

**Николаева И. В., Косарев М. О., Сумная Д. Б., Косарева Д. Д.,
Кулешова М.В., Садова В. А., Кинзерский С. А.,
Кинзерский А.А., Быков Е.В., Григорьева Н.М.**

Россия, г. Челябинск

Уральский государственный университет физической культуры

Клиника профессора Кинзерского А.Ю.

ООО «СОНАР»

ООО «Центр нейромышечной стабилизации»

ПОВЫШЕНИЕ АДАПТАЦИОННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОРГАНИЗМА СПОРТСМЕНОВ С ПОМОЩЬЮ ЛЕЧЕБНО-ДИАГНОСТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

Аннотация. Обследованы 98 высококвалифицированных спортсменов, занимающихся различными видами спорта. С целью повышения адаптационных возможностей организма спортсменов применялись гиперкапнически-гипоксические тренировки на дыхательном тренажере 5-го поколения «Карбоник» профессора В.П. Куликова. Применение тренировки с гиперкапнической гипоксией позволяет за более короткие сроки подготовки повысить тренировочный эффект, улучшить функциональное состояние организма спортсменов, ускорить процессы восстановления после тренировочной нагрузки, добиться лучших спортивных результатов на соревнованиях.

Ключевые слова: гиперкапнически-гипоксические тренировки, карбоник-терапия, церебральная гемодинамика, дыхательный тренажер 5-го поколения «Карбоник» профессора В.П. Куликова.

IMPROVING THE ADAPTIVE CAPABILITIES OF ATHLETES' BODY WITH THE HELP OF MEDICAL AND DIAGNOSTIC COMPLEXES

Nikolaeva I.V., Kosarev M.O., Sumnaya D.B., Kosareva D.D.,

Kuleshova M.V., Sadova V.A., Kinzerskiy S.A.,

Kinzerskiy A.A., Bykov E.V., Grigorieva N.M.

Russia, Chelyabinsk

Ural State University of Physical Culture

Clinic of Professor Kinzersky A.Yu.

SONAR LLC

"Center of neuromuscular stabilization"

Annotation. 98 highly qualified athletes involved in various sports were examined. In order to increase the adaptive capacities of the athletes' organism, hypercapnic-hypoxic training on the 5th generation "Carbonic" breathing trainer of professor V.P. Kulikov. The use of training with hypercapnic hypoxia allows for a shorter training period to increase the training effect, improve the functional state of the body of athletes, accelerate the recovery processes after training load, and achieve better sports results in competitions.

Key words: hypercapnic-hypoxic training, carbonic therapy, cerebral hemodynamics, 5th generation "Carbonic" breathing trainer of professor V.P. Kulikov.

Особенностью современного спорта является предельный характер как физических, так и психических нагрузок для спортсменов. В связи с этим очевидна необходимость разработки и использования альтернативных методов и средств повышения спортивной работоспособности и ускорения процессов восстановления после нагрузок. Одним из приоритетных направлений повышения адаптивных возможностей организма спортсменов является усиление тренирующего воздействия на системы обеспечения организма кислородом и повышение способ-

ности организма переносить гипоксические и гиперкапнические сдвиги в организме [1,2].

Гипоксия, сопровождающая выполнение физических упражнений, неизбежно способствует усилению функциональной активности в условиях кислородной недостаточности, служит основным фактором, вызывающим развитие адаптационных изменений в организме и формирующим тренировочный эффект нагрузок [31]. Применение различных лечебно-диагностических комплексов, способных вызвать искусственные гипоксические состояния также оказывает существ-

венное влияние на развитие адаптации к физическим нагрузкам.

