается поэлементная и позубная система фиксации. Именно этот подход тщательной регистрации разнохарактерных первичных признаков лег в основу предлагаемой программы. Второй источник – монографию М. Шэфер с соавторами [Schaefer et al., 2009], в настоящее время можно считать базовым руководством по остеологии невзрослых индивидов. Представленная в ней информация, касающаяся времени синостозирования и локализации центров оссификации, была взята за основу при формировании программы анализа описательных признаков созревания скелета. Многие признаки остеометрической части программы также позаимствованы из данной работы.

Система регистрации признаков, предлагаемая в «Стандартах...» Дж. Байкстры и Д. Юбелэйкера, на первый взгляд, кажется неоправданно трудоемкой, но эта трудоемкость имеет под собой

серьезные методические и логические основания. В первую очередь – необходимость документирования и подробного описания останков коренного населения Америки, которые в любой момент могли быть перезахоронены и утеряны для научного описания [Buikstra, Ubelaker, 1994]. Специфика отечественных реалий в этом отношении иная, однако и в нашей стране не редки случаи, когда однажды исследованный материал недоступен для повторного изучения (например, перезахоронение останков после археологических раскопок, если передача их в музейные фонды затруднена). Другая, не менее важная цель, преследовавшаяся редакторами и авторами «Стандартов...», – достижение максимальной сопоставимости результатов, так как различные протоколы, используемые разными исследователями, существенно снижают возможности их сопоставления и увеличивают вероятность межисследовательских расхождений. Сопоставимость результатов, полученных при использовании «Стандартов...», достигается и за счет документации не только итогового решения специалиста (например, результат определения пола), но и самих признаков, на основе которых это решение было принято (форма лобкового симфиза, наличие/отсутствие преаурикулярной борозды и т.п.). Это позволяет, во-первых, самому исследователю при необходимости вернуться к первичным данным и пересмотреть свое решение, а во-вторых, в случае сопоставления, минимизировать субъективный фактор. Подобный подход способствует и пониманию того, какие именно признаки сыграли решающую роль при вынесении итоговой оценки (что не всегда очевидно, когда специалист использовал несколько методик одновременно). В русскоязычной литературе схожий подход применяется в судебно-медицинской остеологии [например, Гармус, 1991], в силу повышенных требований к точности и объективности.

В то же время, программа, представленная в «Стандартах...», будучи ориентированной на описание базовых признаков в серии в целом, не удовлетворяет в полной мере нуждам исследователя, ориентированного на изучение детских останков. Так, в бланке регистрации зон синостозирования [Buikstra, Ubelaker, 1994] представлены лишь стандартные зоны, на которые традиционно обращается внимание, и отсутствует ряд важных признаков, формирующихся в раннем онтогенезе (закрытие родничков, синостозирование частей затылочной кости и некоторые другие). Также отсутствует ряд зон, важных для определения возраста и скелетной зрелости у подростков (в частности, на костях кисти и стопы). Систематизация в данном бланке основана на анатомической локализации скелетного элемента, а не на возрасте

формирования, что на наш взгляд, создает некоторые неудобства. В «Стандартах...» используется простая трехбалльная шкала степени синостозирования центров оксификации, что упрощает регистрацию по сравнению с пятибалльной шкалой Т. МакКерна и Т.Д. Стюарта [McKern, Stewart, 1957]. На наш взгляд, однако, в ней не хватает третьей стадии Т. МакКерна и Т.Д. Стюарта (недавнее прирастание). Степень прирастания медиального эпифиза ключицы может быть оценена по этой шкале или по шкале Н. Лэнгли-Шёрли и Р. Джэнтса [Langley-Shirley, Jantz, 2010], работавших именно с этим участком кости и предложивших по нему свою программу определения возраста.

Измерительная программа, представленная в «Стандартах...», основана на работе И.Д. Фазекаша и Ф. Коши, посвященной судебно-медицинской остеологии плода [Fazekas, Kosa, 1978, цит. по: Buikstra, Ubelaker, 1994, p. 44–46]. В монографии М. Шэфер с соавторами [Schaefer et al., 2009] также представлены размерные характеристики, заимствованные из данной работы, однако программа измерений более полная и основана на некоторых других литературных источниках. Целесообразность измерения отдельных костей детского черепа для нас в настоящий момент не очевидна, и, вероятно, краниометрическая программа для детских черепов требует дальнейшего осмысления. Относительно посткраниального скелета, помимо регистрации самих размеров, мы стремились достичь сопоставимости с размерами костей у взрослых индивидов. В частности, в палеоантропологии одним из методов стандартизации данных по разным группам является стандартизация «детских» размеров на размеры «взрослых» соответствующей выборки [Mays, 2018]. Продольные размеры диафизов детских костей в данном случае сопоставляются с продольными размерами длинных трубчатых костей (ДТК) взрослых с приросшими эпифизами, что, очевидно, не учитывает возможной вариации в размерах самих эпифизов. Однако непосредственное сопоставление диаметров и обхватов на детских и взрослых костях возможно. В «Стандартах...» вслед за И.Д. Фазекашом и Ф. Кошей предлагается измерение ширины середины диафиза ДТК. В то же время в остеометрической литературе по «взрослым» чаще представлены обхватные размеры диафизов [Медникова, 1998], что заставляет нас отдавать предпочтение именно им. Безусловно, измерение ширины метафизов и эпифизов также важно (для сопоставления с дефинитивными размерами при анализе их изменчивости в онтогенезе в условиях меняющейся физической нагрузки).

