

**Гематологические показатели и ранний онтогенез**

УДК 636.2:599.11

doi: 10.15389/agrobiol.2013.6.81rus

**ВОЗРАСТНАЯ ДИНАМИКА РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ  
ЭРИТРОЦИТОВ У ТЕЛЯТ ПЕРВОГО ГОДА ЖИЗНИ, СОДЕРЖАЩИХСЯ  
В ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ**

**И.Н. МЕДВЕДЕВ<sup>1</sup>, Т.А. БЕЛОВА<sup>1</sup>, А.Г. ГРУШКИН<sup>2</sup>**

На начальных этапах онтогенеза функциональная активность эритроцитов обеспечивает адаптацию всех систем организма к условиям внешней среды через поддержание оптимальных жидкостных свойств крови. Их нарушения могут привести к развитию отклонений и формированию патологических состояний в период активного роста. Возрастные аспекты изменений микрореологических свойств эритроцитов у здоровых телят в раннем онтогенезе пока что исследованы недостаточно. С целью изучения функциональных особенностей эритроцитов у здоровых телят чернопестрой породы, содержащихся в условиях телятников (Калужский филиал ПСХ «Щелканово» ФГБУ ОК «Бор»), в течение 1-го года жизни определяли активность перекисного окисления липидов и антиоксидантной защиты плазмы крови и эритроцитов, а также липидный состав, цитоархитектонику и агрегацию красных кровяных телец. В эритроцитах отмечено увеличение соотношения холестерина и общих фосфолипидов на фоне повышения антиоксидантной защищенности и ослабления перекисного окисления липидов. Показано, что в крови здоровых телят к годовалому возрасту возрастает число обратимо и необратимо измененных эритроцитов, а также их агрегационная активность.

**Ключевые слова:** здоровые телята, первый год жизни, эритроциты, агрегация, цитоархитектоника.

В организме перемещение крови по сосудистому руслу во многом обусловлено особенностями цитоархитектоники и агрегации форменных элементов (1), и в первую очередь эритроцитов (2). Особенно существенно подобные изменения влияют на гемодинамику в микроциркуляторном русле, определяя приток необходимого количества O<sub>2</sub> к тканям и воздействуя на гемостаз (1, 2). У телят на начальных этапах онтогенеза функциональная активность эритроцитов обеспечивает адаптацию всех систем организма к условиям внешней среды через поддержание оптимальных жидкостных свойств крови. Их нарушения могут привести к развитию отклонений и формированию патологических состояний в период активного роста. Однако возрастные аспекты изменений микрореологических свойств эритроцитов у здоровых телят в течение 1-го года жизни пока что исследованы недостаточно.

В этой связи нашей целью было изучение функциональных особенностей эритроцитов у здоровых телят в течение 1-го года жизни.

**Методика.** Объектом наблюдения были здоровые телята чернопестрой породы, содержащиеся в условиях телятников Калужского филиала ПСХ «Щелканово» ФГБУ ОК «Бор». В число обследованных вошли 27 новорожденных животных, состояние которых оценивали на 1-е, 5-е и 10-е сут жизни, 33 теленка, у которых анализируемые показатели изучали на 15-е, 20-е, 25-е и 30-е сут жизни, 34 теленка, включенных в тестируемую группу на 45-е, 60-е, 75-е и 90-е сут жизни, а также 36 особей, обследованных в возрасте 6, 9 и 12 мес. Условия кормления были следующими. В течение 10-15 сут после рождения телятам выпаивали молозиво и молоко по 5-7 кг/сут. С 11-15-х сут вместо молоко использовали полноценный заменитель цельного молока (ЗЦМ, из расчета 1,1 кг сухого заменителя вместо 10 кг молока). Перед скармливанием ЗЦМ разводили в теплой кипяченой воде (1,1-1,2 кг на 8,8-8,9 л). Телят начинали приучать к сену,

