

ОСОБЕННОСТИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ НА ПРОЦЕССЫ ПРЕЖДЕВРЕМЕННОГО СТАРЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗРАСТА

Савченко О.А.^{1,3}, Новикова И.И.¹, Плотникова О.В.², Савченко О.А.²

¹ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора

²ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

³БУЗОО «Территориальный центр медицины катастроф» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Авторы:

Савченко Олег Андреевич – к.б.н., ведущий научный сотрудник ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора

Новикова Ирина Игоревна - д.м.н., профессор, директор ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора

Плотникова Ольга Владимировна - д.м.н., доцент, заведующий кафедрой гигиены труда, профпатологии ФГБОУ ВО ОмГМУ Минздрава России,

Савченко Ольга Анатольевна - к.м.н., доцент кафедры госпитальной педиатрии с курсом ДПО ФГБОУ ВО ОмГМУ Минздрава России

Автор, ответственный за переписку:

Савченко Олег Андреевич, 630108, г. Новосибирск, ул. Пархоменко, д.7, к.103; savchenko_oa@niig.su

DOI: 10.61634/2782-3024-2024-13-3-16

Цель исследования – оценить роль производственных факторов в развитии процессов преждевременного (ускоренного) старения и изменении биологического возраста (по данным литературного обзора), провести анализ факторов риска и механизмов, запускающих процессы преждевременного старения и изменение биологического возраста, для воспрепятствования данным процессам - принятия комплекса мер по профилактике профессиональных заболеваний всех категорий населения. **Материал и методы:** в анализе оценки рисков развития преждевременного (клеточного) старения и изменения биологического возраста под влиянием вредных производственных факторов использовались методы гигиенической диагностики и теоретического исследования: формализация, обобщение, сравнение, системный анализ. Объектом исследования являлся материал научных работ по изучению влияния вредных производственных факторов на процессы клеточного старения и биологического возраста. **Результаты и их обсуждение.** В исследовании определена прямая зависимость между влиянием производственных факторов на здоровье трудового контингента, образом жизни и функционированием системы здоровьесбережения. Проведенное исследование позволит глубже понять процессы, приводящие к изменению биологического возраста и развитию преждевременного старения по анализу влияния факторов производственной среды, социально-экономических, экологических и других условий, влияющих на состояние здоровья и продолжительность жизни рабочего контингента. **Заключение.** Определена ведущая роль профилактических мер в сохранении профессиональной работоспособности и продления жизни трудового контингента. Изучение процессов, приводящих к предотвращению изменений биологического возраста и запуску механизмов преждевременного старения рабочего контингента, будет способствовать его длительной профессиональной активности и творческому долголетию.

Ключевые слова: производственная среда; образ жизни; факторы риска; здоровье; пол; личностный потенциал; биологический возраст; преждевременное старение; трудовое долголетие

FEATURES OF THE IMPACT OF PRODUCTION FACTORS ON THE PROCESSES OF PREMATURE AGING AND CHANGES IN BIOLOGICAL AGE

O.A. Savchenko^{1,3}, I.I. Novikova¹, O.V. Plotnikova², O.A. Savchenko²

¹Federal Budgetary Institution "Novosibirsk Research Institute of Hygiene" of Rospotrebnadzor

²Omsk State Medical University

³BUZO "Territorial Center for Disaster Medicine"

Annotation. The purpose of the study is to assess the role of production factors in the development of premature (accelerated) aging and changes in biological age (according to a literature review), to analyze risk factors and mechanisms that trigger the processes of premature aging and changes in biological age, in order to prevent these processes – taking a set of measures to prevent occupational diseases of all categories of the population.

Material and methods: In the analysis of risk assessment of premature (cellular) aging and changes in biological age under the influence of harmful production factors, methods of hygienic diagnostics and theoretical research were used: formalization, generalization, comparison, system analysis. The object of the study was the material of scientific papers on the study of the influence of harmful production factors on the processes of cellular aging and biological age. **The results and their discussion.** The study determined a direct relationship between the influence of production factors on the health of the labor contingent, lifestyle and functioning of the health-saving system. The conducted research will allow a deeper understanding of the processes leading to a change in biological age and the development of premature aging by analyzing the influence of factors of the production environment, socio-economic, environmental and other conditions affecting the health and life expectancy of the working contingent. **Conclusion.** The leading role of preventive measures in maintaining professional performance and prolonging the life of the labor contingent is determined. The study of the processes leading to the prevention of changes in biological age and the launch of mechanisms of premature aging of the working contingent will contribute to their long-term professional activity and creative longevity.

Keywords: work environment; lifestyle; risk factors; health; gender; personal potential; biological age; premature aging; work longevity

Введение. Специалисты ЮНЕСКО и Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) оценили жизнеспособность населения России в 1,4 балла (из 5 баллов), т.е. это уровень, ниже которого существенно возрастают риски деградации страны, что представляет реальную угрозу депопуляции населения, в т.ч. и активного трудового контингента.

В основе профилактики ухудшения демографической ситуации в стране и

профилактики преждевременного старения трудового контингента должен лежать системный здоровьесберегающий подход, учитывающий комплекс факторов и влияний, оказывающих своё воздействие на граждан в совокупности [1]. Изменение биологического возраста и преждевременное старение граждан Российской Федерации (РФ) могут вызывать любые факторы нарушающие порог адаптации, в том числе

сверхпороговые факторы окружающей среды: биологические (вирусные, бактериальные, паразитарные), химические, в том числе источники антропогенного воздействия на окружающую природную среду; физические (шум, вибрация, ультразвук, инфразвук, тепловое, ионизирующее, неионизирующее и иные излучения); социальные (структура и качество питания, безопасность пищевых продуктов, водоснабжение, условия быта, труда и отдыха), экологические и другие факторы [2].

По прогнозу Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) к 2025 году стресс и развивающаяся затем депрессия, выйдут на первое место в мире среди всех заболеваний в ближайшие 25 лет, обогнав нынешних лидеров - инфекционные и сердечно-сосудистые заболевания [3].

