

УДК 636.12:57.017.725

ВЛИЯНИЕ ГИПОКСИЧЕСКОЙ ТРЕНИРОВКИ РЫСИСТЫХ ЛОШАДЕЙ НА АЭРОБНУЮ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДЫХАНИЯ

С. А. КОЗЛОВ

(Кафедра физиологии и биохимии с.-х. животных)

Приводятся данные о состоянии функциональной системы дыхания (ФСД) и кислородных режимов организма (КРО) лошадей рысистых пород, полученные при их обследовании в условиях нормоксии и при вдыхании гипоксических газовых смесей, содержащих 16, 14, 12 и 10% O_2 . Определены показатели, характеризующие состояние ФСД и КРО рысаков. Показано, что снижение парциального давления кислорода во вдыхаемом воздухе (pO_2) вызывает у животных усиление функции механизмов, направленных на компенсацию снижения pO_2 — усиление дыхания, кровообращения, дыхательной функции крови. Лошади рысистых пород более чувствительны к гипоксии, чем человек, тканевая гипоксия у них развивается при относительно небольшом гипоксическом воздействии (при 12% O_2 в газовых смесях). На основании данных о реакции ФСД рысаков на гипоксию разработан и апробирован новый эффективный метод подготовки рысистых лошадей к испытаниям на ипподромах — нормобарическая интервальная гипоксическая тренировка, способствующая повышению аэробной производительности ФСД, улучшению резвостных и спортивных показателей, а также работоспособности рысаков.

Современные испытания лошадей рысистых пород, характеризующиеся высокими резвостными показателями, как правило, приводят к острой борьбе на финише. В крупных призах победа с большой премиальной суммой достается только отлично подготовленному рысаку, обладающему высокими показателями аэробной производительности, резвости и выносливости. Эти качества совершенствуются благодаря разви-

тию всех физиологических систем организма в процессе систематического и целенаправленного тренинга и в первую очередь — функциональной системы дыхания (ФСД), интегральным показателем деятельности которой является аэробная производительность. Рациональный поиск методов повышения резвостных качеств лошадей рысистых пород должен быть направлен на повышение аэробной производительности

организма, улучшение состояния функциональной системы дыхания.

Как показали исследования многих авторов, адаптация к пониженному парциальному давлению кислорода (pO_2) во вдыхаемом воздухе приводит к значительному улучшению состояния организма, повышает его аэробную производительность. Существенный вклад в развитие этой проблемы внесли Н. Н. Сиротинин и его школа гипоксистеров.

По предложению Н. Н. Сиротинина, адаптация к гипоксии в курсе барокамерной тренировки с 1940-х годов и в горных условиях с 1950-х годов стала использоваться для лечения ряда заболеваний, в частности, бронхальной астмы [10, 28, 29], коклюша [2], хронических бронхитов, анемии, некоторых психических заболеваний и др. [3, 20]. Опыт и результаты лечения этих заболеваний подытожены в ряде публикаций, в сборниках [3, 20, 30, 31, 32] и монографиях [16, 17, 18, 21]. Лечебное действие горного воздуха в настоящее время используется в горных республиках [8, 23, 24].

Широкое распространение гипоксическая тренировка получила в спорте высших достижений. С 1965 г., после введения обязательных тренировочных сборов для спортсменов ведущих команд страны в горных условиях и принятия постановления о создании спортивной базы в горах Армении на высоте 1600—2400 м (Цахкадзор), тренировка в горах стала обязательной для спортсменов сборных команд страны [25, 35 и др.].

Гипокситерапия получила распространение в Киргизии, Казахстане и в других республиках, где, кроме горной тренировки, стали применять прерывистую гипоксическую тренировку с использованием метода возвратного дыхания.

В 70-х годах рядом авторов был предложен наиболее простой и наиболее эффективный метод нормобарической прерывистой гипоксической тренировки. Этому методу, авторы которого получили патент на изобретение, посвящены монографии и многие публикации [1, 9, 33, 34, 36, 37, 38, 39, 40]. Метод нормобарической прерывистой гипоксической тренировки получили широкое признание в медицине [36, 38, 39]. Для более успешного проведения гипокситерапии сконструирован аппарат «Гипоксикатор», который в 1985 г. был утвержден МЗ РФ для использования в медицинской практике.

