

УДК 598.1

АНАЛИЗ АСИММЕТРИИ ФОЛИДОЗА СТЕПНОЙ ГАДЮКИ БАШКИРОВА (*VIPERA (PELLAS) RENARDI BASHKIROVI*, GARANIN ET AL. 2004) В ГПКЗ «СПАССКИЙ»

© 2014 Л.А. Идрисова, А.А. Фурман, И.З. Хайрутдинов

Казанский (Приволжский) Федеральный Университет, Институт фундаментальной медицины и биологии

Поступила 11.07.2014

Проведен статистический анализ восьми признаков фолидоза степной гадюки. Для интегральной оценки величины асимметрии можно использовать большинство выбранных признаков, кроме количества окологлазничных и заглазничных щитков. В выборке степной гадюки из ГПКЗ «Спасский» высока доля особей с асимметрией фолидоза. Статистически значимых половых и возрастных различий в величине асимметрии не наблюдается.

Ключевые слова: степная гадюка, флуктуирующая асимметрия, фолидоз

ВВЕДЕНИЕ

Степная гадюка Башкирова с ГПКЗ «Спасский» выделяется внутри вида *V. renardi* по ряду морфологических признаков и спецификой экологии, что связано с длительной географической изоляцией на северном пределе ареала [1].

Одной из важных задач современной биологии является исследование симметрии (асимметрии) биологических объектов [2]. Асимметрией называют различные отклонения от билатеральной симметрии. Различают несколько типов асимметрии: направленная, флуктуирующая, антисимметрия, диссимметрия, дисантисимметрия и др. Флуктуирующая асимметрия (ФА) – незначительные случайные отклонения от билатеральной симметрии, следствие несовершенства онтогенетических процессов [3]. Асимметрия фолидоза (разное количество щитков с правой и с левой сторон тела рептилии) – один из примеров проявления флуктуирующей асимметрии. Показатели флуктуирующей асимметрии предлагают использовать при оценке состояния популяций животных наряду с традиционными методами мониторинга [4, 5].

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материал для исследования был собран в мае, июне и августе 2011-2013 гг. на территории Государственного природного комплексного заказника «Спасский» (ГПКЗ «Спасский»). Было исследовано 294 экземпляра степной гадюки: 85 самцов, 101 самка и 108 сеголетков (из них 50 самцов и 58 самок). Сеголетки были рождены в неволе (в 2012 и 2013 гг.) от пойманных в природе беременных самок. Для исследования флуктуирующей

асимметрии использовали 8 количественных признаков фолидоза: Lab. (labrum) – число верхнегубных щитков с одной стороны головы; Sublab. (sublabrum) – число нижнегубных щитков с одной стороны головы; Log. – число скуловых щитков с одной стороны головы; Cant. (canthalia) – число щитков, расположенных по краям головы между апикальными и надглазничными; Circumoc. (circumocularia) – общее число щитков вокруг глаза, не считая надглазничного, с одной стороны головы; Preoc. (preocularia) – число предглазничных щитков с одной стороны головы; Postoc. (postocularia) – число заглазничных щитков с одной стороны головы; Suboc. (subocularia) – число подглазничных щитков с одной стороны головы.

Чтобы убедиться во флуктуирующем характере исследуемых признаков и возможности включения этих признаков в систему интегральной оценки ФА, был проведен статистический анализ: изучение направленности (ненаправленности) асимметрии признака, изучение зависимости величины асимметрии признака от величины признака на обеих сторонах тела, изучение степени скоррелированности величины асимметрии разных признаков, тест на идеальную ФА [1, 5, 7, 8].

