

раторная дело. – 1991. – № 6. – С. 10-17. 6. Meyer-Sabellek W., Sinha P., Kottgen E. Alkaline phosphatase. Laboratory and clinical implications // J. Chromatogr. – 1989. – Vol. 429. – P. 419-444. 7. Gettins P., Metzler M., Coleman J. Alkaline phosphatase. 31 P NMR probes of the mechanism // J. boil. Chem. – 1985. – Vol. 259. – P. 4994-4997. 8. Besman M., Coleman J.E. Isozymes of bovine intestinal alkaline phosphatase // J. boil. Chem. – 1985. – Vol. 260. – P. 1190-1193, 2875-2883. 9. Otvos J.P., Armitage J.M. Determination by cadmium-113 nuclear magnetic resonance of the

structural basis for metal ion dependent anticooperativity in alkaline phosphatase // Biochemistry. – 1980. – Vol. 19. – P. 4021-4024. 10. Ehle H., Muller E., Horn A. Alkaline phosphatase of the calf intestine hydrolyzes phospholipids // FEBS Letters. – 1985. – Vol. 183. – P. 2-7. 11. Печникова И.В., Харькова Н.М., Тинкер А.И. Изменение активности в организме подопытных животных, привитых вакцинами ЕВ и К-1, приготовленными на различных средах высушивания // Иммунология и иммунопрофилактика чумы и холеры. – Саратов, 1980. – С. 85-87.

УДК 636.934:611.735

### НЕКОТОРЫЕ МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДЫХАТЕЛЬНОЙ МУСКУЛАТУРЫ ЛИСИЦЫ И НОРКИ В СВЯЗИ С ИХ ФИЗИОЛОГИЕЙ И ОБРАЗОМ ЖИЗНИ

Ревякин И.М.

УО «Витебская государственная академия ветеринарной медицины»

Лисица и норка, являясь представителями одного отряда (Carnivora), относятся к разным семействам – псовым (*Canidae*) и куньим (*Mustelidae*). При этом куньи принадлежат инфраотряду Arctoidea, довольно сильно обособившемуся от псовых и эволюционно ближе к группе циветт (3). Видимо, поэтому у представителей этого семейства уровень основного обмена веществ на 10% выше, чем теоретически можно ожидать у других млекопитающих (в том числе псовых) с такой же массой тела (1). К этому следует добавить, что масса норки в несколько раз меньше массы лисицы. Следовательно, скорость основного обмена веществ, согласно уравнению  $M = KW^{0.75}$  (где  $M$  – скорость основного обмена (ккал/ч),  $W$  – масса тела (г.) и  $K$  – постоянная), у этого животного по сравнению с лисицей, еще выше (6).

Существенные различия между рассматриваемыми видами отмечаются и в способе их локомоции. Так, лисица – это типичное пальцеходящее животное, в основе перемещений которого лежит поступательное движение, выражающиеся в шаге, галопе или карьере. Норка же – животное стопоходящее. По суше она передвигается быстро, прыжками и лишь при замедлении движения переходит на шаг. Кроме этого, норка в отличие от лисицы истинно сухопутного вида, ведет околководный образ жизни, хорошо плавает и ныряет (4).

Перечисленные выше особенности происхождения, физиологии, анатомии, и экологии, на наш взгляд, неминуемо должны отразиться на строении дыхательной мускулатуры, которая является одним из наиболее важных компонентов в системе органов респираторной моторики. Между тем работ, посвященных этой тематике в целом, крайне мало. Исследования же, касающиеся конкретных видов, и вовсе ограничиваются единичными работами Н.А.Слесаренко. В связи с этим мы предприняли попытку восполнить существующий пробел и дать некоторую морфофункциональную характеристику особенностям респираторной мускулатуры лисицы и норки.

