

ВОЗДЕЙСТВИЕ БОЛЕВОГО СТРЕССА НА АДАПТИВНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ СИСТЕМЫ КРОВИ И БЛАГОПОЛУЧИЕ ЛОШАДЕЙ

А.А. КСЕНОФОНТОВА, О.А. ВОЙНОВА, А.А. ИВАНОВ, Д.А. КСЕНОФОНТОВ

(Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева)

Реализовать в полной мере генетический потенциал продуктивных животных можно только при условии на производстве высоких стандартов благополучия. Одним из индикаторов благополучия животных является состояние их здоровья, и одним из маркеров различных патологических процессов является боль. Спортивное коневодство – специфическое направление, в котором на состояние здоровья животных, а следовательно, и на их рабочие качества, помимо условий содержания и кормления, существенно влияет грамотная работа тренеров и всадников. Своевременная диагностика боли важна для оценки благополучия животных, так как боль можно рассматривать как предиктор различных заболеваний. С помощью стандартизированной шкалы боли Horse Grimace Scale (HGS) была проведена оценка поголовья спортивных лошадей конно-спортивного комплекса РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева на наличие и интенсивность болевого синдрома с последующим анализом некоторых показателей крови. Установлена корреляция между интенсивностью боли и количеством ранее диагностированных у животных заболеваний. Боль, как мощный стресс-фактор, вызывает напряжение практически во всех функциональных системах организма, в том числе в системе крови. У лошадей с сильно выраженным болевым синдромом отмечены изменения в клеточном составе периферической крови. В частности, наблюдаются повышение уровня лейкоцитов, снижение содержания эритроцитов и гемоглобина в нем при одновременном повышении значений среднего объема эритроцитов и среднего корпускулярного гемоглобина, а также увеличение концентрации глюкозы. Такие изменения можно рассматривать как адаптационные механизмы, позволяющие организму животных нормально функционировать при воздействии болевого стресса.

Ключевые слова: боль, лошадь, шкала оценки боли, благополучие, стресс, система крови, гомеостаз.

Введение

В последние десятилетия благополучие животных, от домашнего скота и до животных-компаньонов, стало одной из главных общественных забот, источником беспокойства в научном сообществе. Наблюдается также повышенная законодательная активность в этой области. Современное понимание благополучия подчеркивает неразрывную связь между благополучием животных и этикой, причем физическое и психологическое благополучие считается одинаково важным. Эти принципы применимы ко всем животным независимо от сферы их использования [29].

Активное участие в разработке стандартов благополучия животных, прежде всего посредством законодательства, принимал Европейский союз. В 1999 г. Амстердамским договором Европейского союза сельскохозяйственные животные признаны разумными существами, имеющими чувства и испытывающими ощущения. В связи с этим государства-члены ЕС должны учитывать требования, предъявляемые к благополучию животных.

Федеральный закон Российской Федерации 2018 г. об ответственном обращении с животными признает способность животных испытывать эмоции и физические страдания и требует нравственного и гуманного отношения к ним. Всемирное

общество защиты животных отмечает, что благополучное животное должно иметь хорошее физическое и психологическое состояние, быть здоровым и не страдать.

При оценке благополучия животных необходимо учитывать их субъективные чувства и рассматривать благополучие с точки зрения отдельного индивидуума как положительный баланс между позитивными и негативными переживаниями [39]. Для оценки уровня благополучия домашних животных во многих странах мира используется система, разработанная в Великобритании в 1977 г. Советом по охране сельскохозяйственных животных, в основе которой лежит концепция «Пять свобод».

«Пять свобод» включены во Всемирную декларацию благосостояния животных (Universal Declaration on Animal Welfare), которую предлагается принять Организации Объединенных Наций. Согласно этому документу свободой от голода и жажды, свободой от дискомфорта, свободой от боли, травм или болезни, свободой естественного поведения, свободой от страха и стресса должны быть обеспечены все животные, содержащиеся в неволе. Таким образом, в настоящее время обеспечение высокого уровня благополучия животных должно стать приоритетным глобальным вопросом и лечь в основу международных соглашений в этой сфере. В документе также указывается на важность защиты животных как части нравственного развития человечества [11].

Свобода от боли является одним из условий для обеспечения высокого уровня благополучия животных. Международная ассоциация по изучению боли (IASP) определяет боль как неприятное сенсорное и эмоциональное переживание, связанное с фактическим или потенциальным повреждением тканей [8], и утверждает, что неспособность общаться вербально не исключает возможности того, что индивидуум испытывает боль [48], это относится ко всем, кто не способен к общению: невербальным взрослым, младенцам и животным [37]. В 1996 г. Американским обществом боли (APS) в качестве «пятого признака живого организма» наряду с сердцебиением, пульсом, зрачковым рефлексом и дыханием был введен признак ощущения боли. С биологической точки зрения ощущение боли позволяет быстро и своевременно реагировать на разрушительные внешние воздействия, формирует поведенческие реакции, заставляющие оберегать поврежденное место (источник боли), создавая оптимальные условия для восстановления поврежденной структуры и нарушенной функции, а также активизирует комплекс защитных реакций, направленных на восстановление гомеостаза. «Комитет Национального исследовательского совета США по признанию и облегчению боли у лабораторных животных» отмечает, что боль испытывают многие виды животных, в том числе млекопитающие и, возможно, все позвоночные. Одним из доказательств этого утверждения служит тот факт, что животное реагирует на болевой стимул так же, как и человек [28, 32] (рис. 1).

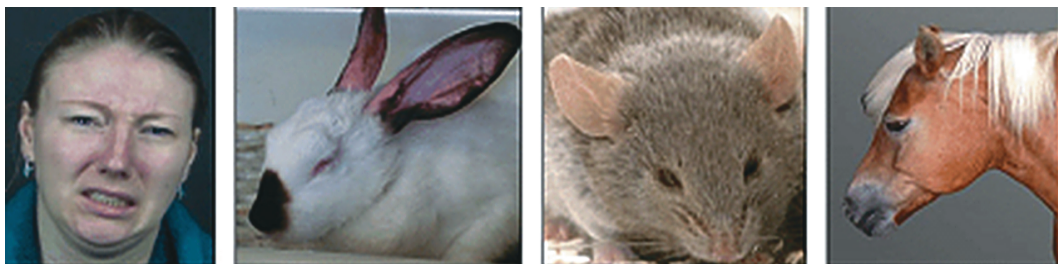


Рис. 1. Grimасы боли у человека и животных [13]

Например, изменения в показаниях электроэнцефалограммы при восприятии телятами болевых стимулов во время кастрации аналогичны изменениям при переживании боли человеком [4]. Поскольку боль является исключительно субъективным

ощущением, то только индивидуум, испытывающий ее, может оценить качество и интенсивность боли, а также степень своего страдания.

Причинами боли у животных могут быть различного рода заболевания, травмы, вызванные плохими условиями содержания или плохим обращением, несоблюдение гигиенических требований, а также стандартные производственные процедуры (например, кастрация и купирование хвоста) или естественные физиологические процессы – такие, как роды. Действие многих из этих факторов можно снизить или даже устранить путем коррекции практики управления в хозяйстве [30], снизив тем самым уровень угрозы благополучию животных.

