

УДК 576.3/7-02:612.014.424-017

**ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ СОТОВЫХ ТЕЛЕФОНОВ
НА ФАГОЦИТАРНУЮ АКТИВНОСТЬ АЛЬВЕОЛЯРНЫХ МАКРОФАГОВ****Е.И. СЫРИЦА, О.Н. ФУРАШОВА, Е.М. ЛОБАНОВА***(Белорусский государственный медицинский университет, Минск)*

Вместе с неоспоримыми преимуществами сотовая связь имеет и свои недостатки. Рассмотрен главный из них - электромагнитное излучение сотовых телефонов. Изучено влияние электромагнитного излучения сотовых телефонов на фагоцитарную активность альвеолярных макрофагов.

Исследование проблемы влияния электромагнитных волн на здоровье человека начало проводиться еще в первой половине XX века, однако в то время оно затрагивало узкий круг людей, преимущественно персонал вещательных и специализированных радиостанций. Уже тогда принимались меры к защите людей от излучения, существовали определенные правила при работе с ним. Параллельно с всё большим внедрением сотовых телефонов в повседневную жизнь, увеличивается и количество исследований по данной проблеме.

Однако до сегодняшнего дня ни одна лаборатория, ни один медицинский центр не смогли дать точного и аргументированного ответа на вопрос: вредят ли сотовые телефоны нашему здоровью?

Несмотря на то, что производители мобильных телефонов акцентируют внимание на безвредности их продукции, в научной литературе имеются данные о том, что:

- мобильные телефоны способны снизить интеллект, ухудшить зрение и слух;
- частые разговоры по сотовому телефону расстраивают работу кишечника, действуя как слабительное;
- дети, использующие мобильные телефоны, рискуют получить потерю памяти, нарушение сна и головные боли;
- после 15-минутного разговора по сотовому телефону происходят биоэлектрические изменения в ритме головного мозга, перестраивается гормональный фон организма [2];
- образование гистамина, вещества, играющего огромную роль в патогенезе астмы, под действием электромагнитного излучения с частотой, используемой сотовыми телефонами, практически удваивается [3];
- регулярное воздействие электромагнитного излучения мобильного телефона действует как повторяющийся стресс, что ведет к непрерывному образованию в клетках белков теплового шока, которые при их частой либо длительной генерации способны привести к раку и повысить сопротивляемость перерождённых клеток противоопухолевым лекарствам [1, 4];
- электромагнитные волны радиотелефона могут стать причиной нарушения сна, фаз сновидений и токов мозга, привести к ухудшению памяти;
- при действии электромагнитного излучения сотовых телефонов у самцов крыс нарушается ритм сперматогенеза, появляются изменения в сперматозоидах и семенниках, часто от них рождается мертвое потомство [5].

Установлено, что негативное влияние на наш организм сотовые телефоны оказывают двумя путями.

Первый связан с влиянием на биоэлектрические процессы в мозге. Действие электромагнитного излучения сотовых телефонов приводит к нарушению функционирования сложной электрической сети, образованной нервными клетками, и проявляется в разбалансировке электрофизиологической активности клеток мозга. Данная разбалансировка способна вызвать различные патологические процессы, способствуя развитию гипертонии, сердечной аритмии, язвенной болезни, штопального дисбаланса, а значит, массе эндокринных заболеваний от ожирения до нарушения потенции у мужчин и дисменореи у женщин.

Второе направление радиотелефонного удара - тепловое. Такое «прогревание» не всегда полезно, особенно для тканей с бедным кровообращением. Прежде всего это хрусталик глаза, а также некоторые отделы среднего уха.

Кроме вышперечисленных эффектов периодически возникают споры о влиянии электромагнитного излучения на генетическом уровне, нарушения которого были обнаружены у разного вида животных.

Исследования в области биологического действия электромагнитного излучения позволили определить наиболее чувствительные системы организма человека: нервная, иммунная, эндокринная и

половая. Реакции этих систем определяют в конечном итоге последствия воздействия на здоровье человека в целом.

