

§7 МИГРАЦИЯ И АДАПТАЦИЯ

Гридин Л. А.

АДАПТАЦИОННЫЕ РЕАКЦИИ ЧЕЛОВЕКА В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

Аннотация. Предметом исследования являются современные представления о закономерностях адаптационных реакций организма человека в климатогеографических условиях Крайнего Севера, включая характеристику периодов адаптации человека, специфические физиологические и психофизиологические особенности адаптационных реакций, особенности адаптационных моторно–висцеральных реакций, циркадные особенности адаптационных реакций, особенности адаптации системы дыхания человека и компенсаторно–приспособительных реакций его организма. Актуальность обобщения современных представлений о адаптационных реакциях человека в условиях Крайнего Севера обуславливается повышенным вниманием к развитию Арктического региона России, обусловленным необходимостью защиты национальных интересов страны в этом стратегически важном регионе. Методология исследования основана на системном подходе и объединяет методы физиологии труда, социологии медицины, экологии человека, медицины труда, рискометрии здоровья. Неблагоприятные эколого–физиологические факторы, сопровождающие профессиональную деятельность человека на Крайнем Севере, оказывают негативное влияние на функции организма, что обуславливает необходимость проведения с лицами, работающими в условиях Крайнего Севера, рекреационно–оздоровительных мероприятий, направленных на оптимизацию их функционального состояния, сохранение профессионального здоровья с учетом особенностей выполняемых функциональных задач.

Ключевые слова: условия Крайнего Севера, адаптация человека, условия труда, экология человека, физиология труда, адаптационный потенциал, акклиматизация, рискометрия здоровья, психофизиология человека, профессиональное здоровье.

Review. The subject of research are modern ideas about the laws of adaptation reactions of the human body in the climatic conditions of the Far North, including the characteristic periods of human adaptation, specific physiological and psychophysiological features of adaptive responses, specifics of the adaptive motor-visceral reactions, and those of the circadian adaptation reactions and the respiratory system of human adaptation, as well as compensatory-adaptive reactions of human body. The relevance of generalisations of modern ideas about human adaptation reactions in the Far North is justified due to the increased attention to the development of the Arctic region of Russia, due to the need to protect national interests in this strategically important region. The research methodology is based on a systematic approach and integrates methods of the physiology of labour, sociology of medicine, human ecology, medicine, labour,

and measuring health risks. Adverse ecological and physiological factors that accompany the professional activity in the Far North, have a negative impact on the function of the body, resulting in the necessity for persons working in the Far North to be involved in entertainment and recreational activities aimed at optimising their functional state, with the preservation of occupational health taking into account the characteristics of the functional tasks performed.

Keywords: *adaptation potential, occupational physiology, human ecology, working conditions, human adaptation, conditions of Far North, acclimatisation, measuring health risks, human psychophysiology, occupational health.*

В процессе жизнедеятельности человек находится в постоянной динамической связи с окружающей средой и подвергается воздействию факторов, ее формирующих. Эти факторы имеют различную физико-химическую природу и отличаются по интенсивности, периодичности и продолжительности воздействия на биологические объекты. Полиморфизм комплекса факторов, воздействующих на организм человека, предопределяется, в основном, естественными природно-климатическими условиями, присущими отдельным климато-географическим зонам. Существенное разнообразие природно-климатических условий обуславливает своеобразие условий жизни и производственной деятельности населения. При этом необходимо учитывать негативные последствия преобразующей деятельности человека, создающие дополнительную антропогенную нагрузку на биосферу.

В реализации социально-экономического развития России большая роль отводится промышленному освоению новых территорий и соответствующему перераспределению производительных сил для решения важных народнохозяйственных задач. Истощение природно-сырьевых ресурсов, с одной стороны, и все возрастающая потребность в них, с другой, предопределяет важность освоения новых запасов в новых регионах, в том числе и отдаленных от территорий с развитой социально-экономической инфраструктурой. Здесь особое место принадлежит Сибири и Крайнему Северу. Естественно, это предопределяет необходимость перераспределения производительных сил, что, в свою очередь, сопряжено с миграцией населения, сопровождающейся сменой привычных ареалов обитания, неизбежными нарушениями экологического равновесия на вновь осваиваемых территориях.

Природные и климатические условия Крайнего Севера очень разнообразны. Многие районы не имеют аналогов на земном шаре, особенно на азиатском Севере (полюс холода, резко континентальный климат внутренних материковых районов, районы, подвергающиеся муссонным воздействиям и др.). Крайний Север часто определяют как природную экстремальную зону, предъявляющую повышенные требования к приспособительным возможностям организма [6].

К экстремальным факторам, влияющим на акклиматизацию человека, можно отнести чрезвычайно продолжительную зиму (с низкими температурами и значительными ветрами), короткое холодное лето, нарушение фотопериодичности (полярный день и полярная ночь), магнитные возмущения, однообразие ландшафта, бедность флоры и фауны, а также контрастная изменчивость погоды [2,3]. Повторяемость перепадов погоды для района Ямбурга в январе, апреле, июле и октябре колеблется от 34% в январе до 40% в октябре, повторяемость погод повышенной морозности в январе составляет около 60% — район относится к зоне продолжительного «ультрафиолетового голодания» [1-4].

ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИОННЫХ РЕАКЦИЙ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА НА КРАЙНЕМ СЕВЕРЕ

Очевидно, что в условиях Крайнего Севера человек неизбежно подвергается воздействию совокупности экстремальных факторов внешней среды, определяющих специфику его адаптации. При этом следует учитывать, что адаптация человека к новым природным и производственным условиям характеризуется как совокупность социально-биологических: свойств и особенностей, необходимых для устойчивого существования организма в конкретной экологической среде обитания. Основу же механизма этой адаптации составляет совокупность реакций организма в ответ на изменившиеся условия внешней среды или стресс-реакция, которую Г. Селье определил как общий адаптационный синдром, а Ф. З. Меерсон — как звено этого механизма [7-12, 14, 17, 22-28]. Однако необходимо учитывать, что стресс-реакция может лежать не только в основе формирования устойчивой адаптации. В определенных условиях она может превращаться из общего звена адаптации в общее звено патогенеза целого ряда заболеваний. Это может быть достигнуто в случае чрезвычайной силы воздействия внешнего фактора, когда приспособительная реакция оказывается неосуществимой и, в результате, не формируется устойчивый системный структурный «след», в то время как сама стресс-реакция может достигать чрезмерной интенсивности или длительности. Следовательно, с точки зрения медицинской теории

и практики очевидна необходимость исследования самих внешних факторов. Но, в тоже время, следует принимать во внимание, что на человека, в условиях профессиональной деятельности, воздействуют не отдельные факторы, а их сочетание. При этом далеко не всегда ясна значимость каждого из них в формировании патологической реакции организма, не говоря уже об их сочетании [4–6, 13–15, 19–24].

Известно, что в результате накопления в процессе адаптации количественных изменений характеристик функциональных систем организм со временем приобретает новое качество, так как каждая конкретная среда обитания формирует наиболее оптимальную и адекватную для этой среды «полносвязную, действующую как механизм с однозначным действием» реакцию [14, 17, 19–28]. Примером такой среды обитания являются экологические и производственные условия на Крайнем Севере. Поэтому проблема гомеостаза, охватывающая все аспекты взаимодействия между организмом и внешней средой, приобретает большое значение для практической медицины в указанных условиях. При этом особую роль играет устойчивость физиологических функций человека, то, что называется относительной стабильностью или даже ультрастабильностью жизненных функций.

Наличие экстремальных природно–климатических условий не означает, что человек в этих условиях не может или не должен выполнять свои профессиональные обязанности. Поэтому с точки зрения профилактической медицины первостепенное теоретическое и практическое значение приобретает оценка функционального состояния человека, резервных и компенсаторных возможностей его организма. При этом следует учитывать общебиологические закономерности адаптации к чрезмерным для организма нагрузкам, согласно которым все его приспособительные реакции обладают лишь относительной целесообразностью. Т.е., даже устойчивая адаптация к какому–либо внешнему фактору может иметь свою «цену», которая проявляется в двух ипостасях: в прямом изнашивании функциональной системы, на которую при адаптации падает основная нагрузка; в явлениях отрицательной перекрестной адаптации — отрицательных перекрестных эффектах (в нарушениях у адаптированных к определенным факторам людей других функциональных систем и адаптационных реакций, не связанных непосредственно с основным фактором) [2, 3, 5–14, 15, 16, 19, 21–28]. Эти особенности адаптации будут сказываться на эффективности профессиональной деятельности человека, определять его профессиональное долголетие, которые

находятся в прямой зависимости от индивидуальной устойчивости к воздействию неблагоприятных факторов внешней среды, резервных, адаптационных возможностей организма. То есть, чем выше морфофункциональный резерв индивида, тем ниже «цена» адаптации, тем эффективнее он приспосабливается к новой для него среде обитания, сохраняя здоровье и работоспособность.

ПЕРИОДЫ АДАПТАЦИИ ЧЕЛОВЕКА К УСЛОВИЯМ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

Начальный период процесса адаптации — период дестабилизации — у приезжих на Крайний Север продолжается до шести месяцев и характеризуется мобилизацией ресурсов организма [14]. Второй период стабилизации длится 2–3 года [14]. Во время этого периода происходит синхронизация регуляторных и гомеостатических процессов, сопровождающихся не только функциональной, но и структурной перестройкой биосистемы [2, 3, 14, 15, 17]. Третий период (10–15 лет) характеризуется относительно стабильным состоянием организма с новым уровнем регуляторно–гомеостатических функций [14].

Установлено, что первая острая адаптация при попадании на Крайний Север знаменуется несбалансированным сочетанием теплопродукции и теплоотдачи.

Под влиянием относительно быстро устанавливающихся регуляторных механизмов развиваются стойкие изменения теплопродукции, являющиеся приспособительными для выживания в новых условиях. Показано, что после аварийной стадии наступает стойкая адаптация благодаря изменениям, в частности, в ферментативных антиоксидантных системах.

СПЕЦИФИЧЕСКИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИОННЫХ РЕАКЦИЙ ЧЕЛОВЕКА В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

У людей, приехавших на Крайний Север, наблюдается стойкое повышение содержания в сыворотке крови свободных жирных кислот, которое особенно выражено в период полярной ночи, значительно возрастает уровень общих липидов [14]. С течением времени в организме переселенцев постепенно повышается содержание суммарной фракции липопротеидов низкой плотности и липопротеидов очень низкой плотности (ЛПОНП), которые служат основной формой эндогенного жира в организме. Одновременно отмечается смещение липопротеидного спектра в сторону увеличения липопротеидов высокой плотности (ЛПВП). Этот

сдвиг позволяет восстановить равновесие между атерогенной (ЛПОНП) и неатерогенной (ЛПВП) фракциями и, следовательно, предотвратить развитие атероматоза сосудов. Содержание холестерина и фосфолипидов в сыворотке крови также увеличивается, достигая наибольших величин у приезжих, проживших на Крайнем Севере 5–10 лет и более. На фоне активации липидного метаболизма происходит снижение в тканях скорости гликолиза, что свидетельствует о переключении энергетического обмена с «углеводного» на «жировой». Это способствует усилению окисления энергоемких жиров и экономии белков на энергетические нужды организма, хотя окисление последних тоже возрастает. Такое переключение предполагает активное использование эндогенных источников жира, т.е. жира жировых депо [2, 3, 14, 15, 17, 19–24]. В условиях азиатского Крайнего Севера формируется «полярный метаболический тип». Для него характерно снижение энергетической роли углеводов и повышение энергетической роли жиров, в меньшей степени — белков.

