УДК 616.24-002.153: 616-002-008.953-092

УРОВЕНЬ ЭФФЕКТОРНЫХ ФАКТОРОВ НЕСПЕЦИФИЧЕСКОГО ИММУННОГО ОТВЕТА В ПЕРИОД РЕКОНВАЛЕСЦЕНЦИИ ВНЕБОЛЬНИЧНОЙ ПНЕВМОНИИ ПОД ВЛИЯНИЕМ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ЧАСТОТОЙ 1 ГГЦ

Хадарцев А.А.[1], Бондарь С.С.[1], Воеводин А.А.[2], Терехов И.В.[1], Никифоров В.С.[3]

[1]ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», Тула, e-mail: trft@mail.ru;
[2]ФГБОУ ВО «Российская военно-медицинская академия им. С.М. Кирова», Санкт-Петербург;
[3]ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург

В исследовании обсуждается влияние низкоинтенсивного микроволнового излучения частотой 1 ГГц на продукцию клетками цельной крови эффекторных молекул, определяющих неспецифический иммунный ответ. У пациентов, перенесших острый инфекционно-воспалительный процесс нижних отделов респираторного тракта и у практически здоровых лиц в супернатантах клеток цельной крови оценивали содержание иммуноглобулинов, эндогенных антимикробных молекул, компонентов, регулирующих альтернативный путь активации комплемента, а также антиоксидантов. Кроме того в лизатах мононуклеарных лейкоцитов цельной крови оценивали уровень циклооксигеназы-2, индуцибельной и эндотелиальной форм синтаз оксида азота. Показано, что однократное воздействие микроволн частотой 1 ГГц на культуру клеток цельной крови сопровождается статистически значимым повышением продукции кателицидина на 10,4 %, ММП-1 на 16,8 %, миелопероксидазы на 59,1 %, IgG3 на 26,0%, IP10 на 36,4 %, уровня антиоксидантов на 12,6%. Кроме того, в облученных клетках повышается содержание ЦОГ-2 на 2,9 %, iNOS на 2,4 %, eNOS на 1,1 %. Проведенный анализ выявил способность облучения снижать уровень терминального комплекса комплемента на 5,4 %, маннан-связывающего лектина на 7,7 %.

Ключевые слова: неспецифическая резистентность, врожденный иммунный ответ, пневмония, эндогенные антимикробные факторы, комплемент, микроволны.

THE LEVEL OF THE EFFECTOR FACTORS OF NONSPECIFIC IMMUNE RESPONSE DURING THE RECONVALESCENCE OF COMMUNITY-ACQUIRED PNEUMONIA UNDER THE INFLUENCE OF LOW-INTENSITY RADIATION OF 1 GHZ

Khadartsev A.A.[1], Bondar S.S.[1], Voevodin A.A.[2], Terekhov I.V.[1], Nikiforov V.S.[3]

[1]Tula State University, Tula, Russia, e-mail: trft@mail.ru;
[2]Russian military medical academy, Saint Peterburg;
[3]North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint Peterburg

The study discusses the effect of low intensity microwave radiation frequency of 1 GHz for the products cells whole blood effector molecules that determine non-specific immune response. In patients who have suffered acute infectious inflammation of the lower respiratory tract and in healthy individuals in the supernatants of whole blood cells was evaluated by the concentration of immunoglobulins, anti-microbial endogenous molecules, components regulating alternative pathway complement activation, as well as antioxidants. In addition to mononuclear lysates of leukocytes whole blood was evaluated by the level of cyclooxygenase-2, inducible and endothelial forms of the synthase of nitric oxide. It is shown that a single exposure to microwaves of a frequency of 1GHz on the culture of cells of whole blood is accompanied by statistically significant increase of cathelicidin production by 10.4%, MMP-1 16.8 %, myeloperoxidase in 59,1 %, IgG3 by 26.0 %, IP10 36.4 %, antioxidant levels by 12.6 %. In addition to MNCs is the increase in the content of COX-2 by 2.9 %, iNOS 2.4 %, eNOS by 1.1 %. The analysis also showed that microwave frequency of 1 GHz help to reduce the level of membrane-attacking complex by 5.4 %, mannan-binding lectin-7.7 %.