При расчете показателей ФА использовались алгоритмы нормирования данных и свертка информации [2]. Относительная величина ФА для каждого признака рассчитывалась как отношение модуля разности между промерами слева и справа $|L-R|$ к сумме промеров на двух сторонах $(L+R)$. Величина ФА для каждой особи рассчитывалась как среднее арифметическое относительных величин ФА признаков. Величина ФА выборок (FA) рассчитывалась как среднее арифметическое величин ФА особей в выборке [6]. Статистическая обработка материала проводилась с использованием программ Microsoft Excel и STATISTICA 6.0.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Асимметрия по тому или иному признаку наблюдалась у 80% самцов и у 82% самок степной гадюки. Среди сеголетков асимметричными ока-

Идрисова Лия Адехамовна, магистр, инженер кафедры биоресурсов и аквакультуры, liya.idrisova@yandex.ru; Фурман Антонина Алексеевна, аспирант, инженер кафедры биоресурсов и аквакультуры, ant.furman@yandex.ru; Хайрутдинов Ильдар Зиннурович, кандидат биологических наук, доцент кафедры биоресурсов и аквакультуры, главный хранитель фондов зоологического музея им. Э.А. Эверсмана ИФМиБ, ildar_hairutd@mail.ru

зались 82% самцов и 76% самок. В целом асимметрия наблюдается у 79% всей исследованных особей.

Чаще всего у гадюк наблюдается асимметрия по количеству окологлазничных щитков – у 50% всех особей. Часто встречается асимметрия по числу скуловых щитков (43% особей). У 26% особей наблюдается асимметрия нижнегубных щитков, у 19% – предглазничных щитков, у 17% – заглазничных щитков, у 11% – подглазничных щитков, у 10% – верхнегубных щитков. Самая низкая частота встречаемости асимметрии характерна для кантальных щитков (3% особей).

Таблица 1. Анализ направленности асимметрии признаков фolidоза степной гадюки

Признак	Выборки	Критерий Уилкоксона	
		T	$p < 0,05$
Lab.	Самцы	10,5	1,000
	Самки	50,0	0,772
	Сеголетки самцы	6,0	0,685
	Сеголетки самки	10,5	1,000
Sublab.	Самцы	100,0	0,851
	Самки	51,6	1,000
	Сеголетки самцы	4,5	0,058
	Сеголетки самки	22,5	0,195
Lor.	Самцы	227,5	0,038
	Самки	38,2	0,229
	Сеголетки самцы	167,0	0,829
	Сеголетки самки	85,5	0,702
Cantalia	Самцы	0,00	-
	Самки	33,3	1,000
	Сеголетки самцы	0,00	-
	Сеголетки самки	0,0	-
Circumoc.	Самцы	249,5	0,411
	Самки	75,0	0,0001
	Сеголетки самцы	73,5	0,144
	Сеголетки самки	117,0	0,083
Preoc.	Самцы	175,5	0,745

Таблица 2. Значения эксцесса распределения различий между сторонами (L-R) признаков фolidоза степной гадюки

Признак	Значения эксцесса			
	Самцы	Самки	Сеголетки самцы	Сеголетки самки
Lab.	11,59	5,41	7,41	7,22
Sublab.	2,47	1,61	2,60	4,72
Lor.	-0,27	8,83	-0,10	1,04
Cantalia	85,00	31,75	46,0	25,34
Circumoc.	0,40	0,40	0,50	0,28
Preoc.	3,27	0,20	3,62	2,39
Suboc.	4,43	2,40	1,89	2,92
Postoc.	12,30	2,47	-0,10	-0,24

Самцы (n=85), самки (n=101), сеголетки самцы (n=50), сеголетки самки (n=58)

	Самки	64,2	0,185
	Сеголетки самцы	25,0	0,476
	Сеголетки самки	30,0	0,789
	Самцы	52,5	1,000
Suboc.	Самки	41,1	0,627
	Сеголетки самцы	22,0	0,575
	Сеголетки самки	22,0	0,575
	Самцы	77,0	0,108
Postoc.	Самки	88,2	0,0001
	Сеголетки самцы	42,0	0,010
	Сеголетки самки	91,0	0,0031
	Самцы	77,0	0,108

Самцы (n=85), самки (n=101), сеголетки самцы (n=50), сеголетки самки (n=58)

У большинства змей наблюдается асимметрия по двум разным признакам фolidоза (у 24% особей), почти так же часто – по трем (у 23% особей) и одному (у 21% особей) признаку. Гораздо реже асимметричными оказываются пять (у 3% особей) и шесть (у 2% особей) признаков фolidоза.

