



УДК 613.6

Денисов Э.И., Прокопенко Л.В., Фесенко М.А.

## МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ ОГРАНИЧЕНИЯ СВЕРХУРОЧНЫХ РАБОТ БЕЗ УЩЕРБА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда им. академика Н.Ф. Измерова», 31, пр-т Буденного,  
Москва, РФ, 105275

Проведен анализ международных и национальных документов и обзор научной литературы с позиций доказательной медицины по вопросам сверхурочных работ (СУР). Изложены конвенции и рекомендации МОТ, директивы Евросоюза, а также требования национальных документов по СУР. Рассмотрены вопросы профессионального риска при СУР и необходимость принятия дополнительных мер защиты и медицинского обслуживания работников.

**Ключевые слова:** профессиональный риск; рабочие часы; сверхурочная работа; работники

Denisov E.I., Prokopenko L.V., Fesenko M.A. **International experience of working overtime regulation without harm for worker's health.** Izmerov Research Institute of Occupational Health, 31, Budennogo Ave., Moscow, Russian Federation, 105275

The analysis of the international and national documents and the review of scientific literature from positions of evidential medicine on overtime works (OTW). Conventions and recommendations of the ILO, the directives of the European Union and also the requirement of national documents for the OTW are reviewed. Questions of occupational risk at the OTW are considered and needs of additional protective measures and medical care of workers are noted.

**Key words:** occupational risk; working hours; overtime; workers

Понятие «сверхурочная работа» (СУР) возникает при определенных условиях, когда работодатель увеличивает рабочее время работников сверх его нормальной продолжительности, при этом возникают вопросы оплаты труда и ограничения количества часов СУР и работы в выходные дни. Вместе с тем СУР может приводить к нарушению здоровья работников: формированию стресса на работе, нарушению сна, расстройству обмена веществ, сердечно-сосудистым и психическим заболеваниям, увеличению риска развития онкологических заболеваний, особенно у женщин [3,21].

СУР регламентируются отечественными законодательными документами, однако целесообразно проанализировать международное законодательство и мировой опыт по установлению их пределов.

**Отечественное законодательство. Трудовой кодекс Российской Федерации [4].**

Статья 99. «Сверхурочная работа (в ред. Федерального закона от 30.06.2006 № 90-ФЗ). Сверхурочная работа — работа, выполняемая работником по инициативе работодателя за пределами установленной для работника продолжительности рабочего времени: ежедневной работы (смены), а при суммированном учете рабочего времени — сверх нормального числа рабочих часов за учетный период...

Не допускается привлечение к сверхурочной работе беременных женщин, работников в возрасте до восемнадцати лет, других категорий работников в соответствии с настоящим Кодексом и иными федеральными законами. Привлечение к сверхурочной работе

инвалидов, женщин, имеющих детей в возрасте до трех лет, допускается только с их письменного согласия и при условии, если это не запрещено им по состоянию здоровья в соответствии с медицинским заключением, выданным в порядке, установленном федеральными законами и иными нормативными правовыми актами РФ. При этом инвалиды, женщины, имеющие детей в возрасте до трех лет, должны быть под роспись ознакомлены со своим правом отказаться от сверхурочной работы.

Продолжительность сверхурочной работы не должна превышать для каждого работника 4 часов в течение двух дней подряд и 120 часов в год...» [4].

**Хартия социальных прав и гарантий граждан независимых государств** [5].

**Статья 8.** «Продолжительность рабочего времени не может превышать 40 часов в неделю. Для лиц в возрасте от 15 до 16 лет продолжительность рабочей смены не может превышать 5 часов в день и 24 часов в неделю, а для лиц в возрасте от 16 до 18 лет и лиц, занятых на работах, связанных с повышенным риском для здоровья, 7 часов в день, но не более 36 часов в неделю. Сверхурочные работы и работа в выходные и праздничные дни допускаются в исключительных случаях, предусмотренных национальным законодательством о труде. Запрещается привлекать к этим работам лиц в возрасте до 18 лет, инвалидов, беременных женщин, а также женщин, имеющих детей в возрасте до 3 лет, отцов, воспитывающих детей без матери в возрасте до 3 лет, а также опекунов детей указанного возраста».

**Статья 9.** «При работе в ночное время, с 22 до 6 часов, ее продолжительность (смена) сокращается на 1 час с соответствующим сокращением рабочей недели. В отраслях, где применение труда женщин в ночное время разрешено национальным законодательством, не могут привлекаться к этим работам без их согласия женщины, имеющие детей в возрасте до 3 лет, отцы, воспитывающие детей в возрасте до 3 лет без матери, а также опекуны детей указанного возраста. Запрещается привлекать к работе в ночное время лиц в возрасте до 18 лет, инвалидов, беременных женщин».

**Статья 10.** «Продолжительность еженедельного непрерывного отдыха во всех случаях не может быть менее 42 часов» [5].

В отношении инвалидов и женщин, имеющих детей до 3 лет российское законодательство не согласуется с положениями данной Хартии: согласно ч. 5 ст. 99 ТК РФ разрешается допуск этих категорий к СУР с их согласия.

**Европейская социальная хартия** [1] (ратифицирована Россией от 03.06.2009 № 101-ФЗ).

**Статья 2.** «Право на справедливые условия труда в п. 4 предусматривает «ликвидировать риски, сопряженные с выполнением опасных и вредных работ, а там, где пока невозможно ликвидировать или в достаточной мере смягчить эти риски, обеспечить либо

сокращение продолжительности рабочего времени, либо предоставление дополнительных оплачиваемых отпусков для работников, занятых на таких работах», а в п. 7 «обеспечить, чтобы работники, занятые на ночной работе, получали льготы, учитывающие особый характер работы в ночное время».

**Статья 3.** «Право на охрану и гигиену труда «в целях обеспечения эффективного осуществления права на условия труда, отвечающие требованиям безопасности и гигиены» предусматривает в п. 1 обязанность «определять, осуществлять и периодически пересматривать последовательную национальную политику по вопросам охраны и гигиены труда, производственной среды...». В настоящее время в Российской Федерации такой официально принятой национальной политики (или стратегии) не имеется.

В п. 4 предусмотрена обязанность «способствовать прогрессивному развитию служб охраны и медицины труда для всех работников, прежде всего консультативными и профилактическими функциями». В Российской Федерации согласно ТК РФ имеются службы охраны труда, однако отсутствуют службы медицины труда по Конвенции МОТ № 161 (ратификация которой была предусмотрена планом работы РТК по социально-трудовым отношениям на 2012–2014 гг.).

#### **Основные документы МОТ по вопросам СУР:**

— Конвенция МОТ №1 (1919 г.) Об ограничении рабочего времени на промышленных предприятиях до восьми часов в день и сорока восьми часов в неделю (не ратифицирована РФ);

— Конвенция МОТ №47 «О сокращении рабочего времени до сорока часов в неделю» (1935 г.);

— Рекомендация МОТ №116 «О сокращении продолжительности рабочего времени» (1962 г.);

— Конвенция МОТ № 171 «О ночном труде» и Рекомендация МОТ № 178.

Рекомендация МОТ № 116 в части СУР имеет раздел «Сверхурочные часы»:

«П. 16. Все часы, проработанные сверх нормальной продолжительности рабочего времени, должны считаться сверхурочными, кроме тех случаев, когда согласно принятому обычаю эти часы учитываются при установлении заработной платы.

П. 17. За исключением случаев непреодолимой силы, компетентным органом в каждой стране должно устанавливаться предельное число сверхурочных часов, которое может быть проработано в течение определенного периода времени.

П. 18. При сверхурочных работах должно надлежащим образом учитываться особое положение подростков моложе 18 лет, беременных женщин, кормящих матерей и лиц, страдающих недостатками, отражающимися на их трудоспособности».

**Директива Евросоюза и национальные документы.** Основные требования директивы 2003/88/ЕС и положения документов некоторых стран приведены в табл. 1.

Таблица 1

**Основные требования Директивы 2003/88/ЕС и некоторых национальных документов по сверхурочным работам**

№ п/п	Страна	Требования и условия
1	Евросоюз. Директива о рабочем времени (2003/88/ЕС) [19,27]	Директива требует от стран ЕС гарантировать следующие права для всех работников: — предел продолжительности рабочей недели, которая не должна превышать 48 часов в среднем, включая сверхурочные; — минимальная продолжительность ежедневного отдыха по 11 часов подряд в каждые 24 часа; — перерыв в рабочее время, если работник занят более 6 часов; — минимальный еженедельный период отдыха 24 часа непрерывно в течение каждого 7-дневного периода, в дополнение к 11-часовому ежедневному отдыху; — ежегодный оплачиваемый отпуск не менее 4 недель в год; — дополнительная защита для работы в ночное время, например: — средняя продолжительность рабочего времени не должна превышать 8 часов в течение 24-часового периода; — ночные работники не должны выполнять тяжелую или опасную работу более 8 часов в течение любого 24-часового периода; — ночные работники имеют право на бесплатные медицинские осмотры и, при определенных обстоятельствах, перевод на работу днем.
2	США. Федеральный закон «О справедливых трудовых стандартах» 1938 года (FLSA) [17]	Закон требует от предприятий, занимающихся иностранной торговлей или торговлей между штатами, органов власти штатов и местных оплаты СУР в 1½ раза больше обычной ставки оплаты труда за часы, отработанные свыше 40 часов в неделю, если работник не относится к профессии, исключенной от СУР (исключены водители такси, фермеры, работники железнодорожного и воздушного транспорта и др.). В 2004 г. Министерство труда США ввело новые правила, касающиеся исключений (статья «Финансовый менеджмент в здравоохранении»). Приняты минимальные требования к уровню заработной платы: защита СУР гарантируется для всех работников, зарабатывающих менее \$455 в неделю или \$23,660 в год (по ранее действовавшим правилам FLSA минимальный уровень заработной платы был \$155 в неделю или \$8,060 в год).
3	Австралия [7]	СУР должны быть «разумными». Ряд факторов определяют, будет ли СУР считаться разумной; к ним относятся: — вопросы здоровья и безопасности и риски, связанные с СУР; — требования бизнеса или временная необходимость; — личная ситуация работника и если он уведомил работодателя о том, что не может работать СУР; — если работник был уведомлен о необходимости СУР; — что является ожидаемым и нормальным в данной отрасли. СУР может потребоваться от работника, если: — они могут быть оплачены по конкретным ставкам заработной платы; — он имеет право на получение более высокого оклада при СУР. Как правило, максимальная продолжительность рабочего времени для штатных сотрудников составляет 38 часов, поэтому работа сверх этого времени рассматривается как дополнительные часы работы. Недавнее исследование показало, что австралийцы ежегодно отработывают \$71,2 миллиардов неоплаченных часов при средней продолжительности работ в среднем 42,25, а не 38 часов в неделю.
4	Финляндия. Закон о рабочем времени [6]	Максимальное количество СУР в течение четырех месяцев составляет 138 часов. Коллективные договоры могут содержать Положения о продолжительности СУР, отличающиеся от закона. Максимальное количество СУР в календарном году — 250 часов. При необходимости свыше 250-часового максимума СУР работы могут быть согласованы на местном уровне. Максимальное количество таких дополнительных СУ часов в календарном году составляет 80. В целом максимальная сумма составляет 330 часов в год.
5	Венгрия [10]	Длительность рабочего дня по соглашению сторон не более 12 ч.
6	Словакия [10]	СУР 150 часов в год по требованию работодателя, далее до 400 часов по соглашению сторон.
7	Сингапур [12]	При 5-дневной неделе рабочий день до 9 часов или 44 часа в неделю. При более чем 6-дневной неделе — до 8 часов или 44 часа в неделю. При письменном согласии работать до 12 часов в день — рабочая неделя 44 часа за последние 3 недели.

В Евросоюзе много внимания уделено ночному труду, включая медосмотры работников и возможность перевода на дневные смены по медицинским показаниям; это соответствует Конвенции МОТ 171 «О ночном труде» (ст. 4), при этом согласно ст. 6 пособие

приравнивается к таковому по нетрудоспособности или безработице. Рекомендация МОТ 178 советует избегать СУР для работающих в ночные смены.

В Австралии имеются критерии «разумности» СУР: они начинаются с вопроса здоровья и безопасности и

Таблица 2

## Законодательные требования к сверхурочным работам в некоторых странах мира (данные МОТ [15])

Страна	Общие часы, включая сверхурочные	Стандартные часы	Минимальная премия сверхурочных	Процедурные требования
Германия	48 в неделю	8 в день	–	Коллективный договор и договор с работником
Франция	10 в день	35 в неделю	25%	Коллективный договор или разрешение инспектора труда соответственно
Великобритания	13 в день	48 в неделю	–	Решение работодателя
Швеция	48 в неделю	40 в неделю	–	Коллективный договор или разрешение Национального совета промышленной безопасности
Венгрия	48 в неделю	40 в неделю	50%	Решение работодателя
Чешская Республика	48 в неделю	40 в неделю	–	Решение работодателя
США	-	40 в неделю	50%	Решение работодателя
Япония	10 в день	40 в неделю	25%	Договор работник-работодатель, утвержденный инспектором труда
Китай	48 в неделю	40 в неделю	–	Консультации с работниками и профсоюзами
Республика Корея	56 в неделю	44 в неделю	50%	Договор между работником и работодателем при контроле инспекции труда
Индия	60 в неделю	48 в неделю	100%	Разрешение Правительства
Ливийская Арабская Джамахирия	66 в неделю (11 в день)	48 в неделю (8 в день)	50%	Разрешение Министерства труда и социального благополучия
Бразилия	56 в неделю	44 в неделю	50%	Коллективный договор или договор с работником
Чили	60 в неделю	48 в неделю	50%	Договор с работником

рисков, связанных с СУР, хотя фактическая переработка составляет в среднем свыше 4 часов в неделю [7].

В информационном листке МОТ [15] приведены сводные данные о длительности рабочего дня, недели, включая СУР, их оплате и официальных требованиях в некоторых странах мира (табл. 2).

Из табл. 2 видно, что в странах ЕС (Германия, Франция, Швеция, Венгрия и Чешская Республика) и Китае по коллективным договорам или с разрешения инспекций труда при 40-часовой рабочей неделе СУР не должны превышать 8 часов в неделю (около 2 часов в день).

В обзоре систем СУР в странах Европы приведены основные характеристики схем СУР, правила по дополнительным часам, отработанным при частичной занятости, статистические данные, детальный анализ стратегий действия с организационно-экономических позиций в современных условиях [16].

**Неблагоприятные медицинские последствия чрезмерных СУР.** Трудовое законодательство многих стран подчеркивает вредность и опасность СУР, т. е. повышение профессионального риска для работника, прежде всего увеличение травматизма, а также нарушений здоровья, вплоть до статистически значимого повышения риска смерти от болезней сердечно-сосудистой системы [20].

Гигиенические и клинические исследования показали формы и степень проявления неблагоприятных последствий СУР для здоровья работников, в том числе репродуктивного (табл. 3).

В табл. 4 приведены преимущества и недостатки СУР для работников и работодателей согласно информационному листку МОТ [15].

Для снижения отрицательных последствий СУР работодателям следует содействовать участию работников в процессе определения продолжительности СУР и рабочего времени в целом. В частности, следует учитывать потребности работника и его/ее семьи. С этой целью необходимо обеспечить потребности работников с семейными обязанностями путем переговоров о рабочем времени [15].

**Попытки построения моделей прогнозирования нарушений здоровья при СУР.** В Японии в период экономической рецессии частота душевных болезней резко возросла с 1998 по 2001 гг., наряду с значительным ростом числа самоубийств. Возросла частота общих болезней, в том числе болезней сосудов мозга и ишемической болезни сердца. Отмечены отрицательные последствия переутомления, особенно внезапная смерть вследствие сердечно-сосудистых и цереброваскулярных заболеваний от высокого напряжения на работе.

В связи с этим была разработана эмпирическая модель «СУР — нарушение здоровья» по данным для 7000 работников. Установлено, что:

— причинно-следственная цепочка идет от хорошего здоровья к большей СУР и в конечном итоге к ухудшению здоровья работника;

— количество лет обучения работника, отражая эффективность работы, отрицательно связано с дли-

Таблица 3

**Неблагоприятные медицинские последствия чрезмерных сверхурочных часов работы (СУР) для безопасности и здоровья работников и их потомства**

№ п/п	Страна, источник	Выявленные медико-биологические и клинические последствия
1	США, обзор литературы Национального института охраны и медицины труда (NIOSH) [8]	<ul style="list-style-type: none"> <li>Снижение самооценки здоровья, повышение травматизма, заболеваемости или смертности установлено в 16 из 22 исследований.</li> <li>Один мета-анализ предположил возможную слабую связь СУР с преждевременными родами.</li> <li>Нездоровое увеличение веса выявлено в 2 исследованиях, увеличение употребления алкоголя — в 2 из 3 исследований, увеличение числа курящих — в 1 из 2 исследований, ухудшение результатов нейropsychологических тестов — в 1 исследовании.</li> <li>Некоторые исследования не поддержали эту тенденцию, не находя связи между длинным рабочим днем и физической активностью во время отдыха — в 2 из 3 исследований и отсутствие связи с злоупотреблением наркотиками — в 1 исследовании.</li> </ul>
2	США, обзор литературы по травматизму [9]	<ul style="list-style-type: none"> <li>Анализ данных свыше 10 тыс. работников (90 тыс. человеко-лет наблюдений) выявил сильную зависимость «доза-эффект» коэффициента травматизма от величины СУР при работах по обычному графику. Работа в профессиях с СУР связана с повышением коэффициента травматизма на 61% по сравнению с работами без СУР. Работа не менее 12 ч в сутки повышает этот коэффициент на 37%, а работа не менее 60 ч в неделю связана с его увеличением на 23%.</li> <li>Стратегия профилактики травматизма должна включать изменение графиков и порядка работы, а также программу охраны здоровья.</li> </ul>
3	США, диссертация по надзирателям в тюрьмах [21, 22]	Положительный эффект здорового сна на синдром «выгорания» снижало количество часов СУР в неделю: этот эффект исчезал при работе в среднем более чем в три смены СУР в неделю ( $\geq 24,1$ час).
4	США, нац. мониторинг здоровья 189 тыс. медсестер [25]	У медсестер, которые отрабатывают три и больше ночные смены в месяц в течении 10 лет, шанс получить ИБС на 15–18% выше (на мужчин данный эффект не распространяется); скользящий график (с дневными и ночными сменами) нарушает циркадные ритмы человека (Vetter et al., 2016).
5	Франция, коллективный обзор на 409 стр. [11]	Коллективный отчет экспертов включает доказанные риски нарушений сна, расстройства обмена веществ и вероятные риски рака (особенно у женщин), сердечно-сосудистых заболеваний и психических расстройств. Опросы по условиям труда работающих в ночные часы указывают на более распространенные болезненные состояния и стресс на работе (Anses, 2016).

Таблица 4

**Преимущества и недостатки сверхурочных работ для работодателей и работников [15]**

Преимущества для работодателей	Преимущества для работников
<ul style="list-style-type: none"> <li>Лучшее согласование нагрузки с колебаниями спроса на рынке.</li> <li>Расширенные часы работы.</li> <li>Повышение гибкости производства.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Более высокий общий заработок (если сверхурочная работа оплачивается).</li> <li>Более длительные периоды свободного времени, если оплачиваемый отпуск предоставляется вместо оплаты сверхурочной работы.</li> </ul>
Недостатки для работодателей	Недостатки для работников
<ul style="list-style-type: none"> <li>Дополнительные расходы по оплате сверхурочных работ (если сверхурочная работа оплачивается).</li> <li>Снижение производительности труда за сверхурочные часы.</li> <li>Возможное отрицательное влияние на безопасность и здоровье на рабочем месте.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Продолжительность рабочего дня может оказывать отрицательное влияние на здоровье и безопасность (например, утомление, стресс, несчастные случаи).</li> <li>Трудности в обеспечении баланса между работой и семейной жизнью, из-за сокращения времени на лечение и выполнение домашних обязанностей.</li> <li>Снижение возможностей создания новых рабочих мест.</li> </ul>

тельностью СУР, т. е. более эффективные работники, как правило, предпочитают меньше СУР;

— время СУР строго циклично — падает во время экономической рецессии, что подтверждает данные исследований в США об улучшении здоровья в период рецессии;

— изученные социально-демографические индивидуальные факторы, тормозящие продвижение по службе (например, необходимость пожилым людям ухода на дому и женский пол) сильно отрицательно связаны с СУР.

Несмотря на то, что Япония отличается высоким долгожительством, у правительства имеются нерешенные задачи по снижению индивидуальных проблем со здоровьем, отмеченных в 1990-х гг. Одним из способов укрепления здоровья работников является уменьшение чрезмерных СУР. Это можно реализовать на практике, если фирмы и правительство пересмотрят нынешние системы поощрения трудовых договоров между работодателями и работниками. В противном случае здо-

ровые работников с СУР продолжит ухудшаться [14].

Предложена модель ненормированного рабочего времени и здоровья, предполагающая, что рабочие и внерабочие факторы, а также связанные с ними физиологические процессы должны быть сбалансированы для поддержания здоровья. Она дает исследователям факторы риска и пути сохранения здоровья, которые следует учитывать при изучении любых форм ненормированного рабочего графика [13].

Из отечественных работ следует особо выделить работу по теоретическим и методическим аспектам резервов защиты времени [2], а также методологию профессиональных рисков для здоровья работников [3].

В литературе рассматривают экономические аспекты нарушений здоровья при СУР [26], в т.ч. при разной длительности смен и разном уровне заработной платы [23,24]. Имеются работы по особым формам организации труда, в т.ч. отчет Инспекции по здоровью и безопасности Великобритании о работе при нефте- и газодобыче на море [18]. Во всех работах уделяется большое внимание вопросам безопасности и здоровья и мерам профилактики.

Таким образом, анализ международного опыта ограничения сверхурочных работ показывает, что возможно их использование без ущерба для здоровья работников при условии правового отнесения их к группам повышенного профессионального риска, требующим дополнительных мер профилактики.

#### Выводы:

1. СУР повышают степень профессионального риска для работников, вызывая доказанный рост травматизма, заболеваемости, плохого самочувствия и снижения работоспособности, тенденции нарушения репродуктивного здоровья, включая здоровье новорожденных, а также повышения риска смерти от болезней сердечно-сосудистой системы и онкологических заболеваний.

2. Повышение профессиональных рисков при СУР и необходимость принятия дополнительных мер защиты работников и медицинского обслуживания признаны практически во всех странах и в международных документах ВОЗ, МОТ, Евросоюза и др.

3. СУР должны быть дифференцированы по степени вредности и опасности условий труда по критериям Руководства Р 2.2.2006–05 Роспотребнадзора); СУР не должны допускаться для подростков, а также беременных и кормящих матерей.

4. Следует законодательно закрепить норму о дополнительном медицинском обслуживании работников при СУР в отраслях, где они распространены. При этом правовой основой может быть ратификация Конвенции МОТ 161 О службах здоровья на работе (старое название — О службах гигиены труда).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (см. REFERENCES стр. 6–27)

1. Европейская социальная хартия (пересмотренная) (принята в г. Страсбурге 03.05.1996) ([http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_120807/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_120807/)).

2. Измеров Н.Ф., Капцов В.А., Денисов Э.И., Овакимов В.Г. Социально-гигиенические аспекты профессионального риска и резервы защиты временем // Мед. труда и пром. экол. — 1994. — № 2. — С. 1–4.

3. Профессиональный риск для здоровья работников. (Руководство) / Под ред. Н.Ф. Измерова и Э.И. Денисова. — М.: Тривант, 2003. — 448 с. (ISBN 5–85389–033–6).

4. Трудовой Кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 №197-ФЗ (ред. от 03.07.2016) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2017).

5. Хартия социальных прав и гарантий граждан независимых государств (утв. Межпарламентской Ассамблеей государств-участников Содружества Независимых Государств 29 октября 1994 г.).

#### REFERENCES

1. European social charter (revised) (approved in Strassburg on 3/05/1996) ([http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_120807/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_120807/)) (in Russian).

2. Izmerov N.F., Kaptsov V.A., Denisov E.I., Ovakimov V.G. Social hygienic aspects of occupational risk and resources of protection by time // Industrial hygiene. — 1994. — 2. — P. 1–4 (in Russian).

3. Izmerov N.F., Denisov E.I., eds. Occupational risk for workers' health. Manual. — Moscow: Trovant, 2003. — 448 p (ISBN 5–85389–033–6) (in Russian).

4. Labor Code of Russian Federation on 30/12/2001 N 197-FZ (ed on 3/07/2016) (with changes and additions, taking effect on 1/01/2017) (in Russian).

5. Charter of social rights and guarantee for citizens of independent states (approved by Interparliamentary Assembly of state participants of Community of Independent States on 29 October 1994) (in Russian).

6. Additional work and overtime. OSH administration in Finland, 2016. (<http://www.tyosuojelu.fi/web/en/employment-relationship/working-hours/additional-work-and-overtime>).

7. Australia. Overtime Requirements and Employment Law (<https://legalvision.com.au/overtime-and-employment-law-what-do-you-need-to-know/>).

8. Caruso C.C., Hitchcock E.M., Dick R.B., Russo J.M., Schmit J.M. Overtime and Extended Work Shifts: Recent Findings on Illnesses, Injuries, and Health Behaviors. — DHHS (NIOSH) publ. No 2004–143. 2004. 49 pp. (<https://www.cdc.gov/niosh/docs/2004-143/pdfs/2004-143.pdf>).

9. Dembe A.E. et al. The impact of overtime and long work hours on occupational injuries and illnesses: new evidence from the United States. *Occup. Environ. Med.* 2005;62(9):588–597 (<http://oem.bmj.com/content/62/9/588>)

10. Employment law. CEE handbook 2016. Czech Republic, Hungary, Poland, Romania, Slovakia, Ukraine. 20 pp. (<https://ru.scribd.com/document/333506573/2016-Employment-Law-in-Central-and-Eastern-Europe>).

11. Évaluation des risques sanitaires pour les professionnels exposés à des horaires de travail atypiques, notamment de nuit. Saisine n° 2011-SA-0088 «horaires atypiques». Rapport d'expertise collective. — 2016. — 409 p. (<https://www.anses.fr/fr/system/files/AP2011SA0088Ra.pdf>).

12. Hours of work, overtime and rest days. Singapore government. Ministry of manpower (<http://www.mom.gov.sg/employment-practices/hours-of-work-overtime-and-rest-days>).
13. Merkus S.L. et al. Nonstandard working schedules and health: the systematic search for a comprehensive model. BMC Public Health. 2015;15:1084 (DOI 10.1186/s12889-015-2407-9).
14. Nishiyama K., Johnson J.V. Karoshi-Death from overwork: Occupational health consequences of Japanese production management // Int J Health Serv. — 1997. — 27. — P. 625–641.
15. Overtime. Information Sheet No. WT-2. Conditions of work and employment programme. ILO, May 2004 ([http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_protect/---protrav/--travail/documents/publication/wcms\\_170708.pdf](http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/--travail/documents/publication/wcms_170708.pdf)).
16. Overtime in Europe. Observatory: EurWORK, 2003. (<https://www.eurofound.europa.eu/observatories/eurwork/comparative-information/overtime-in-europe>).
17. Overtime law and legal definition (<https://definitions.uslegal.com/o/overtime5>).
18. Parkes K.R. Offshore working time in relation to performance, health and safety: A review of current practice and evidence. RR 772. HSE, 2010. — 80 p. (<http://www.hse.gov.uk/research/rrpdf/rr772.pdf>).
19. Revisions to the European working time directive: recent Eurofound research. Background paper. European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions, EF/08/101/EN. 2008. — 21 p.
20. Schuster M., Rhodes S. The impact of overtime work on industrial accident rates. Ind. Rel. 1985;24(2):234–246.
21. Taris T.W. et al. Investigating the associations among overtime work, health behaviors, and health: A longitudinal study among full-time employees // Int. J. Behav. Med. — 2011. — 18(4). — P. 352–360.
22. Tubbs D.C. Overtime work hours, health behaviors and health outcomes for correctional officers: An examination of moderated effects. Master's Theses. University of Connecticut, 2016. — 72 p. ([http://digitalcommons.uconn.edu/gses\\_theses/994](http://digitalcommons.uconn.edu/gses_theses/994)).
23. Van der Hulst M. Long workhours and health. Scand. J. Work, Environ. Hlth. 2003;171–188 (<http://oem.bmj.com/content/62/9/588>).
24. Van D.H., Geurts S. Associations between overtime and psychological health in high and low reward jobs. Work & Stress; Int. J. Work, Hlth & Organ. 2001;15(3):227–240 (DOI:10.1080/026783701110.1080/02678370110066580).
25. Vetter C., Devore E.E., Wegrzyn L.R. et al. Association between rotating night shift work and risk of coronary heart disease among women. JAMA. 2016;315(16):1726–1734 (DOI:10.1001/jama.2016.4454).
26. Yamada T., Yamada T., Chen C.C., Zeng W. Overwork and adverse effects on health. J Glob Econ. 2013;2:106 (DOI:10.4172/economics.1000106).
27. Working Time Directive (2003/88/EC) (<http://ec.europa.eu/social/main.jsp?catId=706&intPageId=205&langId=en>).

Поступила 08.11.2017

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

- Денисов Эдуард Ильич (Denisov E.I.),  
гл. науч. сотр. ФГБНУ НИИ МТ, лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники и премии им. Ф.Ф. Эрисмана по гигиене (РАМН), канд. техн. наук, д-р биолог. наук, проф. E-mail: denisov28@yandex.ru.
- Прокopenko Людмила Викторовна (Prokopenko L.V.),  
зам. дир. по науч. раб. ФГБНУ «НИИ МТ», д-р мед. наук, проф. E-mail: prokopenko@niimt.ru.
- Фесенко Марина Александровна (Fesenko M.A.),  
зав. лаб. профилактики нарушений репродуктивного здоровья работников ФГБНУ «НИИ МТ», д-р мед. наук. E-mail: marnast@mail.ru.

УДК 331.443:612-055:662.74

Бухтияров И.В.<sup>1</sup>, Хамитов Т.Н.<sup>2</sup>, Смагулов Н.К.<sup>2</sup>

### ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ НА ЗДОРОВЬЕ РАБОЧИХ ЛИСТОПРОКАТНОГО ПРОИЗВОДСТВА

<sup>1</sup>ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда им. академика Н.Ф. Измерова», пр-т Буденного, 31, Москва, РФ, 105275;

<sup>2</sup>РГП на ПХВ «Национальный центр гигиены труда и профессиональных заболеваний», ул. Мустафина, 15, Караганда, Казахстан, 100027

Оценка состояния здоровья работающих основывалась на результатах анализа заболеваемости с временной утратой трудоспособности (ВУТ). При изучении комплексного влияния факторов производства на ВУТ по болезни использовался метод нормирования интенсивных показателей (НИП). Выявлено, что вредные факторы про-

изводственной среды негативно влияют на показатели здоровья рабочих. Полученное на основе нормирования интенсивных показателей уравнение позволяет упростить процедуру оценки и прогноза заболеваемости с ВУТ.

**Ключевые слова:** заболеваемость; нозология; индекс здоровья; листопрокатное производство

Buhtijarov I.V., Hamitov T.N., Smagulov N.K. **Evaluating influence of occupational hazards on health of workers engaged into plate rolling production.** <sup>1</sup>Izmerov Research Institute of Occupational Health, 31, Budennogo Ave., Moscow, Russian Federation, 105275; <sup>2</sup>National Center of Labor Hygiene and Occupational Diseases, 15, Mustafin str., Karaganda, Kazakhstan, 100027

Evaluation of workers' health was based on results of transitory disablement morbidity analysis. Studying complex influence of occupational factors on transitory disablement morbidity due to sickness, the authors used a method of normalizing intensive parameters. Findings are that occupational hazards negatively influence workers' health parameters. An equation received by normalizing intensive parameters enables to simplify a procedure of evaluation and prognosis of transitory disablement morbidity.

**Key words:** morbidity; nosology; health index; plate rolling production

Листопрокатное производство (ЛПП) на сегодня является достаточно представительным по объему производства, числу рабочих мест, характеризуется значительной насыщенностью механизмами, транспортом, использованием взрывоопасных и огнеопасных, ядовитых веществ, действием на рабочих ряда вредных и опасных производственных факторов: неблагоприятного микроклимата, шума, пыли, вибрации и других [2,5].

Трудовая деятельность рабочих листопрокатного производства характеризуется высокой плотностью рабочего дня и, несмотря на значительную физическую нагрузку, повышенным нервно-эмоциональным напряжением, требующим постоянного внимания, быстроты и точности реакций [3,6]. Работа в этих производственных условиях отражается на функциональном состоянии организма рабочих и их заболеваемости с ВУТ.

**Цель работы** — оценка влияния вредных производственных факторов на организм рабочих листопрокатного производства по показателям заболеваемости с ВУТ.

**Методы исследования.** Объект исследования — рабочие листопрокатного производства АО «АрселорМиттал» (бывший Карагандинский металлургический комбинат).

Оценка состояния здоровья работающих основывалась на результатах анализа заболеваемости с ВУТ. Анализ заболеваемости проводился по номенклатуре согласно «Международной классификации болезней, травм и причин смерти X пересмотра» методом поллицевого учета и обработки копий справок о временной нетрудоспособности работающих. Всего было выкопировано и изучено 6745 справок о временной нетрудоспособности работающих за 2010–2012 гг. Показатели заболеваемости анализировались с учетом контингента работающих (круглогодичные за 3-х летний период — 2468 человек) в соответствии с методикой Н.В. Догле, А.Я. Юркевич [1].

В соответствии с предложенной методикой вычислялось общее число болевших лиц, случаев и дней

нетрудоспособности, были высчитаны показатели болевших лиц, случаев и дней нетрудоспособности на 100 работающих, а также количество случаев и дней нетрудоспособности на 1 болевшего, средняя длительность 1 случая нетрудоспособности и процент нетрудоспособности в %. Весь комплекс показателей был рассчитан в зависимости от возраста, производственного стажа, пола, специальности и основных классов болезней.

Были вычислены показатели частоты лиц, болевших 1,2,3 раза и более, а также распределение болевших лиц по кратности случаев их временной нетрудоспособности. При изучении комплексного влияния производственных факторов на ВУТ по болезни использовался метод нормирования интенсивных показателей [1].

**Результаты и их обсуждение.** В целом по прокатному производству уровень показателей заболеваемости с ВУТ на 100 круглогодичных по болевшим лицам составлял 71,5, что в соответствии со шкалой Ноткина Е.Л. [1] относится к «очень высокому». То же отмечается по случаям и по дням нетрудоспособности (138 и 1428 на 100 работающих соответственно). Анализ отдельных цехов ЛПП показал, что наиболее высокие показатели заболеваемости с ВУТ отмечались в первом цехе (горячей прокатки), где значения болевших лиц (79,1), случаев (155) и дней нетрудоспособности (1800) по оценочной шкале соответствовали критерию «Очень высокий». Относительно низкие (по сравнению с другими цехами) показатели отмечались во втором цехе (холодной прокатки), где значения болевших лиц (62,8), случаев (124,8) и дней нетрудоспособности (1347,2) по оценочной шкале соответствовали критерию «высокий». Об этом свидетельствует и такой показатель, как «Индекс здоровья» (процентное соотношение ни разу не болевших к общему числу работающих). Самое низкое значение индекса здоровья отмечалось в первом цехе (20,9%) и самое относительно высокое значение — во втором цехе (37,2%). Следовательно, в первой цеху, судя по индексу здоровья, не болеет каждый 5 рабочий, а во втором цеху — каждый третий.



В структуре заболеваемости по всем цехам ведущее место занимают болезни органов дыхания по нисходящей (рис.): в ЛПЦ-1 на 100 круглогодичных 44 случая и 416,4 дня, в ЛПЦ-3 — 36,2 случая и 322,4 дня, в ЛПЦ-2 — 35,1 случая и 310 дней на 100 круглогодичных. Среди которых основную долю составляют ОРЗ (в ЛПЦ-1 — 40 случаев и 346,6 дня, в ЛПЦ-3 — 29,8 случая и 242,6 дня, в ЛПЦ-2 — 32,3 случая и 276,1 дня нетрудоспособности).

