

ВЛИЯНИЕ КЛИМАТОЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ СЕВЕРА НА ПРОЦЕССЫ СТАРЕНИЯ¹

*И.С. Депутат**, *И.Н. Дерябина**, *А.Н. Нехорошкова**, *А.В. Грибанов**

*Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова (г. Архангельск)

Проблема постарения населения актуальна как в России, так и в общемировом пространстве. При этом особую значимость приобретает сохранение функциональных возможностей организма пожилых людей, живущих в неблагоприятных климатических условиях. Несмотря на то, что количество исследований по экологической физиологии и полярной медицине постоянно возрастает и возникает необходимость систематизации имеющихся научных результатов, до сих пор отсутствуют однозначные теоретико-практические решения проблемы жизнеобеспечения организма человека в условиях Севера. Статья представляет собой обзор современных научных подходов к данной проблеме. Раскрывается содержание экологических факторов, оказывающих негативное влияние на здоровье человека в условиях Севера и на формирование синдрома полярного напряжения. Представлены результаты изучения некоторых механизмов, ускоряющих процессы старения на Севере при нарушениях нейроэндокринной регуляции. Отражены исследования о связи преждевременного старения с ускоренным развитием сердечно-сосудистой патологии, смещении показателей увеличения заболеваемости и смертности пришлых жителей Севера на молодой и средний трудоспособный возраст и т. д. Особое внимание ученые уделяют проблеме влияния психоэмоционального напряжения на северян при старении. Представлены данные о связи эффективности адаптивного процесса к действию неблагоприятных климатоэкологических факторов высоких широт с межполушарной асимметрией функциональной активности мозга. Подчеркивается важность исследований, посвященных изучению механизмов адаптации и дизадаптации человека на Севере, как отражающих особенности формирования патологических состояний и предоставляющих возможности для их предупреждения в пожилом и старческом возрасте.

Ключевые слова: климатоэкологические условия Севера, пожилой возраст, старение, синдром полярного напряжения, северный стресс, межполушарная асимметрия, энергетическое состояние головного мозга.

¹Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского гуманитарного научного фонда и правительства Архангельской области в рамках научного проекта № 16-16-29005 а (р) «Стратегии поведенческого реагирования женщин пожилого возраста с высокой тревожностью, проживающих в условиях Крайнего Севера».

Ответственный за переписку: Депутат Ирина Сергеевна, *адрес:* 163045, г. Архангельск, проезд Бадигина, д. 3; *e-mail:* i.deputat@narfu.ru

Для цитирования: Депутат И.С., Дерябина И.Н., Нехорошкова А.Н., Грибанов А.В. Влияние климатоэкологических условий Севера на процессы старения // Журн. мед.-биол. исследований. 2017. Т. 5, № 3. С. 5–17. DOI: 10.17238/issn2542-1298.2017.5.3.5

Постарение населения – весьма актуальная научно-практическая и социально-экономическая проблема, заключающаяся в увеличении численности населения пожилого и старческого возраста во всем мире. Наблюдаемая в настоящее время тенденция может привести к тому, что к 2030 году относительное большинство населения экономически развитых стран составят люди пожилого возраста, поэтому максимальное сохранение функциональных возможностей организма в период геронтогенеза приобретает все большую значимость [1, 2]. В России эта проблема особо актуальна в контексте жизнедеятельности человека в неблагоприятных климатических условиях, поскольку более половины площади страны занимают северные территории. На фоне возрастающего мирового интереса к освоению арктических территорий вопрос о повышении адаптации человека к условиям окружающей среды Крайнего Севера имеет стратегическое значение. Усиление значимости циркумполярного региона в экономике России, формирование и сохранение здоровья населения в этом экстремальном по условиям жизнедеятельности регионе особенно важны [3–5].

Описанная ситуация приводит к увеличению интереса к проблемам экологической физиологии и полярной медицины, возрастанию количества исследований по этой тематике и необходимости систематизации имеющихся научных результатов. Вместе с тем проблемы жизнеобеспечения организма человека в условиях Севера, с учетом комплексного влияния биосоциальных факторов на его жизнедеятельность, до сих пор нельзя считать решенными как в практическом, так и в теоретическом смысле [6–8].

Начиная с 60–70-х годов XX века проводятся исследования влияния негативных климатогеографических факторов Севера на здоровье человека, в результате которых выявлен ряд особенностей формирования дизадаптивных и патологических расстройств у пришлого населения Севера. Показано, что наследственно обусловленные возможности механизмов адаптации пришлого населения не могут обеспечить длительное сохранение здоровья в экс-

тремальных климатических условиях высоких широт [9, 10].

К настоящему времени накоплено большое количество научных данных, подтверждающих негативное влияние экологических условий Севера на здоровье человека, экстремальность которых определяется преимущественно такими факторами, как резкие колебания атмосферного давления, низкие температуры, нарушение светового режима, значительные перепады характеристик метеоэлементов в короткие промежутки времени, повышенная относительная влажность, тяжелый аэродинамический режим, дефицит инсоляции, высокая активность гелио-космических факторов, дефицит необходимых микроэлементов и витаминов, воздействие ионизирующей радиации, напряженность и изменчивость магнитного поля Земли.

Климатоэкологические условия полярных и приполярных регионов в сочетании с техногенными факторами приводят к нарушениям приспособительных и развитию хронических стрессовых реакций в организме, становятся причиной более интенсивного использования и быстрого истощения адаптационных резервов организма человека в высоких широтах. По мнению ряда авторов, проживание в подобных условиях можно рассматривать как жизнедеятельность при дополнительных функциональных нагрузках, приводящих к развитию синдрома полярного напряжения, или северного стресса [11–15].

Синдром полярного напряжения является полисиндромом, который развивается в связи с глубокой перестройкой всех регуляторных, физиологических и обменных процессов. Он включает следующие основные звенья: нарушение северного типа метаболизма, синдром липидной гиперпероксидации (окислительный стресс), недостаточность детоксикационных и выделительных процессов, синдром северной тканевой гипоксии, синдром иммунной недостаточности, синдром регенераторно-пластической недостаточности, нарушения электромагнитного гомеостаза, полиэндокринные расстройства, десинхроноз, функциональную асимметрию межполушарных взаимоотношений и синдром психо-

эмоционального напряжения, метеопатию, северную капиллярно-трофическую недостаточность, гиперкоагуляцию крови [16–18]. Сдвиги в системе гомеостаза затрагивают все органы и системы, наиболее отчетливо прослеживаются в сердечно-сосудистой, дыхательной, нервной, эндокринной системах, а также в изменении основного обмена [19, 20].

В настоящее время северный стресс с его общепатологическими последствиями рассматривается как присущий Северу общеорганизменный синдром. Этот феномен обусловлен дизадаптивными процессами у человека в высоких широтах, вызванными особенностями светового и холодного режимов, геомагнитной среды, приливных и неприливных сил тяжести, особенностями питания и социального климата [21–24].

