

Особенности развития звеньев газотранспортной системы телят в период раннего постнатального онтогенеза

М.Ф. Карашаев, д-р биол. наук
ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ

Цель работы – изучение характерных особенностей развития звеньев газотранспортной системы новорождённых телят в период раннего постнатального онтогенеза. Полученные данные позволили определить объём альвеолярной вентиляции, её долю в минутном объёме дыхания новорождённых телят. При выявленных показателях физиологического мёртвого дыхательного пространства (ФМДП) альвеолярная вентиляция составила от $2359,16 \pm 2,97$ до $2593,39 \pm 9,61$ мл/мин, что на 1 кг массы тела новорождённых телят составляет от $77,94 \pm 0,49$ до $83,75 \pm 0,41$ мл/мин. Доля альвеолярной вентиляции в минутном объёме дыхания составляет от $78,56 \pm 0,14$ до $79,70 \pm 0,07$ %. Полученные данные свидетельствуют о снижении поглощения O_2 и уменьшении выделения CO_2 . Расчёты по программе показали, что скорость поступления O_2 в лёгкие здоровых новорождённых телят равна $571,61 \pm 1,27$ мл/мин, в альвеолы – $455,56 \pm 1,35$ мл/мин, скорость транспорта O_2 артериальной кровью – $316,91 \pm 3,35$ мл/мин, венозной кровью – $221,70 \pm 2,88$ мл/мин. Выявленные особенности КРО у телят указывают на неполную утилизацию O_2 тканями в период раннего постнатального онтогенеза.

Ключевые слова: функциональная система дыхания, содержание кислорода, железодефицитная анемия, кислородные режимы организма, телята.

Одной из приоритетных задач животноводства на современном этапе является качественное увеличение производства мяса крупного рогатого скота [1–12]. Для этого необходимо задействовать все имеющиеся ресурсы отрасли. Чтобы выполнить эту приоритетную задачу, специалистам ветеринарной медицины необходимо избежать потерь новорождённых телят. Респираторные заболевания молодняка крупного рогатого скота являются одной из первостепенных по значимости причин падежа новорождённых телят после заболеваний пищеварительной системы [13–19].

У новорождённых телят изменения функциональной системы дыхания (ФСД) и кислородных режимов организма (КРО) выявляются на самых ранних этапах развития постнатального онтогенеза.

ФСД – это сформированный сложный специализированный процесс, который регулирует газообмен в организме с первых минут жизни телёнка. Процесс формирования происходит на разных этапах и проходит через разные критические периоды. Смертность телят значительно возрастает при рождении молодняка с патологией дыхательной системы. Первичными клиническими симптомами при заболевании являются отсутствие аппетита, угнетённое состояние, слабая реакция на внешние раздражители, учащённое поверхностное дыхание, одышка, снижение дыхательного объёма [16, 17, 19]. Состояние организма показывает важнейшую роль ФСД и КРО при транспортировке кислорода (O_2) к развещающимся клеткам организма [13–20].

Обмен газов происходит через альвеолокапиллярную мембрану лёгочной альвеолы, которая всегда содержит атмосферный воздух.

Общеизвестно, что при газообмене O_2 в результате диффузии всасывается из воздуха в кровеносные капилляры и под действием сердца циркулирует по всем тканям организма. В то же время углекислый газ (CO_2) диффундирует из кровеносных капилляров в альвеолы и затем выводится через бронхи и верхние дыхательные пути.

Для эффективной оценки характерных особенностей развития звеньев газотранспортной системы новорождённых телят необходимо дать оценку КРО, определить скорость массопереноса O_2 на разных участках, интенсивность потребления O_2 , сравнить скорость поэтапной доставки O_2 с его потреблением. Следует оценить скорость поступления O_2 в лёгкие, в альвеолы, скорость транспорта O_2 артериальной кровью, скорость транспорта O_2 смешанной венозной кровью [13–20].

Цель работы – изучение характерных особенностей развития звеньев газотранспортной системы новорождённых телят в период раннего постнатального онтогенеза.

Материал и методы исследования. Исследование проводили на новорождённых телятах швицкой породы, разделённых по принципу аналогов на четыре группы, общепринятыми в ветеринарии и зоотехнии методами. Изучаемые клинические и гематологические показатели животных I и II гр. были в пределах физиологической нормы. Показатели телят III гр. находились на нижней границе физиологической нормы. У телят IV гр. наблюдалась выраженная железодефицитная анемия [16, 18].

Результаты клинического состояния телят вводили в базу данных «Регистрация клинического состояния животного», полученные про-

токолы тестов обрабатывали по программе «Hb-Registration-formuls», позволяющей рассчитывать показатели состояния ФСД и КРО.

Результаты исследования. Характеристика обследованных телят представлена в таблице 1.

