

УДК 572

М.Б. Медникова¹, М.В. Добровольская¹, А.П. Бужилова¹, М.Н. Кандинов²

¹Институт археологии РАН

ул. Дм. Ульянова, 19, Москва, 117036, Россия

E-mail: medna_pa@mail.ru; mk_pa@mail.ru; albu_pa@mail.ru

²Государственный геологический музей им. Вернадского РАН

ул. Моховая, 11/2, Москва, 103009, Россия

ПЛЕЧЕВАЯ КОСТЬ *НОМО* ИЗ ХВАЛЫНСКА: МОРФОЛОГИЯ И ТАКСОНОМИЯ*

Статья посвящена введению в научный оборот ископаемой находки – плечевой кости Ното с о-ва Хорошевского под г. Хвалынском, на протяжении 80 лет считавшейся утраченной. Обсуждаются особенности строения плечевой кости, изученной методами классической остеометрии, рентгенографии, компьютерной томографии, гистологии и палеопатологии. На основании этих данных сделан вывод о ее принадлежности взрослому палеоантропу, скорее всего, мужского пола, обладавшему специфическим гормональным статусом, не находящим полных аналогий в нормальной и патологической физиологии современного человека.

Ключевые слова: эволюционная антропология, архаичная морфология посткраниального скелета Ното, палеофауна Поволжья, массивность строения, палеогистология, компьютерная томография.

В 2007 г. при работе в фондах Государственного Геологического музея им. В.И. Вернадского РАН нами был найден фрагмент человеческой плечевой кости, ранее считавшийся депаспортизованным. Более детальное рассмотрение позволило обнаружить этикетку этой единицы хранения, и стало ясно, что скелетный фрагмент может быть атрибутирован как плечевая кость, найденная под г. Хвалынском**. Геологический и палеонтологический контексты обнаружения этого артефакта свидетельствуют, что перед нами ископаемый объект, относимый в широком диапазоне к периоду от позднеашельского до ориньякско-слютрейского вре-

мени включительно [Кандинов и др., 2008]. Поэтому на данном этапе исследования, даже не располагая пока результатами радиоуглеродного датирования*, считаем своим долгом дать по возможности подробную морфологическую характеристику костного фрагмента. Для этого в рамках палеоантропологического исследования помимо визуального описания применялись методы рентгенографии, компьютерной томографии и гистологии**.

*Образец костной ткани для прямого радиоуглеродного датирования передан нами в лабораторию Оксфордского университета (Radiocarbon Accelerator Unit).

**Рентгенография образца выполнена М.В. Добровольской и М.Б. Медниковой; в проведении компьютерного томографирования на базе отделения лучевой диагностики Центрального института травматологии и ортопедии им. Н.И. Приорова участвовали А.П. Бужилова и М.Б. Медникова; гистологическое исследование осуществлено М.В. Добровольской.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке Биоархеологического института (г. Сан-Франциско).

**Текст этикетки: «Обломок человеческого черепа и плечевая кость найдены в 1927 г. на острове Хорошевском у левого берега р. Волга в районе г. Хвалынска Саратовской губ. В.Ф. Ореховым и К.Ю. Гроссом». Ниже другим почерком отмечено: «Череп нет».

Результаты комплексного исследования плечевой кости

К ископаемым находкам с о-ва Хорошевского большинство исследователей подходило как к относительно поздним, но вместе с тем достаточно архаическим по строению. Поэтому морфологическая характеристика обнаруженного нами плечевого фрагмента представляется особенно важной. С учетом неоднократно высказанного разными исследователями (Е. Айкштедт, М.А. Гремяцкий, В.П. Алексеев и др.) мнения о примитивных и даже неандерталоидных особенностях хвалынской черепной крышки, найденной всего в 2 м от плечевой кости, нашей главной задачей было определить, к какому варианту строения, архаическому или современному, принадлежит эта кость.

Прежде чем приступить к описанию хвалынского фрагмента, напомним некоторые характерные черты строения плечевой кости у неандертальцев. Существуют три основных признака, помещающие неандертальцев в число экстремальных вариантов морфологической изменчивости современного человека [Aiello, Dean, 2006]. Как отмечают Л. Айелло и К. Дин, опираясь на работу Э. Тринкауса [Trinkaus, 1983, p. 228] по шанидарцам, первая такая особенность – впечатляющее развитие гребней в месте прикрепления дельтовидной и большой грудной мышц, отражающее сильное развитие последних и у европейских, и у азиатских форм. У неандертальцев Шанидар 3, 4 и 6 дельтовидная бугристость образована четко обозначенным, неровным, слабо выступающим гребнем, который выражен на правой плечевой кости Шанидар 3 в достаточной степени для того, чтобы образовать борозду между данной бугристостью и передним краем этой кости. Такая борозда вдоль дельтовидной бугристости характерна и для некоторых европейских неандертальцев, и для современных людей [Ibid., p. 229]. Впрочем, другие авторы подчеркивали, что дельтовидная бугристость у неандертальцев обычно узкая и слабо выступающая [Endo, Kimura, 1970], к тому же она располагается проксимальнее по сравнению с современными людьми. Область прикрепления большой грудной мышцы, напротив, была очень широка [Trinkaus, 1983, p. 229].

Второй признак – уплощенность диафиза плечевой кости в медиолатеральном направлении. По-видимому, одним из первых эту особенность неандертальской посткраниальной морфологии определил авторитетнейший российский анатом Н.А. Синельников, описывая кость ребенка из Тешик-Таша: «...в проксимальной части оно (тело кости. – **Авт.**) имеет одну особенность, благодаря которой определение ее принадлежности к правой или левой плечевой кости было бы затруднено, если бы в дистальной части не осталось места перехода во внутренний надмышелок. Этой особенностью является то, что на уровне шероховатости кость уплощена

в медиолатеральном направлении. Уплощенность эта настолько велика, что заставляет даже предполагать посмертную деформацию, хотя для этого не имеется никаких других доказательств... Во всяком случае, проксимальный отдел кости не имеет ни цилиндрической формы, ни формы неправильного многоугольника, как у современного типа, а представляет скорее форму эллипсоида. Эта особенность мало отображается в цифрах, но на кости она видна ясно» [Синельников, Гремяцкий, 1949, с. 130].

Третий признак – очень массивный диафиз при сравнении с современными людьми. Причем эта массивность фиксируется не столько по традиционным наружным измерениям, сколько при рассмотрении чрезмерно утолщенной компакты [Рохлин, 1949; Ben-Itzhak, Smith, Bloom, 1988]. В среднем неандертальцы (и мужчины, и женщины) обладали более широким кортикальным слоем диафиза плечевой кости по сравнению с современными сапиенсами, при этом самые высокие значения толщины компакты обнаружены на правой верхней конечности неандертальских мужчин. К тому же неандертальцы демонстрируют не только заметную внутреннюю массивность трубчатых костей при сравнении с современными людьми, но и гораздо сильнее выраженный половой диморфизм по данному признаку. На основании именно таких наблюдений был сделан вывод, что неандертальцы имели большую мышечную массу и более интенсивную нагрузку на верхнюю конечность, чем *Homo sapiens*. Кроме того, они отличались от современных людей заметными различиями между полами в использовании правой руки. Высказывалось мнение, что к столь явной гипертрофии могло привести регулярное бросание копья неандертальскими мужчинами. Подобный половой диморфизм не затрагивал другие части неандертальского посткраниального скелета. Продольные и обхватные размеры большинства посткраниальных костей лежат в пределах вариаций современного человека [Trinkaus, 1983; Heim, 1983]. Однако, как отмечают Л. Айелло и К. Дин [Aiello, Dean, 2006], гипотетические поведенческие различия заставляют предполагать, что показатели внутренней массивности трубчатых костей неандертальцев являются в целом более информативными для отграничения от носителей современной морфологии.

Сохранность кости

Плечевая кость с о-ва Хорошевского правая (рис. 1). Эпифизы ее разрушены, но сохранилась большая часть диафиза. Наибольшая длина фрагмента 247 мм. Поверхность диафиза подверглась эрозии и частично «окатана» водой. Цвет темно-серый, переходящий в черный, «илистый». Очевидно, первоначально кор-

Рис. 1. Фрагмент плечевой кости с о-ва Хорошевского. Вид спереди.



тикальный слой был развит сильнее и, соответственно, определяемые величины диаметров были больше. Тем не менее область дельтовидной бугристости фиксируется достаточно четко, что позволяет воссоздать некоторые реперные точки, необходимые для сравнительного описания. В частности, середина диафиза определяется на излете дельтовидной бугристости.

Макроморфологическое описание

При визуальном обследовании диафиз плечевой кости производит впечатление грацильного. Тело кости ровное, неизогнутое. Размеры (мм):

Расстояние от верхнего края до середины диафиза	114
Наибольший диаметр середины диафиза (5 по Мартину)	22,5
Наименьший диаметр середины диафиза (6 по Мартину)	17
Окружность середины диафиза (7а по Мартину)	64
Наименьшая окружность (7 по Мартину)	62
Наибольший диаметр в месте максимального развития дельтовидной бугристости	23
Наименьший диаметр в месте максимального развития дельтовидной бугристости	22

Окружность в месте максимального развития дельтовидной бугристости	70
Ширина дельтовидной бугристости в месте максимального ее развития	17
Протяженность дельтовидной бугристости	87

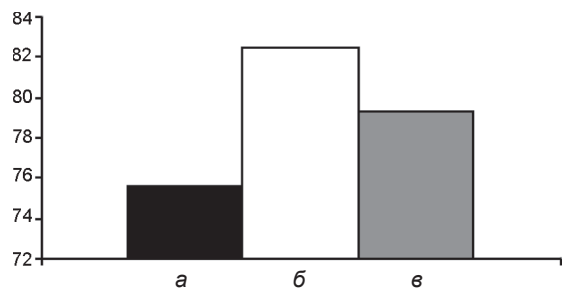


Рис. 2. Значения указателя поперечного сечения середины диафиза плечевой кости (индекс б : 5 по Мартину, %) хвалынского индивидуума (а), кроманьонца из Сунгиря (б) и представителя эпохи бронзы (в).