Бланк, представленный в «Стандартах...» для зубной системы, предполагает регистрацию

сохранности, стадий формирования (но не прорезывания) зуба, стертости (только для постоянных зубов), а также ряда патологических изменений [Buikstra, Ubelaker, 1994]. Бланки для постоянных и молочных зубов даны отдельно. Взяв эту форму за основу, мы модифицировали систему регистрации, исключив из неё патологические изменения, и сконцентрировали на одной странице бланка (бланки «Стандартов...» по постоянным и молочным зубам занимают шесть(!) страниц) признаки, связанные с возрастом (стадия формирования зуба, стадия прорезывания, степень стертости жевательных поверхностей). Помимо схемы К. Морреса с соавторами для молочных [Moorees et al., 1963a] и постоянных [Moorees et al., 1963b] зубов (используется в «Стандартах...»), существуют и другие схемы регистрации стадий формирования отдельных зубов. Например, в работе Н.В. Алтухова [Алтухов, 1913] представлена схема кальцификации постоянных и молочных зубов, а также рассасывания корней молочных. В работе А. Демирджана с соавторами [Demirjan et al., 1973] приводится восьмибалльная система (четыре стадии на коронку, четыре – на корень). Однако шестнадцатибалльная система К. Морреса с соавторами [Moorees et al., 1963a, b] относительно широкоупотребительна и рассчитана, в том числе, на исследование молочных зубов (включая стадии их резорбции).

Несмотря на некоторые недостатки, наиболее оптимальной системой фиксации стертости у детей в настоящее время является схема Б. Бартольди с соавторами [Bartholdy et al., 2019]. Недостаток заключается в проецировании стертости постоянных зубов на молочные. Важное достоинство, однако, состоит в ее «комбинированном» характере, т.е. она допускает одновременную оценку стертости молочных и постоянных зубов и учитывает тот факт, что постоянные зубы прорезываются позже и, соответственно, будут иметь меньшую степень стертости.

Некоторые методические проблемы палеоантропологии

Существенную сложность представляет сопоставление результатов измерения продольных размеров диафизов длинных трубчатых костей, стандартизованных на оценку зубного возраста. Так еще Л. Кёнигсберг и Д. Холман [Konigsberg, Holman, 1999] предположили, что во многих случаях достоверные различия в темпах роста у представителей разных археологических выборок на

самом деле обусловлены их немногочисленностью и расхождениями в определении зубного возраста.

Проиллюстрируем это примером из собственной практики. В ходе исследования каждым автором независимо были изучены скелеты одних и тех же индивидов из могильников эпохи бронзы Южного Урала. При этом использовались разные подходы к определению зубного возраста. М.К. Карпетян опиралась преимущественно на схему Д. Юбелэйкера [Buikstra, Ubelaker, 1994], в сомнительных случаях прибегая к схемам Й. Густафсона и Й. Коха, а также Д.Л. Андерсона с соавторами в редакции Т. Уайта [White, Folkens 2005]. Когда наблюдение отклонялось в ту или иную сторону от наиболее близкой стадии зубной зрелости, вносилась поправка в 0,5 лет. В.В. Куфтерин использовался менее формализованный подход, и разные методы определения возраста комбинировались [Алтухов, 1913; Buikstra, Ubelaker, 1994, p. 51; AlQahtani et al., 2010]. Учитывались и общие размеры скелета. Для дальнейшего анализа было отобрано 25 индивидов с данными о зубном возрасте и результатами измерений длины бедренной кости без эпифизов, произведенных М.К. Карпетян (табл. 1).

Полученные данные проанализированы как для двух независимых выборок (А и В), с идентичными длинами бедренных костей, но несколько отличающимися оценками зубного возраста (рис. 1). Различия обусловлены тем, что первый автор (выборка В) чаще давал меньшую оценку возраста в интервале *infantilis I* и *II* (в среднем на 0,6 лет). Соответственно, в выборке В дети меньшего возраста имели более высокие значения длин бедренных костей в сравнении с выборкой А (данные В.В. Куфтерина). Это обусловило различия в полученных регрессионных моделях. Их сравнение с использованием теста Чоу, показало высокую и статистически значимую достоверность различий двух линий регрессии. Процедура сравнения регрессионных моделей изложена в Приложении 1.

Таким образом, сопоставление зубного возраста с продольными размерами бедренных костей позволяет заключить, что данные двух исследователей «ведут» себя по-разному, что, в свою очередь, можно было бы трактовать как наличие биологических различий между группами. Традиционно это могло интерпретироваться как отставание выборки А в темпах роста длинных трубчатых костей от выборки В, возможно свидетельствующее об ухудшении условий жизни группы.

Одним из решений проблемы сопоставимости данных разных исследователей может быть

Таблица 1. Серии, включенные в регрессионный анализ
Table 1. Samples included in regression analysis

Могильник	N	Место хранения
Чумаровский	11	Стерлитамакский историко-краеведческий музей, Стерлитамак (раскопки Ю.А. Морозова, М.С. Чаплыгина, М.В. Стародубцева)
Каранаевский	3	
Николаевский	1	
Юлалы-8	4	Институт этнологических исследований им. Р.Г. Кузеева УФИЦ РАН, Уфа (раскопки И.И. Бахшиева)
Неплюевский	6	Институт истории и археологии УрО РАН, Екатеринбург (раскопки С.В. Шараповой)

сопоставление размеров посткраниального скелета не с итоговой оценкой возраста, а с некой характеристикой степени формирования зубной системы. Например, расчет среднего (или суммарного) балла развития (или степени прорезывания) по группе наиболее часто сохраняющихся зубов, либо на зуб/группу зубов, сроки кальцификации (или прорезывания) которых наиболее консервативны.

