Т.2. Морские рыбы. М.: Т-во научных изданий КМК, 2013.-673 с.;

5. Mecklenburg, C.W., A. Lynghammar, E. Johannesen, I. Byrkjedal. J.S. Christiansen, A.V. Dolgov, O.V. Karamushko, T.A. Mecklenburg, P.R.

Møller, D. Steinke, and R.M. Wienerroither. 2018. Marine Fishes of the Arctic Region. Conservation of Arctic Flora and Fauna, Akureyri, Iceland. ISBN: ISBN 978-9935-431-70-7.

УДК: 577.1:612.1:611.98:636.7

ИЗМЕНЕНИЕ БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА КРОВИ ДИСТАЛЬНОГО ОТДЕЛА КОНЕЧНОСТИ СОБАК ПОСЛЕ 30 МИНУТНОГО ТУРНИКЕТНОГО ГЕМОСТАЗА

Бокарев А.В., д.в.н., доцент, Стекольников А.А., д.в.н., профессор, Горохов В.Е., ассистент, Нарусбаева М.А., к.в.н., доцент, Блузма А.О., к.в.н., доцент, Сверлова М.В., аспирант, СПбГАВМ. Кафедра общей и частной ветеринарной хирургии.

Ключевые слова: гемостаз, ишемия, анаэробный гликолиз, турникетный гемостаз, внутривенная ретроградная химиотерапия, собака. *Key words:* hemostasis, ischemia, anaerobic glycolysis, tourniquet hemostasis, intravenous retrograde chemotherapy, dog.

РЕФЕРАТ

Внутривенное ретроградное введение лекарственных препаратов используется как для диагностики, так и для лечения заболеваний дистальных отделов конечностей. С этой целью на проксимальный отдел конечности накладывается турникетный гемостаз, а в поверхностную вену конечности ретроградно, то есть против тока крови, вводится лечебный или рентгеноконтрастный препарат. Введенный препарат не может уйти в систем-

ный кровоток поскольку движение крови ограничено наложенным турникетом.

Экспозиция турникета в течение 30 минут позволяет введенному препарату максимально диффундировать через стенку кровеносный сосудов и достичь в зоне патологии терапевтической дозы. После снятия турникета оставшееся в сосудах дистальных отделов конечности незначительное количество лекарственного вещества уходит в системный кровоток. Однако, следует отметить, что 30ти минутная экспозиция гемостатического турникета априори вызывает ишемию тканей дистального отдела конечностей. Поэтому возникает вопрос о степени негативного влияния на живые ткани данной методики, поскольку ишемия может привести к гибели клеток. Поскольку в данном случае клеточная гибель может произойти от недостатка кислорода и, соответственно, недостатка энергии, мы можем мониторировать состояние тканей по накоплению в крови различных маркеров метаболизма. Поэтому мы исследовали изменение биохимических показателей венозной крови дистального отдела конечности собаки после 30 минутного индуцированного гемостаза. Выяснили, что у некоторых животных вследствие перестройки энергетического обмена, в крови изолированной конечности может накапливаться критическое количество таких потенциально токсических веществ как молочная кислота и аммиак. Рекомендовано, перед проведением такой лечебной процедуры как внутривенная ретроградная химиотерапия, которая выполняется с наложением гемостатического турникета, определять индивидуальную устойчивость тканей животного к условиям гипоксии.

ВВЕДЕНИЕ

Наложение гемостатического жгута на конечность проксимальнее места венопункции или иначе турникетный гемостаз (ТГ) применяется для проведения внутривенной ретроградной рентгеноконтрастной ангиографии (ВРРА) и внутривенной ретроградной химиотерапии (ВРХ) [1,5].

Согласно нашим собственным исследованиям продолжительность ТГ при BPX, в течении которого лекарственный препарат дифундирует за пределы кровеносного русла должен составлять не менее 30 минут [2,3,4].

Однако из этого следует, что все эти 30 и более минут ткани конечности расположенные дистальнее ТГ находятся в состоянии гипоксии и это, априори, не может не отражаться на тканевом метаболизме. Учитывая, что ВРХ в условиях ТГ проводится с лечебной целью для терапии заболеваний дистальных отделов конечностей, важно выяснить какие метаболические изменения происходят за это период и не могут ли они быть критичны для выживаемости тканей, не вовлеченных в патологический процесс.

Цель исследования. Определить степень изменения метаболизма происходящих в тканях ДОК собак в условиях 30 минутной турникетной гипоксии.

