

**ИСТОРИЧЕСКИЙ АСПЕКТ ИЗМЕНЧИВОСТИ НИЖНЕЙ ЧЕЛЮСТИ
CROCIDURA SHANTUNGENSIS MILLER, 1901 (EULIPOTYPHILA: SORICIDAE)**

В.Е. Панасенко, С.К. Холин

[Panasenko V.E., Kholin S.K. Historical aspect of the lower jaw variability of *Crocidura shantungensis* Miller, 1901 (Eulipotyphla: Soricidae)]

Биолого-почвенный институт ДВО РАН, пр-т 100-летия Владивостока, 159, Владивосток, 690022, Россия. E-mail: valry@inbox.ru

Institute of Biology and Soil Sciences FEB RUS, 100-letyia Vladivostoka ave., 159, Vladivostok, 690022, Russia. E-mail: valry@inbox.ru

Ключевые слова: морфология, нижняя челюсть, изменчивость, *Crocidura shantungensis*, четвертичный период

Key words: morphology, low jaw, variability, *Crocidura shantungensis*, Quaternary

Резюме: Проведен анализ изменчивости метрических признаков нижней челюсти *Crocidura shantungensis* Miller, 1901 за последние 43 тысячи лет. Показано, что наиболее крупные экземпляры нижней челюсти соответствуют голоценовому времени, наиболее мелкие – современности, плейстоценовые экземпляры занимают промежуточное положение.

Summary: Low jaw measure characters variability of *Crocidura shantungensis* Miller, 1901 was analyzed in last 43 Ka. It was shown that the largest samples of mandible correspond to Holocene, the smallest ones – to recent, samples from Pleistocene are intermediate.

На протяжении существования млекопитающих в четвертичном периоде происходили изменения их морфологических признаков, что было установлено для многих видов грызунов, копытных, хищных, кротов [Смирнов и др., 1990; Фадеева, Смирнов, 2008; Гасилин, 2009; Алексеева, 1984; и др.]. Для землероек изучение исторического аспекта изменчивости ранее не проводилось из-за недостатка материала. Ареал *Crocidura shantungensis* Miller, 1901 охватывает юг Дальнего Востока России, Забайкалье, Монголию, Корейский полуостров, территории Центрального и Восточного Китая и ряд прилегающих к этим территориям островов [Нестеренко, 1999; Банникова и др., 2009; Jiang, Hoffmann, 2001]. Палеонтологические находки этого вида известны из пещерных отложений юга Дальнего Востока России. Первые находки были сделаны в 1970-х гг. в плейстоцен-голоценовых отложениях пещеры Блинец [Тиунов, 1976; Нестеренко и др., 2002]. Позже, в 2004-2008 гг., в отложениях пещеры Медвежий Клык были обнаружены многочисленные остатки этого вида позднплейстоценового и голоценового возраста [Панасенко, Тиунов, 2010]. Полученный материал имеет хорошую сохранность, что позволяет использовать его не только для фаунистических, но и для комплексных морфологических исследований.

Для определения и последующего исследования землероек из палеонтологического материала чаще всего используется нижняя челюсть [Зайцев,

1992; Zaitsev, 1998; Зайцев, Осипова, 2004; Zaitsev, Baryshnikov, 2002; Rzebik-Kowalska, 2007, 2008 и др.], поскольку она сохраняется существенно лучше, чем череп, и является более ценной для диагностики, чем кости посткраниального скелета. Находки из пещеры Медвежий Клык также представлены преимущественно нижнечелюстными костями.

Целью настоящей работы является изучение изменения размеров нижней челюсти *C. shantungensis* на протяжении последних 43 тысяч лет.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В работе использовались нижние челюсти *C. shantungensis*, добытые при раскопках пещеры Медвежий Клык. Пещера расположена в южных отрогах Сихотэ-Алиня и представляет собой колодец карстового происхождения глубиной 17,5 м. Раскопки проводились в 2004-2008 гг. сотрудниками лаборатории териологии Биолого-почвенного института ДВО РАН и членами Владивостокского клуба спелеологов. Общая глубина раскопа 5,4 м, на основе литологических характеристик в отложениях было выделено 13 слоев. Материал для настоящей работы был отобран из четырех неперемешанных слоев: 11, 7, 5 и 3 (табл. 1). Подробное описание пещеры и отложений приведено в работе В.Е. Панасенко и М.П. Тиунова [2010]. Для отложений была получена C14 датировка по кости бурого медведя на глубине 1,08-1,18 м (слой 7) – cal. BP

