

проявляться признаки острых респираторных вирусных болезней животных, повышалась температура тела, кашель, слезо- и слюнотечение, отсутствовал аппетит, на 7, 10-й день у 2 ягнят появилась хроническая форма бронхопневмонии, хрипы, обезвоживание организма. На 30-й день 1 ягненок пал, диагноз - «хроническая бронхопневмония».

В результате изучения лечебной эффективности препарата «Фоспренил» против вирусных пневмоэнтеритов в опытной группе была получена 100,0 процентная сохранность ягнят, однако периоды выздоровления животных были разными, они зависели от состояния резистентности организма каждого ягненка. В контрольной группе сохранность ягнят составила до 90,0 процентов, где один ягненок пал от хронической бронхопневмонии.

Заключение. Таким образом, иммуномодуляторы «Фоспренил», «Форвет» не оказывают токсического действия для ягнят, не вызывают аллергических реакций в организме, улучшают противовоспалительное действие с усилением выработки гуморального, клеточного иммунитета, а также с повышением иммуномодулирующих свойств к инфекциям. Препарат «Фоспренил» оказывал на ягнят более эффективное действие в течение 7 дней, сократил сроки лечения на 2-3 дня. Препарат «Форвет» оказывал менее эффективное действие, период лечения составил более 14 дней.

Литература. 1. Инфекционная патология животных : в 2 т. / под ред. А. Я. Самуйленко [и др.]. – Москва : Академкнига, 2006. – 1911 с. 2. Этиологические факторы респираторных болезней / Ю. Д. Караваев [и др.] // Овцеводство. – 1980. – №12. – С. 31-32. 3. Коромыслов, Г. Ф. Система мер по профилактике болезней овец и снижение потерь от них в овцеводстве / Г. Ф. Коромыслов, Ю. Д. Караваев // Бюллетень / Всесоюзный институт экспериментальной ветеринарии. – Москва, 1986. – Вып. 62. – С. 3-7. 4. Мурзалиев, И. Дж. Методические рекомендации по профилактике массовых заболеваний органов дыхания овец / И. Дж. Мурзалиев, Б. М. Мурзалиев. – Бишкек : ДЭМИ, 2014. – 20 с. 5. Мурзалиев, И. Дж. Лечение ягнят при инфекционной патологии органов дыхания / И. Дж. Мурзалиев // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2015. – Т. 51, вып. 1. Ч. 1. – С. 237-239. 6. Иммунокоррекция в клинической ветеринарной медицине / П. А. Красочко и др. ; под ред. П. А. Красочко. – Минск : Техноперспектива, 2008. – С. 32-42. 7. Федоров, Ю. Н. Иммунокоррекция : применение и механизм действия иммуномодулирующих препаратов // Ветеринария. – 2002. – № . – С. 3-6. 8. Мурзалиев, И. Дж. Патоморфологические изменения в органах овец после пневмовирусных инфекций и радиоактивных излучений / И. Дж. Мурзалиев // Ветеринарный врач. – 2011. – №3 – С. 21-22. 9. Мурзалиев, И. Дж. Пневмовирусы овец и меры борьбы с ними / И. Дж. Мурзалиев // Вестник Кыргызского национального аграрного университета им. К. И. Скрябина. – 2004. – № 2. – С. 56-58. 10. Мурзалиев, И. Дж. Применение интерферона против пневмовирусов ягнят / И. Дж. Мурзалиев // Вестник Кыргызского национального аграрного университета им. К. И. Скрябина. – 2004. – № 1. – С. 71-73. 11. Мурзалиев, И. Дж. Применение препаратов при пневмовирусных инфекциях овец / И. Дж. Мурзалиев // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В. Р. Филиппова. – 2011. – № 2. – С. 123-125.

Статья передана в печать 03.03.2017 г.

УДК 619:612.015.3:619.616.07:636:1

МЕТАБОЛИЧЕСКИЙ СИНДРОМ У ЛОШАДЕЙ

*Недзведзь А., **Максимович И., **Сливинская Л., *Кубяк К.

