

НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО ОТНОСИТЕЛЬНОМУ ВЕСУ СЕРДЦА И ПЕЧЕНИ ПТИЦ

С. С. ШВАРЦ

Институт биологии Уральского филиала АН СССР

Признавая биологический интерес изучения относительного веса внутренних органов животных, зоологи установили их выражения для многих видов (Гессе, Hesse [4]). Больше всего данных мы имеем по относительному весу сердца; печень, поджелудочная железа, почки, легкие, мозг и другие органы изучены в более слабой степени. Большинство из указанных работ, а в некоторой степени и все они страдают рядом технических недостатков. Из них важнейшие следующие. Относительный вес органов высчитывается как отношение веса данного органа к весу тела. Последняя величина сильно варьирует в зависимости от множества причин и прежде всего от сезона и степени упитанности. Вес органов или вообще не следует этим колебаниям общего веса (сердце), или колеблется им не пропорционально. Из этого следует, что при обычной постановке исследований сравнения могут быть произведены лишь на больших сериях, где сглаживается результат расхождения в колебаниях веса тела и органов. Если мы учтем, что массовый материал почти всегда отсутствовал в руках зоологов, пытавшихся обобщить результаты ряда исследований, то станет ясно, что выделенные закономерности нуждаются и в дополнениях, и в уточнениях. С другой стороны, нельзя забывать, что для характеристики видов пользуются данными, полученными из разных географических точек, в то время как уже давно известно, что относительный вес органов птиц одного вида изменяется в зависимости от многих причин, связанных с их распространением (широта, высота над уровнем моря, климат). Из сказанного вытекает, что для того, чтобы получить сравнимую картину, нужно иметь материал по относительному весу органов птиц, добытых в одной местности, в одно время года.

В настоящее время установлены следующие «правила», определяющие относительный вес сердца птиц: 1) относительный вес сердца обратно пропорционален весу тела; 2) чем больше энергии требует тот тип полета, который является типичным для данного вида, тем больше относительный вес сердца; 3) птицы горных и полярных областей обладают более крупным сердцем; 4) у птиц с хорошей терморегуляцией сердце меньше (вопрос не решен); 5) у неполовозрелых птиц сердце меньше, чем у вполне взрослых.

Для печени мы имеем следующие «правила»: 1) относительный вес печени наибольший у энтомо- и ихтиофагов; 2) он стоит в обратной зависимости от массы тела.

Задачей настоящей работы является проверка этих «правил» на однородном материале.

1. Изменчивость относительного веса сердца и печени

Естественно, что для того, чтобы иметь суждение об изменчивости изученных показателей в зависимости от условий существования, необходимо знать, как велика их вариация внутри ограниченного участка с

более или менее равномерными условиями. Наша работа проводилась в горной части южного Урала (долина р. М. Котов у ст. Двойниши Белорецкой ж. д.) и в лесостепе Зауралья (60 км к югу от гор. Троицка).

В качестве меры изменчивости мы приняли коэффициент вариации (отношение среднего квадратического отклонения к средней арифметической данного ряда в процентах). Это дает нам возможность оценить варьирование данного признака в количественных терминах, что повышает объективность наших суждений. Так как предварительные исследования показали, что для большинства форм в относительном весе органов самцов и самок статистических различий не существует (см. ниже), то мы считаем возможным в некоторых случаях приводить в таблице данные без разбивки по полам (табл. 1).

Таблица 1

Коэффициент вариации относительного веса сердца и печени птиц, добытых в одной местности

В и д	Где добыт	n	Сердце	Печень
<i>Fulica atra</i>	Лесостепное Зауралье	13	26	28,8
<i>Philomachus pugnax</i>	»	28	99	21,8
<i>Anas strepera</i>	»	27	9,6	—
<i>Motacilla alba</i>	Южный Урал	18	11,4	—
<i>Motacilla alba</i>	Зауралье	23	10,7	—
<i>Motacilla citreola</i>	Южный Урал	11	6,1	6,5
<i>Anthus trivialis</i>	»	52	8,8	8,6
»	Зауралье	47	7,5	13,6
<i>Luscinia svecica</i>	»	8	6,1	—
<i>Saxicola torquata</i>	»	12	9,3	22,6
<i>Saxicola rubetra</i>	Южный Урал	6	1,6	11,6
<i>Parus atricapillus</i>	»	12	6,9	13,6
<i>Parus cyanus</i>	Зауралье	17	5,6	17,9
<i>Phylloscopus collybitus</i>	»	19	10,1	—
<i>Sturnus vulgaris</i>	»	10	1,6	24,4
<i>Erythrura erythrina</i>	»	12	2,5	3,4

