

ПАТОЛОГИЯ ВЕРХНИХ ОТДЕЛОВ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА У ЖИТЕЛЕЙ РАДИОАКТИВНО ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ФАКТОРА АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

© 2020 г. С. В. Дударенко, С. Н. Лопатин, О. В. Леонтьев

ФГБУ «Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А. М. Никифорова» МЧС России,
г. Санкт-Петербург

Цель исследования – оценить клинико-морфологические характеристики и встречаемость микроядер в мукоцитах покровно-язочного эпителия слизистой оболочки желудка у лиц, проживающих на радиоактивно загрязнённых территориях (РЗТ) под воздействием радиационного фактора аварии на Чернобыльской атомной электростанции (ЧАЭС), с учетом инфицированности *Helicobacter pylori* и характером питания. *Методы*: проведено ретроспективное исследование с помощью микроядерного теста в покровно-язочном эпителии для изучения цитогенетических эффектов «малых доз» ионизирующего излучения у населения РЗТ в динамике. *Результаты*: максимальная частота обнаружения мукоцитов с микроядрами наблюдалась у лиц, постоянно проживающих на РЗТ с 1986 года; частота образования микроядер статистически значимо не связана с *Hp*-инфекцией и суммарной альфа- и бета-активностью биоптатов слизистой оболочки желудка у жителей РЗТ, а также плотностью загрязнения территории ^{90}Sr и ^{137}Cs . *Выводы*: установлено, что характер патологии верхних отделов пищеварительного тракта, динамика течения патологического процесса от воспалительно-дистрофических до атрофических изменений слизистой оболочки желудка, отсутствие связи указанной патологии с показателями экологического неблагополучия по изотопному составу территорий свидетельствуют о том, что причиной вышеуказанных закономерностей может являться действие комплекса факторов, связанных не только с аварией на ЧАЭС.

Ключевые слова: микроядра, мукоциты желудка, Чернобыльская катастрофа, население радиационно-загрязнённых территорий, *Helicobacter pylori*

GASTROINTESTINAL PATHOLOGY AMONG RESIDENTS OF THE AREAS AFFECTED BY CHERNOBYL NUCLEAR ACCIDENT

S. V. Dudarenko, S. N. Lopatin, O. V. Leontev

The Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine. The Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters, Saint Petersburg, Russia

Objective: to assess clinical and morphological characteristics and occurrence of micronuclei of mucocytes of the integumentary and epithelium of the gastric mucosa in residents of areas affected by Chernobyl nuclear accident taking into account *Helicobacter pylori* (*Hp*) infection and nutritional factors. *Methods:* a retrospective study was conducted using a micronuclear test in integumentary-pit epithelium to study cytogenetic effects of small doses of ionizing radiation. *Results.* Mucocytes with micronuclei were predominantly observed in persons permanently residing in radiation contaminated areas since 1986. The occurrence of micronucleation was not statistically associated with *Hp* infection. No associations were found for the total alpha and beta activity of biopsy specimens of the gastric mucosa and the density of contamination of the territory at ^{90}Sr and ^{137}Cs . *Conclusions:* Our findings suggest that gastrointestinal pathology in residents of the territories affected by Chernobyl accident seems to have multifactorial origin related not only to the nuclear accident in Chernobyl.

Key words: micronuclei, mucocytes of the stomach, Chernobyl catastrophe, population of radiation contaminated territories, *Helicobacter pylori*

Библиографическая ссылка:

Дударенко С. В., Лопатин С. Н., Леонтьев О. В. Патология верхних отделов желудочно-кишечного тракта у жителей радиоактивно загрязнённых территорий под воздействием фактора аварии на Чернобыльской атомной электростанции // Экология человека. 2020. № 1. С. 11–16.

For citing:

Dudarenko S. V., Lopatin S. N., Leontev O. V. Gastrointestinal Pathology among Residents of the Areas Affected by Chernobyl Nuclear Accident. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2020, 1, pp. 11-16.

