

Ханалиев В. Ю.
Сулейманова Р. Г.
Магомедова У. А.

**Адаптивные реакции
различных органов и систем
организма человека в условиях
горного и морского климата**

Монография

В. Ю. Ханалиев, Р. Г. Сулейманова, У. А. Магомедова

**АДАПТИВНЫЕ РЕАКЦИИ РАЗЛИЧНЫХ ОРГАНОВ
И СИСТЕМ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА
В УСЛОВИЯХ ГОРНОГО И МОРСКОГО КЛИМАТА**

Монография

Санкт-Петербург
Научные технологии
2026

УДК 615.834
ББК 53.546
X19

Рецензенты:

Сабина Тагирова Гусейнова, доктор медицинских наук,
профессор ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный медицинский университет»;
Руслан Казбекович Шахбанов, кандидат медицинских наук,
доцент ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный медицинский университет»

X19 Ханалиев В. Ю., Сулейманова Р. Г., Магомедова У. А. Адаптивные реакции различных органов и систем организма человека в условиях горного и морского климата: монография / В. Ю. Ханалиев, Р. Г. Сулейманова, У. А. Магомедова. – СПб.: Научные технологии, 2026. – 92 с.

ISBN 978-5-00271-113-0

В монографии подробно рассмотрены механизмы адаптации человека к морскому и горному климатам. В данном издании представлены ключевые особенности каждого из климатов, оказывающие непосредственное влияние на самочувствие находящихся в таких условиях людей. В ходе работы над монографией были изучены благоприятные последствия адаптаций и факторы риска к развитию или рецидиву каких-либо заболеваний

Издание предназначено для преподавателей, научных сотрудников, аспирантов и врачей в области климатотерапии и спортивной медицины, а также может быть полезно для любознательных студентов медицинских университетов, желающих узнать больше установленной программы.

УДК 615.834
ББК 53.546

ISBN 978-5-00271-113-0

© Ханалиев В. Ю., Сулейманова Р. Г.,
Магомедова У. А., 2026

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	5
1. КЛИМАТ И ПОГОДА	7
Планетные факторы	8
Географические факторы	10
Влияние человека на формирование климата	14
2. МОРСКОЙ КЛИМАТ	15
Особенности	15
Адаптации по органам и системам к морскому климату	23
Сердечно-сосудистая система в условиях прибрежной зоны	24
Кровеносная система в условиях побережья	26
Морской климат и когнитивные способности	27
Психические расстройства и изменения нервной системы в условиях морского климата	29
Эндокринная система в условиях морского климата	30
Опорно-двигательная система в условиях морского климата	31
Пищеварительная система в условиях морского климата	32
Выделительная система в условиях морского климата	34
Кожа и слизистые в морском климате	35
Дыхательная система в условиях морского климата	38
Репродуктивная система в условиях морского климата	38
Морской климат и его влияние на иммунитет	38
3. ГОРНЫЙ КЛИМАТ	40
Особенности горного климата	40
Адаптация организма к горному климату	41
Сердечно-сосудистая система в условиях горной местности	41
Кровеносная система в условиях горной местности	47

Дыхательная система в горах.....	51
Легочная гипертензия в горах.....	54
Опорно-двигательная система в условиях горного климата.....	55
Нервная система в условиях горного климата.....	58
Эндокринная система в условиях горного климата	61
Пищеварительная система в условиях горного климата	63
Выделительная система в условиях горного климата.....	67
Половая система в условиях гор.....	68
Горный климат и его влияние на иммунитет	69
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	70
Список литературы.....	74

ВВЕДЕНИЕ

Механизмы, связанные с адаптацией человеческого организма к различным климатическим условиям в ходе миграции, представляют естественными инструментами процессов эволюции и выживания вида. Важно отметить, что не все эти механизмы всегда оказываются эффективными для оптимального функционирования организма. В связи с этим, исследования в области адаптации и профилактики возможных нарушений здоровья в новых средах пребывания всегда остаются актуальными.

Воздействие климата на физиологию человека и его жизнедеятельность является объектом серьезного интереса среди исследователей. Климатические условия оказывают значительное влияние на различные аспекты здоровья и благополучия человека, включая функционирование сердечно-сосудистой системы, дыхательных путей, обмен веществ, иммунитет и психическое состояние.

Экологические факторы, такие как температура, влажность, атмосферное давление, а также изменения в режиме освещения, могут вызывать различные реакции в организме человека. Например, экстремальные температуры могут привести к развитию заболеваний дыхательной системы, сердечно-сосудистой патологии, перегреву организма или обезвоживанию.

Кроме того, изменения климата могут вызывать сдвиги в растительном мире и качестве пищи, что также оказывает влияние на здоровье человека. Поэтому необходимо учитывать климатические условия в разработке рекомендаций по образу жизни, питанию, физической активности и режиму работы и отдыха, с целью поддержания оптимального здоровья и благополучия человека в различных климатических условиях [1].

Медицинская климатология и курортология – науки, посвященные изучению благоприятных и пагубных природных факторов, их действия на физиологию человеческого организма в лечебно-профилактических целях.

Начиная с IV–V в до н.э. философы и ученые задавались вопросом влияния климатических условий на организм человека и возможности использования природно-климатических особенностей в терапии заболеваний. К таким трудам можно отнести трактаты Авл Корнелия Цельса, Галена, Гипократа, Аристотеля. Позднее в эпоху Возрождения данным вопросом занимался Парацельс и Гете [2]. Однако в тот период все наблюдения в основном носили эмпирический характер: наблюдения фиксировались в форме наблюдений за своим состоянием, или состоянием пациентов в зависимости от погодных и метеорологических условий без поиска причинно-следственной связи.

В России первые заметки эмпирического характера о влиянии внешних погодных условий на организм человека были найдены в летописях начиная с VIII–XIII вв., когда период был описан как малый климатический оптимум из-за благоприятных условий для проживания [3].

В 1847 году Н. И. Пирогов описывает влияние климата Кавказа на здоровье военнослужащих и создаёт подробную характеристику особенностей лечения и эвакуации больных в условиях горного климата [4].

Таким образом, мы понимаем, что с древних времен ученые замечали влияние погодных условий на человека и задумывались о возможностях данных условий в терапии болезней.

1. КЛИМАТ И ПОГОДА

Погода – это состояние окружающей среды в конкретное время и в конкретном месте, выражаемое температурой, влажностью, освещенностью и другими характеристиками. Климат является усредненными данными по погоде за 30-летний временной период.

С медицинской точки зрения представлено несколько классификаций климата. В данном методическом пособии будет представлена классификация по А. Ю. Ажицкому, которая является наиболее полной и учитывает различные проявления погоды. Данную классификацию можно изучить в таблице 1.

К климатообразующим факторам относят:

- Географическую широту местности, так как в зависимости от этого зависит уровень солнечной радиации.
- Характер циркуляции воздушных масс по атмосферным фронтам, циклонам и преобладающим ветрам.
- Подстилающая поверхность по характеру и рельефу (высота местности над уровнем моря и наличие гористой местности).

Таблица 1. Классификация погоды по А. Ю. Ажицкому

	Благоприятная погода	Относительно благоприятная	Неблагоприятная
Изменчивость атмосферного давления	<4 мбар (<3 мм рт. ст.)	5–8 мбар (3,75–6 мм рт. ст.)	>8 мбар (>6 мм рт. ст.)
Изменчивость температуры	2° С	3–4° С	>4° С
Ветер	<3 м/с	3,1–8,9 м/с	>9 м/с

	Благоприятная погода	Относительно благоприятная	Неблагоприятная
Относительная влажность	55–85%	<55% и >85%	–
Дополнительно	–	–	Метеорологиче- ские явления (гроза, град, пыле- вая буря и т. д.)
Переносимость	Отличная, условия для климатотера- пии и пребывания в данных условиях пациентов с отяго- щенным соматиче- ским анамнезом	Удовлетвори- тельная	Неудовлетвори- тельная, подходит для здоровых лю- дей

Планетные факторы

К планетным факторам можно отнести уровень солнечной радиации, циркуляцию воздушных масс и влагообмен Земли. Также на климат влияет вращение Земли вокруг солнца по орбите и удаленность планеты от солнца, но так как оборот постоянен во времени и равен календарному году, а удаленность описывается устойчивыми физическими моделями, то данный раздел не будет освещен в данном методическом пособии.

Солнечная радиация

Солнечная радиация представляет собой основной источник энергии, поддерживающий функционирование всех процессов на Земле. (77) В зависимости

от периодических изменений положения Земли меняется и поток солнечной энергии, определяющий различия климата в отдельные времена года [5]. Радиация попадает на поверхность Земли в рассеянном виде, частично отражаясь и в большей части поглощаясь планетой. Существование атмосферы уменьшает отвод тепловой энергии за ее пределы, позволяя теплу теряться только за счёт инфракрасного излучения, тем самым разогревая поверхности планеты и нижней части атмосферы [5].

В большей части тепло тратится на нагревание воды. Тепло передаётся излучением, теплопроводностью, а воздушные потоки, перемешивающие мелкие частицы, также влияет на теплообмен в атмосфере. Неравномерное распределение тепла порождает аномалии атмосферного давления, инициирующие в свою очередь воздушные потоки.

Циркуляция воздушных масс

Циркуляция воздушных масс в атмосфере играет ключевую роль в формировании режима осадков и географии их распределения на планете. Этот процесс также существенно влияет на температуру воздуха в различных регионах. Ветры и атмосферные явления, такие как муссоны и западные ветры, определяют движение влажного и сухого воздуха, что в конечном итоге влияет на распределение осадков и климатические условия в различных частях земного шара. Направление и скорость ветра выравнивает атмосферное давление на местности, двигаясь из мест с высоким атмосферным давлением на места с низким давлением.

Воздушные потоки изменяют баланс тепла горизонтальным или вертикальным переносом – осуществляю общую циркуляцию атмосферы. Характерная черта циркуляции – образование циклонов и антициклонов. Сезонное изменение атмосферного давления над морем и водой приводит к формированию ветровых систем – муссоны. Летом, суша нагревается быстрее воды, создавая более низкое

атмосферное давление, чем над водой. Это приводит к формированию муссона, направленного с моря на сушу. Обратный процесс наблюдается зимой, когда суша охлаждается быстрее воды [6, 7].

Влагооборот

Всем известен «круговорот воды в природе». Процесс испарения с различных поверхностей способствует поступлению воды в атмосферу. Конденсация водяного пара и образование облаков и туманов формирует осадки, которые выпадая в виде дождя или снега, уравнивают испарение в целом для планеты и региона. Распределение осадков и их сезонная вариабельность влияет на водный режим региона. Повышенные температуры и практически полное отсутствие осадков характерно для экваториальных зон (пустыни). Высокие температуры и наличие осадков для тропических и субтропических регионов. Далее уровень температуры снижается, количество осадков может увеличиваться или изменять свою сезонность вплоть до промерзания почвы с формированием многолетней мерзлоты при экстремально низкой температуре.

Географические факторы

Широта

Географическая широта также влияет на формирование климата в регионе. Чем экваториальнее находится местность, тем большая интенсивность солнечных лучей приходится на данный участок. Отдаленность от экватора предполагает снижение уровня солнечной радиации и количество тепловой энергии на площадь.

Так же температурные широты предполагают вариабельность среднегодовых температур в зависимости от близости к экватору. Подробнее эту зависимость можно посмотреть на рисунке 1.

Среднегодовые температуры

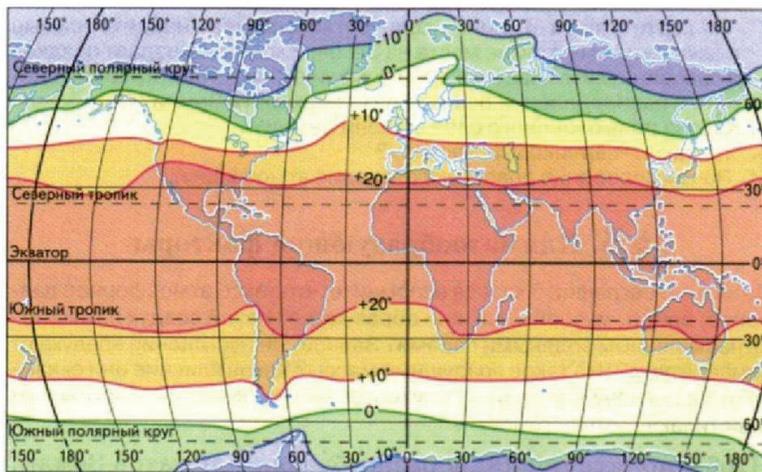


Рисунок 1. Среднегодовые температуры в зависимости от широт

Высота

Климат может сильно меняться в зависимости от высоты места. Чем выше находится местность, тем ниже температура, влажность, загрязненность воздуха и атмосферное давление. Окружающая среда оказывает существенное влияние на человека, находящегося в таких условиях: низкая температура обуславливает большие теплотери, низкая влажность – сухость кожи и слизистых оболочек, низкое атмосферное давление может способствовать развитию так называемой горной болезни, которая развивается из-за гипоксии в условиях сниженного атмосферного давления и содержания кислорода во вдыхаемом воздухе.

Из положительных моментов подъема на высоту можно выделить чистоту воздуха, что благотворно влияет на дыхательную и иммунную системы.

Перемену климата, флоры и фауны с подъемом на высоту можно сравнить с климатическими поясами Земли. У подножия гор и на раннем ее подъеме

произрастают лиственные растения, погода аналогична умеренному климатическому поясу. Выше растут сосновые и климат напоминает субарктический, выше находится арктический пояс с карликовыми растениями и низкими температурами.

Рельеф и подстилающая поверхность

Рельеф оказывает влияние на формирования климата, за счет формирования препятствий для ветров или муссонов в случае наличия гор. За счет этого может задерживаться теплый или холодный воздух в определенной местности.

В морском крае активные волны приводят к формированию морской эрозии, например пещер. Спокойные приливы и отливы приводят к осаждению берега и формированию пологих склонов. В свою очередь, уровень аэризации будет выше при высоких волнах и частых штормах.

Наклон гор по отношению к преобладающему направлению ветра будет определять погодные и метеорологические условия в данной местности. Также в горах достаточно распространены туманы, а погода может меняться от +30 до –5 градусов в течение суток. Рельефный покров может состоять из снега, льда или скал, чаще характерно чередование. От типа покрова зависят ряд климатических условий: температура (теплее при скалистой местности), уровень солнечной радиации (лед характеризует максимальное отражение солнечных лучей, снег также представляет высокую опасность неблагоприятных последствий избыточной солнечной радиации (см. ниже)).

Подстилающая поверхность участвует в формировании мезоклимата, за счет поглощения или отражения солнечной радиации или тепловой энергии, а также регулирует водно-воздушный режим. Разделяют морской и континентальный типы климата в зависимости от подстилающей поверхности, то есть местности, над которой формируется воздушная масса. Морской характеризуется

повышенной влажностью, прохладой по сравнению с температурой прибрежной зоны. Континентальный более теплый и сухой, может быть с частичками пыли.

Океанические течения и климат

Вид течения оказывает свое влияние на формирование климата за счет образования воздушных масс над поверхностью моря, а также процессов теплообмена. При северных течениях прибрежный климат будет холодный и ветренный, при южных течениях будет происходить теплоотдача от воды и формироваться теплые климатические условия.

Сравнительная характеристика морского и горного климатов представлена в таблице 2.

Таблица 2. Характеристики морского и южного климата

Показатели	Морской климат	Горный климат
Влажность	Повышенная	С подъемом снижается
Высота над уровнем моря	Менее 10 метров над уровнем моря	От 400 метров над уровнем моря
Атмосферное давление	Нормальное	Пониженное
Чистота воздуха	При удаленности от города выше среднего	Высокая
Ионизация	Средняя, при шторме и грозе высокая	Высокая
Ветры	Зависит от преобладающего течения и направления ветра. Преимущественно, теплые и влажные.	Днем – теплые, влажные. Ночью – сухие, холодные.
Климат	Морской	Континентальный

Показатели	Морской климат	Горный климат
Температура	В основном, теплая	Резкие перепады от +30 до –5 и ниже
Уровень ультрафиолета	Высокий	Высокий
Рельеф	Пологий	Горный, скалистый

Влияние человека на формирование климата

Человек оказывает большое влияние на окружающую среду. Развитие технологического производства, скотоводства, производства неразлагающихся токсичных материалов критически сказалось на климате Земли.

Из-за выброса парниковых газов происходит истощение озонового слоя Земли, экранирующей ультрафиолетовый свет поверхности, увеличивается объем солнечной радиации, воздействующий на человека и планету. По этой же причине наблюдается глобальное потепление, таяние ледников и изменение климата на Земле.

Изменение климата сказывается как на экономических или экологических, так и на социальных процессах. Так, это может приводить к изменению структуры заболеваемости из-за распространения новых возбудителей в привычные для них условия: к примеру, на Урале из-за холодного климата ранее вспышки малярии были всегда привозными случаями, однако из-за смены климата появилась возможность для внутреннего развития данного микроорганизма [8].

Другой человеческий фактор, влияющий на уровень заболеваемости – урбанизация. Проживание в густонаселенных городах способствует быстрому распространению инфекций, а также повышению частоты зарегистрированных случаев таких заболеваний как хроническая обструктивная болезнь легких, бронхиальная астма, аллергии, аутоиммунные заболевания.

2. МОРСКОЙ КЛИМАТ

Лечение морским климатом называют талассотерапией. К самым популярным местам относят курорты Атлантики, Тихого и Индийского океанов, Средиземного и Черного морей.

В литературе отсутствуют систематические наблюдения и рандомизируемые контролируемые исследования, подтверждающие статистически значимое благоприятное влияние морского климата на состояние людей, однако это зафиксировано эмпирическими наблюдениями.

Перспективным направлением изучения влияния морского климата на человека является:

Определение оптимальных доз пребывания в морском климате в зависимости от сопутствующих заболеваний.

Определение групп лиц, для которых пребывание в условиях морского климата будет максимально эффективно и тех, для которых длительно проживание в данных условиях может быть опасно (из-за предрасположенности к развитию заболеваний).

Особенности

Морской климат по определению гидрометцентра РФ является климатом океанов и больших внутренних морей, характеризующийся малой (по сравнению с континентальным климатом) суточной и годовой амплитудой температуры воздуха, повышенной удельной и относительной влажностью, большой облачностью и увеличенным количеством осадков.

Учитывая, малую амплитуду температур в течение года, такие регионы находятся в низких и средних широтах, что обуславливает повышенные значения солнечной радиации при проживании там.

Однако стоит понимать, что температурные условия для прибрежных зон различаются в зависимости от региона (широты). Так, например, если рассмотреть российские морские курорты, то можно выделить Черноморское, Азовское и Каспийское побережья, где средняя температура зимой $+5 \dots -10$, в межсезонье $+15$, летом $+20 \dots +30$, среднегодовая $+8,5 \dots +11,5$; Калининградский регион, где находится Балтийское море, среднегодовая температура ниже $+4,9 \dots +7,1$, зимой колебания температур обычно не превышают $-0,5$, а летом температура $+17,5 \dots +18,5$ с холодным ветром; в прибрежный районах Баренцева и Белого морей среднегодовая температура еще ниже $0 \dots -2$.

За счет формирования воздушных масс над морем в таком воздухе характерно наличие йодистых соединений и повышенное содержание озона и аэроионов – отрицательно заряженных ионов кислорода [10]. В свою очередь, аэроионы обеспечивают хорошее самочувствие, нормальную активность иммунной системы.

