

УДК [616-005.1-08:331.1]:615.22

DOI: 10.25688/2076-9091.2024.55.3.03

**Светлана Юрьевна Завалишина**

*Российский государственный социальный университет,  
Москва, Россия*

## **ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОСУДИСТОГО ГЕМОСТАЗА У ТЕЛЯТ РАСТИТЕЛЬНОГО ПИТАНИЯ**

**Аннотация.** Гемостатические свойства сосудистых стенок биологически крайне значимы на протяжении всего раннего онтогенеза, и особенно в ходе его заключительной фазы, когда оканчиваются процессы роста, созревания и реализуется продуктивный потенциал животного. В то же время основные функциональные характеристики сосудов телят в конце раннего онтогенеза оценены неполностью. В этой связи в данном исследовании намечена цель — проследить гемостатические особенности стенок сосудов у телят в течение фазы растительного питания раннего онтогенеза.

В ходе исследования наблюдались 39 здоровых телят черно-пестрой породы: на 91 сутки онтогенеза, в возрасте шести месяцев, в возрасте девяти месяцев и в возрасте двенадцати месяцев жизни. Оценивали перекисное окисление липидов в плазме и ее антиокислительную активность, уровень эндотелиоцитемии, агрегацию тромбоцитов, антиагрегационную активность, антикоагуляционные возможности сосудистой стенки, фибринолитическую активность сосудистой стенки. Результаты были обработаны с помощью *t*-критерия Стьюдента.

У телят оптимального функционального статуса в течение фазы растительного питания имеются стабильно низкий уровень эндотелиоцитемии и тенденция к росту антиагрегационных свойств сосудистой стенки. В ходе фазы растительного питания стенки сосудов телят повышают генерацию гемостатически важных веществ: антитромбина III и тканевого активатора плазминогена. Найденную в работе динамику сосудистого гемостаза у телят следует рассматривать как физиологически особо значимую для завершения их роста и созревания.

**Ключевые слова:** гемостаз, сосудистая стенка, ранний онтогенез, телята, крупный рогатый скот, фаза растительного питания

UDC [616-005.1-08:331.1]:615.22  
DOI: 10.25688/2076-9091.2024.55.3.03

**Svetlana Yurievna Zavalishina**

*Russian State Social University,  
Moscow, Russia*

## PHYSIOLOGICAL FEATURES OF VASCULAR HEMOSTASIS IN VEGETABLE CALVES

**Abstract.** Hemostatic properties of vascular walls are biologically extremely important throughout early ontogenesis and especially during its final phase, when the processes of growth, maturation and realization of the productive potential of the animal end. At the same time, the main functional characteristics of calf vessels at the end of early ontogenesis have not been fully evaluated. In this connection, the aim of this study is to trace hemostatic characteristics of vessel walls in calves during the phase of plant nutrition of early ontogenesis.

Thirty-nine healthy black and sow calves were observed during the study: on 91 days of ontogenesis, at the age of six months, at the age of nine months and at the age of twelve months of life. Lipid peroxidation in plasma and its antioxidant activity, the level of endotheliocythemia, platelet aggregation, antiaggregation activity, anticoagulation capabilities of the vascular wall, fibrinolytic activity of the vascular wall were evaluated. The results were processed by Student's (*t*) criterion.

In calves of optimal functional status during the phase of plant nutrition there is a stable low level of endotheliocythemia and a tendency to increase anti-aggregation properties of the vascular wall. During the phase of plant nutrition calf vascular walls increase the generation of hemostatically important substances: antithrombin III and tissue plasminogen activator. The dynamics of vascular hemostasis in calves found in this work should be considered as physiologically especially significant for the completion of their growth and maturation.

**Keywords:** hemostasis, vascular wall, early ontogenesis, calves, cattle, plant nutrition phase

### Введение

Современные исследователи единодушно признают, что сосуды являются не только системой транспорта крови по организму, но еще и важными регуляторами различных ее параметров и тем самым влияют на организм в целом [8]. Уровень образования в сосудистых стенках различных биологически активных веществ, имеющих антиагрегационную, противосвертывающую и фибринолитическую активность, весьма важен для функционирования гемостаза в течение всей жизни [4].