С эволюционной точки зрения оправдано то, что сельскохозяйственные животные, являясь потенциальными жертвами, не демонстрируют явных признаков боли, которые могли бы привлечь внимание хищников. Это является одной из главных причин того, что человеку сложно распознать болевые сигналы, подаваемые животными [27].

Важным условием облегчения боли у животных является возможность легко и быстро ее идентифицировать. Традиционная оценка боли у животных, основанная на измерении ряда физиологических параметров, таких, как частота сердечных сокращений и частота дыхательных движений, концентрация кортизола в крови и др. [6], оказалась сложноприменимой, поскольку их трудно измерить в условиях производства [17]. Также животные, испытывающие хроническую боль, могут иметь нормальные физиологические параметры, в связи с чем отсутствие изменений в физиологических реакциях не следует истолковывать как отсутствие боли.

Наиболее достоверным и специфическим параметром при изучении боли у животных считаются показатели поведения. Были выделены три потенциальных поведенческих признака боли у животных [46]: поведение, специфичное для боли; изменение определенного поведения (например, пищевого); «выбор предпочтений». При этом необходимо учитывать, что «выбор предпочтений» больше подходит для исследовательских целей, а оценка изменения нормального поведения требует длительных наблюдений. Поскольку боль включает в себя сенсорные, моторные, эмоционально-аффективные и когнитивные компоненты [33], более практичным оказалось выявление поведенческих паттернов, специфичных для боли, – таких, как изменение позы, наличие хромоты, внимание к болезненной области, вокализация, скрежетание зубами (бруксизм), изменение социального поведения [7, 20, 25, 34, 35, 38, 40, 41], вокализация, тремор, пилоэрекция, закатывание глаз (оценивается по доле видимой склеры) и др.

При воздействии негативных факторов различной этиологии о внутреннем состоянии индивидуума свидетельствует эмоциональная реакция, проявляющаяся в виде специфических жестов и мимики [26], регулируемых лимбической системой и группой нейронов, называемых центральными генераторами паттернов [42]. Последние инициируют и контролируют активность мимических мышц, генерируя консервативный, стереотипный ответ на конкретный стимул [5, 23] (рис. 2). Проявления боли на морде животных, так называемые гримасы боли, часто появляются раньше, чем другие симптомы, – такие, как повышение частоты сердечных сокращений или изменения в пищевом поведении. В связи с этим ранняя диагностика и эффективное лечение боли возможны лишь в том случае, если установлены видоспецифические мимические болевые паттерны.

В течение последних десятилетий было разработано множество поведенческих шкал для оценки боли у разных видов животных, в том числе основанных на анализе мимики индивидуума (лошади, кролики, овцы, мыши, крысы, тюлени, свиньи, коровы, хорьки, собаки, ослы, кошки, птицы) [10, 15, 22, 24, 31]. Современные методы оценки боли у животных представляют собой адаптированные формы шкал, разработанные для людей, поскольку гримасы боли животных весьма похожи на выражение лица человека, страдающего от боли [13].



Рис. 2. Мимические болевые паттерны у человека и разных видов животных

Лошадь на протяжении нескольких тысячелетий является надежным спутником человека, и несмотря на развитие научно-технического прогресса, сфера ее использования остается достаточно широкой. Основным продуктом, получаемым при использовании этого вида, является физическая сила, в связи с чем в процессе эксплуатации лошадей высок риск получения ими различного рода травм и развития ряда заболеваний. Многие из них сопровождаются болевым синдромом, и поэтому боль является одной из самых актуальных проблем в клинической ветеринарии лошадей, поскольку препятствуют достижению целей при их использовании и в значительной степени снижает уровень благополучия животных [19, 43]. Умение распознавать физический дискомфорт в поведении лошади, испытывающей боль, владельцами, всадниками, тренерами и обслуживающим персоналом также имеет важное значение для благополучия животных и безопасности окружающих, поскольку они, как правило, плохо распознают признаки боли [21]. В связи с этим целью исследований было проведение диагностики боли у лошадей и определение ряда показателей крови животных с разной интенсивностью болевого синдрома.

Задачи исследований:

1. Определить наличие и интенсивность болевого синдрома у лошадей с помощью с помощью стандартизированной шкалы боли Horse Grimace Scale (HGS).
2. Установить наличие стресс-индуцированной реакции организма лошадей по уровню глюкозы в крови лошадей с разной степенью выраженности болевого синдрома.
3. Изучить морфологический и гематологический состав периферической крови лошадей с проявлением боли разной интенсивности.

Материал и методика исследований

Исследования проводились на базе конно-спортивного комплекса Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева на 34 лошадях верховых пород. Наличие и интенсивность боли у лошадей определяли с помощью стандартизированной шкалы боли (Horse Grimace Scale – HGS), разработанной на основе системы кодирования лицевых движений (FACS) людей [14] и адаптированной для разных видов животных, в том числе для лошадей, которая учитывает сокращение или расслабление одной или нескольких лицевых мышц, участвующих в формировании специфической мимики, что используют для идентификации эмоций, в том числе выражения

боли [45]. У исследуемого поголовья лошадей оценивали 6 маркеров мимических действий, которые являются специфичными признаками болевого синдрома: ушные раковины разведены и развернуты в стороны, орбитальные затяжки, напряжение области вокруг глаз, жевательных мышц, рта (выраженный подбородок) и ноздрей [9, 10] (рис. 3).

Животных исследовали в привычной для них среде (в денниках) перед утренней раздачей корма и без изменения их образа жизни. Перед началом оценки животных на наличие гримас боли исследователь в течение 10 мин молча стоял примерно в 1 м от лошади, вел себя максимально нейтрально, не поворачиваясь к ней лицом. Затем у лошадей диагностировали наличие признаков боли по шкале HGS [10] в течение 1 мин. Оценку на протяжении всего периода исследования проводил один и тот же исследователь.

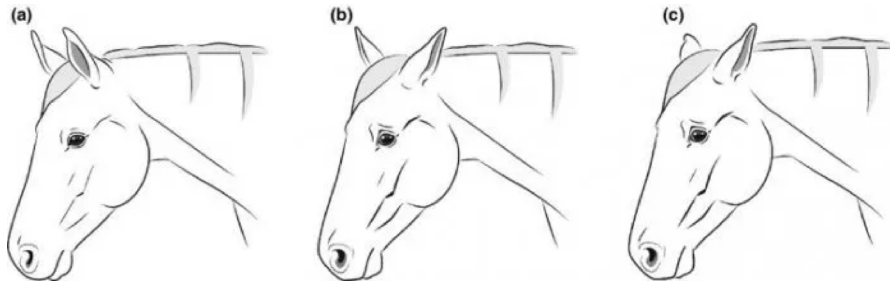


Рис. 3. Мимика лошади:

- (а) выражение морды безболезненной, расслабленной и внимательной лошади;
(b, c) выражение морды лошади, страдающей от боли разной интенсивности [9]

Наличие и степень выраженности каждого из 6 индикаторов боли согласно методике оценивались в баллах: отсутствие признака – 0 баллов; умеренное проявление – 1 балл; очевидное присутствие – 2 балла. После их суммирования определяли присутствие боли и степень ее проявления у животного.