С 1991 г. нормобарическая гипоксическая тренировка стала успешно применяться для комбинированной тренировки спортсменов в Киевском государственном институте физической культуры [19, 27 и др.]. Используется такая тренировка и в Российской академии физической культуры и спорта [4, 5].

Всеми авторами получены убедительные данные, свидетельствующие о повышении аэробной производительности и работоспособности спортсменов после курсов интервальной гипоксической тренировки. Эти результаты послужили основанием для разработки методики гипоксической

тренировки лошадей рысистых пород. Предварительный опыт тренинга лошадей в среднемгорье, приобретенный сотрудниками ВНИИ коневодства [12, 13, 22, 26], свидетельствует о повышении работоспособности лошадей в результате адаптации к гипоксии в горах. Это также позволило предположить, что адаптация к гипоксии и в курсе нормобарической интервальной гипоксической тренировки может оказать благоприятное действие на организм лошадей и их работоспособность.

В литературе имеются данные о нервной системе, двигательном аппарате, пищеварении, органах размножения лошадей [7 и др.], однако их дыхание оказалось, к сожалению, недостаточно изученным. Поэтому прежде чем применить метод нормобарической интервальной гипоксической тренировки в тренинге рысаков, мы сосредоточили свое внимание на исследовании состояния их функциональной системы дыхания и его изменении при снижении парциального давления кислорода во вдыхаемом воздухе.

Концепция А. З. Колчинской о функциональной системе дыхания предполагает участие в ее деятельности нескольких физиологических систем: внешнего дыхания, кровообращения, крови, системы утилизации кислорода и образования углекислого газа [6, 17].

Согласно этой концепции, объектом управления в ФСД является процесс массопереноса респираторных газов в организме, утилизации в нем кислорода.

Управляющей системой служат центральная нервная, вегетативная и эндокринная системы, рабочими органами — грудная клетка и легкие, сердце и гладкие мышцы сосудов, кроветворные органы, дыхательная почка митохондрий, вырабатывающие соответствующие управляющие воздействия на процесс массопереноса респираторных газов в организме и окислительное фосфорилирование. Основными управляющими воздействиями в ФСД служат минутный объем дыхания, альвеолярная вентиляция, минутный сердечный выброс, сосудистый тонус, содержание гемоглобина и эритроцитов в крови, содержание и активность дыхательных ферментов в кристах митохондрий, количество и расположение митохондрий в клетках. Основным назначением функциональной системы дыхания является удовлетворение кислородного запроса организма и выведение образовавшегося в тканях углекислого газа. Информацию о том, насколько успешно ФСД выполняет свое назначение, ее управляющий центр получает от рецепторов, реагирующих на изменение pO_2 и pCO_2 артериальной крови (управление по отклонению от физиологических значений) и других рецепторов, реагирующих на усиление деятельности организма и повышение его кислородного запроса (управление по возмущению, нагрузке на систему).

Без представлений об особенностях ФСД лошадей рысистых пород трудно судить об аэробной производительности их организ-

ма, сложно осуществить поиск новых способов и методов, позволяющих повысить резервы ФСД, аэробной производительности, а следовательно, и работоспособности рысаков.

Первые и, к сожалению, скудные данные о физиологии дыхания лошадей были получены при исследовании энергетических процессов во время выполнения ими нагрузок различной интенсивности, которые были осуществлены на Центральном Московском ипподроме в 1960—1961 гг. Г. Г. Карлсеном и его сотрудниками. Им было показано, что энергетические затраты организма лошадей так же, как и у человека и других животных, возрастают с повышением интенсивности нагрузок. Биоэнергетические исследования сотрудников лаборатории тренинга племенных и спортивных лошадей ВНИИ коневодства, проведенные под руководством Г. Г. Карлсена, позволили выявить реакцию организма лошадей на различный уровень кормления и воздействия окружающей среды, в частности, на изменение температуры воздуха. На основании полученных в результате этих исследований данных были разработаны и предложены производству более рациональные приемы кормления и использования лошадей, а также нормы кормления для них [1].

Однако до сих пор в литературе сведения о состоянии ФСД лошадей рысистых пород и ее роли в снабжении организма кислородом почти отсутствовали, а показатели дыхания, кровообращения и дыхательной функции крови

рысаков практически не охарактеризованы [11]. До недавнего времени оставалась неизвестной реакция ФСД лошадей рысистых пород на вдыхание воздуха с пониженным парциальным давлением кислорода (p_{O_2}) [12—15, 22].