На протяжении всего раннего онтогенеза, и особенно в его заключительной фазе, когда оканчиваются процессы роста, созревания и реализуется продуктивный

потенциал животного [6], биологически крайне значимы гемостатические свойства сосудистых стенок [7]. В то же время основные функциональные характеристики сосудов телят в конце раннего онтогенеза оценены неполностью. В связи с этим нашей целью в данном исследовании было определение гемостатических особенностей стенок сосудов у телят в течение фазы растительного питания раннего онтогенеза.

## Материалы и методы исследования

В ходе исследования осуществлялось наблюдение за 39 здоровыми теллятами черно-пестрой породы на протяжении фазы растительного питания начиная с 91 суток онтогенеза и ежедневно до двенадцатимесячного возраста. Обследование животных было выполнено 4 раза: на девяносто первые сутки жизни, в возрасте шести месяцев, в возрасте девяти месяцев и в возрасте двенадцати месяцев жизни.

Состояние перекисного окисления липидов в плазме (ПОЛ) выясняли по количеству в ней ацилгидроперекисей [5] и по содержанию в ней тиобарбитуровой кислоты — активных продуктов, применяя стандартный набор, выпущенный «Агат-Мед» (Россия). Также у всех животных определяли величину антиокислительной активности крови [3].

У всех животных определяли уровень эндотелиоцитемии [2]. Сосудистые антиагрегационные способности выясняли путем оценки влияния пробы с временной венозной окклюзией [1] на время агрегации тромбоцитов (АТ) в условиях визуального микрометода [10]. В качестве стимуляторов агрегации тромбоцитов использовался АДФ в дозе  $0,5 \times 10^{-4}$  М, коллаген при разведении основной его суспензии в количестве 1 : 2, тромбин в дозе 0,125 ед/мл, ристомицин в дозе 0,8 мг/мл, перекись водорода в дозе  $7,3 \times 10^{-3}$  М, адреналин в дозе  $5,0 \times 10^{-6}$  М и ряд их сочетаний — АДФ и адреналин, АДФ и коллаген, и коллаген и адреналин в таких же дозах. Регистрация АТ велась в плазме, стандартизированной по содержанию в ней тромбоцитов (до  $200 \times 10^9$  тромбоцитов/л), взятой без временной венозной окклюзии и с ее применением. Значение индекса антиагрегационной активности сосудистой стенки (ИААСС) определяли в ходе деления времени наступления АТ в условиях временного венозного застоя на время, требующееся для наступления АТ в плазме, полученной без него.

Уровень антикоагуляционных возможностей сосудистой стенки у животных определяли по значению индекса антикоагуляционной активности стенки сосуда (ИАКАСС), которое выявлялось в ходе деления величины активности антитромбина III в крови [2], полученной после временного венозного сдавливания, также определяли его значение без этого воздействия [1].

Состояние контроля стенок сосудов над явлениями фибринолиза выявляли путем расчета величины индекса фибринолитической активности сосудистой

стенки (ИФАСС) при делении продолжительности эуглобулинового лизиса [1] вне временной венозной окклюзии на длительность этого показателя на ее фоне. Результаты выполненного исследования обработаны с применением *t*-критерия Стьюдента.

### Результаты исследования и их обсуждение

В крови животных, наблюдаемых в работе, отмечена тенденция к понижению содержания ацилгидроперекисей ( $1,44 \pm 0,11 D_{233} / 1 \text{ мл}$  до  $1,35 \pm 0,12 D_{233} / 1 \text{ мл}$ ) и продуктов, способных реагировать с тиобарбитуровой кислотой ( $3,40 \pm 0,18 \text{ мкмоль/л}$  до  $3,18 \pm 0,26 \text{ мкмоль/л}$ ). Динамика уровня продуктов липидной пероксидации обеспечивалась изменениями функциональной способности антиоксидантной защиты их плазмы, усиливающейся за время наблюдения с  $32,5 \pm 0,19 \%$  на 91-е сутки жизни до  $35,1 \pm 0,15 \%$  к годовалому возрасту.

