

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ СОТОВЫХ ТЕЛЕФОНОВ НА ЯДЕРНЫЕ СТРУКТУРЫ КЛЕТОК БУККАЛЬНОГО ЭПИТЕЛИЯ ЧЕЛОВЕКА

Костромеева М.С.¹, Ильинских Н.Н.² Email: Kostromeeva632@scientifictext.ru

¹Костромеева Марина Сергеевна – магистр;

²Ильинских Николай Николаевич – профессор,
кафедра экологии, природопользования и экологической инженерии,
Томский государственный университет,
г. Томск

Аннотация: в статье анализируется влияние электромагнитного излучения сотового телефона на генетический аппарат человека. Учитывая большое количество пользователей сотовых телефонов, отрицательный эффект может иметь огромные последствия для общественного здравоохранения и окружающей среды. За последние два десятилетия использование мобильных телефонов значительно возросло во всем мире. Спор о том, оказывают ли радиочастотные поля воздействие на биологические системы, вызывает озабоченность у населения в целом. Проведена оценка повреждения ДНК и цитокинетических дефектов, пролиферативного потенциала и гибели клеток из-за радиочастотного излучения, излучаемого мобильными телефонами, у здоровых молодых пользователей.

Ключевые слова: буккальный эпителий, электромагнитное излучение, цитогенетические нарушения.

EXPOSURE OF ELECTROMAGNETIC RADIATION OF CELL PHONES ON NUCLEAR STRUCTURES OF HUMAN BUCKAL EPITHELIUM CELLS

Kostromeeva M.S.¹, Ilyinskikh N.N.²

¹Kostromeeva Marina Sergeevna – Undergraduate;

²Ilyinskikh Nikolai Nikolaevich – Professor,
DEPARTMENT OF ECOLOGY, NATURAL RESOURCES AND ENVIRONMENTAL ENGINEERING,
TOMSK STATE UNIVERSITY,
TOMSK

Abstract: the article analyzes the influence of electromagnetic radiation of a mobile phone on the genetic apparatus of a person. Given the large number of cell phone users, a negative effect may have huge public health implications and environmental protection. In the last two decades, the use of mobile phones has increased enormously all over the world. The controversy regarding whether radiofrequency fields exert effects upon biological systems is a concern for the general population. An evaluation is made of DNA damage and cytokinetic defects, proliferative potential, and cell death because of RF radiation emitted by mobile phones, in healthy young users.

Keywords: Buccal epithelium, electromagnetic radiation, cytogenetic disorders.

УДК 504.05/06

Глобальная распространенность средств мобильной связи, их воздействие на физиологические процессы организма вызывают опасение медицинской общественности [2, с. 272]. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) ввела основные понятия, которые отражают значимость данного факта для экологии и медицины – «ЭМ загрязнение окружающей среды», «Электромагнитная чувствительность» и др. [1, с. 15-17]. Актуальность проблемы действия неионизирующего электромагнитного излучения сотового телефона заключается в наличии у разных ученых кардинально различающихся точек зрения на результаты действия диапазонов ЭМИ и различия в санитарно-гигиенических безопасных уровнях воздействия, которые рекомендованы в разных странах [3, с. 121-124].

Целью исследования явилось изучение кариопатологического действия электромагнитного излучения сотовых телефонов на цитогенетический аппарат буккальных клеток человека.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Проведено цитогенетическое обследование буккального эпителия полости рта с последующим определением содержания уровня цитогенетически аномальных эпителиоцитов у 100 студентов I курса СибГМУ. Все участники подписали форму информированного согласия на проведение цитогенетического исследования до их включения в эксперимент. Использовались анкетные данные, в которых указывались личные данные: возраст, пол, национальность, модель сотового телефона, а также подтверждали отсутствие рентгенологических исследований и заболеваний вирусной этиологии в

течение 3 месяцев до исследования, которые могли бы изменить результаты карипатологического анализа.

От каждого студента было собрано по 2 соскоба эпителия слизистой оболочки рта, соответствующей правой и левой щекам. Сравнивались образцы клеток предпочтительной стороны, используемой во время телефонных звонков («ведущая щека») со стороной, преимущественно не используемой («контрольная щека»). Определение стороны предпочтительного использования фиксировалось в протоколе исследования. Проводилась оценка частоты нарушений по показателям пролиферации ядра, деструкции ядра и цитогенетическим нарушениям. Исследования цитогенетического статуса студентов проводились на основе метода анализа микроядер и аномалий ядра в эксфолиативных клетках человека, предложенного Юрченко В.В [5, с. 53-56]. У каждого человека анализировали более 1000 эпителиоцитов.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием статистического пакета STATISTICA Application 10.0 с применением критерия Вилкоксона. Различия сравниваемых результатов считались достоверными при достигнутом уровне значимости $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ числа клеток буккального эпителия, основанный на изучении аномалий цитогенетического аппарата клеток буккального эпителия человека, свидетельствует о существенных изменениях в частоте карипатологических изменений эпителия щеки человека, расположенной со стороны, часто используемой для ведения переговоров с помощью сотового телефона («ведущая щека»), по сравнению с уровнем таких нарушений, наблюдаемых в эпителии противоположной щеки («контрольная щека») – таблица 1.

