

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco111891>

Возрастные особенности организма жителей Крайнего Севера на основе построения матриц функционального состояния

И.В. Аверьянова, Е.А. Луговая, С.И. Вдовенко, Ю.В. Барбарук

Научно-исследовательский центр «Арктика», Магадан, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Крайний Север России имеет ярко выраженные особенности природного и социального характера, негативно воздействующие на функциональное состояние организма человека.

Цель. Оценка медико-физиологических и социальных факторов, определяющих уровень функционального состояния организма жителей-северян различных возрастных групп.

Методы. В исследованиях приняли участие 156 юношей (от 17 до 21 года, средний возраст — $18,5 \pm 0,6$ года), 56 мужчин трудоспособного возраста (от 34 до 45 лет, средний возраст — $37,4 \pm 0,5$ года) и 45 мужчин пожилого возраста (от 60 до 77 лет, средний возраст — $65,9 \pm 1,1$ года) из числа европеоидов, проживающих на территории Магаданской области. Проводили оценку соматометрических характеристик организма, функции сердечно-сосудистой и дыхательной систем, инсулинорезистентности, биохимических показателей крови, концентрации витамина D, микро-элементного профиля, основного обмена, а также анализировали аспекты табакокурения и двигательной активности обследованных лиц.

Результаты. Вектор изменений в работе функциональных систем организма характеризуется возрастанием степени их напряжения с увеличением возраста. В ряду от юношей к мужчинам пожилого возраста повышается частота встречаемости лиц с артериальной гипертензией (в сумме по систолическому и диастолическому артериальному давлению с 49% в группе юношей до 108% в выборке мужчин пожилого возраста), с инсулинорезистентностью (с 13% в группе юношей до 50% в группе пожилых мужчин), с повышенной концентрацией глюкозы в крови (в ряду от юношей к лицам пожилого возраста — 29, 30, 43% соответственно), а также повышается коэффициент атерогенности (увеличение отклонения показателя с 9% до 55–60% в более старших возрастных группах). Для лиц более старшего возраста также установлено повышение индекса бронхообструкции (19% — для юношей, 71% — для мужчин и 74% — для лиц пожилого возраста) на фоне снижения основных показателей функции внешнего дыхания при сохранении стабильно высокого уровня потребления табачных изделий (40–59%).

Заключение. Полученные результаты позволили сформировать матрицы функционального состояния, наглядно демонстрирующие снижение функциональных резервов и возрастание степени напряжения в деятельности анализируемых систем в ряду от представителей юношеского периода онтогенеза до группы лиц пожилого возраста.

Ключевые слова: функциональное состояние; физиологические резервы; Крайний Север.

Как цитировать:

Аверьянова И.В., Луговая Е.А., Вдовенко С.И., Барбарук Ю.В. Возрастные особенности организма жителей Крайнего Севера на основе построения матриц функционального состояния // Экология человека. 2023. Т. 30, № 1. С. 41–53. DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco111891>

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco111891>

Far North residents' age-related peculiarities based on construction of functional state matrices

Inessa V. Averyanova, Elena A. Lugovaya, Sergei I. Vdovenko, Yuriy V. Barbaruk

Scientific Research Center "Arktika" (SRC "Arktika" FEB RAS), Magadan, Russian Federation

ABSTRACT

BACKGROUND: Living in Russia's Far North contributes to pronounced natural and social characteristics that exert an unfavorable influence on the human functional state.

AIM: This study assessed medical, physiological, and social factors determining the body functional state in northerners of different age groups.

METHODS: The research involved male residents of Magadan region, Caucasians by origin: 156 young men aged 17–21 (18.5 ± 0.6) years, 56 men of the working age of 34–45 (37.4 ± 0.5) years, and 45 elderly men aged 60–77 (65.9 ± 1.1) years. The participants' somatometric variables were measured. The functioning of cardiovascular and respiratory systems, insulin resistance, as well as the levels of blood biochemistry, vitamin D, trace element, and basal metabolism were assessed. The subjective tobacco smoking and motor activity rates were also analyzed.

RESULTS: We can conclude that the body systemic functioning is increasingly stressed out with age. The sampled people exhibited higher incidence of arterial hypertension, which was rated in total by subjective systolic and diastolic blood pressure, with the incidence growing with increasing age, from 49% in younger subjects to 108% in older men; more common insulin resistance, from 13% in the youth to 50% in the elderly; elevated blood glucose level which was ranging (29%, 30%, 43% with age, respectively); and deviation of the atherogenicity coefficient rising from 9% to 55%–60% with increasing age. We also observed the same dependence of bronchial obstruction variables on age: from 19% incidence among younger subjects to 71% and 74% in middle-aged and older men, respectively, with impaired respiratory functioning and consistently high levels (40%–59%) of reported tobacco consumption.

CONCLUSION: The developed matrices illustrate the worsening observed in subjective functional reserves and increasing intensity occurred in body systems of examinees as they grow from ontogenesis of the youth to the elderly.

Keywords: functional state; physiological reserves; Far North.

To cite this article:

Averyanova IV, Lugovaya EA, Vdovenko SI, Barbaruk YV. Far North residents' age-related peculiarities based on construction of functional state matrices. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2023;30(1):41–53. DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco111891>

Received: 14.10.2022

Accepted: 07.12.2022

Published online: 12.01.2023

ОБОСНОВАНИЕ

Крайний Север России имеет ярко выраженные особенности природного и социального характера, негативно влияющие на функциональное состояние организма человека [1]. При этом воздействие климатогеографических условий Севера на организм человека выступает в качестве разрешающего фактора, потенцирующего снижение его адаптивного потенциала и постепенное смещение баланса в ряду «здоровье–патология». Подтверждением данного обстоятельства служат стабильно более высокие показатели первичной и общей заболеваемости населения в регионах Крайнего Севера в течение многих лет по сравнению с общероссийскими показателями [2]. Совокупность экстремальных факторов предъявляет организму значительные требования, вынуждая его использовать физиологические функциональные резервы, дополнительные социальные, биологические и техногенные средства защиты от неблагоприятных факторов окружающей среды [3].

Всё вышесказанное и тот факт, что Магаданская область относится к субарктической климатической зоне и полностью соответствует современным научным представлениям о циркумполярных регионах [4] (средняя температура января находится в пределах $-26\text{ }^{\circ}\text{C}$, а средняя температура июля составляет $+13,4\text{ }^{\circ}\text{C}$), обуславливают целесообразность сравнительного анализа состояния физиологических систем, а также социальных детерминант мужчин — постоянных жителей региона, относящихся к молодому, трудоспособному и пожилому возрасту. Необходимо подчеркнуть, что аналогичных комплексных работ, направленных на изучение вклада приоритетных детерминант морфофизиологического, социально-гигиенического состояния, которые отражают актуальный профиль функционального здоровья жителей-северян, до настоящего времени не проводилось.

Цель данного исследования. Выявление медико-физиологических и социальных факторов, определяющих уровень функционального состояния организма жителей-северян различных возрастных групп.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследованиях, проводившихся в осенне-зимний период 2021 года (кроме исследования аспектов табакокурения), приняли участие 156 юношей (от 17 до 21 года, средний возраст — $18,5\pm 0,6$ года), 56 мужчин трудоспособного возраста (от 34 до 45 лет, средний возраст — $37,4\pm 0,5$ года) и 45 мужчин пожилого возраста (от 60 до 77 лет, средний возраст — $65,9\pm 1,1$ года) из числа европеоидов, проживающих на территории Магаданской области и обследуемых в рамках программы научного мониторинга психофизиологического состояния в условиях Северо-Востока России «Арктика. Человек. Адаптация» и «Арктика. Человек. Адаптация+», проводимого на базе

Научно-исследовательского центра «Арктика» Дальневосточного отделения Российской академии наук (Магадан, Россия). Условием включения в исследования являлось отсутствие хронических заболеваний в стадии обострения и жалоб на состояние здоровья.

У обследуемых определяли базовые соматометрические характеристики: длину (см) и массу (кг) тела, из которых рассчитывали индекс массы тела (ИМТ, $\text{кг}/\text{м}^2$) [5]. С помощью тонометра Nissei DS-1862 (Япония) измеряли показатели систолического (САД, мм рт.ст.) и диастолического (ДАД, мм рт.ст.) артериального давления, пульс (частоту сердечных сокращений в минуту).

