

УДК 576.31

DOI: 10.18384/2310-7189-2017-1-21-30

ОСОБЕННОСТИ ЦИТОМОРФОЛОГИИ БУККАЛЬНОГО ЭПИТЕЛИЯ КУРЯЩИХ ЛИЦ ЮНОШЕСКОГО ВОЗРАСТА

Молоканова Ю.П.

*Московский государственный областной университет
105005, г. Москва, ул. Радио, д. 10А, Российская Федерация*

Аннотация. Исследована морфология буккальных эпителиоцитов курящих лиц юношеского возраста со стажем курения до 5 лет. В биоматериале курящих выявлено достоверное снижение доли клеток нормы и не менее чем двукратное увеличение доли клеток с разными морфологическими отклонениями ($t_{st}=0,1\%$, $P=0,001$). В буккальном эпителии курящих в 1,5 раза чаще регистрируются клетки с цитогенетическими нарушениями ($t_{st}=0,1\%$, $P=0,001$); более чем в два раза чаще встречаются клетки с признаками нарушения процессов пролиферации и начальными признаками деструкции ядра ($t_{st}=1\%$, $P=0,01$). Из клеток с признаками завершения деструкции ядра у курящих достоверно чаще регистрируются клетки с кариолизисом ($t_{st}=1\%$, $P=0,01$). Рассчитан индекс накопления цитогенетических нарушений у курящих.

Ключевые слова: буккальный эпителий, мукозальный эпителий, цитоморфология, микроядерный тест, индекс накопления цитогенетических нарушений, курение.

CYTOLOGICAL FEATURES OF BUCCAL EPITHELIAL CELLS IN SMOKING YOUTHS

Yu. Molokanova

*Moscow Region State University
ul. Radio 10A, 105005, Moscow, Russian Federation*

Abstract. We have studied the morphology of buccal epithelial cells of young smokers with up to 5 years of smoking history. The biomaterial of smokers has shown a significant decrease in the fraction of norm cells and a two-fold increase in the proportion of different morphological abnormalities of cells ($t_{st}=0,1\%$, $P=0,001$). In buccal epithelial cells of smokers, cells with cytogenetic disorders ($t_{st}=0,1\%$, $P=0,001$) are observed 1,5 times more frequently; disorders of cell proliferation processes and cells with the initial signs of the nucleus destruction ($t_{st}=1\%$, $P=0,01$) occur more than twice often. Cells with the signs of complete destruction of the nucleus in smokers are reliably characterized by a significant increase in the number of cells with karyolysis ($t_{st}=1\%$, $P=0,01$). The index of accumulation of cytogenetic violations in smokers is calculated.

Key words: buccal epithelial cells, mucosal epithelial cells, cytology, micronucleus test, index of accumulation of cytogenetic damage, smoking.

Нетрадиционные свойства мукозального эпителия (эпителия слизистых оболочек) обуславливают его значительный иммуногенный и маркерный по-

тенциал для клинико-лабораторной диагностики [5; 7; 9; 19]. Буккальный эпителий, как часть мукозальной системы, представляет собой многослойный неороговевающий эпителий [2]. Клетки его поверхностного слоя обновляются за 20–25 дней благодаря делению пролиферативных клеток базального (частично) и глубоких отделов шиповатого слоя с последующей дифференциацией и десквамацией [18]. Нарушение процессов дифференцировки клеток буккального эпителия указывает на локальные или системные расстройства [13]. Клеточная атипия с высокой долей вероятности свидетельствует о динамике онкологического процесса [14]. Нарушение процесса дифференцировки клеток буккального эпителия возможно при метаболических, гормональных сдвигах, воздействии механических факторов, химических и радиоактивных веществ [1; 5; 8; 12; 13].

Патологическое влияние на организм различных эколого-социальных факторов исследуют с помощью микроядерного теста [5; 7; 9]. В норме клетки с микроядрами могут образовываться спонтанно: в костном мозге мышей их уровень колеблется от 2,7 до 5,6 ‰ [15]; в эритроцитах крови человека достигает 0,3 ‰ [3]. Высокий уровень клеток с ядерными аномалиями, как следствие нарушения митоза клеток базального слоя, считается маркером нарушения гомеостаза организма [2; 19].