Митохондрии в клетках людей, адаптированных к жизни на Крайнем Севере, также включают в себя жирные кислоты. Это приводит к тому, что митохондрии способствуют изменению характера окислительных реакций — разобщению фосфорилирования и свободного окисления.

Становлению специфических изменений тканевых процессов, характерных для адаптации, способствуют нервные и гуморальные механизмы. В частности, хорошо изучены проявления повышенной активности в условиях холода щитовидной железы (тироксин обеспечивает повышение теплопродукции) и надпочечников (катехоламины дают каталабический эффект). Эти гормоны, кроме того, стимулируют и липолитические реакции. Считают, что в условиях Крайнего Севера гормоны гипофиза и надпочечников вырабатываются особенно активно, обуславливая мобилизацию механизмов адаптации.

Формирование адаптации и ее волнообразное протекание сопряжены с такими симптомами, как лабильность психических и эмоциональных реакций, быстрая утомляемость, одышка и другие гипоксические явления.

В целом эти симптомы соответствуют «синдрому полярного напряжения». По мнению ряда авторов, не последнюю роль в развитии этого состояния играют космические излучения. «Синдром полярного напряжения» — это специфическая форма хронического стресса, возникающая в климатогеографических и социально-производственных

условиях высоких широт, вызванная комплексом физических, биологических, психофизиологических и других условий, а также непосредственным влиянием электромагнитных (гелиогеофизических) факторов на биологические структуры. «Синдром полярного напряжения» рассматривается как интегральный фактор риска патологии человека на Крайнем Севере [14]. С развитием этого синдрома формируется определенная уязвимость организма человека, проживающего в регионах Крайнего Севера. Она проявляется чаще в виде тенденции к хронизации инфекционно-воспалительных процессов, стойкой артериальной гипертонии и развития ранних форм ишемической болезни сердца, нарушения функции зрительного анализатора, недостаточного контроля иммуноструктурного гомеостаза, иногда приводящего к развитию опухолевых процессов.

Среди многообразных экстремальных факторов, действующих на человека на Севере, холод рассматривается в качестве основного эколого-физиологического фактора. Реакции организма на действие холода направлены на повышение теплопродукции и уменьшение теплоотдачи. Усиление теплопродукции на холоде обусловлено гиперфункцией щитовидной железы, увеличением секреции катехоламинов и кортикостероидов, активацией процесса перекисного окисления липидов, увеличением объема микроциркуляторного русла органов [1–3, 14, 15]. Описанные особенности метаболизма являются отражением перестроек в функционировании нейроэндокринной системы в целом и гормонального профиля в частности [1, 14]. Причиной таких перестроек является необходимость для организма «вписаться» в циклический годичный ритм сменяющихся разнообразных, весьма контрастных климатогеографических факторов Крайнего Севера.

У некоторых лиц в условиях Крайнего Севера защитные механизмы и адаптивная перестройка организма могут дать срыв — дезадаптацию. При этом проявляется целый ряд патологических явлений, называемых «полярной болезнью».

ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИОННЫХ РЕАКЦИЙ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА НА КРАЙНЕМ СЕВЕРЕ

В индустриально развитых странах стрессогенные воздействия значительно изменяются в результате длительного хронического напряжения. Психическое состояние человека часто оказывается первым и крайне чувствительным индикатором изменений, происходящих в организме при контакте с небла-

гоприятными факторами и ситуациями. У 29% практически здоровых людей на Крайнем Севере отмечалась высокая эмоциональная напряженность (в средней полосе Сибири у 15%). У 32% обследованных на Крайнем Севере выявлен высокий уровень невротизма (в средней полосе Сибири у 12% городского населения) [2].

Психическая и психофизиологическая адаптация человека на Крайнем Севере актуальна не только в связи с «абсолютной» суровостью климата, но и в связи с тем, что население этого региона формируется преимущественно за счет миграции. Множество людей одновременно оказывается в новых, необычных условиях, предъявляющих повышенные требования к адаптивным механизмам. Частота пограничных состояний у пришлого населения в 1,5 раза, а психопатии — в 6 раз выше, чем у коренного.

Частота стойких нарушений психической адаптации среди лиц, проживающих на Крайнем Севере менее 3 лет, значимо больше, чем у лиц, проживающих на Севере 6–10 лет [1–3, 14, 15].

При трудовой деятельности в экстремальных климатических условиях порой формируется следующая цепочка изменений: климатический стресс, нервно-эмоциональное напряжение, утомление, переутомление, формирование пограничных состояний (тревожность), нервно-психическая патология [1, 7–14, 17, 22–27].