*Университет естественных наук, г. Вроцлав, Польша

**Львовский национальный университет ветеринарной медицины и биотехнологий им. С.З. Гжицкого, г. Львов, Украина

В статье дано определение заболевания – метаболический синдром лошадей (МСЛ), а также на основании данных литературы охарактеризованы основные причины, патогенез, диагностика, профилактика и лечение осложнений, вызванных МСЛ. **Ключевые слова:** лошади, метаболический синдром, инсулинорезистентность, ожирение, ламинит, инсулин, глюкоза, диета, физическая нагрузка.

METABOLIC SYNDROME AT HORSES

*Nedzvedz A., **Maksimovich I., **Slivinskaya L., *Kubiak K.

* University of Natural Sciences, Wroclaw, Poland

** Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology named after S.Z. Gzhitsky, Lviv, Ukraine

The article defines the disease – the metabolic syndrome of horses (EMS), and based on literature data, the main causes, pathogenesis, diagnosis, prevention and treatment of complications caused by EMS are described. **Keywords:** horses, metabolic syndrome, insulin resistance, obesity, laminitis, insulin, glucose, diet, exercise.

Метаболический синдром впервые был описан у людей развитых стран как следствие ограниченной физической активности, в сочетании с легким доступом к калорийным напиткам и пище. С изменением способов использования и кормления, аналогичные наблюдения были впоследствии проведены у лошадей [1].

Метаболический синдром лошадей (МСЛ; англ. Equine Metabolic Syndrome, EMS) – это клинический синдром, представляющий собой совокупность взаимосвязанных между собой патологических процессов, к которым относятся ожирение, инсулинорезистентность и ламинит [2].

МСЛ регистрируется у молодых лошадей, а также у гериатрических животных. Наиболее распространенным МСЛ является среди пони, лошадей породы Морган, Пасо Фино, арабских, верховых и чистокровных лошадей [3].

Как уже упоминалось, основными элементами МСЛ являются резистентность к инсулину, ожирение и ламинит. Однако считается, что синдром охватывает гораздо более широкий спектр проблем, которые негативно влияют на энергетический метаболизм, что может способствовать развитию тромбоза, вызывать хронические воспалительные процессы, избыточное образование свободных радикалов и развитие оксидативного стресса [4]. У таких животных развиваются эндокринологические изменения, что может привести к возникновению сердечно-сосудистых заболеваний [5].

Использование термина МСЛ особенно полезно для различия лошадей с синдромом Кушинга или случаев гипотиреоза, с которым его часто путают [6].

Патофизиология МСЛ. Ожирение. Генетически лошади, как и многие другие животные, обладают способностью накапливать жир. На массу тела и отложения подкожного жира в организме влияют факторы окружающей среды, включая диету, время года, физическую активность и генетические факторы [7].

Механизмы, лежащие в основе общего ожирения у лошадей, полностью не изучены, однако чрезмерное кормление в сочетании с ограниченной физической активностью, которые замедляют метаболизм, считаются основными факторами развития ожирения, также, как у людей и других видов животных [8, 9].

«Локальное» ожирение связано с накоплением жировой ткани только в определенных участках тела. У лошадей жировая ткань накапливается вокруг шеи, крайней плоти, молочной железы, а также по бокам тела. Информативным тестом МСЛ является распределение жира по всей длине шеи. Это состояние, известное как «crested neck», независимо от степени ожирения оно приводит к увеличению объема шеи [10].

Инсулинорезистентность (ИР) – недостаточный биологический ответ клеток на действие инсулина при его достаточной концентрации в крови [11]. Есть две теории, связывающие ожирение с инсулинорезистентностью. Первая связана с регуляцией сигнальных путей инсулина, индуцированных цитокинами и адипокинами, синтезируемыми в жировой ткани, вторая – говорит о внутриклеточном накоплении липидов в инсулин-чувствительных тканях, таких как скелетные мышцы, жировая ткань, печень [12].