В самой морской воде, в зависимости от географического расположения курорта, характерно разная концентрация растворенных солей (преимущественно, сульфаты, карбонаты, нитраты и хлориды), что благоприятно влияет на кожу, способствует уменьшению боли, нормализации терморегуляции организма. Также купание является отличной аэробной тренировкой для всего организма, дыхательной и сердечно-сосудистой систем в частности.

Дополнительно к морскому климату для прибрежных широт характерна определённая флора, которая выделяет фитонциды, которые обуславливают антибактериальный эффект. С этим, например, связывают сниженную заболеваемость туберкулезом среди лиц, проживающих на морском побережье.

Также проживание в условиях средиземноморья характеризуется благоприятным изменением диеты: употребление рыбы и морепродуктов, богатых

омега-3, позволяют снизить риск сердечно-сосудистых заболеваний. А пребывание в рекреационных зонах благоприятно влияет на психологическое состояние человека [11].

Недостатки морского климата:

- Скопление большого количество людей в курортных зонах повышает риск инфекций.
- Длительное нахождение под солнцем кроме положительных эффектов повышает риск развития канцерогенеза или аутоиммунных нарушений (системной красной волчанки и т. д.) среди лиц, предрасположенных к этому.

Другие особенности морского климата

На побережье морей большую роль на адаптивную реакцию организма человека в первую очередь имеет условие муссонного климата. Муссон уменьшает действие жарких погодных условий. Важный климат побережья уменьшает эффективное потоотделение, тем самым ослабляет терморегуляторные возможности организма. Данный эффект сильно выражен при физических нагрузках, способствуя перегреванию организма. В силу этого возрастает нагрузка на регулирующие системы организма, например, на сердечно-сосудистую систему.

Морской климат в низках широтах характеризуется сезонными изменениями температуры. Летом жители испытывают высокие температуры, а зимой низкие. Для зимнего муссона характерны усиленный обмен веществ, повышенная температура тела, потребление кислорода. Также отмечается усиленный симпатический тонус нервной, сосудистой и кроветворной систем (повышены АД кроветворение). Для летнего муссона характерно же обратное: пониженные парасимпатический тонус, кроветворение, потребление кислорода и основной обмен.

Химический состав воздуха является отличительной чертой морского климата. Постоянное дыхание аэрозолем приводит к ряду изменений, особенно

выраженных в первые дни пребывания в данном климате. Организм обогащается бромом и йодом.

В условиях морского климата высоких широт ведущими факторами становятся факторы охлаждения, длительности световой и ультрафиолетовой недостаточности. Период первичной адаптации характеризуется увеличением интенсивности физиологических реакций. Гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковая система раздражается под действием прохладного и увлажненного воздуха. Это приводит к повышению АД и усилению основного обмена. Отмечается интенсификация органов кроветворения. Наблюдается увеличение количества эритроцитов, некоторое снижение и последующее восстановление индекса гемоглобина. Наблюдается небольшой лимфо- и лейкоцитоз с умеренным нейтрофильным сдвигом и эозинофилия.

При переезде в морской климат умеренных широт отмечается увеличение основного обмена у многих людей до 10–20% от исходных величин. Изменяется деятельность сердечно-сосудистой системы: увеличиваются сократительная функция миокарда, коронарный кровоток, минутный и ударный объемы сердца. Артериальное давление незначительно снижается, однако у гипотоников АД имеет свойство повышаться в условиях морского климата. В этот период усиливается водно-солевой обмен, что сопровождается увеличением диуреза и гидрофильности тканей. Наблюдается усиление процессов фосфорно-кальциевого обмена и ферментативных процессов [12].

Также, изменяется работа вегетативной нервной системы с преимущественной активизацией симпатической нервной системы посредством гипофизарно-адреналовой, кортикостероидной систем и деятельности щитовидной железы [13]. С повышением тонуса скелетной мускулатуры, увеличением легочной проходимости и дыхательным объемом легких улучшается газообмен, что приводит к повышению утилизации кислорода тканями.

В дальнейшем происходит активация парасимпатической части вегетативной нервной системы. Жаркий влажный воздух затрудняет потоотделение, тем самым нарушая естественный процесс теплообмена. Отмечается значительная вазодилатация, вследствие чего увеличивается нагрузка на сердца. Исключительно жаркие погодные условия провоцируют стрессовое состояние с усилением дыхания.

Адаптация человека к морскому климату является сложным процессом, оказывающимся зависимым от разнообразия физико-химических свойств окружающей среды. Быстрая смена климатических зон создает постоянное напряжение в процессе адаптации организма, что требует определенных профилактических мер.

Солнечная радиация

Под воздействием солнечных лучей у человека синтезируется витамин D, который отвечает за прочность костей и, по данным некоторых исследований, позволяет уменьшить смертность от сердечно-сосудистых заболеваний. Кроме того, нахождение в солнечных условиях повышает бодрость и активность организма (в том числе за счет нормализации циркадных ритмов) и повышает ощущение счастья за счет выработки эндорфинов.

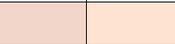
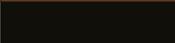
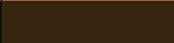
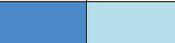
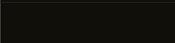
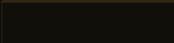
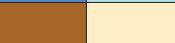
Кроме того, ультрафиолет обладает лечебным воздействием: так, пациенты с зимней формой псориаза и ревматоидным артритом чувствуют улучшение состояния и контроль заболевания на море.

Под действием ультрафиолета у людей вырабатывается меланин, обеспечивающий загар после пребывания на солнце.

Однако на море всегда необходим баланс между нахождением под солнцем и временем вне пляжа. Во-первых, длительное пребывание на солнце, или в часы с повышенной солнечной активностью (примерно с 11 до 17) может привести

к получению солнечных ожогов, особенно у людей, не предрасположенных к этому (таблица 3).

Таблица 3. Цветотипы и предрасположенность к солнечным ожогам

Тип					
Кожа					
Глаза					
Волосы					
Шанс ожога	Минимальный	Минимальный	Средний	Выше среднего	Максимальный

Во-вторых, воздействие на кожу повышает риск развития онкологических заболеваний, причем не только кожной локализации (например, меланома), но и другие [14–16]. Кроме того, длительное пребывание на солнце в молодом возрасте без солнцезащитных очков с защитой от ультрафиолетового света повышает риска развития катаракты в пожилом [17].

Влажность воздуха

При повышенной влажности в условиях морского климата увеличивается нагрузка на мочевыводящие пути из-за снижения выделения водой кожей и легкими. Поэтому длительное пребывание в таких условиях не рекомендовано для пациентов с заболеваниями почек.

Больные жалуются в такие дни на усиление одышки, сердцебиение, тяжесть в голове, разбитость, апатию, появление болей в различных частях грудной клетки, увеличение количества мокроты.

В то же время при отсутствии патологии почек влажность действует благоприятно на человека, препятствуя развитию сухости кожи и слизистых оболочек.

Умеренно влажный воздух способствует очищению от мокроты, защищает от болезнетворных бактерий, что является преимуществом отдыха в морском климате людям с заболеваниями легких.

Ионизация и химический состав воздуха

Высокая ионизация морского воздуха позволяет улучшать способность людей усваивать кислород [18]. Озонированный воздух обладает дезинфицирующим эффектом, поэтому снижается риск инфекционных заболеваний [19]. Кроме того, повышенное содержание солей в воздухе благоприятно влияет на пациентов с астмой, муковисцидозом и другими заболеваниями как по данным наблюдения за пациентами на море, так и в экспериментальных условиях (при сравнении ингаляций с высоким уровнем минерализации и стандартным физиологическим раствором).

Аэрионизация воздуха происходит за счет отрицательно и положительно заряженных молекул кислорода. По данным ученых, на организм человека положительное влияние оказывают именно отрицательно заряженные частицы [20]. По мнению ряда ученых это связано с воздействием на митохондрии клеток и сообщении им заряда, что стимулирует функцию мерцательного эпителия трахеи [21]. Также, отрицательно заряженные молекулы благоприятно влияют на нервную, сердечно-сосудистую системы и ускоряет метаболизм, однако эти механизмы до конца не изучены [22].

Пребывание у моря и в горах позволяет людям в достаточной степени насыщаться аэроионами. Причем у моря во время прилива дополнительно образуются молекулы гидроксила и гидроксония, обладающие сходным воздействием на организм [23].

Однако стоит понимать, что существует ряд пациентов, для которых длительное пребывание в условиях повышенное аэрионизации может сказаться нега-

тивно на общем состоянии. К таким группам относятся люди с сердечной недостаточностью II и III степени, наличием стенозированных коронарных и церебральных сосудов (из-за возможного развития синдрома обкрадывания), эпилепсией и злокачественными новообразованиями (так как ускорение клеточного метаболизма будет происходить в том числе для опухолевых клеток).

Напротив, наилучший эффект будет отмечаться среди пациентов с атрофическим ринитом (и стимуляцией эпителизации слизистой носовой полости), бронхиальной астмой, невралгией, радикулитами, метаболическим синдромом, хроническими ранами различной этиологии и после вирусных и бактериальных заболеваний дыхательных путей [24–26].

Особенности теплой погоды (без сильных колебаний в течение суток), повышенная влажность и плодотворная почва, создают отличные условия для многих растений, которые в свою очередь могут положительно влиять на человека, приехавшего в отпуск.

На морских побережьях встречаются ароматные растения, которые обладают лечебными эффектами и могут применяться в ароматерапии. Например, часто встречаются на курортах можжевельник, сосны, кедры, эвкалипты и кипарисы, насыщающие воздух фитонцидами и эфирными маслами, которые имеют антисептическое и противовоспалительное действие, а также обладают отхаркивающим средством. Эфирное масло пихты содержит большой запас кератина, что обуславливает антиоксидантные свойства [27, 28].

Из травянистых можно выделить лаванду, розмарин, шалфей. Данные растения обладают седативным эффектом, а также может ослаблять болевой синдром.

По результатам мета-анализа происходило снижение уровня тревожности, однако значительного влияния на депрессию не было выявлено [29].

Однако, в исследовании китайский ученых были получены данные, что ароматерапия эффективна в облегчении приступов мигрени [30]. А по данным

экспериментального исследования, ароматерапия позволила снизить когнитивную дисфункцию за счет снижения уровня фосфорилирования бета-амилоида и тау-белка. Данный механизм является основным для болезни Альцгеймера – самого распространённого дегенеративного заболевания, социально значимого в Российской Федерации. При подтверждении эффективности в профилактике болезни Альцгеймера ароматерапия может получить большое распространение.

Климатотерапия

Основное влияние на адаптационные возможности организма в данном сценарии берут на себя следующие факторы: охлаждение, длительность светового и ультрафиолетового излучения, повышенная космическая радиация.

Климатотерапия на море

В настоящее время меньше внимание оказывается использованию климата как метода терапии и профилактики заболеваний. Использование методов климатотерапии в наше время базируется на подходах, разработанных в 20 веке. Несмотря на это, методы остаются актуальными и используются в нынешней практике. Включение биоклиматических ресурсов оказывает положительное влияние на психоэмоциональное состояние пациентов, тем самым повышая резервные возможности организма. Основными методами климатотерапии являются аэротерапия, гелиотерапия, талассотерапия и спелеотерапия.

Адаптации по органам и системам к морскому климату

Стоит понимать, что адаптация организма – это не краткосрочный процесс, а скорее долгосрочный накопительный. Более того, быстрая и частая смена климата неблагоприятна для человека. Так, в первые дни пребывания в морском климате еще только происходит перестройка всех систем организма под новые условия, оптимальный срок для всех систем равняется около 45 дней для краткосрочного пребывания и несколько лет при переезде (с учетом смен сезонов). Наиболее

быстро реагирует эндокринная и дыхательные системы, а также регуляция теплообмена. Затем уже изменяется работа сердечно-сосудистой, пищеварительной, выделительной и других систем. Реактивность нервной системы к новым условиям зависит от степени ее лабильности и уровня первоначальной истощенности.

Сердечно-сосудистая система в условиях прибрежной зоны

Атмосферное давление у моря находится на оптимальном уровне – 760 мм рт. ст., при котором влияние на риск развития сердечно-сосудистых событий минимален. В условиях теплого морского климата часто наблюдается изменение реактивности сосудов (происходит расширение периферических сосудов из-за повышенной температуры окружающей среды), в связи с чем артериальное давление может снижаться на 15–25 мм рт. ст., что особенно благоприятно для людей с гипертонической болезнью. У людей с гипотоническим состоянием может наблюдаться, наоборот, незначительное увеличение давления. Как описывается ниже (см. раздел эндокринная система в условиях морского климата) происходит увеличение синтеза катехоламинов, которые усиливают сердечный выброс, увеличивают сократимость миокарда и его питание за счет улучшения коронарного кровообращения. При длительном нахождении на солнце может даже наблюдаться некоторая гипертрофия миокарда (с неоваскуляризацией), которая необходима для поддержания необходимого перфузионного давления в расширенных периферических сосудах.

С повышением температуры возрастает риск сердечно-сосудистых катастроф (инфаркт миокарда, ОНМК по ишемическому типу) у лиц с факторами риска. То есть пребывание на море в условиях жаркого климата более одного дня увеличивало число госпитализаций по поводу таких заболеваний, как ишемическая болезнь сердца (ИБС), ОНМК, хроническая сердечная недостаточность и нарушения ритма на 0,3–0,8% на каждый 1° С температуры от обычного климата [31].

На морском побережье достаточно распространены различные варианты морского спорта (плавание, сап, серфинг, дайвинг). Данные физические нагрузки могут по-своему влиять на сердечно-сосудистую систему.

Например, погружение на глубину с аквалангом проводится в гипербарических условиях с интенсивной физической нагрузкой на организм. Данные по влиянию на сердечно-сосудистую систему достаточно противоречивы: с одной стороны, есть результаты по кардиопротективному свойству таких тренировок, с другой – описан случай расслоения коронарной артерии после единичного погружения [32, 33]. Однако необходимо понимать, что данные результаты вполне объяснимы, так как работы не сопоставимы ни по качественным, ни по количественным признакам. Так, в первом исследовании изучалось длительное влияние таких тренировок среди аквалангистов-любителей молодого и среднего возраста, во втором описывается женщина 65 лет после однократного погружения. Действительно, плавание в гипербарических условиях несет наибольшую нагрузку на сердце и сердечно-сосудистую систему в первые разы (это подтверждается повышением копертина), постепенно происходит адаптация сердца к перепадам атмосферного давления. Также стоит отметить, что такие погружения для людей в возрасте старше 65, особенно при наличии коморбидного фона не рекомендуются.

Плавание в море без погружения и без интенсивных нагрузок, напротив, по данным исследований полезно не только полностью здоровым людям, но и при соматических заболеваниях. Например, при врожденном синдроме Фонтейна не было выявлено негативного эффекта от плавания по сравнению с нагрузкой на суше [34]. Также плавание оказывает благоприятное влияние на кровоснабжение головного мозга (увеличение средней скорости кровотока в средней мозговой артерии) и на когнитивные способности [35]. Однако стоит иметь в виду, что данное исследование проводилось среди молодых людей 19 ± 1 лет, поэтому влияние

тренировок на море на людей пожилого возраста необходимо дополнительно исследовать.

При этом температура морской воды может оказывать существенное влияние на изменение мозгового кровообращения. При температуре воды 38 °C кровь перераспределялась по организму с целью терморегуляции, что нивелировало благоприятный эффект на мозговое кровообращение [36]. Поэтому, можно сделать вывод о пользе нахождения именно в прохладной воде.

Также благоприятное воздействие на сердечно-сосудистую систему оказывает принятие солнечных ванн в безопасные часы (до 11 и после 17). Количество ультрафиолетового излучения, попадающего на кожу в эти часы, достаточно для стимуляции синтеза витамина D, который имеет гормоноподобное воздействие на сердечно-сосудистую систему. Данный витамин является супрессором ренина, что препятствует избыточной реабсорбции натрия и повышению объема циркулирующей крови (ОЦК). Также он может действовать на синтез оксида азота, который участвует в процессе расслабления гладкомышечной стенки периферических сосудов.

Кровеносная система в условиях побережья

Как было сказано, воздух прибрежной зоны богат отрицательно заряженными частицами, аэроионами, которые обладают благоприятным воздействием на кровеносную систему: улучшают усвоение кислорода и выведение углекислоты, стимулируют синтез эритроцитов и повышают уровень гемоглобина в крови.

Также возможно снижение уровня ЛПНП и триглицеридов опосредовано через воздействие витамина D, который также обладая противовоспалительными свойствами снижает активность процессов, приводящих к атеросклерозу и стимулирует пролиферацию гладкомышечных клеток, которые стабилизируют ате-

росклеротические бляшки. Также кальцетриол препятствует преобразованию поглощению тучными клетками холестерина для предотвращения образования тучных клеток.

Морской климат и когнитивные способности

Как было описано выше, плавание увеличивает среднюю скорость кровотока в средней мозговой артерии и благоприятно влияет на когнитивные способности [36].

Во-вторых, улучшение когнитивных способностей наблюдалось не при погружении в воду, а при плавании (то есть физической нагрузке) в течение 20 минут, что может являться определенным ограничением для лиц старше 65 лет. Однако данные про улучшение когнитивных резервов при плавании подтверждается и в других работах, что позволяет рассмотреть такую адаптацию нервной системы (частично за счет улучшения кровоснабжения) в терапии Альцгеймера, лобно-височной и сосудистой видов деменции [37].

Но стоит соблюдать определенную осторожность насчет глухоководного дайвинга. Выше уже высказывалось опасение относительно влияния перепадов атмосферного давления на сердечно-сосудистую систему при возрасте >65 лет и наличии факторов риска. В литературе также представлены данные негативного влияния погружений с аквалангом на центральную нервную систему и когнитивные способности: в отдаленном периоде наблюдалось поражение белого вещества головного и спинного мозга. Это может происходить по нескольким причинам: холодная вода может приводит к кратковременному спазму сосудов, вызывая ишемию; дыхательные смеси с инертными газами в условия гипербарического давления могут приводить к азотному наркозу [38]. Причем проявления могут варьироваться от снижения тревоги до очаговой симптоматики в виде нарушения зрения, слуха, головокружение, галлюцинации, потеря памяти.

Даже среди опытных дайверов без жалоб на нервную и сердечно-сосудистую систему были выявлены очаги гиперинтенсивного сигнала в головном мозге, которые коррелировали со скоростью декомпрессии более 10 метров в минуту и высоким уровнем холестерина. Соответственно, авторы работы высказали предположение, что данные очаги могут быть сформированными микропузырьками газообразного азота, при ускоренном подъеме с глубины, что особенно выражено при повышенном холестерине [39]. Более того, повторное погружение на глубину более 52–90 метров было ассоциировано с увеличением концентрации тау-белка в сыворотке крови более, чем в два раза по сравнению со значениями до погружения [40]. Данный факт может свидетельствовать о значительном нейрональном стрессе во время таких спусков.

Также при недостаточной тренированности пловцов, может развиваться мигренозная головная боль с тошнотой по типу ассоциированной с сексуальной активностью [41, 42]. Вероятно, она развивается в ответ на физическое перенапряжение человека при превышении возможностей организма.