На втором месте показатели по болезням костно-мышечной системы в ЛПЦ-1 — 25,7 случая и 270,1 дня, в ЛПЦ-3 — 21,1 случая и 212,2 дня, в ЛПЦ-2 — 19,8 случая и 220,6 дня. На третьем месте — травмы, где лидирующее место занимает ЛПЦ-2 (15,5 случая и 174,3 дня), далее ЛПЦ-3 (15,4 случая и 212,2 дня) и ЛПЦ-1 (14,8 случая и 228,2 дня).

Критерием оценки заболеваемости с ВУТ может служить и показатель кратности, познавательное значение которого неоспоримо, несмотря на его редкое использование.

На долю лиц, болевших один раз, в ЛПЦ-1 приходится 68,1%, два раза — 24,7%, три раза — 10,4%, и отсутствуют болевшие 4 и более раз (табл. 1), а в

ЛПЦ-2 и ЛПЦ-3 при меньшем проценте болевших 1 и 2 раза, отмечаются болевшие не только 3 раза, но и 4 и более раз (8,0 и 7,4% соответственно).

На основе полученных данных по заболеваемости с ВУТ на круглогодичных можно сделать вывод, что негативное влияние факторов производства в большей степени сказывается на здоровье рабочих ЛПЦ-1.

Для построения математической модели прогноза необходимы количественные параметры производственной среды, степень тяжести и напряженности труда и уровень заболеваемости с ВУТ. Однако уровень заболеваемости зависит не только от условий труда, возрастно-стажевых параметров, но и от ряда трудноучитываемых факторов (социально-бытовые условия, организационные, личностные особенности и т. д.), действия которых трудно разграничить, а тем более получить их количественные критерии. Степень их влияния в различных ситуациях не одинакова и ее изменение может носить случайный характер, что представляет определенные трудности в количественном описании взаимосвязи заболеваемости и данного комплекса факторов.

Когда для изучения комплексного влияния факторов производства на заболеваемость с ВУТ исполь-



Рис. Динамика показателей ЗВУТ по нозологии по листопрокатному производству

Таблица 1

Показатели частоты лиц, болевших 1, 2, 3 раза и более, а также распределение по кратности случаев их временной нетрудоспособности

Частота заболеваний	ЛПЦ-1		ЛПЦ-2		ЛПЦ-3	
	Число больных на 100 к/г	Состав больных, %	Число больных на 100 к/г	Состав больных, %	Число больных на 100 к/г	Состав больных, %
1 раз	112,3	68,1	95,6	65,1	103,6	64,7
2 раза	40,7	24,7	27,3	18,6	33,3	20,8
3 раза	12	7,3	12,1	8,2	11,5	7,2
4 и более	0	0,0	11,8	8,0	11,8	7,4
Всего болевших	165	79,08	146,8	62,77	160,2	72,58
Не болевших	—	20,92	—	37,23	—	27,42

Таблица 2

Шкала для комплексной оценки вероятности риска ВУТ по болезни рабочих цеха ЛПЦ-1

Возраст, лет	Случаев на 100 к/г	НИП	Стаж, лет	Случаев на 100 к/г	НИП	Профессия	Случаев на 100 к/г	НИП	Пол	Случаев на 100 к/г	НИП
До 30	197	1,428	<5	155,4	1,126	Основные	136,1	0,986	мужчины	136,6	0,990
30-39	168,6	1,222	5-9	159,2	1,154	Ремонтные	161,2	1,168	женщины	141,1	1,022
40-49	137,2	0,994	10-14	133,7	0,969	ИТР	89,3	0,647			
50-59	112,4	0,814	15-19	146,6	1,062	Вспомогательные	69,1	0,501			
> 60	49,1	0,356	20-24	124,8	0,904						
	138		>24	121,8	0,883						
Весов коэф. К	К1=Max/min		К2=Max/min		К3=Max/min		К4=Max/min				
	4,01		1,31		2,33		1,03				

Таблица 4

Пример использования разработанного критерия

Ф.И.О.	Возраст		Стаж		Профессия		Пол		Расчетный НИП	Прогноз
	Коа	НИП	Коа	НИП	Коа	НИП	Коа	НИП		
Дор-ва С.М.	2 (38)	1,155	4 (19)	1,085	1	0,962	2	0,994	19,68	благоприятный
Скр-ва О.В.	3 (40)	0,985	6 (27)	0,852	1	0,962	2	0,994	27,47	внимание
Пр-ров А.А.	4 (53)	0,795	6 (33)	0,852	1	0,962	1	1,022	31,54	неблагоприятный
$P_{\text{ЛПЦ-1}} = 4,01 \times \text{Возраст} + 1,3 \times \text{Стаж} + 2,33 \times \text{Проф. группа} + 1,03 \times \text{Пол}$										

зование методов многофакторного корреляционного и регрессионного анализов невозможно (слабоэффективно, в силу приближенных количественных значений), возможно использование методики НИП, где нормированию подвергаются показатели: возраст, производственный стаж, профессия, пол [1]. На основании проведенных расчетов (табл. 2) разработано уравнение для комплексной интегральной оценки (Р) вероятности риска ВУТ по болезни работников ЛПЦ-1, имеющее вид:

$$P_{\text{ЛПЦ-1}} = 4,01 \times \text{Возраст} + 1,3 \times \text{Стаж} + 2,33 \times \text{Проф. группа} + 1,03 \times \text{Пол.} \quad (1)$$

Расчеты НИП для листопркатного цеха №1 (холодного проката) проводились в соответствии с методикой Догле Н.В., Юркевич А.Я. [4].

На основании данного уравнения была разработана шкала комплексной оценки для изучаемых цехов, представленная в табл. 3.

Полученное уравнение и количественные критерии математических моделей разработанного способа позволяют упростить процедуру оценки и прогноза заболеваемости с ВУТ рабочих, а также косвенно оценить степень неблагоприятного воздействия конкретных факторов трудового процесса. Ниже приведены примеры использования разработанного критерия (табл. 4):

1. Дор-ва С.М., возраст 38 год (НИП возраста 38 лет = 1,155), стаж 19 (НИП стажа 19 лет = 1,085), должность — аппаратчик нейтрализации (НИП профессии — аппаратчик нейтрализации — основная группа = 0,962), пол — женский (НИП пол — женский = 0,994):

$$P_{\text{ЛПЦ-1}} = 4,01 \times 1,155 + 1,3 \times 1,085 + 2,33 \times 0,962 + 1,03 \times 0,994 = 19,68$$

**Заключение:** Дор-ва С.М. относится к группе благоприятного прогноза.

2. Скр-ва О.В., возраст 40 лет (НИП возраста 40 лет = 0,985), стаж 6 (НИП стажа 6 лет = 0,852), должность — штабелировщик ме-

## Шкала комплексной оценки для изучаемых цехов

Группы риска заболеть с ВУТ	НИП
НИП ЛПЦ-1 = 4,01 × Возраст + 1,3 × Стаж + 2,33 × Проф. группа + 1,03 × Пол	
Благоприятный прогноз	9,07–17,74
Группа внимания	17,75–26,89
Неблагоприятный прогноз	26,81–35,87

тала (НИП профессия — штабелировщик металла — основная группа = 0,962), пол — женский:

$$P_{\text{ЛПЦ-1}} = 4,01 \times 0,985 + 1,3 \times 0,852 + 2,33 \times 0,962 + 1,03 \times 0,994 = 27,47$$

**Заключение:** Скр-ва О.В. относится к группе внимания.

3. Пр-ров А.А., возраст 53 года (НИП возраста 40 лет = 0,795), стаж 6 (НИП стажа 6 лет = 0,852), должность — загрузчик термических печей (НИП профессия — загрузчик термических печей — основная группа = 0,962), пол — мужской (НИП пол — мужской 1,022):

$$P_{\text{ЛПЦ-1}} = 4,01 \times 0,795 + 1,3 \times 0,852 + 2,33 \times 0,962 + 1,03 \times 1,022 = 31,54$$

**Заключение:** Пр-ров А.А. относится к группе неблагоприятного прогноза.

Подобные формулы получены и для ЛПЦ-2 и ЛПЦ-3.

Таким образом, проведенный анализ заболеваемости с ВУТ работников ЛПП металлургического комбината показал, что вредные факторы производственной среды негативно влияют на показатели здоровья рабочих.

**Выводы:**

1. Вредные факторы производственной среды негативно влияют на показатели здоровья работников листопрокатного производства металлургического комбината, что находит отражение в высоких значениях заболеваемости с ВУТ, как по случаям, так и по дням нетрудоспособности.

2. Из производственных цехов по уровню вредности на первом месте листопрокатный цех №1 (горячая прокатка), следующий за ним с небольшим отрывом идет ЛПЦ-3 (цех по производству жести), и на последнем месте листопрокатный цех №2 (холодной прокатки). В структуре заболеваемости по всем цехам ведущее место занимают болезни органов дыхания и костно-мышечной системы.

3. В структуре заболеваемости ведущее место занимают болезни органов дыхания (43,7%), среди которых основную долю составляют ОРЗ, на втором месте показатели по болезням костно-мышечной системы, третьем месте — травмы, где лидирующее место занимает ЛПЦ-2, четвертом месте — болезни мочеполовой системы.

4. Полученное на основе НИП уравнение и количественные критерии позволяют упростить процедуру оценки и прогноза заболеваемости с ВУТ работающих ЛПП, а также косвенно оценить степень неблагоприятного воздействия конкретных факторов производства.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Догле Н.В., Юркевич А.Я. Заболеваемость с временной утратой трудоспособности. — М., 1984. — 176 с.
3. Егорова А.М. // Качество внутреннего воздуха и окружающей среды: М-алы 5 Междунар. научной конф. — Волгоград, 2007. — С. 53–55.
3. Егорова А.М. // Мед. труда и пром. эколог. — 2008. — №4. — С. 33–36.
4. Мухаметжанов А.М., Смагулов Н.К. // Мед. труда и пром. эколог. — №3. — 2015. — С. 22–26.
5. Прохоров В.А. // Металлург. — №3. — 2009. — С. 13–14.
6. Чеботарев А.Г., Прохоров В.А. // Мед. труда и пром. эколог. — 2012. — №6. — С. 1–7.

## REFERENCES

1. Dogle N.V., Yurkevich A.Ya. Morbidity with transitory disablement. — Moscow, 1984: 176 p (in Russian)
2. Egorova A.M. Quality of internal air and environment: Materials of 5<sup>th</sup> International scientific conference. — Volgograd, 2007. — P. 53–55 (in Russian).
3. Egorova A.M. // Industr. med. — 2008. — 4. — P. 33–36 (in Russian).
4. Mukhametzhonov A.M., Smagulov N.K. // Industr. med. — 2015. — 3. — P. 22–26 (in Russian).
5. Prokhorov V.A. // Metallurg. — 2009. — 3. — P. 13–14 (in Russian)
6. Chebotarev A.G., Prokhorov V.A. // Industr. med. — 2012. — 6. — P. 1–7 (in Russian).

Поступила 04.12.2017

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Бухтияров Игорь Валентинович (Buhtijarov I.V.),  
дир. ФГБНУ «НИИ МТ», засл. деятель науки РФ, чл.-корр.  
РАН, д-р мед. наук, проф.

Хамитов Тулеген Нурғалиевич (Hamitov T.N.),  
дир. РГП на ПХВ «Национальный центр гигиены труда и профессиональных заболеваний» Минздрава Республики  
Казахстан, канд. мед. наук

Смагулов Нурлан Кемельбекович (Smagulov N.K.),  
рук. испытательной лаб. эколога-гигиенических и медико-биологических исследований, д-р мед. наук, проф. E-mail:  
msmagulov@yandex.ru.

Капустина А.В., Юшкова О.И., Матюхин В.В.

**ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ УСТОЙЧИВОСТИ К СТРЕССУ  
ПРИ ОТДЕЛЬНЫХ ВИДАХ УМСТВЕННОЙ РАБОТЫ**

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда им. академика Н.Ф. Измерова», 31, пр-т Буденного, Москва, РФ, 105275

Изучены физиологические и биохимические особенности реакций организма человека при умственном труде на воздействие нервно-эмоциональных нагрузок для научно-обоснованной разработки методов оценки устойчивости к производственному стрессу и комплекса профилактических мероприятий.

**Ключевые слова:** производственный стресс; умственный труд; устойчивость; физическая работоспособность; биохимические медиаторы

Kapustina A.V., Yushkova O.I., Matyukhin V.V. **Psycho-physiologic features of resistance to stress in some types of mental work.** Izmerov Research Institute of Occupational Health, 31, Budennogo Ave., Moscow, Russian Federation, 105275

The study covered physiologic and biochemical features of human reactions during mental work towards exposure to psycho-emotional exertion, for scientifically based specification of methods to evaluate resistance to occupational stress and of preventive measures complex.

**Key words:** occupational stress; mental work; resistance; physical performance; biochemical mediators

Условия социально-экономических преобразований в стране способствуют значительному росту психоэмоционального стресса на рабочем месте. По материалам исследований свыше 10% населения России живет в условиях постоянного эмоционального стресса [4,6]. Стресс является распространяющейся повсюду и часто скрытой производственной вредностью. Особенно стрессовые воздействия характерны для умственных видов деятельности с выраженным компонентом межличностного общения (педагоги, работники прокуратуры). Наиболее распространенная профессия школьного учителя характеризуется резким возрастанием эмоциональных и информационных нагрузок, усложнением межличностных отношений [3,12,13]. Труд работников прокуратуры отличается чрезвычайно высокими нервно-эмоциональными нагрузками, обусловленными тесными контактами с различными категориями людей в экстремальных условиях, которые усложнены непредсказуемыми последствиями с угрозами здоровью и жизни.

Длительное воздействие нервно-эмоциональных факторов приводит к чрезмерному психофизиологическому напряжению с последующим формированием неблагоприятных функциональных состояний и производственного стресса [2,7]. Известно, что производственный стресс способствует росту общесоматической патологии, в частности, возрастанию заболеваемости и смертности от сердечно-сосудистых заболеваний [5,8,16,17]. В этих условиях одной из существенных проблем является проблема устойчивости к воздействию стресса.

Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы зависит от уровня физической подготовленности работающих: у лиц с более высоким уровнем физической подготовленности отмечаются более совершенные ее приспособительные реакции на нагрузку [1].

В настоящее время принята следующая точка зрения: адаптация к стрессорным ситуациям или развитие хронического стресса и последующих патологических процессов являются следствием взаимодействия медиаторов стресс-реализующих и стресс-лимитирующих систем на центральном и периферическом уровнях. Однако их состояние в зависимости от уровня физической подготовленности недостаточно изучено. Биохимические критерии устойчивости организма к нервно-эмоциональным нагрузкам не разработаны.

**Цель исследования** — изучение физиологических и биохимических особенностей организма человека на воздействие нервно-эмоциональных нагрузок для научно обоснованной разработки методов оценки устойчивости к производственному стрессу и комплекса профилактических мероприятий.

**Материалы и методы.** Исследования в производственных условиях проведены на 6 профессиональных группах, которые подбирались с учетом уровня физической работоспособности: учителя-предметники, учителя физического воспитания общеобразовательных школ, прокуроры, следователи и их помощники. При проведении психофизиологических исследований была использована модель психоэмоционального стресса у студентов в период экзаменационной сессии. Обследованы 60 студентов в возрасте 19–21 год и 48

преподавателей в возрасте 20–30 лет со стажем работы менее 5 лет (малостажированные учителя) и в возрасте 45–55 лет со стажем более 20 лет (стажированные учителя). Обследованы 150 работников прокуратур г. Москвы в возрасте от 30 до 50 лет со стажем работы 5–15 лет.

Психофизиологические показатели регистрировались 3 раза в течение рабочей смены. Для оценки концентрации внимания использована корректурная проба с кольцами Ландольта, оценивалось состояние кратковременной памяти (тест «память на числа»), скорости восприятия и переработки зрительных и слуховых сигналов (хронорефлексометрия), структуры личности (тесты СМОЛ и Спилбергера). По результатам корректурной пробы рассчитан объем воспринимаемой информации.

Для оценки состояния сердечно-сосудистой системы использовались показатели частоты сердечных сокращений (ЧСС), артериального давления систолического (АДс) и диастолического (АДд), индекса функциональных изменений (ИФИ) по Баевскому, а также был проведен мониторинг ЧСС с использованием электрокардиорегистраторов. Результаты электрокардиографии (ЭКГ) обрабатывались с помощью усредненно-группового и индивидуального анализа. Для оценки уровня физической подготовленности использовалось определение общей физической работоспособности (ОФР) по тесту РWC<sub>170</sub>.

Оценка устойчивости физиологических функций к воздействию стресс-факторов проводилась по новым методическим подходам с расчетом по формулам:

$$Y = \frac{1}{(ЗМР+В+П+ИФИ)} \times 100 \quad (1)$$

где Y — устойчивость в баллах, ЗМР — сдвиг латентного периода зрительно-моторной реакции по сравнению с исходным значением (в %), В — сдвиг показателя внимания, П — сдвиг показателя памяти (количество воспроизведенных слов), ИФИ — сдвиг индекса функциональных изменений;

$$Y = \frac{1}{(ЧСС+АДс+АДд+ИФИ)} \times 100 \quad (2)$$

где Y — устойчивость в баллах, ЧСС — сдвиг частоты сердечных сокращений от нормативных или должных величин (в %), АДс — сдвиг систолического артериального давления, АДд — сдвиг диастолического артериального давления, ИФИ — сдвиг индекса функциональных изменений.

Биохимические исследования проводились на студентах-спортсменах (40 человек) в период экзаменационной сессии по теоретическим дисциплинам с изучением показателей гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой (основной глюкокортикоид — кортизол) и тиреоидной систем (свободный тироксин и тиреотропный гормон), а также одного из показателей стресс-лимитирующей системы — пролактин, оказывающего моделирующее влияние на метаболизм кате-

холаминов и глюкокортикоидов и обеспечивающего адаптацию к стресс-факторам. Использовались тест-системы для иммуноферментного анализа фирм «Иммунотех», «Алкор-Био», «Биоиммуноген» с оценкой результатов на вертикальном фотометре.

Полученные результаты исследований обрабатывались методами вариационной статистики.

**Результаты исследования.** Гигиенические исследования показали, что условия труда в рабочих помещениях по уровню выраженности факторов производственной среды согласно Руководству Р 2.2.20 06–05 [11] относятся к категории допустимых, что дает основание рассматривать изменения функционального состояния работающих как следствие влияния факторов трудовой деятельности. Профессиографическая оценка труда преподавателей в школе позволила отнести их труд к 3-му классу вредности 1-й степени по показателям напряженности труда (НТ). К 3 классу 3 степени вредности были отнесены прокуроры, к 3-му классу 2-й степени вредности — следователи, к 3-му классу вредности 1-й степени — помощники прокуроров, ко 2-му оптимальному классу — помощники следователя.

Полученные основные парные корреляции между факторами нервно-эмоциональной напряженности труда и физиологическими показателями выявили особую роль эмоциональной нагрузки: она оказалась взаимосвязана почти со всеми физиологическими показателями. Установлена статистически значимая корреляционная зависимость эмоциональной нагрузки и показателей устойчивости к стрессу ( $r = -0,74$ ;  $p < 0,05$ ), индекса функциональных изменений ( $r = 0,68$ ;  $p < 0,05$ ), диастолического артериального давления ( $r = 0,75$ ;  $p < 0,05$ ), концентрации внимания ( $r = -0,85$ ;  $p < 0,05$ ), кратковременной памяти ( $r = -0,67$ ;  $p < 0,05$ ). Сенсорная нагрузка в большей степени коррелировала со скоростью восприятия зрительных и слуховых сигналов ( $r = 0,69$ ;  $0,68$ ;  $p < 0,05$ ).

При анкетном опросе работников прокуратуры наличие стрессовых ситуаций во время работы отметили 77,1% лиц, у которых напряженность труда соответствовала классу 3.2, и 80% — 3.3. У работников с меньшим классом вредности (3.1) положительных ответов значительно меньше — 62,4%. Причинами возникновения напряженных ситуаций на работе являются моменты производственного характера — конфликтные ситуации с клиентами, оскорбления и угрозы физического насилия (письменно, по телефону, при непосредственном контакте). Во 2-м допустимом классе положительных ответов на эти вопросы в четыре раза меньше, чем в остальных. Стресс-формирующими факторами опрошенные считают превышение продолжительности рабочего дня до 10–12 часов, суточные дежурства, особо сложные командировки в «горячие точки».

Корреляционными исследованиями была установлена тесная связь между такими стресс-факторами, как конфликты, длительность рабочей недели и про-

Таблица 1

**Стресс-факторы профессиональной деятельности работников прокуратуры по результатам анкетного опроса (% ответов,  $M \pm m$ )**

Показатель		Класс условий труда по показателям напряженности трудового процесса			
		2	3.1	3.2	3.3
Продолжительность рабочего дня 10–12 часов и более		25,0 $\pm$ 3,8	31,3 $\pm$ 8,9	71,3 $\pm$ 3,2	66,7 $\pm$ 7,7
Сверхурочные работы		20,2 $\pm$ 6,2	18,8 $\pm$ 7,3	57,1 $\pm$ 6,0	53,3 $\pm$ 6,7
Суточные дежурства		–	7,2 $\pm$ 1,1	40,0 $\pm$ 5,0	46,3 $\pm$ 4,9
Командировки	по России	–	–	20,0 $\pm$ 4,2	33,3 $\pm$ 3,5
	ближнее зарубежье	–	–	29,0 $\pm$ 3,8	31,2 $\pm$ 2,7
Конфликты с клиентами	словесные угрозы	5,0 $\pm$ 1,2	18,8 $\pm$ 2,3	22,9 $\pm$ 2,3	20,0 $\pm$ 4,7
	угрозы по телефону, письменно	–	6,2 $\pm$ 0,7	14,3 $\pm$ 1,6	6,7 $\pm$ 0,9
	при непосредственном контакте	–	18,7 $\pm$ 2,7	25,7 $\pm$ 5,8	26,7 $\pm$ 6,4
Оскорбления		–	12,5 $\pm$ 1,3	22,9 $\pm$ 4,9	7,7 $\pm$ 1,8
Угрозы физического насилия		–	–	25,5 $\pm$ 1,3	6,7 $\pm$ 2,1
Физические атаки (нападения)		–	–	–	13,3 $\pm$ 1,9

должительность рабочего дня, и такими показателями, как устойчивость к стрессу, индекс функциональных изменений, ЧСС, артериальное давление, показатели концентрации внимания и кратковременной памяти. В результате упорядочения матрицы интеркорреляций все стресс-факторы были распределены по ранговым местам. Центральное место в этой системе занимает количество конфликтных ситуаций в течение рабочей смены, следующие — удлинённая рабочая неделя и длительный рабочий день. Полученные результаты позволили предложить показатель «количество конфликтных ситуаций в течение рабочей смены» для оценки эмоциональной нагрузки при определении интегрального показателя напряженности труда (табл. 1).

Новый методический подход расчета показателя устойчивости к стрессу включал определение информативности формулы по результатам корреляционного анализа. Установлено, что показатель, рассчитанный по второй формуле, с высокой степенью достоверности взаимосвязан с большинством психофизиологических параметров и является более информативным.

У преподавателей в школе и работников прокуратуры при изучении функционального состояния сердечно-сосудистой системы в производственных условиях использовались показатели АД. Установлено, что среднесменные уровни АД (рис. А) свидетельствуют о наиболее низких величинах АДс (110,9  $\pm$  2,9 мм рт. ст.) и АДд (76,3  $\pm$  1,8 мм рт. ст.) у представителей 2 допустимого класса по НТ. С увеличением класса вредности их значения достоверно возрастают ( $p < 0,05$ ). При классе 3.1 показатели увеличиваются на 13,3  $\pm$  0,8%, при 3.3 — 25,2  $\pm$  0,5%. При этом абсолютные значения АД у работников прокуратуры с 3 классом 3 степени вредности превышают физиологические нормируемые значения для данной возрастной группы (40–50 лет).

При анализе индекса функциональных изменений у работников с классом 3.1 по НТ наблюдается состояние функционального напряжения (ИФИ —

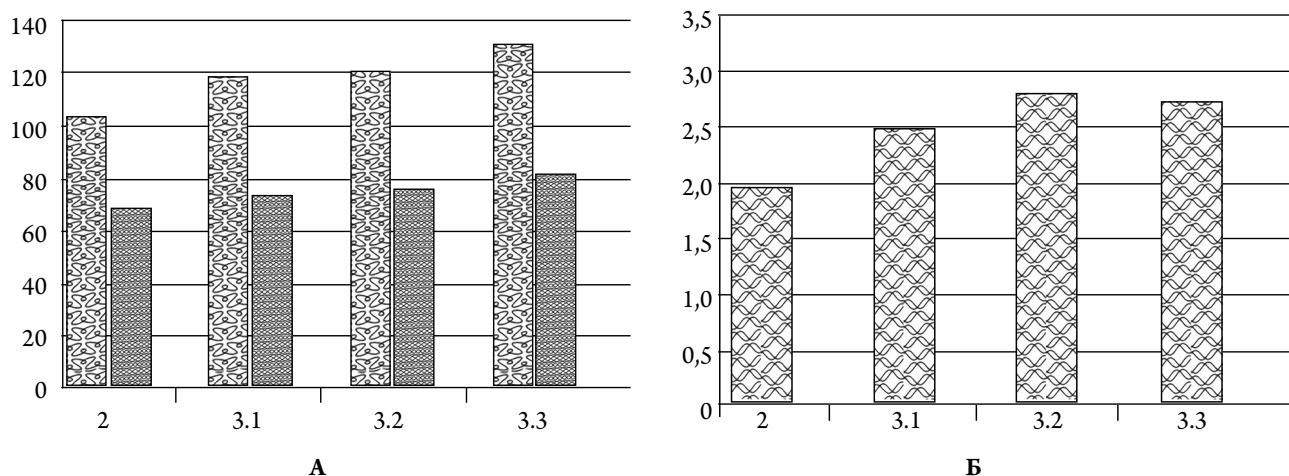
2,69  $\pm$  0,07 балла). Последующее увеличение напряженности труда приводит к неудовлетворительной адаптации ИФИ — 3,2  $\pm$  0,06 балла (рис. Б). Индивидуальный анализ свидетельствует о том, что в зависимости от степени вредности статистически возрастает процент лиц со сниженной, неудовлетворительной адаптацией (класс 3.1 — 8,9  $\pm$  1,7%; 3.2 — 15,4  $\pm$  1,9%; 3.3 — 26,7  $\pm$  2,3%) и состоянием ее срыва (8,9  $\pm$  1,5%, 11,5  $\pm$  1,6%, 13,3  $\pm$  1,4% соответственно). Различия между классами достоверны, что свидетельствует о снижении адаптационных возможностей сердечно-сосудистой системы у лиц, отнесенных к классам 3.2 и 3.3, по сравнению с классом 3.1.

В напряженные периоды работы, связанные с конфликтными ситуациями, после экстренных совещаний, выступлений в зале суда, отмечались наибольшие величины АДс (170–190 мм рт. ст.) и возрастание ЧСС до 90–109 уд/мин, нарушение регуляции сердечной деятельности по результатам ЭКГ (смещение интервала S-T ниже изолинии, появление желудочковых экстрасистол).

Психологические исследования с использованием теста Спилбергера указывают на достоверное возрастание процента лиц с высокой степенью тревожности в зависимости от класса вредности: 12,3% — класс 3.1; 23,8% — 3.2; 30,0% — класс 3.3. Иначе говоря, наиболее неблагоприятные изменения выявлены у работников 3 класса 2 и 3 степени, что характеризует неудовлетворительную адаптацию организма работающих к производственным стресс-факторам.

Установленные средние уровни достоверных внутрисистемных и межсистемных корреляционных связей (30–40%) в сердечно-сосудистой и центральной нервной системах сопоставимы с ранее полученными данными и позволяют расценивать функциональное состояние как хронический производственный стресс [10].

Исследование устойчивости к стрессу в зависимости от уровня физической подготовленности по-



**Рис. Среднесменные уровни показателей артериального давления (А) и индекса функциональных изменений (Б) у работников прокуратуры с учетом класса напряженности труда**

По оси ординат: А — артериальное давление в мм рт.ст., Б — индекс функциональных изменений (ИФИ) в баллах.

По оси абсцисс: А, Б — классы напряженности труда.

Условные обозначения: А — — систолическое АД, — диастолическое АД;

Б — — ИФИ

Таблица 2

**Показатели сердечно-сосудистой системы у студентов со средним и низким уровнем общей физической работоспособности при фоновом обследовании и во время экзаменационного ответа**

Показатель	Статистический показатель	Средняя ОФР (16,2±1,0)		Низкая ОФР (13,2±0,8)	
		Фон 1	Экзамен 2	Фон 3	Экзамен 4
Индекс функциональных изменений	М	2,06	2,22	2,20	2,75
	±m	0,04	0,04	0,04	0,03
	%	100,0	107,8	100,0	125,0
	P <sub>1-2,1-3,1-4</sub>	—	<0,05	<0,05	<0,001
	P <sub>3-4</sub>	—	—	—	<0,001
Систолическое артериальное давление	М	121,4	132,7	125,7	145,8
	±m	2,8	2,7	2,2	2,7
	%	100,0	109,3	100,0	116,0
	P <sub>1-2,1-4</sub>	—	<0,05	—	<0,001
	P <sub>3-4</sub>	—	—	—	<0,001
Диастолическое артериальное давление	М	73,7	83,3	74,7	89,8
	±m	0,9	1,5	0,9	2,3
	%	100,0	113,0	100,0	120,2
	P <sub>1-2,1-4</sub>	—	< 0,001	—	<0,001
	P <sub>3-4</sub>	—	—	—	<0,001
Частота сердечных сокращений	М	76,8	72,1	75,6	77,3
	±m	2,1	1,3	2,8	3,0
	%	100,0	93,9	100,0	102,2
	P	—	—	—	—

казало, что высокий уровень ОФР у преподавателей и студентов ( $PWC_{170} 21,1 \pm 1,1$ ) наблюдался в 8,3% случаев, средний и ниже среднего — в 33,2%, ( $PWC_{170} 16,2 \pm 1,0; 14,4 \pm 0,9$ ), низкий и очень низкий — в 58,6%, ( $PWC_{170} 13,2 \pm 0,8; 11,2 \pm 0,9$ ), что соответствует в основном градациям «среднее» и «низкое». Сравнение параметров кардиогемодинамики у студентов со

средним (1-я) и с низким уровнем (2-я группа) ОФР выявило выраженные изменения во 2-й группе (табл. 2). В экзаменационный период ИФИ возрастал у них до значения  $2,75 \pm 0,03$  балла, что можно расценить как состояние функционального напряжения. Результаты исследований АДс и АДд указывают на развитие гипертензивной реакции, которая является ранним

функциональным нарушением при пограничной артериальной гипертонии. У студентов 1-й группы возрастание показателей сердечно-сосудистой системы было менее выражено.

При индивидуальном анализе установлено, что стрессовые нагрузки во время экзаменационной сессии у студентов с низким уровнем ОФР вызывают появление нехарактерных реакций сердечного ритма. Использован предложенный Л.А. Кручининой и др. [9] принцип деления вегетативного ответа на 4 типа реагирования. При адекватно сформированной реакции на нагрузку возникает вегетативный ответ в виде стабилизации ритма и возрастания ЧСС (1 оптимальный тип). Второй тип (2) связан с уменьшением средней частоты сердечного ритма на нагрузку и возрастанием вариабельности сердечных сокращений (в виде увеличения  $\sigma$ ), 3 тип — это синхронное увеличение средней ЧСС и увеличение  $\sigma$ , а 4 тип — уменьшение этих показателей. Согласно полученным данным у студентов с низким уровнем физического развития в 71,4% всех наблюдений отмечались 3, 4 и 2 типы реакций сердечного ритма, что свидетельствует о напряжении регуляции сердечно-сосудистой системы. Более оптимальные изменения (1) тип были отмечены в 28,6%. У учащихся со средним уровнем физического развития благоприятные реакции наблюдались в большинстве случаев (1 тип — 77,8%; 3 тип — 22,2%). Таким образом, стрессовые нагрузки во время экзаменационной сессии вызывают появление нехарактерных реакций сердечного ритма, которое рассматривается как наличие признаков дезадаптации [14].

Во время экзаменов (перед ответом экзаменатору) у студентов с низким уровнем физической подготовленности было зафиксировано появление желудочковых экстрасистол, отрицательного зубца Т, а также смещение сегмента S-T относительно изолинии. Можно полагать, что неблагоприятные изменения ЭКГ обусловлены ухудшением функционального состояния вследствие определенных изменений в проводящей системе сердца.

Устойчивость к стрессу у лиц со средним уровнем физической подготовленности колебалась в пределах 3,2–4,1 балла в отличие от студентов с низкой подготовленностью (1,5–2,8 балла). Ситуативная тревожность у лиц с низким ОФР была в 2–3 раза выше, чем у студентов со средней физической подготовленностью. В частности, характеристики личности по 1,2,3,7

шкалам СМОЛ свидетельствуют о склонности их к беспокойству, напряженности. Повышенные производственные нагрузки для этой группы лиц являются источником психического стресса.

У лиц с более высоким ОФР были выше такие показатели, как концентрация внимания, кратковременная память, скорость восприятия зрительной и слуховой информации, что указывает на достаточную активность этих функций. Эти данные подтверждаются анализом количества совершенных ошибок при соответствующем тестировании. Малое количество ошибочных действий указывает на высокий уровень надежности изучаемых функций. Корреляционный анализ выявил у студентов с низким ОФР значительно более высокий уровень достоверных внутрисистемных связей в сердечно-сосудистой, центральной нервной системах и психологическом статусе по сравнению со студентами со средней ОФР, который составил: между показателями сердечно-сосудистой системы соответственно 93,7% и 45,0%, между показателями центральной нервной системы — 90,0% и 40,0%, между психологическими показателями — 90,0 и 65,0%. Показатели межсистемных связей были аналогичны. Это свидетельствует о развитии у лиц с низкой физической подготовленностью неблагоприятного функционального состояния («перенапряжения»).

Для достижения поставленных задач проводились биохимические исследования на базе лаборатории медико-биологических исследований ФГБНУ «НИИ медицины труда».

Показатели нейрогуморальной регуляции у студентов-спортсменов при кратковременном воздействии нервно-эмоционального напряжения представлены в табл. 3. Обращает на себя внимание снижение среднего уровня кортизола у обследованных лиц по сравнению с контрольной группой, хотя его среднестатистический уровень не выходил за пределы физиологических колебаний. Средние уровни свободного тироксина и тиреотропного гормона в сыворотке крови не отличались от среднестатистических значений контрольной группы, находясь в пределах физиологических колебаний, установленных для этих показателей.

Индивидуальный анализ выявил, что у 15% обследованных уровень свободного тироксина находился на нижней границе нормы (так называемые пограничные состояния) или несколько ниже, у 30% лиц превышал верхнюю границу физиологической нормы. Уровень

Таблица 3

### Показатели нейрогуморальной регуляции у студентов-физкультурников при остром психоэмоциональном стрессе

Показатель	Студенты-физкультурники	Контрольная группа (не спортсмены)	Физиологическая норма
Кортизол, нмоль/л	332,5±13,9; p<0,001	450,00±22,7	150,0–650,0
Пролактин, мМЕ/л	186,4±22,11; p>0,05	234,8±13,40	м. 105–540; ж. 67–726
Св. тироксин, пмоль/л	19,08±1,32; p>0,05	17,5±0,18	10,0–25,0
Тиреотропный гормон, мкМЕ/л	2,17±0,17; p>0,05	1,85±0,07	0,3–3,5



ТТГ в 35% случаев находился на верхней границе установленных физиологических колебаний.

Высокая активность тиреоидных гормонов у студентов-спортсменов сочеталась с достаточными возможностями системы кровообращения и удовлетворительной адаптацией к воздействию экзаменационных факторов. Снижение уровня тиреоидных гормонов у студентов с низким уровнем физической подготовленности проявляется выраженными изменениями параметров кардиогемодинамики во время экзаменационной сессии [15].

Комплексный ответ при стрессе значительно активизирует продукцию пролактина. У обследованных студентов в сравнении с группой контрольных лиц достоверных различий этого показателя не обнаружено. Это позволяет сделать вывод о сохранности функционирования стресс-лимитирующей системы и о защитном действии ее при воздействии стресс-факторов.

