

УДК 599:591.471.32

К СРАВНИТЕЛЬНО-АНАТОМИЧЕСКОМУ И ФУНКЦИОНАЛЬНОМУ АНАЛИЗУ ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА НЕКОТОРЫХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ

О. Я. Пылыпчук

(Институт зоологии АН УССР)

Изучению позвоночника млекопитающих в целом и поясничного отдела в частности посвящено немало исследований (Krause, 1884; Власов, 1912; Калмыков, 1916; Волкобой, 1940; Жеденов, 1957; Осинский, 1958; Садовский, 1960; Динабург, Рубашева, 1960 и др.). В них рассматриваются важные вопросы строения позвоночника человека и домашних животных, однако недостаточно изучена его сравнительная анатомия и биомеханика. Особенно слабо выяснена роль поясничного отдела позвоночника в наземной локомоции четвероногих. Потребность же в таких сведениях в последнее время возросла в связи с проблемой создания шагающих устройств.

Цель нашей работы — выяснение путем сравнительно-анатомических сопоставлений и морфометрии некоторых принципов строения костного и связочного аппарата поясничного отдела позвоночника некоторых млекопитающих и его биомеханической роли. Исследования проведены на насекомоядных (Insectivora) — еж обыкновенный (*Erinaceus europaeus* L.) — 2, крот обыкновенный (*Talpa europaea* L.) — 3; зайцеобразных (Lagomorpha) — кролик домашний (*Oryctolagus cuniculus* L.) — 3, заяц-русак (*Lepus europaeus* L.) — 1; хищных (Carnivora) — собака домашняя (*Canis familiaris* L.) — 3, динго австралийский (*C. dingo* Blum.) — 1, волк (*C. lupus* L.) — 1; непарнокопытных (Perissodactyla) — лошадь домашняя (*Equus caballus* L.) — 1; парнокопытных (Artiodactyla) — овца домашняя (*Ovis aries* L.) — 2. Проводили препарирование и морфометрию позвонков по методике В. П. Алексеева (1966) и морфометрию межпозвоночных дисков. Наше исследование подтвердило данные литературы о том, что у ежа, крота, овцы и лошади шесть поясничных позвонков (vertebrae lumbales), у кролика, зайца, собаки домашней, динго и волка — их семь, а также то, что позвонки поясничного отдела являются наиболее массивными из всех свободных позвонков.

Некоторые результаты морфометрии представлены в табл. 1. Так, у всех исследованных животных передняя высота тела позвонка увеличивается в каудальном направлении от первого до последнего поясничного позвонка, а задняя высота возрастает от первого до четвертого-пятого, а далее снова уменьшается. Поэтому форма тела позвонков неодинакова; от L_1 до L_{IV} клиновидная, а дальше — поперечно-овальная. Поперечный диаметр тела последнего поясничного позвонка почти вдвое больше дорсо-вентрального диаметра. В изменении дорсальной и вентральной длин тела позвонков никакой закономерности не обнаружено. Разница между этими двумя промерами составляет 1—2 мм. У кролика, собаки, лошади и овцы тело последнего поясничного позвонка несколько короче, чем тело позвонков, лежащих впереди.

На дугах всех поясничных позвонков исследованных нами животных имеются краниальные и каудальные суставные отростки (processus