Длительное проживание в условиях морского климата и необходимости постоянно нырять позволила значительно «усовершенствоваться» организм для глубоководных погружений. Таким примером является коренной народ баджау, или морские кочевники, которые в процессе эволюции приобрели значительные изменения организма, способствующие длительному нахождению под водой без дыхания: увеличение размеров селезенки, генетический отбор рефлекса ныряния [43, 44]. однако эта трансформация требовала значительного времени и сочетания ряда необходимых условий, поэтому таких изменений ожидать у туристов или переехавших в морской климат людей не стоит.

Таким образом можно сделать вывод, что погружение на глубину не является благоприятным для большинства людей: увеличивает риск развития азотного наркоза или повышения риска нейродегенеративного заболевания при погружениях на глубину в любом возрасте, а при занятиях подобным видом спорта

в возрасте старше 65 лет повышается риск развития сердечно-сосудистых катастроф.

Психические расстройства и изменения нервной системы в условиях морского климата

Мягкий морской климат может влиять благоприятно на психологическое состояние человека, находящегося в состоянии усталости, лёгкой степени депрессии и т.д. за счет сезонной выработки серотонина под воздействием солнечных лучей [45]. Теплая (до +20–25° С) температура окружающей среды и высокая доступность сезонных фруктов и овощей является также благоприятными условиями для повышения уровня дофамина в мозге и переносчиков нейромедиаторов [46]. Благодаря этому у пациентов с нервно-психическими заболеваниями наблюдается уменьшение симптомов с возможным полным регрессом в период нахождения в морском климате. Более того, выявлено благоприятное воздействие солнечных лучей на контроль биполярного расстройства и снижение маркеров системного воспаления (цитокиновый теорию считают одним из патогенетических механизмов биполярного расстройства) [47].

При этом стоит понимать, что морской климат зачастую характеризуется не столь мягкими погодными условиями. В основном, летом в период с 12 до 17 температура может подниматься до +30–40° С, что является крайне неблагоприятным фактором для нервной системы человека, особенно при наличии других факторов риска (генетическая предрасположенность, стресс, бессонница, эндокринные нарушения). Избыточная жара и сухость воздуха может приводить к бессоннице, нарушениям сна, головным болям. Более того, длительное пребывание в условиях естественного солнечного освещения характеризуется уменьшением объемов всего мозга и гиперинтенсивностью белого вещества [48]. При этом клинических проявлений не выявлено. Как такие изменения в мозге влияют на нервную систему в дальнейшем и есть ли такие изменения в динамике или при

нахождении в бессолнечном пространстве на данный момент в литературе нет. Однако дальнейшее изучение позволило бы сделать более точные выводы о влиянии на мозг солнца.

Также неблагоприятным воздействием на психическое состояние пребывающего на море человека, могут оказать дожди и бури, которые в сезон муссонов могут встречаться достаточно часто.

Эндокринная система в условиях морского климата

При вдыхании морского воздуха в организм поступают соли брома и йода, что приводит к активации работы щитовидной железы; другие соли, которыми богат морской воздух усиливают водно-солевой обмен в организме, что в свою очередь повышает фосфорно-кальциевый обмен, стимулирует гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковую ось и работу надпочечников.

Учитывая повышенную жару, увеличение общего обмена веществ и поступление йода, пребывание на море не рекомендовано людям с гиперфункцией щитовидной железы, однако будет для пациентов с гипотиреозом будет положительно. Пребывание на море для людей с эутиреозом и отсутствием фактором риска и отягощенной наследственности является нейтральным: активность данной железы в период пребывания на море возрастет (что проявляется увеличением T4 и ТТГ), но при этом будет происходить пополнение уровня йода, поэтому при нормально функционирующем органе по возвращению из морского климата состояние гипотиреоза не должно наблюдаться [49]. При этом стоит понимать, что щитовидная железа чувствительно относится к любому виду радиационного излучения, в том числе ультрафиолетового, поэтому данный период времени может быть риском для развития злокачественного новообразования, узлов (функционирующих, или нет) или аутоиммунного процесса.

За счет активности гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой оси и выработки катехоламинов у людей повышается обмен веществ, увеличивается количество энергии.

За счет усиления дегидратации происходит повышенный секреции альдостерона и антидиуретического гормонов, которые задерживают соли и воду в организме.

Опорно-двигательная система в условиях морского климата

Пребывание на оре благоприятно влияет на состояние опорно-двигательного аппарата. Так, под воздействием солнечных лучей в коже происходит реакция образования превитамина Д3 из своего предшественника, затем также при участии солнечных лучей как катализатора превращения происходит образование колекальциферола – другой формы витамина Д3 [50]. Дальнейшие биохимические преобразования прежней формулы позволяют получить активную форму витамина. Для пациентов с остеопорозом пребывание на солнце более 4–5 дней позволит быстро увеличить объем витамина в организме, что способствует укреплению костного остова [51].

Как было описано выше, в морском воздухе содержание солей, в том числе кальция и фосфора, очень высокое [52]. Поэтому в организм с воздухом и пребыванием в морской воде поступают микроэлементы, необходимые для укрепления костной структуры. Кальций, в свою очередь, вместе с такими микроэлементами, как натрий, калий, магний участвуют в нормальной деятельности мышечной системы и таким образом повышают физическую работоспособность.

Плавание на море позволяет создать уникальные условия: в условиях повышенного сопротивления среды и антигравитации увеличится работа одних мышц и расслабление других групп мышц [53]. Антигравитационные условия формируются благодаря повышенному содержанию солей в растворенной воде,

что увеличивает выталкивающую силу. В таких условиях вода «держит» человека и происходит расслабление мышц позвоночника и шеи, развивается чувство нормального поддержания тела в пространстве, так называемой осанки, а за счет растяжения и напряжения мышц одновременно происходит их укрепление. Симметричность работы двух сторон позволяет тренировать их вне зависимости от доминантной руки, что также благоприятно сказывается на опорно-двигательном аппарате.

При этом плавание создаёт уникальные условия для физических тренировок у лиц с проблемами тазобедренного и коленного суставов, за счет того, что вес тела не оказывает нагрузку на них значительно увеличивается объем возможных выполняемых ими движений [54]. Данные условия создают подходящие условия для препятствия развития мышечной атрофии и контрактур и снижения трофики тканей из-за гиподинамии по причине развития болевого синдрома после травмы, операции или с развитием остеоартроза. Также вода с высоким содержанием солей может способствовать уменьшению отека тканей и болевого синдрома соответственно.

Пищеварительная система в условиях морского климата

При повышенной температуре климата (выше 25° С) и активном потоотделении происходит компенсаторное снижение выработки пищеварительных соков в желудочно-кишечном тракте. Это неблагоприятно сказывается на усвояемости микро-и макроэлементов, особенно с учетом того, что значительная часть водорастворимых витаминов (витамины группы В, никотиновая кислота и другие) может выделяться в составе пота. Также повышается риск инфекционных заболеваний желудочно-кишечного тракта из-за уменьшения объемов секреции и выраженности рН желудочного и кишечного содержимого, в то время как эти соки обладают бактерицидным воздействием. Также происходит замедление пери-

сталтики и уменьшение аппетита, так как уменьшение количества слюны приводит к недостаточной обработке пищи во рту, из-за чего снижаются вкусовые характеристики блюд.

Стоит заметить, что витамин Д в данном случае частично компенсирует утраченные функции: во-первых, влияя на иммунитет и способствуя его активации в кишечной стенке он частично защищает от инфекции; во-вторых, увеличивает всасывание магния, фосфата, железа, цинка и кальция он компенсирует электролитный сдвиг в организме и ферментативную дисфункцию. Более того, под воздействием ультрафиолетового света увеличивается количество облигатных бактерий, благоприятно влияющих на микробиом (рисунок 2) [55].

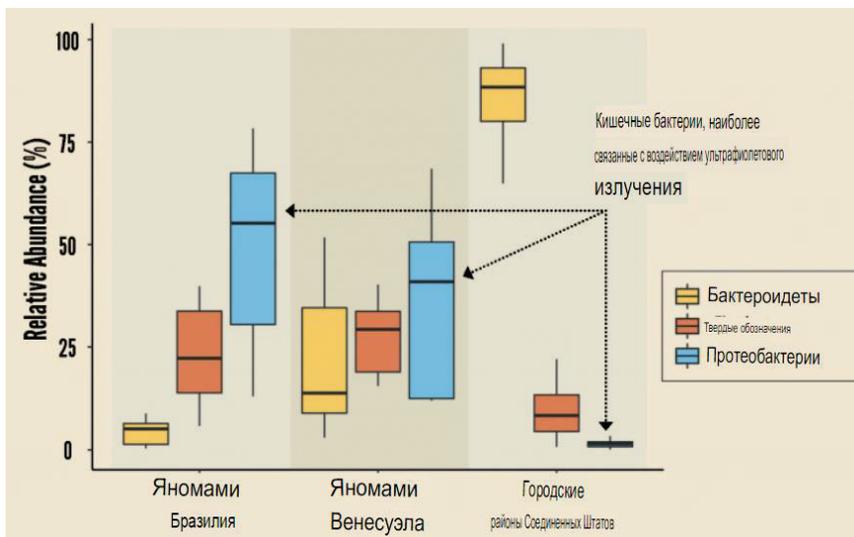


Рисунок 2. Относительная численность основных типов бактерий в микробиоме кишечника в исследуемых группах (прибрежные регионы Бразилии и Венесуэлы и городское население США соответственно)

Дегидратацию из-за обильного потоотделения организм пытается компенсировать приемом жидкости извне, соответственно, повышается чувство жажды. Центр жажды, так же, как и центр голода, расположен рядом в гипоталамусе, удовлетворение потребности в жидкости приводит к торможению не только центра водного обмена, но и голода. Именно поэтому, даже при восполнении объемов жидкости в организме у людей развивается сниженный аппетит, замедляется моторика и уменьшается ферментативная активность. В условиях сниженного аппетита уменьшается толщина подкожно-жировой клетчатки при ее избыточных запасах.

Кроме того, повышенная секреция катехоламинов корой надпочечников усиливают белковый и жировой обмены: происходит выведение азота, калия. Необходимо компенсировать белковый дефицит пищевыми продуктами с высоким содержанием белков, а также витаминов для восполнения потерь. Так же для лучшей адаптации к таким условиям организма необходимо употреблять большое количество жидкости (от 1,5 литров в виде различных блюд).

Выделительная система в условиях морского климата

За счет того, что в условиях жаркого и сухого климата человек активно потеет и выдыхает большее количество влаги, объем выведенной таким образом воды увеличивается и снижается нагрузка на почки. Как было сказано выше, сухой и теплый воздух является благоприятным для людей с заболеваниями почек, так как использование других путей испарения от влаги разгружает фильтрационный аппарат. В сутки почки в условиях морского климата могут выделять до 500–800 мл, в то время как обычно референсным значением является более 1000 мл. При повышении влажности воздуха, что характерно для прибрежной зоны испарение пота замедляется и объем выведенной жидкости почками остается на обычном уровне. Активное потоотделение является защитным механиз-

мом для снижения температуры тела и благоприятным для людей с заболеваниями почек из-за уменьшения объемной нагрузки и увеличения скорости почечного кровотока. Однако стоит понимать, что при фильтрации мочи в почках происходит обратная реабсорбция воды и микроэлементов, при образовании пота такого селективного отбора не происходит и при не восполнении воды и электролитов может наблюдаться дегидратация и снижение уровня витаминов.

Также стоит иметь в виду, что дегидратация, как было сказано выше, в нормальных условиях компенсируется повышенным потреблением жидкости, из-за чего объем жидкости, фильтруемый почками остается на прежнем уровне. Более того, происходит увеличение реабсорбции из-за воздействия антидиуретического гормона, из-за чего усиливаются процессы реабсорбции в почках. Также неблагоприятным моментом может являться высокая температура и концентрация солей, что может повышать риск мочекаменной болезни, особенно в кислом рН.

Жаркий климат из-за дегидратации является риском уменьшения давления в почечных артериях и развития острой почечной недостаточности. Например, при солнечном ударе, около 30% пострадавших нуждались в диализе [56, 57]. Особенно риску развития ОПН подвержены пожилые люди, с СД, заболевания почек в анамнезе.

Кожа и слизистые в морском климате

Солнечный свет можно разделить на три спектра в зависимости от глубины проникновения: УФА-, УФБ- и УФС-лучи. Наиболее опасными считаются УФС-лучи, которые обладают бактерицидным действием. В основном, данный вид лучей задерживается озоновым слоем, однако с движением к экватору и истощением озонового слоя количество проникающих лучей. УФБ- и УФА-лучи ответственны за старение кожи и солнечные ожоги. Они, проникая в сосочковый

и сетчатый слой кожи, вызывают образование свободных радикалов и перекисного окисления липидов, что приводит к ускорению клеточного деления и в конечном счете может стать причиной рака кожи.

Неблагоприятным изменением кожных покровов под воздействием УФА и УФБ лучей является снижение эластичности и упругости кожи, появление пигментных пятен (из-за неравномерного распределения меланина в коже), в совокупности фотостарения. Это происходит из-за активации матриксных металлопротеиназ 2 и 9 типов под воздействием ультрафиолетового облучения (УФО), которые в свою очередь стимулируют выброс триптаза, разрушающих коллаген, тучными клетками.

Однако, оно имеет положительные воздействия: может подсушивать кожу и обладать бактерицидным эффектом за счет воздействия ультрафиолетового спектра, а потому быть эффективна в отношении акне, мокнущих ран, псориаза (зимней формы).

Кожа адаптируется к такому количеству солнечных лучей (и высокому УФ-излучению) с помощью синтеза меланина. Схема синтеза представлена на рисунке 3.

УФО в данной ситуации активирует фибробласты, которые синтезируют фактор стволовых клеток, запускающий процессы синтеза меланина в коже. Также происходит повышение уровня меланоцитостимулирующего гормона, который воздействуя на меланоциты, стимулирует повышенную продукцию меланина.

При повреждении базального слоя в результате травмы или облучения приводит к миграции меланоцитов в дерму и откладывание гранул меланина в этом слое, что и приводит к появлению гиперпигментации отдельных участков.

СИНТЕЗ МЕЛАНИНА

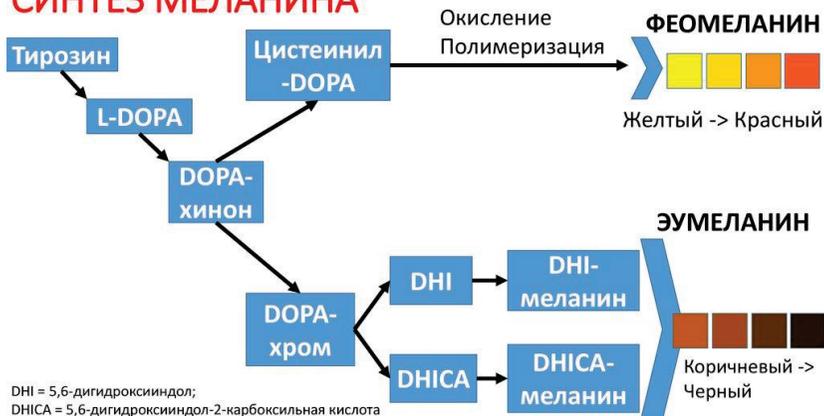


Рисунок 3. Схема синтеза меланина в коже

Плавание в море также оказывает положительное воздействие на кожу. В-первых, высокое содержание растворенных солей магния и цинка позволяет увеличить упругость кожи, за счет стимуляции синтеза коллагена, уменьшить воспаление. Минеральная соль вступает в реакцию с жиром и белком поверхности кожи, образуя пленку, рефлекторно влияя на периферические нервные окончания, улучшая обменные процессы в коже и расширяя поверхностные сосуды кожи. За счет повешенного притока крови ткани обеспечиваются кислородом, что обеспечивает потребность в обменных реакциях, а расширенные сосуды также легче выводят метаболиты по венозному и лимфатическому руслу. За счет раздражения периферических нервных окончаний может снижаться секреция АДГ и альдостерона, что обеспечивает гипотензивный и диуретический эффекты. Однако для чувствительной кожи соль может оказать раздражающее действие, вызывая зуд, покраснение, аллергическую реакцию.

Определенную опасность несут в себе ядовитые медузы, которые могут оставить на коже человека от химического ожога до токсического шока на яд.

Длительная влажность кожи стоп является благоприятной средой для грибка, особенно при наличии повреждений кожи или нарушения трофики тканей.

Дыхательная система в условиях морского климата

При дегидратации организма развивается сухость слизистых оболочек, в том числе носовой полости, которая обладает фильтрующей и защитной функцией. Из-за этого увеличивается частота заболеваний верхних дыхательных путей: риниты, фаринголарингиты. В условиях повышенной влажности сухость слизистых носовой полости незначительна за счет увлажнения вдыхаемым воздухом, что напротив благоприятно сказывается на барьерной функции носовых путей, а при хроническом медикаментозном рините позволяет уменьшить проявления заболевания. Кроме того, влажность и частота кровотечений из носа, по данным исследований имеет, отрицательную взаимосвязь [58].

Фитонциды, морские соли и озон, содержащиеся в большом количестве в прибрежном воздухе благоприятно воздействуют на дыхательную систему, за счет очищения дыхательных путей рефлекторным воздействием, уменьшением воспаления, усилением тканевого дыхания.

Репродуктивная система в условиях морского климата

Смена климата может изменять цикл женщины, задерживать или ускорять овуляцию, что при неподготовленности может привести к непреднамеренному зачатию.

В остальном воздействие морского климата на репродуктивную систему женщины не так велико.

Морской климат и его влияние на иммунитет

Солнечные лучи обладают иммуномодулирующим действием, повышается уровень интерлейкинов, и Т-лимфоцитов. Данные процессы имеют как благопри-

ятные последствия для людей со сниженным иммунитетом, или страдающих хроническими заболеваниями; так и негативным, для людей, у которых после избыточной инсоляции (часто после поездки на море) развиваются аутоиммунные заболевания. К таким заболеваниям можно отнести системную красную волчанку, ревматоидный артрит, фотодерматозы.

Особым риском длительного пребывания на солнце можно назвать «солнечный удар», апатичное состояние человека, сопровождающееся головной болью, тошнотой, иногда потерей сознания. Основной опасностью является нарушение терморегуляции из-за перегрева гипоталамуса и ствола мозга. Также опасно активизация воспалительных реакций в организме и обострение хронического заболевания.

Однако при гораздо больших состояниях солнечное воздействие на иммунную систему показал свое благоприятное воздействие: псориаз, рассеянный склероз, диабет первого типа и другие состояния, при которых пребывание на солнце показало свою эффективность. Одним из механизмов влияния солнечного света на иммунитет является, по мнению ученых, витамин Д. Кальцитриол является регулятором иммунной системы, стимулирует антимикробную активность макрофагов и моноцитов и выработку кателицидинов, которые могут воздействовать непосредственно на вирусы, вызывая их гибель и прикрепляться к мембране бактерий и грибов, стимулируя действия макрофагов. Также он может воздействовать на дифференцировку и функционирование всех типов антигенпрезентирующих клеток и снижать активность Т-хелперов [60].

3. ГОРНЫЙ КЛИМАТ

Особенности горного климата

Особенности горного климата можно выделить на основании данных высокогорного уровня местности над уровнем моря: значит, рельеф имеет горные хребты и изменения температуры в зависимости подъема и формирование ледников на вершинах гор.