Длительный (хронический), в том числе и профессиональный стресс, запускает и ускоряет процессы преждевременного (ускоренного) старения органов и систем человеческого организма, приводящие к изменению его биологического возраста. Жизнеспособность органов и систем человека более точно определяет биологический возраст (БВ), а не календарный возраст (КВ) [4].

Старение организма человека является нормальным физиологическим и биологическим многофакторным процессом, основными характеристиками которого являются двигательная активность, характер питания и водопотребления, наличие вредных привычек, сопутствующие хронические заболевания, экологическая среда и психологический аспект [4].

При старении в организме развиваются морфологические и функциональные изменения, сходные с теми, которые наблюдаются при стрессе. Стрессорное воздействие вовлекает в ответ все защитные системы организма: белки теплового шока, врожденный и приобретенный иммунитет, систему

гемостаза и антиоксидантную систему. В то же время, на стресс реагируют белки «молодости» (GDF11, TIMP-2, MANF, NGF, FGF, NAMPT, ирисин) и «старости» (CCL11, GDF15, JAM, алармин-1, β 2-микроглобулин). Процесс старения представляет собой затянувшийся хронический стресс, который приводит к полному истощению единой гуморальной защитной системы (ЕГЗС) [5]. Кроме того, на преждевременное старение и преждевременную смертность населения от приобретенных неинфекционных заболеваний (НИЗ) влияют профессиональные, социально-экономические, поведенческие, генетические факторы, и факторы окружающей среды, которые провоцируют риски развития и прогрессирования различных заболеваний [6].

Рабочая гипотеза – длительный, в том числе и производственный стресс, обусловленный сверхпороговыми воздействиями факторов производственной и окружающей среды, низкой социально-экономической защищенностью, нарушениями в организации трудового процесса и отдыха, питания, низкого уровня образования, медицинской грамотности и доступности пользования системой здравоохранения, недостаточной физической и профессиональной подготовленностью, ведением нездорового образа жизни, обусловленного сопутствующими вредными привычками (курение, злоупотребление алкоголем) и асоциальным образом жизни (вне установленных устоев общества), общего экономического уровня страны проживания, половой принадлежности, экологических и других условий запускает механизмы направленные на изменение биологического возраста и преждевременное старение рабочего контингента.

Цель. Оценить роль производственных факторов в развитии процессов

преждевременного (ускоренного) старения и изменении биологического возраста (по данным литературного обзора), провести анализ факторов риска и механизмов, запускающих процессы преждевременного старения и изменение биологического возраста, для воспрепятствования данным процессам - принятия комплекса мер по профилактике профессиональных заболеваний всех категорий населения.

Материал и методы. В анализе оценки рисков развития преждевременного (клеточного) старения и изменения биологического возраста под влиянием вредных производственных факторов использовались методы гигиенической диагностики и теоретического исследования: формализация, обобщение, сравнение, системный анализ. Объектом исследования являлся материал научных работ по изучению влияния вредных производственных факторов на процессы клеточного старения и биологического возраста.

Результаты и обсуждение. В исследовании определена прямая зависимость между влиянием производственных факторов на здоровье трудового контингента, образом жизни и функционированием системы здоровьесбережения. На основании анализа литературных источников [1-71] установлено, что факторы производственной среды могут оказывать выраженное влияние на изменение биологического возраста и процессы ускоренного старения рабочего контингента, в зависимости от длительности воздействия производственных факторов (профессионального стажа), социально-экономических, санитарно-гигиенических факторов, генетики человека, образа жизни и других условий.

Производственный стресс очень тесно связан с рыночной экономикой государств, которой присуща постоянная конкурентная борьба, а также работа в нестабильных, часто меняющихся

условиях, причём удовлетворительный уровень стресса относится к гигиеническим факторам и непосредственным образом влияет на производительность труда в организации. Причиной 80% болезней является стресс, а 72% россиян испытывают постоянную тревогу [3].

Личностный потенциал (ЛП) человека является основой экономического благополучия и развития государства. В ЛП входят физиологические, предметно-материальные и социальные ресурсы. Однако базовой составляющей ЛП является его физиологическая компонента, обеспечивающая способности человека к совершению физической и интеллектуальной работы. Комплексной характеристикой ЛП является общая жизнеспособность, которая может снижаться в процессе биологического старения, количественной оценкой которого является для популяций интенсивность смертности, а для отдельного человека его БВ, показывающий степень сохранения во времени основных физиологических функций организма [7].

Хронический "производственный" стресс и длительное "хроническое" психоэмоциональное перенапряжение, могут стать причиной травмы, острого заболевания или внезапного резкого ухудшения здоровья, смерти, т.е. являются триггерами для возникновения заболеваний, связанных с условиями труда и профессией. Конфликты между сотрудниками и руководителями, низкая оплата труда и социальная защищённость, неисправность оборудования и отсутствие (неиспользование) средств индивидуальной защиты, неправильно выбранная профессия, которая не приносит удовольствия от результатов своего труда, может явиться пусковым механизмом профессионального выгорания работника, и в таком случае сотрудник приходит на своё рабочее место без какой-либо мотивации к

трудо­вой дея­тель­но­сти. Депрессивное состояние работника может сказаться на морально-психологическом состоянии, и производительности труда всего коллектива, и привести к снижению производительности труда, браку производимой продукции и снижению заработной платы работникам, что ещё больше подогревает конфликт внутри коллектива. Данная ситуация тут же сказывается и на самом низко мотивированном работнике, что неизбежно приводит к снижению психологического здоровья и адаптационных возможностей организма работающего (служащего); в результате в организме превалируют дезадаптационные процессы преждевременного старения и изменение БВ [8].

Стресс может нести как отрицательную функцию и являться пусковым механизмом депрессии (отрицательные эмоции могут стать причинами различных заболеваний, как физических, так и психических), так и положительным пусковым механизмом к усилению физиологической активности и биохимических превращений в организме человека (положительные эмоции тенденция могут приводить к нормализации физиологических процессов в организме и долголетию) [3]. Длительное негативное воздействие на человека факторов производственной и окружающей среды обитания, нарушения правил здорового образа жизни, может неблагоприятно воздействовать на длину теломер (короткие или длинные теломеры), приводить к воспалению, повреждению ДНК, структурным aberrациям хромосом, эпигенетическим модификациям, которые могут увеличивать БВ по сравнению с КВ, и стать причинами развития различных заболеваний, приводящих к ускоренному старению [9].

