

УДК 636.5.033

## РОСТ СКЕЛЕТА И МЫШЕЧНО-КОСТНОЕ СООТНОШЕНИЕ У КУРОЧЕК ПОРОДЫ КОРНИШ

В.П. ПАНОВ<sup>1</sup>, В.Е. НИКИТЧЕНКО<sup>2</sup>, Д.В. НИКИТЧЕНКО<sup>2</sup>, А.Н. АМЕЛИНА<sup>3</sup><sup>1</sup>РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева;<sup>2</sup>Российский университет дружбы народов;<sup>3</sup>Исследовательский институт химического разнообразия)

*Представлены результаты исследований по росту скелета в целом и отдельных его составляющих у курочек мясной породы корниш (от рождения до возраста 420 дней). Относительная масса скелета и его частей с возрастом в основном уменьшается. Показаны изменения массы скелетных структур в различные периоды постнатального онтогенеза. Рост скелета и его частей характеризуются в основном отрицательной аллометрией, иногда близкой к изометрии, при высоком коэффициенте детерминации по всем показателям. Кости, составляющие осевой скелет тела, растут фактически с одинаковой скоростью ( $b = 0,94-0,96$ ). Скелет плечевого пояса, в соответствии с предыдущими данными, по скорости роста обгоняет массу тела, т.е. обладает положительной аллометрией ( $P \leq 0,01$ ). Это относится к двум костям: ключице ( $b = 1,10; P \leq 0,01$ ) и коракоиду ( $b = 1,05; P \leq 0,01$ ). Лопатка, судя по нашим данным, растет изометрично ( $b = 0,99$ ). Полученные результаты дают основание определить их функциональное значение в связи с размерами и массой животных. Для быстрорастущих мышц осевой части тела, главным образом расположенных в области грудной кости и плеча, требуются и более обширные площади для прикрепления. В этом основную роль играют ключица и коракоид, что и вызывает необходимость их интенсивного роста и развития. Несмотря на то, что на лопатке оканчивается достаточно значительное количество мышц, площади их прикрепления небольшие. Возможно, этим определяется изометричный рост лопатки.*

*Выявлено соотношение мышц и костей в различных частях тела курочек в конце выращивания (масса птиц 4990 г). Грудная часть наиболее мясистая и на 95–96% представлена мышцами. Второе место по содержанию мяса занимает область бедра — 90% мышц и 10% костей. Плечо и голень являются менее ценными в товарном плане. Они только на 2/3 состоят из мышц. Самое дистальное звено — кисть — обладает очень низкой товарной ценностью. В кисти в 3,3–3,5 раза меньше мяса, чем в грудной части. Крылья менее мясистые по сравнению с ногами (разница 24%).*

*Делается заключение о необходимости укрепления скелета птиц не за счет увеличения массы, а в результате его структурных преобразований.*

**Ключевые слова:** *рост, относительный рост, скелет, отдельные кости, мышечно-костное соотношение.*

Современное птицеводство базируется на получении продукции двух видов — яиц и мяса. В том и другом случае одной из определяющих благополучие и продуктивные качества птиц является степень развития и механические свойства ске-

лета, что находится в непосредственной связи с его химическим составом. Для кур мясного направления, мышечная система которых превалирует над другими, хорошо развитый скелет определяет здоровье и соответственно перспективы увеличения мясной продуктивности животных. Поэтому вопросам, связанным с нарушением костной системы у птиц мясной направленности, уделяется большое внимание. Слабость скелета связана с проблемами ног, деформацией костей, инфекциями и остеопорозом. Все это, приводит к снижению продуктивности, повышению смертности и последующей выбраковке кур [8, 10, 13, 18]. Состав, структура костей, увеличение их массы и размеров определяются скоростью роста птицы. В связи с этим значительное количество работ посвящено сравнительной оценке скелета и отдельных костей у различных линий, кроссов и пород кур [9, 12, 20, 21]. Установлено соотношение мяса и костей у самок и самцов цыплят-бройлеров в 8-ми недельном возрасте [11]. Особенности развитие отдельных элементов костной системы (большеберцово-заплюсневая кость — *tibiotarsus*) выявлены у медленно- и быстрорастущих цыплят мясного типа [19].

В задачу настоящего исследования входит установление закономерностей роста скелета в целом и его отдельных составляющих, а также изменение мышечно-костного компонента в различных частях тела курочек мясной породы корниш.

### Материал и методы исследований

Объектом исследования служили курочки породы корниш линии Г6. Птица была получена из ФГУП ППЗ СГЦ «Смена» Сергиевско-Посадского района Московской области. Кормление осуществлялось по нормам, предназначенных для кур мясных пород сбалансированными по питательным веществам, энергии, витаминам, микроэлементам комбикормами. Плотность посадки, фронт поения и кормления, температурный, влажностный, световой режимы также соответствовали утвержденным нормативам для племенной птицы. Птица содержалась в секциях по 250 голов.

Материалом служили тушка, скелет в целом и отдельные кости курочек с однодневного возраста до 420-дневного возраста, в каждой возрастной группе было не менее 4 головы. Птиц для исследований отбирали в возрасте 1, 7, 14, 28, 42, 84, 105, 155, 220 и 420 суток.

Для оценки живой массы птицу взвешивали перед убоем (преддубойная масса), предварительно посадив птицу на преддубойную выдержку.

Для оценки морфологического состава тушки осуществляли ее препаровку в соответствии с анатомическими областями. Использовали только правую половину тушки. Массу костей определяли на весах ВЛКТ-500М с точностью до 0,1 г. После отделения мышц устанавливали массу отдельных частей скелета: осевой части (грудина, ребра, позвонки), пояса грудной конечности (ключица, коракоид, лопатка), крыла (плеча, предплечья, кисти), тазовой конечности (бедро, голень) и тазового пояса птиц [4].

При изучении относительного роста костей использовали формулу простой аллометрии  $y = ax^b$  (5). В этих формулах:  $x$  — преддубойная,  $y$  — масса органа (кости),  $b$  — аллометрический и степенной коэффициент, показывающий во сколько раз быстрее ( $b > 1$  положительная аллометрия) или медленнее ( $b < 1$  отрицательная аллометрия) растет орган относительно массы всего организма. Если коэффициент  $b = 1$ , рост массы животного и изучаемого органа происходит изометрично. Показатель  $a$  является константой начального роста живого организма. Статистическая

оценка степенного коэффициента  $b$  аллометрических уравнений проводилась согласно А.А. Зотину [3].