К сожалению, максимальную ширину в месте прикрепления *m. pectoralis major* измерительным путем определить не удастся из-за поверхностных разрушений.

Для сравнительной оценки внешней массивности хвалынского диафиза были привлечены данные по морфологии правой плечевой кости верхнепалеолитического мужчины Сунгирь 1 и представителя эпохи бронзы (Поволжье, XVII в. до н.э.), характеризовавшегося крайне гипертрофированным развитием костно-мышечного рельефа верхней конечности.

Значения указателя поперечного сечения середины диафиза у хвалынского индивидуума (75,6) значительно меньше, чем у сунгирца и человека эпохи бронзы, что говорит о ее большей уплощенности в медиолатеральном направлении (рис. 2). Абсолютные размеры у сунгирского индивидуума больше, чем у хвалынского: это касается и окружностей, и диаметров (рис. 3, 4). Как мы упоминали выше, сильная уплощенность проксимальной части диафиза в медиолатеральном направлении ранее отмечалась у девятилетнего неандертальца из Тешик-Таша [Синельников, Гремяцкий, 1949, с. 130], что означает относительно раннее появление данной особенности в онтогенезе палеоантропов.

Вместе с тем заметный контраст между толщиной в середине диафиза и на уровне его максимального развития у хвалынского индивидуума (указатель сечения в этом месте достигает 95,65) свидетельствует об усилении мускулатуры верхней конечности. При внешней миниатюрности кости обращает на себя внимание относительная протяженность дельтовидной бугристости в вертикальном направлении.

Латеральный контур кости ниже дельтовидной бугристости вогнутый, а не выпуклый. А. Хамбукен [Hambucken, 1983] относил эту черту к характерным для неандертальской морфологии. Еще один типичный неандертальский признак – борозда, отграничивающая передний край дельтовидной бугристости (как, например, у Шанидар 3 [Trinkaus, 1983]), –

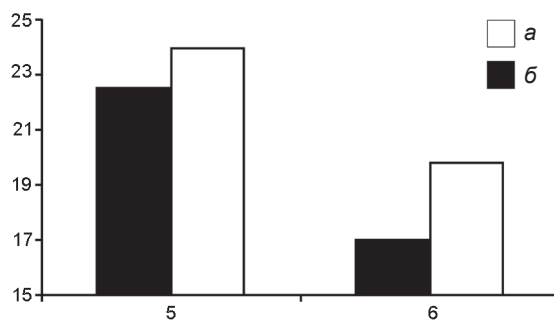


Рис. 3. Значения наибольшего и наименьшего диаметров в середине диафиза хвалынской (а) и сунгирской (б) плечевых костей (соответственно признаки 5 и 6 по Мартину, мм).

не может быть зафиксирован из-за обширной деструкции поверхностного слоя.

Более широкое сопоставление диафизарных параметров плечевой кости показывает, что «неандертальские» размеры входят в границы изменчивости современного человека. Более показательной может быть форма поперечного сечения середины диафиза, но и здесь возможны исключения. Индекс сечения у хвалынца демонстрирует срединное, «недифференцированное» положение на фоне разброса значений для ископаемых гоминидов (табл. 1). Из ранних форм ему наиболее близок эректус KNM-WT 15000, некоторые неандертальцы (Кебара 2, Ля Кина 5, Регурду 1, Неандерталь) и кроманьонцы (Грот Детей 4, 5; Пшедмости 4, 5; Барма Гранде 2; Арен Кандид 10). Величи-

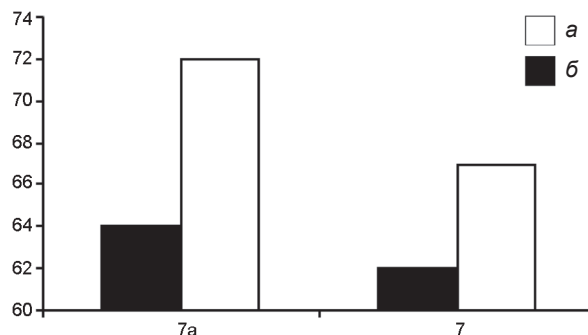


Рис. 4. Значения окружности середины диафиза и наименьшей окружности диафиза хвалынской (а) и сунгирской (б) плечевых костей (соответственно признаки 7а и 7 по Мартину, мм).

Таблица 1. Указатели поперечного сечения середины диафиза у ископаемых и современных гоминидов (значения для правых костей, кроме указанных исключений)*

Индивидуум	Индекс 6 : 5 (по Мартину), %	Индивидуум	Индекс 6 : 5 (по Мартину), %
1. KNM-WT15000	76,96	29. Пшедмости 4	72,72
2. Кабве E898	80,91	30. Пшедмости 10	85,0
3. Омо 1 (лев.)	86,26	31. Грот Детей 4	75,94
4. Бордер Кейв	85,71	32. Барма Гранде 2	71,88
5. Схул 2	80,57	33. Барма Гранде 5 (лев.)	76,47
6. Схул 7 (лев.)	79,41	34. Пшедмости 3	81,82
7. Кафзех 9	79,75	35. Пшедмости 5	77,78
8. Схул 4 (лев.)	83,96	36. Пшедмости 9	94,74
9. Схул 5	91,87	37. Пшедмости 14	80,95
10. Кафзех 8	79,34	38. Сунгирь 1	82,5
11. Крапина H69 (лев.)	69,65	39. Нойэссинг (лев.)	84,29
12. Ля Кина 5	75,0	40. Шанселяд	72,55
13. Ля Ферраси 2	69,31	41. Пато 231 (лев.)	87,68
14. Ле Регурду 1	73,09	42. Пато 230 (лев.)	73,97
15. Спи 1	70,14	43. Оберкассель 2 (лев.)	86,22
16. Спи 2	70,04	44. Оберкассель 1	82,82
17. Ля Ферраси 1	69,35	45. Павилэнд (лев.)	79,38
18. Табун С1 (лев.)	76,77	46. Континенца	72,05
19. Шанидар 4	70,90	47. Арен Кандид 5	72,15
20. Неандерталь	77,55	48. Арен Кандид 10	75,36
21. Кебара 2	76,49	49. Арен Кандид 3	68,70
22. Амуд 1	69,81	50. Арен Кандид 12	80,72
23. Шанидар 3	72,47	51. Охалу 2	81,90
24. Младеч 5459 (24)	71,96	52. Айн Гев 1	85,98
25. Кроманьон 4293 (лев.)	83,77	53. Назлет Катер	86,96
26. Рошетт	79,09	54. Вади Куббания	83,12
27. Кроманьон 2	81,55	55. Хвалынск	75,6
28. Грот Детей 5 (лев.)	77,07	56. Тешик-Таш	78,6

*Рассчитано по данным разных авторов [Pearson, 1997; Trinkaus, 1983; Endo, Kimura, 1970; и др.].

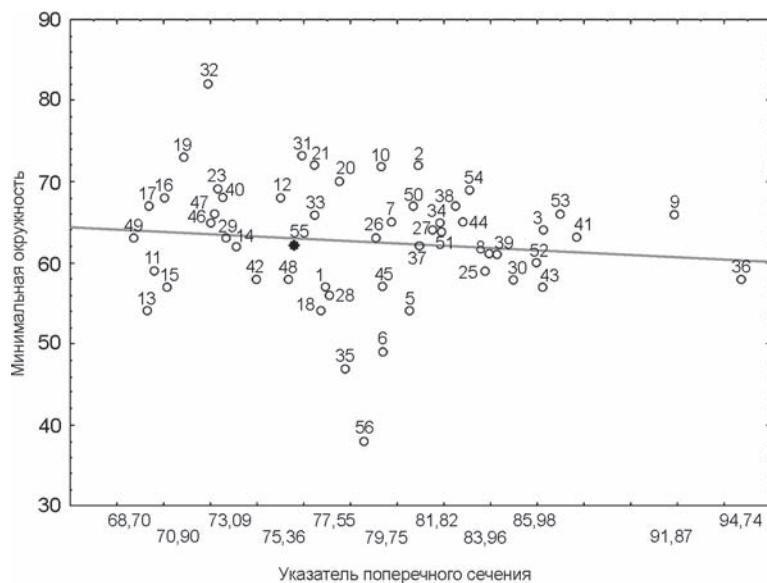


Рис. 5. Дифференциация ископаемых гоминидов по указателю поперечного сечения в середине диафиза (индекс 6 : 5 по Мартину) и минимальной окружности плечевой кости (7 по Мартину). Цифры соответствуют порядковым номерам в табл. 1.

ны, превышающие 80 %, характеризуют африканского «гейдельбергского человека» (Кабве E898), среднепалеолитических «анатомически современных» африканцев (Омо 1 и Бордер Кейв). У левантийских мустьерцев группы Схул-Кафзех близкие, но в большинстве своем более низкие показатели по сравнению с Омо 1 (но выше, чем у хвалынца).

Можно говорить о том, что неандертальцы демонстрируют в целом наибольшую уплощенность середины диафиза (все исключения мы уже перечислили выше). У сапиенсов раннего и среднего этапов верхнего палеолита наиболее округлое сечение диафиза (Кроманьон 4293 и 2; Пшедмости 10 и 14, Пато 231; Нойэссинг, Оберкассель 1; Арен Кандид 2). Примечательно, что на протяжении последнего температурного минимума в Европе величины рассматриваемого признака падают до вполне «неандертальских» (Шанселяд, Пато 230, Континенца, Арен Кандид 3, 5, 12). Одновременно у населения жарких регионов (Айн Гев 1, Назлет Катер, Вади Куббания) отмечаются столь же высокие значения этого индекса, что и у ранних носителей современной морфологии в среднем палеолите Африки.