Keywords: nonspecific resistance, innate immune response, pneumonia, endogenous antimicrobial factors, microwave.

Гуморальные факторы неспецифического иммунного ответа играют ключевую роль в формировании саногенетических реакций у пациентов с инфекционно-воспалительной патологией. Эндогенные антимикробные факторы, иммуноглобулины, матриксные

металлопротеиназы, компоненты системы комплемента – определяет течение и исход постклинической фазы иммуно-воспалительного процесса. Продукция эффекторных факторов иммунной защиты регулируется, в том числе, внутриклеточными ферментами, определяющими содержание данных молекул во внеклеточной среде [8, 9].

Патологические процессы, стрессы физической и химической природы – способствуют снижению неспецифической резистентности организма, за счет депрессии продукции эффекторных молекул и дизрегуляции – сигнальных. Указанное обстоятельство определяет формирование повторных и затяжных инфекционно-воспалительных заболеваний, которые зачастую протекают на фоне иммунодепрессии и изменения клеточной реактивности.

Одной из задач повышение эффективности лечебных и реабилитационных мероприятий у пациентов с инфекционно-воспалительным процессом является активация собственных защитных механизмов [2, 3, 6]. Для этого широко используются немедикаментозные методы, в частности, *электромагнитное излучение* (ЭМИ) миллиметрового диапазона, микроволны и терагерцовое излучение [2, 8, 7]. Они стимулируют активность клеток, продукцию ими информационных и эффекторных молекул [9].

Одним из таких факторов является низкоинтенсивное ЭМИ крайне высокочастотного и сверхвысокочастотного диапазона [3, 7, 8, 9]. Так, ЭМИ частотой 1 ГГц проявляет выраженную биотропную активность, нормализуя иммуноэндокринные взаимосвязи при воспалительной патологии органов дыхания и метаболических изменениях при патологии сердечно-сосудистой системы [1, 3]. ЭМИ активизирует ядерную транскрипцию и продукцию информационных молекул межклеточных взаимодействий – цитокинов, интерферонов и факторов роста [9]. Оказывая модулирующее влияние на митоген-активируемый/стресс-активируемый (*MAPK/SAPK*) и янус-киназный (*JAK*) сигнальные пути, микроволновое излучение частотой 1 ГГц способствует модуляции продукции клетками разнообразных эффекторных молекул, являясь важным экзоэкологическим фактором [5, 8].

Цель настоящего исследования – оценка содержания в межклеточной среде эффекторных молекул, определяющих неспецифическую резистентность у пациентов перенесших острый инфекционно-воспалительный процесс и практически здоровых лиц на фоне облучения цельной крови низкоинтенсивными микроволнами частотой 1 ГГц.

Материал и методы исследования

Обследованы 30 пациентов мужского пола с бактериальной *внебольничной пневмонией* (ВП) нетяжелого течения на 15–17-е сутки заболевания в возрасте от 20 до 35 лет, составивших основную группу [4]. Контрольная группа – 15 практически здоровых

молодых человек из числа доноров крови в возрасте от 20 до 33 лет. Материал для исследования – венозная кровь, забиравшаяся в утренние часы (с 7:00 до 7:30) из локтевой вены.

Использовали наборы для культивирования и митогенной стимуляции клеток цельной крови «Цитокин-Стимул-Бест» (ЗАО «Вектор Бест», г. Новосибирск). При этом 1 мл цельной крови в стерильных условиях вносили во флакон, содержащий 4 мл поддерживающей среды (*DMEM*), гепарин (2,5 ЕД/мл), гентамицин (100 мкг/мл) и *L*-глютамин (0,6 мг/мл), после чего флаконы помещали в термостат (37 °С). Спустя 24 часа на градиенте плотности фиколл-верографина (ρ = 1,077) выделяли (МНК) с последующим приготовлением лизатов по рекомендованной производителем тест-систем для иммуноферментного анализа (ИФА) методике. Для приготовления лизатов МНК использовали 1 мл клеточной суспензии, содержащей 5×10^6 клеток. Подсчет клеток и анализ их жизнеспособности производили с использованием автоматического счетчика клеток *TC20* (*Biorad*, США).