Описание программы

Предлагаемый протокол представлен в Приложениях 2–4 и включает три блока: зубная система (Приложение 2), описательные характеристики скелетной зрелости (Приложение 3) и измерительная программа (Приложение 4). Программа апробировалась на материалах из могильников эпохи бронзы Южного Урала. Кажущаяся трудоемкость, после правильной раскладки скелета, компенсируется небольшим временем заполнения бланков (в среднем не более 30 минут). В силу ограниченного объема статьи, иллюстративные материалы из литературных источников в публикации не воспроизводятся. Соответственно, для ряда схем необходимо обращение к первоисточникам.

Зубная система

На бланке регистрируется информация, связанная с возрастной изменчивостью зубной системы.

1. Этап прорезывания [AlQahtani et al., 2010, fig. 4]. Нужный зуб закрашивается соответствующим образом (см. бланк). Всего выделено четыре стадии: зуб глубоко в челюсти; подошел к поверхности (окклюзионная поверхность на уровне альвеолярного края); в процессе прорезывания (зуб вышел из альвеолы, но процесс незавершен); в окклюзии (дефинитивная стадия).

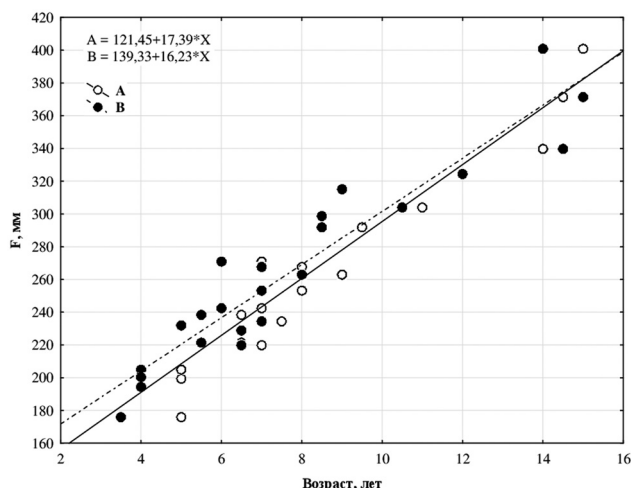


Рисунок 1. Сравнение линий регрессии, построенных для одной и той же выборки с опорой на зубной возраст, определенный разными авторами:

A – регрессионная модель, построенная по данным В.В. Куфтерина; B – регрессионная модель, построенная по данным М.К. Карапетян. F – наибольшая длина бедренной кости без эпифизов

Figure 1. Comparing two linear regression models calculated for the very same sample using dental ages estimated independently by the two authors:

A – regression based on the results of V.V. Kufterin; B – regression based on the results of M.K. Karapetian. F – maximum femur length without epiphyses

2. Стадия кальцификации коронки/корня зуба (в ряде случаев может понадобиться рентгенография).
3. Степень стертости жевательных поверхностей зубов.

Заметим, что при заполнении бланка одновременно фиксируется информация о наличии зубов для наблюдения (при невозможности наблюдения соответствующие ячейки остаются пустыми). В случае, когда все зубы утеряны посмертно, но по состоянию альвеол можно заключить, что они находились в челюсти или прорезались, по желанию можно зафиксировать в бланке эту информацию,

поставив внизу метку в пункте «определено по состоянию альвеол». В случае наличия изолированных зубов, при утраченных челюстях, заполняется только информация о стадии кальцификации и стертости жевательных поверхностей. Нумерация зубов в бланке приведена согласно системе FDI [Keiser-Nielsen, 1971].

Описательные характеристики скелетной зрелости

На бланке регистрируются стадии синостозирования первичных и вторичных центров оксификации. Он дополнен тремя описательными признаками: формирование барабанной части височной кости (возрастные изменения в первые 1,5 года жизни), формирование крючка крючковидной кости и этапы развития шейных позвонков (изменения в пубертатном периоде). Последние два признака приведены отдельно в нижней части бланка и могут заполняться по усмотрению исследователя. Очевидно, что стадии оксификации эпифизов, использующиеся в рентгенологии, к палеоантропологическому источнику неприменимы, поэтому программа ограничена регистрацией только стадий синостозирования. Признаки сгруппированы в соответствии со временем их формирования (от грудного к юношескому периодам онтогенеза). Таким образом, исследователь может заполнять лишь необходимую для данного наблюдения часть бланка. Например, при анализе останков детей младших возрастов, имеет смысл заполнять только первые две группы признаков, и нет нужды заполнять графы признаков, формирующихся в подростковом возрасте. Исключением могут быть случаи аномалий (например, незакрытый метопический шов). В этом случае можно поставить соответствующую отметку напротив конкретного признака. Заметим, что фиксация признаков отдельно по правой и левой сторонам для ряда костей занимает неоправданно много времени (например, кости кисти, стопы или боковых масс крестца). С целью упрощения для многих участков в бланке предусмотрена лишь общая оценка вне зависимости от стороны наблюдения.

