

УДК 612. 821

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КОМПЛЕКСОВ МЫШЦ СЕРЫХ КРЫС РАЗЛИЧНЫХ ВОЗРАСТНЫХ ГРУПП

© 2003 г. Н.И. Простаков, Н.М. Еремина

Воронежский государственный университет

Исследованы локомоторные комплексы мышц туловища, плечевого пояса, задних конечностей серых крыс. Проведен сравнительный анализ комплексов мышц у разных возрастных групп. При определении возраста животных учитывалась совокупность признаков, в том числе, вес тела и состояние зубной системы. Для сравнения были использованы индексы (отношение веса мышцы к весу комплекса мышц в процентах). У мышц соответствующих комплексов II и III возрастных групп между ними выявлены достоверные различия.

В формировании поведения животных большое значение имеет «личный опыт», приобретенный в течение жизни (Панов, 1969, 1983; Сломин, 1976). Поведение никогда не бывает чисто врожденным. В течение жизни у животных образуются многочисленные условные рефлексы, которые формируются в результате индивидуального опыта путем «проб» и «ошибок», а также на основе подражания (Фабри, 1976, 1982; Крымов, 1961, 1983; Соколов, Квашнин, 1985; Veauch 1945).

В двигательном поведении ведущая роль принадлежит мышцам. О специализации конечностей млекопитающих свидетельствуют данные сравнительно-анатомических исследований мышц (Климов, 1955; Гамбарян, 1972). Работ, посвященных изучению мышц, немного. Так, Петерка (Peterka, 1967) изучал строение костей и мышц грызунов для выявления приспособлений к различным условиям жизни. Для сравнения им были использованы аналогичные данные по морфологии крысы, не обладающей специализацией. Описание мышц конечностей млекопитающих приводится в работах П.П.Гамбаряна, Н.М.Дукельской (1955), П.П. Гамбаряна (1960,1972), А.С.Соколова (1964) и др.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Для характеристики мышц и мышечных комплексов использовался материал, собранный в г. Воронеж и хранящийся в 10% растворе формалина. За сутки перед разбором тушки животных вымачивали в воде. При осмотре тушек изучались форма и топография каждой мышцы и мышц, расположенных симметрично, и определялся их вес с помощью торсионных весов. Было разобрано 76 тушек полувозрастных животных II возрастной (sad) и 79 тушек взрослых животных III возрастной (ad) группы (Шилов, 1969),

у которых сравнивались состояния локомоторных систем по абсолютным и относительным величинам групп мышц передних и задних конечностей.

По названным признакам проводилось сравнение двух возрастных групп животных. Для определения возраста взята совокупность признаков, в том числе, вес тела и состояние зубной системы (Карнаухова, 1971; Клевезаль, Клейненберг,1967).

Материал обрабатывался статистически по общепринятой методике (Рокицкий, 1961, 1973; Вознесенский, 1969; Лакин, 1968, 1990) для малых выборок.

Вычислялись средние арифметические

$$\bar{x} = \sum x : n ,$$

ошибка среднего арифметического $S \bar{x} = \delta : n - 1 ,$

коэффициент вариации $Cv = \delta r 100 : \bar{x} ,$

ошибка коэффициента вариации $S cv = C : \sqrt{2n} ,$
достоверность различий между группами

$$T = \bar{x} - x^- : \sqrt{M \bar{x} + M^- x} .$$

Для сравнения были использованы индексы (отношение веса мышцы к весу комплекса мышц в процентах) следующих мышц пояса задней конечности (табл. 1, 2):

ягодичной поверхностной (m. gluteus superficialis), полусухожильной (m. semitendihosus), полуперепончатой задней (m. sevinembranosus pesterior), полуперепончатой передней (m. seminembranosus anterior), ягодичной средней (m. qlutaeus medius), длинной приводящей (m. adductor lonqus), короткой приводящей (m. adductor brevis), четырехглавой бедра (m. quadriceps femeris), пяточной (m. soleus), икроножной (m. gastrochemius medialis), латеральной головки трехглавой (m. gastrochemius lotcealis), передней большеберцовой (m. tebialis anterior), задней

Таблица 1.