Оценка боли у животных производилась «вслепую», то есть исследователю на момент сбора информации не было известно состояние здоровья лошадей. Состояние здоровья лошадей было дано штатным ветеринарным врачом конно-спортивного комплекса на основании сведений из медицинских карт позже. Для проведения анализов забор крови осуществлялся из яремной вены в утренние часы до кормления и работы животных. В периферической крови на гематологическом анализаторе «Abacus junior» определяли следующие показатели: гематокрит, концентрацию гемоглобина, эритроцитов и лейкоцитов, а с помощью экспресс-измерителя «Сателлит» – концентрацию глюкозы, рассчитывали также средний корпускулярный гемоглобин.

Результаты и их обсуждение

Анализ результатов, полученных с помощью стандартизированной шкалы боли (Horse Grimace Scale), показал, что из 34 лошадей, участвующих в исследовании, 28 животных в той или иной степени продемонстрировали наличие болевого синдрома (рис. 4).

Мимические признаки боли у лошадей фиксировались с разной частотой. Животные чаще всего демонстрировали напряжение в области ноздрей и жевательных мышц (36% и 37% соответственно); у 26% и 28% лошадей наблюдалось напряжение в области рта и над областью глаз; у 20% особей были зафиксированы отведенные назад и в стороны уши, а у 13% и 10% изучаемых животных встречались орбитальные затяжки и уплощение профиля (рис. 5).

В зависимости от количества полученных баллов все животные, участвующие в исследовании, были подразделены на 3 группы в зависимости от степени выраженности



Рис. 4. Grimасы боли у исследуемых лошадей

боли, что, вероятно, отражает ее интенсивность. В 1 группу были включены 20 лошадей, получившие при оценке мимических индикаторов с помощью стандартизированной шкалы боли (Horse Grimace Scale – HGS) от 0 до 4 баллов, во 2 группу – 12 животных с суммарной оценкой от 5 до 7 баллов, а в 3 группу с баллами от 8 до 12 были включены 2 особи (рис. 6).

После анализа данных медицинских карт лошадей было установлено, что у лошадей 3 группы с сильным болевым синдромом, в соответствии с оценкой по шкале боли Horse Grimace Scale, зарегистрировано 2–3 заболевания, у животных 2 группы с болевым синдромом средней интенсивности отмечено 2 заболевания, а у лошадей с незначительными признаками боли 1 группы – от 1 до 2 заболеваний. В историях болезней изучаемого поголовья наиболее часто встречались патологии опорно-двигательного и связочного аппарата, заболевания желудочно-кишечного тракта (гастрит и колики на фоне гастрита) и миозит мышц спины.

После анализа данных медицинских карт лошадей было установлено, что у лошадей 3 группы с сильным болевым синдромом, в соответствии с оценкой по шкале боли Horse Grimace Scale, зарегистрировано 2–3 заболевания, у животных 2 группы с болевым синдромом средней интенсивности отмечено 2 заболевания, а у лошадей с незначительными признаками боли 1 группы – от 1 до 2 заболеваний. В историях болезней изучаемого поголовья наиболее часто встречались патологии опорно-двигательного и связочного аппарата, заболевания желудочно-кишечного тракта (гастрит и колики на фоне гастрита) и миозит мышц спины.

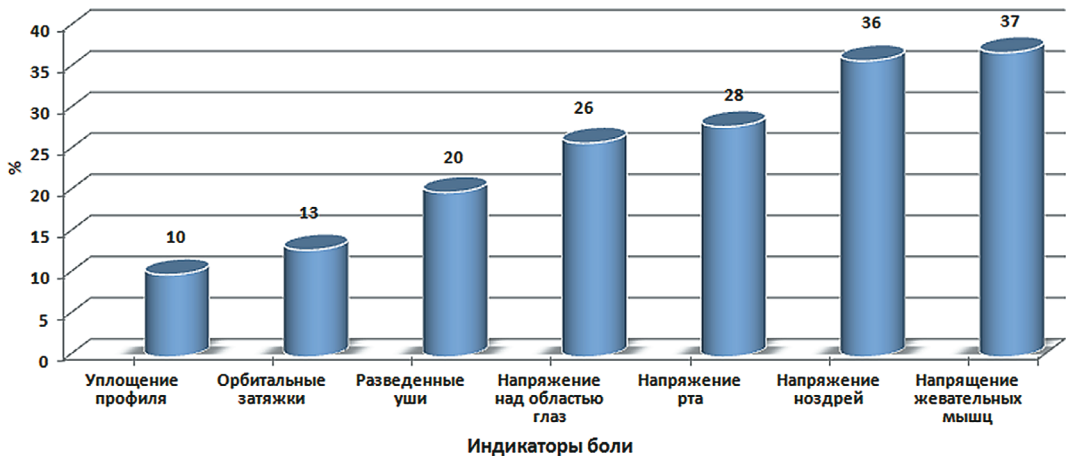


Рис. 5. Частота встречаемости мимических индикаторов боли у исследуемого поголовья лошадей

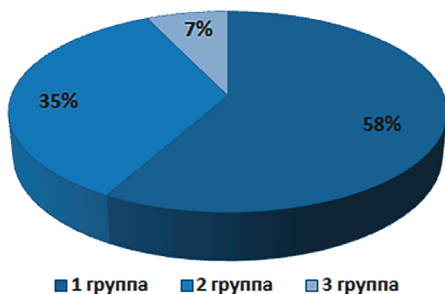


Рис. 6. Распределение лошадей на группы по степени выраженности болевого синдрома

Боль рассматривают как один из стресс-факторов, при воздействии которого нарушаются многие константы гомеостаза. Происходит активация двух различных нейроэндокринных путей: гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковая ось, приводящая к повышению уровня кортизола, и симпат-адреналовая система, вызывающая повышение уровня катехоламинов [44]. Поскольку кортизол ингибирует действие инсулина, после повышения его уровня в сыворотке может увеличиваться концентрация глюкозы в крови [36], в связи

с чем данный показатель используется в качестве маркера стрессового состояния организма.

В крови лошадей 1 и 2 групп с болевым синдромом слабой и средней интенсивности концентрация глюкозы не выходила за пределы референтных значений. У лошадей 3 группы, демонстрировавших сильный болевой синдром, этот показатель превышал верхнюю границу нормы на 12%. Также уровень глюкозы в крови у данной группы животных был выше, чем у лошадей 1 и 2 групп, на 46% и 54% соответственно.

Таким образом, у животных 3 группы с ярко выраженными гримасами боли, что говорит о ее высокой интенсивности, отмечается гипергликемия, свидетельствующая о стрессовом состоянии животных данной группы, при котором наблюдается активация коры надпочечников как центра стрессовых реакций, приводящая к повышению уровня глюкозы в крови (рис. 7).