Измерительная программа

В представленную программу включены лишь две структуры черепа: базилярная часть затылочной и пирамида височной кости. Это легко узнаваемые структуры, которые хорошо сохраняются, в отличие от других более хрупких элементов детского черепа. Для них же разработаны метрические

критерии определения возраста у плодов и маленьких детей [Schaefer et al., 2009], что может способствовать приблизительной оценке возраста в случаях, когда зачатки зубов и другие элементы черепа не сохранились.

Заметим, что в измерительной программе приведены три варианта продольных размеров длинных трубчатых костей: без эпифизов (стандартно используется в палеоантропологических работах), с одним эпифизом (верхний или нижний, нужно подчеркнуть) и с обоими эпифизами. Вторым и третьим варианты необходимы для возможного последующего сопоставления с дефинитивными размерами длинных трубчатых костей, а также для случаев, когда один или оба эпифиза начали синостозироваться. Таким образом, алгоритм следующий: вначале измеряется длина без эпифизов (если они не начали прирастать), затем – длина с обоими эпифизами, в случае их наличия. Длина с одним из эпифизов измеряется в случае, когда второй эпифиз утерян. Эпифизы плотно приставляются к метафизу в естественном положении. В программу введены также ряд широтных размеров метафизов и эпифизов, обхватов, а также размеры костей таза.

Заключение

Палеоантропология – лишь один из аспектов (методических подходов) «биоархеологии». Конечная ее цель заключается не в диагностике нарушений на индивидуальном уровне, а анализе биологического и социального благополучия группы с возможностью проведения дальнейших реконструкций. Предлагаемая программа охватывает значительную часть изменчивости, касающейся роста и формирования скелета, что в свою очередь, отражает физиологические процессы, происходящие в формирующемся организме. Являясь достаточно подробной, она может быть востребована специалистами, проявляющими интерес к данной тематике и заинтересованными в детальном анализе скелетных останков детей и подростков. Надеемся, что специалисты-антропологи, работающие в данном направлении, готовы к ее внедрению и обсуждению. Программа не является всеобъемлющей и не включает признаки, оценка которых возможна лишь деструктивными или высоко технологичными неинвазивными методами. Предлагаемый подход в перспективе позволит унифицировать процедуру сбора палеоантропологических данных.

Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 19-09-00354а.

Библиография

- Алтухов Н.В. Анатомия зубов. М.: Изд. А.А. Карцева, 1913. 124 с.
- Васильев С.В. Основы возрастной и конституциональной антропологии. М.: Изд-во РОУ, 1996. 216 с. ISBN 5-204-00063-1.
- Гармус А.К. Диагностика пола по качественным признакам таза // Судебно-медицинская экспертиза, 1991. № 2. С. 29-30.
- Куфтерин В.В. Атлас абрисов костей конечностей детей и подростков для возрастной экспресс-диагностики (по материалам Гонур-депе). М.: Старый сад, 2017. 154 с. ISBN 978-5-89930-155-1.
- Медникова М.Б. Биоархеология детства в контексте раннеземледельческих культур Балкан, Кавказа и Ближнего Востока. М.: Club Print, 2017. 223 с. ISBN 978-5-6040617-1-8.

Медникова М.Б. Остеометрическая методика в биоархеологических реконструкциях // Историческая экология человека. Методика биологических исследований. М.: Старый сад, 1998. С. 33-86.

Миклашевская Н.Н. Соловьева В.С., Година Е.З. Ростовые процессы у детей и подростков. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1988. 184 с.

Пашкова В.И. Очерки судебно-медицинской остеологии. М.: Медгиз, 1963. 154 с.

Федосова В.Н. Анализ процессов роста и развития в палеопопуляциях // Горизонты антропологии. М.: Наука, 2003. С. 521-530.

Сведения об авторах

Карпетян Марина Кареновна, к.б.н., ORCID ID: 0000-0003-1886-8949; marishkakar@hotmail.com;

Куфтерин Владимир Владимирович, к.б.н., ORCID ID: 0000-0002-7171-8998; vladimirkufterin@mail.ru.

Поступила в редакцию 21.10.2019,
принята к публикации 22.10.2019.

Karapetian M.K.¹⁾, Kufterin V.V.²⁾

¹⁾ Lomonosov Moscow State University, Anuchin Research Institute and Museum of Anthropology, Mokhovaya str., 11, Moscow, 125009, Russia;

²⁾ N.N. Miklukho-Maklay Institute of Ethnology and Anthropology, Russian Academy of Sciences, Leninski pr., 32a, 119991, Russia

DEVELOPING THE PROTOCOL FOR PALEOAUXOLOGICAL STUDY

Introduction. *Paleoauxology tends to be associated with studies on long bone length variation relative to the dental age. However, in studies of growth and development and in clinical practice, criteria of biological maturity, other than dental age and longitudinal growth, are used as well (e.g. skeletal maturity). In addition, dental wear of deciduous and permanent dentition also shows significant correlation with the age of non-adult individuals. In this article we present the review of literature sources and methodological approaches, related to the primary analysis of non-adult remains as regards their age-related changes. The aim of this study is to present and substantiate a paleoauxological protocol for data collection on skeletonized non-adult remains.*

