



# ЖИВОТНОВОДСТВО И ВЕТЕРИНАРНАЯ МЕДИЦИНА

И.Ю.Постраш, соискатель

В.М.Холод, доктор биологических наук, профессор

Витебская государственная академия ветеринарной медицины

УДК. 636.22/.28: 612.128

## Связь обмена железа с метаболическими процессами в организме стельных коров

*Рассмотрены вопросы состояния обмена железа у стельных коров в разные периоды стельности. Определены показатели белкового, минерального и липидного обмена для коров 3, 6 и 9 мес. стельности. Изучена корреляция между плазменными показателями обмена железа и электролитным составом сыворотки крови, а также содержанием в крови некоторых метаболитов. Установлена взаимосвязь между транспортным и эритроцитарным фондом железа.*

*The article examines the issues of iron state exchange in pregnant cows in different periods of pregnancy. Indices of protein, mineral and lipid exchanges of the 3<sup>rd</sup>, 6<sup>th</sup>, and 9<sup>th</sup> month of pregnancy as well as the interrelation of transport and erythrocytes stock of iron are determined. The correlation between plasma indices of iron exchange and electrolyte composition of serum is studied.*

Известно, что физиологическое состояние коров-матерей в период стельности в значительной степени влияет на рост, развитие и резистентность новорожденных телят. Нарушение обмена веществ у стельных коров вызывает адекватные изменения в организме формирующегося плода, токсические продукты нарушенного обмена неблагоприятно влияют на внутриутробное и постнатальное развитие теленка [3]. Поэтому знание особенностей обмена веществ в организме коровы-матери в различные периоды стельности позволяет более глубоко понимать этиологию и патогенез нарушений обмена веществ в организме новорожденных телят [2].

Железо считается одним из важнейших металлов в животном организме. Оно играет важную роль в обеспечении организма кислородом, в процессах тканевого дыхания, активно участвует в перекисном окислении липидов, в становлении иммунитета. Обеспеченность животного данным элементом в первую очередь контролируется такими биохимическими показателями, как концентрация сывороточного железа  $C_{Fe}$  и общая железосвязывающая способность сыворотки крови (ОЖСС), которая зависит от концентрации железоз-транспортного белка трансферрина. Информативными также являются производные показатели: степень насыщения трансферрина железом (СНЖ), которая определяется как  $C_{Fe} * 100\% / \text{ОЖСС}$ , а также латентная или ненасыщенная железосвязывающая способность сыворотки крови (НЖСС), которую определяют по разности  $\text{ОЖСС} - C_{Fe}$ .

На обмен железа в организме животных влияет ряд эндогенных и экзогенных факторов: возраст, состояние здоровья животных, климат, сезон года, сбалансированность рациона и др. Малоизученным является влияние стельности на обмен железа у крупного рогатого скота, а также влияние на этот обмен электролитного состава плазмы, метаболитов углеводного, белкового и липидного обменов.

Учитывая важную роль железа в организме животного и недостаток литературных данных об исследованиях подобного рода, в частности, у крупного рогатого скота, мы поставили цель изучить состояние обмена железа в организме стельных коров в зависимости от срока стельности и установить возможную взаимосвязь между обменом железа и некоторыми биохимическими показателями, характеризующими другие виды обмена.

Для изучения обмена железа мы определяли в цельной крови концентрацию гемоглобина, число эритроцитов, в сыворотке крови — концентрацию железа, ОЖСС, СНЖ, НЖСС, активность железосодержащего фермента каталазы. Содержание гемоглобина определяли гемиглобинцианидным методом, число эритроцитов — в камере Горяева, активность каталазы — по методике Королюк [1]. Концентрацию сывороточного железа и ОЖСС определяли с помощью батофенантролина. С целью характеристики других метаболических процессов мы определили следующие биохимические показатели: содержание общего белка, альбуминов, глюкозы, липидов, аскорбиновой кислоты, кальция, фосфора, магния [4], частично с использованием наборов фирмы "Лахема".

Для исследования брали кровь стельных коров из колхоза "Красная Армия" Витебского района. Все животные были клинически здоровы, получали полноценные корма, соответствующие состоянию стельности и сезону года (март-апрель), и им не вводились железосодержащие препараты.

Кровь брали утром, в одно и то же время.

В зависимости от периода стельности было сформировано 3 группы коров: 1 группа — 3 мес. стельности (14 голов), 2 группа — 6 мес. стельности (15 голов), 3 группа — 9 мес. стельности (20 голов).

Статистический анализ данных произведен с помощью программы Microsoft Excel. Рассчитаны коэффициенты корреляции между содержанием железа, ОЖСС,

Таблица 1. Показатели обмена железа у стельных коров

Показатели	Группы		
	1	2	3
С <sub>Fe</sub> , мкмоль/л	23,07±0,65	23,32±1,16	22,77±1,03
ОЖСС, мкмоль/л	58,92±3,04	63,04±2,27	58,90±1,58
НЖСС, мкмоль/л	35,85	39,72	36,13
СНДЖ, %	39,95	37,43	38,65
Эритроциты, * 10 <sup>12</sup> /л	6,75±0,56	6,25±0,32	6,03±0,2
Гемоглобин, г/л	99,76±4,43	109,42±6,73	106,90±8,73
Каталаза, моль/л мин.	1,15±0,16	1,3±0,13	0,186±0,015

содной стороны, и остальными показателями — с другой. Данные исследований представлены в таблицах 1-2.

