



Издатель

ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет»
Российская Федерация, г. Петрозаводск, пр. Ленина, 33

Научный электронный журнал

ПРИНЦИПЫ ЭКОЛОГИИ

<https://ecopri.ru>

№ 4 (50). Декабрь, 2023

Главный редактор

А. В. Коросов

Редакционный совет

В. Н. Большаков
А. В. Воронин
Э. В. Ивантер
Н. Н. Немова
Г. С. Розенберг
А. Ф. Титов
Г. С. Антипина
В. В. Вапиров
А. М. Макаров

**Редакционная
коллегия**

Т. О. Волкова
Е. П. Иешко
В. А. Илюха
Н. М. Калинкина
J. P. Kurhinen
А. Ю. Мейгал
J. B. Jakovlev
B. Krasnov
A. Gugolek
В. К. Шитиков
В. Н. Якимов

Службы поддержки

А. Г. Марахтанов
Е. В. Голубев
С. Л. Смирнова
Н. Д. Чернышева
М. Л. Киреева

ISSN 2304-6465

Адрес редакции

185910, Республика Карелия, г. Петрозаводск, ул. Ленина, 33.

E-mail: ecopri@petsu.ru

<https://ecopri.ru>





УДК 599.323:574.24

НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ О РАЗЛИЧНЫХ ПУТЯХ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ГРЫЗУНОВ К ИЗМЕНЕНИЮ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ В ГОРНЫХ УСЛОВИЯХ

**ДЗУЕВ
Руслан
Исмагилович**

доктор биологических наук, Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова (Нальчик, ул. Чернышевского, 173), bioekol@mail.ru

**ШАРИБОВА
Асят Хамишевна**

Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова (Нальчик, ул. Чернышевского, 173), sharasiat@gmail.com

**КАНУКОВА
Валентина
Николаевна**

кандидат биологических наук, Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова (Нальчик, ул. Чернышевского, 173), vkanukova10@gmail.com

**ХУЛАМХАНОВА
Марина
Магомедовна**

кандидат биологических наук, Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова (Нальчик, ул. Чернышевского, 173), xulamxanova76@mail.ru

**ЧЕПРАКОВА
Анна
Александровна**

кандидат биологических наук, Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова (Нальчик, ул. Чернышевского, 173), Cheprakovaanna07@gmail.com

Ключевые слова:

Центральный Кавказ, грызуны, высотный градиент, экологическая пластичность, адаптация, масса тела, индекс сердца

Рецензент:

К. З. Омаров

Получена:

14 декабря 2023 года

Подписана к печати:

13 января 2024 года

Аннотация. В статье рассмотрены отличия массы тела и индекса сердца у самцов избранных видов Muridae и Microtinae в условиях высотно-поясной структуры горных ландшафтов Кавказа. Обнаружено, что у широко распространенных видов (*Apodemus uralensis* и *Mus musculus*) трансформация индекса сердца при освоении высокогорья характеризуется разнонаправленными механизмами. У первого вида он фактически не изменяется с ростом высоты местности, тогда как у второго достоверно увеличивается. *Apodemus uralensis* проявляет черты эврибионта, *Mus musculus* демонстрирует изменение пропорций организма, характерное для широко распространенных видов при освоении высокогорья. Полевая мышь (*Apodemus agrarius*) проявляет низкую экологическую валентность. В среднегорье соотношение массы тела и массы сердца уменьшается по сравнению с равниной, что, видимо, является одним из механизмов, ограничивающих распространение вида на Кавказе равнинно-предгорной территорией. Индекс сердца у изученных видов Microtinae (*Microtus arvalis macrocranius*, *Microtus socialis*, *Chionomys roberti*) достоверно меньше такового у Muridae (*Apodemus uralensis*, *Apodemus agrarius* и *Mus musculus*). На наш взгляд, это обусловлено особенностями их питания и различной двигательной активностью. Эта закономерность сохраняется и в условиях гор.

© Петрозаводский государственный университет

Введение

Пропорции тела млекопитающих длительное время находятся в поле зрения биологов, экологов. Это обусловлено тем положением, что в изменении этих пропорций заложен глубокий адаптивный смысл. Данное представление легло в основу метода изучения приспособительных особенностей мелких млекопитающих в разных условиях существования, разработанного академиком С. С. Шварцем и его школой (1959, 1960, 1964, 1968).