Окружности диафиза плечевой кости тоже, к сожалению, мало дают для атрибуции исследуемого фрагмента, поскольку этот признак очень изменчив и зависит от многих факторов. Наименьшая окружность хвалынской кости идентична таковой Ле Регурду 1; близкие величины у Схул 4, Младеч, Шанидар 1, Пшедмости 4 и 14.

По соотношению индекса поперечного сечения и наименьшей окружности диафиза исследуемый фрагмент занимает промежуточную позицию между неандертальскими и мадленскими материалами, с одной стороны, и большинством анатомически современных сапиенсов – с другой (рис. 5).

Рентгеноморфологическая характеристика

Главным сравнительным материалом послужили сделанные нами ранее рентгеновские снимки костей представителей верхнепалеолитического населения – Сунгирь 1–3 [Медникова, 2000а–в]. Снимки хвалынского фрагмента выполнялись в переднезадней и боковой проекциях на аппарате «Арман» при фокусном расстоянии 80 см, режиме 50 кВ, 6 мА/с, на рентгентехнической пленке РТ отечественного производства.

На рентгеновском изображении исследовалось соотношение компакты и канала костно-мозгового пространства на уровне середины диафиза кости (в этой плоскости при остеометрическом обследовании производятся измерения наибольшего и наименьшего диаметров, окружности середины диафиза – соответственно признаки 5, 6 и 7а по Мартину). На рентгенограмме измерялись ширина кости рентгеновская и ширина канала (мм). Вычитая из первой величины вторую, получаем общую ширину компактного слоя.

Индекс компактизации (*IC*) всех трубчатых костей вычисляется по формуле

$$IC = WCL : WD \times 100 \%,$$

где *WCL* – общая ширина компактного слоя; *WD* – ширина кости рентгеновская.

Для расширения возможностей сравнительного анализа был использован способ определения степени компактизации плечевой кости, предложенный А. Стирлэнд [Stirland, 1998]. Для этого измерения проводились на уровне окончания межбугорковой борозды, наружное развитие которой во многом определяется функциональной активностью большой грудной мышцы *m. pectoralis major*, на снимках, выполненных в переднезадней проекции. Далее вычислялась общая толщина компактного слоя. Площадь кортикального слоя в этом сечении определялась по формуле для круга

$$CA = \pi/4 (WD^2 - M^2) = 0,785 (WD^2 - M^2),$$

где *M* – ширина канала.

Таблица 2. Сравнительная рентгеноструктурная характеристика хвалынской плечевой кости

Признаки	Хвалынск	Сунгирь					
		1		2		3	
	Правая	Правая	Левая	Правая	Левая	Правая	Левая
<i>Боковая проекция</i>							
WD в середине диафиза, мм	24	25	25	18	15	18	15
Ширина передней компакты, мм	7	7	7	3,5	2	4	3
Ширина задней компакты, мм	5	4,5	5	4	3	5	3
M в середине диафиза, мм	12	13,5	13	10,5	10	9	9
IC, %	50,0	46,0	48,0	41,7	33,3	50,0	40,0
<i>Переднезадняя проекция</i>							
WD в середине диафиза, мм	19	24	24	15	14	21	18
Ширина латеральной компакты, мм	6	6	7	3,5	3	3	2
Ширина медиальной компакты, мм	5	4	4	3	3	5	5
M в середине диафиза, мм	8	14	13	7,5	8	13	11
IC, %	57,9	41,7	45,8	43,3	42,9	38,1	38,9
WD на уровне m. pectoralis major, мм	22	23	23	17	16	19	17
M на уровне m. pectoralis major, мм	13	17	16	10	10	14	12
WCL, мм	9	6	7	7	6	5	5
CA, мм ²	247,28	188,4	214,3	148,4	122,5	129,5	113,8
IC, %	40,9	26,1	30,4	41,2	37,5	26,3	29,4

Учитывая уникальность исследованного материала, мы стремились дать наиболее дифференцированную оценку компактизации кости. Поэтому оценивалось развитие передней, задней, медиальной и латеральной стенок (табл. 2).

В переднезадней проекции на рентгенограмме хвалынской находки в середине диафиза ширина кости рентгеновская 19 мм, латеральной компакты – 6, медиальной – 5, канала – 8 мм; IC – 57,9 %. В месте максимального развития дельтовидной бугристости ширина кости рентгеновская 22 мм, латеральной компакты – 6, медиальной – 3, медуллярного канала – 13 мм; IC – 40,9 %. В месте под дельтовидной бугристостью ширина кости рентгеновская 18 мм, канала – 6 мм; IC – 66,67 %.

В боковой проекции ширина кости рентгеновская в середине диафиза (на излете дельтовидной бугристости) 24 мм, передней компакты – 7, задней – 5, канала – 12 мм; IC – 50,0 %.

При сравнении с сунгирскими материалами отчетливо выступает внутренняя массивность хвалынской кости: она фиксируется благодаря относительному утолщению не только медиальной и латеральной, но также передней и задней стенок диафиза. Наиболее утолщены боковые стенки, что видно при сравнении индексов компактизации на уровне середины диафиза (рис. 6).

Различия между хвалынским индивидуумом и сунгирцами менее заметны при рассмотрении рентгенограмм, снятых в боковой проекции (рис. 7). Величина

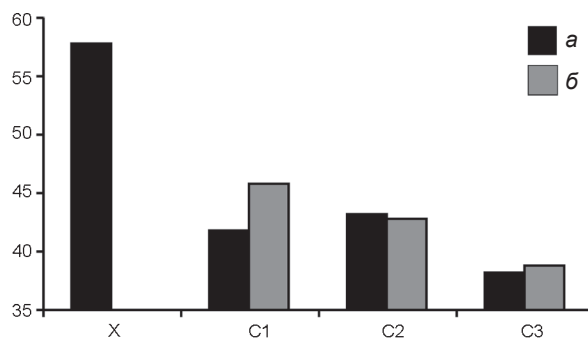


Рис. 6. Индексы компактизации (IC, %) плечевых костей из Хвалынска (X) и Сунгира (C), снятых в переднезадней проекции. Середина диафиза. а – правая, б – левая.

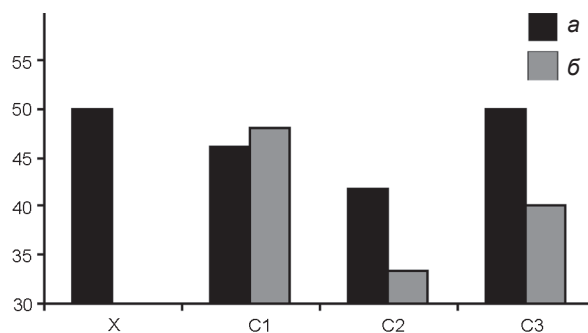


Рис. 7. Индексы компактизации (IC, %) плечевых костей из Хвалынска (X) и Сунгира (C), снятых в боковой проекции. Середина диафиза. а – правая, б – левая.

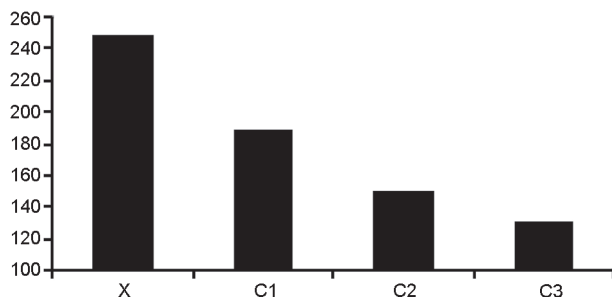


Рис. 8. Площадь кортикального слоя плечевых костей из Хвалынска (X) и Сунгиря (C) на уровне *m. pectoralis major* (CA, мм²).

индекса компактизации в середине диафиза хвалынской находки совпадает со значением признака у сунгирской девочки (C3). Однако, учитывая крайнюю грацильность боковых стенок диафиза в переднезадней норме у индивидуума Сунгирь 3, можно говорить о совершенно ином строении поперечного сечения диафиза.

В целом при сравнении с верхнепалеолитическими материалами из Сунгиря хвалынская плечевая кость более «архаична» (рис. 8). Невзирая на внешнюю миниатюрность, внутри она намного массивнее. Причем с учетом разрушений, которым подверглись и внутренняя, и наружная поверхности кортикального слоя этой кости, различия были выражены сильнее.

Результаты обследования методом компьютерной томографии

Компьютерная томография – метод лучевой диагностики, связанный с послойным получением рентгеновских снимков интересующей области исследования, – дает возможность изучить внутреннее строение кости более детально. На спиральном компьютерном томографе CT Aura Philips, позволяющем создавать мультипланарные трехмерные изображения в режиме реального времени, были получены аксиальные срезы толщиной от 1 мм и их реконструкции толщиной до 0,2 мм. Определение расстояний между анатомическими точками производилось в программе Centricity DICOM Viewer (version 2,2, 2004).

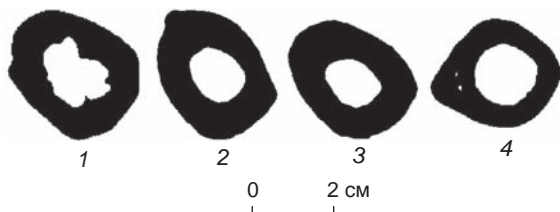


Рис. 9. Контуры правых плечевых костей в середине диафиза.

1 – Хвалынский; 2 – Неандерталь 1; 3 – Ля Кина 5; 4 – контрольный образец эпохи бронзы из Поволжья.