Медицинские последствия аварии на Чернобыльской атомной электростанции (ЧАЭС) по настоящее время привлекают большое число исследователей ввиду огромной значимости проблем безопасного

проживания населения на радиоактивно загрязнённых территориях (РЗТ) и изучения особенностей соматической заболеваемости у пострадавших от факторов аварии людей. Особый интерес представ-

ляет научная оценка патологии верхних отделов пищеварительного тракта у постоянно проживающего с 1986 по 2013 год на РЗТ населения, так как одним из основных путей инкорпорации радионуклидов в организм является их поступление через пищеварительный тракт.

Несмотря на достаточно большой объем научных исследований, в настоящее время практически отсутствуют сведения о комплексной оценке состояния здоровья и механизмах развития соматической патологии (в том числе патологии верхних отделов пищеварительного тракта) у одной и той же когорты людей, постоянно проживающей в зоне радиоактивного загрязнения местности с 1986 по 2013 год. Согласно выводам НКДАР ООН (2000), радиационно-обусловленными после аварии на ЧАЭС патологиями являются рак щитовидной железы, болезни крови, аномалии развития детей у родителей, подвергшихся воздействию факторов радиационной аварии. В доступной научной литературе нет единого мнения по вопросу о функциональном состоянии органов и систем, в том числе системы органов пищеварения, у людей, постоянно проживающих на РЗТ [4, 15]. По данным ряда исследований на основе анализа скринингового обследования жителей РЗТ (1988–1993) установлено, что радиационный фактор катастрофы на ЧАЭС не является определяющим в частоте патологии органов гастродуоденальной зоны. В настоящее время перспективным методом определения мутагенности (в том числе после воздействия на человека различных экологически неблагоприятных факторов) считается микроядерный тест, который позволяет оценивать цитогенетическую нестабильность в клеточных популяциях *in vivo*, в том числе и в популяциях эпителиальных клеток желудочно-кишечного тракта (ЖКТ).

Целью работы стала оценка клинико-морфологических характеристик и встречаемости микроядер в мукоцитах покровно-ямочного эпителия слизистой оболочки желудка (СОЖ) в группе лиц, проживающих на РЗТ под воздействием радиационного фактора аварии на ЧАЭС, с учетом инфицированности *Helicobacter pylori* и характером питания. Нами были поставлены следующие задачи: оценить связь между морфологическими особенностями состояния слизистой оболочки желудка и уровнями загрязненности территории постоянного проживания, а также инфицированностью слизистой оболочки желудка *Helicobacter pylori* у населения, постоянно проживающего на РЗТ; оценить частоту встречаемости микроядер в мукоцитах покровно-ямочного эпителия СОЖ в группе лиц, проживающих на РЗТ в зависимости от инфицирования слизистой оболочки желудка *Helicobacter pylori*; оценить связи факторов аварии на ЧАЭС и частоты патологии верхних отделов ЖКТ у обследованных на РЗТ в 1988–1993 годах и через 25 лет после аварии на ЧАЭС.

Методы

Основой микроядерного теста является количественный анализ микроядер в клетках, а точнее определение частоты встречаемости клеток с микроядрами в исследуемых клеточных популяциях. Полученные количественные результаты обрабатывали с помощью пакетов прикладных программ Microsoft Excel, Statistica 6.0. Нормальность распределения признаков оценивалась с помощью критерия Шапиро – Уилка. Для сравнительной характеристики признаков использованы непараметрические методы исследования: при сравнении двух независимых выборок U-критерий Манна – Уитни. За уровень статистической значимости принимался $p < 0,05$. При представлении числовых значений использованы средняя (*M*), стандартное отклонение (*SD*). За уровень статистической значимости принимался $p < 0,05$.

Взаимосвязь между показателями определялась методом непараметрического корреляционного анализа с определением коэффициента Спирмена.

В 2013 году из числа жителей того же региона нами обследованы 60 человек (25 женщин, 35 мужчин). Средний возраст мужчин в когорте обследованных в 1988–1992 годах – 30,3 года, женщин – 32,3 года, а в когорте обследованных через 27 лет после аварии на ЧАЭС – 56,3 и 59,2 года соответственно. В нашей работе использованы данные медико-статистических отчетов по заболеваемости в 2012–2013 годах территориальных органов здравоохранения по г. Хойники и Хойникскому району Гомельской области Беларуси.