Одним из методов повышения индивидуальной гипоксической устойчивости организма спортсменов является гиперкапнически гипоксическая тренировка – метод, основанный на стимулирующем и адаптирующем действии дыхания воздухом с уменьшенным содержанием кислорода и повышенном содержании углекислого газа. CO₂ является одним из важнейших медиаторов ауторегуляции кровотока. Он является мощным вазодилататором, оказывает положительное инотропное и хронотропное действие на миокард и повышает его чувствительность к адреналину, что приводит к увеличению силы и частоты сердечных сокращений, величины сердечного выброса и, как следствие - ударного и минутного объема крови [3]. Это также способствует коррекции тканевой гипоксии и повышенного уровня CO₂ – так называемой гиперкапнии [4-10]. Анализ современных биохимических и патофизиологических взглядов на молекулярные механизмы окислительно-восстановительных процессов, проведенный С.И. Ковальчуком и соавт. (2016), свидетельствует, что CO₂ и ионы водорода (H⁺) являются главными регуляторами кислотно-щелочного равновесия в организме человека. Водород играет основную роль в образовании кислот и оснований, его концентрация должна находиться в строгих пределах, контролируемых организмом. При отклонении количества H⁺ от нормального, возникают сбои в работе ферментных систем и функциональных белков, порой несовместимые с жизнью. Некоторое количество H⁺ образуется в результате метаболизма биологических веществ - углеводов, жиров и белков. CO₂ фактически является потенциальной кислотой, и, хотя к нему не присоединен ион водорода, он является основным источником H⁺. CO₂ вступает в реакцию с водой, образуя угольную кислоту - H₂CO₃, которая тотчас диссоциирует с образованием протонов: $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3, \text{H}_2\text{CO}_3 \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$. Таким образом, при увеличении уровня CO₂ реакция сдвигается вправо, что приводит к повышению количества H⁺. В результате метаболизма углеводов и жиров каждый день в организме образуется около 150000 ммоль CO₂. Если бы CO₂ не выводился легкими, то накопление большого количества летучей угольной кислоты неизбежно приводило бы к ацидозу. Важно отметить, что CO₂ является жирорастворимой молекулой, легко проникает через мембраны в клетку, где, соединяясь с водой, приводит к

образованию H⁺ и HCO₃⁻. Из-за легкости перемещения, CO₂ фактически не создает различий pH по обе стороны клеточной мембраны. Внеклеточное буферирование CO₂ ограничено невозможностью работы бикарбонатной системы корректировать изменения H⁺, происходящие в результате реакции между CO₂ и H₂O.

Второй немаловажный процесс, обеспечивающий транспорт H⁺ через клеточные мембраны, это обмен H⁺ на K⁺ и Na⁺. Такой обмен необходим для поддержания электронейтральности и важен для коррекции метаболических расстройств. Поддержание кислотно-щелочного равновесия на определенном физиологическом уровне при изменяющихся режимах обменных процессов в организме (состояние покоя – состояние физической нагрузки) возможно лишь при наличии компенсаторных механизмов, которые обеспечиваются физиологическими системами, регулирующими баланс ионов водорода. К ним относятся непосредственно буферные системы жидкостного компартмента организма; дыхательная система (респираторный центр); мочевыделительная система (почки). Бикарбонатный буфер обеспечивает, в частности, защиту гемато-энцефалического барьера для подавляющего большинства веществ. К тому же, в тканях головного мозга происходят интенсивные метаболические процессы и CO₂, как продукт местного аэробного метаболизма поступает непосредственно в цереброспинальную жидкость, влияя на респираторную регуляцию. Образовавшийся в результате диссоциации угольной кислоты водород активирует хеморецепторы, увеличивая альвеолярную вентиляцию. Находящиеся в плазме ионы водорода также диффундируют в цереброспинальную жидкость, но значительно медленнее, чем CO₂. Конечное повышение H⁺ в цереброспинальной жидкости вызывает стимуляцию дыхательного центра, увеличивая тем самым альвеолярную вентиляцию и снижая в итоге парциальное содержание CO₂ [11]. При проведении лечебных процедур карбогенотерапии, за счет увеличения парциального давления CO₂, происходит замедление его массопереноса через аэрогематический барьер в альвеолы. Возникающая задержка выведения эндогенного CO₂ из альвеол (ретенция CO₂) приводит к рефлекторному возбуждению инспираторной зоны дыхательного центра и каротидных хеморецепторов [12]. Нарастание парциального давления CO₂ в свою очередь, стимулирует гемопозз и выход форменных элементов крови из депо. В резуль-