Таблица 1. Сравнительная оценка частоты цитогенетических нарушений, показателей пролиферации и деструкции ядра клеток буккального эпителия при воздействии ЭМИ сотового телефона (на 1000 клеток, ‰)

| Типы ядерных аномалий, ‰ | Контроль | Опыт | P-уровень |
|----------------------------|-----------|------------|-----------|
| Показатели деструкции ядра | | | |
| Кариопикноз | 4,94±0,01 | 6,29±0,01 | p<0.01 |
| Кариорексис | 2,75±0,00 | 3,80±0,00 | p<0.01 |
| Кариолизис | 3,61±0,00 | 4,86±0,01 | p<0.01 |
| Апоптоз | 6,52±0,01 | 10,76±0,02 | |
| Показатели пролиферации | | | |
| Двухядерность | 4,87±0,01 | 6,31±0,01 | p<0.01 |
| Цитогенетические нарушения | | | |
| Микроядра | 2,56±0,00 | 3,42±0,00 | p<0.05 |

Частота показателей деструкции ядра (кариопикноз, кариорексис, кариолизис, апоптоз) на «ведущей щеке» выше на 44,6% ($p<0,01$), цитогенетических повреждений (микроядра) на 33,59% ($p<0,01$), показателей пролиферации (двухядерность) на 29,5% ($p<0,05$), чем на «контрольной» щеке.

При сравнении регистрируемых карипатологических показателей в зависимости от половой принадлежности пользователя сотового телефона статистически достоверные результаты ($p<0,01$) по показателям пролиферации и деструкции ядра (кариопикноз, кариорексис, кариолизис, апоптоз, двухядерность) были значимо выше на «ведущей» щеке у женщин, чем у мужчин. У женщин значимо изменились показатели пролиферации и деструкции ядра, показатели цитогенетических нарушений незначимы. У мужчин статистически значимо изменился показатель деструкции ядра, в то время как показатели пролиферации и цитогенетических нарушений не изменились – таблица 2.

Таблица 2. Частота цитогенетических нарушений, показателей пролиферации и деструкции ядра клеток буккального эпителия у женщин и мужчин при воздействии ЭМИ сотового телефона (на 1000 клеток, ‰)

| Типы ядерных аномалий, ‰ | Контроль | Опыт | P-уровень |
|----------------------------|-----------|------------|-----------|
| Мужчины | | | |
| Показатели деструкции ядра | | | |
| Кариопикноз | 4,62±0,16 | 4,72±0,06 | p<0.05 |
| Кариорексис | 1,45±0,02 | 2,24±0,03 | p<0.01 |
| Кариолизис | 2,38±0,04 | 4,62±0,05 | p<0.01 |
| Апоптоз | 5,69±0,09 | 11,55±0,22 | p<0.01 |
| Женщины | | | |
| Типы ядерных аномалий, ‰ | Контроль | Опыт | P-уровень |
| Показатели деструкции ядра | | | |
| Кариопикноз | 4,36±0,05 | 6,45±0,08 | p<0.01 |
| Кариорексис | 3,02±0,03 | 3,73±0,05 | p<0.01 |
| Кариолизис | 3,81±0,04 | 4,73±0,06 | p<0.01 |

| | | | |
|---------|-----------|-----------|--------|
| Апоптоз | 6,04±0,09 | 9,89±0,14 | p<0.01 |
|---------|-----------|-----------|--------|

Полученные данные сопоставимы с работой Fenech [6, с. 203-207]. Автор выяснил коэффициент увеличения количества ядерных аномалий 0,499 в год у женщины по сравнению с 0,289 в год у мужчин. Калаев [4, с. 136] также отмечает большую чувствительность к генотоксикантам у женщин: было найдено больше клеток с микроядрами у женщин, чем у мужчин в контрольной группе, что авторы объясняют большей склонностью X-хромосомы к потере и образованию микроядра по сравнению с другими хромосомами, а также тем, что женщины имеют две копии X-хромосомы, по сравнению лишь с одной у мужчин.

Сравнительный анализ частоты наблюдаемых нарушений в зависимости от расовой принадлежности человека показал существование значимых различий по отдельным видам кариопатологий, так у студентов - монголоидов на «контрольной щеке» частота клеток с кариолизисом была на 13,63% выше, чем у студентов-европеоидов, при этом у европеоидов показатели микроядра (13,31%), кариопикноз (38,94%) были значимо выше, чем у монголоидов – таблица 3. В выборке присутствовали 19 монголоидов и 81 европеоида.

