

10. Lee A. G. // Nature. 1986. V. 267. N 5569. P. 545.
11. Прилипко Л. Л., Каган В. Е., Тюрин В. А., Горбунов И. В., Богданова Е. Д. // Докл. АН СССР. 1983. Т. 269. № 5. С. 1260.
12. Антонов В. Ф. Липиды и ионная проницаемость мембран. М., 1982.

УДК (598.2)591.471.3

Л. Д. БУРКО

АЛЛОМЕТРИЯ ТРУБЧАТЫХ КОСТЕЙ ПТИЦ

Основой филогенетической систематики животных являются исследования морфологических адаптаций. В отличие от особенностей экологии, этологии и физиологии они представляют собой как бы «запись этих последних» [1]. Необходимо отметить, что морфологическое разделение не всегда соответствует его функциональному разделению. Однако каждый орган (как морфофункциональная единица) имеет свою особую (главную) функцию, и в основном морфологическое и функциональное разделение организма совпадают [1]. Во многих случаях соотношение размеров части тела и организма в целом удается весьма точно описать уравнением степенной зависимости [2]: $y = bx^a$, где y — длина или диаметр, мм; x — масса тела, кг; a — константа.

В связи с изложенным нами проведено аллометрическое исследование плечевых и бедренных костей птиц.

Материал и методика

Исследованы следующие виды птиц (в скобках указана масса тела) различных систематических групп.

Podicipediformes. *Podiceps cristatus* (чомга 0,96 кг).

Gaviiformes. *Gavia arctica* (чернозобая гагара 2,30 кг).

Anseriformes. *Anas platyrhynchos* (кряква 1,11 кг). *A. penelope* (свиязь 0,67 кг). *A. querquedula* (чирок-трескунок 0,34 кг). *A. clypeata* (широконоска 0,55 кг). *A. crecca* (чирок-свистунок 0,32 кг). *Aythya fuligula* (хохлатая чернеть 0,70 кг).

Falconiformes. *Accipiter gentilis* (тетеревиатник 1,22 кг). *A. nisus* (перепелятник 0,25 кг). *Buteo lagopus* (зимняк 1,00 кг). *B. buteo* (канюк 0,78 кг). *Aquila pomarina* (малый подорлик 1,31 кг). *Circus aeruginosus* (болотный лунь 0,56 кг). *Pandion haliaetus* (скопа 1,50 кг). *Hypotriorchis subbuteo* (чеглок 0,21 кг).

Galliformes. *Tetrao urogallus* (глухарь 4,19 кг). *Lyrurus tetrix* (тетерев 1,19 кг). *Tetrastes bonasia* (рябчик 0,35 кг). *Perdix perdix* (серая куропатка 0,37 кг).

Charadriiformes. *Charadriidae.* *Vanellus vanellus* (чибис 0,22 кг). *Tringa nebularia* (большой улит 0,17 кг). *T. totanus* (травник 0,12 кг). *T. ochropus* (черныш 0,08 кг). *T. glareola* (фифи 0,07 кг). *Actitis hypoleucos* (перевозчик 0,06 кг). *Philomachus pugnax* (турухтан 0,11 кг). *Calidris minutus* (кулик-воробей 0,02 кг). *Limnocryptes minimus* (гаршнеп 0,07 кг). *Gallinago media* (дупель 0,19 кг). *G. gallinago* (бекас 0,10 кг). *Scolopax rusticola* (вальдшнеп 0,29 кг). *Numenius arquata* (большой кроншнеп 0,70 кг). *Limosa limosa* (большой веретенник 0,29 кг). *Calidris alpina* (чернозобик 0,04 кг).

Laridae. *Chlidonias nigra* (черная крачка 0,06 кг). *Sterna hirundo* (речная крачка 0,12 кг). *Larus ridibundus* (озерная чайка 0,27 кг).

Strigiformes. *Glaucidium passerinum* (воробьиный сыч 0,05). *Asio otus* (ушастая сова 0,29 кг). *A. flammeus* (болотная сова 0,28 кг). *Syrnium aluco* (серая неясыть 0,55 кг).

Piciformes. *Dryocopus martius* (черный дятел 0,32 кг). *Dendrocopos major* (большой пестрый дятел 0,08 кг). *Picus canus* (седой дятел 0,12 кг).

Passeriformes. *Corvidae.* *Garrulus glandarius* (сойка 0,15 кг). *Pica pica* (сорока 0,20 кг). *Nucifraga caryocatactes* (кедровка 0,17 кг). *Corvus*

monedula (галка 0,20 кг). *C. frugilegus* (грач 0,42 кг). *C. cornix* (серая ворона 0,52 кг). *C. corax* (ворон 1,24 кг).