тате возникающей гиперкапнии тканей увеличивается альвеолярная вентиляция и минутный объем кровообращения. В связи с этим, карбогенотерапия обладает адаптогенным, метаболическим, гемостимулирующим, сосудорасширяющим и детоксикационным эффектами [12-15]

Согласно экспериментальным данным и классическим исследованиям, нормобарические гипоксически-гиперкапнические тренировки в настоящее время рассматриваются как один из активных методов, адресно влияющих на восстановление нарушенного гомеостаза, коррекции нарушений метаболических, гипоксических и ишемических процессов, расстройств центральной и церебральной гемодинамики [7,16-22]. При прерывистой, постепенно нарастающей кислородной недостаточности улучшение показателей функциональной системы дыхания и физического состояния спортсменов происходит в основном в результате положительного течения адаптационного процесса, сопровождающегося оптимальными изменениями в организме спортсмена в связи с воздействием применяемых средств и методов тренировок [22-25].

В современной восстановительной медицине представлено множество дыхательных тренажеров для тренировки дыхательных мышц и воздействия на организм путем изменения газового состава альвеолярного воздуха [26-30]. Наиболее распространенной группой тренажеров, насчитывающей пять поколений, являются дыхательные тренажеры для создания гиперкапнической гипоксии путем увеличения ДОМП (дыхательного объема «мертвого пространства»). Самым совершенным среди них является дыхательный тренажер «Карбоник». Это единственный представитель пятого поколения подгруппы, который отличается от других тренажеров, техническими новшествами, позволяющими плавно дозировать и регулировать концентрацию альвеолярных газов в широком диапазоне при минимальных габаритах.

Исходя из вышесказанного, актуальность проблемы разработки методики применения гиперкапнически-гипоксических тренировок на дыхательном тренажере «Карбоник» у спортсменов в различных видах спорта является не вызывающей сомнения.

Цель работы: выявить влияние карбо-ник-терапии на адаптационные возможности организма спортсменов.

Материал и методы исследования. Исследование проводилось в НИИ ОС

«УралГУФК», ООО «Клиника профессора Кинзерского», ООО «Сонар», ООО «CNS».

Были обследованы 98 высококвалифицированных спортсменов, занимающихся различными видами спорта.

Обследование проводилось до и после применения гиперкапнически-гипоксических тренировок на дыхательном тренажере «Карбоник» и включало в себя: исследования показателей церебральной гемодинамики (транскраниальное дуплексное сканирование ТКДС расширенное с пробами метаболической направленности), ультразвуковое исследование сосудов шеи с поворотными пробами в сегментах V2 и V4 позвоночных артерий, ультразвуковое исследование шейного отдела позвоночника; исследования с помощью лечебно-диагностического комплекса «Карбоник» (ЛДК), нагрузочное тестирование РWC-170.

Диагностика с помощью лечебно-диагностического комплекса (ЛДК) «Карбоник» проводится с целью определения устойчивости сердечно-сосудистой и дыхательной системы к гипоксии (кислородному голоданию), исследования реакции организма на гиперкапнию и гипокапнию для диагностики нарушений кардиоваскулярной реактивности, реактивности мозговых сосудов и резерва кардиореспираторной системы; проведения газоанализа альвеолярного воздуха для оценки состояния дыхательной системы и газообмена, выявления гипоксии, гиперкапнии, гипокапнии и гипервентиляционного синдрома.