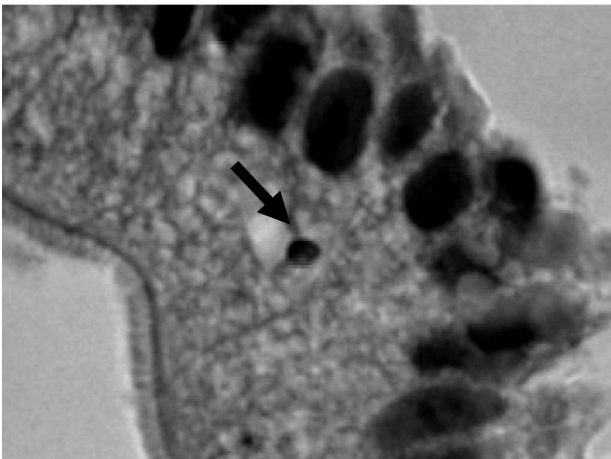
В качестве контрольной группы были обследованы 68 пациентов (36 женщин и 32 мужчины), проживающих в Ленинградской области, которые проходили лечение и обследование в 2011 году в Областной клинической больнице г. Санкт-Петербурга. Средний возраст мужчин в контрольной группе составлял 54,2 года, женщин – 54,3.

Основная масса обследованного населения практически безвыездно проживала на РЗТ. Характер питания обследованных, проживающих на территории с повышенным уровнем загрязненности местности, был смешанный.

Результаты

Одним из методов, позволяющих оценивать цитогенетическую нестабильность в клеточных популяциях *in vivo*, является микроядерный тест [6, 12]. В его основе – количественный анализ микроядер в клетках, а точнее определение частоты встречаемости клеток с микроядрами в исследуемых клеточных популяциях (рисунок). Микроядра представляют собой образования, состоящие из фрагментов хромосом. В процессе митоза в телофазе эти фрагменты хромосом могут как входить в состав ядра дочерних клеток, так и образовывать одиночные или множественные микроядра в цитоплазме [3]. Крупные микроядра образуются в результате патологических митозов, что обусловлено отставанием отдельных хромосом в метафазе и в анафазе,

а мелкие микроядра образуются преимущественно при структурных абберациях хромосом. Нельзя не упомянуть и то, что процесс микроядрообразования может происходить вследствие апоптоза. Вышеописанные процессы, лежащие в основе образования микроядер, свидетельствуют о снижении жизнеспособности таких клеток, что является маркером нестабильности их функционирования, активизации процессов воспаления и апоптоза. Микроядрообразование свидетельствует не только об активации апоптоза, но и о наличии повреждений хромосом. У населения РЗТ данный факт ранее описан не был. Преимуществом микроядерного теста является то, что он позволяет изучать цитогенетические эффекты ионизирующего излучения не только в настоящее время, но и ретроспективно, в сохранившихся в архивах биоматериалах, что, в свою очередь, позволяет провести оценку цитогенетической нестабильности в клеточных популяциях в динамике. Использование микроядерного теста для изучения цитогенетических эффектов «малых доз» ионизирующего излучения у населения РЗТ в динамике является оправданным, актуальным, своевременным и до настоящего времени для оценки последствий ионизирующего облучения не проводилось. Лишь через два года после опубликования нами результатов собственных исследований [8] японские ученые (Ohyama W. и соавт.) повторили наши исследования [15].



Микроядро в мукоците слизистой оболочки желудка. Микроядро круглой формы (стрелка) в цилиндрически эпителиальных клетках слизистой оболочки желудка. Окраска: гематоксилином и эозином. Увеличение: 1 000

Результаты исследования позволили нам сделать заключение о росте частоты обнаружения мукоцитов СОЖ с микроядрами у жителей РЗТ в сравнении с лицами, которые не имели в анамнезе фактов радиационных воздействий. Максимальная частота обнаружения мукоцитов с микроядрами в СОЖ (28–41,7 %) наблюдалась у лиц, постоянно проживающих на РЗТ с 1986 года. В динамике за указанный выше период постоянного проживания на РЗТ (24–25 лет) населения одного и того же

региона средняя частота образования микроядер практически не изменилась.