Естественная диета для лошадей содержит мало жиров и много углеводов, которые легко превращаются в жир. Такой жир используется для производства энергии или откладывается и сохраняется внутриклеточно. Когда жир превышает емкость клетки, он накапливается в других местах, например, скелетных мышцах, печени и поджелудочной железе. Несмотря на увеличение бета-окисления, липиды нарушают нормальное функционирование клеток этих органов, в том числе сигнальные пути, по которым инсулин вызывает биологический эффект в клетках-мишенях [13].

ИР также связана с дефектами в передаче инсулиновых сигналов, в том числе за счет уменьшения активности тирозинкиназы, которая является рецептором инсулина [14].

Развитие ИР патогенетически связано с ламинитом, когда нормальная активность инсулина не вызывает ожидаемого ответа в клетках-мишенях [15–17].

Основная функция инсулина - стимулировать поглощение глюкозы тканями. Два основных места опосредованного поглощения глюкозы – это скелетные мышцы и жировая ткань, но также необходимо помнить о печени, которая тоже поглощает глюкозу из крови [18].

ИР является результатом уменьшения плотности инсулиновых рецепторов, их дисфункции, повреждения внутренних сигнальных путей, а также нарушения функции инсулинозависимого белка-переносчика глюкозы в печени GLUT4 (глюкозный транспортер тип 4) [19].

Ламинит является одним из самых серьезных и наиболее распространенных заболеваний конечностей у лошадей. Несмотря на то, что болезнь проявляется изменениями в копыте, она в настоящее время рассматривается как системное заболевание, сопровождающееся изменениями в других органах [20].

Возникновение хронического ламинита всегда должно направлять ветеринарного врача к дальнейшей дифференциальной диагностике на случай возможности развития у больной лошади МСЛ [21].

Склонность к ламиниту может быть детерминирована способностью организма поставлять глюкозу к тканям копыт. Есть предположение, что ИР влияет на поступление питательных веществ к тканям копыта путем изменения давления в кровеносных сосудах. Инсулин действует сосудорасширяюще, увеличивая поступление крови к тканям [22].

Диагностика МСЛ должна включать историю болезни, результаты клинических исследований, оценки рентгенограмм копыт, а также лабораторных исследований. Лучшим лабораторным тестом для диагностики инсулинорезистентности является внутривенный тест на толерантность организма к глюкозе, но с точки зрения практики рекомендуется альтернативный подход к диагностике [23].

Самым простым диагностическим тестом на предмет выявления МСЛ является определение содержания инсулина в крови. Однако интерпретация результатов должна быть осторожной – с учетом факторов, которые могут влиять на их достоверность. На концентрацию инсулина в крови влияет много факторов – кормление лошадей, особенно в последний период (рацион, его количество). Также необходимо определить концентрацию кортизола в крови (суточные колебания, эмоции, боль, стресс), учитывать физиологическое состояние (репродуктивный статус), упитанность, сопутствующие заболевания. Активность инсулина и концентрация глюкозы натощак относительно стабильны и могут быть использованы для диагностики [24].

Перед выполнением исследования животное необходимо подготовить. За 24 ч. ограничивают кормление, включая корма с низким содержанием неструктурных углеводов (NSC) (крахмал, пектин, фруктаны), а за 8–10 ч. перед исследованием – голодная диета. Лошадей, которые находятся на пастбище, размещают в местах без доступа к кормам.

Пробы крови необходимо направлять в одну и ту же лабораторию, так как в разных лабораториях могут использоваться различные методики определения инсулина в крови, что может привести к получению недостоверных результатов [25].

У лошадей и пони, страдающих МСЛ, несколько повышено или высокое содержание глюкозы в сыворотке крови (эталонные колебания 80–115 мг/дл) и гиперинсулинемия (верхняя референтная граница <20 мкЕд/мл) [26].

У лошадей с активным воспалением основы кожи копыта не рекомендуется выполнять вышеописанные тесты, до момента устранения острой фазы заболевания, когда каждая активация симпатической нервной системы приводит к снижению чувствительности к инсулину и развитию гипергликемии [27].

