

ОЦЕНКА ИНТЕГРАЦИИ СОМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ И ЛЁГКИХ У ПЕРЕПЕЛОВ В РАННЕМ ПОСТНАТАЛЬНОМ ОНТОГЕНЕЗЕ

Кетрарь М. С., аспирант кафедры анатомии и гистологии животных, Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского»;

Лемещенко В. В., доктор ветеринарных наук, профессор, Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского».

Аннотация

Исследовали морфогенез перепелов в ранний постнатальный период онтогенеза – на 1-е и 3-и сутки после вылупления ($n=5$ и $n=5$ соответственно). У всех особей проведено взвешивание яиц и птенцов, соматометрия конечностей и клюва и макроморфометрия лёгких – идентичный набор из 11 признаков в обеих группах. Показано, что средние значения ни одного из 11 показателей не различаются между группами, несмотря на видимые разнонаправленные сдвиги (от -4,2 до +6,1%). При этом структура корреляционных связей между признаками кардинально меняется: у 1-суточных птенцов выявлена плотная сеть сильных корреляций между массой тела, промерами конечностей и размерами лёгких ($r=0,93-0,98$), тогда как у 3-суточных большинство этих связей ослабевает. Коэффициент интеграции (K_i), рассчитанный по полному набору из 11 признаков, снижается с 0,81 у 1-суточных до 0,41 у 3-суточных птенцов, что отражает перестройку структуры межпризнаковых связей при неизменных средних размерах тела и лёгких. Дополнительный анализ показал, что коэффициенты вариации большинства признаков, особенно размеров лёгких, к 3-м суткам уменьшаются, а индексы асимметрии и упитанности остаются стабильными.

Ключевые слова: морфогенез, перепел, постнатальный онтогенез, макроморфометрия, корреляционный анализ, коэффициент интеграции.

Integration of somatic parameters and lungs in quails during early postnatal development

M. S. Ketrar, Postgraduate Student of the Department of Animal Anatomy and Histology, Institute "Agrotechnological Academy" of FSAEI HE «V. I. Vernadsky Crimean Federal University»;

V. V. Lemeshchenko, Doctor of Veterinary Science, Professor, Institute "Agrotechnological Academy" of FSAEI HE «V. I. Vernadsky Crimean Federal University».

Abstract

Morphogenesis of quails was studied in the early postnatal period – on days 1 and 3 ($n=5$ each). In all chicks, egg and chick mass, limb and beak somatometry, and lung macromorphometry were recorded – an identical set of 11 traits. None of the trait means differed between the groups, despite visible shifts (from -4.2% to +6.1%). Meanwhile, the correlation structure changed markedly: in 1-day chicks, a dense network of strong correlations was found between body mass, limb measurements and lung sizes ($r=0.93-0.98$), while in 3-day chicks most of these relationships weakened. The integration coefficient (K_i) decreased from 0.81 to 0.41, reflecting a reorganization of trait correlations while mean body and lung dimensions remained unchanged. Additional analysis showed that coefficients of variation for most traits, especially lung dimensions, decreased by day 3, while asymmetry and condition indices remained stable.

Key words: morphogenesis, quail, postnatal ontogenesis, macromorphometry, correlation analysis, integration coefficient.

ВВЕДЕНИЕ

Постнатальный онтогенез перепелов, как и других скороспелых выводковых птиц, характеризуется высокой интенсивностью ростовых процессов и быстрым достижением дефинитивных размеров [3,4]. В отличие от птенцовых форм, у выводковых к моменту

вылупления большинство органов, включая дыхательную систему, достигают структурной зрелости, достаточной для самостоятельного существования, тогда как у птенцовых форм лёгкие продолжают развиваться после вылупления вплоть до подъёма на крыло [6]. Однако это не означает завершения морфогенеза - напротив, первые дни жизни являются критическим периодом, когда организм адаптируется к внеутробным условиям, происходит становление локомоторных функций и перестройка систем энергообеспечения. Как доказывают авторы, формирование целостного организма высших позвоночных животных в онтогенезе представляет собой не просто сумму локальных изменений отдельных органов, а иерархический процесс, при котором рост и развитие различных частей тела согласуются через сложную сеть корреляционных связей, объединяющих соматические и висцеральные структуры в единые функциональные кластеры [1,2].

