

МЕДИКО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВЛИЯНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ФАКТОРА НА ЗДОРОВЬЕ РАБОТАЮЩИХ И НАСЕЛЕНИЯ, СРЕДУ ИХ ОБИТАНИЯ

ОТ НЕЙРОНА К МОЗГУ И ДРУГИМ СИСТЕМАМ ОРГАНИЗМА, ПОДВЕРЖЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЮ ФАКТОРОВ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ

И.М. Габибов

ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России, Санкт-Петербург, Россия

gpech@fmbamail.ru

Современная физиология мозга и поведения на основе системного подхода, опираясь на аналитические исследования, пытается определить морфо-функциональные основы высших психических функций и интегративной деятельности мозга, обеспечивающих его работу в норме и при пребывании организма в неестественной для него среде обитания и воздействия факторов различной природы.

Особый интерес представляют исследования, проведенные на разных видах животных, с использованием внеклеточной регистрации нейронной активности от различных мозговых структур, а также на здоровых людях и пациентах с различными нарушениями зрительной, слуховой и других функций после воздействия факторов различной природы [4, 5].

К ним относятся воздействия токсичных химических веществ, бактериальных и вирусных факторов, устройств, излучающих электромагнитные волны, радиации, заболевания головного мозга и хирургические вмешательства (перерезки проводящих путей и отключение входов в отдельные участки мозга), психические (стрессы, тревожные состояния у лиц, работающих на опасных и вредных производствах, а также пребывающих в зонах военных конфликтов, особенно подверженных воздействию радиации после аварии на Чернобыльской АЭС).

Другими немаловажными негативными факторами, которые оказывают постоянное воздействие на живые организмы и окружающую среду, являются аварийные ситуации на объектах, предназначенных для обеспечения безопасности страны, ракетно-космической и других видов деятельности. Особое место при воздействии указанных факторов на организм занимает нарушение кислородного обмена, сопровождающееся нарушением обмена веществ в тканях и органах [14].

Известно, что любые воздействия на организм вызывают вначале обратимые биохимические изменения. При продолжительном воздействии происходят устойчивые изменения, которые со временем приводят к функциональным, а далее и структурным нарушениям в различных тканях,

органах и системах (нервной, зрительной, дыхательной, сердечно-сосудистой и др.).

Следует также отметить, что для большинства веществ химической природы, особенно при действии низких доз и стрессовых ситуаций характерно наличие неспецифических изменений, преимущественно функционального характера, а при длительном действии – морфологических изменений [1-4, 6, 13].

Нейрофизиологические эксперименты позволяют обратить внимание на тот факт, что при сохранении чувствительности в области низких пространственных частот поражены геникуло-стриарные области, а при сохранении чувствительности в области высоких частот поражены таламо-париетальные ассоциативные структуры [1, 2].

Пластические свойства нейронных сетей и их обособленность определяется физическими характеристиками анализируемых раздражителей, которые влияют на уровень активации других отделов мозга, вовлеченных в этот процесс. Перестройки внутрицентральных взаимоотношений, реализующиеся с помощью (торможения или активации) различных структур, базируются на специфических свойствах отдельных элементов мозга, которые приводят к формированию новых систем связи.

Изучение механизмов патогенеза функций ЦНС, обусловленных воздействиями контузий, ранений в области головы, сотрясений мозга, физических нагрузок, многочасовой работы на компьютере, страхом, стрессами, эмоциональными расстройствами, влиянием отравляющих веществ и других химических веществ показывает, что любой из этих факторов в совокупности или каждый в отдельности может вызывать устойчивые изменения в головном мозге.

В этом плане показательно изучение функциональных расстройств в различных отделах ЦНС, которые в первую очередь отражаются на таком важном органе, как зрительный анализатор.

Изучение механизмов взаимосвязи работы головного мозга с процессом переработки зрительной информации позволяет решить двудединую задачу – оценку различных структур головного мозга и функционального состояния зрительной системы в целом, а также установить причины возможных нарушений.

Исследование функционального состояния зрительной системы с использованием разработанного нами автоматизированного комплекса регистрации электроэнцефалограммы (ЭЭГ) при предъявлении наборов стимулов – пространственно-частотных решеток с синусоидальным распределением освещенности – может послужить тем ключом, посредством которого можно распознавать функциональное состояние различных отделов головного мозга [1].

Так, анализ результатов ЭЭГ-исследования пациентов с миопией разной степени тяжести показал, что при наличии различий уровней альфа-

ритма и бета-ритмов в разных отделах мозга (затылочной, заднетеменной коры) обоих полушарий, общим явилось уменьшение по сравнению с нормой уровня α -ритма как на уровне затылочной коры, так и на уровне заднетеменной ассоциативной коры.

С широким использованием компьютерной техники появились возможности, которые позволяют наиболее перспективно использовать существующие методы для исследовательской работы, быстрой и точной диагностики функционального состояния различных центров мозга и сохранности зрительной функции; выявлять механизм пластических перестроек мозга при зрительных нарушениях различной степени тяжести, которые могут быть вызваны воздействием вышеуказанных факторов.

Успешное решение поставленных вопросов возможно при разработке и создании общедоступных в массовом использовании высокотехнологичных и эффективных устройств контроля и коррекции функционального состояния ЦНС и других физиологических систем.

На первый план выходит разработка методов ранней диагностики и коррекции функционального состояния различных отделов головного мозга и зрительного анализатора, сердечно-сосудистой, дыхательной и других систем организма [7-9, 12, 15].

Разрабатываемые методы и автоматизированные комплексы должны позволять быстро, точно и объективно оценивать следующие физиологические и психофизиологические параметры человека: функциональное состояние различных центров мозга; функциональное состояние сердечно-сосудистой системы; функциональное состояние дыхательной системы; внимание; состояние зрительной функции; психосоматические реакции; сенсомоторные реакции; психоэмоциональное состояние; степень утомляемости.

Актуальность поставленной задачи разработки данного диагностического обеспечения обусловлена также тем, что к настоящему времени нет единой системы для быстрой, точной и объективной оценки функционального и психоэмоционального состояния лиц, работающих или находящихся в экстремальных, труднодоступных условиях, на тренировочных базах и в нестандартных ситуациях.

Приоритет создания в системе ФМБА России единой системы стандартизированных методов ранней диагностики функционального состояния различных центров мозга, психосоматического состояния организма, поставлен перед научно-исследовательскими институтами ведомства [8, 14].

В ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России проводится работа по разработке современных технологий и устройств повышения как качества оценки функционального и психоэмоционального состояния человека в разные периоды при воздействии факторов различной природы, так и восстановления выявленных нарушений [2, 6, 7, 11, 12].

Созданные нами неинвазивные методы и устройства к ним полностью удовлетворяют вышеуказанным требованиям и позволяют производить обследования с целью донозологической диагностики различных нарушений организма, осуществляя работу как в клинических и поликлинических условиях, так и в нестандартных и нестандартных ситуациях, в отдаленных населенных пунктах, а также в условиях отключения или отсутствия электроснабжения. Внедрение разработанных нами комплексов и устройств в практику медицинских осмотров при работах на химически опасных объектах, в экстремальных ситуациях, является дальнейшей задачей.

Литература

1. Габибов И.М. Интегративная деятельность и пластичность в нейронных сетях таламопариетальной системы мозга человека и животных. – СПб.: Изд-во «Супер издатель», 2017. – 259 с.
2. Габибов И.М. Межполушарная асимметрия и структурные основы межнейронной интеграции. – Германия: Lambert Academic Publishing. – 2013. – 265 с.
3. Габибов И.М. Приборный комплекс для выявления различных форм зрительных нарушений человека и восстановления функций зрительной системы. Патент на полезную модель № 41610. – Бюл. № 31. – 2004. – С. 1-13.
4. Габибов И.М. Способ диагностики и немедикоментозного лечения различных форм зрительных нарушений человека. Патент на изобретение № 2002116294/14 (016969). ФИПС РФ. – М., 2003
5. Габибов И.М., Габибов М.М., Халилов Р.А., Мурадова Г.Р. Структурно-функциональная организация мозга и нейрофизиологические основы латерализации больших полушарий. – Махачкала: Изд-во ДГУ, 2015. – 271 с.
6. Габибов И.М., Рембовский В.Р., Сибаров Д.А. К вопросу о создании мобильных устройств быстрого реагирования для комплексной оценки и дистанционной передачи функционального состояния лиц, работающих на объектах ФМБА России, в труднодоступных населенных пунктах и в экстремальных ситуациях. // Всероссийская конференция ФМБА России «Функциональная диагностика - 2013»; Москва, 2013. – М., 2013. – С. 282-283.
7. Габибов И.М., Сибаров Д.А., Середкин Ю.А. Способ оценки функционального состояния головного мозга человека. Патент на изобретение з. №2014123437 RU. – М., 2014.
8. Назаров В.Б., Гребенюк А.Н., Петров А.Н. и др. Методические указания по порядку применения медицинских средств противохимической защиты. – М.: ГВМУ МО РФ, – 2011. – 40 с.
9. Назаров В.Б., Ключников М.С., Самойлов А.С. Объективная оценка функционального состояния спортсменов сборных команд России с

помощью интегральных неинвазивных методов. // Актуальные проблемы диагностики, профилактики и лечения профессионально обусловленных заболеваний. – Сочи, 2015. – С. 309-311.

10. Рембовский В.Р., Габибов И.М., Козяков В.П. и др. Объективные методы комплексной оценки функционального состояния различных отделов головного мозга, зрительной, сердечно-сосудистой и дыхательной систем человека. // XVI Международной конференции по нейрокибернетике. – Ростов-на-Дону, 2012. – Т. 1. – С. 204-206.

11. Рембовский В.Р., Габибов И.М., Козяков В.П. и др. Устройство для диагностики и дистанционной передачи дыхательной и сердечно-сосудистой деятельности человека. Патент на полезную модель. Заявка № 2012133828 RU, приоритет от 08.08.2012. – М., 2013.

12. Рембовский В.Р., Габибов И.М., Козяков В.П. и др. Устройство для диагностики и дистанционной передачи дыхательной и сердечно-сосудистой деятельности человека. Патент на полезную модель. №128091RU. – М., 2014

13. Рембовский В.Р., Могиленкова Л.А. Медико-гигиенические аспекты оценки здоровья населения // Гигиена и санитария. – 2008. – № 2. – С. 45-50.

14. Уйба В.В., Колбакова С.Н. Организация реабилитации больных профессиональными заболеваниями легких // Международная научно-практическая конференция на Святой Земле «Передовые технологии восстановительной медицины». – Израиль, Иерусалим, 2007. – С. 167-168.

15. Уйба В.В., Тараканова С.Ю., Алехнович А.А., Афанасьева А.Н. Оценка здоровья детей и подростков, проживающих в селитебной зоне производства по утилизации ракетного топлива по результатам медицинского обследования // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2014. – Т. 10, № 4. – С. 732-734.

ПОВЫШЕНИЕ АДАПТАЦИОННЫХ РЕЗЕРВОВ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ФАКТОРОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ

А.В. Земляной¹, С.А. Дулов¹, П.П. Бельтюков¹, М.Б. Варлашова¹,

Е.В. Вивуланец¹, С.Б. Оникиенко², Г.А. Баранов³, В.В. Хухарев³

1 - ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России, Санкт-Петербург, Россия

grech@fmbamail.ru

2 - ФГБВОУ ВПО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова»,

Санкт-Петербург, Россия

3 – АО «НИИЭФА им. Д.В. Ефремова», Санкт-Петербург, Россия

Введение. Длительное воздействие неблагоприятных факторов окружающей среды приводит к прогрессивному снижению потенциала адаптации организма и, как следствие, к дезадаптации. Это проявляется снижением средней продолжительности жизни, ростом уровня

хронических заболеваний внутренних органов, острых и хронических инфекций, иммунных нарушений.

Активация генов, вырабатывающих «гомеостатические белки» – белки теплового шока (БТШ), является одним из ключевых механизмов защиты организма от неблагоприятного действия повреждающих факторов [4]. БТШ способствуют восстановлению нарушенного под влиянием экотоксических факторов антигенного гомеостаза [6].

Применение экзогенных БТШ может быть перспективным средством защиты от неблагоприятного действия факторов окружающей среды. БТШ стимулируют функциональную активность моноцитов и их созревание в антиген-представляющие клетки, секрецию цитокинов с последующей активацией клеточного звена иммунитета, препятствуют развитию гуморальных системных воспалительных реакций [2].

Различные адаптогены, такие как элеутерококк, женьшень, радиола розовая и др. стимулируют синтез БТШ в клетках организма [5], которые обеспечивают реализацию механизмов иммунной защиты органов и тканей от неблагоприятного действия факторов окружающей среды [7].

Синтез БТШ в органах и тканях можно активировать путем воздействия на них электромагнитного излучения оптического ИК-диапазона, источником которого являются оптические квантовые генераторы – лазеры.

Интенсивные, но кратковременные воздействия повышают содержание БТШ, а длительное воздействие факторов малой интенсивности приводит к снижению его уровня и развитию дезадаптации [3].

Для осуществления системного адаптогенного эффекта БТШ должны выйти за пределы наружной поверхности биомембран клеток органов и тканей. В отличие от многоклеточных организмов некоторые одноклеточные – дрожжи – способны секретировать БТШ во внешнюю среду.

Целью настоящего исследования явилась оценка эффективности стресс-ксенобиотерапии с использованием продукта лазерной активации дрожжевой культуры (ПЛАДК) у лиц, относящихся к группе риска, подвергавшихся длительному воздействию малых доз ионизирующего излучения, участвующих в реконструкции действующих реакторов ЛАЭС (предприятие «Титан-2»), а также при комплексной терапии отравленных таллием.

Активацию дрожжевой культуры *Saccharomyces cerevisiae* проводили с помощью лазерного излучения [1].

Материалы и методы. В ходе работы обследовано 43 человека в возрасте от 25-50 лет со стажем работы на предприятии «Титан-2» (ремонт и модернизация ядерных реакторов) от 5 до 20 лет. Данные сотрудники проходили ежегодную диспансеризацию. Из них на диспансерном наблюдении по поводу хронических заболеваний органов пищеварения и

органов дыхания находятся 4 человека. Курсовой прием ПЛАДК составил по 500 мл ежедневно в течение 14 суток.

Кроме того, обследовано 34 человека, проходивших комплексное обследование и лечение в связи с острым отравлением таллием. К стандартной терапии отравления таллием включили прием ПЛАДК в такой же дозировке.

Комплексное исследование сотрудников включало:

1. Исследование показателей крови, её лейкоцитарной формулы.
2. Оценка энергетического обмена лимфоцитов - определение активности ферментов сукцинатдегидрогеназы (СДГ) и лактатдегидрогеназы (ЛДГ).

3. Оценка функциональных показателей клеточного звена иммунитета:

– спонтанная миграционная активность лейкоцитов;
– чувствительность лимфоцитов к регуляторным воздействиям – миграционная активность лейкоцитов с конканавалином А (КонаА), колониестимулирующим фактором (CSF), альфа-фетопротеином (AFP), интерлейкинами-I (IL-I), II (IL-II);

– сенсibilизация лимфоцитов к собственным тканевым антигенам (аутосенсibilизация) – по данным миграционной активности лимфоцитов с печеночным, почечным, легочным антигенами и основным белком миелина;

– определение неспецифической резистентности по данным лизосомально-катионного теста (ЛКТ).

4. Оценка функциональных показателей гуморального звена иммунитета:

– определение содержания иммуноглобулинов М, G, А;
– определение в плазме крови циркулирующих иммунных комплексов.

5. Определение уровня эндогенной интоксикации по содержанию молекул средней и низкой молекулярной массы в плазме крови (на длинах волн 280 – 540 нм).

Результаты исследований. При первичном обследовании лиц, относящихся к группе риска («Титан-2»), выраженные изменения показателей иммунитета выявлены у 19 человек, которым был назначен курс приема ПЛАДК. Результаты исследований показателей периферической крови до и после приема ПЛАДК представлены в таблице 1.

Прием ПЛАДК приводил к снижению лимфолейкоцитарной реакции в ответ на воздействие малых доз ионизирующего излучения.

В группе риска отмечены выраженные (увеличение в 2,2-2,6 раза) нарушения показателей энергетического обмена лимфоцитов – повышение активности СДГ и ЛДГ, что свидетельствует о компенсаторной реакции, направленной на восстановление энергетического обеспечения нарушенных функций иммунокомпетентных клеток.

У обследуемых выявлены выраженные нарушения показателей активности клеточного звена иммунитета. Установлено, что действие профессионального фактора приводит к снижению чувствительности Т-лимфоцитов к действию регуляторных факторов – КонаА, CSF, AFP, IL-I, IL-II. Прием ПЛАДК приводил к нормализации показателей энергетического обмена лимфоцитов, нормализации показателей чувствительности Т-лимфоцитов к регуляторным стимулам.

Таблица 1 – Показатели периферической крови людей до и после приема ПЛАДК

Показатели	Единицы измерения	Показатели	
		до приема	после приема
Лейкоциты	10 ⁹ /л	9,66±0,48	8,05±0,51 *
Эритроциты	10 ¹² /л	5,08±0,13	5,09±0,11
Гемоглобин	г/л	148,46±3,19	155,31±3,04
Гематокрит	%	43,28±0,88	43,59±0,73
Тромбоциты	10 ⁹ /л	257,61±31,05	270,85±44,51
СОЭ	мм/ч	7,69±1,36	5,69±0,73
Цветной показатель	отн.ед.	0,88±0,02	0,92±0,02
Нейтрофилы палочкоядерные	%	2,75±0,67	2,58±0,35
Нейтрофилы сегментоядерные	%	49,17±2,50	57,00±2,09 *
Эозинофилы	%	3,83±0,60	2,83±0,42
Моноциты	%	9,25±0,96	9,25±1,06
Лимфоциты	%	34,83±2,60	26,75±2,50 *
* – отличия статистически значимые (p≤0,05) по сравнению с исходными значениями			

Установлено, что профессиональный фактор вызывал развитие аутосенсibilизации лимфоцитов к собственным тканевым антигенам, что может лежать в основе аутоиммунных заболеваний внутренних органов и периферических нервов.

Отмечено статистически значимое снижение уровня аутосенсibilизации к почечному, легочному и миелиновому антигенам при курсовом приеме ПЛАДК.

Выявлена тенденция к снижению показателей аутосенсibilизации к печеночному антигену после курсового приема ПЛАДК. Результаты исследований представлены на рисунке 1.

Отмечено повышение спонтанной активности лимфоцитов с 14,46±1,08 (фон) до 21,08±1,66 усл. ед. (после приема ПЛАДК), что

свидетельствует о стимуляции функциональной активности Т-клеточного звена иммунитета.

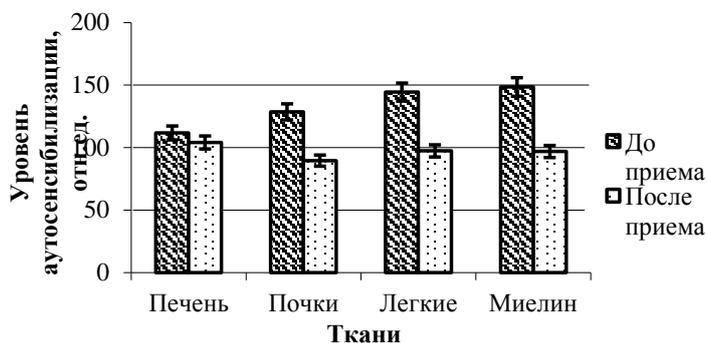


Рис.1. – Уровень аутосенсibilизации лимфоцитов к тканевым антигенам.

Оценка интегральных показателей иммунного статуса группы в целом свидетельствует о достоверном снижении степени выраженности изменений и целесообразности дальнейшего приема ПЛАДК у данного контингента до нормализации показателей иммунного статуса организма.

Результаты оценки влияния воздействия ПЛАДК на коррекцию изменений неспецифической резистентности по данным ЛКТ-теста позволяют сделать вывод о снижении этого показателя ($1,37 \pm 0,12$ усл. ед.) под влиянием профессионального фактора и его нормализации ($1,63 \pm 0,16$ усл. ед.) под влиянием ПЛАДК.

Прием ПЛАДК приводил к нормализации гуморального звена иммунитета по содержанию иммуноглобулинов А и М, снижению уровня иммунных комплексов и статистически значимому снижению показателей эндогенной интоксикации.

У 14 % лиц со стажем работы на предприятии «Титан-2» более 10 лет и изначально со значительными нарушениями иммунного статуса, защитный эффект ПЛАДК был незначительным. Это является основанием для углубленного медицинского обследования и назначения специфической терапии имеющейся соматической патологии.

С целью повышения неспецифической резистентности организма при химических поражениях в комплексную терапию больным с острым отравлением таллием (34 человека) включили применение ПЛАДК. Курсовой прием ПЛАДК препятствовал развитию метаболических нарушений (дефицит массы тела), а также развитию аутоиммунного полиневрита, аутоиммунных реактивных артритов (по показателям РТМЛ с тканевыми антигенами) и астенического синдрома.

Анализ проведенных исследований свидетельствует о выраженном защитном эффекте ПЛАДК, созданного на основе биотехнологий и содержащего экзогенные БТШ, у лиц, подвергавшихся длительному

воздействию малых доз ионизирующего излучения, и при отравлении солями тяжелых металлов (таллием). Применение экзогенных БТШ может быть использовано для предотвращения дезадаптации, повышения неспецифической резистентности, коррекции иммунного статуса и защиты организма сотрудников, занятых на опасных производствах от воздействия неблагоприятных факторов производственной среды физической и химической природы.

Литература

1. Баранов Г.А., Земляной А.В., Оникиенко С.Б., Хухарев В.В. Способ активации дрожжей / Патент № 2272420 16.09.2003.
2. Asea A., Kraeft S.K., Kurt-Jones E.A. et al. HSP70 stimulates cytokine production through a CD14-dependant pathway, demonstrating its dual role as a chaperone and cytokine // *Nat. Med.* – 2000. – Vol. 6, N 4. – P. 435–442.
3. Carlo A., White A.N., Guo F. et al. Chronic electromagnetic field exposure decreases HSP70 levels and lowers cytoprotection // *J. Cell Biochem.* – 2002. – Vol. 84, N 3. – P. 447–454.
4. Gosslau A., Ruoff P., Mohsenzadeh S. et al. Heat shock and oxidative stress-induced exposure of hydrophobic protein domains as common signal in the induction of hsp68 / A. Gosslau, al.] // *J. Biol. Chem.* – 2001. – Vol. 19, N 276 (3). – P. 1814–1821.
5. Polakowski, J.S., Wegner C.D., Cox B.F. Bimoclomol elevates heat shock protein 70 and cytoprotects rat neonatal cardiomyocytes // *Eur. J. Pharmacol.* – 2002. – Vol. 18, N 435 (1). – P. 73–77.
6. Srivastava P. K. Complexes of peptide-binding fragments of heat shock proteins and their use as immunotherapeutic agents // *Pat. US20010034042 A1*, Jan.20. – 2001. – 24 p.
7. Wischmeyer P.E. Glutamine and heat shock protein expression // *Nutrition.* – 2002. – Vol. 18, N 3. – P. 225–228.

ГИГИЕНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЕТА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ДЛЯ ЦЕЛЕЙ СОЦИАЛЬНО-ГИГИЕНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

А.В. Киселев, А.В. Мельцер, Я.В. Григорьева, Н.В. Ерастова
ФГБОУ ВО «СЗГМУ им. И.И. Мечникова» МЗ РФ,
Санкт-Петербург, Россия
anatvlak@icloud.com

Ключевым механизмом в технологии управления уровнем санитарно-эпидемиологического благополучия населения является совершенствование системы социально-гигиенического мониторинга (СГМ), выбор наиболее эффективных инструментов обоснования управленческих решений, основанных на принципах оценки риска здоровью населения [2, 3]. При этом важной методологической проблемой реализации системы СГМ является несовпадение пространственных

границ зон формирования неприемлемого риска и тех территорий, по которым осуществляется сбор статистических данных, характеризующих состояние здоровья населения. Данное обстоятельство зачастую вызывает критику методологической правомочности использования осреднения данных о загрязнении атмосферного воздуха по административным границам районов наблюдения и достоверности выводов об их связи с состоянием здоровья населения [1, 2].

Был изучен характер формирования статистического представления данных о загрязнении атмосферного воздуха в пределах границ административных районов Санкт-Петербурга на основе данных моделирования переноса вредных веществ от приоритетных источников в приземный слой с последующей их оценкой по нормативным критериям и риску для здоровья населения и оценкой достоверности данных показателей, осредненных по границам административных районов города. Исходной информационной основой явилась база данных источников загрязнения атмосферного воздуха Санкт-Петербурга Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности, реализованная в программном комплексе «Эколог-город» фирмы Интеграл.

Использованы данные по 36124 источникам выброса, принятым как приоритетные (формируют более 95% выбросов), 72% из которых являются организованными. При этом было установлено, что в атмосферный воздух от этих источников поступает 455 веществ. Далее была определена расчетная сетка с шагом в 500 м, накрывающая территорию в 5041 км². Выполнены расчеты максимальных разовых и среднегодовых концентраций для всех выбрасываемых веществ, а также оценен канцерогенный и неканцерогенный (острый и хронический) риски, и проведена оценка загрязнения по ольфактометрическому критерию (доля превышения порога запаха). Наибольший интерес в этом контексте анализа представляли те районы, которые имели достоверные отличия в показателях по критерию Стьюдента хотя бы с 4 другими районами.

Осреднение результатов расчетного мониторинга загрязнения атмосферного воздуха, включая такие методы оценки, как сравнение значений приземных концентраций с гигиеническими нормативами и критериями оценки риска здоровью, по территориям административных районов Санкт-Петербурга показало, что из 455 веществ только по 5 (оксид и диоксид азота, сернистый ангидрид, бензол и фенол) формируются достоверные различия в показателях, характеризующих особенности загрязнения воздуха по каждому из районов, свидетельствующие о правомочности использования осреднения данных о загрязнении атмосферного воздуха в разрезе административных границ районов наблюдения. В целом, работа показала, что результаты расчетного мониторинга загрязнения атмосферного воздуха, осредненные по территориям административных районов, лишь в ряде случаев могут

являться уникальной характеристикой экологической ситуации территории и иметь право сопоставляться с показателями состояния здоровья населения, статистически обобщаемых на этих территориях.

Литература

1. Киселев А.В., Панькин А.В., Сорокин Н.Д. и др. Расчетные методы в системе оценки риска здоровью населения, связанного с загрязнением атмосферного воздуха // Гигиенические и медико-профилактические технологии управления рисками здоровью населения: Материалы 2-й Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Пермь, 2011. – С. 147 – 151.
2. Ракитин И.А., Мельцер А.В., Киселев А.В. и др. Практика применения оценки аэрогенного риска для здоровья населения для обоснования приоритетных мер управления качеством атмосферного воздуха в Санкт-Петербурге // Материалы XXXXIV науч. конф. СПбМАПО «ХЛОПИНСКИЕ ЧТЕНИЯ» под ред. А.П. Щербо.– СПб.: Издательство СПбМАПО, 2011. – 134 с.
3. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. Р 2.1.10.1920-04. – М., 2004. – 132 с.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ ПЕРСОНАЛА ОБЪЕКТА ПО ХРАНЕНИЮ И УНИЧТОЖЕНИЮ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ В ПОС. ПЛАНОВЫЙ ЩУЧАНСКОГО РАЙОНА КУРГАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Н.В. Криницын, Д.Б. Киселев, О.Н. Танюхина, М.В. Цимбал
ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России, Санкт-Петербург, Россия
gpech@fmbamail.ru

Введение. Во исполнение ФЦП «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации» (утв. пост. Правительства РФ от 21 марта 1996 г. №305), в которой основополагающим явилось обеспечение безопасности лиц, занятых на работах с химическим оружием, ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России были проведены комплексные углубленные медицинские обследования состояния здоровья персонала объектов по хранению и уничтожению химического оружия (ОХУХО). Отмечено, что при работе с отравляющими веществами, обладающими нейротропным эффектом (фосфорорганические соединения), наряду с химическим, ведущим неблагоприятным фактором является высокая напряженность трудового процесса, обусловленная ответственностью за химическую безопасность, риском здоровью при контакте с опасными веществами вследствие возможности возникновения нештатных ситуаций, сменностью работы и другими факторами напряженности труда. Состояние здоровья работающих зависит от объекта исследования и условий проживания в регионах его расположения.

Целью настоящей работы явился анализ результатов исследования индивидуального здоровья персонала ОХУХО фосфорорганических веществ (ФОВ) в пос. Плановый Щучанского района Курганской области.

Материалы, методы и результаты. Проведено специализированное медицинское обследование 149 человек в возрасте от 20 до 59 лет – гражданский персонал и военнослужащие ОХУХО в пос. Плановый Щучанского района Курганской области. Из них обследовано 105 мужчин и 44 женщины.

Группа осмотренного персонала ОХУХО большей частью состояла из лиц в возрасте 20-29 лет. Сравнимое население проживало в с. Чумляк Щучанского района Курганской области (в зоне защитных мероприятий и состояло из лиц, не работающих на вредном химическом производстве), в группе сравнения преобладали лица в возрасте 40-49 лет. По возрастной структуре мужчины ОХУХО были несколько моложе населения с. Чумляк, а женщины практически не отличались по сравниваемым группам. Среди персонала и военнослужащих ОХУХО только 26,7% лиц не имели контакта с ХО, хранящимся на базе; 44,4% лиц имели контакт от нескольких месяцев до 5 лет, 14,1% – от 5 лет до 10 лет, а 14,8% не работающих на вредном химическом производстве 10 лет и более. Последние периодически участвовали в уничтожении аварийных боеприпасов, о чем имеются соответствующие записи в медицинских книжках персонала. Социально-бытовые условия и материальное положение у работающих на ОХУХО в п. Плановый были значительно лучше, чем трудоспособного населения с. Чумляк. При обследовании были использованы клинические, клинико-лабораторные и инструментальные методы, включая автоматизированные приборы массового раннего выявления воздействия ОВ (анализаторы активности холинэстераз крови «Гранат-3 и 4», пупиллометрический комплекс, ЛКС-спектрометр), методы исследования психофизиологических, биохимических показателей.

При опросе о перенесенных заболеваниях в течение жизни персонала и военнослужащих ОХУХО установлено, что наиболее часто опрошенные болели пневмонией или бронхитом, 1,5% перенесли туберкулез. Достаточно часто в анамнезе отмечали болезни гепатобилиарной системы – хронический холецистит и болезнь Боткина, а также болезни органов пищеварения – хронический гастрит и язвенную болезнь. Уровень перенесенных болезней практически по всем нозологическим формам (за исключением болезни Боткина) у персонала ниже, чем у трудоспособного населения с. Чумляк. Заболевания пневмонией, бронхитом и язвенной болезнью встречались у мужчин ОХУХО чаще, чем у женщин, а хронический холецистит, гепатит и болезни почек у женщин регистрировались чаще, чем у мужчин.