Облучение образцов крови проводили с помощью генератора сигналов *HP8664A* с использованием излучающей антенны магнитного типа в дальней зоне облучателя, непосредственно перед их помещением в термостат [3].

В клеточных лизатах МНК методом ИФА оценивали содержание молекул, в частности, эндотелиальной и индуцибельной синтазы оксида азота (*eNOS*, *iNOS*) и циклооксигеназы-2 (ЦОГ2). В клеточном супернатанте исследовали концентрацию иммуноглобулинов (*Ig*) *A, M, G*, а так же субклассов *IgG* (*G1-G4*), уровень маннан-связывающего лектина (МСЛ), и его активность (аМСЛ), уровень маннан-ассоциированной протеинкиназы-2 (*MASP-2*), миелопероксидазы (МПО), матриксной металлопротеиназы-1 (ММП-1), кателицидина (*LL-37*), мембран-атакующего комплекса (МАК), интерферон-гамма-индуцированного белка 10 (*IP10*), концентрацию окиси азота (*NO*) и антиоксидантов (*AOX*).

При проведении ИФА использовали наборы реактивов *CUSABIO BIOTECH* (Китай). Анализ проводили на анализаторе *Personal LAB* (*Adaltis Italia S.p.A.*, Италия).

Статистическую обработку проводили с помощью программы *Statistica 7.0*. В процессе исследования определяли выборочное среднее значение признака (x), 25 и 75 процентили ($q25$; $q75$) и медиану выборки (Me). Статистическую значимость (p) межгрупповых различий в несвязанных выборках оценивали методом однофакторного дисперсионного анализа, в связанных – с использованием критерия знаков. Соответствие выборки нормальному распределению проверяли с использованием критерия Шапиро – Уилка.

Результаты исследования и их обсуждение

Концентрация исследованных факторов у реконвалесцентов ВП в сравнении со здоровыми лицами представлена в табл. 1.

Таблица 1

Уровень исследованных факторов в группах

Фактор	Группа контроля				Основная группа				Δ, %
	x	*q25*	*Me*	*q75*	*x*	*q25*	*Me*	*q75*	
МПО, нг/мл	1,79	1,26	1,64	2,22	0,22	0,18	0,21	0,27	-87,7
МСЛ, нг/мл	1,32	0,96	1,21	1,58	0,91	0,83	0,93	1,05	-31,1
IP10, пг/мл	1,25	0,98	1,24	1,41	0,88	0,72	0,9	1,06	-29,6
ММП-1, пг/мл	1,41	0,91	1,45	2,11	1,07	0,87	1,08	1,27	-24,1
ЦОГ-2, нг/мл	5,41	4,73	5,26	6,37	4,11	3,67	4,03	4,42	-24,0
iNOS, нг/мл	6,53	5,67	6,54	7,81	5,35	4,79	5,2	5,76	-18,1
LL37, нг/мл	2,07	1,84	2,13	2,24	1,93	1,79	2	2,09	-6,8
IgG3, нг/мл	0,78	0,55	0,79	1,05	0,73	0,51	0,68	1,06	-6,4
МАК, мАЕ/мл	3,35	2,89	3,18	3,49	3,15	2,79	3,25	3,75	-6,0
AOX, мкмоль/л	1,6	1,49	1,62	1,72	1,51	1,47	1,5	1,57	-5,6
аМСЛ, нг/мл	3,82	3,36	3,66	4,29	3,65	3,42	3,61	3,84	-4,5
NO, мкмоль/л	2,5	2,14	2,61	2,75	2,67	2,6	2,65	2,71	6,8
IgG4, нг/мл	0,74	0,52	0,79	0,96	0,84	0,73	0,83	1,02	13,5
IgM, нг/мл	2,28	2,13	2,23	2,43	2,73	2,6	2,8	2,93	19,7
IgG2, нг/мл	2,78	2,11	2,55	3,17	3,63	3,36	3,57	3,88	30,6
IgA, нг/мл	3,28	2,62	3,32	3,8	4,34	4,06	4,22	4,53	32,3
eNOS, пг/мл	8,8	7,2	7,9	10,7	14,3	12,8	14	16,2	62,5
MASP-2, нг/мл	3,61	3,17	3,41	3,94	5,91	5,22	6,16	6,4	63,7
IgG, нг/мл	14,3	12,5	13,9	15,6	23,5	22,8	23,6	24,2	64,3
IgG1, нг/мл	10,2	8,6	9,9	11,9	18,0	16,9	17,6	18,9	76,5