На протяжении фазы растительного питания у телят имелся невысокий уровень эндотелиоцитемии, который понижался с  $1,9 \pm 0,09$  клеток/мкл в возрасте 91 суток до  $1,6 \pm 0,14$  клеток/мкл к годовалому возрасту.

У обследованных телят в ходе наблюдения имелась тенденция к росту ИААСС по отношению ко всем примененным в исследовании индукторам агрегации и их сочетаниям (табл. 1).

Таблица 1

#### Параметры сосудистого контроля над тромбоцитарным гемостазом у телят растительного питания

Величина ИААСС	Сроки наблюдения за телятами, n = 39, M ± m			
	Возраст 91 суток	Возраст 6 месяцев	Возраст 9 месяцев	Возраст 12 месяцев
В отношении АДФ	$1,77 \pm 0,10$	$1,80 \pm 0,16$	$1,82 \pm 0,12$	$1,85 \pm 0,20$
В отношении коллагена	$1,64 \pm 0,11$	$1,67 \pm 0,19$	$1,70 \pm 0,15$	$1,72 \pm 0,20$
В отношении тромбина	$1,55 \pm 0,11$	$1,57 \pm 0,14$	$1,59 \pm 0,09$	$1,62 \pm 0,12$
В отношении ристомицина	$1,56 \pm 0,09$	$1,59 \pm 0,13$	$1,61 \pm 0,15$	$1,63 \pm 0,14$
В отношении H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	$1,65 \pm 0,12$	$1,67 \pm 0,15$	$1,69 \pm 0,19$	$1,72 \pm 0,15$
В отношении адреналина	$1,67 \pm 0,25$	$1,69 \pm 0,20$	$1,73 \pm 0,28$	$1,75 \pm 0,31$
В отношении АДФ и адреналина	$1,48 \pm 0,05$	$1,52 \pm 0,12$	$1,54 \pm 0,10$	$1,57 \pm 0,16$
В отношении АДФ и коллагена	$1,39 \pm 0,11$	$1,42 \pm 0,14$	$1,45 \pm 0,09$	$1,48 \pm 0,17$

Величина ИААСС	Сроки наблюдения за телятами, n = 39, M ± m			
	Возраст 91 суток	Возраст 6 месяцев	Возраст 9 месяцев	Возраст 12 месяцев
В отношении адреналина и коллагена	1,52±0,10	1,55±0,09	1,57±0,13	1,59±0,19
В отношении АДФ и тромбина	1,39 ± 0,09	1,42 ± 0,16	1,44 ± 0,20	1,47 ± 0,08
В отношении АДФ, коллагена и адреналина	1,34 ± 0,09	1,36 ± 0,20	1,40 ± 0,19	1,42 ± 0,17
В отношении АДФ, тромбина и адреналина	1,33 ± 0,11	1,35 ± 0,14	1,38 ± 0,16	1,41 ± 0,12
В отношении АДФ, коллагена, тромбина и адреналина	1,30 ± 0,12	1,32 ± 0,16	1,35 ± 0,21	1,37 ± 0,25

*Примечание:* в представленной и последующей таблицах достоверности возрастных изменений рассматриваемых показателей найдено не было.

Наибольший уровень ИААСС имелся в отношении АДФ по причине самого выраженного ослабления АТ, вызванной данным агонистом в условиях временной венозной окклюзии. Несколько ниже ИААСС был в отношении адреналина, перекиси водорода и коллагена. Еще ниже ИААСС был на тромбин (увеличивался с  $1,55 \pm 0,11$  до  $1,62 \pm 0,12$ ) и на ристомицин (увеличивался с  $1,56 \pm 0,09$  до  $1,63 \pm 0,14$ ). Данные показатели в отношении сочетаний ряда тромбоцитарных агонистов были по своей величине ниже, но тоже демонстрировали тенденцию к росту в течение времени наблюдения, доказывая склонность к росту активности синтеза физиологических антиагрегантов в сосудистом эндотелии телят.