Недостаток данных о влиянии сотовых телефонов на клетки иммунной системы и предопределил цель нашей работы.

В связи с особенностями ношения сотовых аппаратов область грудной клетки часто подвергается воздействию электромагнитного излучения, поэтому мы оценивали влияние электромагнитного излучения на функциональную активность одних из важнейших иммунных клеток легких - альвеолярных макрофагов.

Материалы и методы исследования. Для эксперимента использовались альвеолярные макрофаги крыс, полученные методом стандартного бронхоальвеолярного лаважа [6]. Лаважную жидкость фильтровали и центрифугировали в течение 10 минут, при 900 об/мин и температуре 4 °С. Клетки высевали на пластиковые чашечки Петри в конечной концентрации 250000 макрофагов на чашку (количество клеток подсчитывали в камере Горяева).

Рядом с клетками помещался источник излучения (сотовые телефоны стандарта GSM/900 МГц и CDMA2000/450 МГц) и в течение 1, 3, 5, 10, 15 минут клетки подвергались воздействию электромагнитного излучения. После инкубации к культуре клеток добавляли бактериальную суспензию *St. Aureus*. Функциональную активность клеток оценивали по интенсивности процессов фагоцитоза. Для этого определяли фагоцитарный показатель (ФП) - процент фагоцитирующих клеток из общего числа макрофагов. Контролем служили альвеолярные макрофаги, инкубировавшиеся при 37 °С без облучения.

В некоторых экспериментах, направленных на исследование способности клеток к восстановлению, бактериальная суспензия добавлялась через час после непосредственного облучения клеток.

Полученные данные обработаны методом вариационной статистики с использованием пакета программ Microsoft Excel. Различия значений считались статистически достоверными при $p < 0,05$.

Зависимость фагоцитарного показателя альвеолярных макрофагов от времени воздействия электромагнитного излучения сотовых телефонов стандартов GSM и CDMA представлена на рис. 1.

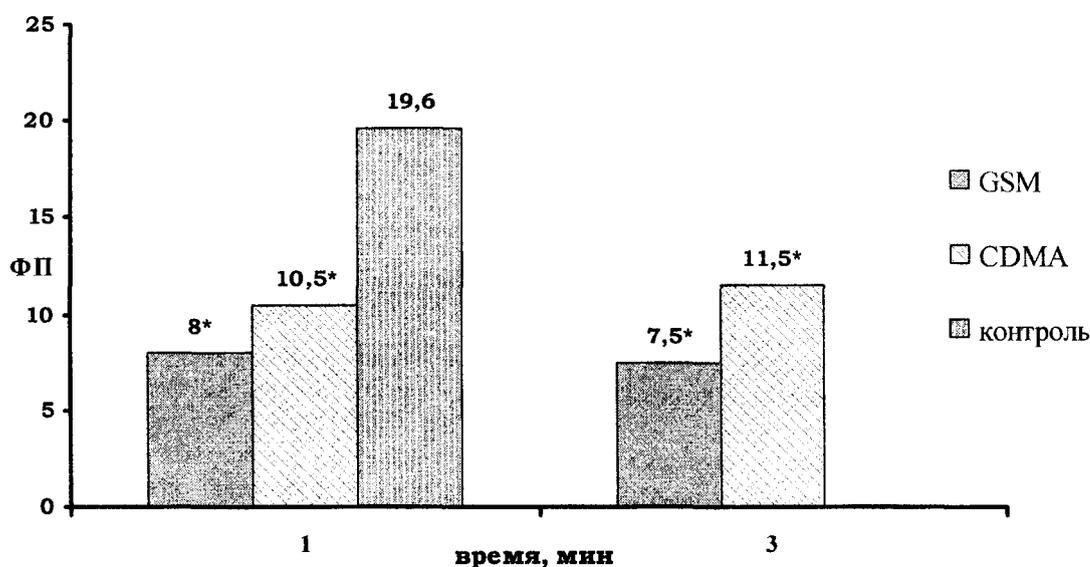


Рис. 1. Зависимость фагоцитарного показателя альвеолярных макрофагов от времени воздействия электромагнитного излучения сотовых телефонов стандартов GSM и CDMA

Результаты и их обсуждение. Как видно из рис. 1, при действии на клетки электромагнитного излучения уже в течение 1 минуты происходило снижение фагоцитарной активности на 59 % (стандарт GSM) и на 46 % (стандарт CDMA).

