УДК 636.2:611.018

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БИОМЕХАНИКИ КОПЫТЕЦ У КОРОВ

Е. В. Ховайло, А. Л. Лях

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»
г. Витебск, Республика Беларусь
(Республика Беларусь, 210026, г. Витебск, ул. Доватора, 7/11
e-mail: lizaveta_25_11@mail.ru)

Ключевые слова: *морфология, биомеханика, пальцевый мякиш, копытца, коровы.*

Аннотация. *В статье приводится описание строения пальцевого мякиша коров, применительно к выполняемым им функциям. Пальцевый мякиш не относится к частям копытца, но тесно связан с ними анатомически и функционально, играет важную роль в биомеханике копытец крупного рогатого скота. Биомеханика анатомически правильных копытец [2] позволяет пальцевому мякишу полноценно выполнять свои функции: гасить удары при движении в момент переноса веса тела на опору, амортизировать и прокачивать кровь для питания тканей копытец. Такие копытца меньше предрасположены к ортопедическим патологиям.*

MORPHOLOGICAL BASES OF BIOMECHANICS HOOVES OF COWS

E. V. Khovailo

EI «Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine»
(Republic of Belarus, Vitebsk, 210026, Dovatora st.;
e-mail: lizaveta_25_11@mail.ru)

Key words: *morphology, biomechanics, digital cushion, hooves, cows.*

Summary. *The article provides a description of the structure of the digital cushion cows in relation to the functions performed by them. Digital cushion does not apply to parts of the hoof, but is closely linked with them anatomically and functionally, it plays an important role in the biomechanics of bovine hooves. Biomechanics anatomically correct hooves [2] allows the digital cushion to fully carry out its functions: to extinguish strikes when driving at the time of the weight transfer on the support and pump blood to supply the tissues of hooves. These hooves are less prone to orthopedic pathologies.*

(Поступила в редакцию 03.06.2016 г.)

Введение. В настоящее время интенсивное строительство и реконструкция животноводческих молочных комплексов привели к воз-

растанию числа ортопедических болезней животных [2, 3]. Такая тенденция, на наш взгляд, связана с ошибками в проектировании помещений для содержания скота, погрешностями в технологии содержания и кормления. Первые две причины, вероятно, связаны с нарушением биомеханики копытец у коров при их круглогодичном беспривязно-боксовым содержании. На первый взгляд, беспривязное содержание коров должно быть для них более физиологичным, чем старая привязная система. Однако значительное количество болезней копытец свидетельствует о ряде технологических нарушений на новых комплексах. Особенно остро встает проблема в ближайшей перспективе в связи с планами увеличения количества подобных молочных комплексов.

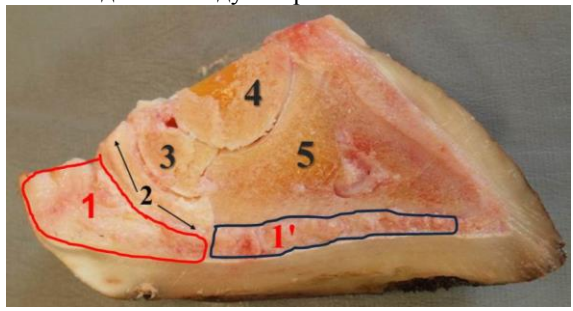
Биомеханика копытец в ортопедии описывается в общих чертах, без функциональной характеристики тканей, входящих в их состав. Возможно, расширение исследований в области ортопедии за счет применения морфологических методов позволит глубже изучить биомеханику копытец, понять механизм развития патологических процессов в копытцах коров, выявить основные и способствующие болезням факторы, поможет при проектировании комплексов учитывать потребности коров и сделать условия содержания более физиологичными для животных, а в последующем – изыскать новые способы профилактики и лечения болезней копытец.

Цель работы: дать морфофункциональную оценку структур пальцевого мякиша в анатомически правильных копытцах.

Материал и методика исследований. В условиях Витебского мясокомбината отбирали пальцы тазовых конечностей с анатомически правильными копытцами, без ортопедических патологий. Твердость рогового башмака измеряли с использованием дюрометра (твердомера) Шора типа А. Для проведения макроморфологических исследований делали сагиттальные и сегментальные распилы замороженных пальцев с использованием листовой пилы или лобзика. Макроскопическое исследование включало изучение топографии, толщины и соотношения частей пальцевого мякиша и других структур пальцев у коров. Для проведения микроскопических исследований проводился отбор проб тканей пальцев как прижизненно (биопсия), так и после убоя (аутопсия). Прижизненно отбор тканей проводился в условиях хозяйств, с соблюдением правил асептики при проведении расчистки копытец, после местного обезболивания (проводниковая анестезия пальцевых нервов 2% раствором новокаина по 15-20 мл на введение) При аутопсии применяли конический пробоотборник или насадку на дрель в виде трубки. Получаемая проба включала в себя послойно все ткани копытец. Для обзорных исследований фиксацию тканей проводили в

10% растворе формалина и окрашивали гематоксилин-эозином и по методу Маллори. Для фиксации липидов использовали кальций-формол по Бейкеру и окрашивали жировым красным OIL RED по методу Лилли. Гистологические срезы подвергали микроскопии (OLYMPUS BX 51) и микроморфометрии с использованием компьютерных программ cell Sens Standart и Image Scope M.

Результаты исследований и их обсуждение. Являясь производным кожи, пальцевый мякиш крупного рогатого скота, подобно коже, состоит из подкожного слоя (гиподермы), основы кожи (дермы) и эпидермиса. У крупного рогатого скота пальцевый мякиш имеет форму клина. Основание клина приподнято дорсально, расположено на задней (пальмарной или плантарной) поверхности копытца, между внутренней и наружной частями стенки, и формирует мякишную подушку (дорсальная часть мякиша). Верхушка клина формирует подошвенную [1] (вентральную) часть мякиша, которая располагается на подошвенной (опорной) стороне копытца, под копытцевой костью (не доходя 5-6 мм до ее переднего края) и крепящимся к ней сухожилием глубокого пальцевого сгибателя (рисунок). Подошвенная часть пальцевого мякиша постепенно истончается и без четких границ переходит в копытцевую подошву, которая окружает ее в виде тонкой дугообразной полосы.



1 – пальцевый мякиш (1 – подушка мякиша, 1' – подошвенная часть мякиша), 2 – сухожилие глубокого пальцевого сгибателя, 3 – сесамовидная кость, 4 – венечная кость (вторая фаланга), 5 – копытцевая кость (третья фаланга)

Рисунок – Сагиттальный распил анатомически правильного копытца

Строение частей пальцевого мякиша существенно отличается между собой в зависимости от выполняемой ими функции в процессе движения животного. В анатомически правильных копытцах подушка мякиша имеет самый мягкий ($P<0,001$) роговой слой по сравнению с другими участками копытца (таблица 1), не предназначенный для повышенной нагрузки. Подушка мякиша испытывает только динамиче-

скую нагрузку (при движении) в начальную стадию опирания, когда вес тела постепенно переносится на опорную конечность.

Мягкий роговой слой подушки пальцевого мякиша при нагрузке в начальную стадию опирания конечности обратимо деформируется, что позволяет жировой подушке мякиша, не испытывая существенного сопротивления, легко сжиматься по вертикали, расширяясь при этом по горизонтали внутри рогового башмака и в последующем, при снятии нагрузки, возвращаться в исходное положение. Таким образом, мягкий рог подушки пальцевого мякиша обеспечивает достаточное демпфирование нижележащих слоев в начальной стадии опоры конечности.

Таблица 1 – Твердость разных участков рогового башмака копытец, единиц Шора А (НА)

участки измерения твердости рога	латеральный палец	медиальный палец
рог подушки мякиша (1)	28,57±0,976; P_{1-2}***	28,86±0,900; P_{1-2}***
рог подошвенного мякиша (2)	62,14±0,690; P_{1-2}***	63,29±0,756; P_{1-2}***
рог подошвы (3)	65,43±0,976; P_{1-3}***	66,57±0,787; P_{1-3}***
рог подошвы вблизи зацепа (4)	67,00±0,756; P_{1-4}***	67,63±1,061; P_{1-4}***
рог стенки (5)	98,00±0,816; P_{1-5}***	97,14±0,069; P_{1-5}***

*Примечание: P_{1-2} – достоверность различий между участками 1 и 2 одного копытца, P_{1-3} – достоверность различий между участками 1 и 3 одного копытца, P_{1-4} – достоверность различий между участками 1 и 4 одного копытца, P_{1-5} – достоверность различий между участками 1 и 5 одного копытца. *P<0,05; **P<0,01; ***P<0,001.*

Дерма мякиша состоит из сетчатого и сосочкового слоев. Сетчатый слой состоит из плотной неоформленной соединительной ткани, представленной коллагеновыми волокнами, которые расположены пучками. В сетчатом слое дермы находятся кровеносные сосуды, питающие ткани пальцевого мякиша. Сетчатый слой дермы без резких границ переходит в сосочковый. Сосочек представляет собой выпячивание дермы, состоящее из рыхлой волокнистой неоформленной соединительной ткани. За счет сосочков увеличивается площадь контакта дермы с эпидермисом.

В подушке мякиша гиподерма очень хорошо развита и ее толщина в этом участке наибольшая (таблица 2).

Таблица 2 – Толщина гиподермы пальцевого мякиша в анатомически правильных копытцах, мм

Копытце	Пальцевый мякиш			
	Дорсальная часть (подушка мякиша)	Вентральная часть (подошвенный мякиш)		
		задняя часть	средняя часть	передняя часть
латеральное	16,84±0,756	5,88±0,339	5,55±0,403	2,81±0,229 Рз-п**
медиальное	18,73±0,805	6,01±0,249	5,56±0,447	2,72±0,333 Рз-п**

*Примечание: Рз-п – достоверность различий между группами задней и передней частями подошвенного мякиша; *P<0,05; **P<0,01; ***P<0,001.*

Основу гиподермы составляют коллагеновые и эластические волокна, которые формируют трехмерную ячеистую структуру. Ячейки из извитых коллагеновых волокон могут быть заполнены кровеносными сосудами и (или) жировыми вакуолями, которые закреплены внутри ячейки тонкими эластическими волокнами. В опорную фазу конечности и сдавливании подушки мякиша происходит сжимание ячеек. Извитые коллагеновые волокна, из которых сформирована ячейка, распрямляются, при этом эластические волокна внутри ячейки ограничивают изменение её формы, регулируют и смягчают давление на сосуды, фиксируя их месторасположение внутри ячейки.

Давление при сжатии мякиша практически не влияет на ток крови в артериях, т. к. они имеют толстую стенку, создающую своим сокращением пульсовое давление для проталкивания крови в мелкие сосуды. В то же время сдавливание окружающими тканями подушки мякиша венозной части сосудов микроциркуляторного русла проталкивает венозную кровь из венозной сети копытца в вышележащие вены.

Если внутри ячейки есть жировые вакуоли, то при опоре конечности и сдавливании мякиша они сжимаются, а при снятии нагрузки – принимают первоначальную, округлую форму. За счет изменения формы вакуолей жировой ткани выполняется демпфирование ударной нагрузки и ее равномерное распределение по всей опорной поверхности. Больше всего жировой ткани находится в глубоком участке подошвенного мякиша, вокруг сухожилия глубокого пальцевого сгибателя, что необходимо для смягчения давления на него при опоре конечности, учитывая природную уязвимость сухожилий к сдавливаю.

При снятии опорной нагрузки подушка мякиша принимает исходное положение. Ячейки возвращаются в первоначальную форму за счет восстановления извилистости упругих коллагеновых волокон и возврата к первоначальной длине растянутых при сжатии эластических волокон, которые, наподобие натянутых изнутри тросов, сохраняют форму ячейки. Кровь снова заполняет венозное русло копытца за счет создания отрицательного давления в венозных сосудах и притоке крови из сосудов артериальных.

Первоначальная ударная нагрузка, демпфированная подушкой мякиша, переносится на подошвенный мякиш и на подошвенный край стенки, которые за счет высокой прочности рогового слоя (таблица 2) принимают вес животного в опорную фазу конечности. Подошвенная часть пальцевого мякиша не испытывает ударной нагрузки, а потому не снабжена столь же толстым слоем гиподермы для её амортизации

как подушка мякиша. Толщина гиподермы подошвенного мякиша достоверно ($P<0,01$) уменьшается в два раза в направлении от задней части к передней. Являясь связующим звеном между копытцевой костью и прочным трубчатым рогом, подошвенный мякиш испытывает большую нагрузку на сдавливание, чему вынужден сопротивляться за счет увеличения содержания волокон соединительной ткани и значительного уменьшения жировой ткани, которая не только не способна выдержать вес животного в фазу опоры конечности, но и ослабляет прочность соединения между надкостницей копытцевой кости и эпидермисом подошвенного мякиша. Наибольшая толщина гиподермы в задней части подошвенного мякиша, т. е. под сгибательным бугорком копытцевой кости, местом крепления сухожилия глубокого пальцевого сгибателя. В этом месте подошвенный мякиш обеспечивает защиту места крепления сухожилия к копытцевой кости от ударной нагрузки в момент опоры конечности. В передней части подошвенного мякиша толщина гиподермы наименьшая, что связано с уменьшением нагрузки на мякиш и необходимостью прочной фиксации копытцевой кости в роговом башмаке для фиксации её от смещения внутри рогового башмака в фазу отталкивания зацепом копытца от опорной поверхности.

В последнюю фазу опирания корова переносит вес тела на зацепную часть копытца, отталкиваясь ей от поверхности опоры, т. е. прилагая наибольшее усилие к этой части копытца. Именно максимальная нагрузка на зацепную часть обусловливает наибольшую твердость рога в этой области копытца, причем как со стороны подошвы, так и со стороны стенки.

Достоверной разницы между толщиной гиподермы, площадью волокон соединительной ткани и жировых вакуолей, толщиной рогового слоя разных частей пальцевого мякиша, латеральных и медиальных копытец нет. Поэтому можно говорить, что оба копытца, если они анатомически правильные, одинаково участвуют в опоре и несут примерно равную нагрузку.

Заключение. Таким образом, строение разных частей пальцевого мякиша обуславливает выполняемые ими функции и влияет на биомеханику копытец. Подушка пальцевого мякиша в анатомически правильных копытцах при ходьбе не испытывает постоянного статического давления, гасит удары в момент опоры конечности, амортизирует и работает как насос для прокачивания крови. Подошвенная часть пальцевого мякиша несет опорную функцию, устраняя потерю энергии при отталкивании конечности от поверхности за счет отсутствия смещения структур копытца в роговой капсуле. Биомеханика в анатомически правильных копытцах у коров, предполагает правильное распределе-

ние нагрузки в разные фазы движения на соответствующие эволюционно приспособленные анатомические структуры пальца, что позволяет корове длительно передвигаться, сохраняя копытца здоровыми.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лукьяновский, В. А. Технология профилактических и лечебных ортопедических мероприятий в молочных комплексах. Автореф. дис. док.вет. наук : 16.00.05 /Лукьяновский, Вячеслав Александрович. – Москва : Моск. гос. акад. вет. мед. и биотехнолог. – 1999. – 47 с.
2. Руколь, В. М. Профилактика и лечение болезней конечностей и копытец крупного рогатого скота. / В. М. Руколь // Ветеринарное дело. – 2013. – №9. – С. 16-25.
3. Техвер, Ю. Т. Гистология кожного покрова домашних животных / Ю. Т. Техвер. – Тарту : эстонская сельскохозяйственная академия, 1971. – 112 с.
4. Финогенов, А. Анализ препаратов и методов групповой профилактики и лечебной обработки копыт крупного рогатого скота / А. Финогенов // Ветеринарное дело. – 2013. – №10. – С. 25-29.
5. Ховайло, Е. В. Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии / Е. В. Ховайло // ФГБОУ ВПО «СПбГАВМ». – Санкт-Петербург, 2013. – № 3. – С. 129-130.

AN ABATTOIR STUDY OF THE CONGENTIAL ABNORMALITIES OF OVARIES AND UTERINE TUBES IN SLAUGHTERED NON-PREGNANT COWS IN SULAIMANI PROVINCE

Faraidoon Abdulsattar M. Amin

Department of Surgery and Theriogenology, College
of Veterinary Medicine, Sulaimani University
Sulaimani, Kurdistan Region – Iraq
Email: faraidoon.muhamad@univsul.edu.iq

***Key words**: pathology, congenital malformation, ovaries, uterine tubes, non-pregnant cows.*

***Summary.** The current study was conducted to address the pathological conditions of the congenital abnormalities of ovaries and uterine tubes of cows slaughtered at the abattoir in Sulaimani, Kurdistan Region-Iraq. The pathologic conditions were objected to amacroscopic and microscopic examination of 404 samples of female genitalia collected from slaughtered non-pregnant cows. A Collection of female genitalia samples was conducted from February to September 2014 by visiting the "Qaragol" slaughterhouse twice a week. The organs were observed macroscopically for pathological abnormalities and stained tissues with Haematoxylinand eosin. They were examined under microscope for determination of the type of lesion present in the organ. Among the 404 genitalia samples collected from the non-pregnant animals, 206 (51%) were found without gross pathological abnormalities (with cyclic activity) and the 30 (7.43%) samples were found with gross congenital abnormalities of ovaries and uterine tubes. Detected lesions in the ovaries and uterine tubes included para-ovarian cysts 3.21%, ovarian hypoplasia 1.98%, ovarian agenesis 0.50%, aplasia of uterine tube*