

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИНСТИТУТ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ МЕДИЦИНЫ И БИОЛОГИИ
КАФЕДРА ФИЗИОЛОГИИ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Специальность: 012000 – физиология 020205.65

Специализация: физиология человека и животных

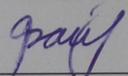
ДИПЛОМНАЯ РАБОТА
НА ТЕМУ:

**Особенности реакции кардиореспираторной системы у
высококвалифицированных спортсменов-пловцов в период
реадаптации после пребывания в среднегорье**

Работа завершена:

Студент(ка) гр. 01-004

“26” мая 2015 г.



И.Т.Файзуллина

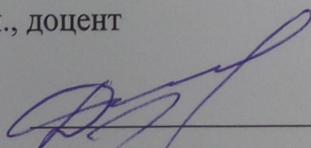
подпись

Работа допущена к защите:

Научный руководитель:

Нач. отдела организации медико – профилактической работы
и психологической помощи КФУ, д.б.н., доцент

“26” мая 2015 г.

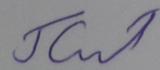


В.Г.Двоеносов

подпись

Заведующая кафедрой,
д.б.н., профессор

“26” мая 2015 г.



Г.Ф.Ситдикова

подпись

Оглавление

Введение.....	3
1.1 Что такое гипоксия?.....	5
1.2 Защитно-приспособительные реакции	8
1.3 Недостаток кислорода как лечебный фактор.....	12
1.4 Причины, вызвавшие использование тренировки в условиях среднегорья в спортивной практике	15
1.5 Классификация высотных уровней.....	21
1.6 Теоретические предпосылки к обоснованию тренировки в горных условиях	26
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	33
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЯ.....	35
ВЫВОДЫ.....	51
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	52
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	53

Введение

Актуальность. Изучение механизмов адаптации к физическим нагрузкам является одной из основных проблем современной физиологии и медицины, поскольку в процессе жизнедеятельности организм человека постоянно сталкивается с изменениями гомеостаза, возникающими в процессе выполнения движений. Спортивная деятельность сопряжена с предельными по интенсивности и длительности физическими нагрузками, которые связаны с мобилизацией физиологических функций систем, определяющих общую физическую работоспособность и спортивный результат [Ванюшин, 1998].

Адаптация к физическим нагрузкам, составляющая основу тренированности сопровождается морфофункциональными- изменениями соматических и висцеральных органов, определяющих толерантность к мышечной деятельности [Балыкин с соавт, 2011]. В процессе длительных занятий циклическими видами спорта в организме происходит целый ряд структурных изменений, обеспечивающих высокую производительность систем, ответственных за доставку кислорода, поскольку именно они играют определяющую роль в обеспечении повышенного обмена веществ, вызванного мышечной деятельностью. Высокий, уровень развития, функциональных способностей систем дыхания, кровообращения и крови, как правило, определяют высокую общую и специальную работоспособность организма спортсменов [Граевская, Долматова, 2004].

Известно, что рост спортивных результатов в процессе многолетней подготовки связан с непрерывным повышением тренировочных и соревновательных требований. Для выполнения этих требований спортсмен может идти двумя путями: увеличивать внешние параметры нагрузки - общий и частные ее объемы, интенсивность выполнения упражнений и т.д., вызывающие соответствующие сдвиги и последующие перестройки в морфофункциональных системах организма, - и за счет применения мероприятий и процедур, непосредственно влияющих на эти системы,

затрудняющих или облегчающих их деятельность (фармакологические препараты, маски, дыхательные смеси, барокамеры и др.).

Тренировка в условиях горного климата дает возможность одновременно идти обоими путями, используя суммарное воздействие на организм спортсменов затрудненных климатогеографических факторов, рельефа местности и различных параметров тренировочных и соревновательных нагрузок.

Поэтому тренировка в горных условиях как дополнительное средство повышения спортивной работоспособности более целесообразна, чем другие, искусственные, способы стимулирования спортивных достижений.

В то же время известны случаи, когда отдельные спортсмены и целые команды после тренировки в горах выступали в состязаниях неудачно. Поэтому высказывалось мнение, что для выдающихся спортсменов нет необходимости тренироваться в среднегорье, так как их организм и так находится на очень высоком функциональном уровне. Причина таких взглядов в первую очередь в недостатке информации по обоснованию методики спортивной тренировки в горных условиях [Суслов и соавт, 1999].

Исходя из этого, была определена цель исследования: изучить особенности реакции кардиореспираторной системы у высококвалифицированных спортсменов-пловцов в период реадaptации после пребывания в среднегорье.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

1. Исследовать влияние среднегорья на показатели внешнего дыхания организма спортсменов-пловцов.
2. Исследовать влияние среднегорья на показатели сердечно-сосудистой системы организма спортсменов-пловцов.
3. Определить влияние спортивных тренировок в условиях среднегорья на изменение показателей кардиореспираторной системы спортсменов пловцов-высокой квалификации в период реадaptации на равнине.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Что такое гипоксия?

Один из важнейших элементов гомеостаза высших животных и человека - кислородный гомеостаз. Сущность его - создание и поддержание эволюционно закрепленного оптимального уровня напряжения кислорода в структурах, обеспечивающих освобождение энергии и ее утилизацию.

Кислородный гомеостаз создается и поддерживается деятельностью системы обеспечения организма кислородом, включающей внешнее дыхание, кровообращение, кровь, тканевое дыхание, нейрогуморальные регуляторные механизмы.

В нормальных условиях эффективность биологического окисления, соответствует функциональной активности органов и тканей. При нарушении этого соответствия возникает состояние энергетического дефицита, приводящее к разнообразным нарушениям вплоть до гибели ткани. Недостаточное энергетическое обеспечение процессов жизнедеятельности и лежит в основе состояния, называемого гипоксией.

Гипоксия (кислородное голодание, кислородная недостаточность) - типовой патологический процесс, возникающий в результате недостаточности биологического окисления и обусловленной ею энергетической необеспеченности жизненных процессов. Поскольку в обеспечении тканей кислородом участвует ряд органов и систем (органы дыхания, сердечно-сосудистая система, кровь и др.) нарушения функции каждой из этих систем может привести к развитию гипоксии. Деятельность указанных систем регулируется и координируется центральной нервной системой, в первую очередь, корой головного мозга. Поэтому нарушение центральной регуляции этих систем также приводит к развитию кислородного голодания. Гипоксия является патогенетической основой разнообразных патологических состояний и заболеваний. При любом

патологическом процессе присутствуют явления гипоксии. Поскольку смерть является стойким прекращением спонтанного кровообращения и дыхания, значит, в конце любой смертельной болезни, не зависимо от ее причин наступает острая гипоксия. Умирание организма всегда сопровождается тотальной гипоксией с развитием гипоксического некробиоза и гибелью клеток. Кислородное голодание часто является ближайшей причиной расстройств еще и потому, что запасы кислорода у высших организмов ограничены: у человека, примерно, 2-2,5 л. Этих запасов кислорода, даже при условии полного использования их, достаточно для существования лишь в течение нескольких минут, но нарушение функций возникает при наличии еще значительного содержания кислорода в крови и тканях [Агаджанян Н. А. и соавт., 1998].

Классификация гипоксии.

В зависимости от причин и механизма развития различают следующие основные типы гипоксий.

1) Экзогенные гипоксии, возникающие при воздействии на систему обеспечения кислородом внешних факторов - изменения содержания кислорода во вдыхаемом воздухе, изменения общего барометрического давления:

а) гипоксический (гипо- и нормобарический),

б) гипероксический (гипер- и нормобарический).

2) дыхательный (респираторный);

3) циркуляторный (сердечно-сосудистый) - ишемический и застойный»;

4) гемический (кровяной) - анемический и вследствие инактивации гемоглобина;

5) тканевый (первично-тканевый) - при нарушении способности тканей поглощать кислород, или при разобщении окисления и фосфорилирования

(гипоксия разобщения).

б) субстратный, (при дефиците субстратов).

7) Перегрузочный ("гипоксия нагрузки") при увеличении нагрузки на систему обеспечения кислородом.

8) Смешанный.

По течению выделяют гипоксии:

а) молниеносную (взрывную), длящуюся несколько десятков секунд,

б) острую - десятки минут,

в) подострую - часы, десятки часов,

г) хроническую - недели, месяцы, годы.

По распространенности различают:

а) общую гипоксию и

б) регионарную;

По степени тяжести:

а) легкую,

б) умеренную,

в) тяжелую,

г) критическую (смертельную) гипоксии [Агаджанян Н.А., Чижов А.Я., 1998].

1.2 Защитно-приспособительные реакции

С умеренной гипоксией человек встречается еще во внутриутробном периоде. Периодически дефицит кислорода сопровождает человека и в повседневной жизни; он возможен во сне, при физической нагрузке, при многих заболеваниях, и в процессе эволюции живые организмы выработали достаточно мощные механизмы приспособления, направленные на поддержание биологического окисления в неблагоприятных условиях.

Различают реакции, направленные на приспособление к кратковременной острой гипоксии (срочные реакции) и реакции, обеспечивающие устойчивое приспособление к менее выраженной, но длительно существующей или многократно повторяющейся гипоксии (реакции долговременного приспособления)

Срочные реакции осуществляются на базе имеющихся в организме физиологических механизмов и возникают немедленно или вскоре после начала действия гипоксического фактора. Снижение напряжения кислорода в артериальной крови вызывает возбуждение хеморецепторов (в первую очередь синокаротидной зоны, дуги аорты, сосудов малого круга), мощную афферентацию в ЦНС, резко выраженную активацию ретикулярной формации, усиление ее активирующего влияния на жизненно важные центры коры и ствола головного мозга, спинного мозга, активацию симпатoadреналовой системы, выброс большого количества катэхоламинов и включение механизмов мобилизации резервов - дыхательного, гемодинамического, эритропонтического, тканевого.

Реакции системы дыхания проявляются в увеличении альвеолярной вентиляции за счет углубления дыхания, учащения дыхательных экскурсий, мобилизации резервных альвеол. Возникает компенсаторная одышка. Минутный дыхательный объем может увеличиться до наибольшего своего резерва - 120 л/мин (в покое - 8 л/мин).

Увеличение вентиляции сопровождается усилением легочного

кровообращения, повышением перфузионного давления в капиллярах легких и нарастание проницаемости альвеолярно-капиллярных мембран для газа. В условиях тяжелой гипоксии дыхательный центр может становиться практически реактивным по отношению к любым внешним регуляторным влияниям, как возбуждающим, так и тормозным. В критических ситуациях происходит переход на автономный максимально экономичный для нейронов дыхательного центра режим деятельности по критерию расхода энергии на единицу вентиляции. Компенсаторная гипервентиляция может вызвать гипокапнию, которая в свою очередь компенсируется обменом ионов между плазмой и эритроцитами, усиленным выведением бикарбонатов и основных фосфатов с мочой и др.

Реакции системы кровообращения выражаются в учащении сердечных сокращений, увеличении массы циркулирующей крови за счет опорожнения кровяных депо; увеличении венозного притока, ударного и минутного объема сердца, скорости кровотока; происходит перераспределение крови в организме - увеличение кровоснабжения мозга и сердца - возрастает объем коронарного и мозгового кровотока (расширение артерий и капилляров) и др. жизненно важных органов и уменьшение кровоснабжения мышц, кожи и др. (централизация кровообращения). При глубокой гипоксии сердце может подобно дыхательному центру в значительной степени освободиться от внешней регуляции и перейти на автономную деятельность. Конкретные параметры последней определяются метаболическим статусом и функциональными возможностями проводящей системы, кардиомиоцитов и других структурных компонентов сердца. Функциональная изоляция сердца в условиях тяжелой гипоксии аналогично дыхательной системе является крайней формой адаптации в критическом состоянии, способной в течение некоторого времени поддерживать необходимый для жизни коронарный и мозговой кровоток. Существенное значение имеет активность симпатoadреналовой системы, вызывающей гиперфункцию сердца, сужение

артериол, шунтирование кровотока в органах со сниженной функцией. Наряду с этим усиливается активность и парасимпатической системы – в миокарде повышается содержание ацетилхолина, который снижает высвобождение норадреналина из нервных окончаний сердца, уменьшает чувствительность адренорецепторов, предупреждая возникновение стрессорного перенапряжения и метаболических микрозлов миокарда в условиях гипоксии.