При анализе жалоб в течение последнего года (по опросу) около половины обследованных указывали, что у них были жалобы астенического характера: слабость, подавленность настроения, снижение

аппетита, раздражительность, плохой сон, потливость по ночам, головные боли. С несколько большей частотой этих изменений у женщин, чем у мужчин. Реже у обследованных были жалобы на боли в животе, тошноту, боли в правом подреберье, горечь во рту, отрыжку, изжогу и расстройство стула. На третьем ранговом месте по частоте встречаемости предъявлены жалобы на кашель, мокроту и одышку, со значительно большей частотой данных жалоб у мужчин, чем у женщин. Частота жалоб, анамнестически предъявляемых работниками ОХУХО, была значительно меньше по всем системам и органам, чем у трудоспособного населения с. Чумляк.

На момент обследования большинство (около двух третей) обследованных жалоб не предъявляли. Наиболее частыми жалобами на момент осмотра у работников ОХУХО были жалобы со стороны нервной системы (преимущественно головная боль и слабость). Подобные жалобы женщины предъявляли значительно чаще, чем мужчины. Примерно с такой частотой предъявлялись жалобы со стороны костно-мышечной системы (боли в суставах и позвоночнике) и органов дыхания (кашель, насморк и одышка). Частота жалоб, предъявляемых работниками ОХУХО по всем системам органов на момент осмотра, была значительно ниже, чем подобный показатель у трудоспособного населения села Чумляк.

При объективном исследовании у 26,7% лиц зарегистрированы повышенные цифры артериального давления, без существенных различий по полу. Частота встречаемости гипертензии несколько выше у работников ОХУХО, чем у трудоспособного населения с. Чумляк. У пятой части обследованных при пальпации определялась болезненность в эпигастральной области, правом, левом подреберьях или внизу живота. Данные изменения встречались в 2 раза реже у работников ОХУХО, чем у трудоспособного населения с. Чумляк. У каждого десятого из осмотренных лиц, определялся положительный симптом Пастернацкого или аускультативно выслушивались хрипы в легких. Все изменения, выявленные при объективном исследовании, соответствовали диагнозам, установленным врачом-профпатологом.

При анализе основных и сопутствующих болезней, диагностированных у работающих при проведении обследования, установлено, что наиболее частой патологией являются болезни органов пищеварения, которыми страдают около половины всех осмотренных лиц. Среди болезней органов пищеварения примерно с равной частотой встречались хронический гастрит и поражение гепатобилиарной системы: хронический холецистит, гепатит, дискинезия желчевыводящих путей и последствия болезни Боткина. Хронические гастриты встречались чаще у мужчин, а поражения гепатобилиарной системы - у женщин. Хотя болезни органов пищеварения встречались в целом у работников ОХУХО реже, чем у трудоспособного населения села Чумляк, поражения гепатобилиарной системы диагностировались чаще у персонала и военнослужащих ОХУХО, как у мужчин, так и у женщин. На втором

ранговом месте находились болезни нервной системы, которые у работников ОХУХО почти полностью представлены функциональными расстройствами нервной системы, уровень которых выше, чем у трудоспособного населения с. Чумляк и не зависел от пола обследованных. На третьем ранговом месте среди выявленной патологии у работников ОХУХО находились болезни крови и обмена веществ, представленные преимущественно ожирением различной степени выраженности. Данное заболевание у женщин встречалось чаще, чем у мужчин и диагностировалось с примерно одинаковой частотой у работников ОХУХО и трудоспособного населения с. Чумляк. Далее по частоте встречаемости находились болезни органов дыхания, представленные преимущественно хроническими неспецифическими заболеваниями легких (хронический бронхит), которые были у мужчин чаще, чем у женщин и у работников ОХУХО чаще, чем у трудоспособного населения с. Чумляк. Болезни органов кровообращения, представленные преимущественно гипертонической болезнью, встречались у работников ОХУХО с частотой 14,1 на 100 работающих и не зависели от пола обследуемых. Данной патологии у работников ОХУХО значительно меньше, чем у трудоспособного населения села Чумляк.

В целом по результатам осмотра врача-профпатолога установлено, что 31,1% из числа осмотренных, являлись практически здоровыми; у 9,6% выявлены функциональные расстройства нервной системы; у 43,8% подтверждены ранее установленные диагнозы хронических соматических заболеваний; у 15,5% лиц впервые установлены соматические болезни.

Результаты после обработки данных, полученных методом пупиллометрии, представляли собой набор параметров пупиллометрии для различных возрастных групп. Все параметры пупиллометрии проверялись на соответствие нормальному распределению по критерию Колмогорова-Смирнова. По результатам обследования сформирована группа риска из 6 человек.

Исследования изученных групп методом лазерной корреляционной спектроскопии (ЛКС) показали, что наибольший процент обследованных репрезентативной выборки составили лица с умеренно выраженными изменениями в сывороточном гомеостазе, характерными для хронических заболеваний. У 13,8% обследованных отмечались изменения в ЛК-спектрах, связанные с аллергизацией и аутоиммунной патологией. Без нарушений гомеостаза выявлено всего 12,2% осмотренных. Отмеченные нарушения ЛКС могут быть обусловлены воспалительными заболеваниями, эрозивными и язвенными процессами в желудочно-кишечном тракте, а также хроническими гепатитами, бронхитами, дегенеративно-дистрофическими поражениями позвоночника, выявленными при обследовании врачом-профпатологом.

Анализ результатов исследования активности холинэстераз крови с помощью автоматизированного прибора «Гранат-3» у персонала ОХУХО

показал, что средние значения активности ацетилхолинэстеразы (АХЭ) колебались в пределах 7,8-10,9 МЕ/мл. Средние значения псевдохолинэстеразы (ПХЭ) колебались в пределах 3,2-4,0 МЕ/мл. Значения АХЭ несколько выше у мужчин в возрасте до 29 лет, чем у женщин этой же категории, 10,01 МЕ/мл и 7,84 МЕ/мл соответственно. Для возрастных категорий от 30 до 39 лет и от 40 до 49 лет характерны очень близкие значения величин АХЭ крови мужчин и женщин. Значения АХЭ категории от 50 до 59 лет для обоих полов практически одинаковы, а именно 8,3 МЕ/мл-для мужчин и 8,5 МЕ/мл - для женщин, и несколько ниже, по сравнению с более молодыми возрастными категориями.

По данным обследования сформированы группы лиц для обследования на предмет выяснения причин изменения здоровья, в том числе пупиллограмм, в Центре профпатологии с целью исключения возможного влияния ФОВ.

Заключение. Результаты исследования состояния здоровья работающих на ОХУХО в пос. Плановый Щучанского района Курганской области выявили более высокий, по сравнению с жителями с. Чумляк Щучанского района Курганской области, уровень поражения гепатобилиарной системы, функциональных расстройств нервной системы и болезней органов дыхания. Это может свидетельствовать о воздействии комплекса неблагоприятных условий труда на здоровье работников ОХУХО, несмотря на более молодой возраст, лучшие социально-бытовые условия проживания, лучшую материальную обеспеченность, тщательный профессиональный отбор при приеме на работу персонала.

В целях профилактики возможного влияния условий труда при хранении и уничтожении ФОВ поставлена задача повышения эффективности проведения предварительного при поступлении на работу, периодических, предсменных и послесменных медицинских осмотров, а также после прекращения контакта с ФОВ и ликвидации объекта продолжить мониторинг состояния здоровья работающих для предупреждения развития отдаленных последствий их низкоуровневого влияния на персонал ОХУХО.

ЗНАЧЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО ФАКТОРА ПРИ СОСТАВЛЕНИИ ЛЕЧЕБНО-ПИЩЕВОГО РАЦИОНА РАБОТАЮЩИХ С ОПАСНЫМИ ХИМИЧЕСКИМИ ВЕЩЕСТВАМИ

Л.А. Могиленкова, В.Р. Рембовский, А.В. Истомин,
ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России, Санкт-Петербург, Россия
gpech@fmbamail.ru

Влияние наследственных различий у людей, которое может проявляться в реакциях на профессиональные вредности, загрязнения окружающей среды, на пищу, надо учитывать при нутрициологическом

подходе составления рационов лечебно-профилактического питания (ЛПП) работников химически опасных объектах (ХОО).

В выявлении взаимовлияния генетических факторов и нутриентов (пищевых веществ, необходимых для обеспечения нормальной жизнедеятельности) важна роль новых научных направлений, получивших развитие в настоящее время – нутригенетики (изучение предрасположенности к заболеваниям с учетом генетических вариаций и потребления питательных веществ) и нутригеномики (оценка влияния пищевых ингредиентов на геном) [7].

Формирование особенностей метаболизма для усвоения пищи организмом связано с эволюционным закреплением в популяции (этнотипе) определенных аллелей и мутаций генов, влияющих на метаболизм углеводов, жиров и белков [2,13,15]. Так, отмечено распространение моногенных заболеваний, связанных с особенностями питания: в азиатских и африканских – гиполактазии (непереносимости лактозы); в популяциях Европы – целиакии (непереносимости глютена – белка пшеницы и других злаков) и др. К полигенным болезням относятся многофакторные заболевания (МФЗ), обусловленные воздействием генетических факторов и внешней среды, включая продукты питания. Пищевые факторы ответственны примерно за 30% злокачественных новообразований. Велика их роль в развитии сахарного диабета (СД) 1-го и 2-го типа, ишемической болезни сердца, ожирения, гипертонической болезни, некоторых пороков развития и другой патологии. В России и сопредельных странах наблюдается распространенность аллеля $\epsilon 4$ гена аполипопротеина *E APOE* (регуляция холестерина) – фактора риска болезни Альцгеймера и сердечно-сосудистых заболеваний также распространенных у европейцев и евроамериканцев [13]. На пищевые традиции популяций влияет распространенность полиморфизмов генов метаболизма фолатного цикла [2].

Все «медленные» аллели данных генов способствуют увеличению концентрации гомоцистеина в крови и тканях, оказывающего токсическое влияние, снижению содержания фолатов, необходимых для метилирования ДНК, активного при клеточном росте. Дефицит фолиевой кислоты в продуктах рациона питания способствует развитию ишемической болезни сердца, некоторых форм злокачественных новообразований, аутоиммунных реакций, патологии беременности, генетических нарушений.

На процессы метаболизма, пищевые привычки влияют полиморфизмы генов, таких как переносчика жирных кислот и связывания их в клетках кишечника (*FABP2*); переносчика жирных кислот (*FTO*), генов предрасположенности к задержке жидкости в организме (например, при пересаливании пищи – бета-адренергических рецепторов *ADRB2*, *ADRB3*); маркеров углеводного обмена – генов ядерного рецептора, активируемого пролифератором пероксисом типа гамма 2 (*PPARG2*); ко-

активатора гамма-рецептора 1 пролиферации пероксисом (PPAR) – *PGC1*; цитохрома P 450 (*CYP11B2*); группы генов митохондриальных транспортеров и т.д. [7, 10].

Генетический контроль, выживание клеток, репарацию ДНК осуществляют ведущие регуляторы энергетического обмена, оксидантной системы – сиртуины (*SIRT*) – группа генов, кодирующих семейство НАД-зависимых белков, обладающих деацетилазной или АДФ-рибозилтрансферазной активностью [6, 14]. Субстратом сиртуинов является NAD (никотинамид-аденин-динуклотид) – кофермент реакций синтеза энергии из пищевых веществ (жиры, сахара, белки), который относится к внеклеточным сигнальным молекулам. Снижение уровня NAD (возраст, токсическое воздействие) повышает количество гипоксия-индуцибельного фактора (HIF-1) в клетке, что приводит к нарушению коммуникации между ядерными и митохондриальными генами; увеличению активных форм кислорода (АФК), обуславливающих развитие онкологических, сердечно-сосудистых и других заболеваний.

Неблагоприятные аллели генов HLA-комплекса – *DQA1* и *DQB1*, которые кодируют альфа-цепи и бета-цепи белков гистосовместимости II класса, повышают риск развития сахарного диабета 1-го типа при употреблении животных белков [7].

У представителей монголоидной расы, традиционно употребляющих в пищу продукты животного происхождения (молочные, мясные, реже рыбные и растительные продукты), заболеваемость СД1 значительно ниже, чем у европейцев [15].

Употребление красного мяса значительно увеличивает риск развития колоректального рака у обладателей быстрой N-ацетилтрансферазы (NAT) и у носителей особой комбинации полиморфизмов в гене цитохрома P450. При мутации (делеции) в генах, кодирующих глутатионтрансферазы (GST – ферментов 2 фазы биотрансформации, инактивирующих ксенобиотики, их токсичные метаболиты, АФК, алкилирование белков), постоянное воздействие опасных химических веществ (ОХВ) может вызвать рост онкопатологии.

Многие нутриенты прямо или косвенно воздействуют на процессы метилирования, транскрипционные (мРНК) и посттрансляционные процессы (фосфорилирование, гликозилирование белков) и другие механизмы изменения экспрессии генов или структуры хромосом. Экспрессия генов связана с распознаванием специфических рецепторов определенной структуры веществ, поэтому схожие по строению компоненты пищи различно воздействуют на организм [7].

Жирные кислоты, холестерин, глюкоза, жирорастворимые витамины действуют на геном через факторы транскрипции, чувствительные к ним (регуляторные рецепторные белки, связывающие стеролы – SREBs, углеводы – ChREBP, ядерные рецепторы). Ядерные рецепторы совмещают в себе функции рецептора и транскрипционного фактора: они распознают

различные гидрофобные компоненты еды или их производные (жирные кислоты, витамин D, ретиноевую кислоту, желчные соли и пр.), а затем изменяют активность регулируемых ими генов. Так, молекула mTOR (mammalian target of rapamycin), активируемая высокой концентрацией аминокислот, регулирует многочисленные метаболические процессы в клетке, включая инсулиноподобный фактор роста 1 (IGF1), участвующий в эндокринной, аутокринной и паракринной регуляции процессов роста, развития и дифференцировки клеток и тканей организма.

Транс-жиры, образующиеся при производстве маргарина, усиливают экспрессию ключевого регулятора липидного обмена PGC-1 в печени, что способствует экскреции липопротеинов низкой плотности в кровь, отложению холестерина в сосудах и другим нарушениям в клетках. Насыщенные жирные кислоты, содержащиеся в сливочном масле, сыре, мясе, желтках, кокосовом и других маслах, способствуют воспалению через прямую активацию рецепторов врожденного иммунитета (TLR4) на макрофагах, активирующего ключевой ядерный транскрипционный фактор иммунного ответа – NFκB.

Дефицит холина, метионина, витаминов – пиридоксина (B₆), цианкобаламина (B₁₂) и фолиевой кислоты (B₉) – оказывает влияние на процессы метилирования. Недостаток в пище B₁₂, B₉ и метионина вызывает резкое снижение уровня цитохрома P450 в микросомах печени; развитие злокачественных опухолей, а дефицит витаминов B₆, B₁₂, B₉ – ослабление клеточного иммунитета.

Продолжительность жизни, состояние здоровья во многом зависит от рациона питания человека.

Считается, что у людей диета с низким содержанием белков и углеводов снижает риск развития рака, ожирения и нейродегенеративных заболеваний. Это может быть также связано со снижением уровня IGF1 в крови. Полиненасыщенные жирные кислоты, содержащиеся в оливковом масле, семечках, тунце, лососе активируют PPARα в печени, способствуя катаболизму жиров в организме, изменяют ацетилирование гистонов и таким образом подавляют действие транскрипционного фактора NFκB на гены иммунного ответа и апоптоза.

Нормализуют работу организма, в том числе сердечно-сосудистой и нервной систем. Глюкокортикоиды снижают секрецию IGF1, что уменьшает риск развития атеросклероза, рака и других болезней. Сиртуины (SIRT1) активируются при употреблении некоторых видов орехов, красного вина и винограда.

Таким образом, имеющиеся сведения свидетельствуют, что при организации лечебно-профилактического питания на ХОО должны составляться оптимальные варианты пищевого рациона на основе общих генетически обоснованных рекомендаций: желательно для каждого работника с учетом его генотипа и ответной реакции на действие конкретного химического токсиканта. Особенно это актуально при

контакте с ОХВ, вызывающими выраженные метаболические нарушения в организме (1,1-диметилгидразином – НДМГ, диоксинами и т.д.).

НДМГ является высокотоксичным и чрезвычайно опасным веществом, I класса опасности [1, 9]. Ведущее значение в патогенезе интоксикации НДМГ имеет прямое блокирование ферментов, содержащих в качестве кофактора – пиридоксальфосфат (фосфат витамина В₆), образование токсичных метаболитов (канцерогена нитрозодиметиламина и др.), АФК, а также превышение фонового уровня АФК и перекиси водорода в окружающей среде (вода, воздух) при низкоуровневом его воздействии (0,1-0,001 ПДК) [3].

Токсические свойства НДМГ связаны с нарушением процессов переаминирования, дезаминирования, угнетением активности моно- и диаминооксидаз, оказывающих влияние на обмен биогенных аминов, нарушение синтеза ацетил-коэнзима А. Взаимодействие активных центров энзимов с НДМГ ведет к нарушению обмена гистамина, азотистого, белкового, углеводного, липидного обменов, синтеза гема, энергетического обеспечения клетки, снижению активности окислительно-восстановительных процессов, фосфорилирующих реакций, накоплению биогенных аминов, в том числе адреналина и норадреналина.

Генетически обусловленное нарушение конъюгации НДМГ и других гидразинов и метаболитов 1 фазы их биотрансформации, осуществляемой путем ацетилирования с участием GST, приводит к ингибированию синтеза цитохрома P 450, активации аскорбат и НАДФН зависимой ПОЛ.

Генетическими маркерами предрасположенности к развитию профессиональных заболеваний при работах с НДМГ являются комбинации генотипов IleVal/C1C1 генов CYP1A1 и CYP2E1, усиливающих образование токсичных метаболитов (нитрозодиметиламина – НДМА, формальдегида) и медленный фенотип микросомальной эпоксидгидролазы, NAT2, что снижает образование нетоксичных конъюгатов [5, 11].

Патогенетическая значимость угнетения синтеза пиридоксальфосфата при отравлениях гидразинами доказана тем, что витамин В₆ (пиридоксин) является единственным эффективным средством профилактики (используется в виде антидота при острых отравлениях) и лечения интоксикаций гидразиновыми соединениями. Важным фактором ассимиляции пиридоксина является витамин В₂, при дефиците которого может нарушаться синтез оксидазы, простетической группой которой является флавиномононуклеотид.

Протекторное питание, необходимое для регуляции деятельности организма, в особенности функционирования нервной, сердечно-сосудистой, иммунной систем, обмена веществ, повышения общей сопротивляемости и адаптационных резервов организма, работоспособности, а также снижения общей и проф. заболеваемости

повышает функции физиологических барьеров – препятствует проникновению НДМГ в организм.

Для снижения аутоиммунных процессов, повышение которых характерно для НДМГ, необходимо снижение продуктов, богатых гистамином. Гипосенсибилизирующий эффект обеспечивают растительное масло, фосфатиды, витамины, соли кальция и магния, а также снижение углеводов и натрия хлорида. Для профилактики канцерогенного и общетоксического эффектов НДМГ, в состав пищи следует включать неспецифические антимуагены. К ним относятся витамины-антиоксиданты (Е, С, А), витамин D, фолиевая кислота, глутатион, коэнзим Q10, кофакторы ферментов антиоксидантной защиты, минералы, содержащие селен, медь, марганец, цинк, хром, экстракты дикорастущих растений, защитный, антиоксидантный механизм которых известен. С профилактической целью в качестве нетоксичных антидотов НДМГ, блокирующих образуемые им АФК в водных системах, перспективно использование биологически активных добавок (БАД) на основе соединений дженерола и куркумина, выделенных из имбиря и куркумы [3], а также стахиса и стевии [4].

Для работников, контактирующих с гидразинами, согласно приказу министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 16 февраля 2009 г. №46н «Об утверждении перечня производств, профессий и должностей, работа в которых дает право на бесплатное получение лечебно-профилактического питания в связи с особо вредными условиями труда, рационов лечебно-профилактического питания, норм бесплатной выдачи витаминных препаратов и правил бесплатной выдачи лечебно-профилактического питания» действует 4 рацион ЛПП. Вместе с тем в приказе не учтены многие особенности детоксикации гидразинов и метаболизма эндогенных веществ, в том числе генетически обусловленные, которые можно компенсировать сбалансированным рационом питания. Так, при обеспечении ЛПП работающих с гидразинами в рационе 4б дополнительно предусмотрен прием пищевых продуктов, содержащих витамины В₆, В₁, В₂, РР, С, Е, а также глутаминовую кислоту. Кроме того, для усиления детоксицирующей функции печени и элиминации гидразинов, нормализации липидного обмена, синтеза фосфолипидов к существующему рациону ЛПП на производствах НДМГ требуется ввести продукты, содержащие фолиевую, пангамовую кислоты, витамины А, В₁₅, В₁₂, F, аминокислоты цистеин и метионин. Целесообразно ограничение насыщенных жирных кислот, холестерина, уменьшение калорийности пищи (уменьшение потребления цельного молока, сыра и сливок, мяса жирных сортов, выпечных изделий, яиц, печени и почек).

Для лиц, работающих с НДМГ, в рацион ЛПП предложено ввести антимуагенный витаминно-минеральный комплекс, разработанный Медико-генетическим центром РАМН ГУ НИИ фармакологии им. В.В.

Закусова РАМН (г. Москва), который представлен набором витаминов и минералов, адаптированным к рассматриваемому контингенту работников. Однако, по нашему мнению, более эффективным является составление сбалансированного персонализированного рациона на основе натуральных продуктов питания (фрукты и овощи, богатые витаминами, постное мясо, рыба, оливковое и другие растительные масла) и БАДов, в котором учитываются и метаболические нарушения, вызываемые гидразинами, и полиморфизм генов детоксикации (цитохрома P450, микросомальной эпоксидгидролазы, NAT, GST и др.).

Особую опасность для человека и окружающей среды представляют диоксины [12].

По токсическому действию диоксины – это универсальные клеточные яды, поражающие все органы и системы организма. Токсический эффект наблюдается при их действии даже в самых малых концентрациях.

Кроме общетоксического действия, они вызывают иммунодефицит; обладают тератогенным, мутагенным, канцерогенным свойствами; увеличивают восприимчивость организма к инфекциям; повышают частоту аллергических реакций, онкологических заболеваний, болезней крови и кроветворной системы. Биодegradация, мутации генных структур энзимов, гормонов, нейромедиаторов и других жизнеобеспечивающих систем обуславливают клинические проявления действия диоксинов.

В настоящее время экспрессия генов *AhR*, *CYP1A1* и *CYP1B1*, активность *CYP1A2*, а также недостаточная активность GST (аллель Vail05 гена *GSTP1*) могут быть маркерами воздействия диоксинов. Сложность представляет выявление эпигенетических модификаций под воздействием диоксинов, так как в начале контакта с ними эти изменения (метилирование ДНК, нарушение структуры хроматина, транскрипции РНК; трансгенерационное влияния) малы.

Но со временем может развиваться разнообразная патология [8]; или, наоборот, являясь обратимыми, при своевременной профилактике, здоровье может восстановиться.

Для профилактики воздействия диоксинов рекомендуется использовать мембраностабилизирующие и антиоксидантные нутриенты, в том числе витамины (А, С, Е, К, D, РР, В₂, В₆, В₁₂, биотин), микроэлементы (кальций, селен, медь, марганец, цинк и др.), каротиноиды, полифенолы, глюкозинолаты (гидролизующиеся в организме до изотиоцианатов), серосодержащие соединения, необходимые для синтеза глутатиона (антиоксиданта и кофактора GST).

Таким образом, анализ данных молекулярно-генетических исследований свидетельствует, что изучение биохимических путей взаимодействия компонентов пищи и генетического полиморфизма, обуславливающего предрасположенность организма к МФЗ, и составление индивидуального генетически обоснованного рациона питания

работающих и других категорий граждан, имеющих контакт с ОХВ, позволит улучшить меры профилактики химически обусловленных заболеваний и профинтоксикаций при деятельности ХОО.

Литература

1. Белов А.А. К вопросу о токсичности и опасности гидразина и его производных (обзор) // Промышленная токсикология. – 1999 г. – №5. – С. 3-15.
2. Иевлева К.Д., Баирова Т.А., Калюжная О.В., и др. Ген фолатного цикла МТНFR и питание // Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра СО РАМН. – 2016. – №3-2 (109). – С. 138–144.
3. Кондратьев А.Д. Исследование процессов образования активных форм кислорода под влиянием низких концентраций гептила. – НТО, НТЦ "Экон ЦНИИмаш", 2004. – 83 с.
4. Красина И.Б. Теоретическое и экспериментальное обоснование создания диабетических мучных кондитерских изделий с применением растительных биологически активных добавок: Автореф. дисс... докт. техн. наук. – Краснодар, 2008. – 53 с.
5. Могиленкова Л.А., Филиппова Ю.В., Филиппов В.Л. и др. Развитие психоневрологических нарушений при контакте с опасными химическими веществами // Клиническая больница. – 2013. – № 4 (6). – С. 13–17.
6. Москалев А.А. Старение и гены. – СПб.: Наука, 2008. – 358 с.
7. Нутригеномика: питание vs. заболевания Биомолекула [Электронный ресурс]. <https://biomolecula.ru/articles/nutrigenomika-pitanie-vs-zabolevaniia>
8. Паткин Е.Л., Софронов Г.А. Эпигенетика популяций, экотоксикогенетика и болезни человека // Экологическая генетика. – 2012. – Т.10, № 4. – С. 14–28.
9. Пособие по токсикологии, гигиене, химии, индикации, клинике, диагностике острых и хронических интоксикаций и профилактике профессиональных заболеваний при работе с несимметричным диметилгидразином / Под ред. М.Ф Киселева, В.Р. Рембовского, В.В. Романова. – СПб., 2009. – 252 с.
10. Фефилова И.Б. Антивозрастная медицина. Современная энциклопедия. – М.: ООО «Издательство Эксмо», 2015. – 382 с.
11. Целоусова О.С., Кочетова О.В., Ахмадишина Л.З. и др. Полиморфные варианты генов цитохрома р450 (Cyp1a1, Cyp2e1, Cyp2d6) в развитии предрасположенности к профессиональному токсическому поражению печени // Бюлл. ВСНЦ СО РАМН. – 2009.– №1 (65). – С. 136–140.
12. Черняк Ю.И., Грассман Д.А., Шелепчиков А.А. Маркеры воздействия и эффекта диоксинов у пожарных, участвовавших в ликвидации пожара на АО «Иркутсккабель» // Мед. труда и пром. экология. – 2005. – № 12. – С. 41–46.

13. Corbo R.M., Scacchi R. Apolipoprotein E (APOE) allele distribution in the world. Is APOE*4 a «thrifty» allele? // *Ann. Hum. Genet.* – 1999. – V. 63. – P 301–310.
14. Gomes A.P., Price N.L., Ling A.J. et al. Declining NAD(+) induces a pseudohypoxic state disrupting nuclear-mitochondrial communication during aging. (англ.) // *Cell.* – 2013. – V. 155, N 7. – P. 1624–1638.
15. Kawasaki E., Matsuura N., Eguchi K. Type 1 diabetes in Japan // *Diabetologia.* – 2006. – 49. – P. 828-836.

РОЛЬ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ПОЛИМОРФИЗМОВ В ФОРМИРОВАНИИ ПРЕДРАСПОЛОЖЕННОСТИ К ХИМИЧЕСКИ ОБУСЛОВЛЕННОЙ ПАТОЛОГИИ У РАБОТАЮЩИХ В КОНТАКЕ С ОПАСНЫМИ ХИМИЧЕСКИМИ ВЕЩЕСТВАМИ

М.Н. Пименова, Л.В. Янно

*ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России, Санкт-Петербург, Россия
gpech@fmbamail.ru*

Для проведения лечебно-профилактических мероприятий на химически опасных объектах большое значение имеет ранняя донозологическая диагностика химически обусловленных заболеваний у лиц, контактирующих с опасными химическими веществами (ОХВ), – на этапе, когда биохимические, морфологические и функциональные сдвиги предшествуют появлению симптомов заболевания. Актуальным в донозологической диагностике представляется выявление индивидуальной предрасположенности (чувствительности или устойчивости) работающих к действию ОХВ, которая во многом зависит от генетического полиморфизма. Выраженные индивидуальные различия генотипов обусловлены различными мутациями, произошедшими в процессе эволюции человеческих популяций, приведшие к генетическому полиморфизму (ГП) [3, 9, 10].

В большинстве случаев ГП обладают нейтральным эффектом. Однако существуют также полиморфизмы, способные повлиять на степень экспрессии генов, активность функциональных продуктов (белков, РНК) и структуру белков. Функциональная значимость данных полиморфизмов связана с тем, что они затрагивают кодирующие (экзоны, гены микроРНК и некоторые интроны, содержащие в себе гены микроРНК) и регуляторные (промоторы, энхансеры, инсуляторы) регионы ДНК. Гены включены в сложную сеть взаимодействий, функционирующую в клетке [5]. Образующие структурный остов каждой геновой сети, гены полиморфны, их аллельные варианты функционально различны. Именно поэтому каждый человек имеет свой неповторимый генетический набор и свои, характерные только для него, особенности метаболизма. Установлено, что в патогенез заболевания вовлекается множество функционально взаимосвязанных генов.

Для изучения экогенетических закономерностей в индивидуальной чувствительности к воздействию химических соединений у лиц, имеющих с ними профессиональный контакт, наибольший интерес представляют гены детоксикации, поскольку они кодируют разнообразные ферменты, ответственные за метаболизм, деградацию, детоксикацию и выведение ксенобиотиков. Неблагоприятным вариантом является сочетание ферментов с высокой активностью фазы 1 биотрансформации и низкой активностью 2 фазы [9].

Возможна 10–200-кратная разница в метаболической активности ферментов, участвующих в детоксикации, которая существенно влияет на чувствительность индивидуумов к токсическому, канцерогенному и мутагенному действию химических соединений.

Риск развития химически обусловленных заболеваний может существенно различаться при равной экспозиции химических соединений. Так, на первом этапе метаболизма КРТ (1 фаза биотрансформации), в частности НДМГ, в организме человека ключевая роль принадлежит ферментам группы цитохромов P450, в первую очередь CYP1A1, CYP1A2, CYP2A3, которые участвуют в окислении азота аминогруппы в N-гидроксильные компоненты [6]. Одним из основных ферментов второго этапа является N-ацетилтрансфераза, катализирующая реакцию ацетилирования. В обезвреживании активированных метаболитов принимают участие система глутатионтрансфераз (GST), NADP[H] – хинон оксидоредуктаза 1 (ген NQO1), глюкозо-6-фосфатдегидрогеназа (G6PD), медьсодержащий белок церулоплазмин и др. Именно с полиморфизмом генов, кодирующих синтез этих ферментов и определяющих их активность, может быть связана чувствительность людей к воздействию НДМГ.

Генетический полиморфизм генов *CYP1A2* (*CYP1A2*1F* и *CYP1A2*1D*) влияет на развитие предрасположенности к токсическому поражению печени, повышению уровня трансфераз и билирубина у рабочих производств НДМГ. Напротив, наличие точечной мутации (*NQO1*2(C609T)*) в 6 экзоне гена *NQO1*, обуславливающей медленную форму NADP[H] – хинон оксидоредуктазы, играет протекторную роль.

