

  
На правах рукописи



003058220

**ЕГОРОВА ГАША АЛЕКСЕЕВНА**

**ЭКОЛОГО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА  
ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ РЕЗЕРВОВ ОРГАНИЗМА И ИХ СВЯЗЬ  
С ЭЛЕМЕНТНЫМ СТАТУСОМ И ЗДОРОВЬЕМ НАСЕЛЕНИЯ  
(по материалам РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ))**

03 00 13 – физиология  
14 00 16 – патологическая физиология

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации на соискание ученой степени  
доктора медицинских наук

Москва – 2007 г

Работа выполнена на кафедре физиологии Медицинского института ГОУ ВПО «Якутский государственный университет им. М.К. Аммосова»

**Научные руководители:**

Заслуженный деятель науки РФ,

академик РАМН, доктор медицинских наук,

профессор

Агаджанян Николай Александрович

Академик АН Республики Саха (Якутия),

доктор медицинских наук,

профессор

Петрова Пальмира Георгиевна

**Официальные оппоненты:**

Член-корреспондент РАМН,

доктор медицинских наук, профессор

доктор медицинских наук

Заслуженный деятель науки РФ,

доктор медицинских наук, профессор

Гущин Игорь Сергеевич

Северин Александр Евгеньевич

Воложин Александр Ильич

**Ведущая организация** – Государственный научный центр РФ – Институт медико-биологических проблем РАН

Защита диссертации состоится «30» мая 2007 г в 13<sup>00</sup> часов на заседании диссертационного совета Д 212 203 10 при Российском университете дружбы народов по адресу 117198, г Москва, ул. Миклухо-Маклая, д 8

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Российского университета дружбы народов по адресу 117198, г Москва, ул. Миклухо-Маклая, д 6

Автореферат разослан «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2007 г

Ученый секретарь

диссертационного совета,

доктор медицинских наук, профессор



Н.В. Ермакова

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность проблемы** Экологическая модель современной медицины приобрела новое качество и стала одной из ведущих. В связи с этим актуальной является проблема установления эколого-биосоциальных детерминант здоровья. Наряду с социально-экономическими и эколого-демографическими проблемами развития Севера важное место занимает проблема охраны здоровья. В демографической ситуации в последнее время наблюдается ряд негативных моментов характерных для процессов деструкции (И.Ф. Тимофеев, В.Г. Кривошапкин, 2006). Население Республики Саха (Якутия) подвержено воздействию ряда неблагоприятных факторов как природного (климатические, геолого-геофизические и геохимические условия), так и антропогенного характера (Н.А. Агаджанян, И.И. Петрова 1996, В.И. Хаснулин и др. 2004). Вследствие этого отмечается нарастание экологически обусловленной заболеваемости, приводящей к патологии важнейших функциональных систем. Резервы компенсаторно-адаптационных возможностей организма человека в условиях антропобиосферы начали заметно снижаться и манифестироваться увеличением показателей общей заболеваемости, инвалидизации и смертности, уменьшением средней продолжительности жизни.

Многие проблемы, связанные со здоровьем населения имеют глубокие социально-экономические корни, включая региональные аспекты условий жизни, изменение традиционного уклада жизни и питания коренных народностей республики, предопределяющие значительное напряжение популяционно-демографических процессов среди этнических групп, стремительно нарастающие острые экологические и социальные проблемы (В.Г. Кривошапкин, 2001, Н.А. Агаджанян, И.И. Гомбоева, 2005).

Влияние факторов риска на популяционное здоровье населения проявляется в процессах адаптации организма человека, изменениях иммунного, биохимического, физиологического статуса и в конкретных патологических формах заболеваемости населения, демографических процессах физическом развитии (П.И. Овчиненко 2002).

Адаптация человека к природно-климатическим факторам характеризуется напряжением регуляторных механизмов и проявляется, в частности изменениями структуры биологических ритмов различных функциональных систем организма. Закономерные регулярно повторяющиеся изменения условий среды (сезонные колебания уровня освещенности, температуры и влажности воздуха, геомагнитного поля и др.) обуславливают способность организма к «предупредительному реагированию». В условиях высоких широт сезонные изменения окружающей среды оказывают значительное влияние на динамику физиологических, биохимических и иммунологических процессов. Тем самым осуществляется модулирующее влияние сезонных изменений условий среды на функциональное состояние, уровень физической работоспособности, состояние адаптационных возможностей и резистентности организма (А.П. Голиков, П.П. Голиков, 1973,

И.А. Ладжаниян и др., 1998, 2005, А.И. Разумов, И.Е. Орланский, 2004, И.В. Радыш и др., 2005, F. Halberg et al., 2003, 2005 и др.)

В настоящее время отрицательные факторы антропогенного воздействия, включая избыточное поступление тяжелых металлов и дефицит жизненно важных химических элементов и неблагоприятные климатогеографические условия проживания значительной части населения России способствуют снижению здоровья на индивидуальном и популяционном уровнях (А.А. Келлер, 1992, Г.Д. Савилов и др., 1996), а в некоторых регионах – нарастанию процессов депонирования (Отклонения поступления в организм макро- и микроэлементов, нарушение их соотношений в рационе питания непосредственно сказываются на деятельности организма и могут влиять на его сопротивляемость (А.В. Склянный, 1999-2006, В.Л. Сусликов, 1999-2006, M. Anke et al., 2002, и др.), а, следовательно, и способность к адаптации (А.П. Авцын и др., 1991, И.А. Аладжаниян, А.В. Скальный, 2001, Г.А. Бабенко, 2001, А.И. Воложин, 2003 и др.)

Вместе с тем значительная часть территории Российской Федерации в настоящее время не затронута исследованиями, направленными на установление особенностей элементного статуса населения. Достаточно хорошо изучены такие мегаполисы как Москва и Санкт-Петербург, Новосибирск, Нижний Новгород, Московская и Челябинская области (А.В. Скальный, 2000, В.А. Демидов, 2001, И.А. Матреева, 2000, М.Г. Скальная, 2003, Е.П. Серебрянский, 2003), Иркутская область (И.А. Решетник, 2001), Чувашия (В.Л. Сусликов, 1999-2003, С.И. Сапожников, 2001), Оренбургская область (В.М. Боев и др., 2003, С.В. Потова, 2005). Репрезентативные аналитические данные о распространенности элементозов в других регионах страны в том числе на территории республики Саха (Якутия), отсутствуют, хотя в ряде работ (В.Л. Сусликов, 1999-2003, И.А. Аладжаниян, М.В. Велданова, 2002, Г.К. Туркбасова, 2004) была продемонстрирована практическая значимость сведений об особенностях элементного портрета жителей отдельных регионов России для понимания причин распространения некоторых неинфекционных заболеваний и демографической ситуации в регионах.

Проблема распространенности дисбалансов макро- и микроэлементов в различных регионах Российской Федерации, в том числе в Республике Саха (Якутия), до настоящего времени остается мало изученной (А.А. Истомин и др., 2002, Д.Д. Савилов, И.И. Сазонов, 2006). Практически не затронуты такие аспекты проблемы как взаимосвязи между особенностями элементного статуса жителей и заболеваемостью населения Республики Саха (Якутия), особенно в сельской местности.

В современных условиях актуальной является проблема интeгрирования и дальнейшего методологического развития формирующихся систем социально-гигиенического, медико-экологического, и других видов мониторинга среды обитания и здоровья человека Республики Саха (Якутия).

**Целью работы** являлось исследование эколого-физиологических характеристики функциональных резервов организма и их связи с элементным статусом и здоровьем населения Республики Саха (Якутия).

### **В задачи работы входит**

- 1 Дать сравнительную эколого-физиологическую характеристику различных природно-климатических регионов Якутии
- 2 Выявить особенности кардиореспираторной системы и кислотно-основного состояния у обследуемых в различные сезоны года
- 3 Изучить особенности иммунной системы у жителей Республики Саха (Якутия)
- 4 Изучить элементный статус и выявить возрастные и половые особенности у обследуемых, проживающих в различных регионах Республики Саха (Якутия)
- 5 Дать сравнительную характеристику зависимости функциональных резервов организма и состояния здоровья от элементного статуса

### **Основные положения, выносимые на защиту**

- 1 Природно-климатические особенности Республики Саха (Якутия) способствуют возникновению у жителей макро- и микроэлементных дисбалансов, что обусловлено химическим составом почв, питьевой водой, довыми отложениями рационами питания
- 2 Хронофизиологические характеристики реакции кардиореспираторной и иммунной систем в ответ на действие возмущающих факторов зависят от индивидуальных особенностей организма, уровня парциального давления дыхательных газов и сезонов года
- 3 Основными факторами, неблагоприятно влияющими на состояние функциональных резервов и риск возникновения заболеваемости взрослого и детского населения Якутии, является не столько природно-климатические, сколько социально-экономические условия проживания приводящие к формированию устойчивых нарушений элементного статуса
- 4 Наличие хронических заболеваний связано с дисбалансом химических элементов в организме отражающихся на их содержании в биосубстратах. Это указывает на правомочность использования методов оценки и коррекции элементного статуса в норме и при патологии

**Научная новизна** В результате комплексных эколого-физиологических и метико-демографических исследований получены новые данные о состоянии здоровья людей живущих в различных зонах Республики Саха (Якутия) в сопоставлении эколого-физиологических характеристик функциональных резервов кардиореспираторной и иммунной систем с региональными особенностями элементного статуса. Выявлено что повышение общей заболеваемости и детской смертности в Полярной и Вильюнской зонах обусловлено не только суровыми климатическими условиями но и наиболее существенными дисбалансами эссенциальных и токсичных химических элементов

Получены новые данные, свидетельствующие о сезонных и суточных колебаниях концентрации углекислого газа в атмосферном воздухе Так, в Центральной зоне (г Якутск) максимальные значения углекислого газа в

атмосферном воздухе в ноябре и декабре составляли  $475 \pm 5$  ppm, а минимальные в июне и начале июля –  $343 \pm 4$  ppm. Выявлено, что содержание  $\text{CO}_2$  в закрытых помещениях в зимнее время года изменяется в течение дня. Так, в утренние часы во время практических занятий в учебных аудиториях наблюдался максимальный подъем  $\text{CO}_2$  в воздухе до  $1067 \pm 5$  ppm, а в прочие часы значения диоксида углерода равнялись  $371 \pm 3$  ppm и соответствовали концентрации этого газа в атмосферном воздухе города.

На основании сравнительного анализа установлены сезонные различия в степени напряжения механизмов регуляции сердечно-сосудистой системы. Частота сердечных сокращений у городских жителей в покое достоверно выше в зимнее время, а минутный объем кровообращения – у сельских за счет увеличения ударного объема в летнее время года. При этом мужчины, проживающие в г. Якутске, испытывают более значительное напряжение регуляторных систем организма на протяжении года, особенно в зимний период, что обусловлено не только хронобиологическими, но и социально-экономическими и экологическими факторами.

Впервые установлено, что у больных с обморожениями содержание лимфоцитов в крови достоверно выше, чем у здоровых жителей Центральной зоны Республики Саха. При этом у них наблюдалось существенное снижение относительного содержания Т-лимфоцитов, что связано со снижением как цитотоксической, так и хелперной субпопуляций лимфоцитов в крови. Содержание НК-клеток и В-лимфоцитов не имело достоверных отличий от показателей здоровых людей. Возможно, что длительное холодовое воздействие является одной из причин снижения содержания Т-лимфоцитов в периферической крови жителей северных регионов.

Впервые показано, что неблагоприятные изменения в элементном статусе населения Полярной и Вилуйской зон, выражающиеся в избыточном накоплении токсических химических элементов (Pb, Cd и др.) коррелируют с повышением общей заболеваемости населения, детской смертности и снижением рождаемости. Антропогенная нагрузка тяжелыми металлами может быть одной из причин измененной структуры заболеваемости у населения Северных районов, которая проявляется в максимальной для Республики Саха (Якутия) частоте болезней органов дыхания и мочеполовой системы – типичных проявлений экопатологии. В то же время выявленными у населения Южной зоны дефицитами Ca, Mg, Zn, Se и др., можно объяснить максимальную распространенность болезней опорно-двигательного аппарата и онкологическую заболеваемость.

Впервые выявлен феномен преобладания частоты гипо- и гиперемиемозов у взрослого трудоспособного населения, занятого в производственной сфере, по сравнению с детьми. Это свидетельствует о срыве механизмов адаптации к условиям проживания на Севере у коренного населения, что может быть одной из причин повышения заболеваемости и смертности.

Впервые на репрезентативной выборке проведено скрининг-диагностическое исследование взрослого и детского населения Республики Саха (Якутия). Установлены характерные особенности элементного статуса жителей,

проживающих в сельской местности и г Якутске, а также сформированы группы риска по дефициту и избытку макро- и микроэлементов с помощью многоэлементного анализа волос

**Научно-практическое значение работы** заключается в обосновании необходимости системного эколого-физиологического и медико-демографического исследования региональных особенностей элементного статуса взрослого и детского населения Республики Саха (Якутия)

На основании полученных данных впервые проведено картирование медико-географических зон Якутии по макро- и микроэлементному составу для разработки региональных рекомендаций к коррекции элементного статуса у населения и для последующего создания муниципальных и республиканских программ и корректировки концепции в области здорового питания. С помощью многоэлементного анализа биосубстратов сформированы группы риска по дисбалансу макро- и микроэлементов, оценке распространенности элементозов у населения различных климатогеографических зон

Апробирована неинвазивная методика скрининга нарушений элементного баланса взрослого и детского населения

Материалы диссертации используются в учебном процессе Российского университета дружбы народов и Якутского государственного университета имени М.К. Аммосова

**Внедрение результатов исследования** Материалы диссертации внедрены в лечебно-диагностический процесс МУ «Поликлиника №1» г Якутска, в оздоровительный процесс ДДУ школы-детского сада «Березка» г Якутска, ДДУ «Эбби» г Якутска, а также использованы при разработке муниципальной программы «Здоровое питание детей» на базе СОШ № 10 г Якутска, которая утверждена Экспертным советом Управления образования Окружной администрации

**Апробация работы** Материалы диссертации доложены и обсуждены на Ученском Русско-Японском медицинском симпозиуме Хабаровск, 1998 г. на Международном конгрессе «Иммунореабилитация в медицине», Тенерифе Испания 1999 г., на VIII Международном Конгрессе «Аллергия, Иммунология и Глобальная сеть», Канн, Франция, 2002 г. на I-ом съезде РОСМЭМ Москва 2004 г., на I и II Международных научно-практических конференциях «Биохемисты» Оренбург, 2004, 2007 гг., на Symposium on Trace Elements in Man and Animals (TEMA), Coleraine, Northern Ireland 2005, на X Русско-японском Международном симпозиуме, Якутск, 2003 г. на X Всероссийском конгрессе «Экология и здоровье человека», Самара, 2005 г., на Республиканской научно-практической конференции «Медико-демографическая ситуация в Усть-Майском улусе (район): проблемы и пути решения», Якутск 2006 г., на Республиканской научно-практической конференции «Уровень и качество жизни населения РС(Я)», Якутск, 2006 г., на Научно-практической конференции «Ассамблея городов Заполярья», Москва, 2006 г., на VIII Международной научно-практической конференции «Здоровье и Образование в XXI веке» Москва, 2006 г. на XII Международном симпозиуме «Экологические физиологические проблемы адаптации», Москва, 2007 г.