Характерно формирование вертикальной зональности ландшафтов. Горный климат в зависимости от количества метров над морем разделяют на: собственно горный (менее 4000 м над уровнем моря) и высокогорный (выше 4000 м над уровнем моря). В силу постоянной вариабельности с высотой атмосферного давления, влажности, температуры и других физических свойств воздуха возникают различные климатические пояса в горных регионах.

С подъемом на вершины увеличивается уровень солнечной радиации, уменьшается атмосферное давление, плотность, влажность и прозрачность воздуха, увеличивается количество осадков. Увеличение прозрачности воздуха в горных регионах, усиливает интенсивность прямой солнечной радиации и уменьшает силу рассеянной солнечной радиации по сравнению с равнинными местностями. Отмечена зависимость температуры от экспозиции склонов солнечной радиации – на южных склонах, где приток радиации больше, температура выше, чем на северных склонах.

Также для гор характерна переменчивость ветров: днем долинный теплый ветер, ночью горный холодный.

Курортологи также изучают возможности терапии в горных условиях [61, 62]. Однако эта терапия имеет свои ограничения: во-первых, лечение выше 3000 метров над уровнем моря ассоциировано с развитием высотной болезни, поэтому требует акклиматизации в 3–7 дней с последующим постепенным подъемом за 10–15 дней. Во-вторых, в день не стоит подниматься

более, чем на 1000 м. Также стоит быть подготовленным относительно неблагоприятных погодных условий и холодных погодных условий. Кроме того, высокий уровень солнечной радиации, как описывалось выше, обуславливает риски, связанные с ожогом и развитием онкологических заболеваний. В горах есть вероятность ожогов глаз, так называемой «снежной слепоте» [63]. Большая сухость воздуха приводит к нарушению водного баланса и ускоренному обезвоживанию.

Из представленных в литературе результатов высокогорной климатотерапии: снижение артериального давления, лечение псориаза (продолгование периода ремиссии), снижение напряжения и тревожности (в том числе по шкале Бека и по уровню кортизола в слюне), среди пациентов с хронической обструктивной болезнью легких и хроническим бронхитом происходит улучшение показателей спирометрии и одышки по шкале Борга [64–69].

Адаптация организма к горному климату

Сердечно-сосудистая система в условиях горной местности

Пребывание в условиях высокогорья является стрессом для организма, редуцирующим адаптационные механизмы, благодаря которым происходят изменения в центральной гемодинамике, вариабельности сердечного ритма и других показателей сердечно-сосудистой системы.

Наблюдалась взаимосвязь между инфарктом миокарда или ОНМК по геморрагическому типу и холодом. Более подверженными влиянию температуры оказались лица мужского пола и пожилые пациенты, особенно при наличии отягощенного соматического анамнеза и факторов риска сердечно-сосудистых катастроф.

Понижение атмосферного давления в условиях высокогорья также является прогностически неблагоприятным фактором, так как, по данным одного исследования, снижение атмосферного давления на 7,5 мм рт. ст. увеличивало частоту коронарных событий на 12%, смертность на 8% [30]. Также по причине измерения атмосферного давления увеличивается риск разрыва аневризмы аорты. Причем реакция на изменение давление отличается по гендерному признаку: мужчины на уменьшение давление реагировали быстрее женщин (1–1,5 дней против 4 суток после снижения атмосферного давления менее 750 мм рт. ст.). Другим фактором риска является возраст старше 45 лет вне зависимости от половых различий.

Рекомендовано проводить полное обследование организма перед отправлением в горы, особенно при наличии факторов риска (мужской пол, возраст старше 45 и особенно старше 65 лет). По необходимости можно подбирать антигипертензивную терапию с контролем артериального давления во время нахождения в горах с постепенным снижением по мере спуска [70].

Высотное воздействие давно признано как стресс на сердечно-сосудистую систему. Ранние отчеты об восхождениях на горные высоты упоминают такие реакции как тахикардия, одышка, сердцебиение в контексте «сердечной усталости» [71]. С одной стороны, есть много работ упоминающие сердечную недостаточность у жителей горных местностей [72, 73]. С другой стороны, существует представление о хорошей толерантности миокарда к гипоксии и что распространенность сердечно-сосудистых заболеваний ниже у жителей высокогорья. [74]. Гипоксия индуцирует спазм легочных сосудов, тем самым увеличивая лёгочное сосудистое сопротивление. При этом результирующая лёгочная гипертензия – умеренная [75].

Сердце в покое

Сразу при помещении организма в условия гипоксии, нормо- или гипобарической среды сердечный выброс в покое увеличится. Так, типичным ответом в исследовании 24 здоровых субъектов, вдыхающих воздух с $FiO_2 = 0,12$, отмечалось снижение артериальной PO_2 до 40 ± 1 мм рт. ст. Сердечный выброс у исследуемых лиц увеличивался на 22%, и в большой мере объяснялся увеличением ЧСС на 18%. Измеряемый ударный объём не изменился. Исследователи отмечают неизменное количество доставки артериальной кровью кислорода в условиях сниженного содержания O_2 в крови и ответного увеличения сердечного выброса. Данное наблюдение, воспроизведённое неоднократно, позволяет предположить, что доставка кислорода к тканям тесно связана с немедленными изменениями сердечного выброса в ответ на периферическую потребность в кислороде и кровоснабжении [76].

Такой ответ сердечно-сосудистой системы не является постоянным, и сердечный выброс возвращается к исходному, иногда даже несколько ниже исходного, уровню через несколько дней. [77]. при этом сохраняется тахикардия и уменьшенный ударный объём. Авторы демонстрируют изменение параметра «сердечный выброс» у исследуемых в течение первых 8 дней пребывания на высоте 3800 метров над уровнем моря [78]. При сравнении СВ у лиц, обитающих в высокогорье, с СВ у лиц, живущих у побережья, не было обнаружено значимой разницы, с выявляемой несколько более высокой ЧСС и ударным объёмом у лиц первой группы. [79–81]. Примечательно, что не было обнаружено связей с высотой и величиной сердечного выброса (СВ). Так как СВ возвращается к исходному уровню в течение нескольких дней гипоксии до возникновения полицитемии можно говорить об повышенном захвате кислорода из крови тканями. Почему организм предпочитает увеличение поглощения кислорода тканями над увеличением доставки точно не известно. Поддержание СВ с уменьшенным ударным

объемом и увеличенным ЧСС можно связать с развитием респираторного алкалоза с прогрессирующей гипоксической дыхательной реакцией во время акклиматизации, уменьшающейся с годами [82]. Другим вероятным объяснением можно принять, что увеличенная ЧСС и сниженный ударный объем позволяют улучшить взаимосвязь и работу правого желудочка с малым кругом кровообращения в условиях умеренной лёгочной гипертензии [83].

ССС при нагрузке

Увеличение высоты над уровнем моря ассоциировано с уменьшением максимального потребления кислорода, которое соответствует снижению барометрического давления и парциального давления кислорода во вдыхаемом воздухе, таким образом снижая оксигенацию крови [84]. Первоначально, наблюдается более высокий сердечный выброс при любой физической нагрузке, при этом максимальные значения СВ и ЧСС остаются неизменными или несколько уменьшенными [74, 84–86].

При акклиматизации связь между сердечным выбросом, выполняемой нагрузкой и потреблением кислорода, не отличается сильно от той, что наблюдается на уровне моря, но достигает предела при более низких значениях потребления кислорода, нагрузки, СВ и ЧСС. Авторы в своей работе демонстрируют связь этих значений, измеренных на уровне моря, и после на высоте 5800 метров после периода акклиматизации [87]. Последующие исследователи выявляют увеличенную в покое, но уменьшенную максимальную ЧСС как показатель, зависимый от высоты над уровнем моря [87].

Alexander и др. [85] сообщили о типичных изменениях у лиц, подвергавшихся воздействию горного климата в течение 3 недель на высоте 3100 метров:

- Максимальное потребление кислорода (в периоды нагрузки) снизилось на 25% в течение первых дней пребывания на высоте без последующего улучшения.

- Отмечалось минимальное падение оксигенации артериальной крови при физических нагрузках.

- ЧСС увеличивалась при всех уровнях нагрузки, однако максимальная ЧСС не изменялась.

- Ударный объем был уменьшен в состоянии покоя и при любых нагрузках.

- СВ уменьшился.

Авторы обсудили возможные эффекты повышения резистентности сосудов малого круга, активности симпатической нервной системы, снижения объема плазмы и намекают на возможный депрессорный эффект алкалоза, но всё же отдали предпочтение идее поражения миокарда на фоне умеренной гипоксии. Данные выводы примечательны, так как ударный объём уменьшался без наблюдаемого снижения оксигенации артериальной крови. Кроме того, дополнительная подача кислорода для коррекции гипоксемии не сразу приводила к повышению ударного объёма [85, 87, 89].

Механизмы уменьшенного СВ в горах

Симпатическая нервная система (СНС).

Характер изменения сердечного выброса на больших высотах частично связан с активацией СНС. Это отражается в увеличении в плазме и моче катехоламинов [90]. Активация СНС также увеличивает скорость метаболического обмена. Однако, есть исследования, показывающие уменьшенную бета-адренергическую активность рецепторов, и увеличенную активность мускариновых рецепторов. Каждый из этих факторов в совокупности способствует снижению максимальной ЧСС в условиях высокогорья.

Однако, при дыхании чистым кислородом наблюдается быстрая обратимость изменения максимальной ЧСС (то есть, вновь повышается к значениям, измеренных на уровне моря). Аналогичные реакции наблюдаются при введении изопроterenола в условиях острой и хронической гипоксии, при разных

ЧСС [91]. Данные наблюдения отрицают влияние автономной нервной системы на уменьшенный максимальный сердечный выброс в условиях высокогорья. Парасимпатическая блокада атропином или гликопирролатом восстанавливает максимальную ЧСС, но не максимальный сердечный выброс или максимальное потребление O_2 . β -Адренергическая блокада пропранололом снижает максимальную ЧСС без какого-либо влияния на максимальный СВ или VO_{2max} [92, 93]. Таким образом, дисбаланс симпато-парасимпатической нервной системы может объяснить тахикардия в покое, но снижение максимальной частоты сердечных сокращений при упражнениях по-прежнему трудно понять. С другой стороны, отсутствие изменений VO_2 max при фармакологических манипуляциях вегетативной нервной системы косвенно свидетельствует, что снижение хронотропного резерва не способствует снижению физической работоспособности на высоте [94].

Депрессорные эффекты гипоксии на миокард.

Долгое время считалось, что миокард может уменьшить свою насосную функцию в условиях гипоксии, тем самым предотвращая фатальную аритмию или сердечную недостаточность [95]. В экспериментальных условиях было показано негативный инотропный эффект гипоксии на животных препаратах и изолированных миокардиальных фибрилл [96]. Несмотря на это, возможные эффекты гипоксии манифестируют только в течение нескольких дней и не поддаются немедленной обратимости, как показано в исследованиях в группах акклиматизированных лиц при дыхании чистым кислородом. Ударный объём, использованный для оценки давления наполнения правых или левых отделов сердца, отлично поддерживается в условиях моделирования чрезвычайно больших высот, тем самым указывая на сохраненную сократимость, более того в условиях высокогорья происходит гипертрофия миокарда [97]. Данное явление подтверждается при установлении связи пикового давления ЛЖ в систолу с конечно-систолическим объёмом.

Кровеносная система в условиях горной местности

Для кровеносной системы в горной местности характерны следующие адаптации (рисунок 4):

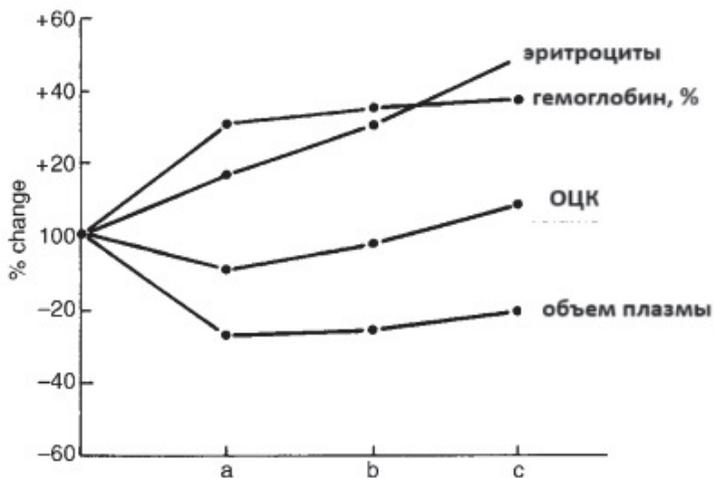


Рисунок 4. Изменения в показателях кровеносной системы через:

- 18 недель на высоте 4000–5800 метров над уровнем моря;
- 3–6 недель на высоте выше 5800 метров над уровнем моря;
- 14 недель на высоте выше 5800 метров над уровнем моря

Как можно заметить из рисунка 5 реологические изменения крови зависят от высоты, на которую поднимаются люди.

Изменение объема плазмы

Гипоксия остро увеличивает концентрацию гемоглобина, тем самым уменьшая количество плазмы у лиц, помещенных в условия высокогорья. Дальнейшее уменьшение объёма плазмы объясняется потерей воды за счёт усиленной

вентиляции, потоотделения и диуреза [98, 99]. Данные процессы происходят при стимуляции периферических хеморецепторов сосудов с последующим выбросом нейромедиаторов, которые увеличивают частоту дыхательных движений, уменьшают реабсорбцию натрия почками. То же действие на реабсорбцию натрия оказывает снижение антидиуретического гормона.

Уменьшение объема плазмы может приводить к снижению давления наполнения полостей сердца на большой высоте. Однако, при использовании инвазивных методов измерения показателей гемодинамики, можно обнаружить, что фактор гиповолемии и уменьшенной преднагрузки незначительно играет роль в уменьшении максимального сердечного выброса. Дальнейшие исследования также показывают, что увеличение объема плазмы не приводит к увеличению максимального сердечного выброса и потребления кислорода, и коррекция гипоксемии быстро увеличивает максимальный сердечный выброс.

По возвращению с гор показатели объема плазмы быстро приходят в норму, даже наблюдается небольшое повышение показателей.

Гипокапния

Более чем 100 лет назад, существовала гипотеза о ключевой роли гипокапнии в появлении симптомов в условиях высокогорья. Данная гипотеза была проверена Grover и соавт, показавшие сниженный СВ при наличии гипокапнии у исследуемых лиц. В условиях дополнительной подачи углекислого газа нормализовались уровень рН и рСО₂, позволяя поддерживать ударный объем в норме. Уменьшенное максимальное потребление кислорода у лиц без дополнительной подачи СО₂ было объяснено уменьшенной доставкой кислорода на фоне сниженной Р_{о2}. Авторы также отметили, отсутствие обычно-наблюдаемого повышения гематокрита при использовании газа СО₂. Был сделан вывод, что в исследуемой группе с дополнительной подачей СО₂, ударный объем при нагрузке в условиях

гипоксии сохранялся благодаря сохраненному объёму плазмы в крови и активации симпатической нервной системы. Несмотря на малое количество исследуемых лиц испытание Grover и соавт. не было повторено.

Вязкость крови

Гематокрит увеличивается на высоте, изначально из-за гемоконцентрации; затем из-за увеличенного эритропоэза после 2 недель акклиматизации на высоте. При этом в организме должен быть достаточный уровень микроэлементов: железа и витамина B12, необходимых для синтеза гемоглобина и эритроцитов.

Эритропоэз регулирует гормоном эритропоэтина. Выброс данного гормона осуществляется перитубулярными клетками почек в ответ на снижение парциального давления кислорода в венозном кровотоке или тканях почечной паренхимы. При подъеме уровень эритропоэтина повышается уже через 2 часа, существенный подъем происходит за 24-48 часов в зависимости от скорости и высоты подъема, а также индивидуальных особенностей организма. Через 3 недели уровень эритропоэтина может постепенно снижаться.

Увеличенный гематокрит приводит к увеличению вязкостных свойств крови [100, 101]. Теоретически, это могло приводить к уменьшению сердечного выброса. Однако, изволюмическая гемодилюция не увеличивала Vo_2 max и только слегка увеличивало показатели сердечного выброса и ударного объёма. Наблюдения, показывающие способность дополнительной подачи кислорода стремительно увеличивать максимально возможную способность к нагрузке и сердечный выброс в условиях высокогорья, противоречат теоретическому отрицательному влиянию высокой вязкости на сердечный выброс.

При этом увеличение вязкости крови имеет потенциальные риски: дополнительное повышение легочной гипертензии, развитие правожелудочковой недостаточности, церебральной гипоперфузии, увеличение риска тромбоза и смерти.

Изменение уровня гемоглобина

Гемоглобин обычно повышается при подъеме в горы до 205 г/л. Это связано с потребностью эритроцита переносить большее количество кислорода в условиях гипоксии [102]. Увеличение гемоглобина компенсирует снижение сатурации артериальной крови из-за гипоксии. Кроме увеличения уровня гемоглобина происходит увеличение сродства к кислороду.

Максимальный уровень гемоглобина зависит от генетических факторов, но практически не зависит от высоты подъема и длительности нахождения (см. рисунок 4). Увеличение гемоглобина коррелирует с увеличением работоспособности и существенного увеличения физических возможностей людей.

Стоит понимать, что уровень гемоглобина, выше оптимальных значений также является неблагоприятным, из-за повышения вязкости крови, снижения деформации эритроцитов, снижения сердечного выброса. Оптимальным уровнем гемоглобина можно считать около 180 г/л на высоте более 5000 метров над уровнем моря, на уровне до 4000–5000 достаточным уровнем гемоглобина является 150 г/л, при котором происходит достаточное насыщение эритроцитов гемоглобином для обеспечения транспорта кислорода в условиях гипоксии, но при этом не будет условий для развития жизнеугрожающих состояний [103].

После спуска с гор у некоторых людей наблюдается до двух месяцев повышенный до 66% от нормы уровень гемоглобина при этом уровне эритропоеза снижается до субнормальных значений.

Уровень липидов в крови

Повышается на средних высотах, в высокогорье значительно снижен по сравнению с другими группами [104]. У жителей Тибета наблюдалось обратная U-образная кривая относительно взаимосвязи высоты и уровня липидов (низкие значения на низинах и выше 3300 метров над уровнем моря), а максимальные в этом промежутке. Общий холестерин увеличивался с подъемом, а триглицериды,

напротив, снижались [105]. Такие результаты лабораторных анализов были получены, несмотря на то что в высокогорье употребляют самую жирную из всех уровней пищу.

Дыхательная система в горах

В горах среди поднимающихся наблюдается увеличение дыхательного объема, происходит смещение уровня дыхательного объема по типу инспираторной одышки с увеличением выдоха. Большая часть изменений дыхательной системы происходит в первые 24 часа после подъема, а заканчиваются примерно через 2 недели [106].

Периферические хеморецепторы в основном ощущают гипоксемию, хотя они также реагируют на углекислый газ и рН, в то время как центральные хеморецепторы реагируют главным образом на изменения PCO_2 , определяемые индуцированным изменением рН. Основным стимулом для гипервентиляции (увеличение ЧДД и объема вентиляции) является гипоксемия. В результате гипервентиляции пребывание в горах приводит к снижению PCO_2 .