В настоящее время известно 36 аллелей гена *NAT2*, из которых наиболее распространенным среди европеоидов медленным аллелям относятся кластеры *NAT2*5(T341C)* и *NAT2*6(G590A)*. По фенотипическим проявлениям активности *NAT2* людей можно разделить на быстрые, промежуточные и медленные ацетиляторы (ранее выделяли только группы быстрых и медленных ацетиляторов). Межиндивидуальная вариабельность активности фермента *NAT* зависит от комбинации в генотипе различных аллелей. У лиц с фенотипом «медленного» ацетилирования при профессиональном контакте с НДМГ, ариламинами и другими промышленными амносодержащими соединениями даже в низких концентрациях, существует неизбежная предрасположенность к

повышенной токсикации этими соединениями и высокий риск развития ряда хронических заболеваний и онкологической патологии. Частота рака легкого, молочной железы, мочевого пузыря, плоскоклеточной карциномы, множественной миеломы, острого лимфобластного лейкоза выше у «медленных» ацетиляторов, чем у «быстрых». Установлена ассоциация этих заболеваний с определенными полиморфизмами гена *NAT2* [2]. Наиболее подвержены интоксикации лица при сочетании в фенотипе высокой активности фермента *CYP1A2* и низкой активности фермента *NAT2*.

Нулевые варианты (делеции) изоформ генов *GSTM1* и *GSTT1*, кодирующих соответствующие ферменты 2 фазы биотрансформации химических соединений, связаны с предрасположенностью к бронхиальной астме, болезням печени, эндометриозу, раку легких, желудочно-кишечного тракта, мочевого пузыря, системы кровотока, яичников, кожи. На степень риска заболевания влияют пол, возраст и курение.

Различия в активности *G6PD* определяют развитие гемолитической анемии, особенно при воздействии аминоксодержащих соединений. Поскольку ген *G6PD* локализован в X-хромосоме, то низкая активность фермента, связанная с гемолизом, особенно опасна для мужчин. При дефиците *G6PD* увеличивается риск токсикации человека и канцерогенеза.

При воздействии на человека фосфорорганических соединений (ФОС), в том числе ФОВ, в их метаболизме помимо цитохромов P450 в 1 фазе биотрансформации задействованы и другие ферментные системы, такие как ацетилхолинэстеразы (АХЭ), бутирилхолинэстеразы (БХЭ), карбоксилэстераза, параоксоназа, эпоксидгидролаза. Генотипирование генов, кодирующие эти ферменты, может быть информативным при выявлении групп риска развития токсикации и отдаленных последствий при низкоуровневых воздействиях ФОВ [9]. Генетический полиморфизм параоксоназы человека является примером специфических черт метаболизма, определяющих индивидуальную чувствительность к ФОС. Из трех изоформ *PON* наиболее важным является *PON1*. Мутация в этом гене (Gln 192Arg) ведет к повышению чувствительности к ФОС.

Химически обусловленные заболевания лиц, контактирующих с ФОВ, могут быть связаны с очень низкими уровнями параоксоназы. Распространенность этой мутации достаточно высокая среди испанского населения – 16%, северо-европейского – 9%, японского – 41,4% [3, 9]. Показано, что фенотип с низкой активностью параоксоназы свойственен почти 50% «белым» американцам и европеоидам. Именно высокой частотой этой мутации у японского населения объясняется большое число жертв после применения зарина при террористическом акте в Токийском метро в 1995 году. Доказана вовлеченность полиморфизма генов параоксоназы (*PON1* и *PON2*) в формирование предрасположенности к атеросклерозу различной локализации [7].

В настоящее время описано около 20 фенотипов БХЭ. Лица с пониженной активностью БХЭ, являющиеся гомозиготами по аллелю E^a_1 или E^s_1 , а также гетерозиготы по этим аллелям ($E^a_1E^s_1$), будут более восприимчивы к воздействию ФОС, что обуславливает большую степень риска развития у них острых или отставленных нейротоксических эффектов. Стоит вопрос о недопущении носителей этих аллелей к работе в контакте с ФОС.

Дефекты антиоксидантной системы (АОС) оказывают огромное влияние на чувствительность организма к воздействию на него ОХВ. Врожденная недостаточность синтеза ферментов АОС (супероксиддисмутаза, глутатионпероксидаза, глутатионредуктаза, каталаза, церулоплазмин) приводит к повышению окислительного стресса, ПОЛ, что может вызвать развитие ряда тяжелых заболеваний.

Выявлена связь генетического полиморфизма по системам (PON54 и GSTM1) биотрансформации высокотоксичных химических соединений с уровнями цитогенетических нарушений в соматических клетках лиц, работающих с ОХВ [9]. Генотип L/L гена *PON54* и генотип «0/0» гена *GSTM1* связаны с повышенным уровнем хромосомных aberrаций в лимфоцитах периферической крови, генотип M/M гена *PON54* и генотип «+» гена *GSTM1* – с более низким уровнем. Эти данные коррелируют с высоким уровнем хромосомных aberrаций в лимфоцитах (при введении в культуру мутагена митомицина С) у индивидуумов, имеющих делеции (нулевые варианты) одновременно по генам *GSTT1* и *GSTM1*, по сравнению с испытуемыми, у которых эти гены активны [4]. Показано, что сочетание активных полиморфных вариантов каталазы и миелопероксидазы приводит к увеличению уровня хромосомных aberrаций по сравнению с вариантами со слабой активностью этих ферментов, что может быть связано с особенностью внутриклеточного метаболизма митомицина С.

С целью определения реальной мутагенной нагрузки условий труда и выявления лиц с высоким уровнем генетических повреждений нами проведено цитогенетическое обследование лиц, проводящих работы с химическим оружием на объекте хранения в Щучанском районе Курганской области. Показано статически значимое увеличение средней частоты клеток с микроядрами ($0,42 \pm 0,070\%$) в эпителии слизистой полости рта у лиц I основной группы (большая степень контакта) по сравнению с контрольной группой ($0,14 \pm 0,031\%$). Цитогенетическое обследование персонала, проведенное динамике, позволило выделить лиц со стабильно высоким уровнем клеток с микроядрами.

В формировании индивидуальной чувствительности к воздействию ОХВ на гепатобилиарную, иммунную системы большое значение имеет распределение HLA-антигенов среди лиц, контактирующих с химическими соединениями, обладающими гепатотропным действием. Показано статистически значимое увеличение частоты встречаемости антигенов A2,

A25, B16, B8, B22 у лиц (n=70) с хроническим токсическим гепатитом профессионального генеза в узбекской популяции [1]. У работающих с ОХВ отмечено значимое повышение частоты встречаемости гаплотипов A2/B8; A2/B15; A25/B22. Полученные результаты свидетельствуют об ассоциации выявленных антигенов и гаплотипов с предрасположенностью их носителей к развитию токсического гепатита при профессиональном воздействии гепатотоксичных химических соединений.

Проведенное в клинике ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России исследование (1995-1997 г.г.) дифференциальной чувствительности людей к профессиональному воздействию ФОВ в зависимости от иммуногенетической детерминированности, показало, что у лиц (n=40) с установленным диагнозом хронической профессиональной интоксикации VX чаще, чем у здоровых лиц, не имевших на производстве контакта с ФОВ, встречались антигены HLA: A10, A36, B53 [9]. Однако, учитывая высокую степень полиморфизма генов *HLA*, для окончательного утверждения ассоциации выявленных антигенов HLA с повышенной чувствительностью к VX необходимо продолжить исследование с увеличением числа обследуемых лиц и подбором соответствующих групп сравнения.

При первичной экспертизе установления связи заболевания с профессией обычно учитываются данные санитарно-гигиенической характеристики условий труда, группа профессионального риска, стаж работы, участие в ликвидации аварийных ситуаций, данные проведенных исследований в Центре профпатологии. То есть для установления профессионального заболевания большее значение придается воздействию химического фактора в дозах, превышающих ПДК, однако до сих пор не учитывается дифференциальная чувствительность людей к воздействию химических соединений. Вместе с тем, если у человека в генотипе присутствует неблагоприятное сочетание аллелей предрасположенности, у него может развиваться интоксикация при профессиональном воздействии очень низких концентраций химических соединений. Так, следует учитывать о возможности развития интоксикации и отдаленных последствий воздействия ФОВ у лиц с низкой активностью параоксоназы или развитие гемолитической анемии у мужчин с дефицитом G6PD при воздействии химических соединений, в особенности аминоксодержащих.

Следует отметить, что индивидуальные различия на генном уровне, как правило, выражены значительно более отчетливо, чем на фенотипическом. Однако реализация экспрессии гена представляет сложный процесс и, если молекулярно-генетическим методом мутация не обнаружена, то все равно не всегда существует полная гарантия нормального биохимического фенотипа организма.

Болезнь и токсические эффекты, в конечном счете, являются следствием фенотипа организма. Поэтому в генетическом аспекте биохимические показатели (первичные продукты гена, метаболиты внутри

клетки и в биологических жидкостях человека) более адекватно отражают нарушения, приводящие к патологическому состоянию в организме.

Так, например, активность сывороточной холинэстеразы, при наличии нормальных аллелей, снижается при заболеваниях печени, желчного пузыря, опухолевой кахексии, хронической болезни почек, мышечной дистрофии и других заболеваниях. В некоторых случаях отмечается повышение ХЭ (гипертоническая болезнь, язвенная болезнь, нефротический симптомокомплекс, рак молочной железы, тиреотоксикоз, сахарный диабет, атеросклеротический кардиосклероз и другие). Объяснением этого является то, что молекулярно-генетические методы описывают генотип, биохимически же определяется фенотип и влияние на него сопутствующих внутренних факторов.

В клинике ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России для изучения дифференциальной чувствительности к воздействию химических соединений в настоящее время освоены аналитические биохимические методы определения уровней активности ферментов, основанные на определении первичных продуктов генов или метаболитов, оксидантов в биологических жидкостях организма человека, отражающих биохимический фенотип организма [8, 9]. В частности, методом диагностики фенотипа ацетилирования фотокolorиметрическим методом у 52,6% работников был выявлен «медленный» тип ацетилирования, для которого характерна величина активности NAT, не превышающая 70%. Причем у одного работника наблюдалась очень низкая активность NAT (35,45%), у 7 человек активность NAT колебалась от 50,0% до 66,6%. Наблюдаемые различия в активности NAT у «медленных» ацетиляторов, очевидно, объясняются комбинацией в их генотипе двух рецессивных аллелей (Acs Acs), определяющих разную степень выраженности пониженной активности NAT. В 47,4% случаев установлен фенотип «быстрого» ацетилирования с активностью NAT в пределах от 78,43% до 87,8%, что, очевидно, связано с наличием в генотипе доминантного аллеля в гомозиготном (Acr Acr) или гетерозиготном (Acr Acs) состоянии. Анализ имеющихся хронических заболеваний у обследованных лиц показал, что частота встречаемости отдельных нозологических форм сердечно-сосудистой и гепатобилиарной систем выше в группе «медленных» ацетиляторов, хотя статистически значимо не отличается от таковой в группе «быстрых» ацетиляторов, что, видимо, обусловлено недостаточной выборкой обследованных лиц. Также следует обратить внимание на увеличение частоты встречаемости доброкачественных опухолей (30,0%) в группе «медленных» ацетиляторов по сравнению с группой «быстрых» ацетиляторов (22,2%) и наличие злокачественных образований только у лиц (20,0%) группы «медленных» ацетиляторов.

Таким образом, принимая во внимание аллельные варианты генов предрасположенности, например, среди работающих в контакте с НДМГ можно выделить генетическую подгруппу лиц с повышенной

чувствительностью к воздействию ОХВ (НДМГ), представляющих группу повышенного риска. Данные исследований генетического полиморфизма могут оказать помощь врачебной комиссии в принятии правильного экспертного решения о профессиональном или непрофессиональном генезе заболевания, а включение молекулярно-генетических методов в оценку здоровья на донозологическом уровне приведет к снижению общей и профессиональной заболеваемости среди лиц, имеющих профессиональный контакт с ФОВ, КРТ и другими токсическими химическими соединениями.

Литература

1. Агзамова Г.С., Алиева А.М. Клинические особенности течения токсических гепатитов и их лечение (Обзор литературы) // Медицина труда и промышленная экология. – 2009. – №12. – С. 44-47.
2. Баранов В.С. Генетический паспорт – основа индивидуальной и предиктивной медицины / под. ред. В.С. Баранова. – СПб.: Изд-во Н-Л., 2009. – 528 с.
3. Бочков Н.П., Пузырев В.П., Смирнихина С.А. Клиническая генетика: учебник // под ред. Н.П. Бочкова. – 4-е изд., доп. и перераб. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011. – 592 с.
4. Григорьева С.А., Никитина В.А., Ревазова Ю.А. Связь аллельных вариантов генов детоксикации ксенобиотиков с цитогенетическим ответом на действие мутагена // Гигиена и санитария. – 2007. – №5. – С. 62-63.
5. Колчанов Н.А., Ананько Е.А., Колпаков Ф.А., Подколотная О.А. Генные сети // Молекулярная биология. – 2000. – Т.34, №4. – С. 617-629.
6. Кочетова О.В., Викторова Т.В. Генетические факторы предрасположенности к профессиональной патологии у рабочих нефтехимических производств // Медицинская генетика. – 2007. – Т.6, №1 (55). – С. 36-42.
7. Мустафина О.Е., Данилова В.В., Зуева Л.П. и др. Полиморфизм Q192R гена параоксоназы 1 в популяции татар: анализ ассоциаций с сердечно-сосудистыми заболеваниями, содержанием липидов в крови и грациями возраста // Медицинская генетика. – 2005. – Т.4, №5 – 233 с.
8. Пименова М.Н., Янно Л.В., Бакина В.Н. Оценка мутагенной активности загрязнения окружающей среды в популяциях человека // Медико-гигиенические аспекты обеспечения работ с особо опасными химическими веществами / Под ред. В.Р. Рембовского, А.С. Радилова. – СПб., 2002. – С. 340-349.
9. Пименова М.Н., Галиева Л.Д., Бакина В.Н., Янно Л.В. Использование генетических методов исследования в оценке здоровья на донозологическом уровне у лиц, имеющих профессиональный контакт с химическими соединениями (собственные и литературные данные) // Научно-практическая деятельность ФГУП «НИИ гигиены, профпатологии и экологии человека» ФМБА России»: Решение проблемы обеспечения

химической безопасности в Российской Федерации: Труды ФГУП «НИИ гигиены, профпатологии и экологии человека» ФМБА России, посв. 50-летию со дня основания / Под ред. В.Р. Рембовского. – СПб.: ЭЛБИ-СПБ, 2012. – С. 515–536.

10. Wang Z., Moulton J. SNP's, protein structure and disease // Hum. Mutat. – 2001. – V. 17. – P. 263-270.

ХИМИЧЕСКИЕ РЕАГЕНТЫ ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ С ПОЖАРО-ВЗРЫВООПАСНЫМИ И ТОКСИЧНЫМИ ЖИДКИМИ ХИМИЧЕСКИМИ ПРОДУКТАМИ

С.В. Половцев,

Ю.Г. Осипов, С.А. Керножицкая, Н.В. Пеганова,

Ю.И. Карташов

ФГУП «Российский научный центр «Прикладная химия»,

Санкт-Петербург, Россия

chem_se@mail.ru; kartashov@bk.ru

В рамках госзаказов Минобрнауки РФ для защиты окружающей среды, населения и персонала предприятий промышленности и транспорта от действия опасных химических веществ в ГИПХ был разработан ряд веществ и процессов [1–3]:

1. Нейтрализатор «Наволит» – водный раствор $ZnCl_2 \cdot MgCl_2$, позволяющий количественно переводить амины и гидразины (А,Г) и их водные растворы в твердый, нерастворимый в воде комплекс $ZnCl_2 \cdot (A,G) \cdot MgCl_2 \cdot H_2O$ для утилизации. По заключению «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора связанный комплекс относится к умеренно опасным по классификации Минприроды РФ (Пр. № 536 от 04.12.2014). Был испытан на проливах гидразина, алкилгидразинов и аммиака. Полученные связанные комплексы были использованы в исследованиях Петербургского государственного университета путей сообщения для повышения технологических характеристик бетонов. Разработка эффективно использовалась Секцией Прикладных проблем Российской Инженерной Академии.

2. Разработана и внедрена технология химического структуратора малополярных жидкостей, чья диэлектрическая проницаемость меньше 8: большинства нефтепродуктов, хлорорганических продуктов и ряда других токсичных соединений. Полиассоциация (псевдоотверждение) жидкостей достигается введением 2-3% масс. трет-бутилата лития и триоктилбората в стехиометрическом соотношении. Результатом введения структуратора является возрастание вязкости в 10^7 раз в течение 2-30 минут, значительное снижение упругости паров (скорости испарения), и, как следствие, повышение температуры вспышки [3], что значительно повышает пожарную и экологическую безопасность веществ в случае их пролива и других аварийных ситуаций. В ПАО «Казаньоргсинтез» было организовано производство компонентов этого структуратора. Аварийно-спасательные формирования МЧС ликвидировали ряд аварий на

Октябрьской железной дороге, связанных с разгерметизацией и протечками опасных продуктов, перевозимых в железнодорожных цистернах. В частности, обнаружена и устранена течь цистерны с токсичным, легколетучим хлористым метиленом на железнодорожном перегоне в густонаселенном районе Санкт-Петербурга. Почти две недели аварийные службы города не могли остановить утечку опасного вещества. Использование структуратора позволило остановить утечку и герметизировать транспортировочную ёмкость настолько надёжно, что аварийная цистерна была доставлена по назначению без дополнительных мероприятий.

3. Пенополимер-суперадсорбент «Гиперсорб»: при исследовании поглотительной емкости порошков и пористых материалов обнаружено, что широко используемый в строительстве карбамидно-формальдегидный пенопласт Пеноизол с объемной плотностью 16 кг/м^3 , обладает не только высокими теплоизолирующими свойствами. Он эффективно адсорбирует малополярные, в том числе и токсичные, жидкости и, благодаря открытым сквозным порам, впитывает до 90-100 г жидкости на грамм полимера. При этом «Гиперсорб» практически не смачивается водой, что позволяет собирать загрязняющие жидкости как с гидрофобных, так и с гидратированных поверхностей [2]. Полимер с поглощенной жидкостью обеспечивает значительное снижение упругости паров жидкости над поверхностью и, соответственно, уменьшает загрязнение атмосферы. Нами была разработана система полной герметизации поглощенной в «Гиперсорб» жидкости тонким слоем 2% водного раствора полиакрилата натрия (около 5 г/м^2). Диэтиловый эфир в полимере, герметизированный подобным образом, не воспламеняется от открытого огня.

«Гиперсорб» многократно успешно проверялся «Специальной федеральной противопожарной службой № 50 МЧС Министерства по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» и Центром экологических работ Мэрии СПб на заводе АО «Климов» для очистки стоков и проливов моторного топлива, а также на судах Новороссийского морского пароходства [3]. При очистке стоков Опытного завода ФГУП «РНЦ «Прикладная химия» в Капитолово использование «Гиперсорб» устойчиво обеспечивать допустимые нормы сброса. При аварийной разгерметизации цистерны и течи раствора тетраэтилсвинца в бензине на Октябрьской железной дороге использование блоков «Гиперсорб» позволило поглотить раствор и исключить попадание токсиканта в почву и воздух.

Литература

1. Кручинин Н.А. Половцев С.В., Глухарев И.И., А. В. Солодовников А.В., Рябых Е.В. Новые физико-химические методы снижения токсического воздействия при падении отделяющихся частей ракет //Двойные технологии. – 2001. – № 3. – С. 21.

2. Половцев С.В., Никитина Т.О., Керножицкая С.А., Ильина Л.Н., Юркова О.Е., Алексеев Л.А., Анисимов В.С. Очистка сточных вод на пенополимере-суперадсорбенте // Сб. материалов Научного форума в рамках саммита БРИКС «Вода: оборудование, технологии, материалы в промышленности и энергетике» 21-22 сент. 2015 СПб. – С. 16–20.

3. Половцев С.В. Никитина Т.О., Анисимов В.С. Полимерная пена для сбора и ликвидации проливов легколетучих пожароопасных и токсичных жидкостей нефти и нефтепродуктов // Вестник ИНЖЭКОНа. Сер. Технические науки. – 2011 – № 8. – С. 68–73.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ ПСИХОСОМАТИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ РАБОТАЮЩИХ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ С ОПАСНЫМИ УСЛОВИЯМИ ТРУДА

В.Р. Рембовский, Л.А. Могиленкова, В.Л. Филиппов, Ю.В. Филиппова
ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России, Санкт-Петербург, Россия
gpech@fmbamail.ru

Введение. Условия работы на химически опасных объектах (ХОО) ракетно-космической деятельности (РКД), уничтожения химического оружия (УХО) связаны с возможностью воздействия специфических неблагоприятных факторов химической природы и в связи с этим развития высокого нервно-психического напряжения у работающих, что требует повышенных научно обоснованных санитарно-гигиенических, лечебно-профилактических и реабилитационных мероприятий, направленных на профилактику и сохранение психосоматического здоровья работающих с опасными химическими веществами (ОХВ).

На актуальность данной проблемы также указывает продолжающийся рост распространенности социально-обусловленных заболеваний среди населения Российской Федерации и работающих на предприятиях химической отрасли.

Целью настоящего исследования является анализ материалов ретроспективных исследований и выбор перспективных направлений диагностики донозологических изменений психосоматического состояния здоровья работающих под влиянием условий труда на ХОО.

Материалы и методы. Проведены анализ и обобщение результатов собственных исследований и литературных данных по изучению влияния ОХВ на состояние здоровья и психику работающих на ХОО.

Обоснованы критериальные показатели, характеризующие патогенетически значимые изменения нейрорпсихической сферы при работах с ОВ и КРТ, необходимость поиска биомаркеров индивидуальной чувствительности к развитию психосоматической патологии на основе выбора генов-кандидатов предрасположенности, регулирующих деятельность нейрогуморальной системы, и оценки их роли в возникновении индивидуальных эмоциональных расстройств, девиации поведения и других психических отклонений.

Результаты и их обсуждение. Научные исследования по оценке влияния химического и сопутствующих ему факторов на организм человека в основном направлены на изучение токсических проявлений, оценку обоснованности гигиенических нормативов на основе пороговости, поиск соответствующих биомаркеров эффектов.

На ХОО организованы углубленные комплексные клинко-гигиенические исследования раннего выявления лиц с донозологическими состояниями и профзаболеваниями для проведения медико-социальной экспертизы и лечебно-профилактических мероприятий. Создан алгоритм установления диагноза хронического отравления новыми токсикантами с обоснованием показателей и критериев оценки здоровья людей (психическое, соматическое и социальное) применительно к конкретным производствам; обоснованы клинические проявления острых и хронических интоксикаций при действии КРТ, фосфорорганических веществ (ФОВ) и других опасных химических веществ. Разработана единая система социально-медицинского мониторинга, на основе которой проведены комплексные эколого-гигиенические и клинко-эпидемиологические исследования.

Установлены клинко-эпидемиологические закономерности воздействия ОХВ на здоровье персонала ХОО, оценены потенциальный и реальный риски; выявлены группы риска.

Созданы регистры здоровья (индивидуального, коллективного и популяционного) лиц, работающих на ХОО.

Проведенные исследования позволили разработать крупномасштабные меры по обеспечению безопасности производственной и окружающей среды, сохранению здоровья лиц, имеющих возможность контакта с ОХВ. На обследованных объектах (РКД и УХО) условия труда и состояние производственной среды в основном соответствовали гигиеническим требованиям. Наблюдавшиеся изменения здоровья персонала могут быть связаны с нейропсихическим напряжением, обусловленным высокой опасностью КРТ, отравляющих веществ (ОВ), выполнением операторских функций, а также работой в СИЗ (УХО) [1-4].

Вместе с тем проведенные нами исследования впервые выявили и подтвердили другие данные о том, что при работах с ОХВ (КРТ, ОВ) в малых концентрациях они могут вызывать отдаленные последствия, в том числе нервно-психические, сердечно-сосудистые заболевания, канцерогенный эффект [1, 2].

Примером выраженного влияния низких доз на здоровье работающих в отсроченный период являются результаты ретроспективной оценки риска здоровью на бывшем производстве ОВ типа VX (табл. 1).

В таблице 1 представлены данные основных показателей заболеваемости (выделены статистически значимые изменения; $p \leq 0,05$), свидетельствующие о том, что наибольшее число болезней отмечалось со стороны нервной, гепатобилиарной и костно-мышечной систем,

реагировавших на контакт с VX, особенно в отсроченный период (после закрытия производства VX), когда также были зарегистрированы отдаленные последствия интоксикаций.

Как видно из таблицы, при контакте с VX сверх высокие риски развития хронических заболеваний ЦНС были в период проведения плановых работ (потенциальный профессиональный риск – от малого до высокого [2].) по его получению и особенно после ликвидации объекта, что требует длительного наблюдения за состоянием нейropsychического состояния лиц, участвовавших и при УХО.

При оценке результатов ретроспективного анализа показателей здоровья работающих с ОХВ установлены статистически значимые связи состояния соматического и психического здоровья между собой, а также со стажем и степенью контакта с ФОВ (VX) и КРТ. Лица с повышенной чувствительностью к действию ОХВ, уже в течение первого года увольняются с работы на ХОО. Поэтому необходимо своевременное выявление ПСР у конкретных работников. Наиболее выраженные нарушения здоровья отмечены при контакте с VX (табл. 1 и 2).

Таблица 1 – Относительный риск развития общей и хронической заболеваемости у работавших на производстве VX (сверхвысокие риски – 5 и более)

Классы болезней по МКБ10	Периоды функционирования производства VX		
	1 (начальный)	2 (до ликвидации)	3 (после ликвидации)
Болезни нервной системы и органов чувств, в т.ч. хронические болезни ЦНС	2,29	1,61	0,97
	3,33	9,0	39,33
Болезни органов кровообращения, в т.ч. ИБС	0,64	1,18	0,94
	0	1,92	7,17
Болезни органов пищеварения, в т.ч. хронические (гепатобилиарной системы)	2,52	1,65	1,63
	1,54	2,77	12,62
Болезни костно-мышечной системы, в т.ч. хронические болезни	0,56	1,02	0,78
	1,09	2,91	7,16
Профессиональные интоксикации и их отдаленные последствия	0,02	1,67	46,0

Распространенность эмоциональных расстройств и нарушений в основных системах отношений была тесно связана с производственными факторами и состоянием психического и соматического здоровья. Общая распространенность психосоматических (ПСР) и пограничных

психических (ППР) расстройств зависела от степени контакта с химическими веществами и нарастала с увеличением возраста и стажа работы ($p < 0,001$). Клиническая картина ППР включала астенический, субдепрессивный, дисфорический, ипохондрический, фобический и другие симптомы, наблюдавшиеся по отдельности или в сложных сочетаниях у разных больных. Несмотря на наличие изменений нервно-психической деятельности, обследованные преимущественно сохранили достаточно хорошую социально-психологическую адаптацию. Из нейротоксикантов, представляющих интерес для оценки психосоматического здоровья, следует выделить ОВ типа VX и ряд КРТ.

В таблице 2 представлены патогенетически значимые изменения показателей нейропсихической сферы у работающих с чрезвычайно токсичными нейротоксикантами: ОВ (VX) и КРТ (НДМГ). Установлена высокая распространенность ППР и ПСР. На первый план выходят расстройства эмоциональной сферы, формирующие клиническую картину заболеваний. У лиц, работающих с ОХВ, страдающих ПСР, обнаружено в два раза больше корреляционных связей, чем у здоровых. Установлена высокая распространенность ППР (психоорганический и неврозоподобный синдромы) у работающих с VX – 88,0% (37,3% и 50,7% соответственно) и КРТ – 45,4% (20,8% и 24,6% соответственно).

Таблица 2 – Влияние VX и НДМГ на нервно-психическое состояние работающих

Показатели	VX	НДМГ
Реактивность нервной системы	Функциональные нарушения ЦНС	Функциональные нарушения ЦНС (тормозные процессы)
Болезни нервной системы	Неврозоподобные расстройства, токсическая энцефалопатия с психоорганическим синдромом, эпилептиформные и дизэнцефальные пароксизмы	Астеноневротический синдром, токсическая энцефалопатия с психоорганическим синдромом
Психический статус	ППР, включая мнестические расстройства, эмоциональную лабильность, напряженность, раздражительность, злобность, изменение поведения	ППР, включая снижение интеллектуально-мнестических функций, деперсонализацию личности, депрессию
Нейрогуморальные показатели	Ацетилхолин ▲; тиреоидные гормоны ▼; катехоламины ▲	Серотонин ▲ катехоламины ▲

Приложение. ▲ – повышение; ▼ – понижение.

Начальные изменения здоровья при работе с НДМГ, основного ракетного топлива, используемого в РКД, включали в себя астенические, аффективные и вегетативные проявления, сочетающиеся с парестезиями.

Первые признаки предболезненных изменений у работавших появлялись преимущественно через год работы с НДМГ: повышенная утомляемость, тревожно-депрессивные переживания, соматовегетативные расстройства, снижение работоспособности, нарушения сна. В дальнейшем отмечались гипертоническая болезнь, язвенная болезнь, бронхиальная астма и другие ПСР, токсическая энцефалопатия.

Поражения головного мозга при контакте с НДМГ проявлялись несколькими клиническими этапами: от донозологических психических нарушений до клинически очерченных нозологических признаков и, наконец, органических изменений мозга в виде психоорганического синдрома различной степени выраженности. В структуру психических нарушений входят астенический, аффективный и вегетососудистый симптомокомплексы, снижение интеллектуально-мнестических функций. Характерным является взаимосвязь сочетания эмоциональных и вегетативных нарушений с соматической патологией, оказывающей влияние на трудоспособность. При производстве VX отмечены аналогичные, но более выраженные нарушения психического здоровья (табл. 2).

При оценке психического статуса работающих на ХОО до начала и в результате химического или иного воздействия следует учитывать, что проявление психического расстройства (например, тревожности, агрессивности, когнитивно-мнестических и других нарушений, наблюдаемых при работах с ОВ типа VX, НДМГ) зависит от наследственности, в том числе от генетических изменений, влияющих на функции нейрогуморальной системы, реагирующей на токсический стресс, и прямое воздействие химических токсикантов на ЦНС.

В настоящее время обнаружены связи между конкретными генами и широким спектром психологических признаков, относящихся к разным уровням индивидуальности. В отличие от большинства морфологических и биохимических признаков, психические особенности меньше зависят от генотипа, больше – от среды обитания, образа жизни, проявляются в виде мультифакториальных заболеваний, что надо учитывать при выявлении причин развития нервно-психических отклонений при работах с ОХВ.

Установлено, что за возникновение психологического признака отвечают не менее 10-15 генов, в том числе регулирующих функции нейромедиаторов и гормонов.

К генам кандидатам биомаркеров воздействия ОХВ на психическую сферу работающих можно отнести полиморфные варианты генов, кодирующие компоненты серотонин- и дофаминергических и других нейрогуморальных систем, регулирующих эмоциональные особенности и поведение, в частности, агрессивность, враждебность, импульсивность (2 и 3 гены моноаминоксидазы А, аллель 7 нуклеотидных повторов гена рецептора дофамина четвертого типа – DRD4, гена дофамин-Э-

гидроксилазы – DBH), депрессивные расстройства (локус T102C гена рецептора серотонина типа 2A – 5-HTP12A), диссоциативные расстройства (локусы ZNTR-17 и 5'-HTT1PP гена переносчика серотонина 5-HTT, локус A-1438-0 гена 5-HTP12A), также с интеллектом и с рабочей памятью (ген катехол-О-метилтрансферазы – COMT) и т.д. [5-9].