Найденные нами значения физиологического мёртвого дыхательного пространства (ФМДП) у новорождённых телят свидетельствуют о том, что ФМДП у этой возрастной группы соответственно равно по группам телят $14,36 \pm 0,17$ мл, $12,46 \pm 0,16$, $11,10 \pm 0,10$ и $9,86 \pm 0,08$ мл.

В единицу времени данный показатель равен в I гр. $655,00 \pm 3,35$ мл/мин, во II – $650,12 \pm 2,32$ мл/мин, в III – $647,39 \pm 2,67$, в IV – $644,58 \pm 3,91$ мл/мин.

Полученные данные позволили нам определить объём альвеолярной вентиляции, её долю в минутном объёме дыхания новорождённых телят. При найденных показателях ФМДП альвеолярная вентиляция варьирует от $2359,16 \pm 2,97$ до $2593,39 \pm 9,61$ мл/мин, что на 1 кг массы тела новорождённых телят составляет от $77,94 \pm 0,49$ до $83,75 \pm 0,41$ мл/мин.

Доля альвеолярной вентиляции в минутном объёме дыхания составляет от $78,56 \pm 0,14$ до $79,70 \pm 0,07$ %.

Проведённый анализ показал, что содержание O_2 в выдыхаемом воздухе и альвеолярной смеси газов у новорождённых телят остаётся высоким. Концентрация CO_2 в выдыхаемом воздухе и в альвеолярной смеси газов небольшая. Процент поглощения O_2 в лёгких снижается у молодняка III и особенно в IV гр., т.е. экономичность дыхания снижается. Полученные данные свидетельствуют о снижении поглощения O_2 и уменьшении выделения CO_2 .

Такие отличия у новорождённых разных обследованных групп и показателей кровообращения можно объяснить тем, что в регуляции частоты сердечных сокращений и минутного объёма кровообращения главную роль играет содержание гемоглобина в крови. У новорождённых содержание гемоглобина в крови изменяется от 81 до 121 г/л, что вызывает расхождение кислородной ёмкости крови от $115,14 \pm 1,58$ до $153,21 \pm 2,23$ мл/л. Это сопровождается у телят IV гр. учащением сердечных сокращений до $87,33 \pm 0,72$ уд/мин, увеличением минутного объёма кровообращения, снижением насыщения O_2 в артериальной крови до $94,33 \pm 0,16$ %.

У новорождённых существенно отличались и показатели дыхательной функции крови, что можно объяснить разным содержанием гемоглобина и железа в сыворотке крови телят. Низкое содержание гемоглобина и O_2 в артериальной крови являются факторами, обуславливающими меньшую скорость доставки O_2 артериальной кровью к тканям.

Концентрация железа в сыворотке крови новорождённых телят варьировала от $14,60 \pm 0,30$ до $22,53 \pm 0,39$ мкмоль/л ($18,47 \pm 0,9$ мкмоль/л). У телят I гр. этот показатель был равен $22,57 \pm 0,38$ мкмоль/л. В сыворотке крови новорождённых II гр. концентрация железа составляла $19,56 \pm 0,26$ мкмоль/л, поддержание её на уровне физиологической нормы происходило, вероятно, за счёт запасов организма, накопленных во внутриутробный период. У новорождённых III гр. содержание железа было на нижней границе физиологической нормы – $17,16 \pm 0,18$ мкмоль/л (норма $16,1–19,7$ мкмоль/л), в IV гр. – ниже нормы – $14,60 \pm 0,30$ мкмоль/л.

Снижение уровня гемоглобина и низкое содержание железа в сыворотке крови взаимосвязаны, так как гемоглобиновое железо составляет более половины наличия его в организме.

Особенностью дыхательной функции крови новорождённых телят является низкое содержание гемоглобина. Так, у новорождённых III гр. значение показателя было равно $94,66 \pm 0,72$ г/л, IV гр. – $84,66 \pm 1,16$ г/л. В результате кислородная ёмкость крови телят III и IV гр. относительно здоровых телят была невысокая – $128,74 \pm 0,98$ и $115,14 \pm 1,58$ мл/л соответственно.

Низкая кислородная ёмкость крови обуславливает и меньшее содержание O_2 в артериальной крови. Вместе с этим отмечается снижение содержания O_2 в венозной крови у животных III и IV гр. Скорость транспорта O_2 артериальной кровью к тканям является производением двух составляющих: содержания O_2 в крови, зависящего от кислородной ёмкости крови (определяемой количеством гемоглобина в крови), насыщения гемоглобина O_2 , и скорости кровотока, определяемой ударным сердечным выбросом и частотой сердечных сокращений. При уменьшении содержания O_2 в крови для поддержания скорости доставки O_2 увеличиваются минутный объём кровообращения и частота сердечных сокращений [10–16].