Средние арифметические и коэффициенты изменчивости индексов мышц тазового пояса животных

II возрастной группы

II возрастная группа					
Мышцы	х лев. \pm Lx пр.	х пр. \pm Lx пр.	Cv лев. \pm Lcv лев.	Cv пр. \pm Lcv пр.	T
Ягодичная поверхностная	4,28 \pm 0,22	4,86 \pm 0,24	16,08 \pm 4,18	15,86 \pm 4,24	1,77
Полусухожильная	4,85 \pm 0,26	44,98 \pm 0,25	17,10 \pm 5,06	16,12 \pm 5,18	0,37
Полуперепончатая задняя	1,62 \pm 0,12	1,67 \pm 0,12	22,95 \pm 6,04	24,40 \pm 7,24	0,30
Полуперепончатая передняя	6,89 \pm 0,24	6,86 \pm 0,29	11,35 \pm 4,02	13,65 \pm 4,28	0,09
Ягодичная средняя	9,25 \pm 0,33	9,43 \pm 0,29	11,16 \pm 4,26	9,89 \pm 5,26	0,41
Длинная приводящая	0,62 \pm 0,03	0,61 \pm 0,03	15,70 \pm 5,17	18,37 \pm 6,24	0,02
Короткая приводящая	2,71 \pm 0,21	2,77 \pm 0,23	24,33 \pm 6,24	27,13 \pm 7,18	0,20
Четырехглавая	8,82 \pm 0,39	8,87 \pm 0,37	13,86 \pm 5,86	13,41 \pm 6,67	0,11
Пяточная	0,86 \pm 0,04	0,81 \pm 0,05	16,98 \pm 5,18	20,11 \pm 5,38	0,96
Икроножная	3,84 \pm 0,25	4,15 \pm 0,46	11,42 \pm 4,82	11,54 \pm 4,18	0,58
Трехглавая	4,56 \pm 0,22	4,42 \pm 0,25	15,28 \pm 5,54	18,33 \pm 5,62	0,45
Передняя большеберцовая	2,65 \pm 0,11	2,57 \pm 0,19	14,14 \pm 5,27	19,74 \pm 5,34	0,25
Задняя большеберцовая	1,10 \pm 0,07	1,24 \pm 0,75	10,13 \pm 4,02	11,16 \pm 4,82	0,48
Длинный разгибатель	0,74 \pm 0,05	0,78 \pm 0,56	9,82 \pm 3,19	7,12 \pm 3,36	0,81
Длинный сгибатель	1,03 \pm 0,15	1,25 \pm 0,08	15,47 \pm 4,26	21,09 \pm 7,21	0,54

Таблица 2.

Средние арифметические и коэффициенты изменчивости индексов мышц тазового пояса животных

III возрастной группы

III возрастная группа					
Мышцы	х лев. \pm Lx лев.	х пр. \pm Sx пр.	Cv лев. \pm Scv лев.	Cv пр. \pm Scv пр.	T
Ягодичная поверхностная	4,54 \pm 0,28	5,21 \pm 0,48	17,48 \pm 4,12	26,18 \pm 6,17	1,19
Полусухожильная	4,28 \pm 0,38	4,61 \pm 0,39	25,14 \pm 5,92	23,93 \pm 5,64	0,61
Полуперепончатая задняя	1,93 \pm 0,16	1,93 \pm 0,16	24,62 \pm 5,81	24,16 \pm 5,69	0,05
Полуперепончатая передняя	7,20 \pm 0,43	6,44 \pm 0,80	16,71 \pm 3,93	35,11 \pm 8,27	0,92
Ягодичная средняя	9,91 \pm 0,33	10,16 \pm 0,23	10,09 \pm 2,38	6,68 \pm 1,57	0,59
Длинная приводящая	0,63 \pm 0,08	0,74 \pm 0,08	35,78 \pm 8,43	32,63 \pm 7,69	0,90
Короткая приводящая	3,13 \pm 0,14	0,74 \pm 0,05	12,67 \pm 2,98	11,93 \pm 2,81	0,68
Четырехглавая	8,25 \pm 0,36	1,31 \pm 0,13	12,11 \pm 2,85	8,45 \pm 1,99	0,68
Пяточная	0,85 \pm 0,04	0,81 \pm 0,05	14,06 \pm 3,31	18,66 \pm 4,40	0,48
Икроножная	3,51 \pm 0,23	3,55 \pm 0,24	20,33 \pm 4,79	19,32 \pm 4,55	0,13
Трехглавая	5,65 \pm 0,23	5,77 \pm 0,25	11,83 \pm 2,79	12,04 \pm 2,83	0,36
Передняя большеберцовая	2,67 \pm 0,07	2,76 \pm 0,14	8,15 \pm 1,92	14,41 \pm 3,39	0,55
Задняя большеберцовая	1,18 \pm 0,09	1,15 \pm 0,11	22,28 \pm 5,25	27,94 \pm 6,59	0,24
Длинный разгибатель	0,81 \pm 0,02	0,74 \pm 0,05	9,23 \pm 2,17	20,68 \pm 4,87	1,10
Длинный сгибатель	1,15 \pm 0,10	1,31 \pm 0,13	24,72 \pm 5,82	28,47 \pm 6,71	0,96