Эпителиальные ткани организма, в том числе буккальный эпителий, образуют естественный барьер между внешней и внутренней средой, испытывая постоянное воздействие факторов внешней среды, в том числе

канцерогенно-мутагенного характера. Одним из таких патологических факторов можно считать табачный дым, в котором содержится около 5000 химических соединений, из которых более 60 канцерогенны. Известно, что 92 % всех злокачественных новообразований возникает в эпителиальных тканях [14]. Хроническое воздействие табачного дыма на слизистую ротовой полости повышает онкологический риск у курильщика [16].

Исследование последствий курения по особенностям цитоморфологии буккальных эпителиоцитов проведено на биоматериале от 20 волонтеров 17–19-летнего возраста со стажем курения не более 5 лет. В качестве контроля использован биоматериал от 20 некурящих того же возраста. Все обследованные не имели хронических патологий, стоматологических проблем, инфекционных заболеваний на момент забора материала.

Соскоб с внутренней поверхности щеки проводился стандартным методом с последующим приготовлением фиксированного мазка, окрашенного по методу Романовского-Гимзе [7]. В процессе микроскопического изучения на каждом препарате исследовали 10 полей зрения при увеличении 400 и учитывали 1000 клеток. При интерпретации результатов учитывались следующие патологии клетки (рис. 1):

- цитогенетические – клетки с микроядрами; клетки с ядерными протрузиями; клетки с ядром атипичной формы;
- показатели пролиферации – клетки с двумя ядрами; клетки с круговой насечкой ядра;
- деструкции ядра (апоптоз или

некроз) – клетки с перинуклеарной вакуолью; клетки с конденсацией хроматина; клетки с вакуолизацией ядра;

– завершение деструкции ядра – клетки с кариорексисом; клетки с кариопикнозом; клетки с кариолизисом.