Задачи исследования. Для выполнения поставленной задачи, у исследуемых животных осуществляли отбор венозной крови до и через 30 минут после постановки гемостатического турникета. В сыворотке крови отобранных образцов крови определяли основные биохимические показатели, характеризующие клеточный метаболизм. Результаты сравнивали для оценки изменения метаболизма тканей ДОТ в условиях 30 минутной гипоксии.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили на кафедре общей и частной хирургии Спб ГАВМ. В качестве объектов исследования были использованы 9 собак различных пород, возраста и пола с симптомами пододерматита. Кровь отбирали из подкожной вены в области запястья до и через 30 минут

после наложения гемостатического жгута выше места венопункции. Гепаринизированную плазму исследовали на биохимическом анализаторе VetTest фирмы IDEXX. Статистический анализ полученных результатов проводили на персональном компьютере с использованием программы BIOSTAT.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Результаты проведенных исследований показали, что большая часть биохимических показателей сыворотки крови достоверно изменяется после 30 минутной гипоксии обусловленной наложением гемостатического турникета (Таблица 1). К таким показателям относятся глюкоза (Гл), молочная кислота (Мк), общий белок (Об), глобулин (Гл), креатинин (Крнн), щелочная фосфатаза (Щф), креатинкиназа (КФК), магний (Мг), кальций (Са) и фосфор (Р). Количественное содержание Гл понижается, в то время как количественное содержание других перечисленных веществ и активность перечисленных ферментов повышается (Таблица 1).

Количественное содержание в сыворотке крови таких веществ как альбумин (Ал) и аммиак (NH3) так же меняется. Количество Ал понижается, а NH3 повышается. Однако согласно парному критерию стьюдента, данные изменения имеют низкую достоверность (Таблица 1). Изменения в величине таких показателей как мочевина (Urea) и активности фермента лактатдегидрогеназа (ЛДГ), согласно результатам исследования и их статистической обработки не достоверны. Т.е., отсутствуют.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИС-СЛЕДОВАНИЯ

Т.о., результаты исследования показали, что из 14 измеренных биохимических показателей, 12 изменяют свою величину после 30 минутной гипоксии в условиях ТГ. Уменьшение содержания Гл в крови с одновременным повышением Мк объективно свидетельствует о том, что ткани находятся в состоянии гипоксии и поэтому в них превалирует анаэробный гликолиз. В то же время исследования не вы-

Таблица 1 Количественные изменение биохимических показателей сыворотки венозной крови дистальных отделов конечностей собак после 30 минутного турникетного гемостаза.

N	Биохимический показатель	n	Среднее Измене- ния Показате- ля (M)	Стандартное отклонение среднего	Парный Крите- рий стьдента t	Р	
1	Глюкоза	9	-1.79	0.76	7.09	0.000	Д
2	Молочная кис- лота	9	+5.30	1.81	8.80	0.000	Д
3	Общий белок	9	+2.33	1.00	7.00	0.000	Д
4	Альбумин	9	-1.67	3.04	1.64	0.140	НД
5	Глобулин	9	+3.67	3.61	3.05	0.016	Д
6	Мочевина	9	1.33	0.79	0.00	1.000	ОД
7	Креатинин	9	+16.11	8.43	5.73	0.000	Д
8	Щ.фосфатаза	9	+68.67	75.52	2.73	0.026	Д
9	Креатинкиназа	9	+235.70	284.00	2.50	0.038	Д
10	Лактатдегидро- геназа	9	4.67	23.75	0.59	0.570	ОД
11	Магний	9	+0.19	0.023	24.88	0.000	Д
12	Кальций	9	+0.05	0.047	3.16	0.013	Д
13	Фосфор	9	+0.34	0.047	21.50	0.000	Д
14	аммиак	9	+138.00	193.30	2.14	0.065	НД

«-» уменьшение показателя после 30 минутного ТГ «+» увеличение показателя после 30 минутного ТГ

Д – изменение достоверно.

НД – низкая достоверность.

ОД – отсутствие достоверности.

явили достоверного изменения активности в крови такого фермента как ЛДГ, который катализирует превращение пировиноградной кислоты (Пвк) в Мк и обратно. Не исключено, что такие изменения все-таки имеют место, но они настолько малы, что для их достоверной визуализации необходима более значительная выборка (Таблица 1). Другая причина, по которой активность ЛДГ может оставать-

ся низкой, это ингибирование ее активности Пвк, которая также может возрастать в условиях недостатка кислорода в тканях, но которая в нашем исследовании не определялась (9).

Очень интересным представляется изменение в сторону увеличения таких показателей как Крнн, КФК и Р.