Определение содержания инсулина в крови может давать ложный отрицательный результат у лошадей и пони, которые получают рацион с низким содержанием NSC. У таких животных рекомендуется выполнять динамические тесты. Выполнение тестов необходимо, когда у животного регистрируются клинические симптомы МСЛ. Такие исследования рекомендуются для оценки степени инсулинорезистентности и мониторинга прогрессирования заболевания [28].

Для эффективной диагностики ИР необходимо сочетать тесты введения инсулина с глюкозой (CGIT). Этот тест также может быть успешно использован в полевых условиях. Введение препаратов (глюкоза – 150 мг/кг, инсулин – 0,1 МЕ/кг) требует нескольких определений содержания глюкозы в крови с помощью глюкометра (перед введением и на 1, 5, 15, 25, 35, 45, 60, 75, 90, 105, 120, 135, а также 150–й минуте с момента ввода). Полученный результат характеризуется образованием двухфазной кривой с положительной (гипергликемическая) и отрицательной (гипогликемическая) кривыми. Результат оценивается по отношению ко времени, за которое концентрация глюкозы в крови вернется к исходному уровню. Чувствительность к инсулину подтверждается при возвращении содержания глюкозы к исходным значениям в течение 45 минут [29].

У исследуемых животных редко развиваются симптомы гипогликемии вследствие введения инсулина (слабость, тремор, усиленное потоотделение). В случае, когда такие симптомы будут иметь место, внутривенно вводят 40%-ный раствор глюкозы в количестве \approx 120 мл [30].

Ложные отрицательные результаты, подтверждающие отсутствие инсулинорезистентности, могут возникать в результате действия стрессовых факторов перед исследованием животного. Поэтому исследование должно проводиться в тихой и спокойной обстановке, а внутривенный катетер лучше поставить за день до исследования [31].

Комбинированный тест дает более полезные клинические результаты, поскольку более информативен, чем каждый тест в отдельности [32].

Однако следует отметить, что основными причинами получения ложных результатов содержания глюкозы и инсулина в крови во время забора проб крови является стресс животного. В связи с этим, постоянное определение глюкозы является своего рода инновацией и позволяет устранить факторы стресса. Этот метод заключается в подкожном размещении датчика определения содержания глюкозы в крови, который регистрирует ее уровень каждые 5 минут в период до 7 дней. Это выгодное решение как для пациента, так и ветеринарного врача [33].

Оценка ожирения. Лучшим способом оценки степени ожирения является метод определения кондиции тела (BCS; Body Condition Score). Метод определяет кондицию от 1 (истощение) до 9 (избыточный вес). Лошадей оценивают визуально и эмпирически, вручную исследуя шесть участков тела, где жировая ткань имеет тенденцию накапливаться. Для оценки степени ожирения также учитывают физическую характеристику лошадей [34].

Ожирение у лошадей происходит по предсказуемой схеме. Отложение жира начинается за лопатками, далее – на ребрах, крупе, и, наконец, вдоль плечевого пояса в направлении шеи и головы. Оценка кондиции (система BCS) заключается в определении количества жира, накопленного в этих участках. Полезным может быть измерение окружности шеи при «локальном» ожирении, которое, как уже упоминалось, является симптомом МСЛ [35].

Рекомендации. Лечение и уход за лошадьми с метаболическим синдромом требует индивидуального подхода. Основное стратегическое направление в решении проблемы инсулинорезистентности должно быть направлено на уменьшение массы тела и повышение чувствительности к инсулину путем изменения рациона и увеличения физической активности. Изменение диеты заключается в снижении энергетических компонентов и неструктурных углеводов (NSC) в рационе. Кроме того, не-

обходимо избегать выпаса животных, особенно в пору года, когда появляется молодая трава [36].

Если МСЛ был установлен после обнаружения ламинита, мероприятия направляются на уменьшение массы тела, но с ограниченной физической нагрузкой, чтобы не подвергать дальнейшее повреждение копыт. Первоочередное внимание должно быть направлено на выведение животного из ламинита, а также уменьшение ожирения со значительно сниженной физической активностью [37].

