

УДК 591.54

DOI 10.21685/2307-9150-2019-2-2

Н. Д. Ганюшина, А. В. Коросов, Н. А. Литвинов, Н. А. Четанов

НАРУЖНАЯ И ВНУТРЕННЯЯ ТЕМПЕРАТУРА ТЕЛА ОБЫКНОВЕННОЙ ГАДЮКИ

Аннотация.

Актуальность и цели. «Холоднокровные» рептилии теплолюбивы и активно регулируют температуру тела, по возможности повышая ее. Для многих видов рептилий и для обыкновенной гадюки *Vipera berus* (Linnaeus, 1758) известно отличие температуры разных частей тела, в том числе температуры наружной и ректальной. Однако в литературе нет данных непрерывной записи температуры покровов и внутренностей. Такие наблюдения, вероятно, могут выявить параметры терморегуляции.

Материалы и методы. Наблюдения выполнялись в течение мая 2017 г. над взрослой самкой обыкновенной гадюки, жившей в вольере в искусственном укрытии (Карелия). Под кожу спины и в брюшную полость были вживлены микрологгеры, фиксирующие температуру тела каждые 2 мин. Все перемещения гадюки фиксировались на видео.

Результаты. Наблюдения показали, что ночью и в отсутствие солнца при пасмурной погоде температура разных слоев тела одинакова. При нагревании под лучами солнца температура покровов в среднем на 2 °С выше температуры внутренностей (до 6,8 °С). При быстром остывании в тени облаков температура покровов может опуститься на 4 °С ниже температуры внутренностей. Типичным поведением при остывании оказывается более компактное расположение колец тела. Дешифрирование видео и показаний логгеров выявило 45 таких случаев при остывании.

Выводы. Средняя разность между наружной и внутренней температурой тела составила 1,3 °С, что совпало с ранними наблюдениями при использовании дистанционного термометра. Это позволяет считать указанную разность в 1,3 °С параметром терморегуляции, вызывающим адаптивное поведение – смену позы для уменьшения теплопотерь.

Ключевые слова: обыкновенная гадюка, температура тела, параметры терморегуляции, непрерывная регистрация температуры.

N. D. Ganyushina, A. V. Korosov, N. A. Litvinov, N. A. Chetanov

EXTERNAL AND INTERNAL BODY TEMPERATURE OF THE COMMON ADDER

Abstract.

Background. “Cold-blooded” reptiles are thermophilic and actively regulate body temperature raising it, when it possible. For many species of reptiles and for the common viper *Vipera berus* (Linnaeus, 1758), the temperature of different parts

© Ганюшина Н. Д., Коросов А. В., Литвинов Н. А., Четанов Н. А., 2019. Данная статья доступна по условиям всемирной лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), которая дает разрешение на неограниченное использование, копирование на любые носители при условии указания авторства, источника и ссылки на лицензию Creative Commons, а также изменений, если таковые имеют место.

of the body, including external and rectal temperatures, is known to differ. However, in the literature there is no data continuously record the temperature of the integuments and viscera. Such observations are likely to reveal thermoregulation parameters.

Materials and methods. The observations were carried out during May 2017 over an adult female adder, who lived in an aviary in an artificial shelter (Karelia). Microloggers were implanted under the skin of the back and into the abdominal cavity, fixing the body temperature every 2 minutes. All movements of the viper were recorded on video.

Results. Observations have shown that at night and in the absence of the sun in cloudy weather, the temperature of the different layers of the body is the same. When heated under the rays of the sun, the temperature of the covers is on average 2 °C higher than the temperature of the viscera (up to 6,8 °C). With rapid cooling in the shade of clouds, the temperature of the covers may drop by 4 °C below the temperature of the viscera. The typical cooling behavior is a more compact arrangement of the rings of the body. The decoding of the video and logger readings revealed 45 such cases during cooling.

Conclusions. The average difference between the external and internal body temperature was 1,3 °C, which coincided with early observations when using a remote thermometer. This makes it possible to consider the indicated difference of 1,3 °C as a thermoregulation parameter that causes adaptive behavior – a change of posture to reduce heat losses.