Полученный материал обработан по стандартным программам статистической обработки.

### Результаты исследований

Масса птиц и скелета (от рождения до 14-месячного возраста) увеличивается соответственно в 117 и 82 раза. Все элементы осевого скелета растут фактически с достаточно близкими скоростями (позвонки — в 90, 5 раза, грудная кость — в 91, 5 раза, позвонки — в 93, 7 раза). В целом масса осевого скелета увеличивается в 91, 5 раза.

Кости, входящие в состав пояса крыла, напротив, растут с различной скоростью. Наибольшее увеличение массы за период выращивания курочек отмечено для ключицы (в 174,3 раза), а наименьшее — для лопатки (в 107). Для общей массы костей пояса передних конечностей характерно более значительное увеличение, чем для осевого скелета (в 132,0 раза). В проксимальных звеньях крыла рост костей более высокий, чем в дистальных. Все костные элементы крыла отличаются невысокой скоростью роста (плечо — в 71,7 раза, предплечье — в 74,5 раза, кисть — в 64,3 раза). Пояс тазовых конечностей, представленный комплексной безымянной костью, по накоплению массы занимает положение между осевой частью скелета и костями пояса грудной конечности (увеличивается в 101,2 раза). При сравнении скорости роста скелета крыльев и ног наблюдается различия, свидетельствующие о лучшем развитии тазовой конечности птиц. При этом беговая кость по накоплению массы уступает бедренной (увеличение в 64,1 против 82,3 раза) (табл. 1).

У мясных курочек породы корниш наибольшее наращивание характерно для скелета пояса крыльев, что существенно выше, чем костей других частей тела, особенно свободных конечностей.

Интенсивность увеличения массы скелета и отдельных костей связано с периодом жизни птиц. В раннем постнатальном онтогенезе (с рождения до 14-дневного возраста — начало оперения) наращивание массы костей происходит интенсивно, и для большинства из них, в пределах 9–11 раз. Однако для некоторых костей плечевого пояса величина этого показателя выходит за установленные пределы: ключица (в 11,3 раза) и, особенно, коракоида (в 14,3 раза). Интенсивный рост характерен в этот период также для позвонков в целом без подразделения на отдельные группы (в 12,5) раза. Значительное развитие этих костных компонентов, вероятно, вызвано различными причинами. В случае с костями плечевого пояса их быстрый рост в раннем постэмбриональном онтогенезе связан с развитием мощной мускулатуры в этой части тела птиц. Крепость осевого скелета, прежде всего, определяется, входящими в его состав комплексами позвонков: грудной костью и сложным крестцом, что и обуславливает интенсивный рост позвоночного столба.

В последующем до 84-дневного возраста (первая ювенильная линька) интенсивность роста всех костей существенно уменьшается, а их масса увеличивается только в 3–4,5 раза. Исключение составляет ключица, масса которой возрастает в 5,3 раза. В последний период опыта (интервал 84–420 дней) при общем уменьшении скорости роста костей (увеличение в 1,9–2,4 раза) интенсивность наращивания массы ключица остается более высокой (в 2,9 раза) (табл. 2).

Возрастная динамика абсолютной массы скелета и отдельных костей

Части скелета и отдельные кости	Возраст, дни											
	1	7	14	28	42	84	105	155	220	420		
Живая масса птиц	42,6	172	490	1120	1825	2036	2284	2773	3740	4990		
Общая масса костей тушки	5,9±0,3	21,5±0,5	59,0±1,3	144,0±2,3	204,0±3,4	224,0±3,5	247,0±3,6	289,0±3,8	364,0±3,9	484,4±4,3		
Грудная кость	0,5±0,01	1,7±0,02	4,9±0,08	12,2±0,10	17,7±0,2	19,6±0,3	22,0±0,30	26,1±0,40	33,3±0,50	45,6±0,60		
Ребра	0,3±0,01	1,1±0,03	3,0±0,07	7,5±0,10	10,8±0,10	12,1±0,01	13,6±0,20	16,3±0,30	20,8±0,40	28,1±0,50		
Позвонки	0,8±0,01	3,0±0,05	8,4±0,20	20,7±0,30	29,8±0,40	32,7±0,40	36,3±0,50	43,1±0,80	55,0±1,10	72,7±1,40		
Осевой в целом	1,6±0,05	5,8±0,20	16,3±0,20	40,4±0,40	58,3±0,70	64,4±0,90	71,9±0,90	85,6±1,10	109,1±1,20	146,4±1,60		
Ключица	0,03±0,001	0,12±0,01	0,34±0,10	0,98±0,01	1,47±0,02	1,81±0,03	2,25±0,04	2,96±0,05	3,82±0,06	5,23±0,07		
Коракويد	0,14±0,002	0,60±0,02	2,0±0,03	5,0±0,04	7,3±0,10	8,4±0,10	9,6±0,10	11,3±0,10	14,6±0,10	19,8±0,20		
Лопатка	0,10±0,004	0,40±0,01	1,1±0,01	2,9±0,03	4,1±0,10	4,9±0,10	5,6±0,10	6,5±0,11	8,0±0,10	10,7±0,10		
Пояс крыла	0,27	1,12	3,44	8,88	12,87	15,11	17,45	20,75	26,42	35,73		
Плечо	0,7±0,02	2,7±0,10	7,1±0,10	17,1±0,20	24,1±0,30	26,0±0,30	27,5±0,40	30,8±0,60	38,2±0,70	50,2±0,80		
Предплечье	0,4±0,004	1,5±0,10	4,1±0,10	9,5±0,10	13,3±0,20	14,3±0,20	15,7±0,20	18,2±0,20	22,6±0,20	29,8±0,30		
Кисть	0,3±0,005	1,1±0,02	2,9±0,10	6,9±0,10	9,3±0,10	9,9±0,10	10,6±0,10	12,3±0,10	15,0±0,20	19,7±0,20		
Крыло	1,4	5,3	14,1	33,5	46,7	50,2	53,4	61,3	75,8	99,7		
Крыло с поясом	1,7±0,03	6,4±0,10	17,5±0,20	42,4±0,50	59,7±0,70	65,4±0,90	71,3±1,00	82,0±1,10	102,2±1,30	135,5±1,70		
Тазовые	0,5±0,01	1,9±0,04	5,20,10	13,0±0,20	18,7±0,30	21,1±0,30	24,0±0,40	29,0±0,40	37,9±0,60	50,6±0,80		
Бедро	0,8±0,01	2,8±0,03	7,80,10	20,1±0,50	30,2±0,80	33,7±0,80	37,0±1,00	42,5±1,30	52,1±1,40	68,2±1,60		
Голень	1,3±0,05	4,6±0,10	12,20,30	28,1±0,70	37,1±0,90	39,5±1,00	42,9±0,90	49,9±1,50	62,8±2,20	83,3±2,60		
Ноги	2,5±0,03	9,3±0,10	25,20,50	61,2±1,10	86,1±1,30	94,3±1,40	103,9±1,40	121,4±1,70	152,7±3,00	202,1±3,70		
Периферический в целом	4,3±0,10	15,7±0,30	42,7±0,70	103,6±1,8	145,7±2,40	159,7±2,4	175,1±2,40	203,4±2,60	254,9±3,30	337,6±4,10		