СТ-сканированное изображение сверялось с контрольным образцом – данными томографического обследования правой плечевой кости мужчины 20–24 лет эпохи бронзы с территории Поволжья, который, судя по экстремально высоким показателям развития рельефа в местах прикрепления *m. deltoideus*, *m. pectoralis major*, испытывал повышенное биомеханическое давление, связанное с повседневной двигательной активностью кузнеца-литейщика [Медникова, 2001, рис. 8 к гл. 8] (о его профессиональных занятиях говорит сопутствующий погребальный инвентарь). Этот объект был выбран с тем, чтобы с большей мерой аргументированности судить о характере формирования кортикального слоя диафизов, а также оценить варианты костных перестроек при повышенных физических нагрузках.

При сопоставлении поперечных срезов в середине диафиза обращает на себя внимание различная форма контуров (рис. 9). Хвалынская кость подокруглая в сечении, с отчетливым параллельным уплощением в медиолатеральной плоскости. Полость канала имеет неправильную форму из-за посмертных локальных разрушений, однако в целом близкую к эллипсоидной. Форма наружного сечения диафиза контрольного образца в задней части округлая; очень четко отграничена дельтовидная бугристость, образующая характерный внешний выступ. На хвалынской кости ничего подобного не наблюдается, а фиксируется равномерное и мощное увеличение внутренней массивности. Пространство медуллярного канала у человека эпохи раннего металла имеет округлое сечение, кроме того, костный мозг занимал у него гораздо больше места, чем у хвалынца (ранее, при сравнении хвалынской находки с сунгирскими материалами по данным рентгенографии мы отметили аналогичную тенденцию).

Таким образом, даже при первой оценке возникает впечатление большей внутренней массивности хвалынской кости по сравнению с современной (за исключением гипертрофированной толщины латеральной стенки у контрольного образца). При этом наружная структура, связанная с местом прикрепления дельтовидной мышцы, не акцентирована, в то время как у человека эпохи бронзы соответствующая бугристость образует совершенно определенную структурную единицу, отчетливо фиксируемую на срезе в середине диафиза. Кроме того, различается локализация прикрепления дельтовидной мышцы: у контрольного образца эта область смещена примерно на 60° по сравнению с хвалынской костью, располагаясь в латеральном квадранте диафиза. В нормальной анатомии современного человека дельтовидная бугристость располагается на передней латеральной поверхности тела плечевой кости, несколько выше питательного отверстия *foramen nutricium*, ведущего в дистально направленный питательный канал *canalis nutricius*. Заднюю

поверхность, лежащую позади дельтовидной бугристости, обозначает борозда лучевого нерва *sulcus nervi radialis*, которая имеет спиральный ход и направлена сверху вниз и изнутри наружу. Из-за поверхностных разрушений эта борозда на хвалынской кости не фиксируется, тем не менее идентификация переднезадней проекции диафиза благодаря ориентации нижнего метафиза сомнений не вызывает. Дельтовидная бугристость занимает переднемедиальное положение. Таким образом, контуры поперечного сечения хвалынской кости и локализация места прикрепления *m. deltoideus* на ней совпадают с характерными для неандертальцев (рис. 9). При этом собственно бугристость, согласно нашим наблюдениям, не сформирована.

Примечательно, что на левой плечевой кости девятилетнего неандертальского ребенка из грота Тешик-Таш Н.А. Синельников зафиксировал сходное положение дельтовидной мышцы: начинаясь на дорзальной поверхности, далее она располагалась более медиально [Синельников, Гремяцкий, 1949, с. 130].

Как известно, вся мышца отводит руку от туловища до горизонтального уровня, передняя часть сгибает верхнюю конечность, а задняя – разгибает. Различия в месте прикрепления данного мускула не только формальные (хотя и это чрезвычайно значимо), по-видимому, они отражают разный характер ежедневных нагрузок. У хвалынца можно предполагать большую длину волокон дельтовидной мышцы и большую ее силу.

Компьютерная томография помогает откорректировать измерения на рентгенограмме (табл. 3) и оценить специфику параметров внутреннего строения (табл. 4). Эти данные убедительно демонстрируют более высокую компактизацию и внутреннюю массивность хвалынской кости по сравнению с гораздо более крупной и рельефной костью человека эпохи бронзы.

Если допустить, что посмертные поверхностные и внутренние разрушения кортикального слоя заметно уменьшили его объем, суммарная толщина кортикального слоя у хвалынца будет даже больше, чем у неандертальцев Неандерталь 1 и Ля Кина 5, отличающихся особой гипертрофией правой плечевой кости (у них были серьезные патологические изменения, затрагивавшие левую руку, вследствие чего на правую верхнюю конечность приходилась дополнительная рабочая нагрузка, которая и спровоцировала резкое усиление внутренней массивности проксимального сегмента) [Trinkaus, Churchill, Ruff, 1994, p. 23, fig. 6].

При вычислении биомеханических показателей для середины диафиза плечевой кости мы использовали формулы для эллипса. По процентному соотношению площадей кортикального слоя и сечения (%CA) хвалынская находка попадает в категорию наиболее массивных и толстостенных неандерталь-

Таблица 3. Толщина стенок в середине диафиза плечевых костей, определяемая методами рентгенографии и компьютерной томографии, мм

Стенка	X-ray Хвалынк	CT-scan	
		Хвалынк	Эпоха бронзы
Передняя	7	6,25	5,64
Задняя	5	6,25	4,87
Латеральная	6	6,47	10,05
Медиальная	5	5,54	4,98

Таблица 4. Показатели внутреннего строения диафизов плечевых костей

Признак	Хвалынк	Эпоха бронзы
Медиально-латеральная ширина, мм	20,61	28,73
Переднезадняя ширина, мм	18,67	23,58
Сагиттальный индекс компактизации, %	66,95	44,57
Трансверсальный индекс компактизации, %	58,27	52,31

ских вариантов (Табун 1, Ле Регурду), а с учетом разрушения кортикального слоя не исключено, что ее внутренняя массивность превышала эти варианты (рис. 10, табл. 5). Вновь обращает на себя внимание резкое отличие хвалынского индивидуума от сунгирского, который демонстрирует низкие показатели относительной кортикализации скелета, не встреченные у мужского неандертальского населения. Величина %CA у сунгирца оказывается ниже, чем у мужчины эпохи бронзы.

Примечательно, однако, что за счет экстремального развития латеральной стенки в месте прикрепления дельтовидной мышцы человек бронзового века тоже попадает в категорию «неандертальских размеров», сближаясь, например, с европейским неандертальцем Ля Ферраси 1. Безусловно, выбранный нами контрольный образец отражает один из крайних вариантов современной посткраниальной морфологии, но этот пример лишней раз доказывает необходимость рассмотрения комплекса признаков при дифференциации ископаемых и современных форм. Впрочем, уже упомянутая выше разница в очертаниях поперечного сечения диафиза сохраняет свое значение для разграничения архаического и современного вариантов строения. К тому же более утолщенная кость человека эпохи бронзы, с точки зрения биомеханики, была намного прочнее, о чем говорит высокое значение полярного момента инерции (табл. 5).

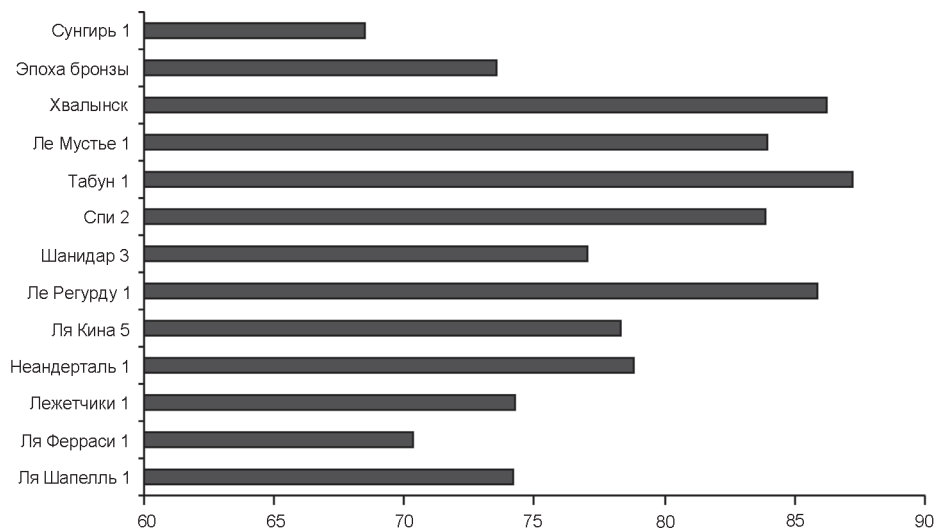


Рис. 10. Показатель относительной компактизации в середине диафиза правой плечевой кости (площадь кортикального слоя/площадь сечения).

Таблица 5. Сравнительная характеристика строения плечевой кости из Хвалынского в середине диафиза

Индивидуум	СА	МА	%СА	Ip
Хвалынский	260,95	41,59	86,25	14 528,20
Эпоха бронзы Поволжья	391,2	140,56	73,57	45 033,09
Ля Шапелль 1	285,4	99,5	74,15*	22 566,9
Ля Ферраси 1	226,8	95,8	70,30*	16 263,4
Ля Ферраси 2	125,3	77,4	61,82*	6 084,9
Лежечки 1	223,4	77,5	74,24*	14 007,5
Неандерталь 1	289,2	77,7	78,82*	21 556,0
Ля Кина 5	264,4	73,3	78,29*	18 024,3
Ле Регурду 1	365,9	60,1	85,89*	17 087,0
Шанидар 3	273,4	81,5	77,04*	20 137,2
Спи 2	273,6	52,6	83,87*	17 870,9
Табун 1	164,5	24,1	87,22*	5 696,0
Ле Мустье 1	–	–	83,94	–
Сунгирь 1**	322,6	148,4	68,5	35 325

Примечания: 1. Сравнительный материал – правые кости неандертальцев [Trinkaus, Churchill, Ruff, 1994; Ramsay, Weaver, Seidler, 2005]; представителей эпохи бронзы (Поволжье) и верхнего палеолита (Сунгирь) (наши данные).