Реакции системы крови характеризуются повышением ее кислородной емкости за счет выхода эритроцитов из синусов костного мозга, а затем и активации эритропоэза, обусловленной усиленным образованием эритропоэтических факторов в почках при их гипоксии. Большое значение имеют резервные свойства гемоглобина, позволяющие связывать почти нормальное количество кислорода при снижении его парциального давления в альвеолярном воздухе и в крови легочных сосудов. Кроме того, оксигемоглобин способен отдавать тканям большое количество кислорода даже при умеренном снижении напряжения кислорода в тканевой жидкости, чему способствует развивающийся в тканях ацидоз, т.к. при повышении концентрации водородных ионов оксигемоглобин легче отщепляет кислород. Приспособительное значение имеет и увеличение в мышечных органах миоглобина, который также обладает способностью связывать кислород даже при низком его напряжении в крови. Образующийся оксимеоглобин служит резервом кислорода, который способствует поддержанию окислительных процессов.

Тканевые механизмы реализуются на уровне системы утилизации кислорода, синтеза макроэргов и их расходования. Это ограничение активности, а, следовательно, энергозатраты и потребление кислорода органов и тканей, непосредственно не участвующих в обеспечении транспорта кислорода (пищеварительная, выделительная и др.), увеличение сопряженности окисления и фосфорилирования, усиление анаэробного синтеза АТФ за счет активации гликолиза. Активация гликолиза – важный

компенсаторно-приспособительный механизм на молекулярно-клеточном уровне, который происходит «автоматически» во всех случаях гипоксии. Важной приспособительной реакцией является также возбуждение гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы (стресс - синдром) и усиление выделения кортикотропина, глюкокортикоидов и адреналина. Глюкокортикоиды стабилизируют мембрану лизосом, снижают, тем самым, повреждающее действие гипоксического фактора, повышая устойчивость тканей к недостатку кислорода. Одновременно глюкокортикоиды активируют некоторые ферменты дыхательной цепи и способствуют ряду других метаболических эффектов приспособительного характера. В тканях обнаружено повышенное содержание глутатиона, ткани в большей степени поглощают кислород из притекающей крови. Кроме того, в различных тканях увеличивается продукция оксидозота, что ведет к расширению прикапиллярных сосудов, снижению адгезии и агрегации тромбоцитов, активации синтеза, стресс-белков, которые вначале защищают клетки от повреждения.

Общая регуляция деятельности систем организма, обеспечивающих приспособление его при гипоксии совершается центральной нервной системой и прежде всего корой больших полушарий. Центральная нервная система не только обеспечивает координацию функций систем организма, снабжающих органы и ткани кислородом, но и сама обладает собственным механизмом приспособления к действию неблагоприятных условий среды – охранительным торможением. Общая заторможенность, вялость, апатия, возникающие при нарастании кислородного голодания – следствие запредельного торможения, развивающегося в коре головного мозга, имеющая охранительно-целобное значение. Искусственное усиление этого торможения при помощи наркотических средств оказывает благоприятное влияние на течение кислородного голодания [MEDICALP LANET , 2009].

1.3 Недостаток кислорода как лечебный фактор

Все знают, что горный климат на умеренных высотах (в среднегорье) чрезвычайно полезен для здоровья. В горах люди меньше болеют и дольше живут, быстрее выздоравливают после болезней и более полноценно отдыхают. Подтверждением этого служит обилие горных курортов, санаториев и пансионатов для отдыха в горах. Не все, однако, достаточно ясно представляют себе, почему именно горы оказывают на организм столь благотворное влияние.

Говоря о чистом воздухе, сильном ультрафиолетовом излучении, качественно иной пище и воде, обычно упускают из виду основной действующий фактор — пониженное содержание в воздухе кислорода, а между тем, именно это оказывает на организм очень мощное и разностороннее положительное влияние. На равнине имеется достаточно большое количество экологически чистых курортных зон, однако ни одна из них не оказывает на организм такого благотворного воздействия, как среднегорье. Самая важная особенность горного климата — это разреженный воздух с пониженным содержанием кислорода.

Еще много тысячелетий тому назад йоги заметили лечебное и общеукрепляющее действие разреженного горного воздуха. Жизнь, однако, кипит отнюдь не в горах. Для большинства людей как раньше, так и сейчас даже кратковременная поездка в горы представляет большую трудность и сопряжена с большими материальными затратами. Многие не переносят само по себе пониженное атмосферное давление, сильные ультрафиолетовое и радиоактивное излучения, которые присущи для гор, не говоря уже о низкой температуре воздуха. Поэтому было придумано большое количество упражнений, направленных на то, чтобы создать в организме режим легкого кислородного голодания. Выполняя эти упражнения, человек, живущий на равнине, находится в

таком же состоянии, как если бы он жил в горах. Состояние легкого кислородного голодания достигалось при помощи задержек дыхания разной длительности, урежении дыхания, некоторых физических упражнений и тд. При этом всегда происходило улучшение состояния здоровья и излечение от некоторых заболеваний.

Уже в наше время были проведены многочисленные эксперименты, когда сначала животные, а в дальнейшем и люди на время помещались в специальные камеры с пониженным содержанием кислорода (O_2), как при нормальном, так и при пониженном атмосферном давлении. При этом, если снижение содержания кислорода было не чрезмерным, то всегда отмечались благоприятные сдвиги в обмене веществ и функциональном состоянии испытуемых. Чрезмерным надо считать снижение содержания кислорода во вдыхаемом воздухе ниже 10%. В природе это соответствует высоте более 5800 м. над уровнем моря. На равнине содержание кислорода в воздухе составляет 21%.

Замечателен тот факт, что упражнения, вызывающие гипоксию на равнине, оказываются более полезными для здоровья, чем просто пребывание в горах даже для того, кто легко переносит горный климат. Связано это с тем, что, дыша разреженным горным воздухом, человек дышит глубже обычного, чтобы получить больше кислорода. Более глубокие вдохи автоматически приводят к более глубоким выдохам, а поскольку мы постоянно теряем с выдохом углекислый газ (CO_2), углубление дыхания приводит к слишком большим его потерям, что может неблагоприятно сказаться на здоровье. Заметим попутно, что горная болезнь связана не только с дефицитом O_2 , но и с избыточной потерей CO_2 при глубоком дыхании. В выдыхаемом нами воздухе содержится 3,7% CO_2 , в то время как атмосферный воздух содержит его всего лишь 0,03 %. Делая задержки дыхания на равнине, мы достигаем не только гипоксии — снижения содержания в тканях O_2 но и гиперкапнии — повышения содержания в тканях CO_2 .

Углекислый газ обладает в свою очередь (опять же, в разумных количествах) мощным лечебным действием на организм. Отсюда ясно, что, занимаясь гипоксической дыхательной тренировкой на равнине, мы ставим организм в более выгодные условия, чем если бы мы находились в горах.

В природе человека есть много интересных и удивительных вещей. Польза таких аэробных¹ циклических упражнений как бег, плавание, гребля, велосипед, лыжи и т.д. во многом определяется тем, что в организме создается режим умеренной (именно умеренной) гипоксии, когда потребность организма в кислороде превышает возможность дыхательного аппарата удовлетворить эту потребность, и гиперкапнии, когда в организме углекислого газа вырабатывается больше, чем организм может выделить легкими. Когда Восточная Германия воссоединилась с Западной, на территории бывшей ГДР были обнаружены подземные стадионы, в которых искусственно создавался разреженный климат, приближающийся по своим характеристикам к горному. Тренировки на таких стадионах во многом определяли успехи фигуристов, конькобежцев, гребцов и легкоатлетов бывшей ГДР [Буланов Ю.Б.,1993].

1.4 Причины, вызвавшие использование тренировки в условиях среднегорья в спортивной практике

В горных местностях земного шара на высотах от 1000 до 2500 м проживают сотни миллионов людей. Эти высоты получили в литературе название средних, или умеренных.

Жители этих мест обладают, как правило, хорошим здоровьем, высокой работоспособностью, которая удерживается до преклонных лет.

Труднодоступность и красота горных массивов всегда привлекали к себе людей, проживавших постоянно на равнинах и, особенно, в больших городах. Появились отдельные виды спорта, связанные с горами: альпинизм, горнолыжный спорт, горный туризм. Позднее приобрели популярность соревнования по велоспорту в горах, лыжному альпинизму, полеты с вершин на дельтопланах и парапланах, скоростные забеги (подъемы) на вершины и спуски с них, скалолазание, ледолазание и другие виды.

Спортсмены на средних и больших высотах столкнулись с явлениями снижения работоспособности организма, сопровождавшимися резким усилением и даже расстройством деятельности сердечно-сосудистой, дыхательной, пищеварительной и нервной систем, особенно в первые дни пребывания на высоте, а также развитием острой горной болезни. При этом чем выше поднимались в горы спортсмены, тем сильнее проявлялись неблагоприятные симптомы.

В то же время местные жители, сопровождавшие альпинистов, намного спокойнее реагировали на изменения климатических факторов. Это привело специалистов к выводам о необходимости предварительной акклиматизации, определенной по срокам.

После возвращения в привычные районы на равнину или низкогорье почти все спортсмены ощущали прилив сил, бодрости и повышенную работоспособность, особенно в бытовой и производственной деятельности,

что объяснялось результатом физической деятельности в условиях гипоксической гипоксии.

Наблюдения за состоянием общего самочувствия и работоспособности людей после возвращения из горных районов привели специалистов к выводу о благотворном влиянии на организм активной деятельности в сложных климатических условиях высокогорья и среднегорья.

Эффект повышения общей работоспособности и хорошего самочувствия человека после пребывания в горной местности стали использовать для организации активного отдыха людей: в горах стали строить санатории, дома отдыха, туристические базы, альпинистские лагеря. Горные курорты, особенно в низкогорье и среднегорье на высотах от 800 до 2200 м, стали конкурировать с известными морскими здравницами. На этих курортах влияние климатических факторов и рельефа почти полностью исключало пассивные формы отдыха, а значит, создавало благоприятные условия для профилактики и лечения различных заболеваний, значительно повышало эффект восстановления работоспособности [Агаджанян Н.А., 1970].

Одним из первых клиницистов, осознавших оздоровительное значение выполнения физических нагрузок на умеренных высотах, как, впрочем, и на уровне моря, был Oertel, работавший врачом на горных курортах с минеральными источниками в Боцене и Меране. Ему принадлежит заслуга в введении в практику специального метода лечебной физической культуры, получившего название "терренкур".

Специалисты заметили, что при передвижениях в беге, на велосипедах, автомобилях, на коньках в условиях разреженной атмосферы возможно развитие более высоких скоростей. Эти наблюдения подтверждались работами в области аэродинамики и физиологии [Тутевич В.Н., 1969]. Например, было обнаружено, что скольжение по льду, залитому горной водой, значительно лучше: спортивные результаты конькобежцев превосходили достижения, показанные на равнинных катках. Это послужило

толчком к созданию высокогорных катков, на которых стали проводить крупнейшие международные соревнования с отдельной регистрацией показанных на них результатов.

Бурное развитие олимпийского движения потребовало выбора для организации зимних игр таких городов, которые могли бы одновременно обеспечить проведение соревнований по всем видам программы.

В странах с короткой и теплой зимой такие условия существуют лишь в горной местности. Поэтому Белые Олимпиады, а также многие чемпионаты мира по зимним видам спорта стали проводить в городах, лежащих в низкогорье и среднегорье.

Одновременно в горной местности начали регулярно проводить соревнования и по летним видам спорта. Это было связано с тем, что ряд больших городов Америки и Африки расположен на высотах от 1600 до 3690 м.

Подготовка и участие в этих ответственных международных соревнованиях потребовали от специалистов ответа на вопрос: как в сложных климатических условиях среднегорья сохранить спортивные результаты в одних видах спорта или повысить их в других?

Крупным толчком, заставившим обратить серьезное внимание на проблему акклиматизации и тренировки спортсменов в среднегорье, послужило проведение Панамериканских игр 1955 г. в Мехико на высоте 2240 м и зимних Олимпийских игр 1960 г. в Скво-Вэлли (2000 м). На этих Играх ученые и тренеры столкнулись с проблемой значительного повышения спортивных результатов в скоростно-силовых видах спорта (спринтерские дисциплины, метания, прыжки) и, напротив, значительного ухудшения спортивных достижений у представителей видов спорта, связанных с преимущественным проявлением выносливости (бег на средние и длинные дистанции, плавание и т.д.).

Значительным стимулом в разработке рассматриваемой проблемы явилось решение Международного олимпийского комитета о проведении

ХІХ летних Олимпийских игр 1968 г. в Мехико. Можно без преувеличения сказать, что в период с 1965 по 1968 г. проблемы спортивной тренировки подвергались самому концентрированному изучению со стороны педагогов, врачей, физиологов, биохимиков, фармакологов, психологов и других специалистов. В ходе подготовки к этой Олимпиаде проводились многочисленные исследования в различных видах спорта. Были выявлены основные факторы, лимитирующие достижения в одних видах, а также факторы, способствующие более высоким спортивным результатам в других. Специалисты предложили рекомендации по режимам акклиматизации и срокам, необходимым для адаптации спортсменов.