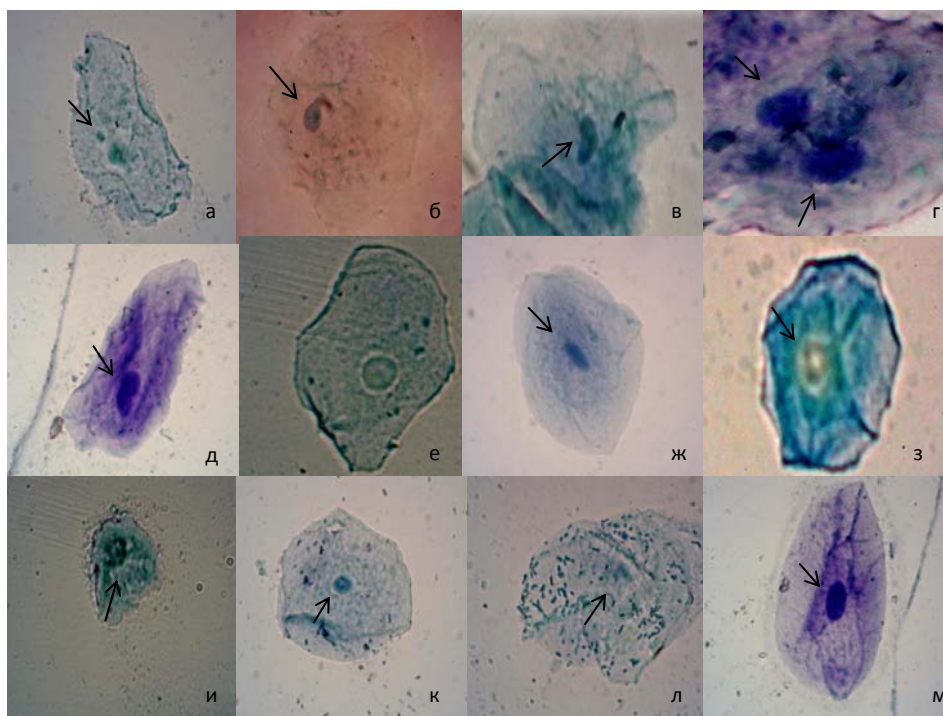


Рис. 1. Особенности цитоморфологии буккальных эпителиоцитов

(а – микроядерность; б – протрузия типа «пузырька»; в – ядро атипичной формы; г – двуядерная клетка; д – ядро с круговой насечкой; е – ядро с перинуклеарной вакуолью; ж – конденсация хроматина; з – вакуолизация ядра; и – кариорексис; к – кариопикноз; л – кариолизис; м – норма).

Для оценки риска патологического влияния курения на буккальный эпителий рассчитывали индекс накопления цитогенетических нарушений – *Index of accumulation of cytogenetic damage* (Iac), по формуле [12]:

$$Iac = (Ic \cdot Ip / Iapop) \cdot 100,$$

где: Iac (*Index of accumulation of cytogenetic damage*) – индекс накопления цитогенетических нарушений; Ic – (*cytogenetic index*) – интегральный показатель цитогенетических нарушений (сумма клеток с микроядрами,

ядерными протрузиями и межъядерными мостами в промилле); Ip – (*index of proliferation*) – интегральный показателя пролиферации (сумма клеток с двумя и более ядрами в промилле); Iapop – (*apoptotic index*) – апоптический индекс (сумма клеток в апоптозе, включая конденсацию хроматина и начало кариолизиса, учтенного как вакуолизация ядра, в промилле).

Выделяют три группы риска цитогенетических повреждений: низкий (Iac ≤ 2), умеренный (2 < Iac < 4) и вы-

сокий ($Iac \geq 4$). В табл. 1 отображено среднее число клеток из 1000 учтенных в поле зрения, в том числе с выявленными патологиями ядра.

Таблица 1

Особенности цитоморфологии клеток буккального эпителия у 17–19-летних курящих и некурящих лиц (среднее число клеток из 1000 учтенных в поле зрения)

Цитоморфологические показатели	Курящие	Некурящие
норма	175,18 ± 21,77*	504,12 ± 56,28*
<i>Цитогенетические показатели</i>		
микроядерность	91,55 ± 6,14	75,95 ± 9,73
протрузия ядра	102,74 ± 5,73*	60,76 ± 8,64*
атипичная форма ядра	90,54 ± 5,63*	32,84 ± 6,51*
<i>Показатели пролиферации</i>		
двуядерность	84,20 ± 6,34*	40,42 ± 6,60*
круговая насечка	43,75 ± 5,96**	20,77 ± 7,54**
<i>Показатели деструкции ядра</i>		
перинуклеарная вакуоль	65,31 ± 7,68*	28,94 ± 6,38*
вакуолизация ядра	49,41 ± 5,22*	15,25 ± 4,42*
конденсация хроматина	35,64 ± 3,92**	20,51 ± 5,62**
<i>Показатели завершения деструкции ядра</i>		
кариорексис	71,27 ± 5,05*	26,83 ± 6,24*
кариопикноз	84,74 ± 8,98	88,28 ± 14,24
кариолизис	105,68 ± 6,29	85,36 ± 8,87

* разница достоверна при 0,1% уровне значимости с вероятностью $P=0,001$;

** разница достоверна при 1% уровне значимости с вероятностью $P=0,01$.

В биоматериале курящих выявлено достоверно меньше клеток нормы и достоверно больше клеток с разными признаками цитоморфологических патологий, чем у некурящих. В частности, клеток с морфологически нормальными ядрами у курящих почти в три раза меньше, чем у некурящих. Похожие результаты отмечены и другими авторами, в отношении воздействия радиоактивных факторов [3; 4; 10].

