

Ресурсные возможности костей скелета с высоким уровнем адаптации у беременных лактирующих коров до и после утренней дойки

Е.Ю. Клюквина, к.б.н., ФГБОУ ВПО Оренбургский ГАУ; А.А. Самотаев, д.б.н., профессор, ФГБОУ ВПО Уральская ГАВМ

Из всех технологических периодов молочных коров период одновременной беременности и лактации является наиболее интересным. В это время деятельность скелета животных направлена одновременно на поддержание угасающей лактации на фоне усиления роли развивающегося плода. Утреннее доение особенно влияет на функциональное состояние костей скелета, поскольку образование молока наиболее эффективно и продуктивно происходит в вечернее и ночное время. Сложность изучения данного периода, многообразие факторов, участвующих в данном процессе, привело нас к неординарному подходу. Оценка состояния организма должна осуществляться 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. на основе системного подхода [1, 2].

Цель исследования – раскрыть закономерности ресурсных возможностей костей скелета у коров в период беременности, лактации разного уровня адаптации до и после утренней дойки.

Материал и методы исследования. Эксперименты проводили в АОЗТ «Овощевод» г. Оренбурга на клинически здоровых коровах в течение первой половины беременности. Опытная группа включала 10 клинически здоровых беременных коров чёрно-пёстрой породы с удоём не менее 8–10 кг молока в сутки.

Ультразвуковую остеометрию выполняли в области тела 5-го хвостового позвонка, середины ребра и пястной кости по методике А.А. Самотаева (1993). [3]. Морфометрические измерения костей проводили, по методике Г.Г. Автандилова (1990) [4]. Изучали 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. Кровь исследовали 12 раз в сутки с интервалом 2 час. на протяжении 3–6 сут. в течение 6 мес. [5]. Инструментом исследования явился разработанный алгоритм системного анализа [1].

Результаты исследования. Морфометрические и биофизические характеристики пястной кости клинически здоровых беременных лактирующих коров до утреннего доения свидетельствуют, что её

ширина составляла $4,36 \pm 0,049$, толщина $5,99 \pm 0,064$, длина $19,50 \pm 0,396$, обхват $17,33 \pm 0,157$ см. Параметры тела 5-го хвостового позвонка оказались следующими: ширина $4,17 \pm 0,085$, толщина $3,76 \pm 0,097$, длина $5,31 \pm 0,132$, обхват $14,11 \pm 0,272$ см; скорость ультразвука в пясти составляла $2911,7 \pm 38,2$, в середине ребра – $2559,2 \pm 57,3$, в теле 5-го позвонка – $2131,8 \pm 20,8$ м/с.

После доения произошли несущественные изменения оцениваемых показателей. Наиболее значительные изменения были присущи обхвату пясти, минимальные – ширине пясти и биофизическим показателям. Описанные результаты свидетельствуют, с одной стороны, о незначительных изменениях изучаемых характеристик, причиной которых может быть усреднение результатов. Известно, что в любой достаточно большой группе живых объектов можно выделить математически компактные группы, отличающиеся между собой. Этой цели служит кластерный анализ [6]. В связи с этим на втором этапе морфометрические и биофизические показатели костей скелета коров до и после доения были подвергнуты кластеризации (рис. 1).

Выдвинем гипотезу, что высокий уровень адаптации до утренней дойки представляют животные, расположенные в правом углу дендрограммы, – 9, 20, 1, 17, 12, 13, 6, 7, 21; средний уровень – 2, 14, 11, 8, 25, 4, 5, 3, 22; низкий уровень – 10, 24, 16, 15, 27, 18, 19, 26, 23. Соответственно высокий уровень после утренней дойки составили животные: 20, 21, 13, 10, 1, 2, 7, 6, 3, 4; средний уровень – 5, 22, 12, 8, 24, 14, 16, 25; низкий уровень – 9, 11, 17, 19, 27, 15, 18, 26, 23.

