

Возрастные изменения интегральных гематологических индексов у крупного рогатого скота

А.П. Жуков, д.в.н., профессор, Е.Б. Шарафутдинова, к.б.н., А.П. Датский, аспирант, М.М. Жамбулов, к.б.н., ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ

Изменения, происходящие в крови, чаще всего неспецифичны, но в то же время отражают изменения, происходящие в целом организме [1–3]. Для количественной оценки состояния здоровья, тяжести течения заболеваний в настоящее время чаще стали использоваться условные интегральные гематологические показатели [4]. Данные показатели могут изменяться уже на самых ранних стадиях заболевания [5]. Применение интегральных гематологических показателей позволяет оценить в динамике состояние иммунной системы, процессы адаптации и стресса [6].

Цель исследования – презентация интегральных гематологических индексов у крупного рогатого скота красной степной породы в возрастном аспекте.

Материал и методы исследования. Работа выполнена в 2014–2016 гг. в условиях филиала Оренбургского ГАУ – сельскохозяйственном кол-

ледже «Покровский» на животных начиная с первых суток рождения и до 6 лет, затем с 7 до 10 лет, с годичным интервалом, в частных подворьях х. Степановского Оренбургской области. Всего было исследовано более 75 проб крови от животных 15 возрастных групп. Всех животных содержали в типовых помещениях, нормы кормления соответствовали их возрасту и продуктивности.

В крови определяли количество лейкоцитов, мазки крови окрашивали по Романовскому – Гимзе.

Полученный цифровой материал статистически анализировали с применением стандартных методик по Стьюденту.

По лейкограмме рассчитывали гематологические индексы: лейкоцитарный индекс интоксикации (ЛИИ), ядерный индекс сдвига (ЯИ), индекс сдвига лейкоцитов (ИСЛК), уровень интоксикации (УИ), индексы стресса (ИС) и адаптации (ИА) или суммарный показатель неспецифической реактивности (СПНР), лимфоцитарно-гранулоцитарный индекс (ЛГИ), ядерный индекс степени эндотоксикоза (ЯИСЭ), индекс иммунореактивности (ИИР),

индекс соотношения лимфоцитов и моноцитов (ИСЛМ), индексы Бредекка (иБ) и Кребса (иК), реактивный ответ нейтрофилов (РОН), лейкоцитарный индекс (ЛИ), индекс аллергизации (ИА).

Результаты исследования. При оценке гематологических индексов в возрастном аспекте необходимо учитывать основные закономерности онтогенеза белой крови у крупного рогатого скота. Их нельзя обобщить, поэтому лучше использовать семь пунктов, выведенных В.Н. Никитиным в 1946 г. [7].

Лейкоцитарный индекс интоксикации (ЛИИ) определяли по формуле Б.А. Рейса [8] – как показатель процессов тканевой деградации и уровня эндотоксикоза, представляющий собой соотношение уровня клеток, повышающегося при воспалительных и гнойных процессах (нейтрофильные лейкоциты), к клеткам, количество которых при этих процессах может снижаться (лимфоциты, эозинофилы, моноциты). Установлено, что значение ЛИИ было наиболее изменчиво в первые 30 сут. жизни телят, причём у новорождённых он имел максимальное значение, равное $1,27 \pm 0,13$ усл. ед., а к 30 сут. жизни ЛИИ уменьшился в 2,4 раза ($P < 0,001$). Все эти изменения связаны с преобразованием в лейкограмме, т.к. в последующие возрастные периоды индекс интоксикации был стабилен, хотя и литически увеличился после 5 лет жизни, достигнув максимальных значений у 9–10-летних коров.

Таким образом, за референтные величины ЛИИ следует принять в периоде до 1 мес. жизни значения от $0,54 \pm 0,08$ до $1,27 \pm 0,13$, у животных до 8 лет – $0,31 \pm 0,05$ – $0,46 \pm 0,08$ и старше 8 лет – $0,62 \pm 0,09$ – $0,64 \pm 0,11$ усл. ед.