Таким образом, систематическое проведение крупных спортивных соревнований в среднегорье явилось еще одной причиной использования тренировки в горах для повышения спортивного мастерства.

Для обеспечения систематического роста спортивных достижений, особенно в процессе многолетней спортивной подготовки, важное значение приобрел принцип непрерывного повышения тренировочных требований, связанный прежде всего со способностью организма адаптироваться к определенным по силе и длительности раздражителям (нагрузкам). Поэтому для совершенствования основных функциональных систем организма необходимо постоянно изменять величину и длительность тренировочных воздействий.

Это нашло свое выражение в процессе эволюции спортивной тренировки, что заставило специалистов искать новые пути ее рационализации, позволяющие без значительного увеличения времени, отводимого на занятия, получить необходимый тренировочный эффект.

Непрерывное увеличение объема и интенсивности тренировочной нагрузки способствовало значительному повышению уровня функционирования основных систем организма, что в свою очередь ведет к сокращению сроков восстановления их после напряженной физической работы.

Однако, реализация нового функционального уровня деятельности систем часто затрудняется тем, что выходят из строя отдельные звенья опорно-двигательного аппарата, не способные справиться с перегрузками, вызванными повышающимся объемом и интенсивностью тренировочных нагрузок.

Перед тренерами и учеными встал вопрос, как без дальнейшего значительного повышения тренировочных нагрузок добиться высоких функциональных сдвигов в организме спортсмена и сохранить необходимое состояние опорно-двигательного аппарата.

В циклических видах спорта и единоборствах, где выносливость является одним из главных физических качеств атлета, один из основных факторов, лимитирующих спортивные достижения, - кислородный режим организма. Поэтому усилия ученых были направлены на поиск новых методов гипоксической тренировки, способствующих повышению спортивной работоспособности [Фукс У., 1993].

Поскольку в спорте высших достижений напряженные физические нагрузки по уровню энергетических затрат превышают максимальное потребление кислорода и выполняются на фоне кислородной недостаточности, тренеры и ученые направили свои усилия на поиск путей дальнейшей оптимизации тренировочного процесса с помощью дополнительных средств. Одним из таких явились попытки изменить условия выполнения напряженной работы с тем, чтобы улучшить биоэнергетические возможности спортсменов, расширить их функциональные возможности, повысить их работоспособность и потенцировать кумулятивный тренировочный эффект нагрузок. В числе новых методов была предложена подготовка с использованием гипоксических условий как в естественной горной среде, так и при их моделировании в барокамере, при дыхании газовыми смесями, обедненными кислородом, выполнении упражнений с задержкой дыхания, дыхании в замкнутое пространство с регулируемым содержанием O₂ и CO₂. Были

предприняты также попытки использовать в этих же целях новые нетрадиционные средства расширения аэробных и адаптационных возможностей организма: метод аутогемотрансфузии, применение адаптогенов и других препаратов, обладающих антигипоксическим и эргогенным эффектами [Иорданская Ф.А. и соавт., 1967].

Были предложены и другие методы для совершенствования анаэробных механизмов энергообеспечения организма спортсменов, способствующие адаптации к гипоксии, для чего стала использоваться тренировка в среднегорье.

Таким образом, систематическое повышение тренировочных требований в процессе эволюции спортивной подготовки квалифицированных спортсменов привело к поиску новых путей повышения ее эффективности, которые позволили при сохранении или уменьшении темпов прироста объемов и интенсивности тренировочных нагрузок вывести организм спортсмена на более высокий функциональный уровень деятельности основных систем, обеспечивающих работоспособность, при уменьшении нагрузки на опорно-двигательный аппарат; добиться ускорения восстановительных процессов после спуска с гор, а главное - повысить спортивные достижения. Это явилось основной причиной использования тренировки в среднегорье в спортивной практике [Алипов Д.А., 1969].

1.5 Классификация высотных уровней

В настоящее время во многих странах мира построены комплексные спортивные базы, расположенные на разных высотах - от 800 до 2300 м (Армения - Цехкадзор, 1980 м; Болгария - Бельмекен, 2050 м; США - Колорадо-Спрингс, 1800 м; Скво-Вэлли, 2000 м; Швейцария - Санкт-Мориц, 1860 м, Давос, 1560 м; Италия - Систриери, 2050 м; Франция - Фон-Ремо, 1800 м; Китай - Кунмин, 1840 м и Синин, 2280 м; Кения - Томпсон-Фолле, 2200 м; Румыния - Пятраса, 1900 м и др.). На некоторых из этих баз имеются также условия для подъема на большую высоту.

Кроме того, созданы и базы в горной местности для одного вида спорта. В крупных городах Африки, Азии и Америки, имеющих сеть спортивных сооружений и необходимые места для проведения тренировки (Мехико - 2240 м; Аддис-Абеба - 2200-2300 м; При Иссыккулье - 1650-1800 м и др.), идет подготовка спортсменов высокой квалификации, которые используют и более высокие уровни - 2500-2800 м.

В то же время попытки спортсменов ряда стран проводить сборы в городах, лежащих выше 2800 м, пока не принесли успеха (Кито - 2900 м, Ла-Пас - 3690 м). В лыжных видах спорта в подготовительном периоде широко используется тренировка на глетчерах. Особенно популярны глетчеры, находящиеся в Альпах на высотах 2700-2800 м. Более высокие глетчеры почти не используются лыжной элитой [Климек А.Т., 1975].

Одной из особенностей тренировки на глетчерах является то, что спортсмены размещаются в комфортабельных отелях, расположенных значительно ниже, на высоте 1000-1600 м, и поднимаются на глетчеры по канатным или автомобильным дорогам. В Альпах есть озера, находящиеся на высоте свыше 2400 м, куда спортсмены-ребцы поднимаются по канатной дороге с основных баз, лежащих ниже 2000 м.

Таким образом, для организации современной тренировки в условиях горного климата характерны:

- расположение спортивных баз на высоте 1600-2300 м;
- возможность проведения отдельных тренировочных занятий на высоте 2400-2800 м (наличие равнинных участков местности, водоемов, спортивных сооружений);
- отдых и проведение восстановительных мероприятий на более низкой высоте;
- использование высот свыше 3000 м с целью ускорения фазы акклиматизации - в виде походов и эпизодических тренировочных занятий по скоростно-силовой или общефизической подготовке;
- наличие хороших канатных или автомобильных дорог от спортивных баз или от места жительства до мест проведения тренировочных занятий.

Расположение горных баз в зоне отелей, санаториев, домов отдыха или населенных пунктов позволяет обеспечить организацию досуга спортсменов и снижает психическое напряжение, связанное с гипоксией, возникающей в процессе спортивной тренировки в среднегорье и высокогорье.

Следует отметить, что к использованию систематической тренировки на высоте свыше 2800 м негативно относятся ряд тренеров и ученых-физиологов, специалистов по гипоксии из Швеции, СНГ, Канады, Великобритании и некоторых других стран.

В личной беседе, проведенной в 1986 году с профессором А.Фосбергом, сотрудником шведской лаборатории P.O.Astrand, работавшим с ведущими лыжниками страны, мы выяснили точку зрения этих специалистов на использование больших высот в подготовке спортсменов. Лучшие шведские лыжники летом тренируются на глетчере "Глокнер" в Австрии, расположенном на высоте 2700 м. Однако шведские специалисты ищут в других горах более низкие глетчеры, т.к. считают оптимальными высотами для тренировки уровня 2200 м.

Все вышеизложенное указывает на то, что создавать комплексные и специализированные спортивные базы для видов спорта на выносливость, скоростно-силовых видов, единоборств, спортивных игр и многоборий,

позволяющих проводить учебно-тренировочную работу в любой период и этап годового цикла, следует на высоте 1800-2300 м. Однако необходимо оборудовать места для занятий, связанные канатными или автомобильными дорогами (время в пути до 30 мин) и на высоте 2500-2800 м. В проектировании баз важно наличие окружающей инфраструктуры для проведения досуга спортсменов.

Все приведенные данные позволяют утверждать, что средние высоты в диапазоне 1600-2500 м наиболее эффективны для целенаправленной подготовки к важнейшим соревнованиям, которые проводятся затем в привычных равнинных условиях. На этих высотах происходит необходимое для достижения высоких спортивных результатов развертывание физиологических функций организма и не наблюдается патологических явлений, представляющих опасность для здоровья человека.

Обзор литературных данных и обобщение практического опыта показывают, что тренировка в условиях высокогорья (свыше 3000 м) требует от спортсменов значительного снижения тренировочных нагрузок, что в дальнейшем не всегда обеспечивает повышение тренированности и спортивных достижений. Кроме того, высокоинтенсивные тренировочные нагрузки и соревнования на этих высотах опасны для здоровья.

Исходя из вышеизложенного, представляется целесообразным уточнить высотные уровни, используемые в спортивной практике при подготовке к состязаниям, приводящимся как в горах, так и в привычных условиях:

низкогорье - от 600 до 1200 м над уровнем моря;

среднегорье - от 1300 до 2500 м над уровнем моря;

высокогорье - свыше 2500 м над уровнем моря.

В литературе высотные уровни уже подвергались определенной систематизации. По итогам исследований в рамках международной биологической программы (1964-1974 гг.) границей высокогорья было предложено считать уровень 2500 м [Бейкер П.Т., 1981].

Предлагаемая классификация, в небольшой мере отличающаяся от данных различных авторов, отражает сложившиеся в настоящее время в спортивной практике теоретические и методические взгляды по этому вопросу.

Низкогорье, или предгорье. Пребывание и тренировка в этой местности требуют от спортсменов определенного уровня адаптации. В первые дни в этих климатических условиях при выполнении длительных упражнений, мощностью близкой к МПК, наблюдаются некоторые трудности, что ведет к возникновению более раннего утомления. Однако уже с 3-4-го дня пребывания на такой высоте тренировку можно проводить без ограничений.

Низкогорье дает эффект после возвращения на равнину, главным образом не за счет адаптации к гипоксическому фактору, а в связи с воздействием комплекса климатических модификаторов, характерных для этих высот. Предгорья используются в подготовке спортсменов во многих странах. На этих высотах проводится много соревнований по разным видам спорта.

Среднегорье, или умеренные высоты, наиболее широко используется для подготовки к важнейшим соревнованиям, приводящимся на равнине. Эти высоты можно условно разделить на два пояса: низкий - до 2000 м, наиболее часто применяемый для проведения занятий; верхний - 2000-2500 м, реже используемый в практике.

В условиях среднегорья к организму предъявляются повышенные требования при выполнении напряженной мышечной работы в связи с действием комплекса климатических факторов, главный из которых пониженное парциальное давление кислорода в окружающем воздухе.

Высокогорье предъявляет к организму еще более высокие требования. Комплекс климатических факторов, главным из которых остается и приобретает ведущее значение пониженное парциальное давление кислорода в окружающем воздухе, что, вместе с пониженной влажностью и перепадом температур, представляет определенную опасность для здоровья

спортсменов, выполняющих напряженную и длительную физическую работу. В то же время в организме может возникнуть стойкое охранительное торможение, которое не позволит в полной мере развернуть основные физиологические процессы на уровень, обеспечивающий необходимую мощность работы. Поэтому высокогорье рекомендуется использовать пока как вспомогательное средство, применяя кратковременные подъемы со среднегорных баз.

Международные спортивные соревнования на этих высотах проводятся очень редко и, как правило, только по спортивным играм и горнолыжному спорту.

1.6 Теоретические предпосылки к обоснованию тренировки в горных условиях

Уже несколько столетий непрерывно ведется изучение вопросов, связанных с акклиматизацией (адаптацией) человека в условиях горного климата. За это время учеными разных стран выполнено большое число работ, особенно медико-биологического профиля. Это позволило установить основные механизмы акклиматизации к горному климату и адаптации к факторам гипоксии.

Основной вывод всех работ заключается в том, что горная акклиматизация связана с повышением способности организма работать в условиях кислородной недостаточности. В результате адаптации происходят соответствующие перестройки в деятельности органов дыхания и кровообращения, состоянии нервной и эндокринной систем, мышечного аппарата и т.д. Эти перестройки охватывают практически все ткани и клетки организма.

Специалисты установили параллель между приспособлением организма к горным условиям и к мышечной работе определенной мощности, при которой важнейшим лимитирующим фактором является недостаток кислорода. Если же одновременно действуют оба фактора, когда, находясь в горах, человек совершает напряженную мышечную работу, физиологическое воздействие тренировки становится больше, чем на уровне моря [Фарфель В.С., 1968].