Лечебно-диагностический комплекс «Карбоник» является автоматической полифункциональной системой, предназначенной для повышения концентрации углекислого газа и создания дефицита кислорода в альвеолярном воздухе и крови у человека (гиперкапническая гипоксия). Гиперкапническая гипоксия создается за счет повторного вдыхания (возвратное дыхание) последней (альвеолярной) порции выдохнутого воздуха, который содержит повышенную концентрацию углекислого газа и пониженную (дефицит) кислорода. Возвратное дыхание с увеличением концентрации CO₂ и снижением концентрации O₂ в альвеолярном воздухе осуществляется за счет создания дополнительного объема «мертвого» пространства (ДОМП) при помощи кассеты. Кассета как бы удлиняет воздухоносные пути (трахею, бронхи). «Мертвым» это пространство называется потому, что, находящийся в нем воздух, не обменивается газами с кровью.

Высокая эффективность создания гиперкапнической гипоксии в аппарате «Карбоник» достигается тем, что в приборе используется оригинальная кассета в виде ячеистой структуры, обеспечивающей разделение (сепарацию) выдыхаемого воздуха на порции с сохранением и последующим вдыханием последней (альвеолярной) порции. Регулировка концентрации газов в альвеолярном воздухе достигается путем плавного изменения ДОМП от 500 до 1000 мл при помощи заслонки. С увеличением ДОМП в последней порции выдыхаемого воздуха увеличивается парциальное давление CO_2 ($P_{\text{et}} \text{CO}_2$) и снижается парциальное давление кислорода. Заслонка вращается при помощи электропривода.

Корпус прибора содержит кассету, состоящую из множества мелких каналов, основное назначение которых заключается в разделении потока выдыхаемого воздуха на порции, с задержкой последней порции выдохнутого воздуха, содержащей избыточное количество углекислого газа и дефицит кислорода. Заслонка представляет собой узел регулировки концентрации газов, основным назначением которого является динамическое изменение количества каналов кассеты, участвующих в процессе дыхания, за счет изменения положения заслонки, что непосредственно влияет на концентрацию углекислого газа и кислорода в дыхательной смеси. На заслонке нанесена градуировка с обозначением объема мертвого пространства (рабочий объем), который соответствует сумме объемов каналов, участвующих в дыхании. Каждому значению рабочего объема соответствует определенная индивидуальная концентрация CO_2 и O_2 в альвеолярном воздухе, которая может быть измерена при помощи газоанализа и показана на дисплее персонального компьютера. Узел разделения воздушных потоков содержит клапанный механизм и датчик кислорода. Клапанный механизм обеспечивает разделение воздушных потоков с направлением выдыхаемого воздуха к датчику кислорода.

Блок управления с программным обеспечением обеспечивает передачу информации от датчика кислорода к персональному компьютеру и от компьютера на электропривод заслонки, выбор режима работы прибора, установку требуемой концентрации углекислого газа и кислорода в альвеолярном воздухе и программу ее изменения во времени, оценку реактивности мозговых сосудов на гиперкапнию с автоматическим расчетом показателей, проведение динамического газоанализа [30].

Перед тем как начать диагностику, мы проводим пробную ознакомительную тренировку на дыхательном тренажере, без подключения газоанализатора. Затем оцениваем кардиоваскулярную реактивность на гиперкапнию для определения кардиологических рисков и верификации гипертензивного синдрома. В режиме «Кардиоваскулярная реактивность» на основании параметров артериального давления и частоты сердечных сокращений, измеряемых во время исследования, программа мониторирует концентрацию CO_2 в выдыхаемом воздухе, производит расчет и выносит заключение по состоянию кардиоваскулярной реактивности на гиперкапнию. Далее определяем кардиореспираторный резерв с оценкой восстановления газового гомеостаза после задержки дыхания. В режиме «Кардиореспираторный резерв» программа мониторирует концентрацию O_2 и CO_2 в выдыхаемом воздухе в покое и после максимальной задержки дыхания на вдохе. Исследование будет продолжаться 1 минуту, затем появится информационное окно, сигнализирующее о необходимости сделать глубокий вдох и задержать дыхание на максимально возможное время.