Таблица 1

Животное	Промеры (в мм) поясничных позвонков некоторых млекопитающих									
	№ поясничного позвонка	Передняя высота тела	Задняя высота тела	Дорсальная длина тела	Вентральная длина тела	Максимальный поперечник тела	Длина остистых отростков	Длина поперечных отростков	Длина краниальных суставных отростков	Длина каудальных суставных отростков
Еж обыкновенный	I	4,0	4,0	6,5	6,4	6,9	6,5	0	3,5	3,0
	IV	4,4	4,4	7,3	7,2	7,0	6,5	0	5,2	2,9
	VI	4,4	4,1	6,8	7,4	6,9	5,7	0	4,9	3,1
Крот обыкновенный	I	1,5	1,8	2,8	3,2	3,3	0	2,1	1,6	1,5
	IV	2,3	2,1	3,4	3,3	3,0	0	2,2	1,7	2,0
	VI	2,2	2,3	3,6	3,3	2,9	0	2,1	2,1	2,0
Кролик домашний	I	5,5	5,3	18,6	18,0	9,8	15,4	12,5	9,4	5,3
	IV	6,2	6,3	18,9	18,4	13,2	21,2	27,0	9,9	5,1
	VI	6,1	6,7	15,2	14,7	13,3	9,1	24,3	8,3	4,5
Заяц-русак	I	6,0	6,6	19,3	19,0	5,6	14,5	12,5	7,5	6,0
	VI	7,5	7,5	21,9	21,7	10,0	13,2	27,0	10,5	6,1
	VII	7,2	7,3	17,1	17,2	11,7	9,1	24,3	10,2	7,0
Собака домашняя	I	10,5	9,9	20,0	18,0	19,2	15,7	11,5	12,1	7,1
	V	11,1	11,0	26,6	22,6	20,7	16,2	31,4	12,3	8,0
	VII	11,2	9,0	18,1	15,3	19,7	11,1	20,0	10,4	8,1
Динго	I	15,0	14,1	28,3	26,3	22,4	22,5	13,2	16,5	9,6
	V	15,3	14,2	30,3	34,4	26,7	22,7	36,3	20,0	9,6
	VII	16,1	14,2	21,9	23,8	28,2	14,1	30,8	11,9	8,1
Волк	I	16,5	16,1	33,2	32,2	28,4	28,0	15,3	19,3	7,2
	V	17,5	17,0	36,5	36,4	30,4	28,5	42,2	17,0	11,0
	VII	16,2	16,5	34,3	35,0	29,2	23,0	43,1	19,3	10,1
Лошадь домашняя	I	41,0	42,1	51,0	51,5	54,7	50,0	110,8	25,0	23,0
	IV	39,7	35,4	55,5	50,0	57,2	44,3	133,3	27,5	20,2
	VI	35,0	29,0	53,2	52,4	44,6	40,1	111,2	23,0	17,8
Овца домашняя	I	16,4	16,4	35,3	31,7	23,9	34,4	47,4	12,8	10,7
	IV	19,3	17,2	37,2	32,8	28,4	38,0	53,1	14,9	11,7
	VI	16,5	14,8	33,8	28,0	33,3	18,2	38,7	16,4	14,2

Примечание: 0 — ничтожно малые размеры.

articulares craniales et caudales), поперечно-реберные отростки (processus transversarii) и остистые отростки (processus spinarii). Их форма и расположение существенно влияют на биомеханику позвоночника. Длина суставных отростков позвонка находится в прямой зависимости от степени развития его тела. Каудальные отростки, как правило, меньше краниальных.

У копытных (лошадь, овца) форма и ориентированность суставных отростков таковы, что они образуют замковые сочленения: краниальные суставные отростки охватывают цилиндрические каудальные отростки не только сбоку, но и сверху.

У хищных (собака, волк) суставные отростки сближены, а их суставные поверхности лежат в плоскости, близкой к сагиттальной.

У зайцеобразных суставные отростки направлены в стороны, расположены в горизонтальной плоскости, что способствует хорошему прогибанию поясничной области.

На подвижность поясничного отдела позвоночника влияют также поперечно-реберные отростки. Мы обнаружили, что их длина увеличивается в направлении от крайних позвонков поясничного отдела к средним. Форма и размеры поперечно-реберных отростков у разных животных различные. У кролика, зайца и собаки они довольно широкие и плоские (кроме последнего поясничного позвонка) и направлены не только латерально, но вперед и вниз. Концы этих отростков расширены и вытянуты в каудальные и краниальные выросты, к которым прикреплены мускулы. У лошади и овцы поперечно-реберные отростки хорошо развиты, расположены в горизонтальной плоскости, заметно расширены к концам. Пространства между отростками смежных позвонков закрыты плоскими межпоперечными связками (*ligamenta intertransversaria*), укрепляющими этот отдел позвоночника.

Длина остистых отростков возрастает от L_1 до L_v и уменьшается от L_v до последнего позвонка. К верхним концам отростков прикреплена надостистая продольная связка (*ligamentum supraspinale*), пространство между ними заполнено межостистой связкой (*ligamenta interspinalia*). У копытных остистые отростки поясничных позвонков представляют собой широкие костные пластинки, расположенные в сагиттальной плоскости, верхние концы которых несколько утолщены и расширены, особенно у первых и последних позвонков. Ориентированы они вверх и вперед. У насекомоядных остистые отростки еле заметны.