Формирование негативной фазы северного стресса происходит следующим образом: эффекты мощных флюктуаций геомагнитных полей возникают практически во всех клетках человеческого тела, активируя свободнорадикальные реакции и вызывая на определенных этапах снижения защитных механизмов молекулярно-мембранные дефекты, или «окислительный стресс». Свободнорадикальные и недоокисленные продукты, возникающие при этом, становятся одним из основных патогенетических факторов каскада нарушений функций клеток печени, клеток крови, иммунной системы, эндокринных желез, сосудов, сердца, других жизнеобеспечивающих систем. Центральная нервная система включается в общую реакцию на экстремальное воздействие в последнюю очередь. Иными словами, в случае северного стресса запуск адаптивных стресс-реакций и последующих «болезней дизадаптации» начинается с молекулярно-клеточных реакций всех органов и систем организма на геофизические воздействия [25–27].

Дизадаптивные процессы, которые возникают из-за генерализованного молекулярно-мембранного клеточного дефекта, вызывающего нарушение функции ферментов и клеток иммунной, эндокринной и нервной систем, системы детоксикации и расстройством метаболизма,

приводят впоследствии к развитию патологических расстройств у жителей Севера, усугубляемых действием хронического психосоциального стресса. В дальнейшем отмечаются замедление регенераторно-восстановительных процессов, быстрое истощение регуляторных нейроэндокринных механизмов, ускоренное прогрессирование заболеваний, выраженные процессы склерогенеза и преждевременное старение [16, 17, 22, 28].

Данные исследований свидетельствуют, что все перечисленные дизадаптивные процессы, составляющие экологически обусловленный северный стресс, могут возникать в организме одновременно, но чаще встречаются в тех или иных сочетаниях. От характера этих сочетаний, а также от наследственно-адаптивных особенностей отдельного человека зависит и локализация развивающейся патологии [10, 14, 29, 30].

При развитии синдрома полярного напряжения в организме человека происходит перестройка многих функциональных систем и, в конечном счете, формируется качественно новое состояние организма – адаптированность, которое достигается за счет определенной биосоциальной платы [12, 14, 15].

Несмотря на формирование у населения северных территорий определенных алгоритмов адаптационных функциональных перестроек [31–33], в силу ограниченности адаптационных возможностей и меньшей надежности функциональных систем наиболее уязвимыми к воздействию неблагоприятных климатогеографических факторов Севера являются люди пожилого возраста [34–36].

По мнению исследователей, нарушения приспособительных реакций и развитие хронических стрессов, возникающие при действии субэкстремальных климатоэкологических условий Крайнего Севера, могут приводить к глубоким сдвигам в организме пожилого человека и являться важнейшими причинами ускорения процесса старения. Исследования, проведенные на Севере, позволяют предположить, что более быстрое старение человека в высоких широтах обусловлено расходом физиологических резервов

на борьбу с неблагоприятными факторами. Теории, объясняющие механизмы старения, позволяют связать развитие преждевременного старения в высоких широтах с дизадаптивными расстройствами, возникающими в результате синдрома полярного напряжения [10, 14, 36, 37].

В работах С.П. Ермолина, В.И. Хаснулина, И.И. Четкиной, А.К. Собакина и др. показано, что развитие преждевременного старения у пришлых жителей на Севере включает в себя цепь свободнорадикальных, метаболических, эндокринных и психоэмоциональных дизадаптивных процессов, отражающих дисбаланс и рассогласование деятельности основных регулирующих и гомеостатических систем организма. При возникновении северного стресса под воздействием экстремальных геофизических, климато-метеорологических и других экологических факторов высоких широт происходит накопление метаболитов соединительной ткани (гликозаминогликанов и гидроксипролина) [22, 36, 38, 39].

В исследовании И.И. Четкиной [39] показано, что ускорение процессов старения у прошлого населения на Севере подтверждается как смещением показателей увеличения заболеваемости и смертности (особенно от сердечно-сосудистой патологии) на молодой и средний трудоспособный возраст, так и несоответствием хронологического и биологического возраста.

В ряде исследований говорится о зависимости процессов старения на Севере от нарушений нейроэндокринной регуляции и о связи преждевременного старения с ускоренным развитием сердечно-сосудистой патологии, активацией атеросклеротических процессов [38–41].

Адаптивные изменения в сердечно-сосудистой системе, обмене веществ влекут за собой нарушения в трофике тканей и органов, особенно тех, которые чувствительны к кислороду, глюкозе, в т. ч. и головного мозга. Трофические нарушения совместно с адаптивными изменениями центральной нервной системы приводят к тому, что клетки головного мозга становятся стрессо-неустойчивыми и подвергаются гибели. В связи с этим фактом процессы старения головного мозга, как составляющая старения организма в целом,

на Севере происходят в более быстром темпе, чем в южных регионах России [10, 11, 42]. Наблюдается большая чувствительность головного мозга к воздействию внешних средовых факторов, во многом обусловленная возрастными изменениями нейро-глио-капиллярных взаимоотношений. Уменьшение числа нейронов, увеличение глиального индекса, редукция капиллярного русла выступают в качестве как причин, так и следствий возрастного дисбаланса в системе «перекисное окисление липидов – антиоксидантная защита» и повышения чувствительности нервной ткани к оксидативному стрессу. Последствия подобных изменений нарушают сложную интегративную функцию мозга в регуляции приспособительных реакций в ответ на неблагоприятные условия окружающей среды и деформируют адаптационные возможности организма пожилого человека [43–45].

Исследования, посвященные функциональному состоянию головного мозга пожилого человека на Севере, немногочисленны. Практически отсутствуют данные об энергетическом обмене головного мозга у северян при старении, при том что снижение адаптационных возможностей напрямую связано с энергетическими потерями, а минимальные изменения церебрального энергетического обмена повышают чувствительность мозга к различным повреждающим факторам [32, 46]. Оценка функционального состояния нервной системы (головного мозга) и показателей энергетического метаболизма позволяет заблаговременно диагностировать развитие стрессового состояния [47] и снижение адаптационных возможностей организма пожилого человека, живущего на Севере, а также может послужить основой для разработки мероприятий по профилактике и коррекции преждевременного старения в высоких широтах.

При исследовании энергообмена головного мозга у женщин 55–64 лет по показателям распределения уровня постоянного потенциала (УПП) выявлено повышение суммарных показателей постоянного потенциала и абсолютных значений по всем отведениям у женщин

северянок в сравнении с эталонными значениями (данные средней полосы), что свидетельствует о функциональном напряжении головного мозга и снижении его резервных возможностей у пожилых северянок. Обнаружены также следующие особенности: сохранение принципа куполообразности распределения постоянного потенциала мозга с тенденцией к деформации плавности; относительное уменьшение межполушарных различий и высокая индивидуальная вариабельность показателей УПП; сглаживание регионарных различий, что может быть связано с уменьшением специализации коры в процессе старения [48, 49].

В характеристике дистресса на Севере важное место занимает нарастающее, эндогенно обусловленное психоэмоциональное напряжение. В работах В.И. Хаснулина и соавторов [16, 50] показано, что в условиях северного стресса происходит рост показателей психоэмоционального напряжения со сдвигом в сторону отрицательных эмоций. Авторы утверждают, что наличие экологически обусловленного стресса выражается в психоэмоциональных и эндокринных проявлениях стресс-реакции более чем у 60 % практически здоровых людей.