После возобновления дыхания программа будет продолжать регистрацию показателей газообмена до восстановления газового гомеостаза к исходному уровню, затем отобразится заключение о состоянии кардиореспираторного резерва и газового гомеостаза. После этого в режиме «Тестирование цереброваскулярной реактивности на гиперкапнию» программа проводит оценку цереброваскулярной реактивности и позволяет оценить диапазон вазомоторной реактивности.

Регистрация мозгового кровотока проводится при помощи транскраниального дуплексного сканирования (ТКДС). Показатели средней скорости кровотока TAMX и индекса резистентности RI заносятся в соответствующие поля и на этой основе рассчитываются индексы мозговой реактивности: индекс реактивности на гиперкапнию VRhyperCO₂, коэффициент относительной реактивности (CRR), показатель резерва вазодилатации RV. Цереброваскулярная реактивность на гиперкапнию определяется для оценки перфузионного резерва мозгового кровообращения. Далее проводим газоанализ альвеолярного воздуха для оценки состояния дыхательной системы и газообмена, выявления гипоксии, гиперкапнии, гипокпапии и гипервентиляционного синдрома.

Программа «Индивидуальный подбор режима» автоматически определит исходное

состояние респираторной функции и вынесет первичную рекомендацию для выбора режима тренировки из трех интегрированных вариантов и («Лечебный», «Профилактический», или «Спортивный»); на втором этапе программа определит оптимальное положение заслонки для достижения пациентом эффективной концентрации CO₂ и вынесет заключение по режиму тренировки.

Дыхательные тренировки проводились с помощью ДТ 5-го поколения «Карбоник» курсом 5 недель.

Результаты исследования. По результатам исследования показателей церебральной гемодинамики (транскраниальное дуплексное сканирование ТКДС) после курса (5 недель) гиперкапнически-гипоксических тренировок (ГГТ) отмечалось повышение скорости кровотока (конечно-диастолической, Ved, см/с) в средней мозговой артерии (СМА) на 15–18 % и восстановление симметричности кровотока (по средней скорости кровотока, TAMX см/с).

До ГГТ межсторонняя асимметрия кровотока составляла 27–29 % по СМА, после курса ГГТ асимметрия кровотока составляла 8–10 %.

По пробам метаболической направленности – гипокапническая (вазоконстрикторная) и гиперкапническая (вазодилаторная) – было выявлено, что до ГГТ у 42 человек отмечалось повышение коэффициента (избыточная вазоконстрикция) и у 52 человек снижение коэффициента (недостаточная вазодилатация). После курса карбоник-терапии в обеих группах коэффициенты восстановились до нормы. После проведения курса карбоник-терапии повышается метаболический перфузионный резерв.

Коэффициент полушарного индекса мозгового кровотока (индекс Линдегарда) у 68 спортсменов до карбоник-терапии был превышен, что характерно для состояния функционального ангиоспазма, ангиоспазма легкой степени. После ГГТ показатели коэффициента были вариабельны: у 9 человек – снижение, у 89 человек – восстановление в пределах нормы.

Из 98 спортсменов, у которых изначально был повышен индекс цереброваскулярного сопротивления (ИЦВС), после ГГТ у 19 человек отмечалось снижение ИЦВС, а у 79 человек – восстановление коэффициента в пределах нормы. У спортсменов с низким индексом цереброваскулярного сопротивления после курса карбоник-терапии значимого изменения коэффициента не отмечалось. В результате проведенного исследования показано, что под влиянием карбоник-терапии

происходит снижение нарушений ауторегуляции мозгового кровообращения (по результатам гиперкапнической и гипокапнической проб), нормализуется сосудистый тонус, уменьшается гиперрезистивность церебральных артерий.

