

ВЛИЯНИЕ ОКСИДАТИВНОГО СТРЕССА, ИНДУЦИРОВАННОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ В РАННЕМ ПЕРИОДЕ ПОСТЭМБРИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ

Ибрагимова Ж.М., Мухтаров М.М., Шукюрова П.А., Байрамова С.Д.

Институт физиологии им. А.И. Караева Национальной академии наук Азербайджана
ул. Аббаса Мирзы Шарифзаде, 78, г. Баку, Азербайджан; e-mail: jaluzi2009@gmail.com

Поступила в редакцию 09.06.2023. DOI: 10.29039/rusjbpс.2023.0594

Аннотация: В представляемой работе рассматривается влияние оксидативного стресса, индуцированного электромагнитным излучением в раннем периоде постэмбрионального развития, а также было рассмотрено влияние изучаемого нами электромагнитного облучения на динамику внутриклеточных окислительных-антиокислительных отношений в более позднем развитии организма (в нашем случае по истечении двух месяцев). В исследованиях биологического действия неионизирующих излучений чаще рассматриваются, и это, по-видимому, обоснованно для живых систем, процессы, следующие после начальной стадии поглощения электромагнитного излучения. В связи с прогрессирующим внедрением этого излучения во многие сферы жизнедеятельности в лаборатории «Физиология радиации» были проведены ряд экспериментов, где целью работы было исследование влияния окислительного стресса, индуцированного электромагнитным излучением с частотой 460 МГц, на динамику интенсивности перекисного окисления липидов в хрусталике глаза в период полового созревания у новорожденных белых крыс. Таким образом, настоящее исследование показало, что в хрусталике глаз испытуемых, подвергаемых облучению ЭМИ происходят изменения в протекании процессов ПОЛ. Однако, необходимы дополнительные исследования для доказательства обнаруженных тенденций и выдвигаемых объяснений.

Ключевые слова: перекисное окисление липидов, электромагнитное облучение, крысы, хрусталик глаза.

ВВЕДЕНИЕ

В течение последних десятилетий бурное развитие научно-технического развития привело к чрезмерному увеличению плотности электромагнитных (ЭМИ) полей в окружающей среде, которые имеют очень широкий частотный и амплитудный диапазоны. На сегодняшний день важнейшими источниками неионизирующего ЭМИ-излучения, непосредственно проникающего в жизнь человека, являются устройства мобильной связи: люди постоянно подвергаются воздействию ЭМИ -излучения, генераторами которого являются стационарные базовые станции мобильной связи в их домах, а миллионы людей, пользующихся мобильными телефонами, добровольно подвергаются воздействию излучения, испускаемого устройством. До сих пор ни одна специализированная научная организация не может сказать, что электромагнитное излучение этого вида связи в первую очередь безопасно для его пользователей. Многочисленные исследования, проводимые в мире, своими результатами оставляют больше вопросов, чем дают на них ответы. ВОЗ указывает в своих документах, что результаты воздействия ЭМИ мобильной связи на отдельных людей или же на человеческую популяцию пока не ясны, поэтому необходимо активно продолжать исследования в этом направлении и соблюдать принцип раннего оповещения в целях обеспечения безопасности [1]. Изучение механизмов действия высокочастотного ЭМИ, применяемого при лечении различных заболеваний в физиотерапии также остаётся актуальным вопросом [2]. Влияние ЭМИ (диапазонов УФЧ, СВЧ, КВЧ) с длинами волн от метров до долей миллиметра на биологические объекты изучаются свыше 50-ти лет, в основном изучая их тепловое воздействие. Однако наблюдение в последние годы лечебно-регуляторных эффектов очень низкоинтенсивного и высокочастотного ЭМИ излучения, не связанных с тепловым воздействием, дает основу для изучения механизмов действия неионизирующего фактора на уровне молекулярных, клеточных и сложных организмов [3]. В одном из положений международной научной программы Всемирной организации здравоохранения о биологическом воздействии электромагнитного излучения, на 1996-2005 годы говорится: «Такие случаи, как рак, нарушения кровообращения, потеря памяти, болезни Паркинсона и Альцгеймера, СПИД, рост суицидов связывают с воздействием электромагнитных полей» [4]. При исследованиях воздействия неионизирующего электромагнитного излучения на организм, который облучается массовыми средствами мобильной связи, выявляются признаки его окислительного стрессового фактора в ограниченные промежутки времени. Об этом свидетельствуют результаты экспериментальных исследований, проводимых в этом направлении более 10 лет в лаборатории «Физиология радиации» [5]. Конечно, приводит ли ЭМИ радио- и СВЧ-диапазона, а также излучения мобильных телефонов к заболеваниям и