Results and discussion. *The proposed protocol consists of three blocks: dental system, descriptive characteristics of skeletal maturity and osteometry. The emphasis is on the need to collect data from several relatively independent systems of traits, the importance of documenting the source information used to estimate the age of a child, and the problem of inter-observer discrepancies in dental age estimates.*

Conclusion. *The authors have developed a broad research protocol encompassing the variability in growth and development of the human skeleton. Being sufficiently detailed, it can be useful to specialists who are interested in the topic and favor a detailed analysis of the non-adult skeletal remains. In a long run, the proposed approach will make it possible to unify the procedure of paleoauxological data collection.*

Keywords: bioarchaeology; paleoauxology; growth and development; dental age; skeletal maturity; osteometry

References

- Altukhov N.V. *Anatomiya zubov* [Dental anatomy]. Moscow, A.A. Kartsev Publ., 1913, 124 p. (In Russ.).
- Vasil'ev S.V. *Osnovy vozrastnoi i konstitutsional'noi antropologii* [Basic auxology and constitutional anthropology]. Moscow, RAE University Publ., 1996, 216 p. (In Russ.). ISBN 5-204-00063-1.
- Garmus A.K. Diagnostika pola po kachestvennym priznakam taza [Sex estimation from pelvic bone morphology]. *Sudebno-meditsinskaya ekspertiza* [Forensic Medical Expertise], 1991, 2, pp. 29-30. (In Russ.).
- Kufterin V.V. *Atlas abrisov kostei konechnostei detei i podrostkov dlia vozrastnoi ekspres-diagnostiki (po materialam Gonur-depe)* [Atlas of graphic contours of sub-adults' bones for age express estimation]. Moscow, Staryi Sad Publ., 2017, 154 p. (In Russ.). ISBN 978-5-89930-155-1.
- Mednikova M.B. *Bioarkheologiya detstva v kontekste ranne-zemledel'cheskikh kul'tur Balkan, Kavkaza i Blizhnego Vostoka* [Bioarchaeology of infancy in context of the early agricultural cultures of Balkans, Caucasus and Near East]. Moscow, Club Print Publ., 2017, 223 p. (In Russ.). ISBN 978-5-6040617-1-8.
- Mednikova M.B. Osteometricheskaya metodika v bioarkheologicheskikh rekonstruktsiyakh [Osteometry in bioarchaeological reconstructions]. In: *Istoricheskaya ekologiya cheloveka: Metodika biologicheskikh issledovaniy* [Historical human ecology. Methods of biological research]. Moscow, Staryi Sad Publ., 1998, pp. 33-86. (In Russ.).
- Miklashevskaya N.N. Solov'eva V.S., Godina E.Z. *Rostovye protsessy u detei i podrostkov* [Growth processes in children and adolescents]. Moscow, Moscow State University Publ., 1988, 184 p. (In Russ.).
- Pashkova V.I. *Ocherki sudebno-meditsinskoi osteologii* [Forensic osteology essays]. Moscow, Medgiz Publ., 1963, 154 p. (In Russ.).
- Fedosova V.N. Analiz protsessov rosta i razvitiya v paleopopulyatsiyakh [Analysis of the processes of growth and development in palaeopopulations]. In: *Gorizonty antropologii* [Horizons of Anthropology]. Moscow, Nauka Publ., 2003, pp. 521-530. (In Russ.).
- AlQahtani S.J., Hector M.P., Liversidge H.M. Brief communication: The London atlas of human tooth development and eruption. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 2010, 142, pp. 481-490. DOI: 10.1002/ajpa.21258.
- Bartholdy B.P., Hoogland M.L.P., Waters Rist A. How old are you now? A new ageing method for nonadults based on dental wear. *Int. J. Osteoarchaeol.*, 2019, 29 (4), pp. 622-633. DOI: 10.1002/oa.2758.
- Belcastro M.G., Todero A., Fornaciari G., Mariotti V. Hyperostosis frontalis interna (HFI) and castration: the case of the famous singer Farinelli (1705-1782). *J. Anat.*, 2011, 219 (5), pp. 632-637. DOI: 10.1111/j.1469-7580.2011.01413.x.
- Buikstra J.E., Ubelaker D.H. (Eds.). *Standards for data collection from human skeletal remains*. Fayetteville, Arkansas Archaeological Survey, 1994, 264 p.
- Buzhilova A., Arslanova J., Berezina N. Growth and health status of postmedieval children and adolescents in Central Russia. *Journal of Institute of Anthropology MSU*, 2018, 4, pp. 16-17. (Russian-Japanese Scientific Symposium «Physiological Anthropology and Human Ecology: Studies in Modern and Ancient Populations» (dedicated to the 90th Anniversary of Academician of RAS Tatiana Alexeeva): Abstracts. Moscow, 5th-7th December 2018).
- Cardoso H.F. Environmental effects on skeletal versus dental development: Using a documented subadult skeletal sample to test a basic assumption in human osteological research. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 2007, 132 (2), pp. 223-233. DOI: 10.1002/ajpa.20482.
- Chow G.C. Tests of equality between sets of coefficients in two linear regressions. *Econometrica*, 1960, 28 (3), pp. 591-605. DOI: 10.2307/1910133.
- Clement A.F., Freyre A. A revised method for assessing tooth wear in the deciduous dentition. In: Mitchell P.D., Buckberry J. (Eds.). *Proceedings of the twelfth annual conference of the British Association for Biological Anthropology and Osteoarchaeology* (BAR International Series 2380). Oxford, Archaeopress, 2012, pp. 119-129.