Функцию внешнего дыхания (ФВД) мужчин оценивали классическим и хорошо зарекомендовавшим себя методом индексации объёмного давления и пневматического потока на медицинском спирографе «Диамант-С» («Диамант», Россия). Спирометрия является «золотым стандартом» в диагностике заболеваний бронхолёгочной системы различного характера, прежде всего — хронической обструктивной болезни лёгких [6]. Все базовые характеристики ФВД автоматически сравнивали с должными значениями, представляющими собой величины, рассчитанные для популяции жителей Центральной части России [7]. Анализировали следующие показатели: мгновенные объёмные скорости на участках 25, 50, 75% от форсированной жизненной ёмкости лёгких: МОС25%, МОС50%, МОС75% (л/с), среднюю объёмную скорость (СОС25–75%, л/с), а также индекс бронхообструкции (индекс Генслера, %).

У испытуемых забирали венозную кровь натощак вакуумной системой в лаборатории «Юнилаб» (Хабаровск, Россия). Концентрацию глюкозы измеряли с использованием гексокиназного метода на биохимическом анализаторе AU680 (Beckman Coulter, США). Инсулинорезистентность рассчитывали на основе предложенной в 1985 году D.R. Matthews и соавт. [8] формулы для расчёта индекса HOMA-IR: $[\text{Инсулин (мкМЕ/мл)} \times \text{Глюкоза (ммоль/л)}] / 22,5$.

Концентрацию общего холестерина (ОХС, ммоль/л), триглицеридов (ммоль/л), холестерина липопротеинов высокой плотности (ЛПВП, ммоль/л) и холестерина липопротеинов низкой плотности (ЛПНП, ммоль/л) определяли колориметрическим фотометрическим методом с использованием того же биохимического анализатора AU680. Для оценки атерогенного потенциала липидного профиля рассчитывали коэффициент атерогенности (КА) по следующей формуле: $\text{КА} = (\text{ОХС} - \text{ЛПВП}) / \text{ЛПВП}$ [9]. Дислипидемию определяли исходя из критериев Российских рекомендаций VII пересмотра 2020 года [10] и на основе доклада экспертов NCEP [11].

Исследование 25-ОН витамина D (25(OH)D) в сыворотке крови выполняли на автоматическом иммунохимическом анализаторе UniCel DxI 800 (Beckman Coulter, США) с использованием технологии ACCESS-ИФА. Для анализа полученных результатов применяли следующие пороговые значения в соответствии с критериями Клинических рекомендаций Российской ассоциации эндокринологов

по диагностике, лечению и профилактике дефицита витамина D у взрослых (2016) [12]: оптимальной концентрацией 25(OH)D в сыворотке крови (как лучшего показателя запасов витамина D в организме) считалась концентрация 30–100 нг/мл (75–250 нмоль/л), недостаточность определялась при уровне, варьирующем от 20 до 30 нг/мл (50–75 нмоль/л), дефицит — при концентрации менее 20 нг/мл (менее 50 нмоль/л).

Для микроэлементного анализа в качестве биообъекта использовали волосы с затылочной части головы. В волосах определяли содержание 25 химических элементов: Al (алюминий), As (мышьяк), B (бор), Be (бериллий), Ca (кальций), Cd (кадмий), Co (кобальт), Cr (хром), Cu (медь), Fe (железо), Hg (ртуть), I (йод), K (калий), Li (литий), Mg (магний), Mn (марганец), Na (натрий), Ni (никель), P (фосфор), Pb (свинец), Se (селен), Si (кремний), Sn (олово), V (ванадий), Zn (цинк) — с помощью атомно-эмиссионной спектроскопии и масс-спектрометрии с индуктивно связанной аргоновой плазмой на атомно-эмиссионном спектрометре Optima 2000 DV, масс-спектрометре ELAN 9000, квадрупольном масс-спектрометре с индуктивно связанной плазмой NexION 300D (PerkinElmer Inc., США).

Исследование аспектов табакокурения в Магаданской области проводили с ноября 2018 по май 2019 года методом массового опроса населения. Использовали глобальный стандартизированный опрос ВОЗ по исследованию табачной эпидемии (Global Adult Tobacco Survey, GATS) [13]. Опрос проводили анонимно в очной форме в учебных заведениях, трудовых коллективах, общественных организациях и поквартирно.

Особенности двигательной активности жителей Магаданской области изучали с помощью стандартизированного опросника IPAQ [14]. Методика делит респондентов по уровню физической активности на три группы. Высокий уровень физической активности достигается метаболическими затратами 1500 MET с условием наличия минимум 3 дней с интенсивной физической активностью или 7 дней в неделю с нагрузками любой интенсивности при достижении 3000 MET. Средний уровень физической активности предполагает достижение хотя бы 600 MET в неделю с любыми нагрузками. Низкий уровень физической активности включает в себя людей, которые не входят в две первые категории. Методикой были охвачены мужчины трудоспособного и пожилого возраста.

Исследование выполнено в соответствии с принципами Хельсинкской декларации (2013) [15]. Протокол одобрен комиссией по биоэтике Института биологических проблем Севера Дальневосточного отделения РАН (№ 001/019 от 29.03.2019 г.). До включения в исследование у всех участников получено письменное информированное согласие.

Статистическая обработка результатов проведена с применением пакета прикладных программ Statistica 7.0. Проверку на нормальность распределения измеренных переменных осуществляли на основе теста

Шапиро–Уилка. Результаты параметрических методов обработки представлены в виде среднего значения (M) и ошибки средней арифметической ($\pm m$). Все показатели отклонений измеряли в процентах от физиологической нормы или общепринятых референсных значений. Статистическую значимость различий значений определяли с помощью t-критерия Стьюдента. Критический уровень значимости p в работе принимали равным 0,05.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Особенности в показателях физического развития проявлялись увеличением массы тела ($84,0 \pm 0,7$ кг), окружности грудной клетки ($101,8 \pm 0,4$ см), а также ИМТ ($26,1 \pm 0,3$ кг/м²) в группе мужчин трудоспособного возраста относительно обследованных юношей, у которых средние величины массы тела составили $69,8 \pm 0,5$ кг, окружности грудной клетки — $92,5 \pm 0,8$ см, ИМТ — $21,8 \pm 0,1$ кг/м². В группе лиц пожилого возраста средняя масса тела составила $84,3 \pm 1,5$ кг, окружность грудной клетки — $106,0 \pm 0,9$ см, ИМТ — $25,9 \pm 0,8$ кг/м². Степень напряжения в деятельности сердечно-сосудистой системы оценивали по сумме частоты встречаемости лиц с высоким нормальным артериальным давлением (ВНАД) и артериальной гипертензией. Исходя из этого алгоритма степень напряжения в группе юношей составила 49% (по САД — 32%, по ДАД — 17%), а у мужчин данный показатель достигал 58% (по САД — 14%, по ДАД — 44%). В группе пожилых жителей Магадана степень напряжения составила 108% (по САД — 61%, по ДАД — 47%).

Отклонения по биохимическому профилю наблюдались во всех возрастных группах, при этом превышение нормативной границы для нормогликемии увеличилось в ряду от юношей к лицам пожилого возраста (29, 30, 43%). Аналогичная картина наблюдалась в отношении показателя инсулинорезистентности: здесь также была выражена отрицательная возрастная динамика (увеличение отклонения показателя с 13% у юношей до 50% у пожилых мужчин).

Статистически значимые различия проходимости крупных бронхов (МОС25%) наблюдались только в отношении юношей и мужчин трудоспособного возраста, в то время как для более мелких структур лёгких (МОС50%, МОС75%) подобная картина прослеживалась у всех возрастов, демонстрируя сильную отрицательную динамику, особенно выраженную для дистальных бронхиол (136, 76, 67%). Доля лиц с индексом Генслера ниже референса увеличивалась с возрастом (19% для юношей, 71% для мужчин и 74% для лиц пожилого возраста).

Энергометаболический профиль в ряду от юношей к мужчинам старшей возрастной группы не демонстрирует ни значимой динамики, ни какой-либо направленной тенденции изменения в возрастном аспекте. Следует, однако, отметить превышение нормативных значений базального метаболизма, установленного для возрастных

и весоростовых характеристик обследованных во всех трёх группах.

