
ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КОНТРОЛЯ СОСУДОВ НАД АГРЕГАЦИЕЙ ТРОМБОЦИТОВ И НЕЙТРОФИЛОВ У НОВОРОЖДЕННЫХ ТЕЛЯТ

Т.И. Глаголева, Н.В. Кутафина

Всероссийский НИИ физиологии, биохимии и питания животных, г. Боровск
п. Институт, г. Боровск, Калужская область, Россия, 249013

Успешность гемоциркуляции в значительной мере определяет общий физиолого-биологический статус новорожденных телят и во многом связана с особенностями агрегации тромбоцитов и нейтрофилов крови и выраженностью контроля над нею со стороны сосудистой стенки. Цель — установить выраженность антиагрегационных возможностей влияния сосудов на тромбоциты и нейтрофилы у телят в течение фазы новорожденности. Исследование выполнено на 32 телятах черно-пестрой и симментальской пород, взятых в исследование на 1-2-е сутки жизни. Обследование проводилось в течение фазы новорожденности пятикратно — на 1-2-е, 3-4-е, 5-6-е, 7-8-е и 9-10-е сутки жизни с применением биохимических, гематологических и статистических методов исследования. В течение всей новорожденности у телят отмечена невысокая агрегация тромбоцитов при тенденции к повышению их чувствительности к дезагрегирующим воздействиям сосудистой стенки. Невыраженная агрегация нейтрофилов у телят молозивного питания эффективно сдерживалась выраженной антиагрегационной активностью сосудов. Таким образом, для новорожденных телят характерен физиологически оправданный баланс агрегации тромбоцитов и нейтрофилов крови и дезагрегирующего контроля над нею со стороны сосудистой стенки.

Ключевые слова: фаза новорожденности, телята, сосудистая стенка, агрегация, антиагрегация, тромбоциты, лейкоциты

Потребность в увеличении производства говядины обуславливает актуальность дальнейших исследований в области физиологии крупного рогатого скота в течение всего онтогенеза [7; 9]. Особое внимание в связи с этим привлекает к себе кровь, состоящая из форменных элементов и плазмы [12], непрерывно перемещающаяся по сосудам животного, обеспечивающая газообмен, доставку тканям питательных и биологически активных веществ, а также удаление из них токсических веществ и шлаков [13; 14]. Успешность гемоциркуляции в капиллярах, существенно определяющая общий физиолого-биологический статус животного [12], во многом связана с особенностями агрегации тромбоцитов и нейтрофилов [6] и выраженностью контроля над ними со стороны сосудистой стенки в течение всего онтогенеза [3; 16]. Замечено, что избыточная агрегация тромбоцитов и лейкоцитов может нарушать метаболические процессы и тормозить развитие животных [7]. Это приобретает особое значение при мониторинге состояния высокопродуктивных животных [8]. В этой связи становится актуальным определение состояния сосудистого контроля над агрегацией форменных элементов крови у телят в самом начале онтогенеза — в фазу новорожденности [15]. В проведении этих исследований нуждается не только фундаментальная наука, но и практика, которой для дальнейшего развития требуется выяснение выраженности антиагрегационных нарушений сосудов у новорожденных телят при отдельных заболева-

ниях [4], оценка степени их динамики при применении различных подходов к коррекции состояния животных [5]. Все это возможно только при установлении нормативных показателей антиагрегационных свойств сосудов в отношении основных форменных элементов крови.

В работе поставлена цель: установить выраженность антиагрегационных возможностей влияния сосудов на тромбоциты и нейтрофилы у телят в течение фазы новорожденности.

Материалы и методы исследования

Исследование выполнено на 32 телятах черно-пестрой и симментальской породы, взятых в исследование на 1-2-е сутки жизни. Обследование проводилось в течение фазы новорожденности пятикратно — на 1-2-е, 3-4-е, 5-6-е, 7-8-е и 9-10-е сутки жизни.