В крови наблюдавшихся животных, начиная с 91 суток их онтогенеза и до 12 месячного возраста, имела место тенденция к повышению активности синтеза антитромбина III на 7,4 % (табл. 2).

Таблица 2

### Параметры сосудистого контроля над коагуляцией и фибринолизом у телят растительного питания

Антикоагулянтные и антифибринолитические показатели	Сроки наблюдения за телятами, n = 39, M ± m			
	Возраст 91 суток	Возраст 6 месяцев	Возраст 9 месяцев	Возраст 12 месяцев
Базальная активность АТ-III, %	120,1 ± 0,07	123,1 ± 0,11	126,4 ± 0,05	129,0 ± 0,07
Стимулированная активность АТ-III в условиях временной венозной окклюзии, %	163,5 ± 0,09	168,6 ± 0,12	176,9 ± 0,16	184,5 ± 0,11

Антикоагулянтные и антифибринолитические показатели	Сроки наблюдения за телятами, $n = 39, M \pm t$			
	Возраст 91 суток	Возраст 6 месяцев	Возраст 9 месяцев	Возраст 12 месяцев
Величина индекса антикоагулянтной активности сосудистой стенки	$1,35 \pm 0,11$	$1,37 \pm 0,10$	$1,40 \pm 0,09$	$1,43 \pm 0,15$
Базальное время спонтанного эуглобулинового лизиса, мин.	$161,7 \pm 0,20$	$155,1 \pm 0,14$	$150,7 \pm 0,16$	$145,1 \pm 0,10$
Стимулированное время спонтанного эуглобулинового лизиса после временной венозной окклюзии, мин.	$236,1 \pm 0,17$	$231,0 \pm 0,22$	$230,6 \pm 0,18$	$224,9 \pm 0,25$
Величина индекса фибринолитической активности сосудистой стенки	$1,46 \pm 0,08$	$1,49 \pm 0,12$	$1,53 \pm 0,10$	$1,55 \pm 0,09$

У телят имелось нарастание генерации антитромбина III в стенках сосудов, на что указывало его увеличение в плазме, полученной в условиях временной венозной окклюзии, что обеспечивало склонность к нарастанию у них ИАКАСС (за время наблюдения его рост составил 5,9 %).

У обследованных телят в ходе взросления найдено ускорение на 11,4 % теста на спонтанный эуглобулиновый лизис. Данный факт обеспечивался усилением у них синтеза сосудистых активаторов плазминогена, на что указывало повышение ИФАСС (за время наблюдения — на 6,2 %).

Фаза растительного питания у крупного рогатого скота признается весьма серьезным этапом всего онтогенеза этих животных, связанным с высокой интенсивностью анаболизма, развитием продуктивности организма в соответствии с имеющимися условиями среды. Во всех этих моментах большое значение имеет функционирование стенок сосудов животного. Это связано с тем, что сосуды — это не только транспортная система крови, но и место синтеза веществ, меняющих активность тромбоцитов, ход гемокоагуляции и явлений фибринолиза и таким образом определяющих агрегатное состояние крови.

Наличие небольшого количества продуктов ПОЛ в плазме у телят растительного питания обеспечивает условия для слабой альтерации сосудистых эндотелиоцитов и сохранения в них оптимума метаболизма и синтеза веществ, имеющих антитромбическую активность.