начиная с 10-суточного возраста, используя рано скошенное злаково-бобовое сено и постепенно увеличивая его количество: к возрасту 3 мес — до 1,3-1,4 кг/сут, 6 мес — до 3 кг/сут. С 11-х сут жизни телята получали соль и мел, а с 15-20-х сут им скармливали концентраты. В качестве первой подкормки давали специальные стартерные комбикорма (по 100-150 г/сут), при их отсутствии — хорошо просеянную овсянку, постепенно приучая к смесям концентратов, состоящим из молотого зерна (овес, кукуруза), пшеничных отрубей, жмыха, травяной муки и других компонентов. Суточное количество скармливаемых концентрированных кормов к 3-месячному возрасту доводили до 1,2-1,6 кг. Сочные корма (корнеплоды, высококачественный силос) давали телятам с 1-месячного возраста. При наступлении летнего периода суточный расход концентрированных кормов снижали (примерно на 30 %) относительно такового в стойловый период в связи с поеданием телятами зеленых кормов: к 4-месячному возрасту — до 10-12 кг (в летний период 7,0-8,4 кг), к 6-месячному — до 18-20 кг (в летний период 12,6-14,0 кг). В зимний период телятам старше 6 мес скармливали высококачественные грубые и сочные корма и небольшое количество концентратов (сено — 2-3 кг, силоса — 5-6 кг на 100 кг живой массы). При сенажном типе кормления телятам старше 6 мес количество сенажа составляло до 9-14 кг/сут, в летний период телятам в возрасте 6-12 мес давали грубые и сочные корма, уменьшая примерно в половину нормы концентратов из рациона зимнего периода за счет увеличения потребления животными травы.

Образцы крови для анализа отбирали из яремной вены в утренние часы. В плазме крови активность перекисного окисления липидов (ПОЛ) оценивали по содержанию тиобарбитуровой кислоты (ТБК-активные продукты) с использованием тест-набора на ТБК-продукты (ТБК-тиобарбитуровая кислота) (фирма ООО «Агат-Мед», Россия), а также ацилгидроперекисей (АГП) (3), антиокислительную активность (АОА) жидкой части крови — по И.А. Волчегорскому и соавт. (4).

В отмытых и ресуспендированных эритроцитах количество холестерина (ХС) определяли энзиматическим колориметрическим методом с помощью набора фирмы «Витал Диагностикс» (Россия), общих фосфолипидов (ОФЛ) — по содержанию фосфора (5) с последующим расчетом отношения ХС/ОФЛ. О состоянии ПОЛ в отмытых и ресуспендированных эритроцитах судили на основании учета концентрации малонового диальдегида (МДА) в реакции восстановления тиобарбитуровой кислоты (6), а также содержания ацилгидроперекиси (3). Устанавливали активность внутриэритроцитарных антиоксидантных ферментов — каталазы и супероксиддисмутазы (СОД) (7).

Данные о поверхностной геометрии эритроцитов получали с использованием световой фазово-контрастной микроскопии (8). Учитывали эритроциты измененной и нормальной формы, на основе чего определяли их соотношение и рассчитывали следующие показатели: индекс трансформации (ИТ) =  $(\text{ОД} + \text{НД})/\text{Д}$ , где Д — процент дискоцитов; ОД — процент обратимо деформированных эритроцитов; НД — процент необратимо деформированных эритроцитов; индекс обратимой трансформации (ИОТ) =  $\text{ОД}/\text{Д}$ ; индекс необратимой трансформации (ИНОТ) =  $\text{НД}/\text{Д}$ ; индекс обратимости (ИО) =  $\text{ОД}/\text{НД}$ .

Агрегацию эритроцитов выявляли с помощью светового микроскопа Биолом 70-Р (8) подсчетом в камере Горяева числа агрегатов, агрегированных и неагрегированных эритроцитов во взвеси отмытых эритроцитов в плазме

крови с вычислением среднего размера агрегата (CРА) = СЭА/КА, где СЭА — сумма всех эритроцитов в агрегате, КА — число агрегатов; показателя агрегации (ПА) = (CРА × КА + КСЭ)/(КА + КСЭ), где КСЭ — число свободных эритроцитов; процента неагрегированных эритроцитов (ПНА, %) = (КСЭ × 100)/(CРА × КА + КСЭ).

Статистическую обработку результатов проводили с использованием *t*-критерия Стьюдента.

*Результаты.* В течение 1-го года жизни в плазме крови телят отмечалось постепенное понижение количества АГП (на 17,8 %) и ТБК-активных соединений (на 9,5 %) (табл. 1). Выявленное ослабление интенсивности перекисидации стало возможным в результате достоверного повышения антиоксидантной активности (с  $30,8 \pm 0,14$  до  $35,8 \pm 0,16$  %).