Keywords: common adder, body temperature, thermoregulation parameters, continuous temperature recording.

Введение

Как и у других животных, разные части тела обыкновенной гадюки имеют разную текущую температуру [1]. Это обстоятельство существенно затрудняет оценку физиологических параметров терморегуляции данного вида и других гелиотермных рептилий. В отличие от гомойотермных животных у гадюки нет единой и единственной внутренней температуры тела, которая выполняла бы роль датчика уровня нагрева для оценки «штатного параметра» и включала бы ту или иную терморегуляторную физиологическую или этологическую функции [2]. Например, у человека таким статистическим физиологическим параметром является температура кровяного потока, проходящего через гипоталамус на уровне 37 °C. Иная морфологическая конституция и тип температурного гомеостаза рептилий заставляют иметь разного рода динамические физиологические константы, обслуживающие терморегуляторное поведение.

Цель настоящего сообщения состоит в описании суточной динамики наружной и внутренней температуры тела обыкновенной гадюки *Vipera berus* и выяснении, играет ли разность между внутренней и наружной температурами роль физиолого-экологического параметра терморегуляции.

Материалы и методы

Наблюдение за температурой тела одной особи выполнялось с 8 мая до июня 2017 г. Самка массой 120 г и общей длиной 53 см была отловлена на о. Кизи 5 мая 2017 г. и выпущена в вольер 8 мая 2017 г. В вольере, где находились и другие гадюки, была сооружена искусственная гряда камней, анало-

гичная укрытиям на о. Кизи, а также копны сена, доски, неровности рельефа, служившие змеям укрытиями.

В вольер к гадюкам были запущены лягушки разных размеров, но случаев питания отмечено не было.

В качестве датчиков температуры использовали логгеры ДТНЗА-28. Датчик имеет длину 0,8 см, диаметр 0,5 см. Масса датчика – 0,8 г, заявленная точность – 0,1 °С. Период регистрации температуры был установлен в 2 мин. Контроль за показаниями двух логгеров в одинаковых условиях выявил отличия в их показаниях до 0,15 °С, поэтому была выполнена поправка для всех значений ряда. Первый логгер поместили под кожу спины примерно посередине туловища, второй – во внутреннюю полость на уровне последней трети желудка. Все операции выполнялись с особями в состоянии сильной гипотермии при охлаждении до 2 °С при антисептической обработке. Надрезав кожу и брюшную стенку, поместили логгеры и рану зашили одним стежком с помощью хирургической нити. Раны зажили без воспалений.

Мы считаем, что логгер под кожей считывал наружную температуру покровов, логгер в полости тела – его внутреннюю температуру. Считанные с логгеров данные представляют собой таблицу с полями: дата, время, температура полости тела, температура поверхности. Всего база данных содержит 21 тыс. строк.

Помимо тела змеи, температура окружающей среды измерялась с помощью логгеров типа ds1921 (http://alfa-prom.ru/e_besprovodniye_registratory.html), расположенных в укрытии, под сеном, в тени, на открытой местности (к сожалению, данные температуры на открытой местности не считались). Кроме того, периодически производились замеры температуры поверхности дистанционным пирометром “Union Test” и термографом; фиксировались погодные условия.

В течение всего периода наблюдений велась видеосъемка местообитания (каменной гряды). Это позволило снабдить базу данных двумя переменными – поза животного и характер поведения. Поза животного фиксировалась как: вытянута – 1, полуспираль – 2, спираль – 3, клубок – 4; движения фиксировались как: неподвижна – 0, выход из норы – 1, движение – 2, перемещение в затененную или прохладную область – 3, уход в нору – 4, изменение позы – 5.

