

# **БИОЛОГИЧЕСКИЙ ВОЗРАСТ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ РАБОЧИХ ГОРНОРУДНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Ким Л.Б., Путятин А.Н., Кожин П.М.

*Федеральное государственное бюджетное учреждение «Научный центр клинической и экспериментальной медицины» СО РАМН*

*(ФГБУ «НЦКЭМ» СО РАМН), Новосибирск, Россия*

[lenkim@centercem.ru](mailto:lenkim@centercem.ru)

Известно, что жизнедеятельность человека в условиях арктической зоны Российской Федерации (АЗ РФ) сопряжена с влиянием комплекса суровых климато-географических факторов. Среди них постоянными являются низкая температура и специфический фотопериодизм (смена полярного дня и полярной ночи).

Адаптивные перестройки в организме северян происходят на фоне возрастных изменений, и сложно априорно представить, как они соотносятся между собой в каждый отдельный возрастной период. Процесс старения сопровождается многими функциональными сдвигами в органах и системах, по мере накопления которых и снижения компенсаторных возможностей организма, формируются структурные (морфологические) изменения и нарушения всех видов обмена. Экстремальные природно-климатические условия Арктики, в свою очередь, вызывают дополнительное напряжение функциональных систем организма, обеспечивающих развитие адаптивных механизмов. В разные периоды онтогенеза интенсивность возрастных изменений и адаптивных процессов может сильно варьировать, или одни могут преобладать над другими. Поэтому лица одного календарного (хронологического, паспортного) возраста могут сильно отличаться друг от друга, как по фенотипическим признакам, так и по функциональным возможностям, работоспособности, жизнедеятельности, восприимчивости к инфекциям и болезням.

Для оценки общего состояния здоровья, экологического благополучия, адаптации к экстремальным воздействиям, скорости и степени старения человека используется системный показатель «биологический возраст» [1, 2, 3].

При физиологическом типе старения биологический возраст должен совпадать с календарным возрастом [1, 2]. При патологическом типе старения биологический возраст может отставать от календарного (замедленное старение) либо опережать его (ускоренное старение, преждевременное старение).

В зарубежной литературе возрастную динамику состояния здоровья людей связывают с количеством возникающих проблем со здоровьем, которые накапливаются в течение жизни. Попытка количественного измерения их привела к введению понятия кумулятивный индекс – индекс слабости [4, 5]. По мнению авторов, индекс слабости можно рассматривать как системную меру процесса старения, который обладает большей прогностической ценностью относительного хронологического возраста, а также отражает способность адаптации человека при взаимодействии с окружающей средой. В ходе представительного канадского опроса было показано, что индекс слабости является чувствительным предиктором выживаемости [6], он увеличивается экспоненциально с возрастом [7], появлением и выраженностью когнитивных нарушений [8]. Есть предположение, что индекс слабости представляет собой биологический возраст человека [9], а происхождение накопления недостаточности здоровья кроется в неадекватном взаимодействии организма с окружающей средой и способностью его к восстановлению после такого воздействия [10].

Как отечественные, так и зарубежные авторы понятие «биологический возраст» непременно связывают с влиянием окружающей среды и способностью организма отвечать адаптивными реакциями в ответ на действие. Результаты исследований

жителей Азиатского Севера продемонстрировали снижение резервных возможностей системы дыхания [11], кислородотранспортной функции крови [12], особенно у молодых людей с увеличением северного стажа, что позволяет предполагать увеличение биологического возраста. Есть данные, что у 47 % 7-летних мальчиков, проживающих в приполярном городе Европейского Севера, биологический возраст по ростовому критерию соответствовал календарному, у 44 % - опережал, у 7,8 % - отставал от календарного [13]. При этом у каждого третьего ребенка с опережением биологического возраста отмечалось дисгармоничное развитие, для которого характерно частое нарушение в состоянии здоровья.

Однако определение биологического возраста у юношей, жителей этого же города на Европейском Севере, не выявило различий между календарным возрастом и должным биологическим возрастом [14]. Имеются единичные данные о биологическом возрасте лиц рабочих специальностей. При обследовании мужчин, занятых в газодобывающей отрасли, выявлено ускоренное старение, в развитии которого первостепенное значение принадлежало производственному фактору, в меньшей степени - наследственному и вредным привычкам [15]. При этом средовой компонент нивелировал роль эндогенных факторов.