Изучение влияния психоэмоционального напряжения на состояние пожилого человека в условиях Севера представляется весьма актуальным, т. к. работы по этой проблеме практически отсутствуют. Известно, что изменения в психоэмоциональной сфере могут быть достаточно выражены при нормальном старении, вне влияния климатоэкологических условий проживания. Люди пожилого возраста могут быть подвержены состоянию психоэмоционального напряжения, сопровождающемуся существенным повышением тревожности. Хроническое психоэмоциональное напряжение снижает адаптированность пожилого человека к средовым условиям и усиливает процессы преждевременного старения [16, 50–53].

Имеются данные о связи эффективности адаптивного процесса к действию неблагопри-

ятных климатоэкологических факторов высоких широт с межполушарной асимметрией функциональной активности мозга [11, 54, 55]. Межполушарная асимметрия выступает одним из факторов обеспечения адаптационно-восстановительного потенциала человеческого организма, т. к. она основана на специфике функционирования полушарий мозга при разных состояниях и разной деятельности организма. Появление функциональной дифференциации полушарий головного мозга в процессе эволюции – одно из важных условий приспособления человека к постоянно усложняющимся условиям (факторам) внешней среды [14, 56].

В ряде исследований показано, что динамические перестройки межполушарной асимметрии способствуют пластичности приспособления человека к экстремальным условиям. Инверсия полушарного доминирования отмечена при благоприятном протекании адаптации к особым климатоэкологическим условиям, а дисбаланс между правым и левым полушариями головного мозга приводит к повышению уровня психоэмоционального напряжения, переживанию негативных эмоций [38, 57–60].

Имеются исследования, в которых говорится о ведущем значении функции правого полушария мозга в регуляции адаптивной подстройки организма человека к изменению как условий природной среды, так и техногенных факторов. В них показано значительное увеличение доли левшей (с превалированием функции правого полушария мозга) среди людей, проживающих в экстремальных климатогеографических регионах. Авторы указывают на следующую закономерность: контроль за адаптивной подстройкой висцеральных систем, метаболического и иммунного гомеостаза к изменяющимся климатическим, геофизическим и другим природным факторам среды осуществляется в основном правым полушарием головного мозга. Именно снижение функции правого полушария ниже физиологического оптимума – одна из основных причин развития негативного психоэмоционального состояния, которое может выражаться в повышении уровня тревоги, заторможенности

нервных процессов, конфликтности, повышении артериального давления, снижении работоспособности и т. п. и проявляться как на физиологическом, так и на личностном уровне. Показано также, что с ухудшением функциональной активности правого полушария склонность к быстрому прогрессированию заболеваний на Севере значительно возрастает [61–64].

В работе Е.В. Севостьяновой [60] показана взаимозависимость ускоренного старения у пришлых жителей Севера и артериальной гипертензии. Снижение функциональной активности обоих полушарий мозга происходит в возрасте 56–65 лет, а сглаживание межполушарной асимметрии – после 45 лет. Автор предполагает, что процессы снижения функциональной активности полушарий и межполушарной дезинтеграции играют большую роль в механизмах ускоренного старения человека на Севере и связаны со стрессирующим экологическим воздействием.

Изучение межполушарной асимметрии у пожилых жителей г. Архангельска (оценивалась

по разности УПП между симметричными областями мозга) показало, что межполушарное взаимодействие у пожилых северян изменено в сравнении с показателями средней полосы. Было обнаружено повышение индивидуальной вариабельности показателей межполушарных различий у мужчин и женщин, проживающих на Севере. Также отмечены сглаживание межполушарной асимметрии у мужчин-северян в лобных, а у женщин-северян – в центральных отведениях и правополушарное доминирование в центральных отведениях у мужчин. В обеих группах (у мужчин и женщин) наблюдалось левополушарное доминирование в теменных отведениях, а у женщин – и в лобных [48, 49].

Дальнейшее изучение механизмов адаптации и дезадаптации человека на Севере позволит более полно представить особенности формирования и возможности предупреждения патологических состояний. В то же время следует отметить, что проблема влияния экстремальных факторов Севера на состояние организма человека в пожилом и старческом возрасте остается малоизученной.

Список литературы

1. *Belkin V., Korostishevsky M., Batsevich V., Pavlovsky O., Volkov-Dubrovin V., Kobylansky E.* Morpho-Physiological Features of Human Populations in the Context of Climatic – Geographical Conditions // Coll. Antropol. 2012. Vol. 36, № 3. P. 729–743.
2. *Hunter R.H., Anderson L.A., Belza B., Bodiford K., Hooker S.P., Kochtitzky C.S., Marquez D.X., Satariano W.A.* Environments for Healthy Aging: Linking Prevention Research and Public Health Practice // Prev. Chronic Dis. 2013. Vol. 10. Art. № 120244.
3. *Парначев А.А.* Актуальность проблем стратегического развития северных территорий // Корпоратив. управление и инновац. развитие экономики Севера. 2005. № 4. С. 94–97. URL: <http://koet.syktsu.ru/vestnik/2005/2005-4/25.htm> (дата обращения: 02.03.2017).
4. *Чащин В.П., Харькова Т.Л., Кваша Е.А., Богоявленский Д.Д., Тронин А.А., Токаревич Н.К., Бузинов Р.В., Кершенгольц Б.М., Чернявский В.Ф., Никифоров О.И., Репин В.Е.* Влияние глобальных климатических изменений на здоровье населения российской Арктики. М., 2008. 28 с. URL: <http://www.unrussia.ru/sites/default/files/doc/Arctic-ru.pdf> (дата обращения: 24.05.2017).
5. *Гудков А.Б., Лукманова Н.Б., Раменская Е.Б.* Человек в приполярном регионе Европейского Севера: эколого-физиологические аспекты: моногр. Архангельск, 2013. 181 с.
6. *Бойко Е.Р.* Физиолого-биохимические основы жизнедеятельности человека на Севере. Екатеринбург, 2005. 190 с.
7. Проблемы адаптации человека к экологическим и социальным условиям Севера / под ред. Е.Р. Бойко. СПб., 2009. 268 с.
8. *Jungmann H.* Response to Meteorological Stress as a Function of Age // *Experientia*. 1987. Vol. 43, № 1. P. 54–57.