Как известно, *Hp*-инфекция является не только канцерогенным, но и мутагенным фактором [1, 2, 5, 7, 9, 13, 14]. Для определения зависимости частоты обнаружения микроядер от *Hp*-инфекции мы оценили связь между указанными показателями. Значение коэффициентов корреляции Спирмена для группы жителей РЗТ в период с 1988 по 1992 год составил $-0,19$, в период с 2012 по 2013 год $-0,19$, в группе «контроля» $-0,20$. В результате нашего исследования установлено, что частота образования микроядер в мукоцитах СОЖ у населения, постоянно проживающего на РЗТ, статистически значимо не связана с частотой *Hp*-инфекции ($r < 0,3$, $p = 0,028$).

Как говорилось ранее, современные теории развития соматической патологии многочисленны, в том числе и доказанные в экспериментальных условиях. Но, несмотря на указанные теории, в нашем исследовании определяющим фактором в развитии соматической патологии у жителей РЗТ является постоянное проживание в зоне с правом на отселение с уровнем загрязненности территории ^{137}Cs от 5 до 10 Ки/км². В связи с этим мы в нашей работе посчитали необходимым оценить связь между частотой образования мукоцитов СОЖ с микроядрами и уровнями загрязненностей территории постоянного проживания у населения РЗТ. В результате проведенного статистического исследования мы установили слабую корреляционную связь ($r < 0,3$, $p = 0,038$) частоты образования мукоцитов СОЖ с микроядрами у жителей РЗТ с плотностью загрязнения территории ^{90}Sr и ^{137}Cs . Связь между суммарной альфа- и бета-активностью биоптатов СОЖ и частотой обнаружения мукоцитов с микроядрами статистически незначима. Данные факты указывают на низкую степень связи между процессами микроядрообразования в СОЖ и инкорпорацией радионуклидов с пищей. Можно заключить, что частота патологии верхних отделов пищеварительного тракта, характер морфологических изменений и цитогенетическая нестабильность мукоцитов взаимосвязаны с комплексом причин факторов аварии на ЧАЭС, из которых радиационное облучение и инкорпорация радионуклидов не являются определяющими. Наше заключение не противоречит известным научным фактам о комплексном влиянии факторов радиационной аварии на ЧАЭС на здоровье населения и ликвидаторов последствий аварии [10].

Обсуждение результатов

Таким образом, наши исследования по оценке влияния длительного проживания на РЗТ на возникновение цитогенетической нестабильности в мукоцитах СОЖ позволяют сделать несколько выводов:

- частота образования микроядер в мукоцитах СОЖ статистически не связана с *Hp*-инфекцией и

суммарной альфа- и бета-активностью биоптатов СОЖ у жителей РЗТ;

- связь частоты образования мукоцитов СОЖ с микроядрами у жителей РЗТ с плотностью загрязнения территории ^{90}Sr и ^{137}Cs статистически незначима.

Следует также отметить, что эти выводы косвенно подтверждаются нашими данными о снижении частоты цитогенетической нестабильности мукоцитов с 1992 по 2013 год и данными национального канцер-регистра Республики Беларусь о снижении частоты онкологической заболеваемости жителей РЗТ за указанный период. При этом не установлено статистически значимой связи между частотой гастродуоденальной патологии (в том числе и онкологических заболеваний верхних отделов ЖКТ) и уровнями загрязненности территории постоянного проживания ^{90}Sr и ^{137}Cs .