большеберцовой (m. tibialis posterior), длинного разгибателя (m. extensor digitorum longus), длинного сгибателя (m. flexor digitorum longus); плечевого пояса (табл. 3, 4): предостной (m. supraspinatus), заостной (m. infraspinatus), подлопаточной (m. subscapularis), круглой большой (m. teres major), трехглавой плеча (m. triceps brachii), двуглавой плеча (m. biceps brachii); мышц туловища (табл. 3, 4): дорзальной зубчатой (m. serratus dorsalis), лестничной (m. scalenus), длиннейшей спины (m. longissimus dorsi), квадратной поясничной (m. quadratus lumborum), широчайшей спины (m. latissimus dorsi), грудной поверхностной (m. pectoralis superficialis), грудной внутренней (m. pectoralis profundus), груд-

ной брюшной (m. pectoralis abdominalis), зубчатой вентральной (m. serratus ventralis).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Исходя из полученных результатов, мышцы правой и левой сторон внутри каждой возрастной группы достоверных отличий не имеют, и достоверность различий при сравнении меньше 1, т.е. четко выражена присущая большинству млекопитающих билатеральная симметрия (T = 1,77) при очень низком уровне значимости (P > 01).

Внутри мышечных комплексов разные мышцы имеют различные показатели. Убывание индексов мышц в комплексе мышц тазового пояса происхо-

**Средние арифметические и коэффициенты изменчивости индексов мышц туловища и плечевого пояса
II возрастной группы**

II возрастная группа					
Мышцы	х лев. + Lx лев.	х пр. + Lx пр.	Cv лев. + Lcv лев.	Cv пр. + Lcv пр.	T
Дорзальная зубчатая	3,18 ± 0,34	3,37 ± 0,10	31,83 ± 2,07	9,26 ± 7,11	0,54
Лестничная	3,68 ± 0,29	3,53 ± 0,30	24,61 ± 5,24	26,98 ± 5,75	0,34
Длиннейшая спины	9,47 ± 0,41	9,51 ± 0,46	13,79 ± 2,94	15,46 ± 3,29	0,06
Квадратная поясничная	22,98 ± 0,51	22,38 ± 0,51	6,98 ± 1,48	7,21 ± 1,53	0,83
Грудная ключичная сосковидная	2,19 ± 0,17	2,06 ± 0,13	24,77 ± 5,28	17,21 ± 3,67	0,59
Широчайшая спины	10,49 ± 1,03	10,35 ± 0,96	30,23 ± 6,44	29,42 ± 6,27	0,09
Грудная поверхностная	4,40 ± 0,27	4,06 ± 0,27	19,13 ± 4,07	21,60 ± 4,61	0,89
Грудная брюшная	1,19 ± 0,14	1,17 ± 0,08	36,79 ± 7,84	23,21 ± 4,94	0,17
Грудная внутренняя	3,85 ± 0,21	3,94 ± 0,22	18,24 ± 3,14	9,14 ± 3,14	0,18
Зубчатая вентральная	6,52 ± 0,32	6,36 ± 0,31	14,40 ± 2,56	15,75 ± 3,27	0,25
Предостная	6,78 ± 0,36	6,84 ± 0,21	7,84 ± 2,11	8,01 ± 1,83	0,13
Заостная	7,77 ± 0,26	7,52 ± 0,26	10,64 ± 2,27	11,20 ± 2,38	0,67
Подлопаточная	9,74 ± 0,52	9,37 ± 0,36	16,98 ± 3,62	12,21 ± 2,61	0,59
Круглая большая	6,79 ± 0,43	6,71 ± 0,43	20,01 ± 4,26	20,45 ± 4,36	0,16
Трехглавая плечевая	2,28 ± 0,56	2,17 ± 0,54	7,74 ± 1,65	7,85 ± 1,67	1,48
Двуглавая плечевая	4,52 ± 0,27	4,81 ± 0,45	19,36 ± 4,13	29,96 ± 6,38	0,53