У наблюдавшихся телят в ходе фазы растительного питания имело место нарастание сосудистого контроля над выраженностью явлений адгезии тромбоцитов. Это обеспечивалось усилением выброса из стенок сосудов телят простагличина и оксида азота. Вследствие этого у них в конце раннего онтогенеза шло понижение выраженности экспрессии на мембранах кровяных пластинок рецепторов к коллагену. На это в ходе выполненного наблюдения указывало удлинение АТ в ответ на коллаген в плазме, взятой после временной венозной окклюзии. Есть основания думать, что при этом на протяжении фазы растительного питания в стенках сосудов животных понижалась генерация фактора Виллебранда, также сдерживая тромбоцитарную адгезию [9].

Нарастание в стенках сосудов у телят в ходе фазы растительного питания синтеза основных антиагрегантов сдерживало взаимодействие основных стимуляторов агрегации с их рецепторами на поверхности тромбоцитов. Это способствовало снижению в кровяных пластинках биологических возможностей фосфолипазы С, тормозя активность фосфоинозитольного пути стимуляции тромбоцитарного гемостаза и ослабляя фосфолирирование сократительных белков тромбоцитов. Нарастание генерации в стенках сосудов наблюдавшихся животных физиологических антиагрегантов за время фазы растительного питания снижало уровень экспрессии на тромбоцитах фибриногеновых рецепторов, понижая в них активность фосфолипазы А<sub>2</sub>, циклооксигеназы и тромбоксансинтазы [4].

Найденное усиление антиагрегационных характеристик стенок сосудов у телят на протяжении фазы растительного питания в плазме, содержащей одновременно три агониста тромбоцитарной агрегации, говорило о большом потенциале их эндотелия к повышению синтеза веществ с дезагрегирующими свойствами, обеспечивая невысокую степень агрегации тромбоцитов в условиях гемоциркуляции по сосудам.

Важное значение у телят в повышении на протяжении фазы растительного питания атромбогенных свойств стенок сосудов имеет усиление генерации в них веществ, имеющих антикоагулянтные и фибринолитические свойства, и в первую очередь антитромбина III и тканевого активатора плазминогена [2]. На это указывали результаты постановки пробы на временную венозную окклюзию с определением на ее фоне изменения уровня в крови антитромбина АТ III и длительности спонтанно развивающегося эуглобулинового лизиса.

## **Заключение**

В течение фазы растительного питания раннего онтогенеза у телят замечено усиление антиагрегационных, антикоагуляционных и фибринолитических свойств стенок сосудов. Обнаруженную в ходе работы динамику сосудистого гемостаза у телят следует рассматривать как физиологически особо значимую для завершения их роста и созревания.

## Список источников

1. Балуда В. П., Соколов Е. И., Балуда М. В. Манжеточная проба в диагностике функционального состояния сосудистого звена системы гемостаза // Гематология и трансфузиология. 1987. № 9. С. 51–53.
2. Баркаган З. С., Момот А. П. Основы диагностики нарушений гемостаза. М.: Ньюдиамед – АО, 1999. 217 с.
3. Волчегорский И. А., Долгушин И. И., Колесников О. Л., Цейликман В. Э. Экспериментальное моделирование и лабораторная оценка адаптивных реакций организма. Челябинск, 2000. 167 с.
4. Воробьева Н. В., Медведев И. Н. Физиологические особенности тромбоцитов у молодняка крупного рогатого скота холмогорской породы на протяжении фазы растительного питания // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2023. Т. 253, № 1. С. 46–53. [https://doi.org/10.31588/2413\\_4201\\_1883\\_1\\_253\\_46](https://doi.org/10.31588/2413_4201_1883_1_253_46)
5. Гаврилов В. Б., Мишкорудная М. И. Спектрофотометрическое определение содержания гидроперекисей липидов в плазме крови // Лабораторное дело. 1983. № 3. С. 33–36.
6. Максимов В. И., Медведев И. Н. Оценка тромбоцитарных функций у телят и поросят в раннем онтогенезе // Ветеринария. 2008. № 11. С. 50–54.
7. Медведев И. Н., Глаголева Т. И. Способность основных форменных элементов крови к агрегации у телят в фазу молочного питания // Зоотехния. 2015. № 7. С. 23–24.
8. Ткачева Е. С., Медведев И. Н. Гематологические и гемостазиологические особенности поросят на протяжении фазы растительного питания // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2023. Т. 255, № 3. С. 321–328. [https://doi.org/10.31588/2413\\_4201\\_1883\\_2\\_255\\_321](https://doi.org/10.31588/2413_4201_1883_2_255_321)
9. Файзуллина И. Н., Медведев И. Н. Физиологическая реакция крови коров черно-пестрой породы на завершение стельности и начало лактации // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2023. Т. 256, № 4. С. 275–281. [https://doi.org/10.31588/2413\\_4201\\_1883\\_4\\_256\\_275](https://doi.org/10.31588/2413_4201_1883_4_256_275)
10. Шитикова А. С. Визуальный микрометод исследования агрегации тромбоцитов в кн. Гемостаз. Физиологические механизмы, принципы диагностики основных форм геморрагических заболеваний. Под ред. Н. Н. Петрищева, Л. П. Папаян. СПб., 1999. С. 49–52.