Анализ отдельных признаков

Анализ направленности асимметрии признаков фolidоза степной гадюки показал отсутствие статистически значимых различий между величинами признака с левой и с правой сторон по большинству признаков (табл. 1).

Значимые различия отмечаются лишь по некоторым признакам: скуловые щитки у самцов, общее число щитков вокруг глаза у самок и количество заглазничных щитков у самок и сеголетков. По первым двум признакам закономерностей не наблюдается (у самок и самцов отличаются разные признаки, а у молодых особей различий не выявлено), скорее всего, различия эти случайны. Различия по количеству заглазничных щитков закономерны в трех группах (самки, сеголетки самцы и сеголетки самки), что не дает возможности с уверенностью говорить о наличии флюктуирующей асимметрии по данному признаку. В целом можно считать, что по большинству наблюдается флюктуирующая асимметрия.

Таблица 3. Корреляционный анализ зависимости величины асимметрии признака |L-R| от его размера (L+R)/2 у степной гадюки

Признак	Выборки	Ранговый коэффициент корреляции Спирмена	
		R_s	$p < 0,05$
Lab.	Самцы	-0,831	0,0001
	Самки	-0,375	0,0001
	Сеголетки самцы	-0,492	0,0005
	Сеголетки самки	-0,282	0,033
Sublab.	Самцы	-0,262	0,018
	Самки	0,200	0,052
	Сеголетки самцы	0,425	0,003
	Сеголетки самки	0,305	0,024
Lor.	Самцы	0,118	0,309
	Самки	0,260	0,013
	Сеголетки самцы	-0,408	0,004
	Сеголетки самки	-0,102	0,450
Cantalia	Самцы	-1,000	-
	Самки	0,185	0,065
	Сеголетки самцы	0,590	0,0001
	Сеголетки самки	0,666	0,0001
Circumoc.	Самцы	0,071	0,543
	Самки	-0,088	0,429
	Сеголетки самцы	-0,096	0,528
	Сеголетки самки	-0,025	0,850
Preoc.	Самцы	-0,379	0,0007
	Самки	-0,240	0,026
	Сеголетки самцы	-0,040	0,789
	Сеголетки самки	-0,089	0,513
Suboc.	Самцы	0,376	0,0007
	Самки	0,311	0,003
	Сеголетки самцы	-0,215	0,150
	Сеголетки самки	-0,570	0,0001
Postoc.	Самцы	-0,107	0,3548
	Самки	-0,092	0,395
	Сеголетки самцы	0,056	0,711
	Сеголетки самки	0,106	0,435

Самцы (n=85), самки (n=101), сеголетки самцы (n=50), сеголетки самки (n=58)

Тест на идеальную ФА (позволяет отличить ФА от антисимметрии) – проверка отсутствия отрицательного эксцесса распределения различий между сторонами (L-R). Для большинства исследуемых признаков значения эксцесса положительны (табл. 2). Отрицательные значения эксцес-

Таблица 4. Корреляционный анализ значений признаков фоллидоза справа и слева у степной гадюки