Для оптимизации функционального состояния и повышения устойчивости к стресс-факторам трудового процесса использовались средства физической культуры и спорта. Анализ анкетных данных студентов, занимающихся различными видами спорта и физическими упражнениями, позволил заключить, что наиболее выражено, проявились профессионально важные качества в таких средствах физической культуры, как ритмическая гимнастика и оздоровительный бег в сочетании с общеразвивающими упражнениями, которые и составили основу экспериментальной программы.

Оценка эффективности экспериментального режима свидетельствует, что увеличение двигательной активности у преподавателей и студентов (до 8–9 часов в неделю вместо 3–4 часов) обеспечивает поддержание достаточного уровня физической подготовленности и функционального состояния организма учителей, а также повышение устойчивости организма преподавателей к воздействию нервно-эмоциональных стресс-факторов.

Для профилактики функциональных расстройств у лиц с выраженным нервно-напряженным трудом в качестве «психологической разгрузки» рекомендуются психическая саморегуляция, аутогенная тренировка, функциональная музыка, коррекция функционального состояния с помощью слайдо- и видеофильмов, дыхательные упражнения, оптимизирующее функциональное состояние. При напряженном характере труда (3 класс) количество сеансов аутотренинга определяется личностными особенностями работников. Наиболее эффективным для высокотревожных лиц является сочетание различных по своей природе мер коррекции: аутотренинг и массаж.

#### **Выводы:**

1. По степени вредности с учетом напряженности труда учителя и работники прокуратуры отнесены к классам 3.1–3.3. Эмоциональные нагрузки в течение рабочего дня обусловлены наличием конфликтных ситуаций в процессе межличностного общения.

2. Длительное воздействие стресс-факторов приводит к формированию хронического производственного стресса, что подтверждается динамикой физиологиче-

ских показателей: превышением величин артериального давления, возрастанием среднесменных значений ЧСС, неблагоприятными изменениями электрокардиограммы, повышением индекса функциональных изменений, высоким уровнем тревожности.

3. При кратковременном воздействии экзаменационных стресс-факторов у студентов с низкой ОФР выявляются возрастание количества достоверных внутри- и межсистемных корреляционных связей в сердечно-сосудистой, центральной нервной системах и психологическом статусе по сравнению со студентами со средней ОФР, что указывает на развитие состояния перенапряжения при остром стрессе.

4. У студентов-спортсменов в период воздействия кратковременных стресс-факторов выявилось снижение уровня основного медиатора стресс-реализующей системы — кортизола, при нормальном уровне медиатора стресс-лимитирующей системы — пролактина, а также высокая активность тиреоидных гормонов у лиц со средним уровнем ОФР и сниженная активность у лиц с низкой ОФР, что характеризует неудовлетворительную адаптацию к экзаменационным факторам у последних.

5. Увеличение двигательной активности у студентов и преподавателей с использованием ритмической гимнастики и оздоровительного бега в сочетании с общеразвивающими упражнениями способствовало повышению уровня физической подготовленности; использование для психологической разгрузки метода аутогенной тренировки приводило к улучшению функционального состояния сердечно-сосудистой системы, устойчивости к стресс воздействию.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (см. REFERENCES стр. 16,17)**

1. Абольян А.В. Значение уровня общей физической работоспособности в развитии утомления работающих в условиях профессиональной гипокинезии // Гиг. труда и профзаболевания. — 1982. — № 10. — С. 14–18.
2. Варламов В.А., Варламов Г.В. Психофизиология полиграфных проверок. — Краснодар: Просвещение-Юг, 2000. — 239 с.
3. Доронкина Е.К. Физиолого-гигиеническая оценка труда учителей начальных классов общеобразовательных школ // Гиг. труда и профзаболевания. — 1976. — №7. — С. 1–5.
4. Измеров Н.Ф., Бухтияров И.В., Прокопенко А.В., и др. Труд и здоровье. — М.: Литтерра. 2014. — 416 с.
5. Измеров Н.Ф., Каспаров А.А. Медицина труда. Введение в специальность: Пособие для последипломной подготовки врачей. — М.: Медицина, 2002. — 392 с.
6. Измеров Н.Ф., Матюхин В.В., Юшкова О.И. Стресс на работе // Безопасность и медицина труда. — 2001. — № 3. — С. 32–37.
7. Матюхин В.В., Бухтияров И.В., Юшкова О.И. Роль физиологии труда в сохранении работоспособности и здоровья у работников различных видов трудовой деятельности. Достижения и перспективы развития. // Мед. труда и пром. эколог. — 2013. — №6. — С. 19–24.

8. Навакатикян А.О., Крыжановская А.А., Кальниш В.В. Физиология и гигиена умственного труда. — Киев: Здоровья, 1987. — 160 с.

9. Оценка функционального состояния человека в условиях напряженной целенаправленной деятельности по показателям работы сердца / Кручинина Л.А., Самко Н.Н., Семина Т.П., Величина С.В. // Целенаправленная деятельность человека: Сб. научн. тр. — М.: ММСИ, 1991. — С. 125–134.

10. Производственный стресс у работников прокуратуры. / В.В. Матюхин, О.И. Юшкова, А.С. Порошенко и др. // Психологические аспекты трудовой деятельности: Всеросс. сб. научн. трудов Тверского ун-та. — 2002. — С. 40–45.

11. Руководство Р 2.2.20006–05 Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. — М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2005. — 142 с.

12. Рыжов А.Я. Физиологическая характеристика преподавательского труда и его оптимизация в условиях вуза. Изд. 2-е, перераб. и доп. — Тверь: ТвГУ, 2009. — 216 с.

13. Социально-физиологическая характеристика преподавательского труда и его оптимизация в условиях ВУЗа / А.Я. Рыжов, Н.Н. Полякова, Т.А. Шверина, Н.П. Степаненкова и др. // Психологические аспекты трудовой деятельности: Всеросс. сб. научн. ст. — Тверь, 2002. — С. 6–13.

14. Фогельсон Л.И. Клиническая электрокардиология. — Л.: Медицина, 1957. — 458 с.

15. Харитонов И.В., Горнушкина Е.Ю., Николаев В.И. и др. // Физиология человека. — 2000. — Т. 26, № 3. — С. 1231–1250.

## REFERENCES

1. Abol'yan L.V. Importance of general physical performance level in development of fatigue in workers under occupational hypokinesia // Gig. truda i profzabolevaniya. — 1982. — 10. — P. 14–18 (in Russian).

2. Varlamov V.A., Varlamov G.V. Psychology of polygraph tests. — Krasnodar: Prosveshchenie-Yug, 2000. — 239 p (in Russian).

3. Doronkina E.K. Physiologic and hygienic evaluation of work of primary school teacher // Gig. truda i profzabolevaniya. — 1976. — 7. — P. 1–5 (in Russian).

4. Izmerov N.F., Bukhtiyarov I.V., Prokopenko L.V. et al. Work and health. Moscow: Litterra. 2014, 416 p (in Russian).

5. Izmerov N.F., Kasparov A.A. Industrial medicine. Introduction into speciality. Manual for postgraduate doctors. — Moscow: Meditsina, 2002. — P. 392 p (in Russian).

6. Izmerov N.F., Matyukhin V.V., Yushkova O.I. Stress at work // Bezopasnost' i meditsina truda. — 2001. — 3. — P. 32–37 (in Russian).

7. Matyukhin V.V., Bukhtiyarov I.V., Yushkova O.I. Role of industrial physiology in preserving health and performance in work-

ers of various occupations // Industr. med. — 2013. — 6. — P. 19–24 (in Russian).

8. Navakatikyan A.O., Kryzhanovskaya A.A., Kal'nish V.V. Physiology and hygiene of mental work. — Kiev: Zdorov'ya, 1987. — 160 p (in Russian).

9. Kruchinina L.A., Samko N.N., Semina T.P., Velichkina S.V. Evaluation of human functional state in intense purposeful activity, according to cardiac function parameters / In: Human purposeful activity: Collection of scientific papers. — Moscow: MMSI, 1991. — P. 125–134 (in Russian).

10. V.V. Matyukhin, O.I. Yushkova, A.S. Poroshenko et al. Occupational stress in prosecutor office workers / In: Psycho-physiologic aspects of occupational activity: All-Russian collection of scientific works by Tver' University. — 2002. — P. 40–45 (in Russian).

11. R 2.2.20006–05 Manual on hygienic assessment of work environment and working process factors. — Moscow: Federal'nyy tsentr gigieny i epidemiologii Rosпотребнадзора, 2005. — P. 142 p (in Russian).

12. Ryzhov A.Ya. Physiologic characteristics of teacher's work and its optimization in institute conditions, 2nd edition, revised and added. — Tver': TvGU, 2009. — 216 p (in Russian).

13. A.Ya. Ryzhov, N.N. Polyakova, T.A. Shverina, N.P. Stepanenkova, et al. Social and physiologic characteristics of teacher's work and its optimization in institute conditions. Psycho-physiologic aspects of occupational activity: All-Russian collection of scientific works by Tver' University. — Tver', 2002. — P. 6–13 (in Russian).

14. Fogel'son L.I. Clinical electrocardiography. Leningrad: Meditsina, 1957; 458 p (in Russian)

15. Kharitonova I.V., Gornushkina E.Yu., Nikolaev V.I., et al. // Fiziologia cheloveka. — 2000; Vol 26. — 3. — P. 1231–1250 (in Russian).

16. Bultmann U., Kant I., Amelvoort L. Differences in fatigue and psychological distress across occupations: results from the Maastricht Cohort Study of Fatigue at work. // J. Occup. Environ. Med. — 2001. — Vol. 43. — №11. — P. — 976–983.

17. Kurioka S., Muto T., Tarumi K. Characteristics of health counselling in the workplace via e-mail // Occup. Medicine. — 2001. — Vol. 51. — №7 — p. 427–432.

Поступила 18.12.2017

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Капустина Ангелина Владимировна (Kapustina A.V.), ст. науч. сотр. лаб. физиологии труда и профилакт. эргономики, канд. биол. наук. E-mail: ft-matuhin@mail.ru.

Юшкова Ольга Игоревна (Yushkova O.I.), гл. науч. сотр. лаб. физиологии труда и профилакт. эргономики, проф. НИТУ «МИСиС», д-р мед. наук. E-mail: doktorolga@inbox.ru.

Матюхин Владимир Васильевич (Matyukhin V.V.), д-р мед. наук, проф. E-mail: ft-matuhin@mail.ru.

УДК 666.189.21:613.62

Мухаммадиева Г.Ф., Бакиров А.Б., Каримова Л.К., Каримов Д.О., Бейгул Н.А., Гимаева З.Ф.

**ФАКТОРЫ РИСКА РАЗВИТИЯ И ОСОБЕННОСТИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПАТОЛОГИИ У РАБОТНИКОВ, ЗАНЯТЫХ ПРОИЗВОДСТВОМ ИСКУССТВЕННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОЛОКОН**

ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», ул. Степана Кувыкина, 94, Уфа, РФ, 450106

Дана оценка условий труда и профессиональной заболеваемости работников производства стекловолокна. Операторы получения непрерывного стекловолокна подвергаются сочетанному воздействию интенсивного шума, неблагоприятного микроклимата и выделяющихся в воздух рабочей зоны химических веществ, входящих в состав замасливателей. Итоговый класс условий труда работников оценен как вредный (класс 3.3), что соответствует высокой категории профессионального риска. Профессиональные гиперкератозы возникают у операторов при стаже работы в среднем  $12,6 \pm 2,4$  года с высокой вероятностью к малигнизации в течение 5–8 лет. Показана ассоциация полиморфных вариантов гена TP53 (Ex4+119G>C, IVS3 16 bp Del/Ins и IVS6+62A>G) с повышенным риском развития профессиональных новообразований кожи.

**Ключевые слова:** производство стекловолокна; условия труда; профессиональные новообразования кожи; молекулярно-генетические исследования

Mukhammadiyeva G.F., Bakirov A.B., Karimova L.K., Karimov D.O., Beigul N.A., Gimaeva Z.F. **Risk factors and features of occupational diseases in workers engaged into artificial mineral fibers production.** Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, 94, Stepana Kuvykina str., Ufa, Russian Federation, 450106

The authors evaluated work conditions and occupational morbidity in glass fiber production workers. Operators of continuous glass fiber production are exposed to combined influence of intense noise, unfavorable microclimate and chemicals incorporated into greasers and released into air of workplace. Overall class of work conditions is assessed as hazardous (class 3.3) — that corresponds to high category of occupational risk. Occupational hyperkeratosis appear in the operators with length of service averaging  $12.6 \pm 2.4$  years with highly probable malignization during 5–8 years. Association of polymorph variants of TP53 (Ex4+119G>C, IVS3 16 bp Del/Ins and IVS6+62A>G) with increased risk of occupational skin neoplasms was demonstrated.

**Key words:** glass fiber production; work conditions; occupational skin neoplasms; molecular genetic studies

В структуре причин смертности населения Российской Федерации злокачественные новообразования занимают второе место (15,4%) после болезней сердечно-сосудистой системы (53,5%), опередив травмы и отравления (9,9%). Ведущими локализациями в общей структуре онкологической заболеваемости являются кожа (12,3%), молочная железа (11,4%), трахея, бронхи, легкое (10,5%) и др. [3].

Известно множество производственных факторов и технологических процессов, представляющих потенциальную опасность возникновения злокачественных новообразований [2,5,6].

Одним из наиболее перспективных направлений является изучение полиморфных вариантов генетических систем, регулирующих процессы канцерогенеза, и выявление молекулярно-генетических маркеров, ассоциированных со злокачественными новообразованиями.

Важной подотраслью химического комплекса является получение непрерывного стекловолокна. Стекловолокно относится к разряду искусственно получаемых минеральных волокон. На протяжении более двадцати лет у работников производства стекловолокна, расположенного в Республике Башкортостан,

регистрируются профессиональные новообразования кожи в виде доброкачественных (гиперкератоз) и злокачественных (рак кожи) опухолей [1,4]. Несмотря на техническое перевооружение предприятия, ежегодно выявляются новые случаи профессиональных заболеваний.

**Цель исследования** — изучение роли производственных и генетических факторов в формировании профессиональных новообразований кожи у работников производства стекловолокна.

**Материалы и методы.** Гигиенические исследования условий труда и их оценка выполнены в соответствии с действующими нормативно-методическими документами. Гигиеническая оценка условий труда по степени вредности и опасности проведена согласно Руководству Р 2.2.2006–05. Профессиональные риски оценивались в соответствии с требованиями Руководства Р 2.2.1766–03.

Углубленное клиническое обследование операторов получения непрерывного стекловолокна проведено с применением ряда клинико-лабораторных методов. Кроме того, проведен ретроспективный анализ архивного материала (историй болезней больных профессиональными новообразованиями кожи).

В исследование включены 170 операторов получения непрерывного стекловолокна, которые были распределены по группам: в группу профессиональных больных вошли 46 человек с ограниченными гиперкератозами и 25 — со злокачественными новообразованиями кожи; в группу здоровых работников включены 99 операторов получения непрерывного стекловолокна, не имеющих профессиональных заболеваний кожи.

Распределение обследованных больных по полу, возрасту и стажу работы во вредных условиях труда показало, что в группе больных 53,5% составили мужчины и 46,5% — женщины. Среди данной группы преобладали лица в возрасте 50–59 лет и 60–69 лет. Стаж работы у всех больных составил более 10 лет.

В группу здоровых операторов вошли 47 женщин и 52 мужчины. Большинство из них было в возрасте 30–39 лет и 40–49 лет. Профессиональный стаж до 10 лет имели 46,5% работников, 11 лет и более — 53,5% обследованных.

В качестве материалов для генетических исследований использованы образцы ДНК, выделенные из лимфоцитов периферической венозной крови работников методом фенольно-хлороформной экстракции. Анализ полиморфных локусов генов ферментов первой (цитохромов *CYP1A1*, *CYP2E1*) и второй (глутатионтрансфераз *GSTM1*, *GSTT1*, *GSTP1*) фаз биотрансформации ксенобиотиков, а также трех полиморфных вариантов гена *TP53* проводился методом полимеразной цепной реакции синтеза ДНК (ПЦР) и ПДРФ-анализа с последующим электрофорезом в 7% полиакриламидном геле. При исследовании генетических маркеров в качестве популяционного контроля использовались результаты соответствующих анализов 100 практически здоровых лиц, отобранных по возрасту и полу, проживающих в данном регионе и не имевших контакта с вредными производственными факторами. Статистическая обработка результатов выполнялась с использованием пакета прикладных программ «SPSS v. 13.0».

**Результаты и обсуждение.** Проведенные исследования показали, что на организм операторов получения непрерывного стекловолокна воздействовал комплекс вредных веществ, входящих в состав замасливателей, пыль стеклянного волокна, являющаяся аэрозолем преимущественно фиброгенного действия (АПФД), шум и нагревающий микроклимат.

Используемые в технологии производства замасливатели представляли собой многокомпонентную смесь, в состав которой входили вредные вещества 2–4 класса опасности, в том числе обладающие канцерогенным действием.

В условиях производства непрерывного стекловолокна при допустимых гигиенических параметрах для каждого из отдельно взятых вредных веществ, обладающих канцерогенным действием, коэффициент суммации соответствует классу 3.2 (табл. 1).

Химический фактор (класс 3.2) в сочетании с нагревающим микроклиматом (класс 3.2), производ-

ственным шумом (класс 3.2) и тяжестью трудового процесса (класс 3.1) формируют вредные условия труда (класс 3.3), что соответствует высокой категории профессионального риска.

Следует отметить, что отсутствие полной автоматизации, недостаточная герметизация производственного оборудования и наличие большого количества ручных операций при производстве стекловолокна приводило к загрязнению кожных покровов операторов химическими веществами, в том числе обладающими канцерогенным действием. Причем наиболее интенсивное загрязнение замасливателями кожных покровов кистей рук и предплечий операторов происходило при устранении обрыва стеклянной нити.

Усиливала проникающий эффект замасливателей через кожу и мелкодисперсная пыль стекловолокна, содержащаяся в воздухе рабочей зоны, которая, оседая на загрязненную поверхность кожи, оказывала на нее травмирующее и раздражающее действие. Кроме того, усугубляющими факторами воздействия замасливателей на организм операторов являлись повышенная температура и избыток теплового излучения. Совокупность всех перечисленных факторов обуславливала риск развития у работников данного производства профессиональных заболеваний кожи.

Анализ динамики показателей профессиональной заболеваемости выявил, что их уровни в производстве в течение периода наблюдения (20 лет) существенно колебались. Наиболее высокие показатели отмечались в 1998, 2002, 2006 гг. и составляли 89,4<sup>0</sup>/<sub>000</sub>, 92,4<sup>0</sup>/<sub>000</sub>, 70,4<sup>0</sup>/<sub>000</sub> соответственно.

Несмотря на снижение показателей профессиональной заболеваемости после реконструкции (11,8–40,0<sup>0</sup>/<sub>000</sub>), уровень профессионального риска, рассчитанный на конкретную профессию «оператор получения непрерывного стекловолокна», остается высоким (101,0–506,3<sup>0</sup>/<sub>000</sub>) (табл. 2).

В настоящее время на учете в консультативно-поликлиническом отделении клиники института состоят 97 человек с профессиональными новообразованиями кожи, из них 74,2% с ограниченными гиперкератозами и 25,8% с раком кожи. Шестерым больным одновременно установлено два профессиональных заболевания: контактный дерматит и ограниченный гиперкератоз, у одного больного диагностировано два профессиональных злокачественных новообразования: рак кожи и рак легкого.

В возрастной структуре профессиональных больных преобладали лица в возрасте 50–59 лет. Средний возраст обследованных на момент выявления гиперкератоза составлял 51,9±0,9 года, рака кожи — 57,3±1,7 года. Профессиональные новообразования кожи были диагностированы в основном у работников со стажем работы свыше 10 лет (в среднем 12,6±2,4 года). Период трансформации ограниченных гиперкератозов в рак кожи составлял в среднем 5–8 лет.

Течение рака кожи характеризовалось быстрым прогрессированием даже после иссечения малигни-

Таблица 1

## Коэффициенты суммации для различных комбинаций веществ одностороннего действия

Вещество	Характер действия на организм	ПДК <sub>мр</sub> , мг/м <sup>3</sup>	Фактические максимальные концентрации, мг/м <sup>3</sup>	Коэффициент суммации для комбинации веществ			
				канцерогены (К)	аллергены (А)	раздражающее действие (Р)	с остроспецифическим механизмом действия (О)
(Хлорметил) оксиран <sup>+</sup> (эпихлоргидрин)	А, К	2,0	1,9	2,33	1,75	1,98	1,16
Формальдегид <sup>+</sup>	А, О, К, Р	0,5	0,4				
Гидрохлорид	О, Р	5,0	1,8				
Масла минеральные нефтяные <sup>+</sup>	К	5,0	2,9				
Этановая кислота <sup>+</sup> (уксусная)	Р	5,0	4,1				
Класс условий труда			2	3.2	3.1	3.1	3.1

Примечание: <sup>+</sup> – соединения, при работе с которыми требуется специальная защита кожи и глаз.

Таблица 2

## Показатели профессиональной заболеваемости у операторов получения непрерывного стекловолокна в 2007–2013 гг.

Показатель	Год						
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Численность операторов	163	136	79	79	99	102	104
Число случаев	4	2	4	4	1	3	2
Профессиональная заболеваемость, ‰	245,4	147,1	506,3	506,3	101,0	294,1	192,3

Примечание: уровень профессионального риска — высокий

зированных участков кожи и проведения лучевой терапии. В 12% случаев у больных произведена частичная или полная ампутация кисти, а в 4% — ампутация верхней конечности на уровне локтя. Работникам с диагнозом профессиональный рак кожи (25 человек) установлены II и III группы инвалидности по профессиональному заболеванию.

Наряду с профессиональными новообразованиями кожи у лиц с гиперкератозами и раком кожи были выявлены хронические общесоматические заболевания, среди которых определяющее значение имели следующие классы: болезни системы кровообращения, костно-мышечной системы и соединительной ткани, нервной системы.

Полученные данные согласуются с результатами зарубежных исследований, выявившими повышенный риск развития профессиональных заболеваний кожи у работников производства стекловолокна [13,17,18]. При этом имеются сведения, указывающие на то, что стеклянные волокна, возможно, канцерогенны для человека [19]. Как показали исследования, проведенные в Белоруссии, у операторов, работающих на производстве текстильного стекловолокна, регистрируется групповая заболеваемость профессиональным раком кожи [7].

С целью выявления генетических факторов риска развития профессиональных новообразований кожи проведен анализ ассоциации полиморфных вариантов гена супрессора опухолевого роста *TP53* и генов

ферментов детоксикации ксенобиотиков (*CYP1A1*, *CYP2E2*, *GSTM1*, *GSTT1*, *GSTP1*).

Не выявлены статистически значимые различия в распределении частот аллелей и генотипов полиморфных вариантов генов *CYP1A1*, *CYP2E2*, *GSTT1* и *GSTP1* между группами профессиональных больных и здоровых работников.

При исследовании полиморфизма гена *GSTM1* у больных гиперкератозом отмечено статистически значимое снижение частоты нулевого генотипа по сравнению со здоровыми работниками. Имеются данные об ассоциации генотипа *GSTM1+* с предрасположенностью к плоскоклеточному раку кожи среди населения Японии [9].

Сравнительный анализ частот генотипов и аллелей полиморфного варианта *Ex4+119G>C* гена *TP53* выявил ассоциацию исследуемого маркера с профессиональными новообразованиями кожи. В группе больных было отмечено достоверное увеличение частоты аллеля *C* (36,6%) по сравнению со здоровыми работниками (22,6%,  $\chi^2=4,94$ ,  $p=0,027$ ,  $OR=1,97$ ).

Сведения о значении полиморфизма *Ex4+119G>C* в патогенезе рака кожи неоднозначны [21,22]. В то время как некоторые исследования сообщили об ассоциации данного полиморфизма с развитием меланомы в европейских популяциях [15], в других работах ассоциации с развитием эпителиальных злокачественных опухолей кожи (базальноклеточный рак, плоскоклеточная карцинома) обнаружено не было [8].

При исследовании полиморфного локуса IVS3 16 bp Del/Ins гена TP53 было обнаружено, что аллель 16bp достоверно чаще встречался в группе больных (19,0%), чем у здоровых работников (6,6%) ( $\chi^2=6,89$ ,  $p=0,01$ ,  $OR=3,32$ ). Выявлено увеличение частоты гетерозиготного генотипа G/A локуса IVS6+62A>G (29,6%) и аллеля A (17,6%) в группе профессиональных больных по сравнению со здоровыми работниками (7,6%,  $\chi^2=7,83$ ,  $p=0,006$ ,  $OR=5,15$  и 3,8%,  $\chi^2=9,95$ ,  $p=0,003$ ,  $OR=5,45$  соответственно). В доступной литературе не удалось найти сведения о связи полиморфных локусов IVS3 16 bp Del/Ins и IVS6+62A>G гена TP53 с раком кожи. Вместе с тем роль данных полиморфизмов была показана в развитии многих онкологических заболеваний [12,20,23].

Анализ полиморфизма гена супрессора опухолевого роста TP53 показал, что молекулярно-генетическими факторами, предрасполагающими к развитию профессиональных новообразований кожи, являются полиморфные варианты гена TP53 (Ex4+119G>C, IVS3 16 bp Del/Ins и IVS6+62A>G). Выявленные генетические маркеры могут быть использованы в качестве прогностического критерия индивидуального риска развития профессиональных новообразований кожи и решения вопросов профилактики.

У экспертов Международной организации труда вызывает опасение, что информация о генетической предрасположенности может быть использована работодателями в дискриминационных целях [10,16]. В США в 2008 г. принят закон о недискриминации по генетической информации, запрещающий использовать данные о генах при приеме на работу, повышении в должности или увольнении. Подобные запрещающие законы действуют во многих европейских странах [11,14].

Следует отметить, что решение каждого человека о необходимости проведения генетических исследований должно приниматься добровольно, на основании его полной информированности о проводимых манипуляциях и конфиденциальности [11,16].

#### Выводы:

1. В возникновении профессиональных заболеваний кожи приоритетную роль играет комплекс производственных и генетических факторов.

2. Разработан комплекс информативных молекулярно-генетических показателей риска развития и прогноза профессиональных новообразований кожи у работников производства стекловолокна.

3. Принимая во внимание значимость полиморфизма гена TP53 в развитии новообразований кожи, в рамках действующего трудового законодательства рекомендуется в ряде случаев проводить молекулярно-генетическое обследование, что позволит выявить восприимчивость индивидов к воздействию вредных производственных факторов и уменьшить риск развития профессиональных новообразований кожи у работников производства стекловолокна.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (см. REFERENCES стр. 8–23)

1. Бакиров А.Б., Гимранова Г.Г., Валеева Э.Т., Тихонова Т.П. // Уральский мед. журнал. — 2008. — № 11. — С. 57–58.
2. Дудкина О.А., Минина В.И., Ларин С.А. // Политравма. — 2011. — № 1. — С. 9–97.
3. Злокачественные новообразования в России в 2013 г. (заболеваемость и смертность) / под ред. А. Д. Каприна, В. В. Старинского, Г. В. Петровой. — М.: ФГБУ «МНИОИ им. П.А. Герцена» Минздрава России, 2015. — 250 с.
4. Кондрова Н.С. // Мед. труда. — 2009. — № 8. — С. 30–34.
5. Серебряков П.В., Рушкевич О.П., Луценко Л.А., Карташев О.И. // Здоровье населения и среда обитания. — 2013. — № 4. — С. 25–27.
6. Смуглевич В.Б., Соленова Л.Г., Михайловский Н.Я. // Мед. труда. — 2009. — № 8. — С. 5–10.
7. Цыганкова О.А., Захаров Г.Г., Шевляков В.В., Дюба В.М. // Вестн. дерматологии и венерологии. — 1995. — № 6. — С. 36–38.

#### REFERENCES

1. Bakirov A.B., Gimranova G.G., Valeeva E.T., Tikhonova T.P. // Ural'skiy meditsinskiy zhurnal. — 2008. — 11. — P. 57–58 (in Russian).
2. Dudkina O.A., Minina V.I., Larin S.A. // Politravma. — 2011. — 1. — P. 9–97 (in Russian).
3. A.D. Kaprin, V.V. Starinskyi, G.V. Petrova, eds. Malignancies in Russia in 2013 (morbidity and mortality). — Moscow: FGBU «MNIIOI im. P.A. Gertsena» Minzdrava Rossii, 2015. — 250 p (in Russian).
4. Kondrova N.S. // Industr. med. — 2009; 8: 30–34 (in Russian).
5. Serebryakov P.V., Rushkevich O.P., Lutsenko L.A., Kartashev O.I. // Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya. — 2013. — 4. — P. 25–27 (in Russian).
6. Smulevich V.B., Solenova L.G., Mikhaylovskiy N.Ya. // Med. Truda. — 2009. — 8. — P. 5–10 (in Russian).
7. Tsygankova O.A., Zakharov G.G., Shevlyakov V.V., Dyuba V.M. // Vestnik dermatologii i venerologii. — 1995. — 6. — P. 36–38 (in Russian).
8. Almquist L.M., Kagaras M.R., Christensen B.C. et al. // Carcinogenesis. — 2011. — Vol. 32. — № 3. — P. 327–330.
9. Chiyomaru K., Nagano T., Nishigori C. // Kobe J. Med. Sci. — 2011. — Vol. 57. — № 1. — P. 11–16.
10. Christiani D.C., Mehta A.J., Yu C.L. // Occup. Environ. Med. — 2008. — Vol. 65. — № 6. — P. 430–436.
11. Genetics in the Workplace: Implications for Occupational Safety and Health. Washington, DC: Department of Health and Human Services. 2009. [Электронный ресурс] <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2010-101/pdfs/2010-101.pdf> (дата обращения 05.06.2015).
12. Hu Z., Li X., Qu X. et al. // Carcinogenesis. — 2010. — Vol. 31. — № 4. — P. 643–647.
13. Jolanki R., Mäkinen I., Suuronen K. et al. // Contact dermatitis. — 2002. — Vol. 47. — № 6. — P. 329–333.
14. Katz G., Schweitzer S.O. // Yale J. Health Policy Law Ethics. — 2010. — Vol. 10. — № 1. — P. 90–134.

15. Li C., Chen K., Liu Z. et al. // J. Invest. Dermatol. — 2008. — Vol. 128. — № 6. — P. 1585–1588.
16. Lurati A.R. // Occup. Med. Health Aff. — 2014. — Vol. 2. — № 1. — P. 146.
17. Minamoto K., Nagano M., Inaoka T. et al. // Industrial Health. — 2002. — Vol. 40. — № 1. — P. 42–50.
18. Sripaiboonkij P., Sripaiboonkij N., Phanprasit W., Jaakkola M.S. // Environ. Health. — 2009. Vol. 8. — P. 36.
19. Wardenbach P., Rödelsperger K., Roller M., Muhle H. // Regul. Toxicol. Pharmacol. — 2005. — Vol. 43. — № 2. — P. 181–193.
20. Wu D., Zhang Z., Chu H. et al. // PLoS One. — 2013. — Vol. 8. — № 4. — P. e61662.
21. Yang X., Yang B., Liu Y. et al. // Indian J. Dermatol. — 2013. — Vol. 58. — № 3. — P. 175–180.
22. Ye J., Li X.F., Wang Y.D., Yuan Y. // PLoS One. — 2013. — Vol. 8. — № 11. — P. e79983.
23. Ye X.H., Bu Z.B., Feng J. et al. // Mol. Biol. Rep. — 2014. — Vol. 42. — № 1. — P. 373–385.

Поступила 29.02.2016

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

- Мухаммадиева Гузель Фанисовна (*Mukhammadiyeva G.F.*),  
науч. сотр. лаб. молекулярно-генетич. иссл., канд. биол. наук. E-mail: ufniimt@mail.ru.
- Бакиров Ахат Бариевич (*Bakirov A.B.*)  
дир. ФБУН «Уфимский НИИ мед. труда и экологии человека», д-р мед. наук, проф., акад. АН РБ. E-mail: fbun@uniimtech.ru.
- Каримова Лилия Казымовна (*Karimova L.K.*),  
гл. науч. сотр. отд. гиг. и физиол. труда, д-р мед. наук, проф. E-mail: iao\_karimova@rambler.ru.
- Каримов Денис Олегович (*Karimov D.O.*),  
зав. лаб. молекулярно-генетич. иссл., канд. мед. наук. E-mail: karimovdo@gmail.com.
- Бейгул Наталья Александровна (*Beigul N.A.*),  
ст. науч. сотр. отд. гиг. и физиол. труда, канд. хим. наук, доц. E-mail: iao\_karimova@rambler.ru.
- Гимаева Зульфия Фидаиевна (*Gimaeva Z.F.*),  
ст. науч. сотр. отдела охраны здоровья работающих, канд. мед. наук. E-mail: gzf-33@mail.ru.

УДК 612.13+613.6+159.944

Евсеева М.Е., Иванова Л.В., Орехова Н.В., Литвинова М.В.

### ГЕМОДИНАМИЧЕСКИЙ И НЕЙРОВЕГЕТАТИВНЫЙ СТАТУС МОЛОДЫХ РАБОТНИКОВ ПРАВООХРАНИТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ, ПОДВЕРЖЕННЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ СТРЕССУ

ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный медицинский университет» Минздрава РФ, ул. Мира, 310, Ставрополь, РФ, 355017

Исследовано влияние профессионального стресса на гемодинамический и адаптивный статус работающих. Обследованы 132 мужчины в возрасте до 40 лет, подверженных в течение 1–5 лет воздействию различных по выраженности профессиональных стрессогенных нагрузок (ПСН) по причине выполнения оперативной работы в правоохранительных органах. Контрольная группа сформирована из сверстников, не вовлеченных в оперативную деятельность. В соответствии с классификационной моделью стрессогенной работы R. Karasek, T. Theorell (1990 г.) изученная форма деятельности осуществляется, с одной стороны, в условиях повышенной ответственности, дефицита времени, опасности, а с другой стороны, в условиях ограничения возможности принятия личного решения. Проводились суточное мониторирование (СМ) артериального давления (АД) в различные дни недели и оценка вариабельности ритма сердца (ВРС) в покое и ортостазе. Выявлено выраженное увеличение индексов времени систолического (САД) и диастолического АД (ДАД) как днем, так и ночью, а также повышение величины утреннего подъема давления и его скорости. Изменения регистрировались на фоне рабочего дня и нивелировались в выходной. Обнаружены также сдвиги регуляторного баланса с избыточным присутствием симпато-адреналовых влияний не только в условиях нагрузочной пробы, но уже в исходном состоянии покоя. Таким образом, продемонстрирована возможность развития нейровегетативного и гемодинамического дисбаланса у молодых людей в условиях достаточно непродолжительного по времени воздействия ПСН. Предлагается более широкое использование оценки ВРС в сочетании со СМАД в процессе ведомственной диспансеризации молодых мужчин, подверженных влиянию ПСН, с целью своевременного выявления стресс-ассоциированного дисрегуляторного синдрома, чреватого в дальнейшем развитием у них стабильной артериальной гипертензии.

**Ключевые слова:** профессиональный стресс; молодые мужчины; нейровегетативная дисрегуляция

Evsyeva M.E., Ivanova L.V., Orechova N.V., Litvinova M.V. **Hemodynamic and neuro-vegetative state of young officers working in law-enforcement organs and exposed to occupational stress.** Stavropol State Medical University, 310, Mira str., Stavropol, Russian Federation, 355017

Study covered influence of occupational stress on hemodynamic and adaptive state of workers. Examination included 132 males aged up to 40 years, subjected over 1–5 years to occupational stress load varying in intensity and caused by operative work in law-enforcement organs. Reference group included the age-mates having no involvement into the operative work. In accordance with classification model of stress load by R. Karasek, T. Theorell (1990), the studied activity is associated with increased responsibility, time deficit, danger along with limited possibility in personal decision making. Tests included diurnal monitoring of blood pressure in various days of week and evaluation of heart rhythm variability at rest and orthostasis. Findings are marked increase in time indexes of systolic and diastolic blood pressure both at daytime and night, as well as increased values of blood pressure morning rise and its speed. Changes were seen during the working day and disappeared during days off. Evidences were also changes in regulation balance with excessive sympathetic adrenal influences not only during stress testing, but in initial rest state. Thus, the authors demonstrated possibility of neuro-vegetative and hemodynamic dysbalance development in young people exposed to quite short-time exposure to occupational stress load. Suggestions are more wide use of heart rhythm variability and blood pressure diurnal monitoring assessment during occupational examination of young men exposed to occupational stress load, for timely diagnosis of stress-associated dysregulatory syndrome with possible development of stable arterial hypertension in future.