В настоящее время имеется мало данных о молекулярно-генетической роли митохондриальных нарушений в нейropsychических расстройствах.

Одним из механизмов может быть вторичная митохондриальная недостаточность, связанная с окислительным стрессом, наблюдаемым при действии химического фактора (включая VX, НДМГ), которая сопровождается тканевой гипоксией, в частности, нервной ткани как наиболее энергозависимой. При митохондриальной энцефалопатии развиваются личностные, эмоциональные, когнитивные нарушения (аффективные состояния, тревожность, депрессия, дефицит внимания и т.д.). К митохондриальной генетически обусловленной патологии относят дефекты, связанные с мутациями митохондриальной ДНК, повреждением ядерного генома (в том числе синдромы недостаточности некоторых ферментов цикла Кребса и дыхательной цепи митохондрий).

Вместе с тем до сих пор не начато изучение влияния ОХВ на экспрессию митохондриальных и других генов, участвующих в регуляции высшей нервной деятельности, а также эпигенетических механизмов во взаимосвязи с генетическими особенностями функционирования нейроэндокринной системы работающих.

Имеющиеся факты свидетельствуют о необходимости внедрения методов генетики и геномики в диагностику состояния соматического здоровья и психики у работающих на ХОО и разработки на их основе эффективных патогенетически значимых лечебно-профилактических средств.

Заключение. В настоящее время основным неблагоприятным фактором при работах с ОХВ считается высокое нервно-психическое напряжение, а с 90-х годов XX века работающие также находились под влиянием негативных социально-экономических и социально-психологических факторов среды обитания и условий жизнедеятельности, что нужно учитывать при оценке здоровья и, в первую очередь, их нервно-психического состояния.

Изменение состояния здоровья, особенно нервной системы, наблюдается с первых лет работы с ОХВ (КРТ) и ОВ, усиливается у стажированных работников.

Для ОХВ нейротропного действия критериями начальных признаков их воздействия являются изменения психологических, психофизиологических показателей функционального состояния ЦНС, вегетативной нервной системы, органов чувств. Риск развития ППР в значительной мере обусловлен индивидуальными особенностями

нейрогуморальной регуляции, влияющей на личностные свойства работающего.

Актуально изучение взаимовлияния генетического, химического факторов, нейропсихического напряжения на развитие оксидативного стресса, гормональных и нейромедиаторных (серотонин-, дофамин-, ГАМК- и других систем) нарушений и связанных с ними ППР и ПСР у персонала ХОО с использованием современных компьютерных технологий математико-статистической обработки данных.

При оценке психического здоровья у персонала ХОО следует выявлять индивидуальные генетические особенности (мутации, полиморфизмы ядерных и митохондриальных генов, эпигенетические изменения) эмоциональной сферы, интеллектуально-мнестических функций, как при приеме на работу, так и в процессе трудовой деятельности, с целью профилактики психосоматической патологии.

Внедрение новых инновационных методов персонализированной медицины, в том числе определения генетических биомаркеров, при оценке здоровья работающих повысит эффективность выявления донозологических признаков, ранних и отдаленных проявлений а также обоснования механизмов патогенеза интоксикации, включая низкоуровневое воздействие ОХВ.

Литература

1. Пособие по токсикологии, гигиене, химии, индикации, клинике, диагностике острых и хронических интоксикаций и профилактике профессиональных заболеваний при работе с несимметричным диметилгидразином / Под общ. ред. М. Ф. Киселева, В. Р. Рембовского, В. В. Романова. – СПб., 2009. – 252 с.
2. Рембовский В. Р., Могиленкова Л. А., Олейникова Е. В. Анализ риска в системе мониторинга воздействия химического фактора. – СПб.: ЭЛБИ-СПб, 2014. – 304 с.
3. Санитарно-эпидемиологическое обеспечение химической безопасности производственной и окружающей среды». Руководство / Под ред. М.Ф. Киселева, В.Р. Рембовского, В.В. Романова // М.: ООО «Комментарий», 2012. – 476 с.
4. Филиппов В. Л., Криницын Н. В., Филиппова Ю. В. Нервно-психические расстройства — ведущая патология у работающих с фосфорорганическими соединениями // Медицинские последствия экстремальных воздействий на организм: Материалы Всеарм. научно-практ. конф. 28–29 марта 2000 г. – СПб: ВМА, 2000. – С. 304–305.
5. Brunner H., Nelen M., Breakefield X. at el. Abnormal behavior associated with a point mutation in the structural gene for monoamine oxidase // Science. – 1993. – V. 262, N 5133. – P. 578–580.

6. Dreher J.-C., Kohn P., Kolachana B. et al. DAT1, SLC6A3=Variation in dopamine genes influences responsivity of the human reward system // Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 2009. – V. 106, N 2. – P. 617–622.
7. Li D., Sham P.C., Owen M.J., He L. Meta-analysis shows significant association between dopamine system genes and attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) // Hum. Mol. Genet. – 2006. – V. 15, N 14. – P. 2276–2284.
8. Nobile M., Rusconi M., Bellina M. et al. COMT Val158Met polymorphism and socioeconomic status interact to predict attention deficit/hyperactivity problems in children aged 10-14 // Eur. Child Adolesc. Psychiatry. – 2010. – V. 19. № 7. – P. 549–557.].
9. Serretti A., Mandelli L., Giegling I. et al. HTR2C and HTR1A gene variants in German and Italian suicide attempters and completers // Am. J. Med. Genet. B. Neuropsychiatr. Genet. – 2007. – V. 144, N 3. – P. 291–299.

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДОЕМОВ, РАСПОЛОЖЕННЫХ НА ТЕРРИТОРИИ ЗЗМ ОБЪЕКТА ХУХО Г. ПОЧЕП

О.Н.Танюхина, М.Ю.Комбарова, В.П. Тидген, Е.А. Цибульская
ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России, Санкт-Петербург, Россия
olga.tanyukhina.57@mail.ru

В соответствии с ФЦП «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации» были проведены целевые исследования, направленные на обеспечение безопасности и сохранение здоровья населения на территориях, приближенных к объектам по хранению и уничтожению химического оружия (ХУХО), а также по охране окружающей среды от деятельности этих объектов. При этом предполагалось, что процесс уничтожения химического оружия на объектах ХУХО, может привести не только к дополнительной нагрузке на среду обитания районов дислокации, но и создать угрозу воздействия на население и объекты окружающей среды (ООС) отравляющих веществ (ОВ) и продуктов их деструкции при проектных и запроектных аварийных ситуациях на объектах хранения химического оружия (ОХХО) и объектах уничтожения химического оружия (ОУХО), а так же их хранения и уничтожения (ХУХО).

Учитывая возможность развития чрезвычайных ситуаций (разрушение хранилищ ОХХО и поступлением в окружающую среду значительных количеств отравляющих веществ) были определены размеры зон защитных мероприятий (ЗЗМ), рассчитанные с учетом тех же ситуаций на ОУХО, при которых масштабы поражения определяются максимальным количеством ОВ (боеприпасов), находящихся на ОУХО во время инцидента.

В соответствии с «Положением о зоне защитных мероприятий, устанавливаемой вокруг объектов по хранению химического оружия и объектов по уничтожению химического оружия», утвержденного

Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 февраля 1999г. № 209, п.2 (далее «Положение о ЗЗМ») и с Федеральным законом «Об уничтожении химического оружия» «зона защитных мероприятий определена как территория вокруг объектов, в пределах которой осуществляется специальный комплекс защитных мероприятий, направленных на обеспечение коллективной и индивидуальной защиты граждан, защиты окружающей среды от возможного воздействия токсичных химикатов вследствие возникновения чрезвычайных ситуаций».

Целью настоящего исследования явилась гигиеническая оценка влияния объекта ХУХО г. Почеп на состояние окружающей среды – воды поверхностных водоемов, расположенных на территории ЗЗМ объекта.

Наиболее крупными водными объектами Почепского района являются р. Десна и ее правый приток – р. Судость. Реки Коста, Рассуха, Рожок, Рамасуха, Речечка являются притоками р. Судость.

Кроме этого, на территории Почепского района насчитывается 31 которые имеют специальное назначение: часть прудов предназначена для борьбы с водной эрозией, но большинство имеют комплексное значение.

По своему режиму и источникам водного питания реки относятся к типу равнинных, преимущественно снегового питания, характеризуются высоким продолжительным весенним половодьем и низким стоянием уровня воды в летний и зимний периоды.

Река Рожок протекает на севере от стройплощадки ХУХО г. Почеп в зоне защитных мероприятий (ЗЗМ), р. Речечка – на севере (с. Старокрасная Слобода), р. Рамасуха – юге, р. Судость – на западе от стройплощадки ХУХО.

Река Судость является водным объектом рыбохозяйственного значения 2-ой категории с водоохранной зоной 50 метров и прибрежной защитной полосой 15 метров. Река Рамасуха – рыбохозяйственный водоемом 2-ой категории, служит местом нереста и нагула зимовки рыб. Река Рожок относится к категориям малых рек, куда производится сброс сточных вод с птицефабрики «Речица» и жилой зоны в/ч «Долина». В реку Косту, правый приток р. Судость, сбрасываются стоки ОАО «Брянскспиртпром».

В поверхностные водоемы ЗЗМ ХУХО ежегодно поступает от 390 тыс.м³ до 861 тыс.м³ сточных вод (по данным формы 2ТП – «Водхоз»). Сточные воды от населенных пунктов и промышленных предприятий г. Почеп поступают на очистные сооружения МУП «Почепский водоканал» с проектной мощностью 6,8 тыс.м³/сутки. В Почепском районе имеется 7 очистных сооружений общей мощностью 963,2 тыс.м³/год. Фактически поступает 392 м³/сутки или 154,5 тыс.м³/год. Ориентировочная эффективность механической очистки составляет 70 – 80%. Стоки после

очистных сооружений поступают в ручей Безымянный и далее, через 500 м – в р. Судость.

В ЗЗМ ХУХО г.Почеп в реки Судость и Рожок в 2003 г. сброшено около 360 тыс.м³/год недоочищенных сточных вод, имеющих неудовлетворительные показатели по содержанию легко окисляемых органических веществ (по БПК₅), аммонийного и нитритного азота, а также содержанию фосфатов.

В реку Судость со стоками г. Почеп ежедневно сбрасывается около 1т нефтепродуктов, а также других веществ, характерных для бытовых стоков.

При обследовании условий поступления и очистки стоков на очистных сооружениях, расположенных в ЗЗМ ХУХО г. Почеп в 2003 г. установлено, что большинство очистных сооружений находятся в неудовлетворительном состоянии, а сооружения в п. Речица разрушены.

По мнению специалистов СИАК (специальная инспекция аналитического контроля МПРОС по центральному району, Брянский филиал) основной причиной неудовлетворительной работы очистных сооружений в 2003 г. являлась недостаточная их загрузка по объему, загрязненность стоков органическими веществами, а также не эффективные (устаревшие) способы очистки стоков.

По данным органов санэпиднадзора Почепского района, контролирующих 4 створа (три – на р. Судость в районе г. Почеп, один – на р. Коста в районе д. Житня), в 1996-2003 гг. 12,5–100% проб не отвечали требованиям гигиенических стандартов, а 100 проб–нормам по содержанию термотолерантных лактозоположительных кишечных палочек. По полученным ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России в 2001-2004 гг. данным, поверхностные воды р. Судость выше г. Почеп по санитарно-гигиеническим показателям относятся к «относительно чистым», что свидетельствует об отрицательном воздействии селитебной зоны г. Почеп на качество воды: повышенное (в 1–3 раза) содержание органических веществ по показателю химического потребления кислорода (ХПК) и содержание аммонийных соединений, что составило 1–8 ПДК для водоемов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения (ПДК_{вв}). Обращает на себя внимание тот факт, что даже в 500 м ниже сброса недоочищенных стоков из сооружения Почепского Водоканала качество воды в р. Судость остается неудовлетворительным по показателю ХПК и аммонийному азоту.

Проведенные санитарно-гигиенические исследования поверхностных вод р. Коста (сброс Житнянского спиртзавода) свидетельствуют о повышенном содержании в воде органических веществ по показателям биохимического потребления кислорода за 5 суток (БПК₅), биохимического потребления кислорода за 20 суток (БПК₂₀) и ХПК.

В результате проведенного анализа воды из поверхностных водоемов в зоне ЗЗМ ХУХО г. Почеп также установлено, что вода р.

Рожок не соответствовала гигиеническим нормативам по содержанию азота аммонийного (1,1–1,2 ПДК_{вв}), железа (2,6–6,6 ПДК_{вв}), марганца (7,0 ПДК_{вв}); вода р. Ромасуха – содержанию азота аммонийного (1,7–1,8 ПДК_{вв}), железа (6,6–7,7 ПДК_{вв}), марганца (7,0 ПДК_{вв}); вода р. Судость – содержанию взвешенных веществ, аммонийного азота и азота нитритов, общего железа, а также показателю БПК₅.

Необходимо отметить, что по составу природной среды в районе расположения ХУХО в Почепском районе, учитывая оценку результатов предыдущих лет наблюдений по изучению поверхностных вод в ЗЗМ ХУХО (исходя из требований, в том числе, и для рыбохозяйственных водоемов), было сделано заключение, что вода поверхностных водоемов по своему составу относится к гидрокарбонатному классу группы кальция, характеризуется повышенным содержанием трудно окисляемых органических веществ (по ХПК) и высоким содержанием железа, превышающем ПДК для рыбохозяйственных водоемов до 8,5 раз и до 3 раз – для водоемов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения.

По данным лабораторных исследований факторов среды обитания в ЗЗМ объектов ХУХО г. Почеп Брянской области, выполненных ФГУЗ ЦГИЭ №135 ФМБА России в 2010-2011 гг., показатели качества природной воды из поверхностных водоемов по 28-и санитарно-химическим показателям не превышали установленных гигиенических нормативов, за исключением содержания железа, превысившего 1–2 ПДК_{вв} в воде поверхностных водоемов в 2010 г.

По данным Департамента природных ресурсов и экологии Брянской области о состоянии окружающей среды в 2010 г. было зарегистрировано повышенное содержание в воде поверхностных водоемов фосфатов, нефтепродуктов, ионов аммония, органических веществ по показателям ХПК, БПК₅ (1,3–2 ПДК_{вв}).

Река Судость оценивалась как «слабо загрязненная», р. Рожок – «условно чистая», р. Речечка – «загрязненная». В 2011 г. в воде поверхностных водоемов было зарегистрировано повышенное содержание органических веществ, железа общего, азота аммонийного и нитритного (1–3 ПДК_{вв}). В 2012 г. вода поверхностных водоемов (р. Судость) характеризовалась повышенным содержанием органических веществ по показателям ХПК и БПК₅, содержанию железа общего, нитритов (1–2 ПДК_{вв}). Максимально (до 3 ПДК_{вв}) отмечена загрязненность воды железом общим.

По данным Департамента природных ресурсов и экологии Брянской области о состоянии окружающей среды, в 2013 г. в подземных водах было отмечено повышенное содержание органических веществ по показателям БПК₅ (от 2,3 до 5,3 мг/л), что составило 1,2–2,7 ПДК, ХПК (от 23,8 до 41,4 мг/л), что соответствовало 1,6–2,8 ПДК, а также железа – от 1,9 до 7,4 мг/л (6–25 ПДК), взвешенных веществ – от 237,6 до 1182,7 мг/л (1,3–6,6 ПДК). В 2014 г. в подземных водах наблюдалось повышенное содержание

органических веществ по показателям БПК₅ – 2,9 мг/л (1,5 ПДК) и ХПК – от 28,0 до 38,0 мг/л (1,9–2,5 ПДК). По отдельным водозаборам отмечалось повышенное содержание общего железа (до 14 ПДК) и общей жесткости (до 2,2 ПДК), в единичных скважинах – бора до 2 ПДК, мутности до 6,7 ПДК, цветности до 2 ПДК, марганца до 2,5 ПДК, общего микробного числа до 2 ПДК. В 2014 г. вода в р. Судость, в целом, соответствовала среднегодовым концентрациям загрязняющих веществ по показателям ХПК и БПК₅, нитритам (1–2 ПДК_{вв}). Максимально (до 5 ПДК) было зафиксировано загрязнение воды соединениями железа общего.

Эколого-гигиенический мониторинг на объекте ХУХО г. Почеп в 2016-2017 гг. проводился в соответствии с Программой (регламентом) функционирования системы производственного экологического контроля и мониторинга источников загрязнения и мониторинга окружающей среды (МОС) в районе расположения объекта по уничтожению химического оружия «Почеп» в г. Почеп Брянской области с помощью:

- отбора проб по выявлению специфических загрязнителей ливневой канализации объекта с последующим анализом лаборатории МОС;

- отбора проб пробоотборной машиной на базе автомобилей ГАЗ-27057 в зоне защитных мероприятий с последующим анализом в лаборатории МОС;

- отбора проб по выявлению специфических загрязнителей подземных вод (скважин) промышленной зоны, с последующим анализом в лаборатории МОС. Мониторинг водной среды в 2016-2017 гг. производился по следующим показателям: зоман, зарин, VX, бенз(а)пирен, свинец, марганец, медь, МКФ, АПАВ, взвешенные вещества, аммоний-ион, фосфат-ион, нитрат-ион, нитрит-ион, сульфат-ион, хлорид-ион, железо, химическое потребление кислорода, биохимическое потребление кислорода, водородный показатель (рН), цветность, запах, прозрачность, температура (t⁰), сухой остаток, удельная электрическая проводимость (УЭП).

Санитарно-химический анализ проб воды, отобранных в р. Семченка в 2016 г. выше и ниже точки сброса сточных вод, показал увеличение сульфат-ионов в январе месяце в 8,6 раз, в феврале – в 2,2 раза; хлорид-ионов – в 3,5 и 1,9 раза соответственно, а также незначительное увеличение показателя БПК₅. Однако превышения предельно допустимой концентрации, за исключением последнего показателя, выявлено не было.

Результаты санитарно-химического анализа проб воды, отобранных в водохранилище в районе р. Речечка, по 26-ти приоритетным показателям показали не соответствие нормативным значениям только 5-ти: ХПК, БПК₅, рН, УЭП, железо. Максимальное значение ХПК в воде превысило допустимый гигиенический норматив в 2,5 раза, составив 74 мг/дм³, и наблюдалось только в пробах, отобранных в мае месяце. В остальной

период наблюдений в 2016 г. колебания показателя ХПК составили 8,3–14,56 мг/дм³, что не превысило предельно допустимый уровень.

БПК выше предельно допустимого уровня в 1,1 раза наблюдалось в пробах воды, отобранных в зимние месяцы 2016 г. (январь и февраль), составив 4,07 мгО/дм³ и 4,43 мгО/дм³, соответственно. Максимальное значение этого показателя было зафиксировано в мае месяце (9,1 мгО/дм³), превысив гигиенический норматив в 2,3 раза. В период наблюдений с июня по декабрь 2016г. БПК₅ менялось незначительно: от 2,1 до 3,65 мгО/дм³, при нормативном значении 4,0 мгО/дм³.

Наибольшее отклонение от ПДК (в 82,77 раза) из 5-ти приоритетных показателей было зарегистрировано только один раз – в мае 2016 г. по одному ингредиенту – концентрации железа общего в воде, что, как и предыдущие годы, свидетельствует о его природно-обусловленном содержании в этом регионе.

Показатели удельной электрической проводимости и рН воды незначительно превысили предельно допустимый уровень в некоторых пробах в 1,22 и 1,04 раза соответственно. Санитарно-химический анализ проб воды, отобранных в районе выше и ниже сброса сточных вод в р. Рожок, в 2016 г. показал превышение установленных гигиенических нормативов по следующим показателям: содержание нитрат-иона, иона аммония, ХПК, БПК₅, УЭП.

Максимальное содержание нитрат-иона, иона аммония определялось в пробах воды, отобранных в апреле и декабре 2016 г. на уровне 78,3 мг/дм³ и 3,09 мг/дм³ соответственно превысив предельно допустимую концентрацию в 1,7 и 2,06 раза.

Биохимическое потребление кислорода незначительно (в 1,2–1,3 раза) превысило допустимую гигиеническую норму как в пробах воды, отобранных выше сброса сточных вод, так и в пробах воды, отобранных ниже сброса сточных вод, и составило 2,29–5,22 мгО/дм³ и 1,67–4,95 мгО/дм³ соответственно. Превышение установленного гигиенического стандарта по показателю ХПК в 1,2 раза наблюдалось только в мае месяце и составило 35,28 мгО/дм³. Показатель удельной электрической проводимости воды в период наблюдений за 2016 г. незначительно (в 1,4 – 1,5 раза) отличался от гигиенического норматива.

Качество воды р. Рамасуха в 2016 г. не значительно отличалось от других проб воды. Несоответствие санитарно-гигиеническим требованиям по санитарно-химическим показателям для водоемов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения было зарегистрировано только по трем показателям: БПК₅, рН, УЭП.

БПК возросло в январе и феврале месяцах и составило 4,4 мгО/дм³ и 4,26 мгО/дм³ соответственно, превысив гигиенический норматив в 1,1 раза.

Водородный показатель (рН) воды не соответствовал гигиенической норме только один раз – в октябре месяце. Удельная

электрическая проводимость превысила норму (в 1,3 раза) в 6-ти месяцах из 12-ти месяцев наблюдений.

Результаты санитарно-химических исследований проб воды, отобранных в точках выше выпуска сточных вод 500 м и ниже выпуска 500 м, свидетельствуют в пользу того, что выпуск сточных вод не повлиял на санитарно-гигиеническое состояние водного объекта: как в т. 1 и т. 2 (выше выпуска сточных вод 500 м), так и т. 3 (ниже выпуска сточных вод 500 м) санитарно-химические показатели находились на одном уровне. Превышение допустимого уровня, установленного для воды водоемов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения, наблюдалось во всех 3-х точках по показателю БПК (в 1,01 – 1,1 раза) и удельной электрической проводимости воды (в 1,2 – 1,4 раза).

Санитарно-химический анализ проб воды в 2017 г., отобранных в районе водохранилища и р. Речечки, районе сброса сточных вод в р. Рожок: выше и ниже сброса, и районе р. Рамасуха, показал соответствие качества воды санитарным требованиям по санитарно-химическим показателям: превышения ПДК_{вв} не зарегистрировано.

Анализ проб подземных вод (скважин) промышленной зоны на специфические загрязнители, проведенный в 2016-2017 гг., показал отрицательные значения (по данным лаборатории МОС).

Результаты отбора проб по выявлению специфических загрязнителей ливневой канализации объекта в 2016-2017 гг., с последующим анализом лаборатории МОС, показали отсутствие специфических загрязняющих веществ (отравляющих веществ и продуктов их деструкции) во всех исследованных пробах воды.

Анализ данных, полученных в результате наблюдения за состоянием поверхностных и подземных вод в 2016-2017 гг. в соответствии с Программой экологического контроля и мониторинга в ЗЗМ объекта г. Почеп свидетельствуют в пользу того, что санитарно-гигиеническая обстановка в районе расположения объекта по уничтожению химического оружия «Почеп» остается стабильной, негативной динамики не выявлено.

Влияние Объекта на эколого-гигиеническое состояние водных объектов в ЗЗМ не установлено. Специфические загрязняющие вещества (отравляющие вещества и продукты их деструкции) во всех исследованных пробах воды не обнаружены. Наблюдаемое единичное незначительное увеличение некоторых показателей воды в 2016 г. (БПК₅, ХПК) связано с хозяйственной деятельностью в регионе.

Таким образом, загрязненность поверхностных водных объектов в 2001-2017 гг. определялась хозяйственной деятельностью в регионе, а также природной обусловленностью, не связанной функционированием объектов ХУХО г. Почеп. Специфических загрязнителей выявлено не было.

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ В РАЙОНЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ ЗЗМ ОБЪЕКТА ХУХО Г. ПОЧЕП

О.Н.Танюхина, М.Ю.Комбарова, В.П. Тидген, Е.А. Цибульская
ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России, Санкт-Петербург, Россия
olga.tanyukhina.57@mail.ru

Обеспечение населения России питьевой водой нормативного качества во многих регионах страны является одной из главных социально-гигиенических проблем, особенно очевидной в последнее время, когда речь идет о кризисе питьевого водоснабжения, связанном, в основном, с изменением структуры использования пресной воды, как поверхностной, так и подземной, увеличением затрат на нужды промышленности и повсеместным антропогенным загрязнением источников водоснабжения.

Территория района зоны защитных мероприятий (ЗЗМ) объекта ХУХО г. Почеп в гидрогеологическом отношении располагается в зоне сочленения северо-восточной части Днепровского района и юго-западного крыла Московского артезианского бассейна. В ее пределах выделяются несколько водоносных горизонтов и комплексов, залегающих на разных глубинах.

Основным источником водоснабжения в Почепском районе является водоносный турон-сантонский карбонатный комплекс, расположенный практически повсеместно, за исключением долин рек – Десны, Судости и ее притоков. Подземные воды этого комплекса, как правило, напорные, с напором до 25 м.

На юго-западе района источником водоснабжения является водоносный кампан-маастрихский карбонатный комплекс, глубина залегания которого составляет от нескольких до десятков метров, воды напорные. Перспективным, а в некоторых случаях основным, является водоносный альб-сеноманский терригенный горизонт, распространенный почти повсеместно. Его глубина составляет 30 м, воды – напорные.

На большей части территории района грунтовые воды считаются незащищенными от поверхностного загрязнения. Это обусловлено небольшими глубинами их залегания и песчаным и супесчаным характером зоны аэрации. Установившийся уровень грунтовых вод находится на глубине 1,2–3,3 метра.

Слабо защищенные условия характерны для зоны развития мощной толщи отложений в междуречье Судость-Ипут. Условно защищенными являются грунтовые воды, распространенные на высоких участках водоразделов в зоне развития перегляциальных образований. В местах, где грунтовые воды имеют гидравлическую связь с подземными водами, возможно загрязнение подземных вод поверхностными поллютантами.

Водоснабжение в Почепском районе осуществляется из поверхностных и подземных источников. Население Почепского района в питьевых целях использует артезианские воды и воду из грунтовых

колодцев. Вода из поверхностных водоемов используется только для технических целей. Общий забор воды составляет 1012 тыс. м³/год. Используемые артезианские подземные воды и колодцы в г. Почеп и Почепском районе в качестве питьевого водоснабжения не имеют зон санитарной охраны в 15,6 % водоисточников.

В Почепском районе на контроле по охране водных ресурсов состоит 49 потребителей артезианских вод, отбирающих воду из 230-ти артезианских скважин, из них в г. Почеп – 33, в сельхозпредприятиях – 197.

В Почепском МУП МУЖКХ передано от сельхозпредприятий 64 артезианских скважин, в МУП «Почепский водоканал» – 26 скважин. На учете в МПР Брянского филиала состоит 42–45 потребителей артезианских вод, отбирающих воду из 239-ти артезианских скважин. Количество артезианских вод, отбираемых потребителями, составляет 20%–42% от общего водопотребления района.

В г. Почеп существует один коммунальный водопровод и тринадцать ведомственных. В остальных населенных пунктах водопроводы прежде являлись ведомственными, затем частично переданы на баланс сельских администраций. В результате изменилась структура принадлежности водопроводов: с 22% – коммунальных и 208 (58,4%) ведомственных в 2000 г. до 77 (41,6%) – коммунальных и 108(58,4%) ведомственных в 2003 г.

В связи с уменьшением числа водопроводов, количество водопроводов, не отвечающих санитарным нормам и правилам содержания, уменьшилось с 60,8% в 1996 г. до 24% в 2003 г., в том числе количество подземных водоисточников, не имеющих зон санитарной охраны, снизилось с 46,1% до 15,6%.

По данным Почепского районного ЦГСЭН, в ЗЗМ в 2003 г. до 25% артезианских скважин не отвечали санитарным нормам из-за отсутствия зон санитарной охраны. Из 68 коммунальных водопроводов района 34% не отвечают санитарным нормам и правилам, из 58 ведомственных водопроводов – 43%.

Питьевая вода, подаваемая населению по водопроводным сетям, не соответствовала гигиеническим требованиям по содержанию железа (3,9–18,2 ПДК) и фтора (на 6,6–36,6% ниже физиологической нормы).

По данным ЦГСЭН по Почепскому району, в 2003 г. до 24% источников централизованного водоснабжения и водопроводов не отвечало санитарным требованиям.

По данным областного ЦГСЭН, в 2002 г. из 1147 проб воды из системы централизованного водоснабжения выделены коли-фаги в 6 пробах, в 111 – общие и термотолерантные колиформы. Количество проб с неудовлетворительными микробиологическими показателями составило 3,6–6,2% от всех исследованных проб. Количество населения, потреблявшего эту воду, составило 21700 человек.

По данным Почепского ЦГСЭН, при исследовании органолептических свойств 28 проб воды, отобранных из централизованных источников, 19 проб (67,8%) не отвечали санитарным требованиям по цветности и мутности.

По данным Областного Центра госсанэпиднадзора, в 2002 г. при исследовании 40 проб питьевых вод в 15 обнаружено превышение норматива по содержанию железа. Количество населения, потреблявшего воду с повышенным содержанием железа, составило 2601 человек.

При изучении санитарно-химических показателей питьевых вод установлено, что 40–67 % проб из источников водоснабжения не отвечают качеству питьевых вод по следующим показателям:

- содержанию железа (3,9–18,2 ПДК);
- взвешенным веществам (мутность в 1,3–18,5 раза превысила норматив);
- рН воды (менее 7,0 ед.).

По представленным данным можно заключить, что население ЗЗМ ХУХО г. Почеп потребляет подземные воды с низким содержанием солей и биологически активных элементов: хлоридов, сульфатов, меди, цинка, марганца, бора.

Наиболее неблагоприятным для здоровья населения является низкое содержание в питьевых водах централизованных источников водоснабжения фтора, который составил 6,6–36,6% от физиологической нормы. Высокое содержание железа препятствует усвоению из питьевых вод биологически активных элементов – цинка, меди, марганца. В то же время, в питьевых водах не отмечено превышений ПДК по содержанию тяжелых металлов – свинца, кадмия, хрома.

В 1996-2003 гг. на контроле в ЦГСЭН Почепского района находилось 380–315 общественных колодцев, в том числе 350–300 в сельской местности и 15–9 в городской черте.

По данным Почепского ЦГСЭН в 1996 г. до 50% колодцев не отвечали требованиям санитарных норм, к 2003г. количество таких колодцев снизилось до 18,4%. Из 250 проб воды из общественных колодцев, исследованных в 1996-2003 гг., 54 пробы (21,6%) не отвечали гигиеническим нормативам.