Цитогенетические аномалии клеток буккального эпителия у курящих регистрируются достоверно чаще, чем у некурящих. В первую очередь это

касается клеток с протрузией ядра, в меньшей степени клеток с микроядрами. Увеличение числа клеток с протрузиями ядер считается интегративным показателем генетических нарушений в интерфазных ядрах у лиц, подверженных генотоксическим и цитотоксическим воздействиям экзогенных факторов [3].

Достоверно значимых различий в отношении клеток с микроядрами у курящих и некурящих лиц не выявлено. Похожие результаты получены и другими авторами, в частности при исследовании генотоксических эффек-

тов ионизирующего облучения [4; 10]. Микроядра могут быть фрагментами хромосом, образовавшимися при повреждении ДНК из-за нарушения образования веретена деления в процессе митоза. Также, микроядра могут представлять собой одну или несколько целых хромосом, не вошедших в состав ядра в анафазе митоза [15]. Так или иначе, повышение частоты буккальных эпителиоцитов с микроядрами, выявленное нами и другими исследователями [3; 4; 10], считается наиболее ранним признаком онкопроцесса [16].

Клетки с атипичной формой ядра встречались в биоматериале курящих в три раза чаще, чем у некурящих. Возможной причиной формирования атипичной формы ядра считают хромосомные мутации. Доказана прямая корреляция ($R=0,33$) между частотой клеток с хромосомными aberrациями и частотой клеток с атипичной формой ядра у лиц из радиационно неблагоприятных мест проживания [3; 6].

Морфологические признаки нарушения пролиферации в два раза чаще регистрировались в биоматериале курящих. Увеличение количества двуядерных клеток буккального эпителия, как результат полиплоидизирующего ацитокинетического митоза [1], достоверно коррелирует с хроническим радиоактивным облучением [3; 4; 10], представляя собой естественный ответ на радиоактивное облучение [17]. В табачном дыме содержатся, в том числе, и радиоактивные вещества, оказывающие хроническое воздействие на слизистые оболочки ротовой полости и дыхательной системы курящих. Это объясняет двукратное повышение двуядерных клеток и клеток с круговой

насечкой ядра, в буккальном эпителии курильщиков с пятилетним стажем.

Круговая насечка ядра как один из признаков нарушения процесса пролиферации в два раза чаще регистрировалась в буккальных эпителиоцитах курящих. Образуюсь в процессе незавершенного митоза из-за повреждения веретена деления, ядра с круговой насечкой свидетельствуют о нарушении цитотомии и кариотомии [3]. Достоверное повышение этой формы ядерной патологии регистрируется также у лиц, подверженных хроническому радиоактивному облучению [4; 10].

Из показателей деструкции ядра следует отметить высокую статистическую достоверность повышения количества клеток со всеми вариантами ядерной деструкции у курящих. Наименьшая разница в показателях деструкции ядра отмечена в отношении числа клеток с конденсацией хроматина. Процесс конденсации хроматина считается этапом, предшествующим процессу кариорексиса, при котором ядро распадается на хроматиновые конгломерации с последующей естественной гибелью путем апоптоза [3; 11]. При сравнении частоты встречаемости клеток с признаками кариорексиса выявили достоверное увеличение доли таких клеток у курящих в 2,6 раза. Это может свидетельствовать о нарушении естественной стимуляции процессов апоптоза буккальных эпителиоцитов путем воздействия цитотоксических и генотоксических экзогенных факторов (табачный дым). Похожая тенденция отмечена у лиц из радиационно неблагоприятных и безопасных мест проживания [4; 10].

Из показателей деструкции ядра статистически значимыми оказались

признаки некроза клетки – перинуклеарная вакуоль (в 2,3 раза чаще у курящих) и вакуолизация ядра (в 3,3 раза чаще у курящих). Выявленные формы некроза клеток свидетельствуют о деструктивных изменениях мембраны ядра и нарушении ее барьерной и транспортной функции [3; 11]. Признаки некротического пути деструкции буккальных эпителиоцитов выявлены и в исследованиях последствий воздействия радиоактивных факторов [4; 10]. Результат некротического процесса клеточной деструкции – кариолизис, которому предшествуют появления перинуклеарной вакуоли и/или вакуолизация ядра. Мы не выявили статистически значимых отличий в частоте клеток с признаками кариолизиса у курящих и некурящих. Однако статистически достоверное повышение доли клеток с начальными признаками некротического пути деструкции у курящих (перинуклеарная вакуоль и вакуолизация ядра) косвенно подтверждает патологическую роль курения.