Формировалась база данных в среде MS Excell. Обработка данных выполнялась в среде MS Excell и в статистическом пакете R. Использовался аппарат регрессионного анализа (рис. 1).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	year	mon	day	hour	min	t наруж	t внут	posit	behavior
11448	2017	5	24	14	54	32.42551	29.28386	2	0
11449	2017	5	24	14	56	32.36151	29.95086	2	0
11450	2017	5	24	14	58	31.12451	30.03986	3	5
11451	2017	5	24	15	0	30.21551	29.82986	3	0
11452	2017	5	24	15	2	32.72151	30.03986	3	0

Рис. 1. Фрагмент базы данных наблюдения за гадюкой обыкновенной

Результаты и обсуждение

Исключая период акклимации к условиям жизни в вольере и послеоперационный период (3 дня), всего в нашем расположении есть данные за 19 дней наблюдений. В это время была в основном пасмурная погода, но было несколько дней переменной облачности и два дня ясной погоды, один из которых – ветреный. Полученные нами данные по температуре тела хорошо соответствуют уже описанным [3, 4]: быстрый рост температуры до 30–34 °С утром, варьирование днем и плавный спад в вечернее время. Правда, в отличие от условий Камского Предуралья и Франции, весной в Карелии уровень ночных температур ниже, а продолжительность периода баскинга меньше. В целом наибольшие отличия значений температуры покровов от температуры внутренней среды гадюки составили от 6,8 до – 4,6 °С, в среднем – 1,3 °С.

Рассмотрим температуры в отдельные периоды суточной активности гадюки (рис. 2). В ночное время различия отсутствуют – нет источника тепла, кроме теплоты укрытия. В утреннее время после восхода солнца происходит быстрый нагрев, при котором разница между внутренней и наружной температурой тела достигает 3 °С – тепло с нагретой поверхности быстро «перекачивается» внутрь тела (термин «перекачивается» вполне уместен, поскольку важным агентом перераспределения тепла в организме рептилий является кровь). Если при этом облако закрывает солнце, то скорость нагревания поверхностных слоев тела падает, и температура внутренних слоев становится выше наружной.

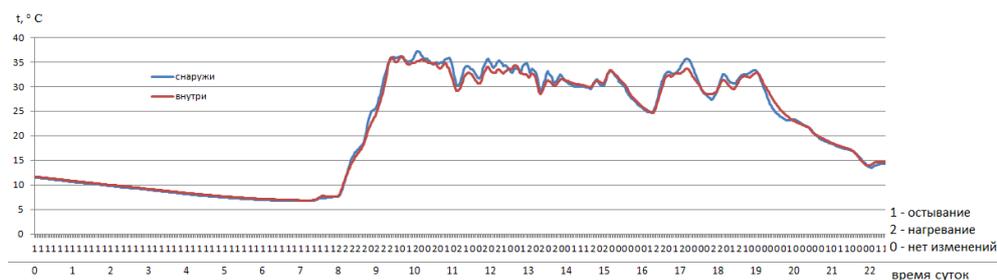


Рис. 2. Суточная динамика наружной и внутренней температуры обыкновенной гадюки

При этих перепадах существенно меняется и форма тела: резкий взлет температур характерен для уплощенного тела. Достижение температуры уровня 30 °С ведет к изменению формы тела – змея округляется, снижая площадь наружной поверхности почти вдвое.

В вечернее время наблюдается столь же известный феномен – постоянное снижение температуры тела по мере снижения уровня инсоляции. При вечернем остывании температура поверхности всегда ниже температуры полости. Очевидно, что смена позы и вазомоторная регуляция являются механизмами удержания тепла.

Эту феноменологию вполне удовлетворительно описывает первая модель терморегуляции гадюки [5], в которой ключевым терморегуляторным параметром служит максимальная добровольная температура. Превышение

этого порога включает поведенческие терморегуляторные реакции, обеспечивающие нагревание тела под лучами солнца или в серии легких укрытий.

Однако наши новые данные показали, что динамика температуры тела гадюки в дневное время носит гораздо более сложный характер.

Важно отметить, что гадюки осуществляли терморегуляцию без использования каких-либо укрытий, не наблюдалось и полипноэ, хотя время от времени меняли как позу, так и характер подвижности. Температура тела гадюки в ясный весенний безветренный день не превышает 37 °С и не снижается ниже уровня 30 °С. Это разительно отличается от динамики температуры субстрата, температура которого при нагревании плавно возрастает до полудня, затем непрерывно падает.