Выраженность процессов перекисного окисления липидов (ПОЛ) в плазме оценивалась по содержанию тиобарбитуровой кислоты (ТБК)-активных продуктов набором «Агат-Мед» и ацилгидроперекисей (АГП) [2]. Антиокислительный потенциал жидкой части крови определялся по ее антиокислительной активности (АОА) [1].

Сосудистый контроль над агрегацией тромбоцитов определяли по ее ослаблению в пробе с временной венозной окклюзией. Состояние агрегации тромбоцитов (АТ) оценивали с помощью визуального микрометода оценки АТ [11] до и после венозной окклюзии с применением АДФ ($0,5 \times 10^{-4}$ М), коллагена (разведение 1 : 2 основной суспензии), тромбина (0,125 ед/мл), ристомидина (0,8 мг/мл), адреналина ($5,0 \times 10^{-6}$ М) и перекиси водорода ($7,3 \times 10^{-3}$ М) и богатой тромбоцитами плазмы со стандартизированным количеством тромбоцитов 200×10^9 тр. Индекс антиагрегационной активности сосудистой стенки (ИААСС) выявляли при делении времени развития АТ после венозной окклюзии на время без нее.

Тормозящее влияние сосудов на процесс агрегации нейтрофилов в плазме, полученной после наложения манжетки и без нее, оценивалось по торможению способности этих клеток к агрегации на фотоэлектроколориметре. В качестве индукторов применены лектин зародыша пшеницы в дозе 32 мкг/мл, конканавалин А — 32 мкг/мл и фитогемагглютинин — 32 мкг/мл. У всех телят рассчитывался индекс торможения сосудистой стенкой агрегации нейтрофилов (ИТССАН) путем деления величины агрегации нейтрофилов в плазме, полученной без манжетки на ее величину в плазме, взятой с наложением манжетки.

При статистической обработке полученных результатов применялся *t*-критерий Стьюдента.

Результаты исследований

У телят отмечена невысокая активность ПОЛ плазмы, имеющая тенденцию к снижению в течение срока наблюдения, — содержание в ней АГП уменьшилось с $1,53 \pm 0,26$ Д₂₃₃/1 мл до $1,42 \pm 0,31$ Д₂₃₃/1 мл, ТБК-активных продуктов с $3,62 \pm 0,12$ мкмоль/л до $3,48 \pm 0,24$ мкмоль/л. Это сопровождалось тенденцией к росту АОА плазмы с $32,0 \pm 0,42\%$ на 1-2-е сутки до $33,4 \pm 0,28\%$ на 9-10-е сутки.

У всех телят в течение новорожденности отмечена тенденция к усилению агрегации тромбоцитов. В пробе с временной венозной окклюзией их агрегация отмечена тенденция к замедлению АТ. Это указывало на постепенное усиление контроля стенки сосуда над тромбоцитарной агрегацией у наблюдаемых телят, что подтверждалось найденной склонностью к увеличению ИААСС, достигших у телят к 9-10-м суткам жизни: для адреналина $1,64 \pm 0,008$, для АДФ $1,65 \pm 0,004$, для коллагена $1,62 \pm 0,008$, для тромбина $1,53 \pm 0,006$, для ристомидина $1,52 \pm 0,004$. При сочетанном применении индукторов индексы антиагрегационной активности сосудистой стенки также имели склонность к увеличению (табл.).

Таблица

Антиагрегационный контроль сосудистой стенки над тромбоцитами и нейтрофилами у новорожденных телят