Теломеры представляют собой гетерохроматические повторяющиеся области на концах эукариотических

хромосом, длина которых считается детерминантой биологического старения. Теломеры соматических клеток человека достигают критической длины, клетки вступают в необратимую остановку роста, называемую репликативным старением. Считается, что репликативное старение является противоопухолевым механизмом, который ограничивает пролиферацию клеток. Разница при сравнении между мышами и людьми привела к гипотезе о том, что подавление теломеразы в соматических клетках развилось как адаптация к супрессору опухоли у крупных долгоживущих организмов. Авторы (Андрей Селуанов, Чжуосюнь Чэнь, Кристофер Хайн и др., 2006) в своей работе показали, что активность теломеразы связана с массой тела, а не с продолжительностью жизни: более крупные грызуны подавляют активность теломеразы в соматических клетках. Эти результаты позволяют предположить, что большая масса тела представляет больший риск развития рака, чем большая продолжительность жизни, и крупные животные эволюционируют в сторону подавления активности теломеразы, чтобы снизить этот риск [9]. Оценка трудоспособности стареющего человека стала возможной с помощью показателя БВ (понятие, отражающее степень морфологического и физиологического развития организма) и одной из важнейших задач спектра проблем изучения возрастной динамики ЛП [10]. Однако, наблюдается различие во взглядах ученых о возможности оценивания БВ, и имеется необходимость подтверждения обоснованности концепции оценивания [11, 12]. На сегодняшний день нет единых подходов к тому, какие биологические маркеры дают достоверные данные об истинном возрасте индивидуума, что диктует продолжение научных изысканий в данном направлении [13-15].

Существуют различные системы оценки БВ, основанные на анализе ряда

антропометрических, функциональных, биохимических и гормональных показателей [11]. БВ определяется различными общепринятыми методиками: В.П. Войтенко (1984) [16] и Л.М. Белозеровой (1999) [17], по антропометрическому методу, по анализу крови, методикам А.Г. Горелкина – Б.А. Пинхасова [18] и по методу форсированной спирометрии [19, 20], по уровню артериального давления, увеличению массы тела, нарушению липидного обмена и снижению толерантности к физическим нагрузкам, методикам С.Г. Абрамовича [21]. Данные исследователи опираются на специфический для каждой методики расчета набор антропометрических и инструментальных показателей. Методики показывают одинаковую рассогласованность КВ и БВ, но разную корреляцию с нарушениями в системе обмена веществ, с ферментативным обеспечением метаболических процессов и другими параметрами [7, 11, 12, 22-24]. Основными достоинствами методов являются низкая стоимость, высокая скорость оценивания, неинвазивность проводимых манипуляций [14], направленных на сохранение здоровья человека через своевременную диспансеризацию и привитие мотивации к ведению здорового образа жизни [25-26].

Для оценки общей количественной характеристики старения используется показатель интегрального БВ, для детальной характеристики – парциальных БВ, отражающих старение различных систем организма и ряд показателей, отражающих его функциональные и психологические возможности, также учитывается вклад патологических процессов в биовозраст. Кроме того, исследователю следует выяснить объем сохраненных адаптационных резервов в физическом и нервно-психическом плане, факторы риска и факторы долголетия, для чего следует учитывать семейный анамнез (наследственные факторы) и

индивидуальный анамнез (приобретенные факторы). Использование метода определения БВ во врачебной практике активизирует профилактическое направление в медицине, что актуально для улучшения, как индивидуального здоровья, так и качества жизни. Метод определения БВ является главным инструментом при тестировании эффективности средств и методов геропротектики [27].

Старение – это необратимая форма длительной остановки клеточного цикла, вызванная чрезмерным внутриклеточным или внеклеточным стрессом или повреждением. Для многих изменений, происходящих в организме во время старения, важны три фактора: воспаление, иммунное старение и старение: клеточное старение, биологическое старение [28]. По мере старения организма наблюдается снижение его функциональных резервов. В ходе различных исследований было обнаружено, что несоответствие паспортного и биологического возрастов наблюдается во всех возрастных группах, причем биологический возраст женщин меньше, чем таковой у мужчин во всех возрастных группах. Ухудшают показатель БВ повышенная масса тела, сниженный индекс физической активности, вредные привычки на фоне злоупотребления крепкими напитками и курения. Лица, чей БВ значительно превышает популяционный эталон, составляют одну из наиболее многочисленных групп риска по отношению к возникновению болезней, утрате трудоспособности и смерти [16, 27, 29]. Исследование БВ в группах диспансерного наблюдения показало, что снижение БВ от его должной величины на 6 лет является критическим уровнем между нормой и патологией. Дальнейшее снижение БВ характеризует патологическое состояние организма, независимо от нозологической формы. Батарея маркеров старения позволяет не только вычислить индивидуальный показатель БВ, по которому можно

оценить степень предполагаемых нарушений здоровья, но и построить прямой прогноз возможного числа болезней у данного индивидуума [30-33]. Ряд исследований показал высокую чувствительность большинства показателей БВ к внешним воздействиям, целенаправленно применяемым для снижения БВ. Это открывает перспективы для использования тестов, основанных на моделях множественной регрессии, при определении эффективности курсов геропротекции [34].

Старение представляет собой необратимую остановку роста, которая происходит в ответ на повреждающие стимулы, такие как повреждение ДНК, укорочение теломер, дисфункция теломер и онкогенный стресс, приводящий к подавлению потенциально дисфункциональных, трансформированных или старых клеток [35].