Номенклатура птиц дана по А. И. Иванову [3]. У взрослых половозрелых особей, добытых в природных условиях, определялась масса тела. Отпрепарированные плечевые и бедренные кости измерялись с помощью штангенциркуля (точность до 0,1 мм). Показатели аллометрических уравнений рассчитывались по стандартной программе на микрокалькуляторе БЗ-34. Всего исследовано 267 взрослых особей птиц 52 видов.

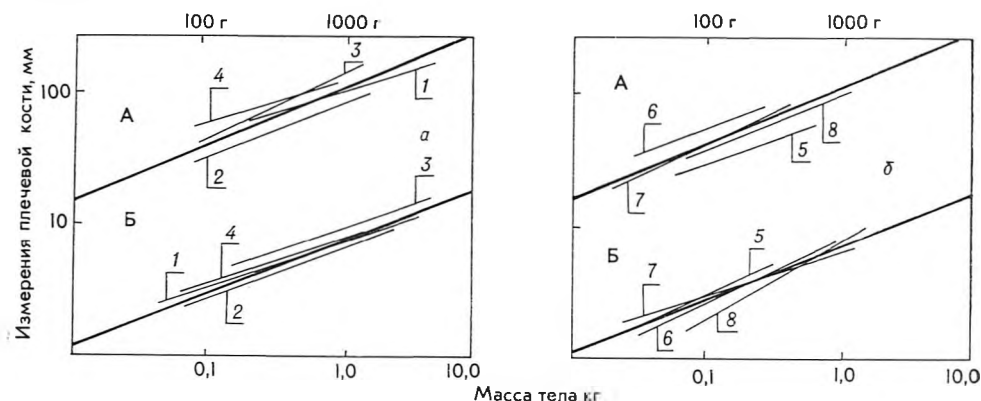


Рис. 1. Логарифмические зависимости длины (А) и диаметра (Б) плечевой кости птиц от массы тела. Жирные — теоретические линии регрессии, рассчитанные для всех видов птиц. Тонкие — линии регрессии, рассчитанные для Anseriformes (1), Galliformes (2), Falconiformes (3), Strigiformes (4) (а); Piciformes (5), Charadriiformes-fem. Charadriidae (6), fem. Laridae (7), Passeriformes-fem. Corvidae (8) (б).

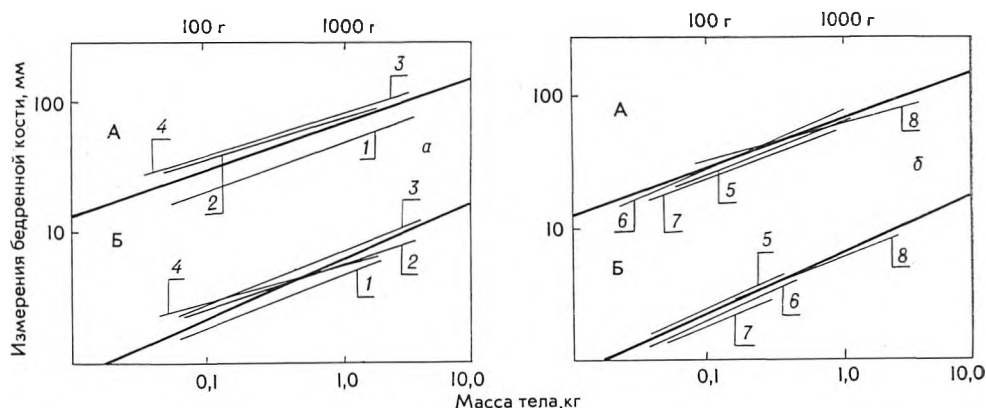


Рис. 2. Логарифмические зависимости длины (А) и диаметра (Б) бедренной кости птиц от массы тела. Обозначения те же, что и на рис. 1

Результаты и их обсуждение

На рис. 1, 2 показаны зависимости длины и поперечных размеров трубчатых костей конечностей от массы тела птиц. В целом линии регрессии, рассчитанные для птиц различных отрядов, хорошо группируются около теоретических линий регрессии для всех видов птиц. Тем не менее они имеют различный угол наклона и расположение относительно общих линий регрессии как для длины, так и для поперечных размеров диафизов плечевых и бедренных костей. Рассчитаны также коэффициенты уравнений регрессии для длины и поперечных размеров указанных элементов скелета. Для исследованных видов птиц длина плечевой кости $96,6 x^{0,39}$ мм, диаметр диафиза — $6,95 x^{0,39}$ мм (x — масса тела, кг). Длина бедренной кости $65,4 x^{0,34}$ мм, диаметр диафиза бед-

ренной кости — $6,0 \times 0,42$ мм. Эти различия не лишены определенного биологического значения, поскольку условия локомоций, в которых находятся конечности птиц, неодинаковы. Передняя конечность адаптирована к условиям нагрузок, связанных с полетом различного типа (статическое и динамическое парение, машущий, волнообразный полет и др.), задняя участвует в ходьбе, плавании либо нырянии [4]. У птиц с различным типом полета соотношение длины скелетных элементов крыла различно [5].

