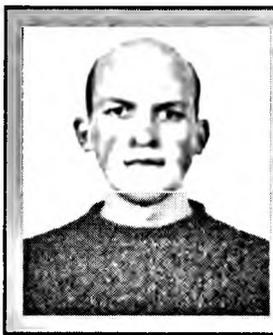


УДК 619: 616.155.194: 636.4 - 053.2

НИКОЛАДЗЕ М.Г., КАРПУТЬ И.М.

# ИЗМЕНЕНИЕ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭРИТРОЦИТОВ ПРИ АЛИМЕНТАРНОЙ АНЕМИИ ПОРОСЯТ



**НИКОЛАДЗЕ Максим Геннадьевич** родился в 1975 году в г. Улан-Батор Монгольской Народной Республики. В 1993 году поступил в Витебский ветеринарный институт, после окончания которого в октябре 1998 года поступил в аспирантуру по специальности «Диагностика болезней и терапия животных» на кафедру внутренних незаразных болезней животных ВГАВМ. Работает под руководством профессора Карпуца И.М.

В условиях современного свиноводства кормление и технологические приемы, используемые на фермах и комплексах, по многим параметрам не соответствуют биологическим потребностям животных, что негативно отражается на их физиологическом состоянии. На действие антропогенных факторов одними из первых реагируют органы кроветворения. В результате развиваются анемия и иммунодефицитное состояние, которые являются основной причиной большинства заболеваний в неонатальный период жизни.

Анемия — заболевание или клинико-гематологический синдром, обусловленный снижением количества нормального гемоглобина и эритроцитов в единице объема крови. В свиноводстве чаще регистрируют алиментарную анемию поросят-сосунов (болезнь молозивно-молочного периода, характеризующаяся железodefицитным состоянием организма, расстройством кроветворения, уменьшением образования эритроцитов, низким содержанием гемоглобина, нарушением обмена веществ, отставанием в росте и развитии, снижением устойчивости к другим заболеваниям). Недостаток железа у поросят ведет не только к уменьшению количества гемоглобина, но и к снижению активности железосодержащих ферментов, тесно связанных с синтезом белка и другими важными клеточными функциями. У поросят, больных алиментарной анемией, нарушаются окислительные процессы и развивается кислородное голодание тканей, которое приводит к тому, что в кровь поступают недоокисленные продукты межтучного обмена веществ, вызывая спазмы периферических сосудов, тахикардию; снижается содержание белка, особенно гамма-глобулинов, фагоцитарная активность лейкоцитов, иммунобиологическая реактивность [2]. С указанных позиций анемию нужно рассматривать как общепатологический процесс, сопровождающийся изменением деятельности многих органов и систем [7]. На фоне понижения иммунного статуса у поросят возникают вторичные болезни органов пищеварительной и дыхательной систем [3, 8, 10]. Поэтому ранняя диагностика и профилактика алиментарной анемии приобретает важное значение.

Наряду с показателями, характеризующими обмен железа в организме (уровень железа, трансферрина и ферритина, общая и латентная железосвязывающая способность сыворотки), особую актуальность в современных

условиях приобретают способы диагностики, не требующие дорогостоящих реактивов и позволяющие с большой вероятностью диагностировать алиментарную анемию. Среди них следует обратить внимание на определение морфометрических показателей эритроцитов периферической крови.

В последнее время определение цветового показателя считается неактуальным и в большинстве стран не используется, поскольку не указывает на величину эритроцита и концентрацию гемоглобина, а отражает относительное содержание гемоглобина в эритроцитах. На сегодня диагностически значимыми эритроцитарными индексами считаются:

средний объем эритроцита (СОЭр), среднее содержание гемоглобина в эритроците (ССНв), средняя концентрация гемоглобина в эритроците (СКНв), средний диаметр эритроцита (СДЭр), показатель анизоцитоза (ПА)[5].

Показатель СОЭр является наиболее информативным для исследования и диагностики анемий. Вычисляют его путем деления гематокритной величины 1 мм<sup>3</sup> крови на число эритроцитов в 1 мм<sup>3</sup>.

$$\text{СОЭр} = \frac{\text{Гематокрит } 1 \text{ мм}^3}{\text{Число эритроцитов в } 1 \text{ мм}^3}$$

СОЭр сейчас выражают в фемтолитрах (1 fl = 1 мкм<sup>3</sup>). Он важен для определения различных форм малокровия: нормо-, микро- и макроцитарных.