Боль бросает вызов гомеостазу, вызывая напряжение в его функциональных системах, в том числе в системе крови, приводя к изменению не только биохимических, но гематологических показателей, помогая эффективно задействовать механизмы адаптации, направленные на восстановление метаболических параметров.

Воздействие на организм стресс-факторов вызывает нарушения в микроциркуляторном русле крови, в выполнении ею реологических и газотранспортных функций, а также в структурно-метаболической и функциональной роли красных кровяных клеток вследствие отклонений в липидно-белковом составе мембран [1, 2].

При анализе показателей красной крови лошадей установлено, что в единице объема крови животных всех групп содержание эритроцитов находилось в пределах нормы. Тем не менее у животных 3 группы этот показатель был близок к ее нижней границе и на 24% меньше, чем в крови исследуемых лошадей 1 и 2 групп. У животных 3 группы с сильно выраженным болевым синдромом в результате подавления эритропоэза и, как следствие, уменьшения резерва эритроцитов в периферической крови развивается эритропения, что может являться одним симптомов болевого стресса (рис. 8).

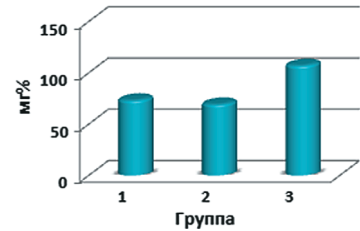


Рис. 7. Концентрация глюкозы в периферической крови лошадей

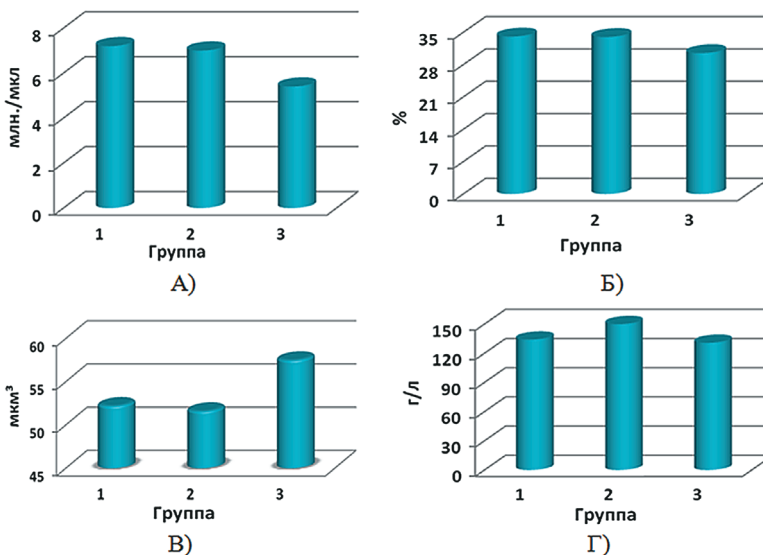


Рис. 8. А – содержание эритроцитов, Б – показатель гематокрита, В – средний объем эритроцитов, Г – концентрация гемоглобин в периферической крови лошадей

Показателем, который отражает соотношение объема форменных элементов и плазмы крови, является гематокрит. Установлено, что у лошадей 1 и 2 групп со слабой и средней степенью выраженности болевого синдрома этот показатель находится в пределах референтных значений, а у лошадей с сильным болевым синдромом, включенных в 3 группу, значение гематокрита на 14% меньше нижней границы нормы. У животных данной группы он оказался ниже на 15% и 14%, чем у лошадей 1 и 2 групп соответственно. Пониженный гематокрит является следствием отмеченной ранее эритропении у лошадей 3 группы и отражает дезадаптивные изменения в показателях системе крови, вызванные стрессом в результате активации ноцицептивных путей в ответ на сильные болевые ощущения (рис. 8).

Выявлено, что значение среднего объема эритроцитов (MCV) в крови лошадей всех групп не выходило за пределы физиологической нормы, однако показатели животных 3 группы оказались выше на 8% и 10%, чем у лошадей 1 и 2 групп соответственно. Возможно, болевой стресс вызывает увеличение в популяции эритроцитов переходных, предгемолитических и дегенеративно измененных форм клеток, а также сдвиги в их агрегационной способности и ригидности [12] (рис. 8).

Концентрация гемоглобина в крови всех лошадей, участвующих в исследованиях, соответствовала нормальным значениям для данного вида, однако в крови животных 3 группы его содержание было самым низким. Показателем, отражающим среднее содержание гемоглобина в красных кровяных клетках, является средний корпускулярный гемоглобин (MCH), значение которого у лошадей с сильно выраженным болевым синдромом оказалось самым высоким. Это, вероятно, обусловлено включением компенсаторных механизмов при низком содержании гемоглобина в крови для полноценного снабжения клеток организма кислородом (рис. 8).

Известно, что стресс-реакция на неблагоприятные факторы, к числу которых можно отнести и боль, запускает в организме симпатoadреналовый ответ, который в свою очередь вызывает функциональное напряжение в иммунной системе [18]. Несмотря на то, что уровень лейкоцитов в крови животных всех групп не выходил за пределы референтных значений, у животных 3 группы, получивших самые высокие баллы по шкале боли Horse Grimace Scale, их концентрация была выше на 18%, чем у лошадей 1 и 2 групп. Стресс может оказывать как иммуностимулирующее, так и иммуносупрессорное воздействие на организм. Характер ответной реакции при этом определяется интенсивностью и длительностью воздействия стресс-фактора, а также во многом зависит от исходного функционального состояния организма.

Центральным звеном, через которое реализуется влияние центральной нервной системы на иммунную реакцию, является гипоталамус, гормоны которого оказывают иммуномодулирующее влияние на работу иммунокомпетентных органов и клеток [47]. Стрессиндуцированная активация иммунной системы у лошадей с ярко выраженным болевым синдромом, вероятно, свидетельствует о включении адаптивных механизмов, направленных на повышение устойчивости всех систем к негативным последствиям бо-

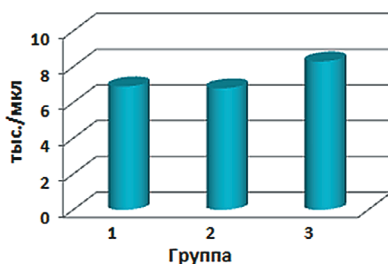


Рис. 9. Содержание лейкоцитов в периферической крови лошадей

левого стресса благодаря повышению уровня лейкоцитов и усилению за счет этого иммунного ответа. Для поддержания динамического равновесия процессов, протекающих в организме в ответ на стрессорное воздействие, включаются защитные реакции, которые способствуют развитию адаптивного ответа (рис. 9).

Таким образом, воздействие болевого стресса вызвало ряд изменений в составе крови лошадей с сильно выраженным болевым синдромом, которые можно рассматривать как стресс-реакции организма в процессе адаптации.