В целом ряде работ (Большаков, 1972, 2019; Большаков, Ковальчук, 1982; Большаков и др., 1995; Боттаева, Берескова, 2019; Василенко, 2000; Дзуев, 1989; Дзуев и др., 2011; Ивантер и др., 1985; Пантелеев и др., 1990; Соколов, Темботов, 1989; Хатухов, 1982) было показано, что адаптация к условиям высокогорья у представителей широко распространенных видов проявляется в количественных изменениях ряда внутренних органов, чем достигается интенсификация их функций. У специализированных горных видов наблюдаются качественные изменения структуры и функционирования, прежде всего обеспечения организма кислородом.

Развитие исследований в этом направлении на протяжении нескольких десятков лет позволило нам высказать некоторые соображения, касающиеся адаптации микромаммалия к условиям существования в горах Кавказа.

Материалы

Материалом для данной работы послужили сборы авторов, проведенные совместно с сотрудниками кафедры биологии, геоэкологии и молекулярно-генетических основ живых систем в условиях северного макросклона Центрального Кавказа в 1989–2017 гг. Для изучения степени приспособленности видов к обитанию на больших высотах мы проанализировали трансформацию индекса сердца у 205 половозрелых (adults) самцов избранных видов млекопитающих, относящихся к семейству Muridae (*Apodemus uralensis*, *Mus musculus*, *Apodemus agrarius*) и подсемейству Microtinae (*Microtus arvalis macrocranius*, *Microtus socialis*, *Microtus daghestanicus*, *Chionomys roberti*, *Chionomys gud*). Зверьки добывались в один и тот же

сезон (лето) с помощью живоловушек.

Методы

Для точного определения принадлежности к тому или иному виду животных подвергли кариологическому анализу (Дзуев, 1998). Всех отловленных зверьков взвешивали и исследовали по стандартной методике с привлечением метода морфофизиологических индикаторов, предложенного С. С. Шварцем и соавторами (1968). Весь цифровой материал был обработан статистически (Ивантер, Коросов, 1992, 2011).

Результаты

В настоящей статье мы приводим материал, характеризующий трансформацию размеров сердца млекопитающих при подъеме в горы. Предметом для сравнения явились избранные виды семейства *Muridae* и подсемейства *Microtinae*, в разной степени приспособленные к обитанию на больших высотах, т. е. с учетом высоты местности.

Сравнение массы тела *A. uralensis*, обитающей на разных высотах, в пределах Северного Кавказа показало, что этот параметр достоверно больше у зверьков в условиях степной зоны по сравнению с таковыми в лесостепном поясе (500–600 метров н.у.м.) и в высокогорье (2000 метров н.у.м.). Однако сравнение этого параметра у зверьков из лесостепья и высокогорья не выявило существенных различий ($M = 19.25$ и 19.50 соответственно), т. е. подъем в горы с перепадом высот 1500 метров не сказался на массе тела *A. uralensis*. Вместе с тем ряд авторов считает, что этот жизненно важный показатель обладает высокой отзывчивостью на изменения условий обитания зверьков и может быть использован для оценки стабильности состояния популяций (Шварц, 1968; Омаров, Магомедов, 2006). Исследования динамики индекса сердца *A. uralensis* в зависимости от высоты местности показало, что этот параметр при освоении зверьками высокогорья имеет тенденцию к увеличению (табл. 1). Достоверность различий между всеми изученными выборками меньше 2.

Таблица 1. Средние значения индекса сердца (‰) и массы тела (грамм) представителей семейства *Muridae*, исследованных в условиях Центрального Кавказа

Место добычи	Вид					
	<i>A. uralensis</i>	<i>M. musculus</i>	<i>A. agrarius</i>			
	масса тела	индекс сердца	масса тела	индекс сердца	масса тела	индекс сердца
Степная зона (1)	21.11 ± 0.47	7.46 ± 0.31	13.80 ± 0.34	7.65 ± 0.29	25.45 ± 1.82	7.56 ± 0.37
Лесостепье (2)	19.25 ± 0.44	7.76 ± 0.22	13.60 ± 0.28	7.74 ± 0.14	26.70 ± 0.72	6.99 ± 0.21
Высокогорье (3)	19.50 ± 0.59	7.92 ± 0.21	-	8.59 ± 0.18*	-	-

Примечание. * - данные, полученные в условиях среднегорья (высота около 1000 метров н. у. м.).