Полученные результаты показали, что уровень 25(OH)D в сыворотке крови обследуемых мужчин трудоспособного возраста варьировал от 30,7 до 91,4 нмоль/л, а средний уровень в исследуемой выборке составил $62,0 \pm 1,7$ нмоль/л. В соответствии с классификацией по критериям Эндокринного общества (2011) [16] и Европейской ассоциации эндокринологов [17], а также критериям Клинических рекомендаций Российской ассоциации эндокринологов по диагностике, лечению и профилактике дефицита витамина D у взрослых [12] оптимальный уровень витамина D в сыворотке крови мужчин трудоспособного возраста наблюдался у 24% обследуемых (при среднем значении в группе $82,9 \pm 1,3$ нмоль/л), а у 41% выявлена недостаточность витамина D со средним значением в группе $65,8 \pm 1,7$ нмоль/л. Для 35% мужчин данной группы характерен дефицит витамина D ($42,4 \pm 1,2$ нмоль/л). Средняя концентрация 25(OH)D у лиц пожилого возраста составила $63,6 \pm 2,8$ нмоль/л. При анализе концентрации 25(OH)D в сыворотке крови обследуемых мужчин пожилого возраста выявлено, что оптимальная концентрация характерна для 24% лиц со средней величиной в группе, равной $88,6 \pm 1,7$ нмоль/л. Недостаточность относительно концентрации витамина D со средним значением $65,6 \pm 1,9$ нмоль/л выявлена у 43% лиц пожилого возраста, у 33% отмечен дефицит витамина D со средним значением в выборке в $42,2 \pm 1,4$ нмоль/л.

В группе мужчин трудоспособного возраста дефицит витамина B₁₂ выявлен у 25% обследуемых, у 69% отмечена его низкая концентрация и только у 6% — оптимальная концентрация витамина B₁₂. В то же время среди мужчин пожилого возраста дефицит витамина B₁₂ зафиксирован у 12% выборки, недостаточность характерна для 63% обследуемых и у 25% отмечена оптимальная концентрация исследуемого витамина.

Элементный профиль юношей относительно сопоставим по набору отклоняющихся от нормы макро- и микроэлементов. В группе юношей суммарный дефицит составил 502 усл. ед. (%), избыток — 57 усл. ед. (%). Однако уже к 40 годам «северный» дефицит даже снижается за счёт трансформации: выявлен ранее не определяемый избыток фосфора у 28% обследуемых, у 10% — избыток лития и ртути, у 7% — избыток селена, тогда как у предыдущих групп этот элемент был в дефиците. Зато у третьей группы (пожилые мужчины) впервые выявлен дефицит ванадия — 47%, кремния — 43%. Таким образом, суммарный дефицит изученных элементов у мужчин трудоспособного возраста составил 494 усл. ед. (%), а избыток — 65 усл. ед. (%). При исследовании мужчин старше 60 лет установлен сильный дефицит хрома (51%), калия (32%), селена (24%), кремния (23%), магния (21%) и дефицит натрия (32%), мышьяка (22%), марганца (20%), т.е. примерно с трудоспособного возраста элементный статус продолжает претерпевать довольно сильные изменения

и флуктуации. Суммарный дефицит у лиц старше 65 лет составил 378 усл. ед. (%), а избыток — 261 усл. ед. (%).

Исследование потребления табака среди мужского населения региона показало увеличение доли регулярно употребляющих табак лиц мужского пола от юношеского возраста к трудоспособному: с 40,4 до 59,7%. Модальное количество потребляемых сигарет возрастает с 10 до 20 штук. В пожилом возрасте регулярно употребляют табачные изделия 40% мужчин.

Обследование мужского населения с применением стандартизированного опросника IPAQ выявило, что суточная неинтенсивная физическая нагрузка у более половины мужчин трудоспособного возраста в 50% случаев составляет не более 40 мин в день. До 40% мужчин трудоспособного возраста получают такую физическую нагрузку не более двух дней в неделю. При этом 75% мужчин трудоспособного возраста регулярно пользуются личным автотранспортом в повседневной жизни. В 59% случаев респонденты отмечают, что их двигательная активность возрастает в выходные дни по сравнению с будними днями. Средний показатель затрат метаболитических единиц у мужчин трудоспособного возраста составляет 1752 МЕТ/нед, что соответствует среднему уровню физической активности. Доля мужчин пожилого возраста, имеющих дневную продолжительность неинтенсивной физической нагрузки до 40 мин, составляет 24%. Доля лиц, имеющих такие нагрузки два дня в неделю и менее, — 14%. Большинство обследованных мужчин старшего возраста имеют ежедневные неинтенсивные физические нагрузки и более 5 дней в неделю передвигаются для удовольствия или по повседневным делам пешком. Средний уровень МЕТ/нед для этой выборки составил 5088 единиц, что можно отнести к высокому уровню физической активности. В выборке мужчин пожилого возраста только 57% пользуются личным автотранспортом, причём многие из них отмечают, что делают это редко.

ОБСУЖДЕНИЕ

Индекс массы тела в настоящее время является наиболее часто используемым инструментом скрининга ожирения [18]. Современные тенденции показывают, что к 2050 году 60% мужчин и 50% женщин во всем мире будут страдать ожирением [19]. Для оценки избытка или дефицита массы тела нами проведена дифференциация обследованных мужчин по величинам ИМТ, которая показала, что в исследуемой выборке отсутствуют лица, характеризующиеся дефицитом массы тела на фоне увеличения доли лиц с избыточной массой тела до 47%, чего не было отмечено в группе юношеского периода онтогенеза: для них дефицит массы тела зафиксирован в 10% случаев, а доля лиц с избыточной массой тела составила лишь 1%. Необходимо подчеркнуть, что частота встречаемости ожирения I степени выявлена у 1% обследуемых

из числа юношей, тогда как в группе мужчин она возрас- тала до 17%. Нормальная масса тела в группе юношей была свойственна 79% обследуемых, а в группе мужчин трудоспособного возраста — лишь 36% обследуемых. Общее содержание жира в группе лиц пожилого воз- раста составило 25,9%, что на значимую величину выше, чем в группах обследованных юношей и мужчин. По- лученные результаты отмечены на фоне более высоких величин ИМТ ($25,9 \pm 0,8$ кг/м²), при этом дифференци- ация обследуемой группы по величинам ИМТ показала, что избыточная масса тела наблюдается у 58%, ожире- ние I степени выявлено у 25% обследуемых, а нормаль- ная масса тела отмечена лишь у 17% мужчин пожилого возраста.

Уровень артериального давления относится к основ- ным индикаторам функционального состояния сердечно- сосудистой системы, при этом поддержание оптималь- ной величины артериального давления обеспечивается достаточно сложной морфофизиологической системой, включающей совокупность нейрогуморальных процес- сов и соматометрических структур, объединённых сетью взаимосвязей [20]. Степень напряжения в деятельности сердечно-сосудистой системы оценивалась по сумме частоты встречаемости лиц с ВНАД и артериальной ги- пертензией по САД и ДАД и составила в группе юношей 49% (по САД — 32%, по ДАД — 17%), в группе муж- чин трудоспособного возраста — 58% (по САД — 14%, по ДАД — 44%), в группе пожилых жителей изучаемо- го региона — 108% (по САД — 61%, по ДАД — 47%). При анализе динамики степени напряжения показате- лей сердечно-сосудистой системы отмечена интересная тенденция: в ряду от группы юношей к группе мужчин пожилого возраста отмечается снижение степени напря- жения по САД с одновременным нарастанием доли лиц с ВНАД и артериальной гипертензией по ДАД, что, по- видимому, связано с периферической вазоконстрикцией, формирующейся с увеличением возраста при прожива- нии в условиях Севера. Однако в группе лиц пожилого возраста авторы отметили увеличение доли лиц с ВНАД и артериальной гипертензией по САД и незначительное возрастание частоты встречаемости ВНАД и артериаль- ной гипертензии по ДАД, что, по-видимому, обусловлено медикаментозной антигипертензивной терапией у обсле- дуемых данной возрастной группы.

В целом анализ основных показателей физического развития выявил негативные тенденции в формировании соматометрического статуса современных мужчин-север- ян, что проявляется увеличением доли лиц с избыточ- ной массой тела и ожирением I степени и в свою очередь служит значительным риском развития неинфекционных заболеваний, а также риском развития сердечно-сосуди- стых заболеваний. Такие перестройки соматического ста- туса наблюдались на фоне возрастания степени напря- жения в деятельности сердечно-сосудистой системы, где сумма частоты встречаемости лиц с ВНАД и артериальной

гипертензией по САД и ДАД в группе лиц пожилого воз- раста составила 108%.