Мы также наблюдали достоверную динамику липидного состава эритроцитов (см. табл. 1). В частности, начиная с 15-х сут жизни, содержание ХС в красных кровяных тельцах имело тенденцию к увеличению, а затем в течение остального периода наблюдения проявлялся достоверный рост этого показателя (до  $1,09 \pm 0,004$  мкмоль/ $10^{12}$  эритроцитов) при небольшом повышении ОФЛ ( $0,74 \pm 0,004$  мкмоль/ $10^{12}$  эритроцитов), что обеспечило за 1-й год жизни животного увеличение соотношения ХС/ОФЛ в мембранах эритроцитов до  $1,47 \pm 0,003$ .

Интенсивность внутриэритроцитарного ПОЛ в течение эксперимента достоверно снижалась в результате постепенного усиления антиоксидантной защиты красных кровяных телец (см. табл. 1). Так, в начале фазы новорожденности в эритроцитах активность каталазы и СОД составляла соответственно  $10600,0 \pm 14,60$  и  $1760,0 \pm 6,05$  МЕ/ $10^{12}$  клеток. Затем анализируемые показатели достоверно повышались и к 12-месячному возрасту составили соответственно  $11350,0 \pm 11,50$  и  $2120,0 \pm 4,27$  МЕ/ $10^{12}$  клеток. Как следствие, концентрация АГП в течение 1-го года жизни животного постепенно снизилась до  $2,64 \pm 0,07$  D<sub>233</sub>/ $10^{12}$  эритроцитов, МДА — до  $0,80 \pm 0,050$  нмоль/ $10^{12}$  эритроцитов.

Мы отмечали постепенное снижение числа эритроцитов дискоидной формы, к 45-м сут жизни животного оно достигло уровня достоверности, после чего несколько возросло. Эти колебания сопровождались повышением суммарной доли обратимо и необратимо измененных форм эритроцитов (соответственно на 54,2 и 25,0 %) до конечных показателей у годовалых животных соответственно  $14,8 \pm 0,18$  и  $4,5 \pm 0,04$  %. На этом фоне постепенно увеличивались ИТ (до  $0,24 \pm 0,006$ ), ИОТ (до  $0,18 \pm 0,004$ ) при слабо выраженном росте ИНОТ и ИО (табл. 2).

Оценка показателей агрегации эритроцитов у телят 1-го года жизни выявила их постепенный рост с достоверным кратковременным усилением агрегации к 45-м сут жизни (см. табл. 2). С возрастом у животных эритроциты чаще формировали агрегаты. В то же время тенденция к повышению CРА к 12-му мес жизни по сравнению со значениями, свойственными для фазы новорожденности, оказалась практически не выраженной, однако проявилась слабая тенденция к суммарному повышению ПА, сопровождающемуся некоторым снижением ПНА при кратковременном увеличении первого показателя и уменьшении второго примерно на 45-е сут жизни. Следовательно, для телят 1-го года жизни характерно небольшое усиление цитоархитектонических изменений мембран эритроцитов с повышением частоты их агрегации.

В настоящее время не вызывает сомнений, что технологии кормления и содержания молодняка в период активного роста и развития, а также схемы профилактики и коррекции гомеостаза должны разрабатываться с

**1. Биохимические показатели плазмы крови и эритроцитов у здоровых телят черно-пестрой породы в 1-й год жизни ( $n = 130$ ,  $M \pm m$ , хозяйство Калужского филиала ПСХ «Щелканово» ФГБУ ОК «Бор»)**

