

ЧЕЛОВЕК В АРКТИКЕ

УДК 613.26

В.В. Кострицын¹, Р.А. Кочкин¹, Т.Л. Попова¹, Л.В. Поскотинова²

¹Научный центр изучения Арктики 629007, Россия, г. Салехард, ул. Республики д.20

²Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики им. акад. Н.П. Лаверова РАН, Институт физиологии природных адаптаций, Лаборатория биоритмологии 163000, Россия, г. Архангельск, Набережная Северной Двины, д.23

V. V. Kostritsyn¹, R.A. Kochkin¹, T.L. Popova¹, L.V. Poskotinova²

¹Arctic Research Center of the Yamal-Nenets Autonomous District

20 Respubliki street, Salekhard 629007, Russia

²N.P Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research of the Russian Academy of Sciences, Institute of Physiology of Natural Adaptations, Biorhythmology laboratory 23 Embankment of the Northern Dvina, Arkhangelsk 163000, Russia

ВЛИЯНИЕ ФЛЮИДНЫХ ЭКСТРАКТОВ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ЯНАО НА АДАПТАЦИЮ ЧЕЛОВЕКА К ХОЛОДОВОМУ СТРЕССУ

INFLUENCE OF FLUID EXTRACTS FROM PLANT RAW MATERIALS OF THE YAMAL-NENETS AUTONOMOUS DISTRICT ON HUMAN ADAPTATION TO COLD STRESS

Аннотация. В ходе проведенного исследования выявлено, что флюидные экстракты из растительного сырья Арктики повышают адаптацию организма к холодному стрессу. Флюидный экстракт кедровых иголок в динамике оказал положительное ангиопротективное действие, снижая высокую ригидность крупных сосудов как в условиях покоя, так и в условиях холодного стресса. Релаксацию периферических сосудов обеспечивали в покое флюидный экстракт березы белой и морошки, а в условиях охлаждения флюидный экстракт лиственницы. Таким образом, флюидные экстракты из хвои кедровых иголок, листа березы белой, листа морошки и хвои лиственницы могут использоваться в качестве компонентов функциональных продуктов питания с целью повышения адаптации к холодному стрессу.

Abstract. In the course of the research, it was found that fluid extracts from Arctic plant raw materials increase the body's adaptation to cold stress. The cedar fluid extract had a positive angioprotective effect over time, reducing the high rigidity of large vessels both at rest and under cold stress. Relaxation of peripheral vessels at rest was provided by a fluid extract of white birch and cloudberry, and under cooling conditions - by a fluid extract of larch. Thus, fluid extracts from cedar needles, white birch leaves, cloudberry leaves, and larch needles can be used as components of functional food in order to improve adaptation to cold stress.

Ключевые слова: адаптация, холодный стресс, флюидные экстракты, растения Арктики.

Keywords: adaptation, cold stress, fluid extracts, Arctic plants.

Цитирование: Кострицын В.В. Влияние флюидных экстрактов из растительного сырья ЯНАО на адаптацию человека к холодному стрессу / В.В. Кострицын, Р.А. Кочкин, Т.Л. Попова, Л.В. Поскотинова / Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. – 2020. – (108). – №3. – С. 18-23. DOI: 10.26110/ARCTIC.2020.108.3.003

Citation: Kostritsyn V.V. Influence of Fluid Extracts from Plant Raw Materials of the Yamal-Nenets Autonomous District on Human Adaptation to Cold Stress / V.V. Kostritsyn, R.A. Kochkin, T.L. Popova, L.V. Poskotinova / Scientific Bulletin of the Yamal-Nenets Autonomous District. - 2020. - (108). - Number 3. - P. 18-23. DOI: 10.26110/ARCTIC.2020.108.3.003