Биомаркерами старения (измеримый признак, который предсказывает биологическое состояние или состояние старения) являются: геномная нестабильность (повреждения ДНК и генотоксичность), укорочение теломер и онкогенный стресс, эпигенетические изменения (метилирование и ацетилирование), потеря протеостаза, нарушение чувствительности к питательным веществам, митохондриальная дисфункция, клеточное старение (секреторный фенотип, ассоциированный с клеточным старением; остановка клеточного цикла), истощение пула стволовых клеток, изменённая межклеточная коммуникация (щелевые соединения, внеклеточные везикулы, дефекты ресничек мерцательного эпителия), стресс (гипоксия, липотоксичность, протеотоксичность, пищевой стресс), и другие [6, 10, 35-38]. Исследования показали, какие факторы влияют на длину теломер и провоцируют старение: - стресс и агрессивная профессиональная среда [39-41];

- ожирение (сокращает длину теломер на 240 пар нуклеотидов, провоцирует развитие острых и хронических заболеваний, включая гипертонию, инсульт, инфаркт миокарда, сердечно-сосудистые заболевания, диабет, рак, и сокращает продолжительность жизни на срок до 20 лет, увеличивая риск преждевременной смерти) и резкие скачки веса из-за увлечения диетами (структура хроматина эпигенетически регулируется и может влиять на геномную целостность теломерной области и поддержание длины теломер) [42, 43];

- сахарный диабет (провоцирует сосудистое старение, ассоциированное сердечно-сосудистыми заболеваниями, а метаболические нарушения ускоряют темп биологического старения) [44];

- окислительный стресс (индуцирует нестабильность теломер хондроцитов и подавление функции хондроцитов, что приводит к разрушению хряща и развитию остеоартрита) [45];

- дисфункция теломер становится важным фактором патогенеза гипертонии, атеросклероза и сердечной недостаточности [46];

- патогены, способные вызывать инфекционные заболевания, ускоряют эрозию теломер в иммунных клетках [47];

- воспалительные процессы [48];

- негативный психологический настрой, отличающийся повышенной озлобленностью, назойливыми мыслями о том, что людям нельзя доверять [49], пессимизм, депрессия и постоянный психический контроль: возрождают нежелательные негативные мысли и эмоции [50] ускоряют старение. У позитивно настроенных людей теломеры длиннее на 30% [51];

- социально-экономический статус (чем он ниже, тем более короткая длина теломер) [52];

- брак и семья (у лиц, состоящих в браке, длина теломер выше, чем у лиц вне брака) [53];

- физическая активность (упражнения положительно влияют на длину теломер, включая изменения активности теломеразы) [54];
- курение (более короткие теломеры у курильщиков по сравнению с теми, кто никогда не курил, могут означать механизмы, связывающие воздействие табачного дыма с болезнями, связанными со старением) [55];
- потребление подслащенных сахаром безалкогольных напитков (возникает прямая связь между избыточным весом во взрослом возрасте и ИМТ и увеличением потребления подслащенных сахаром безалкогольных напитков) [56];
- уровень липидов в крови (холестерин липопротеидов высокой плотности оказывает антиоксидантное и противовоспалительное действие, а липопротеиды низкой плотности свидетельствуют о пожизненном нарастании окислительного стресса и воспаления, приводящего к укорочению длины теломер) [57];
- повышенный уровень свободных радикалов [58];
- дефицит полиненасыщенных жирных кислот, витаминов и микроэлементов в рационе питания укорачивает длину теломер и приводит к преждевременному старению [59], высокое потребление (красного) мяса и особенно обработанного мяса положительно связано со смертностью от всех причин [60];
- длительное грудное вскармливание ассоциируется с увеличением длины теломер [61];
- роды снижают длину теломер у матери ввиду нарушений в питании и большого психосоциального стресса [62], и провоцируют клеточное старение [63];
- ультрафиолетовое (УФ) излучение индуцирует фотопродукты ДНК в теломерах, которые могут мешать поддержанию теломер [64];
- неоптимальная продолжительность сна (менее 7 часов) является риском повышенного физиологического стресса

и ухудшения здоровья, а также причиной укорочения теломер [65];

- загрязнение воздуха полициклическими ароматическими углеводородами (экотоксиканты), способствует укорочению длины теломер и старению [66].

Подводя итог исследованиям последних лет, можно сказать, что регулярное «правильное» питание, здоровый сон, достаточная физическая активность, положительные эмоции и оптимизм продлевают жизнь, а социальная незащищённость, производственные факторы, экотоксиканты, низкое качество и доступность медицинских услуг, нездоровый образ жизни (курение, высокое потребление алкоголя, плохое питание или низкая физическая активность), длительно действующие стрессы, в том числе и профессиональные, развивающиеся на фоне депрессии и отрицательных эмоций, провоцируют сопутствующие болезни, и напротив, укорачивают её [67-69].

Кроме того, уникальное предположение, связанное с механизмом старения и смерти выдвинули авторы (Зуев В.А., Игнатова Н.Г., Автандилов Г.Г., 2005), которое заключается в том, что процессы повреждения и гибели нейронов при старении мозга являются вторичными и обусловлены активной пролиферацией клеток глии, приводящей к нарушению этой посреднической роли астроцитов и обрекающей нейроны на «голодную смерть». Для запуска подобного пролиферативного процесса в стареющем мозге должен накапливаться некий фактор («фактор старения»), стимулирующий развитие глиоза. Накопление фактора старения в значительных количествах (эксекреция за пределы тканей головного мозга), его повышенная устойчивость, например к температуре, трипсину и ультрафиолетовому свету, наконец, резко выраженное повреждающее действие на клетки ЦНС в организме молодых особей – все это, вероятно,

указывает на то, что сам процесс старения представляет собой вовсе не процесс «увядания» организма, а, по всей видимости, биологически активный процесс, в котором собственно фактор старения играет весьма агрессивную роль. И, наконец, нельзя не отметить удивительного совпадения по времени регистрации первого появления фактора старения в организме мышей и людей – после первой трети средней продолжительности их жизни. В этой связи авторы позволяют себе предположить, что в организме млекопитающих, возможно, запускается и работает «программа старения», начало которой включает завершение программы роста организма [70].

Выводы.