Все эти три показателя так же достоверно возрастают в сыворотке крови по-

сле 30 минутной ишемии. По нашему мнению изменение в сторону увеличения этих показателей, является отражением невозможности, в условиях ТГ, аэробного гликолиза и, соответственно, адаптивной перестройки энергетического обмена в тканях при недостатке кислорода. Т.е., в анаэробных условиях гликолиз заканчивается на Мк. Поэтому в тканях с необходимостью возникает дефицит такого источника энергии, как молекулы АТФ, которые расходуются, но не восстанавливаются в достаточном количестве при отсутствии аэробного гликолиза. В этом случае количество АТФ восстанавливается за счет другого депонированного макроэргического соединения, такого как креатинфосфат (Кф) путем перефосфорилирования в процессе которого Кф отдает фосфорный остаток АДФ, превращая последнюю в АТФ. Реакция эта катализируется ферментом КФК, активность которой в этот период возрастает. Что мы и наблюдаем согласно результатам наших исследований. Креатин (Крн) после этого метаболизируется до Крнн, достоверное повышение которого, так же имеет место согласно результатам исследования. Увеличение количества Р обусловлено тем, что энергетические потребности тканей в условиях гипоксии обеспечиваются за счет гидролиза АТФ на АДФ и Р. Но последний накапливается, поскольку не может быть источником образования новых молекул АТФ при невозможности фосфорилирования в отсутствии кислоро-

Несколько более сложная ситуация наблюдается в отношении такого показателя как NH3. В клетках NH3 образуется вследствие дезаминирования аминокислот. Процесс дезаминирования аминокислот до кетокислот активируется при низком энергетическом уровне в клетки. АДФ активирует дезаминазы, в то время как АТФ ингибирует их активность. Исходя из этого, понятны причины, по которым NH3 повышаться в клетках и, соответственно в крови. Т.е., как мы уже писали выше, в условиях недостатка кислорода энергетические возможности клетки

истощаются, и активируются дополнительные метаболические пути получения энергии. Любопытно, что, не смотря на то, что статистический анализ показывает достоверное увеличение концентрации NH3 в крови после 30 минутного турникетного гемостаза, индивидуальные различия таковы, что у одних животных этот показатель даже незначительно понижается, у других повышается, но на незначительную величину не более, чем в 2-3раза, а у третьих повышается очень значительно в несколько десятков раз. Объяснить причину уменьшения величины данного показателя пока не представляется возможным. В то же время различие в увеличении, может быть обусловлено уровнем исходной подготовленности клеток к нехватке О2 и соответственно АТФ. Т.е., в том случае, когда недостаток выработки АТФ в процессе аэробного гликолиза компенсируется восстановлением её пула за счет перефосфорилирования с молекулы Кф дезаминирование идет менее интенсивно, чем в том случае, когда источник фосфорных групп в виде КФ подходит к концу. Любопытно, что у некоторых из тех животных, у которых имеет более значительное увеличение показателя NH3, так же наблюдается и более значительное возрастание активности ферментов КФК и ЩФ. О роли КФК речь шла выше. Что касается возрастания активности ЩФ, то здесь можно высказать только предположение на уровне гипотезы. Учитывая, что одним из эндогенных субстратов ЩФ является фосфоглицериновая кислота, онжом предположить, что отшепление от неё фосфата под действием ЩФ может быть пути перефосфорилирования АДФ до АТФ при адаптации энергетического обмена к условиям недостатка кислорода.

Все перечисленные выше биохимические процессы происходят непосредственно в клетках, но на уровне конкретных биохимических показателей с необходимостью отражаются и на биохимическом составе сыворотки/плазмы вследствие постоянного обмена в системе

кровь — периваскулярное пространство — межклеточная жидкость — клетка.

Интересно, что в процессе 30 минутного турникетного гемостаз в сыворотке крови достоверно возрастает количество ОБ. Причем количество ОБ возрастает за счет глобулиновой фракции, в то время как количество альбумина, хоть и не достоверно, но понижается. Подобные изменения обусловлены тем, что вследствие венозного застоя индуцированного гемостатическим турникетом, жидкая часть крови теряет часть воды, которая проходит через стенку капилляра в межклеточное пространство. Вследствие этого относительное содержание белка может возрастать. Но как показывает исследование, частично с водой через стенку капилляра проходят и альбумины, но не глобулины. Что может быть объяснено тем, что альбумины имеют меньшую молекулярную массу и лучше растворимы в воде. В гуманной медицине, для оценки состояния микроциркуляторного русла, используется метод Лендиса, которой основан на потере жидкости и белка из капиллярной крови в процессе индуцированного венозного гемостаза, при котором основными исследуемыми параметрами являются ОБ и гематокрит крови в условиях гемостаза и без такового [6].