Анализ динамики степени напряжения, касающийся характеристик биохимического профиля, выявил следу- ющее: относительно показателей углеводного обмена по- казано, что в группе юношей превышение нормативного диапазона для нормогликемии (5,6 ммоль/л) зафиксиро- вано в 29% случаев, в группе мужчин трудоспособного возраста — в 30%, а в группе лиц пожилого возраста — в 43%. Состояние инсулинорезистентности оценивали с помощью метода оценки гомеостатической модели (НОМА-IR) с точкой отсечения, равной 2,7 усл. ед. [21]. Полученные данные показали, что в группе юношей пре- вышение референса по НОМА-IR характерно для 13% об- следуемых, тогда как уже у 46% мужчин трудоспособного возраста отмечены величины, превышающие норматив- ный порог, и у 50% лиц пожилого возраста обнаружены признаки инсулинорезистентности. Полученные иссле- дования показали, что для обследуемых как из числа юношей, так и мужчин трудоспособного и пожилого воз- раста характерен неблагоприятный уровень углеводного обмена, проявляющийся возрастанием доли лиц с по- казателями, отклоняющимися от нормогликемического порога, что можно рассматривать как тенденцию, ука- зывающую на развитие преддиабетического состояния уже в юношеском возрастном периоде с усугублением данной ситуации в более старших возрастных группах. Значимое увеличение доли лиц с индексом НОМА-IR, превышающим нормативный диапазон, в более старших возрастных группах свидетельствует о высоком проценте развития инсулинорезистентности, которая в свою оче- редь может служить ранним маркёром метаболических нарушений.

Дислипидемические сдвиги — это результат ком- плексного взаимодействия генетических факторов, факторов окружающей среды и образа жизни [22], что неразрывно связано со здоровьем сердечно-со- судистой системы. Именно поэтому холестерин ЛПНП и холестерин ЛПВП в настоящее время используются как достаточно информативные биомаркёры для оценки риска развития сердечно-сосудистых заболеваний [23]. Необходимо подчеркнуть, что ЛПНП и ЛПВП являются давно установленными стандартными факторами риска развития сердечно-сосудистых заболеваний и наруше- ния метаболического здоровья [24]. Проведённый анализ степени отклонений от нормативного диапазона основных характеристик липидограммы показал, что в группе юно- шей гиперхолестеринемия и повышение ЛПНП отмечено у 1 и 5% соответственно. Для группы обследованных мужчин трудоспособного возраста характерна более высокая частота встречаемости нарушений липидного профиля, проявляющаяся гиперхолестеринемией в 61% случаев и повышением ЛПНП уже в 80% случаев. В груп- пе лиц пожилого возраста у 70% обследуемых выявлены высокие показатели ОХС, для 70% характерны высокие

показатели ЛПНП, превышающие нормативный диапазон. Расчёт КА показал, что превышение нормативного порога для данного показателя более 3 усл. ед. характерно для 9% юношей; у 60% мужчин трудоспособного возраста и у 55% мужчин пожилого возраста выявлен высокий риск развития атеросклероза и риск развития сердечно-сосудистых заболеваний (исходя из превышения порогового значения для КА). Необходимо отметить, что в целом наши результаты соответствуют выводам Фрамингемского исследования, где установлено возрастание основных характеристик липидного профиля (ОХС, ЛПНП) в возрастном аспекте [25], что, по мнению авторов, обусловлено возрастозависимым нарушением регуляции обмена холестерина во всем организме [26]. Анализ липидограмм показал, что для мужчин трудоспособного и пожилого возраста, проживающих в условиях Севера, характерен более атерогенный профиль, чем у юношей того же региона проживания. Это проявляется увеличением концентрации ОХС, ЛПНП, триглицеридов на фоне повышения индексов, отражающих степень атерогенности липидного профиля. Полученные результаты можно рассматривать как достаточно тревожный фактор риска развития сердечно-сосудистых заболеваний и метаболического синдрома в более старших возрастных группах. Это в полной мере соответствует рекомендациям NCEP ATP III, которые указывают на то, что мужчины трудоспособного возраста имеют повышенный риск развития сердечно-сосудистых заболеваний и должны рассматриваться как группы для более агрессивной первичной профилактики, направленной на оптимизацию характеристик липидного обмена [11].

Функция внешнего дыхания заслуживает особого внимания, так как на фоне выраженных возрастных изменений она находится в состоянии дополнительного напряжения по причине своей функциональной лабильности и постоянного контакта с окружающей средой [27]. Возрастная динамика ФВД установлена для всех трёх групп обследованных. Следует отметить, что проходимость крупных бронхов (МОС25%) значимо различалась только у юношей и мужчин трудоспособного возраста, а в отношении более мелких структур лёгких (МОС50%, МОС75%) продемонстрирована сильная отрицательная динамика у обследуемых всех возрастов, особенно выраженная для дистальных бронхиол (последовательное снижение для них составило 136, 76, 67% соответственно). Следует также отметить, что индекс Генслера находился в границах нормативного диапазона лишь у юношей, значимо снижаясь у остальных обследуемых. При этом доля лиц, не входящих в данный диапазон, прогрессивно увеличивалась с возрастом (19% для юношей, 71% для трудоспособных мужчин и 74% для лиц пожилого возраста). О снижении с возрастом показателей ФВД говорится и в исследованиях других авторов [28, 29]. Необходимо подчеркнуть, что обнаруженное в ряду от юношей до мужчин пожилого возраста возрастное снижение

воздухоносности лёгочной ткани с одновременным повышением индекса Генслера может свидетельствовать о состоянии возможного истощения резервов лёгочной ткани на фоне увеличивающейся нагрузки на сердечно-сосудистый компонент кардиореспираторной системы, работающей со всё возрастающей нагрузкой, когда перфузия обеспечивается не задействованием резервных ацинусов лёгких, а ростом давления системного кровообращения.

Дефицит витамина D является проблемой общественного здравоохранения, поскольку носит пандемический характер [30, 31]. Показано, что уровень 25(OH)D в сыворотке крови обратно связан с риском абдоминального ожирения, артериальной гипертензией и аномальным гомеостазом глюкозы [32], а также риском развития резистентности к инсулину [33]. Необходимо отметить, что на сегодняшний день нет данных о статусе витамина D у населения Магаданской области. Настоящее исследование является первым на территории данного региона, направленным на оценку статуса витамина D у европеоидного населения различных возрастных групп, проживающего в условиях Крайнего Севера. Установлено, что оптимальное содержание витамина D в сыворотке крови у мужчин трудоспособного возраста наблюдалось лишь у 24% обследуемых, у 41% выявлена недостаточность витамина D, а для 35% был характерен дефицит данного витамина. В группе мужчин пожилого возраста оптимальное содержание характерно для 24%, недостаточность выявлена у 43% и у 33% отмечен дефицит витамина D.

Дефицит витамина V_{12} также является общемировой проблемой и наиболее часто встречается в группе лиц пожилого возраста [34]. Концентрация витамина V_{12} считается дефицитной и низкой, когда уровень его в сыворотке крови ниже 200 пг/мл (147 пмоль/л) и ниже 400 пг/мл (296 пмоль/л) соответственно [35]. По сравнению с предельно низкой концентрацией витамина V_{12} у лиц трудоспособного возраста в старшей возрастной группе она несколько повышается. Необходимо подчеркнуть, что недостаточную концентрацию витамина V_{12} связывают с большим количеством жировых отложений у здоровых взрослых, не страдающих ожирением [36], что в полной мере согласуется с нашими данными ввиду возрастания доли лиц с высокими значениями ИМТ в старших возрастных группах.

Микроэлементы играют важную роль в обменных процессах в организме, а также участвуют в регуляции обмена веществ, сосудистого тонуса, нервной деятельности, иммунного статуса и в функционировании всех органов и систем на клеточном уровне. При этом известно, что волосы служат определённым биомонитором, так как элементы постоянно откладываются в волосяном стержне по мере его роста и при этом снабжаются кровью [37]. Элементный состав волос (в отличие от крови или мочи) отражает длительное воздействие микроэлементов, так как волосы являются индикатором прошлых изменений метаболизма и воздействия окружающей среды [38]. Изменение макро- и микроэлементного профиля организма