- Demirjian A., Goldstein H., Tanner J.M. A new system of dental age assessment. *Hum. Biol.*, 1973, 45 (2), pp. 211-227.
- Hoppa R.D. What to do with long bones: Towards a progressive palaeoauxology. *Anthropologie*, 2000, 38 (1), pp. 23-32.
- Hoppa R.D., Fitzgerald C.M. From head to toe: integrating studies from bones and teeth in biological anthropology. In: Hoppa R.D., Fitzgerald C.M. (Eds.). *Human growth in the past: Studies from bones and teeth*. Cambridge, Cambridge University Press, 1999, pp. 1-31.
- Johnston F.E. Growth of the long bones on infants and young children at Indian Knoll. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 1962, 20 (3), pp. 249-254. DOI: 10.1002/ajpa.1330200309.
- Konigsberg L., Holman D. Estimation of age at death from dental emergence and implications for studies of prehistoric somatic growth. In: Hoppa R.D., Fitzgerald C.M. (eds.). *Human growth in the past: Studies from bones and teeth*. Cambridge, Cambridge University Press, 1999, pp. 264-289.
- Keiser-Nielsen S. Federation Dentaire Internationale. Two-digit system of designating teeth. *Int. Dent. J.*, 1971, 21, pp. 104-106.
- Langley-Shirley N., Jantz R.L. A Bayesian approach to age estimation in modern Americans from the clavicle. *J. Forensic Sci.*, 2010, 55 (3), pp. 571-583. DOI: 10.1111/j.1556-4029.2010.01089.
- Lenover M.B., Seselj M. Variation in the fusion sequence of primary and secondary ossification centers in the human skeleton. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 2019, 170 (3), pp. 373-392. DOI: 10.1002/ajpa.23921.
- Lewis M. *Paleopathology of children: Identification of pathological conditions in the human skeletal remains of non-adults*. London, Academic Press, 2018, 288 p.
- Mays S. The study of growth in skeletal populations. In: Crawford S., Hadley D.M., Shepherd G. (Eds.). *The Oxford handbook of the archaeology of childhood*. Oxford, Oxford University Press, 2018, pp. 71-90.
- Mays S., Pett J. Wear on the deciduous molars in a Mediaeval English human population: A study using crown height. *J. Archaeol. Sci.*, 2014, 50 (1), pp. 394-402. DOI: 10.1016/j.jas.2014.07.024.
- McKern T.W., Stewart T.D. *Skeletal age changes in young American males, analyzed from the standpoint of age identification* (Technical Report EP-45). Natick, H.Q. U.S. Army, Quartermaster Research and Development Command, 1957, 179 p.
- Moorrees C.F., Fanning E.A., Hunt Jr. E.E. Formation of three deciduous teeth in children. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 1963a, 21 (2), pp. 205-213. DOI: 10.1002/ajpa.1330210212.
- Moorrees C.F., Fanning E.A., Hunt Jr. E.E. Age variation of formation stages for ten permanent teeth. *J. Dent. Res.*, 1963b, 42, pp. 1490-1502. DOI: 10.1177/00220345630420062701.
- Ruff C.B., Garofalo E., Holmes M.A. Interpreting skeletal growth in the past from a functional and physiological perspective. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 2013, 150 (1), pp. 29-37. DOI: 10.1002/ajpa.22120.
- Shapland F., Lewis M.E. Brief communication: A proposed osteological method for the estimation of pubertal stage in human skeletal remains. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 2013, 151 (2), pp. 302-310. DOI: 10.1002/ajpa.22268.
- Shapland F., Lewis M.E. Brief communication: A proposed method for the assessment of pubertal stage in human skeletal remains using cervical vertebrae maturation. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 2014, 153 (1), pp. 144-153. DOI: 10.1002/ajpa.22416.
- Schaefer M.C., Black S.M. Epiphyseal union sequencing: aiding in the recognition and sorting of commingled remains. *J. Forensic Sci.*, 2007, 52 (2), pp. 277-285. DOI: 10.1111/j.1556-4029.2006.00381.
- Schaefer M., Black S., Scheuer L. *Juvenile osteology: A laboratory and field manual*. London, Academic Press, 2009, 369 p.
- Tanner J.M., Whitehouse R.H., Healy M.J.R. *A new system for estimating skeletal maturity from the hand and wrist: With standards derived from a study of 2600 healthy British children. Part II. The scoring system*. Paris, Centre International de l'Enfance, 1962, 8 p.
- Tillier A.-M. Biologie du squelette et populations anciennes: perspectives et limites de la paleoauxologie. Communication au 22e Congres du Groupement des anthropologues de langue francaise. Bruxelles, 1995.

Tillier A.-M. Facts and ideas in Paleolithic growth studies (paleoanthropology). In: Condeemi S., Weniger G.-C. (eds.). *Continuity and discontinuity in the peopling of Europe: One hundred fifty years of Neanderthal study*. Dordrecht, Springer, 2011, pp. 139-153.
White T.D., Folkens P.A. *The human bone manual*. New York, Academic Press, 2005, 488 p.

Information about Authors

Karapetian Marina K., PhD, ORCID ID: 0000-0003-1886-8949; marishkakar@hotmail.com.