Следует отметить, что наши более ранние исследования показали, что в условиях турникетного гемостаза количественные абсолютные и относительные изменения в крови могут касаться не только белков, т.е., молекул, но и таких клеток как лейкоциты, количество которых в крови в условиях турникетного гемостаза может как увеличиваться, так и уменьшаться. Что в конечном итоге зависит от состояния капиллярной стенки и ее вовлеченности в патологический процесс [7,8].

Из трёх оставшихся показателе определяемых в данном исследовании мочевина, практически, не изменяется, что естественно, так как ее образование идет в печени а выведение осуществляется в почках. И оба эти органа в эксперименте изолированы от дистального отдела ко-

нечности гемостатическим турникетом. Количество Mg и Ca достоверно изменяется в крови в сторону увеличения в условиях турникетного гемостаза, что, скорее всего, обусловлено изменением проницаемости клеточных мембран к этим макроэлементам в стрессовых условиях (10, 11).

ВЫВОДЫ

Таким образом, проведенные исследования показали, что изменения большей части биохимических показателей крови наблюдаемые после 30 минутного турникетного гемостаза являются отражением перестройки энергетического обмена в тканях находящихся в состоянии гипоксии и не являются маркерами клеточной альтерации.

С другой стороны Мк и NH3 являются потенциально токсичными веществами. Поэтому их увеличение после 30 минутного турникетного гемостаза может оказаться критичным для жизнедеятельности клеток. Из последнего следует, что для определения срока удержания ТГ при проведении процедуры ВРХ, животных следует тестировать по вышеописанной методике на устойчивость к локальной гипоксии и использовать для этого таие маркеры как Мк и NH3.

Change of biochemical composition of blood of di-steel department of dogs after 30 mi-nut turniketny hemostasis. Bokarev A.V., d.v.n. associate professor, Stekolnikov A.A., d.v.n., professor, Gorohov V.E., assistant, Narusbaeva M.A., k.v.n., associate professor, Bluzma A.O. k.v.n., assistant, Sverlova M.V., postgraduate.

ABSTRACT

Intravenous retrograde administration of drugs is used for both diagnosis and treatment of distal limb diseases. For this purpose, a tourniquet hemostasis is applied to the proximal part of the limb, and a therapeutic or x-ray contrast drug is introduced into the superficial vein of the limb retrograde, that is, against the blood flow. The drug can not go into the systemic circulation because the movement of blood is limited by the superimposed turnstile. The ex-

posure of the turnstile within 30 minutes allows the administered drug to diffuse as much as possible through the walls of the blood vessels and reach the pathology area of the therapeutic dose. After removal of the tourniquet remaining in the vessels of the distal extremities, a small amount of the drug goes into the systemic circulation. However, it should be noted that the 30 - minute exposure of the hemostatic turnstile a priori causes ischemia of the distal limb tissues. Therefore, there is a question about the degree of negative impact on living tissues of this technique, since ischemia can lead to cell death. Since in this case, cell death can occur due to lack of oxygen and, accordingly, lack of energy, we can monitor the state of tissues by accumulation of various markers of metabolism in the blood. Therefore, we investigated the change in biochemical parameters of the venous blood of the distal limb of the dog after 30 minutes of induced hemostasis. It was found that in some animals due to the restructuring of energy metabolism, in the blood of an isolated limb can accumulate a critical amount of potentially toxic substances such as lactic acid and ammonia. It is recommended to determine individual resistance of animal tissues to hypoxia conditions before such treatment as intravenous retrograde chemotherapy, which is performed with the imposition of hemostatic tourniquet.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Бокарев, А.В. Введение диагностических и лекарственных препаратов в изолированную сосудистую сеть дистальных отделов конечностей собак методом внутривенной ретроградной инфузии (ВРИ): метод. пособие по курсу общей и частной ветеринарной хирургии / А.В. Бокарев, А.А. Стекольников; СПбГАВМ. Санкт-Петербург, 2015. 40 с.
- 2. Бокарев, А.В. Внутривенная ретроградная дорсопальмарная (дорсоплянтарная) фармакокинетика в области пясти (плюсны) у собак / А.В. Бокарев, А.А. Стекольников // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2015. № 6. С. 12-18.