В отличие от лисицы, норка, находясь в водной среде, испытывает ее давление на реберную стен-

ку, которое в процессе дыхательных движений вынуждена преодолевать. Успешному выполнению этой задачи способствует то, что респираторная и вспомогательная мускулатура норки, в отличие от таковой лисицы, не оставляя свободного пространства над межреберными мышцами на грудной стенке, тесно соприкасаясь и переплетаясь, покрывает целиком всю грудную клетку, образуя тем самым единый мышечный пласт.

Кроме того, процесс нахождения под водой связан с задержкой дыхания, что неминуемо должно привести к усилению инспираторных мышц. Однако особенности закрепления и строения у норки главной из этой группы мышц – диафрагмы, позволяют усомниться в «силе» этого органа. Так диафрагма лисицы на реберной стенке имеет пять областей закрепления: на 9-ом (последнем стернальном) и на всех астернальных ребрах (10, 11, 12, 13). У норки же область закрепления ограничивается только астернальными ребрами (10-14). Связь со стернальным ребром, хотя и имеет место, встречается относительно редко и зачастую носит ассиметричный характер. Средняя ширина закрепления к ребрам, у обоих видов практически равна и соответствует 8,49(±0,31)% для лисицы и 9,50(±0,43)% для норки. Разница в 1,01% отчасти объясняется тем, что диафрагма норки в некоторых случаях, имеет двойное или даже тройное закрепление к одному ребру, что неотвратимо приводит к увеличению общей ширины. Однако данная особенность закрепления не имеет, сколь-нибудь выраженной закономерности и так же, как и связь с 9-м ребром, часто ассиметрична.

Высота реберного закрепления диафрагмы (расстояние от вертебральных концов ребер до вентральной границы площади закрепления на ребре) у лисицы и норки существенно не различается. В первом случае ее значения лежат на уровне 77,16(±1,27), а во втором – 80,36(±1,39)%. Все же, несмотря на этот факт, диафрагма норки находится в ином биодинамическом положении, причины которого кроются в особенностях длины реберных хрящей. Так средний уровень вентральной границы реберного закрепления диафрагмы у лисицы, жи-

вотного, имеющего относительно короткие реберные хрящи, лежит на расстоянии 22,66(2,66)% от длины хрящей, ниже линии синхондрозов. При этом в подавляющем большинстве случаев только первые два зубца (9-го и 10-го ребер) полностью закрепляются к реберным хрящам. Зубцы 11-го и 12-го ребер, помимо хрящей, частично крепятся и к костным составляющим, то есть лежат на линии синхондрозов. Последний же зубец (13-го ребра) закрепляется к костной составляющей почти целиком.

Средний уровень реберного закрепления диафрагмы у норки, имеющей относительно длинные реберные хрящи, лежит на 30,91% ниже к уровню синхондрозов, чем у лисицы. Здесь его значение по отношению к длине реберных хрящей составляет 53,57(2,95)%. При этом все диафрагмальные зубцы, как правило, целиком закрепляются только к реберным хрящам и лишь на последнем, 14-ом, ребре может иметь место незначительное превышение дорсальной границей закрепления уровня синхондроза.

Таким образом, диафрагма норки, несмотря на наличие у последней удлиненной грудной клетки, по ширине реберного закрепления практически соответствует аналогичному органу лисицы, в значительной степени лишена прочной опоры на реберной стенке. К этому следует добавить, что, по данным Слесаренко Н.А.(5), она не имеет сухожильного центра как такового, а лишь небольшую сухожильную полоску, что оставляет мышечные волокна без дополнительной точки опоры. Данные особенности указывают на значительное ослабление инспираторных функций диафрагмы норки. Это в свою очередь требует от организма создания неких компенсаторных механизмов для перераспределения нагрузки, что в конечном итоге также приводит к значительному усилению других инспираторов и инициирует грудной тип дыхания.

Одним из проявлений усиления не диафрагмальной инспираторной функции, на наш взгляд, следует считать, увеличение длины реберных хрящей. Если у лисицы реберный хрящ занимает в среднем 28% от длины ребра, то у норки эта величина соответствует 42 процентам. Принимая во внимание теорию Гамбергера (2), по которой внутренние межхрящевые мышцы являются инспираторными, усиление инспираторной функции, за счет этой группы у норки становится очевидным.