Табл. 1 позволяет прежде всего сделать следующий вывод: коэффициент вариации относительного веса сердца примерно того же порядка, что и для некоторых признаков, употребляемых систематиками (например, линейные размеры тела). Другими словами, изменчивость относительного веса сердца в пределах одной популяции соизмерима с изменчивостью некоторых таксономических признаков. Изменчивость относительного веса печени больше.

Если может считаться твердо установленным, что более крупные виды обладают меньшим сердцем, то имеющиеся данные, подтверждающие ту же закономерность на материале одного вида, скудны и не кажутся нам очень убедительными.

Приводим наши данные по этому вопросу (табл. 2).

Как видим, для четырех случаев из пяти хотя и наблюдается тенденция к обратной зависимости между весом органов и тела, но отмечаемые различия не достоверны. Достоверны эти различия лишь для турухтана, у которого размеры особей даже одного пола варьируют очень сильно.

Наш материал дает возможность говорить о причинах наблюдаемого. Для простоты анализа исключим из нашей работы турухтана. Тогда окажется, что различия в относительном весе сердца у мелких и крупных особей столь незначительны, что могут вполне объясняться тем, что среди более тяжелых особей большую часть составляют не более крупные, а более упитанные особи. Этим же, очевидно, объясняются и данные Дель Пицца. Отличия в относительном весе печени значитель-

Относительный вес (в %) сердца и печени птиц одной популяции, одного пола (самцы), различного веса

Вид и место добычи	Вес тела в граммах	Сердце	Печень
Anthus trivialis, из Зауралья {	18—21	14,0 ± 0,32	35,6 ± 0,71
	21—23	14,1 ± 0,36	34,8 ± 1,6
Anthus trivialis, из горного Урала . . {	18—21	16,0 ± 0,56	40,3 ± 1,0
	21—23	16,0 ± 0,74	37,8 ± 1,2
Motacilla alba, из Зауралья {	18—20	15,5 ± 0,6	—
	22—24	14,9 ± 0,4	—
Luscinia svecica, из Зауралья {	15—17	13,0 ± 1,0	—
	17—19	12,6 ± 0,9	—
Philomachus rugosus, из Зауралья . . {	95—115	15,5 ± 0,6	46,5 ± 2,9
	161—190	12,3 ± 0,5	37,5 ± 3,0

ны и приближаются к статистически достоверным. Если бы отличия в относительном весе печени и сердца объяснялись одной причиной — различной упитанностью особей двух категорий, то, очевидно, и их выражение было бы соизмеримо. Мы можем, следовательно, говорить, что между весом печени и весом тела существует значительная эргонтическая корреляция (обратная), в то время как для сердца она выражена очень слабо и выявляется лишь в случае исключительной изменчивости веса тела птиц (турухтан).

2. Половые отличия

В ряде случаев отличия в относительном весе птиц разного пола объясняются различиями в размерах, хотя иногда они, повидимому, не подходят под правило об обратной корреляции.

Так, у *Podiceps cristatus*, *Mergus merganser* и *Ciconia ciconia* самки меньше самцов, но относительный вес их сердца меньше; у большей самки *Falco peregrinus* сердце больше. Иногда наблюдались половые отличия в относительном весе органов у видов, не обладающих половым диморфизмом в отношении размеров тела (сердце больше у самцов *Larus*