Полученный материал свидетельствует о высоком адаптивном потенциале *A. uralensis* и ее эврибионтности, а также видовой специфике приспособления к высокогорью как вида, имеющего широкое распространение. Ранее в ряде исследований было показано, что у большого числа видов млекопитающих в горах Кавказа относительная масса сердца оказывается заметно выше, чем у родственных равнинных форм сопоставимых размеров. У типично горных видов млекопитающих

(полевки гудаурская, дагестанская и прометеева) индекс сердца лишь незначительно превышает соответствующие показатели равнинных и среднегорных форм. Горные по своему происхождению виды имеют комплекс тканевых адаптаций, позволяющий без изменения пропорций тела, что сопряжено с большими энергетическими затратами, приспособляться к жизни в условиях гипоксии. Это было показано на группе видов *Microtus*, *Citellus* и др. (Григорьева и др., 1975).

M. musculus, являясь синантропным видом, демонстрирует зависимость индекса сердца от высоты местообитания, как и все широко распространенные виды – обитание на высоте около 1000 метров н. у. м. требует значительной интенсификации функций сердца, что сопровождается достоверным ростом индекса этого органа с 7.65 ‰ в степном и 7.74 ‰ в лесостепном до 8.59 ‰ в среднегорном районах ($t = 2.8$ и 3.7 соответственно). С. С. Шварц с соавторами (1968) в своей работе приводят низкие показатели индекса сердца (5.3 ‰) для *Mus musculus* в условиях степной зоны Зауралья и связывают это не с уменьшением активности данного вида, а прежде всего с более мягкими условиями обитания (жилье человека). Более высокий индекс сердца у *M. musculus*, обитающего в условиях северного макросклона Центрального Кавказа (степи и лесостепи), на наш взгляд, можно объяснить тем, что мышь домовая отлавливалась нами не в жилище человека, а в природных биотопах.

Полученные нами данные свидетельствуют о том, что популяции широко распространенных видов могут иметь разные пути адаптации к условиям высокогорья. Возможно, эта специфика лежит в основе скорости видообразования в пределах различных групп микромаммалия.

A. agrarius – вид, распространение которого в условиях Кавказа ограничено равнинно-предгорной территорией, демонстрирует недостоверное увеличение массы тела с 25.45 г в степной зоне до 26.70 г в лесостепье; индекс сердца демонстрирует обратную зависимость – несколько уменьшается с 7.56 до 6.99 ‰ соответственно.

Межвидовые сравнения индексов сердца показали, что их средние значения сопоставимы у всех трех видов в степной зоне: *A. uralensis* – 7.46 ‰, *M. musculus* – 7.65 ‰, *A. agrarius* – 7.56 ‰. В условиях лесостепья у *A. agrarius* индекс сердца достоверно ниже ($M = 6.99\%$), чем у *A. uralensis* ($M = 7.76\%$, $t = 2.57$) и *M. musculus* ($M = 7.74\%$, $t = 3.0$), что, видимо, и является одной из причин, ограничивающих распространение этого вида равнинно-предгорной частью Северного Кавказа. По *A. uralensis* и *M. musculus* мы не располагаем сравнимым материалом, но можно говорить о том, что у первого вида на высоте 2000 метров н. у. м. он значительно ниже ($M = 7.92\%$), чем у *M. musculus* в среднегорье на высоте около 1000 метров н. у. м. ($M = 8.59\%$).

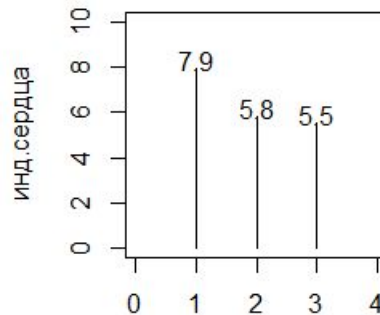
Полевочки характеризуются иным соотношением массы тела и массы сердца, чем изученные нами виды мышинных. Как видно из табл. 2, индекс сердца у Muridae значительно превосходит таковой у Microtinae, обитающих на одних и тех же высотах. Несомненно, что специфика условий существования в каждом конкретном случае вносит вклад в этот параметр, но в целом тенденция выражена достаточно отчетливо. Возможно, это обусловлено спецификой питания этих групп видов и связанной с ней подвижностью, т. к. мышинные – это в основном зернояды, тогда как полевочки – зеленояды.