Недостаточное количество данных в литературе о состоянии ФСД рысаков, отсутствие более подробных сведений о ее реакции на снижение p_{O_2} во вдыхаемом воздухе, а также предварительные результаты исследований, свидетельствовавшие о возможности повышения аэробной производительности и резвостных качеств лошадей рысистых пород в процессе горной подготовки [12], убедительные данные о повышении после курса интервальной гипоксической тренировки аэробной производительности и работоспособности спортсменов побудили нас предпринять настоящую серию исследований.

Цель данной работы — изучить состояние функциональной системы дыхания рысистых лошадей, ее реакцию на снижение парциального давления кислорода во вдыхаемом воздухе, разработать методику комбинированного тренинга рысаков, включающую курс нормобарической интервальной гипоксической тренировки.

Методика

Работа проводилась в 4 этапа: 1 — исследование состояния ФСД рысаков в покое; 2 — исследование изменений состояния ФСД рысистых лошадей при снижении p_{O_2} ; 3 — разработка методики

гипоксического тестирования ФСД лошадей рысистых пород; 4 — проведение интервальной гипоксической тренировки (ИГТ) и исследование ее действия на ФСД, аэробную производительность и резвостные качества рысаков.

В эксперименте использовали 40 лошадей рысистых пород (орловской, русской, американской стандартбредной) в возрасте от 2 до 13 лет. Исследования проводились на Центральном Московском ипподроме и в конных заводах. Применяли дыхательную маску конструкции Г. Г. Карлсена (1960) с минимальным мертвым дыхательным пространством, которая имеет 2 клапана вдоха и 2 клапана выдоха, соединена резиновыми гофрированными шлангами с мешком из прорезиненной ткани емкостью 2000 л. Для определения объема выдыхаемого газа использовали специальные сухие газовые часы с высокой пропускной способностью конструкции Г. Г. Карлсена и В. А. Щукина (1960). Герметическое крепление маски на голове лошади достигалось при помощи манжеты из плотной эластичной резины. Маска с манжетой фиксировалась на голове с помощью оголовья. Клапаны маски располагались на металлической решетке, что способствовало устранению их отвисания, нарушающего герметичность системы. Для сбора выдыхаемого воздуха использовали прорезиненные мешки объемом от 250 до 2000 л. Газовый состав вдыхаемого, выдыхаемого и альвеолярного воздуха определяли на газоанализаторе.

В условиях покоя определяли: частоту дыхания (ЧД), дыхательный (ДО) и минутный (МОД) объемы дыхания, содержание в крови гемоглобина и эритроцитов, лактата, глюкозы, насыщение крови кислородом, потребление кислорода, частоту сердечных сокращений (ЧСС), ударный и минутный объемы кровообращения. В покое и во время рысистых испытаний на классической дистанции 1600 м регистрировали частоту сердечных сокращений с помощью пульсометров типа «Horses tester» или «Sport tester».

Содержание гемоглобина и эритроцитов определяли на фотоэлектрическом эритрогеметре (модель О-65), уровень метаболитов углеводного обмена — в безбелковом экстракте крови после осаждения белка трихлоруксусной кислотой: лактата — по методу Баркера-Соммерсона в реакции с пара-оксидифенилом, глюкозы — в реакции с ортотолуидином по методу Ватсона и Стивенсона. Степень насыщения крови кислородом определяли с помощью кюветного оксигеметра марки ОКО-057 и геморефлектора Бринкмана.

В опытах использовали гипоксические газовые смеси с различным содержанием в них кислорода. Гипоксические смеси подавали лошадям через маску и шланги от объемам 2000 л аппарата «Гипоксикатор» фирмы «Трейд Медикал», конвертирующего комнатный воздух в гипоксическую газовую смесь.