После окончания тренировки в горных условиях организм спортсмена оказывается в состоянии более высокой работоспособности, чем до подъема в горы. Это, как правило, связывают с тем, что явления кислородной недостаточности, которые сопровождают мышечную работу в видах спорта, требующих преимущественного проявления выносливости, переносятся значительно легче. А так как важнейшим условием спортивной работоспособности во многих видах спорта является способность к высокому

длительному уровню потребления кислорода, то эта способность после пребывания в горах значительно возрастает. Кроме того, в процессе тренировки в среднегорье и адаптации к гипоксии организм совершенствует способность более экономно расходовать кислород [Гандельсман А.Б., 1967].

Многие виды напряженной спортивной деятельности приводят к развитию гипоксических состояний организма, называемых "гипоксией нагрузки" [Колчинская А.З., 1991], а некоторые из них неизбежно протекают на фоне кислородной задолженности организма, которая погашается лишь в восстановительном периоде. Согласно мнению некоторых исследователей, существует значительная общность физиологических механизмов адаптации к гипоксическим условиям и к мышечной работе значительной интенсивности [Барбашова З.И., 1960].

Это сходство иллюстрируют адаптивные изменения в мышечной системе при хроническом воздействии различных стресс-факторов: сниженного PO_2 , холода, тренировки на развитие выносливости и силы. Они объясняют, почему тренированные лица лучше переносят гипоксию по сравнению с нетренированными (на тканевом уровне). В условиях нормального давления можно отметить следующие общие черты в функциональных характеристиках состояния организма лиц, обладающих горной акклиматизацией и адаптированных к длительным физическим упражнениям: более экономичная и вместе с тем более эффективная функция вентиляции легких, тенденция к брадикардии и снижению кровяному давлению, сниженный уровень основного обмена, сниженная концентрация молочной кислоты в крови после нагрузок. Сходство механизмов адаптации к воздействию указанных факторов позволяет говорить о том, что, с одной стороны, повышение спортивной работоспособности может происходить в процессе систематической адаптации к гипоксии. И, с другой, - повышение устойчивости к недостатку O_2 может быть достигнуто при помощи систематических занятий физическими упражнениями при использовании больших по объему и интенсивности нагрузок. Таким образом мы имеем

явление "переноса" или "перекрестной" адаптации. Однако необходимо иметь в виду, что только виды спортивной деятельности, требующие преимущественного проявления выносливости, близки по структуре возникающих в организме сдвигов к тем, которые имеют место в процессе адаптации к гипоксии.

Механизм положительного влияния тренировки на индивидуальную устойчивость к дефициту кислорода состоит в том, что совершенствуются механизмы, поддерживающие кислородный режим организма на должном уровне. Однако нельзя согласиться с точкой зрения о том, что любая спортивная деятельность сопровождается повышением устойчивости к гипоксической гипоксии [Летунов С.П., 1967].

Высококвалифицированные спортсмены некоторых видов спорта, имеющие хорошо развитую мускулатуру, но привыкшие к относительно кратковременным значительным физическим напряжениям, например, тяжелоатлеты и гимнасты, в ряде случаев не только не лучше, а даже хуже нетренированных людей переносят длительное пребывание на больших высотах. В этом плане заслуживает определенного внимания мнение о том, что состояние тренированности и акклиматизированности организма - все же разные феномены, каждый из которых по-своему влияет на уровень работоспособности.

Исследования Ф.З.Меерсона показывают, что адаптация к физическим нагрузкам, высотной гипоксии и холоду наряду с определенными различиями характеризуется и общностью, выраженной в одних и тех же сдвигах - дефиците макроэргов и увеличении потенциала фосфорилирования. Этот первичный сдвиг является сигналом, активизирующим аппарат клеток, в результате чего повышается выработка митохондриями АТФ.

Таким образом, первичной основой использования тренировки в условиях среднегорья является энергетический аспект адаптации человека к основным факторам среды. В то же время один из существенных недостатков в теоретическом и практическом освоении проблемы тренировки в

среднегорье - односторонний подход к трактовке этого вопроса, связанный только с большим вниманием к гипоксии среднегорья, вне тех сложных моторно-висцеральных координаций, которые изменяются в зависимости от ситуации и тем самым определяют положение организма в среде [Меерсон Ф.З., 1973].

Трансформация повышенного функционального уровня организма в высокие спортивные достижения возможна лишь при условии создания новых моторно-висцеральных координаций, обеспечивающих связь между вегетативными и двигательными функциями и надежное управление движениями в этих условиях, ибо высокая работоспособность человека может быть реализована только через совершенные по форме и содержанию движения - спортивную технику.

Таким образом, первичная основа, на базисе которой в дальнейшем образуются новые функциональные системы, - дефицит макроэргов и повышение уровня фосфорилирования. При этом организм в зависимости от генетических особенностей может в дальнейшем адаптироваться по двум путям: приспособления всех функций для наилучшего обеспечения тканевых процессов кислородом или, наоборот, по пути приспособления самих тканей к эффективному функционированию при пониженном содержании кислорода во внутренней среде [Барбашова З.И., 1960].

Развитие адаптации целого организма не может быть сведено к простому увеличению мощности транспортных систем дыхания и кровообращения, а сопровождается прямым повышением резистентности мозга, сердца, мышц к недостатку кислорода, а также увеличением способности тканей и органов утилизировать кислород из гипоксической среды [Барбашова З.И. и соавт, 1964].

При более длительном пребывании на высоте наступают сдвиги, относимые к адаптации на тканевом уровне. К ним относят повышение плотности капилляров, увеличение содержания миоглобина, рост числа митохондрий и усложнение их строения, изменение свойств клеточных

мембран, повышение сродства цитохромоксидазы к кислороду, изменение активности некоторых ферментов дыхательной цепи и т.д.

Проблемы акклиматизации и тренировки спортсменов в условиях гипоксии (горная местность и барокамера) стали предметом особого рассмотрения на 7-м Международном симпозиуме "Гипоксия-91" в Лейк-Луизе, Канада, что свидетельствует об их научной значимости и актуальности.

Houston привел данные о снижении работоспособности по мере набора высоты и указал, что гипоксия по-разному влияет на способность к выполнению работы в зависимости от ее характера. Он перечислил физиологические механизмы, ограничивающие максимальную работоспособность на высоте: мышечное утомление, затянутое восстановление, снижение VO_{2max} , легочная вентиляция, диффузионная способность легких, минутный и ударный объемы крови, ограничение "потолка" пульса и пр. Докладчик, в частности, подчеркнул, что пока недостаточно выяснено, как сказывается исходный уровень физической готовности на работоспособность в горах и что высотные тренировки, возможно, и дают положительный эффект, но изучен он еще недостаточно применительно к результатам последующего выступления на уровне моря [Гиппенрейтер Е.Б., 1991].

Но пребывание и физическая работа на средних высотах имеют и большой опосредованный эффект для человека.

В процессе напряженной подготовки спортсмены высокого класса сталкиваются с целым рядом неблагоприятных сдвигов во внешней и внутренней среде. Это связано с выполнением громадных объемов тренировочной нагрузки в течение 5-6 часов в день, 30-35 часов в неделю, проведением высоких по интенсивности тренировочных занятий, вызывающих значительные изменения гомеостаза, выполнением упражнений, связанных с большим риском для здоровья, проведением занятий и соревнований при неблагоприятных условиях погоды, участием в

соревнованиях в других странах, требующих от спортсменов высотной, температурной и временной адаптации. Поэтому организм должен обладать как общей, так и специфической резистентностью.

В процессе спортивной деятельности человек сталкивается с тепловыми воздействиями, с высокой и низкой внешней температурой, и значительным повышением внутренней теплопродукции.

Научные данные показывают, что после горной акклиматизации переносимость комбинированного действия тепла и мышечной работоспособности улучшается, что находит свое выражение в меньшей потере влаги, веса, а также в снижении энергетического обмена [Армстронг Г., 1954].

При выполнении сложных упражнений человек сталкивается с воздействием на него ускорений, что выражается в смещении различных тканей и жидкостей организма. Происходит передислокация крови, а это может нарушить процесс кровообращения. Адаптация к горному климату и мышечной работе повышает устойчивость к средним степеням ускорения.

В процессе адаптации к гипоксии обнаружен факт повышения резистентности тканей к целому ряду повреждающих агентов [Барбашова З.И., 1960].

Следовательно, суммарная адаптация к климату среднегорья и напряженной мышечной работе повышает резистентность организма к различным неблагоприятным факторам, что подтверждает опосредованный эффект использования тренировки в среднегорье в системе подготовки спортсменов.

В среднегорье на спортсменов действуют две группы стимулов: климатические и "нагрузочные", от суммарного влияния которых зависит эффект тренировки и последующего участия в соревнованиях. Уменьшение или увеличение доли одной из них влияет на суммарный эффект всей тренировки. Первый, климатический, фактор в условиях подготовки на определенной спортивной базе имеет меньшую вариативность. Второй -

"нагрузочный" - в условиях необходимой структуры варьирует значительно больше.

Исследованиями [Хван М.У., 1966] установлено, что пребывание хорошо подготовленных спортсменов на высотах 1700-2000 м, но не выполнявших специальных тренировочных нагрузок, не сопровождается сколько-нибудь существенными последовательными вегетативными сдвигами, которые можно было бы рассматривать как показатель адаптации организма к среде среднегорья.

Исходя из этого, можно сделать вывод, что главным и решающим фактором, от которого зависит эффективность тренировки в среднегорье, является оптимальный уровень тренировочных и соревновательных нагрузок, выполняемых на горном этапе, а также перед его началом и после спуска. Только при этих условиях возможно проявление суммарного эффекта, выраженного в повышении достижений спортсменов. Это - основная педагогическая предпосылка к обоснованию методики подготовки спортсменов в горных условиях.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследовании приняло участие 25 тренированных (спортсмены-пловцы, спортивная квалификация КМС и МС в возрасте 20 лет) лиц. Исследование проводилось в три этапа: измерение показателей дыхательной и сердечно-сосудистой систем до отъезда на сборы, сразу после приезда из среднегорья и через 2 недели после приезда..

Для изучения функционального состояния внешнего дыхания у обследуемых людей был использован метод спирометрии. Оценка состояния вегетативной нервной системы осуществлялась посредством математического анализа variability сердечного ритма. Для реализации этих методик применялся программно-диагностический комплекс «Валента» НПП «НЕО» С-ПБ.

Расчет показателей ВСР основывался на пятиминутных массивах RR интервалов, не содержащих экстрасистол и артефактов с их последующей математической обработкой.

Определялись основные показатели variability сердечного ритма:

- M_0 - мода (наиболее вероятный уровень функционирования сердечно-сосудистой системы), в мс
- A_m – амплитуда моды
- ИН - Индекс напряжения регуляторных систем (показатель степени преобладания симпатического звена регуляции над парасимпатическим), в усл. ед.
- АХ – отражает размах колебаний кардиоинтервалов, рассматривается как парасимпатический показатель

Определялись показатели сердечно-сосудистой системы с применением полуавтоматическоно тонометра AND Medical:

- СД – систолическое давление, в мм. рт. ст.
- ДД – диастолическое давление, в мм. рт. ст.
- Пульс, в уд. в мин.

Рассчитанные показатели:

- УОК – ударный объем крови, в мл.

$УОК = (90,97 + 0,54 * ПД - 0,57 * ДД) / 0,6 * В$ где, УОК – ударный объем крови, в мл, ПД – пульсовое давление в мм. рт. ст. (СД-ДД), ДД-диастолическое давление, в мм. рт. ст., В – возраст

- МОК – минутный объем крови, в мл/мин.

$МОК = УОК * ЧСС$ где, МОК – минутный объем крови в мл/мин, УОК – ударный объем крови, в мл, ЧСС – частота сердечных сокращений, в уд/мин

- ПСС – периферическое сопротивление сосудов, $дин * с / см^5$.

$ПСС = (СКД * 1332 * 60) / МОК$ где, ПСС – периферическое сопротивление сосудов, $дин * с / см^5$, СКД – среднее кровяное давление, в мм. рт. ст. $(ПД / 3 + ДД)$, МОК – минутный объем крови в мл/мин, 1332 – переводной коэффициент, 60 – число секунд в минуте.

Определялись основные объемные и скоростные параметры дыхания. Объемные показатели внешнего дыхания рассчитывались в системе ВTPS. Показатели газообмена приводились к стандартным условиям STPD.

Определялись следующие показатели системы внешнего дыхания:

- МОД - минутный объем дыхания (л/мин);
- ЖЕЛ - жизненная емкость легких (л);
- ФЖЕЛ - полный объем форсированного выдоха (л);
- ОФВ 1 - объем форсированного выдоха за первую секунду (л);
- ЧД – частота дыхания (отн.ед.);
- ДО – дыхательный объем (л);
- МОС25 - мгновенная объемная скорость выдоха мелких,
- МОС75 - средних,
- МОС85 - крупных бронхов.