1. Характеристика обследованных новорождённых телят

Группа	Общее число обследованных, гол.	Содержание		Живая масса, кг ($X \pm Sx$)
		железа, мкмоль/л	гемоглобина, г/л	
I	135	21,1–24,0	110–120	31,18 \pm 0,74
II	157	18,6–21,0	100–110	31,13 \pm 0,52
III	164	16,0–18,5	90–100	30,93 \pm 0,25
IV	129	13,5–15,9	80–90	30,27 \pm 0,10

Уменьшение артерио-венозного различия по O_2 и снижение потребления O_2 свидетельствуют о низкой способности тканей потреблять O_2 из артериальной крови.

Изменения показателей внешнего дыхания, кровообращения, дыхательной функции крови обусловили снижение скорости поэтапной доставки O_2 у новорождённых III и IV гр.

Расчёты по программе показали, что скорость поступления O_2 в лёгкие у здоровых новорождённых телят составляет $571,61 \pm 1,27$ мл/мин, в альвеолы – $455,56 \pm 1,35$ мл/мин, скорость транспорта O_2 артериальной кровью – $316,91 \pm 3,35$ мл/мин, венозной кровью – $221,70 \pm 2,88$ мл/мин.

У больных железодефицитной анемией телят скорость поступления O_2 в лёгкие составляла $528,15 \pm 1,48$ мл/мин, в альвеолы – $414,96 \pm 2,22$ мл/мин, скорость транспорта O_2 артериальной кровью – $256,74 \pm 2,05$ мл/мин, скорость транспорта O_2 смешанной венозной кровью – $174,78 \pm 1,20$ мл/мин, что может быть причиной развития тканевой гипоксии.

Каскады парциального давления кислорода (pO_2) на разных этапах его массопереноса показали, что pO_2 в альвеолярном воздухе у новорождённых составляет от $112,46 \pm 0,11$ мм рт. ст. у животных I и II гр., у телят III гр. оно составляло $113,18 \pm 0,26$ мм рт. ст. и продолжало увеличиваться у животных IV гр. до $114,76 \pm 0,34$ мм рт. ст.; напряжение O_2 в венозной крови от $31,16 \pm 0,41$ мм рт. ст. у телят I гр. повысилось до $32,83 \pm 0,16$ мм рт. ст., что является следствием того, что у животных IV гр. утилизируется меньшее количество O_2 из притекающей к тканям артериальной крови.

У больных железодефицитной анемией увеличение ЧД и МОД вызывает повышение парциального давления в альвеолярном воздухе. В целом же каскады pO_2 на указанных этапах массопереноса кислорода в организме новорождённых телят отличаются большим напряжением O_2 в альвеолярном воздухе и меньшим напряжением в артериальной крови.

Представленная нами характеристика состояния здоровых и больных железодефицитной анемией телят швицкой породы даёт возможность оценить изменения, происходящие в организме.

Выводы. У больных железодефицитной анемией телят скорость поступления O_2 в лёгкие составила $528,15$ мл/мин, в альвеолы – $414,96$ мл/мин, скорость транспорта O_2 артериальной кровью – $256,74$ мл/мин, скорость транспорта O_2 смешанной венозной кровью – $174,78$ мл/мин, что может быть причиной развития тканевой гипоксии. Выявленные особенности КРО у телят указывают на неполную утилизацию O_2 тканями в период раннего постнатального онтогенеза.