Таблица 4.

**Средние арифметические и коэффициенты изменчивости индексов мышц туловища и плечевого пояса
животных III возрастной группы**

III возрастная группа					
Мышцы	х лев. + Sx лев.	х пр. + Sx пр.	Cv лев. + Scv лев.	Cv пр. + Scv пр.	T
Дорзальная зубчатая	4,91 ± 0,35	4,85 ± 0,37	20,03 ± 4,72	21,91 ± 5,16	0,11
Лестничная	2,23 ± 0,13	2,35 ± 0,18	19,73 ± 4,65	22,48 ± 5,29	0,50
Длиннейшая спины	10,35 ± 0,46	11,37 ± 0,54	12,58 ± 2,99	13,45 ± 3,17	1,42
Квадратная поясничная	21,45 ± 0,45	21,79 ± 0,45	6,01 ± 1,41	5,93 ± 1,39	0,52
Грудная ключичная сосковидная	2,44 ± 0,16	2,35 ± 0,12	19,44 ± 4,58	14,77 ± 3,48	0,42
Широчайшая спины	10,63 ± 0,95	10,94 ± 1,65	33,44 ± 7,88	42,91 ± 10,11	0,15
Грудная поверхностная	14,41 ± 0,81	14,13 ± 0,70	15,86 ± 3,74	14,11 ± 3,32	0,26
Грудная брюшная	1,16 ± 0,13	13,22 ± 0,14	32,75 ± 7,71	30,59 ± 7,21	0,81
Грудная внутренняя	4,61 ± 0,12	4,70 ± 0,17	7,33 ± 1,73	10,30 ± 2,42	0,40
Зубчатая вентральная	5,98 ± 0,33	7,08 ± 0,33	14,29 ± 3,36	13,27 ± 3,13	0,21
Предостная	7,22 ± 0,39	7,30 ± 0,17	15,47 ± 3,63	6,65 ± 1,56	0,17
Заостная	6,30 ± 0,31	6,73 ± 0,29	13,71 ± 3,23	12,19 ± 2,87	0,54
Подлопаточная	10,61 ± 0,72	9,55 ± 0,29	19,29 ± 3,54	8,81 ± 2,07	1,55
Круглая большая	6,85 ± 0,16	7,07 ± 0,28	6,94 ± 1,63	11,51 ± 2,71	0,68
Трехглавая плечевая	4,35 ± 0,33	4,23 ± 0,46	5,83 ± 0,94	5,42 ± 1,27	0,23
Двуглавая плечевая	3,82 ± 0,11	3,74 ± 0,19	7,87 ± 1,85	14,95 ± 3,52	0,35

дит следующим образом: у животных II возрастной группы – ягодичная средняя (9,25 ± 0,33), четырехглавая (8,82 ± 0,39), полуперепончатая передняя (6,89 ± 0,24), полусухожильная (4,85 ± 0,26), трехглавая бедра (4,56 ± 0,22); у животных III возрастной группы – ягодичная средняя (9,91 ± 0,33), четырехглавая (8,25 ± 0,36), полуперепончатая передняя (7,20 ± 0,43), полусухожильная (4,28 ± 0,38), трехглавая бедра (5,65 ± 0,23), т.е. параллельно у обеих групп. Таким образом, развитие локомоторных систем выражается в накоплении массы каждой мышцы. Перегруппировки мышц по изменению индекса у данных воз-