Показатель	$n = 27$			$n = 33$				$n = 34$				$n = 36$		
	1-е сут	5-е сут	10-е сут	11-е сут	20-е сут	25-е сут	30-е сут	45-е сут	60-е сут	75-е сут	90-е сут	6-й мес	9-й мес	12-й мес
	П л а з м а к р о в и													
АГП, D <sub>233</sub> /мл	1,62±0,13	1,62±0,14	1,62±0,08	1,60±0,18	1,58±0,14	1,54±0,36	1,45±0,28	1,78±0,19	1,63±0,12	1,43±0,07	1,40±0,14	1,37±0,16	1,33±0,10	1,30±0,17
ТБК, мкмоль/л	3,30±0,11	3,33±0,13	3,30±0,16	3,25±0,07	3,24±0,20	3,21±0,13	3,17±0,12	3,42±0,09	3,12±0,13	3,10±0,10	3,08±0,05	3,07±0,11	3,00±0,16	2,93±0,07
АОА, %	30,8±0,14	30,6±0,16	31,0±0,12	31,7±0,34	32,0±0,17	32,4±0,10	32,8±0,16	29,2±0,19	33,8±0,26	34,1±0,16	34,2±0,13	34,5±0,12	35,1±0,18	35,8±0,17
	Э р и т р о ц и т ы													
ХС, мкмоль/10 <sup>12</sup> кл.	0,91±0,002	0,93±0,004	0,92±0,009	0,94±0,009	0,95±0,002	0,96±0,004	0,96±0,002	0,99±0,004	0,97±0,006	0,95±0,003	1,03±0,008	1,05±0,003	1,08±0,002	1,09±0,004
ОФЛ, мкмоль/10 <sup>12</sup> кл.	0,69±0,005	0,70±0,004	0,70±0,006	0,71±0,002	0,71±0,008	0,71±0,005	0,71±0,002	0,70±0,001	0,72±0,003	0,72±0,006	0,73±0,008	0,74±0,005	0,74±0,008	0,74±0,004
ХС/ОФЛ	1,32±0,004	1,32±0,008	1,31±0,003	1,32±0,005	1,34±0,006	1,35±0,003	1,35±0,001	1,41±0,006	1,34±0,003	1,32±0,006	1,41±0,005	1,42±0,002	1,46±0,001	1,47±0,003
АГП, D <sub>233</sub> /10 <sup>12</sup> кл.	3,01±0,10	3,00±0,10	3,04±0,10	3,02±0,04	2,98±0,05	2,95±0,04	2,90±0,03	3,25±0,03	3,00±0,07	2,86±0,02	2,83±0,04	2,78±0,06	2,72±0,03	2,64±0,05
МДА, нмоль/10 <sup>12</sup> кл.	1,06±0,02	1,07±0,05	1,08±0,05	1,06±0,05	1,05±0,06	1,03±0,05	1,00±0,02	1,17±0,04	1,01±0,03	0,95±0,01	0,91±0,03	0,89±0,02	0,84±0,04	0,80±0,05
Каталаза, МЕ/10 <sup>12</sup> кл.	10600,0±14,6	10670,0±15,4	10680,0±21,8	10690,0±10,7	10700,0±16,0	10730,0±18,2	10750,0±15,2	10450,0±9,2	10770,0±14,6	10790,0±15,3	10820,0±14,6	10860,0±12,8	10970,0±16,3	11350,0±11,5
СОД, МЕ/10 <sup>12</sup> кл.	1760,0±6,05	1730,0±5,80	1780,0±5,90	1800,0±5,62	1820,0±6,02	1830,0±4,23	1850,0±5,83	1680,0±6,01	1820,0±3,87	1875,0±4,11	1890,0±3,71	1920,0±4,90	1990,0±6,23	2120,0±4,27
	П р и м е ч а н и е. АГП — ацилгидроперекись, ТБК — тиобарбитуровая кислота, АОА — антиокислительная активность, ХС — холестерол, ОФЛ — общие фосфолипиды, МДА — малоновый диальдегид, СОД — супероксиддисмутаза; p — уровень достоверности (приведены значения для достоверных различий).													

**2. Цитоархитектоника и показатели агрегации эритроцитов у здоровых телят черно-пестрой породы в 1-й год жизни ( $n = 130$ ,  $M \pm m$ , хозяйство Калужского филиала ПСХ «Щелканово» ФГБУ ОК «Бор»)**

