

СОСТОЯНИЕ РЕЗИДЕНТНОЙ МИКРОБНОЙ АССОЦИАЦИИ КИШЕЧНИКА И ЕЕ ВЗАИМОСВЯЗЬ С КОНЦЕНТРАЦИЕЙ ДИОКСИНОВ В ЛИПИДАХ КРОВИ У ПОЖАРНЫХ

¹ Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова МЧС России (Россия, Санкт-Петербург, Акад. Лебедева, д. 4/2);

² Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья (Россия, Санкт-Петербург, 2-я Советская ул., д. 4);

³ Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова (Россия, Санкт-Петербург, Акад. Лебедева, д. 6)

Актуальность. Профессиональная деятельность пожарных относится к экстремальным видам деятельности, при которых вероятно нарушаются функциональные резервы организма. Токсичные продукты горения при пожаротушении могут оказывать существенное влияние на состояние здоровья пожарных.

Цель – проанализировать и оценить влияние диоксинов на микробиом пристеночной флоры кишечника у пожарных Федеральной противопожарной службы МЧС России.

Методология. Проведен анализ зависимости состава микробиоты от концентрации диоксинов в липидах крови у 121 пожарного, а также у 125 работников и сотрудников МЧС России, которые не участвовали в тушении пожаров (контрольная группа).

Результаты и их анализ. Анализ концентрации микробиоты у пожарных свидетельствует о ее взаимосвязи с уровнем диоксинов в липидах крови. У пожарных с содержанием диоксинов более 350 пг/г в липидах крови отмечается достоверное снижение концентрации нормальной и увеличение концентрации условно-патогенной микрофлоры по сравнению с пожарными с меньшей концентрацией диоксинов, а также специалистами контрольной группы.

Заключение. Нарушение микробиома пристеночной флоры кишечника у обследованных пожарных связано с воздействием токсичных продуктов горения, в том числе, диоксинов при пожаротушении. Выявленные у пожарных нарушения микробиома могут служить предикторами развития патологии органов пищеварения, что обуславливает необходимость контроля, целенаправленной коррекции соматического состояния и микробиологического статуса у данного контингента.

Ключевые слова: пожар, пожаротушение, пожарный, токсикология, диоксины, нарушение микробиома, микробиота кишечника.

Введение

Деятельность пожарных по профессиональному предназначению осуществляется в условиях экстремального воздействия физических, химических и психофизиологических факторов, связана с повышенной физической и психологической нагрузкой. По данным Международной ассоциации пожарно-спасательных служб (International Association of Fire and Rescue Services, CTIF), профессия пожарных относится к наиболее опасным видам деятельности. В 34 странах

мира с населением 1 млрд 271 млн человек в 2019 г. возникли 3 млн 83 тыс. пожаров, были совершены 59 млн 726 тыс. пожаровыездов [6]. Крайне опасным фактором, не встречающимся при других даже экстремальных видах деятельности, является воздействие на организм токсичных продуктов горения [4].

В структуре случаев трудопотерь ведущими классами болезней у пожарных [3] были болезни органов дыхания (X класс по МКБ-10, 1-й ранг значимости), травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия

✉ Бацков Сергей Сергеевич – д-р мед. наук проф., зав. клинич. отдела гастроэнтерологии и гепатологии, Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2), e-mail: bs_her@mail.ru;

Гацура Вера Юрьевна – врач-терапевт поликлиники № 1, Мед.-санитар. часть МВД России по Санкт-Петербургу и Ленинградской обл. (Россия, 191186, Санкт-Петербург, Малая Морская ул., д. 10), e-mail: veraga734@gmail.com;

Крийт Владимир Евгеньевич – канд. хим. наук, руков. отд. комплексной гигиенич. оценки физич. факторов, Сев.-Зап. науч. центр гигиены и общественного здоровья (Россия, 191036, Санкт-Петербург, 2-я Советская ул., д.4), e-mail: kriyt@s-znc.ru;

Санников Максим Валерьевич – канд. мед. наук, вед. науч. сотр., Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2), e-mail: smakv@mail.ru;

Пятибрат Елена Дмитриевна – д-р мед. наук доц., каф. госпит. терапии, Воен.-мед. акад. им. С.М. Кирова (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6), e-mail: e5brat@yandex.ru