1. Длительное негативное воздействие производственных факторов и экотоксикантов, на фоне не решённых социально-экономических вопросов, и нарушений режимов труда и отдыха, питания, приводят к повышению уровня "социального стресса" и снижению "трудовой мотивации" у трудового контингента, вплоть до профессионального выгорания и увеличения БВ, что запускает процессы ускоренного старения и снижает экономическое могущество государства.

2. Устранение основных социально-экономических причин возникновения депрессивных состояний и профессиональных заболеваний (нормализация условий труда и отдыха, достойная заработная плата, позволяющая работнику решить проблемы в воспитании и обучении детей, обеспечении жильем, а также качественным питанием, одеждой и обувью, возможностью заниматься в спортивных секциях и кружках по интересам), при доступной и качественной медико-социальной помощи для трудового контингента и членов их семей, что позволит снизить экспозиционную нагрузку и уменьшить риск повреждения здоровья работающего контингента.

3. Предупреждение преждевременного старения, снижение уровня смертности и инвалидности трудового контингента, путём повышения внедрения наукоёмких производств при эффективной научной организации трудовой деятельности, повышении уровня производительности труда и трудовой дисциплины, создания условий для повышения профессиональной и общемедицинской грамотности работников, приобщения их к здоровьесберегающим программам, позволит государству достигнуть максимального экономического и культурного расцвета, и обеспечить достойное социально-экономическое положение и охрану здоровья трудового контингента и членов их семей.

4. Обеспечение на производстве трудового контингента доступным "правильным" питанием, - водой, чаем, кофе (в цехах и подразделениях), средствами индивидуальной защиты (от агрессивного воздействия длительно действующих производственных факторов) - за счёт средств работодателя, создание на производстве комнат психологической разгрузки с возможностью обращения с назревающей индивидуальной проблемой к специалисту психологу и медицинскому работнику, будет способствовать своевременному сбору медицинского и психологического анамнеза возможных проблем для своевременного принятия решения по сохранению и укреплению здоровья членов трудовых коллективов.

5. Повышение мотивации у рабочего контингента и членов их семей со стороны работодателя к занятиям в спортивных секциях, посещению спортивных праздников выходного дня, приобщению их к занятиям физической культурой и спортом на стадионах, парках, тренажёрных залах, бассейнов (выделение бесплатных абонементов на всех членов семьи), постоянный контроль со стороны медицинских специалистов и специалистов психологов

за работниками группы риска (имеющих вредные привычки, такие как употребление табака и злоупотребление алкоголем, а так же выраженные проблемы со здоровьем: повышенное артериальное давление, избыток массы тела, нарушения пищевого поведения, но подлежащие коррекции ведением здорового образа жизни).

6. Повышение квалификации работников за счёт средств работодателя, приобщение к мероприятиям культурного воспитания (музеи, театры, концертные залы), гигиеническим мероприятиям профилактической направленности (беседы, лекции, семинары на тему соблюдения режимов труда и отдыха, питания, сна, перегревания и переохлаждения, оказания первой помощи); мероприятиям по соблюдению требований охраны труда (способы защиты от опасных и вредных факторов производственного процесса, способы безопасных и безаварийных примеров работы, способы применения средств индивидуальной защиты в условиях производства, правила поведения в защитных сооружениях для работников и членов их семей).

7). Создание и обеспечение работодателем безопасных условий трудовой деятельности, нормирование времени действия вредных и опасных производственных факторов на рабочем месте, производственный контроль за своевременным использованием работником средств индивидуальной защиты, регламентированного перерыва, с обязательным временем на принятие пищи и отдых вне рабочего места, будут способствовать сохранению здоровья работников, предупреждению преждевременного старения и изменению баланса КВ и БВ.

ЛИТЕРАТУРА

Заключение.

Проблема преждевременного старения работающего контингента, изменение его БВ от КВ в сторону увеличения в условиях агрессивного воздействия производственных факторов, экотоксикантов, на фоне нарушений режимов труда и отдыха, условий и оплаты труда, питания, длительно действующих стрессов [71], провоцирующих депрессию и профессиональное выгорание работников, снижения качества и доступности медицинской помощи, несмотря на все прогрессивные решения в области здоровьесбережения [1], остается актуальной.

Проведенный нами анализ изучения воздействия различных факторов и условий влияющих на запуск механизмов ускоренного старения и изменение БВ работающего контингента, позволит глубже понять механизмы развития преждевременного старения, и принять комплекс мер профилактической направленности. Результаты свидетельствуют о необходимости дальнейшего изучения особенностей промышленной экологии и факторов, направленных на сохранение здоровья работающего контингента, разработки и внедрения на этой основе модели дополнительных профилактических мероприятий и здоровьесберегающих технологий в промышленности с целью сохранения здоровья работников.

Статья может представлять интерес для практических специалистов в области гигиены, геронтологии, здравоохранения, образования, а также научных работников и обучающихся вузов.