Kufferin Vladimir V., PhD, ORCID ID: 0000-0002-7171-8998; vladimirkufferin@mail.ru.

Приложение 1: Проверка стабильности параметров регрессионной модели Attachment 1: Testing stability of the regression models

Проверка проведена с использованием теста Чоу [Chow, 1960] по формуле:

$$F_{\text{факт}} = \frac{(SS - SS_1 - SS_2) / k}{(SS_1 + SS_2) / (n - 2k)},$$

где: SS – сумма квадратов отклонений первоначальной модели, SS_1 – сумма квадратов отклонений подвыборки 1, SS_2 – сумма квадратов отклонений подвыборки 2; k – количество параметров уравнения регрессии; n – число наблюдений по совокупности.

В нашем случае параметры оцениваемых моделей представлены в таблице 2.

Таблица 2. Результаты оценивания регрессионных моделей
Table 2. Assessing differences between two regression models

Параметр	Регрессия по всем данным	Регрессия по данным В.В. Куфтерина	Регрессия по данным М.К. Карапетян
n	25	25	25
\hat{y}	$127,61 + 10,64 \times X + 6,41 \times X$	$121,45 + 17,39 \times X$	$139,33 + 16,23 \times X$
R^2	0,910	0,906	0,901
F	111,03	222,12	209,21
SS	71227,64	70938,59	70530,24

Рассчитанная величина F по тесту Чоу составила 11,42

$$(F_{\text{факт}} = \frac{(71227,64 - 70938,59 - 70530,24) / 1}{(70938,59 + 70530,24) / (25 - 2)} = 11,42), \text{ что значительно превосходит табличное}$$

значение F-статистики для доверительной вероятности 0,95 ($F_{\text{табл}}(0,95; 1; 23) = 4,28$). Следовательно, нулевая гипотеза о стабильности регрессионной модели может быть отвергнута.

Приложение 2: Зубная система (признаки возрастной изменчивости) Attachment 2: Dentition (maturity and attrition)

Памятник / Коллекция:

Погр. / Инв. №:

№ наблюдения:

Возраст:

Примечание:

Этапы прорезывания (зуб закрашивается):

- глубоко в челюсти
- подошел к поверхности
- прорезывается
- в окклюзии

В ячейках:
А – стадия формирования зуба. Для молочных по Moorrees 1963a; для постоянных по Moorrees 1963b
В – балл стертости жевательных поверхностей по Bartholdy et al., 2019

☐ Этап прорезывания определен по состоянию альвеол

Приложение 3: Описательные признаки скелетной зрелости Attachment 4: Recording stages of skeletal maturity

№ наблюдения _____

0 – нет синостоза; **1** – частичный синостоз; **2** – полный синостоз со следами шва; **3** – полный синостоз без следов шва

Для медиального эпифиза ключицы: **0** – нет прирастания; **1** – начало прирастания (<50%); **2** – активное прирастание (>50%); **3** – недавнее прирастание (есть шов); **4** – полное прирастание [Langley-Shirley, Jantz, 2010, p. 573]

Стадия развития тимпанической пластинки: A-E [Schaefer et al., 2009, p. 19]

Формирующийся /синозирующий участок	Правая	Левая
1. Рано формирующиеся признаки		
Передний родничок		
Задний родничок		
Метопический шов		
Синостоз чешуи и пирамиды височной кости		
Медианная фиссура чешуи затылочной кости		
<i>Sutura mendosa</i>		
Формирование барабанной части височной кости		
Синостоз затылочной чешуи с латеральными частями		
Большое крыло и тело клиновидной кости		
Нижнечелюстной симфиз		
Половинки дуг шейных позвонков (C3–C7)		
Половинки дуг грудных позвонков		
Половинки дуг поясничных позвонков		
2. Признаки, формирующиеся в первом и втором детстве		
Синостоз латеральных и базиллярной части затылочной кости		
Передняя дуга C1 с латеральными массами		
Задняя дуга C1 по сагиттальной линии		
Задняя дуга C2 по сагиттальной линии		
Тело и дуга C2		
Зубовидный отросток и тело C2		
Дуга – тело шейных позвонков (C3–7)		
Дуга – тело грудных позвонков		
Дуга – тело поясничных позвонков		
Боковые массы крестцовых позвонков (синостоз передних и задних частей)		
Боковые массы и тело крестцовых позвонков		
Слияние элементов проксимального эпифиза плечевой кости		
Синостоз седалищной и лобковой костей в области ветви		
3. Признаки, формирующиеся в подростковом и юношеском возрасте		
Базиокипитальный синхондроз		
Верхушка зубовидного отростка C2		
Кольцевой апофиз шейных позвонков		
Кольцевой апофиз грудных позвонков		
Кольцевой апофиз поясничных позвонков		
Синостоз головок ребер		
Синостоз бугорков ребер		
Медиальный эпифиз ключицы		
Суставная впадина лопатки		
Прирастание акромиона		
Прирастание коракоида		
Медиальный и нижний край лопатки		

Продолжение приложения 3: Описательные признаки скелетной зрелости
Attachment 3 continued: Recording stages of skeletal maturity