При исследовании питьевых вод из колодцев по микробиологическим показателям в 2001-2003 гг. выявлено от 25% до 40% проб, не отвечающих санитарным нормам. Областным ЦГСЭН в 2001-2003 гг., исследовавшим питьевую воду из общественных колодцев ЗЗМ ХУХО в Почепском районе (30 проб), обнаружено, что 20 проб не отвечали требованиям ГОСТ'а по санитарно-химическим показателям: мутности (в п. Семцы – 1,11 ПДК), содержанию нитратов (г. Почеп – 2–23,1 ПДК, в Витовском округе – 1,4–1,86 ПДК, в Семяцком округе – 1,06–2 ПДК, в п. Рамасуха – 2,1–2,5 ПДК), до 18,4% грунтовых колодцев (из 315) не отвечали санитарным нормам, 75% проб воды из общественных грунтовых

колодцев были загрязнены нитратами (2–23 ПДК) и 25–40 проб не соответствовали санитарным правилам по микробиологическим нормативам.

Представленные материалы указывают на неудовлетворительное санитарное состояние децентрализованных источников водоснабжения (колодцев), расположенных в ЗЗМ ХУХО г. Почеп, способствующее проникновению в питьевые воды загрязняющих веществ.

По данным Департамента природных ресурсов и экологии Брянской области о состоянии окружающей среды питьевая вода в 2010 и 2011 гг. не отвечала гигиеническим нормам в 16,9% проб. Процент нестандартных проб по санитарно-химическим показателям в 2011 г. обусловлен превышением ПДК по ингридиенту «Fe» и показателю «мутность» (1,5–2ПДК), связанными с природными условиями.

По данным лабораторных исследований (измерений) факторов среды обитания в ЗЗМ объектов хранения и уничтожения химического оружия г. Почеп Брянской области, выполненных ФГУЗ ЦГИЭ №135 ФМБА России, в 2010-2014 гг. показатели качества воды артезианских скважин (по 23 показателям), воды питьевой децентрализованного (по 15 показателям) и централизованного водоснабжения (по 28-ми показателям) не превышали установленных нормативов, за исключением показателя перманганатной окисляемости (превысившей норматив в 1–2 раза) в горячей воде из разводящей сети. Специфических загрязнителей выявлено не было.

Суммируя данные по состоянию питьевого водоснабжения в ЗЗМ ХУХО г. Почеп в 1996-2014 гг. следует заключить:

1. Население региона потребляло воду из централизованных подземных источников водоснабжения и грунтовых колодцев, многие из которых не отвечают санитарным требованиям безопасного водоснабжения (в том числе по микробиологическим показателям);

2. Питьевые воды, потребляемые населением ЗЗМ г. Почеп, характеризовались неудовлетворительными органолептическими свойствами (по мутности), а также по содержанию железа;

3. Наиболее неблагоприятным для здоровья населения, проживающего в данном регионе, являлось низкое содержание фтор-иона в питьевых водах;

4. Неудовлетворительное качество питьевой воды централизованного и децентрализованного водоснабжения в районе расположения ЗЗМ объекта ХУХО г. Почеп по некоторым отдельным показателям связано с хозяйственной деятельностью в регионе, а также природной обусловленностью;

5. Влияния деятельности объекта ХУХО г. Почеп на качество питьевой воды централизованного и децентрализованного водоснабжения в районе расположения ЗЗМ выявлено не было.

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ПОДХОДЫ К ОРГАНИЗАЦИИ И ВЕДЕНИЮ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ РАБОТАЮЩИХ НА ОПАСНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТАХ

В.Л. Филиппов, В.Р. Рембовский, Ю.В. Филиппова, Н.В. Криницын
ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России, Санкт-Петербург, Россия
gpech@fmbamail.ru

Введение. Проблема сохранения здоровья работающих на химически опасных предприятиях предполагает разработку специальных медико-социальных мероприятий, направленных на организацию и ведение единого комплексного медико-социального мониторинга (ЕКМСМ) состояния здоровья лиц, работающих с особо опасными химическими технологиями, и их условий труда. Продолжающаяся тенденция ухудшения психического здоровья работающих и населения требует принятия срочных мер, отвечающих современным требованиям [1-3, 9, 10]. Вместе с тем исторически сложившаяся система наблюдения за состоянием здоровья лиц, работающих с опасными токсичными химическими веществами (ОХВ), не отвечает этим требованиям, не позволяет своевременно выявлять психические и психосоматические расстройства, являющиеся маркерами интоксикаций, и эффективно осуществлять научно обоснованные лечебно-профилактические и лечебно-реабилитационные мероприятия. При планировании и финансировании научно-практических исследований основное внимание до настоящего времени уделяется соматической сфере, а состоянию нервно-психической сферы работающих в экстремальных условиях с ОХВ, когда центральная нервная система первой реагирует на вредность, уделяется мало внимания.

Сложность проблемы оценки и прогнозирования состояния психического здоровья работающих обусловлена значительным увеличением промышленного выпуска химических соединений, непредсказуемо влияющих на генетический статус, нейрогуморальную регуляцию функций организма, а через нее и на нервно-психическую сферу и поведение человека. Данное обстоятельство обусловило проблему разработки методологических и методических подходов, обеспечивающих комплексную объективную оценку состояния психического, соматического и социального здоровья работающих и вклад условий труда, социально-психологических и социально-экономических факторов, качества и образа жизни и других причин в ухудшение здоровья [4-8].

Создание современной системы предупреждения развития заболеваний у различных групп персонала на химически опасных объектах (ХОО) обеспечит снижение уровня социально-психологического напряжения и высокое профессиональное долголетие. В связи с этим требуется формирование новых теоретических основ профилактики на базе эколого-психиатрического понимания причинно-следственных связей

между неблагоприятными факторами внешней среды и психосоматическим здоровьем человека.

Цель: формулирование концептуальных подходов к организации и ведению мониторинга здоровья работающих на ХОО в современных условиях.

Материалы и методы, результаты исследований. На основе результатов комплексных медико-экологических исследований состояния психического, соматического и социального здоровья работающих, проведенных в 1990-2016 годах на ХОО, представлены концептуальные подходы к организации мониторинга состояния психосоматического здоровья работающих в экстремальных условиях.

Полиморфная симптоматика нарушений нервно-психической сферы может быть обусловлена воздействием различными химическими веществами, в том числе на уровне и ниже ПДК, относящимися к разным группам, отличающимися разными механизмами действия на разные уровни системной регуляции организма. На заинтересованность нервно-психической сферы указывает высокая частота пограничных психических расстройств (ППР) и психосоматических расстройств (ПСР) у лиц, работающих в контакте с химическими соединениями [10]. Комплексное исследование факторов биогенеза, психогенеза, социогенеза, антропогенеза позволяет оценить вклад, направленность, силу и характер сочетанного воздействия этих групп факторов на состояние здоровья персонала ХОО. Современная методология системного исследования опирается на междисциплинарные подходы в области функциональной диагностики. Основным методическим подходом к формированию критериев объективной оценки факторов, влияющих на состояние здоровья человека, является оценка результатов исследования состояния общественного и индивидуального здоровья представительной выборки. Для объективной оценки влияния химического фактора на здоровье персонала ХОО необходимо проведение комплексных специализированных санитарно-гигиенических исследований условий труда во взаимосвязи с оценкой состояния здоровья работающих, наблюдения за показателями заболеваемости, в том числе распространённости хронически обусловленных психических и соматических болезней, обязательных специализированных медицинских осмотров с формированием основной (индикаторной) группы и сравнения. Комплексность проводимых нами исследований достигается: во первых, одновременным исследованием санитарно-гигиенической ситуации и состояния здоровья при работах с ОХВ; во вторых, исследованием трёх уровней биологической системы (индивида, отдельных органов и систем (наследственности, психического статуса, нервной, сердечно-сосудистой, крови и др.), молекулярно-клеточного уровня, в третьих, полнотой исследования показателей общественного и индивидуального здоровья. Для объективной оценки влияния производственных факторов на

состояние здоровья персонала и обеспечения санитарно-эпидемиологической безопасности на ХОО ведущую роль играет единый комплексный социально-гигиенический мониторинг, включающий следующие направления исследований:

- 1) условия труда (производственные вредности, физическая нагрузка, нервно-психическое напряжение);
- 2) естественные и антропогенные факторы среды обитания;
- 3) социально-бытовые факторы: уровень дохода, образ жизни, в том числе особенности питания, наличие вредных привычек и т.д.; семейное положение;
- 4) наследственная предрасположенность, пол, возраст;
- 5) состояние здоровья (показатели заболеваемости, репродуктивного здоровья, биологический возраст, психофизиологический статус и т.д.);
- б) медицинское обслуживание.

Концептуальная модель клинико-эпидемиологического исследования включает:

1. Социально-биологический статус: показатели общественного здоровья работающих (заболеваемость, включая обращаемость, заболеваемость с временной утратой трудоспособности, трудопотери, распространенность хронических соматических болезней, экологически детерминированные болезни, средняя продолжительность одного случая заболевания, индекс здоровья, структура заболеваемости; инвалидность; смертность).

2. Самоанализ (жалобы).

3. Анамнез.

4. Физиолого-клинический статус – по данным осмотра специалистами, оценка функционального состояния систем организма (с применением функциональных нагрузок), генетических, психофизиологических, биохимических, иммунологических, гематологических и других показателей, биомониторинга (волосы, кровь, моча);

5. Комплексная оценка индивидуального здоровья.

6. Выбор и использование источников информации и методов ее сбора: официальные статистические данные; выкопировка данных из медицинской документации (непосредственный метод); материалы самоанализа (жалобы) и анкетный опрос (аналитический метод); медицинское обследование (скрининг или углубленное). Критерии оценки в зависимости от задачи исследования осуществляются на: персонифицированном, групповом уровне (средние величины, характер распределения, статистические оценки, определение групп риска, регистр состояния здоровья).

Оценка уровня ответной реакции организма включает определение донозологических проявлений воздействия ОХВ (предболезнь:

психическая и физиологическая адаптация – изменение психофизиологических параметров в пределах нормы; или подпороговое специфическое действие – временный выход за нормативные пределы без нарушения психофизиологических функций); болезнь.

На основе ЕКМСМ состояния психического, соматического, социального здоровья определяется потенциальный (априорный) и реальные риски здоровью риски здоровью, т.е. вероятность нежелательных эффектов (относительный и атрибутивный риски), в том числе приемлемый риск [9]. Информационным фондом для установления риска являются медико-статистические данные, клинко-эпидемиологические исследования и материалы моделирования.

При разработке методических подходов очевидна первоочередность комплексной оценки состояния фонового здоровья персонала и создания системы мониторинга за его здоровьем в зависимости от условий труда: проведение углубленного клинического, клинко-физиологического, клинко-психопатологического и психологического обследования; использование специальной аппаратуры и оборудования для клинических и биохимических исследований (ЭЭГ, ЭКГ, УЗИ, и др.); разработки унифицированных носителей медицинской информации для формализации сведений по результатам медицинского осмотра.

Анализ полученной информации позволяет рассчитать показатели состояния здоровья наблюдаемого контингента с учетом пола, возраста, трудовой занятости, периодов наблюдений в динамике: донологические показатели, обращаемость за медицинской помощью, распространенность, первичная заболеваемость (общая и по отдельным классам и нозологическим формам), частота нарушений репродуктивной функции, спонтанных аборт, врожденных аномалий, показатели рождаемости, смертности. Регистрация ущерба здоровью персонала ХОО определяется по сравнению с контрольной группой лиц подобранных по принципу копия-пара. Осуществляется в изучаемых и контрольных группах за один и тот же период времени. Основными критериями установления ущерба здоровью персонала являются показатели общественного здоровья и специфического отклика организма на воздействие химического загрязнителя. Установление прямой, значимой, причинной связи между вредным фактором и ущербом здоровью профессиональной группы должно иметь логическую и статистическую достоверность, а также подтверждено литературными сведениями о характере действия ОХВ [9]. Основным критерием установления влияния химического фактора является одновременная регистрация трех признаков: наличие гигиенически значимых концентраций химического вещества в производственной среде, регистрация ущерба здоровью человека, установление прямой, значимой, причинной связи между загрязнением данным химическим веществом и ущербом здоровью обследуемой группы.

Создание новых теоретических основ профилактики на базе медико-экологического понимания причинно-следственных связей между неблагоприятными факторами внешней среды и состоянием здоровья человека предусмотрены следующие основные концептуальные направления:

- разработка методологии и методических подходов к установлению причинно-следственных связей между воздействием химических факторов и психическим, соматическим и социальным здоровьем работающих в комплексных медико-гигиенических и экологических исследованиях;

- разработка рекомендаций к планированию профилактических мероприятий с учетом приоритетных медико-гигиенических критериев и прогнозов;

- разработка научных основ и выработка рекомендаций по управлению психическим и соматическим здоровьем в целях сохранения здоровья персонала ХОО;

- оценка медико-биологических показателей, характеризующих изменение психического и соматического здоровья у отдельных групп работающих («групп риска»), в том числе результатов выборочных углубленных клинических исследований;

- разработка системы оперативной диагностики, медико-психологической профилактики и коррекции состояний психической дезадаптации лиц, работающих с опасными химическими веществами.

- разработка научных основ перспективных медико-гигиенических исследований отдаленных последствий первичного ухудшения психического и соматического здоровья работающих с ОХВ.

- на основе проведенного исследования разработка целенаправленных лечебно-профилактических программ по сохранению здоровья работающих на ХОО в зависимости от конкретных особенностей условий труда на предприятиях и антропогенных нагрузок на изученных территориях.

Таким образом, современная методология медико-экологических исследований и методических подходов к экспертизе среды обитания и состояния здоровья людей с установлением причинно-следственных связей, призваны объективно оценить влияние химических и других факторов на состояние здоровья населения, прогнозировать развитие ситуации и разработать оздоровительные мероприятия для различных групп населения. Для повышения эффективности проводимых мероприятий по сохранению здоровья работающих внедряются новые методы диагностики ранних форм патологии, устанавливаются медико-гигиенические факторы риска химически обусловленной патологии. Важная роль принадлежит регистрам здоровья при динамическом наблюдении за населением, проживающим и работающим на территориях, прилегающих к объектам химических производств.

Среди групп повышенного риска выделены:

- лица с донозологическими состояниями (работающие и работавшие в контакте с химическими веществами);
- лица с хроническими заболеваниями центральной и периферической нервной системы, легких, печени, предраковыми состояниями и онкологическими болезнями;
- больные с подозрением на хроническую или острую интоксикацию;
- лица с хроническими интоксикациями и перенесшие острые отравления.

Таким образом, существующая неудовлетворенность результатами отдельных санитарно-гигиенических критериев или несоблюдением гигиенических нормативов (ПДК, ОБУВ, ПДУ и др.), уровнем медико-профилактической помощи работающим объясняется сохраняющаяся высокая частота химически обусловленных заболеваний, в том числе профзаболеваний и социально-психологической дезадаптации работающих. Данное обстоятельство указывает на необходимость объективных гигиенических исследований условий труда, особенностей патогенеза повреждения структур мозга и других систем организма человека работающего с ОХВ.

Выводы.

1. Комплексная система мониторинга здоровья работающих (психическое, физическое и социальное) в промышленных регионах Российской Федерации должно рассматриваться как основополагающее в социально-экономическом развитии территории.

2. В связи с межведомственным характером здравоохранения, необходимо проводить комплексный анализ состояния здоровья, обобщая результаты разных ведомств, что позволит прогнозировать процессы, связанные с сохранением психического и соматического здоровья работающих и научно обосновать приоритетные направления работ.

3. Основой современной концепции здравоохранения на всех уровнях должен быть единый комплекс социально-экономических мероприятий, призванных обеспечить:

- качественное воспроизводство и восстановление психически и соматически здоровых людских ресурсов;
- сформировать комплексную программу по объективной оценке санитарно-гигиенической ситуации во взаимосвязи с соматическим и психическим здоровьем (данные официальной отчетности недостоверны), по профилактике ППР и ПСР и укреплению здоровья с учетом сложившихся условий труда на ХОО.

Литература

1. Александровский Ю.А. Пограничные психические расстройства: руководство для врачей. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: ГЭОТАР: Медиа, 2007. – 720 с.

2. Дмитриева Т.Б., Краснова В.Н., Незнанова Н.Г. и др. Психиатрия; национальное руководство. – М.: ГЭОТАР-Медиа, – 2009. – 1000 с.
3. Каспаров А.А. Рева В.Д., Уйба В.В. Основы безопасности, профессиональной и экологической медицины при уничтожении химического оружия в России. – М.: ФГОУ ИПК ФМБА России, – 2008. – 744 с.
4. Лебедев Г.П., Филиппов В.Л., Добрынина З.Б. Методические подходы к комплексной оценке ущерба здоровью. // Мед.труда и промэкология. – 1993. – 7-8. – С. 7–14.
5. Методические рекомендации № МР–39–08. «Дифференциальная диагностика соматических заболеваний от состояний, сопровождающихся психосоматическими расстройствами у персонала особо опасных химических производств» / сост. Ю. В. Филиппова, В. Л. Филиппов, Н. В. Криницын и др. – Утв. ФМБА России 08.07.2008 г. – М., 2008. – 40 с.
6. Методические рекомендации № МР–40–08 «Выявление состояний психической дезадаптации у персонала особо опасных химических производств» / сост. Ю. В. Филиппова, В. Л. Филиппов, Н. В. Криницын и др. – Утв. ФМБА России 08.07.2008 г. – М., 2008. – 53 с.
7. Методические рекомендации по клинике, диагностике, лечению и экспертизе трудоспособности при хронических интоксикациях фосфорорганическими отравляющими веществами (временные) // Сб. инструктивно-методических документов по проблеме уничтожения химического оружия: Часть II. Фосфорорганические отравляющие вещества: Том I. – М.: ФУМБЭП при МЗ РФ, 2001. – С. 125–154.
8. Методические рекомендации по обследованию граждан, проживающих и работающих в зонах защитных мероприятий, устанавливаемых вокруг объектов по хранению химического оружия и объектов по уничтожению химического оружия / сост. Ю. В. Филиппова, В. Л. Филиппов, С. В. Нагорный, Н. В. Криницын и др. – Утв. 05.11.2002 г. Федеральным управл. «Медбиоэкстрем» МЗ России. – М., 2002. – 58 с.
9. Рембовский В. Р., Могиленкова Л. А., Олейникова Е. В. Анализ риска в системе мониторинга воздействия химического фактора. – СПб.: ЭЛБИ-СПб, 2014. – 304 с.
10. Филиппов В.Л., Филиппова Ю.В., Криницын Н.В., Нечаева Е.Н., Касьяненко Е.С., Колзукова О.Н., Трегубов Д.В. Оценка психического здоровья – основа раннего выявления интоксикаций у персонала объектов уничтожения химического оружия // Научно-практическая деятельность ФГУП «НИИ гигиены, профпатологии и экологии человека» ФМБА России: Решение проблемы обеспечения химической безопасности в российской федерации. Труды ФГУП «НИИ гигиены, профпатологии и экологии человека» ФМБА России, посвященные 50-летию со дня основания / Под ред. В.Р. Рембовского. – СПб.: ЭЛБИ-СПб, 2012. – С. 578–590 с.

МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СПОРТИВНОЙ МЕДИЦИНЫ

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ОЦЕНКЕ АНАЭРОБНОЙ И АЭРОБНОЙ СОСТАВЛЯЮЩИХ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ У СПОРТСМЕНОВ В ДИНАМИКЕ ТРЕНИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА

Н. А. Егоров

*ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России, Санкт-Петербург, Россия
grech@fmbamail.ru*

Ведение. Физическая работоспособность спортсменов является важнейшим условием для развития основных физических качеств, способности организма к перенесению высоких специфических нагрузок, возможности реализовать функциональные потенциалы [4], служит интегральным показателем функционального состояния и функциональной подготовленности организма, определяет спортивный результат практически на всех этапах многолетней тренировки. Вместе с тем контроль физической работоспособности чаще всего осуществляется только по показателю внешней механической работы [3], что позволяет получить определенную количественную информацию. Однако оценка, дающая качественную информацию о факторах, определяющих и лимитирующих работоспособность, позволяет целенаправленно корректировать тренировочный процесс, наращивая функциональные возможности в слабых звеньях. Кроме того, данная информация имеет значение и при выборе средств и методов тренирующих воздействий, и при необходимости, для целенаправленной оптимизации функциональной подготовленности, например, посредством дополнительных эргогенических средств [7].

В настоящее время в практике физиологии спорта принято четко дифференцировать анаэробную и аэробную работоспособность спортсменов. D. Dill в работе, датированной 1934 годом, констатировал, что выполняемая в течение нескольких минут мышечная нагрузка только в небольшой степени определяется используемым аэробным энергетическим источником, а величина выполненной работы в большой степени обуславливается темпом использования анаэробного источника энергии [13]. Впервые понятие «анаэробная работоспособность» встречается в работах R. Margaria, P. Aghemo, E. Rovelli [14]. Ключевыми понятиями, объясняющими и наиболее полно описывающими процессы анаэробного характера, являются понятия нагрузки и энергии.

Использование дополнительных эргогенических средств в настоящее время становится необходимым элементом современных технологий тренировочного процесса в спорте [1, 10], что обеспечивает интенсификацию и повышение эффективности процессов

адаптации к факторам тренировочного воздействия работ [1, 3]. Недостаточная изученность многих вопросов многофакторной обусловленности физической работоспособности у спортсменов различной специализации и квалификации, динамики ее развития, необходимость совершенствования методов диагностики и оценки данного свойства организма, оптимизации способов ее повышения при специальной профессиональной и спортивной подготовке обуславливают актуальность обобщения имеющейся информации по данной проблеме.

В спортивной физиологии применяется большое количество методик, в том числе для определения аэробной производительности. Преимущественно эти тесты носят нагрузочный характер. При проведении нагрузочных тестов необходимо соблюдать требования ВОЗ для обеспечения безопасности спортсмена во время проведения процедуры, а также для получения максимально достоверного результата.

Методы тестирования физической работоспособности. Определение уровня физической работоспособности у человека осуществляется путем применения тестов с максимальными и субмаксимальными мощностями физических нагрузок. К числу таких проб относят тест Vita Maxima, тест Новакки и др. Тесты с субмаксимальной мощностью нагрузок осуществляются с регистрацией физиологических показателей во время работы или после ее окончания. Тесты данной группы технически проще, но их показатели зависят не только от проделанной работы, но и от особенностей восстановительных процессов. К их числу относятся хорошо известные пробы С. П. Летунова, Гарвардский степ-тест, тест Мастера и др. [3]. Принципиальная особенность этих проб заключается в том, что между мощностью мышечной работы и длительностью ее выполнения имеется обратно пропорциональная зависимость, и с целью определения физической работоспособности для таких случаев построены специальные номограммы. Однако применение этих тестов имеет и определенные недостатки: во-первых, пробы небезопасны для испытуемых и потому должны выполняться при обязательном присутствии врача, и, во-вторых, момент произвольного отказа – критерий очень субъективный и зависит от мотивации испытания и других факторов.

В практике спортивной медицины наиболее широкое распространение получило тестирование физической работоспособности по частоте сердечных сокращений (ЧСС). Это объясняется в первую очередь тем, что ЧСС является легко регистрируемым физиологическим параметром. Не менее важно и то, что ЧСС линейно связана с мощностью внешней механической работы, с одной стороны, и количеством потребляемого при нагрузке кислорода, с другой [5].

Анализ литературы, посвященной проблеме определения физической работоспособности по ЧСС, позволяет говорить о следующих подходах. Первый, наиболее простой, заключается в измерении ЧСС при

выполнении физической работы какой-то определенной мощности (например, $1000 \text{ кГм}\cdot\text{мин}^{-1}$). Идея тестирования физической работоспособности в данном случае состоит в том, что выраженность учащения сердцебиения обратно пропорциональна физической подготовленности человека [8].

Второй подход состоит в определении той мощности мышечной работы, которая необходима для повышения ЧСС до определенного уровня. Такой подход является наиболее перспективным. Вместе с тем он технически более сложен и требует серьезного физиологического обоснования. Сложности физиологического обоснования такого подхода к тестированию физической работоспособности обусловлены возможными предпатологическими изменениями сердечно-сосудистой системы; различными типами кровообращения, при которых одинаковое кровоснабжение мышц может обеспечиваться различной величиной ЧСС; неодинаковой физиологической ценой учащения сердечной деятельности при физических нагрузках, определяемой исходными величинами и т. д.

Среди спортсменов эти различия в значительной степени сглаживаются сходством возраста, хорошим здоровьем, тенденцией к брадикардии в покое, расширением функциональных резервов сердечно-сосудистой системы и возможностями их использования при физических нагрузках. Это обстоятельство, по-видимому, определило широкое использование в современном спорте теста PWC_{170} (PWC – Physical Working Capacity), который ориентирован на достижение определенной ЧСС (170 сердечных сокращений в 1 минуту). Существенным физиологическим доводом в пользу выбора уровня ЧСС в данной пробе служит и тот факт, что при частоте пульса больше $170 \text{ уд}\cdot\text{мин}^{-1}$ рост минутного объема крови, если и происходит, то уже сопровождается относительным снижением систолического объема крови [9].

Широко распространенной пробой также является Гарвардский степ-тест [3], который рассчитан на оценку работоспособности у здоровых молодых людей, так как от исследуемых лиц требуется значительное напряжение.

Одним из распространенных и точных методов является определение физической работоспособности по величине максимального потребления кислорода (МПК) [9].

Этот метод высоко оценивает Международная биологическая программа, которая рекомендует для оценки физической работоспособности использовать информацию о величине аэробной производительности. МПК характеризует собой то предельное количество кислорода, которое может быть использовано организмом в единицу времени.

Аэробная возможность (аэробная мощность) человека определяется, прежде всего, максимальной для него скоростью потребления кислорода. Чем выше МПК, тем больше (при прочих равных

условиях) абсолютная мощность максимальной аэробной нагрузки. МПК зависит от двух функциональных систем: кислород-транспортной системы (органы дыхания, кровь, сердечно-сосудистая система) и системы утилизации кислорода, главным образом мышечной; определяется с помощью максимальных проб (прямой метод) и субмаксимальных проб (непрямой метод). Для определения МПК прямым методом используются чаще всего велоэргометр или тредмил и газоанализаторы. Методы непрямого определения МПК основаны на линейной зависимости МПК и ЧСС при работе определенной мощности.

Физическая работоспособность анаэробная (ФРан) – это способность человека выполнять кратковременную работу с максимально мощным сокращением мышц, что требует максимального напряжения алактатного и лактатного механизмов энергопродукции [11]. В связи с этим различают два вида ФРан:

- алактатная анаэробная, фосфагенная (обеспечивается за счет энергии распада аденозинтрифосфата (АТФ) и креатинфосфата (КФ));
- лактатная анаэробная, гликолитическая (обеспечивается за счет энергии, образующейся в процессе анаэробного гликолиза).

Проявляется ФРан в скоростно-силовых возможностях, ее показателями являются предельная скорость выполнения движений, а также уровень максимальной скорости освобождения энергии во время анаэробных реакций (для лиц зрелого возраста она равняется $50 \text{ ккал} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{мин}^{-1}$).

Более распространенной является оценка вклада анаэробного механизма в процесс энергообеспечения физической работы по количеству кислорода, потребляемого после работы сверх уровня потребления в состоянии покоя (кислородный долг). Этот показатель можно определить только с использованием газоанализатора и измерить быстрый компонент кислородного долга (алактатный) и медленный (лактатный), которые, соответственно, характеризуют вклад обоих анаэробных механизмов в энергообеспечение работы.

Также распространенным показателем, отражающим вклад анаэробного гликолиза в энергообеспечение физической работы, является максимальный уровень молочной кислоты в крови, что характеризует максимальную мощность гликолитического механизма.

Для определения этого показателя на третьей и пятой минутах берут кровь из пальца и с помощью фотометров измеряют содержание молочной кислоты в крови. Этот показатель через 3–5 мин после окончания физической нагрузки может достигать $26 \text{ ммоль} \cdot \text{л}^{-1}$. Обеспечение высокого уровня ФРан осуществляется, в основном, благодаря высоким возможностям центральной нервной регуляции мышечной деятельности, высокой способности мышц к скоростно-силовым проявлениям, емкости и мощности фосфагенной энергетической системы работающих мышц.

Физическая работоспособность аэробная (ФРа) – это способность человека выполнять длительную циклическую глобальную работу, требующую значительного напряжения аэробных окислительных процессов. Показателями ФРа являются объем, мощность или предельное время выполняемой работы (в спорте – спортивный результат).

Вклад аэробного механизма энергообеспечения можно измерять путем регистрации V_{O2max} .

Этот показатель для нетренированных женщин зрелого возраста составляет в среднем $2,8 \text{ л} \cdot \text{мин}^{-1}$ ($49 \text{ мл} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{мин}^{-1}$), а для мужчин – $4,0 \text{ л} \cdot \text{мин}^{-1}$ ($57 \text{ мл} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{мин}^{-1}$). Максимальные значения V_{O2max} наблюдаются прежде всего у представителей лыжного спорта (гонки) – $5\text{--}6 \text{ л} \cdot \text{мин}^{-1}$ (до $90 \text{ мл} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{мин}^{-1}$ и более) [12].

В достижении высокого уровня ФРа важную роль играют возможности функциональных звеньев системы транспорта кислорода в организме и его утилизации. Высокая ФРа обеспечивается увеличением газообмена в 20–25 раз, при этом легочная вентиляция возрастает до $120 \text{ л} \cdot \text{мин}^{-1}$, увеличивается частота дыхания (ЧД) до 50–60 дыханий за 1 мин и глубина дыхания. Усиление диффузионной способности легких позволяет большему количеству кислорода поступать в кровь. Повышение концентрации гемоглобина, наблюдаемое при этом, способствует увеличению кислородной емкости крови.

ФРа обеспечивается усилением центрального кровообращения: ЧСС до 170 уд. мин^{-1} , СО – до 120 мл и МОК – до 22 л; возрастает кровоток в работающих мышцах до $100\text{--}150 \text{ мл} \cdot \text{мин}^{-1}$ на 100 г массы мышц. Увеличение этих показателей способствует поступлению в мышцы большего количества кислорода. В тканях организма, прежде всего в мышечной, расширяются возможности аэробного ресинтеза АТФ за счет увеличения количества и размера митохондрий, количества миоглобина, активности ферментов аэробного окисления, накопления гликогена и внутриклеточных липидов.

Кардиореспираторное нагрузочное тестирование (эргоспирометрия) – метод, неинвазивный, прост в получении показателей, широко используется в современной спортивной медицине для определения выносливости спортсменов. Позволяет оценить функцию сердечно-сосудистой и бронхо-легочной систем, которая заключается в поддержании клеточного дыхания.

Эргоспирометрия позволяет оценить работоспособность, уровень нагрузки, при которой организм атлета обеспечивает адекватное потребление кислорода, установить количественное значение МПК. Проведение теста с физической нагрузкой является универсальным методом выявления процессов нарушения толерантности к интенсивной физической нагрузке, в частности у спортсменов, а также дает возможность оценить уровень физической работоспособности независимо от внешних факторов.

При обследовании высококвалифицированных спортсменов рекомендуется измерение МПК прямым методом. Основным принципом тестирования является использование нагрузок, вызывающих максимальную мобилизацию системы кислородного обеспечения организма, например, с помощью велоэргометра.