Диссертационная работа апробирована на совместном заседании кафедры

нормальной и патологической физиологии медицинского факультета Российского университета дружбы народов

По материалам диссертации опубликовано 42 научные работы

**Структура и объем работы.** Диссертационная работа состоит из введения, обзора литературы, материалов и методов исследования, глав собственных исследований и обсуждения результатов, заключения, выводов, практических рекомендаций и указателя литературы. Работа изложена на 289 страницах машинописного текста, содержит 31 рисунок, 66 таблиц библиографический указатель включает 310 источников литературы (205 отечественных и 105 иностранных)

### СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Методы и объем исследований** Выбор методических приемов и объем исследований определялись целью и задачами работы. Для решения поставленных задач были проведены 4 серии эколого-физиологических и медико-демографических исследований

Общая характеристика, объем и методы исследования представлены в таблице 1

В первой серии проводилось изучение эколого-физиологических характеристик природно-климатических условий различных регионов Республики Саха (Якутия), а также медико-демографических показателей населения, в котором приняло участие 80255 взрослых в возрасте от 20 до 60 лет и 22831 детей в возрасте от 1 до 15 лет

Таблица 1

Общая характеристика, объем и методы исследования

Методы исследования	Кол-во обслед	Изучаемые показатели
Антропометрия	296	Рост, масса тела, ИМТ, индекс Рорера
Исследование параметров КОС крови	296	pH, pCO <sub>2</sub> , pO <sub>2</sub> , HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , АВ ВГ SB, SatO <sub>2</sub> , Hb
Компьютерная спирометрия	296	ЖЕЛ, ФЖЛ, ЧД, ДО, МОД МОС75, МОС50, МОС25
Определение основных популяций и субпопуляций гликофитов и сывороточных белков глобулинов	238	CD3 <sup>+</sup> , CD4 <sup>+</sup> , CD8 <sup>+</sup> , CD16 <sup>+</sup> , CD72 <sup>+</sup> , IgA, IgM, IgG, IgE
Вариационная путьсометрия	296	Mo, AMo, ΔX, ИИ, ИВР, ВПР, ПАРП, ДВ, MB <sub>1</sub> , MB <sub>2</sub> , ИЦ, ЧСС, УО, МОК, ДИ, ВИК
Измерение АД по Короткову	296	САД, ДАД, ПАД, СДД, ОИСС,
Элементный анализ биоматериалов с использованием методов АЭС-ИСП и МС-ИСП	2066	Al, As, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, Se, Si, Sn, Ti, V, Zn,



Во второй серии проводилось исследование сезонной динамики показателей кардиореспираторной системы у 296 коренных жителей мужского пола Центральной зоны в возрасте 18-23 года. Все обследуемые на момент исследований не имели признаков заболеваний и были признаны практически здоровыми.

В третьей серии проводилось изучение иммунологических показателей у 238 коренных жителей мужского пола Центральной зоны в возрасте 20-28 лет.

В четвертой серии с помощью системы мультислементного анализа с использованием методов АЭС-ИСП и МС-ИСП исследовано содержание химических элементов в волосах 1856 жителей Республики Саха (Якутия) (752 взрослых в возрасте от 20 до 60 лет и 1106 детей в возрасте от 1 до 15 лет, включительно) и в плазме крови 135 жителей (81 взрослых и 54 детей).

Физическое развитие оценивали общепринятым антропометрическим методом: измеряли длину и массу тела.

Индекс массы тела (ИМТ) рассчитывался по формуле  $ИМТ = W/L^2$ , Индекс Рорера  $IR = W/L^3$ , где  $W$  – масса тела, кг,  $L$  – длина тела, м.

Площадь поверхности тела вычислялась с использованием формулы Иссакона (1958)  $S (см^2) = (100 \cdot W + (H - 160)) \cdot 100$ , где  $S$  – площадь тела ( $см^2$ ),  $W$  – вес тела (кг),  $H$  – длина тела (см).

Определение содержания углекислого газа в атмосферном воздухе проводилось совместно с Институтом криологии СО РАН на базе научно-исследовательского круглогодичного комплекса «Спасская падь», где есть 30-метровая вышка голандского производства с автоматическим оборудованием для фиксации показателей погоды, температуры, влажности, энергии, углерода в лиственном лесу на разных высотах. Использовали переносной инфракрасный газоанализатор фирмы «Ulidi» для измерений в помещениях и на улицах г. Якутска.

Исследование параметров кислотно-основного состояния (КОС) крови проводилось по стандартным методикам с применением микроанализатора AVL-330 (Дания) (И.Д. Льгушичко 1986, И.В. Карпова и др., 1992). Изучение особенностей газового состава крови включало определение следующих показателей: рН артериализированной капиллярной крови, парциального напряжения углекислого газа в крови ( $pCO_2$ , мм рт.ст.), парциального напряжения кислорода ( $pO_2$ , мм рт.ст.), содержания бикарбонатов плазмы ( $HCO_3^-$ ), стандартных бикарбонатов (SB, ммоль/л), истинного избытка оснований (AB, ммоль/л), дефицита буферных оснований (BE, ммоль/л), насыщения кислородом гемоглобина ( $SatO_2$ , %), а также содержание гемоглобина (Hb, г/л).

Компьютерная спирометрия осуществлялась на аппаратно-программном диагностическом комплексе (АПДК) для исследования функции внешнего дыхания (ВНИИМП - Россия) и «Pneumocyst-2» фирмы Эрих Елер (Германия). Исследования функции внешнего дыхания включало определение следующих параметров: жизненная емкость легких (ЖЕЛ, л), форсированная жизненная емкость легких (ФЖЕЛ, л), дыхательный объем (ДО, л), минутный объем дыхания (МОД, л) и частота дыхания (ЧД, дых./мин). Определялись показатели трансбронхиальной проходимости: максимальные объемные скорости потока воздуха при наполненности легких на 75, 50 и 25% ( $МОС_{75}$ ,  $МОС_{50}$  и  $МОС_{25}$ ).

соответственно Показатели внешнего дыхания определялись в абсолютных цифрах и в % относительно их должных значений (R J Knudson et al , 1976)

Функциональное состояние сердечно-сосудистой и вегетативной нервной систем оценивалось с помощью математического метода анализа вариабельности сердечного ритма в покое и при выполнении пробы физической нагрузки (сген-гест)

Изучались следующие показатели частота сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин), артериальное давление систолическое (САД, мм рт ст), диастолическое (ДАД), пульсовое (ПАД), среднесрединное (СД), сердечный индекс (СИ, л/м<sup>2</sup>), общее периферическое сосудистое сопротивление (ОПСС, дин/см/сек<sup>-5</sup>), двойное произведение (ДП, усл ед), вегетативный индекс Кердо (ВИК, усл ед) Артериальное давление измерялось методом Короткова Кроме того, вычислялись и оценивались следующие показатели вариационной пульсометрии мода (Мо с), амплитуда моды (АМо, %), вариационный размах динамического ряда R-R интервалов ( $\Delta X$ , с), индекс напряжения (ИН, усл ед), индекс вегетативного равновесия (ИВР, усл ед), вегетативный показатель ритма (ВНР, усл ед), показатель адекватности процессов регуляции (НАРН, усл ед), дыхательные волны (ДВ, мс<sup>2</sup>) медленные волны 1-го порядка (МВ<sub>1</sub>, мс<sup>2</sup>), медленные волны 2-го порядка (МВ<sub>2</sub>, мс<sup>2</sup>) и индекс централизации (ИЦ усл ед)

С целью комплексной оценки уровня здоровья и выявления возможных адаптационных нарушений определяли расчетный интегральный показатель, характеризующий адаптационные резервы системы кровообращения – адаптационный потенциал (А П Берсенева, 1991)

Физическая работоспособность обследуемых оценивалась по индексу Гарвардского степ-теста (ИГСТ) (В И Дубровский, 2002)

Для определения основных популяций и субпопуляций лимфоцитов периферической крови применяли метод непрямой иммунофлюоресценции с использованием моноклональных антител серии 11 (Институт иммунологии МЗ РФ) против антигенов CD3<sup>+</sup> (Т-лимфоциты), CD4<sup>+</sup> (хелперные Т-лимфоциты), CD8 (цитотоксические Т-лимфоциты), CD16<sup>+</sup> (естественные цитотоксические клетки) и CD72<sup>+</sup> (В-лимфоциты)

Уровень сывороточных иммуноглобулинов А, М и G определяют методом радиальной иммунодиффузии по Манчини (L. Mancini et al , 1965), а общего IgG трехфазным иммуноферментным методом при помощи тест-системы фирмы «Ф Хоффман-Ла Рош» (Швейцария)

Для установления возможных путей поступления в организм жителей республики Саха избыточных количеств химических элементов проведен анализ 60 проб почвы, воды и дождевых осадков, полученных из источников, используемых населением в качестве питьевых, а также 25 проб основных продуктов питания

Для оценки полученных данных о концентрации химических элементов в продуктах питания и питьевой воде были использованы данные СанПиН 2 3 2 1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов», а также «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и

культурно-бытового водопользования ГН 2 1 5 689-98 Гигиенические нормативы», Минздрав России, 1998

Определение элементного состава биосубстратов (Al, As, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, Se, Si, Sn, Ti, V, Zn, мкг/г) проводилось методами атомной эмиссионной и масс-спектрометрии с индукционно связанной аргонной плазмой (АЭС-ИС11, МС-ИС11) по методике, утвержденной МЗ РФ (С И Иванов и др., 2003, Л И Подунова и др., 2003) в испытательной лаборатории АНО «Центр биотической медицины», г Москва (аттестат аккредитации I СЭН RU ЦОА 311, регистрационный номер в Государственном реестре РОСС RU 0001 513118 от 29 мая 2003)

Статистическая обработка результатов исследования проводилась с использованием программы «Microsoft Excel XP», «Statistica 6.0» и включала описательную статистику, оценку достоверности различий по Стьюденту и корреляционный анализ с оценкой достоверности коэффициентов корреляции

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Республика Саха (Якутия) занимает огромную территорию на северо-востоке Российской Федерации, площадь равна 3,1 млн кв километров, является самым крупным по территории субъектом РФ, занимая почти пятую ее часть. Расстояние между крайними точками с севера на юг – около 2000 км, с запада на восток – 2300 км. Республика располагается в трех часовых поясах опережающих московское время на 6, 7, 8 часов.

**Эколого-физиологическая характеристика природно-климатических условий различных зон Республики Саха (Якутия)**

По всей территории Республики распространена многолетняя мерзлота, образовавшаяся во время ледникового периода. Мощность многолетнемерзлых пород достигает более 300-400 м в бассейне реки Вилюй местами превышает 1500 м. Около 40% территории находится за Полярным кругом. Лимитирующими факторами для организма человека в экстремальных условиях Якутии являются как природно-климатические (холод, специфическая фотопериодичность, нестабильность барометрического давления), так и комплекс антропогенных.

Климат Якутии резко континентальный. Это единственный район в мире, где амплитуда колебаний температуры воздуха превышает 100° С (от +40 °С летом и до -60 °С зимой). Средняя годовая температура воздуха изменяется от -16 °С (на северо-востоке) до +10 °С (на юге).

Период с температурами ниже 0 длится 6-7,5 месяцев (с октября по апрель). Средняя температура воздуха в январе на юго-западе -26 °С, на северо-востоке -38 °С, на востоке по р. Вилюй до -40 °С. Крайне низкие температуры воздуха до -55-65 °С здесь обычны. На территории республики, в Оймяконье, находится Полюс холода Северного полушария планеты, где зафиксирована температура -71,2 °С.

Летние температуры сильно зависят от рельефа и высоты местности. Средняя июльская температура воздуха на севере +12 °С, а на юге +20 °С. При поступлении теплых воздушных масс с территории Монголии и Китая

температура в регионе повышается до  $+35-38^{\circ}\text{C}$ , а при вторжении арктических – понижается до заморозков. Для Якутии также характерны значительные перепады температуры как в течение месяца, так и в течение дня.

Зимой малая высота солнца обуславливает короткий день на всей территории Якутии, а за Полярным кругом наступают полярные ночи. Летом, благодаря сравнительно большой высоте солнца, прозрачности и сухости воздуха преобладают солнечные дни. Наступает пора белых ночей продолжительность светового дня достигает 20 часов на широте г. Якутска, а на севере солнце, не заходя за горизонт светит круглые сутки.