Таблица 3

Относительный вес (в %) сердца и печени самцов и самок птиц

Вид	Сердце		Печень	
	Самец	Самка	Самец	Самка
<i>Philomachus rugosus</i>	13,0	15,1	—	—
» »	13,4	15,3	—	—
(самцы и самки одного веса)				
<i>Tringa glareola</i>	12,9	15,1	—	—
<i>Cerchneis tinnunculus</i>	8,0	10,1	—	—
<i>Hypotriorchis subbuteo</i>	15,7	8,4	30,2	31,2
<i>Anthus trivialis</i>	14,5	15,9	—	—
<i>Motacilla alba</i>	14,0	13,9	—	—
» »	14,6	15,5	—	—
<i>Luscinia svecica</i>	13,5	12,5	30,6	37,5
<i>Fringilla coelebs</i>	13,7	13,6	24,8	36,9

canus, *Anas domestica*, *Ardea cinerea*, *Fringilla coelebs*, *Passer domesticus* и меньше у *Athene noctua*, *Apus apus*, *Corvus frugilegus*).

Наши данные также не дают ясной картины и говорят, следовательно, за то, что различия в относительном весе органов самцов и самок обуславливаются не различиями в размерах, а различиями в физиологии и прежде всего степенью общей активности (табл. 3).

3. Относительный вес сердца и печени у особей различных популяций одного вида

Работы ряда авторов показали, что виды, обитающие в горах, обладают более крупным сердцем, чем их ближайшие родичи из долин. Это положение подтвердилось и при сравнении особей одного и того же вида (особенно хорошо этот вопрос изучен на воробьях). Наши данные, подтверждая это положение, представляли бы интерес, если бы специфика проведенных наблюдений не позволяла судить и о причине этих различий (табл. 4).

Таблица 4

Относительный вес (в %) сердца и печени и число эритроцитов у горных и равнинных популяций

В и д	Где добыты	n	Средний вес сердца	Средний вес печени	Число эритроцитов
<i>Anthus trivialis</i> . . .	Зауралье, 150—200 м	34	14,0 ± 0,3	35,6 ± 0,9	2 700 000
» » . . .	Хребет Зигальга, 1100 м	22	16,1 ± 0,5	40,3 ± 1,1	1 980 000
» » . . .	Подножье хр. Зигальга, 670 м	69	14,7 ± 0,4	36,8 ± 1,2	—
<i>Motacilla alba</i> . . .	Зауралье	27	14,9 ± 0,7	37,9 ± 2,7	3 020 000 ± ± 3000
» » . . .	Урал	21	18,9 ± 1,0	40,1 ± 3,5	2 000 000 ± ± 15 000

Из табл. 4 видно, что отличия в относительном весе сердца у представителей горных и долинных популяций статистически вполне достоверны. Чем они вызваны? В литературе приняты в основном три объяснения: 1) с высотой плотность воздуха уменьшается, полет требует затрат большего количества энергии, следствием чего и являются относительно большие размеры сердца горных птиц; 2) более низкие температуры требуют более высокой активности; 3) увеличенное количество эритроцитов в крови горных форм увеличивает вязкость ее, что требует усиления сердца (Леви, Loewy [5]).

Все три положения логически вполне допустимы, но фактами не подкрепляются. Положение о том, что в крови горных форм больше эритроцитов, некритически перенесено на птиц с млекопитающих. Наши наблюдения показали, что в действительности часто наблюдается как раз обратное, как это мы видим на примере конька и трясогузки.

Большой относительный вес сердца горных популяций конька и трясогузки не может обуславливаться большим числом эритроцитов, так как эритроцитов у них не больше, а меньше. Измерение относительного веса сердца и количества эритроцитов производилось на одних и тех же особях. Следовательно, третье положение отпадает полностью.

Если бы относительный вес сердца обуславливался степенью разреженности воздуха, то увеличение высоты на одинаковую величину влекло бы равное увеличение сердца. Этого нет. Различия между особями с подножья хребта Зигальга и из зауральских степей (*Anthus*

givalis) незначительны, статистически не достоверны. Подъем на те же 600 м (седловина хр. Зигальга) сопровождается очень резким увеличением сердца. Важно, что популяции с седловины и подножья Шолома — соседние, в то время как зауральская находится в 300 км к востоку. Очевидно, что сама по себе плотность воздуха не является причиной изменения относительного веса сердца. Нельзя объяснить наблюдаемые различия и различиями в температуре, так как подножье и седловина Зигальга имеют много больше общего в температурных условиях, чем подножье и Зауралье. По нашему мнению, дело здесь в следующем. Вершины гор в условиях южного Урала большую часть дня покрыты тучами, влажность здесь очень велика, благоприятного времени для жизни насекомых очень мало, следовательно, и мало часов для охоты птиц. Зато в это время птицы чрезвычайно активны. Следовательно, причина большого относительного веса сердца горных птиц лежит в повышенной их активности, а не в пониженной плотности воздуха. Влияние последней если и сказывается, то не является определяющим фактором, по крайней мере для небольших высот.