Помимо усиления внутренних межхрящевых мышц, для норки по сравнению с лисицей характерно и более выраженное развитие вспомогательных инспираторов. Так дорсальный зубчатый инспиратор (*m. serratus dorsalis inspiratorius*) лисицы начинается апоневрозом на остистых отростках грудных позвонков и оканчивается отдельными зубцами на ребрах со 2-го по 8-ое (реже со 2-го по 9-ое или с 3-го по 10-ое). При этом среднее расстояние от вертебральных концов ребер до вентральной границы закрепления на ребрах относительно длины ребра соответствует 19,74(±0,22)%. Средняя ширина закрепления на ребрах по отношению к длине ребра, составляет для этого вида 4,95(±0,16) %.

Аналогичная мышца норки развита гораздо сильнее и сдвинута каудальнее. Закрепление с 4-го

по 10 ребро (реже с 3-го по 9-е или 11-е) обеспечивает ее воздействие на более подвижные ребра. Среднее расстояние до вертебральных концов относительно длины ребер составляет 26,54(±0,62)%, что на 6,80% больше чем у лисицы. Такое снижение точек реберного закрепления дорсального зубчатого инспиратора делает его работу более эффективной. Наконец, средняя ширина закрепления на ребрах *m. serratus dorsalis inspiratorius* соответствует 8,90(±0,23)%. Это на 3,95% больше аналогичного показателя лисицы.

У обоих видов имеется две основные надреберные лестничные мышцы (*m. scalenus*). При этом дорсальная более узкая из них, доходит до 3-го ребра, а вентральная – до 6-го (у лисицы иногда до 4-го, 5-го или 7-го, а у норки – до 5-го или 7-го). Средняя ширина вентральной мышцы, по отношению к длине близлежащих ребер у лисицы составила 10,86(±0,47)%, а у норки – 17,45(±0,25)%, что превышает показатель лисицы в 1,6 раза. Подобная закономерность характерна и для дорсальной лестничной мышцы. Ее средняя ширина у лисицы равняется 11,59(±0,61)%, в то время как у норки в 2,15 раза больше – 21,65(±0,85)%. Кроме этого у норки иногда отмечается третья, дополнительная лестничная мышца, идущая к 4-му ребру.

Прямая грудная мышца (*m. rectus thoracis*) у обоих видов, мышечно беря свое начало на первом ребре (дорсальнее синхондроза), доходит до уровня второго межреберья у лисицы и третьего межреберья у норки, где переходит в пластинчатое сухожилие, закрепляющееся к грудной кости. По своему ходу, дорсально, данный мускул сопровождает надреберную лестничную мышцу, соприкасаясь с ней своей краниальной частью, а вентрально при помощи апоневроза, прочно фиксируется у основания реберных хрящей. Медиально *m. rectus thoracis* тесно прилегает к прямой мышце живота, где у лисицы прикрывает собой ее мощный апоневроз, а у норки начальную часть мышечной ткани. При этом волокна данной мышцы ориентированы несколько краниоventрально, что обеспечивает ей максимальную возможность для смещения грудной кости в дорсальном направлении, способствуя тем самым расширению грудной клетки.

Важную роль в процессе дыхания норки играет форсированный выдох. Направленный на быстрое избавление организма от излишков углекислого газа, в норме он практически не отмечается у сухопутных животных, в частности у лисицы. Благополучное осуществление этого дыхательного акта требует наличия весьма развитых экспираторов. В этой связи у данного вида следовало бы ожидать усиления, прежде всего, зубчатого дорсального экспиратора и абдоминальной мышечной группы.