Примечание: мАЕ/мл – миллиарбитражные единицы, Δ – различие концентраций у реконвалесцентов и здоровых лиц (%).

Исследования свидетельствуют о формировании дизрегуляторных изменений молекулярных механизмов саногенеза у обследованных больных. Незавершенность восстановления морфологических проявлений воспалительного процесса в легких и функциональных изменений дыхательной и сердечно-сосудистой систем к исходу 3-й недели заболевания сопровождаются, тем не менее, практически полной нормализацией внутриклеточной концентрации медиаторов, обеспечивающих проведение сигналов от

факторов роста и других цитокинов, определяющих формирование саногенетических реакций. Таким образом, чрезмерный ингибирующий сигнал *MAPK/SAPK*, *JAK/STAT* и *NF*-кВ-сигнальных путей, способствует угнетению саногенетических реакций, снижению адаптационного резерва клеточной регуляции, замедлению репарационных процессов в легких. Активность этих процессов определяется концентрацией в очаге воспаления биологически активных молекул способствующих элиминации чужеродных патогенов и репарации поврежденных собственных структур.

Анализ полученных результатов свидетельствует о снижении активности неспецифической защиты, на что указывает снижение в сравнении со здоровыми лицами концентрации МПО на 88%, *LL-37* на 6,6%. У реконвалесцентов так же отмечается понижение уровня факторов, участвующих в активации комплемента по лектиновому пути, обеспечивающего защиту от бактериальных антигенов, в частности, снижение уровня МСЛ более чем на треть, сопровождающееся снижением его активности на 4,5%, при повышении уровня *MASP-2* на 64%.

На существенное угнетение воспалительной реакции так же указывает снижение концентрации ЦОГ-2 и индуцибельной формы синтазы оксида азота на 24,0 и 18,1% соответственно. Кроме этого фаза реконвалесценции сопровождается снижением уровня МАК – на 5,9%. В этом же диапазоне (5,3%) имеет место снижение уровня антиоксидантов в межклеточной жидкости. Снижение уровня ММП-1 у реконвалесцентов ВП составляет 24,5% от соответствующих значений группы контроля, что определяет возможность затруднения процессов ремоделирования соединительной ткани и снижения эффективности саногенеза у таких больных.

Саногенетические реакции у реконвалесцентов проявляются повышением уровня иммуноглобулинов всех классов, в особенности *IgG1*, *NO*, а так же конститутивной (эндотелиальной) изоформы синтазы NO. Однако характер выявленных изменений, очевидно, способствует ослаблению защитных сил организма и замедлению репаративных процессов. Анализ выявленных изменений свидетельствует о том, что подавление провоспалительной активности сопровождается значительным угнетением механизмов неспецифической резистентности в пользу специфического иммунного ответа. Эти изменения, по-видимому, являются следствием снижения функциональной активности моноцитарно-макрофагальной и полиморфно-ядерной клеточных систем.

В табл. 2 представлены результаты оценки значимости выявленных различий.