4. Относительный вес сердца и печени как видовой признак

Зная, сколь различен изучаемый признак у представителей одного вида из различных популяций, мы считаем, что для сравнения различных видов пригоден лишь материал из одной местности, собранный в одно время (табл. 5).

Таблица 5

Средний относительный вес (в %) сердца и печени птиц одного вида одной популяции

В и д	Сердце	Печень	В и д	Сердце	Печень
<i>Fulica atra</i>	8,4	44,3	<i>Erythrura erythrura</i>	15,2	36,6
<i>Erolia alpina</i>	18,9	50,5	<i>Fringilla coelebs</i>	13,2	36,0
<i>Vanellus vanellus</i>	12,8	—	<i>Fringilla montifringilla</i>	13,1	36,9
<i>Actitis hypoleucos</i>	17,5	45,1	<i>Emberiza citrinella</i>	16,1	46,6
<i>Tringa stagnatilis</i>	15,0	45,4	<i>Emberiza schoeniclus pallidior</i>	14,3	36,2
<i>Tringa glareola</i>	13,5	—	<i>Passer montanus</i>	15,2	—
<i>Philomachus pugnax</i>	13,9	42,0	<i>Alauda arvensis</i>	16,8	45,5
<i>Scolopax rusticola</i>	—	22,8	<i>Motacilla alba dukhunensis</i>	15,5	49,1
<i>Hydrochelidon nigra</i>	10,75	31,5	<i>Motacilla cinerea melanope</i>	14,6	45,7
<i>Podiceps griseigena</i>	12,0	46,2	<i>Motacilla citreola werae</i>	13,4	39,6
<i>Tadorna tadorna</i>	11,6	—	<i>Motacilla flava beema</i>	18,0	—
<i>Querquedula querquedula</i>	9,4	—	<i>Anthus trivialis trivialis</i>	14,0	35,3
<i>Spatula clypeata</i>	13,4	—	<i>Parus major</i>	15,3	38,7
<i>Anas strepera</i>	9,5	—	<i>Parus cyanus</i>	18,5	36,6
<i>Dafila acuta</i>	10,9	—	<i>Parus atricapillus borealis</i>	15,9	40,0
<i>Mareca penelope</i>	9,8	—	<i>Muscicapa striata neumanni</i>	12,7	43,6
<i>Nyroca ferina</i>	11,8	—	<i>Phylloscopus collybitus</i>	14,9	—
<i>Mergellus albellus</i>	10,7	49,0	<i>Phylloscopus trochilus</i>	15,4	45,5
<i>Cerchneis tinnunculus</i>	10,1	32,6	<i>Acrocephalus palustris</i>	12,5	41,8
<i>Hypotriorchis subbuteo</i>	10,7	36,9	<i>Acrocephalus agricola</i>	12,5	—
<i>Astur gentilis buteoides</i>	9,7	24,4	<i>Acrocephalus dumetorum</i>	12,7	—
<i>Circus macrourus</i>	9,1	61,0	<i>Acrocephalus schoenobaenus</i>	14,4	41,6
<i>Circus aeruginosus</i>	8,9	26,6	<i>Hippolais caligata</i>	12,5	47,9
<i>Buteo buteo vulpinus</i>	11,3	27,0	<i>Sylvia borin</i>	13,0	36,7
<i>Asio otus</i>	9,3	—	<i>Sylvia communis</i>	12,4	—
<i>Asio flammeus</i>	8,3	30,1	<i>Turdus ericetorum</i>	10,2	49,7
<i>Cuculus canorus</i>	11,5	19,5	<i>Turdus musicus</i>	14,9	38,8
<i>Dendrodromas leucotos uralensis</i>	11,4	—	<i>Turdus pilaris</i>	12,3	33,2
<i>Jynx torquilla</i>	13,6	42,0	<i>Oenanthe oenanthe</i>	13,6	33,2
<i>Cractes infaustus ruthenus</i>	9,1	38,6	<i>Saxicola torquata</i>	12,1	37,0
<i>Pica pica</i>	9,5	38,0	<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	19,0	39,4
<i>Sturnus vulgaris poltoratskyi</i>	13,6	44,1	<i>Luscinia svecica</i>	12,8	42,7
<i>Oriolus oriolus</i>	13,8	—	<i>Hirundo rustica</i>	15,1	43,2
<i>Chloris chloris</i>	14,3	32,6			