Дневная динамика температуры тела выглядит случайным процессом, лишенным закономерности, и не может быть описана предложенной моделью.

Анализ видеоматериалов явно показал, что в арсенале терморегуляторных механизмов остаются следующие: а) изменение формы тела, б) изменение расположения отдельных колец тела, в) вазомоторная регуляция, г) перемещение тела на другой тип субстрата, д) перемещение тела в иное окружение внешних объектов (складок микрорельефа). При этом «основной задачей» гадюки оказывается снижение температуры тела, растущей от солнечного потока тепла. Это возможно, когда змея:

- округляет тело, уменьшая площадь восприятия теплового излучения;
- отползает от камней, от которых исходит дополнительное и отраженное излучение;
- сворачивается легкой спиралью, пряча часть колец под своим телом или под телом других змей;
- переползает на прохладный субстрат или ползает по нему.

Вопрос, который мы хотим решить, состоит в том, является ли разность между наружной и внутренней температурой тела фактором, запускающим терморегуляторные реакции вблизи от максимальной добровольной температуры. Ранее было показано, что этот перепад запускает поведение смены позы при остывании [6]. Существенен ли он при других формах баскинга?

Для решения этого вопроса нужно иметь в виду, что логгер на спинной поверхности может очень быстро реагировать на смену температуры тела, тогда как «медлительная змея» гадюка реагирует на температурные условия не столь реактивно.

Инерционность поведения гадюки обеспечивается тем, что она остается «нечувствительной» к широкому диапазону температур и реагирует только при существенном отклонении от «хороших условий». Биологически это значит, что температура тела внутри и снаружи может варьировать в огромных пределах, не вызывая реакции змеи. Математически это означает, что нет смысла сравнивать каждую пару значений наружной и внутренней температуры и выискивать корреляции между ними. Очевидно, что нужно учитывать смену трендов этих температур, рассчитанных по серии смежных значений. Можно полагать, что на начало перегрева укажет более высокая скорость повышения температуры верхних слоев, это вызовет реакцию змеи, направленную на удаление избыточного тепла. Если ее тактика окажется успешной (например, ползание по прохладному субстрату), то температура внутренних слоев начнет падать и повлияет на температуру спинной поверхности змеи.

Какой же промежуток времени надо брать для оценки трендов изменения температур, если актуально падение температуры на $5\text{ }^{\circ}\text{C}$? Поскольку скорость остывания составляет $0,5\text{--}1\text{ }^{\circ}\text{C}$ в минуту [3, 6], можно взять временной интервал длительностью 6 и 10 мин. Такие тренды были рассчитаны для разных погодных ситуаций мая.

Во время облачной безветренной погоды тело змеи нагревается за счет рассеянной солнечной радиации. Нагревание это происходит равномерно во внутренних и наружных слоях тела (рис. 3,а).