У шахтеров Кузбасса со стажем работы 14 лет показатели темпа старения и биологического возраста были тесно связаны как с условиями труда, так и с состоянием их здоровья [16]. Этот факт позволил авторам предложить их для использования в качестве дополнительных критериев оценки условий труда и интегральных показателей состояния здоровья.

Разноречивость имеющихся результатов исследования, по-видимому, обусловлена с использованием разных подходов в оценке биологического возраста.

Своевременная диагностика преждевременного старения, оценка степени старения и уровня жизнеспособности организма жителей в арктических регионах является одной из актуальных задач современной медицины. С ее решением связано развитие профилактического направления полярной медицины, которое должно привести к улучшению качества жизни населения АЗ РФ, что соответствует одному из пунктов ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ «СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ НА ПЕРИОД ДО 2020 ГОДА» (N 366, 21 апреля 2014 г.).

Тем не менее, вопрос о феномене преждевременного старения и уровне качества жизни жителей арктических регионов остается открытым, что и определило цель настоящего исследования.

**Цель исследования** заключается в изучении состояния здоровья рабочих горнорудной промышленности в арктической зоне РФ, основанного на результатах определения биологического возраста и качества их жизни.

**Материал и методы.** Исследование выполнено в ноябре-декабре 2014 г. в Мурманской области (67° с.ш.) с соблюдением этических стандартов с использованием информированного согласия обследованных лиц на участие в исследовании. Время исследования совпало с установлением периода полярной ночи. Все испытуемые мужчины (86 человек, календарный возраст (КВ) = 44,4±1,4 года, северный стаж = 20,4±1,4 года, рабочий стаж = 24,5±1,5 года), жители рабочего поселка, занятые в горнорудной промышленности. Проводили анкетирование, физикальное обследование, забор биологического материала. В анкету были включены стандартные сведения, отражающие социальные, профессиональные характеристики горняков, а также биологические показатели, необходимые для определения биологического возраста. При выполнении данного Проекта использовали два метода определения биологического возраста (БВ). Один из них включал физиологические показатели [17], другой - антропометрические [18]. В

связи, с чем оценивали артериальное давление, число сердечных сокращений, измеряли рост и массу тела, окружность талии, бедер и запястья, проводили функциональные пробы - задержку на вдохе, статическую балансировку. Кроме того, анкета содержала вопросы, отражающие субъективную оценку здоровья - самооценку здоровья (СОЗ). Наличие тесных связей индекса СОЗ с рядом клинико-физиологических показателей определило выбор метода определения БВ по В.П. Войтенко [17], в котором показатель БВ сравнивается с величиной должного БВ (ДБВ), рассчитываемый по формуле с привлечением календарного возраста испытуемого. По мнению автора, величина ДБВ характеризует популяционный стандарт возрастного износа и может рассматриваться как популяционный стандарт старения.

Использование метода А.А. Горелкина и Б.Б. Пинхасова [18] обусловлено большой популярностью теории старения, связанной со старением соединительной ткани. Костно-суставная ткань, как разновидность соединительной ткани, очень чувствительна к воздействию экстремальных факторов внутренней и внешней среды, что приводит к перестройке метаболизма основных компонентов внеклеточного матрикса костной ткани и к ее ранним возрастным изменениям.

Общеизвестно, что формирование и развитие костной ткани завершается у большинства мужчин в период 21-25 лет. По мнению авторов, применение антропометрических показателей (рост и масса тела, окружность талии и бедер), изменяющихся с возрастом и патофизиологически связанных с метаболическими нарушениями, повышающими риск развития хронических заболеваний, снижающих продолжительность и качество жизни человека, повышают объективность и информативность результатов оценки биологического возраста. Известно, что замедленное созревание и старение костной ткани является одним из маркеров долгожителей [19].

Исследование качества жизни горняков проводили с использованием известного неспецифического опросника MOS-SF-36 (Medical Outcomes Study-Short Form) [20] в русскоязычной версии [21]. Несмотря на то, что концепция исследования качества жизни в медицине, предложенная МЗ РФ с 2001 года, объявлена приоритетной, в нашей стране оценка этой интегральной характеристики человека проводится недостаточно широко [22].

По определению ВОЗ (1996) «Качество жизни – это интегральная характеристика физического, психологического, эмоционального и социального функционирования здорового или больного человека, основанная на его субъективном восприятии». Определение качества жизни позволит получить информацию о доклинических изменениях в организме человека, поскольку методика охватывает психологические и социальные проблемы, приводящие к развитию психосоматических заболеваний, индуцированных стрессом. Необходимость его оценки у рабочих горнорудной промышленности обусловлена не только профессиональным, физическим психологическим, социальным функционированием, но и непереносимым влиянием специфических условий жизни и труда жителей в АЗ РФ, которые опосредуют все виды их функционирования в этом регионе. Поэтому результаты оценки человеком своего состояния являются ранними и значимыми показателями состояния его здоровья, которые остаются недоступными для врача до тех, пока он не обратится к нему с жалобами.