Таблица 1

Характеристика современного (Приморский край) и ископаемого (пещера Медвежий Клык) материала

Слой	Время	Возраст, тыс. лет	Объем выборки, экз.
–	современность	–	19
3	голоцен	5-2	38
5	голоцен	8-6	60
7	плейстоцен	15-13	4
11	плейстоцен	43-33	29

13790-14200 лет назад (ГИН-13479). Для остальных слоев возраст устанавливался на основе фаунистических комплексов мелких млекопитающих (отряды Eulipotyphla, Lagomorpha, Rodentia), кости которых содержались в соответствующих отложениях [Панасенко, Тиунов, 2010].

При формировании выборок палеонтологического материала учитывалась стратиграфия отложений и сохранность материала, для работы были отобраны неповрежденные экземпляры *C. shantungensis*. При неонтологических исследованиях, как правило, учитывают возраст и пол особей. Однако определение пола землероек по нижней челюсти не представляется возможным. Ранее для *C. shantungensis* было установлено наличие полового диморфизма в южных популяциях (о. Тайвань) – самцы крупнее самок, и его отсутствие в северных популяциях (Корейский п-ов и о. Цусима) [Motokawa et al., 2003]. Таким образом, половой диморфизм у *C. shantungensis*, как и у многих других мелких млекопитающих, носит динамический характер [Васильев и др., 2004]. Определение возраста землероек в палеонтологическом материале возможно только по степени стертости зубов, но поскольку зубы присутствуют далеко не у всех экземпляров, то и возраст удается определить не всегда.

Сформированные выборки палеонтологического материала получились смешанными по половозрастным признакам. В связи с этим в выборку современных *C. shantungensis* были включены особи разного пола и возраста. Современный материал включает в себя экземпляры из разных точек Приморского края. Весь материал хранится в коллекции лаборатории териологии Биолого-почвенного института ДВО РАН.

Поскольку именно промеры многими авторами используются в качестве диагностических признаков для определения видов землероек по нижней челюсти, существует большое количество различных схем промеров [Zaitsev, 1998; Сергеев, Ильяшенко, 1991; Гайченко, 1973; Fredriksen et al., 1992; и др.]. Тем не менее в настоящей работе была использована оригинальная схема (рис. 1), учитывающая особенности материала и задачи исследования. В схему не были включены структуры нижней челюсти, часто утрачиваемые в палеонтологическом материале, это в первую очередь угловой отросток и зубы. Зубы также не использовались из-за того, что подвергаются сильным возрастным изменениям. Промеры были сделаны с латеральной и медиальной сторон челюсти таким образом, чтобы их было возможно снять как на челюстях с зубами, так и без зубов. Фотографии и промеры челюстей сделаны на бинокуляре Stereomicroscope SteREO Discovery v. 12 при увеличении объектива 1.0x с помощью цветной цифровой камеры Axio Cam HRC и программы Axio Vision 4.6.3.

Статистический анализ основан на общепринятых в биологических исследованиях методах [Лакин, 1980; Пузаченко, 2004]. Проверка данных на тип распределения показала, что большинство признаков имеют нормальное распределение, а другие незначительно отклоняются от такового. Поэтому был использован параметрический однофакторный дисперсионный ана-

лиз (ANOVA). Все расчеты сделаны с использованием программы STATISTICA 8.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Средние значения промеров нижней челюсти ископаемых и современных *C. shantungensis* приведены в таблице 2. Разброс значений промеров внутри отдельных выборок небольшой, максимальное значение коэффициента вариации (C_v) – 12,3. Наиболее высокое значение C_v характерно для высоты венечного отростка (m_3). Вероятно, большой разброс значений этого признака, а также длины плеча сочленовного отростка (m_4) связан со сложностями снятия этих промеров. У *C. shantungensis* не выражен перегиб в сигмовидной впадине, поэтому сложно установить границу между сочленовным и венечным отростками, что приводит к некоторым неточностям в измерениях. Довольно большой размах значений длины сочленовного отростка с латеральной и медиальной сторон (m_5 и m_{10}) можно объяснить тем, что плоскость сочленовного отростка находится под углом к плоскости всей нижней челюсти, и угол наклона между этими плоскостями, видимо, тоже имеет определенный размах изменчивости. В связи с этим значение промеров сочленовного отростка зависит не только от его длины, но и от угла наклона. Также большой размах значений оказался у длины основания восходящей ветви (m_8). Незначительный разброс значений промеров внутри выборок позволяет установить разницу их значений между выборками.