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЯ

Результаты исследования показали ряд изменений в системе внешнего дыхания (таб. 1).

Таблица 1

Показатели системы внешнего дыхания и газообмена у высококвалифицированных спортсменов-пловцов (контрольное измерение (до среднегорья), сразу послегорья и через 2 недели)

Показатели	Контроль	После среднегорья	Через 2 недели
ЖЕЛ, л	4,49±0,21	5,16±0,28*	5±0,15*
ФЖЕЛ, л	4,18±0,22	4,89±0,23*	4,85±0,15*
ОФБ, л	2,92±0,27	4,39±0,14*	4,08±0,14*
МОД, л	11,83±1,27	17,34±1,77*	14,73±0,9*
ЧД	15,56±1,33	15,98±1,53	16,98±1,72
ДО, л	1,07±0,24	1,07±0,11	0,91±0,12
МОС25, л/сек	4,99±0,48	6,9±0,45*	6,38±0,28*
МОС75, л/сек	2,93±0,25	3,6±0,37	3,15±0,27
МОС85, л/сек	2,05±0,19	2,66±0,3	2,3±0,27

* $p < 0,05$ - различия статистически достоверны относительно значений к контрольной

Как представлено в таблице 1, показатели жизненной ёмкости легких и показатели форсированного ёмкости легких достоверное возрастают в периоде послегорья, а также в периоде реаклиматизации на равнине. ЖЕЛ возрастает с 4,49±0,21 до 5,16±0,28 л. ФЖЕЛ с 4,18±0,22л. до 4,89±0,23л ($p < 0,05$).

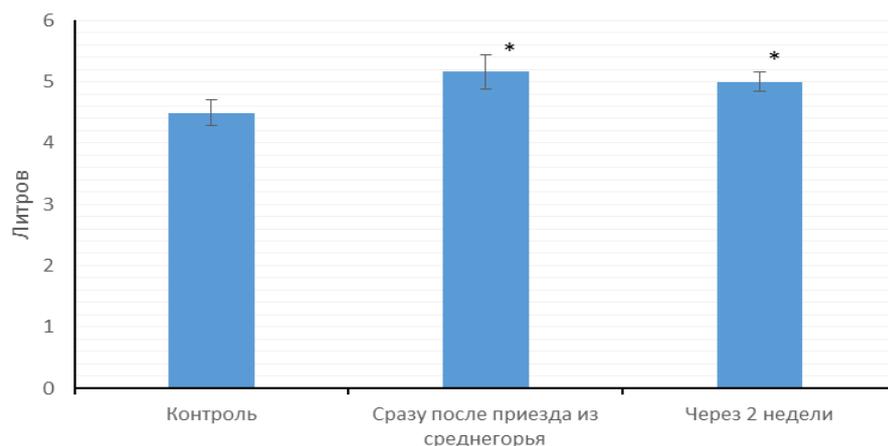


Рис.1 - Значение жизненной ёмкости легких (ЖЕЛ) у высококвалифицированных спортсменов-пловцов (контрольное измерение (до среднегорья), сразу после приезда из среднегорья и через 2 недели), * $p < 0,05$ - различия статистически достоверны относительно значений контрольных измерений

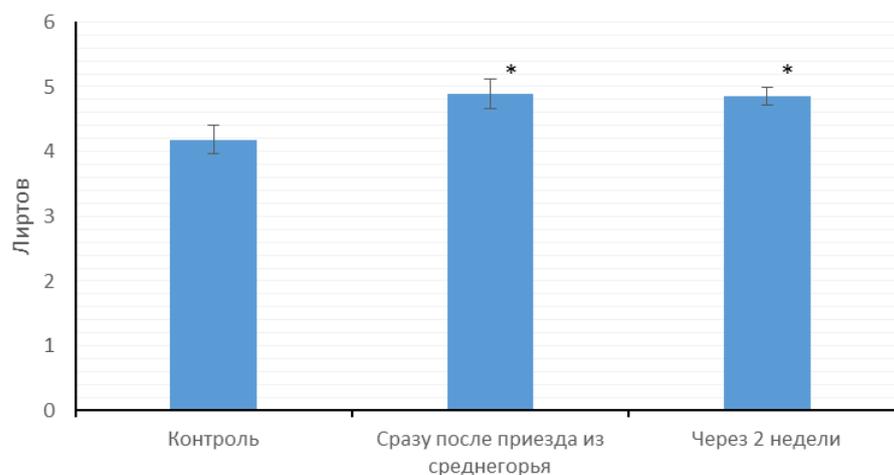


Рис.2 - Значение форсированной жизненной ёмкости легких (ФЖЕЛ) у высококвалифицированных спортсменов-пловцов (контрольное измерение (до среднегорья), сразу после приезда из среднегорья и через 2 недели), * $p < 0,05$ - различия статистически достоверны относительно значений контрольных измерений

Показатели ОФВ1 также, как и ЖЕЛ и ФЖЕЛ достоверно возрастают в периоде послегорья (рис3).

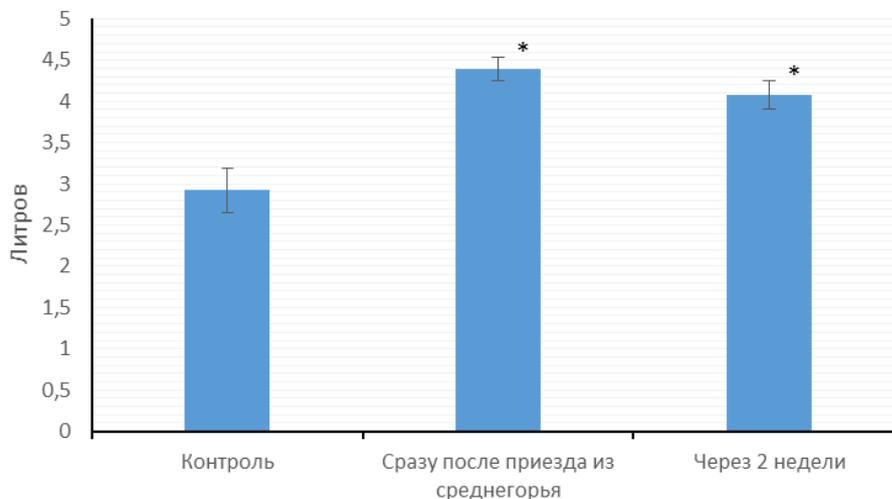


Рис.3 - Значение объема форсированного выдоха за 1 секунду (ОФВ1) у высококвалифицированных спортсменов-пловцов (контрольное измерение (до среднегорья), сразу после приезда из среднегорья и через 2 недели), * $p < 0,05$ - различия статистически достоверны относительно значений контрольных измерений

Показатели МОД имеют также тенденцию к достоверному возрастанию в период послегорья и в период реадаптации.

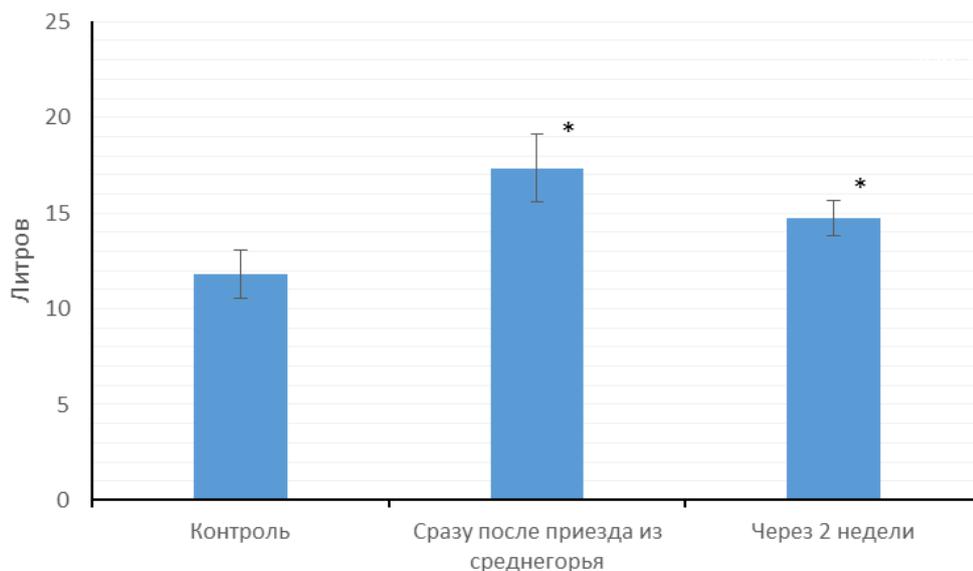


Рис.4 - Значение минутного объема дыхания (МОД) у высококвалифицированных спортсменов-пловцов (контрольное измерение (до среднегорья), сразу после приезда из среднегорья и через 2 недели), * $p < 0,05$ - различия статистически достоверны относительно значений контрольных измерений

Показатели мгновенной объемной скорости мелких бронхов (МОС25) достоверно увеличились, как и в период послегорья с $4,99 \pm 0,48$ л/сек до $6,9 \pm 0,45$ л/сек ($p < 0,05$), так и в период реадaptации до $6,38 \pm 0,28$ л/сек ($p < 0,05$). Происходит увеличение бронхиальной проходимости легких, и это показывает положительное влияние среднегорья на организм спортсмена. (рис.5).

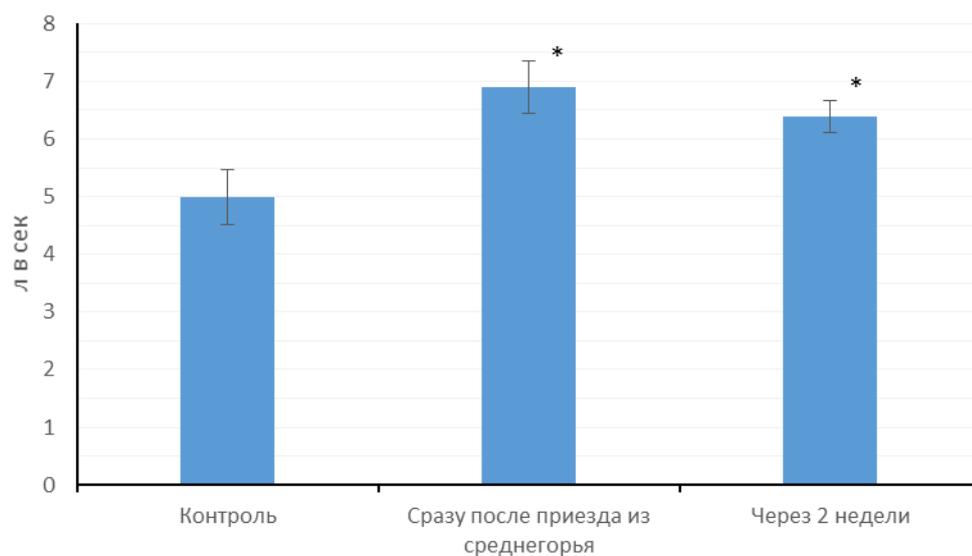


Рис.5 - Значение мгновенной объемной скорости выдоха мелких бронхов (MOC25) у высококвалифицированных спортсменов-пловцов (контрольное измерение (до среднегорья), сразу после приезда из среднегорья и через 2 недели), (л в сек.), * $p < 0,05$ - различия статистически достоверны относительно значений контрольных измерений

Все показатели внешнего дыхания достоверно возрастают в периоды среднегорья и реадаптации, по сравнению с контрольными замерами. Улучшается жизненный объем легких, минутный объем дыхания, бронхиальная проходимость легких. Это является показателем того, что увеличивается максимальное потребление кислорода организмом, это важно, т.к. легочная вентиляция обеспечивает поступление нужного количества кислорода в организм спортсменов, что улучшает физическую работоспособность и функциональные резервы.

Результаты исследования показали ряд изменений в системе кровообращения (таб. 2).

Таблица 2

Показатели кровообращения сердечно-сосудистой у высококвалифицированных спортсменов-пловцов (контрольное измерение (до среднегорья), сразу послегорья и через 2 недели)

Показатели	Контроль	После среднегорья	Через 2 недели
САД, мм.рт.ст	124,64±2,99	122,53±2,16*	115,8±1,71*
ДАД, мм.рт.ст	63,73±2,13	66,87±1,73*	64,5±2,21* [#]
Пульс, уд в мин	67,64±2,79	59,33±3,09*	58,8±2,7
УОК, мл	86,33±2,38	79,87±1,98	80,48±1,97
МОК, мл	5706,09±243,23	4120,47±453,29*	4929,63±214,38* [#]
ППС, дин·см-5	1198,58±66,67	1506,82±75,47*	1377,46±76,43*

* $p < 0,05$ - различия статистически достоверны относительно значений контрольных измерений

[#] $p < 0,05$ - различия статистически достоверны относительно значений замера данных сразу после приезда из среднегорья

Полученные нами данные в отношении гемодинамических показателей у спортсменов исследуемой группы показали, что среднегрупповые показатели пульса в покое были в пределах физиологической нормы.