Согласно инструкции по обработке данных, полученных с помощью опросника MOS-SF-36, результаты опроса сгруппировали по 8 шкалам. Из них 4 (физическое функционирование, ролевое функционирование, обусловленное физическим состоянием, интенсивность боли, общее состояние здоровья) формируют физический компонент здоровья, остальные 4 (жизненная активность, социальное функционирование, ролевое функционирование, обусловленное эмоциональным

состоянием и психическое состояние) – психологический компонент здоровья. Анализ ответов на вопросы позволяет получить оценку субъективного ощущения качества жизни. Психологический компонент здоровья дополнили оценкой психологического возраста [23].

Наряду со сбором анкетных данных и заполнения опросника определяли биохимические показатели, отражающие липидный обмен, метаболизм основных компонентов внеклеточного матрикса, маркеры фиброобразования и старения органов. Для получения плазмы крови проводили забор крови из локтевой вены в вакуумные пробирки с соответствующим консервантом (ЭДТА или цитрат натрия). Плазму получали путем центрифугирования при 3000 об/мин с помощью центрифуги Sigma 2-16 (Германия). Для определения содержания метаболита мелатонина (6-сульфатоксимелатонин), маркера старения, собирали утреннюю порцию мочи. Использовали набор 6-sulfatoxymelatonin (aMT6s) ELISA (Buhlmann Laboratories AG, Швейцария). Методику выполняли в соответствии с инструкцией производителя для ИФА. Содержание фибронектина в плазме крови определяли с помощью набора Technozym® Fibronectin ELISA (Technoclone GmbH, Австрия). Оптическую плотность оценивали при 450 нм с использованием планшетного ридера Stat Fax-2100 Microplate Reader (Awareness Technology Inc.).

В зависимости от календарного возраста обследованные мужчины были распределены на 5 возрастных групп. 1 группу составили лица 19-29 лет ( $n=12$ , средний возраст –  $25,4\pm 0,8$  лет, полярный стаж –  $4,2\pm 0,7$  года), 2 – 30-39 лет ( $n=22$ , средний возраст  $34,4\pm 0,6$  лет, полярный стаж –  $10,3\pm 1,2$  года), 3 – 40-49 лет ( $n=20$ , средний возраст –  $43,8\pm 0,6$  лет, полярный стаж –  $21,0\pm 1,2$  год), 4 – 50-59 лет ( $n=17$ , средний возраст –  $55,4\pm 0,6$  лет, полярный стаж –  $30,2\pm 2,2$  года) и 5 – 60-69 лет ( $n=15$ , средний возраст –  $62,7\pm 0,7$  лет, полярный стаж –  $36,4\pm 1,5$  года).

Статистическую обработку материала проводили с использованием пакета прикладных программ Statistica v. 10. В случае ненормального распределения показателей применяли непараметрический критерий для сравнения двух групп – критерий Манна-Уитни, для нескольких групп – ANOVA по Краскелу-Уоллиса. При нормальном распределении – t-критерий Стьюдента или ANOVA, соответственно. Корреляционный анализ проводили по Спирмену (ненормальное распределение) или по Пирсону (нормальное распределение). Различия считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

**Результаты и обсуждение.** Определение БВ по методу Войтенко В.П. (1991) показало, что БВ в возрастных группах до 39 лет, 40-49 и 50-59 лет выше календарного, причем с увеличением КВ разница между БВ и ДБВ уменьшалась, а в группе 60-69 лет БВ стал меньше ДБВ. На основании сопоставления с результатами исследования тканевого метаболизма, полученных у мужчин Азиатского Севера [24], нельзя исключить, что такой характер изменения биологического возраста отражает возрастную динамику интенсивности обменных процессов в анализируемом отрезке онтогенеза.

Степень постарения обследованных мужчин определяли по разнице между БВ и ДБВ, и их отношению (индексу старения). Эти величины отражают, в какой мере степень постарения соответствует КВ обследованных лиц. Разница между БВ и ДБВ уменьшалась с увеличением КВ. Так, если в группе до 29 лет разница превышала 14 лет, в группе 30-39 лет – 10 лет, 40-49 лет – 4 года, то в группе 60-69 лет она оказалась ниже на 0,4 года. Индекс старения повторял динамику степени постарения. В первых трех возрастных группах он был выше 1, в группе 50-59 лет равен 1, в группе 60-69 лет – меньше 1.