Введение

В условиях неуклонно растущего интереса к освоению Арктического региона важной задачей является повышение адаптации проживающих и работающих в Арктике различных контингентов населения (строители, водители, вахтовые рабочие и др.) к низкотемпературному воздействию. Выполнению этой задачи отвечает реализация мер по повышению устойчивости человека к холодовому стрессу. Несмотря на современные жилища, одежду и транспорт в экстремальной ситуации человек может оказаться один на один с суровыми природными условиями Крайнего Севера. Таким образом, при выполнении сложных задач в экстремальных условиях, от устойчивости к холоду будет зависеть жизнь человека. Безусловно, важным является внешнее согревание тела человека, однако необходимо отметить, что индивидуальную переносимость холода будет определять «витальный лимит» человека. Известно, что во время охлаждения избыточный сигнал, поступающий от кожных рецепторов в центральную нервную систему, нарушает работу центров, отвечающих за кровоснабжение сердца, почек, надпочечников, а также дискоординирует работу коры головного мозга [1]. Человек, подвергшийся общему охлаждению, чаще всего погибает не от критического снижения температуры ядра тела, а от сенсорной перегрузки головного мозга, приводящей к отключению сознания. [2]. Таким образом, нарушение кровоснабжения жизненно важных органов возникает при изменении работы нервной и сердечно – сосудистой систем. Жесткость артерий является интегральным фактором, определяющим сердечно-сосудистые риски [3]. На повышение жесткости сосудистой стенки оказывают влияние многие факторы: возраст, артериальная гипертензия, гиперлипидемия, сахарный диабет, эндотелиальная дисфункция и другие [4]. По нашим данным, охлаждение организма человека оказывает влияние на показатели артериальной ригидности (SI), индекс отражения пульсовой волны (RI) и возраст сосудов (Va).

Цель исследования: изучить ангиопротективные свойства флюидных экстрактов из растительного сырья ЯНАО в условиях холодового стресса.

В процессе эволюции у растений, произрастающих в циркумполярной зоне, сформировались эффективные механизмы адаптации к суровым арктическим условиям, что делает их бесценным ресурсом для разработки функциональных продуктов питания, повышающих адаптацию человека в северных широтах. В настоящее время используется лишь малая часть биоресурсов Арктики, вместе с тем питание является важнейшим условием для укрепления здоровья, управления

адаптацией и повышения выносливости организма [5]. Во многих странах многовековой опыт в области фитотерапии и народной медицины служит источником идей при разработке функциональных продуктов питания. Большое разнообразие и богатство часто уникального природного сырья может служить источником развития современных технологий в арктической зоне России. Одной из таких технологий, позволяющей значительно расширить спектр извлекаемых биологически активных веществ из местного растительного сырья является метод сверхкритической, углекислотной (CO₂) флюидной экстракции [6]. Любое органическое или неорганическое вещество, находящееся при определенных температуре и давлении (выше критической точки), является сверхкритической жидкостью. Сверхкритическая жидкость – это состояние вещества, при котором исчезает различие между жидкой и газообразной фазой. Находясь в сверхкритическом состоянии, вещества обладают свойствами и жидкости, и газа, важнейшими из которых являются высокая растворяющая способность, как у органических растворителей, а также низкая плотность, что обеспечивает высокую проникающую способность. Флюидная CO₂ экстракция значительно повышает массообменные характеристики процессов, что обеспечивает экстрагирование широкого спектра биологически активных соединений из растительного сырья. В настоящее время сверхкритическая CO₂ экстракция как перспективная сепарационная технология применяется во многих отраслях, в том числе в пищевой и фармацевтической промышленности.

Материалы и методы исследования

Было проведено поперечное исследование с участием 90 здоровых добровольцев разделенных на 6 групп по 15 человек в каждой. Средний возраст испытуемых составил 42,7±11,05 года. Участники экспериментальных исследований были осмотрены врачом терапевтом для исключения терапевтической патологии. У всех испытуемых было собрано информированное добровольное медицинское согласие на участие в неинвазивном экспериментальном исследовании. При проведении исследования мы руководствовались утвержденными положениями экспериментальных исследований с участием человека [7]. Экспериментальное исследование состояло из 2-х этапов. На первом этапе всем участникам исследований в спокойном состоянии в условиях комнатной температуры (+22°C) была проведена фото-плетизмография сосудов на аппарате Pulse Trace PCA2 (Великобритания). Во время проведения исследования специальный фото – плетизмографический датчик был закреплен на указательном пальце левой руки. Рука обследу-