ССНв устанавливается по формуле:

$$\text{ССНв} = \frac{\text{Гемоглобин (г/л)}}{\text{Число эритроцитов (млн./мкл)}}$$

Результат выражают в пикограммах (пг). Этот показатель характеризует среднее содержание гемоглобина в отдельном эритроците. На его основе анемии разделяют на нормо-, гипо- и гиперхромные.

СКНв вычисляется путем деления концентрации гемоглобина в г/100 мл на гематокритную величину и умножения на 100.

$$\text{СКНв} = \frac{\text{Гемоглобин (г/100 мл)}}{\text{Гематокрит (\%)}} \times 100$$

Выражается этот индекс в г/дл. Он показывает концентрацию гемоглобина в среднем эритроците, т.е. соотноше-

ние содержания гемоглобина к объему клетки, отражая насыщение эритроцита гемоглобином. В отличие от среднего содержания гемоглобина в эритроците СКНв не зависит от среднего клеточного объема и является чувствительным тестом при нарушениях процессов гемоглобинообразования. Информативность СКНв при железодефицитных анемиях составляет 85 %.

При железодефицитных состояниях наблюдается снижение всех трех вышеперечисленных индексов, причем уменьшение ССНв более значительно, чем СОЭр. Поэтому СКНв субнормальна [9].

СДЭр может быть определен путем прямого измерения отдельных клеток с помощью окуляра-микрометра. На основе измерения 200 эритроцитов можно вычислить средний диаметр одного эритроцита. Более детальные представления о размерах эритроцитов можно получить при построении эритроцитарной гистограммы распределения эритроцитов по диаметру [9].

Показатель анизоцитоза (ПА) выражается в процентах, характеризует степень неоднородности эритроцитов по диаметру и может быть вычислен как отношение стандартного отношения СДЭр к величине СДЭр, умноженное на 100.

$$PA = \frac{S(СДЭр)}{СДЭр} \times 100$$

При железодефицитных анемиях показатель анизоцитоза увеличивается [4]. По данным Г.И. Козинца, В.А. Макарова (1997), в начальной стадии эритроцитарная гистограмма (кривая Прайс-Джонса) имеет обычную форму и лишь смещается влево, сопровождается незначительным уменьшением СОЭр. По мере дальнейшего нарушения процессов гемоглобинообразования происходит еще большее снижение ССНв, СКНв, СОЭр, увеличение показателя анизоцитоза. Эритроцитарная гистограмма приобретает вид одностороннего широкого пика, значительно сдвинутого влево.

Наиболее легко и точно выводить вышеперечисленные показатели с использованием современных автоматических аппаратов [1]. Кондуктометрические счетчики Культера модели S-Plus II, S-Plus IV приспособлены для точного подсчета эритроцитов, лейкоцитов, тромбоцитов, гематокрита, ССНв, СКНв, СОЭр. В последние годы получили распространение приборы, позволяющие одновременно анализировать до 18 параметров крови. Это гематологические счетчики: Cobas Micros 18 (Roch), MD-II 18 (Coulter), Cell-Dyn 1600 (Abbott), System 9000/9020 (Serono), K-450/K-1000 (Sysmex). Объем образца может составлять на отдельных приборах до 12 мкл, а производительность до 80 анализов в час. Данные фиксируются в памяти прибора и могут быть распечатаны на принтере. Кроме того, регистрируются 3 гистограммы распределения клеток по объему (эритроциты, лейкоциты и тромбоциты) [9]. Анализаторы серии "Technicon" (Н-1, Н-2, Н-3), работающие по оптическому принципу на основе проточной цитометрии, непосредственно измеряют концентрацию гемоглобина в каждом отдельном эритроците и строят гистограммы распределения клеток не только по объему, но и по концентрации гемоглобина [6].

Целью нашей работы явилось изучение морфометрических показателей эритроцитов периферической крови поросят при алиментарной анемии и их коррекция ферроглюкином-75 и комплексным минеральным препаратом (КМП). Препарат КМП разработан сотрудниками БелНИИЭВ, включает железо, йод, селен и метионин.