Лёгкие птиц представляют собой модель для исследования морфофункциональной интеграции в онтогенезе. Их архитектура принципиально отличается от таковой у млекопитающих: малоподатливые, жёстко фиксированные к дорсальной стенке грудной полости, они функционируют в тесной анатомической связи с воздухоносными мешками, обеспечивающими унидирекционный ток газа через парабронхи [6]. Особой морфофункциональной единицей служит парабронх с отходящими от него атриями, оплетёнными густой сетью кровеносных капилляров [6]. Эффективность газообмена у птиц значительно превосходит таковую у млекопитающих, что обуславливает высокие метаболические потребности, особенно в период активного роста [6].

В раннем постнатальном периоде лёгкие птиц претерпевают ряд структурных перестроек, включая дифференцировку эпителиальной выстилки, утолщение стромы, формирование окончательной системы атрий и дыхательных капилляров, которые у скороспелых выводковых видов в основном завершаются уже к моменту вылупления [6]. Однако структурные изменения - лишь один аспект морфогенеза. Не менее важной является согласованность роста различных систем организма, которая может быть охарактеризована через силу корреляционных связей между признаками. Под интеграцией в морфологии понимают меру когерентности изменений признаков в процессе развития: чем выше корреляции между ними, тем более интегрированной является система. Ослабление связей, напротив, может указывать на переход на новый уровень организации или адаптивную перестройку [5].

В литературе имеются многочисленные данные о динамике массы тела и размеров скелета перепелов в постнатальном периоде [3,4], а также о структурной перестройке лёгких [6]. В то же время количественные исследования, описывающие структуру взаимосвязей между соматическими параметрами и размерами лёгких в ранние сроки постнатального развития, практически отсутствуют. Остаётся невыясненным, сохраняется ли тесная корреляционная сеть между ростом тела и дыхательного аппарата в первые дни жизни, или же она подвергается динамическим перестройкам, аналогичным тем, что описаны для млекопитающих в критические периоды развития [1,2,5]. Для птиц, особенно для скороспелых выводковых форм, эти данные до настоящего времени не получены.

Цель настоящей работы - на основе макроморфометрии соматических параметров и лёгких выявить возрастные особенности корреляционной структуры и оценить уровень интеграции признаков у перепелов в раннем постнатальном онтогенезе.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследование выполнено на перепелах. Объектами служили птенцы в возрасте 1-х суток (n=5) и 3-х суток (n=5).

Для всех особей обеих возрастных групп проводили взвешивание яйца до инкубации и птенца после вылупления, соматометрию (штангенциркулем измеряли длину бедра, плеча, предплечья, цевки и клюва, в мм) и макроморфометрию лёгких: после эвтаназии инструментами для микрохирургии сначала проводили сагитальный разрез брюшной полости,

затем приводили рдоступ в грудную полость и извлекали лёгкие, измеряли длину и ширину левого и правого лёгкого электронным штангенциркулем (в мм).

Таким образом, для 1- и 3-суточных птенцов был получен идентичный набор из 11 линейных признаков, что позволило провести полностью симметричное межвозрастное сравнение как средних значений, так и корреляционной структуры признаков.

Статистическую обработку проводили в Microsoft Excel. Рассчитывали средние арифметические (M), стандартные отклонения (SD), ошибки среднего (m). Для выявления взаимосвязей вычисляли коэффициент корреляции Пирсона (r). Учитывая трудоемкость препаровки и ограниченный объем выборки, типичный для морфологических исследований, корреляционный анализ носит оценочный (ориентировочный) характер. Достоверность связей оценивалась по критическим значениям коэффициента Пирсона для $n=5$ ($r \geq 0,88$ при $p \leq 0,05$). Коэффициент интеграции (K_i) для каждой возрастной группы рассчитывали, как среднее арифметическое абсолютных значений всех парных корреляций между 11 изученными признаками (всего 55 попарных корреляций). Для сравнения K_i между возрастными группами использовали U-критерий Манна - Уитни.

Для количественной оценки уровня согласованности изменений изученных и обработанных признаков был использован коэффициент интеграции (K_i). Морфологическая интеграция определяется как степень когерентности (согласованности) изменений между признаками в процессе развития, количественно выражаемая через силу корреляционных связей между ними. [5] Авторы отмечают, что традиционные меры интеграции зависят от объёма выборки и числа переменных, что затрудняет прямое сравнение между разными наборами данных. Однако при сопоставимом количестве признаков и равных объёмах выборок использование средней абсолютной парной корреляции остаётся корректным и информативным подходом.