2. СА – площадь кортикального слоя, мм²; МА – площадь медуллярного слоя, мм²; %СА – относительная площадь кортикального слоя, %; Ip – полярный момент инерции, мм⁴.

*Вычислено по данным [Trinkaus, Churchill, Ruff, 1994].

**Вычислено по данным рентгенографического обследования.

Учитывая, что особенности выбранного нами контрольного образца эпохи бронзы могут оказаться слишком специфичными, мы рассмотрели поперечные срезы правых плечевых костей представителей средневекового населения г. Ярославля – двух женщин и трех мужчин.

Обращение к поздней выборке было оправданным в силу внешней миниатюрности диафизов проксимального сегмента верхней конечности, что сближает их с хвалынской находкой. Кроме того, для данных средневековых образцов характерно умеренное развитие дельтовидной

бугристости и крайне гипертрофированное – большого и малого бугорков – черта, типичная для многих представителей неандертальского населения и Европы, и Азии. Сопоставление с этими образцами показало, что внешние измерительные параметры хвалынской кости соответствуют категории женских размеров. Однако хвалынец резко отличается от женских особей благодаря утолщению диафиза в месте наибольшего развития дельтовидной бугристости (70 против 64 мм в середине диафиза), причем по данному показателю он идентичен ярославским мужчинам. Примечательно, что средневековый ярославец (№ 3) при внешней грацильности обнаружил повышенную массивность стенок диафиза плечевой кости, сопоставимую с таковой у неандертальцев (рис. 11). Судить о природе этой массивности у хвалынского и ярославского индивидуумов помогает обращение к методам гистологии и палеопатологии.

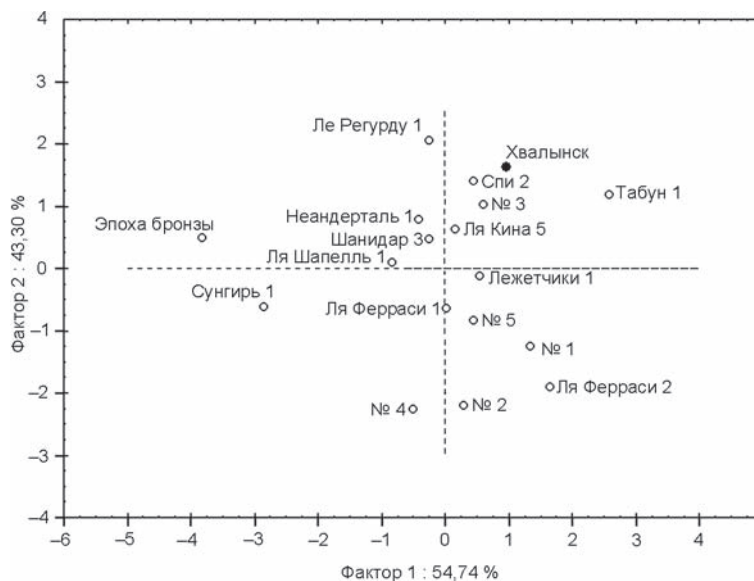


Рис. 11. Результаты факторного анализа по признакам *СА*, *МА*, % *СА*, *Ир*. К индивидуальным значениям, приведенным в табл. 5, добавлены данные по средневековым ярославцам (№ 1, 2 – женщины, № 3–5 – мужчины).

Результаты гистологического обследования

Нами было проведено гистологическое исследование особенностей тканевого строения хвалынской плечевой кости. Для этого стальной ножовкой был выпилен сегмент диафиза в области максимального развития рельефа *m. deltoideus*, захватывающий также более медиальные и более дорзальные участки диафиза. Далее проводилась шлифовка и полировка на шлифовальном станке Laborol-5 Struers с абразивной шлифовальной смесью Dia Pro с величиной алмазного зерна 1 мк и полировальной силиконовой суспензией OP-U. Полученный аншлиф исследовался в отраженном свете с использованием светового микроскопа Olympus BX-41. Изображение фиксировалось цифровой камерой Color View. Измерения остеонов проводились при помощи программы обработки цифровых изображений Olympus Cell. Размер описываемого изображения 144×107 мк.

Были измерены диаметры остеонов, гаверсовых каналов, площадь полостей резорбции. Прежде всего следует отметить, что гистологическое строение поперечного среза в месте максимального развития дельтовидной бугристости существенно отличается от того, которое мы наблюдаем в более дорзальных и медиальных участках без выраженного рельефа. Опишем каждую из этих картин (рис. 12).

1. Область максимального развития рельефа дельтовидной бугристости. Периферическая часть среза. Средний диаметр гаверсова канала порядка 47 мк, остеона – ок. 274 мк; в центральной части – соответственно

ок. 60 и ок. 270 мк. В центральной части толщи компакты встречаются полости резорбции диаметром 200–610 мк. В перимедуллярной зоне средний диаметр гаверсова канала ок. 80 мк, полости резорбции занимают около половины площади всего изображения.

2. Медиальный участок диафиза кости на уровне максимального развития дельтовидной бугристости. В периферической части среза средний диаметр гаверсова канала ок. 67 мк, а гаверсовой системы – ок. 255 мк; в центральной – соответственно ок. 106 и 290 мк; в перимедуллярной области – 120 и 310 мк.

Таким образом, мы наблюдаем две различные тенденции в динамике размеров гаверсовых систем. Одна из них – укрупнение гаверсовых каналов от периферии к центру диафиза. Она выражена и в медиальной области, и частично в месте бугристости. Другая тенденция проявляется только в месте развития функционального рельефа. Наряду с более мелкими остеонами мы наблюдаем появление обширных полостей резорбции. Остеоны с более узкими гаверсовыми каналами свидетельствуют о бурном развитии костеобразования в период формирования дельтовидной бугристости. Обширные полости резорбции не могут быть результатом общего пороза кости, т.к. обнаруживаются только в той части кости, которая наиболее подвержена постоянному механическому стрессу со стороны мышечных сухожилий. Гипотетически такую картину можно объяснить физиологической реакцией на усиленные физические нагрузки.

В качестве сравнительного объекта был изготовлен препарат из плечевой кости индивидуума (№ 3)

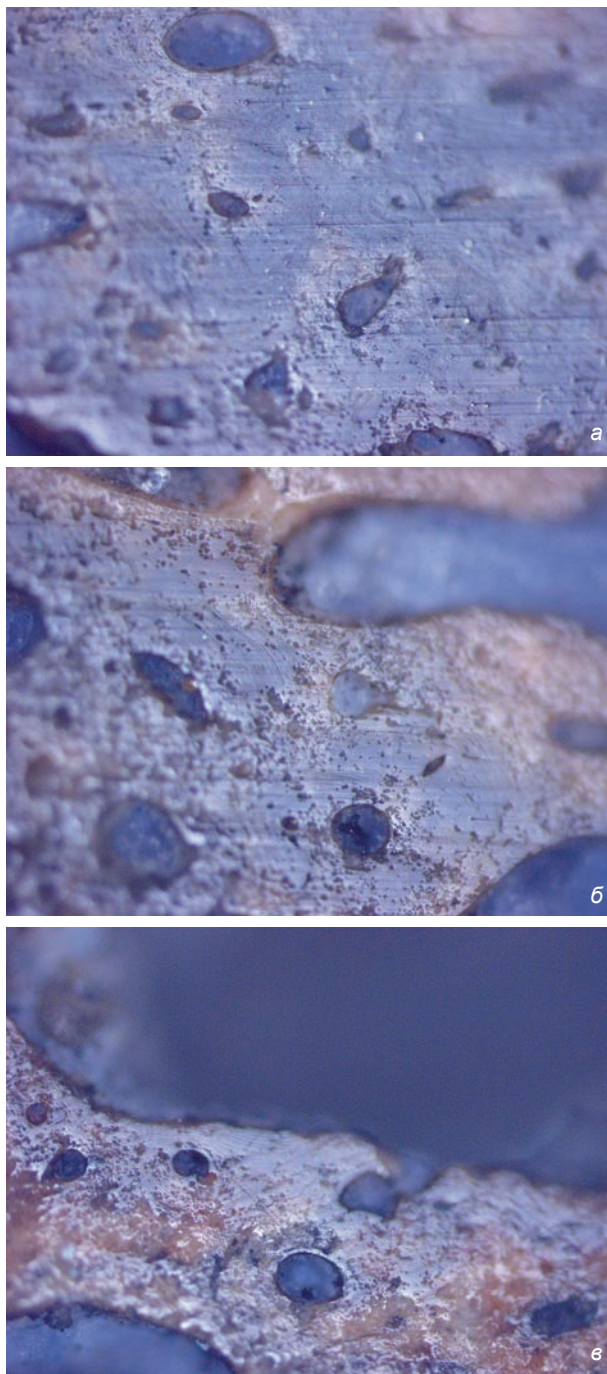


Рис. 12. Гистология поперечного среза хвалынской кости на уровне максимального развития дельтовидной бугристости.
а – периферическая часть; *б* – медиальная область; *в* – центральная часть. 20-кратное увеличение.