Анализ полученных данных показал, что барометрическое давление, понижалось в Якутии с наступлением теплой погоды (с мая по август) и равнялось 743,2-749,6 мм рт.ст. При этом даже в наиболее теплое время года (июнь-август) оно не достигало нормального уровня. С появлением холодов атмосферное давление постепенно повышалось, достигая максимума в самые холодные месяцы года (декабрь-январь) и равнялось 758,3-761,6 мм рт.ст., с февраля по апрель и с сентября по ноябрь среднее атмосферное давление колебалось в пределах от 748,5 до 759,7 мм рт.ст.

На Севере Якутии в атмосферном воздухе наблюдаются глубокие и частые амплитуды колебания парциальной плотности кислорода за короткие промежутки времени (через 6-8 часов), достигающие  $35-40\text{ г/м}^3$ , что проявляется в погодной аномалии – гипоксии и гипероксии (А.И. Милованов, 1975).

Как известно, максимум почвенного дыхания достигается в осенне-зимний период, что приводит к обогащению атмосферы углекислым газом ( $\text{CO}_2$ ). Газ, накопившийся под промерзшим верхним слоем почвы выбрасывается в атмосферу в период смыкания сезоннопроталивающей и многолетней мерзлоты по морозобойным трещинам. При промерзании сезонно-талого профиля почвы, который сильно насыщен углекислотой происходит отжатие ее из промерзающего почвенного раствора в нижние отделы. При смыкании двух фронтов мерзлоты происходит почти полная ее дегазация. Профиль расположенного над многолетней мерзлотой, а накопившаяся углекислота по трещинам попадает в атмосферу и опять остается не востребованной ни растительностью ни замёрзшими водными экосистемами (Б.И. Иванов, I.Х. Максимов 1998, 2001, 2003).

Анализ полученных данных показал, что в Центральной зоне (г. Якутск) максимальные значения углекислого газа в атмосферном воздухе  $475\pm 5\text{ ppm}$  были зафиксированы в ноябре и декабре, а минимальные –  $343\pm 4\text{ ppm}$  в июне и начале июля.

Замеры углекислого газа в зимнее время (январь) в атмосфере в разных точках г. Якутска и в пригороде показали, что максимальное содержание  $\text{CO}_2$  было зафиксировано в поселке Марха, среднее – на ул. Чернышевского и Лермонтова г. Якутска, а минимальное – в 10 км от поселка Марха (рис. 1). По-видимому, это связано с загруженностью автотранспортом улиц города, образованием  $\text{CO}_2$  при топке печей жилых помещений и котельных.

Установлено, что содержание  $\text{CO}_2$  в закрытых помещениях в зимнее время года изменяется в течение дня. Так, в утренние часы во время практических занятий в учебных аудиториях в присутствии 10-17 студентов наблюдался

максимальный подъем  $\text{CO}_2$  в воздухе до  $1067 \pm 5$  ppm, а в ночные часы значения диоксида углерода равнялись  $371 \pm 3$  ppm и были равны концентрации данного газа в воздухе на улице. Подобные существенные флуктуации содержания  $\text{CO}_2$  в атмосфере учебных помещений, в воздушном бассейне городской среды, в природных ландшафтах свидетельствуют о системных изменениях во многих звеньях природных и антропогенных биоценозов, идущих в параллельных направлениях.

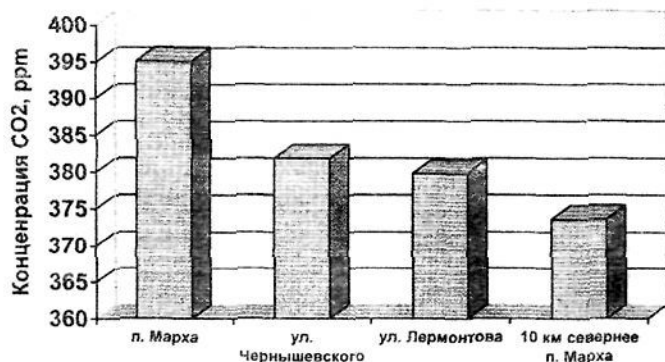


Рис. 1. Содержание углекислого газа в атмосфере в разных точках города Якутска и в пригороде (в зимнее время – январь)

Повышенное содержание  $\text{CO}_2$  в атмосферном воздухе и в замкнутых объемах жилых помещений до 0,1% (1000 ppm) практически не влияло на уровень парциального давления  $\text{CO}_2$  в альвеолярном воздухе.

Однако, не исключена возможность влияния избытка углекислого газа на состояние здоровья людей с недостаточностью функции дыхания и кровообращения. Следует также отметить, что модальность такого воздействия может носить и положительный характер, так как физиологические эффекты воздействия на организм, как правило, сводятся к стимулирующему влиянию на дыхание и кровообращение. В условиях холода подобные эффекты могут оказывать благоприятное влияние на процессы адаптации организма человека к низким температурам среды.

Республика Саха (Якутия) является по своим биогеохимическим характеристикам уникальным регионом Российской Федерации. Сезонное протаивание почвогрунтов изменяется от десятка сантиметров на севере до 2-3 м на юге. Почвы Якутии характеризуются недостатком кальция, фосфора, калия, кобальта, меди, йода, молибдена, бора, цинка, достаточным количеством марганца и относительным избытком стронция, особенно по речным поймам (В.В. Ковальский, 1974). Почвы и донные отложения Лено-Вилюйского водораздела дефицитны содержанием меди, бора и молибдена и обогащены марганцем, железом и кобальтом (В.П. Алексеев и др., 2000). Донные отложения

вследствие своих высоких сорбционных свойств могут рассматриваться как интегральный индикатор техногенной нагрузки на гидросферу и их изучению следует отводить важное место в общей системе наблюдения за состоянием водной среды. Состав озерной и речной воды в целом характеризуется низкой минерализацией и малым содержанием фтора, меди и молибдена, сниженным интегративностью водной миграции цинка, марганца и меди, повышенном миграционной активности олова, ванадия и калия. Соответственно, в таких условиях существенно снижается содержание кальция, фосфора, хлора и магния в кормовых травах местных растений (В.И. Алексеев и др., 2000, Д.Д. Саввинов, Н.Н. Сазонов, 2006).

Проведенный анализ химических элементов в питьевой воде, которую употребляют жители Вилюйской зоны из местных водоемов, показал наличие высоких концентраций Mg, P, Pb, Sn и Zn и низких – Al и Ca. При этом выявлено особенно высокое содержание в питьевой воде Fe и Mn (в 66,7% и 44,4% проб, соответственно, превышена ПДК), что хорошо согласуется с полученными нами данными о распространенности избыточного содержания этих элементов в водах жителей этой зоны. Вероятно, питьевая вода является одним из основных источников поступления этих элементов в организм человека. В то же время, превышение ПДК по Pb ни в одном из исследованных образцов не установлено, что свидетельствует об иных путях поступления этого элемента в организм человека.

Анализ содержания химических элементов в продуктах питания не показал превышения предельно допустимых концентраций. Тем не менее, содержание большинства химических элементов в продуктах питания из Якутии выше, чем в других регионах России. Таким образом, продукты питания вероятно не могут рассматриваться как основные источники поступления токсикантов в организм человека. Поскольку хорошо известно, что одним из основных путей поступления токсических химических элементов в организм человека является путь «рука-рот», причины чрезвычайно высокого содержания Pb в организме следует искать в сфере тичной гигиены и среды обитания.

В результате проведенных исследований содержания химических элементов в почвах Вилюйской зоны получены данные, которые свидетельствуют о превышении ПДК по P, Zn, Co, B, Ag, Ti, Pb, Be (до 2,6 раз).

Концентрации P, Zn, Cu, Co, Cr, V, Ti, B, Pb в исследуемом регионе в донных осадках превышают региональный фон, что говорит об аномальности геохимического фона бассейна реки Вилюй. Это согласуется с данными других авторов (В.И. Алексеев и др., 2000, Д.Д. Саввинов и др., 2005).

Таким образом, в почве Вилюйской зоны, а также в питьевой воде, которую употребляет население, имеется превышение ПДК ряда химических соединений, в том числе тяжелых металлов (Pb). Сравнительный анализ микро- и макроэлементного состава по схеме «почва – вода – продукты питания – донные осадки» свидетельствует о наличии существенного антропогенного воздействия на окружающую среду.

Для выяснения причин выявленных особенностей элементного статуса в экзо- и эндогенной среде Вилюйской зоны был проведен анализ корреляционных связей между элементами, содержащимися в питьевой воде.

рационах питания, донных отложениях водоемов и в образцах почв, взятых из природных объектов на территории этой зоны и содержанием этих элементов в волосах взрослых и детей (рис. 2 и 3).

Из приведенных на рис. 2 данных видно, что повышенные концентрации марганца и свинца в волосах у взрослых людей имеют положительную связь средней силы с содержанием этих элементов в питьевой воде, почве и продуктах питания, а также в донных осадках, отобранных в местах их проживания. Пониженные концентрации кобальта, цинка и меди в волосах имеют обратную корреляцию с повышенным уровнем этих элементов в почве (цинк, кобальт), в питьевой воде (медь), в донных осадках (цинк) и рационах питания (кобальт, цинк, медь).

Возможно, это связано с тем, что по достижению определенных уровней накопления элемента во внутренней среде, организм уменьшает долю поступающего элемента (снижение абсорбции и усиление экскреции) в результате включения защитных механизмов и естественных барьеров, либо это связано с конкурентным действием некоторых химических элементов в организме (А.В. Скальный, 2001).



Рис. 2. Корреляционная зависимость между содержанием макро- и микроэлементов в волосах взрослых людей и уровнем химических элементов в питьевой воде, донных отложениях, почве и рационах питания.

При этом выявлена также высокая прямая корреляционная связь между содержанием бериллия и калия в волосах детей Вилнойской зоны и содержанием их в воде, а также бериллия и ванадия в почве (рис. 3). Содержание свинца и никеля в волосах у детей имеет прямую сильную корреляционную связь с уровнем этих элементов в питьевой воде, а концентрация титана – в почве и донных отложениях. Пониженные концентрации меди в волосах у детей имеют обратную корреляцию с повышенным уровнем этих элементов одновременно в почве, питьевой воде и рационах питания.

Следовательно, можно говорить об определенной причинно – следственной связи между уровнем микро- и макроэлементов в окружающей среде (вода, донные отложения, почва, рационы питания) и уровнем их в волосах

у жителей данного региона. На основании полученных данных можно предположить, что обнаруженные нами особенности элементного статуса обследованных жителей Вилюйской зоны связаны с избыточным или пониженным содержанием микро- и макроэлементов в питьевой воде, продуктах питания и объектах внешней среды. Данные особенности могут приводить к возникновению дисбаланса в организме индивидуума и формировать специфический региональный элементный «портрет» обследованной популяции.

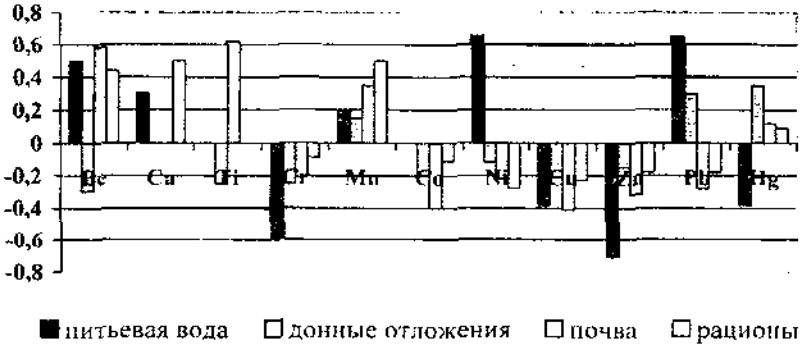


Рис. 3. Корреляционная зависимость между содержанием макро- и микроэлементов в волосах детей и уровнем химических элементов в питьевой воде, донных отложениях, почве и рационах питания.

Таким образом, природно-техногенные особенности Вилюйской зоны predispose к возникновению у жителей макро- и микроэлементных дисбалансов, что обусловлено, химическим составом почв, среднеминерализованной водой речного бассейна и наличием вредных антропогенных воздействий, связанных главным образом с деятельностью алмазодобывающих предприятий.

Сезонная динамика показателей кардиореспираторной системы и кислотно-основного состояния у жителей Центральной зоны Республики Саха (Якутия).

Как известно, в сезонной периодичности находит отражение адаптивная роль биоритмов. Периоды максимумов активности во времени хорошо синхронизированы с наиболее благоприятными внешними условиями, тогда как в неблагоприятные периоды срабатывают различные механизмы защиты (Э.Б. Арушанян, 2000; А.Н. Разумов, И.Е. Оранский, 2004; И.А. Агаджанян и др., 2005). Сезонные колебания обменных процессов у людей носят приспособительный характер и обусловлены адаптацией организма к изменяющимся условиям среды обитания. Организм как бы заранее готовит себя к предстоящим переменам в окружающей природе. Вопрос сводится к тому, чтобы тщательно изучить механизм этих сезонных изменений и использовать полученные знания для предупреждения заболеваний.



Сравнительный анализ антропометрических характеристик обследуемых мужчин Центральной зоны показал, что по некоторым параметрам они различаются между собой. Так, длина и площадь поверхности тела достоверно выше ( $p < 0,05$ ) у обследуемых проживающих в г. Якутске, а индекс Кетле и Рорера – в сельских районах. Индекс Кетле является важным физиологическим параметром, характеризующим конституциональные особенности человека, степень его физического развития и уровень его энергетического обмена (Г.М. Куцов, 1994).

Анализ проведенных исследований показал, что все показатели газового и кислотно-основного состояния крови обследуемых юношей соответствовали принятым по России данным, за исключением  $pO_2$ , который оказался сниженным (табл. 2). Показатели  $SatO_2$  приближаются к нижней границе нормы. Вне зависимости от сезона у всех обследуемых наблюдалось снижение pH в кислую сторону, особенно зимой, по-видимому, это связано с хронической гиповентиляцией при вдыхании холодного воздуха. При этом парциальное напряжение углекислого газа в капиллярах крови приближалось к высшей границе нормы, не наблюдалась тенденция к снижению уровня буферных оснований, что говорит о компенсированном газовом ацидозе.