До начала курса ИГТ для выявления особенностей реакции функциональной системы дыха-

ния рысаков на гипоксическое воздействие и для разработки ее режимов и оценки эффективности был разработан 4-ступенчатый гипоксический тест (патент РФ № 2128910, приоритет от 03.04.1998 г., авторы С. А. Козлов, А. З. Колчинская, Т. Н. Цыганова), во время которого определяли показатели состояния ФСД: частоту дыхания, дыхательный объем, минутный объем дыхания, состав вдыхаемого, выдыхаемого и альвеолярного воздуха, насыщение крови кислородом, частоту сердечных сокращений, потребление кислорода, вентиляционный (ВЭ) и гемодинамический (ГЭ) эквиваленты, содержание лактата в крови, насыщение крови кислородом, параметры кислородных режимов организма.

Тест был повторен и после курса ИГТ, так как изменения его показателей позволили судить о происходящей адаптации организма лошадей к гипоксии. До курса ИГТ и после него проводилось также определение содержания гемоглобина и эритроцитов в крови, регистрировались показатели резвости рысаков (время прохождения рысью классической дистанции 1600 м в максимально возможном темпе).

Гипоксический тест позволил выбрать оптимальную концентрацию кислорода в газовой смеси для курса ИГТ и оценить эффективность данной тренировки для коррекции состояния функциональной системы дыхания лошадей.

Расчеты параметров кислородных режимов организма лошадей и некоторых функциональных

показателей ФСД рысаков проводили на математической модели кислородных режимов организма [17] и модели массопереноса респираторных газов, осуществляющегося функциональной системой дыхания [6, 17].

Результаты

Исследования функциональной системы дыхания лошадей рысистых пород позволили установить основные показатели состояния ФСД в условиях нормоксии:

Минутный объем дыхания, л/мин	45,8±1,46
Частота дыхания, дых/мин	9,3±0,81
Дыхательный объем, л	5,0±0,43
Поглощение кислорода кровью в легких, %	3,23±0,078
Потребление кислорода, мл/мин	1331,4±29,16
Вентиляционный эквивалент	34,4±0,43
Кислородный эффект дыхательного цикла, мл/дых. цикл	143,2±2,12
Частота сердечных сокращений, уд/мин	32,5±1,17
Ударный объем, мл ...	820,0±8,1
Минутный объем крови, л/мин	26,6±0,6
Гемодинамический эквивалент	20,0±0,4
Кислородный пульс, мл/серд. цикл	41,0±2,5
Содержание гемоглобина в крови, г/л	121,0±0,70
Кислородная емкость крови, мл/л	164,6±1,36
Содержание эритроцитов в крови, млн/мм ³	6,7±0,03

Особенностями функциональной системы дыхания рысистых лошадей 4—5 лет являются редкие дыхательный и сердечный ритмы, высокие минутные объемы дыхания и кровообращения, кислородные эффекты каждого дыхательного и сердечного циклов, большая скорость потребления кислорода и выделения углекислого газа.

Наши исследования позволили выявить особенности реакции ФСД рысистых лошадей на гипоксические воздействия. При вдыхании воздуха с 16% O_2 легочная вентиляция усиливается преимущественно за счет учащения дыхания. Частота дыхания увеличивается на 45,2%, дыхательный объем — только на 16,0%, минутный объем дыхания — на 69,9%, частота сердечных сокращений — на 12,3%, минутный объем крови (МОК) — на 19,0%; при вдыхании воздуха с 14% O_2 данные показатели увеличиваются соответственно на 69,9%, 24,0, 118,0, 43,1 и 18,0%, т. е. усиление внешнего дыхания и кровообращения становится значительно большим. Еще более усиливается дыхание и кровообращение при вдыхании воздуха с 12% O_2 , соответственно на 136,6%, 8,0, 159,8, 48,6 и на 22%. При вдыхании газовой смеси с 10% O_2 происходит выраженное снижение дыхательного объема до 86,0% нормоксического, но в результате учащения дыхания минутный объем дыхания становится на 154,4%, частота дыхания — на 195,7%, частота сердечных сокращений — на 59,4%, МОК — на 31,0% выше своих нормоксических значений.

Полученные данные позволяют заключить, что у рысаков минутный объем дыхания увеличивается в основном за счет его учащения: при вдыхании смеси с 10% O_2 дыхание лошадей оказывается в 2 раза чаще, чем в нормоксических условиях. Дыхательный объем увеличивается лишь до того момента, когда содержание кислорода во вдыхаемой газовой смеси снижается до 14%, при дальнейшем снижении pO_2 во вдыхаемом воздухе показатель снижается.