Исследования проводили на поросятах с рождения до месячного возраста, которых по принципу условных аналогов разбили на три группы. Животным первой подопытной группы внутримышечно вводили ферроглюкин-75 в дозе 1,5 мл на поросенка, двукратно с интервалом 7 дней в 2—4- и 9—11-суточном возрасте. Поросятам второй группы применяли КМП внутримышечно дважды с интервалом 7 дней в дозе 0,5 мл/кг массы тела. Третья группа животных служила контролем, указанные препараты им не применялись.

От 10 поросят каждой группы на 2—4-й, 9—11-й, 16—18-й, 24—26-й и 30—32-й дни жизни отбирали пробы

крови для морфологических исследований и стабилизировали гепарином. В крови определяли содержание гемоглобина (Hb), эритроцитов, гематокритную величину (Ht), СОЭр, ССНв, СКНв. После измерения диаметра 200 эритроцитов с помощью окуляра-микрометра в мазках крови, окрашенных по Паппенгейму, выводили СДЭр, показатель анизоцитоза, гистограммы распределения эритроцитов по диаметру.

Установлено, что у поросят третьей группы развивалась алиментарная анемия, сопровождающаяся снижением на 9—11-й день жизни количества гемоглобина и эритроцитов, гематокритной величины (табл.1).

Таблица 1

### Морфологические показатели крови поросят (M±m, p)

Показатели	Группы	Возраст, дней				
		2—4	9—11	16—18	24—26	30—32
Гемоглобин (Hb), г/л	1	89,8±3,55	103,6±3,02	104,7±3,14*	105,4±2,73	10,4±4,42
	2	80,6±1,88	84,0±1,78*	83,1±2,35*	91,5±3,18**	91,2±2,64**
	3	84,2±2,71	64,8±2,24	71,6±2,41	78,6±3,52	80,1±3,18
Эритроциты, 10 <sup>12</sup> /л	1	4,58±0,12	4,83±0,11*	5,10±0,14*	5,12±0,12	5,07±0,11*
	2	4,26±0,21	4,86±0,24*	5,61±0,18*	5,82±0,21*	5,89±0,16*
	3	4,64±0,08	4,36±0,09	4,53±0,13	4,50±0,13	4,55±0,18
Гематокрит(Ht), л/л	1	0,30±0,02	0,39±0,03	0,45±0,02	0,44±0,03	0,42±0,02
	2	0,29±0,01	0,37±0,02*	0,43±0,03*	0,44±0,04*	0,44±0,03*
	3	0,31±0,02	0,30±0,04	0,26±0,03	0,27±0,04	0,33±0,03

*Примечание:*

- 1-я группа — поросята, обработанные ферроглюкином-75;
- 2-я группа — поросята, обработанные КМП;
- 3-я группа — поросята, которым препараты не применялись;
- \* — p<0,01 по сравнению с поросятами контрольной группы;
- \*\* — p<0,05 по сравнению с поросятами контрольной группы.

У поросят первой и второй групп в процессе роста и развития данные показатели не выходили за пределы нормы и были достоверно выше, чем в контрольной группе (p<0,01). У них наблюдалось увеличение содержания в крови гемоглобина, эритроцитов и гематокритной величины. Наиболее сильно количество гемоглобина увеличивалось у поросят, которым применяли ферроглюкин-75 (до 105,4 г/л), в то время как содержание эритроцитов интенсивнее увеличивалось у животных, обработанных КМП (до 5,89x10<sup>12</sup>/л).

У поросят, обработанных железосодержащими препаратами, средний объем эритроцитов был выше на всем протяжении опыта по сравнению с поросятами контрольной группы (p<0,01) (табл.2).