Использованная методика позволяет оценить не только степень постарения, но и ранжировать ее по темпу старения (5 групп). У 10% горняков отмечено замедление старения (2 группа, темп старения =  $-8,9...-3,0$ ). Ими оказались представители

возрастных групп 50-59 (18 %) и 60-69 лет (40 %). У 20 % темп старения соответствовал норме (3 группа, темп старения =  $-2,9...+2,9$ ). Для этой группы характерно, что с увеличением календарного возраста учащается число мужчин, у которых календарный возраст совпадает с БВ. Число лиц с ускоренным темпом старения составляли большинство (70 %). Среди них с умеренным ускорением темпом старения было всего 19 % (группа 4, темп старения =  $+3,0...+6,9$ ), которые оказались представителями всех возрастных групп, в основном из группы до 39 лет, 40-49 лет и 50-59 лет. Группу с выраженным ускорением темпа старения (группа 5, темп старения =  $+7,0...+15$ ) составили 51 % горняков. Настораживает, что в этой группе 5 (темп старения =  $+7,0...+15$ ) больше всего оказалось представителей возрастной группы до 39 лет (79%) и далее по убыванию 40-49 лет (50%), 50-59 лет (13%) и 60-69 лет (13%). Таким образом, основную группу мужчин с умеренным ускорением темпа старения составили горняки в возрасте 40-49 и 50-59 лет, с выраженным ускорением темпа старения представители возрастных групп до 39 лет и 40-49 лет.

Аналогичные результаты, но в меньшей степени выраженные, были обнаружены у рабочих родственной профессии. У шахтеров Кузбасса (средний возраст =  $36,8\pm 0,44$  года) биологический возраст превышал ДБВ на 6 лет и более чем на 10 лет – календарный [16]. Большая степень постарения, измеренная по разнице между БВ и ДБВ (10 лет), между БВ и КВ (15 лет) у горняков этой же возрастной группы (30-39 лет) может быть связана с особыми условиями проживания и труда в арктическом регионе.

Также отмечена большая степень постарения по разнице между биологическим возрастом и КВ (23 года) у молодых горняков (19-29 лет) по сравнению с аналогичным показателем у юношей-студентов. Для студентов значимой оказалась связь биологического возраста с физической нагрузкой [25]. В частности, у юношей, занимающихся спортом, разница между биологическим возрастом и КВ составила 14 лет, в то время как у незанимающихся никакими видами спорта – 22 года. У студентов факультета физической культуры северного ВУЗа биологический возраст по методике В.П. Войтенко превышал календарный возраст, а степень постарения у них составила  $5,9\pm 1,2$  года [26], что соответствует умеренно ускоренному темпу старения.

Самооценка здоровья – СОЗ, показатель, предложенный В.П. Войтенко [17] для подсчета БВ, сам по себе информативен, поскольку отражает самочувствие человека. Индекс СОЗ в общей группе составил  $7,6\pm 0,55$  балла и зависел от возраста. С увеличением календарного возраста индекс СОЗ возрастал. Так в группе до 29 лет он составил  $4,17\pm 0,53$  балла, 30-39 лет – составил  $5,74\pm 0,75$  балла, 40-49 лет –  $7,22\pm 1,07$  балла. В возрастной группе 50-59 лет достигал уже  $10,5\pm 1,38$  балла и сохранялся на этом уровне у мужчин пожилого возраста (60-69 лет).

Есть данные, что у молодых мужчин, живущих в среднеширотной полосе, индекс СОЗ имел связь с физической нагрузкой. Так, индекс СОЗ у юношей, студентов г. Харькова, занимающихся в спортивной секции по баскетболу, не превысил 3 балла и оказался ниже (4,3 балла) аналогичного показателя студентов, не занимающихся спортом [25]. Таким образом, у молодых горняков он был выше величины, полученной в группе студентов-спортсменов. Из анкетных данных горняков следует, что все представители группы до 29 лет были заняты физическим трудом. По-видимому, на индекс СОЗ влияет не только характер физической нагрузки, ее продолжительность, но и субъективное отношение обследованных горняков к нагрузке.