Показатель	Фаза новорожденности, $n = 32, M \pm m$				
	1-2 сут.	3-4 сут.	5-6 сут.	7-8 сут.	9-10 сут.
ИААСС с АДФ	$1,59 \pm 0,006$	$1,60 \pm 0,005$	$1,62 \pm 0,007$	$1,64 \pm 0,005$	$1,65 \pm 0,004$
ИААСС с коллагеном	$1,56 \pm 0,004$	$1,58 \pm 0,005$	$1,59 \pm 0,007$	$1,60 \pm 0,005$	$1,62 \pm 0,008$
ИААСС с тромбином	$1,50 \pm 0,006$	$1,50 \pm 0,004$	$1,51 \pm 0,008$	$1,52 \pm 0,004$	$1,53 \pm 0,006$
ИААСС с ристомидином	$1,49 \pm 0,005$	$1,50 \pm 0,006$	$1,50 \pm 0,009$	$1,51 \pm 0,007$	$1,52 \pm 0,004$
ИААСС с адреналином	$1,62 \pm 0,003$	$1,62 \pm 0,006$	$1,63 \pm 0,005$	$1,64 \pm 0,004$	$1,64 \pm 0,008$
ИААСС с АДФ и адреналином	$1,37 \pm 0,008$	$1,38 \pm 0,005$	$1,38 \pm 0,007$	$1,40 \pm 0,002$	$1,40 \pm 0,004$
ИААСС с АДФ и коллагеном	$1,29 \pm 0,007$	$1,30 \pm 0,004$	$1,30 \pm 0,003$	$1,31 \pm 0,004$	$1,32 \pm 0,006$
ИААСС с адреналином и коллагеном	$1,47 \pm 0,006$	$1,48 \pm 0,005$	$1,48 \pm 0,007$	$1,49 \pm 0,004$	$1,50 \pm 0,003$
ИТССАН с лектином	$1,20 \pm 0,006$	$1,22 \pm 0,005$	$1,23 \pm 0,006$	$1,24 \pm 0,008$	$1,26 \pm 0,008$
ИТССАН с конканавалином А	$1,22 \pm 0,005$	$1,24 \pm 0,007$	$1,24 \pm 0,008$	$1,25 \pm 0,007$	$1,26 \pm 0,004$
ИТССАН с фитогемагглютиномом	$1,16 \pm 0,005$	$1,17 \pm 0,006$	$1,18 \pm 0,007$	$1,19 \pm 0,004$	$1,20 \pm 0,005$

Примечание: достоверность динамики учитываемых показателей не получена.

В течение новорожденности у телят выявлена тенденция к усилению агрегации нейтрофилов. В пробе с временной венозной окклюзией их агрегация также имела наклонность к ее усилению в отношении всех испытанных индукторов, что обусловило тенденцию к росту ИТССАН для лектина на 5,0%, для конканавалина А на 3,3%, для фитогемагглютина на 3,4% (см. табл.).

Таким образом, в группе из новорожденных телят черно-пестрой и симментальской пород отмечается тенденция к росту способности к агрегации тромбоцитов и нейтрофилов и тенденция к увеличению сдерживающего контроля над ней со стороны сосудистой стенки.

Обсуждение

Большое значение в обеспечении реологических свойств крови у телят в течение новорожденности имеет агрегация форменных элементов крови, находящихся в периферических слоях кровотока — тромбоцитов и нейтрофилов. Стабильно высокая АОА плазмы обеспечивает невыраженную в ней активность ПОЛ [6]. Выявленная у новорожденных телят низкая интенсивность свободнорадикальных процессов в плазме способствует незначительности перестроек в мембранах тромбоцитов и лейкоцитов, которые в данных условиях сохраняют невы-

сокую агрегабельность, что сочетается с выраженной функциональной активностью эндотелиоцитов.

Выраженное торможение АТ и тенденция к повышению чувствительности тромбоцитов, в том числе к дезагрегирующим воздействиям со стороны сосудистой стенки у телят в течение первых 10 суток жизни, имеет во многом в своей основе оптимальность выработки в эндотелии простациклина и NO [16] во многом вследствие невыраженности воздействия ПОЛ из плазмы [15]. Невысокая АТ в ответ на ристомидин у телят была обусловлена неактивной выработкой в эндотелии сосудов фактора Виллебранда. Стабильная длительность АТ с сочетаниями индукторов и количества агрегатов тромбоцитов в крови телят до и после венозной окклюзии указывала на постоянство нормальных сосудисто-тромбоцитарных взаимодействий у животных в течение первых 10 суток жизни в условиях близких к реальным [5].