## References

1. Baluda V. P., Sokolov E. I., Baluda M. V. Cuff test in the diagnosis of the functional state of the vascular link of the hemostasis system. Hematology and Transfusiology. 1987;9:51–53. (In Russ.).
2. Barkagan Z. S., Momot A. P. Fundamentals of diagnostics of hemostasis disorders. M.: Newdiamed – AO. 1999:217 p. (In Russ.).
3. Volchegorsky I. A., Dolgushin I. I., Kolesnikov O. L., Tseylikman V. E. Experimental modeling and laboratory evaluation of adaptive reactions of the organism. Chelyabinsk. 2000:167 p. (In Russ.).
4. Vorobyeva N. V., Medvedev I. N. Physiological features of platelets in young cattle of the kholmogory breed during the vegetable nutrition phase. Scientific notes Kazan Bauman



state academy of veterinary medicine. 2023;253:46–53. (In Russ.). [https://doi.org/10.31588/2413\\_4201\\_1883\\_1\\_253\\_46](https://doi.org/10.31588/2413_4201_1883_1_253_46)

5. Gavrilov V. B., Mishkorudnaya M. I. Spectrophotometric determination of the content of lipid hydroperoxides in blood plasma. *Laboratory business*. 1983;3:33–36. (In Russ.).

6. Maksimov V. M., Medvedev L. N. The estimation of the functional thrombocyte activity in the calves and piglets in early ontogenesis. *Veterinary medicine*. 2008;11:50–54. (In Russ.).

7. Medvedev I. N., Glagoleva T. I. The ability of the basic blood uniform to aggregation in calves of milk nutrition. *Zootechnics*. 2015;7:23–24. (In Russ.).

8. Tkacheva E. S., Medvedev I. N. Hematological and hemostasiological features of pigs during the vegetable nutrition phase. *Scientific notes Kazan Bauman state academy of veterinary medicine*. 2023;255(3):321–328. (In Russ.). [https://doi.org/10.31588/2413\\_4201\\_1883\\_2\\_255\\_321](https://doi.org/10.31588/2413_4201_1883_2_255_321)

9. Fayzullina I. I., Medvedev I. N. Physiological reaction of the blood of black mottle cows to the completion of pregnancy and the beginning of lactation. *Scientific notes Kazan Bauman state academy of veterinary medicine*. 2023;256(4):275–281. (In Russ.). [https://doi.org/10.31588/2413\\_4201\\_1883\\_4\\_256\\_275](https://doi.org/10.31588/2413_4201_1883_4_256_275)

10. Shitikova A. S. Visual micromethod for the study of platelet aggregation in the book *Hemostasis. Physiologic mechanisms, principles of diagnostics of the main forms of hemorrhagic diseases*. Edited by N. N. Petrishchev, L. P. Papayan. SPb., 1999;49–52. (In Russ.).