Анализ результатов свидетельствует, что достоверные изменения присутствуют для обхвата пясти и скорости звука в ребре, только в группе с высоким уровнем адаптации. При этом первый показатель у животных после доения возрастает на 5,2% ($Z=2,09$, $P<0,05$), а скорость ультразвука в ребре на 8,7% ($Z=3,58$, $P<0,01$).

Традиционный подход анализа через морфометрические и биофизические показатели при ухудшении адаптации животных не позволил установить больше каких-либо закономерностей, он только указал на присутствие стрессовой ситуации и разного ответа животных на неё. По-видимому, это вызвано тем, что при изменении адаптации организма животных отдельные характеристики костей обладают малой изменчивостью, не улавливаемой общепринятым подходом.

Согласно современным взглядам, основной причиной недостатков, характерных для существующих теорий и практики оценки адаптации, в связи с функциональным состоянием организма

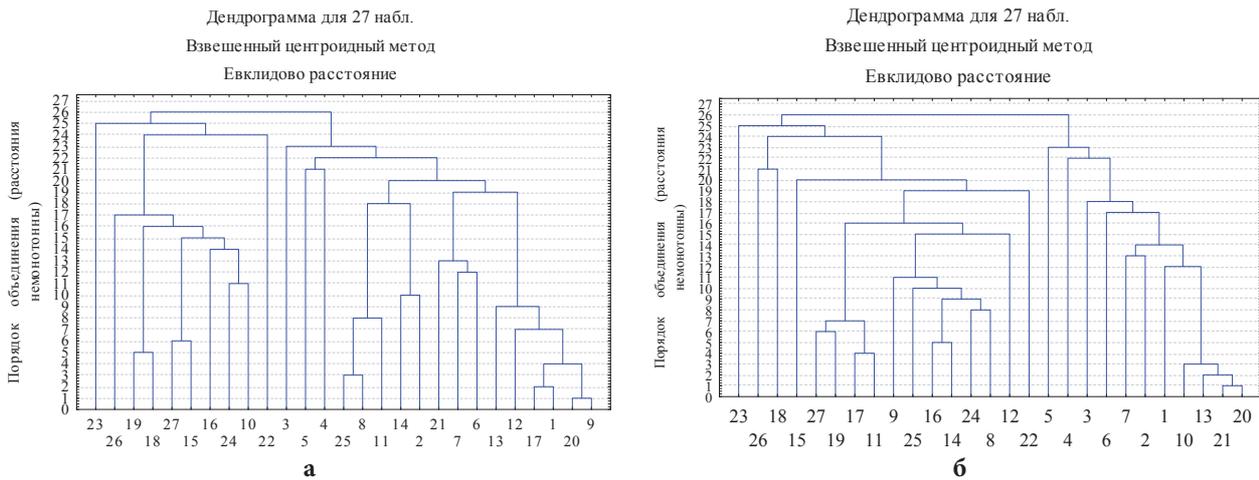


Рис. 1 – Дендрограммы морфометрических и биофизических показателей костей скелета беременных лактирующих коров до (а) и после утреннего доения (б)

человека и животного является неиспользование или недостаточное использование системного подхода и инструментальных методов и методик [7, 8]. Поэтому, на следующем этапе морфометрические и биофизические показатели костей скелета у коров разного уровня адаптации были подвергнуты системному анализу с помощью разработанного алгоритма [1].

Приведём результаты анализа системы морфометрических и биофизических показателей костей скелета в группе животных с высоким уровнем адаптации.

Выполнение алгоритма позволило получить идеализированную систему, где 11 морфометрических и биофизических показателей, отражающих состояние уровня скелета животных разного уровня адаптации до и после доения, формируются в сложную саморазвивающуюся иерархическую систему, содержащую четыре подсистемы в виде двухэшелонной пирамиды, что составляет 66,7% теоретического уровня (рис. 2).