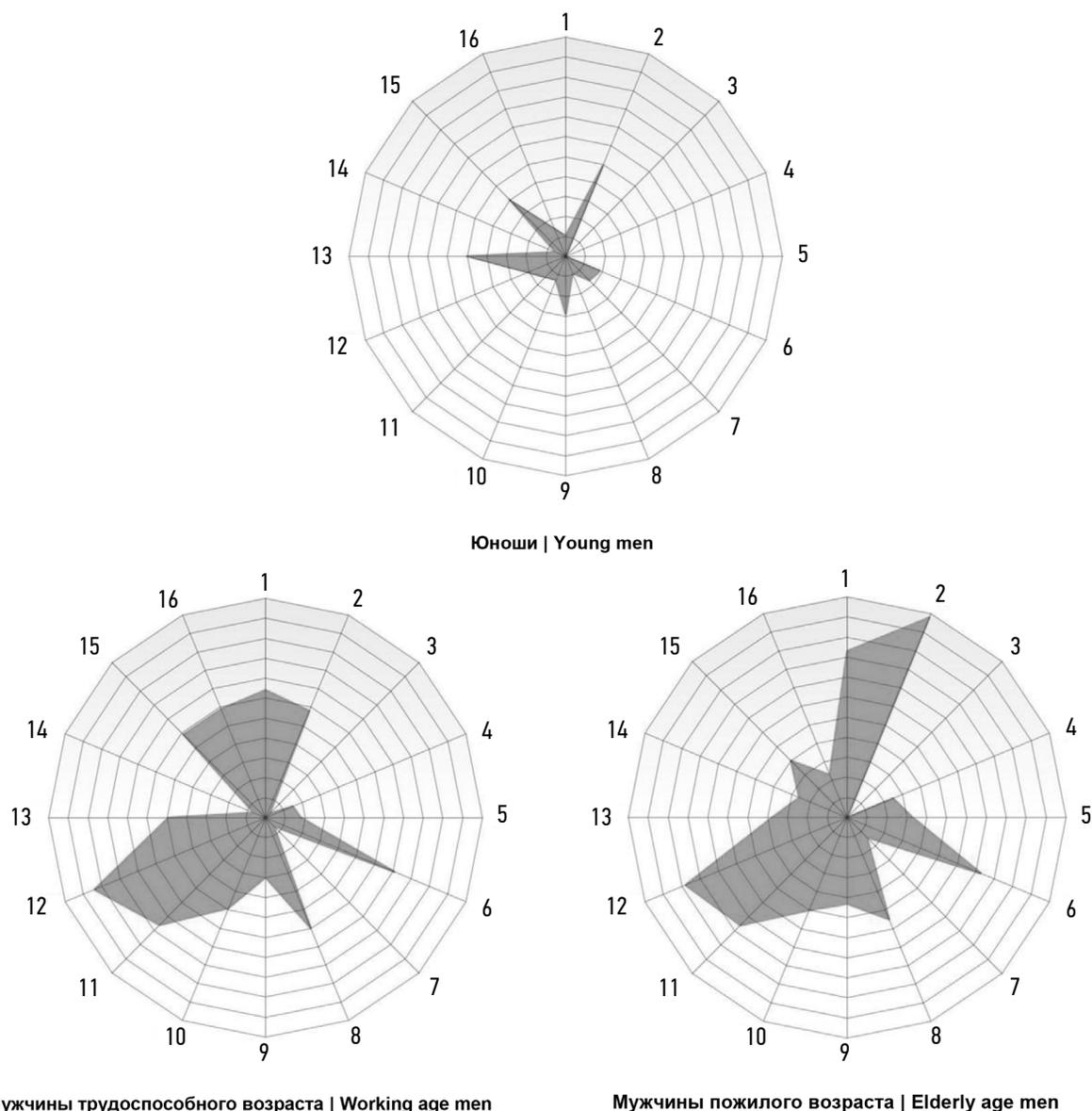


Рис. 1. Матрицы снижения функциональных резервов в онтогенетическом аспекте: 1 — доля лиц с индексом массы тела более 25 kg/m^2 ; 2 — доля лиц с высоким нормальным артериальным давлением и артериальной гипертензией в сумме по САД (мм рт.ст.) и ДАД (мм рт.ст.); 3 — среднее значение проходимости крупных бронхов ниже должной величины; 4 — среднее значение проходимости средних бронхов ниже должной величины; 5 — среднее значение проходимости мелких бронхов ниже должной величины; 6 — доля лиц с индексом Генслера ниже нормативного диапазона (85 усл. ед.); 7 — энерготраты в состоянии покоя в сутки (REE, ккал/день), превышающие должные величины; 8 — доля лиц с коэффициентом атерогенности липидного спектра, превышающим нормативный диапазон; 9 — доля лиц с уровнем глюкозы в крови выше $5,6 \text{ ммоль/л}$; 10 — доля лиц с HOMA-IR (индекс инсулинорезистентности) выше 2,7 усл. ед.; 11 — доля лиц с дефицитом и недостаточностью витамина D; 12 — доля лиц с дефицитом и недостаточностью витамина B_{12} ; 13 — суммарный процент дефицитных проявлений микроэлементного профиля /10; 14 — суммарный процент избыточных проявлений микроэлементного профиля /10; 15 — доля лиц с пристрастием к табакокурению; 16 — доля лиц со сниженной двигательной активностью и гиподинамией. Размерность осей — от 0 до 110%.

Fig. 1. Matrices for the decline of functional reserves in the ontogenetic aspect: 1 — proportion of persons with body mass index more than 25 kg/m^2 ; 2 — proportion of persons with high normal blood pressure and arterial hypertension in total by BP_S (mmHg) and BP_D (mmHg); 3 — mean variable of patency of large bronchi below the proper value; 4 — mean variable of patency of medium bronchi below the proper value; 5 — mean variable of patency of small bronchi below the proper value; 6 — proportion of persons with the Gensler Index below the standard range (85 conv. units); 7 — resting energy expenditure per day (REE, kcal per day) above the proper value; 8 — proportion of persons with the coefficient of atherogenicity of the lipid spectrum above the standard range; 9 — proportion of persons with the blood glucose level above 5.6 mmol/L ; 10 — proportion of persons with HOMA-IR (insulin resistance index) above 2.7 conv. units; 11 — proportion of persons with vitamin D deficit and insufficiency; 12 — proportion of persons with vitamin B_{12} deficit and insufficiency; 13 — total percentage of the deficit trace element incidence /10; 14 — total percentage of the excess trace element incidence /10; 15 — proportion of persons with an addiction to tobacco smoking; 16 — proportion of persons with a reduced motor activity and hypodynamia. Dimensionality of axes is from 0 to 110%.

северян свидетельствует о значительном возрастном изменении концентрации элементов в системе координат «дефицит–норма–избыток», а стабильного содержания химических элементов в организме не обнаружено. Анализ степени отклонений от нормативного диапазона нарушений микроэлементного профиля в группах юношей, мужчин трудоспособного и пожилого возраста показал, что для изучаемых групп характерна трансформация путем снижения «северного» дефицита химических элементов и возрастания избыточных концентраций в ряду от юношей до лиц пожилого возраста.

Исследование в рамках опроса GATS [39] в Магаданской области показало, что, как и в других северных регионах России, здесь высока распространённость курения среди всех демографических групп населения [40]. Так, среди юношей курят 40,4%, в группе мужчин трудоспособного возраста — уже 59,7%. Увеличивается и модальное количество потребляемых сигарет — с 10 до 20 единиц в сутки. К пожилому возрасту доля курящих мужчин снижается до 40%, модальным остаётся значение 20 выкуриваемых в сутки сигарет.

Дефицит интенсивной и неинтенсивной физических нагрузок приводит к комплексным проблемам со здоровьем человека [41]. В нашем исследовании установлено, что более 50% мужчин трудоспособного возраста имеют суточную неинтенсивную физическую нагрузку не более 40 мин в день, при этом у 40% таких мужчин нагрузка фиксируется не более двух дней в неделю. В то же время в 59% случаев респонденты этой группы отмечают возрастание двигательной активности в выходные по сравнению с будними днями. Три четверти мужчин трудоспособного возраста регулярно пользуются личным автотранспортом в повседневной жизни. Средний показатель затрат метаболических единиц у мужчин трудоспособного возраста — 1752 МЕТ/нед (средний уровень физической активности). Доля мужчин пожилого возраста с дневной продолжительностью неинтенсивной физической нагрузки до 40 мин меньше, чем у лиц трудоспособного возраста, и составляет 24%. При этом нагрузки два дня в неделю и менее отмечены лишь у 14% пожилых участников исследования. Большинство таких мужчин имеют ежедневные неинтенсивные физические нагрузки и более 5 дней в неделю передвигаются для удовольствия или по повседневным делам пешком. Только 57% пользуются личным автотранспортом, многие из них отмечают, что делают это редко. Средний уровень для данной выборки составил 5088 МЕТ/нед, что можно отнести к высокому уровню физической активности.