В настоящее время известно, что микроядра, состоящие из фрагментов хромосом, являются результатом патологических митозов, а также структурных aberrаций хромосом. Микроядрообразование может происходить вследствие апоптоза, активизации процессов воспаления или повреждений хромосом. Но так как нами не установлено статистически значимой связи между частотой образования микроядер в мукоцитах СОЖ и распространенностью *Нр*-инфекции, суммарной альфа- и бета-активностью биоптатов СОЖ у жителей РЗТ, то наиболее вероятной причиной процессов микроядрообразования может являться активация апоптоза. Среди факторов, приводящих к феномену апоптоза в СОЖ у жителей РЗТ, имеется комплекс факторов аварии на ЧАЭС. К таким факторам можно отнести: длительное психоэмоциональное перенапряжение, изменившийся уклад жизни и характер питания, развитие синдрома хронического адаптивного перенапряжения и др. В этом, на наш взгляд, трудно отрицать факт инкорпорации даже малых или крайне малых доз радионуклидов на фоне улучшающейся радиационной обстановки на РЗТ. Поэтому можно считать не определяющим вклад радиационного фактора в развитие цитогенетической нестабильности мукоцитов у постоянно проживающих на РЗТ жителей. Поскольку функционирование органов и систем организма человека представляет единое целое и объясняется общими закономерностями развития, то структурно-функциональные нарушения в организме постоянно проживающего на РЗТ населения под воздействием комплекса факторов аварии на ЧАЭС лежат в основе дисрегенераторных процессов с образованием микроядер и прогрессированием частоты атрофических изменений слизистой оболочки верхних отделов пищеварительного тракта.

Таким образом, нами впервые в научной практике проведено исследование состояния верхних отделов пищеварительного тракта у одной и той же популяции людей, постоянно проживающих в регионах, подвергшихся радиоактивному загрязнению

местности после аварии на ЧАЭС, с 1988 по 2013 год. В результате мы установили, что в отдаленный после аварии на ЧАЭС период патология органов пищеварения у населения РЗТ занимает третье место в структуре первичной заболеваемости, уступая лишь заболеваемости органов сердечно-сосудистой и дыхательной систем. В структуре заболеваемости органов пищеварительной системы в отдаленном после аварии на ЧАЭС периоде отмечается рост атрофических и эрозивно-воспалительных изменений СОЖ и двенадцатиперстной кишки. У одной и той же группы населения РЗТ, обследованной в 1988–1993 и 2012–2013 годах, на фоне роста атрофических изменений СОЖ не отмечается роста частоты диагностики рака желудка, а по данным Белорусского канцер-регистра, на указанной территории постоянного проживания наблюдается тенденция к снижению первичной онкологической заболеваемости. Вышеуказанные результаты достигнуты благодаря превентивным санитарно-гигиеническим мерам по преодолению последствий аварии на ЧАЭС, а также углубленному диспансерному обследованию населения, длительно проживающего на РЗТ.

Выводы

1. Частота встречаемости микроядер в мукоцитах покровно-язочного эпителия слизистой оболочки желудка в группе лиц, проживающих на радиационно-загрязненных территориях, не зависит от частоты инфицирования слизистой оболочки желудка *Helicobacter pylori*, а также суммарной альфа- и бета-активности биоптатов слизистой оболочки желудка, плотности загрязнения территории ^{90}Sr и ^{137}Cs .

2. Связь между частотой гастродуоденальной патологии и уровнями загрязненности территории постоянного проживания ^{90}Sr и ^{137}Cs , а также суммарной альфа- и бета-активностью гастробиоптатов у жителей РЗТ за длительный период наблюдения не являются статистически значимой.

3. Характер и клиническая картина патологии верхних отделов пищеварительного тракта у постоянных жителей радиоактивно загрязненных территорий, динамика течения патологического процесса от воспалительно-дистрофических (в первые пять лет после аварии на ЧАЭС) до атрофических изменений слизистой оболочки желудка (через 25 лет после аварии на ЧАЭС), отсутствие связи указанной патологии с показателями экологического неблагополучия по изотопному составу территорий постоянного проживания свидетельствуют о том, что причиной вышеуказанных закономерностей может являться комплекс факторов аварии на ЧАЭС.

Авторство

Дударенко С. В. внес существенный вклад в концепцию и дизайн исследования, окончательно утвердил присланную в редакцию рукопись; Лопатин С. Н. внес существенный вклад в получение, анализ и интерпретацию данных; Ле-

онтьев О. В. подготовил первый вариант статьи. Авторы подтверждают отсутствие конфликта интересов.

Дударенко Сергей Владимирович – SPIN 9455-8107

Лопатин Сергей Николаевич – SPIN 9427-2511

Леонтьев Олег Валентинович – SPIN 6275-8774

Список литературы

1. Аруин Л. И. Пищевод Барретта и *Helicobacter pylori* // Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии. Прил. 10. Диагностика и лечение заболеваний, ассоциированных с *Helicobacter pylori*. 2000. Т. 10, № 2. С. 5–9.