Установлено, что высокое психоэмоциональное напряжение и уровень тревоги вызывают выраженное ускорение процессов склероза, рост функциональных «северных» иммунодефицитов, метаболических нарушений, развитие таких заболеваний как артериальная гипертония и ишемическая болезнь сердца [1–4, 14, 23–27].

По-видимому, от особенностей микросоциальной среды и социально-психологических факторов зависит эффективность психической адаптации в новых условиях. Система социально-экономических стимулов, направленная на ослабление интрапсихических конфликтов, и аналогичным образом ориентированная система психогигиенических мероприятий могут сыграть важную роль в предотвращении нарушений психической адаптации.

Адаптация населения полярных районов сопровождается разнообразными изменениями функционального состояния вегетативной нервной системы. Адаптационные вегетативные реакции у большинства практически здоровых людей, работавших в полярных условиях, обычно носят приспособительный физиологический характер.

В процессе адаптации к условиям Крайнего Севера происходят разнообразные сдвиги почти всех

видов обмена веществ, по ряду показателей выраженные и функционально напряженные: диспротеинемия, нарушения липидного обмена, гипогликемия, гиповитаминозы и пр. Нервно-эмоциональное напряжение развивается на фоне определенного угнетения нервной трофики [1, 3, 4, 14, 17].

Показано, что у людей, живущих на Крайнем Севере, дизадаптивные и патологические расстройства проявляются замедлением регенераторно-восстановительных процессов, функциональными иммунодефицитами, быстрым истощением регуляторных нейроэндокринных механизмов, ускорением прогрессирования заболеваний, выраженными процессами склероза и преждевременным старением. При жизни на Крайнем Севере в течение 6–10 лет отмечается наибольшее напряжение организма, о чем свидетельствует усиление катаболических процессов в этот период, а также резкое снижение уровня атокоферола и ретинола, что влечет за собой нарушение биохимических и морфологических механизмов на клеточном и субклеточном уровнях [1, 15].

В случае недостаточного употребления в пищу свежих продуктов, особенно овощей и фруктов, у северян развиваются гиповитаминозные состояния.

ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИОННЫХ МОТОРНО-ВИСЦЕРАЛЬНЫХ РЕАКЦИЙ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА НА КРАЙНЕМ СЕВЕРЕ

При адаптации человека на Крайнем Севере среди многих саморегуляционных систем организма (сердечно-сосудистая, дыхательная, терморегуляция и др.) особое значение придается моторно-висцеральной системе. Этим объясняют лучшую и довольно легкую адаптацию в этих условиях людей физического труда по сравнению с людьми умственного труда, а также то, что при использовании активных форм деятельности люди умственного труда лучше переносят начальный период адаптации. В первый год пребывания на Крайнем Севере у людей, подвергающихся охлаждению при наружных работах, повышается общий обмен (на 15–20%), снижается тонус периферических сосудов, несколько повышается температура открытых частей тела и конечностей, что обусловлено изменениями нейрогуморальной и гуморальной регуляции тканевого обмена [16].

Установлено, что выработку устойчивости организма к холоду сопровождает снижение мышечной дрожи или снижение электрической активно-

сти скелетной мускулатуры, повышение общего газообмена, возрастание метаболической реакции на введение норадреналина, повышение активности щитовидной железы, увеличение секреции кортикостероидов, возрастание массы почек, мозга, повышение артериального давления и др.^[18].

В процессе акклиматизации при неблагоприятных погодных условиях (сочетание сильного ветра и мороза) у людей отмечалась так называемая полярная одышка с ощущением затрудненного дыхания. Суточные и сезонные ритмы физиологических функций при акклиматизации имеют свои особенности: в период полярной ночи тонус высших отделов центральной нервной системы понижен, нарушается ритм сна, отмечаются признаки психической подавленности и невротических состояний; в период полярного дня тонус центральной нервной системы повышен, имеют место явления перевозбуждения, сокращения и фазовых сдвигов длительности сна^[1, 15, 16].

ЦИРКАДНЫЕ ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИОННЫХ РЕАКЦИЙ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА НА КРАЙНЕМ СЕВЕРЕ

При изучении физиологических механизмов адаптации важно учитывать особенности фотопериодизма северных регионов, поскольку структура светового дня оказывает влияние на формирование биоритмов человека и животных^[9, 23–27]. Американскими исследователями отмечено, что сезонные изменения освещенности в Заполярье формируют специфическое болезненное состояние «сезонный аффективный симптомокомплекс», выражающееся в снижении умственной и физической активности, падении энергетического тонуса, сонливости и увеличении веса тела. Оно в той или иной степени выражено у разных людей в период полярной ночи. С увеличением освещенности наступает ремиссия. Это состояние связано с особенностями сезонной динамики мелатонина, сезонной десинхронизацией биологических ритмов и световым голодом^[15].

Характерной особенностью процесса адаптации к экстремальным условиям Крайнего Севера является развитие своеобразного синдрома, напоминающего хроническую гипоксию и названного «циркумпольным гипоксическим синдромом»^[1]. Он проявляется в организме северян (как пришлых, так и коренных) метаболическими изменениями в виде переключения обмена с углеводного на жировой, усиления процессов перекисного окисления липидов с одновременным снижением уровня ан-

тиоксидантной защиты и, как следствие, повышением уязвимости клеточных мембран к действию продуктов перекисного окисления липидов. Рост свободнорадикального окисления, разобщение окисления и фосфорилирования являются причинами тканевой гипоксии, обуславливающей высокий кислородный запрос тканей, не подкрепленный возможностями кислородтранспортных систем. Изменения в гуморальном звене регуляции с явлениями физиологического гиперкортицизма и гипертиреоза усугубляют состояние транспортных систем кислорода.