## Увеличением массы скелета и отдельных его частей (разы)

Кости	Периоды роста (дней)			
	1–420	1–14	14–84	84–420
Всего	82,5	10,0	3,8	2,1
Грудная	91,2	9,8	4,0	2,3
Ребра	93,7	10,0	4,0	2,3
Позвонки	72,4	12,5	3,9	2,2
Осевой в целом	91,5	10,2	4,0	2,3
Ключица	174,3	11,3	5,3	2,9
Коракоид	141,4	14,2	4,2	2,3
Лопатка	107,0	11,0	4,4	2,2
Плечевой пояс	132,0	12,7	4,4	2,4
Плечо	71,7	10,1	3,7	1,9
Предплечье	74,5	10,3	3,5	2,1
Кисть	64,3	9,7	3,4	2,0
Крылья	71,2	11,0	3,6	2,1
Тазовые	101,2	10,4	4,1	2,4
Бедро	82,3	9,8	4,3	2,0
Голень	64,1	9,4	3,2	2,1
Ноги	80,8	10,1	3,7	2,1
Конечности в целом	78,5	9,9	3,7	2,4

С возрастом у курочек доля скелета существенно снижается (на 30,2%). Уменьшение относительной массы скелета обусловлено в целом, достаточно постепенным, снижением доли большинства отдельных костей, входящих в его состав. В наибольшей степени это касается периферических частей тела. Масса костей крыльев уменьшается на 39,0%, ног — на 30,5%, а свободных конечностей в целом — на 33,0%. При этом дистальные звенья конечностей подвержены более существенным изменениям, чем проксимальные. Относительная масса костей кисти и голени снижается на 44,3 и 47,0%, а плеча, предплечья и голени на 38,4; 36,2 и 27,1% соответственно. Доли частей ствольного скелета в постнатальном онтогенезе уменьшаются в равной степени и менее значительно, чем кости конечностей (на 22,1%). Скелет плечевого пояса, напротив, получает большее развитие в связи с возрастом птиц (на 13,3%). Относительная масса ключицы увеличивается на 50,0%, коракоида — на 21,2%, а лопатки незначительно уменьшается (на 8,3%). Масса тазовых костей уменьшается, но, не столь, значительно как других частей скелета (на 13,7%).

Постепенное снижение доли большинства составных частей скелета (без учета ключицы и коракоида) с возрастом нарушается некоторым повышением их в период между 14 и 28 днями онтогенеза, что характерно и для других соматических структур организма [6]. Этот период является началом фазы оперения (14 дней), а также смены пуха на перо и рационов кормления (28 дней) [1]. Существенное снижение относительной массы скелета кисти и голени по

Рост скелета и его частей характеризуются в основном отрицательной аллометрии, иногда близкой к изометрии, при высоком коэффициенте детерминации по всем показателям. Кости, составляющие осевой тела, растут фактически с одинаковой скоростью ( $b = 0,94-0,96$ ). Скелет плечевого пояса, в соответствие с предыдущими данными, по скорости роста обгоняет массу тела, т.е. обладает положительной аллометрией ( $P < 0,01$ ). Это относится к двум костям: ключице ( $b = 1,10$ ;  $P < 0,01$ ) и коракоиду ( $b = 1,05$ ;  $P < 0,01$ ). Лопатка, судя по нашим данным, растет изометрично ( $b = 0,99$ ). Полученные результаты дают основание определить функциональное значение их в связи с размерами и массой животных. Для быстрорастущих мышц осевой части тела, главным образом, расположенных в области грудной кости и плеча требуется и более обширные площади для прикрепления. В этом основную роль играют ключица и коракоид, что и вызывает необходимость их интенсивного роста и развития. Несмотря на то, что на лопатке оканчивается достаточно значительное количество мышц, площади их прикрепления небольшие. Возможно, этим определяется изометричный рост лопатки.

Т а б л и ц а 3

Динамика массы скелета и его составных частей (в % от массы птиц)

Части скелета и отдельные кости	Возраст, дни									
	1	7	14	28	42	84	105	155	220	420
Общая масса костей	13,9	12,5	12,0	12,9	11,2	11,0	10,8	10,4	9,7	9,7
Грудная кость	1,17	0,99	1,0	1,09	0,97	0,96	0,96	0,94	0,89	0,91
Ребра	0,70	0,64	0,61	0,67	0,60	0,59	0,60	0,59	0,56	0,56
Позвонки	1,88	1,74	1,71	1,84	1,63	1,61	1,59	1,55	1,47	1,46
Осевой в целом	3,76	3,37	3,32	3,61	3,19	3,16	3,15	3,09	2,92	2,93
Ключица	0,070	0,070	0,069	0,088	0,081	0,089	0,099	0,106	0,102	0,105
Коракоид	0,33	0,35	0,41	0,45	0,40	0,41	0,42	0,41	0,39	0,40
Лопатка	0,23	0,23	0,22	0,26	0,22	0,24	0,25	0,23	0,21	0,21
Пояс крыла	0,630	0,650	0,709	0,798	0,701	0,739	0,769	0,746	0,702	0,715
Плечо	1,64	1,57	1,45	1,53	1,32	1,27	1,20	1,11	1,02	1,01
Предплечье	0,94	0,87	0,84	0,85	0,73	0,70	0,69	0,66	0,60	0,60
Кисть	0,70	0,64	0,60	0,62	0,51	0,49	0,46	0,44	0,40	0,39

