

## САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ПРОТИВООПУХОЛЕВОЕ ДЕЙСТВИЕ НИЗКОИНТЕНСИВНЫХ ФАКТОРОВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ И БИОХИМИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ

Жукова Г.В., Гаркави Л.Х., Евстратова О.В., Гудцова Т.Н., Петросян В.И.<sup>1</sup>, Григоров С.В., Сакун П.В., Бартенева Т.А., Брагина М.И., Зернов В.А.<sup>2</sup>, Положенцев О.Е.<sup>3</sup>

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Ростовский научно-исследовательский онкологический институт» Министерства здравоохранения Российской Федерации

344037, Россия, г. Ростов-на-Дону, 14-я линия, 63. E-mail: [galya\\_57@mail.ru](mailto:galya_57@mail.ru)

<sup>1</sup> Научно-производственная фирма ООО ТЕЛЕМАК, 410040, Россия, г. Саратов, просп. 50 лет Октября, 1Б, корпус 110А, оф. № 309. Email: [sa@telemak-saratov.ru](mailto:sa@telemak-saratov.ru)

<sup>2</sup> Негосударственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Российский новый университет», 105005, Россия, г. Москва, ул. Радио, д. 22 (ЦАО). Email: [info@rosnou.ru](mailto:info@rosnou.ru)

<sup>3</sup> Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» 344090, Россия. Ростов-на-Дону, ул. Зорге, 5, физический факультет. Email: [physdekan@sfedu.ru](mailto:physdekan@sfedu.ru)

В настоящее время вода рассматривается в качестве первичной мишени при реализации медико-биологических эффектов слабых и сверхслабых воздействий электромагнитной и химической природы. При этом выраженность таких эффектов может быть весьма значительной. В экспериментах на 400 белых беспородных половозрелых крысах с перевивными опухолями саркомой 45 и лимфосаркомой Плисса, самцах и самках, было показано *самостоятельное* противоопухолевое влияние целого ряда слабых воздействий, включавших низкоинтенсивные электромагнитные излучения (ЭМИ) инфранизкочастотного (ИНЧ), миллиметрового (КВЧ) и дециметрового диапазонов, наночастицы магнетита в виде магнитной жидкости (МЖ) на водной основе, а также такую биологическую жидкость как ликвор в разведении физиологическим раствором 1:10<sup>4</sup>. Все исследованные факторы, кроме наночастиц-ферритмагнетиков, применялись в режимах активационной терапии [1]. Воздействие осуществляли на структуры ЦНС и зону, соседнюю с опухолью (*перитуморальную зону*), проводили изменение экспозиции действующих факторов, использовали биоэффективные частоты, частотную модуляцию сигналами ИНЧ диапазона, а также комплексное применение различных факторов электромагнитной природы.

**1.** В экспериментах с использованием модулированного ЭМИ КВЧ ( $\lambda=7.1$  мм, 10 мВт/см<sup>2</sup>), отдельно и в комплексе с другими факторами, удавалось добиться не только торможения роста опухолей (в 2-3 раза), но даже их регрессии (вплоть до полной регрессии опухолей у части животных). При этом у крыс с лимфосаркомой Плисса, отличавшейся быстрым ростом и прорастанием в соседние ткани, а также устойчивостью к химиотерапии и лучевой терапии, наблюдалась отсроченная реакция на действие ЭМИ КВЧ. Эффект воздействия, начатого за 3 дня до перевивки лимфосаркомы Плисса, проявился не сразу, а после периода роста опухоли (первые 6-8 дней) и выразился в регрессии опухоли у 33-39% крыс-опухоленосителей. При этом в случае моночастотной модуляции (7.8 Гц) ЭМИ наблюдалась полная регрессия лимфосаркомы Плисса объемом 4-6 см<sup>3</sup> (рис.1).

Сочетанное электромагнитное воздействие, включавшее поличастотное модулированное ЭМИ КВЧ и поличастотное ЭМИ ИНЧ малой индукции (1 мТл), производило выраженный противоопухолевый эффект. Он заключался в торможении роста саркомы 45 в 2.5-3 раза у 45% животных и регрессии опухоли у 22% животных, а также в регрессии лимфосаркомы Плисса в 20-40% случаев.



**А**



**Б**

**Рисунок 1.** Эффект низкоинтенсивного модулированного ЭМИ КВЧ у крыс с лимфосаркомой Плисса. А. Рост опухоли в контрольной группе. Б. Полная регрессия лимфосаркомы Плисса под влиянием ЭМИ. На месте опухоли остался только след от прорастания опухоли в кожу

При эффективных воздействиях наблюдались признаки выраженной активизации системных и местных (в районе опухоли) иммунных процессов с участием моноцитарно-макрофагального звена, лимфоцитов, нейтрофилов и тканевых базофилов.