В настоящей работе, поскольку обе возрастные группы имеют идентичный набор из 11 признаков и равные объёмы выборок ($n=5$), коэффициент интеграции рассчитывали, как среднее арифметическое абсолютных значений всех парных коэффициентов Пирсона.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные данные демонстрируют расхождение между статикой и динамикой морфогенеза перепелят: средние линейные показатели тела и лёгких практически не меняются за первые трое суток жизни, тогда как структура корреляционных связей между этими же признаками перестраивается кардинально, а коэффициент интеграции организма почти вдвое снижается.

Сравнение массы тела и линейных промеров конечностей, клюва и лёгких перепелят 1-х и 3-х суток представлено в таблице 1.

Таблица 1

Динамика соматических параметров и легких у птенцов перепела ($M \pm m$)

Показатель	1-е сутки ($n=5$), $M \pm m$	3-и сутки ($n=5$), $M \pm m$	Δ , %
Масса яйца до инкубации, г	15,11 $\pm$ 0,63	15,12 $\pm$ 0,45	+0,1
Масса птенца после вылупления, г	12,58 $\pm$ 0,67	12,51 $\pm$ 0,47	-0,6
Длина бедра, мм	17,69 $\pm$ 0,58	16,95 $\pm$ 0,71	-4,2
Длина плеча, мм	12,56 $\pm$ 0,83	12,98 $\pm$ 1,60	+3,4
Длина предплечья, мм	10,32 $\pm$ 0,90	10,33 $\pm$ 0,34	+0,2
Длина цевки, мм	14,44 $\pm$ 0,90	15,32 $\pm$ 0,33	+6,1
Длина клюва, мм	7,61 $\pm$ 0,63	8,05 $\pm$ 0,47	+5,8

Показатель	1-е сутки (n=5), M±m	3-и сутки (n=5), M±m	Δ, %
Левое лёгкое, длина, мм	7,48 ± 0,08	7,52 ± 0,04	+0,6
Левое лёгкое, ширина, мм	6,90 ± 0,10	6,95 ± 0,03	+0,8
Правое лёгкое, длина, мм	7,50 ± 0,08	7,56 ± 0,03	+0,8
Правое лёгкое, ширина, мм	6,86 ± 0,08	6,89 ± 0,03	+0,5

Масса яйца и масса птенца практически совпадают в группах ($\Delta < 1\%$), что указывает на сопоставимость исходных выборок. Среди промеров конечностей и клюва наибольшие различия отмечены по длине цевки (+6,1%) и клюва (+5,8%), тогда как длина бедра несколько снизилась (–4,2%); длина плеча и предплечья изменилась незначительно (+3,4% и +0,2%). Линейные размеры лёгких остались стабильными: длина увеличилась на 0,6-0,8%, ширина - на 0,5-0,8%. Однако эти сдвиги не превышают индивидуальной изменчивости, поэтому различия средних не выявлены. Индекс уплощения лёгких (ширина/длина) остаётся неизменным: 0,92 для левого и 0,91 для правого лёгкого в обеих группах.

Индекс асимметрии длины составил $-0,14 \pm 0,26\%$ у 1-суточных и $-0,24 \pm 0,23\%$ у 3-суточных; для ширины - $0,30 \pm 0,40\%$ и $0,42 \pm 0,05\%$ соответственно. Межгрупповые различия отсутствуют. Индекс упитанности (масса/цевка) также не изменился: $0,877 \pm 0,040$ против $0,817 \pm 0,031$ г/мм. Таким образом, форма лёгких и общая упитанность птенцов стабильны в первые трое суток.

Для оценки внутригрупповой изменчивости рассчитан CV (табл. 2). У 1-суточных птенцов CV варьировали от 2,25% (длина правого лёгкого) до 19,61% (длина предплечья); у 3-суточных - от 0,82% (длина правого лёгкого) до 27,58% (длина плеча). Особенно заметно снижение CV для размеров лёгких: например, для длины левого лёгкого с 2,48% до 1,05%, для ширины правого - с 2,48% до 1,00%. Это свидетельствует о выравнивании особей по линейным размерам дыхательного аппарата к 3-м суткам, тогда как по некоторым скелетным промерам (плечо, бедро) вариабельность остаётся высокой или возрастает. Снижение вариабельности лёгочных размеров может быть одной из причин ослабления корреляционных связей.