Модификацией ЛИИ является реактивный ответ нейтрофилов (РОН), который равен произведению суммы миелоцитов и юных на палочкоядерные и сегментоядерные нейтрофилы, поделённому на произведение суммы лимфоцитов, базофилов и моноцитов на процент эозинофилов. РОН является более информативным и чувствительным, чем ЛИИ, т.к. менее подвержен погрешностям. Общая тенденция возрастных преобразований данного индекса сходна с таковой ЛИИ. Индексы РОН можно сгруппировать по возрастным периодам жизни и представить их как ориентир нормы. Так, для телят 1-го мес. жизни он находился в пределах от $0,44 \pm 0,07$ до $7,31 \pm 0,83$ усл. ед., с 2 мес. и до 8 лет – $0,21 \pm 0,02$ – $0,49 \pm 0,13$, старше 8 лет – $1,04 \pm 0,21$ – $1,12 \pm 0,29$ усл. ед.

Индекс сдвига лейкоцитов крови (ИСЛК) – отношение суммы гранулоцитов к сумме агранулоцитов. Индекс является маркером реактивности организма при острых воспалительных процессах [9]. Предлагаемые референтные величины ИСЛК в диапазоне от $0,37 \pm 0,11$ до $1,16 \pm 0,29$ усл. ед. ($P < 0,001$) были характерны для телят 1-месячного возраста. Отдельно можно выделить ИСЛК в 2–3-месячном возрасте, когда он регистрировался

в пределах $0,23 \pm 0,09$ усл. ед. В последующие возрастные периоды ИСЛК можно подразделить: на значения $0,39 \pm 0,012$ – $0,43 \pm 0,12$ ($P < 0,05$) усл. ед. для животных в возрасте от 6 мес. до 2 лет; $0,58 \pm 0,19$ – $0,68 \pm 0,14$ – для возрастной группы от 3 до 9 лет и $0,93 \pm 0,38$ – $0,95 \pm 0,33$ усл. ед. – для коров 9–10 лет.

Ядерный индекс степени эндотоксикоза (ЯИСЭ) позволяет судить о выраженности воспалительного процесса и эффективности проводимой терапии. Определяют его при делении суммы моноцитов, юных и палочкоядерных на сегментоядерные нейтрофилы. ЯИСЭ отличался стабильностью до 5 лет жизни коров, находясь в пределах $0,61 \pm 0,12$ – $0,73 \pm 0,15$ усл. ед., к 7 годам индекс понизился до $0,48 \pm 0,11$, а после 8 лет жизни увеличился с $0,88 \pm 0,19$ до $1,21 \pm 0,23$ усл. ед.

Ядерный индекс сдвига (ЯИ) позволяет определить возраст нейтрофилов, так, при увеличении количества молодых форм (миелоцитов, юных, палочкоядерных) возрастает числитель, это означает сдвиг ядра влево. Если увеличивается процент сегментоядерных, то повышается знаменатель, это соответствует сдвигу ядра вправо. Пул нейтрофилов очень изменчив в первый месяц жизни. Так, в структуре лейкограммы их более 50% в первые сут. жизни, причём самой представительной группой являются сегментоядерные клетки, на долю которых приходится более половины всего пула. Поэтому ЯИ в первые 15 сут. жизни может колебаться от $0,57 \pm 0,12$ до $0,64 \pm 0,14$ усл. ед., однако начиная с 1-месячного возраста индекс уменьшается в три раза, и эти значения будут стабильны до 1 года жизни. Затем ЯИ двукратно увеличивается за счёт более представительного присутствия в крови юных и палочкоядерных форм и в соотношении $0,41 \pm 0,09$ – $0,43 \pm 0,12$ увеличивается до 4-летнего возраста. В период 5–7 лет в лейкограмме крови коров отмечалось увеличение количества зрелых гетерофилов на фоне незначительного уменьшения юных форм, поэтому индекс ядерного сдвига уменьшился до $0,31 \pm 0,08$ – $0,35 \pm 0,06$ усл. ед.