Основными физиологическими проявлениями «циркумпольного гипоксического синдрома» являются скрытая или явная дыхательная недостаточность, увеличение минутного объема дыхания, снижение жизненной емкости легких, максимальной вентиляции легких, резервов функциональной остаточной емкости, гипертрофия правого желудочка сердца, повышение систолического давления в легочной артерии, снижение ударного объема сердца, выраженная интенсификация эритропоэза. Развивающаяся в организме северян, как мигрантов, так и старожилов Крайнего Севера, гипоксию рассматривают как смешанную, включающую тканевый и дыхательный компоненты^[2, 3, 15, 16].

ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИИ СИСТЕМЫ ДЫХАНИЯ ЧЕЛОВЕКА НА КРАЙНЕМ СЕВЕРЕ

Ключевым звеном адаптации на Крайнем Севере является уровень кислородного режима, поэтому газотранспортная система организма играет важную роль в адаптации человека к условиям холодного климата. Адаптивные возможности сердечно-сосудистой системы, внешнего дыхания, газообмена во многом определяют успешность приспособления человека к экстремальным условиям внешней среды

Имеющиеся литературные данные свидетельствуют о том, что адаптивные изменения, происходящие в системе дыхания и кровообращения, носят фазовый характер и зависят как от особенностей региона, к которому идет приспособление, так и от северного стажа, пола, возраста, образа жизни, характера трудовой деятельности, сезона года, конституциональных особенностей адаптирующихся лиц^[9, 19–21, 25–27].

Считается, что адаптация системы дыхания к условиям Крайнего Севера протекает в две фазы^[2, 7–11, 15, 16, 18]. В течение первого года (первая фаза) происходит перераспределение статических легочных объемов, при котором часть резервно-

го объема выдоха переходит в остаточный объем, что сопровождается уменьшением объема вдоха, в результате чего резервы вентиляции снижаются почти наполовину. Во второй фазе адаптации происходит постепенное восстановление резервных объемов вдоха и выдоха. Большой остаточный объем и соответствующая большая остаточная емкость не только предохраняют ткань легких от охлаждения, но и позволяют при необходимости увеличивать дыхательный объем. Максимальное развитие адаптации происходит через 10–11 лет пребывания человека на Крайнем Севере.

В то же время другие исследователи выделяют большее количество периодов в адаптации системы дыхания на Севере и считают, что период относительной стабилизации функций продолжается 10–15 лет^[14].

Так, уменьшение дыхательного объема на начальном этапе адаптации ведет к снижению минутной альвеолярной вентиляции и уменьшению концентрации кислорода в альвеолах. В дальнейшем при длительном действии низких температур включаются адаптивные механизмы, направленные на мобилизацию респираторных отделов, раскрытие всех ацинусов, что приводит к увеличению функциональной остаточной емкости и обеспечивает сохранение постоянной температуры при увеличенном дыхательном объеме. Оптимизация соотношения глубины и частоты дыхания обеспечивает постоянный уровень легочной вентиляции в течение длительного времени (10–15 лет). После долгого проживания на Крайнем Севере (более 15 лет) уровень легочной вентиляции возрастает и в сравнении с предыдущим периодом адаптации, и со среднеширотными нормами. Затем наступают возрастные изменения в системе дыхания, характеризующиеся прогрессирующим снижением резервных возможностей легких.

Напряженное функционирование аппарата внешнего дыхания проявляется в жалобах на одышку, затрудненное дыхание. Верхние дыхательные пути северян характеризуются значительным полнокровием тканей, что обеспечивает активное согревание воздуха. Вдыхание воздуха с низкой влажностью, характерной для континентальных северных районов, требует большего количества секрета слизистой. Гипертрофия и гиперплазия слизисто-серозных желез трахеи, главных, долевых и сегментарных бронхов, выраженная складчатость слизистой оболочки являются причинами, лимитирующими скорость воздушного потока в дыхательных путях у жителей Крайнего Севера. Холодовое воздействие сопровождается также выраженной

рефлекторной бронхоспастической реакцией, ведущей к заметной гипертрофии циркулярных мышечных слоев бронхов и бронхиол. Отмечается явная перестройка эластического аппарата легких, возможно, вследствие интенсификации перекисного окисления липидов. Адаптивная перестройка легких часто сопровождается появлением дистрофических и деструктивных процессов, что в свою очередь и определяет большую ранимость органов дыхания на Крайнем Севере и в 2–3 раза большую частоту болезней легких^[1,2,15].

КОМПЕНСАТОРНО-ПРИСПОСОБИТЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ ОРГАНИЗМА В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