Выводы

Точное распознавание и адекватная количественная оценка боли у лошадей необходимы для своевременной правильной диагностики и эффективного лечения заболеваний различной этиологии, а также для понимания причин развития различных форм нежелательного поведения (агрессия, непослушание и др.), которые затрудняют управление животными и могут привести к психологическим и физическим травмам как у самих животных, так и у людей, участвующих в уходе за ними и их эксплуатации. Поскольку боль имеет специфическую поведенческую модель, шкала боли, основанная на оценке мимики лошадей, приобретает широкую известность в сфере коневодства и конного спорта во всем мире, являясь достоверным чувствительным инструментом, позволяющим легко и с небольшими затратами времени проводить диагностику состояния животных [16].

В ходе проведенных исследований установлено, что интенсивность проявления болевого синдрома у лошадей обусловлена количеством выявленных у них заболеваний. У животных с ярко выраженным болевым синдромом выявлены изменения в константах гомеостаза, свидетельствующие о стресс-индуцированных реакциях организма на боль. Стрессорное воздействие боли вызывает сложный комплекс изменений, влияющих на активность многих систем организма, в том числе на морфо-функциональное состояние системы крови. У лошадей, демонстрирующих сильно выраженный болевой синдром по шкале боли Horse Grimace Scale, разработанной на основе оценки мимики животных, отмечены изменения в клеточном и биохимическом составе периферической крови, которые считаются общепринятыми индикаторами стрессового состояния. Установлено, что концентрация глюкозы у лошадей данной группы оказалась выше референтных значений. Прослеживается обратная связь между изменением ряда показателей красной крови животных: при снижении уровня эритроцитов, гемоглобина и значения гематокрита наблюдается повышение среднего объема эритроцитов и среднего корпускулярного гемоглобина. Также отмечены отличия и в составе белой крови лошадей: уровень лейкоцитов у них оказался выше по сравнению с значением данного показателя у животных других групп.

Выявленные отличия в составе крови лошадей с яркими мимическими проявлениями боли свидетельствуют о включении компенсаторных механизмов организма, направленных на повышение его резистентности к воздействию болевого стресса, который является широко распространенной патологией при эксплуатации животных данного вида. Благодаря аллостазу, процессу, который обеспечивает гомеостаз, путем регулирования внутренней среды и поддержания ее стабильности происходит адаптация организма животных к болевым факторам, являющимся сильными стрессорами. Тем не менее необходимо учитывать, что адаптивные ресурсы организма не безграничны, и может произойти аллостатическая перегрузка, то есть «износ» физиологических систем [3], а это крайне негативно отразится на физическом и психическом состоянии животного. В связи с этим внедрение в практику методики оценки боли Horse Grimace Scale даст возможность проводить раннюю диагностику заболеваний и травм у лошадей и позволит предотвратить развитие каскадного механизма включения патологических процессов в организме при действии болевого стресса. Любые повреждения тканей в результате травм или болезней, стимулируя нейроэндокринные реакции, приводят к снижению иммунитета, ускорению катаболических реакций, нарушениям в работе пищеварительной и сердечно-сосудистой систем. Таким образом, методика оценки боли Horse Grimace Scale является чувствительным инструментом для контроля уровня благополучия лошадей.

Библиографический список

1. Дерюгина А.В., Иващенко М.И., Игнатъев П.С., Таламанова М.Н., Петров В.А. Молекулярные нарушения мембран эритроцитов крупного рогатого скота при технологическом стрессе // *Advances in Science and Technology: Сборник статей XVIII Международной научно-практической конференции*. – Москва: НИЦ Актуальность. РФ, 2019. – Ч. 1. – С. 5–6.
2. Рыбьянова Ж.С., Дерхо М.А. Особенности морфологии эритроцитов в организме телят в условиях техногенной провинции // *АПК России*. – 2017. – Т. 24, № 3. – С. 687–692.
3. Abdallah C.G., Geha P. Chronic Pain and Chronic Stress: Two Sides of the Same Coin? // *Chronic Stress*. – 2017. – № 1. – Pp. 1–10.
4. Bergamasco L., Coetzee J.F., Gehring R., Murray L., Song T., Mosher R.A. Effect of intravenous sodium salicylate administration prior to castration on plasma cortisol and electroencephalography parameters in calves // *J. Vet. Pharmacol. Ther.* – 2011. – № 34 (6). – Pp. 565–576.
5. Briggman K.L., Kristan W.B. Imaging dedicated and multifunctional neural circuits generating distinct behaviors // *J. Neurosci.* – 2006. – № 26 (42). – Pp. 10925–10933.
6. Carey J., Ariniello L., McComb M. Senses and perception // Wnuk A, Lindberg E, Beverly J.M, Richardson, editors. *Brain Facts a Primer on the Brain and Nervous System*. 5th ed., Ch. 2. Washington, DC, United States: Society for Neuroscience. – 2018. – 18–25.
7. Chapinal N., Passille A.M., Rushen J. et al. Automated methods for detecting lameness and measuring analgesia in dairy cattle // *J. Dairy Sci.* – 2010. – № 93. – Pp. 2007–2013.
8. Cohen M.J., Jangro W.C., Neff D. Pathophysiology of pain // Freedman M.K., Young G.W., Gehret J.A., Kamen L.B., editors. *Challenging Neuropathic Pain*. 4th ed. Amsterdam, Netherlands: Elsevier. – 2018. – № 1–5.
9. Costa E.D., Minero M., Lebelt D., Stucke D., Canali E., Leach M.C. Development of the Horse Grimace Scale (HGS) as a Pain Assessment Tool in Horses Undergoing Routine Castration // *PLoS ONE*. – 2014. – № 9 (3). – e92281.
10. Costa E.D., Bracci D., Dai F., Lebelt D., Minero M. Do different emotional states affect the horse grimace scale score? A pilot study. *J. Equine Vet. Sci.* – 2017. – № 54 (7). – Pp. 114–117.
11. Dawkins M.S. Behavioural deprivation: A central problem in animal welfare // *Applied Animal Behaviour Science*. – 1988. – № 20 (3–4). – Pp. 209–225.
12. Derkho M. Erythrocytes and Their Transformations in the Organism of Cows // *Inter. Journal of Veterinary Science*. – 2019. – № 8 (2). – Pp. 61–66.
13. Descovich K.A., Wathan J., Leach M.C., Buchanan-Smith H.M., Flecknell P., Farningham D. and Vick S. – J. Facial expression: An under-utilized tool for the assessment of welfare in mammals // *ALTEX – Alternatives to animal experimentation*. – 2017. – № 34 (3). – Pp. 409–429.
14. Ekman P., Friesen W.V. Measuring facial movement // *Environmental Psychology and Nonverbal Behavior*. – 1976. – № 1 (1). – Pp. 56–75.
15. Gleerup K.B., Andersen P.H., Munksgaard L. et al. Pain evaluation in dairy cattle // *Applied Animal Behaviour Science*. – 2015. – № 171: 25–32.
16. Grauw J.C., J.P.A.M. van Loon Systematic pain assessment in horses // *Vet. J.* – 2016. – № 209. – Pp. 14–22.
17. Hansen B. Through a glass darkly: using behavior to assess pain // *Seminars in Veterinary Medicine and Surgery (Small Animal)*. – 1997. – 61–74.
18. Hernández-Avalos I., Mota-Rojas D., Mendoza-Flores J.E., Casas-Alvarado A., Flores-Padilla K., Miranda-Cortes A.E., Torres-Bernal F., Gómez-Prado J., Mora-Medina P. Nociceptive pain and anxiety in equines: Physiological and behavioral alterations // *Veterinary World*. – 2021. – № 14 (11). – Pp. 2984–2995.
19. Hernandez-Avalos I., Mota-Rojas D., Mora-Medina P., Martínez-Burnes J., Casas Alvarado A., Verduzco-Mendoza A., Lezama-García K., Olmos-Hernández A. Review of different methods used for clinical recognition and assessment of pain in dogs and cats // *Int. J. Vet. Sci. Med.* – 2019. № 7 (1). – Pp. 43–54.