Как представлено в таблице 1 у пловцов пульс достоверно ниже после пребывания в среднегорье, чем до него. А также пульс уменьшается в период реаклиматизации, через 2 недели после приезда с $59,33 \pm 3,09$ до $58,8 \pm 2,7$ уд в мин ($P < 0,05$). Следовательно, по показателям пульса прослеживается уменьшение различий до и после среднегорья, а также через 2 недели, что является благоприятным признаком и свидетельствует о увеличении функциональных возможностей организма.

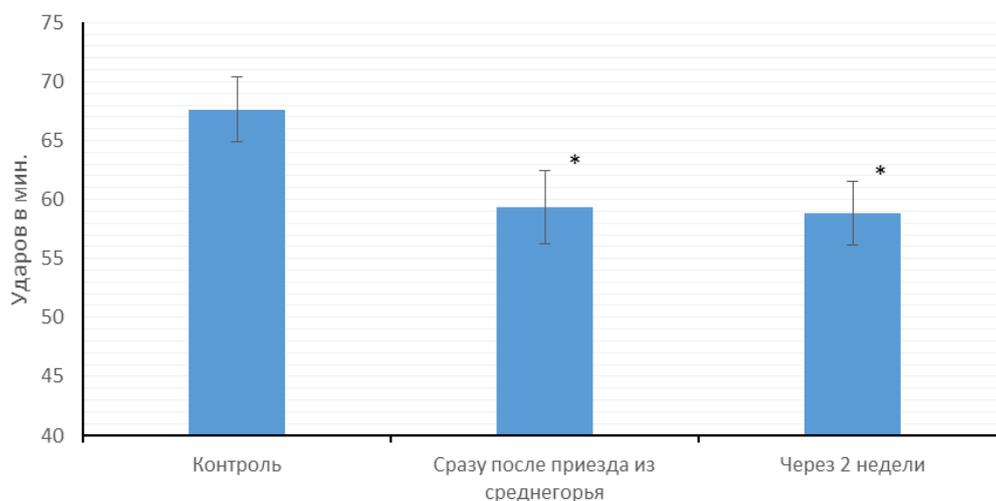


Рис.6 – Значение пульса у высококвалифицированных спортсменов-пловцов (контрольное измерение (до среднегорья), сразу после приезда из среднегорья и через 2 недели), * $p < 0,05$

Как видно из таблицы 2, САД после среднегорья имеет тенденцию к снижению с $124,64 \pm 2,99$ мм.рт.ст до $122,53 \pm 2,16$ мм.рт.ст., а после 2 недель реадaptации произошло достоверное уменьшение САД по отношению к контрольному состоянию и состоянию после приезда из среднегорья, с $124,64 \pm 2,99$ до $115,8 \pm 1,71$ мм.рт.ст. ($P < 0,05$).

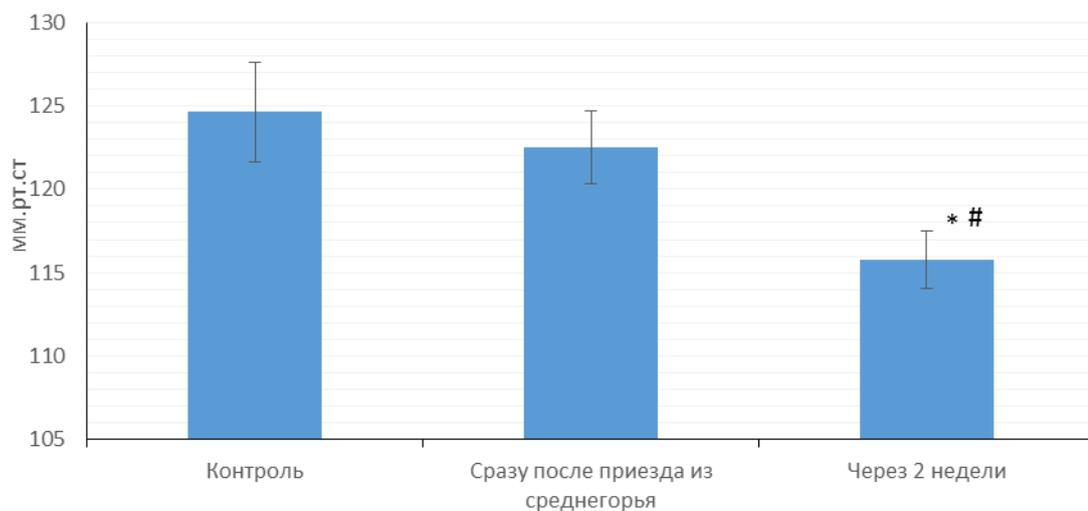


Рис.7 - Значение систолического артериального давления (САД) у высококвалифицированных спортсменов-пловцов (контрольное измерение (до среднегорья), сразу после приезда из среднегорья и через 2 недели), * $p < 0,05$ - различия статистически достоверны относительно значений контрольных измерений, # $p < 0,05$ - различия статистически достоверны относительно значений замера данных сразу после приезда из среднегорья

При анализе динамики изменения САД наблюдается тенденция к нормализации исследуемого показателя, это говорит о том, что после проведения тренировок в среднегорье, необходимо несколько недель для реадaptации на равнине. Это будет способствовать увеличению функциональных возможностей организма.

Как видно из таблицы 2, значения ДАД у спортсменов - $63,73 \pm 2,13$ мм.рт. ст. После приезда показатели резко возросли до $66,87 \pm 1,73$ мм.рт.ст. ($P < 0,05$). А после 2 недель идет тенденция к значениям к контрольным замерам до $64,5 \pm 2,21$ мм.рт.ст.(рис.8).

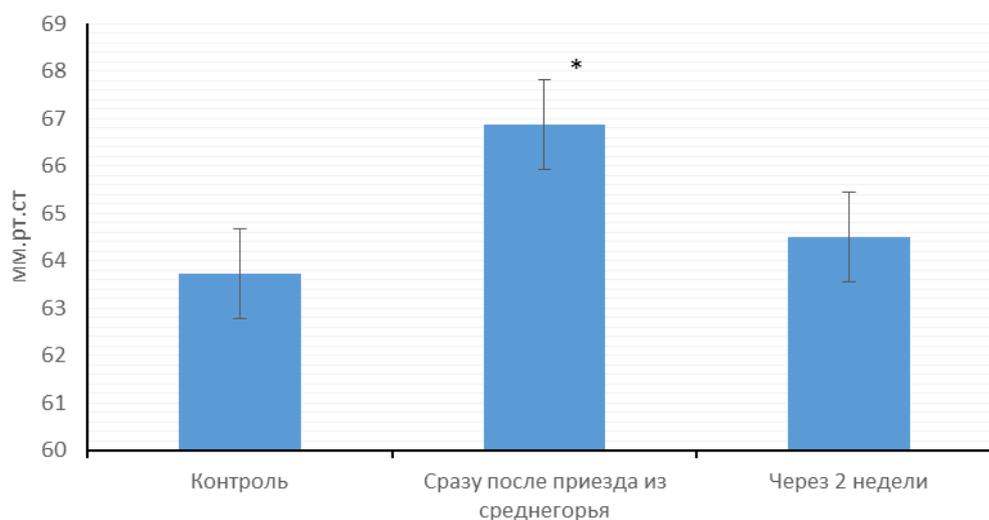


Рис.8 - Значение диастолического артериального давления (ДАД) у высококвалифицированных спортсменов-пловцов (контрольное измерение (до среднегорья), сразу после среднегорья и через 2 недели), * $p < 0,05$ - различия статистически достоверны относительно значений контрольных измерений

Как видно из таблицы 2 показатели МОК после приезда из среднегорья достоверно уменьшились с $5706,09 \pm 243,23$ л до $4120,47 \pm 453,29$ л ($P < 0,05$), после 2х недель реадaptации значения МОК возросли до $4929,63 \pm 214,38$ л ($P < 0,05$). Это свидетельствует о необходимости определенного периода времени, чтобы организм спортсмена адаптировался к новым условиям равнины и уже это благоприятный признак, который будет способствовать увеличению функциональных возможностей организма.

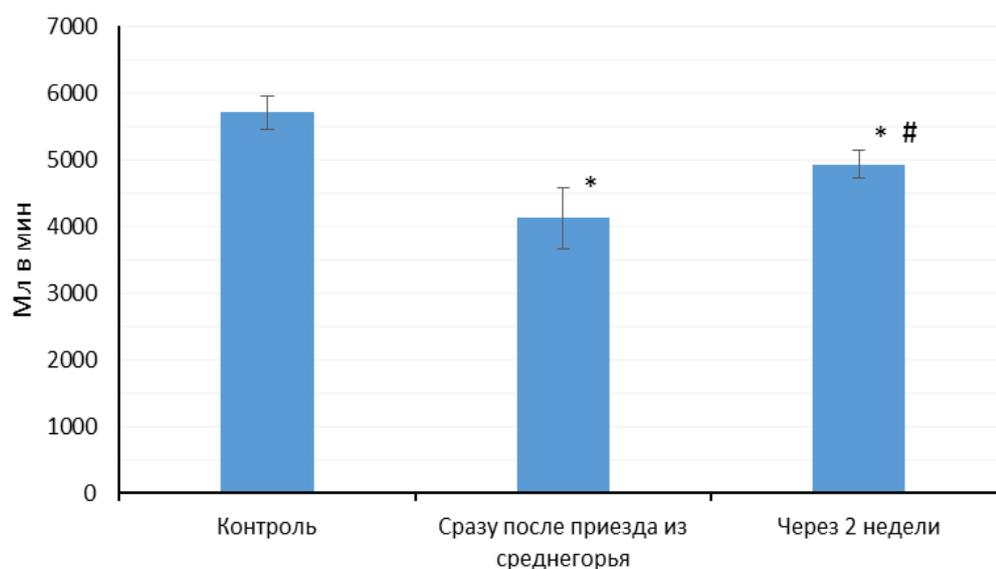


Рис.9 - Значение минутного объема крови (МОК) у высококвалифицированных спортсменов-пловцов (контрольное измерение (до среднегорья), сразу после среднегорья и через 2 недели), * $p < 0,05$ - различия статистически достоверны относительно значений контрольных измерений, # $p < 0,05$ - различия статистически достоверны относительно значений замера данных сразу после приезда из среднегорья

Как видно из таблицы 2, показатели ПСС у пловцов после среднегорья достоверно увеличилось с $1198,58 \pm 66,67$ дин·см⁻⁵ до $1506,82 \pm 75,47$ дин·см⁻⁵, что свидетельствует о меньших резервных возможностях сердечно-сосудистой системы. А после двух недель, проведенных на равнине, наблюдается тенденция к уменьшению периферического сопротивления сосудов, что ведет к увеличению мышечного кровотока, кислородообогащению мышц и других органов, повышению резервных возможностей организма, которые приводят к проявлению выносливости и силы (рис.10).

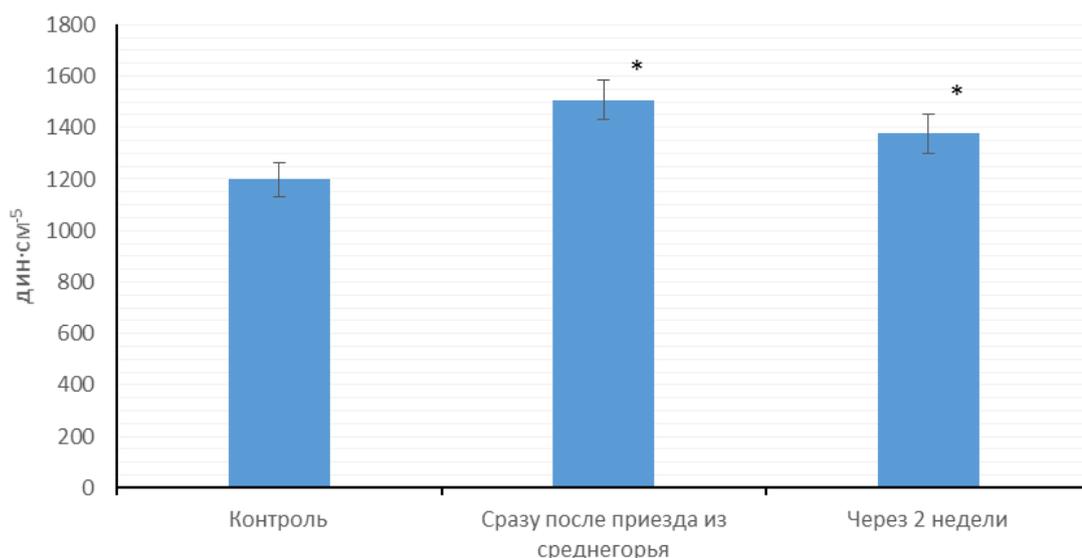


Рис.10 - Значение перифрического сопротивления сосудов (ПСС) у высококвалифицированных спортсменов-пловцов (контрольное измерение (до среднегорья), сразу после приезда из среднегорья и через 2 недели), * $p < 0,05$ - различия статистически достоверны относительно значений контрольных измерений

Результаты исследования показали ряд изменений и в вариабельности сердечного ритма (таб. 3).