Патологический индекс, тесно связанный с индексом СОЗ, также продемонстрировал возрастные особенности. Величина патологического индекса в общей группе составила  $1,60\pm 0,98$  балла. С увеличением календарного возраста патологический

индекс возрос более чем в 8 раз. У молодых мужчин он был ниже 1, составив в возрастной группе 19-29 лет  $0,33 \pm 0,05$  балла, в группе 30-39 лет –  $0,9 \pm 0,09$  балла, соответственно. В группе 40-49 лет патологический индекс увеличился до  $1,5 \pm 0,12$  балла, в группе 50-59 лет – до  $2,4 \pm 0,14$  и в группе мужчин пожилого возраста он оказался максимально высоким ( $2,8 \pm 0,14$  балла).

Таким образом, изучение биологического возраста по методу В.П. Войтенко [17] у горняков, живущих и работающих в условиях АЗ РФ, позволяет говорить о феномене преждевременного старения и различной скорости старения. Основную группу мужчин с умеренным ускорением темпа старения составили горняки в возрасте 40-49 и 50-59 лет, с выраженным ускорением темпа старения представители возрастных групп до 39 лет и 40-49 лет. Можно полагать, что выраженное ускорение темпа старения у 30-летних и 40-летних мужчин сменяется умеренным ускорением темпа старения у 40-летних и 50-летних рабочих по мере развития адаптивного потенциала с увеличением северного стажа.

Наряду с этим индекс СОЗ и патологический индекс увеличивались с ростом КВ.

Известно, что индекс СОЗ положительно коррелирует с количеством диагностированных заболеваний ( $r=0,63$ ,  $p<0,01$ ), результатами аудиометрии ( $r=0,58$ ,  $p<0,01$ ), содержанием сахара в крови ( $r=0,31$ ,  $p<0,01$ ), массой тела ( $r=0,42$ ,  $p<0,01$ ) и величиной систолического ( $r=0,41$ ,  $p<0,01$ ) и диастолического артериального давления ( $r=0,27$ ,  $p<0,01$ ) [17]. При этом он обратно коррелирует с величиной жизненной емкости легких ( $r= -0,47$ ,  $p<0,01$ ), степенью аккомодации хрусталика ( $r= -0,48$ ,  $p<0,01$ ), выраженностью патологических изменений высшей нервной деятельности и возрастными изменениями корковых функций, свойственные лицам пожилого и старческого возраста. По-видимому, смена темпов старения приводит к нарушению всех видов обмена, которые нарастают с увеличением КВ и создают благоприятные условия для развития возраст-зависимых заболеваний (артериальная гипертония, атеросклероз, ишемическая болезнь сердца, сахарный диабет и другие).

Определение БВ по методу, предложенному А.А. Горелкиным и Б.Б. Пинхасовым [18] не выявило в общей группе разницы между биологическим возрастом и КВ. Однако при сравнении показателя между возрастными группами различия были выявлены. При этом разница оказалась менее выраженной по сравнению с разницей, полученной по методике В.П. Войтенко [17]. В группе 19-29 лет она составила  $0,43 \pm 0,26$  года, в группе 30-39 лет –  $2,06 \pm 0,53$  года, 40-49 лет –  $1,21 \pm 0,95$  года. В двух других возрастных группах (50-59 лет и 60-69 лет) разница оказалась обратной, когда БВ стал меньше КВ ( $-3,26 \pm 1,32$  года и  $-6,36 \pm 3,6$  лет, соответственно).

Вычисленный коэффициент скорости старения показал, что у 10 % обследованных горняков обнаружена скорость старения, соответствующая норме (коэффициент скорости старения от 0,95 до 1,05), у 41 % – замедление старения (коэффициент скорости старения менее 0,95) и у 49 % – ускорение старения (коэффициент скорости старения более 1,05). Случаи замедленного старения учащались с увеличением КВ (18 % в группе до 39 лет и 80 % в группе 60-69 лет). Случаи ускоренного старения имели обратную зависимость с календарным возрастом (68 % в группе до 39 лет и 13 % в группе 60-69 лет).

Уменьшение числа лиц с ускоренным старением с увеличением КВ можно рассматривать как отражение отбора, когда заболевшие переходят на другую, приемлемую для их состояния, работу.

С помощью данной методики у 70 % у работников газодобывающего предприятия, имеющих длительный контакт с вредными для здоровья факторами, и у 44 % рабочих, строителей без такового воздействия обнаружено преждевременное старение [15]. Темп старения среди газодобывателей (средний возраст 43,6 года) составил более 4,9 лет.