Части скелета и отдельные кости	Возраст, дни									
	1	7	14	28	42	84	105	155	220	420
Крыло	3,28	3,08	2,89	3,00	2,56	2,46	2,35	2,21	2,02	2,00
Крыло с поясом	3,910	3,730	3,599	3,798	3,261	3,114	3,119	2,959	2,722	2,715
Тазовые	1,17	1,10	1,06	1,16	1,02	1,04	1,05	1,05	1,01	1,01
Бедро	1,88	1,62	1,59	1,79	1,65	1,66	1,62	1,53	1,39	1,37
Голень	3,05	2,67	2,49	2,51	2,03	1,94	1,88	1,80	1,68	1,67
Ноги	5,83	5,41	5,14	5,46	4,72	4,63	4,55	4,38	4,08	4,05
Периферический в целом	10,09	9,13	8,71	9,25	7,98	7,84	7,67	7,34	6,82	6,77

Рост скелета крыла, напротив, отличается отрицательной аллометрией характерной для всех входящих в него костей ( $b = 0,88-0,91$ ) (табл. 4).

Таблица 4

Параметры аллометрического уравнения (масса птицы 43–4990 г)

Группы и отдельные кости	Коэффициенты		R <sup>2</sup>
	A	b	
Общая масса скелета	0,185	0,93 ± 0,008	0,97
Грудная кость	0,013	0,96 ± 0,006	0,98
Ребра	0,008	0,94 ± 0,006	0,98
Позвонки	0,023	0,95 ± 0,007	0,97
Осевой скелет в целом	0,045	0,95 ± 0,005	0,98
Ключица	0,000	1,10 ± 0,022	0,99
Коракоид	0,003	1,05 ± 0,012	0,98
Лопатка	0,002	0,99 ± 0,009	0,98
Плечевой пояс	0,006	1,03 ± 0,006	0,98
Плечо	0,026	0,90 ± 0,022	0,97
Предплечье	0,014	0,91 ± 0,014	0,97
Кисть	0,012	0,88 ± 0,019	0,97
Крыло	0,053	0,90 ± 0,018	0,97
Крыло с плечевым поясом	0,056	0,92 ± 0,003	0,98

Группы и отдельные кости	Коэффициенты		R <sup>2</sup>
	A	b	
Тазовые	0,013	0,97 ± 0,037	0,96
Бедро	0,022	0,95 ± 0,014	0,97
Голень	0,053	0,87 ± 0,014	0,97
Ноги	0,085	0,92 ± 0,008	0,97
Периферический в целом	0,141	0,92 ± 0,010	0,97

Для осевого скелета и его составляющих независимо от возрастного периода отмечена отрицательная аллометрия или изометрия (возрастной период 14–84 дня). Тазовые кости в связи с прикреплением крупных мышц фактически не отстают от роста организма птиц. Скорость роста массы у бедренной и беговой костей различная. Наиболее выражена отрицательная аллометрия у большеберцово-заплюсневой кости, степенной коэффициент у которой равен  $b = 0,87 \pm 0,014$ , а у бедренной кости этот показатель приближается к 1 ( $b = 0,95 \pm 0,014$ ).

Общая масса мышц и костей имеют одинаковую направленность возрастных изменений. Степенной коэффициент  $b$  в том и другом случае уменьшается. В случае с мышцами аллометрический показатель изменяется от положительного значения ( $>1$ ) до отрицательного ( $<1$ ). Скелет характеризуется отрицательной аллометрией, особенно в последний период роста ( $b = 0,85$ ). При этом разность между степенными коэффициентами мышц и скелета в первый возрастной период достоверна при  $P < 0,001$ .

Т а б л и ц а 5

## Относительный рост скелета курочек

Показатели	Коэффициенты					
	a	b	a	b	a	b
	возраст 1–14 дней		возраст 14–84 дня		возраст 84–420 дней	
Общая масса мышц	0,205	1,13 ± 0,007	0,276	1,08 ± 0,141	0,714	0,96 ± 0,025+
Кости	0,169	0,94 ± 0,002	0,188	0,93 ± 0,199	0,354	0,85 ± 0,037
<i>Группы и отдельные кости</i>						
Грудная кость	0,015	0,93 ± 0,037	0,013	0,97 ± 0,169	0,018	0,92 ± 0,056
Ребра	0,011	0,90 ± 0,020	0,008	0,97 ± 0,197	0,011	0,92 ± 0,033
Позвонки	0,021	0,96 ± 0,003	0,024	0,96 ± 0,181	0,033	0,90 ± 0,057
Осевой в целом	0,045	0,95 ± 0,009	0,044	0,96 ± 0,176	0,067	0,90 ± 0,027



Показатели	Коэффициенты					
	a	b	a	b	a	b
	возраст 1–14 дней		возраст 14–84 дня		возраст 84–420 дней	
Ключица	0,001	0,99 ± 0,0001	0,000	1,14 ± 0,257	0,003	1,14 ± 0,417
Коракоид	0,002	1,09 ± 0,025	0,004	0,99 ± 0,137	0,007	0,93 ± 0,043*
Лопатка	0,003	0,98 ± 0,002	0,002	1,02 ± 0,265	0,009	0,84 ± 0,087
Пояс крыла	0,005	1,04 ± 0,006	0,006	1,02 ± 0,185	0,013	0,93 ± 0,061
Плечо	0,020	0,95 ± 0,004	0,026	0,91 ± 0,216	0,096	0,73 ± 0,141
Предплечье	0,011	0,95 ± 0,015	0,018	0,88 ± 0,180	0,031	0,80 ± 0,044*
Кисть	0,054	0,93 ± 0,760	0,060	0,92 ± 0,205	0,030	0,76 ± 0,069
Крыло	0,040	0,95 ± 0,001	0,058	0,89 ± 0,224	0,148	0,76 ± 0,086
Крыло с поясом	0,054	0,93 ± 0,006	0,060	0,92 ± 0,205	0,146	0,80 ± 0,063
Тазовые	0,014	0,96 ± 0,000	0,013	0,97 ± 0,174	0,014	0,96 ± 0,012
Бедро	0,024	0,93 ± 0,014	0,014	1,2 ± 0,140	0,096	0,77 ± 0,050
Голень	0,042	0,92 ± 0,001	0,080	0,82 ± 0,304	0,073	0,83 ± 0,044
Ноги	0,072	0,95 ± 0,002	0,085	0,92 ± 0,210	0,159	0,84 ± 0,033*
Периферический в целом	0,126	0,94 ± 0,002	0,145	0,92 ± 0,208	0,301	0,82 ± 0,043*

\* — разность коэффициента b по сравнению с периодом роста 1–14 дней достоверна при  $P < 0,05$ ,  
+ — при  $P < 0,01$ .