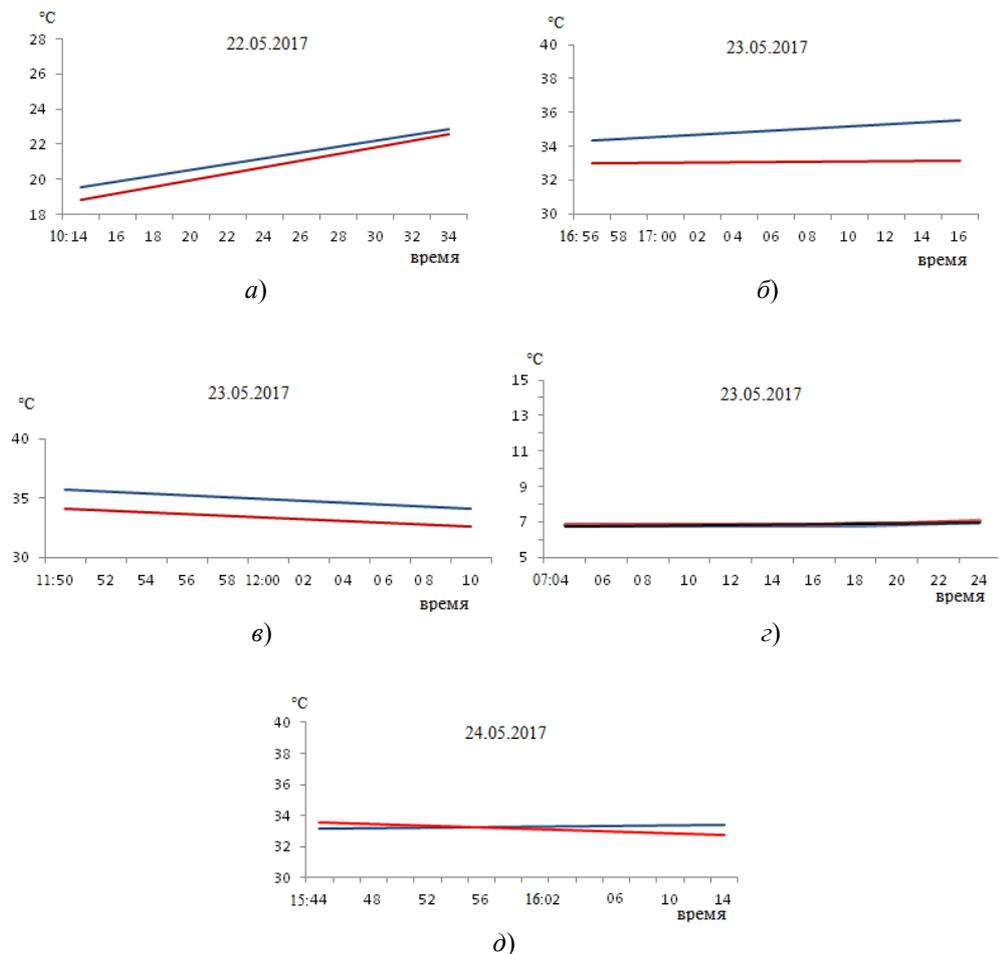


Рис. 3. Соотношение между значениями наружной (1) и внутренней (2) температуры тела гадюки при разных условиях среды: а – нагревание под лучами солнца; б – соотношение температур в ветреную солнечную погоду; в – остывание в тени облака; г – ночное равенство температур; д – динамика при переменной облачности

В солнечный ветреный день покровы змеи нагреваются лучами солнца, но в то же время порывы ветра приводят к быстрому охлаждению, поэтому наружная температура повышается, а внутренняя не изменяется (рис. 3,б).

Остывание под облаком характеризуется синхронным снижением температуры внутренних и наружных покровов (рис. 3,в).

В часы, когда основного источника тепла – солнца – нет, температура наружных и внутренних слоев тела гадюки одинакова (рис. 3,з). Пасмурным днем при низких температурах тела обыкновенной гадюки различия между наружной и внутренней температурами почти отсутствуют.

Интересная ситуация складывается при переменной облачности. Температура тела змеи претерпевает частые изменения – при нагревании тела от солнца температура наружных покровов возрастает. В результате вазомоторной регуляции тепло переносится к внутренностям и наружная температура также увеличивается. Из-за наплывшего облака наружная температура снижается, а внутренние слои еще остаются более прогретыми и температура имеет тенденцию роста, но затем также снижается (рис. 3,д).

Теперь можно подробнее рассмотреть отдельный терморегуляторный акт вблизи от максимальной добровольной температуры тела. Этот акт состоит в смене расположения змеи, например, ее переползании на более прохладный или теплый субстрат. Рассмотрим температуру тела обыкновенной гадюки в момент, предшествующий перемещению змеи с одного места на другое (рис. 4). Здесь нужно определить, во-первых, что именно ищет гадюка – более прохладные или более теплые условия среды? Во-вторых, что явилось стимулом для начала ее движений?