Таблица 2

Динамика показателей газового и кислотно-основного состояния крови у обследуемых в разные сезоны года (М ± m)

Показатели	Сезоны года			
	зима		лето	
	1-я группа	2-я группа	1-я группа	2-я группа
pH ед	7,373±0,004	7,379±0,002	7,388±0,003	7,397±0,002*
$pO_2$ , мм рт. ст.	69,9±0,6	74,9±0,8**	77,8±0,5	81,1±0,8***
$pCO_2$ , мм рт. ст.	39,9±0,3	40,3±0,3	42,4±0,5**	41,2±0,4
Hb г/л	144,1±1,1	146,5±1,2	146,8±1,2	148,4±1,4*
$SatO_2$ , %	92,9±0,2	93,9±0,2	94,3±0,2	95,5±0,3**
SB, мэкв/л	23,6±0,1	23,7±0,1	23,7±0,2	23,9±0,2
BE, мэкв/л	-0,72±0,19**	-0,61±0,14	-0,58±0,19	-0,36±0,13

Примечание: 1-я группа – обследуемые, проживающие в г. Якутске

2-я группа – обследуемые, проживающие в сельских районах Центральной зоны

при сравнении показателей по сезонам \* $p < 0,05$ , \*\* $p < 0,01$ , \*\*\* $p < 0,001$

Известно, что существование длительных периодов высокого атмосферного давления отмечается за счет антициклонов с критически низким парциальным давлением кислорода в атмосфере, особенно в зимний период. В это время наблюдается так называемая погодная гипероксия, обусловленная сочетанием гипотермии и гипербарии. По мнению В.Ф. Овчаровой (1981, 1988) выраженная гипероксия приводит к развитию в организме вторичной гипероксической гипоксии. Веновое содержание кислорода в 1 л<sup>3</sup> превышает

показатели средних широт на 20-40%, так как плотность воздуха возрастает с понижением температуры воздуха (Н.А. Агаджанян, А.Г. Марачев, 1999). Гипоксия приводит к нарушению энергетического метаболизма и кислотно-основного состояния организма. В экологически неблагоприятных условиях могут возникать нарушения структуры и функции важнейших органов и систем, которые имеют метаболический генез. Данные изменения можно квалифицировать в отдельную нозологическую единицу – «синдром полярного напряжения» (В.П. Казначеев, 1970-1992).

Сравнительный анализ показал, что насыщение капиллярной крови кислородом у обследуемых в зимнее время года имеет тенденцию к снижению, что согласуется с данными других авторов (Л.Б. Ким, 1983; Г.Н. Окунева и др., 1987; Л.А. Малышева, 2004). Нами установлено, что значения напряжения углекислого газа в капиллярной крови у обследуемых ниже зимой, а уровень  $\text{CO}_2$  в атмосферном воздухе – летом. При этом выявлена обратная корреляционная связь между значениями напряжения  $\text{CO}_2$  в капиллярной крови и уровнем  $\text{CO}_2$  в атмосферном воздухе: коэффициент парной корреляции составил  $r=-0,4$ . Зимой (декабрь), когда уровень  $\text{CO}_2$  в атмосферном воздухе высокий, у обследуемых в капиллярной крови напряжение  $\text{CO}_2$  более низкое, чем летом (июнь), когда содержание диоксида углерода в атмосферном воздухе падает (рис. 4). Как известно, углекислый газ оказывает прямое и рефлекторное возбуждающее действие на дыхательный центр, вызывая учащение и углубление дыхания, что способствует вымыванию  $\text{CO}_2$  из крови зимой (Н.А. Агаджанян, А.И. Елфимов, 1986).

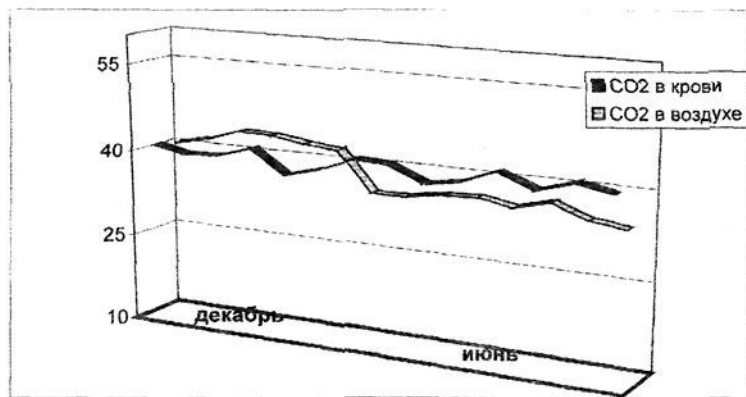


Рис. 4. Зависимость  $p\text{CO}_2$  в капиллярной крови у обследуемых от уровня  $p\text{CO}_2$  в атмосферном воздухе в различные сезоны года (зимой и летом)

Проведенные исследования свидетельствуют о наличии тесной зависимости между параметрами атмосферного воздуха, в частности содержания в нем  $\text{CO}_2$ , и напряжением данного газа в капиллярной крови. При этом у

обследуемых была выявлена обратная корреляционная зависимость между парциальным давлением  $\text{CO}_2$  в атмосферном воздухе и его напряжением в крови. Иными словами, небольшое повышение  $\text{CO}_2$  в атмосфере (до 0,5-0,8%) стимулирует дыхание и вызывает снижение содержания  $\text{CO}_2$  в альвеолярном воздухе.

Одной из важнейших функций, определяющих работоспособность организма, является функция дыхания. Показатели дыхательной функции условно можно разделить на две составляющие характеристики собственно дыхательного аппарата и параметры газообмена в легких, отражающие транспорт газов кровью, работу сердца и состояние тканевого дыхания (Н.А. Агаджанян и др., 2001).

Сравнительный анализ значений ЖЕЛ и МОД у обследуемых показал достоверное повышение этих показателей в летнее время года по сравнению с зимним ( $p < 0,05$ ). При этом у городских мужчин значения ЖЕЛ и МОД достоверно выше, чем у сельских жителей ( $p < 0,05$ ). Сезонные изменения ЖЕЛ составили 2,4% и 3,9%, соответственно. Характерно отметить, что снижение отношения ЖЕЛ от ДЖЕЛ наблюдалось в зимний период года. У представителей городского населения в это время года выявлены более высокие значения МОД, за счет увеличения частоты дыхания (рис. 5). Наблюдаемые изменения частотно-объемных соотношений легочной вентиляции в сторону относительного преобладания частоты дыхания могут указывать на снижение функциональных резервов внешнего дыхания. У лиц проживающих в г. Якутске сезонные изменения ДЮ и МОД составили 14,3 и 8,4%, а у сельских жителей – 16,4 и 7,7%, соответственно ( $p < 0,05$ ).

Как известно, причина снижения МОД и ЖЕЛ у обследуемых в зимний период может быть связана с холодовым сужением бронхов и централизацией кровотока. Тогда как наблюдаемое зимой при повышенном содержании  $\text{CO}_2$  в атмосфере увеличение частоты дыхания включает хеморецепторное эффекторное звено химического контура регуляции дыхания (Н.А. Агаджанян, А.И. Гифимов, 1986; М.В. Сершевский и др., 1993, и др.).

Изучение трахеобронхальной проходимости (рис. 6) показало, что ФЖЛЛ у обследуемых обеих групп превышает средневропейские возрастные нормы на 3-12%, особенно летом (все показатели даны в процентах от должных значений по Кнутсону). В зимний период наблюдалось достоверное снижение проходимости бронхов независимо от места проживания ( $p < 0,05$ ).

Установлено, что у лиц проживающих в сельских районах Центральной зоны проходимость различных отделов трахеобронхального дерева более низкая, чем у проживающих в г. Якутске. Это, по-видимому, является компенсаторным структурно-функциональным компонентом, выполняющим функцию защиты ткани легкого от переохлаждения и отражающим физиологические механизмы регуляции теплоотдачи через дыхательные пути. В то же время сужение бронхов увеличивает нагрузку на сердечно-сосудистую систему (В.И. Казначеев, В.М. Стригин, 1978; Н.А. Агаджанян и др., 1994, 1999).

Установлено, что у коренных жителей Севера увеличен остаточный объем легких, которые «эмфизематозно» расширены, что улучшает диффузионные способности альвеол. Выпуклость равномерно распределяется на средних и

суровым климатогеографическим условиям Республики Саха (Якутия).

**Сезонная динамика показателей сердечно-сосудистой системы у жителей Центральной зоны Республики Саха (Якутия) при физической нагрузке.**

Для эколого-физиологической оценки функциональных резервов организма и уровня физической работоспособности особенный интерес представляет применение весьма информативного метода: индекса Гарвардского степ-теста (В.И. Дубровский, 2002).

Было установлено, что индекс Гарвардского степ-теста (ИГСТ) достоверно выше у обследуемых, проживающих в сельских районах Центральной зоны, по сравнению с проживающими в г. Якутске. Так, летом в группе сельских мужчин ИГСТ возрос на 8,9%, по сравнению с зимой, а в группе городских – на 5,9%.

Сравнительное исследование реакции сердечно-сосудистой системы при выполнении степ-теста выявило достоверные изменения изучаемых показателей в контрастные сезоны года. Так, основной характеристикой изменений АД при физической нагрузке является снижение СДД, которое имеет более низкие значения летом в группе сельских мужчин, по сравнению с другими группами ( $p < 0,05$ ). Еще более четко данная тенденция выявлялась по ДАД, которое во всех случаях снижалось и также имело более низкие значения летом в группе сельских мужчин, по сравнению с городскими.

Весьма характерно, что результаты анализа их корреляционных взаимосвязей в большинстве случаев оказались весьма достоверными. При этом наиболее выраженная корреляция имела в группе сельских мужчин летом между САД до и после проведения степ-теста ( $r = 0,654$ ;  $p < 0,01$ ) и зимой между ДАД – ( $r = -0,564$ ;  $p < 0,01$ ).

Сравнительный анализ показал, что значения прироста МОК в группе мужчин проживающих в сельских районах увеличивалось за счет УО по сравнению с городскими, особенно летом (рис. 7). Это свидетельствует, что у сельских мужчин более высокие резервы сердечно-сосудистой системы и более высокая толерантность к физической нагрузке. Было показано также, что прирост ЧСС при выполнении степ-теста самый высокий в группе мужчин, проживающих в г. Якутске, зимой ( $p < 0,05$ ).

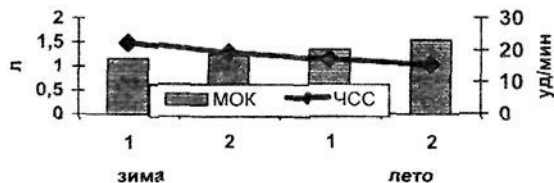


Рис. 7. Соотношение прироста МОК и ЧСС при выполнении степ-теста у обследуемых в разные сезоны года

Обозначения: 1 – обследуемые, проживающие в г. Якутске;

2 – обследуемые, проживающие в сельских районах Центральной зоны

суровым климатогеографическим условиям Республики Саха (Якутия).

**Сезонная динамика показателей сердечно-сосудистой системы у жителей Центральной зоны Республики Саха (Якутия) при физической нагрузке.**

Для эколого-физиологической оценки функциональных резервов организма и уровня физической работоспособности особенный интерес представляет применение весьма информативного метода: индекса Гарвардского степ-теста (В.И. Дубровский, 2002).

Было установлено, что индекс Гарвардского степ-теста (ИГСТ) достоверно выше у обследуемых, проживающих в сельских районах Центральной зоны, по сравнению с проживающими в г. Якутске. Так, летом в группе сельских мужчин ИГСТ возрос на 8,9%, по сравнению с зимой, а в группе городских – на 5,9%.

Сравнительное исследование реакции сердечно-сосудистой системы при выполнении степ-теста выявило достоверные изменения изучаемых показателей в контрастные сезоны года. Так, основной характеристикой изменений АД при физической нагрузке является снижение СДД, которое имеет более низкие значения летом в группе сельских мужчин, по сравнению с другими группами ( $p < 0,05$ ). Еще более четко данная тенденция выявлялась по ДАД, которое во всех случаях снижалось и также имело более низкие значения летом в группе сельских мужчин, по сравнению с городскими.

Весьма характерно, что результаты анализа их корреляционных взаимосвязей в большинстве случаев оказались весьма достоверными. При этом наиболее выраженная корреляция имела в группе сельских мужчин летом между САД до и после проведения степ-теста ( $r = 0,654$ ;  $p < 0,01$ ) и зимой между ДАД – ( $r = -0,564$ ;  $p < 0,01$ ).

Сравнительный анализ показал, что значения прироста МОК в группе мужчин проживающих в сельских районах увеличивалось за счет УО по сравнению с городскими, особенно летом (рис. 7). Это свидетельствует, что у сельских мужчин более высокие резервы сердечно-сосудистой системы и более высокая толерантность к физической нагрузке. Было показано также, что прирост ЧСС при выполнении степ-теста самый высокий в группе мужчин, проживающих в г. Якутске, зимой ( $p < 0,05$ ).

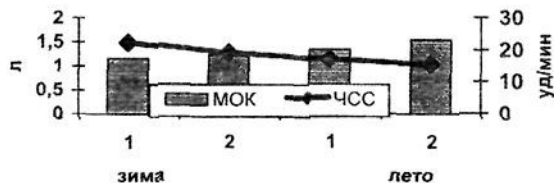


Рис. 7. Соотношение прироста МОК и ЧСС при выполнении степ-теста у обследуемых в разные сезоны года

Обозначения: 1 – обследуемые, проживающие в г. Якутске;

2 – обследуемые, проживающие в сельских районах Центральной зоны

суровым климатогеографическим условиям Республики Саха (Якутия)

### Сезонная динамика показателей сердечно-сосудистой системы у жителей Центральной зоны Республики Саха (Якутия) при физической нагрузке

Для эколого-физиологической оценки функциональных резервов организма и уровня физической работоспособности особенный интерес представлял применение весьма информативного метода индекса Гарвардского степ-теста (В И Дубровский, 2002)

Было установлено, что индекс Гарвардского степ-теста (ИГСТ) достоверно выше у обследуемых, проживающих в сельских районах Центральной зоны, по сравнению с проживающими в г Якутске. Так, летом в группе сельских мужчин ИГСТ возрос на 8,9%, по сравнению с зимой, а в группе городских - на 5,9%

Сравнительное исследование реакции сердечно-сосудистой системы при выполнении степ-теста выявило достоверные изменения изучаемых показателей в контрастные сезоны года. Так, основной характеристикой изменения АД при физической нагрузке является снижение САД, которое имеет более низкие значения летом в группе сельских мужчин, по сравнению с другими группами ( $p < 0,05$ ). Еще более четко данная тенденция выявлялась по ДАД, которое во всех случаях снижалось и также имело более низкие значения летом в группе сельских мужчин по сравнению с городскими.