Отметим, что при увеличении времени облучения альвеолярные макрофаги до трех минут не происходило дальнейших изменений фагоцитарного показателя, значения которого были приблизительно равными значениям при одноминутном облучении.

Установлено, что при дальнейшем увеличении времени облучения клеток фагоцитарный показатель продолжал снижаться, и попадал в прямую зависимость от времени воздействия. Причем фагоцитарная активность была значительно ниже после обработки клеток электромагнитным излучением телефона стандарта GSM, чем CDMA во всех исследуемых промежутках времени.

Таким образом, мы можем достоверно наблюдать значительное снижение фагоцитарного показателя альвеолярных макрофагов под воздействием электромагнитного излучения. Вместе с тем следует принять во внимание и тот факт, что имеются существенные различия в результатах при использовании для облучения клеток стандартов GSM и CDMA, это подтверждает заявление создателей второго стандарта о том, что он является более безопасным для организма. При нормальных условиях функциональная активность альвеолярных макрофагов, подвергшихся облучению с использованием стандарта CDMA, хотя и супрессируется, однако значения фагоцитарного показателя альвеолярных макрофагов остаются в среднем на 24,5 % выше, чем клеток, облученных стандартом GSM.

Представляет интерес и следующий фактор: возможно ли восстановление утраченной активности по прошествии времени после прекращения воздействия?

Для этого клетки, облученные электромагнитным излучением сотовых телефонов, в течение часа инкубировались при 37 °С и 5 % CO₂ и лишь затем исследовались на их фагоцитарную активность. Было показано, что при 10-минутном облучении клеток электромагнитным излучением телефона стандарта GSM фагоцитарный показатель в течение часа восстанавливался до 13,5, т.е. увеличивался на 3,7 %. Что же касается стандарта CDMA, то в данном случае фагоцитарный показатель возрстал по отношению к контролю на 13,4 % (рис. 2).

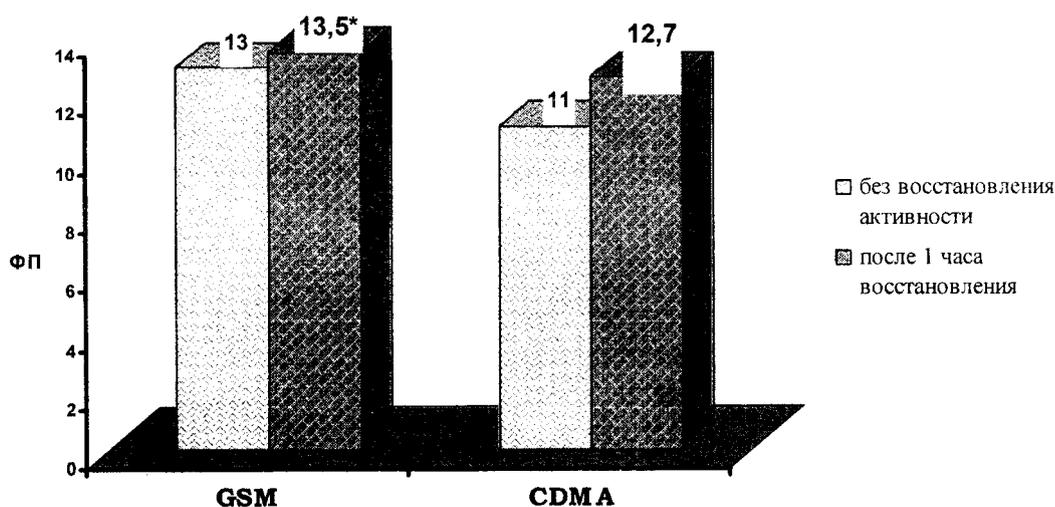


Рис. 2. Возможность восстановления утраченной функции альвеолярных макрофагов после облучения клеток электромагнитным излучением в течение 10 минут