**2.** Были изучены эффекты *резонансного* излучения (РИ), имевшего частоту, совпадающую с частотой собственного излучения водосодержащих сред в дециметровом диапазоне, генерируемого при реализации открытого отечественными учеными *СПЕ-эффекта* [2]. Полученные результаты свидетельствовали о весьма значительной противоопухолевой эффективности РИ – не менее чем у половины животных было отмечено торможение роста саркомы 45 в 1.5 – 4 раза или даже её регрессия. При этом наиболее выраженный эффект наблюдался в случаях применения РИ с потоком мощности менее 1 мкВт/см<sup>2</sup> в режиме «двойного воздействия» – с локализацией последовательно на голову животного, а затем – на перитуморальную зону. Эффект проявился в регрессии саркомы 45 более чем у половины животных (53%), при этом полная регрессия была отмечена в 31% случаев. Торможение роста опухоли на 37% наблюдалась у 23% животных. Особый интерес представляли данные световой и электронной микроскопии тканей из зоны опухолей при эффективном действии РИ. Они свидетельствовали об активном взаимодействии клеток иммунной системы и клеток опухоли и указывали на неизвестный ранее механизм влияния слабых ЭМИ на клетки опухоли, связанный с восстановлением последними свойств нормальных клеток.

**3.** Исследования эффектов наночастиц магнетита в форме МЖ на опухоль были начаты по инициативе профессора Гаркави Л.Х., высказавшей предположение о важной роли «электромагнитного» механизма развития опухолей и необходимости разработки воздействий, препятствующих изменениям электромагнитных характеристик тканей вследствие опухолевого роста в соседних с опухолью зонах. Впервые МЖ была использована как *самостоятельный противоопухолевый фактор*. МЖ вводили в перитуморальную зону, окружая опухоль прерывистым «поясом» из наночастиц-ферритмагнетиков. При этом исходную МЖ разбавляли физиологическим раствором, что приводило к снижению намагниченности насыщения, а также способствовало окислению Fe<sup>+2</sup> до Fe<sup>+3</sup>. Были определены эффективные дозы МЖ для самцов и самок, при которых удалось получить выраженный противоопухолевый эффект. Максимальный эффект выразился в полной и частичной регрессии саркомы 45 в 60-70% случаев. Аналогично отмеченному при использовании ЭМИ КВЧ, у крыс с лимфосаркомой Плисса наблюдалась отсроченная реакция на воздействие. Регрессия начиналась после периода активного роста. При этом в отдельных случаях была отмечена полная регрессия опухолей очень крупных размеров – более 20 см<sup>3</sup>. В разных экспериментах регрессия лимфосаркомы Плисса наблюдалась у 15-40% крыс. Результаты световой и электронной микроскопии ткани опухоли свидетельствовали об активном участии иммунных процессов в эффектах наночастиц магнетита.

**4.** Выбор ликвора в качестве биохимического фактора был обусловлен такими его свойствами, как относительно низкий уровень токсических веществ (вследствие существования гематоэнцефалического барьера) и широкий спектр биологически активных соединений. Изучали влияние ликвора пациентов с удаленными опухолями мозга на развитие саркомы 45 и организм крыс-опухоленосителей. Внутривенное введение неразведенного ликвора в объеме 0.3-0.4 мл не оказывало заметного влияния на рост

опухоли и состояние животного. При разведении ликвора в  $10^4$  раз наблюдался эффект, проявлявшийся уже в течение первых суток после введения в уменьшении размеров опухоли на 10-50%. Стойкость и выраженность противоопухолевого влияния гетероликворотерапии во многом зависели от наличия рецидивов опухолей мозга и общего состояния пациентов. Наиболее значительный эффект, был получен при использовании ликвора пациентки Н., находившейся в активном физическом состоянии, без признаков рецидива опухоли на момент использования ликвора. Эффект выразился в полной регрессии опухоли у 37% животных и торможении роста опухоли в 3 раза в 50% случаев. В ткани опухоли были отмечены дистрофические изменения клеток, некроз и замещение ткани опухоли здоровой соединительной тканью с обильной инфильтрацией клетками иммунной системы. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности изученных слабых воздействий как факторов комплексного противоопухолевого лечения

#### **SELF-DEPENDENT ANTITUMOR ACTION OF LOW-INTENSITY ELECTROMAGNETIC AND BIOCHEMICAL FACTORS IN THE EXPERIMENT**

***G.V. Zhukova, L.H. Garkavi, O.F. Eustratova, T.N. Gudzkova, V.I. Petrosyan<sup>1</sup>, S.V. Grigorov., P.G. Sakun, T.A. Barteneva, M.I. Bragina, V.A. Zernov<sup>2</sup>, O.E. Polozhentsev<sup>3</sup>***

Federal State Institution "Rostov Cancer Research Institute". E-mail: [galya\\_57@mail.ru](mailto:galya_57@mail.ru).

<sup>1</sup> Research and Production Company, LLC TELEMAK. Email: [sa@telemak-saratov.ru](mailto:sa@telemak-saratov.ru)

<sup>2</sup> Scientific and Educational Institution "Russian New University". Email: [info@rosnou.ru](mailto:info@rosnou.ru).

<sup>3</sup> Southern Federal University, Department of Physics. Email: [physdekan@sfedu.ru](mailto:physdekan@sfedu.ru)

#### **Литература**

1. Гаркави Л.Х., Квакина Е.Б., Уколова М.А. Адаптационные реакции и резистентность организма. – Ростов-на-Дону: изд-во РГУ, 1990. 223 с.
2. Синицын Н.И., Петросян В.И., Елкин В.А.. СПЕ-эффект // Радиотехника, 2000, №8, С.83–93.