Существуют различные виды нагрузок при проведении тестов (тест «Вингейт»; бег на тредмиле до отказа; метод кардиореспираторного нагрузочного тестирования и др.). Для велоэргометрии предпочтительно использовать нагрузки возрастающей мощности «до отказа». При этом в первые две минуты теста исследуемый крутит педали без какой-либо нагрузки, затем происходит ступенчатое увеличение нагрузки каждые 2-4 минуты на 25-50 Вт. Мощность повышается до тех пор, пока испытуемый в состоянии продолжать педалирование, то есть «до отказа» [2].

Преимущества нагрузочного тестирования: быстрота, точность, надежность за счет использования прямых физиологических показателей; анализ в реальном масштабе времени, возможность выявления ранних предвестников снижения толерантности к нагрузочной пробе, высокая степень формализации и унификации.

Помимо МПК аэробная работоспособность зависит также от анаэробного порога (ПАНО). Порог анаэробного обмена (или лактатный порог) – важнейший индикатор интенсивности работы на выносливость. Уровень лактата в крови спортсменов необходимо контролировать в ходе тренировочной и соревновательной деятельности [6]. ПАНО характеризуется уровнем потребления кислорода при физической нагрузке, выше которого анаэробный механизм синтеза АТФ дополняет аэробный путь.

Заключение. При оценке физической работоспособности спортсменов в динамике тренировочного процесса целесообразно использовать целевые и дополнительные критериальные показатели.

Нами проводилось исследование основных показателей переносимости анаэробной нагрузки у спортсменов с использованием велоэргометра «Monark-849E Peak Bike» (Monark, Швеция) при использовании эргоспирометрической системы «Oxycon Pro» (Erich Jaeger, Германия), и исследование основных показателей аэробной нагрузки у спортсменов с использованием беговой дорожки «Intertrack-750» (Schiller AG, Швейцария) и эргоспирометрической системы «CS-200 Cardiovit AT-104» (Schiller AG, Швейцария).

Целевыми показателями оценки анаэробной составляющей физической работоспособности являются максимальная мощность и выполненная работа. Дополнительными критериальными показателями являются максимальный кислородный долг, индекс утомления, содержание молочной кислоты в периферической крови на 3 и 30 минутах после выполнения теста «Вингейт».

Целевыми показателями при оценке аэробной составляющей физической работоспособности являются: время выполнения нагрузки до отказа, максимальная достигнутая мощность, выполненная работа. Дополнительными критериальными показателями являются: максимальное потребление кислорода, порог анаэробного обмена (ПАНО), потребление кислорода при ПАНО, частота сердечных сокращений при ПАНО.

Литература

1. Волков Н.И. Биология спорта на пороге XXI века // Юбилейный сб. трудов ученых РГАФК, посв. 80-летию академии. – М., 1997. – Т. 1. – С. 55–60.
2. Капилевич Л.В., Давлетьярова К.В., Кошельская Е.В. и др. Физиологические методы контроля в спорте // Томск: изд-во Томского политехн. универс., 2009. – 172 с.
3. Карпман В.Л. Белоцерковский З.Б., Гудков И.А. Тестирование в спортивной медицине. – М.: Физкультура и спорт, 1988. – 208 с.
4. Корженевский А.Н. Индивидуальные типы адаптации высококвалифицированных спортсменов к неспецифической нагрузке // Сб. научных трудов ВНИИФК.; 2000 г. – М., 2001. – С. 67–73.
5. Кудря О.Н., Вернер В.В. Показатели физиологических систем организма спортсменов на разных этапах годового цикла. // Теория и практика физической культуры. – 2008. – № 7. – С. 67–71.
6. Максимов Н.Е., Гилев Н.А. Использование сочетаний упражнений различной интенсивности в тренировочном процессе пловцов // Вестник спортивной науки. – 2011. – № 2. – С. 12–15.
7. Медведев Д.В. Физиологические факторы, определяющие физическую работоспособность человека в процессе многолетней адаптации к специфической мышечной деятельности. – М., 2007. – 24 с.
8. Прокопьев Н.Я., Марьянских С.Г. Оценка физической работоспособности и функционального состояния сердечно-сосудистой системы учащихся города Тюмени // Вестник Тюменского гос. универс., 2011. – № 6. – С. 127–133.
9. Солодков А.С., Сологуб Е.Б. Физиология спорта. – СПб.: СПбГАФК им. П. Ф. Лесгафта, 1999. – 231 с.
10. Шамардин А.И., Солопов И.Н., Шамардин А.А. и др. Технология комплексной оптимизации функциональной подготовленности футболистов // Спортивные игры в физическом воспитании и спорте. Матер. межд. научно-практ. конф., 24-26 декабря 2002 г. – Смоленск, 2002. – С. 198–204.
11. Astorino T.A., White A.C. Assessment of anaerobic power to verify VO₂max attainment // Clin Physiol Funct Imaging. – 2010. – V. 30 (4). – P. 294–300. Bassett D.R.Jr., Howley E.T. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance // Med Sci Sports Exerc. – 2000. — V. 32 (1). – P. 70–84.

12. Dill D. B. Exercise and the oxygen debt / D. B. Dill, B. Sactor // J. Sport Med. 1962. – V. 2. – P. 66–74.
13. Margaria R., Aghemo P., Rovelli E. Measurement of muscular power (anaerobic) in man // J. Appl. Physiol. – 1966. – V. 21. – P. 1662–1667.
14. Scharhag-Rosenberger F., Carlsohn A., Cassel M. et al. How to test maximal oxygen uptake: a study on timing and testing procedure of a supramaximal verification test // Appl. Physiol. Nutr. Metab. – 2011. – V. 36 (1). – P. 153–160.

КОРРЕКЦИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ С ПОМОЩЬЮ ТРЕНИНГА С БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ

А.Д. Киселёв, Д.В. Новосельский

*ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России, Санкт-Петербург, Россия
gpech@fmbamail.ru*

Введение. Методы тренинга с Биологической обратной связью (БОС) – это учебный процесс, в котором люди учатся самостоятельно контролировать ряд физиологических показателей организма, идущих от собственного тела при помощи компьютерного оборудования, которое позволяет непосредственно наблюдать за собственными физиологическими показателями и сознательно (то есть, произвольно) влиять на них. Этот метод научно обоснован и базируется на многочисленных экспериментах и обширной клинической практике. Это весьма эффективный способ для контролирования уровня напряжения, достижения действительного расслабления и помощи в достижении личных целей [10].

Одним из методов БОС является метод нейробиоуправления. Нейробиоуправление, опираясь на модификацию биоэлектрической активности центральных структур, обеспечивает оптимизацию механизмов функционирования нервной системы, тем самым, влияя на психофизиологические параметры человека. Наибольший интерес представляет локальный альфа-стимулирующий тренинг. Данный вид нейробиоуправления является перспективным способом вмешательства в витальные функции, обеспечивая их оптимальное функционирование [7].

У здорового человека в состоянии покоя и при отсутствии внешних раздражителей на ЭЭГ наблюдаются регулярные волны, идущие с частотой 8–13 Гц и имеющие амплитуду около 50 мкВ. Эти волны обозначаются как альфа-ритм, наиболее выражены в затылочных долях коры. Альфа волны проявляются в период сенсорного покоя, умственной релаксации, глубокой релаксации, медитации или умиротворенного сознания (диссоциации).

Переход человека от состояния покоя к деятельности (умственная работа, восприятие света и др.) сопровождается исчезновением альфа-ритма и появлением частых (14–0 Гц) низкоамплитудных (25 мкВ)

колебаний бета-ритма. Выраженность бета-ритма увеличивается при физической и умственной работе и эмоциональном напряжении [3].

Если человек от состояния покоя переходит не к активной деятельности, а ко сну, то в его ЭЭГ появляются более медленные и высокоамплитудные по сравнению с альфа-ритмом волны, в частности тета-ритм (4–7 Гц) – 100–150 мкВ [2]. ЭЭГ и анализ мощности ритмов позволяют судить о функциональном состоянии коры головного мозга и во многом зависят, от функционального и психофизиологического состояния человека.

История метода. Основой для создания метода БОС послужили фундаментальные исследования механизмов регуляции физиологических и развития патологических процессов, а также результаты прикладного изучения рациональных способов активации адаптивных систем мозга здорового и больного человека.

С середины XX века стали разрабатываться и использоваться методы, в которых устанавливалась биологическая обратная связь с организмом на основе изменения различных параметров (пульсовой волны, мышечной силы, артериального давления). Активное изучение метода началось в конце 50-х годов XX века [11]. Пионерами в разработке методов БОС в России стали ученые Института экспериментальной медицины Российской академии медицинских наук (Санкт-Петербург), в котором свыше 30 лет проводятся систематические исследования в этом направлении.

Применению метода БОС в клинической практике посвящены многочисленные работы школы Н.Н. Василевского – Н.В. Черниговской, О.В. Богданова и др. Эти исследования продолжаются и в настоящее время: в рамках Санкт-Петербургской, Московской физиологических школ и в ряде других научных центров (А.М. Вейн, С.А. Исайчев, М.Б. Штарк и др.).

Наибольший вклад в развитие методов БОС внесли: исследования N. E. Miller, L. V. DiCara (1968) по выработке у животных висцеральных условных рефлексов оперантного типа [12]; исследования M. V. Sterman (1980) о повышении порогов судорожной готовности после условнорефлекторного усиления сенсомоторного ритма в центральной извилине коры головного мозга как животных, так и человека [15]; открытие J. Kamiya (1968) способности испытуемых произвольно изменять параметры своей электроэнцефалограммы (ЭЭГ) при наличии обратной связи об их текущих значениях [13].

В 1970-е годы значительное внимание уделялось изучению так называемого альфа-обучения и альфа-состояний, обусловленным усиленным альфа-ритмом в ЭЭГ человека. В конце 1980-х – начале 1990-х гг. свои эксперименты провели Peniston и Kulkosky [14] по изучению возможности лечения больных алкоголизмом с помощью технологии БОС. Они же создали протокол проведения сессии, который стал сейчас

классическим: сначала проводится температурный тренинг (претерапия), а затем альфа-тета тренинг по ЭЭГ. Использование индивидуальных характеристик ЭЭГ для повышения эффективности биоуправления активно исследует О.М. Базанова [1].

В конце 1990-х годов, благодаря развитию компьютерных технологий, появилась возможность предоставлять пациентам обратную связь не только в виде графиков и отдельных звуков, но и создавать полноценные игровые сюжеты. Использование таких игр позволило значительно увеличить сферы применимости биоуправления. Метод внедрен во многие клиники, используется в рамках реабилитационного комплекса, успешно применяется для коррекции синдрома дефицита внимания [4]. Метод активно применяется в спорте высший спортивных достижений, как в России, так и в других странах [5, 7].

Применение БОС-процедур в клинической и спортивной практике заключается в непрерывном мониторинге в режиме реального времени определенных физиологических показателей и сознательном управлении ими с помощью мультимедийных, игровых и других приемов в заданной области значений. Другими словами, БОС-интерфейс представляет для человека своего рода «физиологическое зеркало», в котором отражаются его внутренние процессы. В течение курса БОС-сеансов возможно усилить или ослабить уровень тонической активации той регуляторной системы, чью активность данный показатель отражает.

Лидирующее место в спортивной практике среди методов, основанных на биологической обратной связи, заняло нейробиоуправление. Изучению возможности использования нейробиоуправления в подготовке спортсменов посвящено значительное количество работ [6,7,9].

По мнению В.В. Матвеевой [8], достигнутые результаты с помощью биоуправления, расширяют поведенческий репертуар личности, стабилизируют механизмы внимания, совершенствуют память, восстанавливают нарушенную психофизиологическую устойчивость, что в дальнейшем может помочь справиться со стрессовыми воздействиями, используя максимально энергосохраняющие стратегии, исключая деструктивное поведение.

Для спортсменов характерны наличие альфа-ритма, особенно в передних отделах полушарий, и как низко-, так и высокочастотного бета-ритма, преимущественно в правом полушарии. На электроэнцефалограммах нетренированных отмечается низкий индекс альфа-активности, она носит ограниченный характер, доминирование бета-ритма наблюдается в основном в левом полушарии.

У спортсменов лучше развит уровень пространственного поля, или пирамидно-стриарный, в организации движений. Хорошо выраженную альфа-активность при открытых глазах можно объяснить более эффективной организацией у них состояния покоя выработанными

навыками к расслаблению внемышечной активности. Этим можно объяснить доминирование альфа-ритма в лобных, центральных и затылочных отведениях у спортсменов и преимущественно в затылочных – у нетренированных.

Генерализацию альфа-ритма отмечали у лиц, практикующих методы психофизической регуляции и релаксации [9]. При умственной и физической активности испытуемых изменения биоэлектрической активности мозга зависят как от уровня физической тренированности, так и от характера выполняемой нагрузки.

Выполнение арифметических действий в уме сопровождается у спортсменов более выраженной, по сравнению с нетренированными, реакцией активации коры при сохранении альфа-ритма низкочастотного диапазона во фронтальных и в левых височно-центральных и затылочных областях.

Выполнение вербальной дивергентной задачи тренированными испытуемыми отличалось от счета в уме снижением уровня активации коры и меньшей межполушарной асимметрией, чем у нетренированных. Изменения биоэлектрической активности происходили у них во фронтальных и височно-затылочных областях правого полушария, а у нетренированных – левого.

Определение знака выражаемой эмоции у спортсменов не сопровождалось заметным усилением тета-активности, в отличие от нетренированных, что свидетельствует о низком уровне психоэмоционального напряжения. Результативность когнитивных тестов у спортсменов была выше, чем у нетренированных. Индивидуальные различия заключались в том, что у «успешных» испытуемых бета-ритм доминировал в лобных отделах обоих полушарий, в отличие от «неуспешных».

При локальной работе на электроэнцефалограммах испытуемых отмечается повышение спектральной мощности медленных альфа- и тета-ритмов, а при развитии утомления – их депрессия и увеличение частоты биотоков. У спортсменов утомление и связанные с ним изменения биоэлектрической активности развиваются медленней, чем у нетренированных. Концентрация внимания на выполнении работы приводит к ускорению развития утомления у всех испытуемых.

Для биоэлектрической активности мозга испытуемых, находящихся в состоянии релаксации, характерны повышение внутри- и межполушарных связей и усиление активности в лобно-центральных структурах коры головного мозга преимущественно правого полушария. У спортсменов и нетренированных лиц, занимающихся психофизической саморегуляцией, отмечаются аналогичные изменения электроэнцефалограмм при выполнении когнитивных тестов.

Одним из новых методов нейробиоуправления является использование разработанного в ранее проведенных нами исследованиях,

оригинального модифицированного метода альфа-тренинга с ауди-визуальной стимуляцией спортсмена по биообратной связи на аппаратно-программном комплексе психофизиологической оценки и коррекции состояния (АПК ПОКСС). Метод альфа-тренинга с ауди-визуальной стимуляцией спортсменов проводился спортсменам циклических и скоростно-силовых видов спорта. В результате анализа спортивных результатов установлено, что при применении альфа-тренинга спортсмены улучшают свои спортивные показатели, умственную и физическую работоспособность.

Методика проведения уроков альфа-тренинга с ауди-визуальной стимуляцией на «АПК ПОКСС». Тренирующийся спортсмен в течение первых трёх занятий, контролируя себя по черте на экране монитора, выбирает комплекс последовательных видео и аудио сигналов, которые будут способствовать его максимальной релаксации, сосредоточенности на выполняемой задаче, отрешённости от внешнего мира.

Для определения состояния максимальной релаксации на краткие периоды времени спортсмен может закрывать глаза. Спортсмену доводится до сведения, что тренировкой на данном аппарате достигается увеличение его спортивной работоспособности, путём формирования у него психического состояния пика спортивной формы:

- спокойное сознание и относительно расслабленное тело, описываемое как спокойная настороженность. Это особое состояние, когда тело и сознание функционируют как одно целое в одно время, независимо от любых внешних вмешательств или внутренних ощущений. Возникает чувство легкости работы, спортсмен отрешен от внешнего влияния и внутренних желаний;

- высокое значение соотношения уровней сигнал/шум. Сигнал, который значим для спортсмена, является объектом концентрации внимания и распознается лучше, чем все остальные сигналы. Концентрация внимания на значимом объекте выдвигает на первый план более тонкие его аспекты, заставляя казаться их большими и замедленными. (Пример этого – игрок бейсбола, который заявляет, что может видеть швы на движущемся мяче со скоростью около 100 миль в час);

- полная фокусировка на существующем моменте, в основе которой лежит способность абстрагироваться от любых мыслей о прошлом или о будущем и фокусировать сознание полностью на существующем моменте, на выполнении конкретной задачи.

В процессе создания комплекса образов самовнушения спортсмен может использовать видеосигналы возникающие на экране монитора, использовать музыку предлагаемую исследователем. Приносить свою музыку. Использовать мысленные ситуации прошлого, применяемые им

ранее приёмы медитации, воспоминания о хороших приметах, лучшем прохождении дистанции на соревнованиях, приемах гимнастик и др.

Последующие семь занятий предназначены для тренировки созданного спортсменом комплекса приёмов самовнушения.

Каждое занятие БОС на АПК ПОКСС продолжается 15 минут. Психолог контролирует выполнение поставленной задачи, вмешивается в процесс, только поощряя достижение положительного результата, без излишней ажитации подсказывает пути решения возникших проблем.

Спортсмену объясняется практическая польза проводимых занятий для его вида спорта. При достижении психического состояния пика спортивной формы быстрее протекают процессы реабилитации и восстановления между соревновательными дистанциями, снимается повышенное нервно-психическое напряжение, улучшаются негативные процессы адаптации и засыпания.

Нейробиоуправление, опираясь на модификацию биоэлектрической активности центральных структур, обеспечивает оптимизацию механизмов функционирования нервной системы, тем самым, влияя на психофизиологические параметры человека.

Выводы:

1. Обучение с помощью БОС-метода произвольно повышать температуру кончиков пальцев приводит к снижению симпатикотонии и купированию спазма периферических сосудов.

2. Метод альфа-тренинга является эффективным средством аутогенной тренировки, направленным на управление психоэмоциональным состоянием спортсмена. Особая ценность метода заключается в возможности визуализировать ход процессов, происходящих в ЦНС спортсмена, непосредственно в ходе выполнения упражнения, проследить динамику показателей и точно оценить эффективность подготовки.

3. Метод альфа-тренинга с ауди-визуальной стимуляцией спортсменов может быть рекомендован для применения спортсменами циклических и скоростно-силовых видов спорта.

Литература

1. Базанова О.М., Афтанас Л.И. Использование индивидуальных характеристик ЭЭГ для повышения эффективности биоуправления // Ж. невропатол. и психиатрии им. С.С. Корсакова. – 2006. – Т. 106, № 2. – С. 31–36.
2. Даниленко Е.Н., Джафарова О.А., Гребнева О.Л. Игровое биоуправление в адаптации младших школьников// Бюлл. сиб. мед. – 2010. – Т. 9, № 2. – С. 108 – 112.

3. Дубровинская Н.В., Фарбер Д.А., Безруких М.М. Психофизиология ребенка: Психофизиологические основы детской валеологии – М.: Гуманитарное изд. центр ВЛАДОС, 2000. – 144 с.
4. Душков Б.А., Королев А.В., Смирнов Б.А. Психология труда, управления, инженерная психология и эргономика. – М.: Из-во Акад. проект, Деловая книга, 2005. – 848 с.
5. Гувакова И.В., Гувакова И. В Нарушения вегетативного статуса у спортсменов ациклических видов спорта и их коррекция средствами технологии игрового биоуправления и транскраниальной стимуляции // Бюллетень сибирской медицины, – 2010. – Т. 9, № 2. – С. 68– 72.
6. Киселёв А.Д., Радилев А.С., Протасов С.В. и др. Коррекция и саморегуляция состояния спортсменов-биатлонистов с помощью биообратной связи // Биомед. ж. – Medline.ru, – 2014, Т.15, – С. 672– 684.
7. Кузнецова Л.А., Гувакова И. В Исследование влияния игрового биоуправления на психофизиологические показатели спортсменов-единоборцев с нарушением вегетативного статуса // Бюлл. сиб.мед. – 2013, Т. 12, № 2. – С. 211–218.
8. Матвеева В.В. Динамика функционального состояния вегетативной нервной системы в процессе комплексного восстановительного лечения пациентов с психовегетативными расстройствами //Фундаментальные науки и практика: матер. Третьей Межд. Телеконференции «Проблемы и перспективы современной медицины, биологии и экологии». – 2010. – Т. 1, №4. – С. 72–80.
9. Попова Т.В., Корюкалов Ю.И., Коурова О.Г. Вариабельность биоэлектрической активности мозга при различных состояниях спортсменов // Теория и практика физической культуры. 2006. – № 8. – С. 20–22.
10. Скок А. Б., Филатова О. В., Штарк М. Б., Шубина О. С. Биоуправление в психоневрологической практике / – Бюлл. сиб. отд. РАМН. – 1999. – № 1. – С. 30-35
11. Budzynski T. H. From EEG to neurofeedback. In: Introduction to quantitative EEG and Neurofeedback / Evans J. R. & Abarbanel A. // Acad. Press. – 1999. – P. 65–79.
12. DiCara L. V., Miller N. E. Instrumental learning of systolic blood pressure responses by curarized rats // Psychosomatic medicine. – 1968. – V. 30. – P. 489–494.
13. Kamiya J. Conscious control of brain wave // Psychol.Today, – V. 1. – 1968. – P. 56–60.
14. Peniston E. G., Kulkosky P. J. Alcoholic personality and alpha-theta brainwave training // Medical Psychotherapy – 3, – p. 37–55
15. Serman M. B., L.White, B.Tursky EEG biofeedback in the treatment of epilepsy An overview circa : Clinical Biofeedback: Efficacy and Mechanism Guilford, NY, 1982. – P. 330–331.

ПРИМЕНЕНИЕ СТАБИЛОМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА ДЛЯ ОЦЕНКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФУНКЦИИ РАВНОВЕСИЯ И КООРДИНАЦИИ ДВИЖЕНИЙ В КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ И СПОРТЕ

В.Н. Николаева

ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России, Санкт-Петербург, Россия

gpech@fmbamail.ru

Введение. Вестибулярный анализатор играет важную роль в обеспечении ощущения положения и перемещения человеческого тела или его частей в пространстве, а также обуславливает ориентацию и поддержание позы при всех возможных видах деятельности человека [7, 8, 10, 13, 15]. Вестибулярный аппарат не является единственным анализатором пространства. Точную координацию движений он выполняет совместно с мышечно-суставным, кожным и зрительным анализаторами. Основное назначение вестибулярного анализатора – обеспечение мышечно-суставного аппарата точной сигнализацией о направлении и скорости движения тела (или его отдельных частей) независимо от того, является ли движение пассивным или активным.

При оценке состояния вестибулярной функции большое внимание уделяется исследованию способности человека поддерживать вертикальное положение тела – функции равновесия, осуществляющейся посредством установочных рефлексов, которые удерживают центр тяжести тела в пределах проекции площади его опоры. Любой вид спорта основан на наборе определенных сложно-координационных действий, за качество исполнений которых помимо участия различных систем организма спортсмена, также отвечает и вестибулярный аппарат.

Стабилометрия – это метод регистрации проекции общего центра масс тела (ОЦМ) на плоскость опоры и его колебаний в положении обследуемого стоя, а так же при выполнении различных диагностических тестов, с помощью специального прибора – стабилометрической платформы [13]. Для диагностики выявления нарушений функции равновесия служит метод стабилометрии.

Проведение стабилометрического исследования позволяет получить информативную качественную и количественную оценку функции равновесия. Использование в стабилометрии системы биологической обратной связи (БОС) способствует тренировке вестибулярного аппарата у здоровых людей и реабилитации больных с нарушением вестибулярного аппарата.

Стабилометрия, как диагностический метод, зарекомендовала себя в различных отраслях клинической практики, в спорте, психологии, в сфере различных предприятиях, как допуск к работе с повышенной ответственностью.

Первый в мире стабิโลграф был предложен Е.Б. Бабским, В.С. Гурфинкелем, Э.Л. Ромелем и Я.С. Якобсоном в 50-х годах XX века. Для

регистрации перемещения центра давления стоп человека на стабилметрическую платформу использовался двухкоординатный самописец, с помощью которого анализировались отдельно колебания тела во фронтальной и сагиттальной плоскостях. При обработке аналогового сигнала получаемых стабилограмм использовались следующие параметры: минимальные и максимальные их значения, длина кривой, число экстремумов, средняя амплитуда и частота колебаний.

С появлением компьютеров стало возможным обрабатывать статокинезиограмму – траекторию перемещения центра давления стоп в горизонтальной плоскости [14].

В 2001 г. был сертифицирован первый Российский компьютерный стабилограф – стабилоанализатор компьютерный с биологической обратной связью «Стабилан-01». Этот комплекс был разработан и серийно выпускается в ЗАО «ОКБ «РИТМ» (г. Таганрог). По своим техническим показателям и функциональным возможностям стабилоанализатор вышел на уровень лучших мировых достижений в своем классе, а по ряду показателей стал лидером.

На данный момент в России имеются следующие производители стабилметрических платформ: ОКБ «Ритм» г. Таганрог, фирма «МБН», «ВНИИМП-Вита» и «БиоМера» г. Москва. Программы исследования на этих приборах разные, и в связи с этим различны и показатели, особенно это касается дополнительных показателей, так как критериальные показатели одинаковы.

Применение метода стабилметрии в спорте. Метод стабилметрической оценки функции равновесия и координации движений представляет значительный интерес для спорта [2-9, 10-12].

Контроль функционального состояния спортсмена является важным фактором планирования тренировочного процесса и оценки результатов соревнований. Жесткие по объему и интенсивности физические нагрузки в различных видах спорта при неправильном планировании тренировочного процесса могут привести не только к перетренировке, спаду спортивных результатов, но и способствовать возникновению патологических изменений в организме спортсмена.

В комплекс углубленного обследования спортсменов, включая сборные команды России, входят оценка состояния сердечно-сосудистой системы, нервно-мышечного аппарата, системы дыхания, электроэнцефалограммы, реоэнцефалограммы, однако недостаточна оценка статокинетической устойчивости (СКУ) как базиса функционального состояния в игровых видах спорта, не выработаны также критерии оценки вестибулярной системы, степени развития координации движений у спортсменов [1].

В настоящий момент по многим видам спорта ведутся современные стабилметрические исследования при участии спортсменов разной спортивной специализации и квалификации. Например, известны две

основные разновидности равновесия: статическое и динамическое. Статические проявления в спорте характеризуются: сохранением равновесия после вращательных движений, в действиях с прямолинейными и угловыми ускорениями – в метании; выполнении прыжков и прыжковых упражнений; балансировании предметами в конкретной позе; длительном удержании оружия в позе изготовления. Данные статические проявления свойственны таким видам спорта, как фигурное катание, конькобежный спорт, бег, биатлон, метания и т.п.

К динамическим проявлениям в спорте относится сохранение равновесия на устойчивой и неустойчивой опоре, в условиях ограниченной опоры, на повышенной и на повышенной подвижной опоре, на воде, на скользящей движущейся опоре, при преодолении противодействия партнера или снаряда, на подвешенной подвижной опоре и на упругой опоре. Для данных проявлений присущи следующие виды спорта: лыжи, фристайл, хоккей, теннис, борьба, гимнастика и т.п. [11].

Проведенный нами сравнительный анализ стабилметрических показателей, между спортсменами скоростно-силовых (самбо, боевое самбо, дзюдо) и циклических (биатлон) видов спорта доказал разницу в улучшенных показателях функции равновесия (проба Ромберга и статическая проба) в пользу спортсменов циклических видов спорта. Данные показатели могут быть критерием уровня мастерства среди спортсменов этого вида спорта. Показатели, отвечающие за координацию движений (динамическая проба), у спортсменов циклических и силовых видов спорта не имели статистически значимых отличий.

Исследователи проводят работу по выявлению особенностей функционального состояния кардиореспираторной системы и статокINETической устойчивости, оценке влияния физических нагрузок на функциональное состояние центральной нервной системы на основе изучения динамики стабилметрических показателей в течение всего соревновательного периода [4]. Также проводятся исследования по определению функционального состояния спортсменов с различными показателями качества функции равновесия. Показано, что под влиянием систематических тренировок уровень адаптации к вестибулярным нагрузкам повышается во всех видах спорта, развиваются менее выраженные реакции на вестибулярное раздражение [5].

Скорость формирования мышечных программ определяется характером спортивно-тренировочной деятельности [13]. Спортсмены с высокой спортивной квалификацией (кандидаты в мастера спорта и мастера спорта) имеют более высокий уровень кинестетической (двигательной) чувствительности [7]. Нагрузки, превышающие возможности спортсмена, ведут к развитию утомления, что в сложно-координационных видах спорта сказывается, в первую очередь, на нарушениях техники (дифференцировки тонких движений),

сопровождается рассогласованием механизмов регуляции, снижением скорости двигательных реакций.

Так как устойчивое положение тела в пространстве осуществляется на основе вестибулярных, шейных тонических рефлексов и зрительной информации, то соответственно проводятся исследования, целью которых является выявление стабилметрических показателей, которые могут охарактеризовать состояние центральных и периферических структур нервно-мышечного аппарата организма спортсменов. Помимо этого, в спортивной медицине разрабатываются современные методы реабилитации спортсменов с вестибулярными нарушениями [9].

Опираясь на классификацию олимпийских видов спорта, можно отметить, что в программу современных Олимпийских игр входят 28 летних (41 дисциплина) и 7 зимних (15 дисциплин) видов спорта.

В летних видах спорта исследования статодинамической устойчивости приобретают все большее значение, так как сохранение равновесия является неотъемлемой частью спортивного результата у спортсменов художественной и спортивной гимнастики, акробатики, прыжков в воду, стрельбы, борьбы и других видов спорта.

Среди спортсменов, занимающихся боксом, с помощью метода стабилметрии проводят исследования координационной структуры ударных действий [6]. В ходе анализа результатов обследования боксеров высокого класса и боксеров-новичков с помощью стабилметрического комплекса были выявлены различия между временными характеристиками ударных действий боксеров различной степени подготовленности. Сделан вывод о возможности увеличения эффективности боевых действий боксеров за счет улучшения координационных двигательных стереотипов.

Метод стабилметрии активно применяют в измерении и оценке статодинамической устойчивости и в зимних видах спорта (горнолыжный спорт, хоккей, биатлон, фристайл, конькобежный спорт и др.) где умение сохранять равновесие определяет спортивный результат.

Почти по каждому виду спорта ведутся исследования с использованием диагностического метода стабилметрии. Например, характеризуя особенность функции равновесия у хоккеистов была проведена исследовательская работа по оценке влияния физических нагрузок на функциональное состояние центральной нервной системы на основе изучения стабилметрических показателей в течение соревновательного периода, которая показала улучшение статокINETической устойчивости хоккеистов к концу сезона, что свидетельствует о высоком уровне адаптации постуральной системы к предъявляемым тренировочным и соревновательным нагрузкам [4]. Сравнительный анализ стабилметрических показателей между хоккеистами и футболистами показал статистически значимые различия ($p < 0,05$) в этих группах игроков: футболисты в среднем по всем анализируемым стабилметрическим показателям уступают хоккеистам.