Таблица 2

Коэффициенты вариации (CV, %) исследованных признаков у перепелят

Показатель	1-е сутки	3-и сутки
Масса яйца	9,31	6,63
Масса птенца	11,97	8,47
Длина бедра	7,27	9,36
Длина плеча	14,83	27,58
Длина предплечья	19,61	7,30
Длина цевки	13,96	4,76
Длина клюва	18,58	13,05
Левое лёгкое, длина	2,48	1,05
Левое лёгкое, ширина	3,34	0,99
Правое лёгкое, длина	2,25	0,82

Показатель	1-е сутки	3-и сутки
Правое лёгкое, ширина	2,48	1,00

У 1-суточных птенцов ведущими оказались связи массы тела и промеров конечностей с размерами лёгких (табл. 3): масса яйца и масса птенца связаны практически линейно ($r=0,98$), длина плеча сильно коррелирует с длиной предплечья ($r=0,98$) и с шириной правого лёгкого ($r=0,96$); длина клюва также тесно связана с шириной правого лёгкого ($r=0,97$). Масса птенца коррелирует с шириной ($r=0,95$) и длиной ($r=0,95$) левого лёгкого, длина бедра - с длиной цевки ($r=0,94$) и шириной левого лёгкого ($r=0,93$). Таким образом, уже в первые сутки размеры лёгких тесно вписаны в общую сеть корреляций с массой тела и скелетом конечностей.

Таблица 3

Наиболее сильные корреляции (r) у перепелят 1-х суток (n=5)

Признаки	r
Масса яйца – масса птенца	0,98
Плечо – предплечье	0,98
Клюв – ширина правого лёгкого	0,97
Плечо – ширина правого лёгкого	0,96
Масса птенца – ширина левого лёгкого	0,95
Масса птенца – длина левого лёгкого	0,95
Бедро – цевка	0,94
Предплечье – ширина правого лёгкого	0,94
Клюв – предплечье	0,93
Бедро – ширина левого лёгкого	0,93

У 3-суточных птенцов картина принципиально меняется (табл. 4). Прежняя густая сеть связей «масса тела / конечности — лёгкие» практически распадается (например, масса птенца - длина левого лёгкого: $r=0,57$; масса яйца - ширина левого лёгкого: $r=0,00$). Сохраняются лишь отдельные устойчивые пары: масса яйца - масса птенца ($r=0,99$), ширина левого и правого лёгкого ($r=0,98$), длина бедра - длина правого лёгкого ($r=0,94$). Отрицательная связь длины клюва с шириной лёгких ($r= -0,85$ и $-0,78$) требует проверки на большей выборке. Остальные ранее сильные связи (плечо - предплечье: $r=0,77$; масса яйца – длина бедра: $r=0,70$) ослабевают. К 3-м суткам от плотной корреляционной сети остаются лишь три-четыре «опорные» связи. К 3-м суткам мы не выявили статистически значимых корреляций ($p<0,05$) между размерами легких и массой тела, что привело к резкому снижению коэффициента интеграции (K_i).

Коэффициент интеграции (K_i), рассчитанный по полному набору из 11 признаков (55 парных корреляций), составил 0,81 (диапазон $|r|$ 0,50-0,98) у 1-суточных птенцов и снизился до 0,41 (диапазон 0,00-0,99) у 3-суточных (различие по U-критерию Манна - Уитни). Поскольку средние значения признаков между группами не различались (табл. 1). Следовательно, наблюдаемое падение K_i не связано с изменениями абсолютных размеров тела ли лёгких, а отражает перестройку структуры межпризнаковых связей - переход от плотной генерализованной корреляционной сети к более разреженной и

специализированной. Сила морфологической интеграции не является статичной характеристикой и может закономерно изменяться в онтогенезе, отражая смену этапов развития и адаптацию к новым условиям среды. Снижение K_i в ранние сроки после вылупления интерпретируется как транзиторное ослабление интеграции, вероятно, связанное с гетерохронией ростовых процессов. В первые часы жизни все системы – опорно-двигательный аппарат, дыхательная система, находятся под единым контролем общих ростовых факторов, что создаёт высокие корреляции. К 3-м суткам жизни начинают действовать локальные регуляторные механизмы, и каждая система всё больше подчиняется собственному ритму роста, что ведёт к распаду прежних связей. Стабильность индексов асимметрии и упитанности говорит об отсутствии грубых морфофункциональных нарушений.