Гипоксия вследствие недостатка кислорода обычно развивается только при достижении высоты над уровнем моря более 3000 метров. Как можно заметить на рисунке 5, увеличение объема вентиляции легких зависит от сатурации кислорода и парциального давления кислорода артериальной крови: чем ниже сатурация, тем сильнее возрастает объем легочной вентиляции. Такая реакция может занимать до 10 минут, в течение которых вентиляция увеличивается достаточно для кратковременной компенсации гипоксии. Затем происходит 20–30-минутное снижение вентиляции до изначальных значений минут (из-за гипоксии дыхательных мышц и алколоза), после чего в течение двух недель постепенно возрастает [107, 108].

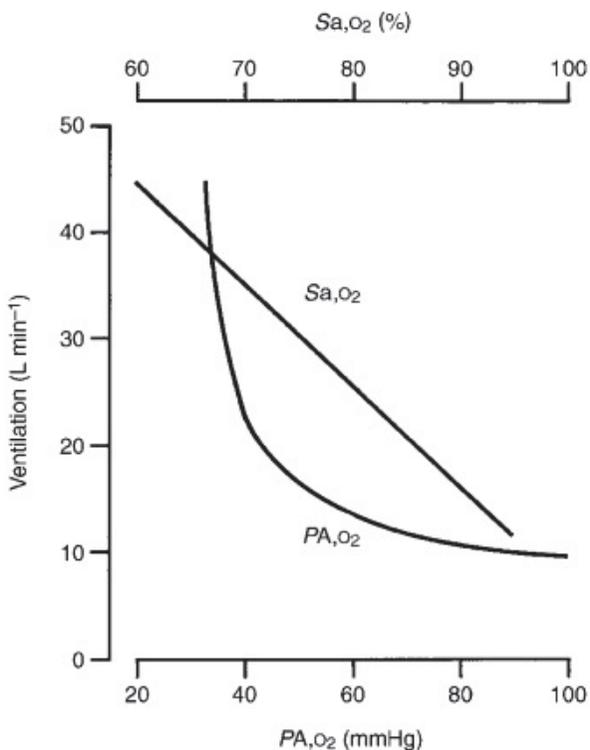


Рисунок 5. Зависимость легочной вентиляции от парциального давления кислорода артериальной крови

Другим регулятором частоты дыхательных движения являются периферические хеморецепторы каротидных телец сонных артерий и аорты. Из-за замедленного транспорта электронов в рецепторных участках происходит активация калиевых каналов и выделение нейромедиаторов, к которым относят допамин, норэпинефрин, вещество P, аденозин и ряд других. Они запускают процессы увеличения частоты дыхательных движений путем стимуляции постсинаптических β_1 -адренорецепторов и бронхолитического эффекта через α -адренорецепторы.

У длительно проживающих в горах наблюдается увеличение объема легочной вентиляции в 1,5 по сравнению с проживающими в равнинах. При переезде в равнины после длительного пребывания в горах объем вентиляции уменьшается примерно у 50% людей, у части остается на прежнем уровне или снижается незначительно. И напротив, переезд в горы около 10 лет не вызывает стойких изменений объемов легочной вентиляции.

Существует так называемая гипоксическая вентиляционная реакция – чувствительность организма к гипоксии, повышению уровня углекислого газа в крови. Увеличенная реакция означает, что человек медленно реагирует на высокий уровень углекислого газа в крови. Это позволяет ему легче переносить подъем с низким риском развития высотной болезни. Уменьшенная – наоборот: реакция организма высокочувствительная к изменениям парциального давления газа в крови и риск развития горной болезни высок. Механизм развития данной реакции неизвестен, так как даже опытные альпинисты показывали более низкую гипоксическую вентиляционную реакцию, чем люди, поднимающиеся впервые. Скорее всего, частично данный вид реакции зависит не только от опыта и «стажа» горных подъемов, но и от генетических особенностей организма.

Важной особенностью восхождения является прерывистое дыхание во сне. Его можно было бы назвать апноэ, однако этиология и патогенез развития совершенно другой [109]. Во сне у людей развивается перерывы между вдохами с уходом в глубокую острую гипоксию, что повышает риск ишемических состояний при наличии факторов риска. К хронической гипоксии организм постепенно приспособливается, а во время сна такого варианта нет. Вероятно, патогенез связан с гипобарической гипоксией, однако точных данных на сегодняшний день нет. Выявлено, что частота развития периодического дыхания во сне прямо ассоциировано с ЧСС: чем выше частота сердечных сокращений, тем выше вероятности развития этого состояния во сне причем на более низких высотах.

Легочная гипертензия в горах

В условиях горной местности у людей развивается легочная гипертензия [110]. Это происходит из-за повышения сосудистого сопротивления в легких как адаптационной реакции на гипоксию (при наличии альвеолярно-артериального градиента меньше 70 мм рт. ст.). Легочная гипертензия может развиваться как при первом подъеме, так и при хронической гипоксии у горцев. При чем у людей с острой гипоксией вдыхание кислорода позволяет уменьшить значения легочной гипертензии до догипоксических, а для людей, проживающих в этих условиях, вдыхание кислорода неэффективно. У людей, находящихся более одного года выше 4500 метров над морем давление в легочной артерии, увеличивается примерно на 2 мм рт. ст. за этот период. Кроме того, у них начинает различаться реакция на физическую нагрузку по сравнению с равнинными жителями: жители высокогорья реагируют более высоким подъемом давления в легочной артерии (до 60 мм рт. ст.), чем жители равнин, находясь на одинаковой высоте. При этом, дети, рожденные в условиях высокогорья, имеют повышенное давление в легочной артерии с рождения, так как процессы формирования сосудов произошли внутриутробно под воздействием высокого давления (из-за общей системы кровообращения с матерью, также подвергающейся воздействию гипоксии).

Механизм гипоксической легочной вазоконстрикции до конца не изучен [111]. Вообще, это рудиментарный механизм, который проявляется при рождении ребенка и переходе с плацентарного на легочный тип дыхания. Есть данные, что реакция является локальной, то есть при вдыхании воздуха со сниженным содержанием кислорода только одним легким вазоспазм будет односторонний. Следовательно, можно предположить местную реакцию артерии на гипоксию. Скорее всего, спазм происходит выше альвеолярных капилляров, так как в условиях давления до 50 мм рт. ст. в горах можно было бы ожидать стойкий отек легких, который в горах бывает, но не резистентный.

Патогенезом спазма является активация калиевых эндотелиальных мембранных и кальциевых внутриклеточных гладкомышечных каналов с увеличением концентрации кальция в гладкомышечных клетках сосудов вследствие чего развивается вазоспазм [112]. Это предположение подтверждается данными об эффективности применения блокаторов кальциевых каналов в отношении снижения легочной гипертензии и лечения отека легких в горах.

Также известно, что через 2–3 недели происходят медленно обратимые изменения в структуре стенки мелких легочных артерий из-за чего происходит ремоделирование малого круга кровообращения. Так, например, в мелких артериолах появляется гладкомышечный слой, которого в норме нет. Также увеличивается количество тучных клеток, медиаторы которых усиливают вазоспазм. Возможно временное утолщение легочной артерии за счет синтеза коллагена и эластина в адвентиции сосуда. После спуска в условия нормоксии и проживании более 2 лет в равнинных условиях некоторые процессы могут регрессировать и давление может снижаться примерно в 2 раза от значения в покое в горах.

Опорно-двигательная система в условиях горного климата

Люди, поднимающиеся в горы, испытывают повышенную нагрузку на опорно-двигательную систему. Во-первых, подъем по пересеченной местности в принципе сопровождается большими физическими затратами, во-вторых, смена температурных режимов и изменение артериального давления с последующими реологическими адаптациями приводят к необходимости изменений в работе опорного аппарата.

Мышечные волокна уменьшаются в диаметре, за счет чего объемная плотность капилляров увеличивается, но только за счет изменения соотношения сосуд-мышечные волокна. Происходит значительное уменьшение площади поперечного сечения волокон типа I, и менее значительное для волокон II типа по

данным биопсии. Такие же результаты были получены в ходе исследования компьютерной томографии людей после программы Эверест III для оценки соотношения объемов мышечной ткани к костной (рисунок 6).

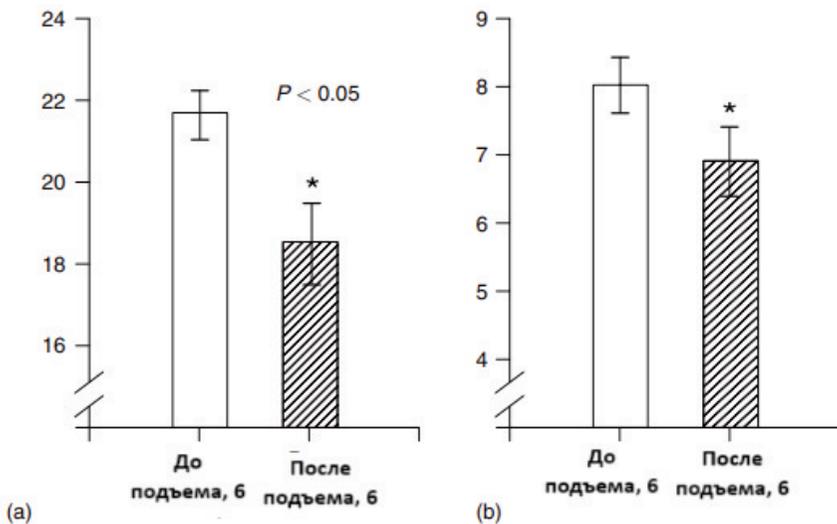


Рисунок 6. Соотношение мышц к костям по данным КТ до и после подъема на Эверест (а – в области бедра, б – в области предплечья)

Уменьшение объема мышц можно объяснить, во-первых, увеличенным катаболизмом с расщеплением мышечного белка и, во-вторых, снижением аппетита и усвояемости веществ на высоте [113].

Скорее всего, отсутствие неоангиогенеза в мышцах связан со снижением фактором роста сосудов (VEGF) и TGF- β 1 в условиях хронической гипоксии.

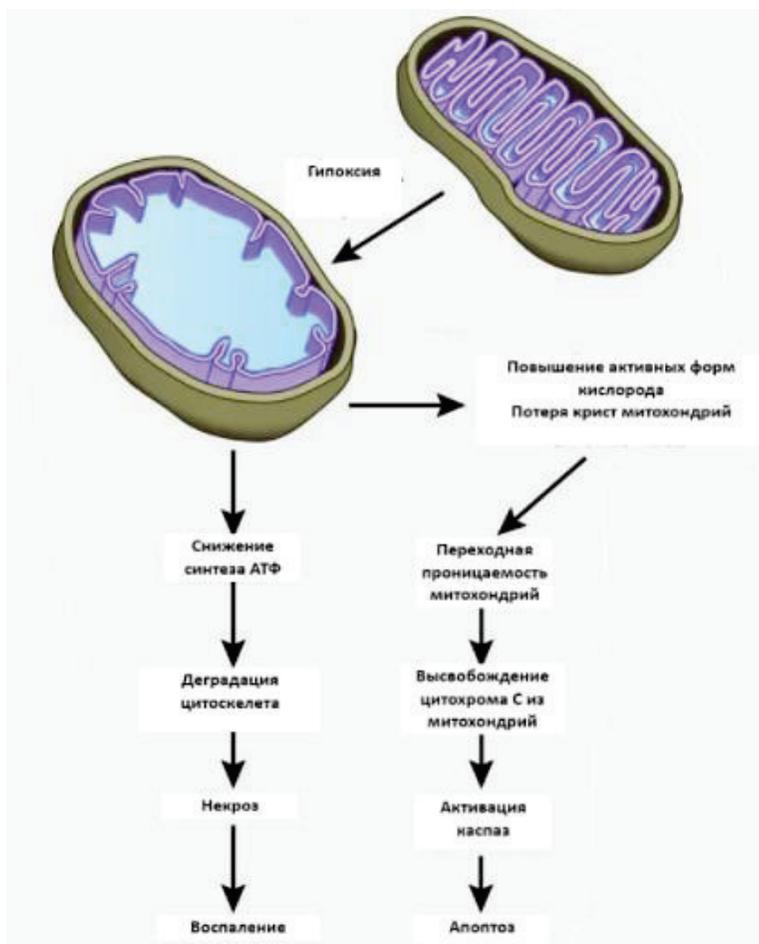
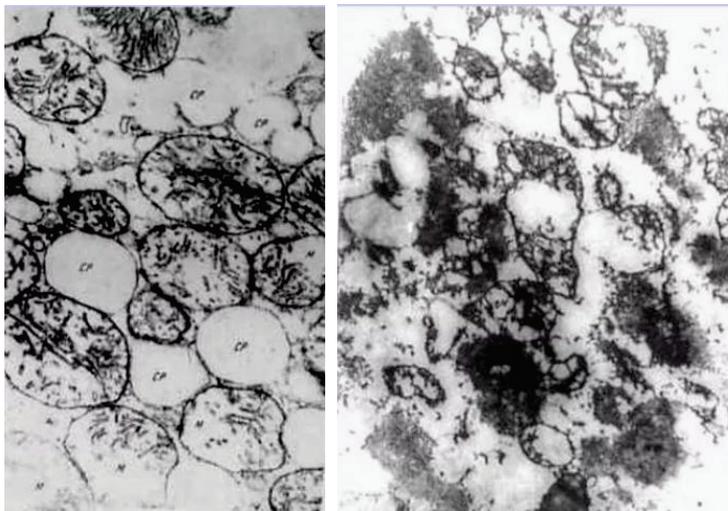


Рисунок 7. Схема разрушения митохондрий в условиях гипоксии

Концентрация миоглобина, по данным исследований, в скелетной и сердечной мышце увеличивается при подъеме в гору [114]. А митохондрий, напротив снижается. Это можно объяснить снижением кислорода: количество миоглобина возрастает для усиления захвата кислорода и увеличения депо, а митохондрии из-

за гипоксии испытывают митохондриальный дистресс в результате чего разбухают и разрываются (рисунки 7–9).



Рисунки 8, 9. Патогенез повреждения митохондрий при гипоксии

Для нетренированного организма данное стрессорное воздействие приводит к пребыванию организма в состоянии субкомпенсации и декомпенсации, низкие физиологические резервы исчерпываются, что приводит к снижению толерантности к физической нагрузке, ухудшению функционального статуса на период «акклиматизации». В тренированном же организме происходит активация механизмов адаптации.

Нервная система в условиях горного климата

Повышенная гипоксическая вентиляционная реакция позволяет с одной стороны легко адаптироваться к высоте в физическом плане и не испытывать острой горной болезни, с другой стороны за счет повышенного парциального

давления углекислого газа развивается церебральная гипоксия, что приводит к нарушению реакции и умственной работоспособности на высоте. Более того, даже после возвращения на равнины уровень когнитивных способностей может быть замедлен в течение какого-то времени при повышенной гипоксической вентиляционной реакции.

Из-за ухудшения качества сна причины чего были описаны в разделе адаптации «дыхательной системы в горах», у людей развивается усталость, раздражительность, когнитивные функции. Все это дополнительно ухудшается в холодном горном климате и условиях гипоксемии [115].

Стоит понимать, что даже в условиях гипоксии мозг потребляет максимально возможное количество кислорода за счет централизации кровотока. О таком процессе свидетельствует нормальный уровень АТФ и АДФ даже в условиях высокой гипоксии на высоте более 8000 метров над уровнем моря. В период гипоксии увеличивается гликолитический поток в нервных клетках, что свидетельствует о повышенной потребности в глюкозе.

В случае развития недостаточности поставляемого кислорода для центральной нервной системы, то в первую очередь при гипоксии страдают гиппокамп, белое вещество, верхние бугры и боковые коленчатые тела, из-за этого нарушается эмоциональное восприятие действительности и реакция на нее, может замедляться реакция и появляться нарушения зрения. Также будут нарушаться такие показатели как: время реакции, зрительно-моторную координацию, память и речевое выражение. Причем эти изменения могут быть как транзиторные в условиях гипоксии и оксидативного стресса, так и наблюдаться какое-то время после восхождений на большую высоту.

При нахождении в условиях гипоксии неврологические нарушения могут проявляться из-за изменения ионного метаболизма в мозгу, что приводит к нарушению передачи нервного импульса. Так, например, синапсы теряют способность к усвоению кальция. Также неблагоприятное воздействие на нервные

клетки оказывает оксидативный стресс из-за образования токсических метаболитов в условиях гипоксии и нарушения венозного оттока, вследствие чего происходит накопление химических соединений.

Интересно, что сосудистое сопротивление зависит от парциального давления кислорода: при снижении PO_2 ниже 60 мм рт. ст. происходит значительное увеличение диаметра сосудов головного мозга (до 5 раз от нормы). При этом стоит учитывать, что в горах гипоксия и повышение уровня углекислого газа в крови приводит к увеличению вентиляции легочной ткани, что в конечном счете приводит к снижению PCO_2 в артериях. Как было сказано в разделах выше (см. сердечно-сосудистую систему в условиях горного климата и дыхательную) периферические сосуды и хеморецепторы в первую очередь реагируют на изменение содержания углекислого газа в крови, поэтому гипокапния, развившаяся вследствие гипервентиляции, приводит к спазму сосудов (в том числе головного мозга). Этот процесс является противоположным по отношению к регуляции диаметра сосудов головного мозга: гипоксия приводит к расслаблению, гипокапния приводит к спазму. Как было описано в разделе дыхательной системы в горной местности, постепенно легкие адаптируются к таким условиям, происходит увеличение гемоглобина и эритроцитов и ткани перестают испытывать кислородное голодание. Также и в головном мозге эти два процесса компенсируются и примерно через 3 недели после подъема в горы диаметр сосудов находится в нормальных значениях, примерно равных равнинным.

В то же время, организм в попытках адаптации к гипоксии продуцирует HIF-1 α , который отвечает за ряд важных функций в организме, в том числе за синтез фактора роста сосудов (VEGF). Данное соединение обеспечивает активную неоваскуляризацию в мозгу для обеспечения нормального питания серого и белого вещества мозга.

Наличие эпилепсии в анамнезе у человека или кровных родственников повышает риски развития судорожного припадка из-за уменьшения порога эпилептического возбуждения. Это происходит по причине изменения поляризации мембран и повышению активности коры головного мозга по данным ЭЭГ.

Эндокринная система в условиях горного климата

Наличие физических нагрузок активизирует ренин-ангиотензин-альдостероновую систему. Реакция надпочечников на стресс происходит по такому механизму, представленному на рисунке 10.



Рисунок 10. Адаптация надпочечников к горному климату

АКТГ стимулирует выброс глюкокортикоидов с дальнейшим снижением спустя 3–5 дней после подъема АКТГ по механизму отрицательной обратной связи. Адреналин секретируется в первые дни подъема, достигает пика на 2–4 день с постепенным снижением катехоламинов после 5–7 дня пребывания на высоте по мере компенсации гипоксии [116, 117]. Затем выбросы адреналина происходят при занятиях физической нагрузкой. Норэпинефрин, продуцируемый симпатическими нервами, повышается на 10–14 день после увеличения легочной вентиляции.

При развитии хронической или подострой горной болезни уровень альдостерона после падения начинает рост, что сопровождается повышенной реабсорбцией натрия почками и соответственно, перегрузку организма жидкостью. Также он увеличивается при физических нагрузках, которые обычно сопровождают подъем в горы. Занятия физической нагрузкой также могут приводить к задержке натрия и воды в организме. Увеличение объема воды за несколько дней равняется примерно 2,5 л (рассчитано по диурезу и уровню натрия), из которых 0,5 л содержатся внеклеточно, а 2 л – внутриклеточно.