Естественной формой апоптоза клеток буккального эпителия считается кариопикноз [9, с. 220–267]. Выявленная разница частоты встречаемости клеток с кариопикнозом у курящих и

некурящих незначительна и статистически не достоверна. Это свидетельствует о сохранении механизмов естественного процесса деструкции клеток буккального эпителия у курящих лиц с непродолжительным стажем курения (не более 5 лет). Тем не менее суммарное число признаков некротического пути деструкции буккальных эпителиоцитов достоверно чаще (в 1,7 раза) регистрируется у курящих, по сравнению с некурящими ($P < 0,01$), подтверждая генотоксическое и цитотоксическое воздействие табачного дыма.

С помощью индекса накопления цитогенетических нарушений [12] был оценен риск возникновения цитологических нарушений у курящих и некурящих 17–19-летних лиц юношеского возраста (табл. 2). У некурящих индекс накопления цитогенетических изменений в клетках буккального эпителия соответствует группе умеренного риска ($2 < I_{ac} < 4$), у курящих – группе высокого риска ($I_{ac} \geq 4$). Выявленная разница в показателях индекса накопления цитогенетических нарушений в клетках буккального эпителия у курящих и некурящих лиц 17–19-летнего возраста достоверна при 0,1 % уровне значимости с вероятностью $P = 0,001$.

Таблица 2

Индекс накопления цитогенетических нарушений [16] в клетках буккального эпителия у 17–19-летних курящих и некурящих лиц

Дифференциальные критерии	I_c – cytogenetic index	I_p – index of proliferation	I_{apop} – apoptotic index	$I_{ac} = (I_c * I_p) / I_{apop}$
Некурящие	13,669	6,119	26,517	3,154*
Курящие	19,430	12,795	41,204	6,033*

* разница достоверна при 0,1% уровне значимости с вероятностью $P = 0,001$.

Таким образом, курение значительно повышает риск развития цитогенетических нарушений в клетках эпителия слизистой оболочки полости рта, переводя курящего из группы умеренного риска в группу высокого риска. Цитоморфологически это выражается в двукратном повышении числа клеток с признаками нарушения процесса пролиферации и клеток с признаками деструкции по

типу некроза. Косвенными признаками повышения риска развития цитогенетических нарушений можно считать изменение соотношения доли клеток нормы и клеток с различными цитоморфологическими отклонениями (1,02 / 0,98 – по нашим данным) в сторону уменьшения доли клеток нормы и увеличения доли клеток с отклонениями (0,05 / 1,17 – по нашим данным).