**Key words:** occupational stress; young men; neuro-vegetative dysregulation

Стрессы современного человека практически всегда включают психоэмоциональный компонент [2,13]. В соматическом аспекте стресс чаще всего реализуется на уровне сердечно-сосудистой (СС) системы как интегративной системы организма, обеспечивающей связь высшей нервной-психической деятельности с функционированием внутренних органов и систем [3,6]. По данным международного многоцентрового исследования Interheart (2004 г.) психоэмоциональный стресс входит в число ведущих факторов СС риска, занимая третье место после курения и дислипидемии [11,20].

Психоэмоциональный стресс нередко связан с профессиональной деятельностью, которая отличается ответственностью, с одной стороны, и недостаточной степенью свободы с другой стороны [10]. Профессиональная деятельность в указанном режиме соответствует модели профессиональной нагрузки «напряжение — контроль» Karasek R.A., Theorell T. (1990 г.) [9,18]. Ко второй модели рабочего стресса относится деятельность, предъявляющая много требований к исполнителям при низком их вознаграждении.

По мнению ряда авторов российская проблема гиперсмертности, являющаяся в основном мужской проблемой, обусловлена в значительной степени широким распространением постстрессорной патологии у трудоспособных мужчин [1,8].

Многие аспекты начала развития стрессогенных нарушений СС деятельности, их взаимосвязи с особенностями самого стрессорного воздействия, а также регуляторного дисбаланса остаются малоизученными, что тормозит разработку подходов к раннему выявлению и своевременной профилактике производственной постстрессорной СС патологии в ходе проведения ведомственной диспансеризации.

**Цель** — изучить особенности суточного профиля АД и нейровегетативного статуса у молодых мужчин, подверженных воздействию профессио-

нальных стрессогенных нагрузок (ПСН) с учетом их выраженности.

**Материалы и методы.** Представлены данные комплексного инструментального исследования 132 сотрудников правоохранительных органов, полученные в процессе проведения их очередного диспансерного обследования. Критерии включения в исследование: возраст до 40 лет, срок службы в правоохранительных органах 1–5 лет. Все обследуемые проходили службу в зоне ответственности ведомственного лечебно-профилактического учреждения и при приеме на службу по контракту считались практически здоровыми.

В соответствии с моделью ПС Karasek R.A., Theorell T. (1990) [9,18] данная форма стрессогенной работы характеризуется деятельностью, осуществляемой, с одной стороны, в условиях повышенной ответственности, дефицита времени и опасности, а с другой стороны, в условиях ограничения возможности принятия личного решения. К таким видам работы относится оперативная деятельность сотрудников правоохранительных органов, так как она характеризуется рядом указанных признаков, требующих постоянного напряжения различных регуляторных систем организма [4]. К особенностям такой работы относятся: внезапность, повышенная степень ответственности, необычность рабочей ситуации, сложность поставленной задачи, ожидание экстренного вызова, ненормированный рабочий день, интенсивность, длительность воздействия повседневных стрессоров и другие [15]. Причем, в правоохранительных органах оперативная деятельность по степени своей напряженности подразделяется на собственно оперативную и условно оперативную, что послужило критерием для подразделения обследуемых по группам: выраженной (38 чел.) и умеренной (64 чел.) ПСН. Группа Контроля (30 чел.) сформирована из мужчин того же возраста, но без профессионального стрессорного воздействия какой-либо оперативной деятельности, т. е. из сотрудников



подразделений, обеспечивающих вспомогательную деятельность (музыканты, повара, плотники и др.).

Комплексное обследование включало СМ АД на фоне рабочего и выходного дня с учетом более 30 показателей, включая средние величины САД и ДАД, индекс времени (процент времени, в течение которого величины АД превышают «безопасный» уровень), вариабельность АД (стандартные отклонения от среднего значения АД), скорость его утреннего подъема (темпы нарастания АД после ночного сна с момента пробуждения) и другие параметры. Оценивались также показатели временного и спектрального анализа ВРС («Нейро-Софт», Россия) как в покое, так и в ходе дополнительного диагностического тестирования в виде активной ортостатической нагрузки (АОН). При этом оценивался ряд показателей, включая SDNN — стандартное отклонение (SD) величины нормальных интервалов R-R (N-N); TP — общая мощность спектра регуляции ритма сердца; LF/HF — соотношение мощностей низких и высоких частот регуляции; LF — мощность спектра в диапазоне низких частот регуляции; HF — мощность спектра в диапазоне высоких частот регуляции; К 30/15 — коэффициент реактивности парасимпатического звена вегетативной системы в процессе ортостаза; прирост ЧСС (%) и другие.

Полученные результаты офисного и мониторингового определения АД оценивали с учетом критериев стабильной и лабильных форм артериальной гипертензии (АГ), изложенных в Национальных клинических рекомендациях российского кардиологического общества [7]. К лабильным формам относились изолированная офисная и скрытая гипертензии [5]. При обработке полученных данных использовался пакет прикладных программ «STATISTICA», версия 6. Различия считались статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

**Результаты и их обсуждение.** Данные изучения особенностей регуляторного потенциала у лиц молодого возраста из трех групп наблюдения (табл.) позволили получить следующие данные о влиянии ПСН на адаптивные ресурсы, оцениваемые по данным показа-

телей вариабельности ритма сердца (ВРС) у данного контингента. У обследованных, подверженных воздействию умеренных и значительных психоэмоциональных воздействий в ходе рабочего процесса, показатели общей мощности спектра (TP) в среднем составили  $3372 \pm 186$  мс<sup>2</sup>/Гц и  $2515 \pm 135$  мс<sup>2</sup>/Гц в то время как в контрольной группе этот параметр равнялся  $6166 \pm 247$  мс<sup>2</sup>/Гц. То есть в сравниваемых группах отмечено падение показателя TP у мужчин, испытывающих умеренные и выраженные ПСН практически в два и три раза соответственно по сравнению с лицами группы контроля. Соотношение низко- и высокочастотного компонентов волн регуляции сердечного ритма (LF/HF) во второй и третьей группах составили в среднем  $2,30 \pm 0,5$  и  $3,66 \pm 0,5$ , при этом у лиц без воздействия ПСН этот показатель равнялся всего лишь  $0,67 \pm 0,1$ , т. е. отношение низко- и высокочастотных волн регуляции ритма по фоновой записи ВРС также изменялось в неблагоприятном направлении от первой к третьей группе наблюдений. Различия с контролем оказались достоверными не только у третьей, но и у второй группы. Указанные изменения этого относительного параметра ВРС объясняются выявленным значительным падением абсолютного количества высокочастотных волн регуляции (HF) с  $998 \pm 89$  мс<sup>2</sup>/Гц до  $333 \pm 46$  мс<sup>2</sup>/Гц на фоне увеличения ПСН при наличии  $3502 \pm 354$  мс<sup>2</sup>/Гц у лиц контрольной группы. При этом значение абсолютного количества низкочастотных волн регуляции (LF) также снижалось, но в меньшей степени — с  $2300 \pm 294$  мс<sup>2</sup>/Гц до  $1222 \pm 153$  мс<sup>2</sup>/Гц у лиц с умеренными и значительными нагрузками, а в контроле этот показатель составил  $2374 \pm 311$  мс<sup>2</sup>/Гц. Из параметров, характеризующих реакцию обследуемых на активную ортостатическую нагрузку (АОН) в качестве дополнительного диагностического теста, приводятся показатели коэффициента К30/15 и прироста ЧСС в АОП. Это обусловлено тем, что на этапе обследования с ортостазом нарушения вышеописанных параметров ВРС по сути повторяли уже выявленные в покое изменения регуляторного статуса. Дополнительный же

Таблица

**Оценка показателей нейровегетативного статуса у мужчин активного возраста с учетом различного уровня профессионального стресса (M±m)**

Параметр	1 гр. контроль (n=30)	2 гр. УПС (n=64)	3 гр. ВПС (n=38)
SDNN, мс (фон)	87,55±2,3	48,58±3,2	46,20±2,3*
TP, мс <sup>2</sup> /Гц (фон)	6166±247	3372±186*	2515±135*
LF/HF (фон)	0,67±0,1	2,30±0,5*	3,66±0,5**
LF, мс <sup>2</sup> /Гц (фон)	2374±311	2300±294*	1222±153**
HF, мс <sup>2</sup> /Гц (фон)	3502±354	998±89*	333±46**
К 30/15	1,25±0	1,20±0	1,12±0
Прирост ЧСС в АОП, %	17,25±0,05	25,03±0,3	24,78±0,5

Примечания: \*  $p \leq 0,05$  по сравнению с 1й группой; \*\*  $p \leq 0,01$  по сравнению с 1й группой.

SDNN — стандартное отклонение (SD) величины нормальных интервалов R-R (N-N); TP — общая мощность спектра регуляции ритма сердца; LF/HF — соотношение мощностей низких и высоких частот регуляции; LF — мощность спектра в диапазоне низких частот регуляции; HF — мощность спектра в диапазоне высоких частот регуляции; К 30/15 — коэффициент реактивности парасимпатического звена вегетативной системы в процессе ортостаза; АОП — активная ортостатическая проба

коэффициент К30/15 оказался ниже, а прирост ЧСС при ортостазе — выше у лиц, испытывающих влияние профессиональных психоэмоциональных нагрузок, по сравнению с контрольной группой обследованных.

Таким образом, у лиц, занятых в стрессогенной сфере деятельности, уже на исходном этапе регистрации ВРС в покое получены диагностически значимые данные о значительном фоновом дисбалансе регуляторных систем. Этот дисбаланс выражается в относительном усилении симпатических влияний и особо значимом ослаблении протективных парасимпатических воздействий на СС деятельность указанного контингента. Представленные результаты свидетельствуют о значимом нарушении адаптивного потенциала всего организма в целом, несмотря на молодой возраст обследуемых. Эти изменения увеличиваются по мере нарастания выраженности указанного стрессорного воздействия. Для диагностики дисрегуляторного синдрома наиболее информативными являются такие показатели, как общая мощность регуляторного спектра (ТР) и соотношение низко- и высокочастотного компонентов волн регуляции (LF/HF) сердечного ритма. При проведении ортостатической пробы описанный регуляторный дисбаланс сохраняется и даже становится несколько более выраженным. Различия касаются лишь степени выраженности описанных выше нарушений, однако и в состоянии покоя эта разница была достаточно значительной. Однако особо отличительных тенденций в изменении нейро-регуляторного спектра между группами при нагрузке по сравнению с состоянием покоя выявлено не было, поэтому с практической точки зрения при осуществлении медицинских осмотров в рамках ведомственной диспансеризации достаточно проведения оценки ВРС в состоянии исходного покоя.

Заметные нарушения СС деятельности молодого контингента под влиянием ПСН выявлены еще и по данным СМАД на фоне типичного рабочего дня. Средние показатели САД и ДАД за день и ночь, а также вариабельность САД и ДАД за день и ночь, и другие параметры отличались довольно заметной тенденцией к повышению от первой к третьей группе наблюдений. Особо значимые различия между представленными группами наблюдений по результатам мониторинга АД рабочего дня выявлены по временным показателям СМАД типа индекса времени. Причем это касалось как дневных, так и ночных периодов регистрации давления. Днем индекс времени САД среди мужчин с умеренным и выраженным ПС оказался в 2,8 и 3,6 раза выше, чем в группе контроля. Различия с первой группой оказались достоверными не только среди молодых мужчин при наличии выраженных ПСН, но и у лиц, подверженных воздействию умеренных ПСН. Выяснилось также, что стрессорные воздействия оказывают заметное влияние на утренние подъемы АД. Так, скорость утреннего подъема САД и ДАД во второй и третьей группах наблюдения составила в среднем  $130,8 \pm 11,4$ ;  $82,6 \pm 7,3$  и  $141,0 \pm 12,4$ ;

$85,7 \pm 8,8$  мм рт. ст./ч соответственно. В то время как в контрольной группе этот показатель был равен всего  $117,9 \pm 10,9$  и  $71,9 \pm 5,4$  мм рт. ст./ч. Различия между крайними группами оказались вполне достоверными.

Примечательно, что в условиях отсутствия ПСН, то есть в дни, свободные от оперативной работы, проведенное СМАД свидетельствовало о нормализации большинства гемодинамических показателей у представителей не только второй, но также и третьей группы наблюдения. Эти сравнительные данные лишь раз свидетельствуют о стрессогенном механизме становления АГ у молодых мужчин при наличии в их профессиональной деятельности хронического психоэмоционального напряжения. Вместе с тем, замечено, что особо значимое повышение описанных параметров СМАД имело место у лиц с наличием наследственности, отягощенной по раннему развитию СС заболеваний у близких родственников. В целом полученные данные СМАД, проведенного в разные дни недели, свидетельствует о возможности классифицировать выявленное у молодых мужчин повышение давления как стрессогенную АГ в виде такого ее варианта, как гипертензия на рабочем месте.

Представленные данные свидетельствуют, во-первых, о возможности развития АГ при наличии ПСН в условиях относительно короткой их продолжительности — всего от 1 до 5 лет. Во-вторых, эти данные указывают на достаточно большую подверженность даже молодых людей развитию повышения АД явно стрессогенного характера. Подобная гипертензия у обсуждаемого контингента характеризуется в первую очередь такими изменениями суточного профиля давления, как повышение временных показателей систолического и диастолического АД как в дневное, так и в ночное время в день выполнения оперативной деятельности. Также имеет место увеличение показателей утреннего неблагоприятия в виде явного повышения скорости утреннего подъема АД. Однако на фоне выходного дня описанные нарушения у подавляющего большинства обследованных нивелируются и достигают показателей контрольной группы. То есть стрессогенный профессиональный фактор даже при относительно небольшой своей продолжительности играет значимую патогенетическую роль [5,16] в развитии различных форм повышенного давления у лиц молодого возраста.

Примечательно также, что помимо выраженности самого стрессорного воздействия наличие неблагоприятной наследственности способствует стабилизации АГ у обследованного контингента. Эти результаты совпадают с данными, свидетельствующими о генетической детерминированности устойчивости к воздействию стресса [17,19].

Предрасположенность к повышению АД у лиц, подверженных производственному психоэмоциональному напряжению, изучалась рядом авторов на примере различных сфер деятельности — железнодорожном и общественном транспорте, тяжелом машиностро-

нии [10,14,18]. Обычно контингент обследованных был более возрастной, а продолжительность воздействия на него стрессорных нагрузок была более значительной, чем в данном исследовании.

Представленные выше данные о значительных изменениях нейровегетативного дисбаланса у молодых мужчин под влиянием ПСН в сочетании с изменениями суточного профиля АД согласуются с данными некоторых авторов о том, что нарушение вегетативной регуляции предшествует и способствует развитию такой АГ [3,5]. Ряд авторов считают, что именно для молодого контингента, у которого еще отсутствуют значимые структурные изменения сосудов, психоэмоциональный стресс играет особо значимую роль в становлении и дальнейшем прогрессировании АГ и ее грозных осложнений [12].

Проблема АГ у сотрудников различных правоохранительных органов приобретает особую значимость по причине возможного влияния АГ на способность качественно исполнять обязанности военной службы [4,15]. Представленные данные диктуют необходимость совершенствования ведомственной диспансеризации молодых военнослужащих в плане более широкого использования в ходе ее проведения оценки ВРС и показателей СМАД для комплексного выявления дисрегуляторного синдрома, который при отсутствии предупредительных мероприятий со временем может трансформироваться в стабильную АГ [17,20,21]. При этом достаточно оценивать параметры ВРС только в исходном состоянии покоя, не затрачивая дополнительное время и средства на обследование в условиях нагрузочного тестирования. Своевременная диагностика выявленных дисрегуляторных сдвигов необходима для эффективного формирования групп СС риска среди описанного профессионального контингента с целью проведения ранних комплексных профилактических мероприятий антистрессорной направленности, в том числе занятий в школе здоровья, нацеленных на формирование навыков по управлению своим стрессом.

#### **Выводы:**

1. У молодых мужчин, испытывающих влияние ПСН продолжительностью от 1 до 5 лет, отмечается наличие целого ряда изменений как нейрорегуляторного, так и гемодинамического статуса по сравнению со сверстниками, избавленными по роду своей деятельности от указанного вида стрессорного воздействия. Причем степень нарушений как адаптивного статуса, так и суточного профиля АД зависит от выраженности указанных профессиональных нагрузок.

2. Согласно результатам СМАД на фоне обычного рабочего дня встречаемость повышенных индексов времени как САД, так и ДАД у молодых мужчин на фоне ПСН заметно выше, чем у сверстников, работа которых не связана с воздействием стресса. Увеличивается также скорость утреннего повышения АД даже при наличии умеренных ПСН.

3. Параметры регуляторно-адаптивного баланса у молодых мужчин, подвергающихся воздействию профес-

сионального напряжения, демонстрируют изменения в сторону относительного преобладания симпато-адреналовых сдвигов и значимого снижения вклада протективных парасимпатических колебаний. Эти изменения однозначно увеличиваются по мере нарастания выраженности указанного стрессорного воздействия. При этом наиболее информативными являются такие показатели, как общая мощность регуляторного спектра и соотношение низко- и высокочастотного компонентов волн регуляции сердечного ритма.

4. Ведомственная диспансеризация сотрудников правоохранительных органов нуждается в более широком использовании комплекса инструментальных методик типа оценки ВРС и СМАД у лиц молодого возраста даже при отсутствии длительного стажа работы в указанной сфере.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (см. REFERENCES стр. 17–21)

1. Бойцов С.А., Самородская И.В. // Кардиология. — 2014. — №4. — С. 4–9.
2. Воробьева О.В. // Рус. мед. ж-л — 2005. — №13(12). — С. — 798–801.
3. Гогин Е.Е. // Клин. мед. — 2002. — №11. — С. 4–7.
4. Калягин Ю.С., Козлов А.А., Доровских И.В., Бузина Т.С. // Воен-мед. ж-л — 2006. — №11. — С. 49–54.
5. Кобалава Ж.Д. Артериальная гипертензия. Ключи к диагностике и лечению. М. ГЭОТАР-Медиа. — 2009.
6. Меерсон Ф.З. Патогенез и предупреждение стрессорных и ишемических повреждений сердца. — М.: Наука, 1984.
7. Национальные рекомендации по диагностике и лечению артериальной гипертензии. — М.: РКО, 2013.
8. Оганов Р.Г., Масленникова Г.Я. // Кардиоваск. терап. проф. — 2012. — №1. — С. 5–10.
9. Оганов Р.Г., Погосова Г.В. // Рац. фармакотер. кард. — 2007; — 3: 60–65
10. Осипова И.В., Антропова О.Н., Зальцман А.Г. // Кардиоваск. тер. профил. — 2010. — №5. — С. 102–106.
11. Погосова Г.В. // Кардиология. — 2007. — №2. — С. 65–72.
12. Пшенникова М.Г. // Пат. физиол. exper. тер. — 2002. — №2. — С. 21–31.
13. Судаков К.В. // Вестн. Рос. АМН. — 2003. — №12. — С. 70–74.
14. Цфасман А.З. Профессиональная кардиология. — М.: Репроцентр, 2007.
15. Шогенов А.Г., Муртазов А.М. // Мед. труда и пром. экол. — 2007. — №5. — С. 10–12.
16. Юшкова О.И., Матюхин В.В., Шардакова Э.Ф. // Мед. труд. пром. экол. — 2001. — №8. — С. 1–7.

#### REFERENCES

1. Boytsov S.A., Samorodskaya I.V. // Kardiologiya. — 2014. — 4. — P. 4–9 (in Russian).
2. Vorob'eva O.V. // Rus. med. Zhurn. — 2005. — 13(12). — P. 798–801 (in Russian).
3. Gogin E.E. Klin. Med, 2002; 11: 4–7 (in Russian).

4. Kalyagin Yu.S., Kozlov A.A., Dorovskikh I.V., Buzina T.S. // *Voen-med. Zhurn.* — 2006. — 11. — P. 49–54 (in Russian).
5. Kobalava Zh.D. Arterial hypertension. Key to diagnosis and treatment. — Moscow: GEOTAR-Media, 2009 (in Russian).
6. Meerson F.Z. Pathogenesis and prevention of stress and ischemic damage of heart. — Moscow: Nauka, 1984 (in Russian).
7. National recommendations on diagnosis and treatment of arterial hypertension. — Moscow: RKO, 2013 (in Russian).
8. Oganov R.G., Maslennikova G.Ya. // *Kardiovask. terap. Prof.* — 2012. — 1. — P. 5–10 (in Russian).
9. Oganov R.G., Pogosova G.V. // *Rats. farmakoter. Kard.* — 2007. — 3. — P. 60–65 (in Russian).
10. Osipova I.V., Antropova O.N., Zal'tsman A.G. // *Kardiovask. ter. Profil.* — 2010. — 5. — P. 102–106 (in Russian).
11. Pogosova G.V. // *Kardiologiya.* — 2007. — 2. — P. 65–72 (in Russian).
12. Pshennikova M.G. // *Pat. fiziol. eksper. Ter.* — 2002. — 2. — P. 21–31 (in Russian).
13. Sudakov K.V. *Vestn. Ros. AMN*, 2003; 12: 70–74 (in Russian).
14. Tsfasman A.Z. Professional cardiology. — Moscow: Re-protsestr, 2007 (in Russian).
15. Shogenov A.G., Murtazov A.M. // *Industr. med.* — 2007. — 5. — P. 10–12 (in Russian).
16. Yushkova O.I., Matyukhin V.V., Shardakova E.F. // *Industr. med.* — 2001. — 8. — P. 1–7 (in Russian).
17. Kalimo R. // *Scand. J. // Work Environ Health.* — 1980. — №6 (S3). — P. 1–124.
18. Karasek R.A., Theorell T. Healthy work: stress, productivity, and the reconstruction of working life. — New York: Basic Books, 1990. — P. 54
19. Jenkins C.D., Hurst M.W., Rose R.M., et al. Biomedical and psychosocial predictors of hypertension in air traffic controllers / In: *Stress and Anxiety* (vol. 9). — New York: Hemisphere, 1981.
20. Schnall P.L., Landsbergis P.A., Backer D. // *Ann. Rev. Public Health.* — 1994. — Vol. 15. — P. 381–411
21. Yusuf S., Hawken S., Ounpu S., et al. // *Lancet.* — 2004. — №364. — P. 937–52.

Поступила 22.01.2016

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Евсевьева Мария Евгеньевна (Evsevyeva M.E.),  
зав. каф. факультетской терапии ФГБОУ ВО «СтГМУ»,  
рук. Центра студенч. здоровья СтГМУ, засл. вр. РФ, член  
Правления РКО, д-р мед. наук, проф. E-mail: evsevieva@mail.ru.

Иванова Людмила Васильевна (Ivanova L.V.),  
соискатель каф. факультетской терапии СтГМУ. E-mail:  
anetta-007@mail.ru.

Орехова Наталья Васильевна (Orechova N.V.),  
асп. каф. факультетской терапии СтГМУ. E-mail: nv\_orechova@mail.ru.

Литвинова Мария Васильевна (Litvinova M.V.),  
асп. каф. факультетской терапии СтГМУ. E-mail: litvinova\_mariya@bk.ru.

УДК 331.451:613.6:159.044

Фатхутдинова Л.М., Леонтьева Е.А.

### МОНИТОРИНГ РАБОЧЕГО СТРЕССА КАК СОСТАВНАЯ ЧАСТЬ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОХРАНОЙ ТРУДА

ГБОУ ВПО «Казанский государственный медицинский университет» Минздрава РФ, ул. Булгерова, 49, Казань,  
Приволжский федеральный округ, РФ, 420012

Для количественной оценки факторов рабочего стресса на базе международных вопросников JCQ (Job Control Questionnaire) и ERI (Effort-Reward Imbalance) создана русскоязычная тест-система «Рабочее место и стресс» (РАМИС). Изучено влияние психосоциальных производственных факторов на показатели психического и физического самочувствия (шкалы вопросника SF-36) и микротравматизм. По сравнению с аналогичными показателями международной выборки, среди работников российского нефтеперерабатывающего предприятия уровень автономности был ниже, рабочие требования выше, поддержка со стороны коллег и руководства — ниже. Показано значение низкой автономности, отсутствия социальной поддержки и неудовлетворенности работой в развитии стресс-обусловленных нарушений здоровья. Несмотря на отсутствие законодательного регулирования, оценка рабочего стресса должна включаться в профилактические программы на предприятиях.

**Ключевые слова:** рабочий стресс; вопросники; SF-36; микротравматизм; кросс-секционное исследование

Fatkhutdinova L.M., Leontyeva E.A. **Monitoring work stress as a part of occupational hygiene management.**  
Kazan State Medical University, 49, Butlerova str., Kazan, Privolzhsky Federal District, Russian Federation, 420012

For quantitative evaluation of working stress factors on a basis of international questionnaires JCQ (Job Control Questionnaire) and ERI (Effort-Reward Imbalance), a test system "Workplace and stress" (RAMIS) in Russian language is created. The authors studied influence of occupational factors on parameters of mental and physical state (scales of SF-36 questionnaire) and on microtraumatism. In comparison with analogous parameters of international sample, workers of Russian oil-processing enterprise demonstrated lower autonomy level, higher work demands, lower support from colleagues and authorities. Low autonomy, absence of social support and discontentment with work are shown as factors of stress-related health disorders. In spite of absence of legal regulation, evaluation of work stress should be included into prevention programs of enterprises.

**Key words:** work stress; questionnaires; SF-36; microtraumatism; cross-section study

Мониторинг вредных производственных факторов, а также связанных с работой травм, ухудшений здоровья и болезней, признается в качестве одного из важнейших элементов современной системы управления охраной труда (СУОТ) в организации.

ГОСТ 12.0.230–2007 [1], полностью гармонизированный с Руководством МОТ [8], впервые в отечественной нормативной практике в области охраны труда ввел понятие о мониторинге организационно-технических и социально-психологических производственных факторов. Создается нормативная база, регламентирующая изучение чрезвычайно важного компонента рабочей среды, для описания которого в зарубежных странах используются термины «рабочее напряжение» (job strain) и «рабочий стресс» (job stress или work stress). В РФ речь идет о сочетании социальных и психологических факторов, воздействующих на состояние здоровья работника.

Социально-психологический стресс на работе возникает при следующих обстоятельствах [27]:

— наличие повышенных требований, определяемых содержанием работы (сложность решаемых задач, постоянное обучение, разнообразие обязанностей, необходимость работать слишком много или слишком быстро, дефицит времени, работа в навязанном темпе);

— отсутствие своего влияния и контроля над рабочей ситуацией;

— проблемы в межличностных отношениях (ограниченные рабочие связи, конфликты с начальством или коллегами, социальная изоляция);

— отсутствие достаточного «вознаграждения» (низкий должностной статус, отсутствие перспектив служебного роста, недооценка профессиональных навыков и способностей работника);

— нестабильность работы, угроза безработицы;

— неудовлетворенность работой в целом.

Исследователями выявлено, что риск возникновения сердечно-сосудистых заболеваний [11–13,15,17,18], а также психических нарушений [4,6,16,22,23] увеличивается при наличии социально-психологического стресса на работе. Кроме того, имеются подтверждения того, что существует связь между рабочим стрессом и заболеваниями опорно-двигательного аппарата [7,14]. Заслуживает особого внимания связь между рабочим стрессом и производственным травматизмом: по не-

которым данным, примерно 60–80% всех аварий и несчастных случаев связано с человеческим фактором, точнее с ошибками человека, возникающими, главным образом, по психологическим причинам [2,3]. МОТ и ВОЗ объявили борьбу с рабочим стрессом приоритетным направлением на ближайшие годы [19,26].

Среди разработанных теоретических концепций рабочего стресса существуют две модели, в рамках которых показаны причинно-следственные связи между уровнями рабочего стресса и функциональным состоянием работников, а также нарушениями здоровья. В соответствии с теорией Р. Каразека и Т. Теорелла «требования — контроль — поддержка» [10], сочетание высоких требований с низкой автономностью работников и отсутствием социальной поддержки в коллективе может рассматриваться как выраженный рабочий стресс, названный авторами теории изострессом. По теории дисбаланса усилий и вознаграждения Й. Зигриста психоэмоциональное напряжение порождается дисбалансом между высокой рабочей нагрузкой (требованиями к работнику) и недостаточной возможностью контролировать в долгосрочной перспективе «вознаграждение» за работу (стабильность работы, повышение по службе, доход и т. п.) [21].

В России пока не налажен производственный мониторинг различных ситуаций и происшествий, обусловленных социально-психологическими причинами. Однако расчеты показывают, что упущенная выгода из-за заболеваемости, обусловленной стресс-зависимыми нарушениями, может достигать до нескольких десятков тысяч рублей на одного работника в день [5].

**Цель исследования** — обоснование необходимости мониторинга уровней факторов рабочего стресса (на примере нефтеперерабатывающего завода).

**Материал и методики.** Было разработано современное методическое обеспечение — тест-система РАМИС («Рабочее место и стресс»), которое позволило провести количественную оценку социально-психологических производственных факторов. Ядро тест-системы РАМИС составили адаптированные методики JCQ — «Социально-психологическая оценка работы» (53 вопроса), и ERI — «Усилие — Вознаграждение» (23 вопроса). Процедура создания РАМИС проводилась в полном соответствии с требованиями конструирования психодиагностических

тестов [25]. Тексты оригинальных вопросников JCQ и ERI был получены от авторов методик.

Рабочий стресс оценивался по таким количественным шкалам, как «Психологические требования работы», «Уровень контроля (автономности)», «Социальная поддержка коллег», «Социальная поддержка непосредственного руководителя», «Общий уровень социальной поддержки», «Неуверенность в завтрашнем дне», «Неудовлетворенность работой», «Усилия», «Вознаграждения», индекс «Усилия — Вознаграждение», равный отношению этих двух шкал. Кроме того, осуществлялось деление шкал на тертили. Присутствие значения шкалы в крайнем тертиле (верхнем или нижнем, в зависимости от интерпретации шкалы) свидетельствовало о наличии дискомфорта. Заключение о наличии рабочего стресса выдавалось работникам, у которых значения шкалы «Психологические требования работы» находились в верхнем тертиле, а шкалы «Уровень контроля (автономности)» — в нижнем тертиле, что соответствовало состоянию «рабочее напряжение» в рамках теории «требования — контроль», либо лицам, у которых значения индекса «Усилия — Вознаграждение» попадали в верхний тертиль. К выраженному рабочему стрессу было отнесено состояние «изостресс» (значения шкалы «Психологические требования работы» в верхнем тертиле, а шкал «Уровень контроля (автономности)» и «Общий уровень социальной поддержки» — в нижних тертилях). Значения индекса «Усилия — Вознаграждение» выше единицы также расценивались как крайняя форма рабочего стресса.

Для изучения связи между рабочим стрессом и субъективной оценкой состояния здоровья была использована русифицированная версия вопросника SF-36 (номер лицензии QualityMetric Inc. F1-101502-12118), предназначенного для оценки биосоциальных составляющих качества жизни (физическое и психическое благополучие) [20].

Исследование состояло из следующих этапов: 1) ознакомление работников с условиями проекта и задача вопросников по рабочему стрессу; 2) раздача работникам медицинских анкет, включавших русифицированный вопросник SF-36; 3) сбор сведений обо всех случаях микротравматизма за предыдущий календарный год по регистрационным журналам медицинского пункта предприятия.

Вводные беседы были проведены в 8 цехах методом сплошной выборки: 266 из 398 работников (67%) согласились принять участие в исследовании и вернули заполненные вопросники по рабочему стрессу. В выборке преобладали мужчины (89%), 58% работников имели среднее специальное или высшее образование. Средний возраст выборки составил  $40 \pm 0,7$  года, разброс от 21 до 60 лет. В выборку вошли представители различных профессиональных групп: операторы технологических установок и дистанционных пультов управления, машинисты технологических насосов, прибористы, специалисты автоматизирован-

ных систем управления технологическим процессом (АСУТП), слесари-ремонтники, сливщики-разливщики, крановщики, водители, административно-управленческий персонал. На медицинские анкеты ответили 135 работников из 266 (52%).

Для анализа были сформированы следующие группы: 1) с отсутствием рабочего стресса, 2) с умеренным дискомфортом, когда у работника отмечалось одно из таких состояний, как недостаточная автономность, низкая социальная поддержка, чувство неуверенности в завтрашнем дне, неудовлетворенность работой, что определялось по нахождению значения соответствующей шкалы в крайнем тертиле, 3) группа рабочего стресса, в которую вошли работники, испытывавшие рабочее напряжение либо оказавшиеся в верхнем тертиле индекса «Усилия — Вознаграждение»; 4) группа выраженного рабочего стресса, в которую вошли работники, испытывавшие изостресс, либо со значениями индекса «Усилия — Вознаграждение» выше единицы.

Проведена статистическая обработка данных для описания взаимосвязей между уровнями социально-психологических производственных факторов и показателями функционального состояния работников. Применялся статистический пакет STATISTICA for Windows (StatSoft, версия 6.0) [24]. Использованы такие методы, как t-тест для независимых переменных, однофакторный ковариационный анализ с включением в модели (для учета возможных эффектов влияния) пола, возраста и уровня образования в качестве ковариатов.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Выявленные формы рабочего стресса отметили 7% опрошенных работников, признаки рабочего стресса — 33%, состояние дискомфорта — 42%. Лишь 18% опрошенных чувствовали себя комфортно. В подвыборке, по которой проводился анализ влияния рабочего стресса на субъективно оцениваемое качество жизни (по SF-36), распределение различных форм рабочего стресса было аналогичным: выраженные формы стресса были выявлены у 8%, признаки рабочего стресса — у 33%, дискомфорт — у 39% работников.

Сравнение (по t-критерию для независимых выборок) выборки работников нефтеперерабатывающего предприятия с международными пулами данных показало, что уровни ряда показателей на предприятии достоверно отличались от средних значений международной выборки [9,21]: уровень автономности работников был ниже, рабочие требования выше, поддержка со стороны коллег и руководства — ниже.

При рабочем стрессе психологическое состояние работников было хуже, жизненная активность — ниже, а выраженность болевого синдрома — выше (низкие показатели по этой шкале означают, что болевой синдром значительно ограничивает активность) в сравнении с группой психологического комфорта (табл. 1).

Анализ по отдельным составляющим рабочего стресса убедительно продемонстрировал значение низких уровней социальной поддержки и контроля (автоном-

ности), а также неудовлетворенности работой (табл. 2). В группы рабочего стресса вошли работники, у которых значения шкал «Общий уровень социальной поддержки» и «Уровень контроля (автономности)» находились в нижнем тертиле, а шкалы «Неудовлетворенность работой» — в верхнем тертиле.

Исследования показывают, что на 5 случаев микро-травматизма приходится 1 серьезное происшествие [2,3].

В подразделениях, где отмечался наиболее высокая распространенность микро-травматизма (у 6,6% и 5,8% работающих), была отмечена и самая высокая

доля лиц, испытывающих рабочий стресс (54% и 58% соответственно). Микро-травматизм отсутствовал в цехе, который отличался наиболее благоприятным социально-психологическим климатом (распространенность рабочего стресса 27%).