внешних причин (XIX класс, 2-й ранг), болезни кожи и подкожной клетчатки (XIII класс, 3-й ранг), некоторые инфекционные и паразитарные болезни (I класс, 4-й ранг), болезни органов пищеварения (XI класс, 5-й ранг). Уровень болезней органов пищеварения у пожарных был более выражен, чем у сотрудников других подразделений МЧС России. По данным диспансеризаций, проводимых во Всероссийском центре экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова МЧС России (Санкт-Петербург), у пожарных около 40% или 1-й ранг занимали болезни органов пищеварения (XI класс), из которых не менее 25% приходится на неалкогольную жировую болезнь печени.

Известно, что даже крайне низкие концентрации диоксинов оказывают негативное влияние на метаболические процессы организма. При хроническом отравлении диоксинами прослеживается взаимоотноотягчающее взаимодействие микробиоты кишечника и иммунной системы [8]. В работах Ю.И. Черняка и соавт. выявлено, что ферментативные нарушения клеток, связанные с активацией ферментов детоксикации ксенобиотиков, таких как цитохром CYP1A2, через комплекс арил-углеводородных рецепторов с диоксинами могут приводить к нарушению метаболизма гепатоцитов [7].

Одним из механизмов нарушений состава микробиоты кишечника являются изменения процесса синтеза и экскреции компонентов желчи, что приводит к изменениям функции внутренних органов и состава микробиоты [10]. В то же время, избыток бактериального роста вызывает повышение поступления продуктов жизнедеятельности и гниения бактерий в кровотоки, что приводит к нарушениям регуляции иммунной системы, изменению водно-электролитного баланса и кислотно-основного равновесия.

В настоящее время повышение интереса к роли микробиоты при формировании различной патологии обусловлено широким внедрением инновационных молекулярно-генетических технологий секвенирования ДНК, позволяющих идентифицировать многочисленные виды бактерий, неподдающиеся культивированию [9].

Таким образом, учитывая недостаточное количество работ, направленных на изучение комплексного воздействия на организм пожарных во время пожаротушения стойких органических загрязнителей, входящих в состав токсических продуктов горения, исследова-

ние, раскрывающее особенности механизмов нарушения микробиома пристеночной флоры кишечника у лиц данного контингента, безусловно актуально.

Цель – проанализировать и оценить влияние диоксинов на микробиом пристеночной флоры кишечника у сотрудников Федеральной противопожарной службы (ФПС) МЧС России.

Материал и методы

Обследовали 246 пациентов-мужчин, из них 121 человек – сотрудники ФПС МЧС России, непосредственно участвующие в пожаротушении, и 125 человек – работники и спасатели МЧС России (контрольная группа), у которых влияние токсичных продуктов горения не выявлено. Возраст обследуемого контингента был от 31 до 46 лет, в среднем – $(38,5 \pm 7,5)$ лет. Все обследуемые сотрудники и работники МЧС России имели стаж работы не менее 5 лет. У обследованных лиц получено добровольное согласие на использование полученных результатов в научных исследованиях. Исследование провели в период с сентября 2015 г. по май 2019 г.

Концентрацию диоксинов и полихлорированных бифенилов (ПХБ) оценивали методом газовой хроматографии – масс-спектрометрии (ГХ–МС) высокого разрешения «Finnigan MAT 95 XP – Hewlett-Packard HP 6890 Plus». Фракции диоксинов разделяли в колонке фирмы «Phenomenex Zebron – ZB-5» (5% – фенил, 95% – диметил-полисилоксан). Оценивали эквивалент токсичности, рекомендуемый Всемирной организацией здравоохранения, WHO–TEQ (World Health Organization – Toxic Equivalence Quantity), который демонстрирует массу взвешенных по токсичности для смесей полихлорированных бифенилов (ПХБ), полихлорированных дибензо-пара-диоксинов (ПХДД) и полихлорированных дибензофуранов (ПХДФ) [4]. Исследование проводили в Северо-Западном научном центре гигиены и общественного здоровья (Санкт-Петербург).

По концентрации WHO–TEQ в липидах крови обследованных пожарных разделили на 3 группы:

- 1-я – менее 100 пг/г ($n = 41$);
- 2-я – от 101 до 350 пг/г ($n = 37$);
- 3-я – более 350 пг/г ($n = 43$).