Процесс адаптации человека к условиям Крайнего Севера сопровождается также и компенсаторно-приспособительными изменениями в сердечно-сосудистой системе, о чем свидетельствуют многочисленные литературные данные^[1–27]. Эти изменения направлены на обеспечение оптимального режима работы в новых условиях, а способы и методическое обеспечение их мониторинга изложены в^[4,7–12,19–21,23–27]. В течение первого года адаптации (фаза дестабилизации, или мобилизации) отмечается повышение уровня функционирования системы кровообращения (повышение частоты сердечных сокращений, артериального давления, систолического и минутного объема крови, ускорение кровотока), более выраженное в период полярной ночи. Затем в фазу стабилизации (1–4 года) устанавливается относительно стабильный уровень функционирования сердечно-сосудистой системы, но более высокий, чем в средних широтах, и требующий напряжения регуляторных и функциональных систем. Впоследствии развиваются разнонаправленные изменения в системе кровообращения (переходная фаза, 5–7 лет), и уровень функционирования ее несколько снижается: умеренное снижение частоты пульса, ударного и минутного объема кровообращения, тенденция к замедлению скорости кровотока. С другой стороны, отмечается умеренное увеличение артериального давления и периферического сосудистого сопротивления. Через 7–10 лет и более наступает фаза истощения, которая характеризуется постепенным снижением функционального резерва гемодинамики^[2]. В литературе встречаются противоречивые сведения об уровне артериального давления у приезжего населения, но большинство исследователей приходит к выводу о гипертоническом действии климатогеографических условий Крайнего Севера на организм^[2,16].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Профессиональная деятельность человека на Крайнем Севере осуществляется в условиях воздействия неблагоприятных эколого-физиологических факторов, оказывающих негативное влияние на функции организма, проявляющиеся в развитии ряда синдромов, в частности, циркулярного гипоксического синдрома, напоминающего хроническую гипоксию, сезонного аффективного симптомокомплекса, выражающегося в снижении умственной и физической активности, синдрома полярного напряжения, который

проявляется в виде тенденции к хронизации инфекционно-воспалительных процессов, стойкой артериальной гипертонии и развития ранних форм ишемической болезни сердца, нарушения функции зрительного анализатора.

Приведенные факты обуславливают необходимость проведения с лицами, работающими в условиях Крайнего Севера, рекреационно-оздоровительных мероприятий, направленных на оптимизацию их функционального состояния, сохранение профессионального здоровья с учетом особенностей выполняемых функциональных задач.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Авцын А. П. Патология человека на Севере. / А. П. Авцын, А. А. Жаворонков, А. Г. Марачев и др. М.: Медицина. 1985. 415 с.
2. Агаджанян Н. А. Экологический портрет человека на Севере. / Н. А. Агаджанян, Н. В. Ермакова. М.: Крук. 1997. 208 с.
3. Бобров Н. И. Физиолого-гигиенические аспекты акклиматизации человека на Севере. / Н. И. Бобров, О. П. Ломов, В. П. Тихомиров. Л.: Наука, 1979. 184 с.
4. Богомоллов А. В. Диагностика состояния человека: математические подходы / А. В. Богомоллов, Л. А. Гридин, Ю. А. Кукушкин, И. Б. Ушаков. М.: Медицина, 2003. 464 с.
5. Богомоллов А. В. Автоматизация персонализированного мониторинга условий труда / А. В. Богомоллов, Ю. А. Кукушкин // Автоматизация. Современные технологии. 2015. № 3. С. 6–8.
6. Богомоллов А. В. Математическое моделирование динамики гипоксических состояний человека / А. В. Богомоллов, Ю. А. Кукушкин, М. В. Дворников // Программные продукты и системы. 2013. № 2. С. 40.
7. Гридин Л. А. Возможности ранней автоматизированной диагностики артериальной гипертензии / Л. А. Гридин, И. П. Бобровницкий, А. В. Богомоллов // Врач. 2001. № 1. С. 29–33.
8. Гридин Л. А. Использование гипоксических тренировок для оптимизации состояния специалистов по предупреждению и ликвидации газонефтепроявлений в условиях севера / Л. А. Гридин, В. В. Сизова // Вестник восстановительной медицины. 2008. № 5. С. 39–45.
9. Гридин Л. А. Методологические основы исследования физической работоспособности человека / Л. А. Гридин, Ю. А. Кукушкин, А. В. Богомоллов // Актуальные проблемы физической подготовки силовых структур. 2011. № 1. С. 10–19.
10. Гридин Л. А. Методы исследования и фармакологической коррекции физической работоспособности человека / Л. А. Гридин, А. А. Ихалайнен, А. В. Богомоллов, А. Л. Ковтун, Ю. А. Кукушкин // Под редакцией И. Б. Ушакова. М.: Медицина, 2007. 104 с.
11. Гридин Л. А. Особенности адаптационных реакций человека в условиях Крайнего Севера / Л. А. Гридин, А. А. Шишов, М. В. Дворников // Здоровье населения и среда обитания. 2014. № 4 (253). С. 4–6.
12. Гридин Л. А. Оценка комплексного метода биодинамической и озонотерапевтической коррекции у больных дорсопатиями / Л. А. Гридин, Ю. Б. Чевардова // Вестник новых медицинских технологий. 2007. Т. 14. № 4. С. 37–41.
13. Зинкин В. Н. Анализ рисков здоровью, обусловленных сочетанным действием шума и инфразвука / В. Н. Зинкин, А. В. Богомоллов, С. П. Драган, И. М. Ахметзянов // Проблемы анализа риска. 2011. Т. 8. № 4. С. 82–92.
14. Казначеев В. П. Механизмы адаптации человека в условиях высоких широт. / В. П. Казначеев. М.: Медицина, 1980. 217 с.
15. Кривошеков С. Г. Производственные миграции и здоровье человека на Севере. / С. Г. Кривошеков, С. В. Охотников. Москва–Новосибирск, 2000. 118 с.
16. Матюхин В. А. Экологическая физиология человека и восстановительная медицина / В. А. Матюхин, А. Н. Разумов / Под ред. И. Н. Денисова. М.: ГЭОТАР МЕДИА, 1999. 336 с.
17. Меерсон Ф. З. Общий механизм адаптации и профилактики. / Ф. З. Меерсон. М.: Медицина, 1973. 360 с.