В плечевом поясе в первый возрастной период для ключица и лопатка растут изометрично ( $b = 0,98–0,99$ ), а коракоид существенно их опережает ( $b = 1,09$ ). Для ключицы в последующие периоды аллометрический коэффициент существенно выше 1 ( $b = 1,14$ ), но велика ошибка, что не позволяет сделать объективное заключение о росте этой кости. Рост коракоида и лопатки в конечный возрастной период существенно замедляется ( $b = 0,93$  и  $b = 0,84$  соответственно).

Наращивание массы костей крыла постепенно от периода к периоду замедляется и в конце степенной коэффициент b достигает достаточно низких значений (плечевая кость —  $b = 0,73$ , кисть —  $0,76$ ). Подобные изменения отмечены для костей ноги. При этом рост тазовых костей относительно общей массы птиц в различные периоды достаточно постоянен ( $b = 0,96–0,97$ ).

Мышечно-костный комплекс различных частей тела имеет различную относительную скорость роста. Рост этого показателя в целом, грудины, осевой части и бедра характеризуется у птиц положительной аллометрией. Остальные части мышечно-костного компонента или отстают от скорости наращивания массы всего организма или растут изометрично (плечо —  $b = 1,01 ± 0,015$ , ноги —  $b = 1,02 ± 0,015$ ).

Мускулатура в составе мышечно-костного комплекса обладает положительной аллометрией (грудина, мышцы осевой части). Исключение составляет область кисти масса которой растет медленнее мышечно-костного комплекса птиц в целом ( $b = 0,97 \pm 0,0037$ ). Напротив, скелет всех исследованных частей, за исключением кисти ( $b = 1,02$ ) отстает от скорости увеличения общей массы мускулатуры и скелетных элементов ( $b = 0,86-0,98$ ).

Т а б л и ц а 6

**Соотношение процессов роста в мышечно-костных комплексах курочек**

Показатели	Мышцы+кости		Мышцы		Кости	
	а	б	а	б	а	б
В целом	0,401	$1,05 \pm 0,008$	0,648	$1,03 \pm 0,0002$	0,412	$0,88 \pm 0,001$
Грудина	0,085	$1,11 \pm 0,005$	0,898	$1,01 \pm 0,0001$	0,133	$0,86 \pm 0,029$
Осевая часть	0,133	$1,09 \pm 0,006$	0,780	$1,02 \pm 0,0001$	0,253	$0,86 \pm 0,001$
Плечо	0,040	$1,01 \pm 0,015$	0,607	$1,04 \pm 0,0004$	0,468	$0,89 \pm 0,001$
Предплечье	0,037	$0,92 \pm 0,035$	0,510	$1,02 \pm 0,0020$	0,485	$0,98 \pm 0,003$
Кисть	0,069	$0,81 \pm 0,131$	0,340	$0,96 \pm 0,0037$	0,671	$1,02 \pm 0,018$
Крыло	0,096	$0,96 \pm 0,012$	0,449	$1,05 \pm 0,0007$	0,559	$0,95 \pm 0,001$
Бедро	0,086	$1,07 \pm 0,013$	0,810	$1,02 \pm 0,0001$	0,199	$0,89 \pm 0,017$
Голень	0,113	$0,95 \pm 0,027$	0,621	$1,04 \pm 0,0004$	0,395	$0,92 \pm 0,001$
Ноги	0,196	$1,02 \pm 0,015$	0,669	$1,03 \pm 0,0002$	0,355	$0,91 \pm 0,001$
Крылья + ноги	0,325	$0,99 \pm 0,027$	0,590	$1,04 \pm 0,0004$	0,429	$0,92 \pm 0,002$

Использование аллометрических уравнений дает возможность достаточно точно установить соотношение мышц и костей в каждой отдельной части тела птиц. Для сравнения в таблице 6 представлены данные, рассчитанные при использовании абсолютных значений, отнесенных к массе мышечно-костного комплекса и при помощи аллометрических уравнений.

Анализируя параметры, рассчитанных уравнений, отдельно для мышц и костей можно судит о соотношении мышц и костей в мышечно-костных комплексах в различных частях тела птиц.

Мышечно-костный комплекс, судя по коэффициенту пропорциональности, у курочек составляет в среднем 61,38%. Из них на долю мяса приходится около 84%, а на кости — 16%. (соотношение 5,25), т.е. фактически в 1 кг живой массы курочек в конце выращивания (масса птиц 4990 г) содержится 840 г мышц и 160 г костей.

Значение отношения мышц к костям, полученные разными способами достаточно близки и в отдельных случаях полностью совпадают (табл. 7). Грудная часть наиболее мясистая и на 95–96% состоит из мышечной массы. Второе место по содержанию мяса занимает область бедра — 90% мышц и 10% костей. Плечо и голень менее ценные в товарном плане Они только на 2/3 состоят из мышц. Самое дистальное

Соотношение мышц и костей у курочек, % (масса птиц 4990 г)

Показатели	Обычный метод расчета		Аллометрические уравнения	
	мышцы	кости	мышцы	кости
В целом мышечно-костный комплекс	83	17	84	16
Грудина	95	5	96	4
Осевая часть	90	10	91	9
Плечо	74	26	74	26
Предплечье	53	47	55	47
Кисть	26	74	27	73
Крыло	57	43	58	42
Бедро	90	10	90	10
Голень	75	25	76	24
Ноги	81	19	82	18
Крылья + ноги	75	25	76	24

звено кисть обладает очень низкой товарной ценностью. В кисти в 3,3–3,5 меньше мяса, чем в грудной части. Крылья менее мясистые по сравнению с ногами (разница 24%).