Уровень альдостерона возвращается к исходным уровням примерно за два дня после спуска с гор.

Глюкортикоиды усиливают процессы глюконеогенеза в печени, что позволяет повысить уровень глюкозы в плазме крови для повышения энергии.

Из-за снижения температуры окружающей среды происходит выброс тиреоидных гормонов, которые увеличивают активность процессов метаболизма. Высокая активность тиреоидной железы продолжается на протяжении от первых двух недель до месяца нахождения в горах, с достижением максимума на 9 сутки подъема. При этом продукция Т3 и Т4 происходит под влиянием внешних факторов (гипоксии и холода), а не эндогенной стимуляцией ТТГ, так как за время подъема данный гормон находится в пределах нормы [118, 119]. Кроме того, в отличие от морского побережья в горах наблюдается недостаток йода (в воздухе, воде и земле), отчего повышенную активность щитовидной железы поступления йода извне не компенсируют [120]. У людей, длительно проживающих в условиях высокогорья, часто встречается эндемический зоб, который еще в Англии называют «дербиширской шейей» из-за названия местности.

Чувствительность к инсулину снижается в первые дни после подъема на высоту, но постепенно нормализуется и иногда даже увеличивается со стороны органов-мишеней. Из-за этого, в некоторых исследованиях, получены данные

о сниженном содержании глюкозы в плазме крови и улучшении результатов глюкозотолерантного теста после нахождения в горах.

При физической нагрузке в горах уровень соматостатина часто повышается до 20 раз от нормы.

Интересно, что на устойчивость к развитию высотной болезни, по данным работ, оказывает влияние синтез антидиуретического гормона: у людей, устойчивых к развитию горной болезни уровень АДГ снижается по мере подъема, что обуславливает обеспечение нормального диуреза; у людей с симптомами высотной болезни, наоборот, концентрация АДГ увеличивается, что обуславливает задержку воды в организме и вероятно усугубление симптомов недомогания. Увеличение АДГ не увеличивалось при постепенном подъеме или выполнении физической нагрузки, однако быстрый подъем с развитием острой гипоксии и тошнотой являлся причиной увеличения данного гормона в крови. Скорее всего, ключевую роль в регуляции АДГ в данной ситуации сыграло наличие тошноты и рвоты, что привело к водному и электролитному дисбалансу со стимуляцией выброса АДГ.

Пищеварительная система в условиях горного климата

Недостаточность микро- и макроэлементов в условиях скудного рациона и большие нагрузки являются причиной потерей большой массы тела при подъеме в горы (0,5–1,5 кг в неделю). Также данный фактор может являться неблагоприятным в отношении витаминных дефицитов, особенно при длительном проживании в горах. Кроме того, для подъема на высоту потеря аппетита достаточно распространённое явление [121]. Это может происходить по причине повышенной активности и недостаточности питания с уменьшением подкожно-жировой клетчатки на высоте до 4000 метров над уровнем моря и мышечного объема выше 5000 метров над уровнем моря; или из-за горной болезни, сопровождающейся тошнотой и рвотой; также из-за развития кишечных инфекций. Различия в потере

массы тела в зависимости от высоты местонахождения зависят в том числе от того, сколько калорий необходимо для того или иного действия: на экстремальных высотах даже бытовые действия требуют больших энергетических ресурсов.

Кроме того, физические нагрузки часто сопровождаются выбросом такого гормона, как лептин, который могут уменьшать чувство голода. Окончательного мнения по уровню гормонов нет, так же как и не выявлена взаимосвязь между высотой нахождения и уровнем продукции гормонов. Зато получены данные, что при подъеме выше 4500 метров над уровнем моря количество грелина (гормона «голода») снижается примерно на 30% от первоначальных значений.

В условиях горной местности может изменяться работа вкусовых рецепторов: консервированная еда кажется менее вкусной, что также не способствует появлению аппетита. На высоте более 6000 метров над уровнем моря аппетит исчезает без определенной на то причины: количество потребленной энергии на высоте более 5500 метров равняется 6–10 мДж в день против 12–17 мДж в день, съедаемых на уровне моря. Средняя потеря веса в горах 1–2 кг в неделю. Как было сказано выше, сначала происходит липолиз ПЖК, затем катаболические процессы переходят на мышечные волокна, отчего они уменьшаются в диаметре.

Оптимальным решением во время подъёма для исключения развития аноксии является частый дробный прием небольших порций высокоуглеводных блюд. Для жителей данной местности решением является употреблением больших объемов углеводной пищи дважды в день. Причиной потребности в углеводах является тот факт, что снижение сатурации крови менее 70% от нормы сопровождается снижением всасывания углеводов из кишечника на 20–30% от нормальных значений (рисунок 11) [122].

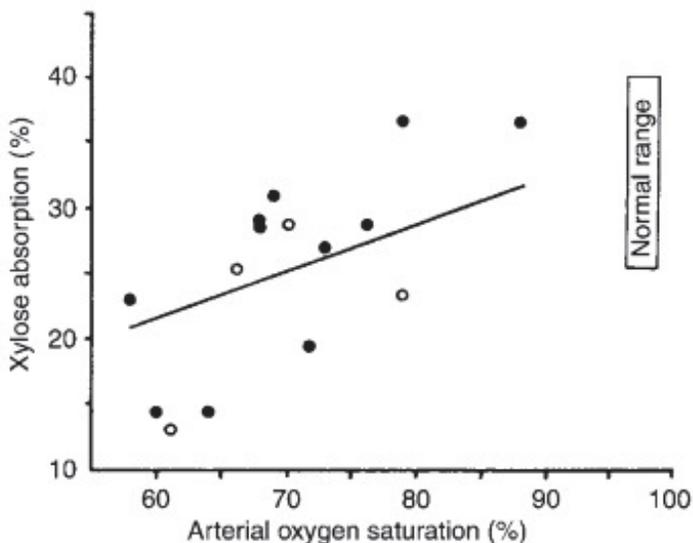


Рисунок 11. Зависимость абсорбции глюкозы от насыщенности кислородом артериальной крови

Стоит иметь в виду, что есть данные о наличии стеатореи у альпинистов в походе, что свидетельствует о дополнительных потерях жиров и витаминов из-за нарушения переваривания и всасывания. С учетом этого рацион должен содержать жиры, но в ограниченном количестве с возможным дополнением ферментами.

Такой же тип питания (высокоуглеводный с низким содержанием жиров) употребляют постоянные жители высокогорья, что позволяет им поддерживать энергетические потребности организма.

Для поддержания водного баланса в организме альпинистам требуется 3–5 литров жидкости в различном виде в день для поддержания диуреза в пределах нормальных значений. Большая часть жидкости испаряется при подъеме

в горы через легкие с выдохом: в сухих и холодных условиях данный процесс идет достаточно активно (от 600 мл до 1 литра в сутки), в отличие от потоотделения, для которого холодные условия не столь характерны. Для предотвращения обезвоживания и рекомендованы такие объемы жидкости к употреблению. Однако необходимо употреблять жидкости, богатые электролитами для предотвращения водно-солевых нарушений, которые могут быть ошибочно диагностированы как симптомы горной болезни.

В условиях нехватки кислорода, необходимого для цикла Кребса и цепи переноса электронов, организм получает энергию путем гликолитического расщепления глюкозы или гликогена. Однако данные процессы с повышенной активностью лактатдегидрогеназы более характерны краткосрочно в процессе адаптации организма к новым условиям. Реакция гликолиза является крайне энергетически невыгодным процессом для организма, так как в результате образуется всего 2 молекулы АТФ и дополнительно пировиноградная кислота, которая также должна утилизироваться организмом. По мере нахождения организма в горах происходит изменение активности ферментов: лактатдегидрогеназа (фермент реакции гликолиза) возвращается на прежний «равнинный» уровень, повышается активность NADH-оксидазы, NADPH-цитохром с-редуктазы (участвующие в цепи переноса электронов), сукцинатдегидрогеназы и других ферментов, характерных для цикла Кребса. Стоит заметить, что повышение активности ферментов превышало показатели жителей равнин.

Что касается адаптации организма во время спуска с гор, то люди, по данным наблюдений, активно набирали вес, в основном за счет мышечной и жировой массы. Однако по окончании спуска все равно масса тела оставалась ниже, чем до похода в горы, причем разделение потерь в организме было таким: 75% приходилось на жир и 25% на мышечную массу тела, чем выше максимально достигнутая высота, тем больший процент в соотношении приходится на мышечные потери.

Выделительная система в условиях горного климата

В условиях горного климата мочевыделительная система функционирует также, как и на уровне море, однако, как было указано в разделе особенностей пищеварительной системы в условиях горного климата, большое количество жидкости выделяется с выдохом через легкие [123]. Соответственно, для поддержания нормальных объемов диуреза требуется большее потребление жидкости.

Как было сказано в разделе эндокринологии, объем диуреза может быть связан с выраженностью проявлений высотной болезни. При сохранном объеме суточной мочи симптомы не развиваются, а при накоплении жидкости в организме они проявляются в тяжести обратно пропорциональной объему диуреза. Изменение объема мочи может быть связано с колебаниями АДГ, альдостерона, предсердно-натрийуретического пептида (ПНП) [124]. Альдостерон и АДГ задерживают натрий и вместе с ним воду в организме, а ПНП наоборот увеличивает натрий урез, как можно понять из названия. ПНП повышается в ответ на гипоксию и физические нагрузки, поэтому в горах он имеет тенденцию к повышению: однако его более значительное повышение связано с горной болезнью.

Высота над уровнем моря практически не влияет на функцию почек. На экстремальных высотах, выше 6500 м, почечная компенсация дальнейшего респираторного алкалоза, по-видимому, является неполной, однако значимых изменений в их работе не наблюдается (при отсутствии патологий в анамнезе). Неполная компенсация алкалоза означает, что рН крови становится сильнощелочным из-за значительного снижения парциального давления углекислого газа (PCO_2) в результате интенсивной гипервентиляции, а за счет почек снижение бикарбоната крови несущественно.

Единственное, что удалось выявить, это наличие микроальбуминурии при первом подъеме, которая особенно выражена у людей с горной болезнью.

Половая система в условиях гор

С учетом повышенного содержания катехоламинов на высоте у беременных женщин, проживающих на высокогорье повышенный риск развития преэклампсии.

Уровень половых гормонов при подъеме в гору, но резких колебаний, выходящих за референсные значения не было выявлено. Например, у мужчин снижается лютеинизирующий гормон и тестостерон с 7 дня и до конца восхождения, с 18 дня повышается уровень пролактина. Все показатели гормонов возвращаются в референсные значения спустя неделю после возвращения. Есть предположения, что такие колебания гормонов связаны с гипоксией, в особенности ночным прерывистым дыханием.

У мужчин при подъеме в горы также наблюдается снижение количества сперматозоидов и увеличение числа аномальных форм [125]. По данным одних работ, количество сперматозоидов возвращается к прежним значениям через 2 недели после спуска с гор, однако другие ученые считают, что качество и количество сперматозоидов снижается на более длительный срок – до двух лет; причем, по данным исследования, это коррелировало с уровнем тестостерона [126].

У женщин в лютеиновую фазу повышена чувствительность к гипоксемии и гиперкапнии, поэтому иногда может достигаться больший объем вентиляции по сравнению с мужчинами [127, 128]. Также женщины лучше справляются с сохранением веса при подъеме в горы (около 1,5% от общей массы тела у женщин против 5% у мужчин).

В условиях повышения вязкости крови у женщины увеличивается риск тромбозов и нарушений имплантации эмбриона, поэтому рекомендовано при планировании беременности не совершать восхождение (особенно с учетом увеличения количества сперматозоидов с мутациями). Также беременным женщинам не рекомендуется подъем в горы, так как есть риск, что в условиях гипоксии

(и общего кровоснабжения матери и плода) может произойти нарушение процессов органогенеза плода. На поздних сроках беременности женщине осуществить подъем на высокогорье будет физически тяжело, а при возникновении экстренной ситуации (преждевременные роды, излитие околоплодных вод и т. д.) доставка роженицы в отделение своевременно будет затруднена.

Горный климат и его влияние на иммунитет

При подъеме в горы может наблюдаться увеличение гранулоцитов и НК-киллеров. Есть данные о редко и медленно протекающих инфекциях в горах, что свидетельствует о повышении иммунных возможностей на высоте.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Организм человека всегда должен адаптироваться к новым условиям, однако объем необходимых изменений зависит от выраженности изменения условий окружающей среды по сравнению с привычными и наличия ресурсов в организме, способных обеспечить данные изменения. Ниже предложена к рассмотрению сравнительная таблица 4 по адаптациям организма к морскому и горному климату.

Таким образом, можно сделать вывод, что несмотря на то, что морской климат имеет свои особенности и требует перестройки в работе некоторых систем, а также соблюдения некоторых правил (восполнение потерянной жидкости, избегать самый жаркий период с 11 до 17), адаптация к нему проходит гораздо проще для организма. Более того, пребывание в морском климате для людей с заболеваниями дыхательной системы, кожи, опорно-двигательной может быть даже полезно, для сердечно-сосудистой системы сравнительно нейтрально, так же как и для почечной и репродуктивной.

Таблица 4. Сравнение потребности организма в адаптации к морскому и горному климату

Система	Морской климат	Горный климат
Сердечно-сосудистая	Оптимальное атмосферное давления с минимальным влиянием на сердце. Основные риски: высокая температура, дайвинг. При длительном нахождении на море возможна гипертрофия миокарда.	↑ЧСС, ↓УО и СВ

Система	Морской климат	Горный климат
Кровеносная система	↑Hb, эритроцитов	↑Hb, эритроцитов, ↓объема плазмы, возможно повышение ЛПНП
Нервная система (когнитивные способности)	Седативное воздействие на нервную систему, благоприятное влияние на когнитивные способности. Фактор риска: дайвинг, жара и сухость воздуха.	Централизация кровотока, прерывистое дыхание во сне = гипоксия → эмоциональная лабильность, раздражительность, потеря концентрации
Эндокринная система	↑АДГ, альдостерона (при дегидратации), катехоламины, ↑йода	1–2 день – ↑адреналина, АКТГ, ↓АДГ, альдостерона 3–5 день – ↑кортизола, Т3, Т4, соматостатина (при физ. нагрузке) 7 день – ↓адреналина 10–14 день – ↑норадреналина, ↓АКТГ
Опорно-двигательная система	Регенерация костной ткани (за счет кальция и витамина Д), при физической нагрузке ↑мышечной массы, ↓ПЖК	↓мышечной массы за счет уменьшения диаметра волокон, ↓ПЖК
Пищеварительная система	↓пищеварительных соков и аппетита, ↑риска пищевых инфекций	↓аппетита, риск анорексии выше 6000 метров над уровнем моря, ↑лептина, ↓грелина,

Система	Морской климат	Горный климат
		↓ всасывания углеводов (при гипоксии) и жиров
Выделительная система	~на том же уровне, так как: ↓ диуреза за счет активного потоотделения и ↑ АДГ и альдостерона и ↑ диуреза за счет компенсации жидкостью	На том же уровне, что и до подъема, возможно микроальбуминурия
Дыхательная система	↑ вентиляции легких, бактерицидный эффект	Гипервентиляция, ↑ ЧДД и объема дыхательных движений, развитие легочной гипертензии из-за спазма постальвеолярных мелких артерий, индивидуальная гипоксическая вентиляционная реакция
Половая система	Может происходить смещение даты овуляции	У мужчин: ↓ ЛГ и тестостерона, ↓ качества и количества сперматозоидов. У женщин: меньшие потери веса, больший объем вентиляции, перепланировании беременности или ее течения не рекомендовано подниматься в горы.
Иммунная система	↑ интерлейкинов, и Т-лимфоцитов	↑ гранулоцитов, НК-киллеров

Поход в высокогорье, напротив, предполагает, что организм должен пере-нести большие изменения в ходе адаптации. Поэтому подъём в горы не рекомен-дован для людей хроническими заболеваниями или недостаточной физической подготовленностью. Наоборот, поход выше уровня моря стоит осуществлять лю-дям, физически подготовленным и имеющим достаточные запасы высокоугле-водного питания для предотвращения развития анорексии.

Список литературы

1. Li A. M. Ecological determinants of health: food and environment on human health. *Environ Sci Pollut Res Int.* 2017 Apr; 24 (10): 9002–9015. doi: 10.1007/s11356-015-5707-9. Epub 2015 Nov 10. PMID: 26552789; PMCID: PMC7089083.
2. Дзюбан Валерий Валерьевич. «ИСТОРИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ В РАЗВИТИИ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В ОРГАНИЗАЦИИ ЛЕЧЕНИЯ И ОТДЫХА В РОССИИ» *Bulletin Social-Economic and Humanitarian Research*, no. 10 (12), 2021, pp. 40–49.
3. Е. П. Борисенков, В. М. Пасецкий. «ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ ПРИРОДНЫЕ ЯВЛЕНИЯ» в русских летописях XI–XVII вв.
4. Маньшев Сергей Борисович (2018). «ОТПРАВЛЕН НА КАВКАЗ ДЛЯ... ПРИМЕНЕНИЯ УПОТРЕБЛЕНИЯ ЭФИРА» (Николай Пирогов на Кавказе и становление военно-полевой хирургии в середине XIX века). *Новое прошлое / The New Past*, (3), 138–155. doi: 10.23683/2500-3224-2018-3-138-155.
5. Назаров Б. И., Абдуллаев С. Ф., & Маслов В. А. (2008). Оценка влияния прямой солнечной радиации и альbedo поверхности на глобальное изменение климата. *Доклады Академии наук Республики Таджикистан*, 51 (9), 665–671.
6. Назаров Б. И., Абдуллаев С. Ф., & Маслов В. А. (2008). Оценка влияния прямой солнечной радиации и альbedo поверхности на глобальное изменение климата. *Доклады Академии наук Республики Таджикистан*, 51 (9), 665–671.
7. Меджидова М. А. Гигиеническое обоснование профилактики инфекций кожи и подкожной клетчатки у военнослужащих в условиях жаркого влажного климата: автореф. дис. ... канд. мед. наук / М. А. Меджидова. – Н. Новгород, 2007. – 24 с
8. Воробьев А. А. Особенности физиологических реакций организма моряков при резкой смене климатических районов / А. А. Воробьев. – М., 1970. – 27 с.

9. Клементьева Наталия Владимировна. «Деятельность медико-санитарных органов Южного Урала по борьбе с малярией в первые десятилетия советской власти» Самарский научный вестник, vol. 6, no. 2 (19), 2017, pp. 158–162.

10. Lloret J., García-de-Vinuesa A., Demestre M. How human health and well-being depends on healthy marine habitats in the Mediterranean: A review. *Heliyon*. 2024 Jan 9; 10 (2): e24329. doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e24329. PMID: 38293530; PMCID: PMC10826731.

11. Aubert M. Impacts biologiques des aerosols marins / M. Aubert, J. Aubert // XV Congr. Intern. Thalassotherap. France, 1972, p. 1.

12. Fregschmidt P. Endokrinologische Aspekte bei Meereskuren / P. Fregschmidt // *Z. angew. Bäder- u. Klimaheilk.*, 1970, Bd 17, N2, S. 135. 66. Pertot V. Oplivob morskih dejjami kovnalaes kiorganizem in patofiziologi kadogajanja v niem / V. Pertot // *Zdravstvenivestnik*, 1971, v. 40, N 4, s. 125.