Эти данные перекликаются с результатами, полученными при обследовании мужчин, работающих по вахтовому методу на газодобывающем предприятии в арктическом

регионе. Оказалось, что у 71% вахтовиков имелись различные нарушения обменных процессов [27]. Являясь предпосылкой для преждевременного старения организма и развития заболеваний, эти нарушения необходимо своевременно выявлять и корректировать с учетом характера отклонений.

Таким образом, методика с использованием антропометрических показателей продемонстрировала такую же направленность, как и в случае применения физиологических параметров. С увеличением календарного возраста постепенно уменьшалось число лиц с ускоренным старением.

Однако анализ темпа старения выявил различия в диагностической значимости методик. В частности, по методике А.А. Горелкина и Б.Б. Пинхасова [18] почти в 2 раза меньше оказалось горняков с темпом старения, соответствующему физиологическому уровню (10 % против 20 %, полученной по методике В.П. Войтенко (1991)). При этом выявлено в 4 раза больше горняков с замедлением старения (41 % против 10 %) и в 1,4 раза реже встречались лица с ускорением старения (49 % против 70 %). Другое различие, полученное по методике А.А. Горелкина и Б.Б. Пинхасова [18], заключалось в меньшей разнице между биологическим и календарным возрастами в трех возрастных группах 19-29 лет, 30-39 лет и 40-49 лет, чем разница, полученная в этих группах по методике В.П. Войтенко [17].

Биологический возраст человека, как критерий старения, зависит от многих факторов, часть которых могут улучшать этот показатель, а другие – наоборот. К первым относятся умеренная физическая нагрузка, здоровый образ жизни, способствующие повышению адаптационного потенциала человека. Гораздо шире диапазон факторов, ускоряющих старение и увеличение биологического возраста. Гиподинамия, избыточная масса тела и ожирение, курение, злоупотребление алкоголем, высокий уровень психоэмоционального напряжения, неблагоприятные условия труда, суровые климатические условия являются факторами риска увеличения БВ. Все указанные положительные и негативные факторы формируют физическое, социальное, психологическое и духовное благополучие человека, которые являются составляющими понятия «качество жизни».

Исследование качества жизни горняков, живущих и работающих в арктическом регионе, проведенное с использованием MOS-SF-36, продемонстрировало возрастную динамику показателей по всем шкалам. Максимальные значения показателя по шкалам физического и психологического компонента здоровья отмечались у молодых в группе 19-29 лет, с увеличением календарного возраста они постепенно снижались и достигали минимальных значений в группе 60-69 лет. Наиболее выраженным возрастным изменением показателей качества жизни у горняков относительно группы 19-29 лет оказалось снижение по шкале общее состояние здоровья, которое составило 30,8%. Существенным оказалось также снижение показателя по шкале интенсивность боли (20,4%). Отмечено умеренное снижение показателей по шкалам физическое функционирование (14,9%), ролевое функционирование, обусловленное эмоциональным состоянием (11,3) и ролевое функционирование, обусловленное физическим состоянием (10,1%). Несмотря на значительное снижение показателя по шкале общее состояние здоровья, заметного снижения показателей по шкалам жизненная активность, социальное функционирование и психическое здоровье не наблюдалось, оно не превысило 9%. Психологический возраст мало зависел от календарного возраста.

Наряду с общей возрастной закономерностью изменения качества жизни наблюдались и отдельные особенности. Так в группе 40-49 лет снижение по шкале ролевое функционирование, обусловленное физическим состоянием, было более значимым (12%), в группе 50-59 лет по шкале интенсивность боли снижение достигло 23,8%, по шкале ролевое функционирование, обусловленное эмоциональным состоянием –

20,7% относительно значений группы 19-29 лет.

Сравнение показателей качества жизни обследованных горняков с аналогичными показателями, полученными у мужского населения в Канаде с помощью опросника SF-36 [28], оказалось не в пользу рабочих горнорудной промышленности. У них были ниже показатели по шкале общее состояние здоровья (на 15 %) и социальное функционирование (на 8,6 %). Горняки уступали по качеству жизни также норвежцам: по шкале общее состояние здоровья на 12 % [29], но имели большие значения по шкале жизненная активность (на 14,2%).

Таким образом, обследованные нами горняки отмечали снижение общего состояния здоровья и незначительное снижение физической активности, по всей видимости, обусловленные болевым синдромом. Тем не менее, они пытались сохранить жизненную активность, ощущали себя сильными и энергичными, социально активными членами рабочего коллектива. Отдельно следует обратить внимание на представителей возрастной группы 50-59 лет, которых целесообразно отнести к группе риска, которая нуждается в дополнительном обследовании для выявления причины боли и снижения эмоционального статуса.