Степень развития скелета определяет возможность поддержания продуктивности на высоком уровне, что важно как для яичных, так и мясных пород кур. Рост скелета в целом и его отдельных частей в ряде случаев существенно различается. Наибольшее увеличение имеет место у костей плечевого пояса, что, вероятно, связано с интенсивным развитием грудных мышц, масса которых достигает максимальных значений у мясных пород кур. За 30-летний период доля грудных мышц увеличилась приблизительно с 12 до 19% [7, 14], что приводит к существенному уменьшению доли грудины.

Селекция на мышечный рост у бройлеров приводит к дисбалансу между развитием различных систем организма птиц и, в этой связи, очень важное место занимает целостность скелета [19]. Поэтому намечается определенная зависимость роста мускулатуры плечевого пояса с ростом скелета. Это обусловлено тем, что к коракоиду и ключице прикрепляется большое количество мышц и такие крупные как поверхностная большая и глубокая грудные мышцы [2]. По-видимому, это и обуславливает их положительный аллометрический рост ( $b = 1,05-1,10$ ). В меньшей степени это относится к лопатке. При этом абсолютной и относительный рост массы грудной кости существенно отстает от роста костей плечевого пояса (ключицы и коракоида). Особенно интенсивно рост абсолютной массы мышц и костей происходит в период раннего постнатального онтогенеза (1–14 дней), что характерно для относительного роста большинства костей. У коракоидных костей высокий относитель-

ный рост происходит в ранний период онтогенеза, а для ключины — в последующие периоды.

О важности целостности и прочности костей ног птиц свидетельствуют многие исследования [13, 15–17]. Установлено, что увеличение скорости роста связано с низкой минерализацией и высокой пористостью компактного вещества кости, что приводит к уменьшению устойчивости на изгиб. Масса беговой кости и ее жесткость у быстрорастущих цыплят ниже, чем медленнорастущих [9]. У взрослых птиц (возраст 72 недели) кости более крепкие, чем у более молодых животных (возраст 7 недель) [13]. Однако, это не является оправдательным моментом поскольку с возрастом птицы становятся тяжелее, а скелет относительно легче.

Существенное снижение относительной массы скелета кисти и голени по сравнению проксимальными звеньями имеет различное значение для здоровья птиц. Функциональное значение кисти невелико в связи отсутствием необходимости курочек использовать полет как способ локомоции. Об этом свидетельствует деградация мускулатуры в этой части крыла. Голень (беговая кость) является необходимым атрибутом, обеспечивающей передвижение и поддержание тела птиц в пространстве (навесу). Ослабление этой части скелета в связи с повышением массы птиц может привести к нарушениям костной системы ног (хромота, остеопороз). В скором времени может встать вопрос об укреплении костей ног для обеспечения полноценной жизни и благополучия птиц.

В 70-е годы по сравнению с 50-годами выход грудных мышц несколько увеличился. Это связано с уменьшением массы внутренних органов, при отсутствии ощутимых изменений в других частях тела. В это время в тушка бройлеров массой 1404 г (курочек) на 58,61% состояла из мяса, 24,26% костей и 14,87% из кожи [11]. По нашим данным количество мускулатуры в тушке у курочек породы корниш мяса 12,2% больше, а костей в 1,8 раза меньше, чем бройлеров. Это приводит к изменению соотношения мышечной массы и костей в различных частях тела в сторону увеличения и соответственно повышения товарных качеств птиц. Использование аллометрических уравнений для определения доли структур в составе мышечно-костного компонента позволяет получать достаточно приемлемые результаты. Их можно применять для изучения и других органов и тканей животных любой период эксперимента для изучения их относительного роста.

## Заключение

Исследования, связанные с ростом и определением товарных качеств мясных пород кур, направлены на удовлетворение потребности населения в питательной и полноценной пище. При этом хорошо развитый без нарушений скелет играет не последнюю роль для реализации потенциальной продуктивности птиц в полной мере. В результате селекции у мясных пород птиц наблюдается существенное увеличение мышечной массы и уменьшение доли костей в грудных и бедренных мышечно-костных комплексах птиц. Наблюдаются изменения, связанные с уменьшением относительной массы и снижением интенсивности роста беговой кости у курочек в онтогенезе. Укрепление скелета ног, не за счет увеличения их массы, а в результате структурных преобразований, по-нашему мнению, является важным этапом в современном мясном птицеводстве. Это позволит, еще какое-то время, эффективно повышать мясную продуктивность птиц без существенного ущерба их здоровью.