Таблица 2

### Морфометрические показатели эритроцитов крови поросят (M±m, p)

Показатели	Группы	Возраст, дней				
		2—4	9—11	16—18	24—26	30—32
СОЭр, fl	1	65,94±1,67	79,71±1,74*	89,02±1,82*	86,13±1,79*	81,85±1,74*
	2	69,72±1,71	75,10±1,76*	76,11±1,77*	74,74±1,72*	74,70±1,69**
	3	67,46±1,62	68,35±1,73	56,29±1,68	60,00±1,65	72,75±1,63
ССНв, пг	1	19,61±0,63	21,45±0,69	20,53±0,69*	20,59±0,73*	20,59±0,74*
	2	18,92±0,61	17,28±0,60*	16,60±0,57**	15,72±0,55	15,48±0,58
	3	18,15±0,65	14,86±0,56*	15,81±0,59	17,47±0,64	17,60±0,61
СКНв, г/дл	1	29,74±0,92	26,91±0,91	23,06±0,84	23,90±0,85	25,16±0,83
	2	27,14±0,86	23,01±0,82**	21,80±0,77	21,03±0,80	20,73±0,76
	3	26,90±0,83	21,74±0,79	28,08±0,89	29,11±0,90	24,20±0,81
СДЭр, мкм	1	5,98±0,04	6,50±0,13*	6,49±0,14*	6,45±0,11*	6,38±0,09
	2	5,92±0,10	6,30±0,07*	6,31±0,07*	6,14±0,07	6,13±0,06
	3	6,01±0,06	5,67±0,16	5,92±0,17	6,13±0,09	6,22±0,08
Показатель анизоцитоза, %	1	2,21±0,04	6,15±0,13*	6,68±0,14*	5,18±0,11	4,38±0,09
	2	5,60±0,10	3,31±0,07*	3,33±0,07*	3,76±0,07**	3,32±0,06**
	3	3,21±0,06	8,87±0,16	8,93±0,17	4,53±0,09	3,88±0,08

*Примечание:*

- 1-я группа — поросята, обработанные ферроглюкином-75;
- 2-я группа — поросята, обработанные КМП;
- 3-я группа — поросята, которым препараты не применялись;

\* —  $p < 0,01$  по сравнению с поросятами контрольной группы;

\*\* —  $p < 0,05$  по сравнению с поросятами контрольной группы.

Наиболее выражено данный показатель увеличивался у поросят, которым применяли ферроглюкин-75 (до 89,02 fl к 16—18-му дню жизни). Снижение объема эритроцитов до 56,29 fl к 16—18-му дню на фоне уменьшения количества гемоглобина у поросят, не обработанных железосодержащими препаратами, говорит о развитии у них микроцитарной анемии. Причем количество гемоглобина в крови снижается раньше (к 9—11-му дню жизни), чем происходит уменьшение среднего объема эритроцитов.

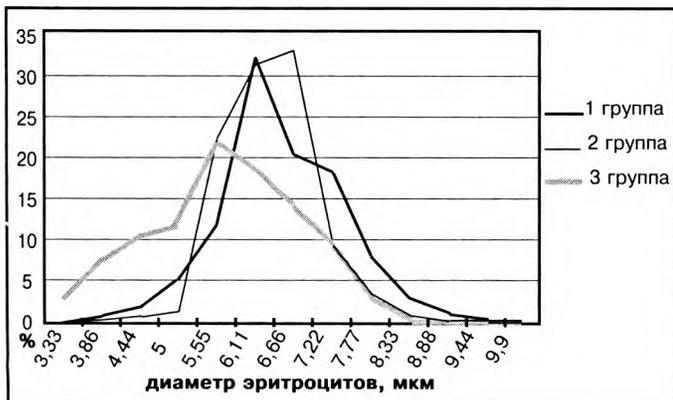
Развитие алиментарной анемии у поросят, не обработанных железосодержащими препаратами, сопровождалось уменьшением среднего содержания гемоглобина в эритроцитах до 14,86 пг к 9—11-му дню жизни, что свидетельствует о гипохромном характере анемии (табл. 2). У животных, которым применяли КМП, происходило незначительное уменьшение среднего содержания гемоглобина в эритроците, но этот процесс обусловлен не уменьшением количества гемоглобина, а усилением образования эритроцитов. Вследствие более резкого повышения содержания гемоглобина, чем эритроцитов в крови поросят, обработанных ферроглюкином-75, происходило увеличение ССН<sub>в</sub> до 21,45 пг к 9—11-дневному возрасту.

На 9—11-й день у поросят всех трех групп происходило снижение средней концентрации гемоглобина в эритроците. Однако данный показатель у животных, которым применяли препараты железа, был достоверно выше такового в контрольной группе ( $p < 0,01$ ). Некоторое уменьшение этого показателя у поросят первых двух групп объясняется увеличением у них гематокритной величины. В контрольной группе средняя концентрация гемоглобина в эритроците понижалась на фоне уменьшения как гематокритной величины, так и количества гемоглобина в крови, что свидетельствует о нарушениях процессов гемоглобинообразования.