патологиям, сопровождающиеся окислительным стрессом в различных тканях и органах, пока говорить рано. Тем не менее нельзя исключать, что индукция окислительного стресса, вызванная облучением в разные периоды развития организма (пренатальный период, препубертатный или пубертатный период), а также при разных функциональных состояниях (стрессы, физическая нагрузка и др.) вполне может приводить к физиологическим и биохимическим сдвигам, вредными для здоровья.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Исследование влияния окислительного стресса, индуцированного электромагнитным излучением с частотой 460 МГц, на динамику интенсивности перекисного окисления липидов в хрусталике глаза в период полового созревания у новорожденных белых крыс. Двухмесячные крысы подвергались воздействию ЭМИ с частотой 460 МГц (относительно малой интенсивности (10 мВт/см²) в течение 20 мин. Эксперименты проводились в течение 60-ти дней. Животные были разделены на 4 группы. Первая группа оставалась полностью интактной и необлучаемой (условно называемой контрольно-интактной группой), вторая группа условно называлась контрольной, (где облучение проходило в день резки), третью группу составили крысы, облученные только в день рождения, и, наконец, четвертую группу облучали после дня рождения и через 60 дней после рождения. Изучена динамика концентрации малонового диальдегида, продукта перекисного окисления липидов, в хрусталике этих животных.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Крыс облучали в металлической камере с помощью физиотерапевтического аппарата «Волна-2», где выходная мощность аппарата была 60 Вт, а плотность потока энергии 10 мВт/см², в течение 20 минут. 8 крыс были выделены в качестве контрольно-интактной группы и подвергались «ложному» облучению (их помещали в камеру с выключенным аппаратом) на 1-й и 60-й дни эксперимента. В другие группы было включено по 8 животных. 2-я группа облучалась однократно в день забора (контрольная группа), 3-я группа - однократно в день рождения, 4-я группа - дважды - в день рождения и через 60 дней после рождения. В этом эксперименте животных забивали через 60 дней после рождения. После забоя, извлекали хрусталики и уровень ПОЛ в хрусталиках оценивали на основе измерений концентрации малонового диальдегида. Достоверность результатов рассчитывали с помощью t-критерия Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

После проведенных опытов мы получили определённые численные показатели. С учётом этих результатов были построены гистограммы представленные ниже (рис. 1).