Используя значения ЛИИ+ЯИСЭ+ИСЛК/3, можно определить уровень интоксикации (УИ) организма, знание которого особенно важно при гнойно-септических процессах. Установлено, что уровень интоксикации в основном подчинён тем же особенностям, которые присущи суммированным индексам. Он имеет максимальные значения в первые 15 сут. жизни – $0,84 \pm 0,14$ – $1,04 \pm 0,23$ усл. ед. и в три возрастных периода, когда УИ стабилен. В возрастной группе от 1 мес. до 2 лет УИ был равен $0,41 \pm 0,07$ – $0,49 \pm 0,11$ усл. ед., в период с 3 до 7 лет включительно – $0,53 \pm 0,12$ – $0,56 \pm 0,11$ и у коров старше 8 лет – $0,67 \pm 0,17$ – $0,93 \pm 0,28$ усл. ед.

Индекс соотношения лимфоцитов и нейтрофилов (ИСЛН) отражает взаимоотношение гуморального и клеточного звеньев иммунной системы. Распределение двух наиболее представительных

пулов лейкоцитов подвержены общим законам онтогенеза белой крови, поэтому наиболее значимые изменения индекса отмечены у новорождённых — $0,79 \pm 0,18$ усл. ед., 15-суточных телят — $1,22 \pm 0,23$ ($P < 0,001$), в возрасте 1 мес. — $2,51 \pm 0,39$ и в 2–3-месячном возрасте — $4,29 \pm 0,46$ ($P < 0,001$) усл. ед. Затем следуют два этапа стабильного соотношения лимфоцитов и нейтрофилов: первый — с 6 мес. жизни телят и до 4 лет включительно, когда индекс колебался от $2,15 \pm 0,29$ до $2,98 \pm 0,36$ усл. ед. и второй — с 5 до 10 лет жизни коров — $1,03 \pm 0,23$ – $1,98 \pm 0,36$ усл. ед. соответственно.

Индекс адаптации (ИА) — это суммарный показатель неспецифической реактивности, отражающий наличие стрессорной реакции адаптационного синдрома, выявляли путём деления процента лимфоцитов на сегментоядерные нейтрофилы. Установлено, что индекс адаптации всецело подчинён возрастным преобразованиям в белой крови. Поэтому стабильные результаты были получены в период с 6 мес. жизни телят и до 3 лет, когда индекс был больше 3-х, но меньше 4-х усл. ед., с 3 лет и до 9 индекс адаптации был больше 2-х, но меньше 3-х усл. ед.. Наименьшее значение ИА отмечены у новорождённых телят — $0,33 \pm 0,09$ и у 10-летних коров — $1,77 \pm 0,22$ усл. ед., а максимальные — у 2–3-месячных телят — $5,35 \pm 0,49$ усл. ед.

Индекс стресса (ИС) определяется как частное от деления сегментоядерных нейтрофилов на лимфоциты и отражает взаимоотношения клеточного и гуморального звеньев иммунной системы. Максимальные значения ИС выявлены у новорождённых телят — $1,63 \pm 0,28$ усл. ед., а у 15-суточных он был равен $0,93 \pm 0,22$ усл. ед., что в три раза превышало ИС у 1-месячных и почти пятикратно — у 2–3-месячных телят. Затем следует два периода стабильных значений: первый — с 6 мес. до 3 лет, когда индекс колебался от $0,24 \pm 0,08$ до $0,27 \pm 0,09$ усл. ед. и второй — с 3 до 8 лет — $0,34 \pm 0,09$ – $0,39 \pm 0,11$ усл. ед. У животных старше 8 лет индекс стресса увеличивался до $0,51 \pm 0,17$ усл. ед.