Для оценки состояния микробиоты кишечника выполняли исследование микробных маркеров в крови методом ГХ–МС на хроматографе «Agilent 7890» с масс-селек-

тивным детектором «Agilent 5975C» («Agilent Technologies», США). Метод основан на количественном определении маркерных веществ микроорганизмов (жирных кислот, альдегидов, спиртов и стероидов) непосредственно в клиническом материале. Данный метод предоставляет возможность разложения суперпозиции всего пула микробных маркеров, что позволяет оценить вклад от каждого из сотен видов микроорганизмов, обитающих в различных системах и органах. Исследование микробиоты кишечника провели в научно-исследовательском отделе биоиндикации Всероссийского центра экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова МЧС России. Более подробно метод описан в публикациях [1, 2, 5].

Материалы, полученные в ходе исследования, статистически обработали по стандартным программам для персональных ЭВМ (Excel, Statistica 6.0). Результаты проверили на нормальность распределения признаков. В тексте представлены средние арифметические величины и ошибки средних ($M \pm m$). Оценку значимости различий показателей анализировали по t-критерию Стьюдента.

Результаты и их анализ

Результаты, полученные при диспансеризации пожарных в клинике Всероссийского центра экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова МЧС России, свидетельствуют, что в 76 % случаев выявляются хронические заболевания. В структуре заболеваемости пожарных преобладают болезни органов пищеварения (XI класс по МКБ-10) – 40,1 %, доля болезней костно-мышечной сис-

Таблица 1

Содержание диоксинов в крови у пожарных и контрольной группы, ($M \pm m$) пг/г

Химическое соединение	Пожарные	Контроль	p <
ПХДД	712,6 ± 8,2	214,5 ± 6,3	0,001
ПХДФ	611,7 ± 6,8	97,5 ± 4,1	0,001
ПХБ	58,4 ± 3,9	39,5 ± 4,6	0,01
Содержание диоксинов по критерию WHO-TEQ	518,3 ± 5,1	46,8 ± 3,2	0,001

темы и соединительной ткани (XIII класс) составила 18,3 %, органов дыхания (X класс) – 11,9 %, болезней эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ (IV класс) – 10,2 %, болезней системы кровообращения (IX класс) – 5 %, нервной системы (VI класс) – 4,5 %, мочеполовой системы (XIV класс) – 1,9 %, болезней остальных классов – 8,1 %.

Содержание диоксинов по критерию WHO-TEQ в липидах сыворотки крови у пожарных и лиц контрольной группы представлено в табл. 1. Отмечается статистически достоверное превышение диоксинов у пожарных по сравнению с контрольной группой лиц. Результаты свидетельствуют о повышении концентрации диоксинов в липидах крови у пожарных относительно контрольной группы более чем в 16 раз.

Анализ показателей микробных маркеров пристеночной флоры кишечника свидетельствует о статистически значимом снижении количества полезной микрофлоры у пожарных относительно группы контроля (табл. 2, 3).

Анализ показателей микробных маркеров пристеночной флоры кишечника свидетель-

Таблица 2

Сравнительный анализ состояния микробиоты в крови у пожарных и контрольной группы, ($M \pm m$) клеток/г · 10⁵

Показатель	Пожарные	Контроль	p <
Bifidobacterium	1430 ± 21	5453 ± 83	0,001
Lactobacillus	3163 ± 15	6059 ± 84	0,001
Eubacterium / Cl. Coocoides	3815 ± 22	6566 ± 71	0,001
Сумма микробных маркеров полезной микрофлоры	8408 ± 57	18078 ± 94	0,001
Bacteroides fragilis	827 ± 5	92 ± 2	0,001
Fusobacterium / Haemophilus	196 ± 3	35 ± 2	0,001
Eubacterium	26 ± 1	76 ± 3	0,001
Peptostreptococcus anaerobius (группа 1)	724 ± 5	128 ± 12	0,001
Clostridium perfringens	642 ± 6	3045 ± 29	0,001
Enterobacteriaceae (E. coli)	61 ± 1	0	0,001
Enterococcus	268 ± 4	133 ± 9	0,001
Staphylococcus intermedius	3455 ± 24	1612 ± 98	0,001
Bacillus cereus	239 ± 3	102 ± 9	0,001
Bacillus megaterium	5280 ± 39	3181 ± 88	0,001
Mycobacterium / Candida	256 ± 4	0	0,001
Сумма микробных маркеров условно-патогенной микрофлоры	11 974 ± 97	5733 ± 83	0,001