Профилактика ожирения. Снижение ожирения имеет наибольшее положительное влияние на восстановление чувствительности к инсулину. Необходимо помнить об ограничении выпаса при возвращении животных на пастбище, когда трава имеет самую высокую концентрацию NSC – весной, в начале лета, переходный период между осенью и зимой. Потеря массы тела должна происходить постепенно, поскольку резкое уменьшение веса может привести к гиперлипидемии и жировой дистрофии печени. Снижение ожирения должно сосредоточиться на увеличении физической активности и ограничении потребляемого корма [38].

Следует помнить, что при ламините исключена физическая активность. Диета должна включать сено с низким содержанием NSC (лабораторное исследование сена для определения содержания NSC). Если животное негативно реагирует на уменьшение суточного рациона, порцию разделяют на несколько более мелких, с тем, чтобы сократить периоды голода. Также можно использовать пищевые мешки, кормление из которых занимает больше времени. Сено следует вводить в рацион сначала в дозе 1,5% от массы тела, а если животное не теряет вес в течение месяца, доза уменьшается до 1% [39].

Необходимо обращать внимание на пастбища, на которых сегодня увеличивается количество трав генетически модифицированных видов, выращиваемых для производства молока и откорма крупного рогатого скота. Такая трава характеризуется высоким содержанием NSC, что является противоположностью пастбищ, необходимых для лошадей [40].

Резюмируя основные рекомендации по кормлению лошадей, необходимо отметить, что сено должно быть с низким содержанием NSC, не содержать люцерны, а также зерна. Снижение NSC может быть достигнуто путем замачивания сена в течение 30 мин. в теплой воде или 60 мин. в холодной. Кроме того, можно использовать коммерческий корм с низким содержанием NSC. Следует иметь в виду, что кормление кормом с низким содержанием NSC происходит параллельно с уменьшением содержания белка, витаминов и минералов в рационе, поэтому их рекомендуется включать в рацион дополнительно [41].

Лечение. В отличие от людей и мелких домашних животных, у лошадей рядом с высоким содержанием глюкозы в крови сохраняется высокий уровень инсулина. Низкоуглеводная диета должна снижать активность инсулина. Если его активность очень высока, можно использовать препараты для снижения его уровня [42].

Левотироксин натрия. Уменьшение массы тела может происходить за счет использования специальной диеты и физической нагрузки. Введение препарата в высоких дозах вызывает потерю веса у лошадей. Однако лошади не должны выпасаться, поскольку левотироксин вызывает гиперфагию. Его используют в течение 3–6 месяцев в дозе 0,1 мг/кг [43, 44].

Метформина гидрохлорид. Метформин является препаратом, который используется в гуманной медицине для контроля за гипергликемией и для повышения чувствительности к инсулину у больных сахарным диабетом. Исследования на лошадях показали повышение чувствительности к инсулину у пациентов с инсулинорезистентностью в дозе 15–30 мг/кг после приема внутрь в течение двух недель. Было также установлено, что биодоступность после перорального применения у лошадей низкая, но ее применение в сочетании с умеренной физической нагрузкой имеет положительный эффект [45, 46, 47].

Заключение. Метаболический синдром лошадей – это клинический синдром, который регистрируется у лошадей и характеризуется ожирением, резистентностью к инсулину и развитием ламинита. Понимание механизмов, лежащих в основе этого заболевания, по-прежнему ограничено, но является участком активных исследований.

Диагностика МСЛ заключается в анализе породной и генетической предрасположенности, определении резистентности к инсулину, а также степени ожирения. Ранняя диагностика МСЛ и назначение лечения предотвращает развитие ламинита. Основным в лечении МСЛ является снижение массы тела с комбинацией диеты и физической нагрузки у лошадей без признаков ламинита.