Индекс Бредекка (иБ) является интегральным критерием оценки функционального состояния организма, выражающим отношение количества лимфоцитов и палочкоядерных нейтрофилов. При оценке возрастных изменений иБ следует выделить период минимальных значений у новорождённых и у коров старше 8 лет, когда он колеблется от $2,69 \pm 0,29$ до $4,76 \pm 0,68$ усл. ед., две возрастные группы в 30 сут. и у 2–3-месячных телят — $14,68 \pm 2,19$ – $16,07 \pm 3,15$ ($P < 0,05$) усл. ед. Периоды стабильности отмечались у животных от 6 мес. до 2 лет, когда иБ изменялся незначительно в пределах от $11,96 \pm 1,38$ до $11,34 \pm 1,25$ ($P < 0,05$), и от 3 и до 7 лет включительно, когда значение индекса оставалось стабильным — $7,08 \pm 1,08$ – $7,83 \pm 1,29$ усл. ед.

Индекс Кребса (иК) представляет соотношение общего количества нейтрофилов к лимфоцитам.

Он косвенно характеризует, во-первых, активность фагоцитарных реакций и факторов специфического иммунитета, во-вторых, их участие в поддержании общей реактивности организма. Является относительно других индексов стабильным в период с первого месяца жизни до 2 лет включительно, когда его значение колеблется от $0,28 \pm 0,09$ до $0,36 \pm 0,08$ ($P < 0,05$) усл. ед. и в зрелом возрасте животных от 3 до 8 лет включительно, когда иК колеблется от $0,51 \pm 0,11$ до $0,58 \pm 0,17$ усл. ед. При максимальном насыщении крови гетерофилами у новорождённых и 15-суточных телят иК равен $0,82 \pm 0,21$ – $1,26 \pm 0,28$ ($P < 0,01$), а у коров старше 8 лет — $0,86 \pm 0,23$ – $0,92 \pm 0,28$ усл. ед.

Лейкоцитарный индекс (ЛИ) — это соотношение количества (%) лимфоцитов ко всему пулу нейтрофилов, отражает взаимоотношение гуморального и клеточного звеньев иммунной системы. При анализе возрастных изменений ЛИ следует учитывать онтогенез белой крови, только этим объяснимы наименьшие показатели индекса в первые сутки жизни — $0,79 \pm 0,18$ и максимальные его значения в 2–3-месячном возрасте — $4,29 \pm 0,46$ усл. ед. В остальные периоды индивидуального развития индекс стабилен, но с разным уровнем значений. Так, в возрастной группе 1 мес. и 4 года ЛИ имеет значение больше 2-х, но меньше 3-х усл. ед., а в период с 5 лет и старше больше единицы, но меньше 2-х.

Индекс соотношения нейтрофилов и моноцитов (ИСНМ) показывает равновесие между пулами нейтрофилов и моноцитов. ИСНМ позволяет судить о соотношении компонентов микрофагально-макрофагальной системы. Как показали исследования, индекс оставался стабильным во всех возрастных периодах постнатального онтогенеза и имел значения от $4,09 \pm 0,41$ до $6,44 \pm 1,17$ усл. ед. Исключением являлись новорождённые телята, у которых ИСНМ превышал все полученные индексы двукратно, и 2–3-месячные животные, имевшие его минимальное значение.

Индекс соотношения лимфоцитов и моноцитов (ИСЛМ) показывает баланс аффекторного и эффекторного звеньев иммунологического процесса. Индекс в возрастном аспекте имеет сходные значения в двух кластерах. Первый сформировался из значений у телят в возрасте 15 сут. и у коров старше 8 лет — от $7,63 \pm 0,78$ до $8,79 \pm 0,83$ усл. ед., а второй объединил показатели, начиная с 1-месячного возраста телят и заканчивая 8-летними коровами включительно, при этом индекс имел очень близкие значения — в пределах от $11,08 \pm 1,13$ до $12,69 \pm 1,29$ усл. ед.

Индекс иммунореактивности (ИИР) — это соотношение суммы (%) лимфоцитов и эозинофилов к моноцитам. ИИР имел также периоды стабильности с минимальными (первые 15 сут. жизни телят и коровы старше 8 лет) и максимальными значениями (с первого мес. жизни и до 8

лет включительно), как и индекс соотношения лимфоцитов и моноцитов.