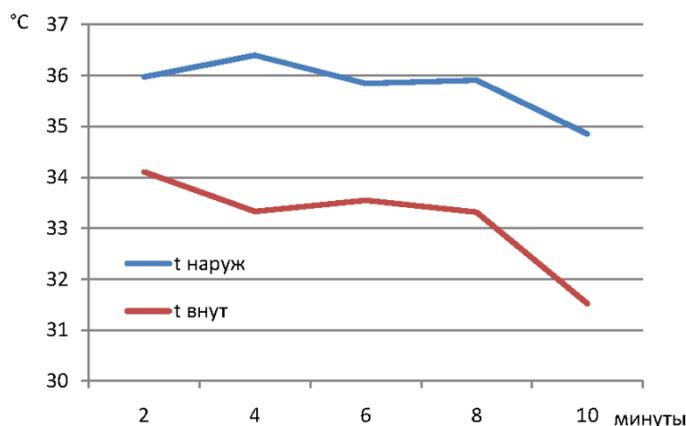


Рис. 4. Температуры тела гадюки, зафиксированные после изменения поведения во время нагревания

Рассмотрим частный случай (рис. 5). В 10 ч утра температура внутренних и наружных слоев достигла значений 34 и 36 °С, что стимулировало змею к движению. На это указывает и высокая скорость нагревания покровов. Перемещение на новый более прохладный субстрат (15 °С) вызвало падение внутренней температуры (33,3 °С), однако наружная сторона продолжала немного нагреваться (до 36,4 °С). Разность между датчиками составила 2,9 °С. В течение 10 мин змея ползала по прохладному субстрату. В это время за счет общего охлаждения особи наружная и внутренняя температуры упали до уровня 31,5 и 34,8 °С (разность равна 2,3 °С). После этого змея остановилась и продолжила нагревание, но в более умеренном диапазоне температур. Таким образом, если рассматривать стимулом для описанной поведенческой

реакции критическую разность в 2 °С, тогда останется непонятным, почему змея прекратила движение при разности 2,3 °С?

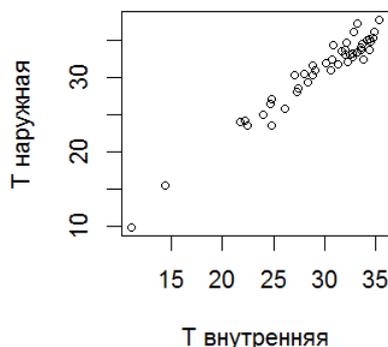


Рис. 5. Соотношение между наружной и внутренней температурами (T) тела гадюки в дневные часы (10–21 ч) в моменты смены позы при остывании

На диаграмме представлены (уже очень высокие) значения наружной и внутренней температуры гадюки, зафиксированные перед тем, как она поползла в поисках более благоприятных термальных условий.

Одна из интересных проблем терморегуляции рептилий состоит в том, какая из характеристик температуры тела контролируется регуляторной системой и запускает терморегуляторные акты? Для гомойотермных животных важнейшей переменной является внутренняя температура, на которую реагирует гипоталамус, запуская терморегуляторные реакции [7]. Аналогичный механизм предполагается и для рептилий, однако теория поведенческой терморегуляции рептилий до сих пор еще не оформлена [8]. Это оставляет место для оценки роли внешней и внутренней температуры тела в реакциях терморегуляции рептилий.

В соответствии с теорией физиологической регуляции акт поведенческой терморегуляции рептилий должен запускаться в тот момент, когда какая-либо температурная характеристика тела превысит (генетически) заданный порог [5]. При замерах с помощью дистанционного и контактного термометров было определено, что при остывании гадюка контролирует разность между наружной и внутренней температурой тела [6]. Отклонение более чем на 1,4 °С стимулирует смену позы на более компактную, снижающую теплопотери. Современные данные ($n = 45$) показывают сходную картину (см. рис. 5). Если для периодов остывания гадюки подобрать пары значений температуры, характеризующих моменты смены позы, то точки выстраиваются в более или менее ровный ряд ($r = 0,97$). В среднем в момент смены позы наружная температура больше внутренней на 1,3 °С, что хорошо совпадает с ранее вычисленным порогом (1,4 °С).