Многие сенсорные системы (анализаторы) — двигательная, вестибулярная, слуховая, зрительная, тактильная — информируют центральную нервную систему спортсмена (фигуриста) об особенностях движения, создают комплексное представление о положении тела на льду. У квалифицированных фигуристов устойчивость вестибулярного аппарата обеспечивает высокую стабильность сохранения позы — статическую устойчивость, а вестибулярные раздражения в значительно меньшей степени нарушают управление позой и движениями (статокинетическая устойчивость). У фигуристов (например, Н. А. Панин) с отличной статической устойчивостью в покое может быть связана и высокая меткость стрельбы.

Влияние вестибулярных раздражений на движения зависит не только от квалификации, но и от спортивной специализации. У фигуристов-одиночников устойчивость вестибулярного аппарата выше, чем у представителей парного катания и спортивных танцев на льду. Даже при вращениях в непривычную сторону (вправо) у них меньше изменяются различные параметры движений (А. А. Ломов).

По результатам годового динамического наблюдения за спортсменами лыжного двоеборья было доказано улучшение стабиллометрических показателей.

Стоит отметить, что метод стабиллометрии используется и в паралимпийском спорте, исследования в этой сфере продемонстрировали высокую эффективность и целесообразность включения стабиллографического метода в комплекс обследования спортсменов с ограниченными возможностями для объективизации комплексной оценки технической подготовленности и состояния здоровья [8].

В стабиллометрии для оценки и тренировки показателей координации движений и функции равновесия служит система биологической обратной связи (БОС) [2,6,10].

Система биологической обратной связи заключается в непрерывном мониторинге в режиме реального времени определенных физиологических показателей и сознательном управлении ими с помощью мультимедийных, игровых и других приемов в заданной области значений. Другими словами, БОС-интерфейс представляет для человека своего рода «физиологическое зеркало», в котором отражаются его внутренние процессы.

В течение курса БОС-сеансов возможно усилить или ослабить данный физиологический показатель, а значит, уровень тонической активации той регуляторной системы, чью активность данный показатель отражает. В стабиллометрии метод БОС используется для диагностики показателей функции равновесия и координации движений, тренировки и развития различных специализированных навыков координации балансировочных движений в основной стойке. Сфера применения системы БОС в России и в других странах активно расширяется не только

в рамках образовательных и клинических учреждений, но и в спорте высший спортивных достижений [6].

Применение биологической обратной связи помогает сформировать умения быстро выполнять необходимые движения для сохранения равновесия [6]. Дальнейшее изучение и развитие как теоретических обоснований, так и практических схем и приемов применения метода БОС на основе стабилотрии позволит повысить профессионализм и результативность спортсменов на всех этапах спортивной подготовки.

Заключение. В спортивной медицине активно используется стабилотрия для качественной тренировки вестибулярного аппарата, координации движений, психофизиологической устойчивости, в реабилитации после различных травм опорно-двигательного аппарата.

Учитывая возможность возникновения вестибулярных расстройств и их влияние на дальнейшее совершенствование технической подготовки спортсмена, в его профессиональной деятельности необходимо:

- совершенствование методик диагностики и тренировки, с участием системы БОС;
- разработка базовых подходов к оценке постурального баланса среди спортсменов;
- поиск новых взаимосвязей между показателями функции равновесия и координации движений и других систем организма, влияющих на мастерство в конкретном виде спорта;
- обязательное выявление и учет индивидуальных особенностей состояния здоровья и уровня физической подготовки.

Таким образом, перспективным направлением оценки готовности спортсмена к соревнованиям в различных видах спорта, эффективности тренировочного процесса является использование системы стабилотрии, включая метод биологической обратной связи.

Стабилотрический контроль в рамках комплексного обследования спортсменов позволяет своевременно выявлять функциональную подготовленность спортсменов, проводить коррекцию тренировочного процесса и реабилитационных мероприятий, а также может выступать инструментом селекции на начальном этапе спортивной подготовки посредством использования тренажеров. К таким тренажерам относятся сложные стабیلотрические игры, выполняемые методом биологической обратной связи. Применение метода БОС на основе стабилотрии позволит повысить профессионализм и результативность спортсменов на всех этапах спортивной подготовки.

Литература

1. Абалян А.Г. Фомиченко Т.Г., Мякинченко Е.Б., Шестаков М.П. Особенности организации научно-методического обеспечения подготовки спортивных сборных команд Российской Федерации // Теория и практика физической культуры. – 2011. – № 11. – С. 67–70.

2. Баулина О. В. Применение методики биологической обратной связи на основе стабилотрии в спортивной гимнастике // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2014. – С. 210–219.
3. Болобан В.Н., Мистулова Т. Контроль устойчивости равновесия тела спортсмена методом стабิโลграфии // Физическое воспитание студентов творческих специальностей: Сб. научн. тр. под. ред. Ермакова С.С. – Харьков, 2003. – № 2. – С. 24–33.
4. Быков Е.В. Зинурова Н.Г., Плетнев А.А., Чипышев А.В. Динамика показателей стабилотрии в соревновательном периоде в оценке функционального состояния хоккеистов // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 9. – С. 796–800.
5. Быков Е.В. Кузиков М.М., Зинурова Н.Г., Денисов К.Г. Функциональное состояние спортсменов с различными показателями качества функции равновесия // Вестник Южно-Уральского государственного университета: образование, здравоохранение, физическая культура. – 2012. - № 21. – С. 22–25.
6. Волков А.Н., Михайлов М.А., Павлов Н.В. Исследование координационной структуры ударных действий боксеров методами стабилотрии // Вестник спортивной науки. – 2013. – № 3. – С. 55–58.
7. Гимазов Р. М. Стабилотрические показатели, характеризующие состояние центральных и периферических структур нервно-мышечного аппарата организма у спортсменов // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2012. – № 10. – С. 43–48.
8. Емельянов В.Д., Шелкова Л.Н., Брунстрем А.Б. Применение метода стабилотрии в паралимпийском спорте (на примере обследования спортсменов паралимпийцев (дзюдо) // XII Межд. научн. конгресс «Современный Олимпийский и Паралимпийский спорт и спорт для всех»: матер. конф.. – М.: Физическая культура, 2008. – Т.1. – 386 с.
9. Керимова К.С., Акарачкова Е.С. Современные методы реабилитации спортсменов с вестибулярными нарушениями // Инновационные технологии в подготовке спортсменов: материалы науч.-практич. конф. – М.: ГКУ ЦСТиСК, 2013. – С. 44.
10. Киселёв А.Д., Радилов А.С., Протасов С.В. и др. Коррекция и саморегуляция состояния спортсменов-биатлонистов с помощью биообратной связи // Биомедицинский журнал Medline.ru, 2014. – Т.15 – с. 672–684.
11. Назаренко Л.Д. Содержание и структура равновесия как двигательного-координационного качества // Теория и практика физической культуры. – Ульяновск, 2000. – № 1. – С. 54–58.
12. Плетнев А.А. Особенности функционального состояния кардиореспираторной системы и статокINETической устойчивости хоккеистов-любителей: Автореф... дисс. канд. биол. наук. – Челябинск, 2010. – 23 с.

13. Скворцов Д. В. Стабилометрическое исследование. – М.: Маска, 2010. – 176 с.
14. Усачев В.И., Слива С.С., Беляев В. Е. Новая методология обработки стабилометрической информации и проблемы широкого внедрения её в практику // Известия Южного федерального университета. Технические науки. – 2006. – № 11. – С. 138-144.
15. Черникова Л.А. Оценка поструральных нарушений в клинике нервных болезней // Сборник статей по стабилометрии. – Таганрог, 2006. – С. 35–38.

**ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ И
ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМ У СПОРТСМЕНОВ СКОРОСТНО-
СИЛОВЫХ И ЦИКЛИЧЕСКИХ ВИДОВ СПОРТА, НАХОДЯЩИХСЯ
НА ТРЕНИРОВОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЯХ ПО
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ СПОРТИВНОГО МАСТЕРСТВА**

Д.В. Новосельский, А.Д. Киселёв, С.В. Протасов, Н.В. Креницын
gpech@fmbamail.ru

Введение. На современном этапе для массового спорта и спорта высших достижений, актуальной проблемой является оценка и оперативный контроль за изменением функционального состояния (ФС) и функциональных резервов (ФР) организма спортсменов на основе создания быстродействующих систем. Эти данные необходимы как при первичном отборе лиц для занятий спортом, так и при контроле – процессе спортивного совершенствования, в том числе и за счет оптимизации режимов тренировки. В последнее время в спорте высших достижений резко увеличивается объем и интенсивность тренировочных нагрузок – соответственно возрастает и потребность в простых, доступных и информативных диагностических методах, реализованных в виде аппаратно-программных комплексов.

Существующие в настоящее время аппаратно-программные комплексы для оценки ФС и ФР используют в той или иной степени методы, разработанные профессором Р.М. Баевским, где в качестве аппаратной части используются электрокардиографы [1].

Эти методы широко и успешно применяются в клинической практике, центрах здоровья и при решении ряда задач в спортивной медицине. Эффективным методом является разработанный на основе математического анализа сердечного ритма модуль «РИТМ-СПОРТ», который предназначен для динамического контроля функционального состояния и функциональных резервов организма спортсменов с формированием индивидуального банка данных; автоматизированного контроля за процессом реабилитации (восстановления) состояния здоровья спортсменов после перенесенных травм и заболеваний; оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы при индивидуальном подборе тренером интенсивности и длительности

тренировочных нагрузок. Программа модуля «РИТМ-СПОРТ» в течение 10-12 минут позволяет оценить у обследованного спортсмена индивидуальные показатели.

Цель работы: провести оценку показателей сердечно-сосудистой (ССС) и дыхательной систем у здоровых спортсменов циклических (биатлон, лыжные гонки) и скоростно-силовых (вольная борьба, бокс) видов спорта, находящихся на тренировочных мероприятиях (ТМ) с использованием модуля «РИТМ-СПОРТ».

Материалы и методы. Для сравнения физиологических показателей сердечно-сосудистой и дыхательной систем были сформированы две равные группы спортсменов.

Группа 1 – спортсмены циклических видов спорта (биатлон, лыжные гонки). В состав группы вошли: 5 кандидатов в мастера спорта (КМС), 3 мастера спорта (МС), 2 спортсмена 1 разряда.

Группа 2 – спортсмены скоростно-силовых видов спорта (единоборства). В состав группы вошли: 4 спортсмена КМС, 6 спортсменов 1 разряда. Все спортсмены находились на ТМ по совершенствованию спортивного мастерства.

Оценка физиологических показателей ССС и дыхательной системы у спортсменов проводилась на аппаратно-программном комплексе «РИТМ-СПОРТ», на основе экспресс-анализа текущей информации о функциональном состоянии и функциональных резервах спортсменов. Модуль, автоматизированный ритмографический «РИТМ-СПОРТ», разработанный на базе АПК «РИТМ-МЭТ», представляет собой диагностический программно-аппаратный модуль, предназначенный для съема, отображения, анализа и хранения информации о функциональном состоянии функциональных резервах ССС на основе анализа variability сердечного ритма, характеристик гемодинамики и результатов нагрузочных тестов [7].

До выполнения теста проводится съем фоновых показателей. Для оценки функциональных резервов ССС системы организма также применялась проба с углубленным дыханием. Физическая нагрузка осуществлялась в течение 30 секунд: заданное количество глубоких приседаний до пола.

Ритм и количество приседаний, зависящие от пола, возраста, роста и массы пациента, предьявляется на экране дисплея. По окончании нагрузки быстро осуществляется регистрация фотоплетизмограммы с выделением кардиоинтервалов (60 сек). Дыхание в произвольном ритме. Показатели регистрируются и оцениваются в соответствии с методикой проведения обследования на модуле «РИТМ-СПОРТ».

Оцениваемые показатели:

- 1) первичные показатели, снимаемые в ходе измерения (табл. 1);
- 2) критерии эффективности (табл. 2).

Таблица 1 – Первичные показатели, регистрируемые на модуле «РИТМ-СПОРТ»

Показатели	Интерпретация	Момент (период) измерения
Сист. АД (покой)	фон	в покое
Сист. АД (дыхание)	нагрузка дыханием	после углубленного дыхания
Сист. АД (физ. нагрузка)	физическая нагрузка	после физ. нагрузки
Диаст. АД (покой)	фон	в покое
Диаст. АД (дыхание)	нагрузка дыханием	после углубленного дыхания
Диаст. АД (физ. нагрузка)	физическая нагрузка	после физ. нагрузки
ЧСС (покой)	фон	в покое
ЧСС (дыхание)	нагрузка дыханием	после углубленного дыхания
ЧСС (физ. нагрузка)	физическая нагрузка	после физ. нагрузки
ЧД (покой)	фон	в покое
ЧД (дыхание)	нагрузка дыханием	при углубленном дыхании
ЧД (физ. нагрузка)	физическая нагрузка	после физ. нагрузки
Вариационный размах (покой)	фон	в покое
Вариационный размах (дыхание)	нагрузка дыханием	при углубленном дыхании
Коэффициент Хильдебранта (покой)	фон	в покое
Коэффициент Хильдебранта (физ. нагрузка)	физическая нагрузка	после физ. нагрузки

Таблица 2 – Критерии эффективности нагрузки, измеряемой на модуле «РИТМ-СПОРТ»

Показатель	Единица измерения	Интерпретация	Расчет
Сист. АД (покой, дыхание, нагрузка)	мм рт. ст.	снижение АД	ТМ
Диаст. АД (покой, дыхание, нагрузка)	мм рт. ст.	снижение АД	ТМ
Пульсовое АД (покой, дыхание, нагрузка)	мм рт. ст.	повышение АД	ТМ
ЧСС (покой, дыхание, нагрузка)	уд/мин	снижение ЧСС	ТМ
ЧД (покой, нагрузка)	дых/мин	снижение ЧД	ТМ
Вариационный размах (покой, дыхание)	сек	увеличение	ТМ
Коэффициент Хильдебранта (покой, нагрузка)	у.е	увеличение	ТМ

Результаты. В результате ТМ достигнуто увеличение целевых показателей аэробной составляющей физической работоспособности в обеих группах:

- время выполнения нагрузки при беге до отказа на – 4,4–7,9%;
- максимальная достигнутая мощность – на 1,1–,8%;
- выполненная работа за время теста – 1,7–8,4% соответственно

по группам 2 и 1.

В обеих группах показатели сердечно-сосудистой и дыхательной систем (ЧСС, ЧД, АД систолическое, АД диастолическое, пульсограмма.) регистрировались ежедневно, в первую половину дня. При рассмотрении результатов показатель ЧСС при физической нагрузке в группе 1 статистически значимо ниже на 1 сутки, критерий Манн-Уитни ($p = 0,0326$) по сравнению с группой 2. Снижение ЧСС повышает экономичность работы сердца, так как его энергетические запросы, потребление кислорода и кровоснабжение снижаются при выполнении одного и того же объема работы [9].

Показатель диастолического АД при физической нагрузке на фоне исследования в группе 2 статистически значимо выше на 15,6% по сравнению с группой 2. Результаты представлены на рисунке 1.

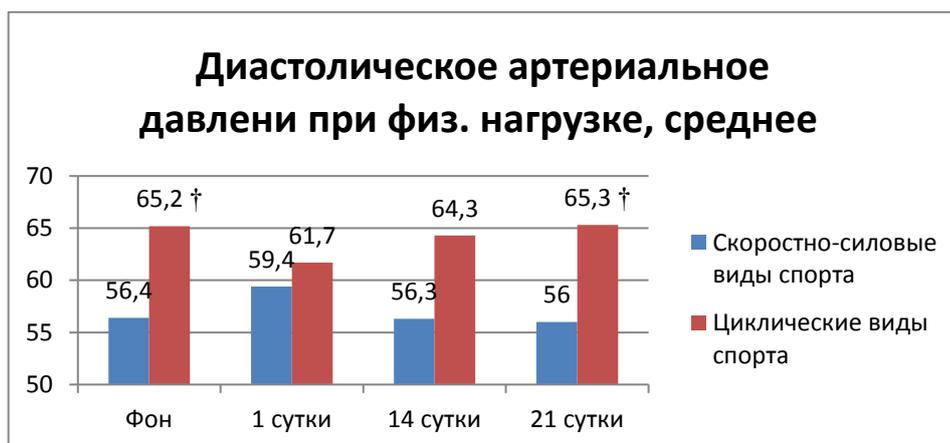


Рис. 1. – Динамика показателей диастолического АД при физической нагрузке у спортсменов 1 и 2 групп.

При рассмотрении результатов показателя диастолического АД при физической нагрузке в группе 1 на 21 сутки, выявлены аналогичные изменения показателя, как и при фоновом исследовании.

Для устранения влияния индивидуальных различий фоновых показателей проведен анализ первичных показателей каждого добровольца по реакции ответа. Показатель ЧСС в покое 1 группы всего, критерий Стьюдента ($p = 0,0035$), критерий Манн-Уитни ($p = 0,0109$), критерий Фишера ($p = 0,0069$) и критерий χ -квадрат ($p = 0,0033$) статистически значимо ниже по сравнению с группой 2 (рис. 2).

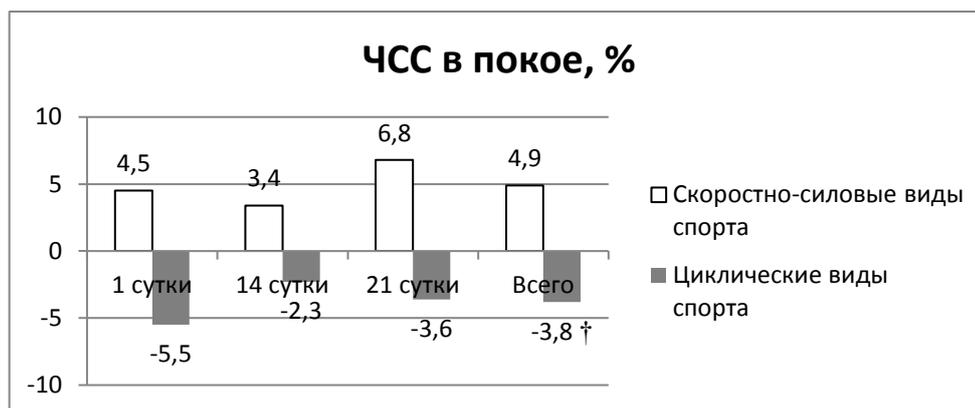


Рис. 2. – Динамика показателей ЧСС в покое у спортсменов 1 и 2 групп, $\%_{\text{ср}} \pm m\%$.

Показатель ЧСС в 1 группе при (форсированном дыхании) всего, критерий Стьюдента ($P= 0,0183$) и при (физической нагрузке) на 1 сутки, критерий Стьюдента ($p= 0,0101$) и критерий Манн-Уитни ($p =0,0015$) и всего, критерий Стьюдента ($p=0,0025$), критерий Манн-Уитни ($p =0,0003$), критерий Фишера ($p =0,0025$) и критерий χ -квадрат ($p= 0,0013$) также статистически значимо ниже по сравнению с группой 2.

Показатель систолического АД в покое 1 группы статистически значимо выше на 27,6% на 21 сутки, критерий Стьюдента ($p=0,0320$), критерий Манн-Уитни ($p=0,0111$) и всего, критерий Стьюдента ($p=0,0378$) и критерий Манн-Уитни ($p=0,0401$) по сравнению с группой 2. Результаты представлены на рисунке 3.

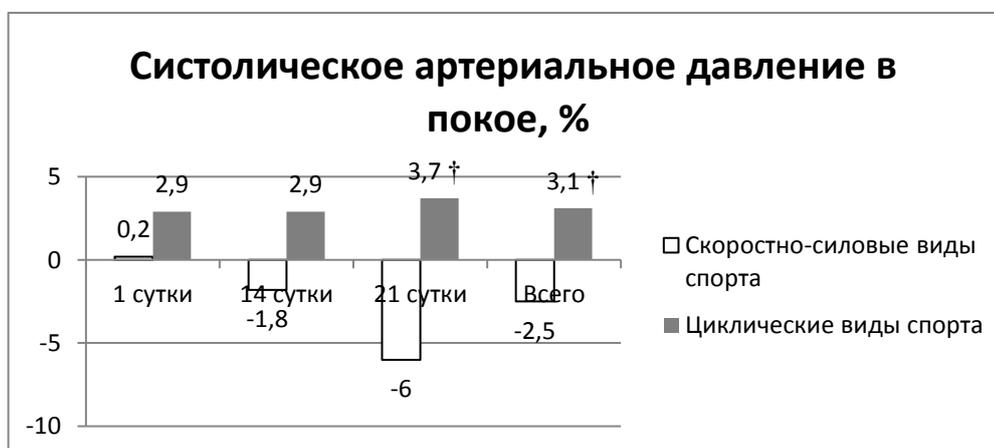


Рис. 3. – Динамика систолического АД в покое у спортсменов 1 и 2 групп, $\%_{\text{ср}} \pm m\%$.

Вариационный размах – это общая аритмия сердца. Данный показатель более полно отражает функциональные резервы ССС. Он повышается при увеличении уровня спортивного мастерства [2, 4-6, 8]. Вариационный размах в 1 группе в покое, всего (критерии Стьюдента ($p =0,0492$) и Манн-Уитни ($p =0,0369$) и при форсированном дыхании, всего (критерий Стьюдента ($p = 0,0452$)) статистически значимо больше по

сравнению с группой 2. Результаты представлены на рисунке 4. Полученные данные свидетельствуют, что уровень спортивного мастерства в 1 группе выше, по сравнению с группой 2.

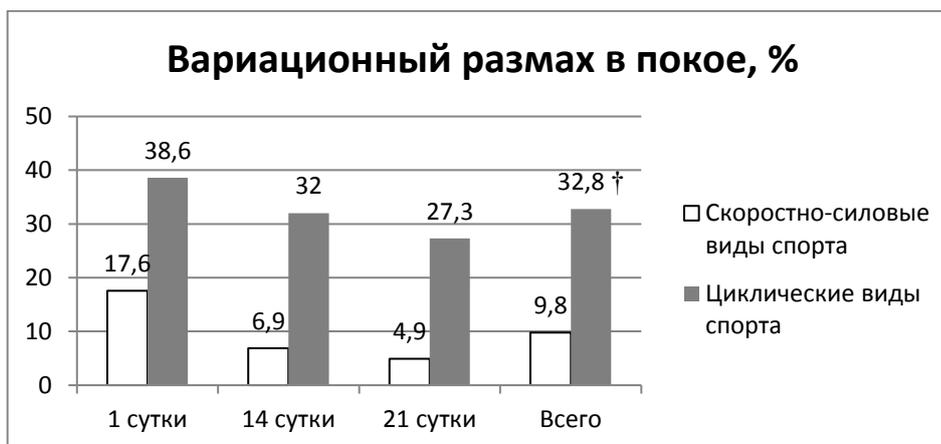


Рис. 4. – Динамика показателей вариационного размаха в покое у спортсменов 1 и 2 групп, $\%_{\text{ср}} \pm m\%$

Коэффициент Хильдебранта (норма 2.9–4.9) – вторичный показатель, представляющий собой соотношение ЧСС к ЧД. В случае синхронного изменения первичных показателей ЧСС и ЧД – увеличения или снижения резервных возможностей сердечно-сосудистой и дыхательной систем Коэффициент Хильдебранта в динамике не должен меняться [3]. Показатель коэффициента Хильдебранта в 1 группе в покое, всего (критерий Манн-Уитни ($p = 0,0269$)) и при физической нагрузке, всего (критерий Стьюдента ($p = 0,0485$)) статистически значимо ниже по сравнению с группой 2 (рис. 5). Это происходит за счёт того, что ЧСС статистически значимо снижается у спортсменов 1 группы, а ЧД практически не меняется. И снижение коэффициента Хильдебранта в покое может свидетельствовать о повышении функциональных резервов ССС (без увеличения функциональных резервов дыхательной системы) у спортсменов циклических видов спорта в динамике ТМ.

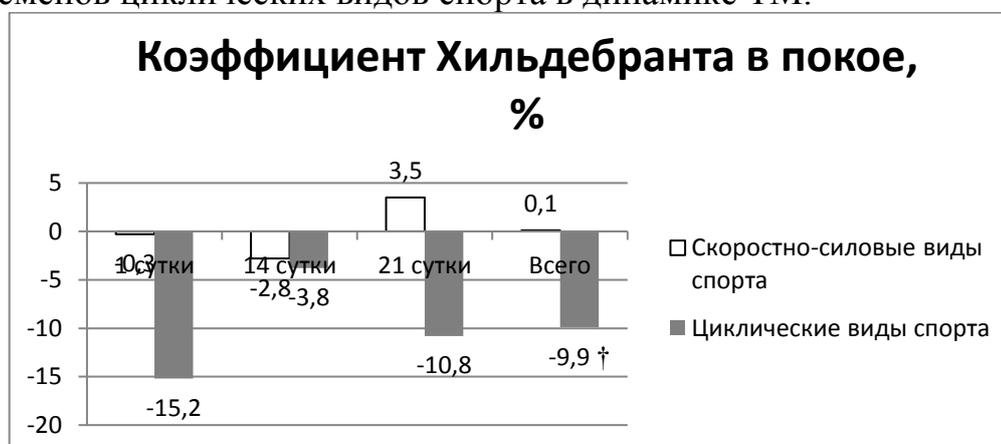


Рис. 5 – Динамика показателя коэффициента Хильдебранта в покое у спортсменов 1 и 2 групп, $\%_{\text{ср}} \pm m\%$.

Выводы:

1. Снижение показателя ЧСС в покое и при физической нагрузке (группа 1) является специфическим эффектом тренировки по совершенствованию спортивного мастерства за счёт увеличения объёма сердца и повышения сократительной способности миокарда.
2. По результатам исследования функции сердечно-сосудистой и дыхательной систем, зарегистрированных на модуле Ритм-спорт, функциональное состояние резервов сердечно-сосудистой и дыхательной системы у спортсменов, занимающихся циклическими видами спорта выше, чем у спортсменов, занимающихся скоростно-силовыми видами спорта.
3. Модуль «Ритм-Спорт» является портативным и надежным прибором для оценки функциональных резервов сердечно-сосудистой и дыхательной систем при проведении динамического наблюдения за состоянием здоровья спортсменов в процессе тренировочных мероприятий.

Литература

1. Баевский, Р.М., Берсенева А.П. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний.– М.: Медицина, 1997. – 265 с.
2. Брагина И.В. Как побеждать любого противника. – СПб: Из-во Астрель, 2010. – 448 с.
3. Куликова А.В., Куделина О.В. Влияние дозированной ходьбы на сердечно-сосудистые и вегетативные реакции студентов // Теория и практика физической культуры. – 2004. – № 5. – С. 42–43.
4. Михайлов В.М. Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения метода. – Иваново, 2002. – 290 с.
5. Нечаев В.И., Коновалов В.Н., Грязнов В.К Математический анализ сердечного ритма в практике спорта высших достижений // Сб. трудов ученых РГАФК, посв. 80-летию академии. – М., 1998. – Т. 2. – С. 128–135.
6. Оржоникидзе З.Г., Павлов В.И. Физиология футбола. – М.: Человек, 2008. – 240 с.
7. Рябова Т.Я., Шлапак В.Н., Макарова И.А., Шавров Д.В. Использование комплекса «Ритм-МЭТ» для автоматизированного медико-психофизиологического предсменного контроля // Инновационные технологии в медицине: Матер. научно-практ. конф., 14-16 ноября 2006. – Саров, 2006. – С. 97–98.
8. Рябыкина Г.В., Соболев А.В. Вариабельность ритма сердца. – М.: Оверлей, 2001. – 200 с.
9. Янсен П. ЧСС, лактат и тренировки на выносливость. – Пер. с англ. Мурманск: Тулома, 2006 – 160 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРЕНИРОВОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

В.Р. Рембовский, Г.Г. Ерофеев, А.С. Радилов, Н.В. Криницын,
С.В. Протасов

*ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России, Санкт-Петербург, Россия
gpech@fmbamail.ru*

Введение. Динамика целевых детерминант аэробной составляющей (максимальная достигнутая мощность, выполненная работа, время нагрузки до отказа) физической работоспособности выявляемая при повторных исследованиях, позволяет судить об эффективности тренировок и давать прогноз тренированности спортсмена [1].

Увеличение отдельных критериальных показателей потребления кислорода при выполнении тестирования физической работоспособности означает больший объём энергии, выработанный аэробным путём, и соответственно лучшую физическую работоспособность за счёт лучшей способности лёгких и кровеносной системы транспортировать кислород, а мышц его использовать [2].

Наибольшей репрезентативностью при количественной оценке анаэробной составляющей физической работоспособности обладают целевые детерминанты теста Вингейт (выполненная работа, максимальная и минимальная мощность), которые являются биоэнергетическими критериями мощности, ёмкости и эффективности процессов анаэробного метаболизма [3].

Энергетическая стоимость выполнения анаэробной работы прежде всего оценивается отдельными показателями энергопотребления: потребление кислорода за 30 секунд нагрузки, максимальный кислородный долг, потребление кислорода после нагрузки и др [4].

При выполнении исследований на малых выборках по отдельным целевым и критериальным показателям трудно установить статистическую значимость благоприятного влияния (эффективность) тренировочных мероприятий на аэробную и анаэробную составляющие физической работоспособности. В народном хозяйстве (интегральный индекс эффективности производства), здравоохранении (индекс качества жизни) и спортивной метрологии (дифференциально-интегральный метод профессора В.Б. Коренберга) [5, 6] применяются комплексные показатели, получаемые путём сложения относительных величин, для характеристики динамики изучаемых процессов.

Материал и методы. Проведена оценка эффективности тренировочных мероприятий у 2 групп спортсменов единоборцев по 10 человек в каждой (мужчины, 20-35 лет, от мастера спорта до 1 разряда). Аэробная работоспособность оценивалась по показателям бега на тредмиле до отказа на беговой дорожке LE580CE 200/75R (Erich Jaeger, Германия) с использованием комплекса кардиореспираторной диагностики

«Oxcon Pro» (Erich Jaeger, Германия). Показатели анаэробной работоспособности регистрировались (тест Вингейта) на велоэргометре «Monark-849E Peak Bike» (Monark, Швеция) с использованием комплекса кардиореспираторной диагностики «Oxcon Pro» (Erich Jaeger, Германия).

Тестирование физической работоспособности проводилось до начала тренировочных мероприятий (фон), на 1-е, 7-е, 14-е и 21-е сутки тренировочных мероприятий.

Для устранения влияния на результат индивидуальных различий фоновых показателей проведена статистическая обработка первичных показателей каждого испытуемого добровольца.

Расчитаны показатели прироста или снижения для каждого регистрируемого параметра на 1, 7, 14 и 21-е сутки тренировочных мероприятий 1 или 2 группы по следующей формуле:

$$\frac{V_x - V_0}{V_0} \times 100$$

где:

V_x – регистрируемый показатель на 1, 7, 14 и 21-е сутки тренировочных мероприятий 1 или 2 группы;

V_0 – регистрируемый показатель при визите исходного уровня (фон).

Для увеличения репрезентативности выборки динамика показателей на 1, 7, 14 и 21-е сутки тренировочных мероприятий 1 или 2 группы в группах принята за единую совокупность (40 результатов измерений в группе) – интегральный показатель направленности действия. Правомерность объединения групп, как реакции ответа, обоснована в соответствии с монографией [7].

Результаты и их обсуждение. Объём потреблённого кислорода за время нагрузки при тестировании в отдельные дни проведения тренировочных мероприятий не имел статистически значимых различий между группами наблюдения.