Нормальная агрегация нейтрофилов, полученная у наблюдаемых телят, видимо, связана с высокими антиагрегационными возможностями сосудов, сочетающимися с оптимумом состава гликопротеиновых рецепторов лейкоцитов и их чувствительности к лектинам, использованным в качестве индукторов. Слабая тенденция к росту лектин- и конканавалин А-индуцированной агрегации нейтрофилов у новорожденных телят обеспечивалась тенденцией к усилению экспрессии рецепторов адгезии и увеличением в их составе участков, содержащих N-ацетил-D-глюкозамин, N-ацетил-нейраминовую кислоту и маннозу. Тенденция к росту индуцированной фитогемагглютинином агрегации обеспечивалась склонностью к нарастанию в их рецепторах участков гликопротеинов, содержащих bD-галактозу при эффективном сдерживании высокой выработкой в сосудах животных простациклина и NO.

Заключение

В группе новорожденных телят черно-пестрой и симментальской пород выявляется тенденция к усилению агрегации форменных элементов крови. Для этих животных в течение новорожденности характерно некоторое усиление дезагрегирующего контроля со стороны сосудистой стенки над агрегационными свойствами тромбоцитов и нейтрофилов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Волчегорский И.А., Долгушин И.И., Колесников О.Л. Экспериментальное моделирование и лабораторная оценка адаптивных реакций организма. Челябинск, 2000. 167 с.
- [2] Гаврилов В.Б., Мишкорудная М.И. Спектрофотометрическое определение содержания гидроперекисей липидов в плазме крови // Лабораторное дело. 1983. № 3. С. 33—36.
- [3] Завалишина С.Ю., Глаголева Т.И. Контроль сосудистой стенки над индуцированной агрегацией тромбоцитов у новорожденных телят в условиях дефицита железа // Ветеринарная практика. 2013. № 2(61). С. 40—42.
- [4] Завалишина С.Ю., Глаголева Т.И., Медведев И.Н. Антиагрегационные возможности сосудов у новорожденных телят с дефицитом железа на фоне ферроглюкина и гамавита // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. 2013. № 2(15). С. 3—5.

- [5] *Завалишина С.Ю., Глаголева Т.И., Медведев И.Н.* Гемостатическая активность сосудов у новорожденных телят с дефицитом железа на фоне применения ферроглюкина и крещацина // *Ветеринария*. 2013. № 6. С. 47—49.
- [6] *Кутафина Н.В., Завалишина С.Ю.* Механизмы функционирования сосудисто-тромбоцитарного гемостаза // *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности*. 2012. № 1. С. 30—37.
- [7] *Кутафина Н.В., Медведев И.Н.* Динамика физиологических показателей телят в раннем онтогенезе // *Зоотехния*. 2015. № 3. С. 25—27.
- [8] *Кутафина Н.В., Медведев И.Н.* Особенности тромбоцитарных параметров у новорожденных телят голштинской породы // *Зоотехния*. 2016. № 1. С. 23—25.
- [9] *Коцаев А.Г., Щукина И.В.* Использование биотехнологических методов воспроизводства для повышения экономической эффективности производства говядины // *Ветеринария Кубани*. 2014. № 5. С. 17—21.
- [10] *Медведев И.Н., Завалишина С.Ю.* Особенности системы гемостаза коров в течение стельности // *Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук*. 2014. № 6. С. 44—47.
- [11] *Медведев И.Н., Завалишина С.Ю., Краснова Е.Г., Кутафина Н.В.* Методические подходы к оценке агрегации и поверхностных свойств тромбоцитов и эритроцитов // *Фундаментальные исследования*. 2014. № 10. С. 117—120.
- [12] *Медведев И.Н., Завалишина С.Ю., Кутафина Н.В.* Физиология висцеральных систем (учебник для вузов) // *Успехи современного естествознания*. 2014. № 10. С. 87—88.
- [13] *Максимов В.И., Медведев И.Н.* Сравнительная оценка тромбоцитарных функций в раннем онтогенезе у телят и поросят // *Ветеринария*. 2008. № 11. С. 50—54.
- [14] *Максимов В.И., Медведев И.Н., Парахневич А.В.* Особенности антикоагуляционной и фибринолитической активности крови у здоровых поросят молочного питания // *Ветеринария, зоотехния и биотехнология*. 2014. № 1. С. 12—16.
- [15] *Medvedev I.N., Zavalishina S.Yu.* Activity of platelet hemostasis in newborn calves // *Russian Agricultural Sciences*. 2011. Vol. 37. № 5. P. 404—406.
- [16] *Tschudi M.R., Luscher T.F.* Nitric oxide: the endogenous nitrate in the cardiovascular system // *Herz*. 2005. Vol. 21. P. 50—60.