Таблица 3

Состояние микробиоты в зависимости от концентрации диоксинов в липидах крови у пожарных, ($M \pm m$) клеток/г · 10⁵

Показатель	Группа пожарных			p < 0,05
	1-я	2-я	3-я	
<i>Bifidobacterium</i>	1978 ± 24	1625 ± 21	1235 ± 20	1–2; 1–3; 2–3
<i>Lactobacillus</i>	39812 ± 12	3572 ± 16	2754 ± 16	1–2; 1–3; 2–3
<i>Eubacterium / Cl. Coocoides</i>	4643 ± 24	4153 ± 20	3477 ± 22	1–2; 1–3; 2–3
Сумма микробных маркеров полезной микрофлоры	10603 ± 41	9351 ± 42	7466 ± 41	1–2; 1–3; 2–3
<i>Bacteroides fragilis</i>	482 ± 4	681 ± 4	973 ± 7	1–2; 1–3; 2–3
<i>Fusobacterium / Haemophylus</i>	140 ± 3	173 ± 3	218 ± 4	1–2; 1–3; 2–3
<i>Eubacterium</i>	31 ± 1	27 ± 2	25 ± 1	1–2; 1–3
<i>Peptostreptococcus anaerobius</i> (группа 1)	384 ± 4	577 ± 4	872 ± 8	1–2; 1–3; 2–3
<i>Clostridium perfringens</i>	99 ± 2	448 ± 8	836 ± 9	1–2; 1–3; 2–3
<i>Enterobacteriaceae (E. coli)</i>	50 ± 1	57 ± 2	65 ± 1	1–2; 1–3; 2–3
<i>Enterococcus</i>	70 ± 3	193 ± 5	342 ± 4	1–2; 1–3; 2–3
<i>Staphylococcus intermedius</i>	489 ± 12	2376 ± 28	4535 ± 33	1–2; 1–3; 2–3
<i>Bacillus cereus</i>	133 ± 4	196 ± 3	281 ± 3	1–2; 1–3; 2–3
<i>Bacillus megaterium</i>	4243 ± 36	4928 ± 42	5633 ± 40	1–2; 1–3; 2–3
<i>Mycobacterium / Candida</i>	153 ± 4	224 ± 4	287 ± 3	1–2; 1–3; 2–3
Сумма микробных маркеров условно-патогенной микрофлоры	6274 ± 73	9881 ± 94	14067 ± 118	1–2; 1–3; 2–3

стует о статистически значимом снижении количества полезной микрофлоры у пожарных по сравнению группой контроля. В то же время, у пожарных 2-й и 3-й группы наблюдается более высокое количество условно-патогенной микрофлоры, чем у лиц группы контроля (см. табл. 3).

Результаты проведенного анализа концентрации микробиоты у пожарных свидетельствуют о ее взаимосвязи с уровнем диоксинов в липидах крови. У пожарных с содержанием диоксинов более 350 пг/г в липидах крови (3-я группа) определялось достоверное снижение концентрации полезной микрофлоры бифидобактерий, эубактерий и лактобактерий, чем в 1-й и 3-й группе. В то же время, в 3-й группе пожарных определялись достоверно более высокие показатели условно-патогенной микрофлоры *Bacteroides fragilis*, *Fusobacterium / Haemophylus*, *Clostridium perfringens*, *Peptostreptococcus anaerobius*, *Enterobacteriaceae (E. coli)*, *Staphylococcus intermedius*, *Bacillus cereus*, *Bacillus megaterium*, *Mycobacterium / Candida* относительно пожарных с меньшей концентрацией диоксинов в липидах крови (см. табл. 3), а также лиц контрольной группы (см. табл. 2).

Заключение

Таким образом, у обследованных пожарных наблюдался синдром избыточного роста микробиоты кишечника за счет увеличения численности условно-патогенной флоры на фоне снижения количества полезной микрофлоры. Увеличение количества и изменение состава микробиоты кишечника свидетельствуют о нарушении микробиома пристеночной флоры кишечника у обследованных пожарных, что связано с воздействием токсичных продуктов горения, в том числе, диоксинов при выполнении профессиональных задач по пожаротушению.