Таблица 2

Результаты дисперсионного анализа выявленных межгрупповых различий

Фактор	*SS Effect*	*MS Effect*	*SS Error*	*MS Error*	*F*	*p*
МПО	15,1	15,1	6,7	0,21	72,43	0,00
NO	0,16	0,16	2,31	0,07	2,25	0,14
ММП-1	0,73	0,73	10,9	0,34	2,16	0,15
LL37	0,11	0,11	3,38	0,11	1,08	0,31
AOX	0,04	0,04	0,76	0,02	1,83	0,19
eNOS	184,3	184,3	147,1	4,6	40,1	0,00
iNOS	8,5	8,5	69,2	2,16	3,93	0,06
ЦОГ-2	10,3	10,3	43,1	1,35	7,64	0,01
IP10	0,86	0,86	4,21	0,13	6,5	0,02
МСЛ	1,03	1,03	6,24	0,19	5,27	0,03
аМСЛ	0,18	0,18	12,36	0,39	0,47	0,5
MASP-2	32,6	32,6	22,7	0,71	45,9	0,00
МАК	0,24	0,24	21,09	0,66	0,37	0,55
IgM	1,26	1,26	5,13	0,16	7,86	0,01
IgG	519,3	519,3	176,8	5,53	94,0	0,00
IgA	6,78	6,78	17,64	0,55	12,3	0,00
IgG1	375,1	375,1	149,9	4,7	80,1	0,00
IgG2	4,4	4,4	32,46	1,01	4,34	0,05
IgG3	0,02	0,02	2,72	0,08	0,22	0,64
IgG4	0,07	0,07	1,68	0,05	1,25	0,27

Проведенный анализ показал, что у реконвалесцентов ВП, в сравнении со здоровыми лицами, наблюдается статистически значимое снижение продукции клетками цельной крови МПО, ЦОГ-2, *IP10* и МСЛ. Снижение концентрации остальных факторов носило характер тенденции. Выявленное снижение концентрации рассмотренных факторов протекало на фоне статистически значимого повышения уровня МАП-2, конститутивной формы *NO*-синтазы, а так же *IgM*, *A* и *G*, в том числе подклассов *IgG1* и *IgG2*.

Влияние микроволн частотой 1 ГГц на продукцию исследованных факторов в основной группе представлено в табл. 3.

Таблица 3

Эффекты облучения в основной группе

Фактор	Исходный уровень				СВЧ-воздействие				Δ, %
	x	*q25*	*Me*	*q75*	*x*	*q25*	*Me*	*q75*	
IgG, нг/мл	23,51	22,77	23,56	24,23	23,66	22,92	23,71	24,42	0,6
eNOS, пг/мл	14,3	12,8	14	16,2	14,4	12,9	14,2	16,3	1,1
IgG1, нг/мл	18	16,9	17,6	18,9	18,3	17,2	17,9	19,1	1,2
IgM, нг/мл	2,73	2,6	2,8	2,93	2,79	2,67	2,87	2,99	2,2
iNOS, нг/мл	5,35	4,79	5,2	5,76	5,48	4,92	5,33	5,89	2,4
ЦОГ-2, нг/мл	4,11	3,67	4,03	4,42	4,23	3,76	4,18	4,55	2,9
IgA, нг/мл	4,34	4,06	4,22	4,53	4,48	4,22	4,37	4,67	3,2
IgG4, нг/мл	0,84	0,73	0,83	1,02	0,87	0,71	0,9	1,07	3,6
IgG2, нг/мл	3,63	3,36	3,57	3,88	3,82	3,52	3,75	4,12	5,2
NO, мкмоль/л	2,67	2,6	2,65	2,71	2,88	2,8	2,88	2,95	7,9
LL37, нг/мл	1,93	1,79	2	2,09	2,13	1,99	2,21	2,27	10,4
AOX, мкмоль/л	1,51	1,47	1,5	1,57	1,7	1,66	1,71	1,76	12,6
ММП-1, пг/мл	1,07	0,87	1,08	1,27	1,25	1,07	1,32	1,42	16,8
IgG3, нг/мл	0,73	0,51	0,68	1,06	0,92	0,71	0,9	1,21	26,0
IP10, пг/мл	0,88	0,72	0,9	1,06	1,2	0,96	1,14	1,4	36,4
МПО, нг/мл	0,22	0,18	0,21	0,27	0,35	0,31	0,34	0,4	59,1
МСЛ, нг/мл	0,91	0,83	0,93	1,05	0,84	0,76	0,85	0,99	-7,7
МАК, мАЕ/мл	3,15	2,79	3,25	3,75	2,98	2,6	3,08	3,58	-5,4
аМСЛ, нг/мл	3,65	3,42	3,61	3,84	3,46	3,21	3,43	3,64	-5,2
MASP-2, нг/мл	5,91	5,22	6,16	6,4	5,73	5,07	5,97	6,22	-3,0

Примечание: Δ – различие концентраций до и после СВЧ-облучения (%).