## Библиографический список

1. *Амелина А.Н.* Морфометрическая характеристика тканей тушек и химический состав мышц курочек пород корниш и плимутрок в постэмбриональном онтогенезе // Автореф. канд. дисс. М., 2013. 7 с.
2. *Вракин В.Ф., Сидорова М.В.* Анатомия и гистология домашней птицы // М.: Колос, 1984. 288 с.
3. *Зотин А.А.* Статистическая оценка параметров аллометрических уравнений // Известия АН. Сер. биолог., 2000. № 5. С. 517–524.
4. *Лукашенко В.С., Слепухин В.В., Лысенко М.А., Дычаковская В.В.* Сравнительная оценка показателей качества мяса цыплят-бройлеров «СК Русь 6» в зависимости от возраста при убое // Сб. науч. Тр. ВНИТИП, 2008. Т. 83. С. 30–41.
5. *Мина М.В., Клевезаль Г.А.* Рост животных // М.: Наука, 1976. 291 с.
6. *Панов В.П., Никитченко В.Е., Никитченко Д.В., Амелина А.Н.* Рост и онтогенетические изменения количественных показателей мышц кур породы корниш // Известия ТСХА, 2015. В печати.
7. *Berri C., Wacrenier N., Millet N., Bihan-Duval E.* Le Effect of selection for improved body composition on muscle and meat characteristics of broilers from experimental and commercial lines // Poultry Sci., 2001. Vol. 80. P. 833–838.
8. *Gregory, N.G., Wikins L.J.* Skeletal damage and bone defects during catching and processing // Bone Biology and Skeletal Disorders in Poultry., 1992. P. 313–328 C. C. Whitehead, ed. Carfax Publishing Co., Oxford, U.K.
9. *Leterrier C., Nys Y.* Composition, cortical structure and mechanical properties of chicken tibiotarsi: effect of growth rate // British Poultry Science, 1992. Vol. 33. P. 925–939.
10. *Newman S., Leeson S.* Skeletal integrity in layers at the completion of egg production // J. World's Poult. Sci., 1997. Vol. 53. P. 265–277.
11. *Preston L. H., William W.M.* Eviscerated yield, component parts, and meat, skin and bone ratios in the chicken broiler // Poultry Science, 1973. Vol. 52. P. 718–722.
12. *Randall C.J., Orr H.L., Hunt E.C.* Yield of carcass, parts, meat, skin, and bone of eight strains of broilers // Poultry Science, 1984. Vol. 63. P. 2197–2200.
13. *Rath H.N. C., Balog J. M., Huff W. E., Huff G. R., Kulkarni G. B., Tierce J. F.* Comparative differences in the composition and biomechanical properties of tibiae of seven- and seventy-two-week-old male and female broiler breeder chickens // Poultry Science, 1999. Vol. 78. P. 1232–1239.
14. *Samuel D.D., Billard L., Pringle D., Wisker L.* Influence of growth on pale muscle in broilers // J. Sci. Food Agric., 2012. Vol. 92. P. 78–83.
15. *Thorp B.H.* Skeletal disorders in the fowl: a review // Avian Pathology, 1994. Vol. 23. P. 203–236.
16. *Thorp B.H., Ducro ., Whitehead C.C., Farquharson C. & Sorensen P.* Avian tibial dyschondroplasia: the interaction of genetic selection and dietary 1,25-dihydroxycholecalciferol // Avian Pathology, 1993. Vol. 22. P. 311–324.
17. *Thorp B.H., Waddington D.* Relationships between the bone pathologies, ash and mineral content of long bones in 35-day-old broiler chickens // Res. Venter. Sci., 1997. Vol. 62. P. 67–73.
18. *Whitehead C. C.* Nutrition and bone disorder. Pages 161–171 in: Proc. World's Poultry Congress, 1996. -Vol. II. World's Poultry Science Association, New Delhi, India.
19. *Williams B., Solomoni S., Waddington D., Thorp B., Farquharson C.* Skeletal development in the meat-type chicken // Brit. Poult. Sci., 2000. Vol. 41. P. 141–149.
20. *Wise D.R.* Carcass conformation comparisons of growing broilers and laying strain chicken // British Poultry Science, 1970a. Vol. 11. P. 325–332.
21. *Wise D.R.* Comparisons of the skeletal systems of growing and laying strain chickens // British Poultry Science, 1970b. Vol. 11. P. 333–339.
21. *Zhang B., Coon C.* The Relationship of Various Tibia Bone Measurements in Hens<sup>1</sup> // Poultry Science, 1997. Vol. 76. P. 1698–1701.

# SKELETON GROWTH AND MUSCULOSKELETAL RATIO IN CORNISH CHICKEN

V.P. PANOV<sup>1</sup>, V.YE. NIKITCHENKO<sup>2</sup>, D.V. NIKITCHENKO<sup>2</sup>, A.N. AMELINA<sup>3</sup>

(<sup>1</sup> Russian Timiryazev State Agrarian University,

<sup>2</sup> Russian University of Peoples' Friendship,

<sup>3</sup> Research Institute of Chemical Diversity)

*The paper presents the results of studying the growth of skeleton as a whole and its separate parts in the Cornish chicken (from hatching to 420 days of age). The comparative mass of skeleton and its parts in the process of ageing for the most part decreases. The authors show changes in the skeletal structures mass in different periods of postnatal ontogenesis. The growth of skeleton and its parts features, as a rule, negative allometry, sometimes close to isometry, and a high coefficient of determination in all indices. The body axial skeleton bones grow in fact with the same rate ( $b = 0,94-0,96$ ). The shoulder-girdle skeleton, in compliance with the previous data, grows faster than the body weight, that has positive allometry ( $P < 0,01$ ). This concerns two bones: clavicle ( $b = 1,10$ ;  $P < 0,01$ ) and coracoid ( $b = 1,05$ ;  $P < 0,01$ ). The shoulder blade (scapula), according to the obtained data, grows isometrically. The findings provide grounds for determining the significance of bones in connection with chicken dimensions and mass. The high growth of body axial part muscles, which are mainly located in the breastbone and shoulder area, require more spacious area for their attachment. For the most part, they are attached to the clavicle and the coracoid, which proves the necessity of the intensive growth and development of these two bones. Although a sufficiently large number of muscles are attached to the shoulder blade, the area of their attachment is not large. This may be the reason for the isometric growth of the shoulder blade. The study has revealed the correlation of muscles and bones in different parts of chicken bodies at the end of their growth (up to the chicken mass of 4990 g). The thoracic part is the most carneous (the muscles occupy up to 95-96%). The second place belongs to the haunch (muscles — 90%, bones — 10%). The shoulder and crus have lower commercial value: only 2/3 of their mass are muscles. The outermost part of the body — the manus — has very low commercial value: it contains 3,3-3,5 times less muscles than the thoracic part. The wings are 24% less fleshy than the legs. The authors make a conclusion that it is necessary to strengthen the chicken skeleton not by mass increasing but as a result of its structural changes.*

**Key words:** growth, relative growth, skeleton, separate bones, musculoskeleton ratio.

## References

1. Amelina A.N. Morfometricheskaja kharakteristika tkanei tushek i khimicheskii sostav myshtc kurochek porod kornish i plimutrok v postnatalnom ontogeneze [Morphometric characteristics of carcass tissues and chemical muscle composition of the Cornish and Plymouth chicken breeds in postembryonic ontogenesis] // Avtoref kand diss. M., 2013. 17 p.
2. Vrakin V.F. Sidorova M.V. Anatomija i gistologija domashnei pticy [Anatomy and histology of poultry] // M. Kolos, 1984. 288 p.
3. Zotin A.A. Statisticheskaja ocenka parametrov allometricheskikh uravnenii [Statistical estimation of the parameters of allometric equations] // Izvestija AN Ser. biolog. 2000. No. 5. P. 517–524.
4. Lukashenko V.S., Slepukhin V.V., Lysenko M.A., Dychakovskaia V.V. Sravnitelnaia ocenka pokazatelei kachestva miasa tcypliat-broilerov SK Rus 6 v zavisimosti ot vozrasta pri uboe

[Comparative assessment of the quality indicators for broiler chicken "SK Rus 6" depending on the slaughtering age] // Sb. Nauch. Tr. VNITIP, 2008. Vol. 83. P. 30–41.