средневековой серии из Ярославля. Напомним, что морфологически ширина кортикального слоя у этого индивидуума достигает максимальных размеров. На гистологическом срезе выявлено, что параметры остеонного строения крайне своеобразны. Средний

диаметр гаверсова канала в периферической области приближается к 30 мк, а в перимедуллярной – к 50 мк, в то время как средние диаметры остеонов составляют соответственно 285 и 260 мк. Согласно сводкам гистоморфометрических измерений, такие размеры остеонов находятся в границах нормальной изменчивости параметров современного человека, тогда как диаметры гаверсовых каналов существенно ниже нормы. Причины утолщения внутренних стенок кортикального слоя следует рассматривать с учетом патологических процессов.

Полученная гистологическая картина вполне соответствует тому, что наблюдаем при диафизарных гиперостозах: биопсия показывает отсутствие каких бы то ни было признаков воспалительного или иного значительного патологического процесса, а имеется лишь некоторый равномерный остеосклероз с узкими гаверсовыми каналами между уплотненным костным веществом [Рейнберг, 1964, кн.1]*.

Итак, проведенное гистологическое исследование показало, что сам по себе факт внутренней массивности не может рассматриваться как таксономически ценный признак при описании элементов посткраниального скелета. Увеличение толщины компакты диафиза трубчатой кости может быть вызвано как патологическим процессом, так и спецификой нормального онтогенеза. При исследовании плечевой кости из Хвалынска мы наблюдали второй вариант. Образование обширных полостей резорбции вызвано морфофункциональным ответом на экстремальные механические нагрузки.

Обсуждение результатов исследования плечевой кости

Подводя предварительные итоги макроморфологического обследования ископаемого костного фрагмента с о-ва Хорошевского под г. Хвалынском, мы можем выделить для него несколько признаков, упоминавшихся исследователями как свидетельства архаической (неандертальской?) морфологии. Итак, мы встретили:

- 1) уплощенность диафиза в медиолатеральном направлении;
- 2) расширение компактного слоя кости в области прикрепления дельтовидной и большой грудной мышц;
- 3) утолщение передней и задней стенок диафиза на всем протяжении по сравнению с кроманьонцами Сунгира;

*В этой серии наблюдается еще несколько случаев утолщения диафизарной части трубчатых костей по типу диафизарного гиперостоза. Болезнь достаточно редкая, наследуется по аутосомно-доминантному типу [Волков, Меерсон, Нечволодова, 1982].

- 4) эллипсоидную форму сечения мозгового канала;
- 5) иную, по сравнению с современной, локализацию дельтовидной бугристости, которая сама по себе узкая и слабо выступает над поверхностью тела кости;
- 6) вогнутую, а не выпуклую форму контура кости ниже дельтовидной бугристости;
- 7) экстраординарную массивность стенок диафиза, которая находится на верхней границе индивидуальных неандертальских значений.

На основании этих признаков обладателя описываемого диафиза плеча следует отнести к носителям архаической посткраниальной морфологии. Однако насколько специфичным могло быть подобное сочетание признаков? Являются ли они аутопоморфиями, т.е. исключительными особенностями архаической, к примеру неандертальской, морфологии?

Проведенное нами сопоставление с привлечением данных по анатомически современному сапиенсу эпох верхнего палеолита, бронзы и средневековья достаточно убедительно показало, что отдельные признаки не могут быть надежными разграничителями при оценке таксономической принадлежности. Однако, по-видимому, наличие их комплекса служит более достоверным доказательством архаической (в рассматриваемом случае скорее неандертальской) морфологии. Примечательно, что выявлены наиболее значимые отличия хвалынского индивидуума от представителей населения эпох верхнего палеолита и бронзы. Но, как отмечалось выше, один из использованных для сравнения средневековых образцов обнаружил неожиданно высокий, «архаический» показатель кортикализации плечевой кости.

В каких же случаях можно наблюдать появление аналогичных признаков строения, особенно повышения внутренней костной массивности, у современного *Homo sapiens*? Выяснение причины утолщения внутренних стенок кортикального слоя следует начинать с учета возможных патологических процессов. Ряд патологических состояний демонстрирует общую реакцию увеличения массы кости на единицу объема. Рентгенологически это проявляется в повышенной плотности кости*. Более того, при медленном процессе отложения костной ткани образуется истинная пластинчатая кость без визуальных дефектов. Наиболее часто, и именно это мы наблюдаем в случае неожиданно выявленной внутренней массивности у средневекового мужчины (№ 3), при остеосклерозе происходит утолщение кортикального слоя в основном за счет внутренних отделов кости, что приводит к сужению костно-мозгового пространства.

*Обычно без количественных гистоморфометрических данных невозможно разграничить увеличение массы, обусловленное усиленным образованием новой кости и сниженной резорбцией уже сформированной.

Нередко именно генетические нарушения являются причиной утолщения кортикального слоя трубчатых костей, в т.ч. и плечевых [Рейнберг, 1964, кн. 2]. Напомним, что, несмотря на поверхностное сходство в относительном уровне компактизации, гистологическая картина, полученная для хвалынского среза, принципиально отлична и отражает последствия активных костных перестроек под действием физических нагрузок.

Специалистами обсуждалась зависимость степени массивности стенок трубчатых костей от наследственных факторов, гормонального статуса [Garn, Pao, Rihl, 1964; Garn, 1970; Smith, Bloom, Berkovitz, 1984]. В частности, Дж. Кеннеди [Kennedy, 1985] анализировал причины морфологических изменений, характерных для эректуса, у которого помимо утолщения кортекса имело место сужение пространства мозгового канала (медуллярный стеноз). Обсудив связь с повышенной компактизацией силовой адаптации, наследственных и гуморальных факторов (в т.ч. стероидных гормонов), недостатка в пище витаминов А и D, Дж. Кеннеди рассмотрел особенности кальциевого обмена у ископаемых гоминидов. В результате при объяснении высокой степени кортикализации скелета у *Homo erectus* исследователь предпочел гипотезу пищевой специализации. Новые особенности диеты и прежде всего нерегулярное, «внезапное» употребление пищи (циклическая гипокальцемия) могли приводить к системной реакции, снижавшей возможности костной резорбции. Характерно, что массивность костей архаических сапиенсов и эректусов обеспечивалась за счет прирастания со стороны эндооста, а не субпериоста.

Что касается неандертальской морфологии, то причины гипертрофии кортикального слоя многие исследователи видят почти исключительно в колоссальных биомеханических нагрузках, приходившихся преимущественно на правую руку. В одной из наиболее убедительных работ рассматривались вопросы право-левосторонней асимметрии плечевых костей у неандертальцев в сравнительном освещении [Trinkaus, Churchill, Ruff, 1994]. У современных атлетов с гипертрофированным развитием одной руки (теннисисты) было обнаружено завышение показателей асимметрии диафизарных параметров, аналогичное неандертальскому.

Израильские антропологи [Ben-Itzhak, Smith, Bloom, 1988] провели рентгенографическое обследование плечевых костей неандертальцев и людей верхнего палеолита (ориньякцев и мадленцев). В неандертальскую выборку вошли Ля Шапелль-О-Сен, Ля Феррасси, Сан-Чезаре, Спи, Амуд 1, Табун С1. Группу ранних представителей *Homo sapiens sapiens* составили Кроманьон, Ля Мадлен, Абри Пато, Рок де Серс, Ле Плакар, Грот Детей, Кафзех, Схул. Кости изучались в медиолатеральной и переднезадней проекциях. К со-

жалению, авторы публикации не привели фактических значений толщины компактного слоя и индексы компактизации для мужских серий, ограничившись графической подачей материала. Это лишило нас возможности напрямую использовать собранные ими данные для сравнения. При рассмотрении рентгенограмм в переднезадней проекции диаметр и модуль сечения правых плечевых костей у неандертальских мужчин значительно больше, чем у кроманьонских ($P < 0,05$). Слева различия недостоверны, но показатели неандертальцев вновь демонстрируют тенденцию к увеличению. Сравнение кроманьонцев с контрольной позднеаравской выборкой с кладбища Дор показало сходство большинства параметров, но переднезадняя толщина компакты у верхнепалеолитических людей больше.

После рассмотрения снимков в медиолатеральной проекции установлено, что у неандертальцев модуль сечения правой плечевой кости значительно выше, чем у кроманьонцев; а по сравнению с поздними *Homo sapiens sapiens* и этот параметр больше, и более развита компакта.

Площадь кортикального слоя (CA), моменты инерции вокруг медиолатеральной (Iml) и переднезадней (Iap) осей, полярный момент инерции (Ip) справа у неандертальцев достоверно выше, чем у *Homo sapiens sapiens*, как ранних, так и поздних. В результате продемонстрирована значительная асимметрия в развитии плечевых костей у неандертальских мужчин. Правая кость при наружных измерениях обнаруживает более округлую форму, чем у ранних или поздних *Homo sapiens*, привлеченных для сравнения в данной работе. В то же время она шире, передняя и задняя стенки толще, чем у кроманьонцев, полость мозгового канала имеет эллипсоидную форму. Половой диморфизм по признаку развития толщины кортикального слоя высок у неандертальцев и низок у кроманьонцев. По мнению израильских антропологов [Ibid., p. 240], это подтверждает различный характер активности неандертальских и кроманьонских мужчин. С точки зрения биомеханики, правое плечо неандертальцев по сравнению с кроманьонцами усилено, что может означать гипертрофированное развитие мускулатуры, прежде всего дельтовидной и большой круглой мышц, широчайшей мышцы спины, ротаторов (mm. supraspinatus, infraspinatus, teres minor, subscapularis).

Если говорить о тенденциях в строении плечевых костей у неандертальцев за пределами Европы, следует упомянуть исключительную массивность кортикального слоя и незначительную ширину костно-мозгового пространства, выявленные Д.Г. Рохлиным [1949, с. 117–118] у тешик-ташского ребенка. Отмеченная исследователем выраженность наружного мышечного рельефа позволяет предполагать обусловленность подобной внутренней массивности как наследственным, так и биомеханическим фактором.