Однозначно оценить степень воздействия дорсального зубчатого экспиратора (*m. serratus dorsalis expiratorius*), основываясь лишь на его топографии, довольно сложно. Начинаясь у обоих видов широким сухожилием от остистых отростков поясничных позвонков и направляясь краниоventрально, данная мышца заканчивается отдельными зубцами преимущественно на 3-4-х последних ребрах. С одной стороны, ее влияние на грудную клетку норки

будет несколько большим, так как при этом действие оказывается на 4 ребра, а у лисицы, всего лишь на 3. В ряде случаев как у лисицы, так и у норки зубчатый дорсальный экспиратор может иметь дополнительную точку закрепления на первом астернальном ребре. С другой стороны, средняя ширина закрепления зубцов у лисицы составляет 23,09(±0,65)%, что на 0,57 больше аналогичного показателя норки (23,66(±0,68)%). К тому же у лисицы данная мышца локализуется на 11,03% ниже, чем у норки. Если в первом случае среднее расстояние от вертебральных концов ребер до вентральной границы закрепления равняется 55,92(±1,05)%, то во втором его значение составило лишь 44,89(±0,98)%.

Касаясь общих закономерностей в расположении дорсального зубчатого экспиратора, необходимо отметить, что его зубцы у обоих видов своей вентральной частью образуют перехлест с наружными межреберными мышцами. Морфологическая характеристика и степень его выраженности зависит от порядкового номера межреберного промежутка. Так в 10-м и 11-м межреберьях, под дорсальным зубчатым экспиратором сохраняют свое присутствие наружные межреберные мышцы. Расположенные здесь зубцы дорсального зубчатого экспиратора заходят в их толщу, разделяя, таким образом, последние на два слоя. В 12-м, а особенно в 13-м (у норки) межреберьях содержание наружных межреберных мышц под дорсальным зубчатым экспиратором сведено к минимуму (небольшое их количество отмечается только в дорсальной части промежутков). Зубцы же дорсального зубчатого экспиратора, медиально соприкасаясь с внутренними межреберными, своей вентральной частью заходят под наружные межреберные мышцы. При этом у лисицы, часть зубца скрытая под наружными межреберными мышцами, по своим размерам достигает 45% от ширины его закрепления на ребре. У норки же в отдельных случаях, под наружными межреберными мышцами может лежать до 70% зубца дорсального зубчатого экспиратора. Правда, данная закономерность отчасти становится возможной благодаря развитому апоневрозу, который является продолжением мышечной части зубца в вентральном направлении.

Из группы абдоминальных экспираторов, в силу своей топографии, наибольшего внимания заслуживает наружная косая брюшная мышца (*m. obliquus abdominis externus*). Ее область закрепления на грудной клетке лисицы лежит от 5-го (6-го) до 13-го, последнего, ребра включительно. При средней ширине закрепления 8,76(±0,46)%, большим и сродством к ребрам обладают зубцы, расположенные в костодиафрагмальном отделе грудной клетки. Здесь их средняя ширина составляет 11,92(±0,71)%. Для зубцов же стернальных ребер данная величина составила лишь 5,80(±0,27)%. При этом в первом случае закрепления к ребрам происходит в основном за счет мышечной ткани, а во втором — преимущественно за счет апоневрозов. Среднее расстояние от вертебральных концов ребер до вентральной границы закрепления составляет 58,48(±1,16)%.

Краниальная граница наружной косой брюшной мышцы норки лежит на 4-м (реже на 3-ем или 5-ом) ребре. В отличие от лисицы, для этого вида характерно преимущественно мышечное закрепление зубцов к реберной стенке. При этом средняя ширина закрепления составляет 9,13(±0,36), превышая таковую лисицы на 0,37%, что стало возможным за счет зубцов истинных ребер, ширина закрепления которых у норки (7,78(±0,32)%) больше таковой лисицы на 1,98. Ширина же закрепления *m. obliquus abdominis externus* к ложным ребрам у норки на 1,15% меньше, чем у лисицы, и составляет 10,77(±0,77) процента. Следовательно, зубцы астернальных ребер наружной косой брюшной мышцы норки, хотя и шире чем на ее же стернальных ребрах (на 2,99%), по сравнению с аналогичными зубцами лисицы, все же значительно ослаблены.