Межпозвоночные диски лучше всего изучены у человека (Власов, 1912; Калмыков, 1916; Рохлин, Рубашева, 1936 и др.), у четвероногих млекопитающих — значительно слабее. Поясничные межпозвоночные диски, или хрящи (*discus s. cartilaginee intervertebrales lumbales*), имеются между телами всех смежных поясничных позвонков и между последним поясничным позвонком и *os sacrum*. Число их соответствует числу позвонков. Результаты некоторых измерений этих дисков представлены в табл. 2, из которой видно, что толщина всех межпозвоночных хрящей более или менее одинакова и только последний из них (между последним поясничным позвонком и первым крестцовым позвонком, а у ежа — предпоследний) значительно толще остальных. Мы считаем, что этот самый толстый хрящ обеспечивает наибольшую взаимную подвижность смежных позвонков. В литературе имеются сведения о том, что у старых лошадей внутри последнего межпозвоночного хряща иногда бывает полость, заполненная жидкостью, в силу чего соединение поясницы и *os sacrum* напоминает собой сустав (Власов, 1912). Мы обратили внимание на то, что желеобразный *nucleus pulposus* этого диска у пальцеходящих и фалангоходящих обладает исключительно высоким тургором.

У всех исследованных животных дорсальный отдел межпозвоночного диска самый тонкий, вентральный — самый толстый (табл. 2). Периферическая толщина дисков по длине позвоночника изменяется параллельно по всей окружности, т. е. либо повсеместно уменьшается, либо увеличивается. Суммируя толщину всех межпозвоночных дисков поясницы мы находим ту величину, на которую поясничный отдел позвоночника удлиннен за счет дисков. Данные приведены в табл. 3. Самый высокий процент прироста длины поясницы за счет дисков зарегистрирован у собаки домашней, самый низкий — у лошади домашней. В прямой зависимости от суммарной толщины дисков находится степень гибкости поясницы.

Таблица 2

Толщина межпозвоночных дисков поясничного отдела позвоночника
некоторых млекопитающих

Животное	Межпозвоночные диски	Толщина, мм			
		дорсальная	центральная	латеральная	в центре
Еж обыкновенный	1—2	1,3	1,5	1,3	2,2
	2—3	1,2	1,4	1,2	2,0
	3—4	1,5	1,5	1,2	2,1
	4—5	1,5	2,1	1,2	2,2
	5—6	1,7	2,2	1,8	2,3
	6—Sacг.	1,4	2,2	1,4	2,2
Кролик домашний	1—2	1,9	3,2	3,6	1,5
	2—3	1,7	3,0	3,2	1,7
	3—4	1,8	3,5	3,6	1,6
	4—5	1,8	4,0	3,4	1,7
	5—6	1,6	4,0	3,4	2,2
	6—7	1,5	4,4	3,3	2,0
	7—Sacг.	1,9	5,2	3,4	2,5
Заяц-русак	1—2	1,5	2,9	2,0	3,1
	2—3	1,3	3,0	2,0	3,1
	3—4	1,5	3,0	2,0	3,5
	4—5	1,4	3,3	2,1	3,7
	5—6	1,7	3,3	2,0	3,8
	6—7	2,0	3,8	2,1	4,1
	7—Sacг.	4,1	5,0	3,5	4,5
Собака домашняя	1—2	4,3	4,7	5,7	3,3
	2—3	4,6	5,5	5,9	3,4
	3—4	4,6	5,6	5,9	3,5
	4—5	5,0	5,0	5,0	3,2
	5—6	5,1	5,0	5,8	4,0
	6—7	5,9	6,7	7,0	3,7
	7—Sacг.	6,4	7,9	7,2	4,2
Собака динго	1—2	8,2	9,2	8,6	8,2
	2—3	8,7	9,6	8,3	8,1
	3—4	8,8	9,7	8,1	8,1
	4—5	7,4	10,0	7,8	8,0
	5—6	6,9	8,7	5,6	7,8
	6—7	9,4	10,3	5,1	8,4
	7—Sacг.	10,2	11,4	4,9	9,3
Волк	1—2	6,1	7,4	6,2	7,3
	2—3	6,5	7,5	6,4	7,5
	3—4	6,2	7,4	6,4	7,2
	4—5	5,7	6,7	6,5	6,4
	5—6	5,5	7,2	6,5	6,4
	6—7	5,4	7,3	6,2	5,6
	7—Sacг.	6,7	7,8	6,3	6,2
Лошадь домашняя	1—2	5,1	10,5	6,4	3,2
	2—3	5,2	10,5	6,2	3,2
	3—4	5,0	10,0	6,1	3,0
	4—5	5,3	10,0	6,2	3,4
	5—6	5,4	7,5	6,5	3,1
	6—Sacг.	7,3	14,3	10,0	6,2