Таблица 3

Показатели вариабельности сердечного ритма у высококвалифицированных спортсменов-пловцов (контрольное измерение (до среднегорья), сразу после приезда из среднегорья и через 2 недели)

Показатели	Контроль	После среднегорье	Через 2 недели
ИН	154,36±40	73,67±16,01*	56±4,57*
Мода, мс	0,93±0,03	0,92±0,04*	1,07±0,03* [#]
АХ, мс	0,3±0,04	0,37±0,04	0,4±0,07
HF	839,36±203,9	1126,13±277,54	1007,38±204,07
LF	386,91±156,9	506,6±100,46	589,25±139,89
HF/LF	3,44±0,9	2,92±0,65	1,86±0,19*
HF%	71±4,13	64,13±3,7	63±2,19
LF%	29±4,13	35,87±3,73	37±2,09

* $p < 0,05$ - различия статистически достоверны относительно значений контрольных измерений

[#] $p < 0,05$ - различия статистически достоверны относительно значений замера данных сразу после приезда из среднегорья

Как видно из рисунка 11, показатели индекса напряжения достоверно уменьшаются, как после среднегорья, так и через 2 недели в период реадaptации.

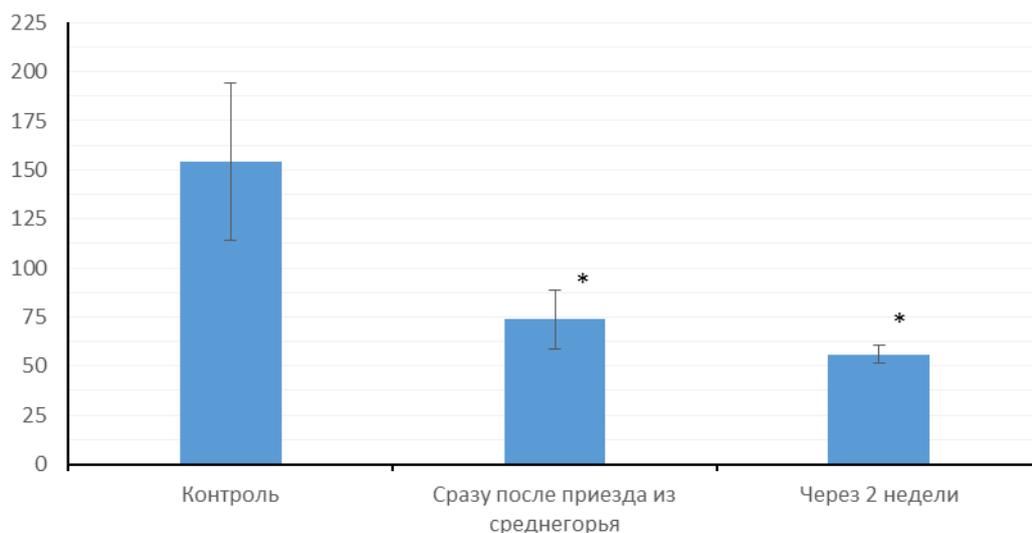


Рис.11 - Значение индекса напряжения (ИН) у высококвалифицированных спортсменов-пловцов (контрольное измерение (до среднегорья), сразу после приезда из среднегорья и через 2 недели), * $p < 0,05$ - различия статистически достоверны относительно значений контрольных измерений

Это свидетельствует, что происходит стимуляции сердечной деятельности. Возможно это означает, что функциональные возможности организма спортсменов выше, чем было до поездки в среднегорье.

Показатели Моды у пловцов в состоянии после среднегорья имели тенденцию к уменьшению, что говорит о снижении функциональных показателей. А после 2 недель реадaptации произошло достоверное увеличение Моды как к состоянию контроля, так и к состоянию послегорья с $0,92 \pm 0,04$ до $1,07 \pm 0,03$. Это доказывает, что период реадaptации привел к совершенствованию регуляций в вегетативной системе (рис.12).

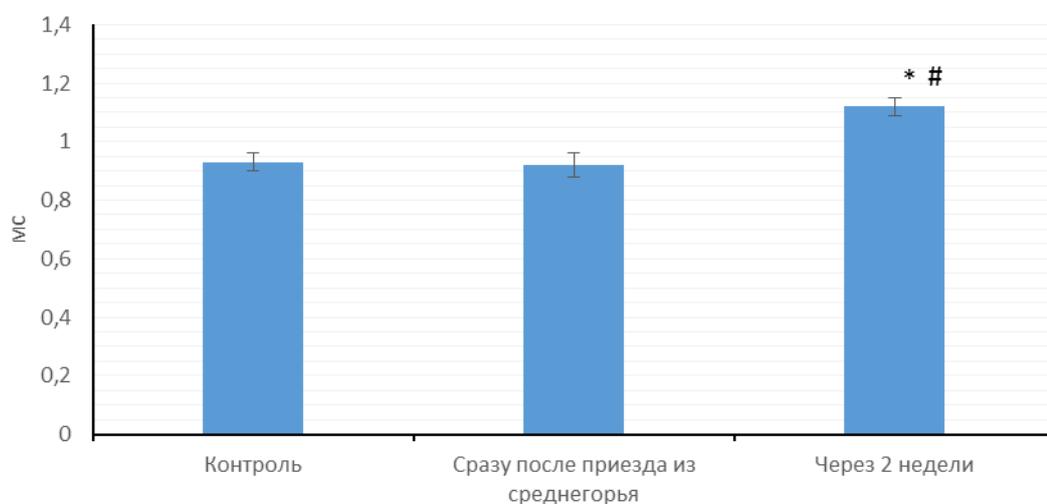


Рис.12 - Значение Моды у высококвалифицированных спортсменов-пловцов (контрольное измерение (до среднегорья), сразу после приезда из среднегорья и через 2 недели), * $p < 0,05$ - различия статистически достоверны относительно значений контрольных измерений, # $p < 0,05$ - различия статистически достоверны относительно значений замера данных сразу после приезда из среднегорья

Показатели размаха (АХ) достоверно не изменялись, но наблюдается тенденция к его увеличению, как и после приезда из среднегорья, так и в период реадaptации с $0,3 \pm 0,04$ и до $0,4 \pm 0,07$ (рис 13).

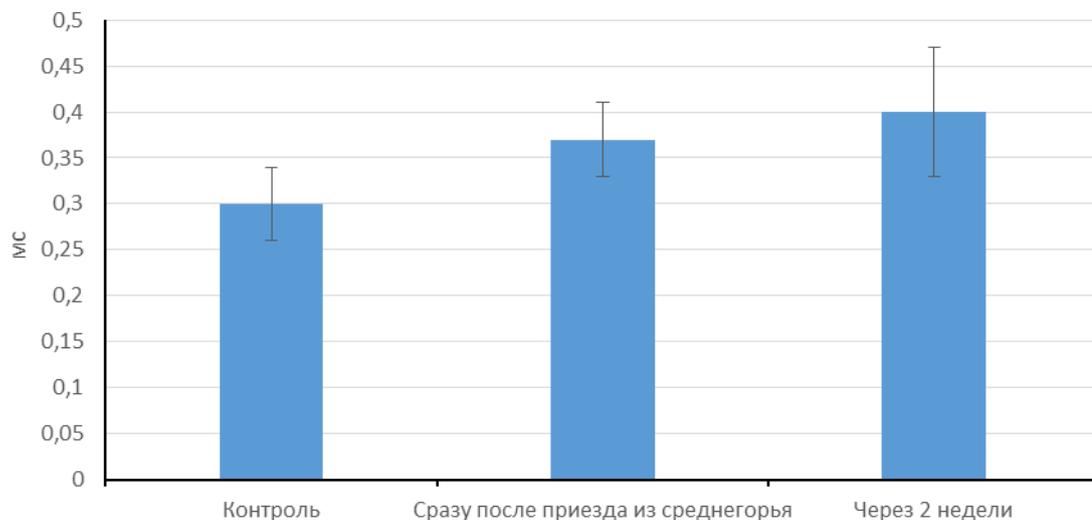


Рис.13 - Значение размаха (AX) у высококвалифицированных спортсменов-пловцов (контрольное измерение (до среднегорья), сразу после приезда из среднегорья и через 2 недели), $p < 0,05$

Показатели HF и показатели LF так же достоверно не изменялись, но соотношения этих показателей HF/LF достоверно изменились при сравнении состояния при контроле и состояния реадaptации после 2 недель с $3,44 \pm 0,9$ до $1,86 \pm 0,19$ (рис.14).

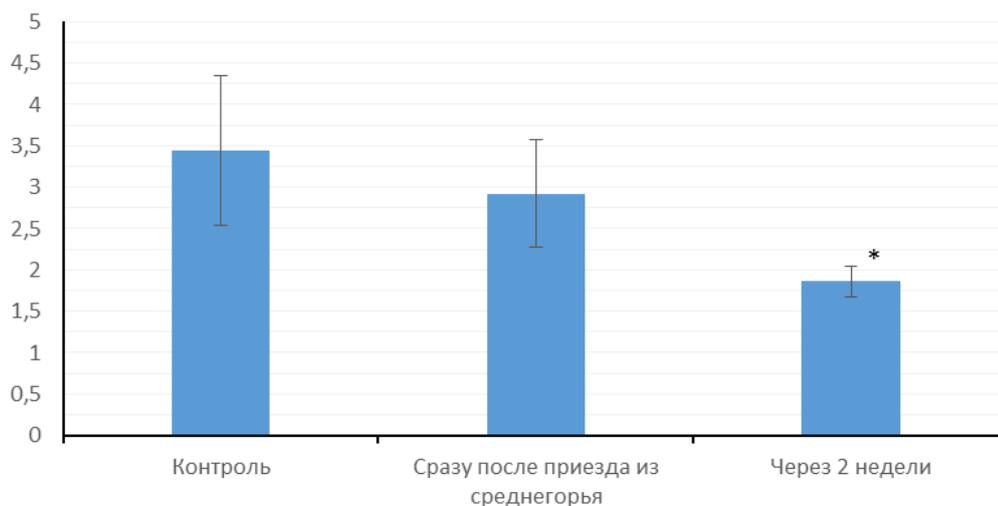


Рис.14 - Значение соотношения мощности быстрых и медленных волн (HF/LF) у высококвалифицированных спортсменов-пловцов (контрольное измерение (до среднегорья), сразу после приезда из среднегорья и через 2 недели), * $p < 0,05$ - различия статистически достоверны относительно значений контрольных измерений

Соотношение мощности медленных быстрых волн и медленных волн достоверно уменьшаются только в период реадaptации после 2х недель, что говорит о преобладании симпатической системы над парасимпатической.