Состояние обмена железа отражено в таблице 1.

Из данных таблицы 1 видно, что среднее содержание железа в сыворотке крови является практически одинаковым для животных всех трех групп. Однако во всех группах концентрация сывороточного железа достаточно сильно варьирует для отдельных животных. Так, для коров 1 группы концентрация железа установлена в пределах от 20,11 до 27,08 мкмоль/л, все значения соответствуют норме. Для коров 2 и 3 группы индивидуальные колебания содержания железа значительно большие: соответственно 13,36-29,39 и 13,85-30,16 мкмоль/л. Следует отметить появление во 2 и 3 группах коров с концентрацией железа в сыворотке ниже нормы, причем количество таких животных с увеличением срока стельности возрастает до 20 и 27% от общего числа животных в группе.

ОЖСС имеет невысокие значения во все периоды стельности, причем для коров 1 и 3 групп она почти одинакова: 58,92 и 58,90 мкмоль/л, а к середине стельности имеет тенденцию к увеличению до 63,04 мкмоль/л, что можно объяснить повышенной потребностью организма в трансферрине в период наиболее глубоких изменений в организме стельной коровы.

Степень насыщения трансферрина железом остается практически постоянной, достаточно высокой для обеспечения нормального транспорта железа. Ненасыщенная железом связывающая способность (НЖСС) возрастает на 11% к середине стельности, а затем немного снижается.

Концентрация эритроцитов постепенно уменьшается на 7 и 11% соответственно для 2 и 3 групп относительно их

содержания у животных 1 группы. Это можно объяснить увеличением объема циркулирующей крови.

Что касается гемоглобина, то его концентрация возрастает к середине стельности на 9,6%, несколько снижается к концу стельности, но при этом остается более высокой, чем в начальный период. Следует отметить, что содержание гемоглобина, подобно концентрации железа в сыворотке, сильно варьирует для разных животных, особенно эти различия заметны для животных 2 и 3 групп. Так, если для коров 1 группы колебания в содержании гемоглобина составили 84,1-112,7 г/л, то для коров 2 группы они имели следующие границы: 90,1-126,3 г/л, а для животных 3 группы — 79,7-125,4 г/л.

Таким образом, состояние стельности у коров сопровождается изменениями в обмене железа. Об этом свидетельствует появление животных с низкой концентрацией сывороточного железа в сочетании с нормальным содержанием гемоглобина (симптомы скрытой железодефицитной анемии (ЖДА)), а также животных с низким содержанием железа в сочетании с низким значением гемоглобина (симптомы явной ЖДА).

Установлена зависимость путем вычисления коэффициентов корреляции (r) между содержанием железа и гемоглобина (r=-0,8; 0,32; 0,56) в 1, 2 и 3 группах соответственно, между ОЖСС и гемоглобином (r=0,31; -0,76; 0,38), между ОЖСС и числом эритроцитов (r=-0,75; -0,6; 0,2). Полученные данные свидетельствуют о существовании определенной взаимозависимости между транспортным фондом железа и его эритроцитарным фондом, причем характер этой зависимости меняется в ходе стельности.

Активность железосодержащего фермента каталазы не изменяется до 6-го месяца, а к концу стельности резко

Таблица 2. Показатели обмена веществ у стельных коров

Показатели	Группы		
	1	2	3
Общий белок, г/л	79,76±2,52	78,58±1,66	76,56±6,59
Альбумины, г/л	30,1±1,50	28,18±0,87	24,81±1,36
Кальций, моль/л	2,14±0,11	2,28±0,15	1,96±0,09
Магний, ммоль/л	1,05±0,035	1,09±0,04	1,06±0,06
Фосфор, ммоль/л	2,33±0,10	2,01±0,08	2,12±0,06
Глюкоза, ммоль/л	3,16±0,07	3,16±0,20	3,25±0,07
Витамин С, мкмоль/л	27,48±3,5	24,89±1,03	21,28±3,61
Общие липиды, г/л	4,14±0,43	4,08±0,12	3,56±0,10

падает, что согласуется с литературными данными и может свидетельствовать об ослаблении ферментативного звена защиты в перекисном окислении липидов (ПОЛ). Высокие коэффициенты корреляции между концентрацией железа и активностью каталазы ( $r=0,83; 0,58; 0,87$ ) указывают на непосредственную взаимосвязь между этими веществами в метаболических процессах.

Биохимические показатели сыворотки крови, отражающие некоторые обменные процессы в организме стельных коров, представлены в таблице 2.

Анализируя данные таблицы, можно отметить, что концентрация общего белка уменьшается с увеличением срока стельности незначительно. Если говорить о связи между общим белком и содержанием железа, то здесь имеет место как положительная кооперативность — у 1 группы ( $r=0,71$ ), так и отрицательная кооперативность — у 2 и 3 групп ( $r=-0,73; -0,5$  соответственно). Это свидетельствует о том, что характер зависимости между содержанием общего белка и железа меняется на протяжении беременности. В то же время установлено, что между общим белком и ОЖСС кооперативность отрицательная для всех групп ( $r=-0,83; -0,3; -0,4$ ).