1. Костюк И.И., Василина А.А., Кискина Л.Г., Савченко О.А., Ступа С.С. Стратегия безопасности охраны здоровья населения - приоритет национальной безопасности Российской Федерации. *Наука и военная безопасность*. 2023; 1(32): 145-149. – EDN JIKHWL
2. Бухтияров И.В. Современное состояние и основные направления укрепления здоровья работающего населения России. *Медицина труда и промышленная экология*. 2019; 59 (9): 527–532. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2019-9-527-532>, DN: HTKRSY
3. Путинцева Е.В., Агафонова М.С., Пшеничникова И.В., Матяшова В.В. Производственный стресс: тихий убийца или двигатель прогресса. *Научно-методический электронный журнал "Концепт"*. 2017; 2: 463-471. EDN YRVKRP.
4. Скребнева А.В., Попов В.И., Буслова А.С. Методика определения биологического возраста в рамках фундаментальной характеристики старения. *Здравоохранение Российской Федерации*. 2019; 63(1): 22-28. <https://doi.org/10.18821/0044-197X-2019-63-1-22-28> EDN ZAZLED.
5. Кузник Б.И., Чалисова Н.И., Цыбиков Н.Н., Линькова, Н.С., Давыдов С.О. Стресс, старение и единая гуморальная защитная система организма. Эпигенетические механизмы регуляции. *Успехи физиологических наук*. 2020; 51(3): 51-68. <https://doi.org/https://doi.org/10.31857/S030117982002006X> EDN: GXRAWT
6. Савченко О.А., Новикова И.И., Чуенко Н.Ф., Александрова Д.А., Одарченко И.В. Рискометры старения. В кн.: Сборник материалов международной научно-практической конференции «Здоровье и окружающая среда». Минск: РУП «Науч.-практ. Центр гигиены», 2022: 52-6. EDN FKZSYW.
7. Донцов В.И., Крутько В.Н., Белова Е.В. Метод оптимизации оценки биологического возраста человека как интегральной характеристики человеческого потенциала. *Труды Института системного анализа Российской академии наук*. 2022; 72(2): 78-87. <https://doi.org/10.14357/20790279220209> EDN PBJTAA.
8. Савченко О.А., Разгонов Ф.И., Шмидт Е.К., Заборовский С.А. Проблемы и обеспечение национальной безопасности: сохранение психологического здоровья военнослужащих *Вести МАНЭБ в Омской области*. 2015; 1(6): 35-39. EDN UIKAID.
9. Seluanov A., Chen Z., Hine C., Sasahara T.H., Ribeiro A.A., Catania K.C. et al. Telomerase activity coevolves with body mass not lifespan. *Aging Cell*. 2007; 6(1): 45-52. <https://doi.org/10.1111/j.1474-9726.2006.00262.x>
10. Mohamad Kamal N.S., Safuan S., Shamsuddin S., Foroozandeh P. Aging of the cells: Insight into cellular senescence and detection *Methods*. European Journal of Cell Biology. 2020; 99(6): 151108. <https://doi.org/10.1016/j.ejcb.2020.151108>
11. Бабанов С.А., Воробьева Е.В., Гайлис П.В. Особенности биологического старения в клинике профессиональных болезней. *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2010; 12(1-6): 1532-1534.
12. Красовский, В.О., Бадамшина, Г.Г., Кашафутдинова, Г.И., Галиуллин А.Р. Физиологические методики в решении задач гигиены труда. *Медицина труда и экология человека*. 2015; 1: 25-33. EDN: TQGQDJ
13. Збышко Б.Г., Кабанов И.А. Методологические подходы к продлению трудового долголетия работающих во вредных условиях труда (практика применения в ООО «Кирпичный завод Браер»). *Право и современные государства*. 2017; 1: 31-40. EDN: YMAXEB
14. Измеров Н.Ф., Тихонова Г.И., Горчакова Т.Ю. Смертность населения трудоспособного возраста в России и развитых странах Европы: тенденции последнего двадцатилетия. *Вестник Российской академии медицинских наук*. 2014; 69(7-8): 121-126. <https://doi.org/10.15690/vramn.v69i7-8.1118> EDN SNHYEN.
15. Небесная Л.В. Метаболические маркеры биологического возраста. *Торсуевские чтения: научно-практический журнал по дерматологии, венерологии и косметологии*. 2020; 1: 51-53. EDN: LVZSBZ
16. Войтенко В.П., Токарь А.В., Полюхов А.М. Методика определения биологического возраста человека. *Геронтология и гериатрия*. 1984; 3: 133-137.
17. Белозерова Л.М. Онтогенетический метод определения биологического возраста человека. *Успехи геронтологии*. 1999; 3: 143-149.
18. Патент № 2387374 С2 Российская Федерация, МПК А61В 5/107. Способ определения биологического возраста человека и скорости старения: № 2008130456/14: заявл. 22.07.2008: опубл. 27.04.2010 / А. Г. Горелкин, Б. Б. Пинхасов; заявитель Государственное учреждение Научный центр клинической и экспериментальной медицины Сибирского отделения Российской академии медицинских наук (ГУ НЦКЭМ СО РАМН). – EDN IXYIKD.
19. Кишкун А.А. *Биологический возраст и старение: возможность определения и пути коррекции: руководство для врачей*. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. EDN QKRHLD.
20. Павловский О.М. Биологический возраст человека. М.: Изд-во МГУ, 1987.
21. Абрамович С.Г., Федотченко А.А., Михалевич И.М., Корякина А.В. Метод определения биологического возраста человека. *Сибирский медицинский журнал (Иркутск)*. 1999; 16(1): 45-47. – EDN RCUSYN
22. Barbieri M., Wilmoth J.R., Shkolnikov V.M., Gleij D., Jasilionis D., Jdanov D. et al. Data Resource Profile: The Human Mortality Database (HMD). *Int*