9. Фаузер В.В. Население и демографическое развитие Севера России // Север как объект комплексных региональных исследований. Сыктывкар, 2005. С. 96–101.
10. Никитин Ю.П., Хаснулин В.И., Гудков А.Б. Современные проблемы северной медицины и усилия ученых по их решению // Вестн. Сев. (Арктич.) федер. ун-та. Сер.: Мед.-биол. науки. 2014. № 3. С. 63–72.
11. Авцын А.П., Жаворонков А.А., Марачев А.Г., Милованов А.П. Патология человека на Севере. М., 1985. 415 с.
12. Агаджанян Н.А., Ермакова Н.В. Экологический портрет человека на Севере. М., 1997. 206 с.
13. Деряпа Н.Р., Рябинин И.Ф. Адаптация человека в полярных районах Земли. Л., 1977. 296 с.
14. Казначеев В.П., Куликов В.Ю., Панин Л.Е., Соколов В.П., Ляхович В.В., Шорин Ю.П., Маянский Д.Н. Механизмы адаптации человека в условиях высоких широт. Л., 1980. 200 с.
15. Грибанов А.В. Динамика кровообращения у школьников в условиях Европейского Севера: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Архангельск, 1991. 38 с.
16. Хаснулин В.И., Хаснулин П.В. Современные представления о механизмах формирования северного стресса у человека в высоких широтах // Экология человека. 2012. № 1. С. 3–11.
17. Кочан Т.И., Шадрина В.Д., Потолыцина Н.Н., Есева Т.В., Кеткина О.А., Бубнова Н.С. Комплексная оценка влияний условий Севера на обмен веществ, физиологическое и психоэмоциональное состояние человека // Физиология человека. 2008. Т. 34, № 3. С. 106–113.
18. Гудков А.Б., Попова О.Н., Пащенко А.В. Физиологические реакции человека на локальное холодное воздействие. Архангельск, 2012. 143 с.
19. Машанов А.А., Булыгин Г.В. Изменение некоторых регуляторных параметров организма человека в процессе адаптации к экологическим условиям Крайнего Севера // Вестн. Краснояр. гос. аграр. ун-та. 2006. № 10. С. 170–172.
20. Панин Л.Е. Гомеостаз и проблемы приполярной медицины (методологические аспекты адаптации) // Бюл. Сиб. отд-ния РАМН. 2010. Т. 30, № 3. С. 6–11.
21. Sormunen E. Repetitive Work in the Cold. Work Ability, Musculoskeletal Symptoms and Thermal and Neuromuscular Responses in Food Industry Workers // Acta Univ. Oul., D Medica, 2009. Iss. 1023. URL: <http://jultika.oulu.fi/files/isbn9789514292040.pdf> (дата обращения: 07.07.2017).
22. Ермолин С.П. Характеристики гемодинамических показателей и физической работоспособности у военнослужащих в Арктике в контрастные сезоны года // Вестн. Сев. (Арктич.) федер. ун-та. Сер.: Естеств. науки. 2014. № 4. С. 75–80.
23. Грибанов А.В., Данилова Р.И. Общая характеристика климато-географических условий Русского Севера и адаптивных реакций человека в холодной климатической зоне (обзор) // Север. Дети. Школа: сб. ст. Архангельск, 1994. С. 4–27.
24. Сороко С.И., Алдашева А.А. Индивидуальные стратегии адаптации человека в экстремальных условиях // Физиология человека. 2012. Т. 38, № 6. С. 78–86.
25. Белобородова Г.С., Белобородова В.Ф. Адаптационные изменения состояния здоровья жителей Крайнего Севера под воздействием охлаждающего фактора среды // Проблемы экологии человека: сб. науч. ст. по материалам Всерос. конф. с междунар. участием. Архангельск, 2000. С. 15–20.
26. Короленко Ц.П. Психофизиология человека в экстремальных условиях. Л., 1978. 272 с.
27. Душкова Д.О., Евсеев А.В. Экология и здоровье человека: региональные исследования на европейском Севере России. М., 2011. 192 с.
28. Hasnulin V.I., Hasnulina A.V., Sevostyanova E.V. Northern Cardiometeopathies. Novosibirsk, 2004. 220 p.
29. Максимов А.Л., Голубев В.Н., Носов В.Н. Подходы к оценке региональной нормы реакции и адаптации физиологических систем организма у человека на Севере // Вестн. Дальневост. отд-ния РАН. 2007. № 6. С. 56–64.
30. Young T.K., Chatwood S. Health Care in the North: What Canada Can Learn from Its Circumpolar Neighbours // CMAJ. 2011. Vol. 183, № 2. P. 209–214. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3033925/> (дата обращения: 07.07.2017).
31. Аникина Н.Ю. Распределение уровня постоянного потенциала у иностранных студентов, начавших обучение в северных вузах (на примере г. Архангельска) // Вестн. Сев. (Арктич.) федер. ун-та. Сер.: Мед.-биол. науки. 2016. № 1. С. 5–12.
32. Bittel J.H. Heat Debt as an Index for Cold Adaptation in Men // J. Appl. Physiol. 1987. Vol. 62, № 4. P. 1627–1634.
33. Агаджанян Н.А., Коновалова Г.М., Ожева Р.Ш., Уракова Т.Ю. Воздействие внешних факторов на формирование адаптационных реакций организма человека // Новые технологии. 2010. № 2. С. 142–144.