емого располагалась на уровне сердца, занимая среднефизиологическое положение. Регистрировались следующие показатели: (SI) - индекс ригидности крупных артерий. SI оценивает скорость пульсовой волны крупных артерий и рассчитывается как отношение роста пациента к времени между систолическим и диастолическими компонентами цифровой пульсовой волны; (RI) – индекс отражения, показывающий состояние тонуса мелких артерий. RI – это процентное отношение высоты диастолического компонента к высоте систолического компонента. Чем ниже значения показателей SI и RI, тем оптимальнее функциональное состояние сосудов крупного и мелкого калибра [8]. Далее участники всех групп в течение 5 минут подвергались локальной гипотермии (лицо, шея и кисти рук). Охлаждение лица и шеи осуществлялось с помощью аппарата Crio 6 (Zimmer Medizin Systeme GmbH, Германия) при температуре -30°C и скорости воздушного потока 1000 л/мин. Одновременно с воздушной криоэкспозицией проводилось охлаждение кистей рук в емкости с холодной водой (t +4°C). Испытуемые за 24 часа до исследования воздерживались от употребления алкогольных напитков и за 2 часа до исследования воздерживались от еды, питья, курения, физической нагрузки, охлаждения, мытья рук и лица, находясь при этом в помещении при температуре +22°C. После охлаждения повторно проводилась фото-плетизмография сосудов. Затем, в течение 5 дней добровольцы получали лапшу быстрого приготовления «Доширак» (ООО «Доширак Коя», Россия) с добавлением соли и флюидного экстракта, растворенного в оливковом масле (ООО «Олеомасия», Россия) 1:100 в количестве 2 мл (концентрация 0,1%) в обеденное время 1 раз в сутки, в дополнение к обычному рациону питания. Испытуемые 1 группы получали флюидный экстракт побегов шикши черной (*Empetrum nigrum*); 2 группы

– хвой лиственницы (*Larix*); 3 группы – листа березы белой (*Betula alba*); 4 группы – хвой кедра (*Cedrus*); 5 группы – листа морозки (*Rubus chamaemorus*); 6 группы – ягоды рябины красной (*Sorbus aucuparia*). Все флюидные экстракты получены на флюидном экстракторе SFT - 110 производства Supercritical fluid technologies, INC (США). На следующий день, после окончания приема экстракта, повторялась фото-плетизмография сосудов (до и после локальной гипотермии).

Полученные данные экспериментальных исследований представлены в диаграммах по группам. Левая половина диаграммы отражает процентную динамику прироста относительно измерений в покое (до и после приема флюидного экстракта), правая половина - динамику показателей в условиях охлаждения (до и после приема флюидного экстракта). Обработка результатов осуществлялась с помощью пакета программ Statistica for Windows, v.8.0 (StatSoft Inc., США). Проведен тест на нормальность распределения W (Шапиро-Уилка). Данные представлены в формате ME[Q25; Q75]. Для оценки достоверности различий двух связанных выборок использован T – критерий Wilcoxon. Достоверность различий считалась установленной при $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение

Динамика показателя «индекс ригидности» после потребления флюидных экстрактов характеризовалась снижением жесткости сосудистой стенки, как в условиях покоя, так и после холодового стресса. Наибольшее снижение жесткости сосудистой стенки наблюдалось при потреблении экстрактов лиственницы, березы, кедра и рябины. Однако достоверные отличия в сравнении с группой контроля обнаружены только в группе, получавшей флюидный экстракт кедра (рис. 1, табл. 1) как в условиях покоя ($p = 0,02$), так и после локальной гипотермии ($p = 0,03$).