Проведенное нами методом компьютерной томографии сопоставление хвалынского и современного (эпохи бронзы) образцов позволило выявить две принципиально разные реакции на постоянный биомеханический стресс (если допустить, что его испытывал хвалынский человек). Не исключено, что аналогичные процессы, обусловленные разной пластичностью и степенью минерализации костной ткани, приводили и к другому, более известному морфологическому расхождению: наличию выступающего пилястра на бедренной кости *Homo sapiens* и его отсутствию на фоне увеличения массивности бедра у неандертальцев.

Как свидетельствует обширный сравнительный материал, сходные особенности внутреннего строения и рельефа кости характерны для всех неандертальских плечевых костей. Таким образом, мы имеем дело с комплексом, а не с отдельными признаками. Очевидно, что одной из важнейших задач становится выявление морфофизиологической роли перестроек костной ткани, которое сможет указать на специфические пути адаптации, свойственные только данной группе ископаемых людей.

В целом изучение микроструктурных особенностей fossilized останков древнего человека проводится не часто. Возможно, это связано как с большой трудоемкостью, так и с деструктивным характером таких исследований. В отечественной традиции методы гистологии разрабатывались на кафедре антропологии, в НИИ и Музее антропологии МГУ. Так, Н.А. Синельников применил микроскопический метод для выяснения причин возникновения тканевого рисунка на поверхности черепной крышки из Сходни [1952]. Е.Н. Хрисанфова опубликовала результаты масштабного гистологического исследования бедренных костей Сунгирь 1, 4, Романково и серии современных [1984]. Изучение гистологических особенностей индивидуумов из сунгирских погребений было продолжено в рамках комплексного палеоэкологического проекта [Козловская, 2000].

Как известно, гистологические исследования показали себя чрезвычайно информативными в работе с объектами палеопатологии [Ortner, Putschar, 1985; Schultz, 2001] и в практике возрастных определений [Kerley, 1965; Ahlqvist, Damsten, 1969; Maat, Aarents, Nagelkerke, 2005]. Вопрос же о таксономической ценности признаков гистологического строения остается открытым. По мнению Е.Н. Хрисанфовой, «для его решения необходимо дальнейшее изучение вариаций остеонной структуры у ископаемых и современных людей в аспектах межпопуляционной и внутривидовой изменчивости» [1984, с. 140]. Тем не менее разительные различия в размерах, строении и плотности расположения остеонных систем высших антропоморфных обезьян и человека определяют безусловную

перспективность исследований в этом направлении. М. Шульц представил убедительные свидетельства сходства остеонного строения австралопитеков и высших антропоморфных обезьян [Schultz, 1999]. Описанные им особенности строения локтевых костей индивидуума зрелого возраста из Неандертала и ключицы индивидуума старшего возраста из Крапины соответствуют таковым современного человека. Вместе с тем опыт гистологического исследования плечевой кости Ле Мустье 1 продемонстрировал активность постдефинитивных костных перестроек, опережающих возрастные нормы, характерные для современного человека [Ramsay, Weaver, Seidler, 2005].

Полученные нами результаты позволяют все же предполагать своеобразие физиологической реакции костной ткани на физические нагрузки. При активных костных перестройках (резорбции), наблюдаемых в толще компактного слоя, не формируется значительный костный рельеф, как это происходит в норме у современного человека. Преобладание остеокластической реакции в участках костной ткани, испытывающих стрессовые механические нагрузки со стороны периоста, может рассматриваться как дисаптация либо специфическая локальная реакция, направленная на улучшение кровоснабжения костной ткани.

При морфофизиологических исследованиях современных аборигенов Севера был выявлен комплекс адаптивных реакций скелетной системы на низкотемпературный стресс, практически плотоядное питание, ограниченную инсоляцию, кислородную недостаточность и дефицит минеральных веществ в окружающей среде [Алексеева, 1977; Алексеева, Коваленко, 1980; Добровольская, 1984, 2005]. Такой адаптивной реакцией становится абсолютное и относительное увеличение полости костно-мозгового канала за счет снижения компактизации стенок диафизов. Т.И. Алексеева, описывая арктический адаптивный тип, сформулировала гипотезу об увеличении медуллярного канала диафизов длинных трубчатых костей как способе увеличить объем красного костного мозга и, соответственно, интенсифицировать процессы кроветворения.

Для длинной трубчатой кости неандертальца характерна иная внутренняя структура: утолщенные стенки и малый объем костно-мозговой полости. Таким образом, мы наблюдаем два принципиально различных адаптивных механизма, развивавшихся у разных представителей рода *Homo*. Один (у носителей архаической посткраниальной морфологии) предполагает аккумуляцию значительных количеств минеральных веществ для построения прочной структуры, возможно, за счет снижения резерва кроветворения; другой (у современного человека) – создание более прочной схемы строения диафиза («полая» трубка), требующей гораздо меньшего количества дефицит-

ных минеральных веществ. Особенно важным вопросом о минеральных ресурсах становится в связи с развитием представлений о рационе неандертальского человека и современных арктидов. Из этнографических исследований известно, что традиционный рацион аборигенов Севера составляют преимущественно белки и жиры животного происхождения. Он сформирован как своеобразием местной биоты (малое разнообразие съедобных растений и короткий период вегетации), так и значительными энергетическими расходами при активной деятельности в условиях низкотемпературного стресса.

Изотопные исследования коллагена костной ткани ряда мустьеерских образцов позволили сформулировать гипотезу о крайней плотоядности неандертальцев как специализированных охотников на наземных травоядных. Важно отметить, что эта специализация характерна для всего мустье, на основании чего группа исследователей, возглавляемая Э. Бошереном, сформулировала гипотезу о смене состава основных промысловых видов на протяжении мустьеерской эпохи от травоядных среднего размера (например, различные виды лесных оленей) до позднеплейстоценовой мегафауны, ведущее место в которой занимал мамонт [Bocherens et al., 2005].

Таким образом, при достаточно сходных стрессорах носители архаической и современной морфологии выработали принципиально различные физиологические адаптивные реакции. В первую очередь, эти различия связаны с двумя разнонаправленными путями построения минерального обмена. Более архаичный предполагает постоянное интенсивное накопление минеральных веществ и масс белка (коллагена – структурного белка кости). Такой механизм возможен при более активном поглощении жирорастворимого витамина D, а также активизации работы щитовидной железы (секреция кальцитонина), печени и подавлении синтеза или чувствительности к паратиреоидному гормону паращитовидных желез.

Витамин D выполняет в отношении интересующего нас солевого обмена скелета две хорошо изученные функции. Во-первых, он способствует поглощению кальция из пищевых масс в стенке тонкого кишечника, содействуя поступлению соли в циркулирующую кровь; во-вторых, помогает отложению кальция в самой костной ткани. Недостаток витамина D в организме, а также его избыток могут серьезно нарушить нормальные процессы костеобразования и стать причиной патологии окостенения [Рейнберг, 1964, кн. 2].

Кальциевый обмен находится также под непосредственным контролем секрета околощитовидных телец. Если витамин D способствует поглощению кальциевых солей костной тканью, то гормон околощитовидных желез – высвобождению кальция из кост-

ных структур. Следовательно, он является важным фактором сохранения нормального уровня кальция в крови. Эндокринные нарушения различной этиологии приводят к фиброзным остеитам, что также обусловлено повышенной плотностью кости, например, при активном гиперпаратиреозе. Похожая картина увеличения плотности фиксируется и при гипотиреозе на фоне общего снижения скорости образования и резорбции кости, когда баланс смещается в сторону костеобразования, появляется более плотная кость, сохраняющая нормальное строение [Там же].

Снижению депонирования минеральных веществ также способствует деятельность глюкокортикоидов, поэтому мы можем допустить у палеоантропов либо пониженную чувствительность к этой группе гормонов, либо пониженную их секрецию. Между тем представители неандертальцев демонстрируют явно «андрогенную» конституцию, о чем неоднократно писала профессор Е.Н. Хрисанфова [1971, 1974, 1984, 1990]. Повышенная секреция андрогенов способствует общей интенсификации анаболических процессов, в т.ч. в построении скелетных тканей. В физиологии современного человека она стимулирует повышение секреции глюкокортикоидов, в частности кортизола.

Заключение

Таким образом, есть основания предполагать наличие у группы палеоантропов, к которой принадлежал хвалынский индивидуум, не только своеобразных биомеханических приспособлений, но и специфического гормонального статуса, не находящего полных аналогов в нормальной и патологической физиологии современного человека.

Невзирая на внешнюю миниатюрность рассмотренной кости, она скорее мужская. Основанием служат косвенные морфологические критерии: внутренняя массивность на верхней границе индивидуальных мужских значений у представителей рода *Homo* (включая неандертальцев), а также резкое отличие минимальной окружности диафиза и окружности в месте максимального развития дельтовидной бугристости. Эти особенности, наряду с выявленной гистологически картиной активных костных перестроек, свидетельствуют о чрезвычайном биомеханическом воздействии на правую руку, что, как известно, было в высшей степени характерно для неандертальских мужчин.

Возраст индивидуума в самом предварительном виде можно оценить как зрелый. Гистологическая картина настолько специфична, что может не соответствовать современным стандартам. С аналогичной проблемой столкнулись исследователи неандертальца Ле Мустье 1, «гистологический» возраст которого (40–

50 лет по образцу, взятому из плечевой кости) резко контрастирует с «зубным» (15 лет) и «скелетным» (9 лет) [The Neandertal..., 2005; Медникова, 2007].

Учитывая палеонтологический контекст плечевой кости с о-ва Хорошевского и «атипические» неандерталоидные особенности сопутствовавшей черепной крышки, мы можем, в отличие от наших предшественников, предположить ранний, а не поздний возраст данных ископаемых находок. Пока, в отсутствие более точных привязок, обследованный нами фрагмент, скорее всего, может быть отнесен к раннему палеоантропу позднешельской или раннемустьеьской эпохи.