Сравнение промеров нижней челюсти *C. shantungensis* из разных выборок производилось с помощью однофакторного дисперсионного анализа. Анализ показал, что промеры, характеризующие общие размеры челюсти (m_1 - m_3 , m_7), у современных *C. shantungensis* меньше, чем у голоценовых (слои 5 и 3) (тест Тьюки, $p < 0,05$) (рис. 2а) и плейстоценовых (слои 7 и 11). В то же время длина плеча сочленовного отростка (m_4) у современных значимо больше, чем у голоценовых из слоя 3 (тест Тьюки, $p < 0,05$) и незначительно больше, чем из слоя 5 (рис. 2б). Значения многих промеров нижней челюсти плейстоценовой выборки из слоя 11 занимают промежуточное положение между значениями промеров челюстей современных и голоценовых (слои 5 и 3) *C. shantungensis*. Однако достоверные различия наблюдаются только для высоты венечного отростка и длины зубного ряда (m_3 и m_7); в выборке из слоя 11 они статистически значимо меньше, чем в выборке из слоя 3 (тест Тьюки, $p < 0,05$). Для большинства промеров в слое 7 ошибка среднего сильно перекрывается с таковыми из других выборок, что связано с небольшим объемом выборки.

Стоит отметить, что значения некоторых промеров достоверно различаются в двух голоценовых слоях. Длина челюсти (m_1) и длина плеча сочленовного отростка (m_4) в слое 5 имеют большее значение, чем в слое 3, а высота венечного отростка (m_3) и длина зубного ряда (m_7) – меньше. Длина сочленовного отростка с латеральной и медиальной сторон челюсти (m_5 и m_{10}), высота нисходящей ветви в начале зубного ряда (m_6) и ширина основания восходящей ветви (m_9) достоверно не различаются в разных выборках.