2. Аруин Л. И. *Helicobacter pylori* и дисплазия слизистой оболочки желудка // Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии. 2001. № 2. С. 11–14.

3. Ильинских Н. Н., Ильинских И. Н., Новицкий В. В., Ванчугова Н. Н. Микроядерный анализ и цитогенетическая нестабильность. Томск: Изд-во Томского ун-та, 1992. 272 с.

4. Карпин В. А., Кострюкова Н. К., Гудков А. Б. Радиационное воздействие на человека радона и его дочерних продуктов распада // Гигиена и санитария. 2005. № 4. С. 13–17.

5. Коваленко В. Л., Куренков Е. Л., Кокшаров В. Н. Морфологическая характеристика гиперпластических и аденоматозных полипов желудка // Архив патологии. 1998. № 2. С. 8–23.

6. Котеров А. Н. Малые дозы ионизирующей радиации: подходы к определению диапазона и основные радиобиологические эффекты // Радиационная медицина. Руководство для врачей-исследователей, организаторов здравоохранения и специалистов по радиационной безопасности / под общ. ред. акад. РАМН Л. А. Ильина. М., 2004. Т. 1. Теоретические основы радиационной медицины. С. 871–925.

7. Кравцов В. Ю., Китаева Л. В. Хеликобактериоз и мукоциты с микроядрами в слизистой оболочке желудка у ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2011. № 2. С. 84–88.

8. Кравцов В. Ю., Дударенко С. В., Рожко А. В. Микроядра в покровно-ягодном эпителии желудка у лиц, проживающих на радиационно-загрязненных территориях // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2012. № 1. С. 72–76.

9. Маев И. В., Зайратьянц О. В., Кучерявый Ю. А. Кишечная метаплазия слизистой оболочки желудка в практике гастроэнтеролога: современный взгляд на проблему // Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии. 2006. Т. 16, № 4. С. 38–48.

10. Медицинские последствия Чернобыльской аварии: обзор. Информационный бюллетень № 303. ВОЗ. Апрель, 2006.

11. Онищенко Г. Г., Попова А. Ю., Романович И. К., Барковский А. Н., Кормановская Т. А., Шевкун И. Г. Радиационно-гигиеническая паспортизация и ЕСКИД – информационная основа принятия управленческих решений по обеспечению радиационной безопасности населения Российской Федерации. Сообщение 2. Характеристика источников и доз облучения населения Российской Федерации // Радиационная гигиена. 2017. Т. 10, № 3. С. 18–35.

12. BEIR VII Report 2006. Phase 2. Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation. Committee to

Assess Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation, National Research Council.

13. Chitcholtan K., Hampton M. B., Keenan J. I. Outer membrane vesicles enhance the carcinogenic potential of *Helicobacter pylori* // Carcinogenesis. 2008. Vol. 29. P. 5–12.

14. Arabski M. [et al.] DNA damage and repair in *Helicobacter pylori*-infected gastric mucosa cells // Mutat Res. 2005. Vol. 570, N 1. P. 129–135.

15. Ohyama W., Okada E., Fujiishi Y., Narumi K., Yasutake N. In vivo rat glandular stomach and colon micronucleus tests: Kinetics of micronucleated cells, apoptosis, and cell proliferation in the target tissues after a single oral administration of stomach- or colon-carcinogens // Mutat Res. 2013 Aug 15. Vol. 755 (2). P. 141–147.

References

1. Aruin L. I. Esophagus Barrett and *Helicobacter pylori*. *Rossiiskii zhurnal gastroenterologii, gepatologii, koloproktologii* [Russian Journal for Gastroenterology, Hepatology, Coloproctology. Iss. Diagnosis and treatment of diseases associated with *Helicobacter pylori*]. 2000, 10 (2), pp. 5-9. [In Russian]

2. Aruin L. I. *Helicobacter pylori* and dysplasia of the gastric mucosa. *Rossiiskii zhurnal gastroenterologii, gepatologii, koloproktologii* [Russian Journal for Gastroenterology, Hepatology, Coloproctology]. 2001, 2, pp. 11-14. [In Russian]

3. Ilyinskikh N. N., Ilyinskikh I. N., Novitsky V. V., Vanchugova N. N. *Mikroyadernyi analiz i tsitogeneticheskaya nestabil'nost'* [Micronuclear analysis and cytogenetic instability]. Tomsk, Tomsk University Publ., 1992, 272 p.