Синостоз S2–S5		
Синостоз S1–S2		
Ушковидная поверхность крестца (sacro-iliac epiphysis)		
Проксимальный эпифиз плечевой кости		
Слияние блока, головки мыщелка и латерального надмыщелка		
Составной дистальный эпифиз с диафизом плечевой		
Медиальный надмыщелок плечевой кости		
Проксимальный эпифиз лучевой кости		
Дистальный эпифиз лучевой кости		
Проксимальный эпифиз локтевой кости		
Дистальный эпифиз локтевой кости		
Проксимальные эпифизы фаланг пальцев кисти		
Проксимальный эпифиз I пястной кости		
Дистальные эпифизы II–V пястных костей		
Дистальный эпифиз бедренной кости		
Головка бедренной кости		
Большой вертел бедренной кости		
Малый вертел бедренной кости		
Проксимальный эпифиз большой берцовой кости		
Дистальный эпифиз большой берцовой кости		
Проксимальный эпифиз малой берцовой кости		
Дистальный эпифиз малой берцовой кости		
Проксимальные эпифизы фаланг пальцев стопы		
Проксимальный эпифиз I плюсневой кости		
Дистальные эпифизы II–V плюсневых костей		
Бугристость пяточной кости		
Формирование вертлужной впадины (triradiate complex)		
Седлистый бугор		
Нижняя передняя подвздошная ость		
Передняя и задняя часть подвздошного гребня		

Стадии развития крючка крючковидной кости: G-I [Shapland, Lewis, 2013, fig. 2]

Этапы развития 3–4 шейных позвонков: 1–6 [Shapland, Lewis, 2014, fig. 2]

Участок	Стадия
Крючок крючковидной кости	
3 и 4 шейные позвонки	

Комментарии:

Приложение 4: Измерительная программа Attachment 4: Measurement protocol

№ наблюдения _____

Признак	Правая	Левая	Примечание (Источник)
Затылочная кость (базиллярная часть)			
Наибольшая ширина			Schaefer et al., 2009: 1
Длина по сагиттали			Schaefer et al., 2009: 2
Височная кость (пирамида)			
Длина пирамиды			Schaefer et al., 2009: 4
Ширина пирамиды			Schaefer et al., 2009: 5
Ключица			
Наибольшая длина			Аналог Март. 1
Окружность ключицы			Март. 6
Лопатка			
Ширина лопатки (↔)			Schaefer et al., 2009: 5; аналог Март. 2
Высота лопатки (↑)			Schaefer et al., 2009: 6; аналог Март. 1
Плечевая кость			
Наибольшая длина без эпифизов			Стандарты... 14a
Наибольшая длина с одним эпифизом (В/Н)			
Наибольшая длина с эпифизами			Аналог Март. 1
Наибольшая ширина головки			Аналог Март. 9
Вертикальный диаметр головки			Аналог. Март. 10
Ширина верхнего метафиза			Перпендикулярно горизонтальной оси
Ширина нижнего метафиза			Стандарты... 14b
Ширина нижнего эпифиза			Март. 4
Окружность середины диафиза			Март. 7a
Наим. окружность диафиза			Март. 7
Лучевая кость			
Наибольшая длина без эпифизов			Стандарты... 16a
Наибольшая длина с одним эпифизом (В/Н)			
Наибольшая длина с эпифизами			Аналог Март. 1
Ширина нижнего метафиза			
Ширина нижнего эпифиза			Аналог Март. 5(6)
Наименьшая окружность диафиза			Аналог. Март. 3
Локтевая кость			
Наибольшая длина без эпифизов			Стандарты... 15a
Наибольшая длина с одним эпифизом (В/Н)			
Наиб. длина с эпифизами			Аналог Март. 1
Наименьшая окружность диафиза			Аналог Март. 3

Продолжение приложения 4: Измерительная программа
Attachment 4 continued: Measurement protocol

Признак	Правая	Левая	Примечание (Источник)
Подвздошная кость			
Наибольшая длина (↔)			Schaefer et al., 2009: 1; аналог Март. 12
Наибольшая ширина (↓)			Schaefer et al., 2009: 2; аналог Март. 9
Лобковая кость			
Наибольшая длина (↔)			Schaefer et al., 2009: 5; аналог Март. 17
Седяшная кость			
Наибольшая длина (↓)			Schaefer et al., 2009:3; аналог Март. 15
Наибольшая ширина (↔)			Schaefer et al., 2009: 4
Крестец			
Наибольшая ширина S1			Аналог Март. 5
Бедренная кость			
Наибольшая длина без эпифизов			Стандарты... 17a
Наибольшая длина с одним эпифизом (В/Н)			
Наибольшая длина с эпифизами			Аналог Март. 1
Ширина нижнего метафиза			Стандарты... 17b
Ширина нижнего эпифиза			Аналог Март. 21
Вертикальный диаметр головки			Аналог Март. 18
Сагиттальный диаметр головки			Аналог Март. 19
Окружность середины диафиза			Март. 8
Большая берцовая кость			
Наибольшая длина без эпифизов			Стандарты... 18a
Наибольшая длина с одним эпифизом (В/Н)			
Наибольшая длина с эпифизами			Март. 1a
Наибольшая ширина прокс. метафиза			
Наибольшая ширина дист. метафиза			
Наименьшая окружность диафиза			Март. 10b
Ширина верхнего эпифиза			Март. 3
Ширина нижнего эпифиза			Март. 6
Малая берцовая кость			
Наибольшая длина без эпифизов			Стандарты... 19a

Комментарии: