

Особенности суточных вариационных рядов в системе морфометрических, биофизических и биохимических показателей скелета коров в период производства молока

Е.Ю. Ключкина, к.б.н., Оренбургский ГАУ

В современном представлении костная система — зеркало жизнедеятельности организма. Особую роль скелет играет у молочных коров, являясь не только опорным органом, но и самым значительным резервом минералов и важнейшим органом минерального обмена веществ.

Оценка его состояния, особенно у клинически здоровых животных, — одна из актуальных проблем ветеринарии. Трудность объективной оценки заключается не только в проблемах подхода, но и в многочисленности костей и разнообразии их форм.

Решение многочисленных и трудно поддающихся исправлению проблем скелета возможно на основе системного подхода, когда оценка состояния объекта осуществляется не по отдельным показателям, а на основе систем, формируемых самим организмом (системы более высокого порядка), исходя из влияния окружающей среды, с учётом его здоровья, пола, возраста, физиологического состояния и т.д.

В последние годы системные методы исследования широко используются в самых различных сферах научной и практической деятельности.

При этом особое значение в их создании имеют показатели организма. Для расширения возможности системного подхода и сравнения показателей различного характера необходимы новые методы. К ним можно отнести и использование суточных ритмов как наиболее информативного временного фактора, играющего ведущую роль в функциональной деятельности не только отдельных костей, но и скелета в целом [1].

Доказано, что наиболее ранним проявлением влияния неблагоприятных факторов является изменение биологических ритмов, и в первую очередь суточных [2, 3], их ультрадианных составляющих [4] в той или иной системе организма человека и животного. Не надо забывать, что обследование животных, лечебные и профилактические мероприятия проводятся специалистами на протяжении суток.

Сочетание системного подхода к оценке показателей скелета и суточного ритма исследования позволит установить новые закономерности функционирования костной системы молочных коров, а значит, более целенаправленно управлять и корректировать его состояние.

Из всех технологических периодов молочных коров наиболее интересным является период одно-

временной беременности и лактации (105–305 дни после отёла). В это время деятельность скелета животных направлена одновременно на поддержание угасающей лактации на фоне усиления роли развивающегося плода.

Ранее нами показано, что для оценки состояния различных объектов живой и неживой природы удобно использовать число расщеплений суточных вариационных рядов показателей [5].

Цель работы – на основе суточного ритма и системного подхода определить особенности суточных вариационных рядов морфометрических, биофизических и биохимических показателей скелета беременных лактирующих коров.

Материал и методика. Эксперименты проводили в АОЗТ «Овощевод» г. Оренбурга на клинически здоровых коровах в течение первой половины беременности. Опытная группа животных включала десять беременных коров чёрно-пёстрой породы с удоем не менее 8–10 кг в сут.

Ультразвуковую остеометрию выполняли в области тела 5-го хвостового позвонка, середины ребра и пястной кости по методике А.А. Самотаева (1993). Морфометрические измерения костей проводили по методике Г.Г. Автандилова (1990), измеряли такие параметры, как длина, ширина, толщина, окружность тела позвонка; длина, толщина, ширина, окружность пясти. Определяли содержание общего кальция, общего магния, неорганического фосфора и щелочной фосфатазы в сыворотке крови животных. Исследование осуществляли 12 раз в сут. с интервалом 2 час. на протяжении трёх – шести сут. в течение 6 мес.

Суточные вариационные ряды морфометрических, биофизических и биохимических показателей строили на основании 6 мес. беременности коров. Подсчёт числа расщеплений вариационных рядов показателей костной системы выполняли визуально, после их построения.

Анализ числа расщеплений вариационных рядов показателей скелета проводили с помощью алгоритма, разработанного А.А. Самотаевым [6], с использованием пакетов программ «Олимп-эксперт» и Statistica.

Предварительные результаты свидетельствуют о присутствии в жизни коров периода беременности и лактации на протяжении суток двух временных периодов. Первый включает период с 5.00 до 19.00, когда животное преимущественно выделяет из скелета вещества; с 19.00 до 5.00, когда костная система молочных коров, наоборот, их восполняет.

Результаты исследований. В период с 5.00 до 19.00 организм животных из 15 морфометрических, ультразвуковых и биохимических компонентов образует трёхэшелонную пирамиду, включающую семь подсистем, что составляет 63,6% теоретического уровня реализации (рис. 1).

Пирамидальная система, как известно, наиболее устойчивая конструкция. Её труднее всего разрушить [7]. По горизонтали пирамиды представлены подсистемы, а по вертикали – их эшелоны. В подсистемах эшелонов номерами обозначены наиболее важные показатели: в левом верхнем углу – элементы активизации, величины которых необходимо изменять, чтобы запустить подсистему; в правом нижнем углу – итог деятельности подсистемы. При

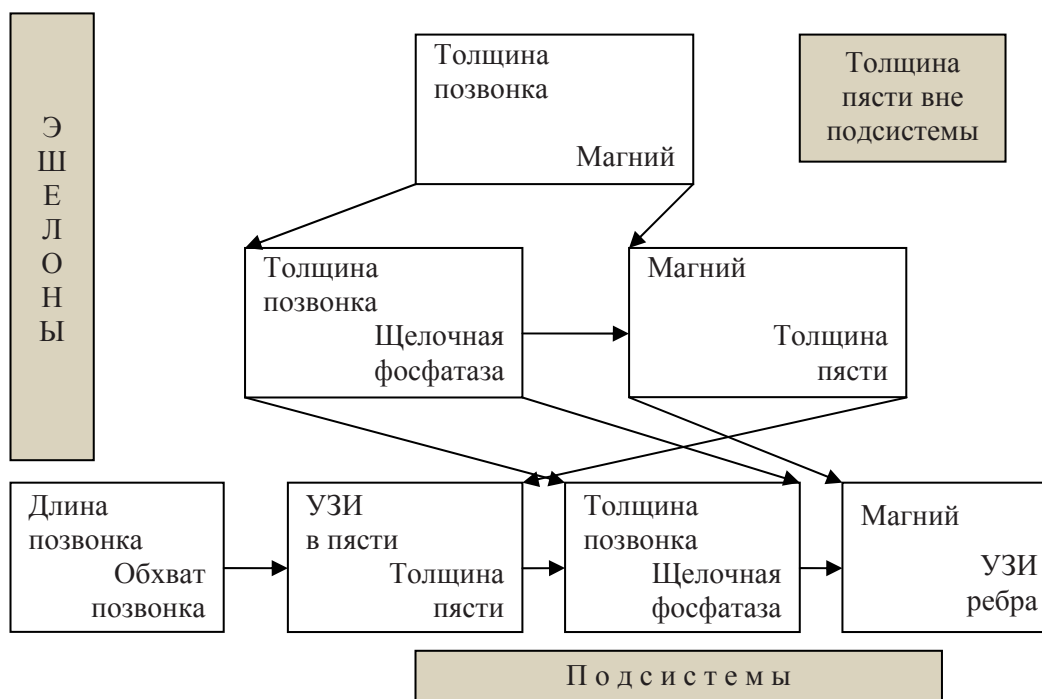


Рис. 1 – Синергетические взаимоотношения элементов активизации и итога деятельности подсистем в период интенсивного выделения компонентов костной системой беременных лактирующих коров (с 5.00 до 19.00)

этом, чем выше уровень подсистем в пирамиде, тем выше их значимость и важность образующих их элементов в деятельности анализируемого объекта. А стрелки показывают направление управления подсистемами [8].

Образование и существование системы показателей объекта происходит благодаря ряду закономерностей. Важнейшей из них является придание всем без исключения элементам системой более высокого уровня, в данном случае организмом, системообразующих или системоразрушающих свойств. Это явление можно сравнить с присутствием катионов и анионов в растворах.

Реализуется свойство в виде недостатка у системообразующих – вещественных, энергетических и информационных связей и, наоборот, их избытка – для системоразрушающих у каждого из элементов. Причём для одного и того же показателя объекта эти свойства могут изменяться во времени, пространстве и присутствии других элементов не только по силе, но и по направлению, поскольку при этом меняются потоки вещественных, энергетических и информационных связей.

Наделение элементов системообразующими или системоразрушающими свойствами системой более высокого уровня вызвано исходя из внутреннего содержания каждого из признаков организма, определяемого его особенностями и структурными взаимоотношениями с остальными показателями в пространстве рассматриваемого объекта.

Обнаружение системообразующих и системоразрушающих элементов производят на основании закономерности, согласно которой отрицательные корреляционные связи укрепляют (голод, недомогание и т.д.), а положительные – разрушают сформированную большую систему показателей организма.

При этом, чем больше недостаёт внутреннего потенциала (энергии, вещества и информации)

показателю, тем большие системообразующие свойства он проявляет, и наоборот. Избыток внутреннего потенциала (энергии, вещества и информации) придаёт большую свободу для показателя, большую уверенность в возможности самостоятельного существования, обретении им независимости, а в конечном итоге ведёт к системоразрушению, и наоборот, недостаток вещественных, энергетических и информационных связей заставляет показатель проявлять большую зависимость от других элементов в пространстве большой системы.

При объяснении полученных результатов выдвинута гипотеза, согласно которой эшелоны в пирамиде отражают круг ведущих проблем реализации ресурсного потенциала организма животных для: *отдельных костей* → *систем костей* → *скелета*. При наличии меньшего числа выделяемых структур обозначение шло сверху вниз, т.е. с эшелона *скелета*. Контроль и управление эшелона системы скелета в виде передачи или лишения ресурсов осуществляется структурами организма животного: *внешняя* ↔ *обменная* ↔ *внутренняя*.

В эшелоне *кости* среди 15 показателей обнаруживается восемь системообразующих элементов, что составляет 53,3% от общего числа (табл.). Максимальными свойствами обладает длина тела 5-го хвостового позвонка (-2,054), минимальными – толщина тела 5-го хвостового позвонка (-0,720).

Системоразрушающими свойствами обладают семь характеристик, 46,7%. Минимальные свойства имеет показатель обхват пясти (0,130), максимальные – магний сыворотки крови (2,375). Индекс системообразования эшелона был значительным и составил 2,65, свидетельствуя о высокой устойчивости системы и её закрытости к воздействиям окружающей среды.

Системообразующие и системоразрушающие элементы в первом эшелоне системы костей скелета беременных лактирующих коров (с 5.00 до 19.00)

Показатель	$\Sigma_{\text{корреляций}}^*$
Ширина пясти	-1,350 ⁶
Толщина пясти	0,808 ¹³
Длина пясти	-1,696 ⁴
Обхват пясти	0,130 ⁹
Ширина тела 5-го хвостового позвонка	0,771 ¹²
Толщина тела 5-го хвостового позвонка	-0,720 ⁸
Длина тела 5-го хвостового позвонка	-2,054 ¹
Обхват тела 5-го хвостового позвонка	0,654 ¹¹
Скорость ультразвука в пясти	-1,835 ²
Скорость ультразвука в середине ребра	-1,286 ⁷
Скорость ультразвука в теле 5-го хвостового позвонка	-1,828 ³
Общий кальций сыворотки крови	0,273 ¹⁰
Неорганический фосфор сыворотки крови	-1,358 ⁵
Общий магний сыворотки крови	1,130 ¹⁵
Щелочная фосфатаза сыворотки крови	0,817 ¹⁴
Индекс системообразования ($\Sigma_{\text{системообразующие}} / \Sigma_{\text{системоразрушающие}}$)	2,65

Примечание: * – сумма и место, занимаемое показателем в структуре эшелона костной системы беременных лактирующих коров

Оценка синергетических взаимоотношений эшелонов системы костей скелета, подсистем в эшелонах, элементов активизации и итогов их функционирования у беременных лактирующих коров в период с 5.00 до 19.00, когда костная ткань, преимущественно выделяет вещества, позволяет определить следующие особенности:

- структуры животного формируют 15 показателей в большую систему, в виде трёхэшелонной пирамиды, составляя 63,6% теоретического уровня;
- эшелон управления пирамиды *скелет* плохо контролирует нижележащий уровень (системы костей), который в свою очередь недостаточно эффективно управляет эшелоном *кости*;
- толщина позвонка, являясь ведущим запускающим элементом костной системы, позволяет организму коров периода одновременной беременности и лактации в дневное время контролировать образование молока и развитие плода, противостоять неблагоприятным факторам окружающей среды;
- итогами деятельности подсистем скелета, а значит, проблемой организма животных в порядке роста иерархической важности являются: обхват позвонка → толщина пясти → щелочная фосфатаза → активность аморфного фосфата в ребре → щелочная фосфатаза → толщина пясти → магний;
- магний сыворотки крови является наиболее важным компонентом для успешной деятельности костей скелета коров в период выделения ими веществ, идущих для образования молока, развития плода и других нужд организма;
- в связи с недостатком ресурсов из наилучших моделей были удалены в эшелоне *кости* толщина

позвонка и обхват пясти → магний и фосфор, в эшелоне *системы костей* – толщина позвонка → магний, активность аморфного фосфата в ребре и длина позвонка, в эшелоне *скелет* – толщина позвонка. К наиболее несовершенным элементам костной системы у коров в период выделения веществ следует отнести толщину позвонка;

- в связи с недостатком вещественных, энергетических и информационных связей в структуре эшелона *скелет* показатель толщины пясти оказался вне управляющей подсистемы;
- в эшелоне *скелет* у коров элементами являются компоненты крови, свидетельствуя о том, что костная ткань животных в период с 5.00 до 19.00 преимущественно разрушается по толщине костей для восполнения организма компонентами, в первую очередь магнием, чему способствует щелочная фосфатаза.

В период с 19.00 до 5.00 организм животных из 15 морфометрических, ультразвуковых и биохимических компонентов образует трёхэшелонную пирамиду, включающую семь подсистем, составляя 63,6% теоретического уровня (рис. 2).

В эшелоне кости среди 15 показателей обнаруживается восемь системообразующих элементов, что составляет 53,3% от общего числа. Максимальными свойствами обладал фосфор (-3,251), минимальными – толщина пясти (-0,007).

Системоразрушающими свойствами обладали семь характеристик – 46,7% общего числа. Минимальные свойства отмечены у показателя скорость ультразвука в пясти (0,046), максимальные – у щелочной фосфатазы сыворотки крови (1,498). Индекс системообразования эшелона был

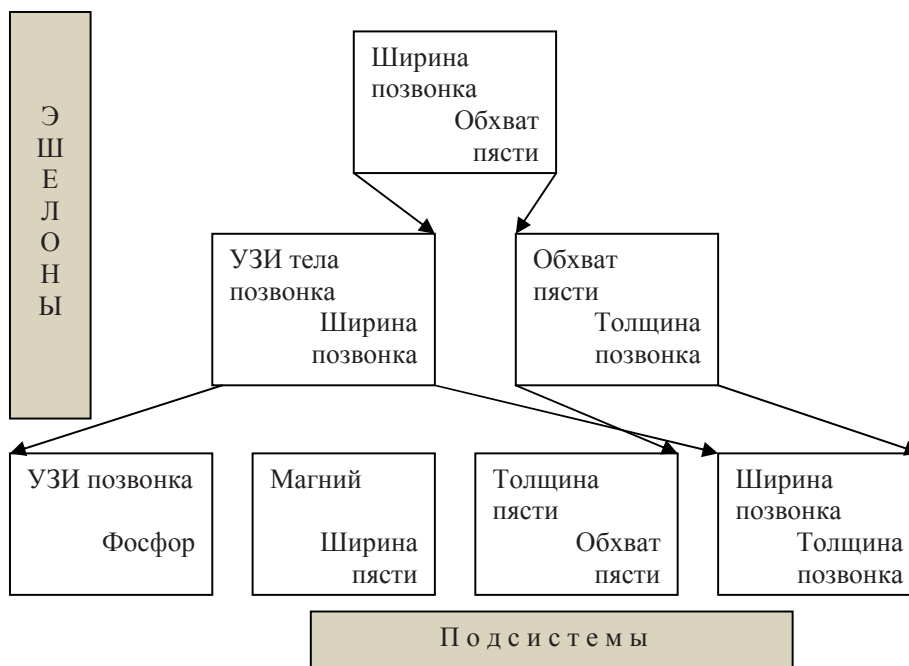


Рис. 2 – Синергетические взаимоотношения элементов активизации и итога деятельности подсистем в период преимущественного поглощения компонентов костной тканью у беременных лактирующих коров (с 19.00 до 5.00)

значительным и составил 2,28, свидетельствуя о высокой устойчивости системы и её закрытости к воздействиям окружающей среды.

Оказалось, после смены деятельности костной системы с выделения на поглощение компонентов часть элементов вместо системообразующих стали системоразрушающими: ширина и длина пясти, скорость ультразвука в пясти и позвонке. Смена ориентации элементов сопровождается всегда снижением нагрузки на них (рис. 3, 4).

Такие элементы, как толщина и обхват пясти, ширина позвонка и магний, вместо системоразрушающих становятся системообразующими. Смена ориентации элементов преимущественно сопровождается ростом на них нагрузки.

Толщина, длина и обхват позвонка, скорость ультразвука в ребре, кальций, фосфор и щелочная фосфатаза в своей ориентации остаются неизменными. При этом у морфометрических параметров нагрузка снижается, а для биофизической

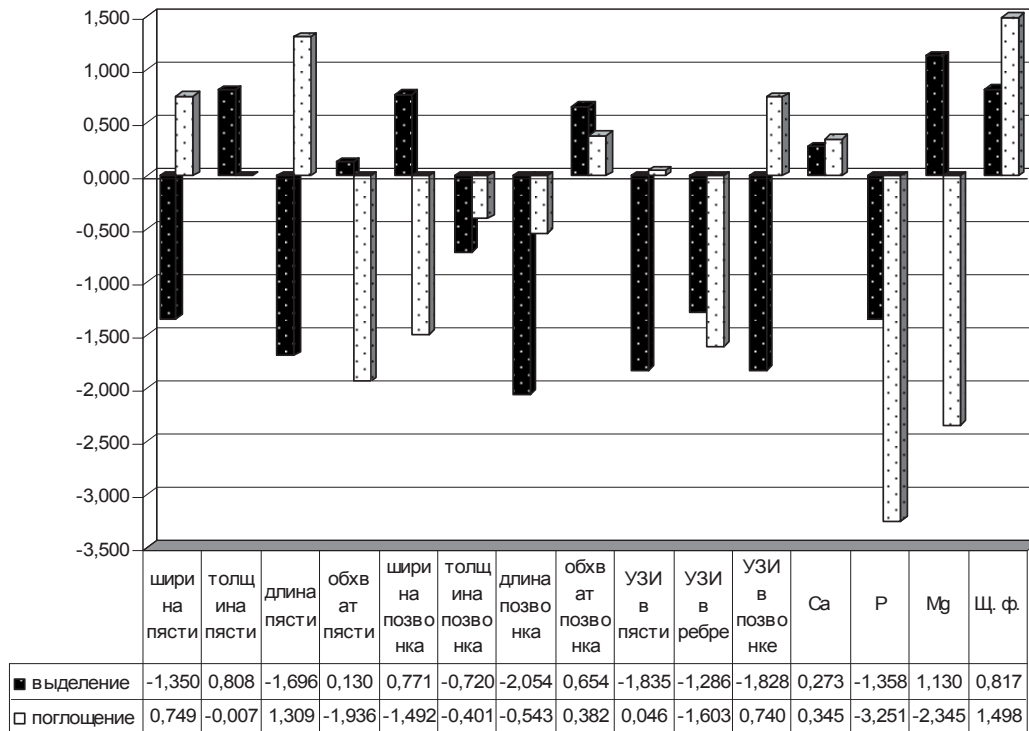


Рис. 3 – Смена ориентации и нагрузки на элементы первого эшелона костной системы коров после изменения деятельности скелета

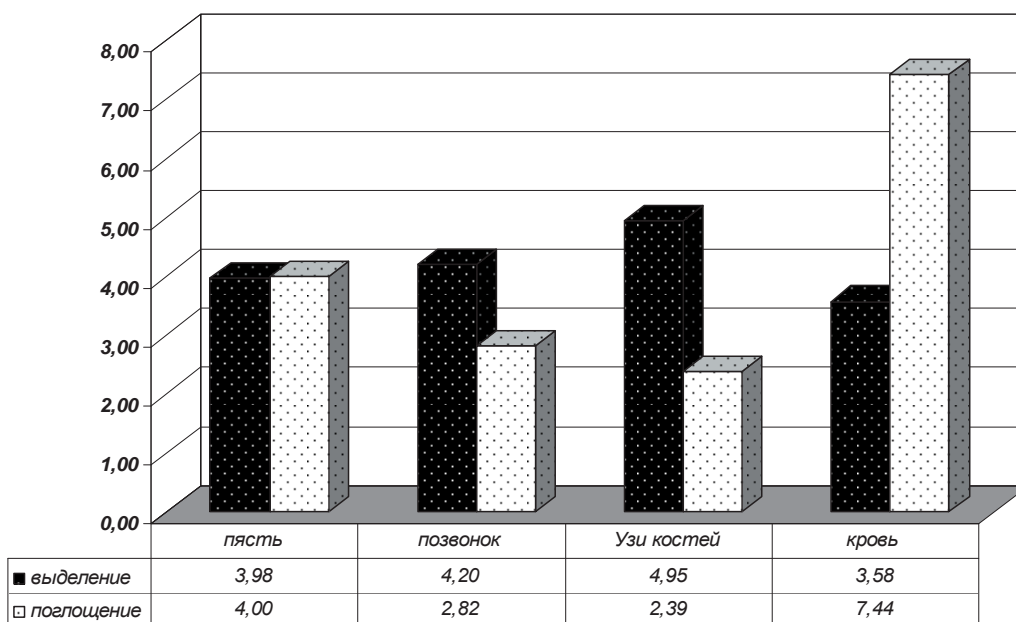


Рис. 4 – Уровень нагрузки на элементы первого эшелона костной системы коров после смены ориентации в деятельности скелета

характеристики и компонентов крови, наоборот, возрастает.

Хорошо видно, что после смены ориентации с выделения на поглощение нагрузка с морфометрических характеристик позвонка (снижение в 1,5 раза) и биофизических показателей костей (падение в 2,1 раза) перемещается на компоненты крови животных (возрастает в 2,1 раза).

Заключение. Научные и практические работники должны принять во внимание следующие аспекты в деятельности скелета клинически здоровых коров периода лактации, беременности:

- наиболее полная и всеобъемлющая оценка скелета возможна только на основе системного подхода, с учётом суточных ритмов в деятельности костной системы;
- скелет животных с 5.00 до 19.00 подвергается преимущественному разрушению, усиленно выделяя в кровь свои компоненты;
- состояние скелета в период выделения компонентов следует оценивать на основе характеристик: толщина позвонка → щелочная фосфатаза → магний сыворотки крови;
- необходимо учитывать, что скелет животных с 5.00 до 19.00 выделяет компоненты преимущественно по толщине костей, а также – иерархичность исследования проблемных характеристик функционирования скелета коров;

- костная ткань животных с 19.00 до 5.00 подвергается преимущественному восстановлению, в первую очередь – трубчатых костей;

- состояние скелета в период поглощения компонентов надо оценивать на основе характеристик: ширина позвонка → обхват пясти;

- следует учитывать, что скелет животных с 19.00 до 5.00 осуществляет поглощение компонентов преимущественно в опорных костях и иерархичность исследования проблемных характеристик функционирования скелета коров.

Литература

1. Славин М.Б. Методы системного анализа в медицинских исследованиях. М.: Медицина, 1989.
2. Самотаев А.А., Клюквина Е.Ю. Суточные изменения системы показателей скелета в период выделения компонентов костной тканью у беременных лактирующих коров // Ветеринария. 2010. № 2.
3. Степанова С.И. Биоритмологические аспекты проблемы адаптации. М.: Наука, 1986.
4. Сорокин А.А. Ультраниантные составляющие при изучении суточного ритма. Фрунзе, 1981.
5. Клюквина Е.Ю. Об использовании числа расщеплений вариационных рядов в оценке показателей костной системы // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2009. № 2 (22). С. 274–278.
6. Самотаев А.А. Алгоритм анализа больших систем показателей объектов природного и неприродного характера // Информатика и системы управления. 2008. № 2 (16). С. 41–43.
7. Макаров В.Л. Социальный кластеризм. Российский вызов. М.: Бизнес Атлас, 2010. 272 с.
8. Гизатуллин Х.Н., Самотаев А.А., Дорошенко Ю.А. Структурные взаимоотношения в социально-экономической системе Челябинской области // Экономика региона. 2009. № 4. С. 60–70.