18. Слоним А. Д. Учение о физиологических адаптациях // Экологическая физиология животных: Ч.1: Общая экологическая физиология и физиология адаптации. / А. Д. Слоним. Л.: Наука, 1979. С.79–182.
19. Ушаков И. Б. Аппаратно–программные комплексы для медико–психологического обеспечения контроля надежности профессиональной деятельности человека в условиях высокого риска возникновения чрезвычайной ситуации / И. Б. Ушаков, А. А. Ворона, Ю. А. Кукушкин, А. В. Богомолов // Безопасность жизнедеятельности. 2004. № 3. С. 8.
20. Ушаков И. Б. Информатизация программ персонифицированной адаптационной медицины / И. Б. Ушаков, А. В. Богомолов // Вестник Российской академии медицинских наук. 2014. № 5–6. С. 124–128.
21. Ушаков И. Б. Методологические аспекты динамического контроля функциональных состояний операторов опасных профессий / И. Б. Ушаков, А. В. Богомолов, Ю. А. Кукушкин // Медико–биологические и социально–психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2010. № 4–2. С. 6–12.
22. Ушаков И. Б. Методологические подходы к диагностике и оптимизации функционального состояния специалистов операторского профиля / И. Б. Ушаков, А. В. Богомолов, Л. А. Гридин, Ю. А. Кукушкин. М.: Медицина, 2004. 144 с.
23. Ушаков И. Б. Паттерны функциональных состояния оператора / И. Б. Ушаков, А. В. Богомолов, Ю. А. Кукушкин М.: Наука, 2010. 398 с.
24. Ушаков И. Б. Принципы организации контроля и оптимизации функционального состояния операторов / И. Б. Ушаков, А. В. Богомолов, Ю. А. Кукушкин // Безопасность жизнедеятельности. 2006. № 1. С. 4–10.
25. Ушаков И. Б. Психофизиологические механизмы формирования и развития функциональных состояний / И. Б. Ушаков, А. В. Богомолов, Ю. А. Кукушкин // Российский физиологический журнал им. И. М. Сеченова. 2014. Т. 100. № 10. С. 1130–1137.
26. Ушаков И. Б. Современные подходы к рискметрии здоровья авиационных специалистов и космонавтов / И. Б. Ушаков, В. М. Усов, А. В. Поляков // Проблемы безопасности полетов. 2014. № 10. С. 7–11.
27. Ушаков И. Б. Физиология труда и надежность деятельности человека. / И. Б. Ушаков, Ю. А. Кукушкин, А. В. Богомолов. М.: Наука, 2008. 318 с.
28. Щербаков С. А. Психофизиологические аспекты совершенствования методов изучения ошибочных действий летного состава на основе концепции человеческого фактора / С. А. Щербаков, Ю. А. Кукушкин, С. К. Солдатов, В. Н. Зинкин, А. В. Богомолов // Проблемы безопасности полетов. 2007. № 8. С. 10

REFERENCES (TRANSLITERATED)

1. Avtsyn A. P. Patologiya cheloveka na Severe. / A. P. Avtsyn, A. A. Zhavoronkov, A. G. Marachev i dr. М.: Meditsina. 1985. 415 s.
2. Agadzhanyan N. A. Ekologicheskii portret cheloveka na Severe. / N, A. Agadzhanyan, N. V. Ermakova. М.: Kruk. 1997. 208 s.
3. Bobrov N. I. Fiziologo–gigienicheskie aspekty akklimatizatsii cheloveka na Severe. / N. I. Bobrov, O. P. Lomov, V. P. Tikhomirov. L.: Nauka, 1979. 184 s.
4. Bogomolov A. V. Diagnostika sostoyaniya cheloveka: matematicheskie podkhody / A. V. Bogomolov, L. A. Gridin, Yu. A. Kukushkin, I. B. Ushakov. М.: Meditsina, 2003. 464 s.
5. Bogomolov A. V. Avtomatizatsiya personifitsirovannogo monitoringa uslovii truda / A. V. Bogomolov, Yu. A. Kukushkin // Avtomatizatsiya. Sovremennye tekhnologii. 2015. № 3. С. 6–8.
6. Bogomolov A. V. Matematicheskoe modelirovanie dinamiki gipoksicheskikh sostoyanii cheloveka / A. V. Bogomolov, Yu. A. Kukushkin, M. V. Dvornikov // Programmnye produkty i sistemy. 2013. № 2. С. 40.
7. Gridin L. A. Vozmozhnosti rannei avtomatizirovannoi diagnostiki arterial'noi gipertenzii / L. A. Gridin, I. P. Bobrovnikskii, A. V. Bogomolov // Vrach. 2001. № 1. С. 29–33.
8. Gridin L. A. Ispol'zovanie gipoksicheskikh trenirovok dlya optimizatsii sostoyaniya spetsialistov po preduprezhdeniyu i likvidatsii gazonefteproyavlenii v usloviyakh severa / L. A. Gridin, V. V. Sizova // Vestnik vosstanovitel'noi meditsiny. 2008. № 5. С. 39–45.
9. Gridin L. A. Metodologicheskie osnovy issledovaniya fizicheskoi rabotosposobnosti cheloveka / L. A. Gridin, Yu. A. Kukushkin, A. V. Bogomolov // Aktual'nye problemy fizicheskoi podgotovki silovykh struktur. 2011. № 1. С. 10–19.