Результаты корреляционного анализа по Спирмену. Биологический возраст, оцененный с помощью антропометрических показателей, сильно коррелировал с КВ ( $r=0,89$ ,  $p<0,01$ ), северным стажем ( $r=0,82$ ,  $p<0,01$ ), патологическим индексом ( $r=0,83$ ,  $p<0,01$ ), должным БВ ( $r=0,87$ ,  $p<0,01$ ). Установлена средней силы связь БВ с избыточной массой тела ( $r=0,48$ ,  $p<0,01$ ), индексом СОЗ ( $r=0,49$ ,  $p<0,01$ ). Обратная связь БВ с коэффициентом скорости старения ( $r= -0,34$ ,  $p<0,05$ ), степенью старения ( $r= -0,55$ ,  $p<0,01$ ), индексом старения ( $r= -0,65$ ,  $p<0,01$ ).

Биологический возраст, оцененный с помощью физиологических параметров, в целом имел ту же направленность, но интенсивность связи была иной. Он сильно коррелировал с патологическим индексом ( $r=0,74$ ,  $p<0,01$ ) и индексом СОЗ ( $r=0,74$ ,  $p<0,01$ ). Установлена также положительная связь с КВ, но она была уже средней силы ( $r=0,59$ ,  $p<0,01$ ). Средней силой оказалась также связь БВ с северным стажем ( $r=0,53$ ,  $p<0,01$ ), должным БВ ( $r=0,59$ ,  $p<0,01$ ). Выявлена обратная связь средней силы с коэффициентом скорости старения ( $r= -0,26$ ,  $p<0,05$ ), психологическим возрастом ( $r= -0,31$ ,  $p<0,01$ ).

Отмечена корреляционная связь биологического возраста с содержанием 6-сульфатоксимелатонина, метаболита мелатонина, в моче ( $r= -0,43$ ,  $p<0,01$ ) и фибронектина в сыворотке крови ( $r=0,52$ ,  $p<0,01$ ). Наличие связи с уровнем метаболита мелатонина позволяет говорить о влиянии десинхронии на составляющие биологического возраста. Это предположение подкрепляется результатами других исследований [30, 31, 32], в которых показана связь нарушения продукции мелатонина со старением и обменными расстройствами. В арктических регионах десинхронии сопутствовали инсулинорезистентность, гипертриглицеридемия, признанные как значимые факторы риска развития сердечно-сосудистых заболеваний [31].

**Заключение.** Определение биологического возраста у рабочих горнорудной промышленности в арктическом регионе РФ выявило феномен преждевременного старения организма, который является основой для раннего развития возраст-зависимых социально значимых заболеваний.

Определение биологического возраста с использованием физиологических показателей позволило выявить лиц с умеренным или выраженным ускорением темпа старения. Методика определения биологического возраста, включающая антропометрические показатели и отражающая старение костно-мышечной системы, выявила более высокий процент замедления старения по сравнению с методикой, включающей физиологические показатели. По всей вероятности, это различие обусловлено лабильностью функциональных систем и включением различных

механизмов компенсации в разные возрастные периоды.

Оценка качества жизни продемонстрировала возрастную динамику по всем шкалам опросника. Но наиболее выраженным оказалось снижение по шкале общее состояние здоровья, значимым - по шкале интенсивность боли, умеренным - по шкалам физическое функционирование, ролевое функционирование, обусловленное эмоциональным состоянием и ролевое функционирование, обусловленное физическим состоянием. Снижение физической активности, по всей видимости, обусловлено болевым синдромом, который максимально проявился у мужчин возрастной группы 50-59 лет.

Увеличение патологического индекса и индекса самооценки здоровья по мере роста календарного возраста, наличие положительной корреляции биологического возраста с полярным стажем являются дополнительным свидетельством кумуляции недостаточности здоровья (по терминологии зарубежных авторов) и ускоренного темпа старения, обусловленных воздействием факторов окружающей среды. Преждевременное старение можно рассматривать как биосоциальную плату за адаптацию к суровым природно-климатическим условиям арктической зоны РФ.

Результаты обследования горняков свидетельствуют о необходимости разработки научно-обоснованных предложений для предупреждения преждевременного старения и развития возраст-зависимых социально значимых заболеваний у рабочих в арктическом регионе РФ.