Определение физической работоспособности с помощью теста PWC-170 позволяет получить обширную информацию, которая может быть использована как для характеристики резервов организма испытуемого, так и для динамического наблюдения за его физической подготовленностью. По результатам нагрузочного теста до и после курса гипоксически-гиперкапнических тренировок на дыхательном тренажере «Карбоник» было отмечено повышение физической работоспособности у всех обследуемых спортсменов. Активные дыхательные тренировки, в отличие от дыхательных упражнений в покое, позволяют более эффективно влиять на коррекцию процессов гипоксии, обеспечивая в ходе проведения тренировок у спортсменов оптимальные компенсаторно-адаптационные реакции, что способствует высоким спортивным достижениям. Одновременное применение физических, биомеханических и физиологических факторов приводит к увеличению коэффициента использования O₂, улучшает характеристики внешнего дыхания в процессе выполнения физических упражнений, стимулирует процессы O₂-зависимого энергообмена.

Заключение.

Лечебная гипоксия и гиперкапния являются перспективными направлениями медицины для улучшения функций жизненно важных органов, в частности, головного мозга. Полученные данные подтвердили важную роль применения карбоник-терапии в тренировочном процессе и реабилитации спортсменов. В условиях ужесточающегося допинг-контроля очень важно, что ДТ «Карбоник» не является фармакологическим средством увеличения адаптационных резервов организма. Сочетание гиперкапнических и гипоксических воздействий с тренировочными нагрузками разнонаправленного характера более эффективно, чем спортивная тренировка сама по себе.

Применение тренировок с гиперкапнической гипоксией позволяет за более короткие сроки подготовки повысить тренировочный эффект, улучшить функциональное состояние организма спортсменов, ускорить процессы восстановления после тренировочной нагрузки, добиться лучших спортивных результатов на соревнованиях. Все это определяет необходимость внедрения дыхатель-

ных тренировок в систему спортивной подготовки спортсменов, специализирующихся в различных видах спорта с целью повышения адаптационных возможностей.

Список литературы

1. Кулешова М.В. Роль гипоксически-гиперкапнических тренировок на подготовленность спортсменов разных специализаций / М.В. Кулешова, Д.Б. Сумная, И.В. Николаева, Е.В. Быков, М.С. Кулешов, В.А. Садова // Вопросы функциональной подготовки в спорте высших достижений: материалы VI всерос. науч.-практ. конф. / СибГУФК, Омск, 2019. – С. 92-97.

2. Кулешова М.В. Применение гипоксически-гиперкапнических тренировок на дыхательном тренажере «Карбоник» и церебральная гемодинамика у спортсменов / М.В. Кулешова, И.В. Николаева // II Европейские игры – 2019: психолого-педагогические и медико-биологические аспекты подготовки спортсменов: материалы Междунар. Науч.-практ. Конф., Минск, 4–5 апр. 2019 г.: в 4 ч. / Белорус. Гос. Ун-т физ. Культуры; редкол.: С. Б. Репкин (гл. Ред.), Т. А. Морозевич-Шилук (зам. Гл. Ред.) [и др.]. – Минск: БГУФК, 2019. – Ч. 4. – С.276-279.

3. Маршак М.Я. Физиологическое значение углекислоты / М.Я. Маршак. – М.: Медицина, 1969. – 144с.

4. Гридин Л.А. Современные представления о физиологических и лечебно-профилактических эффектах действия гипоксии и гиперкапнии / Л.А. Гридин. – М.: Медицина. – 2016 (3). – С.14-18.

5. Кривошеков С.И. Влияние десяти сеансов интервальной гипоксической тренировки на эффективность газообмена и уровень липидов крови у больных стенокардией в условиях санаторно-курортного лечения / С.И. Кривошеков, Н. Цзо, Т.В. Нешумова, Т.С. Кузовлева, О.М. Кузнецов // *Nuroxia medica J.* – 1996. – Vol. (1) – P. 14-15.