Что касается высоты закрепления *m. obliquus abdominis externus* норки на ребрах, то она на 14,04% выше, чем у лисицы, и составляет 44,44(±1,04). Таким образом, наружная косая брюшная мышца лисицы, хотя и выигрывает, в функциональном плане, за счет более выраженного сродства к астернальным ребрам, все же уступает аналогичной мышце норки в площади охвата реберной стенки. В респираторной же моторике данный фактор, несомненно, должен способствовать более эффективному сжатию грудной клетки.

Немаловажная роль в абдоминальной экспирации принадлежит прямой мышце живота (*m. rectus abdominis*), которая у обоих видов беря свое начало на первом ребре, заканчивается на лонной кости. При этом длину ее мышечной части у лисицы значительно сокращает обширный апоневроз, краниально закрепляющийся к первому ребру и переходящий в мышечную ткань лишь в 3-ем межреберии. У норки же данный апоневроз представляет собой лишь небольшую сухожильную прослойку в области присоединения *m. rectus abdominis* к первому ребру.

Еще одним преобразованием, направленным на усиление экспираторной группы, может являться особенность топографии наружных межреберных мышц. У норки эти мускулы в каудальной части грудной клетки занимают практически весь межреберный промежуток. Особенно длинные волокна наружных межреберных мышц лежат между реберными хрящами в вентральной части костодиафрагмального отдела. Форма же грудной клетки норки такова, что сокращение их в этой области приведет к сужению каудо-вентрального отдела последней, что в конечном итоге будет способствовать акту выдоха.

Особый интерес представляют особенности расположения зубчатой вентральной мышцы (*m. serratus ventralis*), которую традиционно не относят к дыхательной мускулатуре. Однако особенности ее топографии (обширное закрепление на ребрах), по мнению ряда авторов, допускают наличие у данного органа выраженной респираторной активности.

Реберная часть *m. serratus ventralis* лисицы имеет точки закрепления на 1-6 (иногда и на 7-ом) ребрах, расположенные в среднем на 37,91(±1,96)%

(относительно длины костных компонентов ребер) выше линии синхондрозов.

Зубчатая вентральная мышца норки, беря свое начало от дорсокаудальной области медиальной поверхности лопатки, так же как и у лисицы, имеет области закрепления на 1-6-ом (реже на 1-7-ом) ребрах. При этом ее области закрепления, лежат несколько выше синхондрозов, однако в ряде случаев, чего ни когда не наблюдается у лисицы, они могут находиться, как на самих синхондрозах, так и ниже их.

При этом оказалось, что средняя высота реберного закрепления зубчатой вентральной мышцы (от вертебральных концов ребер до дорсальных границ закрепления на ребрах) практически соответствует таковой лисицы. В первом случае она равняется  $35,66(\pm 0,68)$ , а во втором –  $34,98(\pm 1,32)\%$ . При сопоставлении относительных показателей отдельно для каждого зубца выяснилось, что для первых трех ребер в более выгодном положении в плане респираторной активности оказывается зубчатая вентральная мышца норки. Здесь ее средняя высота составила  $37,83(\pm 1,07)\%$ , в то время у лисицы аналогичный показатель равняется  $24,73(1,66)\%$ . Для последних трех зубцов картина меняется на диаметрально противоположную. Дальше от вертебральных концов лежат зубцы у лисицы ( $44,29(\pm 0,98)$ ), а у норки – гораздо ближе ( $31,48(\pm 0,72)\%$ ). Таким образом, учитывая то, что респираторная активность ребер возрастает в каудальном направлении, у зубчатой вентральной мышцы лисицы респираторные свойства выражены несколько сильнее. Правда, в этом случае не учитывается расположение лопатки, как дорсальной точки закрепле-

ния мышцы. Как известно, у норки она расположена гораздо краниальнее, что влияет на угол закрепления зубцов.