### Литература

1. А.Н. Плакуев, М.Ю. Юрьева, Ю.Ю. Юрьев. *Экология человека*, 2011, **4**, 17-25.
2. Н.М. Позднякова, К.И. Прощаев, А.Н. Ильницкий и др. *Фундаментальные исследования*, 2011, **2**, 17-22.
3. В.Н. Крутько, В.И. Донцов, О.В. Захарьяшева и др. *Авиакосмическая и экологическая медицина*, 2014, **48**, 12-19.
4. A. Kulminski, A. Yashin, S. Ukraintseva et al. *Mech. Ageing Dev*, 2006, **127**, 840-848.
5. A.M. Kulminski, S.V. Ukraintseva, I.V. Akushevich et al. *J. Am. Geriatr. Soc*, 2007, **55**, 935-940.
6. A.V. Mitnitski, J.E. Graham, A.J. Mogilner et al. *BMC Geriatr*, 2002, **2**, 1.
7. K. Rockwood, A.J. Mogilner, A. Mitnitski. *Mech. Ageing Dev*, 2004, **125**, 517-519.
8. A.V. Mitnitski, A.J. Mogilner, K. Rockwood. *ScientificWorld Journal*, 2001, **8**, 323-326.
9. A. Mitnitski, K. Rockwood. *Interdiscip. Top. Gerontol*, 2015, **40**, 85-98.
10. A. Mitnitski, X. Song, K. Rockwood. *Biogerontology*, 2013, **14**, 709-717.
11. Л.Б. Ким. *Бюллетень СО РАМН*, 2010, **30**, 18-23.
12. Л.Б. Ким. *Арктика и Север*, 2014, **17**, 150-162.
13. А.П. Репина. *Вестник Северного (Арктического) федерального университета, Серия: Естественные науки*, 2009, **2**, 21-26.
14. А.Н. Плакуев, А.В. Хромова, Л.В. Катышева и др. *Экология человека*, 2006, **11**, 17-20.
15. А.Т. Абдрашитова, Т.Н. Панова, И.А. Белолопенко. *Астраханский медицинский журнал*, 2011, **6**, 56-58.
16. Л.Н. Шпагина, С.Н. Филимонов. *Фундаментальные исследования*, 2013, **7**, 666-669.
17. Войтенко В.П. *Здоровье здоровых. Введение в санологию*. К.: Здоровье, 1991, 246 с.
18. А.А. Горелкин, Б.Б. Пинхасов. Патент 2387374, *Бюллетень*, 2010, **12**.
19. О.М. Павловский. *Биологический возраст человека*. М.: Изд-во МГУ, 1987, 280 с.
20. J.E. Ware, K.K. Snow, M. Kosinski et al. *SF-36 Health Survey. Manual and Interpretation Guide*. Boston, Mass, 1993, 143 p.

21. А.А. Новик, Т.И. Ионова. Руководство по исследованию качества жизни в медицине. М.: ОЛМАПРЕСС, 2002, 314 с.
22. О.В. Евсина. *Личность в меняющемся мире: здоровье, адаптация, развитие*, 2013, **1**, 119-133.
23. С.С. Степанов. Законы психологии. СПб.: Питер, 2000, 154 с.
24. Л.Б. Ким. *Бюллетень СО РАМН*, 2002, **1**, 77-81.
25. Е.В. Церковная, А.Л. Нефедова, В.Н. Осипов, О.А. Миргород. *Физическое воспитание студентов*, 2011, **1**, 130-132.
26. Е.Р. Бойко Адаптация человека к экологическим и социальным условиям Севера. Сыктывкар, УрО РАН, 443 с.
27. Л.Б. Ким, А.Н. Путьгина, А.А. Розуменко и др. Материалы XVIII Всерос. науч.-практ. конф. «Многопрофильная больница: интеграция специальностей». – Ленинск-Кузнецкий, 2014, 223–224.
28. W.M. Hopman, T. Towheed, T. Anastassiades et al. *CMAJ*, 2000, **163**, 265–271.
29. I. Neramoen, E.S. Husebye, J. Svartberg et al. *European Journal of Endocrinology*, 2010, **163**, 453–459.
30. B. Jung-Hynes, T.L. Schmit, S.R. Reagan-Shaw et al. *J Pineal Res*, 2011, **50**, 140-149.
31. J. Arendt. *Chronobiol Int*. 2012, **29**, 379-394.
32. R. Hardeland. *Int J Mol Sci*, 2014, **15**, 18221-18252.

Исследование выполнено при поддержке Президиума РАН по программе фундаментальных исследований «Поисковые фундаментальные научные исследования в интересах развития Арктической зоны Российской Федерации» (2014 год).