20. Hudson C., H. Whay, J. Huxley Recognition and management of pain in cattle // Practice. – 2008. – 30:126.
21. Jessica M., Jeannine M., Berger, Andrea D., Ellis and Sue Dyson Development of an ethogram to describe facial expressions in ridden horses (FEReq) // Journal of Veterinary Behavior. – 2017. – № 18. – № 7–12.
22. Keating S.C., Thomas A.A., Flecknell P.A., Leach M.C. Evaluation of EMLA cream for preventing pain during tattooing of rabbits: changes in physiological, behavioural and facial expression responses // PloS one. – 2012. – № 7 (9): e44437.
23. Korb S., Grandjean D., Scherer K. Motor Commands of facial expressions: the Bereitschaftspotential of posed smiles // Brain Topogr. – 2008. – № 20 (4). – Pp. 232–238.
24. Langford D., Bailey A., Chanda M. et al. Coding of facial expressions of pain in the laboratory mouse // Nat Methods. – 2010. – № 7. – Pp. 447–449.
25. Leslie K.E., Petersson-Wolfe C.S. Assessment and management of pain in dairy cows with clinical mastitis // Vet. Clin. North Am. – Food Anim. Pract. – 2012. – № 28. – Pp. 289–305.
26. Lezama-García K., Orihuela A., Olmos-Hernández A., Reyes-Long S., Mota-Rojas D. Facial expressions and emotions in domestic animals // CAB Rev. – 2019. – № 14 (5). – Pp. 1–12.
27. Lizarraga I., Chambers J.P. Use of analgesic drugs for pain management in sheep // N.Z. Vet. J. – 2012. – № 60. – Pp. 87–94.
28. López Mejía D.I., Valdovinos de Yahya A., Méndez-Díaz M., Mendoza-Fernández V. El sistema límbico y las emociones: Empatía en humanos y primates // Psicol. Iberoam. – 2009. – № 17 (2). – Pp. 60–69.
29. McBride E. Anne and Montgomery, David J. Animal Welfare: A Contemporary Understanding Demands a Contemporary Approach to Behavior and Training // People and Animals: The International Journal of Research and Practice. – 2018. – № 1; 1 (4). – Pp. 1–16.
30. McLennan KM. Why Pain Is Still a Welfare Issue for Farm Animals, and How Facial Expression Could Be the Answer // Agriculture. – 2018. – № 8 (8). – P. 127.
31. Mogil J.S. The Rat Grimace Scale: a partially automated method for quantifying pain in the laboratory rat via facial expressions // Mol Pain. – 2011. – № 7. – P. 55.
32. Mota-Rojas D., Orihuela A., Martínez-Burnes J. Neurological modulation of facial expressions in pigs and implications for production. J. // Anim. Behav. Biometeorol. – 2020. – № 8 (4). – Pp. 232–243.
33. Mota-Rojas D., Olmos-Hernández A., Verduzco-Mendoza A., Hernández E., Martínez-Burnes J., Whittaker A.L. The utility of grimace scales for practical pain assessment in laboratory animals // Animals. – 2020a. – № 10 (10). – 1838.
34. O'Callaghan K.A., Cripps P.J., Downham D.Y. et al. Subjective and objective assessment of pain and discomfort due to lameness in dairy cattle // Anim. Welf. – 2003. – № 12. – Pp. 605–610.
35. Radostits O.M., Gay C., Hinchcliff K.W. et al. A textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats // Vet. Med. – 2007. – № 10. – Pp. 2045–2050.
36. Randall D.J., Warren W. Burggren, French K., Eckert R. Eckert animal physiology: mechanisms and adaptations. – W.H. Freeman; Fifth edition, 2002: 752.
37. Rashid M., Silventoinen A., Glerup K.B., Andersen P.H. Equine Facial Action Coding System for determination of pain-related facial responses in videos of horses // PLoS One. – 2020. – № 15 (11): e0231608.
38. Sandem A.I., Janczak A.M., Salte R. et al. The use of diazepam as a pharmacological validation of eye white as an indicator of emotional state in dairy cows // Appl. Anim. Behav. Sci. – 2006. – № 96. – Pp. 177–183.
39. Sandem B.O., Braastad K.E. Boe Eye white may indicate emotional state on a frustration–contentedness axis in dairy cows // Applied Animal Behaviour Science. – 2002. – № 79 (1). – Pp. 1–10.

40. Sanford J., Ewbank R., Molony V. et al. Guidelines for the recognition and assessment of pain in animals // Vet. Rec. – 1986. – № 118. – Pp. 334–338.
41. Short C.E. Pain in animals // Textb. Pain. – 1999. – № 4. – Pp. 1932–1944.
42. Steuer I., Guertin P.A. Central pattern generators in the brainstem and spinal cord: An overview of basic principles, similarities and differences // Rev. Neurosci. – 2019. – № 30 (2). – Pp. 107–164.
43. Taylor P.M., Pascoe P.J., Mama K.R. Diagnosing and treating pain in the horse // Vet. Clin. North Am. Equine Pract. – 2002. – № 18 (1). – Pp. 1–19.
44. Wagner A.E. Effects of stress on pain in horses and incorporating pain scales for equine practice // Vet Clin North Am Equine Pract. – 2010. – № 26 (3). – Pp. 481–92.
45. Wathan J., Burrows A.M., Waller B.M., McComb K. EquiFACS: the equine facial action coding system // PLoS One. – 2015. № 10: Article e0131738.
46. Weary D.M., Niel L., Flower F.C. et al. Identifying and preventing pain in animals // Appl. Anim. Behav. Sci. – 2006. – № 100. – Pp. 64–76.
47. Webster J.I., Tonelli L., Sternberg E.M. Neuroendocrine regulation of immunity // An. Rev. Immunol. – 2002. – № 20. – Pp. 125–163.
48. IASP Taxonomy: International Association for the Study of Pain, 2016. – URL: <http://www.iasp-pain.org/Education/Content.aspx?ItemNumber=1698>.