13. Salama G., Noirot O., Bataille V., Malavaud S., Rebillard X., Villers A., Malavaud B.; French arm of the ERSPC study. Seasonality of serum prostate-specific antigen levels: a population-based study. *Eur Urol*. 2007 Sep; 52 (3): 708-14. doi: 10.1016/j.eururo.2006.11.042. Epub 2006 Nov 28. PMID: 17174467.

14. Hiller T. W. R., O'Sullivan D. E., Brenner D. R., Peters C. E., King W. D. Solar Ultraviolet Radiation and Breast Cancer Risk: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Environ Health Perspect*. 2020 Jan; 128(1):16002. doi: 10.1289/EHP4861. Epub 2020 Jan 6. PMID: 31903801; PMCID: PMC7015554.

15. Tran B., Whiteman D. C., Webb P. M., Fritschi L., Fawcett J., Risch H. A., Lucas R., Pandeya N., Schulte A., Neale R. E.; Queensland Pancreatic Cancer Study Group. Association between ultraviolet radiation, skin sun sensitivity and risk of pancreatic cancer. *Cancer Epidemiol*. 2013 Dec; 37 (6): 886-92. doi: 10.1016/j.canep.2013.08.013. Epub 2013 Sep 26. PMID: 24075798.

16. Pastor-Valero M., Fletcher A. E., de Stavola B. L. et al. Years of sunlight exposure and cataract: a case-control study in a Mediterranean population. *BMC Ophthalmol* 7, 18 (2007). <https://doi.org/10.1186/1471-2415-7-18>.

17. Jiang S. Y., Ma A., Ramachandran S. Negative Air Ions and Their Effects on Human Health and Air Quality Improvement. *Int J Mol Sci*. 2018 Sep 28; 19 (10): 2966. doi: 10.3390/ijms19102966. PMID: 30274196; PMCID: PMC6213340.

18. Fletcher L. A., Gaunt L. F., Beggs C. B., Shepherd S. J., Sleigh P. A., Noakes C. J., Kerr K. G. Bactericidal action of positive and negative ions in air. *BMC Microbiol*. 2007 Apr 17; 7:32. doi: 10.1186/1471-2180-7-32. PMID: 17439657; PMCID: PMC1868029.

19. Alexander D. D., Bailey W. H., Perez V., Mitchell M. E., Su S. Air ions and respiratory function outcomes: a comprehensive review. *J. Negat Results Biomed*. 2013 Sep 9; 12:14. doi: 10.1186/1477-5751-12-14. PMID: 24016271; PMCID: PMC3848581.

20. Tereshin A. E., Kiryanova V. V., Reshetnik D. A. Correction of Mitochondrial Dysfunction in the Complex Rehabilitation of COVID-19 Patients. *Neurosci Behav Physiol*. 2022; 52 (4): 511–514. doi: 10.1007/s11055-022-01269-5. Epub 2022 Jul 22. PMID: 35892008; PMCID: PMC9304544.

21. Iwama H. Negative air ions created by water shearing improve erythrocyte deformability and aerobic metabolism. *Indoor Air*. 2004 Aug; 14 (4): 293-7. doi: 10.1111/j.1600-0668.2004.00254.x. PMID: 15217482.

22. Yakhkind A. Breathing Under Water. *Chest*. 2022 Nov; 162 (5): 1145–1146. doi: 10.1016/j.chest.2022.05.024. PMID: 36344116.

23. Ponomarenko G. N., Ponomareva E. V., Sereda V. P. Bioupravliaemaia aéroionoterapiia--novyĭ metod lecheniia bol'nykh bronkhial'noĭ astmoĭ [Biocontrolled aéroionotherapy--a new method of treatment in patients with bronchial asthma]. *Vopr Kurortol Fizioter Lech Fiz Kult*. 2003 Sep-Oct; (5): 17-9. Russian. PMID: 14650127.

24. Berikhanova R. R., Minenko I. A., Bondarev S. A. Carbohydrate metabolism in women with metabolic syndrome with multimodal non-drug correction of menopausal disorders. *Arch Gerontol Geriatr.* 2020 Nov/Dec; 91:104205. doi: 10.1016/j.archger.2020.104205. Epub 2020 Jul 28. PMID: 32750562.
25. Khan M. A., Bobrovnikskii I. P., Chervinskaia A. V., Sotnikova E. N., Vakhova E. L. [Aeroionotherapy in prevention of acute respiratory diseases in children]. *Vopr Kurortol Fizioter Lech Fiz Kult.* 2006 Nov-Dec; (6): 19–21. Russian. PMID: 17201217.
26. Farrar A. J., Farrar F. C. Clinical Aromatherapy. *Nurs Clin North Am.* 2020 Dec; 55 (4): 489–504. doi: 10.1016/j.cnur.2020.06.015. Epub 2020 Sep 28. PMID: 33131627; PMCID: PMC7520654.
27. Gong M., Dong H., Tang Y., Huang W., Lu F. Effects of aromatherapy on anxiety: A meta-analysis of randomized controlled trials. *J Affect Disord.* 2020 Sep 1; 274: 1028–1040. doi: 10.1016/j.jad.2020.05.118. Epub 2020 May 26. PMID: 32663929.
28. Li D., Li Y., Bai X., Wang M., Yan J., Cao Y. The Effects of Aromatherapy on Anxiety and Depression in People With Cancer: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Front Public Health.* 2022 May 30; 10:853056. doi: 10.3389/fpubh.2022.853056. PMID: 35757624; PMCID: PMC9215260
29. Yuan R., Zhang D., Yang J., Wu Z., Luo C., Han L., Yang F., Lin J., Yang M. Review of aromatherapy essential oils and their mechanism of action against migraines. *J. Ethnopharmacol.* 2021 Jan 30; 265:113326. doi: 10.1016/j.jep.2020.113326. Epub 2020 Aug 30. PMID: 32877718.
30. Толстов П. В., Калягин А. Н., Татаринова М. Б. Влияние гелиогеофизических и природно-климатических факторов на сердечно-сосудистую систему (обзор литературы). *Кардиоваскулярная терапия и профилактика.* 2023; 22 (8): 3599. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2023-3599>. EDN: TTOLAW].

31. Dumić J., Cvetko A., Abramović I., Šupraha Goreta S., Perović A., Njire Bratičević M., Kifer D., Sinčić N., Gornik O. and Žarak M. (2022) Changes in Specific Biomarkers Indicate Cardiac Adaptive and Anti-inflammatory Response of Repeated Recreational SCUBA Diving. *Front. Cardiovasc. Med.* 9:855682. doi: 10.3389/fcvm.2022.855682.

32. Mahendiran T., Desgraz B., Antiochos P. and Rubimbura V (2022) Case Report: A First Case of Spontaneous Coronary Artery Dissection Potentially Associated With Scuba Diving. *Front. Cardiovasc. Med.* 9:855449. doi: 10.3389/fcvm.2022.855449.

33. Paech C., Gebauer R.A., Weidenbach M., Mensch S., Kalden P., Markel F., Michaelis A., Schöffl I., Dähnert I., Riede F. T., Rüdric P., Wolfarth B., Wüstenfeld J. The Fontan and the Sea: First-in-Man Data on Swimming and Diving Physiology in Fontan Patients. *Pediatr Cardiol.* 2021 Oct; 42 (7): 1614–1624. doi: 10.1007/s00246-021-02649-3. Epub 2021 Jun 3. PMID: 34081171.

34. Shoemaker L. N., Wilson L. C., Lucas S. J. E., Machado L., Thomas K. N., Cotter J. D. Swimming-related effects on cerebrovascular and cognitive function. *Physiol Rep.* 2019 Oct; 7 (20): e14247. doi: 10.14814/phy2.14247. PMID: 31637867; PMCID: PMC6803778.

35. Carter H. H., Pienaar O., Coleman A., Cheng J. L., MacDonald M. J., Naylor L. H., Green D. J. The effects of water temperature on cerebral blood flow during aquatic exercise. *Eur J Appl Physiol.* 2024 Jan; 124 (1): 219–225. doi: 10.1007/s00421-023-05264-7. Epub 2023 Jul 7. PMID: 37419991; PMCID: PMC10786737.

36. Shoemaker L. N., Wilson L. C., Lucas S. J. E., Machado L., Thomas K. N., Cotter J. D. Swimming-related effects on cerebrovascular and cognitive function. *Physiol Rep.* 2019 Oct; 7 (20): e14247. doi: 10.14814/phy2.14247. PMID: 31637867; PMCID: PMC6803778.

37. Salse-Batán J., Suárez-Iglesias D., Sanchez-Lastra M. A., Ayán Pérez C. Aquatic exercise for people with intellectual disabilities: findings from a systematic review. *Int J Dev Disabil.* 2021 May 17; 69 (2): 134–146. doi: 10.1080/20473869.2021.1924033. PMID: 37025330; PMCID: PMC10071967.
38. Karakaya H., Aksu S., Egi S. M., Aydin S., Uslu A. Effects of Hyperbaric Nitrogen Narcosis on Cognitive Performance in Recreational air SCUBA Divers: An Auditory Event-related Brain Potentials Study. *Ann Work Expo Health.* 2021 Jun 12; 65 (5): 505–515. doi: 10.1093/annweh/wxaa132. PMID: 33942846.
39. Tripodi D., Dupas B., Potiron M., Louvet S., Geraut C. Brain magnetic resonance imaging, aerobic power, and metabolic parameters among 30 asymptomatic scuba divers. *Int J Sports Med.* 2004 Nov; 25 (8): 575-81. doi: 10.1055/s-2004-821038. PMID: 15531999.
40. Rosén A., Oscarsson N., Kvarnström A., Gennser M., Sandström G., Blennow K., Seeman-Lodding H., Zetterberg H. Serum tau concentration after diving – an observational pilot study. *Diving Hyperb Med.* 2019 Jun 30; 49 (2): 88–95. doi: 10.28920/dhm49.2.88-95. PMID: 31177514; PMCID: PMC6704001.
41. Indo T., Takahashi A. Swimmer's migraine. *Headache.* 1990 Jul; 30 (8): 485-7. doi: 10.1111/j.1526-4610.1990.hed3008485.x. PMID: 2228597. + Mizoguchi K., Utsunomiya H., Emoto H., Shimizu T. Benign exertional headaches induced by swimming. *Kurume Med J.* 1990; 37 (4): 261-3. doi: 10.2739/kurumemedj.37.261. PMID: 2097442.
42. Ilardo M. A., Moltke I., Korneliussen T. S., Cheng J., Stern A. J., Racimo F., de Barros Damgaard P., Sikora M., Seguin-Orlando A., Rasmussen S., van den Munckhof I. C. L., Ter Horst R., Joosten L. A. B., Netea M. G., Salinkat S., Nielsen R., Willerslev E. Physiological and Genetic Adaptations to Diving in Sea Nomads. *Cell.* 2018 Apr 19; 173 (3): 569-580.e15. doi: 10.1016/j.cell.2018.03.054. PMID: 29677510.

43. Lambert G. W., Reid C., Kaye D. M., Jennings G. L., Esler M. D. Effect of sunlight and season on serotonin turnover in the brain. *Lancet*. 2002 Dec 7; 360 (9348): 1840-2. doi: 10.1016/s0140-6736(02)11737-5. PMID: 12480364.

44. Spindelegger C., Stein P., Wadsak W., Fink M., Mitterhauser M., Moser U., Savli M., Mien L. K., Akimova E., Hahn A., Willeit M., Kletter K., Kasper S., Lanzenberger R. Light-dependent alteration of serotonin-1A receptor binding in cortical and subcortical limbic regions in the human brain. *World J Biol Psychiatry*. 2012 Sep; 13 (6): 413-22. doi: 10.3109/15622975.2011.630405. Epub 2011 Nov 23. PMID: 22111663.

45. Dallspezia S., Cardaci V., Mazza M. G., De Lorenzo R., Rovere Querini P., Colombo C., Benedetti F. Higher Seasonal Variation of Systemic Inflammation in Bipolar Disorder. *Int J Mol Sci*. 2024 Apr 13; 25 (8): 4310. doi: 10.3390/ijms25084310. PMID: 38673894; PMCID: PMC11049938.

46. Li H., Cui F., Wang T., Wang W., Zhang D. The impact of sunlight exposure on brain structural markers in the UK Biobank. *Sci Rep*. 2024 May 5; 14 (1): 10313. doi: 10.1038/s41598-024-59633-z. PMID: 38705875; PMCID: PMC11070413.

47. Lupachev V. V. et al. "Dynamics of the Content of Hormones of the Pituitary-Thyroid Axis in Sailors During a Voyage to Various Climatic and Geographic Regions." *International Research Journal*, no. 10 (112), Oct. 2021. doi: 10.23670/IRJ.2021.112.10.037.

48. Haines S. T., Park S. K. Vitamin D. supplementation: what's known, what to do, and what's needed. *Pharmacotherapy*. 2012 Apr; 32 (4): 354-82. doi: 10.1002/phar.1037. PMID: 22461123.

49. Pfothenhauer K. M., Shubrook J. H. Vitamin D Deficiency, Its Role in Health and Disease, and Current Supplementation Recommendations. *J Am Osteopath Assoc*. 2017 May 1; 117 (5): 301–305. doi: 10.7556/jaoa.2017.055. PMID: 28459478.

50. Endre L. A szárazsó-belégzéssel történő kezelés elméleti alapjai és gyakorlati haszna [Theoretical basis and clinical benefits of dry salt inhalation therapy]. *Orv Hetil*.

2015 Oct 11; 156 (41): 1643-52. Hungarian. doi: 10.1556/650.2015.30267. PMID: 26551167.

51. Ohya T., Kusanagi K., Koizumi J., Ando R., Katayama K., Suzuki Y. Effect of Moderate- or High-Intensity Inspiratory Muscle Strength Training on Maximal Inspiratory Mouth Pressure and Swimming Performance in Highly Trained Competitive Swimmers. *Int J Sports Physiol Perform.* 2022 Mar 1; 17 (3): 343–349. doi: 10.1123/ijsp.2021-0119. Epub 2021 Oct 22. PMID: 34686614.

52. Yu Kwok W., So BCL, Tse DHT, Ng SSM. A Systematic Review and Meta-Analysis: Biomechanical Evaluation of the Effectiveness of Strength and Conditioning Training Programs on Front Crawl Swimming Performance. *J Sports Sci Med.* 2021 Oct 1; 20 (4): 564–585. doi: 10.52082/jssm.2021.564. PMID: 35321128; PMCID: PMC8488830.

53. Murdaca G., Gerosa A., Paladin F., Petrocchi L., Banchemo S., Gangemi S. Vitamin D and Microbiota: Is There a Link with Allergies? *Int J Mol Sci.* 2021 Apr 20; 22 (8): 4288. doi: 10.3390/ijms22084288. PMID: 33924232; PMCID: PMC8074777. + Yamamoto E. A., Jørgensen T. N. Relationships Between Vitamin D, Gut Microbiome, and Systemic Autoimmunity. *Front Immunol.* 2020 Jan 21; 10:3141. doi: 10.3389/fimmu.2019.03141. PMID: 32038645; PMCID: PMC6985452.].

54. Sorensen C., Garcia-Trabanino R. A New Era of Climate Medicine – Addressing Heat-Triggered Renal Disease. *N Engl J Med.* 2019 Aug 22; 381 (8): 693–696. doi: 10.1056/NEJMp1907859. PMID: 31433914. + Xu Z., Hu X., Tong S., Cheng J. Heat and risk of acute kidney injury: An hourly-level case-crossover study in queensland, Australia. *Environ Res.* 2020 Mar; 182: 109058. doi: 10.1016/j.envres.2019.109058. Epub 2019 Dec 17. PMID: 31869688.

55. McMullin B., Atkinson P., Larivée N. et al. Examining seasonal variation in epistaxis in a maritime climate. *J of Otolaryngol – Head & Neck Surg* 48, 74 (2019). <https://doi.org/10.1186/s40463-019-0395-y>.

56. Sirbe C., Rednic S., Grama A., Pop TL. An Update on the Effects of Vitamin D on the Immune System and Autoimmune Diseases. *Int J Mol Sci.* 2022 Aug 29; 23 (17): 9784. doi: 10.3390/ijms23179784. PMID: 36077185; PMCID: PMC9456003.

57. Szawarski P., Hillebrandt D. Patient-centred mountain medicine. *Postgrad Med J.* 2016 Aug; 92 (1090): 482-3. doi: 10.1136/postgradmedj-2016-134096. Epub 2016 May 27. PMID: 27234206.

58. Burtscher J., Raberin A., Brocherie F., Malatesta D., Manferdelli G., Citherlet T., Krumm B., Bourdillon N., Antero J., Rasica L., Burtscher M., Millet G. P. Recommendations for Women in Mountain Sports and Hypoxia Training/Conditioning. *Sports Med.* 2024 Apr; 54 (4): 795–811. doi: 10.1007/s40279-023-01970-6. Epub 2023 Dec 12. PMID: 38082199; PMCID: PMC11052836.

59. Ellerton J. A., Zuljan I., Agazzi G., Boyd J. J. Eye problems in mountain and remote areas: prevention and onsite treatment--official recommendations of the International Commission for Mountain Emergency Medicine ICAR MEDCOM. *Wilderness Environ Med.* 2009 Summer; 20 (2): 169-75. doi: 10.1580/08-WEME-REV-205R1.1. PMID: 19594215.

60. Kanayama H., Kusaka Y., Inoue H., Hirai T., Schuh A. A study of the effect of half-day climatotherapy on changes in salivary cortisol levels. *Int J Biometeorol.* 2024 May 15. doi: 10.1007/s00484-024-02698-2. Epub ahead of print. PMID: 38747984.

61. Kanayama H., Kusaka Y., Hirai T., Inoue H., Agishi Y., Schuh A. Climatotherapy in Japan: a pilot study. *Int J Biometeorol.* 2017 Dec; 61 (12) :2141–2143. doi: 10.1007/s00484-017-1418-x. Epub 2017 Aug 4. PMID: 28779303; PMCID: PMC5738459.

62. Kazandjieva J., Grozdev I., Darlenski R., Tsankov N. Climatotherapy of psoriasis. *Clin Dermatol.* 2008 Sep-Oct; 26 (5): 477-85. doi: 10.1016/j.clindermatol.2008.05.001. PMID: 18755366.

63. Kanayama H., Kusaka Y., Inoue H., Hirai T., Agishi Y., Schuh A. Benefits of an accelerated climatotherapy programme for busy people: comparisons according to area and season. *Int J Biometeorol.* 2024 Feb; 68 (2): 367–380. doi: 10.1007/s00484-023-02595-0. Epub 2023 Dec 13. PMID: 38091088; PMCID: PMC10794342.

64. Kubincová A., Takáč P., Kendrová L., Joppa P., Mikuláková W. The Effect of Pulmonary Rehabilitation in Mountain Environment on Exercise Capacity and Quality of Life in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) and Chronic Bronchitis. *Med Sci Monit.* 2018 Sep 12; 24: 6375–6386. doi: 10.12659/MSM.909777. PMID: 30206201; PMCID: PMC6146764.

65. Толстов П. В., Калягин А. Н., Татарина М. Б. Влияние гелиогеофизических и природно-климатических факторов на сердечно-сосудистую систему (обзор литературы). *Кардиоваскулярная терапия и профилактика.* 2023; 22 (8): 3599. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2023-3599>. EDN: TTOLAW.