В состав разработанной для предприятия на основании международных рекомендаций [8,19,26] профилактической программы для выявления и снижения уровня рабочего стресса вошли следующие мероприятия: 1) периодический (1 раз в 2 года) мониторинг факторов рабочего стресса; 2) введение психолога в штат пред-

Таблица 1

**Психическое и физическое функционирование работников в группах с разным уровнем рабочего стресса**

Шкала SF-36	Среднее значение ± ошибка среднего, балл			
	Отсутствие стресса (N=29)	Дискомфорт (N=52)	Рабочий стресс (N=44)	Выраженный стресс (N=10)
«Физическое функционирование»	92,6±2,8	94,4±1,1	94,6±1,1	94,4±1,8
«Ролевое функционирование, обусловленное физическим состоянием»	99,0±1,0	92,6±2,7	96,2±1,7	100±0
«Интенсивность боли»#	93,3±3,0	90,5±2,2	86,7±2,4	79,8±4,8
«Общее состояние здоровья»	72,5±2,7	65,1±2,4	67,9±2,3	66,2±3,9
«Жизненная активность»#	77,1±2,2	68,7±2,2	70,0±1,7	70,0±3,3
«Социальное функционирование»	91,7±3,4	84,0±2,4	85,5±2,3	84,4±6,1
«Ролевое функционирование, обусловленное эмоциональным состоянием»	97,3±4,8	89,4±3,7	90,0±3,8	81,5±9,8
«Психическое здоровье»*	81,9±2,5	73,4±1,8	90,0±1,7	71,1±3,0
Интегральная шкала «Физический компонент здоровья»	53,7±0,6	55,5±0,6	55,1±0,6	55,4±1,1
Интегральная шкала «Психологический компонент здоровья»*	55,8±0,8	51,1±1,1	51,4±1,1	49,9±1,9

Примечания: однофакторный ковариационный анализ; ковариаты — пол, возраст, уровень образования; \* —  $p < 0,05$ ; # —  $p < 0,1$

Таблица 2

**Психическое и физическое функционирование работников в группах с разным уровнем отдельных факторов рабочего стресса**

Шкала SF-36	Среднее значение ± ошибка среднего, балл	
	группа рабочего стресса	группа психологического комфорта
<b>Общий уровень социальной поддержки</b>		
«Физическое функционирование»#	91,3±1,9	95,1±1,2
«Жизненная активность»*	67,2±2,0	73,1±1,7
«Социальное функционирование»*	81,5±2,3	90,0±1,7
«Психическое здоровье»*	70,3±1,7	77,0±1,6
Интегральная шкала «Психологический компонент здоровья»*	49,9±1,1	54,0±0,7
<b>Уровень контроля (автономности)</b>		
«Физическое функционирование»*	91,9±1,7	95,8±0,6
«Психическое здоровье»#	73,0±1,6	75,9±1,3
<b>Неудовлетворенность работой</b>		
«Интенсивность боли»*	91,3±1,4	83,6±2,5
«Психическое здоровье»*	70,9±1,8	76,4±1,2

Примечания: однофакторный ковариационный анализ; ковариаты — пол, возраст, уровень образования; \* —  $p < 0,05$ ; # —  $p < 0,1$

приятия; 3) индивидуальное консультирование лиц из сформированных групп риска с участием психолога, специалиста по здоровому образу жизни, врача по гигиене труда; 4) консультирование менеджмента по вопросам благоприятного организационного микроклимата на предприятии; 5) разработка меню «здорового питания» в столовых антиоксидантной направленности; 6) внедрение программы по борьбе с курением; 7) внедрение программы информированности работников по вопросам здорового образа жизни; 8) учет подверженности рабочему стрессу при решении вопроса о предоставлении санаторно-курортного лечения.

#### Выводы:

1. Ведущими факторами рабочего стресса, неблагоприятно влияющими на здоровье работников, являются низкий уровень социальной поддержки и недостаточная автономность работников.

2. Вредное воздействие рабочего стресса на здоровье работников проявлялось в виде таких эффектов, как плохое физическое самочувствие, болевой синдром, снижение жизненных сил и социальной активности, психические нарушения (депрессивные, тревожные переживания), повышенный уровень микротравматизма.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (см. REFERENCES стр. 7–27)

- ГОСТ 12.00.230–2007. ССБТ. Системы управления охраной труда. Общие требования.
- Котик М.А. // Библиотека инж. по охр. труда. — 2004. — Т. 12 (54). — С. 4–14.
- Котик М.А. // Библиотека инж. по охр. труда. — 2005. — Т. 4 (58). — С. 32–37.
- Тарасова Л.А., Мухина И.А., Лагутина Г.Н., Матюхин В.В. // Мед. труда и пром. эколог. — 1995. — №1. — С. 11–13.
- Фатхутдинова Л.М. // Спр. специалиста по охране труда. — 2006. — №7. — С. 43–46.
- Юшкова О.В., Матюхин В.В., Шардакова Э.Ф. // Мед. труда и пром. эколог. — 2001. — № 8. — С. 1–7.

#### REFERENCES

- GOST 12.00.230–2007. SSBT. Systems of occupational hygiene management. General requirements (in Russian).
- Kotik M.A. // Biblioteka inzhenera po okhrane truda. — 2004. — Vol 12 (54). — P. 4–14 (in Russian).
- Kotik M.A. // Biblioteka inzhenera po okhrane truda. — 2005. — Vol 4 (58). — P. 32–37 (in Russian).
- Tarasova L.A., Mukhina I.A., Lagutina G.N., Matyukhin V.V. // Industr. med. — 1995. — 1. — P. 11–13 (in Russian).
- Fatkhutdinova L.M. // Spravochnik spetsialista po okhrane truda. — 2006. — 7. — P. 43–46 (in Russian).
- Yushkova O.V., Matyukhin V.V., Shardaikova E.F. // Industr. med. — 2001. — 8. — P. 1–7 (in Russian).
- Hartvigsen J., Lings S., Leboeuf-Yde C., Bakkeiteig L. // Occupational and Environmental Medicine. — 2004. — Vol. 61 (1). e2.
- ILO-OHS 2001. Guidelines on occupational safety and health management systems.

9. Karasek R.A., Brisson C., Kawakami N. et al. // J of Occupational Health Psychology. — 1998. — Vol. 3 (4). — P. 322–355.

10. Karasek R., Theorell T. Healthy work: stress, productivity, and the reconstruction of working life. — New York: Basic Books, 1990. — 384 p.

11. Kivimäki M., Leino-Arjas P., Luukkonen R. et al. // BMJ. — 2002. — Vol. 325. — P. 857–861.

12. Kivimäki M., Nyberg S.T., Batty G.D. et al. // Lancet. — 2012. — Vol. 380 (9852). — P. 1491–1497. doi: 10.1016/S0140-6736(12)60994-5.

13. Kobayashi Y., Hirose T., Tada Y. et al. // J of Occupational Health. — 2005. — Vol. 47 (3). — P. 201–210.

14. Koch P., Schablon A., Latza U., Nienhaus A. // BMC Public Health. — 2014. doi: 10.1186/1471-2458-14-37.

15. Landsbergis P.A., Dobson M., Koutsouras G., Schnall P. // American J of Public Health. — 2013. — Vol. 103(3). e61–71. doi: 10.2105/AJPH.2012.301153.

16. Lindstrom M. // Occupational Medicine. — 2004. — Vol. 55 (7). — P. 568–571.

17. Nyberg S.T., Fransson E.L., Heikkilä K. et al. // PLoS One. — 2013. — Vol. 8 (6). — e67323. doi: 10.1371/journal.pone.0067323.

18. Peter R., Siegrist J., Hallqvist J. et al. // J of Epidemiology and Community Health. — 2002. — Vol. 56 (4). — P. 294–300.

19. PRIMA-EF: Guidance on the European Framework for psychosocial risk management (Protecting Workers' Health Series No. 9). — WHO, 2008. — 63 p.

20. SF-36 health survey: manual and interpretation guide / Ware J. E., Snow K. K., Kosinski M. et al. The Health Institute, New England Medical Center, Boston, Massachusetts. — 1993. — 251 p.

21. Siegrist J., Starke D., Chandola T. et al. // Social Science and Medicine. — 2004. — Vol. 58 (8). — P. 1483–1499.

22. Stansfeld S., Candy B. // Scand J Work Environ Health. — 2006. — Vol. 32 (6). — P. 443–462.

23. Stansfeld S.A., Shipley M.J., Head J. et al. // PLoS One. — 2013. — Vol. 8 (11). — e81115. doi: 10.1371/journal.pone.0081115.

24. Statistica, v. 6.0 (StatSoft, Inc., 2001). www.statsoft.com.

25. Streiner D.L., Norman G.R. Health measurement scales. A practical guide to their development and use. Oxford University Press, 2001. — 231 p.

26. Stress prevention at work checkpoints: Practical improvements for stress prevention in the workplace. — Geneva, International Labor Organization, 2012. — 137 p.

27. Theories of organizational stress / Ed. by C.L. Cooper. — Oxford University Press, 2000. — 275 p.

Поступила 12.03.2015

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

- Фатхутдинова Лилия Минвагизовна (Fatkhutdinova L.M.),  
Зав. каф. гиг. мед. труда, д-р мед. наук, проф. E-mail: liliya.fatkhutdinova@gmail.com.
- Леонтьева Евгения Александровна (Leontyeva E.A.),  
асп. каф. гиг. мед. труда. E-mail: leonteva\_evgenia@mail.ru.



Новицкая В.П., Булыгин Г.В.

**ОЦЕНКА АНТРОПОЭКОЛОГИЧЕСКОГО НАПРЯЖЕНИЯ У РАБОЧИХ ПРИ ДОЛГОВРЕМЕННОЙ АДАПТАЦИИ К УСЛОВИЯМ СЕВЕРА И ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА**

ФГБУ «Научно-исследовательский институт медицинских проблем Севера» СО РАМН, ул. Партизана Железняка, 3г, Красноярск, РФ, 660022

Приведены результаты оценки уровня антропоэкологического напряжения в динамике долговременной адаптации рабочих к условиям Севера и промышленного производства методом корреляционной адиптометрии. Определены его периоды и типы динамики. Интегральный показатель степени антропоэкологического напряжения — корреляционный граф (G) — отражает структуру взаимосвязей показателей метаболизма лейкоцитов и уровень функционирования иммунной системы не только в динамике долговременной адаптации к экстремальным условиям Севера в полярный день, но и с различием групп рабочих разных производств. Динамика величины G у рабочих производств без вредных факторов указывает на выход из состояния перенапряжения в состояние адаптированности, а у рабочих промышленного производства никеля состояние перенапряжения возрастает с ростом северного и производственного стажа. Совместное действие факторов никелевого производства с физическими факторами Севера, обуславливает переориентирование метаболических процессов в сторону катаболических реакций и в результате повышение уровня заболеваемости рабочих металлургического производства.

**Ключевые слова:** Север; никель; лейкоциты; метаболизм; корреляционная адиптометрия; металлургическое производство

Novitzkaya V.P., Bulygin G.V. **Evaluation of anthro-ecologic stress in workers during long-term adaptation to northern and industrial conditions.** Scientific Research Institute of Medical Problems of the North, 3d, Partizan Zheleznyak str., Krasnoyarsk, Russian Federation, 660022

The authors used correlation adaptometry and presented results of evaluating anthro-ecologic stress level during long-term adaptation of workers to northern and industrial conditions. Periods and dynamic types of the stress were determined. Integral parameter of anthro-ecologic stress degree — correlation graph (G) — demonstrates structure of relationships of WBC metabolism parameters and immune system functional level not only during long-term adaptation to extreme conditions of North in polar day, but with differences between groups of workers engaged into various industries. Changes of G value in workers not exposed to occupational hazards shows recovery of overstrain into adaptation, but in workers engaged into nickel production the overstrain state increases with longer length of service in North. Combined effect of nickel production hazards and physical factors of North causes orientation of metabolic processes to catabolism and therefore increased morbidity among metallurgic enterprise workers.

**Key words:** North; nickel; WBC; metabolism; correlation adaptometry; metallurgic industry

Исследование процесса адаптации человека к новым экологическим условиям в настоящее время сохраняет свою актуальность в связи с усиливающимися миграционными процессами населения и со значительными антропогенными изменениями окружающей среды. Напряженное функционирование различных систем организма в изменившихся условиях проживания, направленное на сохранение гомеостаза, называют антропоэкологическим напряжением [5], которое, в свою очередь, может перейти в некомпенсированное состояние антропоэкологического утомления с развитием «экологически зависимых болезней».

Экстремальные условия Крайнего Севера с наличием непривычной для человека фотопериодичностью, очень низкими температурами на протяжении большей части года могут способствовать формированию антропоэкологического напряжения и утомления. В последние годы выявлено, что изменения длительно-

сти светового дня существенным образом сказываются на большинстве функций организма и на скорости его старения, что опосредовано подавлением светом продукции мелатонина эпифизом [1].

Техногенные изменения окружающей среды в промышленных городах Заполярья вносят дополнительный вклад в комплекс отрицательных воздействий на человека. Город Норильск является крупным промышленным центром, в котором расположены предприятия, связанные с производством меди и никеля.

Общеизвестно, что антропогенное поступление тяжелых металлов в окружающую среду представляет значительную угрозу для здоровья населения. Несмотря на то, что никель является необходимым микроэлементом для обеспечения метаболизма и жизнедеятельности организма, по данным ВОЗ он включен в официальный список экотоксикантов, обладающих канцерогенными свойствами [3,7]. Высокая токсич-

ность никеля объясняется тем, что он медленно выводится из организма и способен депонироваться в паренхиматозных органах [3,7].

Иммунная система как одна из важнейших гомеостатических систем является индикатором адаптационных возможностей организма [5,13]. Клеточные элементы крови как компоненты иммунной системы участвуют в адаптивных реакциях, в том числе и к условиям Крайнего Севера [2,13]. Уровень функционирования иммунной системы поддерживается механизмами нейро-эндокринной регуляции в результате изменения как внутрисистемных, так и межсистемных взаимосвязей клеток крови [4,8]. В качестве интегрального показателя оценки степени антропоэкологического напряжения выбраны корреляционные связи системы метаболических параметров лейкоцитов крови.

При сравнительном анализе популяций и групп, находящихся в различных экологических условиях, получен эффект: наибольшую информацию о степени адаптированности популяции к экстремальным или просто изменившимся условиям несут корреляции между физиологическими параметрами [4,9–11].

Исследования механизмов долговременной адаптации к неблагоприятным факторам северной среды и одновременно к специфическим факторам металлургического производства единичны и не отражают всю сложность формирования приспособительных реакций организма. В настоящее время проблема раннего выявления и профилактики производственно обусловленных заболеваний является одним из приоритетных направлений в медицине труда [12]. Предпринята попытка исследования адаптационных реакций у рабочих путем динамики корреляционных взаимодействий в системе метаболических показателей лейкоцитов.

**Цель исследования** — оценить степень антропоэкологического напряжения у рабочих при долговременной адаптации к экологическим условиям Крайнего Севера и промышленного производства методом корреляционной адаптометрии.

**Материалы и методы.** Исследования проведены в период полярного дня (июнь) в г. Норильске. Объектом исследования явились рабочие (мужчины) промышленных предприятий г. Норильска ( $n=264$ ) в возрасте 20–39 лет. Основную группу составили рабочие ( $n=144$ ) металлургического производства (цех электролиза никеля), на котором наряду с экологическими факторами Севера на организм воздействуют специфические факторы: гидроаэрозоли солей никеля, пары серной кислоты, хлор и другие. В качестве группы сравнения обследованы рабочие ( $n=120$ ) других предприятий, на которых не выявлены вредные факторы производства — Таймырского госпромхоза и Норильского рыбозавода (грузчики, плотники, экипажи рыболовецких судов). Группы были сопоставимы по возрасту и стажу работы. Каждая группа состояла из практически здоровых мужчин, не имеющих хронических заболеваний, не подвергавшихся вакцинации и не

болевших чем-либо последние 2 месяца. Стаж их работы на предприятиях и стаж их проживания на Севере были одинаковы. Рабочие разных производств были разделены на группы по длительности жизни и работы в условиях Севера: до 1 года; от 1 года до 3 лет; 3–5 лет; 5–10 лет; свыше 10 лет и родившиеся на Севере. Проводился учет частоты заболеваемости (ЧЗ) по их амбулаторным картам.

В лейкоцитах периферической крови рабочих всех групп цитохимическим методом определялась активность ферментов — маркеров различных метаболических путей: энергетических реакций цикла Кребса — сукцинатдегидрогеназа лимфоцитов (1.3.99.1., СДГ) и глицерофосфатного шунта, соединяющего гликолиз с циклом Кребса — глицерол-3-фосфатдегидрогеназа лимфоцитов (1.1.99.5., ГЗФДГ); для суждения об активности аминоксидазного пути окисления биогенных моноаминов в лимфоцитах — моноаминоксидаза (1.4.3.4., МАО); катаболизма — неспецифическая кислая фосфатаза лимфоцитов и нейтрофилов (3.1.3.2., КФл и КФн) и неспецифическая щелочная фосфатазы нейтрофилов (3.1.3.1., ЩФ); липидного обмена — содержание фосфолипидов (ФЛ) в нейтрофилах.

Для обработки результатов исследования применялся пакет программ «Statistika 6.0». Определялось количество достоверных корреляционных связей между ферментными показателями лейкоцитов, содержанием в них ФЛ и ЧЗ обследованных по данным ранговой корреляции Спирмена в общем числе рассмотренных коэффициентов корреляции ( $r$ ) и степень выраженности этих связей. Степень связности параметров оценивалась по методу корреляционной адаптометрии с помощью веса корреляционного графа ( $G$ ), рассчитываемого как сумма достоверных коэффициентов парной корреляции:

$$G = \sum |r_{ij}|, |r_{ij}| \leq 0,5,$$

где  $r_{ij}$  — коэффициент корреляции между  $i$ -м и  $j$ -м показателями. Принимались во внимание только достоверные коэффициенты корреляции ( $p < 0,05$  и выше) [4].

**Результаты исследования.** Результаты исследования взаимосвязей показателей активности ферментов лейкоцитов периферической крови при долговременной адаптации рабочих к факторам металлургического производства и северной среды представлены в табл. 1.

Изучение динамики антропоэкологического напряжения по весу корреляционного графа в основной группе рабочих (цех электролиза никеля) позволяет увидеть следующие закономерности (табл. 1). Неблагоприятное воздействие производственной среды на рабочих основной группы, живущих на Севере менее 1 года, процесс адаптации начинается с более высоких показателей веса корреляционного графа ( $G=2,396$ ), чем у рабочих группы сравнения ( $G=2,021$ ).

С увеличением северного и производственного стажа рабочих основной группы (у лиц, живущих на Севере 1–3 года) скоррелированность показателей растет ( $G=2,567$ ), а в группе лиц, живущих на Севере

3–5 лет, — падает до  $G=2,041$ . У рабочих цеха электролиза никеля, живущих на Севере 5–10 лет, свыше 10 лет и с рождения снова происходит повышение скоррелированности показателей. Максимальное значение веса корреляционного графа отмечается в группе лиц живущих на Севере с рождения ( $G=3,086$ ).

У рабочих группы сравнения (табл. 1) в ходе первых 10 лет адаптации к Северу возрастает степень антропоэкологического напряжения по весу корреляционного графа. Наибольших значений корреляционный граф достигает в группе рабочих, проживших на Севере 5–10 лет ( $G=4,259$ ). Затем с ростом северного и производственного стажа у лиц, проживших на Севере свыше 10 лет и родившихся там, наступает состояние адаптированности — напряжение падает, вес корреляционного графа снижается до  $G=1,216$  и  $G=1,309$  соответственно.

Во всех изучаемых группах выявлены повышенные значения веса корреляционного графа по координиро-

ванности метаболических процессов в лейкоцитах крови рабочих разных производств, которые отражают высокую степень антропоэкологического напряжения при адаптации к экологическим и производственным условиям среды. Существование эффекта повышения корреляций между физиологическими параметрами при увеличении адаптационной нагрузки подтверждают литературные данные [4,9–11]. Механизмы данных соотношений могут быть объяснены изменением генетико-гормональной регуляции активности ферментных систем на каждом этапе долговременной адаптации организма к экологическим условиям Севера, что доказано многими исследованиями [2,14]. В период полярного дня в качестве фактора, способного модифицировать активность ферментов и структуру взаимосвязей, может выступать система гипофиз-кора надпочечников [2].

Другие закономерности выявлены при рассмотрении качественного состава корреляционных связей из-

Таблица 1

### Корреляционная зависимость показателей метаболизма лейкоцитов рабочих при долговременной адаптации к условиям Севера и промышленного производства

Стаж	Рабочие разных производств					
	Основная группа (цех электролиза никеля)			Группа сравнения		
	Показатели	r	G	Показатели	r	G
До 1 года	ГЗФДГ-ЩФ	-0,543	2,396	СДГ-ГЗФДГ	0,638	2,021
	МАО-ЩФ	0,537		СДГ-КФн	0,785	
	КФл-КФн	0,728		ГЗФДГ-КФн	0,598	
	КФн-ЧЗ	-0,588				
1–3 года	СДГ-ГЗФДГ	0,515	2,567	СДГ-КФн	0,572	3,18
	КФл-КФн	0,618		СДГ-ЧЗ	0,797	
	КФл-ЧЗ	-0,708		ГЗФДГ-МАО	0,591	
	КФн-ЧЗ	-0,726		ГЗФДГ-КФн	0,617	
3–5 лет	СДГ-МАО	0,566	2,041	КФн-ЧЗ	0,603	3,629
	КФл-КФн	0,941		СДГ-ГЗФДГ	0,878	
	ЩФ-ФЛ	-0,534		СДГ-КФн	0,831	
				ГЗФДГ-КФн	0,708	
				КФл-КФн	0,640	
5–10 лет	КФл-КФн	0,565	2,377	ФЛ-ЧЗ	-0,572	4,259
	КФл-ФЛ	-0,640		СДГ-ГЗФДГ	0,686	
	КФн-ФЛ	-0,558		МАО-ЩФ	-0,623	
	КФн-ЧЗ	-0,614		КФл-КФн	0,812	
				КФл-ЩФ	0,580	
Свыше 10 лет	ГЗФДГ-ЩФ	-0,540	2,395	КФн-ЩФ	0,803	1,216
	МАО-КФл	0,528		КФн-ЧЗ	-0,755	
	МАО-КФн	0,684		СДГ-ГЗФДГ	0,611	
	КФл-ЧЗ	-0,643		СДГ-МАО	0,605	
С рождения	СДГ-ГЗФДГ	0,784	3,086	СДГ-ЩФ	0,732	1,309
	МАО-КФл	-0,613		КФн-ЩФ	-0,577	
	МАО-КФн	-0,516				
	МАО-ФЛ	0,616				
	КФн-ЧЗ	0,557				

Примечание: r - коэффициент корреляции ( $p < 0,05$ ); G - корреляционный граф.

ученных параметров по группам обследованных лиц. По их характеру можно заключить, что в основной группе рабочих цеха электролиза никеля, живущих менее 1 года в Заполярье, большинство корреляций — межклеточные, между показателями активности ферментов энергетического обмена в лимфоцитах и катаболического в лимфоцитах и нейтрофилах. Связи показателей активности ферментов лимфоцитов ГЗФДГ и MAO с ЩФ нейтрофилов отражают влияние на энергетическую и регуляторную систему лимфоцитов изменений катаболического обмена в нейтрофилах, имеющего алкалитическую направленность. Появление сильной отрицательной связи КФн — ЧЗ ( $r = -0,588$ ) свидетельствует о влиянии факторов металлургического производства на повышение в этот период частоты заболеваемости рабочих основной группы при низком уровне активности кислой фосфатазы нейтрофилов [16].

У рабочих группы сравнения с таким же северным стажем (менее 1 года) связей активности ферментов с показателем ЧЗ нет. В этой группе выявляются корреляции между ферментами, отражающие синхронизацию энергопродуцирующих и катаболических реакций в лимфоцитах и нейтрофилах — СДГ—КФн и ГЗФДГ—КФн.

Кроме того, определяются отрицательные связи КФл—ЧЗ и КФн—ЧЗ. Выявленные ранее более низкие показатели активности ферментов энергетического и катаболического обмена [8], вероятно, ограничивают функциональные возможности клеток иммунной системы, а сниженная активность лейкоцитов является фактором предрасположенности к частому возникновению заболеваний. Наблюдаемые изменения связей свидетельствует о вероятном увеличении в крови факторов, обладающих способностью к их модификации [16].

При повышении северного стажа и времени работы в условиях металлургического производства до 3–5 лет выявлены признаки снижения напряжения механизмов адаптации — количество связей между показателями метаболизма лейкоцитов наименьшее. Связь СДГ— MAO в лимфоцитах отражает сопряженность энергетических и регуляторных реакций. Отрицательная корреляция ЩФ—ФЛ в нейтрофилах свидетельствует о повышении деструктивных процессов в мембранах этих клеток при повышении катаболиче-

ских реакций, имеющих алкалитическую направленность. Тесная корреляционная зависимость в паре КФл и КФн, в этот период и в других группах рабочих цеха электролиза никеля (основная группа), проживших на Севере менее 1 года, 1–3 лет, 3–5 лет и 5–10 лет, вероятно, обусловлена конкурентными отношениями этих ферментов за совместно используемые концентрации субстратов.

Исследование взаимозависимостей показателей лейкоцитов у рабочих группы сравнения показало, что с ростом северного и производственного стажа (1–3 лет и 3–5 лет) повышается количество корреляционных связей. Сохраняется часть связей, отмеченных в предыдущей группе, а появление новых СДГ — ЧЗ, КФн — ЧЗ и ФЛ — ЧЗ свидетельствует, что увеличение длительности воздействия северной среды повышает частоту заболеваемости рабочих, обусловленную, прежде всего, низким уровнем энергетических, катаболических и пластических реакций в клетках иммунной системы [8,9].

В основной группе рабочих цеха электролиза никеля при северном стаже (5–10 лет) вновь возникают признаки напряжения адаптационных механизмов, что отражает отрицательные корреляции между показателями катаболического (КФл и КФн) и пластического обмена (ФЛ). Низкая активность фосфатаз способствует активизации деструктивных процессов в мембранах клеток иммунной системы, что повышает частоту заболеваемости обследованных лиц.

Более неблагоприятная картина наблюдалась в иммунокомпетентных клетках крови рабочих группы сравнения, живущих на Севере 5–10 лет. Судя по представленным в табл. 1 величинам, в этот период определяется максимальное количество корреляционных связей как внутриклеточных, так и межклеточных, свидетельствующих о высокой степени антропоэкологического напряжения организма в этот период. Сохраняются связи, отмеченные в предыдущей группе: СДГ—ГЗФДГ и КФл—КФн. Отрицательная связь MAO—ЩФ отражает то, что при повышении уровня моноаминов ингибируется активность ЩФ и возможен апоптоз нейтрофилов [16]. Повышается сопряженность катаболических реакций (КФл—ЩФ и КФн—ЩФ) и как следствие уровень заболеваемости (КФн— ЧЗ).

Корреляционные взаимоотношения метаболических параметров в лейкоцитах рабочих цеха электро-

Таблица 2

**Количество острых заболеваний в год у рабочих при долговременной адаптации к условиям Севера и промышленного производства ( $M \pm m$ )**

Группа рабочих	Длительность жизни на Севере и производственный стаж					
	до 1 года	от 1 до 3 лет	от 3 до 5 лет	от 5 до 10 лет	свыше 10 лет	с рождения
Основная группа (цех электролиза никеля); n=24	** 1,80±0,44	*** 1,50±0,28	** 1,31±0,26	** 1,22±0,23	* 1,15±0,22	1,25±0,21
Группа сравнения; n=20	0,35±0,15	0,21±0,10	0,35±0,13	0,45±0,13	0,60±0,14	0,70±0,20

Примечания: достоверность различий между группами: \* —  $p < 0,05$ ; \*\* —  $p < 0,01$ ; \*\*\* —  $p < 0,001$ , n — количество лиц в группе, ( $M \pm m$ ) — средняя статистическая величина и ошибка средней.

лиза никеля, проживших на Севере свыше 10 лет, имели другую специфичность. В данной группе рабочих обратная связь между активностью ГЗФДГ и ЩФ указывает на то, что торможение работы глицерофосфатного «челночного» шунта в лимфоцитах взаимосвязано с активацией катаболических реакций в нейтрофилах. Связи MAO–КФл и MAO–КФн отражают влияние уровня моноаминов на активность гидролитических ферментов лизосом в лимфоцитах и нейтрофилах [15]. Низкий уровень энергопродуцирующих и катаболических реакций в лимфоцитах являются обоснованием повышения частоты заболеваемости в этой группе (отрицательная связь КФл–ЧЗ).

У рабочих групп сравнения с увеличением длительности проживания на Севере (свыше 10 лет и с рождения) происходит формирование более экономных механизмов адаптации. В эти периоды в 3 раза уменьшается количество корреляционных связей относительно группы рабочих, живущих на Севере 5–10 лет. Характер выявленных связей между ферментами «флавинового кольца» (СДГ–ГЗФДГ, СДГ–MAO) отражает повышение координации энергетических и регуляторных реакций в лимфоцитах рабочих, живущих на Севере более 10 лет.

У лиц, родившихся в этих экологических условиях, корреляция между активностью СДГ лимфоцитов и ЩФ нейтрофилов позволяет сделать вывод об определенной функциональной сопряженности клеточного и фагоцитарного звена иммунитета. В нейтрофилах рабочих данной группы при повышении активности КФ будет снижена активность ЩФ (обратная связь КФн–ЩФ).

Еще более сложные процессы определяют конфигурацию корреляционных связей у рабочих цеха электролиза никеля, родившихся на Севере. Тесная связь двух митохондриальных ферментов лимфоцитов СДГ и ГЗФДГ отражает усиление энергопродуцирующих реакций и конкуренцию двух флавиновых ферментов за кофактор. Связи MAO–КФл, MAO–КФн, выявленные в предыдущей группе, сохраняются, но становятся отрицательными. В этот период определяется связь между липидами, несущими структурную функцию (ФЛ) в нейтрофилах, и обменом моноаминов (MAO) в лимфоцитах. Традиционный характер взаимоотношений отражает связь активности ферментов катаболического обмена в нейтрофилах (КФн–ЧЗ) с частотой заболеваемости рабочих цеха электролиза никеля.

При сравнении частоты случаев заболеваний рабочих цеха электролиза никеля и рабочих, не имеющих вредных факторов производства, обнаружено, что у рабочих основных групп среднее число случаев заболеваний в год значительно выше, чем у рабочих групп сравнения (табл. 2). Активное воздействие на организм факторов никелевого производства и факторов Севера, обуславливая комбинированное действие, создают эффекты потенцирования, изменения иммунного статуса и нарушения метаболических процессов, увеличивая уровень заболеваемости.

Используемый в работе метод корреляционной адаптометрии позволил выявить периоды, динамику и степень антропоэкологического напряжения у рабочих, а также изменение структуры и качества корреляционных связей между показателями метаболизма лейкоцитов при долговременной адаптации к экологическим и производственным условиям.

#### **Выводы:**

1. Показатель скоррелированности параметров метаболизма лейкоцитов может быть использован для интегральной оценки степени антропоэкологического напряжения при долговременной адаптации к условиям Севера и металлургического производства.

2. В группе рабочих цеха электролиза никеля динамика антропоэкологического напряжения организма определяется в виде ступенчатого процесса: повышение напряжения приходится на стаж до 3 лет и свыше 10 лет, а наименьшее — в период 3–5 лет жизни на Севере.

3. Динамика долговременной адаптации рабочих производств без вредных факторов имеет зигзагообразный характер и указывает на нарастание антропоэкологического напряжения к периоду 5–10 лет, а затем на его снижение в группах лиц, свыше 10 лет и с рождения живущих на Севере.

4. У рабочих основной группы совместное действие факторов металлургического производства с физическими факторами Севера обуславливает переориентирование метаболических процессов лейкоцитов в сторону катаболических реакций и, как результат, повышение уровня заболеваемости.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (см. REFERENCES стр. 15–16)**

1. Анисимов В.Н. // Успехи физиол. наук. — 2008. — Т. 39. — №4. — С. 40–65
2. Бойко Е.Р., А.В. Козловская А.В. // Физиол. человека. — 2005. — Т. 11. — №6. — С. 49–53.
3. Борисенкова Р.В., Гвоздева Л.А., Луценко Л.А. // Мед. труда и пром. эколог. — 2001. — №1. — С. 27–30.
4. Горбань А.Н., Манчук В.Т., Петушкова Е.В. // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. — Л.: Гидрометеоздат, 1987. — Т. 10. — С. 187–198.
5. Казначеев В.П. Учение В.И. Вернадского о биосфере и ноосфере. — М.: Либроком, 2010. — 250 с.
6. Карманова И.В., Разжевайкин В.Н., Шпитонков М.И. // Докл. Академии наук. — 1996. — Т. 346. — №3. — С. 424–426.
7. Литатов Г.Я., Адриановский В.И., Петрова О.А. // Мед. труда и пром. экология. — 2007. — №3. — С. 35–39.
8. Метаболические основы регуляции иммунного ответа / Бульгин Г.В., Камзалакова Н.И., Андрейчиков А.В. — Новосибирск: Изд-во СО РАМН, 1999. — 346 с.
9. Новицкая В.П., Бульгин Г.В. // Вестн. Красноярского гос. аграрного ун-та. — 2013. — №6. — С. 181–186.
10. Полонская М.Г. Исследование динамики корреляционных связей между физиологическими параметрами на разных стадиях патологического процесса: автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук. — Красноярск, 1992. — 18с.

11. Применение метода корреляционной адаптометрии в медикобиологических задачах. Исследование операций (модели, системы, решения). / Разжевайкин В.Н., Шпитонков М.И., Герасимов А.Н. — М.: ВЦ РАН, 2002. — С. 5155.

12. Профессиональная патология: национальное руководство / под ред. Н.Ф. Измерова. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011. — 784 с.

13. Роль иммунной системы в выборе адаптационной стратегии организма. / Волчегорский И.А., Долгушин И.И., Колесников О.Л. и др. — Челябинск. 1998. — 211 с.

14. Шварева Н.В. // Физиол. человека. — 1990. — Т. 16. — №2. — С. 90–97.

#### REFERENCES

1. Anisimov V.N. // Uspekhi fiziol. Nauk. — 2008. — Vol 39. — 4. — P. 40–65 (in Russian).

2. Boyko E.R., A.V. Kozlovskaya A.V. // Fiziologiya cheloveka. — 2005. — Vol 11. — 6. — P. 49–53 (in Russian).

3. Borisenkova R.V., Gvozdeva L.L., Lutsenko L.A. // Industr. med. — 2001. — 1. — P. 27–30 (in Russian).

4. Gorban' A.N., Manchuk V.T., Petushkova E.V. Problems of ecologic monitoring and ecosystems modelling. — Leningrad: Gidrometeoizdat, 1987. — Vol 10. — P. 187–198 (in Russian).

5. Kaznacheev V.P. Concept of V.I. Vernadskyi on biosphere and noosphere. — Moscow: Librokom, 2010. — 250 p. (in Russian).

6. Karmanova I.V., Razzhevaykin V.N., Shpitionkov M.I. // Doklady Akademii nauk. — 1996. — Vol 346. — 3. — P. 424–426 (in Russian).

7. Lipatov G.Ya., Adrianovskiy V.I., Petrova O.A. // Industr. med. — 2007. — 3. — P. 35–39 (in Russian).

8. Bulygin G.V., Kamzalakova N.I., Andreychikov A.V. Metabolic basis of immune response regulation. — Novosibirsk: Izdvo SO RAMN, 1999. — 346 p. (in Russian).

9. Novitskaya V.P., Bulygin G.V. // Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. — 2013. — 6. — P. 181–186 (in Russian).

10. Polonskaya M.G. Studies of changed correlation links between physiologic parameters on various stages of pathologic process: diss. — Krasnoyarsk, 1992. — 18 p. (in Russian).

11. Razzhevaykin V.N., Shpitionkov M.I., Gerasimov A.N. Use of correlation adaptometry method in medical and biologic tasks. Studies of operations (models, systems, solutions) . — Moscow: VTs RAN, 2002. — 5155 (in Russian).

12. N.F. Izmerov, ed. Occupational diseases / National manual. — Moscow: Geotar-Media, 2011. — 784 p. (in Russian).

13. Volchegorskiy I.A., Dolgushin I.I., Kolesnikov O.L., et al. Role of immune system in choice of adaptational strategy. — Chelyabinsk, 1998. — 211 p. (in Russian).

14. Shvareva N.V. // Fiziologiya cheloveka. — 1990. — Vol 16. — 2. — P. 90–97 (in Russian).

15. Bortolato M., Chen K., Shih J.C. // Adv. Drug Deliv. Rev. — 2008. — №. 60. — P. 1527–1533.

16. Van Ooijen A.M., Van Marken Zichtenbelt W.D., Steenhoven A.A. // Phisiol. Behav. — 2004. — Vol. 82. — №2. — P. 545–553.