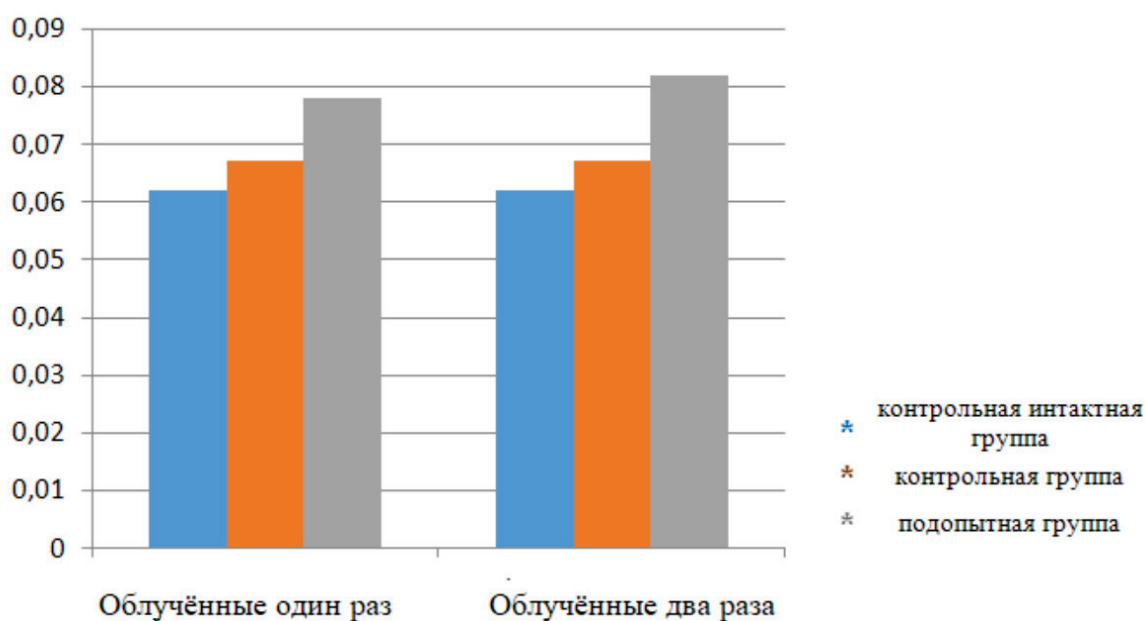


Рисунок 1. Результаты исследования

Концентрация МДА в контрольной интактной группе и у облученных в день забоя животных (контрольная группа) была практически одинаково и близка к базовым значениям. Но в 3-й и 4-й группах (в обоих опытах) показатель концентрации МДА выше, чем в контрольных группах. Концентрация МДА у животных, облученных в день рождения, увеличилась примерно на 26 % по сравнению с контрольно-интактной группой и более чем на 32 % у крыс, облученных как в день рождения, так и в день забоя (разница достоверна, $p < 0,05$). У дважды облученных животных, концентрация МДА составила на 22,4% больше, чем контрольная группа (где облучение проходило в день резки). Разница достоверна при $P < 0,05$. Экспериментальные данные показали, что под действием ЭМИ меняется реакция перекисного окисления липидов (ПОЛ) у новорожденных крыс и вов сём организме наступает новое оксидант-антиоксидантное состояние. То есть механизм, запущенный во внутриутробной стадии жизни, продолжает негативно сказываться в постнатальном периоде. Результаты работы являются серьезным посылом для проведения дальнейших исследований.

Список литературы / References:

1. Григорьев Ю.Г. Отдаленные последствия биологического действия электромагнитных полей. *Радиационная биология. Радиоэкология*, 2000, т. 40, № 2, с. 217-225 [Grigoriev Yu.G. Long-term consequences of the biological action of electromagnetic fields. *Radiats. biology. Radioecology*, 2000, vol. 40, no. 2, pp. 217-225 (In Russ.)].
2. Зубкова С.М. Биофизические и физиологические механизмы лечебного действия электромагнитных излучений. *Физиотерапия, бальнеология и реабилитация*, 2002, № 2, с. 3-9 [Zubkova S.M. Biophysical and physiological mechanisms of the therapeutic effect of electromagnetic radiation. *Physiotherapy, balneology and rehabilitation*, 2002, no. 2, pp. 3-9 (In Russ.)].
3. Девятков Н.Д., Бецкий О.В., Гельвич Е.А. и др. Воздействие электромагнитных колебаний миллиметрового диапазона волн на биологические системы. *Радиобиология*, 1981, т. 21, № 2, с. 163-171 [Devyatkov N.D., Betsky O.V., Gelvich E.A. et al. Effects of electromagnetic oscillations of the millimeter wave range on biological systems. *Radiobiology*, 1981, vol. 21, no. 2, pp. 163-171 (In Russ.)].
4. Григорьев Ю.Г. Отдаленные последствия биологического действия электромагнитных полей. *Радиационная биология. Радиоэкология*, 2000, т. 40, № 2, с. 217-225 [Grigoriev Yu.G. Long-term consequences of the biological action of electromagnetic fields. *Radiats. biology. Radioecology*, 2000, vol. 40, no. 2, pp. 217-225 (In Russ.)].
5. Гаджиев А.М., Юсифов Э.Ю., Аббасова М.Т. и др. Изучение оксидативного действия микроволнового излучения на организм. *Современные проблемы сравнительной физиологии и биохимии*, Сборн. статей, Баку, 2005, с. 278-290 [Gadzhiev A.M., Yusifov E.Yu., Abbasova M.T. et al. Study of the oxidative effect of microwave radiation on the body. *Modern problems of comparative physiology and biochemistry*, Collection articles, Baku, 2005, pp. 278-290 (In Russ.)].

INFLUENCE OF OXIDATIVE STRESS INDUCED BY ELECTROMAGNETIC RADIATION IN THE EARLY PERIOD OF POSTEMBRYONIC DEVELOPMENT**Ibragimova Zh.M., Mukhtarov M.M., Shukyurova P.A., Bairamova S.D**

Institute of Physiology. A.I. Karaev of Azerbaijan National Academy of Sciences

Abbas Mirza Sharifzade str. 78, Abbas Mirza Sharifzade, Baku, Azerbaijan; e-mail: jaluzi2009@gmail.com

Received 09.06.2023. DOI: 10.29039/rusjbpс.2023.0594

Abstract. In the present work, the influence of oxidative stress induced by electromagnetic radiation in the early period of postembryonic development is considered, and also the influence of the electromagnetic irradiation studied by us on the dynamics of intracellular oxidant-antioxidant relations in the later development of the organism (in our case after two months) was considered. In studies of the biological action of non-ionizing radiation, the processes following the initial stage of absorption of electromagnetic radiation are more often considered, and this, apparently, is justified for living systems. In connection with the progressive introduction of this radiation into many spheres of life, a number of experiments were carried out in the laboratory "Physiology of Radiation", where the aim of the work was to study the effect of oxidative stress induced by electromagnetic radiation with a frequency of 460 MHz on the dynamics of the intensity of lipid peroxidation in the lens of the eye during puberty in newborn white rats. Thus, the present study showed that in the lens of the eyes of subjects exposed to EMR, changes occur in the course of lipid peroxidation processes. However, more research is needed to substantiate the observed trends and put forward explanations.

Key words: *lipid peroxidation, electromagnetic irradiation, rats, lens of the eye.*