Таблица 3. Частота цитогенетических нарушений, показателей пролиферации и деструкции ядра клеток буккального эпителия монголоидов и европеоидов при воздействии ЭМИ сотового телефона (на 1000 клеток, %)

| Типы ядерных аномалий, % | Контроль | Опыт | P-уровень |
|----------------------------|------------|------------|-----------|
| Монголоиды | | | |
| Показатели деструкции ядра | | | |
| Кариопикноз | 3,55±0,10 | 4,75±0,13 | p<0.05 |
| Кариорексис | 2,90±0,08 | 3,71±0,10 | p<0.01 |
| Кариолизис | 4,00±0,11 | 4,79±0,13 | p<0.01 |
| Апоптоз | 6,73±0,19 | 10,54±0,30 | p<0.01 |
| Показатели пролиферации | | | |
| Двоядерность | 5,29±0,15 | 6,6±0,18 | p<0.01 |
| Цитогенетические нарушения | | | |
| Микроядра | 1,82±0,05 | 3,08±0,09 | p<0.01 |
| Европеоиды | | | |
| Показатели деструкции ядра | | | |
| Кариопикноз | 5,22±0,01 | 6,60±0,01 | p<0.01 |
| Кариорексис | 2,72±0,003 | 3,82±0,005 | p<0.01 |
| Кариолизис | 3,52±0,004 | 4,88±0,01 | p<0.01 |
| Апоптоз | 6,13±0,01 | 10,80±0,02 | p<0.01 |
| Показатели пролиферации | | | |
| Двоядерность | 4,79±0,01 | 6,26±0,01 | p<0.01 |
| Цитогенетические нарушения | | | |
| Микроядра | 2,72±0,003 | 3,49±0,05 | p<0.01 |

Результаты исследования свидетельствуют о различиях кариопатологической чувствительности различных народов. Причинами выявленных различий могут служить различия в определенных генах. Так в исследовании Н.Н. Ильинских [3, с. 121-124] было отмечено повышение числа эпителиоцитов с микроядрами у недавно приехавших мигрантов, что, возможно, обусловлено «селекцией» лиц с повышенной цитогенетической нестабильностью, приводящей к утрате здоровья. Повышенный уровень цитогенетически aberrантных клеток у мигрантов, возможно, связан с проблемами адаптогенеза.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные при обследовании 100 студентов данные, основанные на изучении аномалий цитогенетического аппарата клеток буккального эпителия человека, свидетельствуют о существенных изменениях в частоте кариопатологических изменений эпителия щеки человека, расположенной со стороны, часто используемой для ведения переговоров с помощью сотового телефона («ведущая щека»), по сравнению с уровнем таких нарушений, наблюдаемых в эпителии противоположной щеки («контрольная щека»).

Частота показателей деструкции ядра на «ведущей щеке» выше на 44,6% (p<0,01), цитогенетических повреждений на 33,59% (p<0,01), показателей пролиферации на 29,5% (p<0,05), чем на «контрольной» щеке.

При сравнении регистрируемых кариопатологических показателей в зависимости от половой принадлежности пользователя сотового телефона статистически достоверные результаты (p<0.01) по

показателям пролиферации и деструкции ядра были значимо выше на «ведущей» щеке у женщин, чем у мужчин.

Сравнительный анализ частоты наблюдаемых нарушений в зависимости от расовой принадлежности человека показал существование значимых различий по отдельным видам кариопатологий, так у студентов-монголоидов на «контрольной щеке» частота клеток с кариолизисом была на 13,63% выше, чем у студентов-европеоидов, при этом у европеоидов показатели микроядер (13,31%), кариопикноз (38,94%) были значимо выше, чем у монголоидов.

Список литературы / References

1. *Аполлонский С.М., Коровченко П.В.* Воздействие электромагнитной среды на абонента сотовой связи и его нормирование // Безопасность жизнедеятельности, 2011. № 1. Приложение. С. 15–24.
2. *Григорьев Ю.Г.* Аутоиммунные процессы после пролонгированного воздействия электромагнитных полей малой интенсивности (результаты эксперимента) // Радиационная биология. Радиоэкология, 2010. Т. 50. № 1. С. 5–11.
3. *Ильинских Н.Н. Новицкий В.В., Ванчугова Н.Н., Ильинских И.Н.* Микроядерный анализ и цитогенетическая нестабильность. // Томск: Изд-во Том. ун-та, 1992. С. 272.
4. *Калаев В.Н., Нечаева М.С.* Микроядерный тест буккального эпителия ротовой полости человека: монография // Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2016. С. 136.
5. *Юрченко В.В.* Использование микроядерного теста на эпителии слизистой оболочки щеки человека // Гигиена и санитария, 2008. № 6. С. 53–56.
6. *Fenech M., Neville S., Rinaldi J.* Sex is an important variable affecting spontaneous micronucleus frequency in cytokinesis-blocked lymphocytes // Mut. Related Subjects, 1994. Vol. 313. № 2-3. P. 203–207.
7. *Hardell L., Hansson Mild K.* Mobile phone use and acoustic neuromas // Epidemiology, 2005. Vol. 16. № 3. P. 415-418.