Полученные результаты позволили сформировать матрицы снижения функциональных резервов в онтогенетическом аспекте (рис. 1), которые наглядно демонстрируют возрастание степени напряжения в деятельности анализируемых систем в ряду от представителей юношеского периода онтогенеза до лиц пожилого возраста.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе комплексного исследования жителей-северян разных возрастных групп проанализирован вклад анализируемых детерминант в формирование такого функционального состояния, которое отражает возможный риск снижения функционального здоровья. Полученные результаты являются базой для мероприятий, направленных на сохранение здоровья на основе детерминант физического (морфофизиологического) и социально-гигиенических факторов, на которые необходимо оказывать влияние.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ / ADDITIONAL INFORMATION

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределён следующим образом: И.В. Аверьянова участвовала в разработке концепции статьи, утвердила дизайн исследования, проанализировала соматометрический и биохимический блок исследований; Е.А. Луговая участвовала в разработке концепции статьи, внесла вклад в подготовку и проведение исследований, проанализировала микроэлементный блок исследований; С.И. Вдовенко внёс вклад в подготовку и проведение исследований, доработку рукописи статьи, проанализировал внешнее дыхание и энергеметаболизм; Ю.В. Барбарук внёс вклад в подготовку и проведение исследований, проанализировал двигательную активность и проблематику распространения табакокурения в исследованных группах.

Authors' contribution. I.V. Averyanova has significantly contributed to the conception and design of the study as well as has made the analysis of somatometric and biochemical section. E.A. Lugovaya has participated in drafting the conception, data acquisition and research fulfilment as well as has made the analysis of trace mineral section. S.I. Vdovenko has contributed to preparation and conduct of the research, modification of the manuscript, and has assessed the external respiration and energy metabolism. Y.V. Barbaruk has contributed to preparation and conduct of the research and has assessed the motor activity and the problem of tobacco smoking in the studied groups. All authors confirm that their authorship meets the international ICMJE criteria (all authors have made a significant contribution to the development of the concept, research and preparation of the article, read and approved the final version before publication).

Финансирование исследования. Публикация осуществлена при поддержке гранта, полученного Научно-исследовательским центром адаптации человека в Арктике, филиалом Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук» (НИЦ МБП КНЦ РАН) на тему «The contribution of reproductive health and the quality of the Arctic environment to the Wellbeing of the Kola Sami», софинансируемого через сквозные фонды Международного арктического научного комитета (IASC) при участии Рабочих групп IASC: по социальным и гуманитарным вопросам (SHWG) и Международной научной инициативы в Российской Арктике (ISIRA).

Funding sources. The publication was supported by a grant received by the Research Centre for Human Adaptation in the Arctic, Branch of the Federal Research Centre "Kola Science Centre of the Russian Academy of Science" (RCHAA KSC RAS) on "The contribution of reproductive health and the quality of the Arctic environment to the Wellbeing of the Kola Sami" is co-funded through the International Arctic Science Committee (IASC)

cross-cutting funds with contributions from the IASC Social & Human Working Group (SHWG) and the International Science Initiative in the Russian Arctic (ISIRA).

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Competing interests. The authors declare that there is no conflict of interests.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Максимов А.Л. Современные проблемы адаптационных процессов и экологии человека в приполярных и арктических регионах России: концептуальные подходы к решению // Ульяновский медико-биологический журнал. 2015. № 1. С. 131–143.
- Корчин В.И., Корчина Т.Я., Терникова Е.М., и др. Влияние климатогеографических факторов Ямало-Ненецкого автономного округа на здоровье населения // Журнал медико-биологических исследований. 2021. Т. 9, № 1. С. 77–88. doi: 10.37482/2687-1491-Z046
- Risikko T., Makinen T.M., Hassi I. Assessment and management of cold risks in construction industry // *Barents*. 2001. Vol. 4, N 1. P. 18–20. doi: 10.3402/ijch.v6i2i.17557
- Snodgrass J.J. Health of indigenous circumpolar populations // *Annual Review of Anthropology*. 2013. Vol. 42. P. 69–87. doi: 10.1146/annurev-anthro-092412-155517
- Юрьев В.В., Симаходский А.С., Воронович Н.Н., Хомич М.М. Рост и развитие ребенка / под ред. Ю.В. Старовойта, Т.П. Ульяновой. Санкт-Петербург: Питер, 2008. 272 с.
- Wang C., Chen X.X., Zhao R., et al. Predicting forced vital capacity (FVC) using support vector regression (SVR) // *Physiol Meas*. 2019. Vol. 40, N 2. P. 025010. doi: 10.1088/1361-6579/ab031c
- Клемент Р.Ф., Лаврушин А.А., Тер-Погосян П.А., Котегов Ю.М. Инструкция по применению формул и таблиц должных величин основных спирографических показателей. Ленинград: МЗ СССР, ВНИИ пульмонологии, 1986. 79 с.
- Matthews D.R., Hosker J.P., Rudenski A.S., et al. Homeostasis model assessment: insulin resistance and β -cell function from fasting plasma glucose and insulin concentration in man // *Diabetologia*. 1985. Vol. 28, N 7. P. 412–419. doi: 10.1007/bf00280883
- Климов А.Н., Никульчева Н.Г. Обмен липидов и липопротеидов и его нарушение: руководство для врачей. Санкт-Петербург: Питер, 1999. 512 с.
- Кухарчук В.В., Езов М.В., Сергиенко И.В., и др. Диагностика и коррекция нарушений липидного обмена с целью профилактики и лечения атеросклероза. Российские рекомендации, VII пересмотр // *Атеросклероз и дислипидемии*. 2020. № 1. С. 7–40. doi: 10.34687/2219-8202.JAD.2020.01.0002
- National Cholesterol Education Program (NCEP) expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (Adult Treatment Panel III). Third report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (Adult Treatment Panel III) final report // *Circulation*. 2002. Vol. 106, N 25. P. 3143–3421.
- Пигарова Е.А., Рожинская Л.Я., Белая Ж.Е., и др. Клинические рекомендации Российской ассоциации эндокринологов по диагностике, лечению и профилактике дефицита витамина D у взрослых // *Проблемы эндокринологии*. 2016. Т. 62, № 4. С. 60–84. doi: 10.14341/probl201662460-84
- Sadykova J., Yakhiyayeva T., Kalmatayeva Zh. Tobacco epidemic trend among Almaty teenagers // *Tob Prev Cessation*. 2018. Vol. 4 (suppl.). P. A127. doi: 10.18332/tpc/91512
- Guidelines for Data Processing and Analysis of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) — short and long forms [Internet]. IPAQ, 2005. 15 с. Дата обращения: 17.12.2021. Доступ по ссылке: <https://sites.google.com/site/theipaq/scoring-protocol>
- World Medical Association. World Medical Association Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects // *JAMA*. 2013. Vol. 310, N 20. P. 2191–2194. doi: 10.1001/jama.2013.281053
- Holick M.F., Binkley N.C., Bischoff-Ferrari H.A., et al. Evaluation, treatment, and prevention of vitamin D deficiency: an Endocrine Society clinical practice guideline // *J Clin Endocrinol Metab*. 2011. Vol. 96, N 7. P. 1911–1930. doi: 10.1210/jc.2011-0385
- Pludowski P., Karczmarewicz E., Bayer M., et al. Practical guidelines for the supplementation of vitamin D and the treatment of deficits in Central Europe — recommendation of vitamin D intakes in the general population and groups at risk of vitamin D deficiency // *Endokrynol Pol*. 2013. Vol. 64, N 4. P. 319–327. doi: 10.5603/ep.2013.0012
- Janssen J.I., Heymsfield S.B., Wang Z.M., Ross R. Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18–88 yr // *J Appl Physiol*. 2000. Vol. 89, N 1. P. 81–88. doi: 10.1152/jappl.2000.89.1.81
- Ye X.F., Dong W., Tan L.L., et al. Identification of the most appropriate existing anthropometric index for home-based obesity screening in children and adolescents // *Public Health*. 2020. Vol. 189. P. 20–25. doi: 10.1016/j.puhe.2020.09.007
- Кобалава Ж.Д., Колесник Э.Л., Троицкая Е.А. Современные европейские рекомендации по артериальной гипертензии: обновленные позиции и нерешенные вопросы // *Клиническая фармакология и терапия*. 2019. Т. 28, № 2. С. 7–18.
- Katsuki A., Sumida Y., Gabazza E.C., et al. Homeostasis model assessment is a reliable indicator of insulin resistance during follow-up of patients with type 2 diabetes // *Diabetes Care*. 2001. Vol. 24, N 2. P. 362–365. doi: 10.2337/diacare.24.2.362
- Halcox J.P., Banegas J.R., Roy C., et al. Prevalence and treatment of atherogenic dyslipidemia in the primary prevention of cardiovascular disease in Europe: EURIKA, a cross-sectional observational study // *BMC Cardiovasc Disord*. 2017. Vol. 17, N 1. P. 160. doi: 10.1186/s12872-017-0591-5