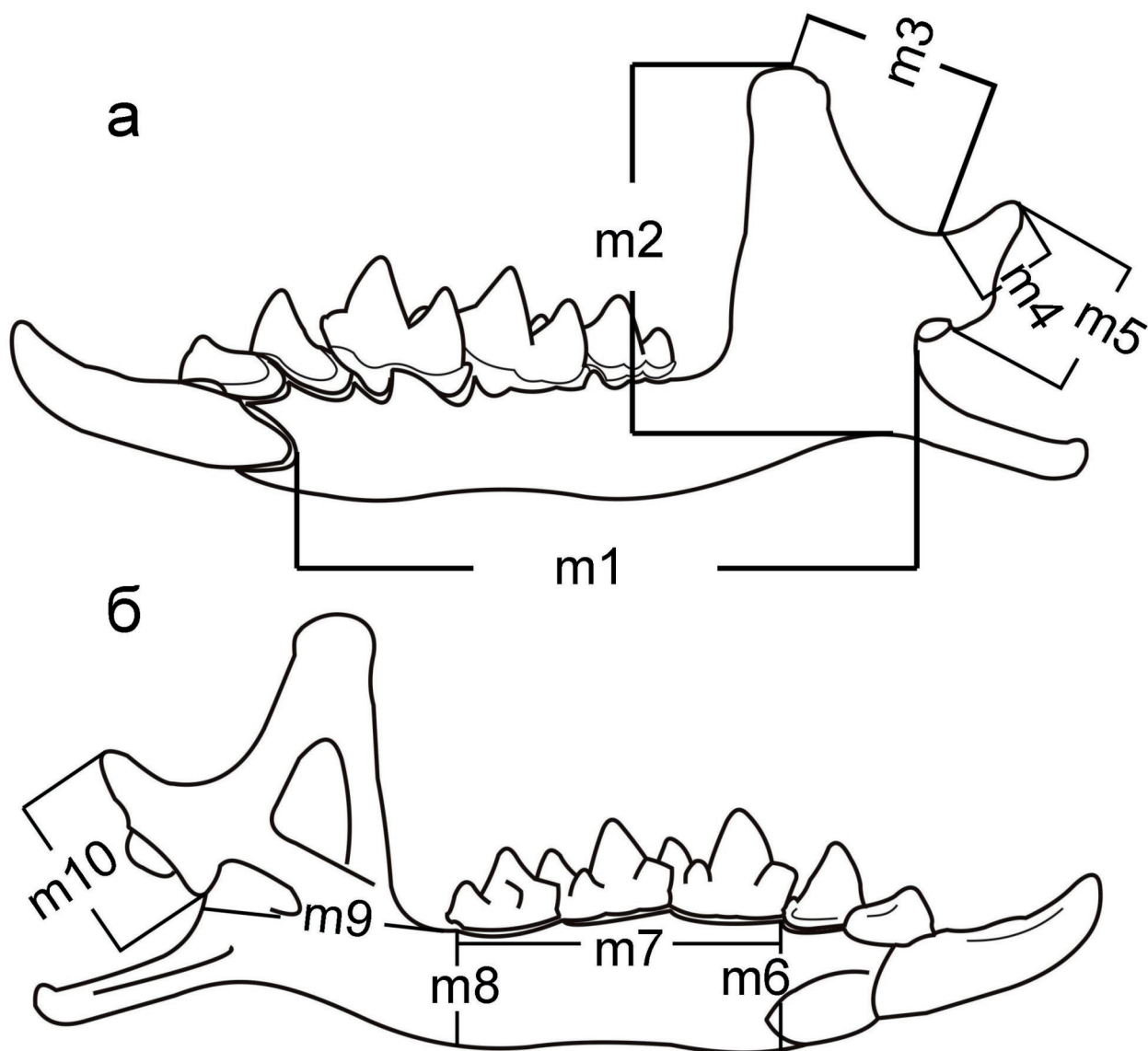


Рис. 1. Схема промеров нижней челюсти *C. shantungensis*. Латеральная сторона (а): m1 – длина нижней челюсти, m2 – высота восходящей ветви, m3 – высота венечного отростка, m4 – длина плеча сочленовного отростка, m5 – длина сочленовного отростка; медиальная сторона (б): m6 – высота нисходящей ветви между предкоренным и первым коренным, m7 – альвеолярная длина зубного ряда M₁–M₃, m8 – высота нисходящей ветви в конце зубного ряда, m9 – ширина основания восходящей ветви, m10 – длина сочленовного отростка.

Fig. 1. The scheme of *C. shantungensis* low jaw measurements. Lateral side (a): m1 – length of lower jaw, m2 – height of ascending ramus, m3 – height of coronoid process, m4 – length of condiloid process arm, m5 – length of condiloid process; medial side (б): m6 – height of descend ramus between premolar and first molar, m7 – alveolar length of tooth row M₁–M₃, m8 – height of descend ramus in the end of tooth row M₁–M₃, m9 – width of ascending ramus base, m10 – length of condiloid process.

Корреляционный анализ показал, что между всеми признаками во всех выборках наблюдается положительная корреляция. Для слоя 7 корреляция всех признаков – недостоверная. Корреляция некоторых признаков в одних выборках может быть достоверной, а в других – недостоверной. В слоях 5 и 11 длина нижней челюсти достоверно коррелирует со всеми остальными промерами ($r=0,26-0,85$, $p<0,05$), а в выборке современных нет достоверной корреляции с m6, а в слое 3 – с m3, m4, m6 и m7. Промеры m3 и m4, как было отмечено выше, подвержены довольно сильным изменениям из-за методических особенностей. Промеры m6 и m7 характеризуют переднюю часть челюсти, которая

в позднем голоцене стала длиннее и выше по отношению к общим размерам челюсти. Таким образом, можно говорить об однонаправленной тенденции увеличения всех промеров нижней челюсти *C. shantungensis* от плейстоцена к голоцену (от слоя 11 к слою 5). В голоцене для разных промеров нижней челюсти наблюдаются разнонаправленные изменения. В это время, вероятно, изменились пропорции челюсти, передняя часть стала несколько крупнее. К современности почти все промеры нижней челюсти становятся меньше.