10. Gridin L. A. Metody issledovaniya i farmakologicheskoi korrektsii fizicheskoi rabotosposobnosti cheloveka / L. A. Gridin, A. A. Ikhmalinen, A. V. Bogomolov, A. L. Kovtun, Yu. A. Kukushkin // Pod redaktsiei I. B. Ushakova. M.: Meditsina, 2007. 104 s.
11. Gridin L. A. Osobennosti adaptatsionnykh reaktcii cheloveka v usloviyakh Krainego Severa / L. A. Gridin, A. A. Shishov, M. V. Dvornikov // Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya. 2014. № 4 (253). S. 4–6.
12. Gridin L. A. Otsenka kompleksnogo metoda biodinamicheskoi i ozonoterapevticheskoi korrektsii u bol'nykh dorsopatiyami / L. A. Gridin, Yu. B. Chevardova // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii. 2007. T. 14. № 4. S. 37–41.
13. Zinkin V. N. Analiz riskov zdorov'yu, obuslovlennykh sochetannym deistviem shuma i infrazvuka / V. N. Zinkin, A. V. Bogomolov, S. P. Dragan, I. M. Akhmetzyanov // Problemy analiza riska. 2011. T. 8. № 4. S. 82–92.
14. Kaznacheev V. P. Mekhanizmy adaptatsii cheloveka v usloviyakh vysokikh shirot. / V. P. Kaznacheev. M.: Meditsina, 1980. 217 s.
15. Krivoshchekov S. G. Proizvodstvennye migratsii i zdorov'e cheloveka na Severe. / S. G. Krivoshchekov, S. V. Okhotnikov. Moskva–Novosibirsk, 2000. 118 s.
16. Matyukhin V. A. Ekologicheskaya fiziologiya cheloveka i vosstanovitel'naya meditsina / V. A. Matyukhin, A. N. Razumov / Pod red. I. N. Denisova. M.: GEOTAR MEDIA, 1999. 336 s.
17. Meerson F. Z. Obshchii mekhanizm adaptatsii i profilaktiki. / F. Z. Meerson. M.: Meditsina, 1973. 360 s.
18. Slonim A. D. Uchenie o fiziologicheskikh adaptatsiyakh // Ekologicheskaya fiziologiya zhivotnykh: Ch. 1: Obshchaya ekologicheskaya fiziologiya i fiziologiya adaptatsii. / A. D. Slonim. L.: Nauka, 1979. S. 79–182.
19. Ushakov I. B. Apparato-programmnye komplekсы dlya mediko-psikhologicheskogo obespecheniya kontrolya nadezhnosti professional'noi deyatel'nosti cheloveka v usloviyakh vysokogo riska vozniknoveniya chrezvychainoi situatsii / I. B. Ushakov, A. A. Vorona, Yu. A. Kukushkin, A. V. Bogomolov // Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti. 2004. № 3. S. 8.
20. Ushakov I. B. Informatizatsiya programm personifitsirovannoi adaptatsionnoi meditsiny / I. B. Ushakov, A. V. Bogomolov // Vestnik Rossiiskoi akademii meditsinskikh nauk. 2014. № 5–6. S. 124–128.
21. Ushakov I. B. Metodologicheskie aspekty dinamicheskogo kontrolya funktsional'nykh sostoyanii operatorov opasnykh professii / I. B. Ushakov, A. V. Bogomolov, Yu. A. Kukushkin // Mediko–biologicheskie i sotsial'no–psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychainykh situatsiyakh. 2010. № 4–2. S. 6–12.
22. Ushakov I. B. Metodologicheskie podkhody k diagnostike i optimizatsii funktsional'nogo sostoyaniya spetsialistov operatorskogo profilya / I. B. Ushakov, A. V. Bogomolov, L. A. Gridin, Yu. A. Kukushkin. M.: Meditsina, 2004. 144 s.
23. Ushakov I. B. Patterny funktsional'nykh sostoyaniya operatora / I. B. Ushakov, A. V. Bogomolov, Yu. A. Kukushkin M.: Nauka, 2010. 398 s.
24. Ushakov I. B. Printsipy organizatsii kontrolya i optimizatsii funktsional'nogo sostoyaniya operatorov / I. B. Ushakov, A. V. Bogomolov, Yu. A. Kukushkin // Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti. 2006. № 1. S. 4–10.
25. Ushakov I. B. Psikhofiziologicheskie mekhanizmy formirovaniya i razvitiya funktsional'nykh sostoyanii / I. B. Ushakov, A. V. Bogomolov, Yu. A. Kukushkin // Rossiiskii fiziologicheskii zhurnal im. I. M. Sechenova. 2014. T. 100. № 10. S. 1130–1137.
26. Ushakov I. B. Sovremennye podkhody k riskometrii zdorov'ya aviatsionnykh spetsialistov i kosmonavtov / I. B. Ushakov, V. M. Usov, A. V. Polyakov // Problemy bezopasnosti poletov. 2014. № 10. S. 7–11.
27. Ushakov I. B. Fiziologiya truda i nadezhnost' deyatel'nosti cheloveka. / I. B. Ushakov, Yu. A. Kukushkin, A. V. Bogomolov. M.: Nauka, 2008. 318 s.
28. Shcherbakov S. A. Psikhofiziologicheskie aspekty sovershenstvovaniya metodov izucheniya oshibochnykh deistvii letnogo sostava na osnove kontseptsii chelovecheskogo faktora / S. A. Shcherbakov, Yu. A. Kukushkin, S. K. Soldatov, V. N. Zinkin, A. V. Bogomolov // Problemy bezopasnosti poletov. 2007. № 8. S. 10