Показатель	$n = 27$			$n = 33$				$n = 34$				$n = 36$		
	1-е сут	5-е сут	10-е сут	11-е сут	20-е сут	25-е сут	30-е сут	45-е сут	60-е сут	75-е сут	90-е сут	6-й мес	9-й мес	12-й мес
Дискоциты, %	86,8±0,15	86,3±0,18	86,6±0,14	86,5±0,22	86,2±0,15	86,0±0,22	85,8±0,16	77,0±0,29 $p < 0,01$	79,9±0,36 $p < 0,05$	85,0±0,30 $p < 0,05$	85,7±0,23	83,1±0,17	82,2±0,16	80,7±0,24
Эритроциты измененные, %:														
обратимо	9,6±0,16	9,6±0,12	9,9±0,20	10,0±0,08	10,2±0,12	10,4±0,05	10,9±0,07	16,2±0,07 $p < 0,01$	13,1±0,15 $p < 0,05$	11,0±0,09 $p < 0,05$	11,2±0,13	12,7±0,09 $p < 0,05$	13,4±0,13 $p < 0,05$	14,8±0,18 $p < 0,05$
необратимо	3,6±0,08	4,1±0,05	3,5±0,08	3,7±0,06	3,6±0,08	3,6±0,13	3,8±0,08	6,8±0,05 $p < 0,05$	7,0±0,04 $p < 0,05$	4,0±0,09	3,1±0,06	4,2±0,04	4,4±0,03	4,5±0,04
Индекс:														
трансформации	0,15±0,012	0,16±0,006	0,15±0,011	0,16±0,005	0,16±0,003	0,16±0,004	0,16±0,002	0,30±0,008 $p < 0,01$	0,25±0,004 $p < 0,01$	0,18±0,008 $p < 0,01$	0,16±0,003	0,20±0,007	0,22±0,002	0,24±0,006
обратимой трансформации	0,11±0,006	0,11±0,005	0,11±0,002	0,12±0,008	0,12±0,005	0,12±0,006	0,13±0,007	0,21±0,003 $p < 0,01$	0,16±0,008 $p < 0,01$	0,13±0,007 $p < 0,01$	0,13±0,002	0,15±0,004	0,16±0,002	0,18±0,004
необратимой трансформации	0,04±0,002	0,05±0,004	0,04±0,002	0,04±0,005	0,04±0,002	0,04±0,004	0,04±0,008	0,08±0,004 $p < 0,01$	0,08±0,003 $p < 0,01$	0,05±0,008	0,03±0,005	0,05±0,002	0,05±0,004	0,05±0,006
обратимости	2,59±0,006	2,54±0,027	2,62±0,020	2,70±0,008	2,83±0,006	2,86±0,010	2,87±0,007	2,38±0,003 $p < 0,01$	1,87±0,005 $p < 0,01$	2,80±0,006 $p < 0,01$	3,61±0,002	3,02±0,004 $p < 0,05$	3,04±0,008	3,29±0,004 $p < 0,05$
Число, шт.:														
эритроцитов в агрегате	36,1±0,10	36,3±0,05	36,2±0,09	36,4±0,17	36,5±0,06	36,8±0,02	37,1±0,07	46,6±0,18 $p < 0,01$	40,2±0,05 $p < 0,05$	37,0±0,04 $p < 0,05$	37,6±0,08	39,2±0,03 $p < 0,05$	40,1±0,06	42,3±0,09 $p < 0,05$
агрегатов	7,8±0,02	7,9±0,04	7,9±0,03	7,9±0,08	8,0±0,04	8,1±0,05	8,3±0,03	9,0±0,09 $p < 0,01$	8,5±0,06 $p < 0,05$	7,9±0,02 $p < 0,05$	8,0±0,05	8,5±0,04	8,6±0,08	8,8±0,03
свободных эритроцитов	262,1±0,15	260,3±0,23	260,9±0,24	259,7±0,10	258,3±0,11	255,9±0,18	252,4±0,21	236,2±0,07 $p < 0,01$	250,6±0,12 $p < 0,01$	258,1±0,19 $p < 0,05$	259,2±0,17	247,1±0,05	244,3±0,08	240,2±0,12
Показатель агрегации	1,08±0,21	1,11±0,15	1,10±0,11	1,11±0,07	1,11±0,10	1,11±0,08	1,11±0,10	1,15±0,09 $p < 0,05$	1,12±0,12 $p < 0,05$	1,11±0,07	1,11±0,14	1,12±0,08	1,12±0,16	1,13±0,08
Доля неагрегированных эритроцитов, %	90,8±0,14	87,8±0,17	87,8±0,19	87,7±0,08	87,5±0,16	87,5±0,12	87,1±0,14	83,4±0,07 $p < 0,01$	86,2±0,18 $p < 0,01$	87,6±0,17 $p < 0,05$	87,3±0,19	86,3±0,04	85,8±0,07	85,0±0,12
Средний размер агрегата, кл.	4,6±0,02	4,6±0,03	4,6±0,04	4,6±0,05	4,6±0,02	4,5±0,03	4,5±0,04	5,2±0,07 $p < 0,05$	4,7±0,03 $p < 0,05$	4,6±0,06	4,7±0,02	4,6±0,03	4,7±0,05	4,8±0,01

Примечание. р — уровень достоверности (приведены значения для достоверных различий).

