

# СТВОЛОВЫЕ КЛЕТКИ И КРАЙНЕВЫСОКОЧАСТОТНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

Д.В. ИВАНОВ, Т.И. СУББОТИНА

Тульский государственный университет, медицинский институт, Тула

*Описаны результаты экспериментальных исследований, посвященных воздействию внешних разночастотных, в частности, электромагнитных излучений крайне высоких частот — на биологические объекты. Изучение влияния ЭМИ КВЧ на систему регулирования агрегатного состояния крови и коллоидов и процессы свободно-радикального окисления показывает, что при воздействии электромагнитных излучений крайне высоких частот на здоровый организм происходит изменение активности коагулянтов и оксидантов, антикоагулянтов и антиоксидантов, что приводит к динамике показателей перекисного окисления липидов.*

**Ключевые слова:** стволовые клетки, крайневысокочастотное излучение, свободно-радикальное окисление.

## Введение

Развитие клеточных технологий потребовало учета терминологии при их описании, знания происхождения и видов *стволовых клеток* (СК), способов их сохранения, методов математической биологии и медицины, используемых в медико-биологических исследованиях. СК — недифференцированные, незрелые, способные к пролиферации, самообновлению, превращению в дифференцированные клетки и регенерирующие ткани и при делении они всегда дают себе подобную клетку. Имеются два основных вида клеток: *эмбриональные* и *неэмбриональные*, к которым относятся, например фетальные клетки. *Эмбриональные* СК (ЭСК) являются плюрипотентными, потому что могут дифференцироваться во все типы клеток. В отличие от них *неэмбриональные* СК являются мультипотентными, так как их потенциал дифференцировки в различные типы клеток — ограничен [4, 5, 8, 9].

Описаны результаты экспериментальных исследований, посвященных воздействию внешних разночастотных, в частности, *электромагнитных излучений* (ЭМИ) *крайне высоких частот* (КВЧ) — на биологические объекты. Изучение влияния ЭМИ КВЧ на систему *регуляции агрегатного состояния крови и коллоидов* (РАСК) и процессы *свободно-радикального окисления* (СРО) показывает, что при воздействии ЭМИ КВЧ на здоровый организм происходит изменение активности коагулянтов и оксидантов, антикоагулянтов и антиоксидантов, что приводит к динамике показателей *перекисного окисления липидов* (ПОЛ) [1–3, 6, 7, 10, 11, 12].

**Цель работы** — изучить показатели СРО у животных с экспериментальной гипоплазией ККМ при воздействии ЭМИ КВЧ и СК

**Материал и методы исследования.** Проведен сравнительный корреляционный анализ для показателей свободно-радикального окисления, полученных у всех животных с экспериментальной гипоплазией ККМ, подвергшихся введению СК относительно всех животных с экспериментальной гипоплазией ККМ, не подвергавшихся введению СК, и определено влияние на зависимость между показателями СРО введения СК.

**Результаты и их обсуждение.** В табл. 1 приведены коэффициенты корреляции для животных, которые не подвергались воздействию ЭМИ КВЧ. Из 10 коэффициентов, приведённых в табл. 1, семь — превосходят значение 0,8, следовательно, между показателями СРО в данной группе существует сильная линейная зависимость.

Таблица 1

Коэффициенты корреляции для показателей СРО, полученных у животных с экспериментальной гипоплазией ККМ, не подвергавшихся воздействию ЭМИ КВЧ

Показатели	1	2	3	4	5
Гидроперекиси липидов (1)	1,00	<b>0,91</b>	<b>-0,93</b>	<b>-0,93</b>	-0,78
Малоновый диальдегид (2)	<b>0,91</b>	1,00	<b>-0,89</b>	<b>-0,89</b>	-0,74
АА плазмы (3)	<b>-0,93</b>	<b>-0,89</b>	1,00	<b>0,96</b>	0,75
Активность каталазы (4)	<b>-0,93</b>	<b>-0,89</b>	<b>0,96</b>	1,00	0,84
Супероксид-дисмутаза (5)	-0,78	-0,74	0,75	<b>0,84</b>	1,00

Наиболее сильная зависимость наблюдается между *антиокислительной активностью* (АА) плазмы и активностью каталазы (0,96). Для данных показателей было также получено уравнение регрессии, выражаю-

щие значения АА плазмы через значения активности каталазы:  $AA\text{ плазмы} = 12,14408 + 0,78645 * \text{каталаза}$ .

Коэффициент детерминации для данной модели равен 0,92694, что указывает на её высокую точность. Все коэффициенты регрессии имеют уровень значимости  $p < 0,000001$ .

Высокие коэффициенты корреляции получены также для значений гидроперекисей липидов и таких показателей, как малоновый диальдегид (0,91), антиокислительная активность плазмы (-0,93) и активность каталазы (-0,93). Корреляционная матрица для животных, подвергавшихся воздействию ЭМИ КВЧ (табл. 2), содержит 6 коэффициентов корреляции, превышающих 0,8, что указывает на наличие сильной линейной зависимости между показателями СРО.