Второй вопрос состоит в том, является ли разность температур между «слоями» тела показателем к смене формы терморегуляторного поведения при нагревании, например, для ухода гадюки из зоны перегрева. Для этого мы выбрали случаи, когда гадюка грелась неподвижно, и когда она перемещалась. Для этих двух выборок нашли разность между наружной и внутренней

температурой тела и построили для них распределения (рис. 6). При сохранении симметрии распределения очевидно не смещены относительно друг друга. И хотя средние (0,8 против 1,1 °С) значительно различаются ($p = 0,016$), но на фоне высокой изменчивости ($S = 1,5$) и отсутствия корреляции ($r = -0,1$) о связи между поведением избегания перегрева и разности температур между слоями тела говорить не приходится.

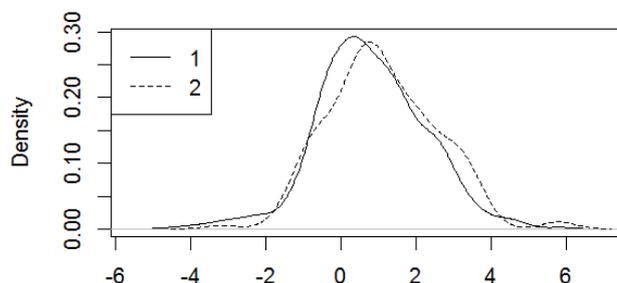


Рис. 6. Распределение разницы между наружной и внутренней температурой тела гадюки в дневные часы (10–16 ч) в моменты ее неподвижного прогревания (1) и во время перемещений (2)

Заключение

1. Температура покровов и полости тела обыкновенной гадюки одинакова в отсутствии солнечной радиации (в пасмурные дни и ночью).
2. При нагревании под лучами солнца разность между температурой покровов и температурой внутренностей достигает 6,8 °С.
3. При остывании в тени облаков или вечером покровы могут быть холоднее внутренностей на 4,5 °С.
4. При остывании разница между температурой поверхности и внутренностей, равная 1,3 °С, стимулирует гадюку сменить позу на более компактную, уменьшающую теплопотери с поверхности тела.
5. При нагревании разница между температурой поверхности и внутренностей не является стимулом к смене форм терморегуляторного поведения.

Библиографический список

1. **Литвинов, Н. А.** Непрерывная регистрация температуры тела обыкновенной гадюки летом / Н. А. Литвинов, Н. А. Четанов // Известия Самарского научного центра РАН. – 2014. – Т. 16, № 5. – С. 430–435.
2. **Коросов, А. В.** Экология обыкновенной гадюки (*Vipera berus* L.) на Севере (факты и модели) / А. В. Коросов. – Петрозаводск : Изд-во ПетрГУ, 2010. – 264 с.
3. **Литвинов, Н. А.** Термобиология обыкновенной гадюки (*Vipera berus*, Reptilia, Serpentes) в Волжском бассейне / Н. А. Литвинов, С. В. Ганшук // Известия Самарского научного центра РАН. – 2009. – Т. 11, № 1. – С. 89–95.
4. **Saint Girons, H.** Thermorégulation comparée des vipères d'Europe. Etude biotéléométrique / H. Saint Girons // Terre et Vie. – 1978. – Т. 32, № 3. – P. 417–440.
5. **Коросов, А. В.** Простая модель баскинга обыкновенной (*Vipera berus* L.) / А. В. Коросов // Современная герпетология. – 2008. – Т. 8, № 2. – С. 118–136.
6. **Коросов, А. В.** Нагревание и остывание живой крупной гадюки *Vipera berus* (Linnaeus, 1758) / А. В. Коросов // Актуальные проблемы герпетологии и токсикологии. – 2006. – № 9. – С. 88–108.

7. **Черлин, В. А.** Термобиология рептилий. Общая концепция / В. А. Черлин. – Санкт-Петербург : Русско-Балтийский информационный центр «БЛИЦ», 2012. – 362 с.
8. **Проссер, Л.** Сравнительная физиология животных : в 3 т. Т. 2 / Л. Проссер. – Москва : Мир, 1977. – 572 с.