6. Куликов В.П. Эффективность гиперкапнической гипоксии в повышении толерантности головного мозга к ишемии / В.П. Куликов, А.Г. Беспалов, Н.Н. Якушев // Вестник восстановительной медицины. – 2009. – №5(23). – С. 3-10.

7. Косарева Д.Д. Влияние фасциальных манипуляций на липидную перекисидацию и антиокислительную активность при тревожных расстройствах с цервикальным мышечно-тоническим синдромом / Д.Д. Косарева, В.А. Садова, М.О. Косарев, Д.Б. Сумная, И.В. Николаева, А.А. Кинзерский, Н. А. Сумный // Мануальная терапия. – 2019. – №4. – С.3-12.

8. Nikolaeva I.V. Dynamics of indicators of lipid peroxide oxidation and antioxidant

system in hypoxically hypercapnic training in patients of the alarm spectrum / I.V. Nikolaeva, D. Sumnaya, M.V. Kuleshova, V.A. Sadova // Scientific journal “Fundamentalis scientiam” Madrid, Spain. – 2018. – №25. – P. 38-43.

9. Nikolaeva I. Application of hypoxically-hypercapnic trainings in alarm spectrum patients and their effect on the performances of lipid oxidation and antioxidant system / I. Nikolaeva, D. Sumnaya, V. Sadova, M. Kuleshova // *J.«Austria-science»* - 2019. – №23, (1) – P.33-36.

10. Ковальчук С.И. Молекулярный механизм действия нормобарических гипоксически-гиперкапнических тренировок (научный обзор). Акт. вопр. курорт., физиотер. и мед. реабилитации / С.И. Ковальчук, В.А. Ежова, Л.Ш. Дудченко, А.А. Ковганко, А.Ф. Пьянков // Труды Крым. Респ. НИИ ФМЛ и МК им. И.М. Сеченова. 2016. – Т. XXVII (2). – С. 75-90.

11. Осьмак Е.Д. Особенности умственной и психомоторной работоспособности в условиях гипоксии при старении / Е.Д. Осьмак, Э.О. Асанов // Проблемы старения и долголетия. – 2011. – № (4). – С. 402-409.

12. Горанчук В.В. Гипокситерапия / В.В. Горанчук, Н.И. Сапова, А.О. Иванов. – СПб.: ООО «Олби-Спб», 2003. – 536с.

13. Колчинская А.З. Нормобарическая гипоксическая тренировка в медицине и спорте. / А.З. Колчинская, Т.Н. Циганова, А.А. Остапенко. – М.: Медицина, 2003. – 408с.

14. Коркушко О.В. Умственная работоспособность и психомоторная реакция: влияние гипоксических тренировок. / О.В. Коркушко, Э.О. Асанов, Е.Д. Осмах // Возрастные аспекты неврологии: Материалы XIV междунар. конф. – Киев. – 2012. – С. 249-254.

15. Николаева И.В. Влияние карбоник-терапии при панических расстройствах на церебральную гемодинамику / И.В. Николаева, Д.Б. Сумная, В.А. Садова, М.В. Кулешова // Научно-практический журнал Мануальная терапия – 2020. – №1-2(77-78). – С. 13-20.

16. Куликов В.П. Сравнительная эффективность гипоксии, гиперкапнии и гиперкапнической гипоксии в увеличении резистентности организма к острой гипоксии в эксперименте / В.П. Куликов, П.П. Трегуб, А.Г. Беспалов, А.Ю. Введенский // Патологическая физиология и экспериментальная терапия. – 2013. – №3. – С. 59-61.

17. Куликов В.П. Эффективность гиперкапнической гипоксии в реабилитации после ишемического инсульта // В.П. Куликов, П.П. Трегуб, А.Г. Беспалов, С.А. Федянин, И.В. Тен // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2013. – № 5. – С. 47-48.