Выраженное нарушение микробиома характерно для пожарных, у которых при диспансерном обследовании в структуре заболеваемости более 40% занимают болезни органов пищеварения (XI класс по МКБ-10). Данный феномен требует дальнейшего исследования. Выявленное у пожарных нарушение микробиома может служить предиктором развития патологии печени, которая обезвреживает токсические вещества, что обуславливает необходимость контроля и целенаправленной коррекции соматического состояния и микрoэкологического статуса у пожарных.

Литература

1. Бацков С.С., Родионов Г.Г., Муллина Е.В. Состояние микробиоты кишечника у спасателей МЧС России, страдающих функциональными заболеваниями органов пищеварения // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2016. № 3. С. 27–35. DOI: 10.25016/2541-7487-2016-0-3-27-35.
2. Ветoshкин А.А., Родионов Г.Г. Масс-спектрометрия микробных маркеров в синовиальной жидкости при травмах и артритах коленного сустава // Поликлиника. 2014. № 1-3. С. 11–15.

3. Евдокимов В.И., Бобринев Е.В. Случаи заболеваемости с трудопотерями у сотрудников подразделений МЧС России и работающего населения России // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2019. № 4. С. 24–32. DOI: 10.25016/2541-7487-2019-0-4-24-32.

4. Крийт В.Е., Санников М.В., Сладкова Ю.Н., Пятибрат А.О. Влияние полиморфизмов генов детоксикации ксенобиотиков и стажа работы на уровень кумуляции диоксинов в организме сотрудников МЧС России // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2020. № 2. С. 55–68. DOI: 10.25016/2541-7487-2020-0-2-55-68.

5. Осипов Г.А., Демина А.М. Хромато-масс-спектрометрическое индикация микроорганизмов в анаэробных инфекционных процессах // Вестн. ПАМН. 1996. Т. 13, № 2. С. 15–27.

6. Brushlinsky N., Ahrens M., Sokolov S., Wagner P. World of Fire Statistics = Мировая пожарная статистика = Die Feuerwehrstatistik der Welt: Report = отчет = Bericht [Electronic resource] / Center of Fire Statistics of CTIF. [S. l.]. 2021. N 26. 66 p. URL: <http://www.ctif.org>.

7. Chernyak Yu.I., Grassman J.A. Impact of AhRR (565C > G) polymorphism on dioxin dependent CYP1A2 induction // Toxicology Letters. 2020. Vol. 320. P. 58–63. DOI: 10.1016/j.toxlet.2019.12.002.

8. Kern P.A., Fishman R.B., Song W. [et al.]. The effect of 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin (TCDD) on oxidative enzymes in adipocytes and liver // Toxicology. 2002. Vol. 171, N 2-3. P. 117–125. DOI: 10.1016/s0300-483x(01)00564-9.

9. Romano K.A., Vivas E., Amador-Nogues D., Rey F. Intestinal microbiota composition modulates choline bioavailability from diet and accumulation of the proatherogenic metabolite trimethylamine-N-oxide // mBio. 2015. Vol. 6, N 2. Article e02481. DOI: 10.1128/mBio.02481-14.

10. Viluksela M., Unkila M., Pohjanvirta R. [et al.]. Effects of 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin (TCDD) on liver phosphoenolpyruvate carboxykinase (PEPCK) activity, glucose homeostasis and plasma amino acid concentrations in the most TCDD-susceptible and the most TCDD-resistant rat strains // Arch. Toxicol. 1999. Vol. 73, N 6. P. 323–336. DOI: 10.1007/s002040050626.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией статьи.
Поступила 18.07.2021

Участие авторов: В.Ю. Гацура – разработка концепции и дизайна исследования, анализ полученных данных и написание первого варианта статьи; С.С. Бацков – анализ полученных данных, транслитерация списка литературы, редактирование окончательного варианта статьи; М.В. Санников – сбор и обработка материала, анализ полученных данных, написание первого варианта статьи, перевод реферата; В.Е. Крийт – сбор и обработка материала, анализ полученных данных, написание первого варианта статьи; Е.Д. Пятибрат – анализ полученных данных, методическое сопровождение, редактирование окончательного варианта статьи.