Что касается альбуминов, то в данном случае эти изменения выражены более значительно. Их концентрация постоянно уменьшается: на 6,4% — для 2 группы и на 17,6% — для 3 группы (относительно 1 группы).

Из показателей минерального обмена наиболее выраженные изменения наблюдаются для фосфора и кальция. Так, концентрация фосфора в сыворотке к 6 мес. стельности уменьшается на 15,5%, а к 9 мес. она немного увеличивается, не достигая, однако, первоначального уровня. У кальция наблюдается несколько иная динамика. Во 2 группе его концентрация увеличивается на 7%, а затем падает к концу стельности на 15% относительно начального периода.

Динамика изменений этих элементов в крови обусловлена, с одной стороны, усиленным использованием их в процессе роста скелета плода, а с другой, — резервными возможностями организма. Поддержание на достаточно высоком уровне концентрации кальция и фосфора говорит о достаточности этих резервов, а снижение — об их истощении.

Концентрация магния остается практически постоянной у всех групп. Это свидетельствует о достаточном содержании этого элемента в организме в течение всего периода стельности.

Рассчитаны коэффициенты корреляции между железом, ОЖСС — с одной стороны, и кальцием, магнием и фосфором — с другой. Отрицательная кооперативность установлена между концентрацией кальция и ОЖСС для всех 3 групп ( $r=-0,8; -0,4; -0,4$ ), положительная кооперативность — между концентрацией магния и ОЖСС для 1 и 2 групп ( $r=0,56; 0,63, -0,2$ ). Низкие коэффициенты корреляции между содержанием фосфора и железом, а также ОЖСС свидетельствуют об отсутствии зависимости между железом и фосфором.

Содержание глюкозы практически не изменилось к 6 мес. стельности, а к концу стельности несколько увеличилось. Для плода глюкоза — основной энергетический метаболит, ее источником является организм матери, по-

этому у беременных животных возможно развитие гипогликемии. Высокое содержание глюкозы к концу стельности свидетельствует о хорошем физиологическом состоянии животных. В начале стельности между глюкозой и железом наблюдается высокая положительная кооперативность ( $r=0,84$ ), которая к 6 мес. стельности изменяется на отрицательную кооперативность ( $r=-0,85$ ). Аналогичная тенденция в кооперативности наблюдается также между глюкозой и ОЖСС. Об этом свидетельствуют коэффициенты корреляции (для коров 1 группы  $r=0,4$ , а для коров 3 группы  $r=-0,4$ ).

Концентрация липидов постепенно уменьшается: у коров 3 группы снижение составило 14% относительно 1 группы. Установлена средняя положительная кооперативность между содержанием сывороточного железа и липидами ( $r=0,45; 0,4; 0,4$ ).

Содержание в сыворотке крови аскорбиновой кислоты также имеет характерную динамику. У коров 1 группы концентрация витамина С составила 31 мкмоль/л, что соответствует нижней границе нормальных значений, у коров 2 группы она уменьшилась на 15,9% и составила 25,7 мкмоль/л. У коров 3 группы концентрация еще понизилась и составила 19,6 мкмоль/л (на 35% меньше, чем у коров 1 группы), что значительно ниже нормы. Таким образом, несмотря на значительные резервные возможности с обеспечением витамина С (синтез в печени, биосинтез микрофлорой желудочно-кишечного тракта), наши данные свидетельствуют об их недостаточности и о том, что у глубоководных коров может возникнуть дефицит витамина С.

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Состояние стельности у коров сопровождается изменениями в обмене железа, характеризующимися появлением животных с симптомами скрытой и явной железодефицитной анемии, что может иметь неблагоприятные последствия как для плода, так и для организма самой коровы. Эти данные следует иметь в виду при проведении профилактических мероприятий у стельных коров.
2. Обмен железа в организме стельных коров в определенной степени связан с метаболизмом других веществ, в частности, белков, липидов, глюкозы, аскорбиновой кислоты, минеральных веществ, и характер этой взаимосвязи может изменяться в течение стельного периода.
3. В организме стельных коров транспортный фонд железа, представленный гликопротеином сыворотки крови трансферрином, тесно связан с эритроцитарным фондом железа.

### Литература

1. Метод определения активности каталазы / М.А. Королук, Л.И. Иванова, И.Г. Майорова, В.Е. Токарев // Лаб. дело. — 1988. — № 1. — С. 16-18.
2. Лумбунов С.Г. Морфологический и биохимический состав крови нетелей по периодам стельности // Аграр. наука. — 1991. — № 6. — С. 22-24.
3. Плященко С.И., Сидоров В.Т., Трофимов А.Ф. Получение и выращивание здоровых телят. — Минск: Ураджай, 1990 — 222 с.
4. Холод В.М., Ермолаев Г.В. Справочник по клинической биохимии. — Минск: Ураджай, 1988. — 168 с.