Таблица 2. Средние значения индекса сердца (‰) и массы тела (грамм) некоторых представителей *Microtinae*

Вид	<i>M. arvalis macrocranius</i>	<i>M. socialis</i>	<i>Ch. roberti</i>
Место добычи	окрестности г. о. Нальчик (500–600 метров н. у. м)	окрестности Тбилисского моря (800 метров н. у. м)	окрестности пос. Никель, широколиственный лес (500 метров н. у. м)
Масса тела	30.91 ± 1.52	22.54 ± 0.55	64.48 ± 1.31

Индекс сердца	4.70 ± 0.40	5.93 ± 0.28	4.60 ± 0.30
---------------	-------------	-------------	-------------

Сравнение индексов сердца у зверьков трех видов, обитающих в субальпийском поясе Приэльбрусья, показало, что индекс сердца *A. uralensis* достоверно превосходит таковой у *M. daghestanicus* и *Ch. gud*, тогда как у обоих видов *Microtinae* он сопоставим (рисунок).



Индекс сердца (‰) микромаммалия в условиях субальпийского пояса Приэльбрусья (1 – *A. uralensis*, 2 – *M. daghestanicus*, 3 – *Ch. gud*)
Heart index (‰) of micromammalia in the subalpine belt of the Elbrus region (1 – *A. uralensis*, 2 – *M. daghestanicus*, 3 – *Ch. gud*)

Заключение

Полученные нами данные позволяют сделать ряд выводов:

1. Широко распространенные виды *A. uralensis* и *M. musculus* характеризуются разнонаправленными механизмами изменения индекса сердца при освоении высокогорья. У *A. uralensis* он практически не изменяется в связи с подъемом в горы, тогда как у *M. musculus* он значительно увеличивается.
2. *A. agrarius*, распространение которого ограничено равнинно-предгорной частью Предкавказья, характеризуется уменьшением индекса сердца на высоте 500–600 метров н.у.м. по сравнению с таковым в условиях равнины (100–150 метров н.у.м.).
3. Индекс сердца у изученных видов *Microtinae* достоверно меньше такового *Muridae*, что, на наш взгляд, обусловлено разной двигательной активностью представителей этих групп, связанной со спецификой их питания, а также образом жизни.

Библиография

Большаков В. Н. Пути приспособления мелких млекопитающих к горным условиям. М.: Наука, 1972. 199 с.

Большаков В. Н. «Экологическое правило Шварца» – взгляд через десятилетия // Принципы экологии. 2019. № 3. С. 4–11.

Большаков В. Н., Ковальчук Л. А. Энергетика сердца и печени горных полевок группы *Microtus juldaschi – carruthersi (mammalia)* // Доклады биологических наук. 1982. Т. 266, № 1–6. С. 504–507.

Большаков В. Н., Бердюгин К. И., Шарова Л. П. Изучение фауны и экологии мелких млекопитающих Уральских гор // Региональные эколого-фаунистические исследования как научная основа фаунистического мониторинга: Науч.-практ. конф.: Тез. докл. Ульяновск, 1995. С. 175–177.

Боттаева З. Х., Берескова З. А. Эритропоэтическая активность костного мозга двух типично горных видов полевок на Центральном Кавказе // Известия научного Уфимского центра РАН. 2019. № 1. С. 19–24.

Василенко В. Н. Закономерности внутривидовой изменчивости и распространение белогрудого ежа (*Erinaceus concolor Martin, 1838*) на Кавказе : Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск, 2000. 18 с.

Григорьева Г. И., Темботов А. К., Хатухов А. М. Электрофоретическое изучение гемоглобина у некоторых грызунов Северного Кавказа // Бюллетень МОИП. 1975. С. 16–21.

Дзуев Р. И. Закономерности географической изменчивости млекопитающих в горах Кавказа . Нальчик: КБГУ, 1989. 104 с.

Дзуев Р. И. Хромосомный набор млекопитающих Кавказа . Нальчик: Эльбрус, 1998. 256 с.

Дзуев Р. И., Хуламханова М. М., Сижажева А. М. Молекулярная систематика и эколого-биологические особенности гудаурской полевки (*Chionomys gud Satunin, 1909*) . Махачкала: Эко-пресс, 2011. 208 с.

Ивантер Э. В., Ивантер Т. В., Туманов И. Л. Адаптивные особенности мелких млекопитающих: Эколого-морфологические и физиологические аспекты . Л.: Наука, 1985. 318 с.