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Новицкая Валентина Петровна (Novitskaya V.P.),

вед. науч. сотр. лаб. клинич. мембранологии и иммунохимич. мет. иссл. ФГБУ «НИИ мед. проблем Севера СО» РАМН, д-р биол. наук. E-mail: val\_nov23@mail.ru.

Булыгин Геннадий Викторович (Bulygin G.V.),

вед. науч. сотр. лаб. клинич. мембранологии и иммунохимич. мет. иссл. ФГБУ «НИИ мед. проблем Севера СО» РАМН, д-р мед. наук, проф. E-mail: gen-vikt@mail.ru.

УДК 616-7:616.7

Бывальцев В.А.<sup>1,2,3,4</sup>, Калинин А.А.<sup>1,2,3</sup>**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИНИМАЛЬНО-ИНВАЗИВНЫХ МЕТОДИК РИГИДНОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА У РАБОТНИКОВ ОАО «РЖД»**<sup>1</sup>НУЗ «Дорожная клиническая больница на станции Иркутск-Пассажирский ОАО «РЖД»», ул. Боткина, 10, Иркутск, РФ, 664005;<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет», ул. Красного восстания, 1, Иркутск, РФ, 664003;<sup>3</sup>ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии», ул. Борцов Революции, 1, Иркутск, РФ, 664003;<sup>4</sup>ГБОУ ДПО «Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования» Минздрава РФ, мкр Юбилейный, 100, Иркутск, РФ, 664049

Для улучшения результатов лечения и быстрого восстановления трудоспособности пациентов с дегенеративным стенозом позвоночного канала поясничного отдела позвоночника использованы новые минимально-инвазивные способы ригидного спондилодеза. Проведена оценка клинической эффективности и анализ восстановления трудоспособности 77 работников ОАО «РЖД» при использовании минимально-инвазивных методик ригидной стабилизации поясничного отдела позвоночника.

**Ключевые слова:** стеноз позвоночного канала; поясничный отдел позвоночника; дегенеративное поражение межпозвонокового диска; декомпрессия; TLIF; ригидная межостистая стабилизация; транспедикулярная стабилизация; фасеточная фиксация

Byvaltsev V.A.<sup>1,2,3,4</sup>, Kalinin A.A.<sup>1,2,3</sup> **Use of minimally invasive methods of rigid stabilization of lumbar spine in workers of OJSC «RZhD».** <sup>1</sup>Railway Clinical Hospital, at Irkutsk-Passenger Station of «Russian Railways», 10, Botkina str., Irkutsk, Russian Federation, 664005; <sup>2</sup>Irkutsk State Medical University, 1, Krasnogo vosstaniya str., Irkutsk, Russian Federation, 664003; <sup>3</sup>Irkutsk Scientific Center for Surgery and Traumatology, 1, Bortsov Revolutsii str., Irkutsk, Russian Federation, 664003; <sup>4</sup>Irkutsk State Medical Academy of Postgraduate Education, Yubileyny md., 100, Irkutsk, Russian Federation, 664049

To improve results of treatment and restore ability to work in patients with degenerative vertebral canal stenosis in lumbar spine, the authors used new minimally invasive methods of rigid spondylosyndesis. Clinical efficiency and recovery of ability to work were evaluated in 77 workers of OJSC «RZhD» subjected to minimally invasive methods of rigid stabilization of lumbar spine.

**Key words:** vertebral canal stenosis; lumbar spine; degenerative disorder of intervertebral disc; decompression; TLIF; rigid interspinal stabilization; transpedicular stabilization; facet fixation

**Введение.** В настоящее время одной из актуальных проблем современной вертебрологии является исследование клинической эффективности применения минимально-инвазивных способов оперативных вмешательств при стенозе позвоночного канала поясничного отдела позвоночника [3,4,7,15].

По мнению ряда авторов, неблагоприятные клинические исходы декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств напрямую зависят от интраоперационного повреждения мышечно-связочного аппарата при доступе, формирования послеоперационных интраканальных рубцово-спаечных изменений, что приводит к значительному увеличению длительности временной утраты трудоспособности за счет сохране-

ния выраженного вертеброгенного болевого синдрома [1,4,18,24].

Таким образом, поиск новых технологических решений для улучшения результатов лечения пациентов со стенозом позвоночного канала направлен на разработку оперативных вмешательств, позволяющих выполнить оптимальную декомпрессию нервных структур и эффективную стабилизацию оперированного сегмента с минимальной травматизацией паравертебральных мягких тканей.

**Цель работы:** провести оценку клинической эффективности и анализ восстановления трудоспособности работников ОАО «РЖД» при использовании минимально-инвазивных методик ригидной стабилизации поясничного отдела позвоночника.

**Материал исследования.** За период с 2010–2016 гг. в центре Нейрохирургии НУЗ Дорожной клинической больницы на ст. Иркутск-Пассажирский ОАО «РЖД» 482 пациентам — работникам ОАО «РЖД» осуществлена ригидная стабилизация позвоночно-двигательного сегмента при дегенеративных заболеваниях поясничного отдела позвоночника.

Всего в исследование включены 77 пациентов с одноуровневым стенозом позвоночного канала поясничного отдела позвоночника, соответствующие критериям включения и не имеющие критериев исключения, в качестве которых использованы показания и противопоказания к выполнению операции по поводу стеноза позвоночного канала.

Критерии включения:

- сужение позвоночного канала менее 15 мм (по результатам компьютерной томографии);
- грыжа или протрузия межпозвонкового диска, сужающая межпозвонковые отверстия или позвоночный канал на уровне L<sub>II</sub>-L<sub>III</sub>, L<sub>III</sub>-L<sub>IV</sub>, L<sub>IV</sub>-L<sub>V</sub>, L<sub>V</sub>-S<sub>I</sub> (по данным нейровизуализации);
- ЭНМГ-подтверждающие результаты компрессии нервных структур.

Критерии исключения:

- любая сопутствующая патология в стадии декомпенсации;
- наличие рентгенологических признаков нестабильности позвоночно-двигательного сегмента.

Все пациенты имели длительный болевой синдром, устойчивый к консервативным методам лечения в течение 2 месяцев. Структура и подразделения респондентов, включенных в исследование, отражена в табл. 1.

Таблица 1

**Принадлежность пациентов к подразделениям ОАО «РЖД»**

Число пациентов, n, %	Должность
2 (2,6%)	Начальник сектора
21 (27,3%)	Машинист электровоза
17 (22,1%)	Помощник машиниста электровоза
14 (18,2%)	Осмотрщик вагонов
16 (20,8%)	Монтер пути
7 (9%)	Обслуживающий персонал

Вмешательства проводились в положении пациента на животе с использованием искусственной вентиляции легких и внутривенным обезболиванием одной хирургической бригадой под флюороскопическим контролем С-дуги (Philips, Netherlands).

В первой группе (n=46) декомпрессия выполнялась из монолатерального доступа по оригинальной методике [5] в объеме односторонней парциальной фасетэктомии с последующим трансфораминальным спондилодезом кейджем Pezo-T (Ulrich Medical GmbH, Germany) и ригидной межкостистой фиксации Coflex-F (Paradigm Spine GmbH, Germany).

Во второй группе (n=31) осуществлялся типичный задне-боковой доступ по Wiltse [30] с фасетэктомией,

трансфораминальной установкой межтелового кейджа T-pal (Synthes, Switzerland), ипсилатеральной чрезкожной транспедикулярной стабилизацией системой Viper II (Synthes, Switzerland) и контрлатеральной установкой титанового кейджа «facet Wedge» (Synthes, Switzerland).

Оценка клинической эффективности проводилась до операции, при выписке и при контрольных обследованиях рекомендованных через 3, 6, 12, 18 месяцев после вмешательства на основании изучения выраженности болевого синдрома по визуально-аналоговой шкале боли (ВАШ) [2], уровня качества жизни связанного с проблемой в спине по индексу Освестри (ODI) [2], удовлетворенность результатом оперативного лечения по шкале Macnab [21] и наличию осложнений.

Статистическая обработка результатов исследования проведена с использованием Microsoft Excel и Statistica 8,0. Для оценки значимости различий выборочных совокупностей использовались критерии непараметрической статистики, в качестве нижней границы достоверности принят уровень  $p < 0,05$ . Данные представлены медианой и интерквартильным размахом в виде Me (25;75).

**Результаты исследования и их обсуждение.** Все пациенты активизировались в основном на вторые сутки после операции, при этом средняя длительность пребывания в отделении составила 9 дней, что свидетельствует о малой травматичности доступов при выполнении исследуемых декомпрессивно-стабилизирующих методик.

При катанестическом сравнении уровня болевого синдрома отмечен значительный регресс болевого синдрома в сравнении с дооперационным значением ( $p < 0,01$ ) и минимальным его уровнем в отдаленном послеоперационном периоде, что подтверждает незначимую операционную травму окружающих тканей при выполнении декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств.

При анализе качества жизни пациентов в указанные протоколом исследования сроки отмечена значительная положительная динамика в сравнении с исходной повседневной активностью ( $p < 0,01$ ) и приемлемым уровнем функционального состояния в отдаленном послеоперационном периоде, что свидетельствует о сохранении анатомо-функциональной состоятельности заднего мышечно-связочного комплекса.

При субъективной оценке пациентами результата хирургического лечения по шкале Macnab через 18 месяцев после операции получены преимущественно отличные и хорошие послеоперационные исходы в обеих группах (рис.), неудовлетворительных исходов не отмечено.

При катанестическом наблюдении (в течение 18 месяцев) на контрольных спондилограммах пациентов обеих групп миграция имплантатов, а также признаки сегментарной нестабильности не выявлены.

По результатам контрольной магнитно-резонансной томографии поясничного отдела позвоночника в



■ Отлично ■ Хорошо ■ Удовлетворительно

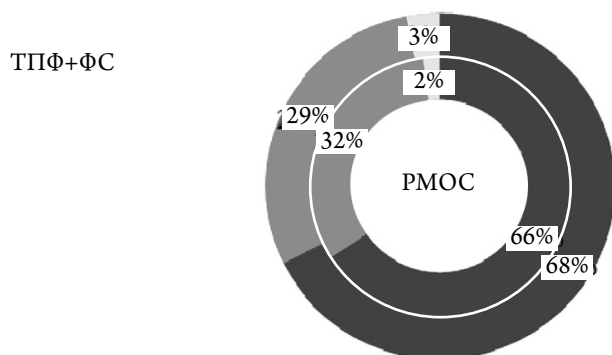


Рис. Субъективная удовлетворенность проведенной операцией по шкале Маспа в исследуемых группах пациентов в отдаленном послеоперационном периоде

отдаленном послеоперационном периоде данных о дополнительной компрессии нервных структур элементами конструкции не получено, что наиболее вероятно связано с незначимым биомеханическим стрессом при распределении осевой нагрузки на поясничный отдел позвоночника.

В ходе исследования в обеих группах не обнаружено осложнений, связанных с непосредственной установкой стабилизирующих конструкций.

При анализе трудовой реабилитации установлено, что все оперированные лица вернулись к прежней трудовой деятельности, при этом 69 (89%) пациентов восстановили свою трудоспособность спустя 2 месяца после операции.

При выполнении декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств у пациентов со стенозом позвоночного канала, основными задачами инструментальной фиксации являются формирование полноценного межтелового костного блока и эффективная стабилизация оперированных позвоночно-двигательных сегментов [1,3,4,6,10,11,17].

Трансфораминальный спондилодез, позволяющий снизить ятрогенную агрессивность доступа, риски повреждения невралных структур и развитие интраканального рубцово-спаечного процесса принято считать менее травматичным [1,4,12,23,29].

В современных литературных источниках не найдено информации об оценке клинической эффективности одновременного выполнения межтелового спондилодеза и ригидной межостистой стабилизации для лечения пациентов с дегенеративным стенозом позвоночного канала пояснично-крестцового отдела позвоночника, методика которой использовалась в первой группе пациентов.

Во второй группе исследования использовалась комбинированная дорзальная стабилизация в виде трансфораминального межтелового кейджа с установкой транспедикулярных винтов с одной стороны и фасеточного кейджа «facet Wedge» с контрлатеральной стороны. При этом, анализ биомеханической эффек-

тивности вышеупомянутого имплантата на кадаверах свидетельствует о сопоставимости в стабильности сегментов по сравнению с транспедикулярной стабилизацией и биомеханических преимуществах перед трансламинарной фасеточной фиксацией [13].

Использование межтеловой стабилизации методом установки межостистого ригидного имплантата и комбинированной транспедикулярной и фасеточной фиксации в представленных сериях наблюдений имело сопоставимые клинические результаты с уровнем болевого синдрома и качеством жизни.

После операции у всех пациентов исследуемых групп в отдаленном послеоперационном периоде отмечено статистически значимое улучшение функционального состояния, подтвержденное минимальным количеством баллов по ODI и низким уровнем болевого синдрома по ВАШ, полноценное восстановление трудоспособности в кратчайшие сроки после операции, а также рентгенологические признаки формирования полноценного межтелового спондилодеза у 91% пациентов через 18 месяцев после операции.

#### Выводы:

1. Описываемые малотравматичные способы спондилодеза при лечении пациентов с дегенеративным стенозом позвоночного канала пояснично-крестцового отдела позвоночника позволяют значительно снизить уровень болевого синдрома и значимо улучшить качество жизни пациентов в послеоперационном периоде, что способствует уменьшению сроков временной утраты нетрудоспособности.

2. Восстановление анатомических взаимоотношений в оперированных позвоночно-двигательных сегментах способствует безопасному проведению ранней активизации пациентов, уменьшению рисков интра- и послеоперационных осложнений, полноценной социальной и трудовой реабилитации работников ОАО «РЖД».

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (см. REFERENCES стр. 9–30)

1. Бывальцев В.А., Калинин А.А., Белых Е.Г. и др. Оптимизация результатов лечения пациентов с сегментарной нестабильностью поясничного отдела позвоночника при использовании малоинвазивной методики спондилодеза // *Вопр. нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко*. — 2015. — №3. — С. 45–54.
2. Бывальцев В.А., Сороковиков В.А., Белых Е.Г., Арсентьева Н.И. Использование шкал и анкет в вертебрологии // *Неврология и психиатрия им. С.С. Корсакова*. — 2011. — №9 (III). — С. 51–56.
3. Бывальцев В.А., Сороковиков В.А., Калинин А.А. и др. Сравнительный анализ результатов декомпрессивных и одномоментных декомпрессивно-стабилизирующих операций при лечении диско-радикулярного конфликта пояснично-крестцового отдела позвоночника // *Бюлл. Вост.-Сиб. НЦ Сиб. отк. РАМН*. — 2011. — №1 (80). — С. 38–43.
4. Калинин А.А., Бывальцев В.А. Взаимосвязь спондилометрических параметров с клиническим исходом хирургического лечения дегенеративного спондилолистеза при многоуровне-

вых поражениях поясничных межпозвонковых дисков // Хирургия позвоночника. — 2015. — №4. — С. 56–62.

5. Калинин А.А., Бывальцев В.А., Сороковиков В.А., Бельих Е.Г. Способ доступа к позвоночному каналу при стенозирующем поражении пояснично-крестцового отдела позвоночника. Патент № 2508909 (приоритет от 12.11.12.), зарегистрирован Бюлл. №7, 10.03.2014 г.

6. Крутько А.В. Результаты декомпрессивно-стабилизирующих операций из унилатерального доступа при стенозе позвоночного канала на поясничном уровне // Вопр. нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко. — 2012. — №2. — С. 33–41.

7. Крутько А.В. Сравнительный анализ результатов заднего межтелового спондилодеза (PLIF) и трансфораминального межтелового спондилодеза (TLIF) в сочетании с транспедикулярной фиксацией // Вестн. травматол. и ортопед. им. Н. Н. Приорова. — 2012. — №1. — С. 12–21.

8. Симонович А.Е. Применение имплантатов из пористого никелида титана в хирургии дегенеративных поражений поясничного отдела позвоночника // Хирургия позвоночника. — 2004. — №4. — С. 8–17.

## REFERENCES

1. Byval'tsev V.A., Kalinin A.A., Belykh E.G., et al. Optimization of treatment results in patients with segmentary instability of lumbar spine via low invasive method of spondylosyndesis // Voprosy neyrokhirurgii im. N.N. Burdenko. — 2015. — 3. — P. 45–54 (in Russian).

2. Byval'tsev V.A., Sorokovikov V.A., Belykh E.G., Arsent'eva N.I. Use of scales and questionnaires in vertebralogy // Nevrologiya i psikiatriya imeni S.S. Korsakova. — 2011. — 9 (III). — P. 51–56 (in Russian).

3. Byval'tsev V.A., Sorokovikov V.A., Kalinin A.A., et al. Comparative analysis of results of decompressive and single-stage decompressive stabilizing operations in treatment of disc-radix conflict in lumbosacral spine // Byulleten' Vostochno-Sibirskogo nauchnogo tsentra Sibirskogo otdeleniya RAMN. — 2011. — 1 (80). — P. 38–43 (in Russian).

4. Kalinin A.A., Byval'tsev V.A. Relations of spondylometric parameters with clinical outcome of surgical treatment of degenerative spondylolisthesis with multilevel disorders of lumbar intervertebral discs // Khirurgiya pozvonochnika. — 2015. — 4. — P. 56–62 (in Russian).

5. Kalinin A.A., Byval'tsev V.A., Sorokovikov V.A., Belykh E.G. Access method to vertebral canal in stenosing disorder of lumbosacral spine. Patent № 2508909 (priority on 12.11.12.), registered Byul. № 7, 10.03.2014 (in Russian).

6. Krut'ko A.V. Results of decompressing stabilizing operations from unilateral access for stenosis of vertebral canal at lumbar level. // Vopr. neyrokhirurgii im. N.N. Burdenko. — 2012. — 2. — P. 33–41 (in Russian).

7. Krut'ko A.V. Comparative analysis of PLIF spondylosyndesis and TLIF spondylosyndesis in association with transpedicular fixation // Vestn. travmatol. i ortoped. im. N. N. Priorova. — 2012. — 1. — P. 12–21 (in Russian).

8. Simonovich A.E. Use of porous nickel implants in surgery of degenerative disorders of lumbar spine // Khirurgiya pozvonochnika. — 2004. — 4. — P. 8–17 (in Russian).

9. Beaubien B.P., Mehdod A.A., Kallemeier P.M. et al. Posterior augmentation of an anterior lumbar interbody fusion: Minimally invasive fixation versus pedicle screws in vitro // Spine (Phila Pa 1976). — 2004. — Vol. 29. — P. E406–412.

10. Cho K.S., Kang S.G., Yoo D.S. et al. Risk factors and surgical treatment for symptomatic adjacent segment degeneration after lumbar spine fusion // J Korean Neurosurg Soc. — 2009. — Vol. 46. — P. 425–430.

11. Errico T.J., Kamerlink J.R., Quirno M., et al. Survivorship of coflex interlaminar-interspinous implant // SAS J. — 2009. — Vol. 3. — P. 59–67.

12. Harms J., Rolinger H. A one-stager procedure in operative treatment of spondylolistheses: Dorsal traction-reposition and anterior fusion (author's transl) // J Orthop Ihre Grenzgeb. — 1982. — Vol. 120. — P. 343–347.

13. Hartensuer R., Riesenbeck O., Schulze M. et al. Biomechanical evaluation of the Facet Wedge: a refined technique for facet fixation // Eur Spine J. — 2014. — Vol. 23. — P. 2321–2329.

14. Jang J.S., Lee S.H. Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion with ipsilateral pedicle screw and contralateral facet screw fixation // J Neurosurg Spine. — 2005. — Vol. 3 (3). — P. 218–223.

15. José-Antonio S.S., Baabor-Aqueveque M., Silva-Morales F. Philosophy and concepts of modern spine surgery // Acta Neurochir. — 2011. — Vol. 108. — P. 23–31.

16. Kim D.H., Jeong S.T., Lee S.S. Posterior Lumbar Interbody Fusion using Unilateral Single Cage and Local Morselized Graft // Clinics in Orthopedic Surgery. — 2009. — Vol. 1 (4). — P. 214–221.

17. Lawhorne T.W., Girardi F.P., Mina C.A. et al. Treatment of degenerative spondylolisthesis: potential impact of dynamic stabilization based on imaging analysis // Eur Spine J. — 2009. — Vol. 18. — P. 815–822.

18. Lee S.G., Park C.W., Kim W.K. Minimally Invasive Multilevel Percutaneous Pedicle Screw Fixation for Lumbar Spinal Diseases // Korean J Spine. — 2012. — Vol. 9 (4). — P. 352–357

19. Liu F., Jiang C., Cao Y. et al. Transforaminal lumbar interbody fusion using unilateral pedicle screw fixation plus contralateral translaminar facet screw fixation in lumbar degenerative diseases // Indian J Orthop. — 2014. — Vol. 48 (4). — P. 374–379.

20. Lowe T.G., Tahernia A.D., O'Brien M.F., Smith D.A. Unilateral transforaminal posterior lumbar interbody fusion (TLIF): Indications, technique, and 2-year results // J Spinal Disord Tech. — 2002. — Vol. 15. — P. 31–38.

21. Madill H. M., Brintnell E. S. G., Fitzsimmons G. W. et al. Work Related Issues in Occupational Therapy: Your Values do Count // Canadian J of Occupational Therapy. — 1986. — Vol. 53. — P. 113–118.

22. Magerl F.P. Stabilization of the lower thoracic and lumbar spine with external skeletal fixation // Clin Orthop. — 1984. — Vol. 189. — P. 125–141.

23. Mayer H.M. Minimally Invasive Spine Surgery: A Surgical Manual. 2nd ed. — Berlin: Springer, 2006. — P. 361.

24. Park Y., Ha J.W. Comparison of one-level posterior lumbar interbody fusion performed with a minimally invasive approach or a traditional open approach // Spine. — 2007. — Vol. 32. — P. 537–543.

25. Park Y., Ha J.W., Lee Y.T. et al. Surgical Outcomes of Minimally Invasive Transforaminal Lumbar Interbody Fusion for the Treatment of Spondylolisthesis and Degenerative Segmental Instability // *Asian Spine J.* — 2011. — Vol. 5 (4). — P. 228–236.

26. Pellise F., Hernandez A., Vidal X. et al. Radiologic assessment of all unfused lumbar segments 7.5 years after instrumented posterior spinal fusion // *Spine.* — 2007. — Vol. 32. — P. 574–579.

27. Regev G.I., Lee Y.P., Taylor W.R. Nerve injury to the posterior rami medial branch during the insertion of pedicle screws: comparison of mini-open versus percutaneous pedicle screw insertion technics // *Spine.* — 2009. — Vol. 34. — P. 1239–1242.

28. Tuli S.K., Eichler M.E., Woodard E.J. Comparison of perioperative morbidity in translaminar facet versus pedicle screw fixation // *Orthopedics.* — 2005. — Vol. 28. — P. 773–778.

29. Tuttle J., Shakir A., Choudhri H.F. Paramedian approach for transforaminal lumbar interbody fusion with unilateral pedicle screw fixation. Technical note and preliminary report on 47 cases // *Neurosurg Focus.* — 2006. — Vol. 20. — P. E5.

30. Wiltse L.L., Spencer C.W. New uses and refinements of the paraspinous approach to the lumbar spine // *Spine.* — 1988. — Vol. 13 (6). — P. 696–706.

Поступила 21.06.2016

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Бывальцев Вадим Анатольевич (Byvaltsev V.A.), гл. нейрохирург «ОАО РЖД», рук. центра нейрохирургии НУЗ «Дорожная клиническая больница на ст. Иркутск-Пассажирский», зав. курсом нейрохирургии ФГБОУ ВО «ИГМУ», рук. научно-клинического отд. нейрохирургии ФГБНУ «ИНЦ ХТ», проф. каф. травматологии, ортопедии и нейрохирургии ГБОУ ДПО «ИГМА», д-р мед. наук. E-mail: byval75vadim@yandex.ru.

Калинин Андрей Андреевич (Kalinin A.A.), врач-нейрохирург центра нейрохирургии НУЗ «Дорожная клиническая больница на ст. Иркутск-Пассажирский»; ассист. курса нейрохирургии ФГБОУ ВО «ИГМУ»; мл. науч. сотр. ФГБНУ «ИНЦ ХТ», канд. мед. наук. E-mail: andrei\_doc\_v@mail.ru.

УДК 613.6

Пащенко П.С.<sup>1</sup>, Плахов Н.Н.<sup>2</sup>, Сухотерин А.Ф.<sup>3</sup>

### ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ ЦИТОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЛЕЙКОЦИТОВ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ У ЛЕТЧИКОВ

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет Петра Великого», ул. Политехническая, 29, Санкт-Петербург, РФ, 195251;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена», набережная реки Мойки, 48, Санкт-Петербург, РФ, 191186;

<sup>3</sup>Филиал № 3, ФГБУ «3 Центральный военный клинический госпиталь им. А.А. Вишневского» Минобороны России, ул. Маршала Бирюзова, 1, Московская область, г. Одинцово, РФ, 143003

Представлены результаты цитохимических исследований лейкоцитов периферической крови у летчиков высокоманевренных самолетов. Установлено, что факторы полета на указанных летательных аппаратах вызывают у пилотов активацию симпатoadrenalовой и гипофизарно-надпочечниковой систем с развитием предстрессовых и стрессовых реакций. Это проявляется в повышении активности внемитохондриальных ферментов и переводе обменных процессов в клетках с митохондриального окисления на преимущественно гликолитический, что указывает на развитие клеточной гипоксии. Проявление дезадаптационных расстройств характерно преимущественно для летчиков в возрасте свыше 40 лет и со стажем летной деятельности 2000 часов и более.

**Ключевые слова:** факторы летной деятельности; стаж летной работы, летчики высокоманевренных самолетов; система «гипофиз-надпочечники»; симпатoadrenalовая система; вегетативные резервы, цитохимические показатели лейкоцитов периферической крови

Paschenko P.S.<sup>1</sup>, Plahov N.N.<sup>2</sup>, Sukhoterin A.F.<sup>3</sup> **Diagnostic value of cytochemical studies in peripheral blood WBC of pilots.** <sup>1</sup>Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University 29, Polytechnique str., St. Petersburg, Russian Federation, 195251; <sup>2</sup>Herzen Russian State Pedagogical University, 48, Moika emb., St. Petersburg, Russian Federation, 191186; <sup>3</sup>Branch No. 3, A.A. Vishnevsky 3<sup>rd</sup> Central Military Clinical Hospital, 1, Marshala Biruzova str., Odintsovo, Russian Federation, 143000

The authors presented results of cytochemical studies of peripheral blood WBC in pilots of highly maneuverable aircrafts. Findings are that flight factors in such aircrafts cause in pilots activation of sympathetic adrenal and pituitary-adrenal systems, with pre-stress and stress reactions. That is manifested by increased activity of extra-mitochondrial enzymes and transformation of cellular metabolic processes from mitochondrial oxidation to mostly glycolytic one — that suggests development of cellular hypoxia. Desadaptation disorders are characteristic mostly for pilots aged over 40 years and with length of service at least 2000 hours.

**Key words:** *pilot activity factors; length of pilot service; pilots of highly maneuverable aircrafts; "pituitary-adrenals" system; sympathetic adrenal system; vegetative resources; cytochemical parameters of peripheral blood WBC*

**Введение.** Деятельность специалистов летных профессий связана с воздействием на организм ряда факторов, которые по своим параметрам интенсивности и продолжительности действия не находят аналогов в повседневной жизни большинства людей. К таким факторам относятся, прежде всего, пилотажные перегрузки и психоэмоциональные реакции на скоротечное изменение условий полета [1,2,8]. Комбинированное воздействие указанных факторов носит, как правило, экстремальный характер, что вызывает срочную мобилизацию функциональных резервов организма пилота. Адаптация к систематическому воздействию летных нагрузок возникает путем включения неспецифических и специфических механизмов приспособления, что с увеличением стажа летной работы приводит к развитию адренкортикальной недостаточности, характерной для хронического стресса. Указанное состояние служит показателем развивающейся дезадаптации, лежащей в основе нарушения профессиональной деятельности летчика [1,2,6,8]. «Стоимость» функционального ответа и успешность адаптации к летным нагрузкам зависит от эффективности выполнения полетных заданий, стажа, состояния здоровья и возраста летчика [1,4,8].

В авиационной медицине оценочными критериями успешности формирования адаптации пилота к факторам полета служат результаты исследований функционального состояния центральной нервной, сердечно-сосудистой, дыхательной и других систем организма [1,2,8]. Однако цитохимические показатели клеток периферической крови, которые способны отражать состояние вегетативных резервов и наиболее ранние проявления неспецифической реакции [3,5,6,9], практически не используются для характеристики процесса приспособления организма пилотов к летной деятельности.

С увеличением интенсивности и расширением спектра летных нагрузок на современных высокоскоростных и высокоманевренных летательных аппаратах роль раннего выявления неблагоприятных сдвигов со стороны функциональных систем организма пилота, а также оценки успешности адаптации летчиков к профессиональной деятельности неизменно возрастает. В связи с этим актуальным является возможность применения результатов цитохимических исследований в качестве донозологических оценочных показателей функциональных резервов организма, а также их динамики в зависимости от стажа летной работы.

**Цель исследования** — на основании результатов цитохимических исследований лейкоцитов перифериче-

ской крови оценить состояние приспособительной реакции летчиков высокоманевренных самолетов в зависимости от возраста и общего времени налета.

**Материалы и методы.** В исследовании приняли участие 77 летчиков-добровольцев в возрасте от 25 до 52 лет и со стажем летной работы от 6 лет до 31 года. В группы испытуемых вошли пилоты истребительно-штурмовой авиации. В дни обследований все пилоты были допущены к выполнению полетов без ограничений.

В зависимости от возраста и общего времени налета летчики были разделены на 3 группы: в группу 1 вошли пилоты (27 человек) в возрасте 25–32 лет, общее время налета которых не превышало 1000 часов; группа 2 (31 человек) состояла из пилотов в возрасте 33–39 лет с общим летным стажем от 1000 до 2000 часов; группа 3 (19 человек) была сформирована из пилотов в возрасте от 41 года до 52 лет, имеющих время налета более 2000 часов.

Контрольную группу составили 15 военнослужащих нелетных специальностей — инженеры и техники в возрасте 27–44 лет.

Всего было произведено 234 полета в соответствии со специально разработанными полетными заданиями. Для получения результатов исходных цитохимических исследований производился забор крови из пальца натошак у всех добровольцев в утренние часы в дни, свободные от полетов.

В дни проведения полетов кровь забиралась за 20–30 минут до первого полета, а также по окончании первой летной смены как у пилотов, так и у лиц контрольной группы с проведением оценки результатов цитохимической реакции в лейкоцитах периферической крови [3,5–7].

Исследовались активность щелочной фосфатазы нейтрофилов (ЩФН), кислой фосфатазы нейтрофилов и лимфоцитов (КФН и КФЛ), активность пероксидазы нейтрофилов (ПН), содержание гликогена и липидов в нейтрофилах (ГН и ЛН), активность в лимфоцитах цитохромоксидазы (ЦХО), сукцинатдегидрогеназы (СДГ), лактатдегидрогеназы (ЛДГ) и  $\alpha$ -глицерофосфатдегидрогеназы ( $\alpha$ -ГлФДГ) с вычислением среднего цитохимического коэффициента (СЦК) [3,5,9]. Статистическая обработка проводилась с использованием пакета прикладных программ «STATGRAF».

**Результаты исследования и их обсуждение.** Результаты оценки активности ферментов лимфоцитов у испытуемых представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Активность ферментов лейкоцитов периферической крови летчиков и лиц нелетной профессии (контрольная группа), СЦК (отн. ед.)**

Показатель	Лица нелетной профессии	Группы летчиков		
		1	2	3
ЦХО	1,50±0,1	1,65±0,09	1,67±0,11	1,32±0,3*
СДГ	21,2±3,8	14,7±1,1*	11,8±1,3*	9,9±1,3*
α-ГлФДГ	15,2±1,8	14,3±1,4	17,7±1,2	19,6±1,9*
ЛДГ	13,9±2,7	16,3±2,2	16,9±1,8	18,9±1,2*
ЩФН	0,36±0,05	0,42±0,08	0,48±0,05*	0,50±0,09*
КФН	1,02±0,13	1,12±0,09	1,25±0,15	1,32±0,10*
КФЛ	1,27±0,07	1,18±0,11	1,12±0,09	0,97±0,16*
ПН	2,31±0,12	2,48±0,11	2,54±0,09*	2,82±0,10*
ГН	2,64±0,09	2,44±0,14	2,22±0,25*	1,92±0,01*
ЛН	2,44±0,14	2,56±0,12	2,60±0,10	2,78±0,11*

Примечание. \* — достоверное отличие показателя в группе летчиков по сравнению с лицами нелетной профессии ( $p \leq 0,05$ ).

Характерная связь с возрастом и стажем летной деятельности обнаруживается в повышении активности щелочной фосфатазы и пероксидазы нейтрофильных лейкоцитов у лиц 2-ой и 3-ей групп ( $p \leq 0,05$ ). На активность этих ферментов в клетках влияет уровень глюкокортикоидов в крови и состояние клеточных механизмов протекания окислительно-восстановительных процессов [5]. В связи с этим можно отметить факт повышения активности ферментов у летчиков со стажем более 1000 часов налета, что свидетельствует о напряжении механизмов клеточной адаптации со стороны фагоцитарного звена периферической крови.

Энергетическое обеспечение протекания метаболических процессов в клетках обеспечивается динамикой утилизации гликогена, что проявляется и в изменении активности щелочной фосфатазы. Достоверное снижение уровня содержания гликогена в нейтрофильных лейкоцитах наряду с увеличением активности щелочной фосфатазы в этих клетках у пилотов второй и третьей групп может указывать на ухудшение функциональной активности фагоцитов, а рост пероксидазной активности их пероксисомного аппарата — на увеличение в них перекисных соединений [5].

Литическая способность фагоцитов во многом зависит от активности кислой фосфатазы, поэтому уменьшение активности фермента в нейтрофильных лейкоцитах ( $p \leq 0,05$ ) у испытуемых 3-ей группы свидетельствует об ухудшении фагоцитарной активности клеток [5], связанной, по-видимому, с возрастом и стажем летной работы. Активность фермента в лимфоцитах периферической крови у пилотов с увеличением стажа, наоборот, уменьшается и имеет достоверно сниженный уровень у испытуемых третьей группы. Этот факт может свидетельствовать об ослаблении функции лимфоцитов в крови указанных лиц.

Анализ результатов исследований также позволил установить тенденцию к снижению активности митохондриальных ферментов (ЦХО в гранулоцитах и СДГ в лимфоцитах крови) летчиков с увеличением возраста и времени налета. Причем достоверное снижение

активности СДГ характерно для всех испытуемых независимо от стажа летной работы, что может говорить о влиянии факторов самого полета на активность фермента как показателя интенсивности клеточного катаболизма.

Активность внемитохондриальных ферментов (α-ГлФДГ и ЛДГ) с увеличением стажа летной работы, наоборот, повышалась ( $p \leq 0,05$ ), что свидетельствует об активизации процессов гликолиза в клетках [6].

Кроме абсолютных величин активности ферментов функциональное состояние клетки характеризуют относительные величины — соотношение активности ключевых ферментов клетки. Так, у обследованных добровольцев, имеющих летный стаж более 1000 часов, отношение СДГ/ЛДГ снижается преимущественно за счет уменьшения активности СДГ и составляет величину около 1,0 относительных единиц. У пилотов, имеющих налет до 1000 часов, наоборот, указанный показатель оказался повышенным до 1,8 относительных единиц, что свидетельствовало о преобладании процессов окисления в специфическом функциональном комплексе клеток — митохондриях.

Содержание липидов в лейкоцитах позволяет судить о функции липофагоцитоза — захвате этими клетками липидов из плазмы крови. Как видно из представленных в табл. 1 результатов оценки содержания в нейтрофильных лейкоцитах липидов (ЛН), их уровень по сравнению с показателем у специалистов нелетных профессий имел тенденцию к повышению у пилотов всех групп и был достоверно повышен у лиц 3-ей группы ( $p \leq 0,05$ ). Подобная реакция отражает компенсаторно-приспособительную реакцию связывания избытка липидов, в том числе холестерина, в плазме крови, что способствует уменьшению поступления липидов в стенку сосудов [6,7]. По-видимому, указанное явление можно считать фактором риска, обуславливающим развитие атеросклероза.