- 3. Бокарев, А.В. Изучение фармакокинетики лекарственных препаратов инъецированных в ткани дистального отдела конечности собак методом внутривенной ретроградной инфузии / А.В. Бокарев, А.А. Стекольников, М. Кох // 2-й Междунар. конгр. по вопросам ветеринарной фармакологии, токсикологии и фармации «Эффективные и безопасные лекарственные средства» / СПбГАВМ. Санкт-Петербург, 2012. С. 60-63.
- 4. Бокарев, А.В. Кинетика распространения фармакологических препаратов в тканях дистальных отделов конечностей собак при внутривенном ретроградном введении // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. 2011. № 4 (12). С. 36-45.
- Диагностика и лечение воспалений пальцев у собак / А.В. Бокарев, М.А. Нарусбаева, А.А. Стекольников, О.Н. Суворов, М.В. Матвеева // Ветеринария. - 2010.- № 3. - С.59-62.
- 6. Куприянов, В.В. Микроциркуляторное русло / В.В. Куприянов, Я.Л. Караганов, В.И. Козлов. Москва : Медицина, 1975. 216 с.
- Стекольников, А.А. Влияние 30-минутого гемостаза, индуцированного наложением гемостатического турникета на изменение гематологических показателей венозной крови дистального отдела конечности собак / А.А. Стекольников, А.В. Бокарев // Стратегические задачи аграрного образования и науки: сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф. (26-27 февр. 2015 г.).- Екатеринбург, 2015. С. 397-398.
- Bokarev, A.V. Changes in the hematological data of venous blood dog after 30 minute hemostasis, induced by the imposition of the hemostatic tourniquet / A.V. Bokarev, A.A. Stekolnikov // II Intern. VETistanbul Group Congress. Saint-Petersburg, 2015. P. 78.
- Impact of stress and triiodothyronine on plasma magnesium fractions / S. Porta, A. Epple, G. Leitner, E. Frise, P. Liebmann, W.H. Vogel, K.P. Pfeiffer, O.

- Eber, W. Buchinger // Life Science. 1994. Vol. 55. P.327-332.
- Kaneko, J.J. Clinical Biochemistry of Domestic Animals / J.J. Kaneko, J.W. Harvey, M. Bruss.- Sixth ed. – Elsevier, 2008. – 896 p.
- 11. The relation of physical and mental stress to magnesium deficiency in patients with variant angina / K. Tanabe, K. Noda, A. Ozasa, T. Mikawa, M. Murayama, J. Sugai // J. Cardiology. 1992. Vol. 22, № 2/3. P. 349-355.

УДК 611.13:611.98:636.765

АРТЕРИИ ТАЗОВОЙ КОНЕЧНОСТИ ЙОРКШИРСКОГО ТЕРЬЕРА

Прусаков А. В., к. в. н. доцент кафедры анатомии животных, Зеленевский Н. В., д. в. н., профессор кафедры анатомии животных, Щипакин М. В., д. в. н., доцент зав. кафедрой анатомии животных, Былинская Д. С., к. в. н. доцент кафедры анатомии животных, Бартенева Ю. Ю., к. в. н. доцент кафедры анатомии животных, Васильев Д. В. к. в. н., ассистент кафедры анатомии животных (ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины»)

Ключевые слова: артериальная система, кровоснабжение, собака, тазовая конечность, бедренная артерия. *Key words*: arterial system, blood supply, dog, pelvic limb, femoral artery.

РЕФЕРАТ



Для лечения патологий тазовых конечностей ветеринарный специалист должен иметь представление о васкуляризации ее звеньев с учетом породных особенностей. Данные знания необходимы для проведения остеосинтеза, резекции головки бедренной кости, взятия красного костного мозга, а также инъекции лекарственных препаратов. В связи с этим целью данного исследования является изучение особенности хода и ветвления артерий тазовой ко-

нечности йоркширского терьера. В качестве материала использовали шесть трупов взрослых собак породы йоркширский терьер. Исследование проводили с применением комплекса методик, включающего тонкое анатомическое препарирование, вазорентгенографию, морфометрию и фотографирование. В качестве рентгеноконтрастной массы и массы для визуализации сосудов использовали взвесь свинцового сурика в скипидаре со спиртом этиловым ректифицированным. Инъекцию осуществляли общепринятым методом через брюшную аорту и общую сонную артерию. При указании анатомических терминов использовали Международную ветеринарную анатомическую номенклатуру пятой редакции. Установили, что у йоркширского терьера основной артериальной магистралью тазовой конечности является наружная подвздошная артерия. После прохождения бедренного канала она получает названия бедренной артерии, которая является основной артериальной магистралью области бедра. В области голени основная артериальная магистраль представлена краниальной большеберцовой артерией. В области стопы основными магистралями являются II, III, IV глубокие плантарные плюсневые артерии, а в области пальцев осевые плантарные артерии пальцев. Нами был отмечен ряд особенностей в строении артериального русла тазовой конечности у изученной породы собак. Так у йоркширского терьера надчревно-срамной ствол берет начало непосредственно от