5. *Mina M.V., Klevezal G.A.* Rost zhivotnykh [Livestock growth] // M., Nauka, 1976. 291 p.
6. *Panov V.P., Nikitchenko V.E., Nikitchenko D.V., Amelina A.N.* Rost i ontogeneticheskie izmeneniia kolichestvennykh pokazatelei myshtc kur porody kornish [Growth and ontogenetic changes in the quantitative indices of muscles of the Cornish breed chicken]. // Izvestiia TSKHA, 2015. Issue 2. P. 45–56.
7. *Berri C., Wacrenier N., Millet N., Bihan-Duval E.* Le Effect of selection for improved body composition on muscle and meat characteristics of broilers from experimental and commercial lines // Poultry Sci., 2001. Vol. 80. P. 833–838.
8. *Gregory, N.G., Wikins L.J.* Skeletal damage and bone defects during catching and processing // Bone Biology and Skeletal Disorders in Poultry., 1992. P. 313–328 C. C. Whitehead, ed. Carfax Publishing Co., Oxford, U.K.
9. *Leterrier C., Nys Y.* Composition, cortical structure and mechanical properties of chicken tibiotarsi: effect of growth rate // British Poultry Science, 1992. Vol. 33. P. 925–939.
10. *Newman S., Leeson S.* Skeletal integrity in layers at the completion of egg production // J. World's Poul. Sci., 1997. Vol. 53. P. 265–277.
11. *Preston L.H., William W.M.* Eviscerated yield, component parts, and meat, skin and bone ratios in the chicken broiler // Poultry Science, 1973. Vol. 52. P. 718–722.
12. *Randall C.J., Orr H.L., Hunt E.C.* Yield of carcass, parts, meat, skin, and bone of eight strains of broilers // Poultry Science, 1984. Vol. 63. P. 2197–2200.
13. *Rath H.N.C., Balog J.M., Huff W.E., Huff G.R., Kulkarni G.B., Tierce J.F.* Comparative differences in the composition and biomechanical properties of tibiae of seven- and seventy-two-week-old male and female broiler breeder chickens // Poultry Science, 1999. Vol. 78. P. 1232–1239.
14. *Samuel D.D., Billard L., Pringle D., Wisker L.* Influence of growth on pale muscle in broilers // J.Sci. Food Agric., 2012. Vol. 92. P. 78–83.
15. *Thorp B.H.* Skeletal disorders in the fowl: a review // Avian Pathology, 1994. Vol. 23. P. 203–236.
16. *Thorp B.H., Ducro., Whitehead C.C., Farquharson C. & Sorensen P.* Avian tibial dyschondroplasia: the interaction of genetic selection and dietary 1,25-dihydroxycholecalciferol // Avian Pathology, 1993. Vol. 22. P. 311–324.
17. *Thorp B.H., Waddington D.* Relationships between the bone pathologies, ash and mineral content of long bones in 35-day-old broiler chickens // Res. Venter. Sci., 1997. Vol. 62. P. 67–73.
18. *Whitehead C.C.* Nutrition and bone disorder. Pages 161–171 in: Proc. World's Poultry Congress, 1996. Vol. II. World's Poultry Science Association, New Delhi, India.
19. *Williams B., Solomoni S., Waddington D., Thorp B., Farquharson C.* Skeletal development in the meat-type chicken // Brit. Poult. Sci., 2000. Vol. 41. P. 141–149.
20. *Wise D.R.* Carcass conformation comparisons of growing broilers and laying strain chickens // British Poultry Science, 1970a. Vol. 11. P. 325–332.
21. *Wise D.R.* Comparisons of the skeletal systems of growing and laying strain chickens // British Poultry Science, 1970b. Vol. 11. P. 333–339.
22. *Zhang B., Coon C.* The Relationship of Various Tibia Bone Measurements in Hens<sup>1</sup> // Poultry Science, 1997. Vol. 76. P. 1698–1701.

**Панов Валерий Петрович** — д. б. н., проф. каф. морфологии и ветеринарии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, Москва ул. Тимирязевская, 49; тел.: (499) 977-14-47; e-mail: panovval@gmail.com).

**Никитченко Владимир Ефимович** — д. в. н., проф. каф. морфологии животных и ветеринарно-санитарной экспертизы Российского университета дружбы народов (117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, 9; тел.: (495) 434-31-66 (доб.18-84); e-mail: v.e.nikitchenko@mail.ru).

**Никитченко Дмитрий Владимирович** — д. в. н., доц. каф. морфологии животных и ветеринарно-санитарной экспертизы Российского университета дружбы народов (117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, 9; тел.: (495) 434-31-66 (доб.18-84); e-mail:v.e.nikitchenko@mail.ru).

**Амелина Анна Николаевна** — к. в. н., с. н. с. ЗАО «Исследовательский институт химического разнообразия» (141400, МО г. Химки, ул. Рабочая, 2а, к. 1; тел.: (495) 995-49-41 (доп. 591); e-mail:aan@iihr.ru).

**Valeriy P. Panov** — DSc (Bio), Professor of the Department of Morphology and Veterinary, Russian Timiryazev State Agrarian University (127550, Moscow, Timiryazevskaya str., 49; phone: +7 (499) 977-14-47; e-mail:panovval@gmail.com).

**Vladimir Ye. Nikitchenko** — DSc (Vet), Professor of the Department of Animals Morphology and Veterinary and Sanitary Expertise, Russian University of Peoples' Friendship (117198, Moscow, Miklukho-Maklay str., 9, tel.: +7 (495) 434-31-66, extension phone: 18-84; e-mail:v.e.nikitchenko@mail.ru).

**Dmitriy V. Nikitchenko** — DSc (Vet), Associate Professor of the Department of Animals Morphology and Veterinary and Sanitary Expertise, Russian University of Peoples' Friendship (117198, Moscow, Miklukho-Maklay str., 9, phone: +7 (495) 434-31-66, extension tel.: 18-84; e-mail:v.e.nikitchenko@mail.ru).

**Anna N. Amelina** — PhD (Vet), senior researcher, Closed JSC Research Institute of Chemical Diversity "ChemRar" (141400, Moscow region, Khimki, Rabochaya Str., 2a-1; phone: +7 (495)995-49-41 extension tel.: 591; e-mail: aan@iihr.ru).