- J Epidemiol. 2015; 44(5): 1549-56. <https://doi.org/10.1093/ije/dyv105>
23. Красовский В.О., Азнабаева Ю.Г. *Прогноз безвредного стажа работающих во вредных условиях: Физиолого-гигиеническая диагностика профессионального риска, прогностическая профилактика и гигиеническая прогностика*. Saarbrücken: LAP LAMBERT, 2014. EDN TZHDTV.
24. Крутько В.Н., Донцов В.И., Смирнова Т.М. Теория, методы и алгоритмы диагностики старения. *Труды ИСА РАН*. 2005; 13: 105-143.
25. Бережной В.Г., Новикова И.И., Ерофеев Ю.В., Савченко О.А. Организация профилактической работы с населением сельской местности (на примере крупного агропромышленного региона Сибири). *Наука о человеке: гуманитарные исследования*. 2014; 2(16): 56-62. EDN SHQRAL.
26. Савченко О.А., Вейних П.А., Бережной В.Г. Формирование мотивации к здоровому образу жизни, сохранению и укреплению здоровья на этапе получения профессионального образования. *Здоровье населения и среда обитания - ЗНУСО*. 2015; 2(263): 33-36. EDN TQMIMR.
27. Башкирёва А.С., Хавинсон В.Х. Влияние биологического возраста на профессиональную работоспособность. Сообщение I. Биологический возраст и умственная работоспособность. *Физиология человека*. 2001; 27(3): 104-112.
28. Dodig S., Šerpelak I., Pavić I. Hallmarks of senescence and aging. *Biochem Med (Zagreb)*. 2019; 15;29(3): 030501. <https://doi.org/10.11613/BM.2019.030501>
29. Войтенко В.П. *Биологический возраст. Биология старения*. Л.: Наука, 1982.
30. Илющенко В.Г. Современные подходы к оценке биологического возраста человека. *Валеология*. 2003; 3: 11-9.
31. Смирнова И.О., Кветной И.М., Князькин И.В., Данилов С.И. *Нейроиммуноэндокринология кожи и молекулярные маркеры старения*. Санкт-Петербург: ДЕАН, 2005.
32. Сорокин Г.А. Скорость старения – интегральный показатель гигиенического нормирования труда. *Медицина на пороге XXI века*. – СПб., 2000.
33. Лысенко Д.С., Викулина Т.А. Профилактика преждевременного старения водителей автотранспорта. *Труды Ростовского государственного университета путей сообщения*. 2020; 2(51): 59-61.
34. Смирнова Т.М., Крутько В.Н., Донцов В.И., Подколзин А.А., Мегреладзе А.Г., Борисов С.Е. и др. Проблемы определения биовозраста: сравнение эффективности методов линейной и нелинейной регрессии *Профилактика старения*. 1999; 2: 93-104.
35. Прошкина Е.Н., Соловьёв И.А., Шапошников М.В., Москалев А.А. Ключевые молекулярные механизмы старения, биомаркеры и потенциальные интервенции. *Молекулярная биология*. 2020; 54(6): 883-921.
36. Kaushik S., Tasset I., Arias E., Pampliega O., Wong E., Martinez-Vicente M., Cuervo A.M. Autophagy and the hallmarks of aging. *Ageing Res Rev*. 2021. <https://doi.org/doi:10.1016/j.arr.2021.101468>
37. Avuviri-Newton, K., Amoah, D., Tavener, M., Afram, A. A., Dintrans, P. V., Biles et al. Food Insecurity and Functional Disability Among Older Adults in Ghana: The Role of Sex and Physical Activity. *J Am Med Dir Assoc*. 2022; 23(8): 1432.e1-1432.e7. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2022.01.065>
38. López-Otín C., Blasco M.A., Partridge L., Serrano M., Kroemer G. The hallmarks of aging. *Cell*. 2013; 153(6): 1194-1217. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2013.05.039>
39. Shoeb M., H.C.S. Meier, J.M. Antonini. Telomeres in toxicology: Occupational health. *Pharmacology & Therapeutics*. 2021; 220: 107742.
40. Давыдова Ю.Д. Анализ ассоциации относительной длины теломер с фенотипическими вариациями в уровне агрессивности и средовыми факторами. *Психиатрия*. 2022; S3(2): 101-102. EDN BQAVUZ.
41. Новикова И.И., Потеряева Е.Л., Яшникова М.В., Доронин Б.М., Максимов В.Н., Свечкарь П.Е. и др. Производственные факторы кардиоваскулярного риска и их роль в развитии инсульта: монография. Омск: Издательство ОмГА, 2023.
42. Дылева Ю.А. Ожирение и старение. Общие аспекты / Ю.А. Дылева, Е.В. Белик, О.В. Груздева. *Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова*. 2023; 109(3): 267-282. <https://doi.org/10.31857/S0869813923030020> EDN FSFIKC.
43. Kim S., Parks C.G., Xu Z., Carswell G., DeRoo L.A., Sandler D.P. et al. Association between genetic variants in DNA and histone methylation and telomere length. *PLoS One*. 2012; 7(7): e40504. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0040504>
44. Рубцов Ю.Е., Крюков Е.В., Халимов Ю.Ш. Сосудистое старение и сахарный диабет 2 типа. *Эндокринология. Новости. Мнения. Обучение*. 2021; 1(34): 52-61. <https://doi.org/10.33029/2304-9529-2021-10-1-52-61> EDN: BYEHAA.
45. Yudoh K., Nguyen T., Nakamura H., Hongo-Masuko K., Kato T, Nishioka K. Potential involvement of oxidative stress in cartilage senescence and development of osteoarthritis: oxidative stress induces chondrocyte telomere instability and downregulation of chondrocyte function. *Arthritis Res Ther*. 2005; 7(2): R380-91. <https://doi.org/10.1186/ar1499>
46. Serrano A.L., Andrés V. Telomeres and cardiovascular disease: does size matter? *Circ Res*. 2004; 94(5): 575-84. <https://doi.org/10.1161/01.RES.0000122141.18795.9C>