Литература

1. Карашаев М.Ф. Распространение анемии у телят // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2007. № 1. С. 89–90.
2. Технология производства продуктов животноводства / К.К. Бозымов, Е.Г. Насамбаев, В.И. Косилов [и др.] / Западно-Казахстанский аграрно-технический университет. Уральск, 2016. Т.1. 399 с.
3. Карашаев М.Ф. Функциональное состояние газотранспортного звена дыхательной системы телят // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 3 (71). С. 180–183.
4. Закономерность использования энергии рационов коровами чёрно-пёстрой породы при введении в рацион пробиотической добавки «Ветоспорин-актив» / И.В. Миронова, В.И. Косилов, А.А. Нигматьянов [и др.] // Актуальные направления развития сельскохозяйственного производства в современных тенденциях аграрной науки: сб. науч. трудов, посвящ. 100-летию Уральской сельскохозяйственной опытной станции / Министерство сельского хозяйства Республики Казахстан; Акционерное общество «КазАгроИнновация»; ТОО «Уральская сельскохозяйственная опытная станция». Уральск, 2014. С. 259–265.
5. Мироненко С.И., Косилов В.И. Мясные качества бычков симментальской породы и её двух-трёхпородных помесей // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2008. № 1 (17). С. 73–76.
6. Косилов В.И., Салихов А.А., Нуржанова С.С. Формирование мясной продуктивности у абердин-ангусского скота // Молочное и мясное скотоводство. 2005. № 3. С. 20–21.
7. Потребление и использование питательных веществ рационов бычками симментальской породы при включении в рацион пробиотической добавки Биогумитель 2Г / В.И. Косилов, Е.А. Никонова, Н.В. Пекина [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 1 (63). С. 204–206.
8. Мясная продуктивность бычков симментальской породы и её двух-, трёхпородных помесей с голштинами, немецкой пятнистой и лимузинами / В.И. Косилов, Н.К. Комарова, С.И. Мироненко [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. № 1 (33). С. 119–122.
9. Влияние пробиотической кормовой добавки биофарин на продуктивность тёлочек симментальской породы / С.С. Жаймышева, В.И. Косилов, Т.С. Кубатбеков [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 3 (65). С. 138–140.
10. Влияние пробиотической кормовой добавки биофарин на рост и развитие тёлочек симментальской породы / В.Г. Литовченко, С.С. Жаймышева, В.И. Косилов [и др.] // АПК России. 2017. Т. 24. № 2. С. 391–396.
11. Есенгалиев А.К., Мазуровский Л.З., Косилов В.И. Эффективность скрещивания казахского белоголового и мандолонгского скота // Молочное и мясное скотоводство. 1993. № 2–3. С. 15–17.
12. Косилов В., Мироненко С., Никонова Е. Продуктивные качества бычков чёрно-пёстрой и симментальской пород и их двух-трёхпородных помесей // Молочное и мясное скотоводство. 2012. № 7. С. 8–11.
13. Весовой рост тёлочек казахской белоголовой породы и её помесей с герефордами / В.И. Косилов, Р.Г. Калякина, Е.А. Никонова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. № 2 (76). С. 196–199.
14. Карашаев М.Ф., Шогенов Ю.Х. Изменения транспорта кислорода при гипоксии у телят // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2017. № 3. С. 61–63.
15. Косилов В.И., Мазуровский Л.З., Салихов А.А. Эффективность двух-трёхпородного скрещивания скота на Южном Урале // Молочное и мясное скотоводство. 1997. № 7. С. 14–17.
16. Карашаев М.Ф. Реакция кислородного режима телят на гипоксию // Научно-практический журнал «Пермский аграрный вестник». 2017. № 2 (18). С. 136–140.
17. Особенности роста и развития бычков мясных, комбинированных пород и помесей / И.П. Заднепрятский, В.И. Косилов, С.С. Жаймышева [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. № 6 (38). С. 105–107.
18. Карашаев М.Ф. К вопросу о функциональной системе дыхания у животных // Сельскохозяйственная биология. 2008. № 2. С. 7–11.

19. Репродуктивная функция маточного поголовья при создании помесных мясных стад тёлочек / Е.А. Никонова, В.И. Косилов, К.К. Бозымов [и др.] // Вестник мясного скотоводства. 2014. № 2 (85). С. 49–57.
20. Карашаев М.Ф. Изменения гемодинамики и кислородного режима организма телят после гипоксического воздействия // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 1 (63). С. 107–110.

Карашаев Мурад Фрундревич, доктор биологических наук
ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова»
Россия, 360004, Кабардино-Балкарская Республика, г. Нальчик, пр. Ленина, 1в
E-mail: Karashaev59@mail.ru

Features of development of links in the gas transport system of calves in the period of early postnatal ontogenesis

Karachaev Muad Frunzevich, Doctor of Biology
Kabardino-Balkar State Agrarian University named after V.M. Kokov
1v, Lenin Ave., 360004, Nalchik, Russia
E-mail: Karashaev59@mail.ru

The aim of the work is to study the characteristic features of the development of gas transport system links in newborn calves during early postnatal ontogenesis. The obtained data allowed us to determine the volume of alveolar ventilation, its share in the minute volume of respiration of newborn calves. With the found indicators of physiological dead respiratory space (FMDP), alveolar ventilation is from 2359.16 ± 2.97 to 2593.39 ± 9.61 ml/min, which is from 77.94 ± 0.49 to 83.75 ± 0.41 ml/min per 1 kg of body weight of newborn calves. The share of alveolar ventilation in the minute volume of respiration is from 78.56 ± 0.14 to 79.70 ± 0.07 %. The data obtained indicate a decrease in O_2 uptake and a decrease in CO_2 release. Calculations based on the program showed that the rate of O_2 entry into the lungs in healthy newborn calves is 571.61 ± 1.27 ml/min, in the alveoli 455.56 ± 1.35 ml/min, the rate of O_2 transport by arterial blood 316.91 ± 3.35 ml/min, venous blood 221.70 ± 2.88 ml/min. The revealed features of CRO in calves indicate incomplete utilization of O_2 by tissues during early postnatal ontogenesis.

Key words: functional respiratory system, oxygen content, iron deficiency anemia, oxygen regimes of the body, calves