66. Boussoussou N., Boussoussou M., Merész G., et al. Complex effects of atmospheric parameters on acute cardiovascular diseases and major cardiovascular risk factors: data from the CardiometeorologySM study. *Sci Rep.* 2019; 9 (1): 1–9. doi:10.1038/s41598-019-42830-6.

67. Visseren F. L. J., Mach F., Smulders Y. M., et al. ESC National Cardiac Societies; ESC Scientific Document Group. 2021 ESC Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice. *Eur Heart J.* 2021; 42 (34): 3227-337. doi:10.1093/eurheartj/ehab484.

68. Moso A.: *La stanchezza del cuore. Fisiologia dell'uomo sulle Alpi.* Molano: Frazzelli Treves, Editori; 1897.

69. Monge M.: *La Enfermedad de Los Andes. Síndromes eritremicos.* Lima, Peru: *Annales de la Facultad de Medicina;* 1928. 4. Anand IS, Malhotra R, Chandershekar Y, et al: Adults subacute mountain sickness: a syndrome of congestive heart failure in man at very high altitude. *Lancet* 1990; 335: 561–565.

70. Pei S. X., Chen X. J., Si Ren B. Z., et al: Chronic mountain sickness in Tibet. *Q J Med* 1989; 266: 555–574.
71. Dawadi S., Basnyat B., Adhikari S. A Review of Medical Problems in Himalayan Porters. *High Alt Med Biol.* 2020 Jun; 21 (2): 109–113. doi: 10.1089/ham.2020.0004. Epub 2020 Apr 20. PMID: 32311284.].
72. Heath D., Williams D. R.: Heart and coronary circulation. *High Altitude Medicine and Pathology*. 2nd ed. London: Butterworths; 1989. p. 186–195.
73. Penalzoa D., Arias-Stella J.: The heart and pulmonary circulation at high altitudes. Healthy highlanders and chronic mountain sickness. *Circulation* 2007; 115: 1132–1146.
74. Naeije R., Mélot C., Mols P., et al: Effects of vasodilators on hypoxic pulmonary vasoconstriction in normal man. *Chest* 1982; 82: 404–410.
75. Klausen K.: Cardiac output in man at rest and work during and after acclimatization to 3,800 m. *J Appl Physiol* 1966; 21: 609–616.
76. Vogel J. A., Harris C. W.: Cardiopulmonary responses of resting man during early exposure to high altitude. *J Appl Physiol* 1967; 22: 1124–1128.
77. Klausen K.: Cardiac output in man at rest and work during and after acclimatization to 3,800 m. *J Appl Physiol* 1966; 21: 609–616.
78. Hartley L. H., Alexander J. K., Modelski M., et al: Subnormal cardiac output at rest and during exercise in residents at 3100 m altitude. *J Appl Physiol* 1967; 23: 839–848.
79. Bancho N., Sime F., Penalzoa D., et al: Pulmonary pressure, cardiac output, and arterial oxygen saturation during exercise at high altitude and at sea level. *Circulation* 1968; 33: 249–262.
80. Vogel J. A., Hartley H., Cruz J. C.: Cardiac output during exercise in altitude natives at sea level and high altitude. *J Appl Physiol* 1974; 36: 173–176.
81. Rahn H., Otis A. B.: Man's respiratory response during and after acclimatization to high altitude. *Am J. Physiol* 1949; 157: 445–462.

82. Milnor W. R., Bergel D. H., Bargainer J. D.: Hydraulic power associated with pulmonary flow and its relation to heart rate. *Circ Res* 1966; 19: 467–480.
83. Gas exchange at high altitude. In: West J. B., editor. *Pulmonary gas exchange*, vol II. New York: Academic Press; 1980. p. 97–147.
84. Ekblom B., Hout R., Stein E. M., et al: Effect of changes in arterial O₂ content on circulation and physical performance. *J Appl Physiol* 1975; 39: 71–75.
85. Alexander J. K., Hartley L. H., Modelski M., et al: Reduction of stroke volume during exercise in man following ascent to 3100 m altitude. *J Appl Physiol* 1967; 23: 849–858.
86. Wagner P. D., Gale G. E., Moon R. E., et al: Pulmonary gas exchange in humans exercising at sea level and simulated altitude. *J Appl Physiol* 1986; 61: 260–270.
87. Naeije R., Mélot C., Niset G., et al: Improved arterial oxygenation by a pharmacological increase in chemosensitivity during hypoxic exercise in normal subjects. *J Appl Physiol* 1993; 74: 1666–1671.
88. Pugh IGCE: Cardiac output in muscular exercise at 5800 m (19,000 ft). *J Appl Physiol* 1964; 19: 441–447.
89. Reeves J. T., Groves B. M., Sutton J. R., et al: Operation Everest II: preservation of cardiac function at high altitude. *J Appl Physiol* 1987; 63: 531–539.
90. Alexander J. K., Hartley L. H., Modelski M., et al: Reduction of stroke volume during exercise in man following ascent to 3100 m altitude. *J Appl Physiol* 1967; 23: 849–858.
91. Reeves J. T., Groves B. M., Sutton J. R., et al: Operation Everest II: preservation of cardiac function at high altitude. *J Appl Physiol* 1987; 63: 531–539 || Alexander J. K., Hartley L. H., Modelski M., et al: Reduction of stroke volume during exercise in man following ascent to 3100 m altitude. *J Appl Physiol* 1967; 23: 849–858 || Pugh IGCE: Cardiac output in muscular exercise at 5800 m (19,000 ft). *J Appl Physiol* 1964; 19: 441–447.

92. Cunningham W. L., Becker E. J., Kreuzer F.: Catecholamines in plasma and urine at high altitude. *J Appl Physiol* 1965; 20: 607–610. || Bogaard H. J., Hopkins S. R., Yamaya Y., et al: Role of autonomic nervous system in the reduced maximal cardiac output at altitude. *J Appl Physiol* 2002; 93: 271–279.

93. Pohl R., Rainey J., Ortiz A., Balon R., Singh H., Berchou R. Isoproterenol-induced anxiety states. *Psychopharmacol Bull.* 1985; 21 (3): 424-7. PMID: 4034857.

94. Berezovskii V. A., Levashov M. I. [Effect of artificial mountain climate on the functional state of higher regions of the central nervous system in man]. *Vopr Kurortol Fizioter Lech Fiz Kult.* 2009 Mar–Apr; (2): 6–9. Russian. PMID: 19517597.

95. Serebrovskaya T. V. Intermittent hypoxia research in the former soviet union and the commonwealth of independent States: history and review of the concept and selected applications. *High Alt Med Biol.* 2002 Summer; 3 (2): 205-21. doi: 10.1089/15270290260131939. PMID: 12162864.

96. Hainsworth R., Drinkhill M. J., Rivera-Chira M. The autonomic nervous system at high altitude. *Clin Auton Res.* 2007 Feb; 17 (1): 13-9. doi: 10.1007/s10286-006-0395-7. Epub 2007 Jan 30. PMID: 17264976; PMCID: PMC1797062.

97. Арахова Фарида Мартиновна, Пшикова Ольга Владимировна, Шаов Мухамед Талибович, and Курданов Хусейн Абукаевич. «Изменение работы сердца в условиях высокогорья под воздействием импульсной гипоксии и сфигмотона – частотной модели пульса» *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*, vol. 17, no. 4-2, 2015, pp. 438–441.

98. Kuzmenko N. V., Tsyrlin V. A., Pliss M. G. et al. Seasonal dynamics of myocardial infarctions in regions with different types of a climate: a meta-analysis. *Egypt Heart J.* 74, 84 (2022). <https://doi.org/10.1186/s43044-022-00322-5>.

99. Барбараш О. Л., Мулерова Т. А., Максимов В. Н., Чигисова А. Н., Воевода М. И., Огарков М. Ю. Гипертрофия миокарда левого желудочка при артери-

альной гипертензии у населения Горной Шории. Роль генетического полиморфизма. Кардиология. 2018; 58 (9): 37–46. <https://doi.org/10.18087/cardio.2018.9.10147>.

100. Goldfarb-Rumyantzev A. S., Alper S. L. Short-term responses of the kidney to high altitude in mountain climbers. *Nephrol Dial Transplant*. 2014 Mar; 29 (3): 497–506. doi: 10.1093/ndt/gft051. Epub 2013 Mar 22. PMID: 23525530; PMCID: PMC3938295.

101. Stembridge M., Ainslie P. N., Boulet L. M., Anholm J., Subedi P., Tymko M. M., Willie C. K., Cooper S. M., Shave R. The independent effects of hypovolaemia and pulmonary vasoconstriction on ventricular function and exercise capacity during acclimatisation to 3800 m. *J Physiol*. 2019 Feb; 597 (4): 1059–1072. doi: 10.1113/JP275278. Epub 2018 Jun 6. PMID: 29808473; PMCID: PMC6376077.

102. Stauffer E., Loyrion E., Hanco I., Waltz X., Ulliel-Roche M., Oberholzer L., Robach P., Pichon A., Brugniaux J. V., Bouzat P., Doutreleau S., Connes P., Verges S. Blood viscosity and its determinants in the highest city in the world. *J Physiol*. 2020 Sep; 598 (18): 4121–4130. doi: 10.1113/JP279694. Epub 2020 Jun 14. PMID: 32445208.

103. Reinhart W. H., Kayser B., Singh A., Waber U., Oelz O., Bärtsch P. Blood rheology in acute mountain sickness and high-altitude pulmonary edema. *J Appl Physiol* (1985). 1991 Sep; 71 (3): 934–8. doi: 10.1152/jappl.1991.71.3.934. PMID: 1757331.

104. Alonso I., Matos A., Ribeiro R., Gil Â., Cardoso C., Sardinha L. B., Bicho M. Mountain Cycling Ultramarathon Effects on Inflammatory and Hemoglobin Responses. *Med Sci Sports Exerc*. 2018 Feb; 50 (2): 353–360. doi: 10.1249/MSS.0000000000001440. PMID: 28991044.

105. Vargas E., Spielvogel H. Chronic mountain sickness, optimal hemoglobin, and heart disease. *High Alt Med Biol*. 2006 Summer;7(2): 138–49. doi: 10.1089/ham.2006.7.138. PMID: 16764527.

106. Раджабзода Музафар Эмом, Одинаев Фарход Исматуллаевич, Файзуллоев Хикматулло Тоирович, and Турсунов Рустам Абдусаматович. «Основные показатели липидного спектра у пациентов с ишемической болезнью сердца, проживающих на различных горных высотах» Вестник Смоленской государственной медицинской академии, vol. 18, no. 4, 2019, pp. 67–73.

107. Xiaoyue T., Qichuan Q., Jing G., Pengcui S., Yu H. and Tingxin L. (2023) Lipid levels in the Jiarong Tibetan's diet at high altitudes: a cross-sectional survey. *Front. Nutr.* 10:1207710. doi: 10.3389/fnut.2023.1207710.

108. Bernardi L., Roach R. C., Keyl C., Spicuzza L., Passino C., Bonfichi M., Gamboa A., Gamboa J., Malcovati L., Schneider A., Casiraghi N., Mori A., Leon-Velarde F. Ventilation, autonomic function, sleep and erythropoietin. Chronic mountain sickness of Andean natives. *Adv Exp Med Biol.* 2003; 543: 161-75. PMID: 14713121.]

109. Netzer N. C., Rausch L. K., Frieß M., Strohl K. P., Schilz R., Decker M., Pramsohler S. Expiratory Peak Flow and Minute Ventilation Are Significantly Increased at High Altitude versus Simulated Altitude in Normobaria. *Life (Basel).* 2022 Feb 17; 12 (2): 306. doi: 10.3390/life12020306. PMID: 35207593; PMCID: PMC8875033.

110. Bärtsch P., Swenson E. R., Paul A., Jülg B., Hohenhaus E. Hypoxic ventilatory response, ventilation, gas exchange, and fluid balance in acute mountain sickness. *High Alt Med Biol.* 2002 Winter; 3 (4): 361-76. doi: 10.1089/15270290260512846. PMID: 12631422.

111. Tan L., Li Y., Chen H., Lanzi G., Hu X. Sleep at high altitude: A bibliometric study and visualization analysis from 1992 to 2022. *Heliyon.* 2023 Nov 29; 10 (1): e23041. doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e23041. PMID: 38163230; PMCID: PMC10755286.

112. Sydykov A., Mamazhakypov A., Maripov A., Kosanovic D., Weissmann N., Ghofrani H. A., Sarybaev A. S., Schermuly R. T. Pulmonary Hypertension in Acute and Chronic High Altitude Maladaptation Disorders. *Int J Environ Res Public*

Health. 2021 Feb 10; 18 (4): 1692. doi: 10.3390/ijerph18041692. PMID: 33578749; PMCID: PMC7916528.

113. Bousseau S., Sobrano Fais R., Gu S., Frump A., Lahm T. Pathophysiology and new advances in pulmonary hypertension. *BMJ Med.* 2023 Mar 23; 2 (1): e000137. doi: 10.1136/bmjmed-2022-000137. PMID: 37051026; PMCID: PMC10083754.

114. El Alam S., Pena E., Aguilera D., Siques P., Brito J. Inflammation in Pulmonary Hypertension and Edema Induced by Hypobaric Hypoxia Exposure. *Int J Mol Sci.* 2022 Oct 21; 23 (20): 12656. doi: 10.3390/ijms232012656. PMID: 36293512; PMCID: PMC9604159.

115. Ramos-Campo D. J., Ávila-Gandía V., Alacid F., Soto-Méndez F., Alcaraz P. E., López-Román F. J., Rubio-Arias J. Á. Muscle damage, physiological changes, and energy balance in ultra-endurance mountain-event athletes. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2016 Aug; 41 (8): 872–878. doi: 10.1139/apnm-2016-0093. Epub 2016 Apr 7. PMID: 27447685.

116. Hebisz R., Borkowski J., Hebisz P. Creatine Kinase and Myoglobin Plasma Levels in Mountain Bike and Road Cyclists 1 h after the Race. *Int J Environ Res Public Health.* 2022 Aug 2; 19 (15): 9456. doi: 10.3390/ijerph19159456. PMID: 35954814; PMCID: PMC9367889.

117. Frost S. E., Orr J., Oeung B., Puvvula N., Pham K., Brena R., DeYoung P., Jain S., Sun S., Malhotra A., Heinrich E. C. Improvements in sleep-disordered breathing during acclimatization to 3800 m and the impact on cognitive function. *Physiol Rep.* 2021 May; 9 (9): e14827. doi: 10.14814/phy2.14827. PMID: 33991443; PMCID: PMC8123551.

118. Вишнеvский А. А., Закиров Д. З., Яковлев В. М., Жолдубаева Л. Ы., Захаров Г. А. Эндокринные и мессенджерные системы при адаптации к условиям высокогорья. *Проблемы Эндокринологии.* 2003; 49 (1): 53–56. <https://doi.org/10.14341/probl11447>.

119. Shokrollahi B., Fazli A., Morammazi S., Saadati N., Ahmad H. I., Hassan F. U. Cysteamine administration in lambs grazing on mountain pastures: Effects on the body weight, antioxidant capacity, thyroid hormones and growth hormone secretion. *Vet Med Sci.* 2022 Jan; 8 (1): 328–335. doi: 10.1002/vms3.644. Epub 2021 Sep 29. PMID: 34587370; PMCID: PMC8788981.

120. Zbigniew S. Role of Iodine in Metabolism. *Recent Pat Endocr Metab Immune Drug Discov.* 2017; 10 (2): 123–126. doi: 10.2174/1872214811666170119110618. PMID: 28103777.

121. Frühauf H. Wenn der Berg auf den Magen schlägt: Magen-Darm-Funktion in der Höhe [Every mountain too high when Nausea strikes: gastrointestinal function at high altitude]. *Praxis (Bern 1994).* 2014 Jul 2; 103 (14): 825-32. German. doi: 10.1024/1661-8157/a001718. PMID: 24985228.

122. McKenna Z. J., Gorini Pereira F., Gillum T. L., Amorim F. T., Deyhle M. R., Mermier C. M. High-altitude exposures and intestinal barrier dysfunction. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 2022 Mar 1; 322 (3): R192-R203. doi: 10.1152/ajpregu.00270.2021. Epub 2022 Jan 19. PMID: 35043679.

123. Gonzales G. F. Serum testosterone levels and excessive erythrocytosis during the process of adaptation to high altitudes. *Asian J Androl.* 2013 May; 15 (3): 368-74. doi: 10.1038/aja.2012.170. Epub 2013 Mar 25. PMID: 23524530; PMCID: PMC3752551.

124. Gonzales G. F. Hemoglobina y testosterona: importancia en la aclimatación y adaptación a la altura [Hemoglobin and testosterone: importance on high altitude acclimatization and adaptation]. *Rev Peru Med Exp Salud Publica.* 2011 Mar; 28 (1): 92–100. Spanish. doi: 10.1590/s1726-46342011000100015. PMID: 21537776.

125. Ding X. H., Wang Y., Cui B., Qin J., Zhang J. H., Rao R. S., Yu S. Y., Zhao X. H., Huang L. Acute Mountain Sickness Is Associated With a High Ratio of Endogenous Testosterone to Estradiol After High-Altitude Exposure at 3,700 m in

Young Chinese Men. *Front Physiol.* 2019 Jan 25; 9: 1949. doi: 10.3389/fphys.2018.01949. PMID: 30740062; PMCID: PMC6355701.

126. Gardner L., Keyes L. E., Phillips C., Small E., Adhikari T., Barott N., Zafren K., Maharjan R., Marvel J. Women at Altitude: Menstrual-Cycle Phase, Menopause, and Exogenous Progesterone Are Not Associated with Acute Mountain Sickness. *High Alt Med Biol.* 2024 Mar 22. doi: 10.1089/ham.2023.0100. Epub ahead of print. PMID: 38516987.

127. Richalet J. P., Lhuissier F., Jean D. Ventilatory Response to Hypoxia and Tolerance to High Altitude in Women: Influence of Menstrual Cycle, Oral Contraception, and Menopause. *High Alt Med Biol.* 2020 Mar; 21 (1): 12–19. doi: 10.1089/ham.2019.0063. Epub 2019 Dec 19. PMID: 31855465.

128. Keyes L. E., Sanders L. Pregnancy and Exercise in Mountain Travelers. *Curr Sports Med Rep.* 2023 Mar 1;22(3):78-81. doi: 10.1249/JSR.0000000000001044. PMID: 36866950.

Научное издание

Ханалиев Висампаша Юсупович
Сулейманова Раиса Герейхановна
Магомедова Умият Абдулбасировна

Адаптивные реакции различных органов и систем организма человека
в условиях горного и морского климата

Монография

Издается в авторской редакции
Верстка Ю. Н. Сафонкина

Утверждено к изданию В. М. Коровин, главный редактор издательства

Издательство «Наукоемкие технологии»
ООО «Корпорация «Интел Групп»
<https://publishing.intelgr.com>
E-mail: publishing@intelgr.com
Тел.: +7 (812) 945-50-63
Интернет-магазин издательства
<https://shop.intelgr.com/>

Подписано в печать 25.03.2026.

Формат 60×84/16

Объем 5,75 п.л.

Тираж 500 экз.

ISBN 978-5-00271-113-0



9 785002 711130 >