учетом данных по физиологии и показателей функциональной активности различных систем организма в течение раннего онтогенеза (9). Развитие особи также во многом зависит от факторов внешней среды, которые в значительной степени моделируют развертывание наследственной программы, регулируя процесс функционального созревания систем и органов животного, в том числе через влияние на процессы микроциркуляции. Как следствие, в последнее время важная роль отводится физиологическим исследованиям таких процессов (1). Именно микроциркуляторное русло активно участвует в обмене газами и продуктами метаболизма, здесь при замедлении кровотока происходит депонирование эритроцитов и тромбоцитов и в результате изменения их различных биохимических и метаболических свойств инициируются реакции микротромбирования. В этой связи онтогенетические изменения физиологических свойств клеток, участвующих в микроциркуляции, в определенном смысле рассматриваются как основа становления функций всех органов и тканей, поскольку именно на уровне микроциркуляторного русла осуществляются жизненно важные процессы, обеспечивающие гемодинамический и метаболический гомеостаз.

В наших опытах в течение фазы новорожденности у телят соотношение ХС/ОФЛ в эритроцитах было относительно постоянным, что сдерживало проявление их микрореологических свойств. По мере роста животных соотношение ХС/ОФЛ достоверно возрастало. Вероятно, динамика липидного состава мембран способствует адаптации этих клеток крови к условиям среды, в том числе к колебаниям интенсивности ПОЛ вне и внутри клеток, обеспечивая регуляцию мембранных механизмов функционирования последних. Значительная стабилизация количества продуктов ПОЛ в эритроцитах телят в первые 10 сут жизни достигается за счет усиления функции системы антиокисления. О ее состоянии мы судили по активности каталазы и супероксиддисмутазы, которая в этот период не изменялась. Однако в дальнейшем в эритроцитах здоровых животных активность ПОЛ постепенно снижалась на фоне усиления функций каталазы и супероксиддисмутазы.

Изучение онтогенетической динамики микрореологических свойств, цитоархитектоники и агрегационной способности эритроцитов, как уже отмечалось, важно для понимания процессов, определяющих рост и развитие организма. Поверхностная архитектура эритроцитов при развитии физиологических реакций и патологических процессов служит индикатором изменений биологических свойств клеточных мембран, на клеточной поверхности адсорбируются аминокислоты и другие мономеры, медиаторы и гормоны. Эритроциты, которые количественно преобладают среди форменных элементов крови, существенным образом влияют на ее реологию. Способность эритроцитов изменять архитектуру и агрегировать в микрососудах относится к интегральным показателями микрореологических свойств крови. С этими свойствами эритроцитов связана успешная реализация их газотранспортной функции.

По нашим данным, в фазу новорожденности у здоровых телят агрегация стабильна и невысока, а поверхностные изменения эритроцитов слабо выражены, однако впоследствии эти процессы плавно усиливаются.

Возрастные модификации цитоархитектоники во многом основаны на изменении липидного состава мембран, в частности соотношения фосфолипидов и ХС, что в каждую возрастную фазу обеспечивает необходимую избирательную проницаемость мембран и регулирует активность мембранно связанных ферментов за счет изменения как их вторичной структуры, так и

вязкости мембранного матрикса. Поэтому выявленное нами некоторое усиление агрегации эритроцитов у телят по мере роста можно расценивать как следствие воздействия на организм факторов среды, тонизирующих микрореологические процессы. Тенденция к снижению доли дискоидных эритроцитов у животных сменялась достоверной динамикой лишь к 45-м сут жизни. Это сочеталось с достоверным онтогенетическим нарастанием числа обратимо измененных эритроцитов при общей тенденции к увеличению числа их необратимо измененных форм. Перечисленное, в свою очередь, приводило к росту как числа агрегатов, так и числа эритроцитов в составе таких агрегатов. Видимо, причиной тому послужило значительное увеличение доли кормов растительного происхождения в рационе животных и постепенное уменьшение потребления заменителей цельного молока.

Таким образом, у здоровых телят в течение 1-го года жизни отмечается закономерная возрастная динамика микрореологических свойств эритроцитов, связанная с ростом и адаптацией животных к факторам среды: повышается соотношение количества холестерина и общих фосфолипидов при увеличении антиоксидантной активности и ослаблении интенсивности перекисного окисления липидов; возрастает число обратимо и необратимо измененных эритроцитов, усиливается агрегационная активность эритроцитов.