Признак	Выборки	Ранговый коэффициент корреляции Спирмена	
		R_s	$p < 0,05$
Lab.	Самцы	-0,831	0,0001
	Самки	-0,375	0,0001
	Сеголетки самцы	-0,492	0,0005
	Сеголетки самки	-0,282	0,033
Sublab.	Самцы	-0,262	0,018
	Самки	0,200	0,052
	Сеголетки самцы	0,425	0,003
	Сеголетки самки	0,305	0,024
Lor.	Самцы	0,118	0,309
	Самки	0,260	0,013
	Сеголетки самцы	-0,408	0,004
	Сеголетки самки	-0,102	0,450
Cantalia	Самцы	-1,000	0,0001
	Самки	0,185	0,065
	Сеголетки самцы	0,490	0,0001
	Сеголетки самки	0,666	0,0001
Circumoc.	Самцы	0,071	0,543
	Самки	-0,086	0,429
	Сеголетки самцы	-0,096	0,528
	Сеголетки самки	-0,025	0,850
Preoc.	Самцы	-0,379	0,0007
	Самки	-0,240	0,026
	Сеголетки самцы	-0,040	0,789
	Сеголетки самки	-0,089	0,513
Suboc.	Самцы	0,376	0,0007
	Самки	0,311	0,003
	Сеголетки самцы	-0,215	0,150
	Сеголетки самки	-0,570	0,0001
Postoc.	Самцы	-0,107	0,354
	Самки	-0,092	0,395
	Сеголетки самцы	0,056	0,711
	Сеголетки самки	0,106	0,435

Самцы (n=85), самки (n=101), сеголетки самцы (n=50), сеголетки самки (n=58)

са наблюдается по количеству скуловых щитков у самцов и сеголетков и по числу заглазничных чешуй у сеголетков.

Корреляционный анализ показал наличие размер-зависимости величины асимметрии по некоторым признакам (табл. 3). Поэтому в дальней-

шем при расчете интегральных показателей ФА использовали нормирование асимметрии на размер признака $[L-R]/(L+R)$.

Значения большинства признаков с левой и правой стороны головы степной гадюки тесно коррелируют между собой (табл. 4).

Таблица 5. Анализ корреляции величины асимметрии признаков фolidоза [L-R] самцов степной гадюки (n=85) (по коэффициенту корреляции Спирмена R_s)

Признак	Lab.	Sublab.	Lor.	Cantalia	Circumoc.	Preoc.	Suboc.	Postoc.
Lab.	-	-0,05	-0,05	-0,03	0,01	-0,09	0,07	-0,06
Sublab.		-	0,13	0,19	-0,18	0,11	-0,01	-0,02
Lor.			-	-	0,01	0,19	0,06	0,03
Cantalia				-	-	-	-	-
Circumoc.					-	0,25	0,13	0,35
Preoc.						-	0,19	1,66
Suboc.							-	-0,01
Postoc.								-

Жирным шрифтом в таблице выделены статистически значимые значения R_s (при $p < 0,05$)

Таблица 6. Анализ корреляции величины асимметрии признаков фolidоза [L-R] самок степной гадюки (n=101) (по коэффициенту корреляции Спирмена R_s)

Признак	Lab.	Sublab.	Lor.	Cantalia	Circumoc.	Preoc.	Suboc.	Postoc.
Lab.	-	0,14	0,19	0,11	0,02	-0,05	0,03	-0,09
Sublab.		-	-0,03	0,16	0,12	-0,04	0,03	0,03
Lor.			-	0,02	-0,13	0,04	0,07	-0,07
Cantalia				-	0,17	0,01	0,06	-0,03
Circumoc.					-	0,32	0,11	0,43
Preoc.						-	0,08	0,01
Suboc.							-	-0,03
Postoc.								-

Жирным шрифтом в таблице выделены статистически значимые значения R_s (при $p < 0,05$)

Таблица 7. Анализ корреляции величины асимметрии признаков фolidоза [L-R] сеголетков самцов степной гадюки (n=50) (по R_s)

Признак	Lab.	Sublab.	Lor.	Cantalia	Circumoc.	Preoc.	Suboc.	Postoc.
Lab.	-	0,20	-0,13	-0,05	-0,01	-0,19	0,15	0,08
Sublab.		-	0,15	-0,06	-0,11	0,01	0,17	0,24
Lor.			-	-0,16	0,03	-0,21	-0,03	-0,01
Cantalia				-	-0,13	0,24	-0,07	0,15
Circumoc.					-	0,41	0,18	0,51
Preoc.						-	0,08	0,19
Suboc.							-	0,33
Postoc.								-