Для цитирования. Гацура В.Ю., Бацков С.С., Санников М.В., Крийт В.Е., Пятибрат Е.Д. Состояние резидентной микробной ассоциации кишечника и ее взаимосвязь с концентрацией диоксинов в липидах крови у пожарных // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2021. № 3. С. 77–82. DOI: 10.25016/2541-7487-2021-0-3-77-82

The state of the resident intestinal microbial association and its relationship with concentrations of dioxins in blood lipids of firefighters

Gatsura V. Yu.¹, Batskov S. S.¹, Sannikov M. V.¹, Kriyt V. E.², Pyatibrat E. D.³

¹ Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (4/2, Academica Lebedeva Str., St. Petersburg, 194044, Russia);

² North-West Public Health Research Center (4, 2nd Sovetskaya Str., St. Petersburg, 191036, Russia);

³ Kirov Military Medical Academy (6, Academica Lebedeva Str., St. Petersburg, 194044, Russia)

Vera Yuryevna Gatsura – General practitioner of polyclinic N 1 of the Federal Medical Institution “MSH of the Ministry of Internal Affairs of Russia in St. Petersburg and the Leningrad region” (10, Malaya Morskaya str., St. Petersburg, 191186, Russia), e-mail: veraga734@gmail.com;

✉ Sergey Sergeevich Batskov – Dr. Med Sci. Prof., Head of Gastroenterology and Hepatology Department, The Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (4/2, Academica Lebedeva Str., St. Petersburg, 194044, Russia), e-mail: medicine@arcerm.spb.ru;

Vladimir Evgen'evich Kriyt – PhD Chemistry Sci., head of department for comprehensive hygienic assessment of physical factors, North Western Centre for Hygiene and Public Health (4, 2nd Sovetskaya Str., St. Petersburg, 191036, Russia), e-mail: kriyt@s-znc.ru;

Maksim Valer'evich Sannikov – PhD Med. Sci., leading researcher, Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (4/2, Academica Lebedeva Str., St. Petersburg, 194044, Russia), e-mail: smakv@mail.ru;

Elena Dmitrievna Pyatibrat – Dr. Med Sci. associate Prof. of hospital therapy Department, Kirov Military Medical Academy (6, Academica Lebedeva Str., St. Petersburg, 194044, Russia), e-mail: e5brat@yandex.ru.

Abstract

Relevance. Career firefighters are involved in extreme activities, and their functional reserves are probabilistically disturbed. Toxic products of combustion can significantly affect their health state.

Intention – To analyze and evaluate effects of blood lipid dioxins on the microbiome of the parietal intestinal flora in firefighters of the Federal Fire Service of the Emercom of Russia.

Methodology. Relationships between the microbiota composition and concentrations of blood lipid dioxins were analyzed in firefighters vs Emercom employees not involved in firefighting (control group).

Results and Discussion. Microbiota concentrations in firefighters were associated with levels of blood lipid dioxins. In firefighters with dioxins > 350 pg/g lipids in the blood, normal microflora concentrations significantly decreased and conditionally pathogenic microflora concentrations significantly increased compared to firefighters with lower concentrations of dioxins and the control group.

Conclusion. Disturbances in the microbiome of the parietal intestinal flora in the examined firefighters are related to exposure to toxic products of combustion, including dioxins, during firefighting. The microbiome disorders detected in firefighters can predict development of the digestive tract pathology, thus necessitating control and targeted correction of the somatic state and microecological status of this contingent.

Keywords: fire, firefighting, firefighter, toxicology, dioxins, disturbance of the microbiome, intestinal microbiota.