Тот факт, что уровень ферментативной активности в лейкоцитах у летчиков достоверно отличался от показателей лиц нелетной профессии, потребовал

**Цитохимические показатели лимфоцитов периферической крови летчиков второй группы в летную смену, СЦК (отн. ед.)**

Эпизод исследований	Активность ферментов лейкоцитов				
	СДГ	ЛДГ	ГН	$\alpha$ -ГлФДГ	ЦХО
За 20–30 минут перед полетами	7,38±0,83	15,56±0,36	2,36±0,15	15,70±1,60	1,14±0,20
Через 20–30 минут после летной смены	7,76±0,85	20,80±1,11*	1,98±0,21*	19,56±1,10*	1,27±0,02

Примечание: \* — достоверное отличие показателя у летчиков в период после летной смены по сравнению с таким же показателем у них перед полетами ( $p \leq 0,05$ ).

выяснения роли летной нагрузки на ферментативный статус клеток крови под воздействием летной нагрузки в смену (табл. 2).

Выявлено влияние летной нагрузки на организм, состоящее в повышении активности немитохондриальных ферментов (ЛДГ и  $\alpha$ -ГлФДГ) в лимфоцитах периферической крови после завершения летной смены по сравнению с уровнем этих ферментов до полетов ( $p \leq 0,05$ ), что говорит о торможении клеточного дыхания в митохондриях. При этом обнаруживается уменьшение запаса гликогена в нейтрофильных лейкоцитах в ответ на воздействие факторов полета ( $p \leq 0,05$ ).

Анализ полученных результатов позволяет утверждать, что действие факторов полета на организм летчика вызывает однонаправленные изменения функции лейкоцитов, свидетельствующие о развитии предстрессовых и стрессовых состояний. Подобный факт подтверждается в эксперименте на биомодели в условиях острого и хронического гравитационного стресса корреляционной зависимостью между динамикой активности окислительных ферментов клеток крови и регуляторных систем организма [6]. Было установлено, что активация симпатoadrenalовой системы, сопровождающаяся повышением концентрации катехоламинов в крови, приводит к изменению в клетках окислительных процессов с торможением активности митохондриальных ферментов, нарушением дыхательной функции клеток и запуску процесса гликолиза во немитохондриальных структурах клетки. Этот факт может свидетельствовать о развитии гипоксии в клетках. Подобные достоверные изменения наблюдались преимущественно у летчиков с общим временем лета более 2000 часов.

В качестве ведущей причины подобных явлений указывается напряженность деятельности летчиков высокоманевренных самолетов, приводящая с возрастом к кумуляции неблагоприятных сдвигов со стороны функции регулирующих систем организма. В этом отношении важная роль принадлежит совершенствованию организации межполетного отдыха пилотов [6].

Результаты проведенной цитохимической оценки функционального состояния лейкоцитов периферической крови позволяют рекомендовать использование указанных исследований в практике авиационной медицины в качестве комплекса валидных показателей для установления уровня дезадаптационных изменений в организме летчиков в ответ на действие факторов полета.

**Выводы:**

1. Факторы полета на высокоманевренных летательных аппаратах вызывают активацию симпатoadrenalовой и гипофизарно-надпочечниковой систем с развитием предстрессовых и стрессовых реакций у пилотов. Это проявляется в повышении активности немитохондриальных ферментов и переводе обменных процессов в клетках с митохондриального окисления на преимущественно гликолитический.

2. Проявление дезадаптационных расстройств по результатам цитохимических исследований характерно для летчиков в возрасте свыше 40 лет и со стажем летной деятельности 2000 часов и более. Указанные явления выражаются в ухудшении фагоцитарной активности лейкоцитов, накоплении в них перекисных соединений и липидов, интенсификации клеточного катаболизма, повышении гликолитической активности с развитием гипоксии клеток.

3. Результаты цитохимических исследований целесообразно использовать в комплексе с оценкой профессиональной работоспособности и функционального состояния организма в качестве показателей, характеризующих процессы профессиональной адаптации пилотов.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (см. REFERENCES п. 9)**

- Бугров С.А., Лапаев Э.В., Пономаренко В.А., Ступаков Г.П. Проблема профессионального здоровья в авиационной медицине // Военно-мед. ж-л. — 1993. — №1. — С. 61–64.
- Буйнов А.Г. Патогенетический подход к разработке средств и методов повышения статокINETической устойчивости операторов авиакосмического профиля // Вестник оториноларингологии. — 2012. — № 4. — С. 33–36.
- Лецкий В.Б. Цитохимические исследования лейкоцитов. Возрастные колебания цитохимических показателей. — Л.: Изд-во ЛГУ, 1973. — 34 с.
- Люцкий И.М., Зинкин В.Н., Афанасьев Р.В., Делалов Н.Н. Влияние профессиональных факторов на заболеваемость летного и инженерно-технического состава военно-транспортной авиации // Военно-мед. ж-л. 2008. — № 9. — С. 50–52.
- Морозова В.Т., Золотницкая Р.П. О цитохимических исследованиях клеток крови // Лаборат. дело, 1974. — №11. — С. 643–649.
- Пащенко П.С. Регуляторные системы организма в условиях гравитационного стресса. — СПб: Изд-во «Красный свет», 2007. — 383 с.

7. Почтарь М.Е., Луговская С.А., Морозова В.Т. Цитохимическая диагностика в лабораторной гематологии / Метод. рук-во. — СПб: Атлас, 2003. — 80 с.

8. Ушаков И.Б., Симакова Т.Г., Зина О.М. и др. Использование донозологического подхода при решении задач врачебно-лётной экспертизы // Авиакосмическая и экологическая медицина. — 2014. — Т. 48, № 6. — С. 16–22.

## REFERENCES

1. Bugrov S.A., Lapaev E.V., Ponomarenko V.A., Stupakov G.P. Problem of occupational health in aviation medicine // Voenno-meditsinskiy zhurnal. — 1993. — 1. — P. 61–64 (in Russian)

2. Буянов L.G. Pathogenetic approach to elaboration of means and methods to increase statokinetic stability of avia-space operators // Vestnik otorinolaringologii. — 2012. — 4. — P. 33–36 (in Russian)

3. Letskiy V.B. Cytochemical studies of WBC. Age-related changes in cytochemical parameters. — Leningrad: Izd-vo LGU, 1973. — 34 p (in Russian).

4. Lyutskiy I.M., Zinkin V.N., Afanas'ev R.V., Dellalov N.N. Influence of occupational factors on morbidity of pilots and technical engineers of military transportation aviation // Voenno-meditsinskiy zhurnal, 2008. — 9. — P. 50–52 (in Russian).

5. Morozova V.T., Zolotnitskaya R.P. On cytochemical studies of blood cells // Laboratornoe delo. — 1974. — 11. — P. 643–649 (in Russian).

6. Pashchenko P.S. Regulatory body systems in gravitational stress. — SPb: Izd-vo «Krasnyy svet», 2007. — 383 p. (in Russian).

7. Pochtar' M.E., Lugovskaya S.A., Morozova V.T. Cytochemical diagnosis in laboratory hematology. — St-Petersburg: Atlas, 2003. — P. 80 p. (in Russian).

8. Ushakov I.B., Simakova T.G., Zina O.M., et al. Use of prenosologic approach in solving problems of pilots' medical examination // Aviakosmicheskaya i ekologicheskaya meditsina. — 2014. — Vol. 48. — 6. — P. 16–22 (in Russian).

9. Quaglini D., Hayhoe F.G.I. Acetone fixation for the citochemical demonstration of dehydrogenases in blood and bone marrow cells // Nature. — 1960. — Vol. 187. — №4731. — P. 85–86.

Поступила 26.12.2017

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Пащенко Павел Степанович (Paschenko P.S.),  
засл. раб. высш. шк. РФ, проф. каф. мед. физики ФГБОУ  
ВО «СПб гос. политехнический ун-т Петра Великого»,  
д-р мед. наук, проф.

Плахов Николай Николаевич (Plahov N.N.),  
проф. каф. медико-валеологических дисц. ф-та безопасно-  
сти жизнедеятельности ФГБОУ ВО «Российский гос. пе-  
дагогический ун-т им. А.И. Герцена», д-р мед. наук, проф.  
E-mail: gp. aig@mail.ru.

Сухотерин Алексей Федорович (Sukhoterin A.F.),  
зам. нач. госп. по мед. части, Фил. №3, ФГБУ «3 Центр.  
военный клинич. госп. им. А.А. Вишневского», канд. мед.  
наук.

## Документы

### УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!

В соответствии с п. 2, ст. 76 Федерального закона Российской Федерации от 21 ноября 2011 г. № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» медицинские профессиональные некоммерческие организации разрабатывают и утверждают клинические рекомендации (протоколы лечения) по вопросам оказания медицинской помощи.

Согласно «Стратегии развития Российской Федерации на период до 2025 года», с 2013 г. профессиональными сообществами разрабатываются и внедряются клинические рекомендации (протоколы лечения) по вопросам оказания медицинской помощи при различных заболеваниях. Клинические рекомендации регулярно актуализируются в соответствии с достижениями медицинской науки. Для удобства работы практических врачей с клиническими рекомендациями разработан общедоступный информационный ресурс — электронный рубрикатор клинических рекомендаций. На основе клинических рекомендаций (протоколов лечения) утверждены критерии оценки качества оказания медицинской помощи.

Ассоциацией врачей и специалистов медицины труда совместно с другими профильными ассоциациями разработаны клинические рекомендации по основным профессиональным заболеваниям.

Цикл публикуемых в журнале клинических рекомендаций начинается с клинических рекомендаций по «Хронической профессиональной интоксикации фтором».

### КЛИНИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ИНТОКСИКАЦИЯ СОЕДИНЕНИЯМИ ФТОРА (проект)

**МКБ 10:М 85.1- Флюороз скелета**

**Т 59.5** — Токсическое действие газообразного фтора и фтористого водорода

**Утверждены**

Ассоциацией врачей и специалистов медицины труда (АМТ)

**Согласованы**

Научным советом Министерства Здравоохранения Российской Федерации

Содержание

Ключевые слова

Список сокращений

Термины и определения

1. Краткая информация

2. Диагностика, ранние признаки

3. Лечение

4. Реабилитация и диспансерное наблюдение

5. Профилактика

6. Дополнительная информация, влияющая на течение и исход заболевания

Критерии качества оценки медицинской помощи

Список литературы

Приложение А1. Состав рабочей группы

Приложение А2. Методология разработки клинических рекомендаций

Приложение Б. Алгоритмы ведения пациента

Приложение В. Информация для пациента

**Ключевые слова:** биомаркеры, остеогенез, остеосклероз, профессиональный риск, профилактика, рентгенография, спондилоартроз, фтор-ион, фтористая нагрузка, флюороз, ультразвуковая денситометрия

### CLINICAL RECOMMENDATIONS OCCUPATIONAL INTOXICATION WITH FLUORINE COMPOUNDS (projekt)

**ICD-10: M 85.1 — Fluorosis of bony skeleton**

**T 59.5** — Toxic effects of gaseous fluorine and hydrogen fluoride



**Approved**

By Association of occupational medicine specialists and occupational therapists

**Coordinated**

With Scientific Council of Russian Federation Health Ministry

Contents

Key words

Abbreviations list

Terms and definitions

1. Brief information

2. Diagnosis, early manifestations

3. Treatment

4. Rehabilitation and follow-up

5. Prevention

6. Additional information influencing course and outcomes of the disease

Criteria to evaluate quality of medical care

Appendix A1. Membership of work group

Appendix A2. Methodology of clinical recommendations specification

Appendix B. Algorithms of patients management

Appendix C. Information for patients

**Key words:** *biomarkers, osteogenesis, osteosclerosis, occupational risk, prevention, rentgenography, spondyloarthrosis, fluoride ion, fluorine load, fluorosis, ultrasound densitometry*

---

**СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ**

ВАШ	—	визуально-аналоговая шкала
ИПФН	—	индивидуальная профессиональная фтористая нагрузка
ЛФК	—	лечебная физкультура
МКБ-10	—	Международная классификация болезней 10 пересмотра
МПКТ	—	минеральная плотность костной ткани
МСЭ	—	медико-социальная экспертиза
НПВП	—	нестероидные противовоспалительные препараты
ОДА	—	опорно-двигательный аппарат
ПДК	—	предельно допустимые концентрации
ПДУ	—	предельно допустимые уровни
ПМО	—	периодические медицинские осмотры
ПФН	—	профессиональная фтористая нагрузка
РФ	—	Российская Федерация
СГХ	—	санитарно-гигиеническая характеристика условий труда
УЗИ	—	ультразвуковое исследование
ХПИСФ	—	хроническая профессиональная интоксикация соединениями фтора
SD	—	стандартное отклонение
SOS	—	скорость прохождения ультразвука

**ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ**

*Санитарно-гигиеническая характеристика условий труда (СГХ)* — описание санитарного состояния производственной среды с заключением о степени ее соответствия гигиеническим требованиям и нормативам, предусмотренным санитарным законодательством.

*Вредные условия труда* — условия труда, характеризующиеся наличием вредных производственных факторов, оказывающих неблагоприятное воздействие на организм работника и (или) его потомство (Руководство Р 2.2.2006-05).

*Вредный производственный фактор (ВПФ)* — производственный фактор, воздействие которого на работника может привести к его заболеванию (ст. 209 «Трудового кодекса Российской Федерации» от 30.12.2001 № 197-ФЗ).

*Гигиенические нормативы условий труда (ПДК, ПДУ)* — уровни факторов рабочей среды, которые при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8 ч, но не более 40 ч в неделю, в течение всего ра-

бочего стажа не должны вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующего поколений. Соблюдение гигиенических нормативов не исключает нарушение состояния здоровья у лиц с повышенной чувствительностью (Руководство Р 2.2.2006-05).

*Индивидуальная профессиональная фтористая нагрузка* (ИПФН) на организм работника — это реальная или прогностическая величина экспозиционной дозы фтора, которую работник получает за весь период фактического (или предполагаемого) профессионального контакта с ним, при расчете ИПФН не принималось во внимание непрофессиональное поступление фтора в организм.

*Здоровье* — это состояние полного физического, духовного и социального благополучия, а не только отсутствие болезней или физических дефектов (преамбула Устава ВОЗ, Руководство Р 2.2.2006-05).

*Рабочее место* — место, где работник должен находиться или куда ему необходимо прибыть в связи с его работой и которое прямо или косвенно находится под контролем работодателя (ст. 209 «Трудового кодекса Российской Федерации» от 30.12.2001 № 197-ФЗ).

*Условия труда* — совокупность факторов производственной среды и трудового процесса, оказывающих влияние на работоспособность и здоровье работника (ст. 209 «Трудового кодекса Российской Федерации» от 30.12.2001 № 197-ФЗ).

*Нарушение здоровья* — физическое, душевное или социальное неблагополучие, связанное с потерей, аномалией, расстройством психологической, физиологической, анатомической структуры и (или) функции организма человека (Руководство Р 2.2.1766-03).

*Профессиональное заболевание* — заболевание, развившееся в результате воздействия факторов риска, обусловленных трудовой деятельностью человека (принято 13-й Международной конференцией статистиков труда, 1982, Женева).

*Профессиональная фтористая нагрузка* (ПФН) — это реальная или прогностическая величина экспозиционной дозы фтора, которую работник получает за весь период фактического (или предполагаемого) профессионального контакта с ним.

## **1. Краткая информация**

### **1.1. Определение**

Хроническая профессиональная интоксикация соединениями фтора (ХПИСФ) — хроническая интоксикация, развивающаяся в процессе работы при длительном, избыточном поступлении в организм фтора и его соединений, специфическим признаком которой является поражение опорно-двигательного аппарата (ОДА) [10,17,26].

### **1.2. Этиология и патогенез**

Воздействие фторидов на работников возможно в двух агрегатных состояниях:

- 1) газообразном (преимущественно фтористый водород);
- 2) твердом (фторсодержащие соли).

Из неорганических соединений фтора наиболее токсичны газообразные — фтор, четырехфтористый кремний [21,26].

Основные пути поступления:

— ингаляционный (связанный с воздухом рабочей зоны). При ингаляционном поступлении фтора происходит практически полное его всасывание уже в верхних дыхательных путях, вследствие хорошей растворимости; — через желудочно-кишечный тракт (связанный с пылевыми частицами, поступающими путем элиминации из дыхательных путей в глотку и через загрязненные руки) [10,26].

Растворение (диссоциация) и всасывание происходит преимущественно в желудке и на всем протяжении тонкого кишечника. Уровень фтора в плазме крови регулируется и определяется множеством факторов, поскольку он относится к эссенциальным (жизненно необходимым) для человека микроэлементом [4,19]. Эффективность резорбции 80%. Уровень её меняется в зависимости от кислотно-щелочного равновесия, дополнительного поступления в организм кальция, магния, железа, фосфора, сульфатов, а также липидов в рационе питания [1,24].

Выведение фтора из организма происходит, главным образом, через почки (до 80%), меньше через кишечник (10-15%), с потом, слюной, молоком. Однако основным механизмом удаления фтора из кровотока является его поглощение содержащими кальций тканями [24,30,31].

Степень выраженности патологических изменений находится в линейной зависимости от концентрации фтора в организме. Токсичность солей фтора нарастает по мере увеличения их растворимости в биологических средах. Хорошо растворимые фтористые соли (фториды натрия, калия, цинка, олова, серебра, ртути, лития, бария, кремнефторид натрия, гидрофторид аммония и др.) близки по токсичности к фтористому водороду, а плохо растворимые (фториды аммония, магния, кальция, свинца, стронция, меди, хрома и др.) в 5-10 раз менее

токсичны, чем фтористый водород. При одновременном содержании в воздухе нескольких соединений фтора, различающихся по агрегатному состоянию и растворимости в биологических средах, имеет место суммация токсического эффекта [14,16,36].

Согласно современным представлениям, первичным звеном в механизме токсического действия неорганических фторидов является изменение активности многих ферментных систем клетки. В первую очередь токсичность фтор-иона обусловлена способностью фтора к образованию комплексных соединений с рядом металлов (кальций, магний, железо, цинк, марганец, медь), являющихся активаторами ферментных систем. Многие из них участвуют в процессах гликолиза, окислительного цикла Кребса, транспорта электронов в дыхательной цепи митохондрий и системе окисления аминокислот и жирных кислот [1,7,19,26,35]. Однако специфику хронической фтористой интоксикации придает влияние фтора на ферментные системы, регулирующие фосфорно-кальциевый обмен, что определяет тропность его к костной ткани [1,4,7,20,38]. Установлено три основных механизма влияния фторидов на костную систему. Фтор стимулирует функцию остеобластов, усиливает синтез коллагена с последующей его минерализацией, нарушает регуляцию метаболических процессов внутри клетки [27,34]. Также фториды могут первично стимулировать и остеокласты, ответственные за резорбцию костной ткани. Фтор легко внедряется в гидроксипатит, составляющий одну из фракций минеральной фазы кости, замещая в ней гидроксил-ионы с образованием устойчивого фторпатита, что приводит к увеличению минерализации и как результат — к увеличению плотности костной ткани. Каждая кость в зависимости от соотношения губчатого и компактного вещества имеет разное содержание фтора, поскольку максимальное его количество кумулируется в участках с наиболее интенсивным обменом и кровоснабжением. В губчатом веществе накапливается в 1,5-3 раза больше фтора, чем в кортикальном слое. В трубчатых костях он больше включается в эпифизарных участках [25,29,36,38].

Исследования, проведенные на больших контингентах рабочих, показывают, что проявления хронической фтористой интоксикации претерпевают изменения и наиболее ранними и частыми признаками этого поражения является патология опорно-двигательного аппарата — с характерными изменениями в костях, в основном голени и предплечий (повышение плотности костной ткани, периостальный и эндостальный остеосклероз, участки остеопороза, сужение костно-мозгового канала), в локтевых и коленных суставах в виде остеоартроза [9,10,17,37]. Изменения других органов и систем рассматриваются лишь как неспецифические признаки заболевания, обусловленные общетоксическим действием фтора.

### **1.3. Эпидемиология**

Выявляемость профессионального флюороза на предприятиях алюминиевой промышленности составляет от 53 до 112 человек в год (за период 2007-2011 гг). В структуре профессиональных заболеваний на предприятиях алюминиевой промышленности ХПИСФ составляет 38% [5,28].

По данным разных авторов, заболеваемость флюорозом составляет от 26,6 до 53% на 1000 рабочих основных профессий алюминиевых заводов.

По данным регистрации профессиональной заболеваемости территориальными органами Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, в 2013 году в Российской Федерации был установлен диагноз ХПИСФ в 422 случаях, что составляет 5,2% от общего числа впервые выявленных профессиональных заболеваний.

### **1.4. Кодирование по МКБ-10**

**M 85.1** — Флюороз скелета

**T 59.5** — Токсическое действие газообразного фтора и фтористого водорода

### **1.5. Классификация**

В основе классификации профессиональной интоксикации соединениями фтора лежат признаки поражения опорно-двигательного аппарата.

При этом диагностическими показателями токсической остеопатии (флюороза) являются: повышение коэффициента гиперостоза средней трети лучевых и большеберцовых костей, увеличение плотности кортикального слоя в средней трети и дистальном отделе лучевых, в проксимальном отделе большеберцовых костей [6,9,10,12,17,26,32,33].

*В течении профессионального флюороза выделяют три стадии.*

Клинические проявления при **1-й (первой) стадии** достаточно скудны. Артралгии носят ноющий или неопределенный характер. Объективные клинические симптомы практически отсутствуют. В ряде случаев может выявляться легкая болезненность при движении в крупных суставах, поясничном отделе позвоночника без функциональных нарушений.

По результатам рентгенометрии (рентгенограмметрии и остеоденситометрии) выявляется повышение плотности костной ткани в зонах интереса длинных трубчатых костей и позвоночника выше нормы при нали-

Таблица 1

**Клинико-рентгенологическая классификация хронической профессиональной интоксикацией неорганическими соединениями фтора**

Диагностические показатели	Стадия		
	I	II	III
Коэффициент гиперостоза средней трети лучевой и большеберцовой костей	3,1	3,4	3,6
Плотность средней трети лучевой кости	12,0	12,6	13,7
Плотность дистального отдела лучевой кости	10,0	10,3	10,6
Плотность проксимального отдела большеберцовой кости	17,0	18,0	19,0
Минеральная плотность костной ткани дистального отдела лучевой кости, поясничного отдела позвоночника	1,1– 3,0 (SD)	3,1 — 4,0 (SD)	>4,0 SD

чий симметричных периостальных наслоений в длинных трубчатых костях (табл.1). Возможно сочетание этих изменений с одним из следующих признаков: симметричный остеоартроз локтевых суставов, симметричное сужение костно-мозговых каналов за счет утолщения эндостального слоя.

При **2-й (второй) стадии** флюороза боли в костях и суставах принимают постоянный характер, появляются судороги в икроножных мышцах. Присоединяется болезненность и ограничение объема движений в суставах 0–1-й степеней.

Повышение плотности костной ткани в зонах интереса длинных трубчатых костей и позвоночника выше показателей, характерных для первой стадии по результатам рентгенометрии при наличии симметричных периостальных наслоений в длинных трубчатых костях в сочетании с дополнительными признаками флюороза: симметричный остеоартроз локтевых суставов, симметричное сужение костно-мозговых каналов за счет утолщения эндостального слоя и симметричный остеоартроз крупных суставов. Изменения в позвоночнике в виде спондилоза и спондилоартроза.

Прогрессирование заболевания и переход в **3 (третью) стадию** характеризуется генерализацией патологического процесса. Вовлечение в процесс связочного аппарата приводит к значительному ограничению подвижности в суставах вплоть до развития анкилозов и ригидности позвоночника.

Рентгенологически выявляется генерализованный остеосклероз костей скелета. Утолщение костных пластинок и слияние их в отдельные склерозированные участки. Костный рисунок в губчатых тканях не прослеживается. Позвонки, ребра выглядят гомогенными, бесструктурными тенями. Наряду с этим имеют место множественные обызвествления связочного аппарата. Резко ограничивается подвижность позвоночника. Остеоартроз крупных суставов с обызвествлением связочного аппарата и хрящевой ткани. Энтезопатии с выраженным нарушением функции суставов (контрактуры).

**2. Диагностика. Ранние признаки хронической профессиональной интоксикации неорганическими соединениями фтора**

*Критерии постановки диагноза:*

1. Стаж работы во вредных и/или опасных условиях труда по данным трудовой книжки.
2. Наличие контакта с вредным производственным фактором (фтористые соединения) по данным санитарно-гигиенической характеристики условий труда.
3. Характерная клиническая картина, сопоставление клинических данных с фтористой нагрузкой.
4. Наличие патогномичных изменений на рентгенограммах предплечий, голеней и поясничного отдела позвоночника с использованием алюминиевого ступенчатого клина — эталона плотности.
5. Наличие патогномичных изменений минеральной плотности костной ткани на остеоденситометрии предплечий и поясничного отдела позвоночника.

Диагноз костного флюороза устанавливается, если имеются изменения патогномичные флюорозу в трех или более отделах скелета.

**2.1. Жалобы**

*Ранние признаки хронической профессиональной интоксикацией неорганическими соединениями фтора:* клинические проявления достаточно скудные, возможны боли неопределенного характера и скованность в позвоночнике, конечностях, в большинстве случаев без точной локализации, отождествляя суставы и собственно кости конечностей.

Для развития заболевания наиболее характерны жалобы на постоянные боли в суставах (чаще — коленных, локтевых, плечевых), костях голеней и предплечий, позвоночнике, преимущественно в ночное время. Наряду с

этим часто больные отмечают судорожные стягивания в икроножных мышцах в покое. Боли носят постоянный ноющий характер, усиливаются в покое, и особенно в ночное время.

Жалобы на боли в костях голени и предплечий, а также судороги чаще выявляются при активном опросе больных. Судороги в мышцах, в основном в икроножных, возникают в состоянии покоя и по ночам у 30,3% больных.

Нередко больные предъявляют жалобы на боль в шейном и поясничном отделах позвоночника.

## 2.2. Анамнез

- Обязательное проведение анализа данных санитарно-гигиенических характеристик условий труда — получение сведений о наличии профессионального стажа и экспозиции соединениями фтора [2,10,12,14].

Предельно допустимая концентрация (ПДК) фтора в воздухе рабочей зоны производственных помещений составляет 0,03 мг/м<sup>3</sup>.

**Уровень убедительности рекомендаций А** (уровень достоверности — 1)

*Комментарии: необходимо проанализировать данные санитарно-гигиенической характеристики условий труда с учетом трудового стажа и уточнить наличие контакта с соединениями фтора, превышающими ПДК.*

*Накопление фтора в костях зависит от агрегатного состояния и физико-химических свойств воздействующих фторидов, длительности воздействия (экспозиции) и количества поступивших фторидов.*

- Факторами риска флюороза являются наличие в воздухе рабочей зоны фтористых соединений в концентрациях, превышающих соответствующие максимально-разовые и/или среднесменные ПДК, стаж работы в контакте с соединениями фтора. Чем выше фтористая нагрузка, тем выше риск развития флюороза.

Расчет ИПФН проводят по формуле:

$IПФН = D \times N \times T$ , где:

N — число рабочих смен, отработанных в календарном году в условиях воздействия фтористых соединений;

T — число лет контакта с фтористыми соединениями;

D — доза фтористой нагрузки, полученная работником за смену.

Доза фтористой нагрузки рассчитывается по формуле:

$D = (K_{HF} + K_{FC})_1 \times Q_1 + \dots + (K_{HF} + K_{FC})_n \times Q_n$ , где:

$(K_{HF} + K_{FC})_n$  — фактические пооперационные концентрации гидрофторида (по фтору) и фторсолей (по фтору), мг/м<sup>3</sup>;

$Q_n$  — объем легочной вентиляции, характерный для операции, м<sup>3</sup>.

- Результаты, полученные при сопоставлении клинических данных с фтористой нагрузкой, свидетельствуют, что в группу риска по развитию ХПИСФ входят рабочие со средним стажем 10,5 и более лет и ИПФН 67,75 и более грамм. Группой повышенного риска, являются работники со средним стажем 13,7 лет и ИПФН 89,8 грамм и более [15]. Длительность профессионального стажа до появления патологических изменений в среднем составляет 15 — 20 лет и более. В редких случаях возможно более раннее развитие заболевания — через 12 — 15 лет работы [8,10,12,17].

## 2.3. Физикальное обследование

Как правило, в начале заболевания изменения при физикальном исследовании отсутствуют. Специфические физикальные симптомы также отсутствуют.

*Ранние признаки*

При прогрессировании остеопатии наблюдается скованность движений, при этом движения, как активные, так и пассивные становятся болезненными.

Может выявляться ограничение объема движений в отдельных суставах конечностей, но функциональная активность суставов не зависит от стадии флюороза.

Пальпация передней поверхности голени болезненна. Балльную оценку интенсивности болевого синдрома, степени болезненности при движении и при пальпации, а так же функциональную активность следует определять с помощью визуально-аналоговой шкалы (ВАШ). *Оценка боли:*

0 — нет боли;

1 — минимальная боль, не требующая приема анальгетиков, не нарушающая сон (ранний признак);

2 — умеренная, непостоянная боль, купируется приемом анальгетиков;

3 — интенсивная постоянная боль или интенсивная непостоянная боль, постоянный прием анальгетиков, боль нарушает ночной сон.

*Функциональное состояние костно-суставной системы:*

0 — нет нарушений функций;

1 — минимальные нарушения (ранний признак);

2 — умеренные нарушения функций, приводящие к изменению повседневной активности;

Таблица 2

## Критерии нарушения функции суставов (в градусах)

Сустав	Показатель	Норма		1 СТ.		2 СТ.		3 СТ.	
		отведение	приведение	отведение	приведение	отведение	приведение	отведение	приведение
Плечевой	Движение			150	150	120	120	90	90
	граница и амплитуда	180	180	150	150	120	120	90	90
	Движение	стибание	разгибание	стибание	разгибание	стибание	разгибание	стибание	разгибание
Локтевой	граница	180	40	150	30	120	20	90	10
	амплитуда	220	180	180	180	140	140	100	100
	Движение	стибание	разгибание	стибание	разгибание	стибание	разгибание	стибание	разгибание
Лучезястный	граница	30	180	50	160	70	140	90	120
	амплитуда	150	120	120	120	105	105	90	90
	Движение	стибание	разгибание	стибание	разгибание	стибание	разгибание	стибание	разгибание
	граница	90	80	70	60	50	40	30	20
	амплитуда	170	140	140	140	100	100	60	60
	Движение	отведение (локтевое)	приведение (локтевое)	отведение (локтевое)	приведение (локтевое)	отведение (локтевое)	приведение (локтевое)	отведение (локтевое)	приведение (локтевое)
	граница	40	20	30	15	20	10	10	5
	амплитуда	60	50	35	35	20	20	10	20

3 — значительные нарушения функций, препятствующие самообслуживанию, значительное ограничение повседневной активности.

Дальнейшее развитие заболевания с генерализацией и вовлечением связочного аппарата в патологический процесс сопровождается значительным ограничением подвижности в суставах, вплоть до полной неподвижности в них.

Оценка подвижности суставов (табл. 2):

0 — нет ограничений движения,

1 ст. — незначительное ограничение движения в суставе (**ранний признак**),

2 — умеренное ограничение,

3 — значительное ограничение движения в суставе.

Как и при других заболеваниях позвоночника, при прогрессировании флюороза у пациента выявляются: ограничение объема движений, гипотония и гипотрофия мышц, болезненность паравертебральных точек, нарушение чувствительности, обусловленные поражением на поясничном уровне.

### 2.3. Лабораторная диагностика

Специфическая лабораторная диагностика для установления диагноза ХПИСФ отсутствует. Лабораторные исследования являются лишь дополнением к рентгенологическим и денситометрическим показателям ремоделирования костной ткани.

• **2.3.1.** Определение фтора в моче ионометрическим методом с помощью фторселективного электрода [9,10,26].

**Уровень убедительности рекомендаций В** (уровень достоверности доказательств — 2++)

*Комментарии:* так как фтор способен быстро выделяться с мочой независимо от путей поступления, а между количеством поступления фтора в организм и его содержанием в моче существует прямая связь, данный показатель используется в качестве биомаркера экспозиции. Степень тяжести профессионального заболевания не зависит от концентрации фтора в моче, при этом у здорового человека значения могут достигать 2,0 мг/л.

• **2.3.2.** Определение активности щелочной фосфатазы и кислой фосфатазы унифицированными ферментативными колориметрическими методами с помощью тест — набора на биохимическом полуавтоматическом анализаторе [10].

**Уровень убедительности рекомендаций В** (уровень достоверности доказательств — 2++)

*Комментарии:* токсическое действие фтора на костный метаболизм устанавливается по показателю костеобразования, при этом активность щелочной фосфатазы составляет в норме менее 280 МЕ, а так же по показателю костной резорбции, учитывая активность кислой фосфатазы в норме менее 10 МЕ.

• **2.3.3.** Оценка процессов ремоделирования костной ткани по маркерам деструкции ( $\beta$ -Cross Laps) и синтеза (СICP) иммуноферментным методом [10,17].

**Уровень убедительности рекомендаций С** (уровень достоверности доказательств — 2)

Комментарии: объективными критериями ремоделирования костной ткани являются маркеры — производные коллагена 1 типа — С1СР (С-терминальный пропептид общего проколлагена 1 типа), отражающего изменения в синтезе коллагена 1 типа, и  $\beta$ -Cross Laps (С-терминальный телопептид), являющегося продуктом деградации коллагена 1 типа (**ранний признак**).

У здоровых лиц уровень маркеров ремоделирования костной ткани составляет для 69-163 нг/мл, а для  $\beta$ -Cross Laps 0,116-0,748 нг/мл.

У рабочих менее стажированных пациентов, наблюдается повышение процессов остеосинтеза, а у больных флюорозом происходит угнетение метаболизма костной ткани — как его анаболического, так катаболического звена.

**2.4. Инструментальная диагностика (рентгенодиагностика)**

Рентгенодиагностика костного флюороза базируется на выявлении рентгеноморфологических признаков поражения скелета, характерных для этой патологии (визуальный анализ изменений), а также на данных рентгенометрии (рентгенограмметрии и остеоденситометрии) длинных трубчатых костей предплечий, голени и поясничного отдела позвоночника [2,6,9,10,12,13,18,23].

Рентгенодиагностический комплекс включает:

1. Конвенционную и цифровую рентгенографию предплечий с захватом локтевых суставов, а также голени с захватом коленных суставов, которая выполняется вместе с алюминиевым клином эталоном плотности.

2. Двухэнергетическую остеоденситометрию костей предплечий и поясничного отдела позвоночника.

• **2.4.1.** Конвенционная и цифровая рентгенография костей голени и предплечий.

**Уровень убедительности рекомендаций А** (уровень достоверности доказательств — 1+).

Комментарии: рентгенография голени и предплечий проводится в двух проекциях с захватом проксимально прилежащих суставов. Изменения костной ткани оценивают по её плотности, периостальным, эндостальным наслоениям и по размерам костно-мозгового канала. Для объективной оценки плотности костных тканей по рентгенограммам используется одномоментный снимок исследуемой области с алюминиевым ступенчатым клином-эталомом (толщиной от 1 до 20 мм). Сравнение плотности костей проводится в строго определенных участках (в средней трети и в дистальном отделе лучевых костей, в проксимальном отделе большеберцовых костей). Подсчитывается коэффициент гиперостоза, как отношение ширины кости к ширине костно-мозгового канала в средней трети лучевых и большеберцовых костей.

Основным признаком поражения костной ткани при ХПИСФ является гиперминерализация длинных трубчатых костей (**ранний признак**). Вторым по распространённости признак — эндостальная реакция в виде сужения костномозговых каналов. В костях предплечий за счет утолщения кортикального и разрыхления эндостального слоев увеличивается расчетный коэффициент гиперостоза до 3-х и более. В костях голени наблюдаются симметричная периостальная реакция в виде наслоений, волнистости, неровности по медиальному и заднему контурам большеберцовых костей, возможны остеофиты. Для поражения костей при флюорозе характерна симметричность, при этом зеркальность для костей предплечья.

