

Морфометрия лёгких кролика домашнего с использованием методики для вычисления объёма

Л.Л. Мусабаява, аспирантка, М.С. Сеитов, д.б.н., профессор, ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ

Орган представляет собой сложную систему, морфологические составляющие которой чётко структурированы, выполняют определённые функции и взаимодействуют друг с другом. Объём органа, объёмы его структур, а также масса считаются достаточными параметрами для макроскопической оценки, на основании которых можно реконструировать количественно-пространственные взаимоотношения структурных элементов. Для определения корреляций между линейными характеристиками, когда в качестве одной линейной величины выступает общий размер органа, предпочтительнее использовать корень кубический из его объёма, а не линейный размер [1–3].

Выражение изменения любого морфологического признака числом или мерой даёт возможность применить метод математического моделирования процесса [4].

В настоящее время для управления процессами роста и развития животных необходимы в первую очередь знания закономерностей морфофункционального роста и специфических свойств организма на каждом периоде, этапе и стадии [5, 6]. Поэтому для лечения заболеваний лёгких необходимо глубокое и всестороннее знание морфологии лёгких, единственного органа, осуществляющего газообмен в организме.

Цель исследования — установление и анализ данных по органометрии лёгких кролика как наиболее часто используемого в экспериментах лабораторного животного. Для реализации поставленной цели были разработаны следующие задачи: определить абсолютную живую массу, выявить строение лёгких, рассчитать морфометрические параметры, на основании полученных данных вычислить объём отдельных долей лёгкого и всего органа в целом, применяя разработанную методику.

Материал и методы исследования. Исследование проведено в Оренбургском ГАУ. Материалом для выполнения исследования послужили лёгкие 25 кроликов, распределённых по возрастному признаку на пять групп: возраст 3 сут. (новорождённая группа), 1 мес. (молочная группа), 3 мес. (группа половой зрелости), 6 мес. (группа физиологической зрелости), 4 года (геронтологическая группа).

Вскрытие животных проводили по общепринятой методике. Животное фиксировали марлевыми петлями за лапки в положении на спине. Волосы на участке предполагаемого разреза выбривали. Нижнюю часть передней стенки живота приподнимали пинцетом по средней линии, разрезали до грудины, не затрагивая органы

брюшной полости. Грудную полость вскрывали, иссекая грудину двумя параллельными разрезами через рёберные хрящи. Далее из грудной полости извлекали лёгкие. Абсолютную массу органа определяли сразу после вскрытия. Лёгкие взвешивали на электрических весах ВЛКТ 500М с точностью до 0,01 г. Для получения сведений об органе проводили измерение основных морфометрических параметров: длину, ширину, толщину органа с помощью штангенциркуля с точностью до 0,01 [1, 7–9]. Относительный прирост в процентах вычисляли по формуле С. Броди [14].

Исследование проведено в соответствии с Европейской конвенцией о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях (Страсбург, 18 марта 1986 г.), а также согласно правилам проведения работ с использованием экспериментальных животных [15].

Общую высоту лёгких (Н) определяли как расстояние от основания лёгкого (каудальная часть) до верхушки лёгкого (краниальная часть). Ширину (А) определяли как расстояние между верхушками правого и левого лёгкого. Толщину лёгких (В) определяли как расстояние спереди назад в каждой его доле.

Результаты исследования. Лёгкие у кролика слабо развиты, небольшие, причём правое лёгкое развито интенсивнее левого. Оба лёгких весят в среднем 11,2 г: правое — 7 г, левое — 4 г. Относительная масса лёгких меняется в зависимости от возраста животного: у новорождённого относительная масса лёгких значительно больше, чем в остальные возрастные периоды. Лёгкие кролика обладают типичной долевой структурой, оба разделены соответствующим образом на определённое число долей (рис.). Каждое из них расщеплено, считая спереди назад на верхушечную, сердечную и диафрагматическую доли, а правое — ещё и на добавочную, или засердечную (правое — четырёх-долевое, левое — трёх-долевое). Таким образом, за исключением добавочной доли в правом лёгком, имеет место симметрия долевой структуры лёгких.

Основная особенность структуры лёгких у кролика заключается в том, что в противоположность правому лёгкому, верхушечная доля в большинстве случаев сильно или почти полностью редуцирована. В большинстве случаев она выражена небольшим придатком и почти не обособлена. В таком случае лёгкое относят ко 2-му типу и условно считают трёх-долевым. В других случаях верхушечная доля срастается с сердечной долей (3-й тип), лёгкое сильно укорочено и является фактически двух-долевым. Однако нередко может быть полностью выделена небольшая верхушечная долька (1-й тип) [10].