Изменения размеров нижней челюсти *C. shantungensis*, как, впрочем, и других признаков, зависят от комплекса факторов окружающей среды и

Промеры нижней челюсти ископаемых и современных *C. shantungensis* (среднее значение и ошибка среднего)

Промер	Плейстоцен, слой 11	Плейстоцен, слой 7	Голоцен, слой 5	Голоцен, слой 3	Современность
m1*	6,21 ± 0,04	6,29 ± 0,11	6,30 ± 0,03	6,25 ± 0,03	6,04 ± 0,06
m2	3,85 ± 0,03	3,87 ± 0,03	3,94 ± 0,03	3,91 ± 0,03	3,71 ± 0,03
m3	2,13 ± 0,03	2,18 ± 0,05	2,18 ± 0,02	2,25 ± 0,02	2,01 ± 0,03
m4	1,04 ± 0,02	0,98 ± 0,06	1,04 ± 0,02	0,98 ± 0,02	1,08 ± 0,03
m5	1,32 ± 0,02	1,35 ± 0,01	1,35 ± 0,01	1,33 ± 0,02	1,33 ± 0,02
m6	1,27 ± 0,01	1,29 ± 0,04	1,32 ± 0,01	1,32 ± 0,02	1,29 ± 0,02
m7	3,19 ± 0,02	3,14 ± 0,05	3,22 ± 0,01	3,27 ± 0,02	3,12 ± 0,03
m8	1,15 ± 0,02	1,20 ± 0,05	1,19 ± 0,01	1,18 ± 0,02	1,12 ± 0,02
m9	2,50 ± 0,02	2,55 ± 0,04	2,56 ± 0,02	2,53 ± 0,02	2,47 ± 0,03
m10	1,63 ± 0,02	1,58 ± 0,03	1,65 ± 0,02	1,66 ± 0,02	1,64 ± 0,03

Примечание: * – номера промеров приведены в соответствии с рис. 1.

особенностей организма, действующих совместно. Невозможно выделить из этого комплекса один определяющий фактор, изменение которого вело бы к определенному изменению размеров. Тем не менее для более емкого понимания изменчивости размеров нижней челюсти *C. shantungensis* на протяжении последних 43 тысяч лет необходимо иметь представление об условиях окружающей среды – климате и растительности. Ландшафтно-климатические условия позднего плейстоцена и голоцена для территории юга Дальнего Востока детально реконструированы палеогеографическими методами [Короткий и др., 1996].

В фазу относительного потепления (43-33 тыс. лет назад) черноручьинского этапа размеры нижней челюсти *C. shantungensis* были сравнительно небольшие. Это время, судя по реконструкциям [Короткий и др., 1996], характеризуется относительным потеплением климата, произрастанием полидоминантных широколиственных и кедрово-широколиственных лесов. Во время последнего плейстоценового минимума (20-18 тыс. лет назад) и в предшествующую ему фазу похолодания черноручьинского этапа (24-21 тыс. лет назад) *C. shantungensis*, как и многие другие теплолюбивые виды, отсутствовал на территории Южного Сихотэ-Алиня [Панасенко, Тиунов, 2010]. В последующие фазы относительного потепления и похолодания климата (15-12 тыс. лет назад) *C. shantungensis* вновь заселил эту территорию, размеры нижней челюсти в это время стали крупнее, чем в черноручьинском этапе. Размеры нижней челюсти *C. shantungensis* в голоцене (вероятно, в оптимуме) были наиболее крупными по сравнению со всеми рассматриваемыми интервалами времени, а к настоящему времени стали мелкими. Сопоставление размеров нижней челюсти *C. shantungensis* с климатическими условиями прошлого позволяет констатировать, что более холодным периодам времени соответствуют более мелкие размеры нижней челюсти *C. shantungensis*, а наиболее теплым – максимальные.

При анализе изменчивости нижней челюсти встает вопрос о соотношении промеров нижней челюсти и общих размеров тела землероек. Логично предположить, что эти параметры имеют прямую положитель-

ную связь, то есть чем больше длина тела землеройки, тем крупнее нижняя челюсть. Однако имеющиеся в литературе данные демонстрируют, что это не всегда так. Отмечены случаи (дальневосточная островная популяция *C. shantungensis*, сакмарская популяция *Sorex araneus* Linnaeus, 1758), когда верхний ряд зубов у крупных особей короче, чем у мелких [Шереметьев, 2002; Большаков и др., 1996]. Кроме того, для землероек имеет место эффект Денеля – сезонное уменьшение массы и длины тела, ширины и высоты черепной коробки, а также других параметров [Pucek, 1963; Межерин, 1964; и др.]. Это сказывается на соотношении общих промеров и промеров черепа землероек в зависимости от сезона. Нижняя челюсть, по всей видимости, не подвержена этим изменениям, и, таким образом, в зимнее время, с уменьшением массы и размеров тела, она становится относительно больше. В связи с перечисленными особенностями нельзя утверждать, что более крупные нижние челюсти принадлежат более крупным особям.