Благодарности

Авторы приносят глубокую благодарность сотрудникам отдела лучевой диагностики Центрального института травматологии и ортопедии им. Н.И. Приорова: заведующему отделением д-ру мед. наук, проф. А.К. Морозову, канд. мед. наук И.Н. Карпову, врачу-рентгенологу М.Я. Полонской, рентгенолаборанту Е.А. Гусилетовой.

Список литературы

- Алексеева Т.И. Географическая среда и биология человека. – М.: Мысль, 1977. – 302 с.
- Алексеева Т.И., Коваленко В.Ю. Морфофункциональная характеристика посткраниального скелета азиатских эскимосов // Палеоантропология СССР / отв. ред. А.П. Окладников, В.П. Алексеев. – М.: Наука, 1980. – С. 131–153.
- Волков М.В., Меерсон Е.М., Нечволодова О.Л. Наследственные системные заболевания скелета. – М.: Медицина, 1982. – 320 с.
- Добровольская М.В. Опыт количественного определения микроэлементов в скелете человека (по материалам древних погребений) // Вопр. антропологии. – 1984. – Вып. 74. – С. 101–109.
- Добровольская М.В. Человек и его пища. – М.: Науч. мир, 2005. – 368 с.
- Кандинов М.Н., Медникова М.Б., Добровольская М.В., Бужилова А.П. Плечевая кость *Homo* с острова Хорошевского: история и палеонтологический контекст находки // Археология этнография и антропология Евразии. – 2008. – № 4. – С. 145–150.
- Козловская М.В. Бедренная кость Сунгирь 4. Гистологические особенности бедренной кости Сунгирь 4 // *Homo sungirensis*: Верхнепалеолитический человек: экологические и эволюционные аспекты исследования / отв. ред. Т.И. Алексеева, Н.О. Бадер. – М.: Науч. мир, 2000. – С. 325–326.
- Медникова М.Б. Методика рентгеноморфологического исследования // *Homo sungirensis*: Верхнепалеолитический человек: экологические и эволюционные аспекты исследования / отв. ред. Т.И. Алексеева, Н.О. Бадер. – М.: Науч. мир, 2000а. – С. 74–76.
- Медникова М.Б. Рентгеноструктурные особенности скелета Сунгирь 1 // *Homo sungirensis*: Верхнепалеолити-

ческий человек: экологические и эволюционные аспекты исследования / отв. ред. Т.И. Алексеева, Н.О. Бадер. – М.: Науч. мир, 2000б. – С. 218–222.

Медникова М.Б. Рентгеноморфология детей из погребения 2 // *Homo sungirensis*: Верхнепалеолитический человек: экологические и эволюционные аспекты исследования / отв. ред. Т.И. Алексеева, Н.О. Бадер. – М.: Науч. мир, 2000в. – С. 286–299.

Медникова М.Б. Трепанации у древних народов Евразии. – М.: Науч. мир, 2001. – 304 с.

Медникова М.Б. К вопросу об особенностях юношеской стадии онтогенеза у европейских неандертальцев // Археология, этнография и антропология Евразии. – 2007. – № 3. – С. 145–153.

Рейнберг С.А. Рентгенодиагностика заболеваний костей и суставов. – 4-е изд. – М.; Л.: Медгиз, 1964. – Кн. 1. – 532 с.; Кн. 2. – 572 с.

Рохлин Д.Г. Некоторые данные рентгенологического исследования детского скелета из грота Тешик-Таш, Южный Узбекистан // Тешик-Таш: Палеолитический человек / отв. ред. М.А. Гремяцкий, М.Ф. Нестурх. – М.: Изд-во Моск. гос. ун-та, 1949. – С. 109–122.

Синельников Н.А. Об образовании тканевидного рельефа на сходненском фрагменте черепа // Учен. зап. Моск. ун-та. – 1952. – Вып. 158: Ископаемый человек и его культура на территории СССР. – С. 175–179.

Синельников Н.А., Гремяцкий М.А. Кости скелета ребенка-неандертальца из грота Тешик-Таш, Южный Узбекистан // Тешик-Таш: Палеолитический человек / отв. ред. М.А. Гремяцкий, М.Ф. Нестурх. – М.: Изд-во Моск. гос. ун-та, 1949. – С. 123–136.

Хрисанфова Е.Н. Некоторые аспекты гормональных исследований в антропологии. II. Значение изучения стероидных гормонов в функциональной и эволюционной антропологии // Вопр. антропологии. – 1971. – Вып. 38. – С. 3–14.

Хрисанфова Е.Н. Адаптация скелета ранних гоминид в связи с некоторыми факторами среды // Первообытный человек и природная среда / отв. ред. Г.И. Лазуков. – М.: Мысль, 1974. – С. 92–97.

Хрисанфова Е.Н. Посткраниальный скелет взрослого мужчины Сунгирь-1 // Сунгирь: Антропологическое исследование / отв. ред. А.А. Зубов. – М.: Наука, 1984. – С. 100–140.

Хрисанфова Е.Н. Конституция и биохимическая индивидуальность человека. – М.: Изд-во Моск. гос. ун-та, 1990. – 190 с.

Ahlqvist J., Damsten O. A modification of Kerley's method for the microscopic determination of age in human bone // *J. of Forensic Science*. – 1969. – Vol. 14. – P. 205–212.

Aiello L., Dean C. An introduction to human evolutionary anatomy. – Amsterdam: Elsevier Ltd., 2006. – 596 p.

Ben-Itzhak S., Smith P., Bloom R.A. Radiographic study of the humerus in Neanderthals and *Homo sapiens sapiens* // *Am. J. of Physical Anthropology*. – 1988. – Vol. 77. – P. 231–242.

Bocherens H., Drucker D.G., Billiou D., Pathou-Mathis M., Vandermeersch B. Isotopic evidence for diet and subsistence pattern of the Saint-Cesaire I Neanderthal: review and use of a multi-source mixing model // *J. of Human Evolution*. – 2005. – Vol. 49. – P. 71–87.

Endo B., Kimura T. Postcranial skeleton of the Amud Man // *The Amud Man and his cave site* / eds. H. Suzuki, F. Sakai. – Tokyo: Academic Press, 1970. – P. 231–406.

Garn S.M. The earlier gain and the later loss of cortical bone in nutritional perspective. – Springfield: Thomas, 1970. – 502 p.

Garn S.M., Pao E., Rihl M. Compact bone in Chinese and Japanese // *Science*. – 1964. – Vol. 143. – P. 1439–1440.

Hambucken A. Revision des particularités de l'humérus des Neandertaliens européens // *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris. Ser. II*. – 1983. – Vol. 317. – P. 109–114.

Heim J.-L. Les variations du squelette post-cranien: Des hommes de Neandertal suivant de sexe // *Anthropologie J.* – 1983. – Vol. 87. – P. 379–416.

Kennedy J.L. Bone thickness in *Homo erectus* // *J. of Human Evolution*. – 1985. – Vol. 14. – P. 699–708.

Kerley E.R. The microscopic determination of age in human bone // *Am. J. of Physical Anthropology*. – 1965. – Vol. 23. – P. 149–164.

Maat G.J.R., Aarents M.J., Nagelkerke N.J.D. Age prediction from bone replacement. Remodeling of circumferential lamellar bone tissue in the anterior cortex of the femoral shaft of present Dutch population. – Leiden: Leiden University, 2005. – 67 p. (*Barge's Anthropologica*; N 10).

Ortner D.J., Putschar W.G.J. Identification of pathological conditions in human skeletal remains. – Washington: Smithsonian Institution Press, 1985. – 479 p.

Pearson O.M. Postcranial morphology and the origin of modern humans: Ph.D. thesis. – N. Y.: State University of New York at Stony Brook, 1997. – 783 p.

Ramsay H.L., Weaver D.S., Seidler H. Bone histology in the Le Moustier Neandertal child // *The Neandertal Adolescent Le Moustier 1: New Aspects, New Results* / ed. by H. Ullrich. – Berlin: Allprint Media GmbH, 2005. – P. 282–292. – (*Berliner Beitrage zur Vor- und Fruhgeschichte. N.F.; Bd. 12*).

Schultz M. Microscopic investigation in Fossil Hominoidea: a clue to taxonomy? Functional anatomy and history of diseases // *The anatomical record (New Anat.)*. – 1999. – Vol. 257. – P. 225–232.

Schultz M. Paleohistopathology of bone: a new approach to the study of ancient diseases // *Am. J. of Physical Anthropology*. – 2001. – Vol. 44. – P. 106–147.

Smith P., Bloom R.A., Berkovitz J. Diachronic trends in humeral cortical thickness of Near Eastern populations // *J. of Human Evolution*. – 1984. – Vol. 13. – P. 603–611.

Stirland A. Musculoskeletal evidence for activity: problems of evaluation // *Int. J. of Osteoarchaeology*. – 1998. – Vol. 8. – 356 p.

The Neandertal Adolescent Le Moustier 1: New Aspects, New Results / ed. by H. Ullrich. – Berlin: Allprint Media GmbH, 2005. – 354 p. – (*Berliner Beitrage zur Vor- und Fruhgeschichte. N.F.; Bd. 12*).

Trinkaus E. The Shanidar Neanderthals. – N. Y.: Academic Press, 1983. – 502 p.

Trinkaus E., Churchill S.E., Ruff C.B. Postcranial robusticity in *Homo*. II. Humeral bilateral asymmetry and bone plasticity // *Am. J. of Physical Anthropology*. – 1994. – Vol. 93. – P. 1–34.

Материал поступил в редколлегию 19.05.08 г.