Продолжение табл. 2

Животное	Межпозвоночные диски	Толщина, мм			
		дорсальная	вентральная	латеральная	в центре
Овца домашняя	1—2	6,0	7,5	6,1	7,1
	2—3	6,3	7,4	6,2	7,2
	3—4	6,1	7,3	6,0	7,0
	4—5	5,8	7,0	6,4	7,3
	5—6	5,4	7,2	6,3	6,4
	6—Sac.	6,5	7,8	6,6	7,5

Интересно то, что у различных представителей Canidae процент увеличения длины поясницы за счет толщины межпозвоночных дисков неодинаков. Например, у собаки домашней отношение длины костной части поясничного отдела позвоночника к длине хрящевой части равно 4,4 : 1, у динго — 5,3 : 1, а у волка — 5,4 : 1, т. е. даже у представителей одного семейства степень подвижности поясницы не одинакова.

Таблица 3

Длина костной и хрящевой частей поясничного отдела позвоночника

Животное	Общая длина поясничного отдела позвоночника, см	Суммарная длина межпозвоночных хрящей, см	Отношение длины костной части поясничного отдела к длине его хрящевой части	Отношение суммы длины хрящевой части позвоночника к длине его костной части, %
Еж обыкновенный	6,8	0,8	8,5 : 1	11,7
Кролик домашний	18,5	2,39	7,7 : 1	12,9
Заяц-русак	13,5	1,57	8,6 : 1	11,6
Собака домашняя	17,5	3,95	4,4 : 1	22,5
Динго	26,0	4,84	5,3 : 1	18,6
Волк	25,0	4,57	5,4 : 1	18,3
Лошадь домашняя	65,0	4,14	15,7 : 1	6,3
Овца домашняя	26,0	3,76	6,7 : 1	14,6

Результаты наших исследований позволяют высказать предположение, что в процессе эволюции млекопитающих перестройка поясничного отдела позвоночника шла у одних млекопитающих по пути упрочения и ограничения подвижности этого отдела, у других — по пути упрочения и значительного увеличения подвижности. Быстрый бег и прыжки делают поясничный отдел прочным и жестким, а рытье, лазанье по деревьям — прочным и гибким. Достигаются эти качества за счет различного соотношения костной и хрящевой ткани в поясничном отделе позвоночника и за счет изменений характера сочленений позвонков. У исследованных нами животных самым подвижным является поясничный отдел позвоночника у собаки домашней (у других плотоядных степень подвижности этого отдела несколько меньше, но достаточно высокая), наименее подвижным — у лошади и других копытных.

Л И Т Е Р А Т У Р А

- Алексеев В. П. 1966. Остеометрия. М.
 Власов Н. М. 1912. Synchondrosis позвоночника лошади. Уч. зап. Казан. вет. ин-та, т. 28, в. 3—4.
 Волкобой М. Ф. 1940. Про деякі особливості костовертебральних сполучень у свійських ссавців. Наук. праці Київ. вет. ін-ту, т. II.

- Динабург Г. Д., Рубашева А. И. 1960. Міжхребцеві диски. К.
 Жеденов В. Н. 1957. Анатомия кролика. М.
 Калмыков М. П. 1916. Synchondrosis позвоночника собаки. Уч. зап. Казан. вет. ин-та, т. 33, в. 1—2.
 Осинский П. А. 1958. О функциональных особенностях позвоночника у четвероногих млекопитающих, определяемых различным способом их передвижения. Тр. VI Всесоюз. съезда анат., гистол. и эмбриол. К.
 Его же. 1968. Возрастные изменения структуры межпозвоночных дисков у крупного рогатого скота. В кн.: «Научные основы производства говядины». К.
 Рохлин Д. И., Рубашева А. Е. 1936. Возрастные особенности позвоночника и косвенные симптомы патологии межпозвоночного диска. Вестн. рентгенологии и радиологии, т. 17.
 Садовский Н. В. 1960. Топографическая анатомия домашних животных. М.
 Krause W. 1884. Die Anatomie der Kaninchen. Leipzig.

Поступила 21.VIII 1973 г.

ON COMPARATIVE-ANATOMICAL AND FUNCTIONAL ANALYSIS OF THE LUMBAR REGION IN CERTAIN MAMMALS

O. Ya. Pylypchuk

(Institute of Zoology, Academy of Sciences, Ukrainian SSR)

Summary

The article deals with certain results of comparative-anatomical analyses and morphometry of bone, cartilage and ligament apparatuses of the lumbar region in certain mammals and with an attempt of their biomechanical analysis.