Литература: 1. Ford E. S. Prevalence of the metabolic syndrome among US adults: findings from the third national health and nutrition examination survey / E. S. Ford, W. H. Giles, W. H. Dietz // J.A.M.A. – 2002. – Vol. 287. – P. 356–359. 2. Diabetes, insulin resistance, and metabolic syndrome in horses / [P. J. Johnson, C. E. Wiedmeyer, A. LaCarubba et al.] // J. Diabetes Sci. Technol. – 2012. – Vol. 6 (3). – P. 534–540. 3. Morgan R. Equine metabolic syndrome / R. Morgan, J. Keen, C. McGowan // Vet. Rec. – 2015. – Vol. 177(7). – P. 173–179. 4. Weight loss resistance: A further consideration for the nutritional management of obese equidae / [C. M. Argo, G. C. Curtis, D. Grove-White et al.] // Veterinary Journal. – 2012. – Vol. 194. – P. 179–188. 5. Robinson L. E. Metabolic syndrome, a cardiovascular disease risk factor: role of adipocytokines and impact of diet and physical activity / L. E. Robinson, T. E. Graham // Canadian Journal of Applied Physiology. – 2004. – Vol. 29 (6). – P. 808–829. 6. Johnson P. J. The equine metabolic syndrome peripheral Cushing's syndrome / P. J. Johnson // Vet. Clin. North Am. Equine Pract. – 2002. – Vol. 18 (2). – P. 271–293. 7. Breed differences in insulin sensitivity and insulinemic responses to oral glucose in horses and ponies of moderate body condition score / N. J. Bamford, S. J. Potter, P. A. Harris, S. R. Bailey // Domestic Animal Endocrinology. – 2014. – Vol. 47. – P. 101–107. 8. The production and distribution of IL-6 and TNF- α in subcutaneous adipose tissue and their correlation with serum concentrations in Welsh ponies with equine metabolic syndrome / K. Basinska, K. Marycz, A. Smieszek, J. Nicpoń // Journal of Veterinary Science. – 2015. – Vol. 16. – P. 113–120. 9. McCue M. E. Equine metabolic syndrome: a complex disease influenced by genetics and the environment / M. E. McCue, R. J. Geor, N. Schultz // Journal of Equine Veterinary Science. – 2015. – Vol. 35. – P. 367–375. 10. Equine metabolic syndrome / [N. Frank, R. J. Geor, S. R. Bailey et al.] // J. Vet. Intern. Med. – 2010. – Vol. 24 (3). – P. 467–75. 11. Патогенез инсулинорезистентности при метаболическом ожирении /