Жирным шрифтом в таблице выделены статистически значимые значения R_s (при $p < 0,05$)

Таблица 8. Анализ корреляции величины асимметрии признаков фolidоза [L-R] сеголетков самок степной гадюки (n=58) (по R_s)

Признак	Lab.	Sublab.	Lor.	Cantalia	Circumoc.	Preoc.	Suboc.	Postoc.
Lab.	-	-0,02	-0,01	0,55	0,03	0,11	-0,01	0,18
Sublab.		-	-0,27	-0,10	0,05	0,18	-0,03	0,02
Lor.			-	0,06	-0,01	0,11	0,05	0,09
Cantalia				-	-0,01	0,14	0,16	0,28
Circumoc.					-	0,29	0,22	0,59
Preoc.						-	0,12	0,28
Suboc.							-	0,25
Postoc.								-

Жирным шрифтом в таблице выделены статистически значимые значения R_s (при $p < 0,05$)

Анализ корреляции разных признаков показал наличие корреляции по некоторым признакам. Количество окологлазничных и предглазничных щитков, окологлазничных и заглазничных щитков коррелируют во всех выборках (табл. 5-8). Закономерная корреляция окологлазничных щитков объяснима – их число равно сумме предглазничных, подглазничных и заглазничных щитков, по-

этому при увеличении одного из этих признаков происходит увеличение их суммарного количества, т.е. количества окологлазничных щитков. По остальным признакам общих закономерностей не прослеживается.

Анализ исследуемых признаков фolidоза степной гадюки показал возможность использо-

вания большинства из них для интегральной оценки величины ФА. Закономерная корреляция общего количества окологлазничных щитков с числом предглазничных и заглазничных щитков глаза в разных выборках свидетельствует против включения этого признака в одну систему интегральной оценки ФА вместе с предглазничными и подглазничными щитками. Принимая во внимание другие факты (наличие отрицательного эксцесса распределения количества заглазничных щитков у сеголетков, а также наличие статистически значимых различий между числом заглазничных щитков слева и справа почти во всех выборках), признаки «количество окологлазничных щитков» и «число заглазничных щитков» в дальнейших расчетах с группой выбранных в данной работе признаков лучше не использовать.

Интегральные показатели ФА

Интегральный показатель флуктуирующей асимметрии (ФА) для выборки самцов степной гадюки составил 0,036, для выборки самок – 0,025. Статистически значимых половых различий не выявлено (табл. 9). ФА в выборке сеголетков самцов составил 0,036; в выборке сеголетков самок – 0,025. Половые различия в выборках сеголетков статистически не подтверждаются (табл. 9).

Интегральный показатель флуктуирующей асимметрии (ФА) для выборки взрослых особей составил 0,030. ФА сеголетков также составил 0,030. Статистически значимых возрастных различий не наблюдается ($p=0,743$).

Таблица 9. Сравнение выборок самцов и самок, взрослых и молодых особей степной гадюки по интегральному показателю ФА

Выборки	n	ФА	Критерий Уилкоксона	
			T	$p < 0,05$
Самцы	85	0,036	1358,0	0,340
Самки	101	0,025		
Взрослые особи	186	0,030	-	-
Сеголетки самцы	50	0,036	273,0	0,066
Сеголетки самки	58	0,025		
Сеголетки	108	0,030	-	-