23. Morgan A.E., Mooney K.M., Wilkinson S.J., et al. Mathematically modelling the dynamics of cholesterol metabolism and ageing // *Biosystems*. 2016. Vol. 145. P. 19–32. doi: 10.1016/j.biosystems.2016.05.001
24. Holt R., Petersen J.H., Dinsdale E., et al. Vitamin D supplementation improves fasting insulin levels and HDL cholesterol in infertile men // *J Clin Endocrinol Metab*. 2022. Vol. 107, N 1. P. 98–108. doi: 10.1210/clinem/dgab667
25. Catapano A.L., Graham I., De Backer G., et al. ESC/EAS guidelines for the management of dyslipidaemias: the task force for the management of dyslipidaemias of the European society of cardiology (ESC) and European atherosclerosis society (EAS) // *Eur Heart J*. 2016. Vol. 27. P. 272. doi: 10.1016/j.atherosclerosis.2016.08.018
26. Mooney K.M., Mc Auley M.T. Cardiovascular disease and healthy ageing // *J Int Cardiol*. 2015. Vol. 1, N 4. P. 76–78. doi: 10.15761/jic.1000122
27. Сафронова Н.С., Викулова Н.Н. Этно-физиологические особенности возрастных изменений механики дыхания у мужчин Крыма. В кн.: Агаджаньяновские чтения: материалы Всероссийской научно-практической конференции, Москва, 28–29 января 2016 года. Москва : Российский университет дружбы народов (РУДН), 2016. С. 116–117.
28. Janssens J.P., Pache J.C., Nicod L.P. Physiological changes in respiratory function associated with ageing // *Eur Respir J*. 1999. Vol. 13, N 1. P. 197–205. doi: 10.1034/j.1399-3003.1999.13a36.x
29. Kim J., Sapienza C.M. Implications of expiratory muscle strength training for rehabilitation of the elderly: tutorial // *J Rehabil Res Dev*. 2005. Vol. 42, N 2. P. 211–224. doi: 10.1682/jrrd.2004.07.0077
30. Holick M.F. The vitamin D deficiency pandemic: a forgotten hormone important for health // *Public Health Reviews*. 2010. Vol. 32. P. 267–283. doi: 10.1007/bf03391602
31. Mansouri M., Abasi R., Nasiri M., et al. Association of vitamin D status with metabolic syndrome and its components: a cross-sectional study in a population of high educated Iranian adults // *Diabetes Metab Syndr*. 2018. Vol. 12, N 3. P. 393–398. doi: 10.1016/j.dsx.2018.01.007
32. Mirnamniha M., Faroughi F., Tahmasbpour E., et al. An overview on role of some trace elements in human reproductive health, sperm function and fertilization process // *Rev Environ Health*. 2019. Vol. 34, N 4, P. 339–348. doi: 10.1515/reveh-2019-0008
33. Dawson-Hughes B., Staten M.A., Knowler W.C., et al. Intratrial exposure to vitamin D and new-onset diabetes among adults with prediabetes: a secondary analysis from the vitamin D and type 2 diabetes (D2d) study // *Diabetes Care*. 2020. Vol. 43, N 12. P. 2916–2922. doi: 10.2337/dc20-1765
34. Irevall T., Axelsson I., Naumburg E. B12 deficiency is common in infants and is accompanied by serious neurological symptoms // *Acta Paediatr*. 2017. Vol. 106, N 1. P. 101–104. doi: 10.1111/apa.13625
35. Araújo J.R., Martel F., Borges N., et al. Folates and aging: role in mild cognitive impairment, dementia and depression // *Ageing Res Rev*. 2015. Vol. 22. P. 9–19. doi: 10.1016/j.arr.2015.04.005
36. Alarcon-Ruiz C.A., Pantoja-Torres B., Guarnizo-Poma M., et al. Vitamin B12 associated to total body fat in healthy non-obese adults according to insulin resistance status // *Metabolism — Clinical and Experimental*. 2021. Vol. 116. P. 154–619. doi: 10.1016/j.metabol.2020.154619
37. Sela H., Karpas Z., Zoriy M., et al. Biomonitoring of hair samples by laser ablation inductively coupled plasma mass spectrometry // *International Journal of Mass Spectrometry*. 2007. Vol. 261, N 2–3. P. 199–207. doi: 10.1016/j.ijms.2006.09.018
38. Ashraf W., Jaffar M. Concentrations of selected metals in scalp hair of an occupationally exposed population segment of Pakistan // *International Journal of Environmental Studies*. 1997. Vol. 51, N 4. P. 313–321. doi: 10.1080/00207239708711089
39. Palipudi K., Morton J., Hsia J., et al. Methodology of the global adult tobacco survey 2008–2010 // *Glob Health Promot*. 2016. Vol. 23, Suppl 2. P. 3–23. doi: 10.1177/1757975913499800
40. Росстат. Итоги Выборочного наблюдения состояния здоровья населения в 2018 г. Режим доступа: https://rosstat.gov.ru/itog_inspect Дата обращения: 23.12.2021.
41. Zhou Y.H., Guo Y., Wang F., et al. Association of sex hormones and fat distribution in men with different obese and metabolic statuses // *Int J Gen Med*. 2022. Vol. 15. P. 1225–1238. doi: 10.2147/IJGM.S351282

REFERENCES

1. Maksimov A.L. Modern problems of adaptation processes and human ecology in the polar and Arctic regions of Russia: conceptual approaches to solve them. *Ulyanovsk Medico-biological Journal*. 2015;(1):131–143. (In Russ).
2. Korchin VI, Korchina TYa, Ternikova EM, et al. Influence of climatic and geographical factors of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug on the health of the population (review). *Journal of Medical and Biological Research*. 2021;9(1):77–88. (In Russ). doi: 10.37482/2687-1491-Z046
3. Risikko T, Makinen T, Hassi I. Assessment and management of cold risks in construction industry. *Barents*. 2001;4(1):18–20. doi: 10.3402/ijch.v6i2i.17557
4. Snodgrass JJ. Health of indigenous circumpolar populations. *Annual Review of Anthropology*. 2013;42:69–87. doi: 10.1146/annurev-anthro-092412-155517
5. Jur'ev VV, Simahodskij AS, Voronovich NN, Homich MM. *Rost i razvitie rebenka*. Staroverov JuI, Ul'janova TP, editors. Saint-Petersburg: Piter; 2008. 272 p. (In Russ).
6. Wang C, Chen X, Zhao R, et al. Predicting forced vital capacity (FVC) using support vector regression (SVR). *Physiol Meas*. 2019;40(2):025010. doi: 10.1088/1361-6579/ab031c
7. Klement RF, Lavrushin AA, Ter-Pogosjan PA, Kotegov JuM. *Instrukcija po primeneniju formul i tablic dolzhnyh velichin osnovnyh spirograficheskikh pokazatelej*. Leningrad: MZ SSSR, VNIIPul'monologii. 1986, 79 p. (In Russ).
8. Matthews DR, Hosker JP, Rudenski AS, et al. Homeostasis model assessment: insulin resistance and β -cell function from fasting plasma glucose and insulin concentration in man. *Diabetologia*. 1985;28(7):412–419. doi: 10.1007/bf00280883