В литературе также неоднократно отмечалось несоответствие размеров тела и черепа у грызунов [Большаков, Шварц, 1962; Шварц, 1980; Пантелеев и др., 1990; и др.], однако фиксировалась общая тенденция увеличения размеров черепа с увеличением размеров тела [Васильев и др., 2004]. Для землероек, видимо, тоже имеет место тенденция увеличения размеров нижней челюсти по мере увеличения размеров тела. Однако эта взаимосвязь не является линейной и скорее относится не к отдельно взятым особям, а к целым выборкам. Для выборки ископаемого материала, которая охватывает несколько тысяч лет и много сезонов, сезонные и популяционные особенности размеров будут нивелированы. Таким образом, мы полагаем, что более крупные нижние челюсти в выборках палеонтологического материала свидетельствуют о более крупных размерах тела *C. shantungensis* в рассматриваемый период времени, а более мелкие – о более мелких.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для анализа палеонтологического материала землероек возможно формирование смешанных выборок

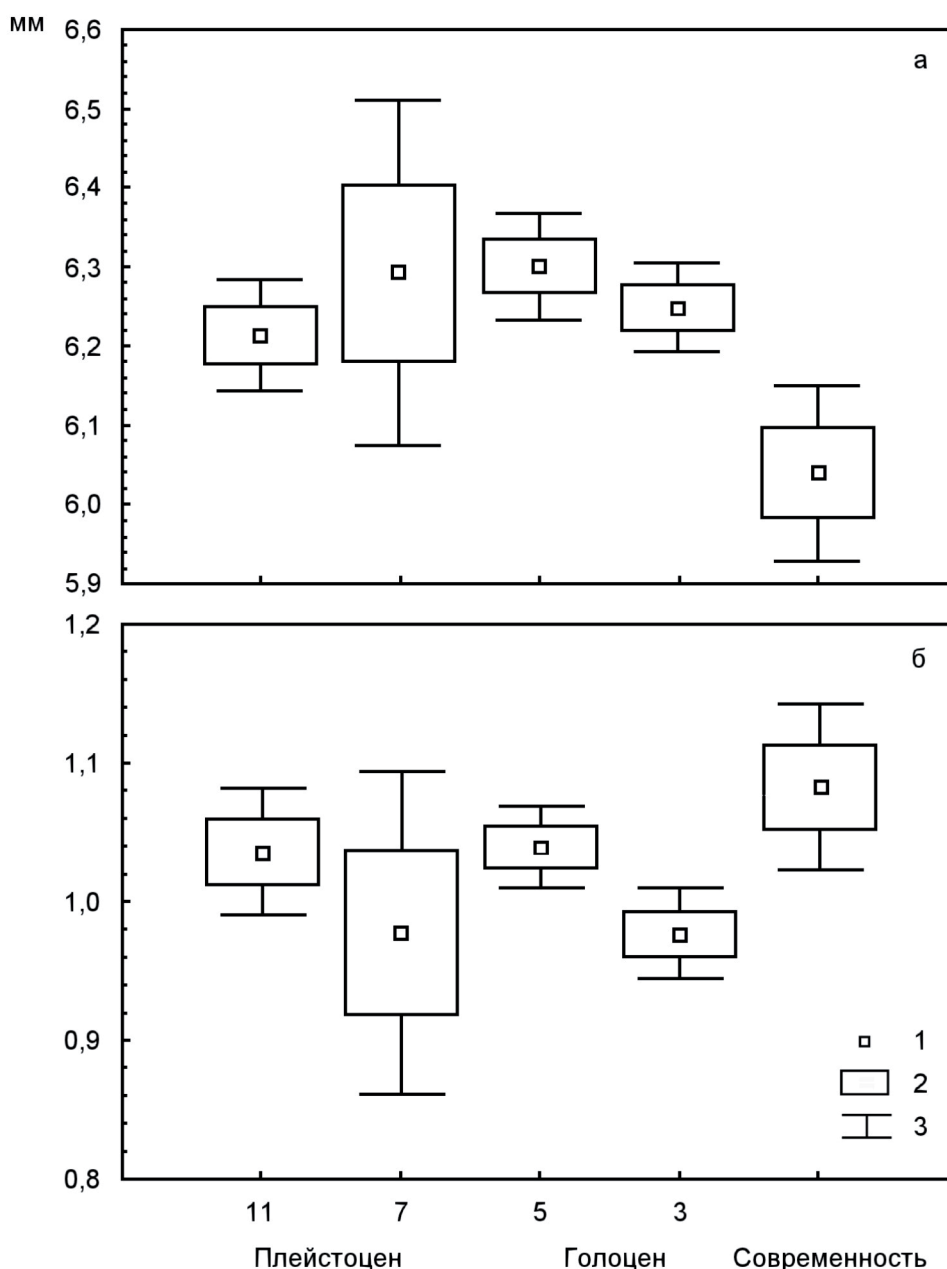


Рис. 2. Изменения значений длины нижней челюсти m1 (а) и длины плеча сочленовного отростка m4 (б) *C. shantungensis* во времени. 1 – средняя, 2 – стандартная ошибка, 3 – доверительный интервал.