References

1. Litvinov N. A., Chetanov N. A. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN* [Proceedings of the Samara Research Center of RAS]. 2014, vol. 16, no. 5, pp. 430–435. [In Russian]
2. Korosov A. V. *Ekologiya obyknovennoy gadyuki (Vipera berus L.) na Severe (fakty i modeli)* [Ecology of the common viper (*Vipera berus L.*) in the North (facts and models)]. Petrozavodsk: Izd-vo PetrGU, 2010, 264 p. [In Russian]
3. Litvinov N. A., Ganshchuk S. V. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN* [Proceedings of the Samara Research Center of RAS]. 2009, vol. 11, no. 1, pp. 89–95. [In Russian]
4. Saint Girons H. *Terre et Vie* [The Earth and life]. 1978, vol. 32, no. 3, pp. 417–440.
5. Korosov A. V. *Sovremennaya gerpetologiya* [Modern herpetology]. 2008, vol. 8, no. 2, pp. 118–136. [In Russian]
6. Korosov A. V. *Aktual'nye problemy gerpetologii i toksinologii* [Topical problems of herpetology and toxinology]. 2006, no. 9, pp. 88–108. [In Russian]
7. Cherlin V. A. *Termobiologiya reptiliy. Obshchaya kontseptsiya* [Thermal biology of reptiles. The general conception]. Saint-Petersburg: Russko-Baltiyskiy informatsionnyy tsentr «BLITs», 2012, 362 p. [In Russian]
8. Prosser L. *Sravnitel'naya fiziologiya zhivotnykh: v 3 t. T. 2* [Comparative physiology of animals: in 3 volumes. Vol. 2]. Moscow: Mir, 1977, 572 p. [In Russian]

Ганюшина Наталья Дмитриевна
аспирант, Петрозаводский
государственный университет (Россия,
г. Петрозаводск, проспект Ленина, 33)

E-mail: ekoni@mail.ru

Коросов Андрей Викторович
доктор биологических наук, профессор,
кафедра зоологии и экологии,
Петрозаводский государственный
университет (Россия, г. Петрозаводск,
проспект Ленина, 33)

E-mail: korosov@mail.ru

Литвинов Николай Антонович
кандидат биологических наук, доцент,
профессор кафедры биологии
и географии, Пермский государственный
гуманитарно-педагогический
университет (Россия, г. Пермь,
ул. Пушкина, 42)

E-mail: litvinov@pspu.ru

Ganyushina Natal'ya Dmitrievna
Postgraduate student, Petrozavodsk
State University (33 Lenina avenue,
Petrozavodsk, Russia)

Korosov Andrey Viktorovich
Doctor of biological sciences, professor,
sub-department of zoology and ecology,
Petrozavodsk State University
(33 Lenina avenue, Petrozavodsk,
Russia)

Litvinov Nikolay Antonovich
Candidate of biological sciences, associate
professor, professor at sub-department
of biology and geography, Perm State
Humanitarian and Pedagogical University
(42 Pushkina street, Perm, Russia)

Четанов Николай Анатольевич

кандидат биологических наук, доцент,
кафедра биологии и географии,
Пермский государственный
гуманитарно-педагогический
университет (Россия, г. Пермь,
ул. Пушкина, 42); доцент, кафедра
зоологии позвоночных и экологии,
Пермский государственный
национальный исследовательский
университет (Россия, г. Пермь,
ул. Букирева, 15)

E-mail: chetanov_n@pspu.ru

Chetanov Nikolay Anatol'evich

Candidate of biological sciences, associate
professor, sub-department of biology and
geography, Perm State Humanitarian and
Pedagogical University (42 Pushkina street,
Perm, Russia); associate professor,
sub-department of zoology of vertebrates
and ecology, Perm State National Research
University (15 Bukireva street, Perm,
Russia)

Образец цитирования:

Ганюшина, Н. Д. Наружная и внутренняя температуры тела обыкновенной гадюки / Н. Д. Ганюшина, А. В. Коросов, Н. А. Литвинов, Н. А. Четанов // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2019. – № 2 (26). – С. 17–27. – DOI 10.21685/2307-9150-2019-2-2.