

- Ковальский П. А. Морфология сегментальной иннервации в связи с дифференциацией метамерии тела.— Вестн. зоол., 1969, № 3, с. 3—12.
- Ковальская Г. Г. К иннервации ребра: Автореф. дис. ... канд. биол. наук.— Киев, 1965.— 20 с.
- Лютый А. С. К морфологии соединительнотканых оболочек глазницы домашних животных и их иннервации: Автореф. дис. ... канд. биол. наук.— Белая Церковь, 1966.— 18 с.
- Омельченко Л. А. Гистоструктура и иннервация нижней челюсти домашних животных: Автореф. дис. ... канд. биол. наук.— Белая Церковь, 1965.— 19 с.
- Павленко В. Ф. Иннервация надкостницы таза овцы: Автореф. дис. ... канд. биол. наук.— Львов, 1962.— 20 с.
- Павловский Ю. А. Иннервация скелета тазовых конечностей домашних животных: Автореф. дис. ... докт. вет. наук.— Киев, 1972.— 53 с.

Институт зоологии  
АН УССР

Поступила в редакцию  
14.III 1979 г.

УДК 599:591.471.32

О. Я. Пилипчук

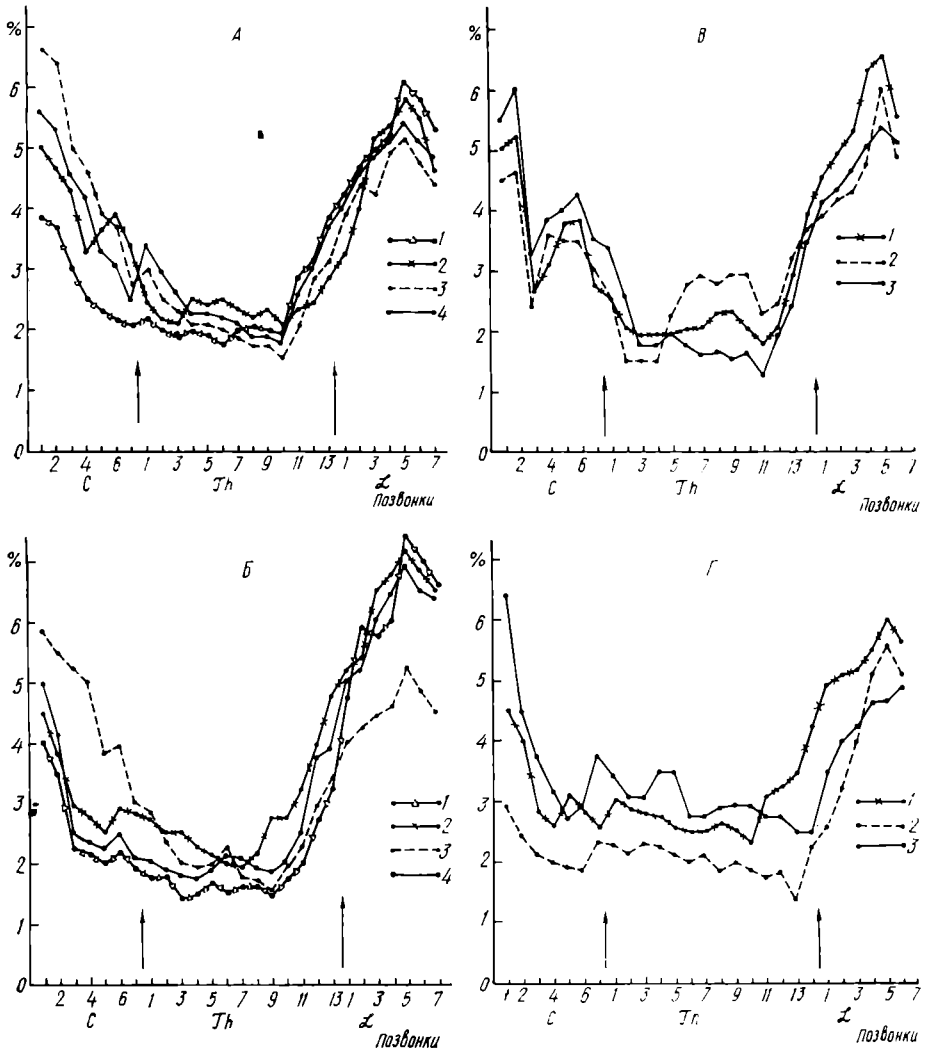
## ИЗМЕНЕНИЯ МАССЫ ПОЗВОНКОВ ПО ОТДЕЛАМ ПОЗВОНОЧНИКА У ХИЩНЫХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ

При исследовании морфологии и биомеханики позвоночного столба млекопитающих, особенно его роли в локомоции четвероногих, мы придаем особое значение определению массы позвонков и ее перепадов по длине позвоночного столба, т. к. он является опорой для мягких тканей тела, базой для остальных частей скелета и рычагом движения, координирующим локомоторные функции обеих пар конечностей. Однако сведений о долевом участии в этих функциях отделов и отдельных позвонков четвероногих очень мало. Объектом нашего исследования был позвоночный столб представителей 4 семейств отряда хищных: собачьи — волк (*Canis lupus*) — 3, динго (*C. dingo*) — 1, домашняя собака (*C. familiaris*) — 4, лисица (*Vulpes vulpes*) — 2; кошачьи — рысь (*Felix lynx*) — 2, пума (*F. concolor*) — 2, каракал (*F. caracal*) — 2, пантера (*F. pantera*) — 2; куньи — каменная куница (*Martes foina*) — 3, горноста́й (*Mustela erminea*) — 3, барсук (*Meles meles*) — 1, выдра (*Lutra lutra*) — 4, калан (*Enhydra lutris*) — 3; медвежьи — бурый медведь (*Ursus arctos*) — 2.

Позвонки взвешивали (мг) последовательно, начиная с первого шейного. Общую массу позвоночника вычисляли по сумме масс составляющих его позвонков. Относительная масса каждого позвонка выражена в процентах от веса позвоночника (рисунок).

На рисунке представлены кривые изменений относительной массы позвонков по длине позвоночного столба у исследованных видов. Характер кривых в общих чертах сходен у всех видов, отличаясь лишь в деталях. Это позволяет считать, что соответствующие отделы позвоночника у представителей различных семейств функционируют в сходных биомеханических условиях, а различия касаются деталей их функций. Мы убедились также в том, что у хищников (наземных и водных) кривая массы позвонков никогда не бывает восходящей от первого шейного до последнего поясничного позвонков, как это имеет место у человека (Deltas e.a., 1958). В общих чертах эта кривая имеет вид гиперболы, включающей два основных подъема относительной массы (шейный и поясничный), соединяющихся горизонтальной линией (грудной отдел). Как правило, грудные позвонки в большинстве обладают самой малой отно-

сительной массой. Колебания относительной массы позвонков чаще наблюдаются в грудном отделе, что указывает на неодинаковую функциональную адаптацию каждого из них в общем составе отдела. Интересные результаты получены нами при сопоставлении трех отделов позвоночного столба: шейного, грудного и поясничного, как у каждого животного, так и у различных животных.



Изменения массы позвонков по отделам позвоночника у хищных млекопитающих:

*A* — собаки: 1 — домашняя собака; 2 — динго; 3 — волк; 4 — лисица; *B* — кошачьи: 1 — каракал; 2 — рысь; 3 — пантера; 4 — пума; *B* — куньи: 1 — каменная кунница; 2 — горноста; 3 — барсук; *Г* — куньи и медвежьи: 1 — выдра; 2 — калан; 3 — бурый медведь; *C* — шейные позвонки; *Th* — грудные; *L* — поясничные.

**Шейный отдел.** У исследованных нами хищников относительная масса шейных позвонков уменьшается, начиная с 1-го (редко со 2-го) позвонка, для которого характерна самая большая масса в шейном отделе. Это объясняется особенностями морфологии и функций данных позвонков: атлант обеспечивает вертикальное движение головы (кивание), а эпистрофей — повороты в стороны. Они являются основным местом фиксации мышц, связывающих голову с туловищем, соответ-

ственно изменяя соотношения мышечных моментов, необходимых для удержания головы и ее подвижности. В связи с этим особенно сильно развиты и прочны крылья атланта и зубовидный отросток эпистрофея. Для всех исследованных нами животных характерно свободное положение атланта, напоминающего прокладку или шайбу между черепом и комплексом шейных позвонков, которая смягчает толчки и рывки головы при прыжках. В силу этого атлант и эпистрофей функционально принадлежат системе опоры и движения головы животного.

Масса 3-го шейного позвонка значительно ниже таковой каждого из двух первых позвонков. Масса позвонков у собачьих и водных мустелид постепенно снижается до  $C_7$  (график, *A* и *C*); у кошачьих до  $C_5$ , возрастая на  $C_6$ , а затем снова падает (график, *B*).<sup>\*</sup> Лишь у лазающих, прыгающих и роющих куньих (лесная куница, горностай и барсук) масса 2-го шейного позвонка (эпистрофея) больше массы 1-го (атланта). По-видимому, это свидетельствует о большем значении для этих животных боковой подвижности головы. Вес 3-го позвонка у этих куньих резко падает, возрастая на  $C_4$ ,  $C_5$  и  $C_6$ , а затем снова снижается. У медведя масса позвонков снижается до 4-го шейного позвонка, возрастает на 5-й, а затем снова падает. В целом же сходство кривых относительной массы позвонков у различных представителей одного семейства объясняется не только родством, но и сходством строения и функции их конечностей и позвоночного столба.