Весьма характерно, что результаты анализа их корреляционных взаимосвязей в большинстве случаев оказались весьма достоверными. При этом наиболее выраженная корреляция имела в группе сельских мужчин летом между САД до и после проведения степ-теста ( $r = 0,654$ ,  $p < 0,01$ ) и зимой между ДАД – ( $r = 0,564$ ,  $p < 0,01$ )

Сравнительный анализ показал, что значения прироста МОК в группе мужчин проживающих в сельских районах увеличивалось за счет УО по сравнению с городскими, особенно летом (рис 7). Это свидетельствует, что у сельских мужчин более высокие резервы сердечно-сосудистой системы и более высокая толерантность к физической нагрузке. Было показано также что прирост ЧСС при выполнении степ-теста самый высокий в группе мужчин проживающих в г Якутске, зимой ( $p < 0,05$ )

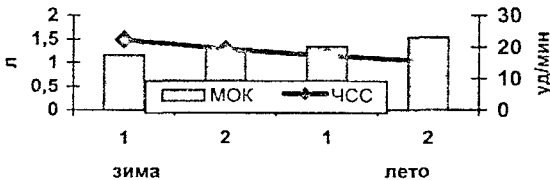


Рис. 7 Соотношение прироста МОК и ЧСС при выполнении степ-теста у обследуемых в разные сезоны года  
Обозначения 1 – обследуемые, проживающие в г Якутске,  
2 – обследуемые, проживающие в сельских районах Центральной зоны

Установлено, что в состоянии покоя и при выполнении физической нагрузки значения общего и удельного периферического сосудистого сопротивления выше зимой по сравнению с летом (рис. 8). Это, вероятно, обусловлено экономизацией окислительных процессов и уменьшением в связи с этим минутного объема кровообращения.

При выполнении физической нагрузки у всех обследуемых отмечается существенное изменение значений двойного произведения (ДП). Так, к концу пробы величины ДП увеличивались в среднем в 1,5-1,7 раза. В группе мужчин, проживающих в г. Якутске, наиболее высокие значения ДП наблюдались зимой, а низкие – у проживающих в сельских районах Центральной зоны – летом.

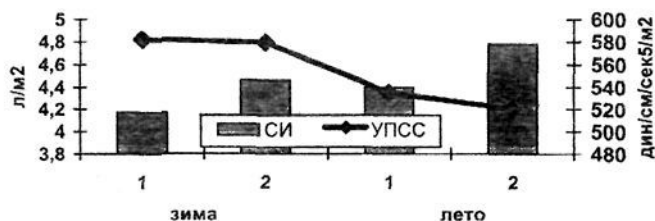


Рис. 8. Соотношение СИ и УПСС при выполнении степ-теста у обследуемых в разные сезоны года

Обозначения: 1 – обследуемые, проживающие в г. Якутске;

2 – обследуемые, проживающие в сельских районах Центральной зоны

Наблюдаемые в летний период года более высокие резервы сердечно-сосудистой системы у мужчин, проживающих в сельских районах Центральной зоны, способствуют более высокой толерантности к физической нагрузке по сравнению с жителями г. Якутска и зимним сезоном года.

Результаты исследования сердечного ритма при выполнении степ-теста показали, что у всех обследуемых отмечалось снижение абсолютных значений вариационного размаха и увеличение АМо, ВПР, ИВР, ПАПР и ИП (табл. 4). При этом более высокие значения этих показателей наблюдались в группе мужчин, проживающих в г. Якутске. Увеличение степени напряжения регуляторных систем и активности вегетативных центров связано с необходимостью экстренной компенсации гомеостатических нарушений в организме (Г.В. Коробейников, 1995).

В процессе исследований выявлены низкие значения ВПР, ИВР и ПАПР у обследуемых проживающих в сельских районах. Это обусловлено тем, что активация более высоких уровней управления тормозит симпатотоническую реакцию на физнагрузку. Возможно, именно благодаря повышенной активности высших вегетативных центров, у обследуемых отмечается относительно более низкая сосудистая реактивность.

Проведенный при выполнении степ-теста в разные сезоны года спектральный анализ сердечного ритма показал, что у всех обследуемых отмечалось снижение абсолютных и относительных значений мощности спектра дыхательных волн и повышение медленных волн 1-го порядка, особенно летом. При этом у обследуемых, проживающих в сельских районах Центральной зоны Якутии наблюдалась более активная реакция вазомоторного центра на физнагрузку, достоверный прирост относительных значений мощности спектра медленных волн 1-го порядка, особенно летом. Это свидетельствует о более высокой физической работоспособности у них в этот период.

Таблица 4

Динамика показателей вариационной пульсометрии у обследуемых в контрастные сезоны года ( $M \pm m$ )

Показатели	Сезоны года				
	зима		лето		
	1-я группа	2-я группа	1-я группа	2-я группа	
Mo, с	1	0,767±0,009	0,801±0,008	0,792±0,007	0,850±0,005
	2	0,660±0,007	0,630±0,008	0,650±0,009	0,705±0,004
ΔR-R, с	1	0,261±0,008	0,270±0,012	0,288±0,007	0,297±0,007
	2	0,239±0,006	0,248±0,005	0,244±0,004	0,267±0,008
AMo %	1	38,4±0,8	37,1±0,6	36,6±0,9	34,4±0,8
	2	43,1±0,9	41,8±0,7	38,4±0,6	35,3±0,5
ИИ, усл ед	1	95,9±0,9	85,9±0,7	80,2±0,9	67,9±0,8
	2	143,1±1,5	131,7±1,1	116,3±1,3	93,8±1,2
ИВР, усл ед	1	147,1±3,1	137,4±2,2	127,1±1,6	115,5±1,4
	2	180,3±3,2	168,6±2,8	151,2±2,4	132,2±1,9
ПАПР, усл ед	1	50,1±1,1	46,4±1,2	46,2±1,1	40,4±1,0
	2	68,4±1,2	65,3±1,8	59,1±1,4	50,1±1,1
ВПР, усл ед	1	5,01±0,57	4,63±0,29	4,38±0,19	3,96±0,27
	2	6,64±0,65	6,31±0,38	6,06±0,24	5,31±0,18

Примечание: 1 – фон, 2 – степ-тест  
при сравнении показателей по сезонам \* $p < 0,05$ , \*\* $p < 0,01$ , \*\*\* $p < 0,001$

Таким образом, на основании сравнительного анализа показателей вариационной пульсометрии у обследованных была выявлена различная степень напряжения механизмов регуляции сердечно-сосудистой системы при выполнении степ-теста в разные сезоны года, что указывает на особенности течения адаптивных реакций. При этом функциональное состояние мужчин, проживающих в сельских районах Центральной зоны Якутии, характеризовалось оптимальным напряжением, а проживающих в г. Якутске – более сильным напряжением регуляторных систем организма, особенно, в зимний период года, что обусловлено не только хронобиологическим фактором, но и эколого-физиологическими региональными особенностями.



## Характеристика иммунной системы жителей Центральной зоны Республики Саха (Якутия)

Известно, что у жителей Крайнего Севера наблюдается сниженная устойчивость к инфекционным и сердечно-сосудистым заболеваниям и отмечаются повышенный риск развития злокачественных новообразований (В И Хаспуллин и др., 2004). Есть основания полагать, что эти проблемы связаны с нарушением функционирования иммунной системы, которые могут быть обусловлены действием экологических, геобиогеохимических и социально-экономических факторов.

Анализ результатов проведенных исследований основных популяции лимфоцитов позволил выявить характерные для жителей Центральной зоны Республики Саха особенности иммунной системы (табл. 5). Установлено снижение содержания в периферической крови Т-лимфоцитов (CD3<sup>+</sup>-клеток) и значительное повышение содержания в периферической крови В-лимфоцитов (CD24<sup>+</sup>-клеток), по сравнению со среднероссийскими нормами. Это согласуется с данными других авторов (В Н Федосеева и др., 1993, Р М Хаитов и др., 1995), которые показали, что среднее количество Т-лимфоцитов в крови жителей Европейской части России составляет около 65%, а В-лимфоцитов до 15%. Кроме того, у жители Центральной зоны наблюдалось существенное увеличение относительного содержания в крови NK-клеток (CD16<sup>+</sup>-лимфоцитов).

Выявлено, что снижение содержания Т-лимфоцитов в периферической крови обследуемых жителей Центральной зоны Республики Саха связано со снижением в крови и Т-хелперов (CD4<sup>+</sup>) и цитотоксических Т-лимфоцитов (CD8<sup>+</sup>). Выявленные отличия, по-видимому, связаны не только с генетическими особенностями жителей Якутии, но и с влиянием на население экстремальных температурных и некоторых других экологических факторов (Л К Добродеева и др., 1998).

При анализе субпопуляционного состава Т-лимфоцитов у обследуемых жителей Центральной зоны, обращает на себя внимание, что сумма CD4<sup>+</sup> и CD8<sup>+</sup> лимфоцитов у них существенно выше чем количество CD3<sup>+</sup>-клеток, то есть в периферической крови циркулирует значительное количество лимфоцитов с фенотипом CD3<sup>+</sup>4<sup>+</sup>8<sup>+</sup>.

Показано, что у жителей Центральной зоны Республики Саха абсолютное и относительное содержание лимфоцитов, экспрессирующих ранний маркер активации CD25<sup>+</sup>, существенно выше, чем у жителей Европейской части РФ. Наиболее вероятно, что это связано с большей частотой хронических инфекционных процессов, таких как хронический тонзиллит, при которых человек считает себя «практически здоровым». Однако нельзя исключить и действия других факторов, стимулирующих иммунную систему.

Таким образом, анализируя результаты определения субпопуляционного состава лимфоцитов у жителей Центральной зоны Республики Саха, можно констатировать наличие у них высокой напряженности иммунных процессов.

Поскольку важнейшим климатическим фактором, действующим на человека в северных районах РФ, является холод, нами было проведено изучение влияния последствий действия сильного холода (обморожения) на показатели

иммунной системы человека Установлено, что у больных с обморожениями содержание лимфоцитов в крови составило  $2,15 \pm 0,11 \times 10^9$  кл/л против  $1,78 \pm 0,11$  кл/л у здоровых жителей Центральной зоны Республики Саха ( $p < 0,05$ )

При обморожении у обследуемых наблюдалось существенное снижение относительного содержания Т-лимфоцитов в крови, что связано со снижением как цитотоксической, так и хелперной субпопуляций лимфоцитов в крови (табл 5) При этом содержание NK-клеток и В-лимфоцитов у этих обследуемых не имело достоверных отличий от показателей здоровых людей Возможно, что длительное холодовое воздействие является одной из причин снижения содержания Т-лимфоцитов в периферической крови жителей северных регионов

Таблица 5

Относительное содержание основных популяций и субпопуляций лимфоцитов в периферической крови здоровых жителей Центральной зоны Республики Саха и больных с обморожениями

Группы	Поверхностные маркеры лимфоцитов периферической крови, (%)				
	CD3 <sup>+</sup>	CD4 <sup>+</sup>	CD8 <sup>+</sup>	CD16 <sup>+</sup>	CD24 <sup>+</sup>
Контрольная группа (n = 143)	$35,5 \pm 0,7$	$32,0 \pm 0,9$	$19,8 \pm 0,6$	$16,8 \pm 0,8$	$18,5 \pm 0,2$
Больные с обморожениями (n = 95)	$31,0 \pm 0,7$ $p < 0,05$	$27,2 \pm 0,6$ $p < 0,05$	$16,5 \pm 0,5$ $p < 0,05$	$14,4 \pm 0,5$ $p < 0,05$	$16,4 \pm 0,4$ $p < 0,05$

Таким образом, иммунная система жителей Севера на примере жителей Центральной зоны Республики Саха характеризуется значительным снижением общего содержания Т-лимфоцитов, связанного с уменьшением как Т-хелперной, так и Т-цитотоксической субпопуляций Этому сопутствует существенная активация иммунной системы вне явной антигенной стимуляции, проявляющаяся увеличением содержания в периферической крови лимфоцитов, несущих активационный антиген CD25<sup>+</sup>, и циркулирующих иммунных комплексов

#### Элементный статус взрослого и детского населения Республики Саха (Якутия)

В ходе исследования установлены характерные особенности «элементного портрета» жителей различных климатогеографических зон Республики Саха (Якутия) Сравнительный анализ данных показал (рис 9-10), что для взрослого населения всех регионов характерен выраженный дисбаланс макро- и микроэлементов Отклонения от границ физиологической нормы (АВ Скальный, 2002-2004) наиболее выражены у жителей Полярной зоны Здесь преобладает наличие повышенного содержания в волосах как эссенциальных (K, Na, Zn, Fe, Mn – у всех взрослых, Cr, V – у мужчин), так и токсичных (Pb, Cd, Hg) химических элементов на фоне дефицитов Ca, Zn, I, Si, Co (у всех обследуемых) и Mg, P, Se (у женщин)

Для взрослого населения Южных районов характерно преобладание микроэлементов (K, Ca, Mg, Zn, Cu, I, Li, Co – у всех обследуемых, P, Se – у женщин, Fe, Si – у мужчин)

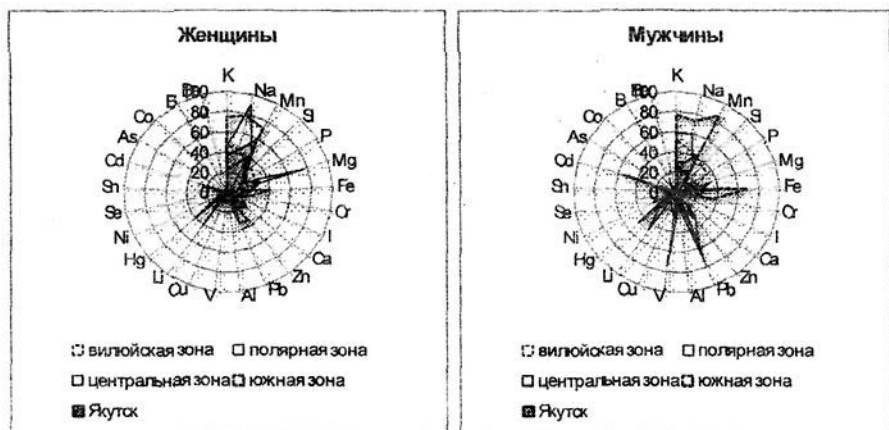


Рис. 9. Уровень гиперэлементов у взрослого населения в разных зонах Республики Саха, (в %).