IMPACT OF PAIN STRESS ON THE ADAPTIVE CAPABILITIES OF THE BLOOD SYSTEM AND WELFARE OF HORSES

A.A. KSENOFONTOVA¹, O.A. VOINOVA¹, A.A. IVANOV¹, D.A. KSENOFONTOV¹

(¹ Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy)

The full genetic potential of productive animals can only be realised if high standards of welfare are maintained in production. One of the indicators of animal welfare is animal health, and one of the markers of various pathological processes is pain. Sports horse breeding is a specific concept in which the competent work of trainers and riders significantly effects on the health of animals, and therefore their performance, in addition to housing and feeding conditions. Timely diagnosis of pain is important for evaluating animal welfare, as pain can be considered as a predictor of various diseases. Using the standardized Horse Grimace Scale (HGS) pain scale, the population of sports horses of the equestrian sports complex of Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy was evaluated for the presence and intensity of pain syndrome, followed by analysis of some blood parameters. A correlation has been established between the intensity of pain and the number of diseases previously diagnosed in animals. Pain, as a powerful stress factor, causes tension in almost all functional systems of the body, including the blood system. Horses with a severe pain syndrome showed changes in the cellular composition of peripheral blood, in particular, an increase in the level of leukocytes, a decrease in the content of erythrocytes and hemoglobin content therein, with a simultaneous increase in the mean erythrocyte volume and mean corpuscular haemoglobin, as well as an increase in glucose concentration. Such changes can be considered as adaptive mechanisms that make the animal body function normally under the effect of pain stress.

Key words: pain, horse, pain rating scale, welfare, stress, blood system, homeostasis.

References

1. Deryugina A.V., Ivashchenko M.I., Ignat'iev P.S., Talamanova M.N., Petrov V.A. Molekulyarnye narusheniya membran eritrotsitov krupnogo rogatogo skota pri tekhnologicheskom stresse [Molecular disorders of erythrocyte membranes in cattle under technological

- stress]. *Advances in Science and Technology: sb. st. XVIII mezhd. nauch.-prakt. konf. Moscow: NITS Aktual'nost'. RF. 2019; 1: 5–6. (In Rus.)*
2. *Ryb'yanova Zh.S., Derkho M.A. Osobennosti morfologii eritrotsitov v organizme telyat v usloviyakh tekhnogennoy provintsii [Features of the morphology of erythrocytes in the body of calves in a technogenic province]. APK Rossii. 2017; 24 (3): 687–692. (In Rus.)*
 3. *Abdallah C.G., Geha P. Chronic Pain and Chronic Stress: Two Sides of the Same Coin? Chronic Stress. 2017; 1: 1–10.*
 4. *Bergamasco L., Coetzee J.F., Gehring R., Murray L., Song T., Mosher R.A. Effect of intravenous sodium salicylate administration prior to castration on plasma cortisol and electroencephalography parameters in calves. J. Vet. Pharmacol. Ther. 2011; 34 (6): 565–576.*
 5. *Briggman K.L., Kristan W.B. Imaging dedicated and multifunctional neural circuits generating distinct behaviors. J. Neurosci. 2006; 26 (42): 10925–10933.*
 6. *Carey J., Ariniello L., McComb M. Senses and perception. Ed. by Wnuk A, Lindberg E, Beverly J.M, Richardson. Brain Facts a Primer on the Brain and Nervous System. 5th ed. Ch. 2. Washington, DC, United States: Society for Neuroscience. 2018; 18–25.*
 7. *Chapinal N., Passille A.M., Rushen J. et al. Automated methods for detecting lameness and measuring analgesia in dairy cattle. J. Dairy Sci. 2010; 93: 2007–2013.*
 8. *Cohen M.J, Jangro W.C, Neff D. Pathophysiology of pain. Ed. by Freedman M.K, Young G.W, Gehret J.A, Kamen L.B. Challenging Neuropathic Pain. 4th ed. Amsterdam, Netherlands: Elsevier. 2018; 1–5.*
 9. *Costa E.D., Minero M., Lebelt D., Stucke D., Canali E., Leach M.C. Development of the Horse Grimace Scale (HGS) as a Pain Assessment Tool in Horses Undergoing Routine Castration. PLoS ONE. 2014; 9 (3): e92281.*
 10. *Costa E.D, Bracci D, Dai F, Lebelt D, Minero M. Do different emotional states affect the horse grimace scale score? A pilot study. J. Equine Vet. Sci. 2017; 54 (7): 114–117.*
 11. *Dawkins M.S. Behavioural deprivation: A central problem in animal welfare. Applied Animal Behaviour Science. 1988; 20 (3–4): 209–225.*
 12. *Derkho M. Erythrocytes and Their Transformations in the Organism of Cows. Inter. Journal of Veterinary Science. 2019; 8 (2): 61–66.*
 13. *Descovich K.A., Wathan J., Leach M.C., Buchanan-Smith H.M., Flecknell P., Farningham D., Vick S. – J. Facial expression: An under-utilized tool for the assessment of welfare in mammals. ALTEX – Alternatives to animal experimentation. 2017; 34 (3): 409–429.*
 14. *Ekman P., Friesen W.V. Measuring facial movement. Environmental Psychology and Nonverbal Behavior. 1976; 1 (1): 56–75.*
 15. *Gleerup K.B., Andersen P.H., Munksgaard L. et al. Pain evaluation in dairy cattle. Applied Animal Behaviour Science. 2015; 171: 25–32.*
 16. *Grauw J.C., J.P.A.M. van Loon Systematic pain assessment in horses. Vet. J. 2016; 209: 14–22.*
 17. *Hansen B. Through a glass darkly: using behavior to assess pain. Seminars in Veterinary Medicine and Surgery (Small Animal). 1997: 61–74.*
 18. *Hernández-Avalos I., Mota-Rojas D., Mendoza-Flores J.E., Casas-Alvarado A., Flores-Padilla K., Miranda-Cortes A.E., Torres-Bernal F., Gómez-Prado J., Mora-Medina P. Nociceptive pain and anxiety in equines: Physiological and behavioral alterations. Veterinary World. 2021; 14 (11): 2984–2995.*
 19. *Hernandez-Avalos I., Mota-Rojas D., Mora-Medina P., Martínez-Burnes J., Casas Alvarado A., Verduzco-Mendoza A., Lezama-García K., Olmos-Hernández A. Review of different methods used for clinical recognition and assessment of pain in dogs and cats. Int. J. Vet. Sci. Med. 2019; 7 (1): 43–54.*
 20. *Hudson C., Whay H., Huxley J. Recognition and management of pain in cattle. Practice. 2008; 30: 126.*