Определение потребления кислорода показало, что, повышаясь при вдыхании газовых смесей с 16—14% O_2 , уже при вдыхании газовой смеси с 12% O_2 уменьшается и становится ниже нормоксического значения.

В условиях гипоксии, когда содержание кислорода во вдыхаемой смеси падает до 12%, снижается экономичность вентиляции и кровотока: вентиляционный эквивалент возрастает в 2 раза и более, гемодинамический эквивалент — в 1,2 раза.

Важно отметить, что содержание лактата в крови рысаков повышается: при содержании кислорода в гипоксической газовой смеси 12% — с $0,73 \pm 0,051$ моль $\times 10^{-3}$ /л до $1,00 \pm 0,064$ моль $\times 10^{-3}$ /л, при вдыхании воздуха с 10% O_2 , — до $2,35 \pm 0,231$ моль $\times 10^{-3}$ /л.

Содержание кислорода в гипоксических смесях для курса ИГТ, режимы гипоксической тренировки, длительность курса выбирали по результатам гипоксического теста. В курсе ИГТ рысаков использовали ступенчатый метод адаптации к гипоксии.

После курса интервальной гипоксической тренировки в состоянии относительного покоя в условиях нормоксии отмечено изменение показателей состояния ФСД:

Минутный объем дыхания, л/мин	48,7±4,73
Частота дыхания, дых/мин	9,4±0,82
Дыхательный объем, л	5,2±0,56
Поглощение кислорода кровью в легких, %	3,68±0,073
Потребление кислорода, мл/мин	1612,9±31,1
Вентиляционный эквивалент	30,2±0,12
Кислородный эффект дыхательного цикла, мл/дых. цикл	171,6±1,18
Частота сердечных сокращений, уд/мин	32,1±1,84
Ударный объем, мл	840,0±11,2
Минутный объем крови, л/мин	26,9±0,4
Гемодинамический эквивалент	16,7±0,2
Кислородный пульс, мл/серд. цикл	50,3±3,3
Содержание гемоглобина в крови, г/л	139,0±0,73
Кислородная емкость крови, мл/л	189,0±1,06
Содержание эритроцитов в крови, млн/мм ³	7,2±0,06

Как известно, увеличение содержания гемоглобина приводит к повышению содержания кислорода в крови. Это оказывает положительное влияние на деятельность сердца [6], так как для поддержания определенного уровня скорости доставки кислорода артериальной кровью к тканям при

более высоком содержании кислорода в крови скорость кровотока и частота сердечных сокращений могут быть меньшими (скорость доставки кислорода определяется произведением содержания кислорода и минутного объема кровотока). Наши исследования подтверждают это положение.

Особенно четко выявилось влияние курса интервальной гипоксической тренировки на ФСД рысаков во время гипоксического теста, проведенного после курса ИГТ. Сравнение результатов тестирования до и после курса ИГТ позволило сделать следующие заключения: если при тестировании до курса ИГТ снижение дыхательного объема, резкое увеличение вентиляционного эквивалента, рост гемодинамического эквивалента становились явными уже при вдыхании гипоксической смеси (ГС) с 12% кислорода, то после курса ИГТ дыхательный объем удерживался на высоком уровне и при содержании в ГС 12 и 10% кислорода. Вентиляция и кровоток оказались более экономичными. Потребление кислорода организмом лошадей, снижавшееся до курса ИГТ уже при вдыхании воздуха с 12% O₂ оставалось на высоком уровне даже при вдыхании ГС с 10% кислорода.

Полученные данные свидетельствуют об улучшении состояния ФСД, о повышении аэробных возможностей организма, испытывающего третью степень гипоксии (субкомпенсированную) при большем снижении p₁O₂ (до 78 мм рт. ст.).

Тренинг рысистых лошадей в условиях кислородной недостаточности способствовал расши-

ленно адаптационных возможностей организма. Увеличилась аэробная и анаэробная способность организма лошадей, улучшилось состояние функциональной системы дыхания, достоверно ($P < 0,05$) повысились потребление кислорода и экономичность дыхания, кровообращения, возросли кислородный эффект дыхательного цикла и кислородный пульс, улучшились резвостные показатели.