В целом следует отметить высокую долю асимметричных особей в выборке степной гадюки. Это может обуславливаться рядом факторов: географическая изоляция островных популяций, инбридинг, возможная гибридизация с обыкновенной гадюкой и др. Особи степной гадюки, у которых наблюдается асимметрия тех или иных щитков, составили 79% всей выборки. Чаще всего наблюдается асимметрия по количеству окологлазничных (у 50% всех особей) и скуловых (у 43% особей) щитков. Анализ исследуемых признаков фоллидоза степной гадюки показал возможность использования большинства из них для интегральной оценки величины ФА. При расчете показателей асимметрии признаки «количество окологлазничных щитков» и «число заглазничных щитков» лучше не использовать вместе с группой выбранных в данной работе признаков. Интегральный показатель флуктуирующей асимметрии (ФА) у степной гадюки составил 0,030. Статистически значимых половых и возрастных различий в величине ФА не наблюдается.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бакиев А.Г., Гаранин В.И., Литвинов Н.А., Павлов А.В., Ратников В.Ю. «Змеи Волжско-Камского края». Российская Академия Наук Институт экологии Волжского бассейна, Самара, издательство Самарского научного центра РАН, 2004. 192 с.

2. Гелаишвили Д.Б., Якимов В.Н., Логинов В.В., Епланова Г.В. Статистический анализ флуктуирующей асимметрии билатеральных признаков разноцветной ящурки *Eremias arguta* // Актуальные проблемы герпетологии и токсикологии: Сборник научных трудов. Вып. 7. Тольятти, 2004. С. 45–59
3. Захаров В.М. Асимметрия животных (популяционно-феногенетический подход). М: Наука, 1987. 216 с.
4. Захаров В.М., Жданова Н.П., Кирик Е.Ф., Шкиль Ф.Н. Онтогенез и популяция: оценка стабильности развития в природных популяциях. Москва: Институт биологии развития им. Н.К. Кольцова РАН, 2001. 41 с.
5. Зорина А.А. Методы статистического анализа флуктуирующей асимметрии // Научный электронный журнал «Принципы экологии». Т. 1. № 3(3). Октябрь, 2012. URL: <http://ecoprj.ru/>.
6. Методические рекомендации по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ (оценка стабильности развития живых организмов по уровню асимметрии морфологических структур). Москва, 2003. 25 с.
7. Поклонцева А.А., Бакиев А.Г., Четанов Н.А. К морфологии узорчатого полоза *Elaphe dione* в Самарской и Ульяновской областях // Изв. Самар. НЦ РАН, Т.3, № 5. Самара: изд-во Самарского научного центра РАН, 2011. С. 162-171.
8. Четанов Н.А., Епланова Г.В. Статистический анализ флуктуирующей асимметрии билатеральных признаков живородящей ящерицы *Zootoca vivipara* // Изв. Самар. НЦ РАН. Т. 13, № 1. 2011. С. 144-152

THE ANALYSIS OF PHOLIDOSIS ASYMMETRY OF BASHKIROV STEPPE VIPER (*VIPERA (PELIAS) RENARDI BASHKIROVI*, GARANIN ET AL. 2004) FROM NATURE RESERVE «SPASSKY»

© 2014 L.A. Idrisova, A.A. Furman, I.Z. Hajrutdinov

Kazan Federal University, Institute of Fundamental Medicine and Biology.

The statistical analysis by eight signs of steppe viper pholidosis was made. Most of selected features can be used for the integrated assessment of the asymmetry, except the number of periocular and postorbital plates. There is high proportion of individuals with pholidosis asymmetry in the sample taken from nature reserve «Spassky». There are no statistically significant gender and age differences in the value of the asymmetry.

Key words: *Vipera renardi*, fluctuating asymmetry, pholidosis

Idrisova Leah Adehamovna, magister, engineer of the Department of Bioresources and aquaculture, Liya.idrisova@yandex.ru;
Furman Antonina Alexeevna, postgraduate, engineer of the Department of Bioresources and aquaculture, Ant.furman@yandex.ru;
Hajrutdinov Ildar Zinnurovich, Cand. Sc. Biology, docent of the Department of Bioresources and aquaculture, chief curator of funds Zoological Museum E.A. Eversmana IFMiB, ildar_hairutd@mail.ru