По данным Р. Александера [6], для длины плечевой и бедренной костей млекопитающих показатели аллометрических уравнений (a) равны (0,36), для поперечных размеров плечевой кости $a=0,38$, бедренной — 0,36. Сравнение наших результатов с данными [6] показывает, что для плечевых костей птиц константа a аллометрического уравнения несколько больше, в то время как для бедренной — меньше, чем у млекопитающих. Существенно различаются эти показатели для поперечных размеров бедренных костей: у птиц 0,42 (см. таблицу), у млекопитающих — 0,36.

Значения константы a уравнения степенной зависимости
длины или диаметра плечевой и бедренной костей
от массы тела птиц различных систематических групп

Систематические группы птиц	Плечевая кость		Бедренная кость	
	длина	диаметр	длина	диаметр
Anseriformes	0,34	0,33	0,37	0,39
Falconiformes	0,45	0,34	0,31	0,38
Galliformes	0,41	0,40	0,31	0,36
Charadriiformes				
Charadriidae	0,40	0,40	0,37	0,41
Laridae	0,39	0,32	0,39	0,41
Strigiformes	0,35	0,32	0,31	0,27
Piciformes	0,33	0,42	0,37	0,42
Passeriformes				
Corvidae	0,41	0,39	0,29	0,36
Общие для исследованных видов птиц	0,39	0,39	0,34	0,42

Прежде чем приступить к интерпретации данных таблицы, считаем необходимым отметить, что в системе подразделений термина «аллометрия», которая может считаться в своей основе общепринятой, различают: а) межвидовую аллометрию, выявляющуюся при сравнении средних значений исследуемого признака, характерных для особей (как правило, взрослых) разных видов и б) эволюционную аллометрию, которую можно определить как межвидовую в ряду филогенетически близких форм [2]. В системе указанных подразделений рассматривается исследованный нами материал. Следует также отметить, что из двух параметров уравнения степенной функции (b) и (a) большим вниманием исследователей пользуется второй, интерпретируемый как тангенс угла наклона прямой к оси абсцисс и определяемый как отношение удельных скоростей роста части и целого. Интерпретация параметра b представляет интерес в первую очередь для исследований межвидовой (особенно эволюционной) аллометрии в том случае, когда сравниваются кривые, для которых значения a равны [2]. Параметр b обозначает величину y при $x=1$.

Данные таблицы показывают удельный рост костной компакты птиц исследованных групп. Для длины плечевых костей он минимальный у

дятлов ($a=0,33$), максимальный у дневных хищных птиц ($a=0,45$). Для длины бедренных костей — минимальный у врановых ($a=0,29$), максимальный у чайковых ($a=0,39$). Для поперечных размеров плечевой кости — минимальный у чайковых и сов ($a=0,32$), максимальный у дятлов ($a=0,42$). Привлекают внимание различия показателей a для поперечных размеров плечевой кости у куликов ($a=0,40$) и у чаек ($a=0,32$). Для длины плечевой кости различия этих показателей у них минимальны (0,39 и 0,40), в то же время различия удельного роста компакты в толщину значительны, несмотря на филогенетическую близость этих групп птиц. Сравнения коэффициентов аллометрических уравнений для длины плечевой кости куриных ($b=4,32$) и врановых ($b=5,22$) при $a=41$ отражает тенденцию формирования скелета крыла и летных качеств в целом у представителей этих групп [5]. Таким образом, исследования аллометрических особенностей трубчатых костей конечностей птиц показывают их различный удельный рост по исследованным параметрам, а результаты исследований могут быть использованы для дальнейших филогенетических построений.

Список литературы

1. Познанин Л. П. Экологические аспекты эволюции птиц. М., 1978.
2. Минна М. В., Клевезаль Г. А. Рост животных. М., 1976.
3. Иванов А. И. Каталог птиц СССР. Л., 1976.
4. Шестакова Г. С. Строение крыльев и механика полета птиц. М., 1971.
5. Гладков Н. А. // Изв. АН СССР: Сер. биол. 1947. № 1. С. 139.
6. Alexander R. Mc. N., Jayes A. S., Maloiy G. M. O. and Wathuta E. M. // Journ. Zool. London, 1979. V. 189. P. 305.