Анализ табл. 5 позволяет сделать следующие выводы. На материале одной популяции полностью подтверждается вывод об обратном соотношении размеров тела и относительного веса сердца. Однако это четко улавливается лишь при сравнении птиц внутри одной близкородственной группы. Но и внутри семейства не редки отклонения от этого правила. Так, например, в сем. *Sylviidae* маленькая *Acrocephalus agricola* имеет меньшее сердце, чем более крупные камышевки; очень мелкие *Hippolais caligata* имеют меньшее сердце, чем более крупные виды, собранные в горах.

Много отклонений от нашего правила дают сем. *Turdidae*, *Motacillidae*, *Anatidae* и другие. Наличие множества отклонений заставляет думать, что правило об обратном соотношении веса тела и сердечного коэффициента следует подчинить более общему правилу, правилу зависимости веса сердца от степени активности птицы. Это подтверждается и тем общеизвестным положением, что относительный вес сердца птиц одного веса не одинаков. Сравнить наши данные следует лишь в пределах близкородственной группы, так как не подлежит сомнению, что относительный вес сердца в известной мере — систематический признак. Данные по относительному весу печени полностью согласуются с положением о связи размера печени с характером питания птицы. Наименьший он у хищных птиц. Изменчивость в размере печени большая, чем сердца. Рассматриваемая же табл. 5 показывает, что у видов одного семейства при сходном кормовом режиме и сравнимых размерах относительный вес печени поразительно сходен, полностью укладываясь в индивидуальные колебания, чего не наблюдается при изучении относительного размера сердца. В этом можно видеть результат корреляции размеров печени с размерами тела, точнее, со степенью энергетических затрат организма.

Выводы

1. Изучение относительного веса органов может быть проведено лишь на материале, собранном с одного места, в одно время.

2. Изменчивость относительного веса сердца менее значительна, чем это считается установленным. Она не на много превышает изменчивость линейных размеров тела.

3. Внутри одной популяции различия в относительном весе сердца статистически достоверны лишь в случаях исключительной изменчивости размеров тела птицы (турухтан). Изменчивость печени много выше, что может быть понято как большая коррелированность веса печени с весом тела, чем веса сердца с весом тела.

4. Особи одного вида из разных мест четко отличаются по относительному весу сердца и печени. Эти различия статистически достоверны.

5. Большой относительный вес сердца и печени у горных особей не может быть следствием ни иного количества эритроцитов, ни разреженности воздуха (по крайней мере на небольших высотах). Вероятнее объяснить это явление различием в степени общей активности птиц.

6. Относительный вес сердца и печени птиц различных видов может быть понят из образа жизни изученных форм. Сравнить, однако, можно лишь близкородственные формы, так как интересующий нас признак в какой-то мере признак систематический.

7. Изучение относительного веса органов является одним из удобных методов познания влияния экологии вида на его морфологию, которое получает объективную, математическую оценку.

Литература

1. Дементьев Г. П., Птицы (Руков. по зоологии, т. VI), 1940.—2. Коштойац Х. С., Основы сравнительной физиологии, 1940.—3. Groebbels F., *Der Vogel*, Bd. I, 1932.—4. Hesse R., *Tiergeographie auf ökologischer Grundlage*, 1924.—5. Loewy A., *Physiologie des Höhenklimas*, 1932.