Характер изменений уровня гуморальных факторов у реконвалесцентов ВП свидетельствует об угнетении воспалительной активации клеток крови и активации саногенетических реакций, направленных на формирование специфической защитной реакции, что проявляется в частности блокадой фагоцитарных реакций, связанных с продукцией активных форм кислорода и формированием специфических иммуноглобулинов.

Однако величина данных эффектов, в частности уровень снижения продукции *LL-37*, МСЛ, ММП-1, *IgG3* ослабляют неспецифическую резистентность организма, что в случае повторного инфицирования или суперинфекции способно вызвать повторное заболевание в виду снижения резервов неспецифической защиты клеток.

Эти эффекты являются следствием чрезмерной активации противовоспалительных механизмов, которые существенно усиливаются приемом разнообразных

химиотерапевтических средств, включая антибиотики и противовоспалительные препараты.

Проводимое на этом фоне однократное низкоинтенсивное облучение клеток цельной крови сопровождалось ростом концентрации в межклеточной жидкости МПО на 59,1 % (p = 0,011), ростом исходно сниженных концентраций ММП-1 на 16,8% (p = 0,033), кателицидина на 10,4 % (p = 0,028), антиоксидантов и *IgG3* на 26,0 % (p = 0,017). Кроме этого микроволны стимулировали продукцию *IgM* и *IgA* на 2,2 (p = 0,024) и 3,2 % (p = 0,33) соответственно, способствовали повышению содержания в МНК уровня *iNOS* на 2,4 (p = 0,11) и продукции NO на 7,9 % (p = 0,06). В облученных культурах так же отмечен рост концентрации *IP10* на 36,4 % (p = 0,01).

Проведенный анализ так же показал, что в облученных культурах, в сравнении с необлученными, отмечалось снижение концентрации маннан-связывающего лектина на 7,7 (p = 0,07) и его активности на 5,2% (p = 0,11). Так же в под влиянием микроволн частотой 1 ГГц наблюдалось снижение уровня сериновой протеиназы-2, активирующей лектиновый путь активации комплемента на 3,0% (p = 0,3) и мембран-атакующего комплекса и 5,4% (p = 0,1).

Таким образом, однократное воздействие на культуру клеток цельной крови реконвалесцентов ВП низкоинтенсивного СВЧ-излучения способствует восстановлению активности клеток цельной крови и восстановлению их реактивности до уровня практически здоровых лиц. Однократное воздействие микроволн частотой 1 ГГц на клетки цельной крови обеспечивает восстановление неспецифической резистентности, за счет повышения продукции эндогенных антимикробных пептидов, антиоксидантов и МПО. При этом восстановление неспецифической резистентности сопровождается так же усилением продукции иммуноглобулинов, в основном подкласса *IgG3*, обеспечивающего защиту против антигенов белковой природы, способного в большей степени, чем другие подклассы активировать комплемент. В этой связи снижение активности компонентов активирующих комплемент по лектиновому пути представляется закономерной компенсаторной реакцией позволяющей сохранить оптимальный уровень активации неспецифической иммунологической реактивности.

Одним из механизмов стимуляции продукции исследованных факторов является повышение активности ядерного фактора транскрипции *NF*-κB, уровень и активность которого модулируется низкоинтенсивным излучением частотой 1 ГГц. Кроме того, повышение под влиянием микроволн частотой 1 ГГц уровня фосфорилирования компонентов *MAPK/SAPK*-сигнального пути, в частности, терминальных протеинкиназ – *p38* и *JNK*, способно активировать такие регуляторы, как синтазы оксида азота, что в свою очередь, способствует повышению продукции клетками терминальных эффекторов, в частности, молекул *NO* [9, 10]. Указанные механизмы, очевидно, лежат в основе реализации биологических эффектов как на

клеточном, так и на организменном уровне [1].