34. Ворошилова И.И., Ефанов В.Н. Оценка воздействия природно-климатических факторов окружающей среды на здоровье населения Сахалинской области // Уч. зап. Сахалин. гос. ун-та. 2012. № 1(9). С. 64–69.
35. Солонин Ю.Г., Чермных Н.А. Физиологические показатели мужчин Севера при старении // Клин. геронтология. 1999. № 4. С. 59–63.
36. Hasnuln V., Kulikov V., Sobakin A., Hasnulina A., Chechetkina I., Selyatitskaya V., Polyuhovitch V., Kim L. Premature Aging Processes in the North // Proc. 13th Int. Congr. Circumpolar Health, Novosibirsk, 12–16 June 2006. Novosibirsk, 2006. URL: http://www.ict.nsc.ru/ws/show_abstract.dhtml?en+125+9105 (дата обращения: 20.06.2017).
37. Hasnuln V.I., Voytik I.M., Hasnulina A.V., Ryabichenko T.I., Skosyreva G.A. Some Ethnic Features of Northern Aborigines' Psychophysiology as a Base for Survival in Extreme Natural Conditions: A Review. URL: <http://www.scirp.org/journal/PaperInformation.aspx?PaperID=47569> (дата обращения: 20.06.2017).
38. Хаснулин В.И., Четкина И.И., Хаснулин П.В., Собакин А.К. Экологически обусловленный стресс и старение человека на Севере // Экология человека. 2006. Прил. 4/1. С. 16–21.
39. Четкина И.И. Особенности процессов старения трудоспособного населения на Севере: дис. ... канд. мед. наук. Новосибирск, 2007. 113 с.
40. Wyndham C.H., Fellingham S.A. Climate and Disease // S. Afr. Med. J. 1998. Vol. 53, № 26. P. 1051–1061.
41. Duffy L., Gerlach C., Ebbesson S., Young K., Dewailly E., Bjerregaard P., Dunlap K.L., Godduhn A., Reynolds A.J. Arctic Medical Health, Disease and Nutrition: The Challenges and Joys // Int. J. Circumpolar Health. 2013. Vol. 72. P. 841.
42. Варламова Н.Г., Евдокимов В.Г. Изменение параметров электрокардиограммы у мужчин Европейского Севера как маркер влияния климата и возраста // Физиология человека. 2002. Т. 28, № 6. С. 109–114.
43. Бундзен П.В. Изменение функциональной организации нервных процессов в высших отделах головного мозга человека в период полярной ночи // Бюл. сов. антаркт. экспедиции. 1969. Т. 74. С. 29–35.
44. Аристова В.В., Бычихин Н.П., Пащенко В.П. Особенности адаптации человека к условиям Европейского Севера // Системы адаптации человека и внешняя среда. Л., 1975. С. 29–30.
45. Juvani S., Isola A., Kyngäs H. The Northern Physical Environment and the Well-Being of the Elderly Aged over 65 Years // Int. J. Circumpolar Health. 2005. Vol. 64, № 3. P. 246–256.
46. Фокин В.Ф., Пономарева Н.В. Энергетическая физиология мозга. М., 2003. 288 с.
47. Нехорошкова А.Н., Грибанов А.В. Распределение уровня постоянного потенциала головного мозга у младших школьников с высокой тревожностью // Вестн. Сев. (Арктич.) федер. ун-та. Сер.: Мед.-биол. науки. 2015. № 3. С. 30–36.
48. Griбанov A.V., Deputat I.S. Distribution of the DC-Potential Level in the Brain of Older Women in the Circumpolar Region // Human Physiology. 2015. Vol. 41, № 3. P. 342–343.
49. Депутат И.С., Грибанов А.В., Большевидцева И.Л. Особенности энергетического обмена головного мозга у жительниц Европейского Севера России в пожилом возрасте (на примере Архангельской области) // Вестн. Сев. (Арктич.) федер. ун-та. Сер.: Мед.-биол. науки. 2016. № 4. С. 5–12.
50. Хаснулин В.И., Хаснулина А.В. Психоэмоциональный стресс и метеореакция как системные проявления дизадаптации человека в условиях изменения климата на Севере России // Экология человека. 2012. № 8. С. 3–7.
51. Erickson K.I., Colcombe S.J., Wadhwa R., Bherer L., Peterson M.S., Scalf P.E., Kim J.S., Alvarado M., Kramer A.F. Training-Induced Plasticity in Older Adults: Effects of Training on Hemispheric Asymmetry // Neurobiol. Aging. 2007. Vol. 28, № 2. P. 272–283.
52. Пономарева Н.В., Фокин В.Ф., Орлов О.А., Селезнева Н.Д., Павлова О.А. Стресс и нарушение психофизиологического состояния человека при старении // Проблемы нейрокибернетики: материалы 14-й Междунар. конф. по нейрокибернетике. Ростов н/Д., 2005. Т. 1. С. 207–208.
53. Park D.C., Gutches A.H. Aging, Cognition, and Culture: A Neuroscientific Perspective // Neurosci. Biobehav. Rev. 2002. Vol. 26, № 7. P. 859–867.
54. Peel N.M., McClure R.J., Bartlett H.P. Behavioral Determinants of Healthy Aging // Am. J. Prev. Med. 2005. Vol. 28, № 3. P. 298–304.
55. Леутин В.П., Николаева Е.И., Фомина Е.В. Асимметрия мозга и адаптация человека. URL: http://www.cerebral-asymmetry.narod.ru/Leutin_Pavlov2007.htm (дата обращения: 10.07.2017).
56. Hommet C., Destrieux C., Constans T., Berrut G. Aging and Hemispheric Cerebral Lateralization // Psychol. Neuropsychiatr. Vieil. 2008. Vol. 6, № 1. P. 49–56.
57. Функциональная асимметрия и адаптация человека / под ред. В.П. Казначеева, С.В. Семенова, А.П. Чуприкова. М., 1976. 318 с.

58. Куликов В.Ю., Антропова Л.К., Козлова Л.А. Влияние функциональной асимметрии мозга на стратегию поведения индивида в стрессовой ситуации // Медицина и образование в Сибири. 2010. № 5. С. 10.

59. Будук-оол Л.К., Назын-оол М.В. Функциональная асимметрия мозга и обучение: этнические особенности. М., 2010. 143 с.

60. Севостьянова Е.В. Особенности функциональной межполушарной асимметрии у жителей Севера с артериальной гипертензией различного возраста // Современные направления исследований функциональной межполушарной асимметрии и пластичности мозга: материалы Всерос. конф. с междунар. участием (Москва, 2–3 декабря 2010 г.). С. 241–245.

61. Степанов Ю.М. Роль функциональной асимметрии мозга в регуляции психофизиологического состояния человека при адаптации к условиям Крайнего Севера: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск, 1988. 18 с.

62. Павлов К.И., Каменская В.Г. Воздействие экологических факторов на спектральные характеристики динамической функциональной асимметрии мозга человека // Психология образования в поликультур. пространстве. 2014. № 27(3). URL: <http://www.elsu.ru/journal/issues/87/articles/1227> (дата обращения: 24.05.2017).

63. Dorn S., Vogt T., Abeln V., Strüder H.K., Schneider S. Psychophysiological Responses of Artificial Gravity Exposure to Humans // Eur. J. Appl. Physiol. 2014. Vol. 114, № 10. P. 2061–2071.

64. Аршаевский В.В., Гельфгат Е.А., Ротенберг В.С., Соловечук Л.Л. Межполушарная асимметрия как фактор адаптации человека в условиях Севера // Физиология человека. 1989. Т. 15, № 5. С. 142–146.

References

1. Belkin V., Korostishevsky M., Batsevich V., Pavlovsky O., Volkov-Dubrovin V., Kobylansky E. Morpho-Physiological Features of Human Populations in the Context of Climatic – Geographical Conditions. *Coll. Antropol.*, 2012, vol. 36, no. 3, pp. 729–743.

2. Hunter R.H., Anderson L.A., Belza B., Bodiford K., Hooker S.P., Kochtitzky C.S., Marquez D.X., Satariano W.A. Environments for Healthy Aging: Linking Prevention Research and Public Health Practice. *Prev. Chronic Dis.*, 2013, vol. 10. Art. no. 120244.

3. Parnachev A.A. Aktual'nost' problem strategicheskogo razvitiya severnykh territoriy [Current Importance of the Problems of Strategic Development of Northern Territories]. *Korporativnoe upravlenie i innovatsionnoe razvitie ekonomiki Severa*, 2005, no. 4, pp. 94–97. Available at: <http://koet.syktsu.ru/vestnik/2005/2005-4/25.htm> (accessed 2 March 2017).

4. Chashchin V.P., Khar'kova T.L., Kvasha E.A., Bogoyavlenskiy D.D., Tronin A.A., Tokarevich N.K., Buzinov R.V., Kershengol'ts B.M., Chernyavskiy V.F., Nikiforov O.I., Repin V.E. *Vliyaniye global'nykh klimaticheskikh izmeneniy na zdorov'e naseleniya rossiyskoy Arktiki* [The Impact of Global Climate Change on the Health of the Population of the Russian Arctic]. Moscow, 2008. 28 p. Available at: <http://www.unrussia.ru/sites/default/files/doc/Arctic-ru.pdf> (accessed 24 May 2017).

5. Gudkov A.B., Lukmanova N.B., Ramenskaya E.B. *Chelovek v pripolyarnom regione Evropeyskogo Severa: ekologo-fiziologicheskie aspekty* [Human in the Circumpolar Region of the European North: Ecological and Physiological Aspects]. Arkhangelsk, 2013. 181 p.

6. Boyko E.R. *Fiziologo-biokhimicheskie osnovy zhiznedeyatel'nosti cheloveka na Severe* [Physiological and Biochemical Bases of Human Life in the North]. Yekaterinburg, 2005. 190 p.