ВЫВОДЫ

1. Все показатели внешнего дыхания достоверно возрастают в период после приезда из среднегорья и в период реадаптации, по сравнению с контрольными замерами. Улучшается жизненный объем легких, минутный объем дыхания, бронхиальная проходимость легких.
2. В первые дни после среднегорья наблюдается некоторое снижение реактивности сердечно-сосудистой системы. Уменьшается пульс, минутный объем кровотока, повышается периферическое сопротивление сосудов, систолическое давление уменьшается, а диастолическое наоборот увеличивается. Это свидетельствует о том, что организм не справляется с возрастающими физическими нагрузками.
3. Показатели в период реадаптации после 2х недель выше, чем сразу после приезда из среднегорья и выше контрольных показателей, как дыхательной системы, так и сердечно-сосудистой. Это свидетельствует о том, что необходимо время для адаптации отдельных систем организма к климату конкретной местности, отличающейся от среднегорья рядом факторов. Таким образом, происходит улучшение функциональных возможностей организма, его работоспособности, и как следствие достижение высоких спортивных результатов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Период реакклиматизации после спуска с гор имеет выраженный волнообразный характер. Наиболее сложной фазой периода реакклиматизации являются первые 2 недели после спуска с гор. Наблюдается повышение функциональных возможностей дыхательной системы, но идет некоторое снижение реактивности сердечно-сосудистой системы, отмеченное в 1-2-й день. Это связано с реадаптацией отдельных систем организма к климату конкретной местности, отличающейся от среднегорья рядом факторов. Данная перестройка затрудняет достижение высоких спортивных результатов. Постепенно к концу 2-й недели спортивная работоспособность начинает повышаться, улучшаются показатели кровообращения и вариабельности сердечного ритма: значительно улучшается сократительная способность миокарда, усиливается центральное и периферическое кровообращение, повышается коэффициент полезного действия, уменьшается частота сердечных сокращений (это состояние называется тренировочной брадикардией), повышается минутный объем крови. Благодаря улучшению этих показателей сердечно - сосудистая система спортсменов будет гораздо легче справляться с возрастающими физическими нагрузками, полностью обеспечивая кровью все мышцы тела, принимающие участие в нагрузке с большим напряжением. Поэтому, планируя тренировки в среднегорье, следует определить сроки выездов таким образом, чтобы первые крупные соревнования прошли через 14 дней после приезда из среднегорья.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. **Агаджанян, Н. А.** Физиология человека / Н. А. Агаджанян, Л. З. Тель, В. И. Циркин, С. А. Чеснокова. - С.-П.: СОТИС, 1998. - 528 с.
2. **Агаджанян, Н. А.** Функции организма в условиях гипоксии и гиперкапнии / Н. А. Агаджанян, А. Н. Ефимов. - М.: Медицина, 1986. - 272 с.
3. **Агаджанян, Н. А.** Физиологическая роль углекислоты и работоспособность человека/ Н. А. Агаджанян, Н. П. Красников, И. Н. Полунин. – Москва –Астрахань-Нальчик.: Изд. АГМА, 1995. — 188 с.
4. **Агаджанян, Н.А.** Горы и резистентность организма / Н.А. Агаджанян, М.М. Миррахимов. - М.: Наука, 1970. - 184 с.
5. **Агаджанян, Н.А.** Классификация гипоксических состояний / Н.А. Агаджанян, А.Я. Чижов. -М.: ММП Экоцентр, изд. фирма КРУК, 1998. -24 с.
6. **Алипов, Д.А.** О возможностях использования среднегорья в повышении эффективности спортивной тренировки / Д.А. Алипов. - Л., 1969, - 36 с.
7. **Армстронг, Г.В.** Авиационная медицина / Г.В. Армстронг. - М.: Иностранная литература, 1954, - 552 с.
8. **Балыкин, М.В.** Системные и органые механизмы адаптации при физических Нагрузках в горах / М.В. Балыкин, И.В. Антипов, Х.Д. Каркобатов// Патогенез. 2011. - Т.9. - №3. – 17 с.
9. **Барбашова, З.И.** Акклиматизация к гипоксии и ее физиологические механизмы / З.И. Барбашова. - М.-Л.: АН СССР, 1960. - 216 с.
10. **Барбашова, З.И.** О тканевом факторе в адаптации к гипоксии/ З.И. Барбашова, Г.И. Григорьева, В.В. Васильева// - Реф. докл. на симпозиумах X съезда всесоюзного физиологического общества им. И.П.Павлова. - М.-Л.: Наука, 1964. - т. I, 156-157 с.

11. **Бейкер, П.Т.** Адаптивные возможности высокогорных популяций / П.Т. Бейкер // Биология жителей высокогорья. - М.: Мир, 1981. - 362-368 с.
12. **Бернштейн, А.Д.** Человек в условиях среднегорья / А.Д. Бернштейн. - Алма-Ата, изд. Казахстан, 1967. - 218 с.
13. **Бреслав, И.С.** Дыхание и работоспособность человека в горных условиях / И.С. Бреслав, А.С. Иванов. - Алма-Ата: Гылым, 1990. - 181 с.
14. **Буланов, Ю.Б.** Гипоксическая Тренировка-путь к здоровью и долголетию / Ю.Б. Буланов // Тверская медицина - 1993. - 99 с.
15. **Ванюшин, Ю.С.** Показатели кардиореспираторной системы у спортсменов разного возраста / Ю.С. Ванюшин // Физиология человека. -1998.- №3.- С. 105-108.
16. **Гандельсман, А.Б.** Физиологические показатели приспособления спортсменов высших разрядов к двигательной гипоксии при больших нагрузках / А.Б. Гандельсман, А.А. Артынюк // Материалы международной научной конференции социалистических стран по проблемам спортивной тренировки. - М., 1967. - т. I, 63-65 с.
17. **Граевская, Н.Д.** Спортивная медицина: Курс лекция и практические занятия./ Н.Д. Граевская, Т.И. Долматова.- М.: Советский спорт, 2004.- 304 с.
18. **Гиппенрейтер, Е.Б.** Седьмой международный симпозиум по гипоксии/ Е.Б. Гиппенрейтер // Теория и практика физической культуры. – 1991 - 59 с.
19. **Гольдберг, Е.Д.** Гипоксия и система крови / Е.Д. Гольдберг, А.М. Гольдберг, А.М. Дыгай, Г.Н. Зюзьков. - Издательство Томского университета, 2006. - 235 с.
20. **Горанчук, В.В.** Гипокситерапия / В.В. Горанчук, Н.И. Сапова, А.О. Иванов. - СПб.: ООО «ОЛБИ-СПБ», 2003, - 536 с.

21. **Дмитриева, М.К.** Влияние адаптации к периодической барокамерной гипоксии на систолическую и диастолическую функции сердца при хронической сердечной недостаточности / М.К. Дмитриева // Саратовский научно-медицинский журнал, Vol. 8, Issue 2, 2012. - 247-251 с.
22. **Довгуша, В.В.** Введение в военную экологию / В.В. Довгуша, И.Д. Кудрин, М.Н. Тихонов. - М.: Изд-во МО РФ, 1986. – 495 с.
23. **Иванов, А.О.** Использование нормобарической гипоксической тренировки для повышения физической работоспособности здоровых лиц / А.О. Иванов, Н.И. Сапонова, М.В. Александров // Физиология человека, 2001 .- Т.27.- №3.- 95-99 с.
24. **Иорданская, Ф.А.** Об использовании гипоксии в тренировке спортсменов / Ф.А. Иорданская, С.И. Архаров, Е.И. Дмитриев, А.Б. Меринова // Теория и практика физической культуры - 1967. - 32-35 с.
25. **Климек, А.Т.** Тренировка на выносливость и оценка работоспособности лыжников-гонщиков в свете прикладной физиологии/ А.Т. Климек - Науч. тр. ВНИИФКа, 1975. - вып. 5, 77-98 с.
26. **Коваленко, Е.А.** Гипоксическая тренировка в медицине/ Е.А. Коваленко // Гипоксия Медикал. – 1993. - N1. 3-5 с.
27. **Коваленко, Е.А.** Некоторые теоретические аспекты проблемы гипоксии / Е.А. Коваленко // Гипоксия: механизмы, адаптация, коррекция. Матер. Всерос. конф. М: БЭБиМ. - 1997. – 40 с.
28. **Козлов, С.А.** Адаптация к гипоксии как фактор повышения работоспособности / Козлов, С.А. - Вестн. РАМН. 1997. - 46-50 с.
29. **Колчинская, А.З.** Кислород, физическое состояние, работоспособность / А.З. Колчинская. - Киев, Наука думка, 1991. - 208 с.
30. **Колчинская, А.З.** Механизмы адаптации организма к гипоксии на разных уровнях его функционирования / А.З. Колчинская // Гипоксия.

- Механизмы, адаптация. Коррекция: Материалы второй Всероссийской конференции. - Москва, БЭБиМ, 1999. - 21 с.
31. **Лукьянова, Л.Д.** Биоэнергетический механизм тканевой гипоксии типовой патологический процесс / Л.Д. Лукьянова // Общая патология и патофизиология. - 2004. - № 2. - 2-11 с.
32. **Малкин, В.Б.** Острая гипоксия / В.Б. Малкин // Экологическая физиология человека. Адаптация человека к экстремальным условиям среды. - М., 1979. - 333-405 с.
33. **Меерсон, Ф.З.** Общий механизм адаптации и профилактики / Ф.З. Меерсон, - М: Медицина, 1973. - 360 с.
34. **Меерсон, Ф.З.** Общий механизм адаптации и роль в нем стресс-реакций, основной стадии процесса / Ф.З. Меерсон // Физиология адаптационных процессов. - М.: Наука, 1970. - 77-123 с.
35. **Меерсон, Ф.З.** Адаптация к стрессорным ситуациям и физическим нагрузкам / Ф.З. Меерсон, М.Г. Пшенникова. - М.: Медицина, 1988. - 253 с.
36. **Мишустин, Ю.Н.** Выход из тупика. Ошибки медицины исправляет физиология / Ю.Н. Мишустин – Самара: ООО «Самарский дом печати», 2010. – 80 с.
37. **Ноздрачев, А.Д.** Физиология вегетативной нервной системы / Ноздрачев, А.Д. - М., 1983. -235 с.
38. **Овчинников, Б.В.** Коррекция функциональных состояний / Б.В. Овчинников, // Актуальные проблемы физиологии военного труда. – СПб., 1992. - 1441-157 с.
39. **Пономаренко, Г.Н.** Основы физиотерапии / Г.Н. Пономаренко. - СПб.: Медицина. 1988. - 202 с.
40. **Покровский, А.В.** Клиническая ангиология: в 2 т. / А.В. Покровский. - М.: Медицина, 2004. - 808, 888 с.
41. **Преображенский, В.Н.** Концепция развития системы медико-психологической реабилитации сотрудников спецслужб,

- Международный конгресс / В.Н. Преображенский, А.Ю. Лапин, А.Н. Разумов, С.Ф. Гончаров. – М., 2005. –34-37 с.
42. **Преображенский, В.Н.** Профессиональная и медицинская реабилитация спасителей / В.Н. Преображенский, С.Ф. Гончаров, И.Б. Ушаков. - М.: ПАРИТЕТ ГРАФ, 2002. – 320 с.
43. **Сапов, И.А.** Физиология подводного плавания и аварийно-спасательного дела/ И.А. Сапов. - JL: ВМедиа, 1987. – 203-307 с.
44. **Сапов, И.А.** Неспецифические механизмы адаптации человека / И.А. Сапов, В.С. Новиков. - Л.: Наука, 1984. - 146 с.
45. **Суслов, Ф.П.** Спортивная тренировка в условиях среднегорья / Ф.П. Суслов. - М., 1999. – 202 с.
46. **Тутевич, В.Н.** Теория спортивных метаний / В.Н. Тутевич. - М.: ФиС, 1969. - 312 с.
47. **Ушаков, И.Б.** Адаптационный потенциал человека / И.Б. Ушаков. - М., Медицина, 2004. – 8-13 с.
48. **Фарфель, В.С.** Дыхание и движение при максимальных спортивных напряжениях в условиях среднегорья / В.С. Фарфель // Материалы X Всесоюзной научной конференции по физиологии, морфологии, биохимии и биомеханике мышечной деятельности. - М., 1968. - т. 3, 101-111 с.
49. **Фрумкин, П.А.** Медико-географическое исследование горных территорий с применением критерия эффективной высоты. Автореф. дис. канд. геогр. Наук / П.А. Фрумкин. - М., 1973. - 18 с.
50. **Фукс, У.Т.** Формы гипоксической тренировки в современной спортивной практике / П.А. Фрумкин // Тезисы докладов международного научного конгресса "Современный олимпийский спорт". - Киев, 1993/ - 218-219 с.
51. **Шмид, Р.** Физиология человека Т.3 / Р. Шмид, Г. Тевс. - М.: Мир, 1986. - 288с.

52. **Шевченко, С.Ю.** Гипоксия. Адаптация, патогенез, клиника / С.Ю. Шевченко. - СПб.: «ЭЛБИ-СПб» 2000
53. **Хван, М.У.** К вопросу об акклиматизации в среднегорье и последующей реакклиматизации на равнинной местности / М.У. Хван // Физиологические механизмы двигательных и вегетативных функций. - М.: ФиС, 1965/ - 36-41 с.
54. **Хван, М.У.** Материалы к физиологии акклиматизации и адаптации к мышечной работе в условиях среднегорья. Автореф. дис. канд. биол. наук. / М.У. Хван, - Алма-Ата, 1966. - 22 с.
55. **Хитров, Н.К.** Адаптация сердца к гипоксии / Н.К. Хитров, В.С. Пауков. - М., Медицина, 1991
56. Библиофонд, электронная библиотека, Гипоксия: классификация, этиология и патогенез. www.bibliofond.ru, 2008
57. **Dill, D.B.** Physiological adjustments to altitude changes/ D.B. Dill, J.Amer. - Medical Assoc., 1968. - Vol.205, No 11, 747-753 pp.
58. MEDICALP LANET, Защитная реакция организма на гипоксию. Реакция тканей на гипоксию. www.medicalplanet.ru, 2009