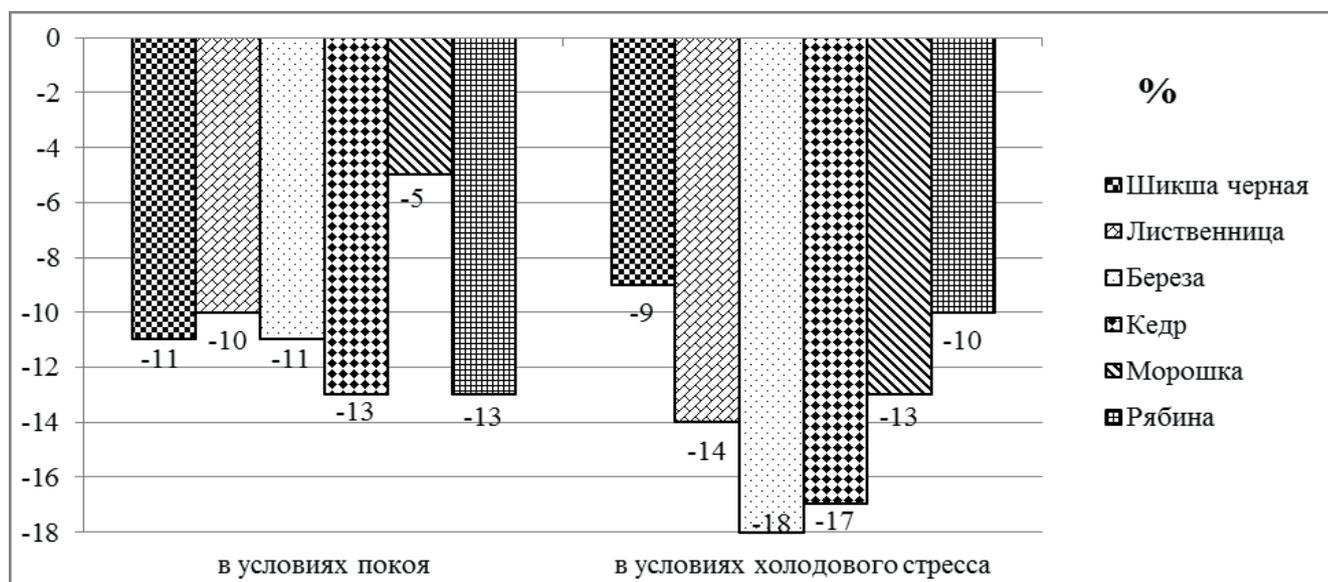


Рис. 1. Индекс ригидности

Таблица 1. Индекс ригидности

| В условиях покоя (t = + 22°C) | | | | | | |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Флюидный экстракт | Шикша черная | Лиственница | Береза | Кедр | Морошка | Рябина |
| Контроль | 7,3 [6,8; 9,8] | 7,1 [6,2; 8,7] | 7,0 [6,8; 9,8] | 7,4 [5,9; 9,6] | 7,3 [6,5; 9,4] | 7,1 [5,7; 9,2] |
| Через 5 дней | 6,9 [6,3; 8,2] | 6,9 [6,5; 8,0] | 7,1 [6,5; 8,4] | 6,4 [6,1; 7,9]* | 7,5 [7,1; 8,1] | 7,1 [6,5; 7,5] |
| В условиях холодового стресса (t = - 30°C) | | | | | | |
| Флюидный экстракт | Шикша черная | Лиственница | Береза | Кедр | Морошка | Рябина |
| Контроль | 7,5 [7,2; 10,9] | 7,6 [7,1; 10,9] | 7,4 [7,2; 10,9] | 7,6 [7,2; 10,9] | 7,6 [7,2; 10,9] | 7,4 [7,2; 10,9] |
| Через 5 дней | 7,7 [6,8; 9,5] | 6,9 [6,8; 7,9] | 6,8 [6,6; 7,5] | 7,2 [6,1; 7,8]* | 7,4 [6,5; 8,9] | 7,6 [6,9; 8,5] |

Примечание: * p = ≤ 0,05 (достоверное отличие в сравнении с собственной группой контроля)

Выявлено, что динамика показателя «индекс отражения» характеризовалась снижением индекса отражения пульсовой волны, как до охлаждения, так и после охлаждения. Наибольшее снижение показателя «индекс отражения» получен при потре-

блении экстрактов лиственницы, кедра, березы и морошки (рис. 2, табл. 2), однако достоверные отличия в покое выявлены в группах получавших березу и морошку (p = 0,01, p = 0,01), а в условиях холодового стресса в группе лиственницы (p = 0,02).