7. Boyko E.R. (ed.). *Problemy adaptatsii cheloveka k ekologicheskim i sotsial'nym usloviyam Severa* [Problems of Human Adaptation to the Ecological and Social Conditions of the North]. St. Petersburg 2009. 268 p.

8. Jungmann H. Response to Meteorological Stress as a Function of Age. *Experientia*, 1987, vol. 43, no. 1, pp. 54–57.

9. Fauzer V.V. Naseleniye i demograficheskoye razvitiye Severa Rossii [The Population and Demographic Development of the Russian North]. *Sever kak ob'ekt kompleksnykh regional'nykh issledovaniy* [North as an Object of Integrated Regional Studies]. Syktyvkar, 2005, pp. 96–101.

10. Nikitin Yu.P., Khasnulin V.I., Gudkov A.B. Sovremennyye problemy severnoy meditsiny i usiliya uchenykh po ikh resheniyu [Contemporary Problems of Northern Medicine and Researchers' Efforts to Solve Them]. *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Ser.: Mediko-biologicheskie nauki*, 2014, no. 3, pp. 63–72.

11. Avtsyn A.P., Zhavoronkov A.A., Marachev A.G., Milovanov A.P. *Patologiya cheloveka na Severe* [Human Pathology in the North]. Moscow, 1985. 415 p.

12. Agadzhanian N.A., Ermakova N.V. *Ekologicheskiy portret cheloveka na Severe* [Ecological Portrait of Human in the North]. Moscow, 1997. 206 p.
13. Deryapa N.R., Ryabinin I.F. *Adaptatsiya cheloveka v polyarnykh rayonakh Zemli* [Human Adaptation in the Polar Regions of the Earth]. Leningrad, 1977. 296 p.
14. Kaznacheev V.P., Kulikov V.Yu., Panin L.E., Sokolov V.P., Lyakhovich V.V., Shorin Yu.P., Mayanskiy D.N. *Mekhanizmy adaptatsii cheloveka v usloviyakh vysokikh shirot* [The Mechanisms of Human Adaptation to High Latitudes]. Leningrad, 1980. 200 p.
15. Gribanov A.V. *Dinamika krovoobrashcheniya u shkol'nikov v usloviyakh Evropeyskogo Severa*: avtoref. dis. ... d-ra med. nauk [Haemodynamics in Schoolchildren in the European North: Dr. Med. Sci. Diss. Abs.]. Arkhangelsk, 1991. 38 p.
16. Khasnulin V.I., Khasnulin P.V. *Sovremennye predstavleniya o mekhanizмах formirovaniya severnogo stressa u cheloveka v vysokikh shirotakh* [Modern Concepts of the Mechanisms Forming Northern Stress in Humans in High Latitudes]. *Ekologiya cheloveka*, 2012, no. 1, pp. 3–11.
17. Kochan T.I., Shadrina V.D., Potolitsyna N.N., Eseva T.V., Ketkina O.A., Bubnova N.S. *Integrated Evaluation of the Influence of a Northern Environment on Human Metabolism and Physiological and Psychoemotional States*. *Hum. Physiol.*, 2008, vol. 34, no. 3, pp. 356–362.
18. Gudkov A.B., Popova O.N., Pashchenko A.V. *Fiziologicheskie reaktsii cheloveka na lokal'noe kholodovoe vozdeystvie* [Human Physiological Responses to Local Cooling]. Arkhangelsk, 2012. 143 p.
19. Mashanov A.A., Bulygin G.V. *Izmenenie nekotorykh regulatorynykh parametrov organizma cheloveka v protsesse adaptatsii k ekologicheskim usloviyam Kraynego Severa* [Changes in Some Regulatory Parameters of the Human Body During Adaptation to the Ecological Conditions of the Far North]. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2006, no. 10, pp. 170–172.
20. Panin L.E. *Gomeostaz i problemy pripolyarnoy meditsiny (metodologicheskie aspekty adaptatsii)* [Homeostasis and Problems of Circumpolar Health (Methodological Aspects of Adaptation)]. *Byulleten' Sibirskogo otdeleniya RAMN*, 2010, vol. 30, no. 3, pp. 6–11.
21. Sormunen E. *Repetitive Work in the Cold. Work Ability, Musculoskeletal Symptoms and Thermal and Neuromuscular Responses in Food Industry Workers*. *Acta Univ. Oul., D Medica*, 2009, iss. 1023. Available at: <http://jultika.oulu.fi/files/isbn9789514292040.pdf> (accessed 7 July 2017).
22. Ermolin S.P. *Kharakteristiki gemodinamicheskikh pokazateley i fizicheskoy rabotosposobnosti u voenno-sluzhashchikh v Arktike v kontrastnye sezony goda* [Features of Hemodynamic Parameters of Physical Efficiency in the Military in Contrasting Seasons of the Year]. *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Ser.: Estestvennye nauki*, 2014, no. 4, pp. 75–80.
23. Gribanov A.V., Danilova R.I. *Obshchaya kharakteristika klimato-geograficheskikh usloviy Russkogo Severa i adaptivnykh reaktsiy cheloveka v kholodnoy klimaticheskoy zone (obzor)* [General Characteristics of Climatic and Geographical Conditions of the Russian North and Human Adaptive Responses in the Cold Climatic Zone]. *Sever. Deti. Shkola* [North. Children. School]. Arkhangelsk, 1994, pp. 4–27.
24. Soroko S.I., Aldasheva A.A. *Individual Strategies of Human Adaptation Under Extreme Conditions*. *Hum. Physiol.*, 2012, vol. 38, no. 6, pp. 626–633.
25. Beloborodova G.S., Beloborodova V.F. *Adaptatsionnye izmeneniya sostoyaniya zdorov'ya zhitel'ey Kraynego Severa pod vozdeystviem okhlazhdayushchego faktora sredey* [Adaptational Changes in the Health of the Far North Residents Exposed to a Cooling Environmental Factor]. *Problemy ekologii cheloveka: sb. nauch. st. po materialam Vseros. konf. s mezhdunar. uchastiem* [Problems of Human Ecology: Proc. All-Rus. Sci. Conf. with Int. Particip.]. Arkhangelsk, 2000, pp. 15–20.
26. Korolenko Ts.P. *Psikhofiziologiya cheloveka v ekstremal'nykh usloviyakh* [Human Psychophysiology in Extreme Conditions]. Leningrad, 1978. 272 p.
27. Dushkova D.O., Evseev A.V. *Ekologiya i zdorov'e cheloveka: regional'nye issledovaniya na evropeyskom Severe Rossii* [Ecology and Human Health: Regional Studies in the European North of Russia]. Moscow, 2011. 192 p.
28. Hasnulin V.I., Hasnulina A.V., Sevostyanova E.V. *Northern Cardiometeopathies*. Novosibirsk, 2004. 220 p.
29. Maksimov A.L., Golubev V.N., Nosov V.N. *Podkhody k otsenke regional'noy normy reaktsii i adaptatsii fiziologicheskikh sistem organizma u cheloveka na Severe* [Approaches to Assessment of the Regional Norm of Response and Adaptation of Human Physiological Systems in the North]. *Vestnik Dal'nevostochnogo otdeleniya RAN*, 2007, no. 6, pp. 56–64.