Однако даже после часового восстановления активности фагоцитарного показателя альвеолярных макрофагов, подвергшихся воздействию электромагнитного излучения в течение 5 минут, оставался сниженным на 34,6 % при работе со стандартом GSM и на 18,3 % - при работе с CDMA; после 10-минутного облучения альвеолярных макрофагов показатель фагоцитоза был ниже контрольных значений на 31,0 и 35,2 % соответственно; при действии излучения в течение 15 минут, даже по прошествии часа после непосредственного воздействия, фагоцитарный показатель клеток был равен 8,6 (ниже контрольного значения на 56,1 %) при GSM и 13,0 (на 33,7 %) при CDMA (рис. 3).

Поскольку электромагнитное излучение сотовых телефонов является лишь одним из целого ряда факторов, влияющих на организм человека, мы оценили сочетанное влияние эффекта электромагнитного излучения с иным патогенным стимулом.

Так как наиболее часто встречающимся симптомом патологических процессов является лихорадка, выбрали повышение температуры вторым влияющим фактором.

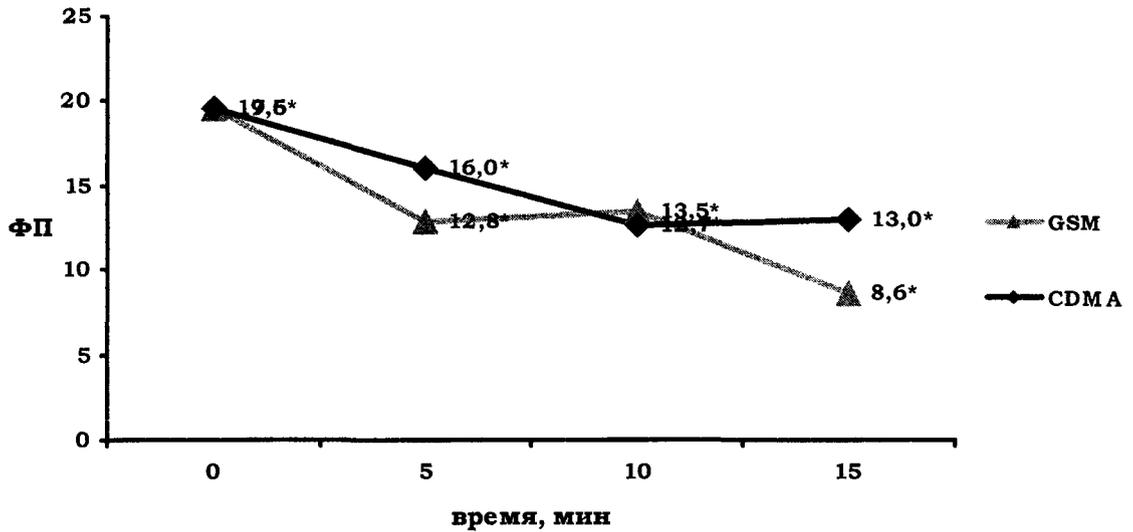


Рис. 3. Динамика изменений фагоцитарного показателя альвеолярных макрофагов, измеренного через час после облучения клеток, при воздействии на них электромагнитного излучения сотовых телефонов

Нами было установлено:

- повышение температуры с 37 до 39 °С достоверно подавляло фагоцитарную активность альвеолярных макрофагов, облученных сотовым телефоном стандарта GSM;
- величина фагоцитарного показателя снижалась на 14 %.

В то же время в экспериментах с использованием стандарта CDMA не было выявлено достоверно значимых изменений (рис. 4).