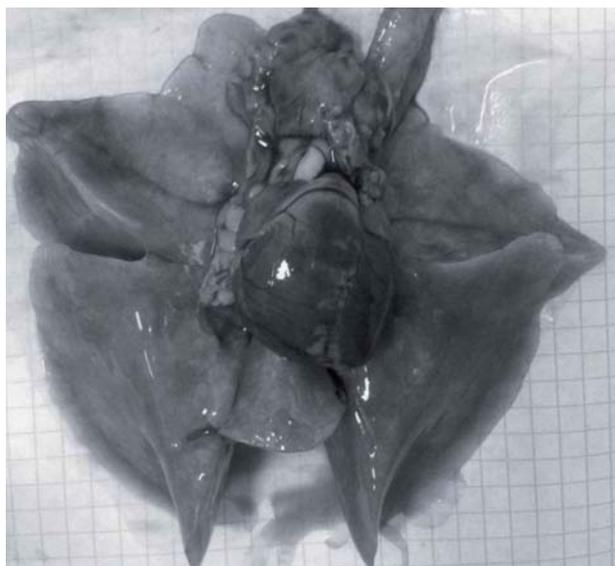


Рис. – Расправленный сердечно-лёгочный органокомплекс, отражающий долевое строение лёгких кролика

Строение лёгких кролика в естественном состоянии совместно с сердцем и другими органами (аортой, пищеводом, остатком тимуса и др.) в целом отображает форму грудной полости, постепенно расширяющейся книзу [11–13]. Грудная полость кролика имеет форму усечённого конуса, сжатого латерально, с вершиной между первыми рёбрами и вогнутым косым основанием – диафрагмой [10]. Исходя из вышеизложенного, можно условно принять каждое лёгкое как усечённый конус, а объём лёгких в целом рассчитать как сумму объёмов каждого лёгкого. Условно примем основание лёгкого за круг.

Наружный объём лёгких (V) можно рассчитать по формуле:

$$V = 1/3 \cdot \pi H R^2, \quad (1)$$

где R – радиус основания лёгкого;

H – высота лёгкого (длина).

Аналогично вычислению наружного объёма вычисляем объём отдельно взятой доли:

$$V_o = 1/3 \cdot \pi h_d R^2, \quad (2)$$

где R – радиус доли лёгкого (R_v – радиус верхушечной доли;

R_c – радиус сердечной доли;

R_d – радиус диафрагмальной доли;

R_z – радиус засердечной доли);

h_d – высота доли лёгкого (длина).

Необходимо помнить о том, что в правом лёгком кролика три доли, в левом – четыре (иногда возможно двухдолевое левое лёгкое, когда верхушечная доля редуцирована, либо слабо развита).

Таким образом, для вычисления наружного объёма были использованы только линейные размеры. Однако полученные объёмные величины нельзя считать истинными, но именно они дают достоверное представление о состоянии органа в целом. Для этого необходимо вычислить две относительные величины (в процентах) [9]. Первая величина:

$$K_0 = (V_v + V_c + V_d + V_z / V) \cdot 100, \quad (3)$$

где K_0 – коэффициент объёма;

K_2 – коэффициент правого лёгкого.

Коэффициент объёма показывает долю от общего (внешнего) объёма лёгких, приходящуюся на объём каждой доли;

V_v – объём верхушечной доли;

V_c – объём сердечной доли;

V_d – объём диафрагмальной доли;

V_z – объём засердечной доли (для правого лёгкого).

Вторая величина:

$$K_0 = (V_v + V_c + V_d / V) \cdot 100, \quad (4)$$

где V_v – объём верхушечной доли;

V_c – объём сердечной доли;

V_d – объём диафрагмальной доли (для левого лёгкого).

Коэффициент правого лёгкого (K_n) характеризует величину объёма правого лёгкого по отношению к общему объёму обоих лёгких:

$$K_n = (V_n / V_l + V_n) \cdot 100, \quad (5)$$

где V_n – объём правого лёгкого;

V_l – объём левого лёгкого.

Также можно рассчитать относительную массу лёгких (M) (отношение массы лёгких к массе тела животного) и получить коэффициент соотношения N (%).

Полученные нами органометрические показатели лёгких кроликов различных возрастных групп в постнатальный период онтогенеза представлены в таблицах 1–3.

Используя данную методику измерения объёма, соответствующие вычисления можно провести для каждой доли правого и левого лёгкого и вычислить объём как отдельно взятой доли, так и всего лёгкого в целом.