ЛИТЕРАТУРА

1. Бродский В.Я., Урываева И.В. Клеточная полиплоидия: пролиферация и дифференцировка. М.: Наука, 1981. 237 с.
2. Гемонов В.В. Морфология и гистохимия слизистой оболочки полости рта в норме и при некоторых патологических состояниях в эксперименте: автореф. ... дис. док. наук. М., 1969. 39 с.
3. Генотоксические и цитотоксические эффекты в буккальных эпителиоцитах детей, проживающих в экологически различающихся районах Кузбаса / А.В. Мейер и др. // Цитология. 2010. Т. 52. № 4. С. 305–310.
4. Генотоксические эффекты в буккальном эпителии горняков, работающих в условиях облучения природными источниками ионизирующего излучения / Д.А. Петрашова и др. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2011. Т. 13. № 1–7. С. 1792–1796.
5. Ильинских Н.Н., Ильинских И.Н., Некрасов В.Н. Использование микроядерного теста в скрининге и мониторинге мутагенов // Цитология и генетика. 1988. Т. 22. № 1. С. 67–71.
6. Индивидуальная чувствительность генома и особенности проявления генотоксических эффектов у людей, длительно подвергающихся воздействию повышенных концентраций радона. Изучение возможных механизмов модификации эффектов / В.Г. Дружинин и др. // Итоговая конференция по результатам выполнения мероприятий за 2008 год в рамках приоритетного направления «Живые системы» ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технического комплекса России на 2007-2012 годы»: тез. докл. М.: ИМБ РАН, 2008. С. 124–126.
7. Использование микроядерного теста для оценки эффективности лечения аллергии у детей: метод. рекомендации / сост. Т.С. Колмакова и др. Ростов н/Д: РГМУ, 2013. 31 с.
8. Комплексная оценка состояния слизистой оболочки полости рта с помощью современных диагностических методик / Е.И. Бердникова и др. // Современные проблемы науки и образования (электронный научный журнал). 2012. №6. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=7851> (Дата обращения: 20.02.2017).
9. Микроядерный тест на буккальных эпителиоцитах / В.В. Юрченко и др. // Полиорганный микроядерный тест в эколого-гигиенических исследованиях. М.: Гениус, 2007. С. 220–267.
10. Молоканова Ю.П., Угольников М.Н. Оценка риска онкологической заболеваемости молодежи, проживающей в условиях повышенного радиационного фона, по уровню накопления цитогенетических нарушений в клетках буккального эпителия // Актуальные проблемы биологической и химической экологии: сборник материалов

- V Международной научно-практической конференции (г. Москва, 21–23 ноября 2016 г.). М.: ИИУ МГОУ, 2016. С. 205–212.
11. Сычева Л.П. Биологическое значение, критерии определения и пределы варьирования полного спектра кариологических показателей при оценке цитогенетического статуса человека // *Медицинская генетика*. 2007. Т. 6 (11). С. 3–11.
 12. Сычева Л.П. Цитогенетический мониторинг для оценки безопасности среды обитания человека // *Гигиена и санитария*. 2012. № 6. С. 68–72.
 13. Хусаинова И.С., Варулева И.Ю., Кожина Н.А. Оценка цитологических показателей буккального эпителия для диагностики функционального состояния человека // *Клин. лаб. диагностика*. 1997. № 3. С. 10–12.
 14. Cairns J. Mutational selection and natural history of cancer // *Nature (London)*. 1975. V. 255. P. 197–200.
 15. Cea Guide F.A., Etcheberry K.F.C., Dulout F.N. Induction of micronuclei in mouse bone marrow cells by the flavonoid // *Mut. Res.* 1983. V. 119. № 3/4. P. 339–345.
 16. Evaluation of chromosomal aberrations, micronuclei and sister chromatid exchanges in hospital workers chronically exposed to ionizing radiation / R.S. Cardozo et al. // *Teratog. Carcinog. Mutagen.* 2001. V. 21. P. 431–439.
 17. Koss L.G. Diagnostic cytology and its histopathologic bases. Vol. 1–2. Philadelphia; Toronto: J.P. Lippincott Co, 1979. 1266 p.
 18. Schroeder H.E. Differentiation of Human Oral Stratified Epithelia. Basel: S. Karger, 1981. 306 p.
 19. Tolbert P.E., Shy C.M., Allen J.W. Micronuclei and other nuclear anomalies in buccal smears: methods development // *Mut. Res.* 1992. Vol. 271. № 1. P. 69–77.