Выявленные ранние рентгенологически признаки остеоартроза характеризуются наличием дегенеративно-дистрофических изменений в суставах, в редких случаях с обызвествлением связочного аппарата. Дегенеративно-дистрофические изменения наблюдаются в крупных суставах, но для диагностики флюороза наибольшее значение имеет симметричное поражение локтевых суставов, так как в развитии патологии других суставов существенное значение играют и другие различные производственные (в частности, физические нагрузки) и непродуцированные факторы. Далее процесс захватывает как хрящевую ткань, так и периартикулярные со склерозом и минерализацией суставной сумки. Наряду с этим имеют место множественные обызвествления связочного аппарата.

• **2.4.2.** Двухэнергетическая рентгеновская денситометрия (DEXA) костей предплечий и поясничного отдела позвоночника [2,6,9,12,13,23].

**Уровень убедительности рекомендаций В** (уровень достоверности доказательств — 2++)

Комментарии: в связи с высокой стоимостью DEXA обычно не применяется при обследовании работников, если данные рентгенографии длинных трубчатых костей являются нормальными. Однако, денситометрия должна быть использована у всех лиц с подозрением на флюороз, а также для адекватной оценки минерализации костей в динамике у пациентов с уже установленным диагнозом. Измерения минеральной плотности костной ткани (МПКТ) должны проводиться строго в поясничном отделе позвоночника в переднезадней проекции и в дистальном отделе правой и левой лучевых костей. Абсолютное значение проекционной МПКТ в г/см<sup>2</sup> определяется по значению T-критерия (сравнение с пиковыми значениями МПКТ лиц молодого возраста, выраженное в стандартном отклонении — SD), который в соответствии с рекомендациями ВОЗ (1994) позволяет констатировать степень изменения плотности кости: норма — изменения T-критерия не более 1 стандартного отклонения (SD) от -1,0 до +1,0; остеопения — от -1,0 до -2,5 SD; остеопороз — ниже -2,5 SD; повышенная минерализация костной ткани (остеосклероз) — при +1,0 SD и выше.

Определение также проводится по Z-критерию (показателю МПКТ соответствующего пола и возраста в стандартном отклонении).

При развитии костного флюороза возможны следующие варианты:

1-я степень остеосклероза от + 1SD до + 3 SD, или от 110% до 130%;

2-я степень остеосклероза от + 3 SD до + 4SD, или от 130% до 145%;

3-я степень остеосклероза более + 4 SD, или более 145% [6,11].

• **2.4.3.** Ультразвуковая костная денситометрия предплечья для оценки плотности костной ткани [10, 17].

**Уровень убедительности рекомендаций В** (уровень достоверности доказательств — 2++)

*Комментарии:* метод позволяет оценить состояние костной системы по скорости звука (SOS) при прохождении ультразвуковой волны вдоль лучевой кости правого предплечья, которая зависит от плотности, эластичности и архитектуры костной ткани. Исследование безопасно, неинвазивно и не связано с радиационным облучением и может использоваться, как информативный критерий для диагностики ХПИСФ.

Увеличение SOS более 4100 м/с свидетельствует о повышении МПКТ.

Показатели, близкие к 4100 м/с могут быть также отнесены к ранним признакам флюороза.

Как безопасный метод может неоднократно применяться в течение года при необходимости мониторинга состояния костной ткани работников, контактирующих на производстве с фтором и его соединениями более 10 лет.

## 2.5. Иная диагностика

Биопсия костной ткани из подвздошной кости рекомендуется в целях дифференциальной диагностики флюороза с патологическими изменениями иного генеза (остеопороз, остеомалация и др.) [22].

**Уровень убедительности рекомендаций С** (уровень достоверности доказательств — 2+)

*Комментарии:* Однако, биопсия, как правило, не позволяет получить достаточное количество гистологического материала для уточнения диагноза «флюороз» с точки зрения системного процесса.

## 2.6. Дифференциальная диагностика

Профессиональный флюороз дифференцируют:

- со склеротическими заболеваниями скелета (анкилозирующий спондилоартрит Штрюмпеля-Бехтерева-Мари, фиброзная остеодистрофия, мраморная болезнь Альберс-Шенберга, системный остеосклероз, болезнь Форестье, остеобластные костные метастазы, мелореостоз);
- патологическими изменениями костной ткани вследствие повышенной резорбции (остеопороз) и нарушений минерализации (остеомалация);
- рахитом (дефицит витамина D и недостаток УФО);
- скорбутом (дефицит витамина С и Р),
- гипervитаминозом А и D;
- дегенеративно-дистрофическими изменениями суставов и позвоночника (остеоартрозы, деформирующий спондилез и остеохондроз позвоночника) [2,7].

## 3. Лечение

*Ключевые положения:*

- На сегодняшний день не предложено специфических методов лечения ХПИСФ.
- Регулярное, индивидуально подобранное лечение должно быть комплексным, направлено на патогенетические механизмы, подобранное индивидуально в зависимости от клинических симптомов интоксикации, а также предупреждение осложнений.
- Для усиления эффекта фармакотерапии рекомендуется применение немедикаментозных методов лечения, улучшающих функциональные возможности ОДА.

*Задачи лечения больных ХПИСФ:*

- усиление выведение фтора из организма;
- стимуляция процессов сано- и адаптогенеза;
- улучшение обмена веществ в тканях путем активации крово- и лимфообращения;
- восстановление нарушенных функций;
- повышение толерантности к физической нагрузке;
- снижение числа дней потери трудоспособности;
- улучшение состояния здоровья и показателей качества жизни [3,7].

### 3.1. Немедикаментозное лечение

Рекомендовано рациональное трудоустройство пациента вне воздействия соединений фтора [2,7].

**Уровень убедительности рекомендаций В** (уровень достоверности доказательств — 2++)



### 3.2. Медикаментозное лечение

#### • 3.2.1. Патогенетическая терапия — ремоделирование костной ткани:

— препараты кальция, фосфора, магния (как основы новых гидроксипапатитов, взамен постепенно подвергающихся резорбции фторапатитов)

— микроэлементы и витамины, участвующие в работе ферментов, отвечающих за костеобразование: вит D в средних дозах, цинк, медь, бор, марганец, витамины С, Е.

#### • 3.2.2. Симптоматическая терапия: хондропротекторы курсами, витамины группы В.

Для уменьшения выраженности болевого синдрома используют нестероидные противовоспалительные препараты (НПВП).

Из лекарственных средств наружного действия в лечении патологии органов опоры и движения широко используется диметилсульфоксид (димексид, ДМСО), хорошо проникающий через неповрежденную кожу и вызывающий регенеративные процессы в тканях.

• 3.2.3. Здоровый образ жизни: исключение курения, алкоголя, высокого потребления кофе, физическая активность, диета, богатая Са, Р, соки с высоким содержания пектина.

### 3.3. Хирургическое лечение

Методов хирургического лечения в отношении пациентов с ХПИСФ не разработано.

### 3.4. Иное лечение

При лечении больных в условиях санатория-профилактория рекомендуется широко использовать физиобальнеотерапию. При выборе и назначении того или иного метода лечебного воздействия необходимо учитывать локализацию поражения, стадии, формы и этапы заболевания, а также функциональное состояние организма и отдельных его систем.

Применяют следующие корректирующие технологии: электросон, дециметровые волны (ДМВ) или сверхчастотная (СВЧ)-терапия-460 МГц., грязевые аппликации, гидропроцедуры (хвойные ванны, циркулярный или верный душ), лечебную ЛФК, климатотерапию.

При синдроме плече-лопаточного периартроза рекомендуется крайне высокочастотная (КВЧ)-терапия. Учитывая локальный характер действия и высокую эффективность ее при купировании острого болевого синдрома, данный фактор рекомендуется для воздействия на триггерные точки [3,10,17].

**Уровень убедительности рекомендаций В** (уровень достоверности доказательств — 2).

## 4. Реабилитация и диспансерное наблюдение

### 4.1. Реабилитация

Реабилитация пациентов с профессиональной интоксикацией соединениями фтора включает:

1) медицинскую реабилитацию (стационарное, амбулаторное, санаторно-курортное лечение и оздоровление в условиях профилактория, группы здоровья);

2) социальную реабилитацию (материальная компенсация ущерба здоровью по группе инвалидности и проценту утраты профессиональной и общей трудоспособности, материальное обеспечение льгот профессиональных больных и др.);

3) трудовую реабилитацию (временное и постоянное рациональное трудоустройство, бесплатное обучение или переобучение новой профессии).

По результатам периодического медицинского осмотра, выделяются группы для диспансерного наблюдения.

*I группа* — здоровые рабочие, у которых не выявлено каких-либо патологических отклонений, адаптационные резервы организма высокие и очень высокие: 4-5 баллов. Рабочие подлежат динамическому наблюдению, периодическому осмотру. В весенний период для этой группы рабочих целесообразно проводить профилактический курс в условиях здравпункта, сезонную профилактику, включающую витаминотерапию с селеном.

*II группа* — лица с «повышенным риском» развития профессионального заболевания, имеющие ранние признаки: рабочие со стажем работы более 10 лет в контакте с неблагоприятными производственными факторами, а также имеющие некоторые функциональные отклонения со стороны тех или иных систем. Этой группе рабочих рекомендуется проводить один раз в год профилактические курсы терапии, в том числе физиотерапию два раза в год (весной и осенью в условиях здравпункта или санатория-профилактория).

*III группа* — лица с отдельными признаками фтористой интоксикации, но не имеющие достаточных данных для установления диагноза профессионального заболевания, так же имеющие ранние признаки профзаболевания. Наблюдение и оздоровление этой группы рабочих проводится 2 раза в год. Рекомендуется био-профилактика. Один из курсов лечения осуществляется обязательно в условиях санатория-профилактория. Проводится симптоматическая терапия.

*IV группа* — больные флюорозом I стадии. Они в своей профессии могут быть трудоспособны, но нуждаются не менее 2 раз в год в лечении в условиях санатория-профилактория с трудоустройством на период лечения по трудовому больничному листу на работу вне контакта с неблагоприятными производственными факторами.

*V группа* — больные с ХИПСФ II стадии подлежат рациональному трудоустройству вне воздействия вредных производственных факторов, наблюдению профпатолога и лечению.

#### **Экспертиза профпригодности**

- При первой стадии флюороза вопросы трудоустройства больных должны решаться индивидуально с учетом возраста и выраженности соматической патологии.

- При второй и третьей стадии больные подлежат рациональному трудоустройству на работу вне воздействия фтора и других токсических веществ, тяжелой физической нагрузки.

- Определение трудоспособности пациента с ХИПСФ находится в компетенции государственных бюро медико-социальной экспертизы.

- При трудоустройстве со снижением квалификации и заработной платы больной направляется на бюро медико-социальной экспертизы для определения процента (степени) утраты общей и профессиональной трудоспособности и группы инвалидности по профессиональному заболеванию.

## **5. Профилактика**

### **5.1. Первичная профилактика**

Для снижения уровня профессионального риска рекомендована минимизация уровня воздействия комплекса технологических и санитарно-гигиенических мероприятий

**Уровень убедительности рекомендаций С** (уровень достоверности доказательств — 2+).

*Комментарии: технологические и санитарно-гигиенические мероприятия обеспечивают концентрации фтористых соединений в воздухе рабочей зоны в пределах ПДК, реализуются администрацией предприятия под контролем специалистов медицины труда. Необходим строгий запрет курения и приема пищи на рабочих местах с повышенными концентрациями соединений фтора в воздухе рабочей зоны.*

Для работников всех профессий настоятельно рекомендована оценка уровня профессионального риска в зависимости от их условий труда [8,14,16].

**Уровень убедительности рекомендаций С** (уровень достоверности доказательств — 2+)

Элиминация этиологического фактора с целью снижения риска развития заболевания возможна при автоматизации и механизации производственных процессов, увеличении эффективности газоотсосов.

**Уровень убедительности рекомендаций С** (уровень достоверности доказательств — 2+)

**5.2. Медицинская профилактика профессионального флюороза** предусматривает проведение планового периодического медицинского осмотра всех работников профессий 1 раз в год [2,7,10,12].

**Уровень убедительности рекомендаций В** (уровень достоверности доказательств — 2+)

*Комментарии: медицинский осмотр должен включать:*

- проведение рентгенографии голени и предплечий в двух проекциях с захватом проксимальных суставов при предварительном медицинском осмотре, через 5 лет, а в последующем 1 раз в 2 года;

- осмотр терапевта;

- осмотр узких специалистов по показаниям;

- проведение рентгенографии позвоночника, по показаниям.

По результатам ПМО периодического медицинского осмотра выявляются лица с подозрением на флюороз: рабочие со стажем работы в контакте с соединениями фтора 10-15 лет и более, предъявляющие жалобы на боли в костях и суставах, диспепсические расстройства, боли в правом подреберье, что может сочетаться с повышенным выделением (более 2 мг/л) фтора с мочой.

На этапе первичной профилактики профессионального флюороза могут быть использованы ЛФК, массаж, парафинолечение, сауна, различные виды гидротерапии: контрастные ванны, души, бассейны, ЛФК в бассейне, вихревые и гидромассажные ванны, ванны с морской солью.

Среди методов профилактики ХИПСФ в целях трудовой реабилитации больных профессиональным флюорозом весьма важным является временное или постоянное отстранение их от работы с соединениями фтора. Наибольший профилактический эффект наблюдается при разобщении с фтористой средой на начальной стадии флюороза, когда резко снижается экспозиция, и возникает регресс в развитии костной патологии. Прекращение контакта с фтором при начальных признаках фтористой интоксикации приостанавливает развитие интоксикации, и, как следствие, способствует развитию восстановительных процессов в некоторых органах и костной ткани, и частичному освобождению организма от кумулированного фтора [8,14,16].

**Критерии качества оценки медицинской помощи**

Критерий качества	Уровень достоверности доказательств	Уровень убедительности рекомендаций
Уменьшение симптомов (боль, ограничение подвижности суставов) и повышение толерантности к физической нагрузке	A	1
Улучшение общего самочувствия	B	2
Профилактика и лечение осложнений	A	1
Продление продолжительности жизни и активной трудоспособности	B	2
Минимизация побочных эффектов лекарственной терапии	B	2

**6. Дополнительная информация, влияющая на течение и исход заболевания****6.1. Прогноз**

Прогноз при ХПИСФ связан с величиной ИПФН.

**6.2. Скрининг**

Для ранней диагностики ХПИСФ рекомендованы ежегодные периодические медицинские осмотры.

**6.3. Критерии качества оценки медицинской помощи (табл.3)**

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авцын А.П. Патология флюороза / А.П. Авцын, А.А. Жаворонков — Новосибирск: Наука, 1981. — 330 с.
2. Артамонова В.Г., Мухин Н.А. Профессиональные болезни. Уч. пособ. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Медицина, 2004. — 480 с. ISBN 5-225-04789-0. 4,24 МБ
3. Восстановительная медицина в реабилитации профессиональных и производственно обусловленных заболеваний / Под ред. И.Е. Оранского, Е.И. Лихачевой, С.В. Кузьмина. — Екатеринбург, Изд. УрГУ. — 2008. — 272 с.
4. Габович Р.Д. Фтор и его гигиеническое значение / Р.Д. Габович. — М., 1957. — 251 с.
5. Данилов И.П., Олещенко А.М., Цай Л.В. Мониторинг и управление риском профессиональной заболеваемости на алюминиевом заводе // Мед. труда и пром. экология. — 2006. — № 6. — С. 10–13.
6. Дружинин В.Н. Рентгенометрия в комплексной диагностике фтористых остеопатий профессионального генеза // Мед. труда и пром. экология. — 2007. — № 10. — С. 13–17
7. Измеров Н.Ф. (ред.) Профессиональная патология. Национальное руководство. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011. — 784 с. — ISBN 978-5-9704-1947-2.
8. Измеров Н.Ф., Бухтияров И.В., Прокопенко Л.В. и др. Современные аспекты сохранения и укрепления здоровья работников, занятых на предприятиях по производству алюминия // Мед. труда и пром. экология. — 2012. — № 11. — С. 1–7.
9. Калинина О.Л., Лахман О.Л., Бахтина А.М. Диагностика и прогнозирование развития профессионального флюороза у работников современного производства алюминия: пособие для врачей, клинических ординаторов, врачей-интернов, студентов медицинских вузов. — Иркутск, 2013. — 38 с.
10. Медицина труда при электролитическом получении алюминия: Монография / под ред. О.Ф. Рослого, Е.И. Лихачевой. — Екатеринбург, 2011. — 160 с.
11. Орницан Э.Ю. Особенности течения профессионального флюороза / Э.Ю. Орницан, М.В. Чашин, Е.В. Зибарев // Мед. труда и пром. экология. — 2004. — № 12. — С. 27 — 29.
12. Ранняя диагностика и профилактика профессиональных заболеваний у работников, занятых на предприятиях по производству алюминия: Пособ. для врачей / Н.Ф. Измеров, Л.А. Тарасова, В.В. Милюшников и др. — М., 2003. — 37 с.
13. Рейнберг С.А. Рентгенодиагностика заболеваний костей и суставов /http://xray1.nm.ru/book/kosti/1-30.html 01.06.2005.
14. Риск развития профессиональной хронической фтористой интоксикации / Рослый О.Ф., Федорук А.А., Рослая Н.А., Слышкина Т.В., Хасанова Г.Н., Жовтык Е.П. Гиг. и санит. — 2015. — Т. 94. — № 2. — С. 39–43.
15. Рослый О.Ф. Профессиональные фтористые нагрузки электролизников при использовании фторированного глинозема в электролизе алюминия // Уральский медицинский журнал. — 2007. — № 11. — С. 38–42.
16. Рослый О.Ф., Гурвич В.Б., Плотко Э.Г. и др. Актуальные вопросы гигиены в алюминиевой промышленности России // Мед. труда и пром. экология. — 2012. — № 11. — С. 8–12.
17. Рослая Н.А., Лихачева И.Е., Оранский И.Е. и др. Клинико-патогенетические особенности хронической профессиональной интоксикации соединениями фтора в современных условиях // Мед. труда и пром. экология. — 2012. — № 11. — С. 17–21.

18. *Boilant G.I.* Radiological criteria of industrial fluorosis Editorial / G.I. Boilant, L. Velebit // *Skeletal Radiology*. — 1980. — № 5. — P. 161. — 1650
19. *Browne D., Whelton H., O'Mullane D.* Fluoride metabolism and fluorosis // *J. Dent*. — 2005. — P.177–186.
20. *Buchancova J., Hubert P., Henrieta H., Lukas M. et al.* Skeletal fluorosis from the point of view of an occupational exposure to fluorides in former Czechoslovakia // *Interdisc Toxicol*. — 2008. — Vol. 1 (2). — P. 193–197.
21. *Carnow B.W., Conibear S.A.* Industrial fluorosis // *Fluoride*. 1981. — Vol. 14. — №4. — P. 172–181.
22. *Czerwinski E.* Evaluation of bone mineral density in the distal radius of former workers employed at the Aluminum Works / E. Czerwinski, J. Friedlein, R.T. Kukielka // *Przegl Lek*. — 1997. — Vol. 54, №4. — P. 269 — 271.
23. *Desal V.K.* Clinical radiological observations among workers of fluoride processing industry / V.K. Desal, B.S. Bhavsar, N.B. Mehtam Editorial // *Fluoride*. — 1983. — Vol. 16, № 2. — P. 90–100.
24. *Dinman B.D.* Absorption and excretion of fluoride immediately after exposure / B.D. Dinman, W.J. Bovard, T.B. Bonney // *J. Occup. Med*. — 1976. — Vol. 18, №1. — P. 7–13.
25. *Espallargues M., Sampietro-Colom L., Estrada M.D.* Identifying bone-mass-related risk factors for fracture to guide bone densitometry measurements // *Osteoporosis Int*. — 2001. — Vol. 12. — P. 811–822.
26. *Fluorides: Environmental Health Criteria 227.* Geneva: WHO, 2002. — 268 p.
27. *Franke J.* Ossification and classification of muscle and tendon insertions in human industrial fluorosis / J. Franke // *Fluoride Res*. — Select. Pap. 14-th Conf. — Morioka, 12–15. June, 1985. — Amsterdam, 1986. — P. 335–339.
28. *Grandjean P.* Occupational fluorosis through 50 years: clinical and epidemiological experiences / P. Grandjean // *Am.J. Ind. Med*. — 1982. — Vol. 3. — P. 227–236.
29. Health effects of occupational exposure to fluorine and its compounds in a small-scale enterprise / E. Viragh, H. Viragh, J. Laczka, V. Coldea // *Ind. Health*. — 2006. — Vol. 44, №1. — P. 64–68.
30. *Littleton J.* Paleopathology of skeletal fluorosis // *Am. J. Phys. Anthropol.* . — 1999. — P. 465–483.
31. *Moller P.F., Gudjonsson S.V.* Assive fluorosis of bones and ligaments // *Clin. Orthop. Relat. Res*. 1967. — Vol. 55. — P.
32. *Roholm K.* Fluorine intoxication: A clinical — hygienic study with a review of the experimental investigation / K. Roholm. — London, 1937. — 364 p.
33. *Tan H., Liu K.J., Lu C.R. et al.* Study on early diagnostic indexes of skeleton damage caused by fluoride (in Chinese) // *Ind. Health Occup Dis*. 2005. — Vol. 31. — P. 149–152.
34. *Tanaka T.* Growth inhibition and cell death induced by fluoride / T. Tanaka, I. Sato, A. Oquro // *J. Trace Elem. Exp. Med*. — 1998. — Vol. 11, № 4. — P. 488.
35. 187. Toxicological Profile for Fluorides: Department of Health & Human Services USA, 2001. — 307 p.
36. *Viragh E., Viragh H., Laczka J., Coldea V.* Health effects of occupational exposure to fluorine and its compounds in a small-scale enterprise // *Ind. Health*. 2006. — Vol. 44, N 1. — P. 64–68.
37. *Wang W., Kong L., Zhao H., Jia Z.* Ossification of the transverse atlantal ligament associated with fluorosis. A report of two cases // *Spine*. 2004. — Vol. 29. — P. 75–78.
38. *Yu-e Song, Hao Tan, Ke-jian Liu* Effect of fluoride exposure on bone metabolism indicators ALP, BALP, and BGP // *Environ Health Prev. Med*. 2011. — P. 158–163.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А1. СОСТАВ РАБОЧЕЙ ГРУППЫ

**Базарова Е.Л.** — к.м.н., врач по гигиене труда МСЧ «Тирус» (Верхняя Салда)

**Бухтияров И.В.** — д.м.н., профессор, заслуженный деятель науки РФ, член-корреспондент РАН, главный внештатный специалист профпатолог Минздрава России, директор ФГБНУ «НИИ медицины труда» (Москва), президент ассоциации врачей и специалистов медицины труда (АМТ).

**Гуревич Е.Б.** — врач профпатолог высшей категории, заведующий Центром профпатологии ГБУЗ КО «Новокузнецкая городская клиническая больница №1» г. Новокузнецк.

**Дружинин В.Н.** — д.м.н., ведущий научный сотрудник отделения рентгенодиагностики и томографии ФГБНУ «НИИ медицины труда» (Москва).

**Калинина О.Л.** — к.м.н., ассистент кафедры внутренних болезней с курсами профпатологии и военно-полевой терапии ГБОУ ВПО «Иркутский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения РФ, врач — профпатолог

**Кузьмина Л.П.** — д.б.н., профессор, зам. директора по науке, зав. клиническим отделением профессиональных и производственно обусловленных заболеваний клиники ФГБНУ «НИИ медицины труда» (Москва), член ассоциации врачей и специалистов медицины труда (АМТ).

**Лагутина Г.Н.** — к.м.н., заслуженный врач РФ, зав. отделением заболеваний нервной и скелетно-мышечной систем ФГБНУ «НИИ медицины труда» (Москва).

**Лашина Е.Л.** — к.м.н., доцент, зам. директора по лечебной и научной работе ФГБНУ «НИИ медицины труда» (Москва), член ассоциации врачей и специалистов медицины труда (АМТ).

**Лахман О.А.** — д.м.н., профессор, профессор РАН, главный врач клиники ФГБНУ «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований», зав. кафедрой профпатологии и гигиены ФГБОУ ДПО «Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования» Минздрава России, главный внештатный специалист профпатолог Иркутской области (Ангарск, Иркутск), член ассоциации врачей и специалистов медицины труда (АМТ).

**Потеряева Е.А.** — д.м.н., профессор, главный внештатный специалист профпатолог Сибирского Федерального округа, проректор по лечебной работе, зав. кафедрой неотложной терапии с эндокринологией и профпатологией факультета повышения квалификации и профессиональной переподготовки врачей ФГБОУ ВПО «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет», член ассоциации врачей и специалистов по медицине труда.

**Прокопенко Л.В.** — д.м.н., врач гигиенист, заместитель директора ФГБНУ «НИИ МТ» по научной работе, член ассоциации врачей и специалистов медицины труда (АМТ).

**Рослая Н.А.** — д.м.н., доцент кафедры общественного здоровья и здравоохранения ФГБОУ ВО Уральский государственный медицинский университет Минздрава России, главный внештатный специалист профпатолог Уральского Федерального округа (Екатеринбург), член ассоциации врачей и специалистов медицины труда (АМТ).

**Рослый О.Ф.** — д.м.н., профессор, руководитель отдела медицины труда ФБУН «Екатеринбургский медицинский-научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промышленных предприятий» Роспотребнадзора (Екатеринбург).

**Семенхин В.А.** — д.м.н., профессор, заслуженный врач РФ, заведующий кафедрой ФГБОУ ВО Кемеровский государственный медицинский университет Минздрава России, заведующий Центром профпатологии ГАУЗ КО ОКЦОЗШ, главный внештатный специалист профпатолог Кемеровской области.

**Федорук А.А.** — к.м.н., ведущий научный сотрудник отдела медицины труда ФБУН «Екатеринбургский медицинский-научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промышленных предприятий» Роспотребнадзора (Екатеринбург).

Конфликт интересов отсутствует.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А2. МЕТОДОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ КЛИНИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ

### Целевая аудитория данных клинических рекомендаций:

1. Врачи-профпатологи 31.08.44;
2. Врачи-терапевты 31.08.49;
3. Врачи-рентгенологи 31.08.09.

Таблица П 1

### Уровни достоверности доказательств

Уровень достоверности	Источник доказательств
I (1)	Проспективные рандомизированные контролируемые исследования Достаточное количество исследований с достаточной мощностью, с участием большого количества пациентов и получением большого количества данных Крупные мета-анализы Как минимум одно хорошо организованное рандомизированное контролируемое исследование Репрезентативная выборка пациентов
II (2)	Проспективные с рандомизацией или без исследования с ограниченным количеством данных Несколько исследований с небольшим количеством пациентов Хорошо организованное проспективное исследование когорты Мета-анализы ограничены, но проведены на хорошем уровне Результаты не презентативны в отношении целевой популяции Хорошо организованные исследования «случай-контроль»
III (3)	Нерандомизированные контролируемые исследования Исследования с недостаточным контролем Рандомизированные клинические исследования с как минимум 1 значительной или как минимум 3 незначительными методологическими ошибками Ретроспективные или наблюдательные исследования Серия клинических наблюдений Противоречивые данные, не позволяющие сформировать окончательную рекомендацию
IV (4)	Мнение эксперта/данные из отчета экспертной комиссии, экспериментально подтвержденные и теоретически обоснованные

## Уровни убедительности рекомендаций

Уровень убедительности	Описание	Расшифровка
<b>A</b>	Рекомендация основана на высоком уровне доказательности (как минимум 1 убедительная публикация I уровня доказательности, показывающая значительное превосходство пользы над риском)	Метод/терапия первой линии; либо в сочетании со стандартной методикой/терапией
<b>B</b>	Рекомендация основана на среднем уровне доказательности (как минимум 1 убедительная публикация II уровня доказательности, показывающая значительное превосходство пользы над риском)	Метод/терапия второй линии; либо при отказе, противопоказании, или неэффективности стандартной методики/терапии. Рекомендуются мониторинг побочных явлений
<b>C</b>	Рекомендация основана на слабом уровне доказательности (но как минимум 1 убедительная публикация III уровня доказательности, показывающая значительное превосходство пользы над риском) <i>или</i> нет убедительных данных ни о пользе, ни о риске)	Нет возражений против данного метода/терапии или нет возражений против продолжения данного метода/терапии Рекомендовано при отказе, противопоказании, или неэффективности стандартной методики/терапии, при условии отсутствия побочных эффектов
<b>D</b>	Отсутствие убедительных публикаций I, II или III уровня доказательности, показывающих значительное превосходство пользы над риском, либо убедительные публикации I, II или III уровня доказательности, показывающие значительное превосходство риска над пользой	Не рекомендовано

**Порядок обновления клинических рекомендаций** — пересмотр 1 раз в 3 года.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б. АЛГОРИТМЫ ВЕДЕНИЯ ПАЦИЕНТА

**1. Предварительный медицинский осмотр**

Рентгенография предплечий и голеней в 2 проекциях.

Определение плотности костей по алюминиевому клину-эталону или денситометрии.

**2. Периодический медицинский осмотр**

Рентгенография предплечий и голеней в 2 проекциях. Определение плотности костей по алюминиевому клину-эталону или денситометрии. Частота: первое — через 5 лет работы, затем через каждые 4 года работы, при выявлении хотя бы одного признака воздействия фтора отнести в группу «Отдельные признаки воздействия фтора» с рекомендациями в заключительном акте о проведении ПМО в специализированном Центре профпатологии.

Оформление извещения на предварительный диагноз для получения санитарно-гигиенической характеристики условий труда.

**3. Центр профессиональной патологии**

- Рентгенография предплечий и голеней в 2 проекциях, рентгенография таза, позвоночника, ОГК с дополнительным исследованием ребер.

- Билирубин, АСТ, АЛТ, ЩФ, Са кр.общ.

- Консультация эндокринолога и гормоны (ТТГ, Т4св., паратгормон, тестостерон) по показаниям.

- При выявлении нарушения функции в суставах — осмотр ортопеда с исследованием объема движений в суставах.

- При выявлении полной клиники флюороза (изменения в трех отделах скелета) проводят экспертизу связи заболевания с профессией в обычном порядке.

*Противопоказания для работы с соединениями фтора:*

- Эрозия слизистой оболочки полости носа.
- Хронические заболевания бронхолегочной системы с частотой обострения 2 раза и более за календарный год, ХОБЛ 2 степени спирометрических изменений, БА.
- Заболевания опорно-двигательного аппарата с нарушением костной структуры (остеопороз, остеосклероз, остеохондропатии, остеомаляция и другие).
- Деформирующие артрозы с нарушением функции.
- Остеохондроз позвоночника и периартрозы суставов с обострениями 3 раза и более за календарный год.
- Хронические рецидивирующие заболевания кожи с частотой обострения 4 раза и более за календарный год.
- Новообразования доброкачественные и злокачественные молочных желез, половых органов, мочевого пузыря, органов дыхания.
- Искривления носовой перегородки, препятствующие носовому дыханию.

## **ПРИЛОЖЕНИЕ В. ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ ПАЦИЕНТА**

Профессиональная интоксикация соединениями фтора (флюороз) — хроническая интоксикация, развивающаяся в процессе работы при длительном, избыточном поступлении в организм фтора и его соединений, специфическим признаком которой является поражение опорно-двигательного аппарата.

Причиной развития профессиональная интоксикация соединениями фтора является длительное избыточное поступление в организм фтора и его соединений в процессе работы. Заболевание обычно развивается при стаже более 11 лет (в зависимости от концентрации соединений фтора и их растворимости), средний стаж для развития профессионального флюороза составляет 26 лет.

*Флюороз имеет следующие симптомы:*

- постоянные ноющие боли в крупных суставах (коленных, локтевых, плечевых);
- боли в костях голени и предплечий, позвоночнике, преимущественно в ночное время;
- судороги в мышцах, в основном в икроножных в состоянии покоя и по ночам.

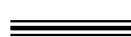
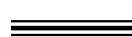
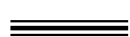
Больной при выявлении симптомов обязательно должен обратиться за консультацией к врачу профпатологу.

### **Диагностика**

Углубленное обследование, к которому относится рентгенография костей и суставов, позволяет более точно определить характер и также стадию изменений.

В настоящее время не существует лекарств и методов лечения, обеспечивающих излечение флюороза. Регулярное, индивидуально подобранное лечение должно быть направлено на патогенетические механизмы и отдельные клинические симптомы, а также предупреждение осложнений. Для усиления эффекта фармакотерапии рекомендуется применение немедикаментозных методов лечения, улучшающих функциональные возможности.

В качестве профилактики флюороза используется комплекс мер, в основе которых находится улучшение условий труда, соблюдение всех требований по безопасности производства, совершенствование существующих технологических процессов. Для того, чтобы предупредить возникновение флюороза необходимо использовать личные и коллективные средства защиты (местную приточно-вытяжную местную вентиляцию, проветривание всех производственных помещений).



**Денисов Э.И., Прокopenko Л.В., Фесенко М.А.** Международный опыт ограничения сверхурочных работ без ущерба для здоровья 1

**Бухтияров И.В., Хамитов Т.Н., Смагулов Н.К.** Оценка влияния неблагоприятных производственных факторов на здоровье рабочих листопрокатного производства 7

**Капустина А.В., Юшкова О.И., Матюхин В.В.** Психофизиологические особенности устойчивости к стрессу при отдельных видах умственной работы 12

**Мухаммадиева Г.Ф., Бакиров А.Б., Каримова Л.К., Каримов Д.О., Бейгул Н.А., Гимаева З.Ф.** Факторы риска развития и особенности профессиональной патологии у работников, занятых производством искусственных минеральных волокон 19

**Евсевьева М.Е., Иванова Л.В., Орехова Н.В., Литвинова М.В.** Гемодинамический и нейровегетативный статус молодых работников правоохранительных органов, подверженных профессиональному стрессу 23

**Фатхутдинова Л.М., Леонтьева Е.А.** Мониторинг рабочего стресса как составная часть системы управления охраной труда 28

**Новицкая В.П., Булыгин Г.В.** Оценка антропоэкологического напряжения у рабочих при долговременной адаптации к условиям Севера и промышленного производства 33

#### ПРАКТИЧЕСКОМУ ЗДРАВООХРАНЕНИЮ

**Бывальцев В.А., Калинин А.А.** Использование минимально-инвазивных методик ригидной стабилизации поясничного отдела позвоночника у работников ОАО «РЖД» 39

**Пащенко П.С., Плахов Н.Н., Сухотерин А.Ф.** Диагностическая значимость цитохимических исследований лейкоцитов периферической крови у летчиков 43

#### ДОКУМЕНТЫ

Клинические рекомендации. Профессиональная интоксикация соединениями фтора (проект) 48

**Denisov E.I., Prokopenko L.V., Fesenko M.A.** International experience of working overtime regulation without harm for worker's health 1

**Buhtijarov I.V., Hamitov T.N., Smagulov N.K.** Evaluating influence of occupational hazards on health of workers engaged into plate rolling production 7

**Kapustina A.V., Yushkova O.I., Matyukhin V.V.** Psycho-physiologic features of resistance to stress in some types of mental work 12

**Mukhammadiyeva G.F., Bakirov A.B., Karimova L.K., Karimov D.O., Beigul N.A., Gimaeva Z.F.** Risk factors and features of occupational diseases in workers engaged into artificial mineral fibers production 19

**Evseyeva M.E., Ivanova L.V., Orechova N.V., Litvinova M.V.** Hemodynamic and neuro-vegetative state of young officers working in law-enforcement organs and exposed to occupational stress 23

**Fatkhutdinova L.M., Leontyeva E.A.** Monitoring work stress as a part of occupational hygiene management 28

**Novitzkaya V.P., Bulygin G.V.** Evaluation of anthropo-ecologic stress in workers during long-term adaptation to northern and industrial conditions 33

#### FOR THE PRACTICAL MEDICINE

**Byvaltsev V.A., Kalinin A.A.** Use of minimally invasive methods of rigid stabilization of lumbar spine in workers of OJSC «RZhd» 39

**Paschenko P.S., Plahov N.N., Sukhoterin A.F.** Diagnostic value of cytochemical studies in peripheral blood WBC of pilots 43

#### DOCUMENTS

Clinical recommendations. Occupational intoxication with fluorine compounds (project) 48