30. Young T.K., Chatwood S. Health Care in the North: What Canada Can Learn from Its Circumpolar Neighbours. *CMAJ*, 2011, vol. 183, no. 2, pp. 209–214. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3033925/> (accessed 7 July 2017).
31. Anikina N.Yu. Raspreделение urovnya postoyannogo potentsiala u inostrannykh studentov, nachavshikh obuchenie v severnykh vuzakh (na primere g. Arkhangel'ska) [Distribution of DC Potential Level in Foreign Students Arrived in the Conditions of High Latitudes (Arkhangel'sk)]. *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Ser.: Mediko-biologicheskie nauki*, 2016, no. 1, pp. 5–12.
32. Bittel J.H. Heat Debt as an Index for Cold Adaptation in Men. *J. Appl. Physiol.*, 1987, vol. 62, no. 4, pp. 1627–1634.
33. Agadzhanyan N.A., Konovalova G.M., Ozheva R.Sh., Urakova T.Yu. Vozdeystvie vneshnikh faktorov na formirovanie adaptatsionnykh reaktsiy organizma cheloveka [The Effect of External Factors on the Formation of Adaptive Reactions in Human Body]. *Novye tekhnologii*, 2010, no. 2, pp. 142–144.
34. Voroshilova I.I., Efanov V.N. Otsenka vozdeystviya prirodno-klimaticheskikh faktorov okruzhayushchey sredy na zdorov'e naseleniya Sakhalinskoy oblasti [Estimation of Influence of Natural Climatic Factors of an Environment on Health of the Elderly Population of the Sakhalin Area]. *Uchenye zapiski Sakhalinskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2012, no. 1, pp. 64–69.
35. Solonin Yu.G., Chermnykh N.A. Fiziologicheskie pokazateli muzhchin Severa pri starenii [Physiological Indices in Men Living in the North at Ageing]. *Klinicheskaya gerontologiya*, 1999, no. 4, pp. 59–63.
36. Hasnuln V., Kulikov V., Sobakin A., Hasnulina A., Chechetkina I., Selyatitskaya V., Polyuhovitch V., Kim L. Premature Aging Processes in the North. *Proc. 13th Int. Congr. Circumpolar Health*. Novosibirsk, 12–16 June 2006. Novosibirsk, 2006. Available at: http://www.ict.nsc.ru/ws/show_abstract.dhtml?en+125+9105 (accessed 20 June 2017).
37. Hasnuln V.I., Voytik I.M., Hasnulina A.V., Ryabichenko T.I., Skosyreva G.A. *Some Ethnic Features of Northern Aborigines' Psychophysiology as a Base for Survival in Extreme Natural Conditions: A Review*. Available at: <http://www.scirp.org/journal/PaperInformation.aspx?PaperID=47569> (accessed 20 June 2017).
38. Khasnuln V.I., Chechetkina I.I., Khasnuln P.V., Sobakin A.K. Ekologicheski obuslovlenny stress i starenie cheloveka na Severe [Ecology-Related Stress and Ageing in the North]. *Ekologiya cheloveka*, 2006, suppl. 4/1, pp. 16–21.
39. Chechetkina I.I. *Osobennosti protsessov stareniya trudosposobnogo naseleniya na Severe: dis. ... kand. med. nauk* [Peculiarities of Ageing Processes in the Able-Bodied Population in the North: Cand. Med. Sci. Diss.]. Novosibirsk, 2007. 113 p.
40. Wyndham C.H., Fellingham S.A. Climate and Disease. *S. Afr. Med. J.*, 1998, vol. 53, no. 26, pp. 1051–1061.
41. Duffy L., Gerlach C., Ebbesson S., Young K., Dewailly E., Bjerregaard P., Dunlap K.L., Godduhn A., Reynolds A.J. Arctic Medical Health, Disease and Nutrition: The Challenges and the Joys. *Int. J. Circumpolar Health*, 2013, vol. 72, p. 841.
42. Varlamova N.G., Evdokimov V.G. Changes in Electrocardiographic Parameters in Males of the European North as Markers of Climate- and Age-Related Effects. *Hum. Physiol.*, 2002, vol. 28, no. 6, pp. 737–742.
43. Bundzen P.V. Izmenenie funktsional'noy organizatsii nervnykh protsessov v vysshikh otdelakh golovno mozga cheloveka v period polyarnoy nochi [Changes in the Functional Organization of Neural Processes in Human Cortex and Subcortex During the Polar Night]. *Byulleten' sovet'skoy antarkticheskoy ekspeditsii*, 1969, vol. 74, pp. 29–35.
44. Aristova V.V., Bychikhin N.P., Pashchenko V.P. Osobennosti adaptatsii cheloveka k usloviyam Evropeyskogo Severa [Peculiarities of Human Adaptation to the Conditions of the European North]. *Sistemy adaptatsii cheloveka i vneshnyaya sreda* [Human Adaptation Systems and the External Environment]. Leningrad, 1975, pp. 29–30.
45. Juvani S., Isola A., Kyngäs H. The Northern Physical Environment and the Well-Being of the Elderly Aged over 65 Years. *Int. J. Circumpolar Health*, 2005, vol. 64, no. 3, pp. 246–256.
46. Fokin V.F., Ponomareva N.V. *Energeticheskaya fiziologiya mozga* [Energy Physiology of the Brain]. Moscow, 2003. 288 p.
47. Nekhoroshkova A.N., Gribanov A.V. Raspreделение urovnya postoyannogo potentsiala golovno mozga u mladshikh shkol'nikov s vysokoy trevozhnost'yu [Distribution of DC Potential Level in Primary School Children with High Level of Anxiety]. *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Ser.: Mediko-biologicheskie nauki*, 2015, no. 3, pp. 30–36.
48. Gribanov A.V., Deputat I.S. Distribution of the DC-Potential Level in the Brain of Older Women in the Circumpolar Region. *Hum. Physiol.*, 2015, vol. 41, no. 3, pp. 342–343.

49. Deputat I.S., Gribanov A.V., Bol'shevidtseva I.L. Osobennosti energeticheskogo obmena golovnogogo mozga u zhitel' nits Evropeyskogo Severa Rossii v pozhilom vozraste (na primere Arkhangel'skoy oblasti) [Cerebral Energy Metabolism in Older Women Living in the European North of Russia (Exemplified by the Arkhangelsk Region)]. *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Ser.: Mediko-biologicheskie nauki*, 2016, no. 4, pp. 5–12.

50. Khasnuln V.I., Khasnulina A.V. Psikhooemotsional'nyy stress i meteoreaktsiya kak sistemnye proyavleniya dizadaptatsii cheloveka v usloviyakh izmeneniya klimata na Severe Rossii [Psycho-Emotional Stress and Meteoracton as Systemic Manifestations of Human Disadaptation Under Changing Climatic Conditions in the North of Russia]. *Ekologiya cheloveka*, 2012, no. 8, pp. 3–7.