У жителей Вилуйской и Центральной зон как гипо-, так и гиперэлементы встречаются относительно часто, однако в первом случае несколько чаще отмечены дефициты, а во втором – избыточное накопление элементов в волосах.

Важно отметить, что наиболее благоприятным является «элементный портрет» мужчин, проживающих в г. Якутске, по сравнению с остальными жителями Республики Саха (Якутия). Представляют особый интерес выявленные половые различия в элементном составе волос обследованных (табл.6).



Рис. 10. Уровень гипозлементов у взрослого населения в разных зонах Республики Саха, (в %).

Установлено, что частота дисбалансов ряда химических элементов в волосах мужчин и женщин достоверно отличается. В целом, у мужчин чаще обнаруживаются превышения верхней границы нормы содержания токсичных и условно токсичных элементов, причем эта закономерность проявляется независимо от места проживания.

Таблица 6

Частота гипер- и гипозлементозов у мужчин по отношению к женщинам

Зоны	Гиперэлементозы	Гипозлементозы
Полярная зона	$\frac{Cd, Fe, Pb, V}{-}$	$\frac{-}{Ca, Mg}$
Виллюйская зона	-	$\frac{Co, I}{Cr}$
Южная зона	$\frac{Ni, Pb, Zn}{Si}$	$\frac{-}{Cr, P, Zn}$
Центральная зона	$\frac{Fe, Pb, V}{Ca, Mg, Na}$	$\frac{Co, I}{P, Sc, Zn}$
г Якутск	$\frac{Cr, Hg}{-}$	$\frac{Co, Mn, Na}{P, Sc, Zn}$

Как видно из приведенных в таблице 6 данных в числителе – частота гипо/гиперэлементоза у мужчин выше, чем у женщин, а в знаменателе – частота гипо/гиперэлементоза у мужчин ниже, чем у женщин.

Сравнительный анализ результатов исследования показал, что у мужчин из Полярной зоны достоверно чаще встречается избыточное накопление в волосах Zn, Fe, Pb и Cd, Южной – Ni, Zn и Pb, Центральной – Fe, Pb и V и г Якутске – Hg и Cr. Различий по данным параметрам между мужчинами и женщинами в Центральной зоне Республики Саха (Якутия) не установлено. В то же время для женщин, проживающих в центральных районах Якутии, более характерен риск дисбалансов таких эссенциальных элементов как Ca, Mg и Na.

Таким образом, обнаруженная закономерность (возрастание поступления химических элементов в организм жителей Республики Саха (Якутия) в направлении юг↔север достоверно повышает риск развития гиперэлементозов токсических элементов (Pb, Cd, Hg) и дисбалансов эссенциальных химических элементов как у женского, так и у мужского населения, в направлении север↔юг достоверно возрастает риск развития гипозлементозов как у женского, так и у мужского населения. При этом Центральная зона республики составляет исключение из общей схемы распространенность избыточного накопления в волосах как токсичных, так и эссенциальных химических элементов здесь велика, как и в Полярной зоне.

В целом частота гиперэлементозов выше у мужской части населения Якутии, а частота гипозлементозов – у женского населения, исключение составляют жители Виллюйской зоны и жители Якутска, частоты гипозлементозов у которых могут быть выше как у мужчин, так и у женщин (в зависимости от элемента), а также жители Центральной зоны, у которых как

гипо-, так и гиперэлементозы могут чаще встречаться и среди женщин, и среди мужчин.

Для оценки «элементного портрета» детей Республики Саха (Якутия) нами также использовались относительные данные, то есть оценка частот дисбалансов содержания химических элементов в волосах детей согласно предложенным А.В. Скальным (2002-2004) границам физиологического (нормального) содержания химических элементов (рис. 11, 12).

Как и у взрослого населения, в волосах детей из различных регионов существует достоверная разница между частотами дисбалансов химических элементов. Однако, группа химических элементов, дисбалансы (дефициты или избытки) содержания которых в волосах характерны для всех обследованных групп районов, у детей несколько меньше, чем у взрослых. Данный факт в первую очередь обусловлен состоянием элементного обмена девочек из южных районов Якутии, резко отличным от остальных обследованных групп детей. В целом для девочек свойственна высокая частота сниженного содержания в волосах Co (до 96% случаев!), Cu (до 100%), I (кроме центральных районов) и Se и относительно повышенного содержания Mn, K, Fe и Na (во всех группах районов частота дефицитов/избытков данных элементов в волосах превышала 30%).

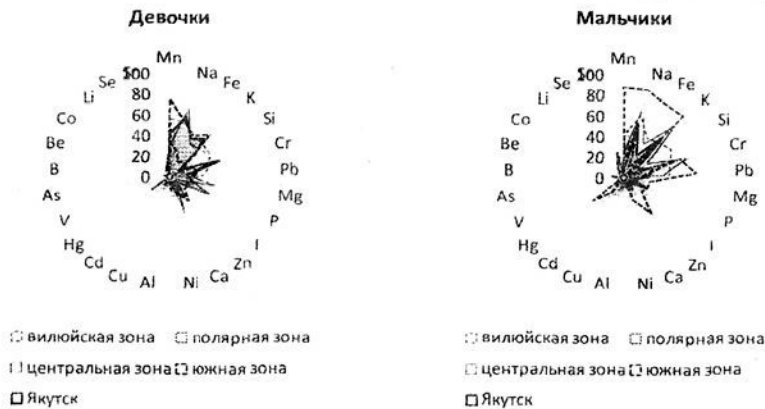


Рис. 11. Уровень гиперэлементозов у детского населения в разных зонах Республики Саха, (в %)

Сравнительный анализ различий в частоте обнаружения дисбалансов химических элементов в волосах между мальчиками и девочками позволил установить, что достоверные различия по исследуемым параметрам присутствуют, но они выражены в меньшей степени, чем у взрослого населения (табл. 7).

Сравнительный анализ показал, что для мальчиков характерен более выраженный риск развития гиперэлементозов токсичных химических элементов (в первую очередь, Pb и Sn), а также Fe в Полярной зоне и Na - в Южной. При

этом у мальчиков Вилюйской и Центральной зон относительно реже встречается избыток эссенциальных химических элементов (Mg, Mn, I и Ca, Mg, соответственно).

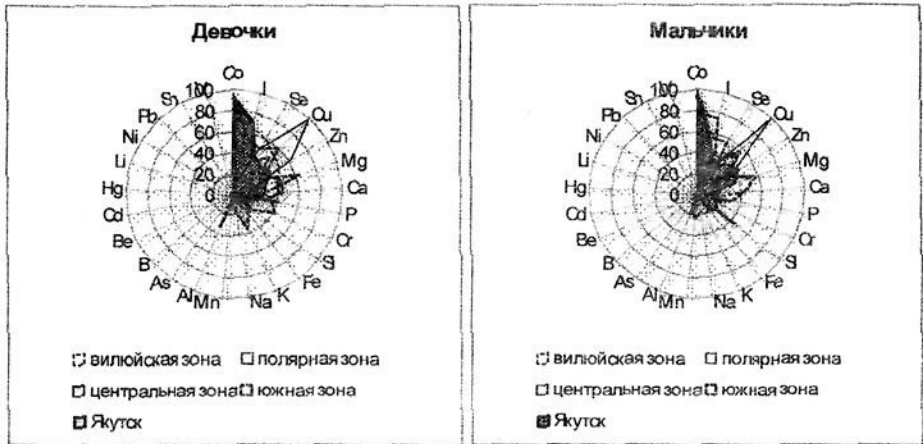


Рис. 12. Уровень гипозлементозов у детского населения в разных зонах Республики Саха, (в %)

Достоверные отличия частот гипозлементозов установлены только в Вилюйской зоне и, в меньшей степени, в Южной и Центральной. В Вилюйской зоне для девочек в большей степени, чем для мальчиков, характерно сниженное содержание в волосах Zn, Se, I и Cr, а в Южной – только Cr. У мальчиков в Южной зоне относительно более распространен дефицит Mn, а в Центральной – йода.

Городское детское население не показывает выраженных отличий между мальчиками и девочками по частоте изменений содержания химических элементов в волосах. Показано лишь относительно более частое накопление в волосах девочек Mn, а в волосах мальчиков – Sn.

Таким образом, как и у взрослого населения, у детей накопление в волосах токсичных химических элементов в большей степени свойственно мужской части детской популяции (мальчикам), а недостаточное содержание эссенциальных – девочкам. В то же время у девочек обычно достоверно выше частота повышенного содержания эссенциальных химических элементов. Тенденция к возрастанию средней концентрации химических элементов в волосах в направлении с юга на север для детей характерна только для мальчиков, в то время как у девочек наиболее элементдефицитной является Центральная зона. Полученные результаты относительного содержания также не позволяют четко показать тенденцию к нарастанию поступления химических элементов в организм при продвижении с юга на север, что в первую очередь, обусловлено оригинальностью элементного портрета детского населения Центральной зоны, выпадающего из предполагаемой закономерности (поступление Ca, Mg, Cu и Si здесь принципиально отлично от других зон).

Таблица 7

Частота гипер- и гипозэлементозов у мальчиков по отношению к девочкам

Зоны	Гиперэлементозы	Гипозэлементозы
Полярная зона	$\frac{Fe, Pb}{-}$	-
Вилуйская зона	$\frac{I, Mg, Mn}{-}$	$\frac{Cr, I, Se, Zn}{-}$
Южная зона	$\frac{Na, Pb}{-}$	$\frac{Mn}{Cr}$
Центральная зона	$\frac{Cu, Mg}{-}$	$\frac{I}{-}$
г. Якутск	$\frac{Sn}{Mn}$	-

Как видно из приведенных в таблице 7 данных в числителе – частота гипо/гиперэлементоза у мальчиков выше, чем у девочек, а в знаменателе – частота гипо/гиперэлементоза у мальчиков ниже, чем у девочек.

Оценка риска развития гипо- и гиперэлементозов у детей совпадает с таковой у взрослого населения: риск гиперэлементозов токсичных химических элементов выше у мальчиков, а гипозэлементозов эссенциальных – у девочек. Однако установленные различия не так выражены, как у взрослого населения.

#### Элементный состав плазмы крови взрослого и детского населения Республики Саха (Якутия)

В отличие от волос, существенных различий в концентрациях химических элементов в плазме крови у детей и взрослых жителей различных районов Якутии не обнаружено. Это является отражением выраженного гомеостатического контроля за химическим составом внутренней среды организма и подтверждает представление о том, что элементный анализ плазмы крови является клиническим показателем, а анализ волос – предпочтителен в гигиенической донозологической диагностике (Л.Ф. Панченко и др., 2004; М.Г. Скальная, 2005).

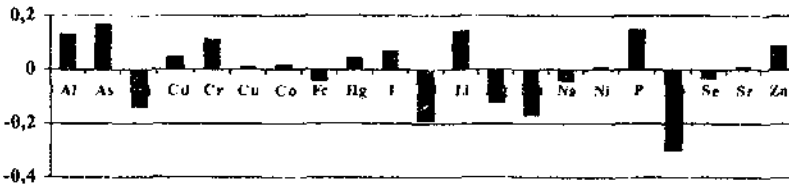


Рис. 13. Коэффициенты корреляции между содержанием химических элементов в волосах и плазме крови

Корреляционный анализ выявил существование слабой, но достоверной отрицательной зависимости между уровнями К ( $r = -0,19, p < 0,05$ ) и Рb ( $r = -0,3, p < 0,05$ ) в плазме крови и в волосах (рис 13)

Таким образом, выявлены половые различия показателей концентрации в крови химических элементов (калий относительно выше у женщин и девочек, Рb у девочек по сравнению с взрослыми мужчинами и мальчиками, Mg и Mn у мальчиков по сравнению с девочками) Возможно, они отражают различные типы метаболического реагирования у представителей различных полов на условия проживания в Республике Саха (Якутия)

### **Связь между заболеваемостью отдельными классами болезней и элементным составом волос в разных климатогеографических зонах Якутии**

Согласно современным представлениям, элементный состав волос отражает элементный статус индивидуума и популяции (M Anke, M Risd, 1979, 2005, А В Скальный, 1989-2005, Б А Ревич, 1992, M Zimmermann, 2003 и др.) При этом установлены причинно-следственные связи между элементным составом волос и заболеваемостью (по МКБ-10) (М Г Скальная, 2005 С В Попова, 2006) Исходя из литературных данных и результатов проведенного исследования, можно предположить, что на рост общей заболеваемости по основным классам болезней (на 1000 человек) у жителей разных зон Республики Саха (Якутия) оказывают влияние элементозы (табл 8)

Загрязнение окружающей среды в первую очередь сказывается на здоровье детского населения в силу интенсивности у них обменных процессов, несовершенства гомеостаза относительной оседлости и может стать причиной снижения иммунитета хронизации различных заболеваний, задержки умственного и физического развития и даже врожденных уродств

Избыточное накопление свинца в волосах сопряжено с повышенной заболеваемостью болезнями нервной системы и расстройствами поведения и психики, что согласуется с современными представлениями о токсическом действии свинца на организм (J Pangborn, 1994, R A Goyer, 1997, и др.)