Ипподромные испытания, проведенные до, во время и после курса ИГТ, указывают на высокую эффективность ее применения во время тренинга и испытаний рысаков. Активизация дыхательной функции крови у подопытных лошадей, новообразование эритроцитов и гемоглобина сделали возможным уменьшение частоты сердечных сокращений во время рысистых испытаний. О значительном улучшении состояния ФСД после курса интервальной гипоксической тренировки свидетельствуют не только показатели гипоксического теста, проведенного после нее, но и регистрация частоты сердечных сокращений во время участия рысаков в бегах на призы при ипподромных испытаниях. Лучшие результаты (меньшее время, затраченное лошадьми для прохождения классической дистанции 1600 м), были достигнуты рысаками после курса ИГТ при более редком сердечном ритме. Так, если до курса ИГТ частота сердечных сокращений на финише составляла $179,0 \pm 0,7$ уд/мин, то после курса ИГТ — $171,0 \pm 0,4$ уд/мин, т. е. снизилась на 8 уд/мин.

Нами установлено, что адаптация лошадей к пониженному парциальному давлению кислорода во вдыхаемом воздухе сопровождается изменениями не только частоты сердечных сокращений, но и сократительной способности миокарда, изменяются длительность электрической систолы и диастолы, «сердечного показателя», длительности электрокардиографических интервалов P-Q, ST и зубцов P и T [12].

В целом в результате применения комбинированного метода тренинга с использованьем интервальной гипоксической тренировки резвостные показатели и спортивные результаты рысаков достоверно возросли. У отдельных особей время прохождения классической дистанции 1600 м рысью в максимально возможном темпе сократилось на 3,4—11,6 сек сразу после окончания курса ИГТ и на 6,0—15,1 сек в конце бегового сезона. Если до курса ИГТ сумма выигрыша в среднем на одно выступление опытной лошади составляла 168,8 балла, то после прохождения тренировки данным методом этот показатель возрос до 209,2 балла. Все это, несомненно, указывает на эффективность применения интервальной гипоксической тренировки в процессе ипподромного тренинга и испытаний лошадей рысистых пород.

Выводы

1. Отличительными особенностями состояния функциональной системы молодых половозрелых лошадей рысистых пород являются редкий дыхательный и сердеч-

ный ритмы в покое, высокий кислородный эффект дыхательного и сердечного циклов, высокая функциональная скорость потребления кислорода тканями, высокие вентиляционный и гемодинамический эквиваленты.

2. У молодых половозрелых лошадей рысистых пород локальная тканевая гипоксия, характерная для третьей, субкомпенсированной степени гипоксии, проявляется при вдыхании воздуха с 12% кислорода.

3. Усиление вентиляции при вдыхании гипоксической газовой смеси происходит у рысаков преимущественно за счет учащения дыхательного ритма, усиление кровотока — за счет частоты сердечных сокращений. Дыхательный объем, увеличиваясь при вдыхании воздуха с 16—14% O_2 , начинает снижаться при более низком содержании кислорода во вдыхаемом воздухе и становится менее нормоксических значений при содержании в газовой гипоксической смеси 10% O_2 . Аналогично изменяется скорость потребления кислорода организмом. Содержание лактата в крови возрастает при вдыхании гипоксической газовой смеси, содержащей 12% кислорода и менее, что свидетельствует о повышении роли анаэробного гликолиза в обеспечении организма энергией.

4. Разработанная методика гипоксического тестирования состояния функциональной системы дыхания оказалась достаточно информативной, предложенный гипоксический тест позволяет оценить реакцию функциональ-

ной системы дыхания на гипоксические воздействия, определять степень гипоксии, осуществлять выбор режимов проведения курса нормобарической интервальной гипоксической тренировки и оценить ее эффективность.

5. Доказана высокая эффективность нормобарической интервальной гипоксической тренировки лошадей рысистых пород, проводимой на фоне их традиционного ипподромного тренинга.