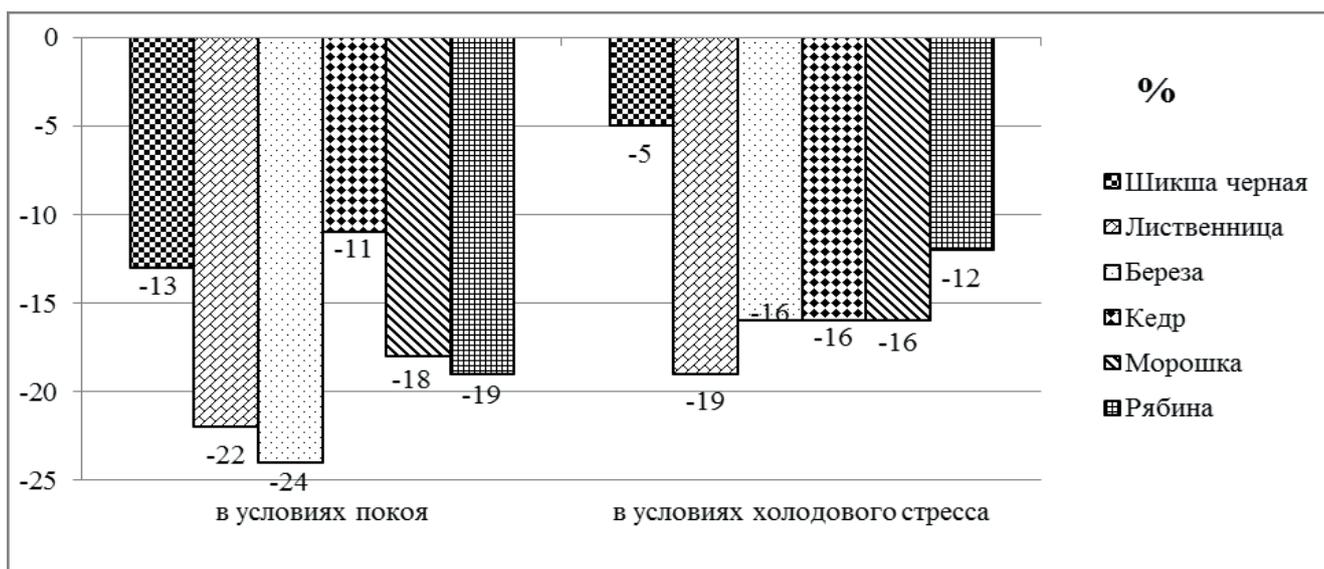


Рис. 2. Индекс отражения.

Таблица 2. Индекс отражения.

| В условиях покоя (t = + 22°C) | | | | | | |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Флюидный экстракт | Шикша черная | Лиственница | Береза | Кедр | Морошка | Рябина |
| Контроль | 7,3 [6,8; 9,8] | 7,1 [6,2; 8,7] | 7,0 [6,8; 9,8] | 7,4 [5,9; 9,6] | 7,3 [6,5; 9,4] | 7,1 [5,7; 9,2] |
| Через 5 дней | 6,9 [6,3; 8,2] | 6,9 [6,5; 8,0] | 7,1 [6,5; 8,4] | 6,4 [6,1; 7,9]* | 7,5 [7,1; 8,1] | 7,1 [6,5; 7,5] |
| В условиях холодового стресса (t = - 30°C) | | | | | | |
| Флюидный экстракт | Шикша черная | Лиственница | Береза | Кедр | Морошка | Рябина |
| Контроль | 7,5 [7,2; 10,9] | 7,6 [7,1; 10,9] | 7,4 [7,2; 10,9] | 7,6 [7,2; 10,9] | 7,6 [7,2; 10,9] | 7,4 [7,2; 10,9] |
| Через 5 дней | 7,7 [6,8; 9,5] | 6,9 [6,8; 7,9] | 6,8 [6,6; 7,5] | 7,2 [6,1; 7,8]* | 7,4 [6,5; 8,9] | 7,6 [6,9; 8,5] |