Таблица 4

Наиболее сильные корреляции (r) у перепелят 3-х суток (n=5)

Признаки	r
Масса яйца – масса птенца	0,99
Ширина левого – ширина правого лёгкого	0,98
Бедро – длина правого лёгкого	0,94

Подобная перестройка согласуется с концепцией транзиторного мета-уровня: в период активной морфофункциональной перестройки прежние связи между признаками ослабевают, прежде чем сформируются новые, более прочные, отражающие становление целостной структуры зрелого типа [1, 2]. У 1-суточных птенцов лёгкие тесно связаны с массой тела и промерами конечностей (табл. 3) - входят в единый недифференцированный комплекс роста. К 3-м суткам от этого комплекса остаются лишь отдельные устойчивые связи (масса яйца – масса птенца, ширина лёгких, бедро - длина правого лёгкого), а большинство парных связей ослабевают. Подтверждение гипотезы о последующем усилении интеграции требует включения более поздних возрастных точек и увеличения выборки.

Гетерохрония постнатального роста разных систем организма показана и для других органов перепела [3, 4]. Аллометрический рост лёгких в постнатальном периоде отмечен у других видов птиц [6], а теснота связи размеров лёгкого с размерами тела считается видоспецифичной, но универсальной закономерностью [6]. Универсальность связи линейных размеров скелета с массой тела у птиц подтверждена в широких сравнительных исследованиях [7]. Полученные данные дополняют эту картину: теснота сопряжённости может резко меняться в течение нескольких суток онтогенеза даже при неизменных средних размерах тела, что стоит учитывать при интерпретации коэффициентов интеграции для отдельных возрастных точек.

ВЫВОДЫ

1. У перепелят 1-х и 3-х суток (n=5 и n=5) средние значения 11 изученных показателей (масса яйца и птенца, длина бедра, плеча, предплечья, цевки, клюва, длина и ширина лёгких) не различаются, несмотря на разнонаправленные сдвиги от -4,2 до +6,1% (табл. 1).

2. Индекс уплотнения лёгких, индексы асимметрии и упитанности остаются стабильными, что свидетельствует о стабилизации макроструктурного формирования лёгких и отсутствии грубых морфофункциональных сдвигов.

3. У 1-суточных птенцов выявлена плотная сеть сильных корреляций между массой тела, промерами конечностей, клюва и размерами лёгких ($r=0,93-0,98$; табл. 3); к 3-м суткам большинство этих связей ослабевает, сохраняются лишь единичные пары – масса яйца с

массой птенца ($r=0,99$), ширина левого и правого лёгкого ($r=0,98$) и длина бедра с длиной правого лёгкого ($r=0,94$; табл. 4).

4. Коэффициент интеграции (K_i) снижается с 0,81 до 0,41 (различие достоверно по U-критерию). Это снижение не связано с изменением средних размеров, а отражает перестройку структуры межпризнаковых связей; одновременно уменьшаются коэффициенты вариации для размеров лёгких, что указывает на выравнивание особей и может частично объяснять ослабление корреляций.