- [Л. С. Литвинова, Е. В. Кириенкова, И. О. Мазунин и др.] // Биомедицинская химия. – 2015. – Том 61, вып. 1. – С. 70–82. 12. Kontogianni-Konstantopoulos A. Advances in muscle physiology and pathophysiology / A. Kontogianni-Konstantopoulos, G. Benian, H. Granzier // *J. Biomed. Biotechnol.* – 2012. – P. 1. 13. Glycaemic and insulinaemic responses to feeding hay with different non-structural carbohydrate content in control and polysaccharide storage myopathy-affected horses / [L. Borgia, S. Valberg, M. Mccue et al.] // *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition.* – 2011. – Vol. 95. – P. 798–807. 14. De Graaf-Roelfsema E. Glucose homeostasis and the enteroinsular axis in the horse: A possible role in equine metabolic syndrome / E. De Graaf-Roelfsema // *Veterinary Journal.* – 20014. – Vol. 199. – P. 11–18. 15. Prediction of incipient pasture-associated laminitis from hyperinsulinaemia, hyperleptinaemia and generalised and localised obesity in a cohort of ponies / [R. A. Carter, K. H. Treiber, R. J. Geor et al.] // *Equine Veterinary Journal.* – 2009. – Vol. 41. – P. 171–178. 16. Effects of a supplement containing chromium and magnesium on morphometric measurements, resting glucose, insulin concentrations and insulin sensitivity in laminitic obese horses / K. A. Chameroy, N. Frank, S. B. Elliott, R. C. Boston // *Equine Veterinary Journal.* – 2011. – Vol. 43. – P. 494–499. 17. Treiber K. N. Insulin resistance in equids: possible role in laminitis / K. N. Treiber, D. S. Kronfeld, R. J. Geor // *J. Nutr.* – 2006. – Vol. 136. – P. 2094–2098. 18. A potential role for lamellar insulin-like growth factor-1 receptor in the pathogenesis of hyperinsulinaemic laminitis / [M. A. De Laat, C. C. Pollitt, M. T. Kyaw-Tanner et al.] // *Veterinary Journal.* – 2013. – Vol. 197. – P. 302–306. 19. Kahn S. E. Mechanisms linking obesity to insulin resistance and type 2 diabetes / S. E. Kahn, R. L. Hull, K. M. Utzschneider // *Nature.* – 2006. – Vol. 444. – P. 840–846. 20. The prevalence of endocrinopathic laminitis among horses presented for laminitis at a first-opinion/referral equine hospital / N. P. Karikoski, I. Horn, T. W. McGowan, C. M. McGowan // *Domestic Animal Endocrinology.* – 2011. – Vol. 41. – P. 111–117. 21. Hunt R. J. A retrospective evaluation of laminitis in horses / R. J. Hunt // *Equine Veterinary Journal.* – 1993. – Vol. 25. – P. 61–64. 22. Katz L. M. A review of recent advances and current hypotheses on the pathogenesis of acute laminitis / L. M. Katz, S. R. Bailey // *Equine Veterinary Journal.* – 2012. – Vol. 44. – P. 752–761. 23. Physiologic assessment of blood glucose homeostasis via combined intravenous glucose and insulin testing in horses / [H. Eiler, N. Frank, F. M. Andrews et al.] // *American Journal of Veterinary Research.* – 2005. – Vol. 66. – P. 1598–1604. 24. Effect of dietary restriction on body condition, composition and welfare of overweight and obese pony mares / [A. H. Dugdale, G. C. Curtis, P. Cripps et al.] // *Equine Vet. J.* – 2010. – Vol. 42 (7). – P. 600–610. 25. Лабораторна діагностика у ветеринарній медицині (довідник) / [В. В. Влізло, Л. Г. Слівінська, І. А. Максимович та ін.]. – Львів: Афіша, 2014. – 152 с. – (2-ге видання). 26. Frank N. Insulin dysregulation / N. Frank, E. M. Tadros // *Equine Veterinary Journal.* – 2014. – Vol. 46. – P. 103–112. 27. Geor R. J. Metabolic predispositions to laminitis in horses and ponies: obesity, insulin resistance and metabolic syndromes / R. J. Geor // *Journal of Equine Veterinary Science.* – 2008. – Vol. 28. – P. 753–759. 28. Effects of l-carnitine supplementation on body weight losses and metabolic profile in obese and insulin-resistant ponies during a 14-week body weight reduction programme / [U. Schmengler, J. Ungru, R. Boston et al.] // *Livestock Science.* – 2013. – Vol. 155. – P. 301–307. 29. Durham A. E. The effect of metformin on measurements of insulin sensitivity and beta cell response in 18 horses and ponies with insulin resistance / A. E. Durham, D. I. Rendle, J. E. Newton // *Equine Vet. J.* – 2008. – Vol. 40 (5). – P. 493–500. 