Примечание: * p = ≤ 0,05 (достоверное отличие в сравнении с собственной группой контроля)

Заключение

В ходе проведенных исследований было выявлено, что определенные флюидные экстракты, введенные в состав продуктов питания, повышают адаптацию к холодовому стрессу. Наибольшим положительным действием, повышающим адаптацию к низкотемпературным воздействиям на организм, обладают экстракты хвои кедра, листа березы белой, листа морошки и хвои лиственницы.

Проведенные исследования демонстрируют

перспективность использования флюидных экстрактов в качестве добавки в составе продуктов питания для повышения адаптации организма к холодовому воздействию. Вместе с тем требуется проведение дальнейших исследований, направленных на изучение свойств флюидных экстрактов, повышающих адаптацию организма к холодовому стрессу и сравнение с водными, жировыми экстрактами, лиофилизатами, полученными из аналогичного сырья.

Литература

1. Майстрах Е.В. Гипотермия и анабиоз. Москва – Ленинград: «Наука», 1964. С. 24–32.
2. Козырева Т.В. /Роль терморцепции в функциональных изменениях эффекторных систем при термических воздействиях на организм // Т.В. Козырева, Е.Я. Ткаченко, Л.С. Елисеева, Т.Г. Симонина, В.П. Козарук, Е.В. Гонсалес, С.В. Ломакина. Бюллетень СО РАМН. 2004. № 2. С. 123–129
3. Орлова Я. А. Жесткость артерий как интегральный показатель сердечно-сосудистого русла: физиология, методы оценки и медикаментозной коррекции / Я. А. Орлова, А. Ф. Агеев // Ж. - Сердце 2006; 2: 65—69.
4. Семенкин А. А., Дрокина О. В., Нечаева Г. И., Махрова Н. В. Влияние терапии препаратом магния на жесткость артерий у лиц с недифференцированной дисплазией соединительной ткани // Лечащий врач. 2012. N 2.
5. Панин Л.Е. Биохимические механизмы стресса. Новосибирск: Наука, 1983. 232 с.
6. Терешина Е.В. Сверхкритические флюиды и СКФ-технологии // The Chemical Journal, октябрь 2008. – С. 26-30.
7. Хельсинкская декларация всемирной медицинской ассоциации / 59-я Генеральная ассамблея, Сеул, Южная Корея, 2008 г.
8. Wilkinson IB. Pulse-wave analysis: clinical evaluation of a noninvasive, widely applicable method for assessing endothelial function / IB Wilkinson, IR Hall, H MacCallum, IS Mackenzie, CM McEniery, BJ van der Arend, LS MacKay, DJ Webb, JR Cockcroft // Arterioscler Thromb Vasc Biol 2002; 22: 147-152.

Сведения об авторах:

Кострицын Владимир Владимирович, 1969 г.р., окончил Омскую государственную медицинскую академию в 1996г. по специальности «детская хирургия». С 1996г. по 2014 г. работал врачом – хирургом, а с 2006г. врачом - онкологом. С 2014г. научный сотрудник ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики» (г. Надым, Россия). Сфера научных интересов: Арктика, медицина, экология. E-mail: vkostritsin@mail.ru

Кочкин Руслан Алексеевич, 1983 г.р., в 2006 г. закончил Тюменскую государственную медицинскую академию по специальности «лечебное дело». С 2006 г. по 2009 г. - младший научный сотрудник Научно-исследовательского института медицинских проблем Крайнего Севера Российской академии медицинских наук (ГУ НИИ МПКС РАМН). С 2009 г. по 2014 г. работал врачом – неврологом, профпатологом. С 2014 г. старший научный сотрудник ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики» (г. Надым, Россия). Сфера научных интересов: Арктика, медицина, экология. E-mail: Kochkin25011983@mail.ru