Ивантер Э. В., Коросов А. В. Основы биометрии. Введение в статистический анализ биологических явлений и процессов . Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 1992. 168 с.

Ивантер Э. В., Коросов А. В. Введение в количественную биологию . Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2011. 302 с.

Омаров К. З., Магомедов М.-Р. Д. Принципы функционирования и устойчивости популяций и сообществ гемиагрофилов в условиях горного земледелия на Восточном Кавказе. Популяции // Вестник Дагестанского научного центра. 2006. № 26. С. 30–35.

Соколов В. Е., Темботов А. К. Позвоночные Кавказа. Млекопитающие. Насекомоядные . М.: Наука, 1989. 547с.

Хатухов А. М. Кустарниковые полевки Кавказа : Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Свердловск, 1982. 24 с.

Шварц С. С. О некоторых путях приспособления млекопитающих (преимущественно micromammalia) к условиям существования в Субарктике // Материалы по фауне Приобского Севера и ее использованию. Тюмень, 1959. С. 177–219.

Шварц С. С. Некоторые закономерности экологической обусловленности интерьерных особенностей наземных позвоночных животных // Проблемы флоры и фауны Урала. Свердловск, 1960. С. 113–177.

Шварц С. С., Большаков В. Н., Пястолова О. А. Новые данные о различных путях приспособления животных к изменению среды обитания // Зоологический журнал. 1964. Т. 43. Вып. 4. С. 483–487.

Шварц С. С., Смирнов В. С., Добринский Л. Н. Метод морфофизиологических индикаторов в экологии наземных позвоночных . Свердловск, 1968. 387 с.

SOME DATA ON DIFFERENT WAYS OF ADAPTATION OF RODENTS TO CHANGES IN THE HABITAT IN MOUNTAIN CONDITIONS

**DZUEV
Ruslan
Ismagilovich**

D.Sc., Kh.M. Berbekov Kabardino-Balkarian State University (173, Chernyshevsky st., Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russia), bioekol@mail.ru

**SHARIBOVA
Asiat Khamishevna**

Kh.M. Berbekov Kabardino-Balkarian State University (173, Chernyshevsky st., Nalchik, Kabardino-Balkarian republic, Russia), sharasiat@gmail.com

**KANUKOVA
Valentina
Nikolaevna**

Ph.D., Kh.M. Berbekov Kabardino-Balkarian State University (173, Chernyshevsky st., Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russia), vkanukova10@gmail.com

**KHULAMKHANOVA
Marina
Magomedovna**

Ph.D., Kh.M. Berbekov Kabardino-Balkarian State University (173, Chernyshevsky st., Nalchik, Kabardino-Balkarian republic, Russia), xulamxanova76@mail.ru

**CHEPRAKOVA
Anna Alexandrovna**

Ph.D., Kh.M. Berbekov Kabardino-Balkarian State University (173, Chernyshevsky st., Nalchik, Kabardino-Balkarian republic, Russia), Cheprakovaanna07@gmail.com

Keywords:

Central Caucasus, rodents, altitude gradient, ecological plasticity, adaptation, body weight, heart index

Reviewer:

K. Omarov

Received on:

14 December 2023

Published on:

13 January 2024

Summary:

The article considers the differences in body weight and heart index in males of selected species of Muridae and Microtinae in the conditions of the altitude-belt structure of the mountain landscapes of the Caucasus. It was found that in widespread species (*Apodemus uralensis* and *Mus musculus*), the transformation of the heart index during the development of high altitude is characterized by multidirectional mechanisms. In the first species it actually does not change with increasing terrain elevation, whereas in the second species it increases significantly. While *Apodemus uralensis* exhibits features of eurybiont, *Mus musculus* demonstrates a change in the proportions of the organism characteristic of widespread species during the development of the high altitude. The field mouse (*Apodemus agrarius*) shows low ecological valence. In the middle mountains, the ratio of body weight to heart weight decreases compared to the plain, which is probably one of the mechanisms limiting the distribution of the species in the Caucasus to the plain-piedmont area. The heart index of the studied species of Microtinae (*Microtus arvalis macrocranius*, *Microtus socialis*, *Chionomys roberti*) is significantly lower than that of Muridae (*Apodemus uralensis*, *Apodemus agrarius* and *Mus musculus*). In our opinion, this is due to the peculiarities of their nutrition and various motor activities. This pattern persists in mountain conditions.