4. Karpin V. A., Kostryukova N. K., Gudkov A. B. Human radiation action of radon and its daughter disintegration products. *Gigiena i Sanitarya*. 2005, 4, pp. 13-17. [In Russian]

5. Kovalenko V. L., Kurenkov E. L., Koksharov V. N. Morphological characteristics of hyperplastic and adenomatous polyps of the stomach. *Arkhiv patologii* [Pathology records]. 1998, 2, pp. 8-23. [In Russian]

6. Koterov A. N. Small doses of ionizing radiation: approaches to determining the range and basic radiobiological effects. In: *Radiation Medicine. Manual for doctors, researchers, health organizers and radiation safety specialists*. Under the Society. Ed. acad. RAMS L. A. Ilyin. Vol. 1. Theoretical Foundations of Radiation Medicine. Moscow, 2004, pp. 871-925. [In Russian]

7. Kravtsov V. Y., Kitaeva L. V. *Helicobacter pylori* Infection and Mucocytes with Micronuclei in the Gastric Mucosa from the Liquidator. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychainykh situatsiyakh* [Medical-Biological and Social-Psychological Issues of Safety in Emergency Situations]. 2011, 2, pp. 84-88. [In Russian]

8. Kravtsov V. Y., Dudarenko S. V., Rozhko A. V. Micronuclei in cover-patching stomach epithelium in persons living on the radiation-contaminated. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychainykh situatsiyakh* [Medical-Biological and Social-Psychological Issues of Safety in Emergency Situations]. 2012, 1, pp. 72-76. [In Russian]

9. Maev I. V., Zayrat'yants O. V., Kucheryavy Y. A. Intestinal metaplasia of the stomach mucosain gastroenterologist's practice: state of the art. *Rossiiskii zhurnal gastroenterologii, gepatologii, koloproktologii* [Russian Journal for Gastroenterology, Hepatology, Coloproctology]. 2006, 16 (4), pp. 38-48. [In Russian]

10. Medical consequences of the Chernobyl accident: overview. Information Bulletin N 303 WHO, April 2006. [In Russian]

11. Onishchenko G. G., Popova A. Yu., Romanovich I. K., Barkovsky A. N., Kormanovskaya T. A., Shevkun I. G. Radiation-hygienic passportization and USIDC-information basis for management decision making for radiation safety of the population of the Russian Federation. Report 2: characteristics of the sources and exposure doses of the population of the Russian Federation. *Radiatsionnaya gygiena = Radiation Hygiene*, 2017, 10 (3), pp. 18-35. [In Russian]

12. BEIR VII Report 2006. Phase 2. Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation. Committee to Assess Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation, National Research Council.

13. Chitcholtan K., Hampton M. B., Keenan J. I. Outer membrane vesicles enhance the carcinogenic potential of *Helicobacter pylori*. *Carcinogenesis*. 2008, 29, pp. 5-12.

14. Arabski M. [et al.]. DNA damage and repair in *Helicobacter pylori*-infected gastric mucosa cells. *Mutat Res.* 2005, 570 (1), pp. 129-135.

15. Ohyama W., Okada E., Fujiishi Y., Narumi K., Yasutake N. In vivo rat glandular stomach and colon micronucleus tests: Kinetics of micronucleated cells, apoptosis, and cell proliferation in the target tissues after a single oral administration of stomach- or colon-carcinogens. *Mutat Res.* 2013 Aug 15, 755 (2), pp. 141-7.

Контактная информация:

Лопатин Сергей Николаевич – врач-терапевт ФГБУ «Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А. М. Никифорова» МЧС России

Адрес: 197082, г. Санкт-Петербург, д. Оптиков, д. 54
E-mail: Lopatinspb05@mail.ru