Попова Татьяна Леонтьевна, 1968 г.р., окончила Кишиневский педагогический университет по специальности «психология и менеджмент». Научная деятельность с 2008 года в Лаборатории медицинской психологии ГУ НИИ МПКС РАМН (г.Надым). С 2012 года работает научным сотрудником ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики» (г.Надым, Россия). В 2014 году прошла профессиональную переподготовку в «Российском государственном педагогическом университете им. А.И. Герцена» по специальности «Медицинская психология». В 2015 году прошла профессиональную переподготовку в институте практической психологии «ИМАТОН» (г. Санкт-Петербург), на ведение профессиональной деятельности в сфере «психологического консультирования». Сфера научных интересов: Арктика, медицина, психология. E-mail: popova-nadym@yandex.ru

Поскотинова Лилия Владимировна, 1972 г.р. В 1995 г. закончила Архангельскую государственную медицинскую академию по специальности «лечебное дело». В 1998 г. защитила кандидатскую диссертацию по специальности «нормальная физиология». С 2000 г. работает в Институте физиологии природных адаптаций УрО РАН – старшим научным сотрудником лаборатории эндокринологии (2000-2004 гг), заведующей лаборатории биоритмологии (с 2004 года). В 2009 году защитила диссертацию с присвоением ученой степени доктора биологических наук. Сфера научных интересов: Арктика, нейрофизиология, биоуправление, когнитивные нарушения. E-mail: liliya200572@mail.ru.

Information about the authors:

Kostritsyn Vladimir Vladimirovich, born in 1969, graduated from the Omsk State Medical Academy in 1996 with a degree in pediatric surgery. Since 1996 until 2014 he worked as a surgeon and since 2006 as an oncologist. Researcher at the Arctic Research Center of the Yamal-Nenets Autonomous District (Nadym, Russia) since 2014. Research interests: Arctic, medicine, ecology. E-mail: vkostritsin@mail.ru

Kochkin Ruslan Alekseevich, born in 1983, graduated from the Tyumen State Medical Academy in 2006 with a degree in general medicine. From 2006 to 2009 he worked as a junior researcher at the Research Institute of Medical Problems of the Far North of the Russian Academy of Medical Sciences. From 2009 to 2014 he worked as a neurologist and occupational physician. Senior researcher at the Arctic Research Center of the Yamal-Nenets Autonomous District (Nadym, Russia) since 2014. Research interests: Arctic, medicine, ecology. E-mail: Kochkin25011983@mail.ru

Popova Tatyana Leontievna, born in 1968, graduated from the Kishinev Pedagogical University with a degree in psychology and management. Scientific activity since 2008 in the Laboratory of medical psychology of the Research Institute of Medical Problems of the Far North of the Russian Academy of Medical Sciences (Nadym). Researcher at the Arctic Research Center of the Yamal-Nenets Autonomous District (Nadym, Russia) since 2012. In 2014, she completed professional retraining course in medical psychology at the Herzen State Pedagogical University of Russia. In 2015, she completed professional retraining course at the Institute of Practical Psychology "Imaton" (Saint Petersburg) to conduct professional activities in the field of "psychological counseling". Research interests: Arctic, medicine, psychology. E-mail: popova-nadym@yandex.ru

Poskotinova Lilia Vladimirovna, born in 1972, graduated from the Arkhangelsk State Medical Academy in 1995 with a degree in general medicine. In 1998, she defended her thesis on normal physiology. Since 2000 she has been working at the Institute of Physiology of Natural Adaptations of the Ural Branch of RAS: senior researcher of the laboratory of endocrinology (2000-2004), head of the laboratory of biorythmology (since 2004). She defended her doctoral dissertation in 2009. Doctor of Biological Sciences. Research interests: Arctic, neurophysiology, bio-management, cognitive defects. E-mail: liliya200572@mail.ru