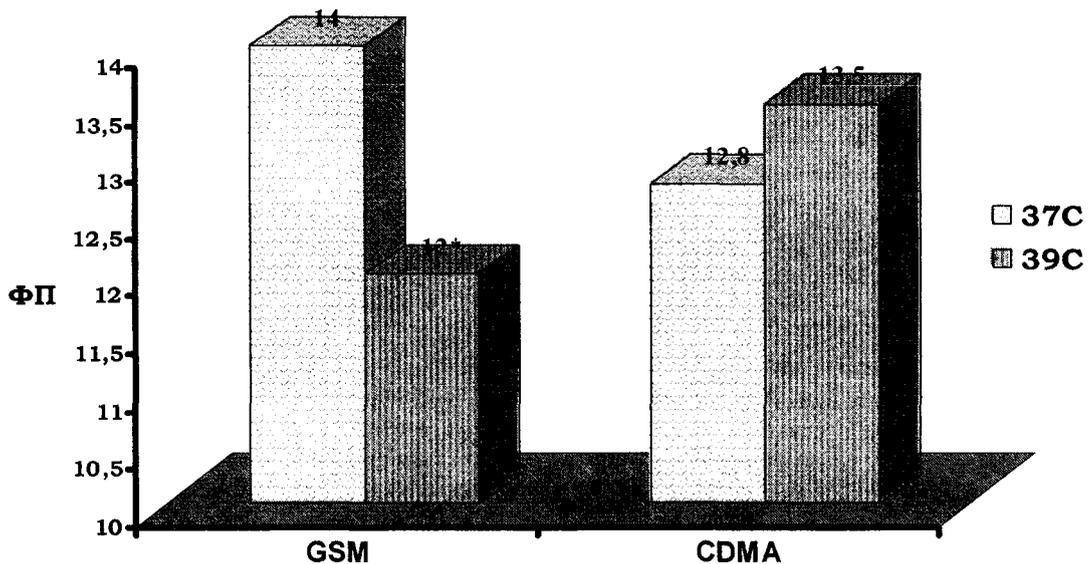


Рис. 4. Влияние температурного фактора на восстановление фагоцитарной активности альвеолярных макрофагов после 10-минутного облучения

Анализ проведенных исследований позволяет сделать следующие **выводы**:

1. Воздействие электромагнитного излучения сотовых телефонов угнетает фагоцитарную активность альвеолярных макрофагов, степень снижения фагоцитарного показателя поддерживается на одном уровне в течение первых трёх минут воздействия, а затем попадает в прямую зависимость от времени облучения.

2. После завершения облучения в культуре альвеолярных макрофагов происходит восстановление их функциональной активности, однако в течение первого часа оно незначительно.

3. Электромагнитное излучение телефонов стандарта CDMA, оказывало менее выраженное супрессирующее действие на фагоцитоз альвеолярных макрофагов, нежели электромагнитное излучение телефонов стандарта GSM.

ЛИТЕРАТУРА

1. Radiofrequency exposure and mortality from cancer of the brain and lymphatic-hematopoietic systems / R.W. Morgan, M.A. Kelsh, K. Zhao et al. // *Epidemiology*. - 2000. - Vol. 2, № 11. - P. 118 - 127.
2. In vitro and in vivo genetic effects of microwaves from mobile telephone frequencies in human and rat peripheral blood lymphocytes / L. Verschaeve, D. Slaets, U. Van Gorp et. al. - 1994. - P. 74 - 83.
3. Hyland G.I. The Physiological & Environmental Effects of Non-ionising Electromagnetic Radiation. - 2001.
4. Vijayalaxmi. Cell Phones and Cancer: What is the Evidence for a Connection / J.E. Moulder, L.S. Erdreich, R.S. Malyapa et al. // *Radiat. Res.* - 1999. - P. 151,513-531.
5. Cherry N. Evidence that Electromagnetic Radiation is Genotoxic: The implications for the epidemiology of cancer and cardiac, neurological and reproductive effects. - June 2000.
6. Holt P.G. Alveolar macrophages. A simple technique for the preparation of high numbers of viable alveolar macrophages from small laboratory animals // *J. Immunol. Meth.* - 1979. - Vol. 27, № 2. - P. 189 - 198.