9. Klimov AN, Nikul'cheva NG. *Obmen lipidov i lipoproteidov i ego narushenie: rukovodstvo dlja vrachej*. Sankt-Peterburg: Piter; 1999. 512 p. (In Russ).
10. Kukharchuk VV, Ezhov MV, Sergienko IV, et al. Diagnosis and correction of lipid metabolism disorders in order to prevent and treat atherosclerosis. Russian recommendations, VII revision. *Journal of Atherosclerosis and Dyslipidemias*. 2020;(1):7–40. (In Russ). doi: 10.34687/2219-8202.JAD.2020.01.0002
11. National Cholesterol Education Program (NCEP) expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (Adult Treatment Panel III). Third report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (Adult Treatment Panel III) final report. *Circulation*. 2002;106(25):3143–3421.
12. Pigarova EA, Rozhinskaya LYa, Belaya JaE, et al. Russian association of endocrinologists recommendations for diagnosis, treatment and prevention of vitamin D deficiency in adults. *Problems of Endocrinology*. 2016;62(4):60–84. (In Russ). doi: 10.14341/probl201662460-84
13. Sadykova J, Yakhiyayeva T, Kalmatayeva Zh. Tobacco epidemic trend among Almaty teenagers. *Tob Prev Cessation*. 2018; 4(suppl.):A127. doi: 10.18332/tpc/91512
14. *Guidelines for Data Processing and Analysis of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) — short and long forms* [Internet]. IPAQ. 2005. 15 p. [cited 2021 Dec 17]. Available from: <https://sites.google.com/site/theipaq/scoring-protocol>
15. World Medical Association. World Medical Association Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects. *JAMA*. 2013;310(20):2191–2194. doi: 10.1001/jama.2013.281053
16. Holick MF, Binkley NC, Bischoff-Ferrari HA, et al. Evaluation, treatment, and prevention of vitamin D deficiency: an endocrine society clinical practice guideline. *J Clin Endocrinol Metab*. 2011;96(7):1911–1930. doi: 10.1210/jc.2011-0385
17. Pludowski P, Karczmarewicz E, Bayer M, et al. Practical guidelines for the supplementation of vitamin D and the treatment of deficits in Central Europe — recommendation of vitamin D intakes in the general population and groups at risk of vitamin D deficiency. *Endokrynol Pol*. 2013;64(4):319–327. doi: 10.5603/ep.2013.0012
18. Janssen JI, Heymsfield SB, Wang ZM, Ross R. Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18–88 yr. *J Appl Physiol*. 2000;89(1):81–88. doi: 10.1152/jappl.2000.89.1.81
19. Ye XF, Dong W, Tan LL, et al. Identification of the most appropriate existing anthropometric index for home-based obesity screening in children and adolescents. *Public Health*. 2020;189:20–25. doi: 10.1016/j.puhe.2020.09.007
20. Kobalava ZhD, Kolesnik EL, Troitskaya EA. Current european guidelines on arterial hypertension: new positions and unsolved issues. *Klinicheskaja farmakologija i terapija*. 2019;28(2):7–18. (In Russ).
21. Katsuki A. Homeostasis model assessment is a reliable indicator of insulin resistance during follow-up of patients with type 2 diabetes. *Diabetes Care*. 2001;24(2):362–365. doi: 10.2337/diacare.24.2.362
22. Halcox JP, Banegas JR, Roy C, et al. Prevalence and treatment of atherogenic dyslipidemia in the primary prevention of cardiovascular disease in Europe: EURIKA, a cross-sectional observational study. *BMC Cardiovasc Disord*. 2017;17(1):160. doi: 10.1186/s12872-017-0591-5
23. Morgan AE, Mooney KM, Wilkinson SJ, et al. Mathematically modelling the dynamics of cholesterol metabolism and ageing. *Biosystems*. 2016;145:19–32. doi: 10.1016/j.biosystems.2016.05.001
24. Holt R, Petersen JH, Dinsdale E, et al. Vitamin D supplementation improves fasting insulin levels and hdl cholesterol in infertile men. *J Clin Endocrinol Metab*. 2022;107(1):98–108. doi: 10.1210/clinem/dgab667
25. Catapano AL, Graham I, De Backer G, et al. ESC/EAS guidelines for the management of dyslipidaemias: the task force for the management of dyslipidaemias of the European society of cardiology (ESC) and European atherosclerosis society (EAS). *Eur Heart J*. 2016;27:272. doi: 10.1016/j.atherosclerosis.2016.08.018
26. Mooney KM, Mc Auley MT. Cardiovascular disease and healthy ageing. *J Int Cardiol*. 2015;1(4):76–78. doi: 10.15761/jic.1000122
27. Safronova NS, Vikulova NN. Jetno-fiziologicheskie osobennosti vozrastnyh izmenenij mehaniki dyhanija u muzhchin Kryma. In: *Agadzhanjanovskie chtenija: materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii*. Moscow, 2016 Jan 28–29; Moscow: Rossijskij universitet druzhby narodov (RUDN); 2016: 116–117. (In Russ).
28. Janssens JP, Pache JC, Nicod LP. Physiological changes in respiratory function associated with ageing. *Eur Respir J*. 1999;13(1):197–205. doi: 10.1034/j.1399-3003.1999.13a36.x
29. Kim J, Sapienza CM. Implications of expiratory muscle strength training for rehabilitation of the elderly: tutorial. *J Rehabil Res Dev*. 2005;42(2):211–224. doi: 10.1682/jrrd.2004.07.0077
30. Holick MF. The vitamin D deficiency pandemic: a forgotten hormone important for health. *Public Health Reviews*. 2010;32:267–283. doi: 10.1007/bf03391602
31. Mansouri M, Abasi R, Nasiri M, et al. Association of vitamin D status with metabolic syndrome and its components: a cross-sectional study in a population of high educated Iranian adults. *Diabetes Metab Syndr*. 2018;12(3):393–398. doi: 10.1016/j.dsx.2018.01.007
32. Mirnamniha M, Faroughi F, Tahmasbpour E, et al. An overview on role of some trace elements in human reproductive health, sperm function and fertilization process. *Rev Environ Health*. 2019;34(4):339–348. doi: 10.1515/reveh-2019-0008
33. Dawson-Hughes B, Staten MA, Knowler WC, et al. Intratrial exposure to vitamin D and new-onset diabetes among adults with prediabetes: a secondary analysis from the vitamin D and type 2 diabetes (D2d) study. *Diabetes Care*. 2020;43(12):2916–2922. doi: 10.2337/dc20-1765
34. Irevall T, Axelsson I, Naumburg E. B12 deficiency is common in infants and is accompanied by serious neurological symptoms. *Acta Paediatr*. 2017;106(1):101–104. doi: 10.1111/apa.13625
35. Araújo JR, Martel F, Borges N, et al. Folate and aging: role in mild cognitive impairment, dementia and depression. *Ageing Res Rev*. 2015;22:9–19. doi: 10.1016/j.arr.2015.04.005
36. Alarcon-Ruiz CA, Pantoja-Torres B, Guarnizo-Poma M, et al. Vitamin B12 associated to total body fat in healthy non-obese

- adults according to insulin resistance status. *Metabolism — Clinical and Experimental*. 2021;116:154–619. doi: 10.1016/j.metabol.2020.154619
37. Sela H, Karpas Z, Zoriy M, et al. Biomonitoring of hair samples by laser ablation inductively coupled plasma mass spectrometry. *International Journal of Mass Spectrometry*. 2007;261(2-3):199–207. doi: 10.1016/j.ijms.2006.09.018
38. Ashraf W, Jaffar M. Concentrations of selected metals in scalp hair of an occupationally exposed population segment of Pakistan. *International Journal of Environmental Studies*. 1997;51(4):313–321. doi: 10.1080/00207239708711089
39. Palipudi K, Morton J, Hsia J, et al. Methodology of the global adult tobacco survey 2008–2010. *Glob Health Promot*. 2016;23 (2 Suppl):3–23. doi: 10.1177/1757975913499800
40. Rosstat. *Itogi Vyborochnogo nabljudeniya sostojaniya zdorov'ja naselenija v 2018 g.* Available from: https://rosstat.gov.ru/itog_inspect (In Russ).
41. Zhou YH, Guo Y, Wang F, et al. Association of sex hormones and fat distribution in men with different obese and metabolic statuses. *Int J Gen Med*. 2022;15:1225–1238. doi: 10.2147/IJGM.S351282

ОБ АВТОРАХ

***Аверьянова Инесса Владиславовна**, д.б.н.,
ведущий научный сотрудник;
адрес: Россия, 685000, Магадан, пр. Карла Маркса, 24;
ORCID <https://orcid.org/0000-0002-4511-6782>;
eLibrary SPIN: 9402-0363;
e-mail: Inessa1382@mail.ru

Луговая Елена Александровна;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6583-4175>;
eLibrary SPIN: 5825-7122;
e-mail: elena_plant@mail.ru

Сергей Игоревич Вдовенко;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4761-5144>;
eLibrary SPIN: 5475-4644;
e-mail: vdovenko.sergei@yandex.ru

Юрий Владимирович Барбарук;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3429-7685>;
eLibrary SPIN: 5574-4008;
e-mail: barbaruk@mail.ru

AUTHORS' INFO

***Inessa V. Averyanova**, MD, Dr. Sci. (Biol.),
leader research associate;
address: 24 Karla Marksa, 685000, Magadan, Russia;
ORCID <https://orcid.org/0000-0002-4511-6782>;
eLibrary SPIN: 9402-0363;
e-mail: Inessa1382@mail.ru

Elena A. Lugovaya;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6583-4175>;
eLibrary SPIN: 5825-7122;
e-mail: elena_plant@mail.ru

Sergei I. Vdovenko;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4761-5144>;
eLibrary SPIN: 5475-4644;
e-mail: vdovenko.sergei@yandex.ru

Yuriy V. Barbaruk;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3429-7685>;
eLibrary SPIN: 5574-4008;
e-mail: barbaruk@mail.ru

*Автор, ответственный за переписку / Corresponding author