Иерархическую систему управления определяют как систему, имеющую многоуровневую структуру в функциональном, организационном или каком-либо ином плане. Вместе с тем при решении практических задач анализа саморазвивающихся систем достаточным оказывается выделение ограниченного числа ступеней иерархии. При этом системы низшего уровня являются подсистемами систем более высокого уровня, которые, в свою очередь, представляют подсистемы систем ещё более высокого уровня и т.д., вплоть до так называемой суперсистемы, находящейся на верхней ступени иерархической структуры.

Пирамидальная система, как известно, наиболее устойчивая конструкция, её труднее всего разрушить [7].

При объяснении полученных результатов выдвинута гипотеза, согласно которой эшелоны в пирамиде отражают круг ведущих проблем в скелете коров: кости > система костей > скелет.

В группе животных высокого уровня адаптации в системе морфометрических и биофизических характеристик до доения обнаруживаются эшелоны: кости > система костей, а после доения смещаясь вверх: система костей > скелет. В эшелоне «кости» до доения присутствовали три ресурсонуждающихся показателя – 27,3%. При этом максимальные ресурсные запросы проявила характеристика «скорость звука в ребре» (-1,825), минимальные – «длина тела позвонка» (0,293). Лимит дефицита ресурсов составил 1,532. Ресурсобладающими были восемь характеристик – 72,2%. Минимальный запас присутствовал у показателя «ширина пясти» (0,261), максимальный – «обхват тела позвонка» (2,198). Лимит избытка ресурсов составил 1,937, что больше в 1,26 раза лимита дефицита ресурсов. Системообразующий индекс эшелона «кости» до доения свидетельствует о слабой устойчивости эшелона, его нестабильности, при высоком ожидании перемен (0,245). Запасы ресурсов эшелона были положительны – $0,799 \pm 0,416$ усл.ед. Распределение ресурсов эшелона «кости» в системе морфометрических и биофизических показателей коров до доения близко к нормальному, что подтверждают коэффициенты распределения, $As = -0,535$, $Ex = -0,512$, и отклонения $K_{откл.} = 5,04\%$ (рис. 3). Запасы ресурсов эшелона «кости» у коров до доения были положительны – $0,799 \pm 0,416$.

В эшелоне «кости» вышестоящей системой у коров до доения формируются три подсистемы, фактические модели которых обозначили следующие проблемы: стремление к росту ресурсов «обхват пясти» > существенный рост ресурсного показателя «ширина тела позвонка» > тенденция повышения ресурсов показателя «длина тела позвонка». Ресурсы подсистем эшелона «кости» до доения были дефицитны и составили $-0,389 \pm 0,056$, индекс ресурсов (ресурсы эшелона/ресурсы подсистем эшелона) отрицательный и > 1 , $-2,054$, свидетельствуя о стремлении к усугублению дефицита ресурсов в окружающей среде в сравнении с