Таблица 2

Коэффициенты корреляции для показателей СРО, полученных у животных с экспериментальной гипоплазией ККМ, подвергавшихся воздействию ЭМИ КВЧ

Показатели	1	2	3	4	5
Гидроперекиси липидов (1)	1,00	<b>0,85</b>	<b>-0,97</b>	<b>-0,93</b>	-0,71
Малоновый диальдегид (2)	<b>0,85</b>	1,00	<b>-0,91</b>	<b>-0,88</b>	-0,70
АА плазмы (3)	<b>-0,97</b>	<b>-0,91</b>	1,00	<b>0,97</b>	0,75
Активность каталазы (4)	<b>-0,93</b>	<b>-0,88</b>	<b>0,97</b>	1,00	0,77
Супероксид-дисмутаза (5)	-0,71	-0,70	0,75	0,77	1,00

Наибольшие коэффициенты корреляции получены между антиокислительной активностью плазмы и активностью каталазы (0,97), гидроперекисями липидов и антиокислительной активностью плазмы (-0,97), гидроперекисями липидов и активностью каталазы (-0,93).

Установлено при помощи математического аппарата, что изолированное, а также сочетанное воздействие в разных комбинациях СК и ЭМИ КВЧ на организм с экспериментальной гипоплазией ККМ обладает модулирующим эффектом, усиливая активность антиоксидантов и антикоагулянтов, и ослабляя активность оксидантов и коагулянтов. Базовые лабораторные показатели при сочетанном варианте достигают практически нормальных значений.

Экспериментальная гипоплазия ККМ, моделируемая путем введения цитостатиков, представляет собой неравновесную систему вследствие продолжающейся гибели клеток. Сочетанное воздействие СК и ЭМИ КВЧ на организм с экспериментальной гипоплазией ККМ характеризуется активной пролиферацией и дифференцировкой клеток, поэтому такая система также находится в неравновесном состоянии.

Механизм восстановления уровня СРО и системы РАСК посредством первичного восстановления клеточного субстрата является наиболее эффек-

тивным, другие механизмы (прямое воздействие на активность антиоксидантов и антикоагулянтов) могут рассматриваться лишь как вспомогательные.

Значимые коэффициенты корреляции для группы, не подвергавшейся введению СК, сравнимы с коэффициентами корреляции, полученными для группы, подвергавшейся введению СК (табл. 3, 4). Табл. 3 содержит 5 коэффициентов корреляции, превышающих 0,8, а табл. 4 содержит 3 таких коэффициента. Сильная линейная зависимость в двух данных группах, как и во всех остальных, наблюдается между значениями гидроперекисей липидов и антиокислительной активностью плазмы. В группе, в которой животным были введены СК, коэффициент корреляции между этими показателями равен -0,93, а в группе, где животным СК не вводились, соответствующий коэффициент корреляции равен -0,89. Кроме того, в показателях СРО, полученных у животных, подвергшихся введению СК, наблюдается сильная зависимость между АА плазмы и активностью каталазы (0,93).

Таблица 3

Коэффициенты корреляции для показателей СРО, полученных у животных с экспериментальной гипоплазией ККМ, не подвергавшихся введению стволовых клеток

Показатели	1	2	3	4	5
Гидроперекиси липидов (1)	1,00	<b>0,86</b>	<b>-0,89</b>	<b>-0,86</b>	-0,59
Малоновый диальдегид (2)	<b>0,86</b>	1,00	<b>-0,88</b>	<b>-0,86</b>	-
АА плазмы (3)	<b>-0,89</b>	<b>-0,88</b>	1,00	0,74	-
Активность каталазы (4)	<b>-0,86</b>	<b>-0,86</b>	0,74	1,00	-
Супероксид-дисмутаза (5)	-0,59	-	-	-	1,00

Очень низкие коэффициенты корреляции были получены для ряда показателей, полученных у животных, которым не вводились СК. Это коэффициенты зависимости супероксиддисмутазы от малонового диальдегида, АА плазмы и активности каталазы. Они не являются значимыми.

Таблица 4

Коэффициенты корреляции для показателей СРО, полученных у животных с экспериментальной гипоплазией ККМ, подвергавшихся введению стволовых клеток

Показатели	1	2	3	4	5
Гидроперекиси липидов (1)	1,00	0,58	<b>-0,93</b>	<b>-0,90</b>	-0,55
Малоновый диальдегид (2)	0,58	1,00	-0,53	-0,51	-0,52
АА плазмы (3)	<b>-0,93</b>	-0,53	1,00	<b>0,93</b>	0,52
Активность каталазы (4)	<b>-0,90</b>	-0,51	<b>0,93</b>	1,00	0,61
Супероксид-дисмутаза (5)	-0,55	-0,52	0,52	0,61	1,00

Таким образом, воздействие ЭМИ КВЧ и введение СК животным с экспериментальной гипоплазией ККМ не оказывает существенного влияния на зависимость между показателями СРО.