В основу индекса аллергизации (ИАЛ) положено соотношение суммы лимфоцитов и эозинофилов к остальным клеткам белой крови. В результате исследования установлено, что наименьшие значения ИАЛ были у телят с момента рождения и до 1-месячного возраста с нарастанием по мере взросления от $1,03 \pm 0,17$ до $2,51 \pm 0,28$ усл. ед. ($P < 0,001$). Начиная с 2–3-месячного возраста ИАЛ увеличился почти двукратно и с 5 лет удерживался на уровне $4,03 \pm 0,38$ – $5,58 \pm 0,46$ усл. ед., а с 6 лет, в силу своеобразных преобразований в лейкограмме, ИАЛ уменьшился с $3,81 \pm 0,37$ до $3,08 \pm 0,31$ ($P < 0,05$) усл. ед. у коров 10 лет. Исходя из полученных данных можно задекларировать референтные величины для здоровых животных с индексом аллергизации: для телят первого месяца жизни – $1,61 \pm 0,18$, для возрастной группы 2–3-месячных телят и коров 5 лет – $4,75 \pm 0,43$, для коров старше 8 лет – $3,51 \pm 0,31$ усл. ед.

На основании проведённого исследования были сделаны следующие **выводы**:

1. При анализе интегральных математических показателей лейкограммы периферической крови следует учитывать особенности онтогенеза белой крови, которые существенно изменяют показатели в первый месяц жизни телёнка и у коров старше 8 лет.

2. Изучение простой лейкограммы может указывать на тенденцию развития, а комплексная оценка лейкоцитарных индексов позволяет расширить возможности получения информации о эндогенной интоксикации, состоянии неспецифической реактивности на разных стадиях патологического процесса.

3. Определены референтные величины для 16 индексов лейкограммы в 15 возрастных группах крупного рогатого скота. Индексы, характеризующие эндогенную интоксикацию (ЛИИ, ЯИСЭ, ИСЛК, УИ, ЯИ), неспецифическую резистентность (иБ, иК, ИА, ИС, ИСНМ, ИСЛМ, ИАЛ, ИИР, РОН, ЛИ), и активности воспаления (ЛГИ) объединены в три кластера. Первый включает показатели у телят с момента рождения и до 1 мес. жизни, второй – у животных всех возрастных групп до 8-летнего возраста и третий – у коров старше 8 лет.

Литература

1. Крылов В.Н., Косилов В.И. Показатели крови молодняка казахской белоголовой породы и её помесей со светлой аквитанской // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2009. № 2 (22). С. 121–125.
2. Косилов В.И., Мироненко С.И., Жукова О.А. Гематологические показатели тёлочек различных генотипов на Южном Урале // Вестник мясного скотоводства. 2009. Т. 1. № 62. С. 150–158.
3. Губайдуллин Н.М. Гематологические показатели коров-первотёлочек бестужевской породы при использовании алюмосиликата глауконита / Н.М. Губайдуллин, Р.С. Зайнуков, И.В. Миронова, Х.Х. Тагиров // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2008. № 1 (17). С. 111–113.
4. Габунщина О.Д. Лейкограмма и лейкоцитарные индексы в крови верблюдов калмыцкой породы // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. 2012. № 1 (13). С. 3–5.
5. Дерхо М.А., Самойлова Е.С. Интегральные индексы интоксикации как критерий оценки уровня эндогенной интоксикации при бабезиозе // Учёные записки Казанской государственной ветеринарной академии имени Н.Э. Баумана. 2011. Т. 207. С. 170–177.
6. Жуков А.П., Бикчентаева Г.Ю., Ростова Н.Ю. Морфологические показатели и индексы крови у голштинов канадской селекции в процессе длительной адаптации // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. № 2 (34). С. 86–90.
7. Никитин В.Н. Атлас клеток крови сельскохозяйственных и лабораторных животных. М.: Госиздатсельхозлит, 1949. 118 с.
8. Рейс Б.А., Машков Б.А., Карманов П.А. Исследования токсина при перитоните // Хирургия. 1983. № 6. С. 77–79.
9. Яблучанский Н.И. Индекс сдвига лейкоцитов как маркер реактивности организма при остром воспалении // Лабораторное дело. 1983. № 1. С. 60–61.