51. Erickson K.I., Colcombe S.J., Wadhwa R., Bherer L., Peterson M.S., Scalf P.E., Kim J.S., Alvarado M., Kramer A.F. Training-Induced Plasticity in Older Adults: Effects of Training on Hemispheric Asymmetry. *Neurobiol. Aging*, 2007, vol. 28, no. 2, pp. 272–283.

52. Ponomareva N.V., Fokin V.F., Orlov O.A., Selezneva N.D., Pavlova O.A. Stress i narushenie psikhofiziologicheskogo sostoyaniya cheloveka pri starenii [Stress and Disorders in the Human Psychophysiological State at Ageing]. *Problemy neyrokibernetiki: materialy 14-y Mezhdunar. konf. po neyrokibernetike* [Problems of Neurocybernetics: Proc. 14th Int. Conf. on Neurocybernetics]. Rostov-on-Don, 2005. Vol. 1, pp. 207–208.

53. Park D.C., Gutchess A.H. Aging, Cognition, and Culture: A Neuroscientific Perspective. *Neurosci. Biobehav. Rev.*, 2002, vol. 26, no. 7, pp. 859–867.

54. Peel N.M., McClure R.J., Bartlett H.P. Behavioral Determinants of Healthy Aging. *Am. J. Prev. Med.*, 2005, vol. 28, no. 3, pp. 298–304.

55. Leutin V.P. Nikolaeva E.I., Fomina E.V. *Asimetriya mozga i adaptatsiya cheloveka* [Brain Asymmetry and Human Adaptation]. Available at: http://www.cerebral-asymmetry.narod.ru/Leutin_Pavlov2007.htm (accessed 10 July 2017).

56. Hommet C., Destrieux C., Constans T., Berrut G. Aging and Hemispheric Cerebral Lateralization. *Psychol. Neuropsychiatr. Vieil.*, 2008, vol. 6, no. 1, pp. 49–56.

57. Kaznacheev V.P., Semenov S.V., Chuprikov A.P. (eds.). *Funktsional'naya asimmetriya i adaptatsiya cheloveka* [Functional Asymmetry and Human Adaptation]. Moscow, 1976. 318 p.

58. Kulikov V.Yu., Antropova L.K., Kozlova L.A. Vliyanie funktsional'noy asimmetrii mozga na strategiyu povedeniya individa v stressovoy situatsii [The Effect of Functional Brain Asymmetry on Behaviour Strategies in Stressful Situations]. *Meditsina i obrazovanie v Sibiri*, 2010, no. 5, p. 10.

59. Buduk-ool L.K., Nazyn-ool M.V. *Funktsional'naya asimmetriya mozga i obuchenie: etnicheskie osobennosti* [Functional Brain Asymmetry and Learning: Ethnic Characteristics]. Moscow, 2010. 143 p.

60. Sevost'yanova E.V. Osobennosti funktsional'noy mezhpolusharnoy asimmetrii u zhiteley Severa s arterial'noy gipertoniey razlichnogo vozrasta [Peculiarities of Functional Interhemispheric Asymmetry in the Inhabitants of the North of Various Ages with Arterial Hypertension]. *Sovremennye napravleniya issledovaniy funktsional'noy mezhpolusharnoy asimmetrii i plastichnosti mozga: materialy Vseros. konf. s mezhdunar. uchastiem* [Current Trends in the Studies of Functional Interhemispheric Asymmetry and Plasticity of the Brain: Proc. All-Rus. Conf. with Int. Particip.]. Moscow, 2–3 December 2010, pp. 241–245.

61. Stepanov Yu.M. *Rol' funktsional'noy asimmetrii mozga v regulyatsii psikhofiziologicheskogo sostoyaniya cheloveka pri adaptatsii k usloviyam Kraynego Severa: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk* [The Role of Functional Brain Asymmetry in the Regulation of Human Psychophysiological State During Adaptation to the Conditions of the Far North: Cand. Biol. Sci. Diss. Abs.]. Novosibirsk, 1988. 18 p.

62. Pavlov K.I., Kamenskaya V.G. Vozdeystvie ekologicheskikh faktorov na spektral'nye kharakteristiki dinamicheskoy funktsional'noy asimmetrii mozga cheloveka [The Influence of Ecological Factors on Spectral Characteristics of the Dynamic Encephalic Asymmetry]. *Psikhologiya obrazovaniya v polikul'turnom prostranstve*, 2014, no. 27. Available at: <http://www.elsu.ru/journal/issues/87/articles/1227> (accessed 24 May 2017).

63. Dern S., Vogt T., Abeln V., Strüder H.K., Schneider S. Psychophysiological Responses of Artificial Gravity Exposure to Humans. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 2014, vol. 114, no. 10, pp. 2061–2071.

64. Arshavskiy V.V., Gel'fgat E.A., Rotenberg B.C., Solovenchuk L.L. Mezhpolusharnaya asimmetriya kak faktor adaptatsii cheloveka v usloviyakh Severa [Interhemispheric Asymmetry as a Factor of Human Adaptation in the Conditions of the North]. *Fiziologiya cheloveka*, 1989, vol. 15, no. 5, pp. 142–146.

Irina S. Deputat, Irina N. Deryabina*, Aleksandra N. Nekhoroshkova*, Anatoliy V. Griбанov**

*Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov (Arkhangelsk, Russian Federation)

EFFECT OF CLIMATIC AND ECOLOGICAL CONDITIONS OF THE NORTH ON AGEING PROCESSES

The article presents a review of current scientific approaches to human ageing in the North. Ageing is a burning issue both in Russia and the rest of the world. To preserve body functions in older adults living in harsh climate is becoming increasingly important. The number of research on ecological physiology and polar medicine has been growing continually. However, we need to systematize the available scientific data and develop clear theoretical and practical solutions to the problems of human life in the North. The paper dwells on the ecological factors adversely affecting human health in the North and contributing to the development of polar stress syndrome. Further, it presents the results of the research into certain mechanisms accelerating ageing processes in the North due to disturbance of neuroendocrine regulation. In addition, it describes the research on the link between premature ageing and accelerated development of cardiovascular diseases, as well as on the shift of growing morbidity and mortality rates in non-native inhabitants of the North to the young and middle working age, etc. Special attention is paid to the influence of psycho-emotional stress on northerners during ageing. Further, the article presents data on the link between the efficiency of adaptation to adverse climatic and ecological factors of high latitudes and functional brain asymmetry. Moreover, the importance of research into the mechanisms of human adaptation and maladjustment in the North is highlighted here, as it reflects peculiarities of the formation of pathological conditions, thus helping to prevent them in the elderly and old age.

Keywords: *climatic and ecological conditions of the North, older adults, ageing, polar stress syndrome, northern stress, brain asymmetry, brain energy state.*

Поступила 11.04.2017

Received 11 April 2017

Corresponding author: Irina Deputat, *address:* proezd Badigina 3, Arkhangelsk, 163045, Russian Federation; *e-mail:* i.deputat@narfu.ru

For citation: Deputat I.S., Deryabina I.N., Nekhoroshkova A.N., Griбанov A.V. Effect of Climatic and Ecological Conditions of the North on Ageing Processes. *Journal of Medical and Biological Research*, 2017, vol. 5, no. 3, pp. 5–17. DOI: 10.17238/issn2542-1298.2017.5.3.5