18.Кулешова М.В. Изменение показателей церебральной гемодинамики и липидной перекисидации у спортсменов под влиянием гиперкапнически-гипоксических тренировок на дыхательном тренажере / М.В. Кулешова, И.В. Николаева, Д.Б. Сумная, Е.В. Быков, В.А. Садова, М.С. Кулешов // Современные вопросы биомедицины. – 2018. – Т.2. – №4. – С. 45-51.

19.Bernandi S. Respiration and cardiovascular adaptation to progressive hypoxia. Effect of internal hypoxic training. / S. Bernandi, et all. // Enrop. Hearth; 2001. - № 22(16). – P. 879-886.

20.Thomas R.G. Exercise training in chronic hypoxia has no effect on ventilator muscle function in humans / R.G. Thomas, P.C. LaStayo, H. Hoppeler, R. Favier, G. Ferrenti, B. Kayser et all.// Respiration Physiology. – 1998. - Vol. 112 (2). – P.195-202

21.Царев А.Ю. Динамика показателей внешнего дыхания, вегетативных и когнитивных функций под влиянием нормобарических гипоксически-гиперкапнических тренировок у больных хронической ишемией мозга атеросклеротического генеза / А.Ю. Царев, Л.А. Куницына, В.В. Ежов, Е.Ю. Колесникова и др. // Вестник физиотерапии и курортологии – 2017. - №1. - С.28-33

22.Дышко Б.А. Инновационные подходы к совершенствованию физической работоспособности спортсменов на основе применения тренажеров комплексного воздействия на дыхательную систему / Б.А. Дышко, А.Е. Головачев // Вестник спортивной науки. – 2011. - №1. – С. 7-12.

23.Дышко Б.А. Инновационные технологии тренировки дыхательной системы / Б.А. Дышко, А.Е. Кочергин, А.Б. Головачев // Москва: Теория и практика физической культуры и спорта. - 2012. - 122 с

24.Кривошеков С.Г. Стресс, функциональные резервы и здоровье / С.Г. Кривоше-

ков //Сибирский педагогический журнал. – 2012. - № 9. – С. 104-109.

25.Куликов В.П. Эффективность гиперкапнической гипоксии в повышении толерантности головного мозга к ишемии. / В.П. Куликов, А.Г. Беспалов, Н.Н. Якушев // Вестник восстановительной медицины. - 2009. - № 5 (33). – С. 22-31.

26.Куликов В.П. Клиническая патофизиология нарушений мозгового кровообращения: новые методы диагностики, профилактики и лечения / В.П. Куликов, М.Л. Дическул, С.В. Засорин, Р.Н. Кирсанов // Проблемы клинической медицины. – 2014. - №3-4(34). – С. 40-54.

27.Куликов В.П. Сравнительная эффективность гипоксии, гиперкапнии и гиперкапнической гипоксии в увеличении резистентности организма к острой гипоксии в эксперименте / В.П. Куликов, П.П. Трегуб, А.Г. Беспалов, А.Ю. Введенский // Патологическая физиология и экспериментальная терапия. – 2013. - №3. – С. 59-61.

28.Куликов В.П. Эффективность гиперкапнической гипоксии в реабилитации после ишемического инсульта / В.П. Куликов, П.П. Трегуб, А.Г. Беспалов, С.А. Федянин, И.В. Тен // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2013. - № 5. – С. 47-54.

29.Трегуб П.П. Стресс эндоплазматического ретикулума нейронов при инсульте максимально ограничивается сочетанием гиперкапнии и гипоксии / П.П. Трегуб, В.П. Куликов, Ю.Г. Мотин, М.Е. Нагибаева // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2016. – Т. 161(4). – С. 457-461.

30.Руководство по эксплуатации ЛДК Карбоник-0,1, В.П. Куликов 2012г.

31.Человек и гипоксия: проблемы и перспективы. Монография // Е.В. Быков, О.А. Голодов, А.П. Исаев. – Челябинск, 1999. – 124 с.