Проведен сравнительный корреляционный анализ для показателей СРО, полученных у всех животных с экспериментальной гипоплазией ККМ, подвергшихся сочетанному воздействию СК и ЭМИ КВЧ.

### Заключение

Сочетанное воздействие СК и ЭМИ КВЧ вызывает неуточненный модулирующий эффект, что определяет необходимость изучения эффектов различных частот и интенсивностей ЭМИ КВЧ при введении СК.

### ЛИТЕРАТУРА:

1. Алиева Д.О., Иванов Д.В., Морозов В.Н., Савин Е.И., Субботина Т.И., Хадарцев А.А., Яшин А.А. Влияние ЭМИ КВЧ и стволовых клеток на регуляцию свободно-радикальных процессов в условиях экспериментальной гипоплазии красного костного мозга // Вестник новых медицинских технологий. 2011. № 1. С. 193–194.
2. Алиева Д.О., Иванов Д.В., Морозов В.Н., Савин Е.И., Субботина Т.И., Хадарцев А.А., Яшин А.А. Сравнительный анализ модулирующих эффектов при воздействии на организм ЭМИ КВЧ в сочетании с введением стволовых клеток и фитомеланина // Вестник новых медицинских технологий. 2011. № 1. С. 194–197.
3. Грызлова О.Ю., Субботина Т.И., Хадарцев А.А., Яшин А.А., Яшин С.А. Биорезонансные эффекты при воздействии электромагнитных полей: физические модели и эксперимент: Монография / Под ред. А.А. Яшина. — Москва — Тверь — Тула: ООО «Издательство «Триада», 2007. 160 с.
4. Иванов Д.В., Хадарцев А.А. Клеточные технологии — в лечение патологии печени // Вестник новых медицинских технологий. 2006. № 2. С. 185–187.
5. Иванов Д.В., Хадарцев А.А. Клеточные технологии в восстановительной медицине: Монография / Под ред. А.Н. Лищука. Тула: Тульский полиграфист, 2011. 180 с.
6. Москвин С.В., Новиков А.С., Плаксин С.В., Субботина Т.И., Хадарцев А.А., Яшин А.А. Биофизические исследования собственных электромагнитных полей биообъектов: Монография / Под ред. Т.И. Субботиной, А.А. Яшина. — Москва — Тверь — Тула: ООО «Издательство «Триада», 2007. 192 с.
7. Субботина Т.И., Хадарцев А.А., Яшин М.А., Яшин А.А. Воздействие на крыс высокочастотного электромагнитного излучения, модулированного частотами D-ритма головного мозга // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 2004. Т. 137, № 5. С. 484–485.
8. Хадарцев А.А., Еськов В.М., Хадарцев В.А., Иванов Д.В. Клеточные технологии с позиций синергетики // Вестник новых медицинских технологий. 2009. № 4. С. 7–9.
9. Хадарцев А.А., Иванов Д.В., Наумова Э.М., Хасая Д.А. Эндометриальные стволовые клетки менструальной крови и возможность их применения в заместительной терапии // Вестник новых медицинских технологий. 2009. № 3. С. 147–151.
10. Хадарцев А.А., Иванов Д.В., Субботина Т.И., Савин Е.И., Иванов В.Б., Хренов П.А. Влияние стволовых клеток на морфологическую картину печени при сочетанном воздействии ЭМИ КВЧ и цитостатиков // Международный журнал экспериментального образования: Материалы V общероссийской научной конференции «Актуальные вопросы науки и образования» (Москва, 11–13 мая 2010 г.). М., 2010. № 7. С. 69–70.
11. Хадарцев А.А., Субботина Т.И., Иванов Д.В., Гонтарев С.Н., Яшин А.А., Луценко В.Д., Татьянаенко Т.Н., Семикопенко А.В., Савин Е.И., Митюшкина О.А. Медико-биологические аспекты клеточных технологий: Монография / Под ред. А.А. Хадарцева — Тула: Изд-во ТулГУ — Белгород: ЗАО «Белгородская областная типография», 2013. 288 с.
12. Хадарцев А.А., Иванов Д.В., Хадарцев В.А., Коржук Н.Л. Комплект для выделения из влагалищного тампона менструальной крови и ее хранения // Патент на изобретение № 2413486. Бюл. № 7 от 10.03.2011 г.

## STEM CELLS AND EXTREMELY-FREQUENCY RADIATION IN EXPERIMENTAL CONDITIONS

D.V. IVANOV, T.I. SUBBOTINA

*The results of experimental studies on the effect of external, multi-frequency, in particular, electromagnetic radiations of extremely high frequencies on biological objects, are described. The study of the influence of EMR EHF on the system of regulation of the aggregate state of blood and colloids and processes of free radical oxidation shows that when electromagnetic radiation of extremely high frequencies is exposed to a healthy organism, the activity of coagulants and oxidants, anticoagulants and antioxidants changes, which leads to dynamics of lipid peroxidation.*

**Keywords:** stem cells, ultrahigh-frequency radiation, free-radical oxidation.