47. Giraudeau M., Heidinger B., Bonneaud C., Sepp T. Telomere shortening as a mechanism of long-term cost of infectious diseases in natural animal populations. *Biol Lett.* 2019; 31;15(5): 20190190. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2019.0190>
48. Zhang J., Rane G., Dai X., Shanmugam M.K., Arfuso F., Samy R.P., Lai M.K., Kappai D., Kumar A.P., Sethi G. Ageing and the telomere connection: An intimate relationship with inflammation. *Ageing Res Rev.* 2016; 25: 55-69. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2015.11.006>
49. Brydon L., Lin J., Butcher L., Hamer M., Erusalimsky J.D., Blackburn E.H., Steptoe A. Hostility and cellular aging in men from the Whitehall II cohort. *Biol Psychiatry.* 2012; 1;71(9): 767-73. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2011.08.020> Epub 2011 Oct 5. PMID: 21974787; PMCID: PMC3657139.
50. Wenzlaff R.M., Wegner D.M., Roper D.W. Depression and mental control: the resurgence of unwanted negative thoughts. *J Pers Soc Psychol.* 1988; 55(6): 882-92. <https://doi.org/10.1037//0022-3514.55.6.882> PMID: 3216288.
51. Schutte N.S., Palanisamy S.K., McFarlane J.R. The relationship between positive psychological characteristics and longer telomeres. *Psychol Health.* 2016; 31(12): 1466-1480. <https://doi.org/10.1080/08870446.2016.1226308> Epub 2016 Sep 10. PMID: 27616348.
52. Needham B.L., Straight B., Hilton C.E., Olungah C.O., Lin J. Family socioeconomic status and child telomere length among the Samburu of Kenya. *Soc Sci Med.* 2021; 283: 114182. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2021.114182> Epub 2021 Jul 1. PMID: 34225037.
53. Yen Y.C., Lung F.W. Older adults with higher income or marriage have longer telomeres. *Age Ageing.* 2013. 42(2): 234-9. <https://doi.org/10.1093/ageing/afs122> Epub 2012 Sep 4. PMID: 22951603; PMCID: PMC3575119.
54. Arsenis N.C., You T., Ogawa E.F., Tinsley G.M., Zuo L. Physical activity and telomere length: Impact of aging and potential mechanisms of action. *Oncotarget.* 2017; 4;8(27): 45008-45019. <https://doi.org/10.18632/oncotarget.16726> PMID: 28410238; PMCID: PMC5546536.
55. Astuti Y., Wardhana A., Watkins J., Wulaningsih W. PILAR Research Network. Cigarette smoking and telomere length: A systematic review of 84 studies and meta-analysis. *Environ Res.* 2017; 158: 480-489. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.06.038>
56. Nissinen K., Mikkilä V., Männistö S., Lahti-Koski M., Räsänen L., Viikari J., Raitakari O.T. Sweets and sugar-sweetened soft drink intake in childhood in relation to adult BMI and overweight. The Cardiovascular Risk in Young Finns Study. *Public Health Nutr.* 2009; 12(11): 2018-26. <https://doi.org/10.1017/S1368980009005849> Epub 2009 May 28. PMID: 19476678.
57. Chen W., Gardner J.P., Kimura M., Brimacombe M., Cao X., Srinivasan S.R., Berenson G.S., Aviv A. Leukocyte telomere length is associated with HDL cholesterol levels: The Bogalusa heart study. *Atherosclerosis.* 2009; 205(2): 620-5. <https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2009.01.021>
58. Жумагул М.Ж., Кыдырбаева А.К., Танеева Г.Т., Какишева Г.Т., Нурпейсова, И.К. Влияние эпигенетических факторов на укорочение теломер. *Вестник Казахского Национального медицинского университета.* 2018; 1: 457-459.
59. Das UN. "Cell Membrane Theory of Senescence" and the Role of Bioactive Lipids in Aging, and Aging Associated Diseases and Their Therapeutic Implications. *Biomolecules.* 2021 Feb 8;11(2):241. <https://doi.org/10.3390/biom11020241>
60. Ekmekcioglu C. Nutrition and longevity - From mechanisms to uncertainties. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2020; 60(18): 3063-3082. <https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1676698>
61. Wojcicki J.M., Heyman M.B., Elwan D., Lin J., Blackburn E., Epel E. Early exclusive breastfeeding is associated with longer telomeres in Latino preschool children. *Am J Clin Nutr.* 2016; 104(2): 397-405. <https://doi.org/10.3945/ajcn.115.115428>
62. Panelli D.M., Bianco K. Cellular aging and telomere dynamics in pregnancy. *Curr Opin Obstet Gynecol.* 2022; 1;34(2): 57-61. <https://doi.org/10.1097/GCO.0000000000000765> PMID: 34845136; PMCID: PMC8891073.
63. Giller A., Andrawus M., Gutman D., Atzmon G. Pregnancy as a model for aging. *Ageing Res Rev.* 2020; 62: 101093. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2020.101093> Epub 2020 Jun 2. PMID: 32502628.
64. Fouquerel E., Barnes R.P., Wang H., Opresko P.L. Measuring UV Photoproduct Repair in Isolated Telomeres and Bulk Genomic DNA. *Methods Mol Biol.* 2019; 1999: 295-306. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-9500-4_20 PMID: 31127586; PMCID: PMC6886745.
65. James S., McLanahan S., Brooks-Gunn J., Mitchell C., Schnepel L., Wagner B., Notterman D.A. Sleep Duration and Telomere Length in Children. *J Pediatr.* 2017; 187: 247-252.e1. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2017.05.014> Epub 2017 Jun 23. PMID: 28602380; PMCID: PMC5662004.
66. Campisi M., Mastrangelo G., Mielżyńska-Švach D., Hoxha M., Bollati V., Baccarelli A.A., Carta A., Porru S., Pavanello S. The effect of high polycyclic aromatic hydrocarbon exposure on biological aging indicators. *Environ Health.* 2023. 17;22(1): 27. <https://doi.org/10.1186/s12940-023-00975-y> PMID: 36927494; PMCID: PMC10022060.
67. Савченко О.А., Мингазов И.Ф., Новикова И.И. Долгожительство: миф или реальность. *Здоровье - основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения.* 2022; 17(3): 1110-1119. EDN СКРАЕУ.

68. Franceschi C., Garagnani P., Olivieri F., Salvioli S., Giuliani C. The Contextualized Genetics of Human Longevity: JACC Focus Seminar. *J Am Coll Cardiol.* 2020; 75(8): 968-979. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2019.12.032>
69. Robb C., Carr P., Ball J., Owen A., Beilin L.J., Newman A.B. et al. Association of a Healthy Lifestyle with Mortality in Older People. *Res Sq [Preprint]*. 2023; 13: rs.3.rs-2541145. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2541145/v1> PMID: 36993471; PMCID: PMC10055537.
70. Зуев В.А., Игнатова Н.Г., Автандилов Г.Г. Накопление фактора старения в организме млекопитающих, включая человека. *Успехи геронтологии.* 2005; 17: 108-116.
71. Фагамова А.З., Каримова Л.К., Капцов В.А., Гимаева З.Ф., Мулдашева Н.А., Шаповал И.В. Стресс на рабочем месте как триггер психических расстройств и соматических заболеваний (обзор литературы). *Гигиена и санитария.* 2023; 102(5):466-473. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2023-102-5-466-473> EDN:vlyenw.