References

1. Batskov S.S., Rodionov G.G., Mullina E.V. Sostoyanie mikrobioty kishchniki u spasatelei MChS Rossii, stradayushchikh funktsional'nymi zabolevaniyami organov pishchevareniya [The status of the intestinal microbiota in rescue workers of Kussia EMERCOM suffering from functional diseases of the digestive system]. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychainykh situatsiyakh* [Medical-biological and socio-psychological problems of safety in emergency situations]. 2016. № 3. С. 27–35. DOI: 10.25016/2541-7487-2016-0-3-27-35.
2. Vetoshkin A.A., Rodionov G.G. Mass-spektrometriya mikrobnnykh markerov v sinovial'noi zhidkosti pri travmakh i artritakh kolennogo sustava [Mass spectrometry of microbial markers in synovial fluid in knee joint injuries and arthritis]. *Poliklinika* [Policlinic]. 2014. N 1-3. Pp. 11–15.
3. Evdokimov V.I., Bobrinev E.V. Sluchai zabolevaemosti s trudopoteryami u sotrudnikov podrazdelenii MChS Rossii i rabotayushchego naseleniya Rossii [Cases of morbidity with work days lost among employees of the EMERCOM of Russia and the working population in Russia]. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychainykh situatsiyakh* [Medical-biological and socio-psychological problems of safety in emergency situations]. 2019. N 4. Pp. 24–32. DOI: 10.25016/2541-7487-2019-0-4-24–32.
4. Kriit V.E., Sannikov M.V., Sladkova Yu.N., Pyatibrat A.O. Vliyaniye polimorfizmov genov detoksikatsii ksenobiotikov i stazha raboty na uroven' kumulyatsii dioksinov v organizme sotrudnikov MChS Rossii [Influence of xenobiotic detoxication gene polymorphisms and experience on the level of accumulation of dioxins in EMERCOM of Russia employees]. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychainykh situatsiyakh* [Medical-biological and socio-psychological problems of safety in emergency situations]. 2020. N 2. Pp. 55–68. DOI: 10.25016/2541-7487-2020-0-2-55-68.
5. Osipov G.A., Dyomina A.M. Khromato-mass-spektrometricheskoye obnaruzheniye mikroorganizmov v anaerobnykh infektsionnykh protsessakh [Identification by gas chromatography-mass spectrometry of microorganisms in anaerobic infections]. *Vestnik Rossiiskoi Akademii Meditsinskikh Nauk* [Annals of the Russian Academy of Medical Sciences]. 1996. Vol. 13, N 2. Pp. 15–27.
6. Brushlinsky N., Ahrens M., Sokolov S., Wagner P. World of Fire Statistics [Electronic resource]. Center of Fire Statistics of CTIF. [S. I.], 2021. N 26. 66 p. URL: <http://www.ctif.org>.
7. Chernyak Yu.I., Grassman J.A. Impact of AhRR (565C > G) polymorphism on dioxin dependent CYP1A2 induction. *Toxicology Lett.* 2020. Vol. 320. Pp. 58–63. DOI: 10.1016/j.toxlet.2019.12.002.
8. Kern P.A., Fishman R.B., Song W. [et al.]. The effect of 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin (TCDD) on oxidative enzymes in adipocytes and liver. *Toxicology.* 2002. Vol. 171, N 2-3. Pp. 117–125. DOI: 10.1016/s0300-483x(01)00564-9.
9. Romano K.A., Vivas E., Amador-Nogues D., Rey F. Intestinal microbiota composition modulates choline bioavailability from diet and accumulation of the proatherogenic metabolite trimethylamine-N-oxide. *mBio.* 2015. Vol. 6, N 2. Article e02481. DOI: 10.1128/mBio.02481-14.
10. Viluksela M., Unkila M., Pohjanvirta R. [et al.]. Effects of 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin (TCDD) on liver phosphoenolpyruvate carboxykinase (PEPCK) activity, glucose homeostasis and plasma amino acid concentrations in the most TCDD-susceptible and the most TCDD-resistant rat strains. *Arch. Toxicol.* 1999. Vol. 73, N 6. Pp. 323–336. DOI: 10.1007/s002040050626.

Received 18.07.2021

For citing. Gatsura V.Yu., Batskov S.S., Sannikov M.V., Kriyt V.E., Pyatibrat E.D. Sostoyaniye rezidentnoy mikrobnoy assotsiatsii kishchniki i eyo vzaimosvyaz' s koncentraciej dioksinov lipidov krovi pozharnykh. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problem bezopasnosti v chrezvychainykh situatsiyakh.* 2021. N 3. Pp. 77–82. (In Russ.)

Gatsura V.Yu., Batskov S.S., Sannikov M.V., Kriyt V.E., Pyatibrat E.D. The state of the resident intestinal microbial association and its relationship with the concentration of dioxins lipids in the blood of firefighters. *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations.* 2021. N 3. Pp. 77–82. DOI: 10.25016/2541-7487-2021-0-3-77-82