21. *Jessica M., Jeannine M. Berger, Andrea D., Ellis and Sue Dyson* Development of an ethogram to describe facial expressions in ridden horses (FEReq). *Journal of Veterinary Behavior*. 2017; 18: 7–12.
22. *Keating S.C., Thomas A.A., Flecknell P.A., Leach M.C.* Evaluation of EMLA cream for preventing pain during tattooing of rabbits: changes in physiological, behavioural and facial expression responses. *PloS one*. 2012; 7 (9): e44437.
23. *Korb S., Grandjean D., Scherer K.* Motor Commands of facial expressions: the bereitschaftspotential of posed smiles. *Brain Topogr*. 2008; 20 (4): 232–238.
24. *Langford D., Bailey A., Chanda M. et al.* Coding of facial expressions of pain in the laboratory mouse. *Nat Methods*. 2010; 7: 447–449.
25. *Leslie K.E., Petersson-Wolfe C.S.* Assessment and management of pain in dairy cows with clinical mastitis. *Vet. Clin. North Am. – Food Anim. Pract.* 2012; 28: 289–305.
26. *Lezama-García K, Orihuela A, Olmos-Hernández A, Reyes-Long S, Mota-Rojas D.* Facial expressions and emotions in domestic animals. *CAB Rev*. 2019; 14 (5): 1–12.
27. *Lizarraga I., Chambers J.P.* Use of analgesic drugs for pain management in sheep. *N.Z. Vet. J.* 2012; 60: 87–94.
28. *López Mejía D.I, Valdovinos de Yahya A, Méndez-Díaz M, Mendoza-Fernández V.* El sistema límbico y las emociones: Empatía en humanos y primates. *Psicol. Iberoam.* 2009; 17 (2): 60–69.
29. *McBride E. Anne, Montgomery David J.* Animal Welfare: A Contemporary Understanding Demands a Contemporary Approach to Behavior and Training. *People and Animals: The International Journal of Research and Practice*. 2018; 1; 1 (4): 1–16.
30. *McLennan K.M.* Why Pain Is Still a Welfare Issue for Farm Animals, and How Facial Expression Could Be the Answer. *Agriculture*. 2018; 8 (8): 127.
31. *Mogil J.S.* The Rat Grimace Scale: a partially automated method for quantifying pain in the laboratory rat via facial expressions. *Mol Pain*. 2011; 7: 55.
32. *Mota-Rojas D, Orihuela A, Martínez-Burnes J.* Neurological modulation of facial expressions in pigs and implications for production. *Anim. Behav. Biometeorol*. 2020; 8 (4): 232–243.
33. *Mota-Rojas D., Olmos-Hernández A., Verduzco-Mendoza A., Hernández E., Martínez-Burnes J., Whittaker A.L.* The utility of grimace scales for practical pain assessment in laboratory animals. *Animals*. 2020a; 10 (10): 1838.
34. *O'Callaghan K.A., Cripps P.J., Downham D.Y. et al.* Subjective and objective assessment of pain and discomfort due to lameness in dairy cattle. *Anim. Welf*. 2003; 12: 605–610.
35. *Radostits O.M., Gay C., Hinchcliff K.W. et al.* A textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats. *Vet. Med*. 2007; 10: 2045–2050.
36. *Randall D.J, Warren Burggren, French K., Randall D.* Eckert animal physiology: mechanisms and adaptations. W.H. Freeman; Fifth edition, 2002: 752.
37. *Rashid M, Silventoinen A, Glerup K.B, Andersen P.H.* Equine Facial Action Coding System for determination of pain-related facial responses in videos of horses. *PLoS One*. 2020; 15 (11): e0231608.
38. *Sandem A.I., Janczak A.M., Salte R. et al.* The use of diazepam as a pharmacological validation of eye white as an indicator of emotional state in dairy cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 2006; 96: 177–183.
39. *Sandem B.O., Braastad K.E.* Boe Eye white may indicate emotional state on a frustration–contentedness axis in dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science*. 2002; 79 (1): 1–10.
40. *Sanford J., Ewbank R., Molony V. et al.* Guidelines for the recognition and assessment of pain in animals. *Vet. Rec*. 1986; 118: 334–338.
41. *Short C.E.* Pain in animals. *Textb. Pain*. 1999; 4: 1932–1944.

42. *Steuer I., Guertin P.A.* Central pattern generators in the brainstem and spinal cord: An overview of basic principles, similarities and differences. *Rev. Neurosci.* 2019; 30 (2): 107–164.
43. *Taylor P.M., Pascoe P.J., Mama K.R.* Diagnosing and treating pain in the horse. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.* 2002; 18 (1): 1–19.
44. *Wagner A.E.* Effects of stress on pain in horses and incorporating pain scales for equine practice. *Vet Clin North Am Equine Pract.* 2010; 26 (3): 481–92.
45. *Wathan J., Burrows A.M., Waller B.M., McComb K.* EquiFACS: the equine facial action coding system. *PLoS One.* 2015; 10: e0131738.
46. *Weary D.M., Niel L., Flower F.C. et al.* Identifying and preventing pain in animals. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 2006; 100: 64–76.
47. *Webster J.I., Tonelli L., Sternberg E.M.* Neuroendocrine regulation of immunity. *An. Rev. Immunol.* 2002; 20: 125–163.
48. IASP Taxonomy: International Association for the Study of Pain; 2016. URL: [tp://www.iasp-pain.org/Education/Content.aspx?ItemNumber=1698](http://www.iasp-pain.org/Education/Content.aspx?ItemNumber=1698)

Ксенофонтова Анжелика Александровна, канд. биол. наук, доцент кафедры физиологии, этологии и биохимии животных РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел.: (499) 976–37–38; e-mail: tmetre@rgau-msha.ru)

Войнова Ольга Александровна, канд. биол. наук, доцент кафедры физиологии, этологии и биохимии животных РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел.: (499) 976–37–38; e-mail: Olga_v.o.a@mail.ru)

Иванов Алексей Алексеевич, д-р биол. наук, профессор, заведующий кафедрой физиологии, этологии и биохимии животных РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел.: (499) 976–39–19; e-mail: ayvanov@rgau-msha.ru)

Ксенофонт Дмитрий Анатольевич, д-р биол. наук, доцент кафедры физиологии, этологии и биохимии животных РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел.: (499) 976–37–38; e-mail: smu@rgau-msha.ru)

Anzhelika A. Ksenofontova, PhD (Bio), Associate Professor of the Department of Physiology, Ethology and Biochemistry of Animals, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya Str., Moscow, 127434, Russian Federation; phone: (499) 976–37–38; E-mail: tmetre@rgau-msha.ru)

Ol'ga A. Voinova, PhD (Bio), Associate Professor of the Department of Physiology, Ethology and Biochemistry of Animals, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya Str., Moscow, 127434, Russian Federation; phone: (499) 976–37–38; E-mail: Olga_v.o.a@mail.ru)

Aleksey A. Ivanov, DSc (Bio), Professor, Head of Department of Physiology, Ethology and Biochemistry of Animals Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Moscow, Timiryazevskaya st., 49; tel.: (499) 976–39–19; e-mail: ayvanov@rgau-msha.ru)

Dmitriy A. Ksenofontov, DSc (Bio), Associate Professor of the Department of Physiology, Ethology and Biochemistry of Animals, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya Str., Moscow, 127434, Russian Federation; phone: (499) 976–37–38; E-mail: smu@rgau-msha.ru)