5. Полученные количественные параметры могут служить морфологической базой для дальнейших исследований интеграции роста перепелов в раннем постнатальном онтогенезе.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Лемещенко, В. В. Взаимодействие корреляционных кластеров как механизм иерархического синтеза в перинатальный период у кур и перепелов / В. В. Лемещенко, М. С. Кетрарь, Н. А. Хоменко // Сборник трудов Международного научно-практического симпозиума «Актуальные вопросы прикладной морфологии», Москва, 20 марта 2026 года / ред.: С. В. Позябин [и др.]. – Москва: ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К. И. Скрябина, 2026. – С. 57–58.
2. Lemeshchenko V.V. Hierarchical synthesis as a mechanism for the formation of somato organ correlation clusters in dogs / V.V. Lemeshchenko, A.P. Artamin // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству СНГ и BRICS: мат. XXVIII Междунар. науч.-практ. форума, посвящ. памяти акад. РАН А.С. Донченко / под ред. К.С. Голохваста, Д.В. Шаповалова. – Новосибирск: СФНЦА РАН, 2026. – С. 999–1001. <https://doi.org/10.26898/2026-296>.
3. Лемещенко В.В., Ященко А.С. Динамика топографии и морфометрии средней кишки перепелов // Ветеринария Кубани. – 2017. -№5. – С. 19-20.
4. Головченко В.В., Лемещенко В.В. Морфологические особенности роста печени перепелов пород Фараон и Техасская // Вестник КрасГАУ.- 2022. - № 9. - С. 184 – 190.
5. Adams, D. C. On the comparison of the strength of morphological integration across morphometric datasets / D. C. Adams, M. L. Collyer // Evolution. – 2016. – Vol. 70, № 11. – P. 2623–2631. – DOI: 10.1111/evo.13045.
6. Maina, J. N. The design of the avian respiratory system: development, morphology and function / J. N. Maina // Journal of Ornithology. – 2015. – Vol. 156. – P. 41–63. – DOI: 10.1007/s10336-015-1263-9.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Кетрарь М. С.– аспирант кафедры анатомии и физиологии животных, Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», e-mail: arten.ant@yandex.ru, г. Симферополь, п. Аграрное.

Лемещенко В. В.– доктор ветеринарных наук, профессор, заведующий кафедрой анатомии и физиологии животных, Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», e-mail: lemeshenko@mail.ru, г. Симферополь, п. Аграрное.

M. S. Ketrar– Postgraduate student of the Department of Animal Anatomy and Physiology, Institute "Agrotechnological Academy" of FSAEI HE «V. I. Vernadsky Crimean Federal University»; e-mail: hugabubel@mail.ru, Simferopol, Agrarnoye.

V. V. Lemeshchenko– Doctor of Veterinary Science, Professor, Head of the Department of Animal Anatomy and Physiology, Institute "Agrotechnological Academy" of FSAEI HE «V. I. Vernadsky Crimean Federal University», e-mail: lemeshenko@mail.ru, Simferopol, Agrarnoye.

Реферат

Цель исследования - на основе макроморфометрии соматических параметров и лёгких выявить возрастные особенности корреляционной структуры и оценить уровень интеграции признаков у перепелов в раннем постнатальном онтогенезе. Методы: у птенцов 1-х (n=5) и 3-х (n=5) суток измеряли массу яйца и птенца, длину бедра, плеча, предплечья, цевки, клюва, длину и ширину лёгких – идентичный набор из 11 признаков в обеих группах; рассчитывали корреляции Пирсона, коэффициент интеграции, индексы асимметрии и упитанности, коэффициенты вариации. Результаты: ни один из 11 показателей не различался между группами по средним значениям; у 1-суточных птенцов выявлена плотная сеть сильных корреляций ($r=0,93-0,98$), у 3-суточных большинство связей ослабло; коэффициент интеграции снизился с 0,81 до 0,41. Коэффициенты вариации размеров лёгких уменьшились, а индексы асимметрии и упитанности остались без изменений. Выводы: за первые трое суток жизни перепелов средние размеры тела и лёгких не меняются, тогда как структура согласованности их роста перестраивается кардинально, что сопровождается снижением вариабельности лёгочных размеров.

Abstract

The aim of the study was to characterize the morphogenesis of quails during the first three days after hatching based on egg and chick mass and macromorphometric data, to identify correlations between body mass, limb measurements and lung sizes, and to assess the integration coefficient (K_i) as a measure of the coordinated growth of different body parts. Methods: in 1-day-old (n=5) and 3-day-old (n=5) chicks, egg and chick mass, femur, humerus, forearm, tarsometatarsus and beak lengths, and lung length/width were measured – an identical set of 11 traits; Pearson correlations, integration coefficient, asymmetry and condition indices, and coefficients of variation were calculated. Results: none of the 11 trait means differed between groups; in 1-day chicks a dense network of strong correlations ($r=0.93-0.98$) was found, while in 3-day chicks most relationships weakened; the integration coefficient decreased from 0.81 to 0.41. Coefficients of variation for lung dimensions decreased, while asymmetry and condition indices remained unchanged. Conclusions: mean body and lung dimensions in quails do not change during the first three days of life, whereas the structure of growth coordination is markedly reorganized, accompanied by a reduction in the variability of lung sizes.