REFERENCES

1. Brodskii V.Ya., Uryvaeva I.V. Kletochnaya poliploidiya: proliferatsiya i differentsirovka [Cell polyploidy: proliferation and differentiation]. M., Nauka, 1981. 237 p.
2. Gemonov V.V. Morfologiya i gistokhimiya slizistoi obolochki polosti rta v norme i pri nekotorykh patologicheskikh sostoyaniyakh v eksperimente: avtoref. ... dis. dok. nauk [Morphology and histochemistry of the mucous membrane of the oral cavity in norm and at some pathological conditions in the experiment: author. ... dis. doc. sciences]. M., 1969. 39 p.
3. Genotoksicheskie i tsitotoksicheskie efekty v bukkal'nykh epiteliotsitakh detei, prozhivayushchikh v ekologicheskii razlichayushchikhsya raionakh Kuzbasa [Genotoxic and cytotoxic effects in the buccal epithelial cells of children living in ecologically different areas of Kuzbass] / A.V. Mayer et al. // *Tsitologiya*. 2010. V.52. no. 4. pp. 305–310.
4. Genotoksicheskie efekty v bukkal'nom epiteliu gornyakov, rabotayushchikh v usloviyakh oblucheniya prirodnyimi istochnikami ioniziruyushchego izlucheniya [Genotoxic effects in buccal epithelial cells of miners working in conditions of exposure to natural sources of ionizing radiation] / D.A. Petrashova et al. // *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk*. 2011. V. 13. no. 1–7. pp. 1792–1796.
5. Il'inskikh N.N., Il'inkikh I.N., Nekrasov V.N. Ispol'zovanie mikroyadernogo testa v skrininge i monirovange mutagenov [The use of micronucleus test in screening and monitoring mutagens] // *Tsitologiya i genetika*. 1988. V. 22. no. 1. pp. 67–71.
6. Individual'naya chuvstvitel'nost' genoma i osobennosti proyavleniya genotoksicheskikh efektov u lyudei, dlitel'no podvergayushchikhsya vozdeistviyu povyshennykh kontsentratsii radona. Izuchenie vozmozhnykh mekhanizmov modifikatsii efektov [Individual sensitivity of the genome and the characteristics of the manifestation of genotoxic effects in humans long-term exposed to elevated concentrations of radon. The study of possible mechanisms