растных групп не наблюдается. Ягодичная средняя мышца имеет самый высокий индекс и является одним из самых сильных разгибателей тазобедренного сустава; все четыре части четырехглавой мышцы служат мощным разгибателем коленного сустава. Полусухожильная и передняя полуперепончатая мышцы сгибают коленный сустав и разгибают тазобедренный сустав. Высокие индексы свидетельствуют об особой роли этих мышц в комплексе. Действительно, по материалам П.П. Гамбаряна (1972), крыса относится к примитивно рикошетирующим животным. Под примитивным рикошетом понимается

Таблица 5

Коэффициенты достоверности различий мышц животных II и III возрастных групп

Мышцы	T (лев.)	T (прав.)
Ягодичная поверхностная	8,21	8,24
Полусухожильная	7,47	8,15
Полуперепончатая задняя	8,45	8,76
Полуперепончатая передняя	4,52	7,18
Ягодичная средняя	8,90	8,25
Длинная приводящая	7,61	6,21
Короткая приводящая	8,15	8,75
Четырехглавая	7,21	7,18
Пяточная	8,63	8,62
Икроножная	6,12	7,18
Трехглавая	5,84	7,15
Передняя большеберцовая	6,18	6,52
Задняя большеберцовая	6,21	5,89
Длинный разгибатель	8,75	6,24
Длинный сгибатель	7,90	6,24
Дорзальная зубчатая	5,96	8,94
Лестничная	6,19	7,62
Длиннейшая спины	5,97	5,84
Квадратная поясничная	7,24	6,27
Широчайшая спины	7,56	7,27
Грудная поверхностная	8,27	6,94
Грудная брюшная	5,89	7,25
Грудная внутренняя	6,19	8,56
Зубчатая вентральная	8,36	5,91
Предостная	8,21	7,80
Заостная	7,23	8,51
Подлопаточная	7,86	8,36
Трехглавая плеча	7,27	7,56
Двуглавая плеча	7,86	6,19

поднятие тела на высоту препятствия и длину конечностей. Центр тяжести в этом случае жестко связан с тазобедренным суставом так, что любое движение центра тяжести будет соответствовать движению тазобедренного сустава. Иначе говоря, любое движение животного непосредственно связано с работой мышц данного комплекса, и, очевидно, основная нагрузка падает на ягодичную среднюю, полуперепончатую переднюю, полусухожильную, четырехглавую и трехглавую мышцы, которые имеют наибольшие индексы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе сказанного можно сделать вывод, что значимость индекса свидетельствует о величине нагрузки, выполняемой мышцей в локомоторной системе. По величине индексов особенно выделяются квадратная по-

ясничная ($J=22,98 \pm 0,51$; $J=21,45 \pm 0,45$), широчайшая спины ($J=10,49 \pm 1,03$; $J=10,63 \pm 0,95$), трехглавая плеча ($J=2,28 \pm 0,56$; $J=4,35 \pm 0,33$), подлопаточная ($J=9,74 \pm 0,52$; $J=10,61 \pm 0,72$) мышцы. Они выполняют самые различные функции: квадратная поясничная мышца сгибает позвоночный столб, длиннейшая мышца спины является наиболее мощным разгибателем спины, широчайшая мышца спины сгибает плечевой сустав, а трехглавая мышца разгибает локтевой сустав.

Осуществление этих функций крайне важно для крысы, т.к. работа названных мышц является основой наиболее типичных для животного двигательных актов (Еремина и др., 1998). Квадратная поясничная мышца и длиннейшая мышца спины определяют характерную позу, фиксируя позвоночный столб в дугообразном положении. Широчайшая спины, трехглавая и подлопаточная мышцы выполняют большую нагрузку при груминге, передвижении, которые занимают большую часть периода активности.