Интенсивное развитие алмазодобывающей промышленности в республике сыграло значительную роль в загрязнении окружающей природной среды Вилюйского региона химическими компонентами В частности, сброс неочищенных сточных вод обогатительных фабрик в реки Эрэлэх, Марха ухудшил показатели качества питьевой воды Основными загрязнителями стали артезианские высокоминерализованные воды алмазных карьеров (Д Д Саввинов и др., 1992, 2005, П Г Петрова, 1996)

Как известно, снижение магния в волосах ассоциируется с существенным ростом развития патологии нервной системы, частоты возникновения пороков развития, инфекционных заболеваний и болезней крови Вероятными клинико-эпидемиологическими маркерами дисбаланса магния в организме, являюся следующие при избыточном уровне – увеличение частоты заболеваний эндокринной системы, кожи и подкожной клетчатки, тогда как при дефиците – нарастание числа лиц, страдающих болезнями нервной системы, инфекционными заболеваниями, болезнями крови, и лиц с пороками развития (М Г Скальная 2005)



Таблица 8

Связь между заболеваемостью отдельными классами болезней и гипер- и гипозлементозами у населения разных регионов Республики Саха (Якутия)

Регионы	Элементы	Класс болезней	
		Взрослые	Дети
Полярная	Избытки/ дисбалансы Cd, Cr, Fe, Hg, K, Mn, Na, Pb, Zn	IX Системы кровообращения X Органов дыхания I Инфекционные болезни XIV Мочеполовой системы XI Органов пищеварения	X Органов дыхания I Инфекционные болезни V Психические расстройства VI Первой системы XII Кожы и подкожной клетчатки
	дефициты Ca, I, Co, Cu, Se, Si, Zn	VI Нервной системы IV Эндокринной системы XIX Травмы и отравления II Новообразования	XI Органов пищеварения XIX Травмы и отравления
Вилуйская	Избытки/ дисбалансы Cl, Fe, K, Mn, Na, Pb, Si	X Органов дыхания IX Системы кровообращения III Системы крови IV Эндокринной системы	I Инфекционные болезни IV Эндокринной системы II Новообразования XI Органов пищеварения XI Первой системы XIII Костно-мышечной системы
	дефициты Ca, I, Co, Cu, Se, Si, Zn	VI Нервной системы XIX Травмы и отравления	XVII Врожденные аномалии
Центральная	Избытки/ дисбалансы Cd, K, Li, Mg, Mn, Na, Pb	XIV Мочеполовой системы II Новообразования IV Эндокринной системы VI Первой системы	II Новообразования III Системы крови XIII Костно-мышечной системы
	дефициты Ca, Se, Cu, Zn	IX Системы кровообращения XI Органов пищеварения III Системы крови XVII Врожденные аномалии	V Психические расстройства VI Нервной системы XI Органов пищеварения XVII Врожденные аномалии
Южная	Избытки/ дисбалансы Cr, K, Mn, Ni	XIII Костно-мышечной системы II Новообразования IV Эндокринной системы	VI Нервной системы V Психические расстройства XIII Костно-мышечной системы
	дефициты Al, Ca, Co, Cu, I, Fe, Li, Mg, P, Se, Zn		XI Органов пищеварения
1 Якутск	Избытки/ дисбалансы Cl, Fe, Hg, Mn, P, K, Na	III Системы крови IV Эндокринной системы VI Нервной системы IX Системы кровообращения	III Системы крови VI Нервной системы IV Эндокринной системы V Психические расстройства XI Органов пищеварения
	дефициты Ca, Co, Cu, I, Mg, Se, Zn		

Дисбаланс Zn у взрослых и, особенно детей, ассоциируется с повышенной частотой инфекционных заболеваний, новообразований, болезней эндокринной и нервной систем, кожи и ее придатков, расстройств поведения и психики, пороков развития (Л А Щеплягина 2002, A S Prasad 1979)

Недостаток селена (при содержании 0,05 мкг/г и ниже) в волосах детей проявлял ассоциативную связь с частотой заболеваемости, что отражалось в росте частоты инфекционных заболеваний. Это согласуется с современными представлениями о биологической роли селена (В А Тугельян и др., 2002 и др.)

Следствием избыточного содержания хрома в организме можно считать повышенную заболеваемость болезнями эндокринной, нервной системы и болезнями крови, что соответствует накопленным к настоящему времени сведениям о влиянии хрома на здоровье человека (И Г Бабенко, 1988, Б Дебски, М Гралак, 2002, W Mertz, 1985, и др.)

При увеличении содержания свинца в волосах выявленные изменения заболеваемости сохраняются, а также появляется тенденция к повышенной частоте возникновения пороков развития. Возрастание содержания Cd и Mg в волосах было сопряжено с ростом числа пороков развития у детей и взрослых. В случае с дефицитом железа в волосах наблюдается достоверное увеличение расстройств поведения и психики. По мере нарастания дефицита железа к указанному выше классу заболеваний добавлялись достоверные изменения в частоте возникновения болезней крови и мочеполовой системы (М Г Скальная, С В Потова, 2006)

По мере увеличения дефицита кальция в волосах умеренно, но прогрессирующе, возрастала частота болезней костно-мышечной системы и соединительной ткани.

Дефицит меди выражавшийся в снижении содержания этого элемента в волосах ниже 10 мкг/г волос у взрослых, ассоциировался с ростом числа случаев заболевания костно-мышечной системы. Это вполне согласуется с биологической ролью меди в частности, ее регулирующим влиянием на синтез коллагена и эластина, активность лизисоксидазы (А П Лыцын и др., 1991, Д Обершис 2003, M Anke, 2004, и др.)

Полученные результаты свидетельствуют что наиболее часто избыточное накопление свинца, кадмия, марганца и хрома в волосах взрослых ассоциировалось с увеличением частоты возникновения болезней эндокринной системы (IV класс), нервной системы (VI класс), органов дыхания (X класс) и травм и отравлений (XIX класс). У детей при избыточном накоплении в волосах этих элементов возрастала частота болезней нервной и дыхательной систем психических расстройств (XVII класс) и пороков развития (XVII класс)

Дефициты кальция, магния, железа, цинка, меди, марганца и селена связаны с увеличением частоты развития болезней практически всех изученных классов, кроме болезней кожи и подкожной клетчатки (XII класс) у взрослых и органов пищеварения (XI класс), кожи и подкожной клетчатки (XII класс), травм и отравлений (XIX класс) – у детей.

В табл. 9 приведены данные, характеризующие связь медико-демографических показателей с элементным статусом населения различных регионов Якутии. При этом установлена четкая закономерность приоритетности

отрицательного влияния гиперэлементозов токсических химических элементов и дисбалансов эссенциальных элементов на медико-демографические показатели. Наиболее благоприятная ситуация и с элементным статусом и с общественным здоровьем отмечена в г. Якутске (минимальное количество отклонений в элементном статусе) и Южной зоне (преобладание дефицитов и отсутствие гиперэлементозов), а наиболее неблагоприятные показатели общего здоровья, общей заболеваемости, детской смертности наблюдались в Полярной зоне с максимальной частотой гиперэлементозов токсических химических элементов (Pb, Cd, Hg) избыточным накоплением Mn, Fe, Cr, дисбалансом K и Na. Сочетание высокой частоты как гипер-, так и гипозэлементозов в Вилюйской зоне также ассоциируется с плохими медико-демографическими показателями. В направлении юго-север возрастает поступление химических элементов в организм, повышая риск развития гиперэлементозов токсических элементов (Pb, Cd, Hg) и дисбалансов эссенциальных химических элементов как у женского, так и у мужского населения Республики Саха (Якутия), а в направлении север-юг достоверно возрастает риск развития гипозэлементозов, что сопровождается повышением общей заболеваемости, детской смертности и снижением рождаемости.

Таблица 9

Связь медико-демографических показателей с элементным статусом населения различных регионов Республики Саха (Якутия)

Регионы	Гиперэлементозы		Гипозэлементозы		Общая заболеваемость		Рождаемость	Детская смертность
	(ранг)		(ранг)		(ранг)			
	Взр	Дети	Взр	Дети	Взр	Дети	(ранг)	(ранг)
Полярный	1	1	3	3	1	1	4	1
Вилюйский	3	2	2	2	2	2	2	2
Центральный	2	5	5	1	3	4	1	3
Южный	5	3	1	4	4	3	5	4
г. Якутск	4	4	4	5	5	5	3	5

Примечание: ранжирование по убыванию

Таким образом, результаты эколого-физиологических исследований свидетельствуют о необходимости комплексного подхода при оценке состояния здоровья и уровня функциональных резервов организма в различных регионах Республики Саха (Якутия), в частности важно выявление связи элементного статуса обследуемых с факторами окружающей среды, уровнем социально-экономического развития, доступностью медицинской помощи и культивируемым в обществе отношением населения к своему здоровью.

## ВЫВОДЫ

1. В результате комплексных эколого-физиологических и медико-демографических исследований выявлены внешние факторы, влияющие на показатели здоровья людей, живущих в различных регионах Республики Саха

- (Якутия) Сравнительная характеристика функциональных резервов кардиореспираторной и иммунной систем с региональными особенностями элементного статуса позволила дать научно обоснованную оценку уровню здоровья населения и необходимости выработки и формирования средств и мероприятий для своевременного выявления эпидемиологии дисбалансов в элементном статусе населения и их целенаправленной коррекции, в первую очередь среди детской популяции, существенно влияющих на медико-демографические показатели
- 2 Установлено, что в Центральной зоне (г Якутск) максимальные значения углекислого газа в атмосферном воздухе в ноябре и декабре составили  $475 \pm 5$  ppm, а минимальные в июне и начале июля –  $343 \pm 4$  ppm Выявлено, что содержание  $\text{CO}_2$  в закрытых помещениях в зимнее время года изменяется в течение дня Так, в утренние часы во время практических занятий в учебных аудиториях в присутствии 10-17 студентов наблюдается максимальный подъем  $\text{CO}_2$  в воздухе до  $1067 \pm 5$  ppm, а в ночные часы значения диоксида углерода составляли  $371 \pm 3$  ppm, что соответствовало концентрации этого газа в атмосферном воздухе города Подобные существенные флуктуации содержания  $\text{CO}_2$  в атмосфере учебных помещений, в воздушном бассейне городской среды, в природных ландшафтах свидетельствуют о системных временных изменениях во многих звеньях природных и антропогенных биоценозов, идущих в параллельных направлениях
  - 3 Выявлено, что содержание химических элементов в почвах Вилюйской зоны превышает ПДК по Co, Zn, P, B, Ag, Pb, Ti, Be (от 1,2 до 2,6 раз) Показано, что пищевые продукты местного производства и питьевая вода играют существенную роль в избыточном поступлении ряда химических элементов (Fe, Mn) в организм человека, особенно проживающих в сельской местности Якутии В питьевой воде, которую употребляют жители Вилюйской зоны и местных водоемов, выявлено наличие повышенных концентраций Mg, P, Pb, Sn и Zn и низких Al и Ca Так, в 66,7% и 44,4% пробках содержание в питьевой воде Fe и Mn превышало ПДК
  - 4 Установлено, что зимой значения напряжения углекислого газа в капиллярной крови у обследуемых ниже, чем летом, а уровень  $\text{CO}_2$  в атмосферном воздухе наоборот ниже летом При этом выявлена обратная корреляционная связь между значениями напряжения  $\text{CO}_2$  в капиллярной крови и уровнем  $\text{CO}_2$  в атмосферном воздухе коэффициент парной корреляции составил  $r = -0,4$  Зимой (декабрь), когда уровень  $\text{CO}_2$  в атмосферном воздухе высокий, напряжение  $\text{CO}_2$  в капиллярной крови обследуемых более низкое, чем летом (июнь) когда содержание диоксида углерода в атмосферном воздухе падает
  - 5 Выявлено, что у мужчин проживающих в городе значения ЖЕЛ достоверно выше, чем у сельских жителей ( $p < 0,05$ ) Сезонные изменения ЖЕЛ составили 2,4% и 3,9%, соответственно Характерно отметить, что снижение отношения ЖЕЛ от ДЖЕЛ наблюдалось в зимний период года У представителей городского населения в это время года выявлены более высокие значения МОД за счет увеличения частоты дыхания У лиц

проживающих в г Якутске сезонные изменения ДО и МОД составили 14,3 и 8,4%, а у сельских жителей - 16,4 и 7,7% соответственно ( $p < 0,05$ )

- 6 В результате сравнительных физиологических исследований при выполнении обследуемыми степ-теста установлены сезонные различия в степени напряжения механизмов регуляции сердечно-сосудистой системы Частота сердечных сокращений у городских жителей в покое достоверно выше в зимнее время, а минутный объем кровообращения – у сельских за счет увеличения ударного объема в летнее время года ( $p < 0,05$ ) Показано, что мужчины, проживающие в г Якутске испытывают более значительное напряжение регуляторных систем организма на протяжении года, особенно в зимний период, что обусловлено не только хронобиологическими, но и социально-экономическими и экологическими факторами
- 7 Установлено, что длительное холодное воздействие является одной из причин снижения резистентности иммунной системы и содержания Т-лимфоцитов в периферической крови жителей северных регионов У больных с обморожениями содержание лимфоцитов в крови составило  $2,15 \pm 0,11 \times 10^9$  кл/л против  $1,78 \pm 0,11$  кл/л у здоровых жителей Центральной зоны Республики Саха При этом у них наблюдалось существенное снижение относительного содержания Т-лимфоцитов, что связано со снижением как цитотоксической, так и хелперной субпопуляций лимфоцитов в крови Содержание НК-клеток и В-лимфоцитов не имело достоверных отличий от показателей наблюдаемых у здоровых людей
- 8 Установлены природно-географические закономерности распространения элементов в организме популяции населения, проживающего в различных регионах Республики Саха (Якутия) Возрастание поступления химических элементов в организм в направлении юг $\Rightarrow$ север достоверно повышает риск развития гиперэлементозов токсических элементов (Pb, Cd, Hg) и дисбалансов эссенциальных химических элементов как у женского, так и у мужского населения Республики Саха (Якутия), в направлении север $\Rightarrow$ юг достоверно возрастает риск развития гипоелементозов как у женского так и у мужского населения
- 9 Установлено что избыточное накопление свинца, кадмия, марганца, и хрома в волосах взрослых ассоциировалось с увеличением частоты возникновения болезней эндокринной системы (IV класс), нервной системы (VI класс), органов дыхания (X класс), травм и отравлений (XIX класс) У детей при избыточном накоплении в волосах этих элементов возрастала частота болезней нервной и дыхательной систем, психических расстройств (XVII класс) и пороков развития (XVIII класс) Дефициты кальция, магния, железа, цинка, меди, марганца и селена связаны с увеличением частоты развития болезней практически всех изученных классов, кроме болезней кожи и подкожной клетчатки у взрослых и органов пищеварения, кожи и подкожной клетчатки травм и отравлений – у детей

## ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

- 1 Результаты проведенных исследований свидетельствуют о необходимости формирования научно обоснованной государственной политики по оценке эпидемиологии дисбалансов в микроэлементном статусе населения и их целенаправленной коррекции с учетом региональных особенностей, в первую очередь среди детской популяции, существенно влияющих на медико-демографические показатели
- 2 Полученные данные позволяют рекомендовать многоэлементный анализ биосубстратов в качестве диагностического теста для оценки влияния биогеохимических факторов среды обитания на состояние минерального обмена в организме и экспозиции токсическими химическими элементами
- 3 Показана необходимость создания в качестве корректирующих средств для профилактики гипоземиезов у населения Республики Саха (Якутия) комплексных препаратов, например, на основе йода в сочетании с другими жизненно важными микроэлементами, такими, как цинк, селен и медь

### Список работ, опубликованных по теме диссертации.

- 1 Горова Г А, Готьедрова А С, Кононова И В Состояние гуморального иммунитета жителей в экологически неблагоприятных регионах Якутии // Материалы VI Русско-Японского медицинского симпозиума –Хабаровск, 1998 –С 36
- 2 Egorova G A , Golderova A S , Kononova I V Status of humoral immunity in the ecology unfavorable regions of Yakutia //Материалы Международного конгресса «Иммунореабилитация в медицине» –Тенерифе, Испания, 1999 –С 174
- 3 Горова Г А, Агаджанян Н А, Петрова П Г Особенности здоровья студентов, проживающих в экстремальных условиях Севера / Материалы VIII Международного Конгресса по Иммунореабилитации «Аллергия, Иммунология и Глобальная сеть» // International journal of immunorehabilitation –2002 -V 4 N 1 –P 194
- 4 Горова Г А Особенности иммунных реакций у студентов в процессе адаптации к условиям обучения в ВУЗе // Материалы X Русско-японского международного симпозиума –Якутск, 2003 –С 665
- 5 Горова Г А, Кирирянова Н С, Аксель Г М, Поддубная И В Экологические аспекты развития заболеваемости злокачественными новообразованиями в Республике Саха (Якутия) //Дальневосточный медицинский журнал –2004 -№1 –С 33-34
- 6 Егорова Г А, Агаджанян Н А, Петрова П Г, Кирирянова Н С Экологические аспекты онкоэпидемиологии РС(Я) // Вестник восстановительной медицины –2004 -№2 -С 25-29

- 7 Егорова Г А Содержание химических элементов в волосах детского населения Республики Саха (Якутия) // Микроэлементы в медицине –2004 – Т 5, Вып 4 –С 53-55
- 8 Егорова Г А, Агаджанян Н А, Скальный А В Проблемы питания и коррекции микроэлементного статуса жителей регионов РС(Я) // Материалы I Международной научно-практической конференции «Биоэлементы» – Оренбург, 2004 –С 59
- 9 Egorova G A, Agadzhanyan N A, Petrova P G Elemental status of children and adults from North-Eastern Siberia // International Symposium on Trace Elements in Man and Animals (ТЕМА) –Coleraine, Northern Ireland, 2005 –Р 61
- 10 Егорова Г А, Петрова П Г, Киприянова Н С Эколого-эпидемиологические особенности онкологической заболеваемости РС(Я) // Экология человека – 2005 -№1 –С 4-7
- 11 Егорова Г А, Кучма В Р, Скальный А В Скоблина Н А, Тимофеев В И Физическое развитие детей, проживающих в Вилюйском улусе Республики Саха (Якутия) // Вестник РУДН Серия Медицина –2005 -№2(30) –С 80-84
- 12 Егорова Г А, Скальный А В Состояние здоровья детей на различных эколого-биогеохимических территориях РС(Я) // Микроэлементы в медицине –2005 –Т 6, Вып 2 –С 65-67
- 13 Егорова Г А, Петрова П Г, Эверстова А В, Щиц И В Экология и здоровье женщин на Севере // Труды X Всероссийского конгресса «Экология и здоровье человека» -Самара 2005 –С 100-103
- 14 Егорова Г А, Кучма В Р, А В Скоблина Н А, Тимофеев В И Факторы, влияющие на показатели физического развития детей, проживающих в Вилюйском улусе Республики Саха (Якутия) // Вестник РУДН Серия Медицина –2005 -№2 (30) –С 85-91
- 15 Егорова Г А Алиментарная обеспеченность витаминами и минеральными веществами детей проживающих в сельской местности // Вестник РУДН Серия Медицина –2005 -№2 (30) –С 92-94
- 16 Егорова Г А Региональные особенности минерального обмена жителей Республики Саха (Якутия) // Вестник Оренбургского государственного университета 2006 -№2 -С 13-16
- 17 Егорова Г А Агаджанян Н А, Борисова Н В Петрова П П Малышева Л А Сравнительная характеристика динамики респираторной системы, газового и кислотно-щелочного состава крови у коренных и пришлых жителей Республики Саха (Якутия) // Вестник новых медицинских технологий –2006 -Т XIII, -№2 –С 184-185
- 18 Егорова Г А Особенности элементного статуса взрослого населения различных медико-географических зон Республики Саха (Якутия) // Материалы республиканской научно-практической конференции «Медико-демографическая ситуация в Усть-Майском улусе (районе) проблемы и пути решения» –Якутск, 2006 –С 170-173
- 19 Егорова Г А, Скальный А В Эверстова А В Элементный состав детей-якутов, страдающих кариезом // Микроэлементы в медицине –2006 –Т 7 Вып 3 –С 53-55

- 20 Скальный А В , Эверстова А В , Егорова Г А О связи дисбаланса макро- и микроэлементов с ортопедической патологией у детей-якутов дошкольного возраста // Вестник Санкт-Петербургской государственной медицинской академии им И И Мечникова –2006 -№9 –С 56-59
- 21 Эверстова А В , Петрова П Г , Егорова Г А Физическое развитие детей-якутов дошкольного возраста, проживающих в сельской местности Республики Саха (Якутия) // Якутский медицинский журнал –2006 -№2 –С 22-23
- 22 Егорова Г А Демографические показатели основных медико-географических зон Республики Саха (Якутия) // Якутский медицинский журнал –2006 -№4 –С 40-44
- 23 Эверстова А В , Петрова П Г , Егорова Г А Социометрические показатели физического развития детей-якутов дошкольного возраста, проживающих в сельской местности РС (Я) // Материалы республиканской научно-практической конференции «Медико-демографическая ситуация в Усть-Минском улусе (районе) проблемы и пути решения» –Якутск, 2006 –С 181-188
- 24 Рудяков И А , Егорова Г А , Скальный А В , Шниц И В Коэффициент статистической нестабильности-дополнительный критерий при оценке результатов многоэлементного анализа волос // Микроэлементы в медицине –2006 –Т 7, Вып 4 –С 16-21
- 25 Шниц И В , Егорова Г А Влияние беременности на элементный статус женщин в Республике Саха (Якутия) Сообщение II Практическое значение некоторых антропометрических и лабораторных данных // Микроэлементы в медицине 2006 Т 7, Вып 4 С 22-28
- 26 Егорова Г А Анализ демографических показателей основных медико-географических зон Республики Саха (Якутия) // Материалы Республиканской научно-практической конференции «Уровень и качество жизни населения РС(Я)» –Якутск, 2006 –С 59-60
- 27 Егорова Г А , Эверстова А В , Шниц И В Актуальные проблемы материнства и детства в современных социально-экономических условиях на Крайнем Севере //Материалы научно-практической конференции «Ассамблеи городов Заполярья» –М 2006 –С 26-35
- 28 Егорова Г А Сравнительный анализ демографических показателей основных медико-географических зон Республики Саха (Якутия) // Вестник Санкт-Петербургской государственной медицинской академии им И И Мечникова. – 2006 -№12 –С 23-26
- 29 Егорова Г А Малышева Л А Роль конституциональных особенностей коренного населения Республики Саха (Якутия) в процессе адаптации к условиям Севера // Материалы VIII Международной научно-практической конференции «Здоровье и Образование в XXI веке» –М Изд-во РУДН, 2006 –С 627
- 30 Егорова Г А Элементный статус детского населения Республики Саха (Якутия) // Вестник Оренбургского государственного университета Приложение «Биоэлементология» –2006 –С 97-99



- 31 Егорова Г А, Малышева Л А Сезонная динамика кардиореспираторной системы и кислотно-основного равновесия у разных соматотипов населения Республики Саха (Якутия) // Материалы VIII Международной научно-практической конференции «Здоровье и Образование в XXI веке» – М Изд-во РУДН, 2006 –С 626
- 32 Егорова Г А, Малышева Л А Сезонная динамика реакции кардиореспираторной системы и кислотно-основного равновесия у жителей РС(Я) // Вестник восстановительной медицины –2006 №4 (18) –С 16-19
- 33 Егорова Г А Особенности иммунных реакций у студентов в процессе адаптации к условиям обучения // Материалы VIII Международной научно-практической конференции «Здоровье и Образование в XXI веке» –М Изд-во РУДН, 2006 –С 627-628
- 34 Егорова Г А Этноэтнический статус населения Республики Саха (Якутия) эколого-физиологические аспекты –Оренбург Изд-во ГОУ ОГУ, 2006 –279 с
- 35 Егорова Г А Половые отличия в частотах дисбалансов химических элементов в волосах жителей Республики Саха (Якутия) // Материалы II-й Международной научно-практической конференции «Биоэлементы» – Оренбург 2007 –С 58-60
- 36 Егорова Г А, Малышева Л А Хронофизиологические особенности вращательности сердечного ритма у мужчин различных соматотипов // Морфологические ведомости 2007 -№1-2 –С 52-54
- 37 Егорова Г А Оценка элементного статуса взрослого населения проживающих в различных медико-географических зонах Республики Саха (Якутия) // Экология человека –2007 -№1 –С 55-59
- 38 Егорова Г А, Петрова П Г, Саввинов Д Д Микроэлементный состав Центрально-Якутской биогеохимической провинции Республики Саха (Якутия) // Материалы XII Международного симпозиума «Эколого-физиологические проблемы адаптации» –М Изд-во РУДН, 2007 –С 162-163
- 39 Егорова Г А, Петрова П Г, Саввинов Д Д Проблема биогеохимического районирования территорий Якутии // Материалы XII Международного симпозиума «Эколого-физиологические проблемы адаптации» –М Изд-во РУДН, 2007 –С 163-165
- 40 Егорова Г А Морфофункциональные особенности мужчин Республики Саха (Якутия) // Морфологические ведомости –2007 -№1-2 –С 50-52
- 41 Егорова Г А, Борисова Н В Адаптационные возможности функциональных резервов у населения Республики Саха (Якутия) // Тихоокеанский медицинский журнал –2007 -№1 –С 78-79
- 42 Егорова Г А, Борисова Н В, Петрова П Г Состояние функциональных резервов у коренных и пришлых жителей РС(Я) // Дальневосточный медицинский журнал -2007 -№1 –С 45-48

**Егорова Гэина Алексеевна (Россия)**  
**Эколого-физиологическая характеристика функциональных резервов**  
**организма и их связь с элементным статусом и здоровьем населения**  
**(по материалам Республики Саха (Якутия))**

В результате исследования выявлены факторы влияющие на показатели здоровья людей, живущих в различных зонах Республики Саха (Якутия)

Установлено, что значения напряжения углекислого газа в капиллярной крови у обследуемых ниже зимой, а уровень  $CO_2$  в атмосферном воздухе – летом

Выявлено, что частота сердечных сокращений и минутный объем дыхания у обследуемых достоверно выше зимой, а частота дыхания и минутный объем кровообращения – летом ( $p < 0,05$ )

На репрезентативной выборке проведено скрининг-диагностическое исследование макро- и микроэлементов у взрослого и детского населения Республики Саха (Якутия)

**Ganna A. Egorova (Russia)**  
**The ecologo-physiological characteristics of functional reserves organism and**  
**their communication with the element status and health of the population (on**  
**materials of Republic Sakha (Yakutia))**

The result of research the factors influencing on parameters health of the people living in various zones of Republic Sakha (Yakutia) is revealed

Is established, that the pressure of carbonic gas in capillary blood in the surveyed is below in the winter, and the level of  $CO_2$  in atmospheric air – in summer

Is revealed, that the pulse and minute volume of breath in the surveyed is higher in the winter, and frequency of breath and minute volume circulation of the blood – summer ( $p < 0,05$ )

On representative sample the screening-diagnostic research macro- and trace elements of the adult and children's population of Republic Sakha (Yakutia) is carried out

Отпечатано в ООО «Ори сервис—2000»  
Подписано в печать 19 03 07 Объем 2,5 п л  
Формат 60x90/16 Тираж 100 экз Заказ № 23/03—51  
115419, Москва, Орджоникидзе, 3