- of modification of effects] / V.G. Druzhinin et al. // Itogovaya konferentsiya po rezul'tatam vypolneniya meropriyatii za 2008 god v ramkakh prioritetnogo napravleniya «Zhivye sistemy» FTSP «Issledovaniya i razrabotki po prioritetnym napravleniyam razvitiya nauchno-tekhnicheskogo kompleksa Rossii na 2007–2012 gody»: tez. dokl [Final conference on the results of the implementation of measures for 2008 in the framework of priority direction "Living systems" of the Federal program "Research and development on priority directions of development of scientific and technical complex of Russia for 2007-2012": proc.]. M., IMB RAN, 2008. pp. 124–126.
7. Ispol'zovanie mikroyadernogo testa dlya otsenki effektivnosti lecheniya allergii u detei: metod. rekomendatsii / sost. T.S. Kolmakova et al. [The use of micronucleus test to assess the effectiveness of treating allergies in children: method. recommendations / comp. T.S. Kolmakova et al.] Rostov n/D, RGMU, 2013. 31 p.
 8. Kompleksnaya otsenka sostoyaniya slizistoi obolochki polosti rta s pomoshch'yu sovremennykh diagnosticheskikh metodik / E.I. Berdnikova et al. [Comprehensive assessment of the condition of the mucous membrane of the oral cavity with the help of modern diagnostic methods / E.I. Berdnikov et al.] *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya (elektronnyi nauchnyi zhurnal)*. 2012. No. 6. [Modern problems of science and education (electronic scientific journal). 2012. No. 6.]. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=7851> (request date 20.02.2017).
 9. Mikroyadernyi test na bukkal'nykh epiteliotsitakh [Micronucleus test on buccal epithelial cells] Poliorganniy mikroyadernyi test v ekologo-gigienicheskikh issledovaniyakh [Polyorgan micronucleus test in ecological-hygienic studies] / V.V. Yurchenko et al. M., Genius, 2007. pp. 220–267.
 10. Molokanova Yu.P., Ugol'nikov M.N. Otsenka riska onkologicheskoi zabolevaemosti molodezhi, prozhivayushchei v usloviyakh povyshennogo radiatsionnogo fona, po urovnyu nakopleniya tsitogeneticheskikh narushenii v kletkakh bukkal'nogo epiteliya [Risk assessment of cancer incidence of young people living in conditions of high radiation background by the level of accumulation of cytogenetic abnormalities in buccal epithelial cells] *Aktual'nye problemy biologicheskoi i khimicheskoi ekologii: sbornik materialov V Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (g. Moskva, 21–23 noyabrya 2016 g.)* [Actual problems of biological and chemical ecology: proceedings of the V International scientific-practical conference (Moscow, November 21–23, 2016)]. M., IIU MGOU, 2016. pp. 205–212.
 11. Sycheva L.P. Biologicheskoe znachenie, kriterii opredeleniya i predely var'irovaniya polnogo spektra kariologicheskikh pokazatelei pri otsenke tsitogeneticheskogo statusa cheloveka [The biological importance, determination criteria and limits of variation of the full range of karyological indicators in the evaluation of the cytogenetic status of a person] // *Meditinskaya genetika*. [Medical genetics.]. 2007. no. 6 (11). pp. 3–11.
 12. Sycheva L.P. Tsitogeneticheskii monitoring dlya otsenki bezopasnosti sredy obitaniya cheloveka [Cytogenetic monitoring to assess the safety of the human environment] // *Gigiena i sanitariya*. 2012. no. 6. pp. 68–72.
 13. Khusainova I.S., Varuleva I.Yu., Kozhina N.A. Otsenka tsitologicheskikh pokazatelei bukkal'nogo epiteliya dlya diagnostiki funktsional'nogo sostoyaniya cheloveka [Evaluation of cytological indicators of buccal epithelial cells for the diagnosis of human functional state] // *Klinicheskaya lab. diagnostika* [The clinical lab. diagnosis]. 1997. no. 3. pp. 10–12.
 14. Cairns J. Mutational selection and natural history of cancer // *Nature (London)*. 1975. V. 255. pp. 197–200.
 15. Cea Guide F.A., Etcheberry K.F.C., Dulout F.N. Induction of micronuclei in mouse bone marrow cells by the flavonoid // *Mut. Res.* 1983. V. 119. № 3/4. pp. 339–345.

16. Evaluation of chromosomal aberrations, micronuclei and sister chromatid exchanges in hospital workers chronically exposed to ionizing radiation / R.S. Cardozo et al. // *Teratog. Carcinog. Mutagen.* 2001. V. 21. pp. 431–439.
17. Koss L.G. *Diagnostic cytology and its histopathologic bases.* Vol. 1-2. Philadelphia; Toronto: J.P. Lippincott Co, 1979. 1266 p.
18. Schroeder H.E. *Differentiation of Human Oral Stratified Epithelia.* Basel: S. Karger, 1981. 306 p.
19. Tolbert P.E., Shy C.M., Allen J.W. Micronuclei and other nuclear anomalies in buccal smears: methods development // *Mut. Res.* 1992. Vol. 271. № 1. pp. 69–77.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Молоканова Юлия Павловна – кандидат биологических наук, доцент, заведующая кафедрой физиологии, экологии человека и медико-биологических знаний Биолого-химического факультета Московского государственного областного университета;
e-mail: fiziolog-mgou@yandex.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Molokanova Julia P. – candidate of biological sciences, associate professor, Head of the Department of Physiology, Human Ecology and Biomedical Knowledge of the Faculty of Biology and Chemistry at the Moscow Region State University;
e-mail: fiziolog-mgou@yandex.ru

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА

Молоканова Ю.П. Особенности цитоморфологии буккального эпителия курящих лиц юношеского возраста // *Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки.* 2017. № 1. С. 21–30.
DOI: 10.18384/2310-7189-2017-1-21-30

CORRECT REFERENCE

Molokanova J.P. Cytomorphological features of buccal epithelial cells in smoking youths. *Bulletin of Moscow Region State University. Series: Natural Sciences*, 2017, № 1, pp. 21–30.