При сравнении соответствующих мышц животных II и III возрастных групп между ними обнаружены достоверные отличия. Несмотря на то, что животные по возрасту отличаются незначительно (разница может составлять 3-5 месяцев), показатель достоверности различий большой, коэффициент достоверности лежит в пределах 4,52–8,90 для левой стороны и 5,84–8,94 для правой стороны (табл. 1). Эти данные подтверждают гипотезу о том, что развитие мышц идет постоянно, а двигательные навыки формируются на протяжении всей жизни животных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вознесенский В.Л. Первичная обработка экспериментальных данных. Л.: Наука, 1969. – 83 с.
2. Гамбарян П.П., Дукельская Н.М. Крыса. М.: Сов.наука, 1955. – 254 с.
3. Гамбарян П.П. Приспособительные особенности органов движения роющих млекопитающих. Ереван, 1960. – 195 с.
4. Гамбарян П.П. Бег млекопитающих. Л.: Наука, 1972. – 334 с.
5. Глаголев П.А. Анатомия сельскохозяйственных животных с основами гистологии и эмбриологии. М.: Сельхозиздат, 1962. – 472 с.
6. Еремина Н.М., Салей А.П., Простаков Н.И. Анализ мышечной массы у крыс как показатель развития локомоторной системы // Физиология и психофизиология мотиваций. Воронеж: Воронеж. гос. ун-т, 1998. Вып. 2. – С. 23-24.
7. Карнаухова Н.Г. Определение возраста серых и черных крыс // Экология, 1971. № 4. – С. 71-76.
8. Клевезаль Г.А., Клейнберг С.Е. Определение возраста животных по слоистым структурам зубов и кости. М.: Наука, 1967. – 144 с.

9. *Климов А.Ф.* Анатомия домашних животных. М.: Сельхозиздат, 1955. –Т.1 – 576 с.
10. *Крымов А.А.* Игра в развитии мотивации поведения у крыс // Вестн. МГУ. Сер. Биол. 14. Психология, 1961. № 4. – С. 39-47.
11. *Крымов А.А.* Развитие психологической деятельности млекопитающих в игровом периоде онтогенеза: Автореф. дис. ... канд. психол. наук. М., 1983. – 21 с.
12. *Лакин Г.Ф.* Биометрия. М.: Высш. шк., 1968. – 286 с.
13. *Лакин Г.Ф.* Биометрия. М.: Высш. шк., 1990. – 351 с.
14. *Панов Е.Н.* Демонстративное поведение животных. Природа, 1969. № 1.- С. 51-59.
15. *Панов Е.Н.* Поведение животных и этологическая структура популяций. М.: Наука, 1983. – 423 с.
16. *Рокицкий П.Ф.* Основы вариационной статистики для биологов. Минск, 1961. – 224 с.
17. *Рокицкий П.Ф.* Биологическая статистика. Минск: Высш. шк., 1973.- 319 с.
18. *Слоним А.Д.* Среда и поведение: Формирование адаптивного поведения. Л.: Наука, 1976. – 270 с.
19. *Соколов А.С.* Строение мышц задней конечности у представителей семейства беличьих (Sciluridae). Тр. зоол. ин-та, 1964. Т. 32. – С. 927-938.
20. *Соколов В.Е., Квашиин С.А.* Онтогенез поведения диких серых крыс в послегнездовой период // Распространение и экология серой крысы и методы ограничения ее численности. М.: Наука, 1985. – С. 147-170.
21. *Фабри К.Э.* Основы зоопсихологии. М.: Изд-во МГУ, 1976. – 287 с.
22. *Фабри К.Э.* Игры животных и игры детей: сравнительно-психологические аспекты // Вопросы психологии. М., 1982. № 3. – С. 26-34.
23. *Шилов И.А.* Летняя пр актика по зоологии позвоночных // Методическое пособие для преподавателей гос. университетов и педагогических институтов. М.: Изд-во Московского ун-та, 1969. – 52 с.
24. *Beach F. A.* Current concepts of play in animals // Amer. Natur. 1945. Vol. 79. - P. 523-541.
25. *Peterca H. A.* A. stadu of the biology and osteology of tree Sceurus wiht regard to adaptation the arboreal qlissant and possorial habits. Trans. Kans. Acad. See. 39. PЖ, 1967. № 7. - P. 188-197.