Таким образом, в шейном отделе позвоночного столба хищных по показателю относительной массы позвонков можно выделить три участка: краниальный ( $C_1$  и  $C_2$ ), средний ( $C_3$ — $C_6$ ) и каудальный ( $C_7$ ). Характерно, что наибольшая амплитуда сгибательно-разгибательных движений головы и шеи зависит от длины позвонков среднего участка шейного отдела, а опорную функцию в основном выполняют краниальный и каудальный участки отдела. Такое распределение массы позвонков шейного отдела является закономерным показателем их приспособления к обеспечению движений, которые возможны в этом отделе (сгибание преимущественно в верхних шейных позвонках, а разгибание — в нижних). Подвижность шейного отдела позвоночника хищных больше, чем у других млекопитающих, и чем в других отделах, что связано с большой массой и функцией их головы, как органа нападения и защиты.

Грудной отдел. Относительные массы позвонков образуют горизонтальную линию, но только до антиклинальной области. Масса же последних грудных позвонков постепенно возрастает. У водных куньих (калан) наблюдается плавное понижение массы позвонков до 13-го грудного позвонка. Таким образом, грудной отдел хищников можно разделить на два участка: краниальный — от 1-го до 9, 10 и 11-го (в зависимости от вида) грудного позвонка и каудальный — последние грудные 12, 13 или 14-й (у куньих) позвонки.

Позвонки краниального участка грудного отдела обладают низкой относительной массой. Это обусловлено наличием грудной клетки, обеспечивающей непрогибаемость позвоночника для защиты внутренних органов. Наиболее слабыми и уязвимыми позвонками грудного отдела являются позвонки антиклинальной области, обладающие самой низкой массой. Мы склонны считать, что роль краниального участка прежде всего статическая, а каудального — динамическая. Именно последний играет основную роль в увеличении разброса грудных и тазовых конечностей при локомоции хищного животного. Последние грудные позвонки не несут поперечно-реберных отростков, а другие их отростки развиты слабо и не препятствуют разнообразным движениям. Все это делает данную область наименее прочной и самой подвижной.

Поясничный отдел. У всех исследованных животных относительная масса поясничных позвонков возрастает в каудальном направлении от 1-го до 5-го поясничного позвонка, а далее снова уменьшается.  $L_5$  самый тяжелый позвонок не только в поясничном отделе, но и во всем позвоночнике. Очевидно, характер действия внешних сил на отдельные части позвоночного столба разный, о чем свидетельствуют отличия в форме и размерах позвонков. Хотя объем последнего поясничного позвонка меньше, чем предыдущих, этот позвонок у некоторых млекопитающих обладает самой большой общей прочностью (Манзий и др., 1976).

Отметим, что в каудальном направлении нарастает не только масса позвонков, но и их длина от  $L_1$  до  $L_5$ , а на последних снижается (Пилипчук, 1975). В предыдущих работах мы уже отмечали, что чем больше масса внутренностей и сила мускулов, сгибающих поясницу во время локомоции, тем лучше сочетаются прочность и подвижность, жесткость и эластичность поясничного отдела позвоночника. Несомненно, в процессе эволюции позвоночника поддерживалась корреляция между массой, длиной и прочностью позвонков, и сейчас мы находим оптимальные сочетания указанных величин.

Таким образом, поясничный отдел можно подразделить на два функциональных участка: краниальный, включающий первые пять позвонков и каудальный — последние поясничные позвонки. В целом каждый отдел позвоночного столба по показателю массы позвонков подразделяется на функциональные участки, дополняющие друг друга.

Таким образом, масса каждого позвонка отражает функциональное значение его в составе позвоночника. Кривые массы позвонков на графиках каждого семейства хищных имеют сходные черты. Это значит, что не масса тела животного, а функции его позвоночного столба определяют относительную массу каждого позвонка. В каждом отделе позвоночника хищных имеются позвонки со специфическими функциями, а именно  $C_1$  и  $C_2$  — в шейном (обеспечение прочности и подвижности соединения головы с позвоночным столбом),  $Th_{10}$  и  $Th_{11}$  антиклинальные позвонки (самые уязвимые) и  $L_5$  — в поясничном отделе, обладающий самой большой массой. Мы считаем, что функция позвонков не исчерпывается передачей толчков, исходящих от тазовых и рынков от передних конечностей, — она сводится также к удержанию массы внутренностей и к сопротивлению силе сокращения мускулатуры. Об этом свидетельствует гармоничное сочетание твердости, прочности и эластичности в позвонках, делающие их механически полноценными при статических и динамических нагрузках.

Сходство распределения относительной массы позвонков по длине позвоночного столба у различных хищных млекопитающих свидетельствует о том, что у этих животных в ходе приспособительной эволюции происходили сходные изменения в строении позвоночника.

Манзий С. Ф., Пилипчук О. Я., Колесниченко В. И. Некоторые вопросы биомеханики позвоночника. Сообщение I. Механическая прочность поясничных позвонков и межпозвоночных дисков некоторых млекопитающих. Киев, 1976. 30 с. Рукопись деп. в Укр. НИИТИ, № 397. Деп.

Пилипчук О. Я. К сравнительно-анатомическому и функциональному анализу поясничного отдела позвоночника некоторых млекопитающих. — Вестн. зоол., 1975, № 2, с. 9—14.

Delmas A., Pineau H., Kynkl H. Signification fonctionnelle du poids du rachis. C.A.A.A., XLV Reunion, 1958, p. 810—820.