Некоторые межвидовые различия нами были обнаружены и при исследовании ширины реберного закрепления зубчатой вентральной мышцы. Средняя ширина закрепления относительно длины ребер у лисицы составила  $10,67(\pm 0,39)\%$ . Ее минимальное значение ( $8,48(\pm 0,88)\%$ ) отмечено на последнем, 7-ом зубце, а максимальное – на 1-ом ( $13,32(\pm 1,49)\%$ ), что указывает на относительное уменьшение этого показателя в каудальном направлении.

Средняя ширина закрепления у норки составила  $15,81(\pm 0,51)\%$ . Это превысило аналогичный показатель лисицы на  $5,14\%$ . При этом для нее так же характерно снижение ширины в каудальном направлении. Максимальный показатель характерен для 1-го зубца ( $18,54(\pm 1,44)$ ), а минимальный – для последнего ( $9,44(\pm 1,25)\%$ ).

**Литература:** 1. Берестов В.А. Очерки по физиологии пушных зверей. – М.: Наука, 1987. 2. Исаев Г.Г. Физиология дыхательных мышц // Бреслав И.С., Брянцева Л.А., Воронов И.Б. и др. Физиология дыхания. – СПб: Наука, 1994. – С. 178-193. 3. Ромер А., Парсонс Т. Анатомия позвоночных: Пер. с англ. А.Н. Кузнецова, Т.Б. Сидоровой; под ред. Ф.Я. Дзержинского. М.: Мир, 1992. – Т.1. – 358 с., ил. 4. Сидорович В.Е. Норки, выдра, ласка и другие куньи. – Мн.: Ураджай, 1995. – 191 с.: ил. 5. Слесаренко Н.А. Строеие и топография диафрагмы норки // Тр. конф. студ. и асп. МВА. – М.: - 1971. – С. 67. 6. Шмидт-Нельсон К. Размеры животных: почему они так важны?: пер. с англ. Куликова Ф.А., Полотевой М.И.; под ред. Коктайского И.А. М.: Мир, 1987. 259с.

УДК 636 . 52/58:611.3.

#### РАЗВИТИЕ ОСЕВОГО СКЕЛЕТА И ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ КАЛЬЦИЯ И ФОСФОРА В КОСТНОЙ ТКАНИ У ЦЫПЛЯТ- БРОЙЛЕРОВ КРОССА «КОББ-500» В ОТДЕЛЬНЫЕ ПЕРИОДЫ ОНТОГЕНЕЗА

Сельманович Л.А., Мацинович А.А.

УО «Витебская государственная академия ветеринарной медицины»

Птицеводство – одна из отраслей животноводства, дающая высококачественное, ценное и диетическое для питания человека мясо. Эта птица обладает необычно высокой скоростью роста при условии обеспечения ее полноценным, сбалансированным по всем показателям кормом. На единицу затраченного корма в зависимости от его сбалансированности по основным питательным веществам птица дает прирост массы тела в 3-5 раз больше, чем сельскохозяйственные млекопитающие животные. Поэтому стимулировать увеличение массы тела у птиц легче, чем у животных.

В настоящее время интенсивная селекция мясной птицы направлена на увеличение скорости роста живой массы, часто без учета закономерностей формирования других тканей организма, в том числе и костной ткани, которая занимает особое место среди систем организма. Она является лабильной системой и выполняет в организме животных не только функции опоры, защиты, рычагов передви-

жения и депо минеральных веществ, но и трофические, кроветворные функции [1, 2]. Полноценный скелет благотворно влияет на опорные, трофические, электролитические, кроветворные функции организма, которые непосредственно связаны с продуктивностью птиц. Поэтому на современном этапе актуальным является знание закономерностей роста и развития скелета, что позволит не только правильно понимать сущность всех процессов, происходящих в костях, но и целенаправленно корректировать их, обеспечивая тем самым не только здоровье и продуктивность птицы, но и здоровье человека. Таким образом, скелет выдвигается в число важнейших систем организма, обеспечивающих нормальную жизнедеятельность и репродуктивную функцию птицы.

Из минеральных элементов, которые влияют на минерализацию скелета, следует выделить кальций и фосфор – структурные элементы костной ткани, принимающие непосредственное участие в