6. Об эффективности метода свидетельствуют: улучшение состояния функциональной системы дыхания, сдвиг гипоксического порога для развития тканевой гипоксии в сторону уменьшения содержания O_2 в гипоксической газовой смеси, повышенные резвостных показателей во время бега на классической дистанции 1600 м — время прохождения дистанции сократилось на 6,0—15,1 сек.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агаджанян Н. А., Чижов А. Я. Критерии адаптации организма к гипоксической гипоксии. — Материалы Междунар. конф. «Гипоксия: деструктивное и конструктивное действие», Киев, 1998, с. 19—20.
2. Балабан В. Г., Колчинська А. З. Про лікування коклюшу розрідженим повітрям в барокамері. — Педіатрія, акуш. і гінекол., 1949, № 3, с. 16—18.
3. Белошицкий П. В., Колчинская А. З., Андреева А. П. и др. Лечение больных железодефицитными анемиями жителей аридной зоны в условиях горных высот. —

Адаптация и резистентность организма в условиях гор: Сб. науч. тр., Киев, 1986, с. 105—124. — 4. Булгакова Н. Ж., Ковалев Н. В., Волков Н. П. Потенцирование эффектов физической нагрузки у пловцов под влиянием интервальной гипоксической тренировки. — Материалы Междунар. конф., посвященной 50-летию научной деятельности и 80-летию со дня рождения А. З. Колчинской. Киев, 10—12 июня 1998 г., с. 41—42. — 5. Волков Н. П. Современные методы гипоксической подготовки в спорте. — Материалы Междунар. конф., посвященной 50-летию научной деятельности и 80-летию со дня рождения А. З. Колчинской. Киев, 10—12 июня 1998 г., с. 52—53. — 6. Вторичная тканевая гипоксия. Отв. ред. А. З. Колчинская. Киев, Наукова думка, 1983. — 7. Георгиевский В. П. Физиология сельскохозяйственных животных. — М.: Агропромиздат, 1990. — 8. Гуревич М. О., Сумская А. М., Хачатурян А. А. Опыт лечения депрессии гипоксемией. — Невропатол. и психиатрия. 1941, т. 10, вып. 9—10, с. 3—9. — 9. Каран Ю. М., Стрелков Р. Б., Чижов А. Я. Нормобарическая гипоксия в лечении, профилактыке и реабилитации. М.: Медицина, 1988. — 10. Кислородная терапия и кислородная недостаточность. Отв. ред. Н. Н. Сироткин. Киев, АН УССР, 1952. — 11. Карлсен Г. Г. Газообмен и расход энергии. — Книга о лошади. М.: Сельхозиздат, 1960, т. 5, с. 208—243. — 12. Козлов С. А. Динамика работоспособности лошадей разных пород под влиянием тренинга в средне-

горье. Интенсификация селекциии и технологии выращивания лошадей. — Сб. науч. трудов ВНИИ коневодства, 1988, с. 152—159. — 13. Козлов С. А. Возрастные и половые особенности состояния функциональной системы дыхания рысистых лошадей. — Сб. науч. трудов ВНИИ коневодства, 1998. 14. Козлов С. А., Колчинская А. З. Особенности дыхания рысаков. — Коневодство и конный спорт, 1998, № 3, с. 13. — 15. Козлов С. А., Колчинская А. З., Цыганова Т. Н. Изменения состояния функциональной системы дыхания лошадей в условиях пониженного парциального давления кислорода во вдыхаемом воздухе. — Материалы VIII Междунар. симпозиума «Эколого-физиологические проблемы адаптации» (27—30 января 1998 г.). М., 1998, с. 183—184. — 16. Колчинская А. З. Недостаток кислорода и возраст. Киев, Наукова думка, 1964. — 17. Колчинская А. З. Кислородные режимы организма ребенка и подростка. Киев, Наукова думка, 1973. — 18. Колчинская А. З. Кислород. Физическое состояние. Работоспособность. Киев, Наукова думка, 1991. — 19. Колчинская А. З., Закусов М. П., Радзиевский П. А., Козлов С. А. Механизмы эффективности интервальной гипоксической тренировки. — Материалы Междунар. конф., посвященной 50-летию научной деятельности и 80-летию со дня рождения А. З. Колчинской. Киев, 10—12 июня 1998 г., с. 98—100. — 20. Колчинская А. З., Расин С. Д. О влиянии пониженного парциального давления кислорода на