Fig. 2. Changes of *C. shantungensis* lower jaw length m1 (а) and condiloid process arm length (б) value in the time. 1 – mean, 2 – standard error, 3 – confidence interval.

без разделения на половозрастные группы, поскольку определение пола по нижним челюстям невозможно, а возраста – затруднено. При этом сравнительные выборки современного материала также следует формировать смешанными. Небольшой разброс промеров нижней челюсти *C. shantungensis* в отдельных выборках позволил выявить изменчивость нижней челюсти во времени. Наблюдается отчетливая тенденция увеличения размеров после интерстадиала (43-33 тыс. лет назад) в постледниковье (15-13 тыс. лет назад) и далее в голоцене, а затем уменьшение к современности. Соотношение размеров нижней челюсти и размеров тела землероек для выборок палеонтологического материала можно считать положительно коррелирующими.

БЛАГОДАРНОСТИ

За участие в обсуждении работы и ценные замечания мы признательны коллегам д.б.н., проф. В.А. Нестеренко, д.б.н. С.Ю. Стороженко, к.б.н. В.В. Гасилину. Благодарим д.б.н. М.П. Тиунова за всестороннюю помощь.

ЛИТЕРАТУРА

- Алексеева Э.В., 1984. Материалы к изучению ископаемого барсука Приморья // Вопросы изменчивости зоогеографии млекопитающих. Владивосток: Изд-во ДВНЦ АН СССР. С. 103-125.
- Банникова А.А., Шефтель Б.И., Лебедев В.С., Александров Д.Ю., Мюлленберг М., 2009. *Crocidura shantungensis* – новый вид в фауне Монголии и Бу-