По реакции ответа на тренировочные мероприятия в 1 группе по сравнению с тренировочными мероприятиями во 2 группе установлено статистически значимое увеличение критериального показателя объём потреблённого кислорода за время нагрузки при расчёте интегрального показателя направленности действия на 4,3%, критерий Стьюдента ($p=0,0410$), критерий χ^2 ($p=0,0299$).

Динамика показателя объём потреблённого кислорода за время нагрузки в тесте бег на дорожке до отказа по реакции ответа в 1 и 2 группе, $\%_{\text{ср}} \pm m\%$, представлена на рисунке 1.

Следовательно, по интегральному показателю направленности действия можно утверждать, что тренировочные мероприятия в 1 группе статистически значимо увеличивают объём потребления кислорода за время нагрузки.



Рис. 1. – Динамика показателя объём потреблённого кислорода за время нагрузки в тесте бег на тредбане до отказа по реакции ответа в 1 и 2 группе, $\%_{\text{ср}} \pm m\%$

По отдельным целевым показателям переносимости нагрузки аэробной мощности статистически значимых различий при проведении тренировочных мероприятий не установлено. Рассматривая положительную динамику целевых показателей аэробной составляющей физической работоспособности в обеих группах, целесообразно проанализировать динамику комплексного интегрального эргометрического показателя (мощности, ёмкости и экономичности) переносимости спортсменами нагрузки аэробной мощности сложив (учитывая) динамику весовых коэффициентов (проценты ответа каждого добровольца) по показателям время выполнения нагрузки, выполненная работа и максимальная достигнутая мощность.

При анализе динамики комплексного интегрального эргометрического показателя (мощности, ёмкости и экономичности) переносимости спортсменами нагрузки аэробной мощности установлено, что у добровольцев 1 группы на 14-е сутки тренировочных мероприятий данный показатель статистически значимо выше на 9,8% (критерий Стьюдента, $p=0,0211$; критерий Манн-Уитни, $p=0,0336$), по сравнению с группой 2. Динамика комплексного интегрального эргометрического показателя (мощности, ёмкости и экономичности) в тесте бег на дорожке до отказа по реакции ответа у спортсменов 1 и 2 групп, $\%_{\text{ср}} \pm m\%$, представлена на рисунке 2.

По эргометрическому комплексному показателю можно утверждать, что тренировочные мероприятия в 1 группе в большей степени благоприятно влияют на целевые показатели переносимости нагрузки аэробной мощности.



Рис. 2. – Динамика комплексного интегрального эргометрического показателя (мощности, ёмкости и экономичности) в тесте бег на дорожке до отказа по реакции ответа у спортсменов 1 и 2 групп, $\%_{\text{ср}} \pm m\%$

Учитывая, что отдельные показатели энергообеспечения организма спортсмена при выполнении теста бег на дорожке до отказа имели преимущественно положительную динамику по дням тестирования в обеих группах, но не имели статистической значимости между группами, рассчитан интегральный показатель энергообеспечения. Интегральный показатель энергообеспечения – сводный показатель, характеризующий изменение общего поступления кислорода в организм спортсмена за время выполнения нагрузки аэробной мощности, включающий отдельные критериальные показатели переносимости нагрузки аэробной мощности: потребление кислорода в ходе нагрузки, потребление кислорода при ПАНУ, максимальное потребление кислорода, максимальный кислородный пульс нагрузки и коэффициент вентиляции для кислорода. При анализе динамики комплексного показателя энергообеспечения переносимости спортсменами нагрузок аэробной мощности установлено, что в 1 группе на 21-е сутки тренировочных мероприятий данный показатель статистически значимо выше на 7,7% (критерий Стьюдента, $p=0,0051$), по сравнению с группой 2. Динамика комплексного показателя энергообеспечения в тесте бег на дорожке до отказа по реакции ответа у спортсменов 1 и 2 групп, $\%_{\text{ср}} \pm m\%$, представлена на рисунке 3.

По комплексному показателю энергообеспечения можно утверждать, что тренировочные мероприятия в 1 группе повышают переносимость нагрузки аэробной мощности.

По отдельным целевым показателям переносимости нагрузки анаэробной мощности статистически значимых различий при проведении тренировочных мероприятий не установлено. При отсутствии динамики целевых показателей анаэробной составляющей физической

работоспособности в обеих группах, целесообразно проанализировать динамику комплексного интегрального эргометрического показателя (мощности, ёмкости и экономичности) переносимости спортсменами нагрузки анаэробной мощности сложив (учитывая) динамику весовых коэффициентов (проценты ответа каждого) по показателям выполненная работа, минимальная и максимальная мощность. При анализе динамики комплексного интегрального эргометрического показателя переносимости спортсменами нагрузки анаэробной мощности статистически значимых различий между группами не установлено. Следовательно, по эргометрическому комплексному показателю можно утверждать, что тренировочные мероприятия в 1 и 2 группе не влияют на целевые показатели переносимости нагрузки аэробной мощности.



Рис. 3. – Динамика комплексного показателя энергообеспечения в тесте бег на дорожке до отказа по реакции ответа у спортсменов 1 и 2 групп, $\%_{\text{ср}} \pm m\%$

Отдельные показатели энергообеспечения организма спортсмена при выполнении теста Вингейт не имели динамики по дням тестирования в обеих группах и не имели статистической значимости между группами. Для определения действия тренировочных мероприятий на динамику энергообеспечения спортсменов рассчитан интегральный показатель энергообеспечения. Интегральный показатель энергообеспечения – сводный показатель, характеризующий изменение общего поступления кислорода в организм спортсмена за время выполнения нагрузки анаэробной мощности и 15 минут реабилитации, включающий отдельные критериальные показатели: потребление кислорода за 30 секунд нагрузки, потребление кислорода за 15 минут после нагрузки и максимальный кислородный долг. При анализе динамики комплексного показателя энергообеспечения переносимости спортсменами нагрузки анаэробной

мощности установлено, что у спортсменов 1 группы на 1-е сутки тренировочных мероприятий данный показатель статистически значимо выше на 8,4%, критерий Стьюдента ($P=0,0436$), критерий Манн-Уитни ($P=0,0348$), по сравнению с группой 2, а на 14-е сутки тренировочных мероприятий интегральный показатель энергообеспечения у спортсменов 2 группы статистически значимо выше на 7,9%, критерий Стьюдента ($P=0,0329$), критерий Манн-Уитни ($P=0,0348$), по сравнению с группой 1. Динамика комплексного показателя энергообеспечения в тесте Вингейт по реакции ответа у спортсменов 1 и 2 групп, $\%_{\text{ср}} \pm m\%$, представлена на рисунке 4.

Следовательно, по комплексному показателю энергообеспечения можно утверждать, что тренировочные мероприятия во 2 группе на 14-е сутки в большей степени благоприятно влияют на переносимость нагрузки анаэробной мощности.

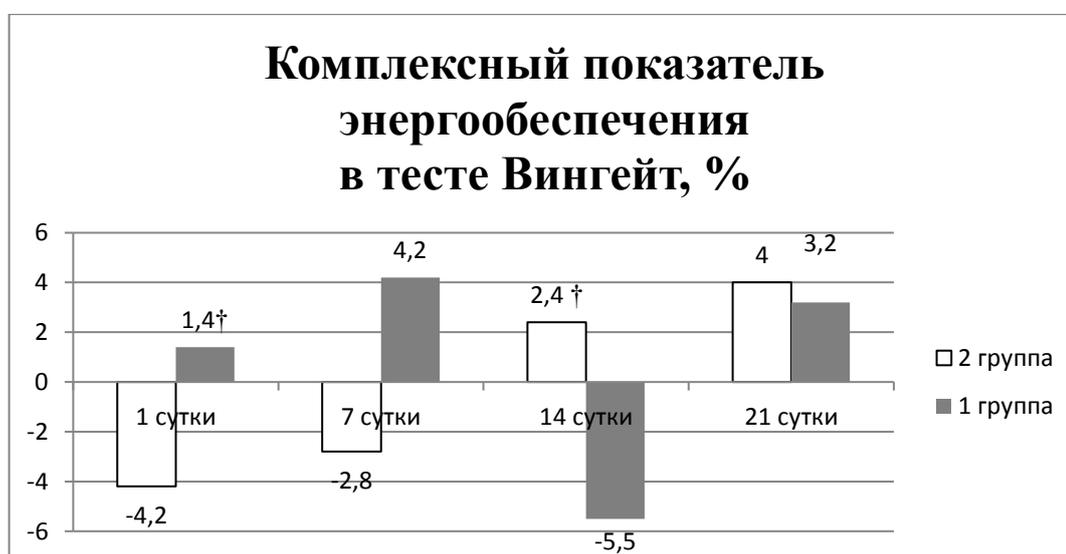


Рис. 4. – Динамика комплексного показателя энергообеспечения в тесте Вингейт по реакции ответа у спортсменов 1 и 2 групп, $\%_{\text{ср}} \pm m\%$

Заключение. Применение комплексных интегральных показателей физической работоспособности позволяют выявлять статистически значимую динамику направленности действия тренировочных мероприятий (интегральный показатель направленности действия), эффективности проведения тренировочных мероприятий по целевым показателям (комплексный интегральный эргометрический показатель) и изменение общего поступления кислорода в организм спортсмена за время выполнения нагрузки аэробной или анаэробной мощности (интегральный показатель энергообеспечения).

Использование подобного подхода к оценке эффективности и направленности тренировочных мероприятий у спортсменов единоборцев на аэробную и анаэробную составляющие физической работоспособности позволило сделать вывод, что в 1 группе направленность тренировочного

процесса была ориентирована на развитие аэробной выносливости, а у спортсменов 2 группы – анаэробной.

Литература

1. Белоцерковский З.Б. Эргометрические критерии физической работоспособности у спортсменов. – М: Советский спорт, 2005. – 312 с.
2. Ерёменко А.М., Гончаров В.Ю. Кислородный мониторинг, порог анаэробного обмена (ПАНО), кровообращение и дыхание в оценке функциональных резервов спортсмена при возрастающей нагрузке // Теория и практика физической культуры. – 2001. – Т.12, №5. – С. 352–357.
3. Коренберг В.Б. Спортивная метрология – М.: Физическая культура, 2008. – 368 с,
4. Начинская С.В. Спортивная метрология – М.: Издательский центр «Академия», 2011. – 240 с.
5. Павлов А.С., Черенков Д.Р., Давыдов А.П., Павлов С.Е. Скорость ликвидации кислородного долга у квалифицированных хоккеистов после интенсивных тренировочных занятий на льду // Олимпийский бюллетень. – 2012. – № 13. – С. 281– 283.
6. Сокунова С.Ф. Тесты и критерии выносливости в теории и практике подготовки спортсменов высокой квалификации: Автореф... дис. докт. пед. наук. – М., 2003.
7. Юнкеров В.И., Григорьев С.Г., Резванцев М.В. Математико-статистическая обработка данных медицинских исследований – СПб., 2011. – 318 с.

**ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ ТРУДЫ
ПРОФЕССОРА С.Д. ЗАУГОЛЬНИКОВА,
ОПУБЛИКОВАННЫЕ В ПЕЧАТИ**

1948 год

Зависимость антагонизма между хинином и сульфаниламидами от химической структуры последних // Фармакол. и токсикол. – 1948. – Т. XI, №2. – С. 3–5.

О комбинированном действии хинина и сульфаниламидных соединений // Труды 2-й научной сессии ВММА. – 1948. – С. 291–292.

Экспериментальное исследование о комбинированном действии хинина и сульфаниламидных соединений // Дисс. на соискание ученой степени канд. мед. наук ВММА. – 1948.

1949 год

К вопросу о динамике мелких водных животных (Совместно с В.П. Парибок) // Доклады АН СССР, новая серия. – 1949. – Т. 64, №4. – С. 561–562.

Комбинированное действие хинина и сульфаниламидов на парамеций и зараженных малярией цыплят // Фармакол. и токсикол. – 1949. – Т. XII, № 6. – С. 37–39.

1950 год

Влияние стрептоцида на размножение и выживаемость парамеций в растворе хинина // Труды ВММА. – 1950. – Т. 20. – С. 33–41.

Изменение стрептоцидом реактивности различных биологических объектов по отношению к токсическому действию хинина // Там же. – С. – 42–48.

Комбинированное действие хинина и сульфидина на лечение экспериментальной малярии у цыплят // Там же. – С. 108–120.

Методика работ по испытанию противомаларийных средств // Там же. – С. 121–126.

Новое в проблеме лечения малярии // Труды 3-ей научной сессии ВММА. – 1950. – № 24. – С. 265–269.

О комбинированном действии хинина и некоторых сульфаниламидов на парамеций // Труды ВММА. – 1950. – Т. 20. – С. 25–32.

1952 год

Влияние некоторых фармакологических средств на течение экспериментальной малярии у птиц // Труды ВММА. – 1952. – № 39. – С. 399–403.

Влияние бигумала и уретанового сна при экспериментальной малярии птиц // Фармакол. и токсикол. – 1952. – Т. 15, № 1. – С. 27–31.

К методике экспериментальной химиотерапии трихомонадозов. (Совместно с К.М. Сухановой) // Труды ВММА. – 1952. – № 39. – С. 412–414.

1954 год

О новом пути изыскания антипротозойных средств // Науч. конф., посвященная 30-летию со дня смерти Н.П. Кравкова. – Рязань, 1954.

1955 год

Влияние биомицина на течение некоторых экспериментальных протозойных инвазий // Материалы науч. конф. ВММА (Под ред. Н.В. Лазарева). – 1955. – Вып. 1. – С. 34–47.

Влияние женьшеня на течение экспериментальной малярии // Там же. – С. 61–66.

О новом пути изыскания антипротозойных средств // Фармакол. и токсикол. – 1955. – Т. 18, № 1. – С. 63.

Роль неэлектролитного (наркотического) эффекта в борьбе с протозойными заболеваниями // Материалы науч. конф. ВММА. – 1955. – Вып. 1. – С. 22–27.

Материалы о противотрихомонадной активности углеводов жирного ряда // Фармакол. и токсикол. – 1955. – Т.18, №1. – С. 38–40.

1956 год

Влияние общего облучения рентгеновскими лучами на течение шизонтной малярии и лечебной активности бигумала // Труды ВММА. – 1956. – № 55. – С. 455–456.

Н.В. Лазарев (к 60-летию со дня рождения) (Совместно с Ж.И. Абрамовой, С.М. Вишняковым, И.Д. Гадаскиной, И.Ф. Грех, С.Л. Данишевским, В.М. Карасик, Р.С. Карлинской, Э.Н. Левиной, Е.И. Люблиной, М.Я. Михельсон, В.П. Парибок, А.И. Ремизовым, М.А. Розиным, Р.С. Рыболовлевым, М.Л. Рыловой, Л.С. Салямон, А.Е. Угловым, Г.И. Фелистович, Н.К. Фруентовым, И.К. Чернень-ким) // Фармакол. и токсикол. – 1956. – №. 6 – С.56–57.

О противомалерийной активности в ряду сульфаниламидов // Труды ВММА. – 1956. – №55. – С. 417–418.

О связи между физико-химическими свойствами неэлектролитов и их химиотерапевтическим действием при глистных и протозойных инвазиях (Совместно с В.П. Парибок и Д.М. Рудковским) // Совещание по проблеме связи между структурой и действием лекарственных веществ. – Тарту, 1956. – С. 41–42.

Исследования в области экспериментальной терапии протозойных инвазий // Дисс. на соискание ученой степени доктора мед. наук. – 1956.

1957 год

К проблеме реактивации холинэстеразы при отравлении фосфорорганическими инсектицидами (Совместно с Л.З. Астраханцевой) // 5-я Ленинградская конф. по вопросам промышленной токсикологии. – Л., 1957. – С. 23–24.

Лекарственная стимуляция фагоцитоза как метод вмешательства в течение инфекций (Совместно с И.К. Черненко) // Проблема механизмов фармакологических реакций. – Рига, – 1957. – С. 47–48.

О роли изменения паразитоценоотических отношений в механизме действия химиотерапевтических средств // Там же. – С. 45–46.

Экспериментальное изучение противотрихомонадной активности // Новый антибиотик. ГОННАН. – 1957. – С. 177–180.

1961 год

К вопросу об изыскании химиотерапевтических средств среди производных пиримидина и бензимидазола // Конференция по проблеме медицинского применения пиримидиновых производных: Материалы. – Ростов–на–Дону. – 1961. – С. 37–43.

Материалы о неспецифической экспериментальной терапии протозойных заболеваний // Конференция по вопросам неспецифической профилактики инфекций и методам понижения сопротивляемости организма в процессе лечения: Материалы. – Челябинск, 1961. – С. 42–45.

Пенициллин. Средства для лечение амебиоза, лямблиоза и трихомонадоза // Руководство по фармакологии. – Л., 1961. – Т. 2. – С. 269–286, 343–362.

1962 год

Материалы к токсикологии фосфорорганических соединений // Химия и применение фосфорорганических соединений. – М., 1962. – С. 480–484.

Предупреждение отравлений ядовитыми техническими жидкостями (Совместно с А.И. Бекетовым) // Л. – 1962. – 36 с.

Современные представления о значении реактиваторов холинэстеразы в лечении отравлений фосфорорганическими инсектицидами // 2-я Республ. конф. фармакологов и токсикологов. – Минск, 1963. – С. 73–76.

1964 год

Токсикология жидких ракетных топлив // Лекция. – Л., 1964.

1965 год

Рецензия на книгу С.Н. Голикова и В.И. Розенгарта «Холинэстеразы и антихолинэстеразные вещества» // Фармакол. и токсикол. – 1965. – № 5. – С. 635.

1966 год

Реактиваторы холинэстеразы как новый класс фармакологических средств (Совместно с С.Н. Голиковым, Л.В. Никулиной, Р.С. Рыболовлевым, В.И. Щеколдиной, И.Г. Довженко) // Вестник АМН СССР. – 1966. – № 5. – С. 3–8.

1967 год

Вопросы профилактики и экспериментальной терапии интоксикаций хлоранилинами и хлорнитробензолами (Совместно с Е.А. Кондрашовым и А.В. Кузнецовым) // Вопросы гигиены, профпатологии и онкологии в Сибири. – Ангарск, 1967. – № 11. – С. 32–33.

К вопросу о классификации токсических веществ (Совместно с А.О. Лойтом и А.М. Иваницким) // Общие вопросы промышленной токсикологии. – М., 1967. – С. 46–49.

К проблеме ПДК паров вредных веществ в воздухе при воздействии на кожу (Совместно с В.А. Кондрашовым и А.Я. Политыкиным) // Там же. – С. 86–89.

Лечение анилиновой метгемоглобинемии серусодержащими аминами и метиленовым синим (Совместно с М.Б. Предтеченским) // Фармакол. и токсикол. – 1967. – Т. 30, № 6. – С. 749–750.

О метгемоглобинообразующей способности изопропилнитрита, метакохлидина и анилина (Совместно с М.Б. Предтеченским) // Гиг. труда. – 1967. – № 9. – С. 49–50.

Юрий Васильевич Другов (к 75-летию со дня рождения) (Совместно с С.Н. Голиковым, Р.Г. Имангуловым, Е.М. Лесиовским, А.С. Макеевым, Г.И. Мильштейном, Р.С. Рыболовлевым, Н.В. Саватеевым) // Фармакол. и токсикол. – 1967. – № 2. – С. 251.

Материалы к изучению распределения реактиваторов холинэстеразы (Совместно с Е.И. Гуриной, Р.С. Рыболовлевым, Е.А. Мошкиным) // Фармакол. и токсикол. – 1967. – № 4. – С. 449–452.

1968 год

Значение ускоренной оценки и математического метода прогнозирования токсичности в системе токсикологических

исследований (Совместно с А.О. Лойтом) // Республиканская научная конференция по итогам гигиенических исследований за 1966–1967 гг.: Материалы. – Ставрополь, 25-28 июля 1968.

К фармакологии реактиватора холинэстеразы метпиридоксим хлорида 1–ПАМ–хлорида (Совместно с Л.М. Благовидовой) // Труды ВМОЛА им. С.М. Кирова, посвященные памяти Н.П. Кравкова. – Ред. С.Я. Арбузов. – 1968. – Т.78. – С. 156–163.

Опасность токсикологического действия паров монохлоранилинов при контакте с неповрежденной кожей (Совместно с В.А. Кондрашовым) // Республиканское совещание пром.-сан. врачей и научная сессия Харьковского НИИ гигиены труда и профзаболеваний: Материалы. – Киев. – 1968. – С. 66–67.

Экспериментальная терапия острых отравлений 3,4-дихлорнитробензолом (Совместно с А.В. Кузнецовым) // Там же. – С. 67–68.

1969 год

К вопросу изучения химических вредных факторов слабой интенсивности (Совместно с Г.П. Лебедевым, Ю.И. Мусийчуком) // Съезд гигиенистов и санитарных врачей Грузии: Материалы. – Тбилиси, 1969. – С. 290–293.

О токсических свойствах окиси пропилена (Совместно с А.Я. Политыкиным, В.А. Беляевым, Э.Н. Суминой) // Гигиена и токсикология высокомолекулярных соединений и химического сырья, используемого для их синтеза (Материалы IV Всесоюзной конференции). Ред. С.Л. Данишевский. – Л., 1969. – С. 162–163.

Сравнительная характеристика содержания 17–ОКС в крови здоровых и отравленных этиленимином животных (Совместно с Г.С. Самохиным) // Фармакология и токсикология фосфорорганических соединений и других биологически активных веществ / Под ред. И.В. Заиконниковой. – Казань, 1969. – С. 107–109.

Экспериментальная терапия острых отравлений этиленимином (Совместно с В.И. Антоновой, Ю.З. Суховым) // Фармакол. и токсикол. – 1969. – № 5. – С. 614–615.

Эмбриотоксическое действие полиэтиленимина (Совместно с С.Л. Хаславской и Ю.З. Суховым) // Гигиена и токсикология высокомолекулярных соединений и химического сырья, используемого для их синтеза (Материалы IV Всесоюзной конференции) / Под ред. С.Л. Данишевского. – Л. – 1969. – С. 14.

1970 год

Охрана биосферы от вредных химических веществ (Совместно с М.М. Кочановым) // Природа. – 1970. – Т. 8, № 4. – С. 24–27.

Некоторые гигиенические аспекты обоснования и организации санитарно-защитных зон (Совместно с М.М. Кочановым) // Гиг. и сан. – 1970. – № 10. – С. 62–65.

Реактиваторы холинэстеразы (Совместно с С.Н. Голиковым) // Л. – 1970. – 166 с.

Роль реактиваторов в восстановительной функции нервно-мышечного синапса при отравлении ФОС // Фармакологическая регуляция жизнедеятельности организма через холинергические системы / Ред. Денисенко П.П. – Л., 1970. – С. 319–321.

Токсиколого-гигиеническая классификация вредных веществ (Совместно с А.О. Лойтом, А.М. Иваницким) // Принципы предельно допустимых концентраций / Под ред. А.А. Летавета, И.В. Саноцкого. – М.: Медицина, 1970. – С. 76–83.

Эмбриотоксическое и тератогенное действие этиленimina (Совместно с А.В. Беспямятновой и Ю.З. Суховым) // Фармакол. и токсикол. – 1970. – № 3. – С. 357–360.

1971 год

Вопросы организации исследований по гигиеническому нормированию, оздоровлению среды и изучению профпатологии (Совместно с А.И. Коваленко, М.М. Кочановым, А.О. Лойтом, Ю.И. Мусийчуком) // Всесоюз. конф. «Научные основы современных методов гигиенического нормирования химических веществ в окружающей среде»: Материалы / Под ред. И.В. Саноцкого. – М., 1971. – С. 58–62.

Вопросы организации исследований по гигиенической оценке атмосферных загрязнений (Совместно с М.М. Кочановым и А.О. Лойтом) // Гиг. и сан. – 1971. – № 6. – С. 68–91.

Комплексная оценка здоровья коллектива (Совместно с Г.П. Лебедевым и Ю.И. Мусийчуком) // Конференция, посвященная 100-летию кафедры общей и военной гигиены: Материалы. – Л., 1971. – С. 32–33.

О корреляционной зависимости между ПДК некоторых химических веществ в воздухе рабочей зоны и в атмосфере населенных мест (Совместно с М.М. Кочановым и А.О. Лойтом) // Гиг. труда. – 1971. – № 5. – С. 15–17.

Особенности развития и диагностика реакций организма на хроническое воздействие химических факторов слабой интенсивности (Совместно с Г.П. Лебедевым и Ю.И. Мусийчуком) // Всесоюз. конф. «Научные основы современных методов гигиенического нормирования химических веществ в окружающей среде»: Материалы. – М., 1971. – С. 102–104.

Химический фактор и комплексная токсикологическая оценка внешней среды (Совместно с М.М. Кочановым и А.О. Лойтом) // 5-й

Съезд гигиенистов, эпидемиологов, микробиологов, инфекционистов Белоруссии. – Гродно – Минск, 1971. – С. 38–40.

Экспериментальная терапия острой токсической метгемоглобинемии (Совместно с А.В. Кузнецовым) // Актуальные вопросы клинической и экспериментальной токсикологии. – Горький, 1971. – С. 111–113.

1973 год

Некоторые вопросы гигиенического нормирования вредных веществ в воде водоемов (Совместно с М.М. Кочановым и А.О. Лойтом) // Водные ресурсы. – 1973. – № 4. – С. 145–148.

1974 год

Аспекты применения математических методов в токсикологии, гигиене и профпатологии (Совместно с М.М. Кочановым, Г.П. Лебедевым, А.О. Лойтом, И.И. Ставчанским) // 14-я Сессия по вопросам гигиены труда и профпатологии в сланцевой промышленности: Материалы. – Кохтла-Ярве, 1974. – С. 26–28.

Влияние некоторых ФОС на физическую выносливость (Совместно с М.А. Свечинским) // Фармакология и токсикология ФОС других биологически активных веществ. Научные труды. – Казань, 1974. – Вып. 2, Т. 41 – С. 34–38.

К вопросу прогнозирования ПДК и реальной опасности химических веществ в воде водоемов (Совместно с М.М. Кочановым, А.О. Лойтом, И.И. Ставчанским) // Гигиена труда и охрана здоровья населения. – Минск, 1974. – С. 9–16.

К вопросу прогнозирования реальной опасности органических соединений во внешней среде (Совместно с М.М. Кочановым, А.О. Лойтом, И.И. Ставчанским) // Гиг. и сан. – 1974. – № 5. – С. 81–86.

О предельно допустимых концентрациях в воздухе вредных веществ при действии их паров и газов на кожу (Совместно с В.А. Кондрашовым) // Гигиена труда и охрана здоровья населения. – Минск, 1974. – С. 164–168.

Расчетный метод определения ориентировочных ПДК веществ в атмосферном воздухе населенных пунктов (Совместно с М.М. Кочановым, Г.П. Лебедевым, А.О. Лойтом, И.И. Ставчанским) // Гиг. и сан. – 1974. – № 8. – С. 79–81.

Номограммы для установления ориентировочных ПДК вредных веществ (Совместно с М.М. Кочановым, А.О. Лойтом, И.И. Ставчанским) // Гиг. труда. – 1974. – № 1. – С. 28–33.

Роль холинолитиков и реактиваторов холинэстераз в восстановлении выносливости к физической нагрузке в условиях отравлений ФОС (Совместно с Н.В. Заиконниковой и М.А. Свечинским) // Фармакология и токсикология ФОС и других

биологически активных веществ. Научные труды. – Казань, 1974. – Вып. 2, Т. 41 – С. 38–43.

Эффективность фосфорорганических комплексонов при интратрахеальном отравлении хлористым бериллием (Совместно с А.В. Кузнецовым, О.Г. Матвеевым, Г.Д. Сунцовым) // Фармакол. и токсикол. – 1974. – № 2. – С. 238–242.

1975 год

Экспрессные методы определения токсичности, ПДК и оценка опасности химических соединений во внешней среде (Совместно с М.М. Кочановым, А.О. Лойтом, И.И. Ставчанским) // Вестник АМН СССР. – 1975. – № 3. – С. 75–83.

1976 год

Вклад Н. В. Лазарева в фармакологическую регуляцию воспаления и регенерации. Доклад на всесоюзном симпозиуме хирургов // Регуляция воспаления и регенерации в хирургии. – Ростов-на-Дону, 1976. – С. 51–53.

Новые расчетные методы определения давления насыщенных паров и скорости испарения вредных веществ в гигиенических исследованиях (Совместно с М.М. Кочановым, А.О. Лойтом, И.И. Ставчанским) // Гиг. труда. – 1976. – № 2. – С. 27–31.

О прогнозировании неспецифической токсичности и специфического действия при изыскании новых лекарственных веществ (Совместно с А.О. Лойтом) // Фармакология – здравоохранению. Всесоюз. съезд фармакологов. – Л., 1976. – С. 61–62.

К вопросу о планировании экспериментов по биологическому контролю за обезвреживанием производственных сточных вод и возможности теоретического прогнозирования необходимой кратности разведения промстоков (Совместно с С.В. Нагорным и В.П. Тидген) // Вопросы охраны окружающей среды. – Пермь. – 1976. – № 1. – С. 160–163.

1977 год

Рецензия на книгу И.Д. Гадаскиной, Н.Д. Гуданской и В.А. Филова «Определение промышленных неорганических ядов в организме» // Фармакол. и токсикол. – 1977 – Т. 40 – Т. 1. – С. 122.

Теория и практика экспрессного и расчетного прогнозирования гигиенических регламентов (Совместно с Н.Г. Андреещевой, Г.Н. Заевой, Н.Г. Ивановым, Ю.А. Кротовым, Е.И. Люблиной, Н.И. Омальянцевым, Г.И. Румянцевым, К.К. Сидоровым, Л.И. Соснович) // I Всесоюзное совещание по гигиене окружающей среды и гигиене труда: Материалы. – М., 1977. – С. 19–31.

1978 год

Принципы системного подхода к оценке опасности вредных химических факторов среды для человека (Совместно с Ю.П. Антоновым, Ю.И. Мусийчуком, С.В. Нагорным) // Научно-теор. конф. по вопросам прогнозирования загрязнения атмосферного воздуха в районе крупных промышленных комплексов: Тезисы докладов. – Пермь, 1978. – С. 11.

Экспрессные методы определения токсичности и опасности химических веществ (Совместно с М.М. Кочановым, А.О. Лойтом, И.И. Ставчанским). – Л., 1978.

1979 год

Вопросы планирования токсикологических исследований // Гигиена и санитария. – 1979. – № 11. – С. 81–82.

Принцип системного подхода к оценке опасности для человека вредных факторов среды (Совместно с Ю.П. Антоновым, Ю.И. Мусийчуком и С.В. Нагорным) // Там же. – 1979. – № 9. – С. 63–67.

О методах ускоренного гигиенического регламентирования вредных веществ в различных средах (Совместно с Пинигиным М.А., Коган Ю.С. и др.) // Проблема пороговости в токсикологии – М., 1979. – С. 58–62.

Рецензия на книгу И.М. Трахтенберг, Р.Е. Сова, В.О. Шефтель, Ф.А. Опихленко «Показатели нормы у лабораторных животных в токсикологическом эксперименте» // Там же. – 1979. – С. 90.