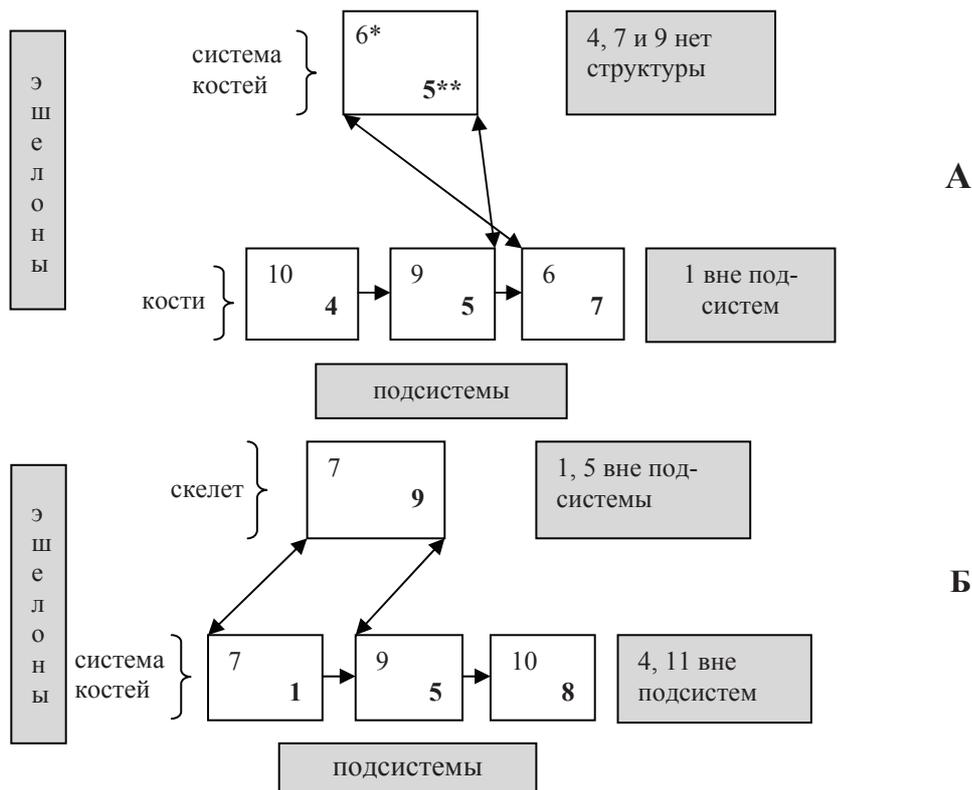


Рис. 2 – Синергетические взаимоотношения подсистем и эшелонов системы костей скелета высокого уровня адаптации коров до и после утреннего доения:
 А – до доения; Б – после доения

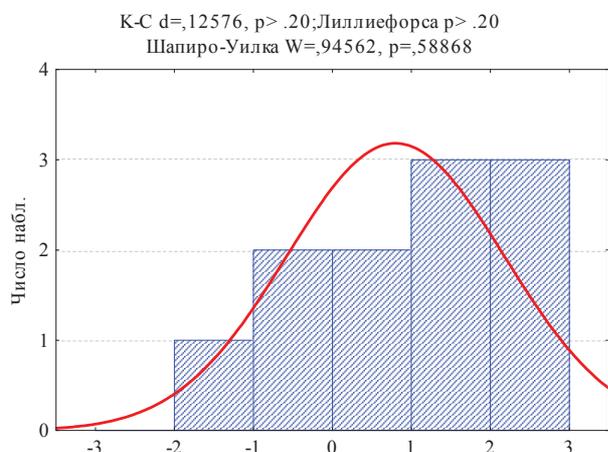


Рис. 3 – Гистограмма и график распределения ресурсов в эшелоне «кости» системы морфометрических и биофизических показателей условно здоровых коров до утренней дойки

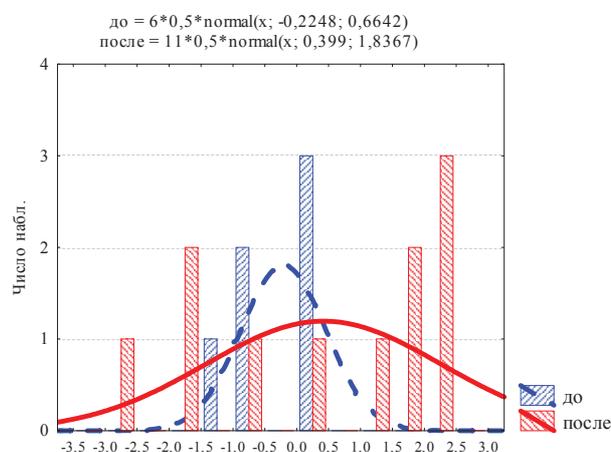


Рис. 4 – Гистограммы и графики распределения ресурсов в эшелоне «системы костей» морфометрических и биофизических показателей коров с высоким уровнем адаптации до и после утренней дойки

подсистемами уровня. При рассмотрении эшелона «система костей» у коров до доения из шести элементов три ресурсонуждающихся показателя – 50,0%, а после доения четыре – 36,4%. При этом максимальные ресурсные запросы у животных до доения в эшелоне «система костей» проявляет характеристика «скорость звука в ребре» (-1,175), минимальные – «длина тела позвонка» (-0,679). Лимит дефицита ресурсов составил 0,496.