- рятия // Докл. Акад. наук. Т. 424. № 6. С. 836-839.
- Большаков В.Н., Шварц С.С., 1962. Некоторые закономерности географической изменчивости грызунов на сплошном участке их ареала (на примере полевков рода *Clethrionomys*) // Вопросы внутривидовой изменчивости млекопитающих (Тр. Ин-та биол. УФ АН СССР). Вып. 29. Свердловск. С. 29-44.
- Большаков В.Н., Васильев А.Г., Шарова Л.П., 1996. Фауна и популяционная экология землероек Урала (Mammalia, Soricidae). Екатеринбург: Изд-во «Екатеринбург». 268 с.
- Васильев А.Г., Фалеев В.И., Галактионов Ю.К. и др., 2004. Реализация морфологического разнообразия в природных популяциях млекопитающих. Новосибирск: Изд-во Сибирского отделения РАН. 232 с.
- Гайченко В.А., 1973. Морфологічні особливості будови нижньої щелепи деяких землерівок фауни СССР // Збірник праць зоологічного музею. Київ: Наукова Думка. С. 81-83.
- Гасилин В.В., 2009. Фауна крупных млекопитающих Урало-Поволжья в голоцене / Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. Екатеринбург. 16 с.
- Зайцев М.В., 1992. Насекомоядные млекопитающие позднего антропогена Южного Урала // История современной фауны Южного Урала. Свердловск. С. 61-80.
- Зайцев М.В., Осипова В.А., 2004. Насекомоядные млекопитающие (Insectivora) позднего плейстоцена северного Кавказа // Зоол. ж. Т. 83. № 7. С. 851-868.
- Короткий А.М., Гребенникова Т.А., Пушкарь В.С. и др., 1996. Климатические смены на территории юга Дальнего Востока в позднем кайнозое (миоцен-плейстоцен). Владивосток. 57 с.
- Лакин Г.Ф., 1980. Биометрия. М.: Высшая школа. 293 с.
- Нестеренко В.А., 1999. Насекомоядные юга Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука. 172 с.
- Нестеренко В.А., Шереметьев И.С., Алексеева Э.В., 2002. Динамика структуры таксоценозов землероек (Insectivora, Soricidae) на юге Дальнего Востока в позднечетвертичное время // Палеонт. ж. №5. С. 93-99.
- Панасенко В.Е., Тиунов М.П., 2010. Население мелких млекопитающих (Mammalia: Eulipotyphla, Rodentia, Lagomorpha) на Южном Сихотэ-Алине в позднем плейстоцене и голоцене // Вестник ДВО РАН. № 6. С. 60-67.
- Пантелеев П.А., Терехина А.Н., Варшавский А.А., 1990. Экогеографическая изменчивость грызунов. М.: Наука, 1990. 373 с.
- Пузаченко Ю.Г., 2004. Математические методы в экологических и географических исследованиях. М.: Издательский центр «Академия». 416 с.
- Сергеев В.Е., Ильяшенко В.Б., 1991. Индикационная значимость признаков нижнечелюстной кости и видовая диагностика бурозубок (Insectivora, Sorex) Сибири // деп. ВИНТИ № 4611-В91.
- Смирнов Н.Г., Большаков В.Н., Косинцев П.А. и др., 1990. Историческая экология животных гор Южного Урала. Свердловск: Изд-во УрО АН СССР. 244 с.
- Тиунов М.П., 1976. Изменение относительной численности некоторых видов насекомоядных (Mammalia, Insectivora) Южного Приморья в голоцене // Охрана природы на Дальнем Востоке. Владивосток: Дальнаука. С. 203-206.
- Фадеева Т.В., Смирнов Н.Г., 2008. Мелкие млекопитающие Пермского Предуралья в позднем плейстоцене и голоцене. Екатеринбург: Изд-во «Голицынский». 172 с.
- Шварц С.С., 1980. Экологические закономерности эволюции. М.: Наука. 277 с.
- Шереметьев И.С., 2002. Первая находка малой белозубки, *Crociodura suaveolens* (Insectivora, Soricidae), на островах залива Петра Великого (Южное Приморье) // Зоол. ж. Т. 81. № 1. С. 126-128.
- Fredriksen T., Langhelle G., Frafjord 1992. Identifying Norwegian shrews (Soricidae) from non-dental mandibular characters // Fauna norv. Ser. A. No. 13. P. 19-22.
- Jiang X.-L., Hoffmann R.S., 2001. A revision of the White-Toothed Shrews (*Crociodura*) of Southern China // Journal of Mammalogy. Vol. 82. No 4. P. 1059-1079.
- Motokawa M., Lin L.-K., Harada M., Hattori S., 2003. Morphometric Geographic Variation in the Asian Lesser White-Toothed Shrew *Crociodura shantungensis* (Mammalia, Insectivora) in East Asia // Zool. Sci. Vol. 20. P. 789-795.
- Rzebik-Kowalska B., 2007. New data on Soricomorpha (Lipotyphla, Mammalia) from the Pleistocene of Transbaikalia and Irkutsk Region (Russia) // Acta zool. cracov. No. 50A (1-2). P. 15-48.
- Rzebik-Kowalska B., 2008. Insectivores (Soricomorpha, Mammalia) from the Pliocene and Pleistocene of Transbaikalia and Irkutsk region (Russia) // Quaternary International. Vol. 179. P. 96-100.
- Zaitsev M.V., 1998. Late Anthropogene Insectivora from the South Ural with a Special Reference to Diagnostics of Red-Toothed Shrews of the Genus *Sorex* // Illinois Museum Scientific Papers. Vol. XXVII. P. 145-158.
- Zaitsev M.V., Boryshnikov G.F., 2002. Pleistocene Soricidae (Lipotyphla, Insectivora, Mammalia) from Treugolnaya Cave, Northern Caucasus, Russia // Acta zool. cracov. No. 45 (2). P. 283-305.