PHYSIOLOGICAL ASPECTS OF VESSELS ON PLATELET AGGREGATION AND NEUTROPHILS IN NEWBORN CALVES

T.I. Glagoleva, N.V. Kutafina

All-Russian Research Institute of Physiology, Biochemistry and Animal Nutrition
Village Institut, Borovsk, Kaluga region, Russia, 249013

Success haemocirculation largely determines the overall physiological and biological status of newborn calves and is very largely due to the peculiarities of platelet aggregation and blood neutrophils and severity of control over it by the vascular wall. The goal — to establish the severity of antiaggregation opportunities vascular effects on platelets and neutrophils in newborn calves during the phase. The study was performed on 32 calves black-motley and Simmental breeds made in research on the 1-2 days of life. The examination was performed during the neonatal phase fivefold — 1-2, 3-4, 5-6, 7-8 and 9-10 days of life with hematologic and statistical methods. Throughout the newborn calves marked by low platelet aggregation at the uptrend their sensitivity to disaggregate effects of the vascular wall.

Indistinct aggregation of neutrophils in colostric power calves effectively constrained by severe vascular antiplatelet activity. Thus, for the newborn calves characterized physiologically justified balance of platelet aggregation and blood neutrophils and disaggregating control over it from the vascular wall.

Key words: phase of neonatal calves, vascular wall, aggregation, antiaggregation, platelets, white blood cells