Доение коров рассматриваемого уровня адаптации организует «систему костей», являющуюся основанием пирамиды в системе морфометрических и биофизических характеристик скелета животных. При этом после доения максимальные ресурсные запросы проявляет характеристика «длина тела позвонка» (-2,663), минимальные – «скорость звука в теле позвонка» (-0,886). Лимит дефицита ресурсов составил 1,777.

В системе морфометрических и биофизических характеристик у коров до доения ресурсооблающими были три характеристики – 50,0%. Минимальный запас присутствовал у показателя «обхват пясти» (0,320), максимальный – «ширина тела позвонка» (0,382). Лимит избытка ресурсов составил 0,062, что больше в 1,19 раза, но меньше в 5,16 раза дефицита ресурсов.

После доения ресурсооблающими в «системе костей» были семь элементов – 63,6%. Минимальный запас присутствовал у показателя «обхват пясти» (0,185), максимальный – «толщина пясти» (2,303). Лимит избытка ресурсов составил 2,118, что больше в 12,4 раза и выше в 6,98 раза дефицита ресурсов.

Итак, процесс доения у животных с высоким уровнем адаптации не только меняет ресурсный потенциал костей, но и, высвобождая ресурсы, создаёт их запас в костях.

Системообразующий индекс эшелона «система костей» до доения свидетельствует о высокой устойчивости эшелона, стабильности, при низком ожидании перемен (2,270). После доения системообразующий индекс падает в 3,7 раза до 0,613, с высоким ожиданием перемен. Распределение ресурсов эшелона «система костей» морфометрических и биофизических показателей коров до доения близко к нормальному, что подтверждают коэффициенты распределения: $As = -0,371$, $Ex = -2,097$ и отклонения $K_{откл.} = 8,63\%$ (рис. 4). После доения распределение ресурсов эшелона морфометрических и биофизических показателей, судя по данным коэффициентов и внешнего вида графика, становится ближе к нормальному: $As = -0,527$, $Ex = -1,459$, отклонения $K_{откл.} = 8,53\%$.

Запасы ресурсов эшелона «система костей» у коров до доения были дефицитны $-0,225 \pm 0,271$, а после доения – положительны $0,399 \pm 0,554$ усл.ед.

В эшелоне «система костей» вышестоящей системой у коров до доения формируется управляющая подсистема, проблемой которой является стремление к росту ресурсов показателя «ширина тела позвонка».

После доения в эшелоне «система костей» формируются три подсистемы, фактические модели которых обозначили следующие проблемы: стремление к росту ресурсов «ширина пясти» > существенный рост ресурсного показателя «ширина тела позвонка» > тенденция повышения ресурсов показателя «обхват тела позвонка». Ресурсы подсистемы эшелона «система костей» у коров до доения были положительны и составили 1,333, индекс ресурсов (ресурсы эшелона/ресурсы подсистем эшелона) – отрицательный и < 1, $-0,169$, свидетельствуя о стремлении к усугублению дефицита ресурсов в подсистеме в сравнении с окружающей средой.

Подсистемы эшелона «скелет» для морфометрических и биофизических показателей обнару-

живаются у коров только после доения. При этом из шести элементов – три ресурсонуждающихся показателя – 50,0%. Максимальные ресурсные запросы у животных до доения в эшелоне проявляла характеристика «скорость звука в пясти» ($-1,435$), минимальные – «скорость звука в ребре» ($-0,500$). Лимит дефицита ресурсов составил 0,935. Ресурсооблающими были три характеристики. Минимальный запас присутствовал у показателя «обхват позвонка» (0,177), максимальный – «ширина пясти» (0,391). Лимит избытка ресурсов составил 0,214, что меньше в 4,37 раза лимита дефицита ресурсов. Системообразующий индекс эшелона «скелет» после доения свидетельствует о высокой устойчивости эшелона, его стабильности, при низком ожидании перемен (3,839). Запасы ресурсов эшелона дефицитны $-0,389 \pm 0,324$.