30. Muno J. Prevalence and risk factors for hyperinsulinemia in clinically normal horses in central Ohio / J. Muno, L. Gallatin, R. J. Geor // *Journal of Veterinary Internal Medicine.* – 2009. – Vol. 23. – P. 721. 31. Pleasant R.S. Adiposity, plasma insulin, leptin, lipids, and oxidative stress in mature light breed horses / [R. S. Pleasant, J. K. Suagee, C. D. Thatcher et al.] // *Journal of Veterinary Internal Medicine.* – 2013. – Vol. 27. – P. 576–582. 32. Kronfeld D. S. Comparison of nonspecific indications and quantitative methods for the assessment of insulin resistance in horses and ponies / D. S. Kronfeld, K. H. Treiber, R. J. Geor // *Journal of the American Veterinary Medical Association.* – 2005. – Vol. 226. – P. 712–719. 33. Morgan R. A. Treatment of equine metabolic syndrome: A clinical case series / R. A. Morgan, J. A. Keen, C. M. McGowan // *Equine Vet. J.* 2016. – Vol. 48(4). – P. 422–426. 34. Ungru J. Effects of body weight reduction on insulin-sensitivity in obese ponies / [J. Ungru, U. Schmengler, R. Boston et al.] // *Pferdeheilkunde.* – 2013. – Vol. 29. – P. 327–334. 35. Argo C. M. Weight loss resistance: A further consideration for the nutritional management of obese Equidae / [C. M. Argo, G. C. Curtis, D. Grove-White et al.] // *Veterinary Journal.* – 2012. – Vol. 194. – P. 179–188. 36. Frank N. Equine metabolic syndrome / [N. Frank, R. J. Geor, S. R. Bailey et al.] // *Journal of Veterinary Internal Medicine.* – 2010. – Vol. 24. – P. 467–475. 37. Carter R. A. Effects of exercise training on adiposity, insulin sensitivity, and plasma hormone and lipid concentrations in overweight or obese, insulin-resistant horses / [R. A. Carter, L. J. McCutcheon, E. Valle et al.] // *American Journal of Veterinary Research.* – 2010. – Vol. 71. – P. 314–321. 38. Watts K. A. A review of factors affecting carbohydrate levels in forage / K. A. Watts, N. J. Chatterton // *Journal of Equine Veterinary Science.* – 2004. – Vol. 24. – P. 84–86. 39. Assessment of body fat in the pony: Part I. Relationships between the anatomical distribution of adipose tissue, body composition and body condition / A. H. Dugdale, G. C. Curtis, P. A. Harris, C. M. Argo // *Equine Veterinary Journal.* – 2011. – Vol. 43. – P. 552–561. 40. Changes in proportions of dry matter intakes by ponies with access to pasture and haylage for three and 20 hours per day respectively, for six weeks / J. Ince, A. C. Longland, J. C. Newbold, P. A. Harris // *Journal of Equine Veterinary Science.* 2011. – Vol. 31. – P. 283. 41. Dietary restriction in combination with a nutraceutical supplement for the management of equine metabolic syndrome in horses / C. M. McGowan, A. H. Dugdale, G. L. Pinchbeck, C. M. Argo // *Veterinary Journal.* – 2013. – Vol. 196. – P. 153–159. 42. Respondek F. Dietary supplementation with short-chain fructo-oligosaccharides improves insulin sensitivity in obese horses / [F. Respondek, K. Myers, T. L. Smith et al.] // *Journal of Animal Science.* – 2011. – Vol. 89. – P. 77–83. 43. Frank N. Effects of long-term oral administration of levothyroxine sodium on serum thyroid hormone concentrations, clinicopathologic variables, and echocardiographic measurements in healthy adult horses / N. Frank, B. R. Buchanan, S. B. Elliott // *American Journal of Veterinary Research.* – 2008. – Vol. 69. – P. 68–75. 44. Frank N. C. Effects of long-term oral administration of levothyroxine sodium on glucose dynamics in healthy adult horses / N. Frank, S. B. Elliott, R. C. Boston // *American Journal of Veterinary Research.* – 2008. – Vol. 69. – P. 76–81. 45. Rendle D. I. Effects of metformin hydrochloride on blood glucose and insulin responses to oral dextrose in horses / [D. I. Rendle, F. Rutledge, K. J. Hughes et al.] // *Equine Veterinary Journal.* – 2013. – Vol. 45, 751–754. 46. Tinworth K. D. The effect of oral metformin on insulin sensitivity in insulin-resistant ponies / [K. D. Tinworth, R. C. Boston, P. A. Harris et al.] // *Veterinary Journal.* – 2012. – Vol. 191. – P. 79–84. 47. Tinworth K. D. Pharmacokinetics of metformin after enteral administration in insulin-resistant ponies / [K. D. Tinworth, S.

Статья передана в печать 18.04.2017 г.