- организм больных психозами (попытка лечения психозов в барокамере). — Вопросы физиологии, 1953, № 4, с. 219—228. —
21. Коркушко О. В., Иванов Л. А. Гипоксия и старение. Киев: Наукова думка, 1980. —
22. Ласков А. А. Адаптация лошадей к хронической и острой гипоксии. М., Россельхозиздат, 1972. —
23. Миррахимов М. М. Сердечно-сосудистая система в условиях высокогорья. М.: Медицина, 1968. —
24. Миррахимов М. М., Гольдберг П. Н. Горная медицина. Фрунзе: Кыргызстан, 1978. —
25. Платонов В. Н. Общая теория подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Киев: Олимпийская литература, 1997. —
26. Полозков А. П. Влияние тренинга в среднегорье и препаратов аутогенной крови на функциональное состояние и работоспособность быстроаллюрных лошадей. Канд. дис., Дивово, 1985. —
27. Радзиевский П. А., Закусило М. П., Полищук Н. В. и др. Комбинированная гипоксическая тренировка как метод повышения работоспособности спортсменов. — Материалы Междунар. конф. «Гипоксия: деструктивное и конструктивное действие», Киев, 1998, с. 165—166. —
28. Сиротинин Н. Н. История развития учения о горной болезни. — Сб. работ Казанского мед. ин-та, 1931, т. 1, с. 88—93. —
29. Сиротинин Н. Н. Гипоксия. — Тр. конф. по проблемам кислородной недостаточности организма, Киев, АН УССР, 1949. —
30. Сиротинин Н. Н. Некоторые итоги изучения гипоксии. — Патологическая физиология и экспериментальная терапия, 1957, т. 1, № 5. —
31. Сиротинин Н. Н. Сравнительная физиология акклиматизации к высокогорному климату. — В кн.: Кислородная недостаточность. Киев, АН УССР, 1963. —
32. Специальная и клиническая физиология гипоксических состояний. Ответ. ред. А. З. Колчинская. Киев: Наукова думка, 1979, т. 1, с. 16—21. —
33. Стрелков Р. Б., Караи Ю. М., Чижов А. Я. и др. Метод. повышения неспецифической резистентности организма с помощью нормобарической гипоксической стимуляции. Метод. рекомендации. М., 1985. —
34. Стрелков Р. Б., Бельх А. Г., Караи Ю. М. и др. Повышение сопротивляемости организма к различным экстремальным факторам с помощью нормобарической гипоксической стимуляции. — Вестн. АМН СССР, 1988, № 5, с. 77—80. —
35. Сулов Ф. П. Тренировка в условиях среднегорья как средство повышения спортивного мастерства: Автореф. докт. дис., М., 1983. —
36. Ткачук Е. Н. Эффективность интервальной гипоксической тренировки: профилактика послеоперационных осложнений после удаления матки. — Нурохия Medical, 1993, № 3, с. 17—21. —
37. Цыганова Т. Н. Изменение васкуляризации плаценты и некоторых других органов в результате гипоксической тренировки. — Материалы Междунар. конф. «Гипоксия: деструктивное и конструктивное действие», Киев, 1998, с. 210—211. —
38. Цыганова Т. Н., Егорова Е. Б. Интервальная гипоксическая тренировка в акушерской и гинекологической

практике (Метод. рекомендации). М., 1993. — 39. Цыганова Т. Н., Егорова Е. Б. и др. Интервальная гипоксическая тренировка в условиях санаторно-курортного лечения (Метод. рекомендации). М.,

1994. — 40. Чижов А. Я., Осипенко А. В. О механизмах адаптации организма к дозированной гипоксической гипоксии. Пат. физиол., 1980, № 1, с. 69—72.

Статья поступила 26 апреля 1999 г.

SUMMARY

Data on condition of functional breathing system (FBS) and of oxygenous regimes of organism (ORO) in horses of roadster breeds obtained at their examination under conditions of normoxia and with inhalation of hypoxic gaseous mixtures containing 16, 14, 12 and 10% of O₂ are presented. Indicators which characterize condition of FBS and ORO in coursers are determined. It is shown that lower partial pressure of oxygen in inhaled air (pO₂) causes in animals stronger function of mechanisms directed to compensation of lowering pO₂ — intensification of breathing, blood circulation, respiratory function of blood. Horses of roadster breeds are more sensitive to hypoxia than man, in horses tissue hypoxia develops at relatively non-sharp hypoxic effect (at 12% of O₂ in gaseous mixtures). On the basis of data on FBS response of courses to hypoxia a new efficient method of preparing horses of roadster breeds to tests on hippodromes has been developed and evaluated — normobaric interval hypoxic training promoting higher aerobic FBS productivity, improvement of speed and sport indicators, as well as working capacity of coursers.