REFERENCES

- [1] *Volchegorskij I.A., Dolgushin I.I., Kolesnikov O.L.* Jeksperimental'noe modelirovanie i laboratornaja ocenka adaptivnyh reakcij organizma [Experimental modeling and laboratory evaluation of adaptive reactions of the organism]. Cheljabinsk, 2000. 167 p.
- [2] *Gavrilov V.B., Mishkorudnaja M.I.* Spektrofotometricheskoe opredelenie sodержanija gidroperekisej lipidov v plazme krovi [Spectrophotometric determination of plasma levels of lipid hydroperoxides]. Laboratornoe delo [Laboratory work]. 1983. № 3. Pp. 33–36.
- [3] *Zavalishina S.Yu., Glagoleva T.I.* Kontrol' sosudistoj stenki nad inducirovannoj agregaciej trombocitov u novorozhdennyh teljat v uslovijah deficita zheleza [Control over the vascular wall induced platelet aggregation in newborn calves in iron deficiency conditions]. Veterinarnaja praktika [Veterinary practice]. 2013. № 2(61). Pp.40–42.
- [4] *Zavalishina S.Yu., Glagoleva T.I., Medvedev I.N.* Antiagregacionnye vozmozhnosti sosudov u novorozhdennyh teljat s deficitom zheleza na fone ferroglyukina i gamavita [Antiaggregation possibility vessels in the newborn calves with iron deficiency on the background ferroglyukin and gamavit]. Teoreticheskie i prikladnye problemy agropromyshlennogo kompleksa [Theoretical and applied problems of agro-industrial complex]. 2013. № 2(15). Pp. 3–5.
- [5] *Zavalishina S.Yu., Glagoleva T.I., Medvedev I.N.* Gemostateskaja aktivnost' sosudov u novorozhdennyh teljat s deficitom zheleza na fone primenenija ferroglyukina i krezacina [Hemostatic Activity vessels in the newborn calves with iron deficiency during treatment ferroglyukin and krezacin]. Veterinarija [Veterinary]. 2013. № 6. Pp. 47–49.
- [6] *Kutafina N.V., Zavalishina S.Yu.* Mehanizmy funkcionirovanija sosudisto-trombocitarnogo gemostaza [The mechanisms of functioning of the vascular-platelet hemostasis]. Vestnik Rossijskogo universiteta druzhby narodov. Serija «Jekologija i bezopasnost' zhiznedatelj'nosti» [Bulletin of the Russian University of friendship of peoples. Series “Ecology and life safety”]. 2012. № 1. Pp. 30–37.
- [7] *Kutafina N.V., Medvedev I.N.* Dinamika fiziologicheskikh pokazatelej teljat v rannem ontogeneze [Dynamics of physiological indicators of calves in early ontogenesis]. Zootehnika [Husbandry]. 2015. № 3. Pp. 25–27.
- [8] *Kutafina N.V., Medvedev I.N.* Osobennosti trombocitarnyh parametrov u novorozhdennyh teljat golstinskoj porody [Features platelet parameters of Holstein calves in newborns]. Zootehnika [Husbandry]. 2016. № 1. Pp. 23–25.
- [9] *Koshhaev A.G., Shhukina I.V.* Ispol'zovanie biotehnologicheskikh metodov vosпроизводства dlja povyshenija jekonomicheskoj jeffektivnosti proizvodstva govjadiny [The use of biotechnological methods of reproduction to improve the economic efficiency of beef production]. Veterinarija Kubani [Veterinariya Kubani]. 2014. № 5. Pp. 17–21.
- [10] *Medvedev I.N., Zavalishina S.Yu.* Osobennosti sistemy gemostaza korov v techenie stel'nosti [Features of the system hemostasis cows during pregnancy]. Doklady Rossijskoj akademii sel'skohozjajstvennyh nauk [Reports of Russian Academy agricultural Sciences]. 2014. № 6. Pp. 44–47.
- [11] *Medvedev I.N., Zavalishina S.Yu., Krasnova E.G., Kutafina N.V.* Metodicheskie podhody k ocenke agregacii i poverhnostnyh svojstv trombocitov i jeritrocitov [Methodological approaches to assessing the aggregation and surface properties of platelets and erythrocytes]. Fundamental'nye issledovanija [Fundamental research]. 2014. № 10. Pp. 117–120.
- [12] *Medvedev I.N., Zavalishina S.Yu., Kutafina N.V.* Fiziologija visceral'nyh sistem (uchebnik dlja vuzov) [Physiology of visceral systems (the textbook for high schools)]. Uspehi sovremennogo estestvoznaniya [The success of modern science]. 2014. № 10. Pp. 87–88.

- [13] *Maksimov V.I., Medvedev I.N.* Sravnitel'naja ocenka trombocitarnyh funkcij v rannem ontogeneze u teljat i porosjat [Comparative assessment of platelet function in early ontogenesis in calves and piglets]. *Veterinarija [Veterinary]*. 2008. № 11. Pp. 50–54.
- [14] *Maksimov V.I., Medvedev I.N., Parahnevich A.V.* Osobennosti antikoaguljacionnoj i fibrinoliticheskoj aktivnosti krovi u zdorovyh porosjat molochnogo pitanija [Anticoagulant and fibrinolytic activity of the blood in healthy pigs milk supply]. *Veterinarija, zootehnija i biotehnologija [Veterinary medicine, zootechny and biotechnology]*. 2014. № 1. Pp. 12–16.
- [15] *Medvedev I.N., Zavalishina S.Yu.* Activity of platelet hemostasis in newborn calves. *Russian Agricultural Sciences*. 2011. Vol. 37. № 5. Pp. 404–406.
- [16] *Tschudi M.R., Luscher T.F.* Nitric oxide: the endogenous nitrate in the cardiovascular system. *Herz*. 2005. Vol. 21. Pp. 50–60.