1. Морфометрические показатели лёгких кроликов различных возрастных групп

Группа	М	А	В	Н _{общ.}
К3/1	1,88	3,24	0,41	3,03
К3/2	4,06	5,31	0,19	3,86
К3/3	9	5,41	0,42	4,91
К3/4	17,04	6,89	0,53	7,06
К3/5	24,02	8,91	0,75	8,02
Среднее значение	11,2	5,95	0,46	5,37
Стандартная ошибка	8,28	1,88	0,18	1,89
Стандартное отклонение	8,26	1,88	0,18	1,88

2. Коэффициент соотношения

Группа	N, %
K3/1	1,89
K3/2	0,52
K3/3	0,55
K3/4	0,49
K3/5	0,41

3. Динамика морфометрических показателей верхушечной доли правого лёгкого кроликов различных возрастных групп

Группа	$R\sigma$	$h\sigma$	$V\sigma$
K3/1	0,91	3,01	2,62
K3/2	1,37	3,46	6,84
K3/3	1,46	4,56	10,13
K3/4	1,85	7,03	25,31
K3/5	2,41	8,05	49,14
Среднее значение	1,60	5,25	14,12
Стандартная ошибка	0,50	1,99	17,67
Стандартное отклонение	0,50	1,98	17,09

Выводы

1. Лёгкие кролика имеют типичное долевоe строение, наиболее интенсивно развито правое лёгкое.

2. Относительная масса лёгких меняется в зависимости от возраста животного: у новорождённого значение показателя значительно больше, чем в остальные возрастные периоды, когда скорость роста лёгких заметно уменьшается и отстаёт от скорости роста всего организма. Относительная масса лёгких кролика в среднем составляет 0,77%.

3. Рост лёгких кролика в постнатальный период онтогенеза следует рассматривать как сложный волнообразный процесс, так как изменения относительных скоростей роста лёгких в длину, ширину, толщину и изменение роста отдельных долей происходят с разными периодами колебания и связаны с возрастом животного.

4. Разработанная методика измерения объёма лёгких кролика математическим способом может быть применена для вычисления объёма отдельно взятой доли лёгкого или всего органа.

Литература

1. Автандилов Г.Г. Медицинская морфометрия. М.: Медицина, 1990. С. 202–214.
2. Мусабаева Л.Л., Паршина Т.Ю. Морфометрия сердца кролика домашнего // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 3 (65). С. 239–242.
3. Юзефович Н.А., Студеникина Т.М. Применение морфометрических методов для выявления стадий дифференцировки тканей // Морфология – медицинской науке и практике: сб. трудов науч.-практич. конф. с междунар. участием, посвящ. 85-летию со дня рождения заслуженного деятеля науки Республики Беларусь, лауреата Гос. премии Республики Беларусь, проф., докт. мед. наук П.И. Лобко / под ред. П.Г. Пивченко. Минск: БГМ, 2014. С. 277–280.
4. Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М.: Наука, 1982. 287 с.
5. Гирфанов А.И. Макроморфология лёгких у соболя // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2012. Т. 12. С. 24–26.
6. Тельцов Л.П. Концепция выращивания животных и увеличения продуктов животноводства // Современные наукоёмкие технологии. 2004. № 2 (68). С. 28.
7. Петухов В.Л., Жигачев А.И., Назарова Г.А. Ветеринарная генетика с основами вариационной статистики. М.: Агропромиздат, 1985. 368 с.
8. Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1990.
9. Лузин В.И., Шутов Е.Ю., Шутова Е.В. Методика морфометрии сердца лабораторных животных // Украинский морфологичный альманах. 2013. Т. 11. № 3. С. 56–59.
10. Жеденов В.Н. Лёгкие и сердце животных и человека (в естественно-историческом развитии). М.: Высшая школа, 1961. С. 215–311.
11. Чиркова Е.Н., Завалева С.М. Морфологические особенности лёгких кролика домашнего // Вестник Оренбургского государственного университета. 2013. № 10 (195). С. 95–96.
12. Паршина Т.Ю., Мусабаева Л.Л. Анатомо-топографическая характеристика лёгких кролика домашнего (*Oryctolagus cuniculus*) // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 1 (57). С. 199–201.
13. Мусабаева Л.Л., Сеитов М.С., Паршина Т.Ю. Сравнительные аспекты морфологии сердца и лёгких зайца-русака и кролика домашнего (молочный возрастной период) // Альманах молодой науки. 2017. № 4. С. 32–35.
14. Brody S. Bioenergetics and growth. N. Y.: Hafner, 1945. 1023 p.
15. European convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purpose: Council of Europe 18.03. 1986. Strasbourg, 1986. 52 p.