Средний диаметр эритроцитов увеличивался после применения железосодержащих препаратов у поросят первых двух групп и уменьшался при развитии признаков анемии у животных контрольной группы (до 5,67 мкм), что наряду со снижением среднего объема эритроцитов является признаком микроцитоза. На этом фоне в контрольной группе происходило резкое увеличение показателя анизоцитоза (до 8,87% к 9—11-дневному возрасту), что обусловлено неоднородностью популяции эритроцитов по размерам. У животных, обработанных препаратами железа, данный показатель был достоверно ниже ( $p < 0,01$ ), особенно у поросят, которым применяли КМП.

Вследствие снижения среднего диаметра эритроцитов и усиления анизоцитоза у больных анемией поросят к 9—11-му дню жизни гистограмма распределения эритроцитов по диаметру смещалась влево и несколько уплощалась (рис. 1). По мере увеличения размеров эритроцитов и снижения уровня анизоцитоза у поросят контрольной группы гистограмма распределения эритроцитов по диаметру смещалась правее и увеличивалась, но не достигала уровня поросят, обработанных железосодержащими препаратами (рис 2).

**Рис. 1. Гистограмма распределения эритроцитов по диаметру у поросят 9—11-дневного возраста**



**Рис. 2. Гистограмма распределения эритроцитов по диаметру у поросят 30—32-дневного возраста**



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ:

1. У поросят-сосунов вследствие развития анемии к 9—11-му дню жизни происходило уменьшение в крови количества гемоглобина до 64,8 г/л, эритроцитов до  $4,36 \times 10^{12}$ /л, гематокритной величины до 25,5%. Одновременно наблюдалось снижение у них среднего объема эритроцитов до 56,29 fl, среднего содержания гемоглобина в эритроците до 14,86 пг, средней концентрации гемоглобина в эритроците до 21,74 г/дл, среднего диаметра эритроцитов до 5,67 мкм, повышение показателя анизоцитоза до 8,93%.

2. Двукратная внутримышечная обработка поросят железосодержащими препаратами ферроглюкином-75 в дозе 1,5 мл на животное или комплексным минеральным препаратом (КМП) в дозе 0,5 мл/кг массы предупреждает развитие анемии, нормализует содержание гемоглобина и эритроцитов, гематокритную величину, морфометрические показатели эритроцитов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Байдун Л. В., Логинов А. В. Значение автоматического анализа крови в клинической практике// *Гематология и трансфузиология*. — 1994. — № 6. — С. 36.
2. Божко В. И. Анемия// *Болезни молодняка свиней*// В. В. Никольский, В. И. Божко, В. А. Бортничук и др. — 2-е изд., перераб. и доп. — Киев: Урожай, 1989. — С. 60—73.
3. *Болезни иммунной системы*// И. М. Карпуть, М. П. Бабина, Л. М. Пивовар, И. З. Севрюк. — Витебск, 1999. — 31 с.
4. Вуд М. Оценка анемии// *Секреты гематологии и онкологии*/ М. Вуд, П. Банн. — М.: Биом, 1997. — С. 31—38.
5. Гильмутдинов Р. Я., Курбанов Р. З. *Физиология крови*. — Казань: Изд-во ТГГИ, 1999. — 184 с.
6. Зубрихина Г. Н., Соловьева Е. А., Лебедева Н. Б., *Использование автоматического анализатора крови "Техникой Н-1" в крупных клинико-диагностических и гематологических лабораториях*// *Клиническая лабораторная диагностика*. — 1994. — № 2. — С. 39—40.
7. Карпуть И. М. *Гематологический атлас сельскохозяйственных животных*. — Мн.: Ураджай, 1986. — 183 с.
8. Карпуть И. М., Бабина М. П., Пивовар Л. М. *Клиническая оценка гематологических и иммунологических исследований*// *Ученые записки ВГАВМ*. — Том 35. — Часть I. — Витебск, 1999. — С. 178—180.
9. Козинец Г. И., Макаров В. А. *Исследование системы крови в клинической практике*. — М.: Триада-Х, 1997. — 480 с.
10. Теленев В. А. *Синдромы возрастных иммунных дефицитов*// *Ученые записки ВГАВМ*. — Том 34. — Витебск, 1998. — С. 86—88.