<sup>1</sup>Курский институт социального образования  
(филиал) ФГБОУ ВПО Российского  
государственного социального университета,  
305029 Россия, г. Курск, ул. К. Маркса, 51,  
e-mail: ilmedv1@yandex.ru;

<sup>2</sup>Калужский филиал ФГОУ ВПО Российского  
государственного аграрного университета  
РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева,  
248007 Россия, г. Калуга, ул. Вишневого, 27

Поступила в редакцию  
15 мая 2012 года

*Sel'skokhozyaistvennaya biologiya [Agricultural Biology]*, 2013, № 6, pp. 81-88

## AGE DYNAMICS OF ERYTHROCYTE RHEOLOGICAL PROPERTIES IN CALVES OF THE FIRST YEAR OF LIFE UNDER CONDITIONS OF THE CENTRAL RUSSIA

*I.N. Medvedev<sup>1</sup>, T.A. Belova<sup>1</sup>, A.G. Grushkin<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Kursk Institute of Social Education, 51, ul. K. Marksa, Kursk, 305029 Russia, e-mail ilmedv1@yandex.ru;

<sup>2</sup>Kaluga Branch of K.A. Timiryazev Russian State Agrarian University—Moscow Agrarian Academy, 27, ul. Vishnevskogo, Kaluga, 248007 Russia

Received May 15, 2012

doi: 10.15389/agrobiol.2013.6.81eng

### Abstract

In early ontogenesis a functional activity of erythrocytes makes one of the main basis for animal adaptation to environment by supporting optimal blood rheology. Parameters of blood flow largely depends on the cytoarchitecture and aggregation of erythrocytes. However, aspects of age-related changes of their microrheology in healthy calves during the first year of life are not clarified. To establish the functional peculiarities of erythrocytes in healthy animal during the early ontogenesis, the Black-and-White calves from an industrial farm in Kaluzhskaya region were examined (27 calves tested at the age of 1, 5 and 10 days, 33 calves — at the age of 15, 20, 25 and 30 days, 34 calves — at the age of 45, 60, 75 and 90 days, and 36 calves — at the age of 6, 9 and 12 months). The biochemical and hematological parameters, which characterize the lipid peroxidation and anti-oxidant protection of plasma and erythrocytes, lipid composition, cytoarchitecture and aggregation of red blood cells, were analyzed using the Student's t-test. For the first year of life, the cholesterol/phospholipid ratio in red cells, as well as their antioxidant protection increased while the intensity of lipid peroxidation decreased. In blood of healthy 12 months aged calves the number of reversibly and irreversibly altered erythrocytes also increased and their aggregative activity became higher. Thus, in the early ontogenesis of calves some changes in erythrocyte membrane occur which improved their ability to aggregate.

Keywords: healthy calves, the first year of life, erythrocytes, aggregation, cytoarchitecture.

## REFERENCES

1. Zavalishina S.Yu. *Veterinariya*, 2011, 6: 42-45.
2. Medvedev I.N., Belova T.A. *Veterinarnaya praktika*, 2010, 3: 45-47.
3. Gavrilov V.B., Mishkorudnaya M.I. *Laboratornoe delo*, 1983, 3: 33-36.
4. Volchegorskii I.A., Dolgushin I.I., Kolesnikov O.L., Tseilikman V.E. *Ekspierimental'noe modelirovanie i laboratornaya otsenka adaptivnykh reaktsii organizma* [Experimental modeling and laboratory estimation of adaptive reactions]. Chelyabinsk, 2000.
5. Kolb V.G., Kamyshnikov V.S. *Spravochnik po klinicheskoi khimii*. Minsk, 1982.
6. Kubatiev A.A., Andreev A.A. *Byulleten' eksperimental'noi biologii i meditsiny*, 1979, 5: 414-417.
7. Chevari S., Andyal T., Shtrenger Ya. *Laboratornoe delo*, 1991, 10: 9-13.
8. Medvedev I.N., Zavalishina S.Yu., Krasnova E.G., Kumova T.A., Gamolina O.V., Skoryatina I.A., Fadeeva T.S. *Rossiiskii kardiologicheskii zhurnal*, 2009, 5: 42-45.
9. Krasnova E.G., Medvedev I.N. *Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya [Agricultural Biology]*, 2013, 2: 88-92.