Заключение

Постклиническая фаза острого инфекционно-воспалительного процесса сопровождается статистически значимым снижением уровня МПО на 87,7 %, МСЛ на 31,1 %, *IP10* на 29,6 %, ЦОГ-2 на 24,0 %. Указанные изменения сопровождаются повышением содержания *IgM* на 19,7 %, *IgG2* на 30,6 %, *IgA* на 32,3 %, *eNOS* на 62,5 %, *MASP-2* на 63,7 %, *IgG1* на 76,5 %.

Облучение культуры клеток цельной крови сопровождается статистически значимым повышением продукции кателицидина на 10,4 %, ММП-1 на 16,8 %, *IgG3* на 26,0 %, *IP10* на 36,4 %, МПО на 59,1 %. Так же, в облученных культурах возрастает уровень антиоксидантов на 12,6%. Кроме того, в облученных культурах отмечена тенденция к снижению уровня МСЛ на 7,7% и МАК на 5,4%.

Список литературы

1. Бондарь С.С., Терехов И.В. Влияние низкоинтенсивного микроволнового излучения частотой 1 ГГц на функциональное состояние мононуклеарных лейкоцитов цельной крови у практически здоровых молодых лиц // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 4–6. – С. 1083–1087.
2. Бондарь С.С., Терехов И.В. Состояние IL1/TOLL-сигнального пути в мононуклеарных лейкоцитах в постклиническую фазу острого инфекционно-воспалительного процесса нижних отделов респираторного тракта под влиянием низкоинтенсивного излучения частотой 1 ГГц // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 4–6. – С. 1088–1093.
3. Власкин С.В., Терехов И.В., Петросян В.И., Дягилев Б.Л. и др. Способ терапевтического воздействия на биологические объекты электромагнитными волнами и устройство для его осуществления // Патент России № 2445134. 2012. Бюл. № 8.
4. Лебедева М.Н., Грищенко А.В. Особенности течения повторных внебольничных пневмоний у военнослужащих по призыву // Военно-медицинский журнал. – 2009. – Т. 330, № 7. – С. 24–28.
5. Логаткина А.В., Бондарь С.С., Терехов И.В. Продукция цитокинов, растворимых форм костимуляторных молекул и окиси азота у пациентов с ишемической болезнью сердца под воздействием нетеплового микроволнового облучения частотой 1 ГГц // European Journal of Biomedical and Life Sciences. – 2006. – №1. – С. 25–33.

6. Логаткина А.В., Бондарь С.С., Терехов И.В., Собченко А.А. Метаболические эффекты низкоинтенсивной дециметровой физиотерапии при артериальной гипертонии // Вестник новых медицинских технологий. – 2015. – Т. 22, № 2. – С. 71–77.
7. Терехов И.В., Бондарь С.С. Особенности биологического действия низкоинтенсивного СВЧ-излучения на состояние противовирусной защиты клеток цельной крови при внебольничной пневмонии и у здоровых лиц // Вестник новых медицинских технологий. –2015. – Т. 22, № 2. – С. 55–60.
8. Терехов И.В., Хадарцев А.А., Бондарь С.С. Состояние рецепторзависимых сигнальных путей в агранулоцитах периферической крови реконвалесцентов внебольничной пневмонии под влиянием микроволнового излучения // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2016. – Т. 93, № 3.– С. 23–28.
9. Терехов И.В., Хадарцев А.А., Никифоров В.С., Бондарь С.С. Функциональное состояние клеток цельной крови при внебольничной пневмонии и его коррекция СВЧ-излучением // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 10-4. – С. 737–741.
10. Xu Z., Wang B.R., Wang X., Kuang F., Duan X.L., Jiao X.Y., Ju G. ERK1/2 and p38 mitogen-activated protein kinase mediate iNOS-induced spinal neuron degeneration after acute traumatic spinal cord injury // Life Sci. 2006. № 79. P. 1895–1905.