Распределение ресурсов эшелона «кости» морфометрических и биофизических показателей коров до доения близко к нормальному, что подтверждают коэффициенты распределения, $As = -0,483$, $Ex = -2,131$, и отклонения $K_{откл.} = 11,4\%$ (рис. 5). Запасы ресурсов эшелона «скелет» у коров после доения были дефицитны $-0,389 \pm 0,324$ усл.ед. В эшелоне «скелет» вышестоящей системой у коров формируется управляющая подсистема, задача которой заключается в существенном росте ресурсов показателя «скорость звука в пясти».

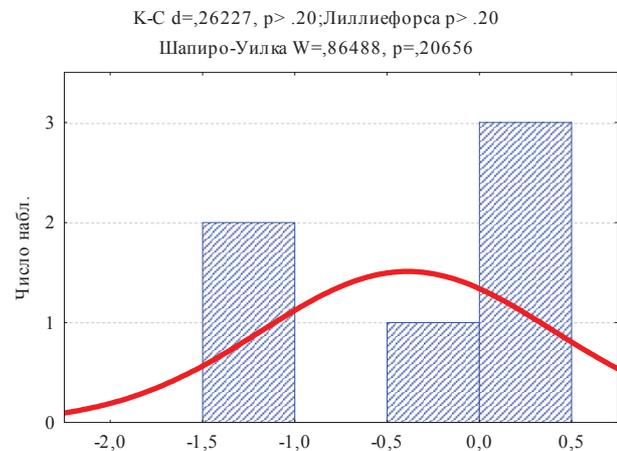


Рис. 5 – Гистограмма и график распределения ресурсов в эшелоне «система костей» в системе морфометрических и биофизических показателей «условно здоровых» коров после утренней дойки

Ресурсы подсистемы эшелона «скелет» у коров после доения были дефицитны и составили ($-0,500$), индекс ресурсов (ресурсы эшелона/ресурсы подсистем эшелона) – положительный и < 1, $0,778$, свидетельствуя о стремлении к усугублению дефицита ресурсов в окружающей среде в сравнении с управляющей подсистемой.

Выводы. Использование системного анализа позволяет, в отличие от общепринятых подходов, произвести не только всестороннюю оценку

деятельности организма, но и выявить новые закономерности в функционировании той или иной системы, позволяющие лучше и глубже вникнуть в механизмы процесса деятельности костной системы молочных коров.

Процесс доения у животных с высоким уровнем адаптации меняет ресурсный потенциал костей и, высвобождая ресурсы, создаёт их запас в костях.

Литература

1. Самотаев А.А. Алгоритм анализа больших систем показателей объектов природного и неприродного характера // Информатика и системы управления. 2008. № 2 (16). С. 41–43.
2. Славин М.Б. Методы системного анализа в медицинских исследованиях. М.: Медицина, 1989. 352 с.
3. Самотаев А.А. Ультразвуковая остеометрия у коров: методические рекомендации. Оренбург: ИАГУ, 1994. 62 с.
4. Автандилов Г.Г. Медицинская морфометрия. М.: Медицина, 1990. 384 с.
5. Самотаев А.А., Клюквина Е.Ю. Суточные изменения системы показателей скелета в период выделения компонентов костной ткани у беременных лактирующих коров // Ветеринария. 2010. № 2.
6. Макаров В.Л. Социальный кластеризм. Российский вызов. М.: Бизнес Атлас, 2010. 272 с.
7. Самотаев А.А., Клюквина Е.Ю. Теоретические и методологические основы построения и анализа больших систем биологических объектов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2010. № 2 (26). С. 196–199.
8. 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.