

## ПРОТЕАЗНАЯ АКТИВНОСТЬ АЛЬВЕОЛЯРНЫХ МАКРОФАГОВ ПРИ КОМБИНИРОВАННОМ ДЕЙСТВИИ ФАКТОРОВ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ

Ярмолюк Н. С., Костюк А. С., Туманянц К. Н., Михайлов А. В.

Изучены особенности протеазной активности альвеолярных макрофагов крыс при комбинированном действии факторов различной интенсивности. Результаты исследования показали, что факторы высокой интенсивности (гипокинезия и рентгеновское излучение) вызывают значительное повышение активности протеазы макрофагов, что может служить риском их освобождения из клеток и выход в ткани, с последующим повреждением тканевых элементов. Факторы низкой интенсивности (слабые переменное магнитное поле сверхнизкой частоты и электромагнитное излучение крайне высокой частоты) благоприятствуют повышению защитного потенциала макрофагов, увеличивая цитохимический показатель содержания протеазы. Эффект комбинированного действия изученных факторов отличается от таковых при их изолированном действии.

Ключевые слова: гипокинезия, ионизирующее излучение, макрофаги, переменное магнитное поле сверхнизкой частоты, протеаза, электромагнитное излучение крайне высокой частоты.

### ВВЕДЕНИЕ

По данным различных авторов [1 – 4], тканевые макрофаги являются основными компонентами мононуклеарной фагоцитарной системы и расцениваются как важнейшие клеточные элементы, обеспечивающие неспецифическую резистентность. Функционирование макрофагов в тесной связи с другими клеточными и неклеточными элементами крови и соединительной ткани во многом определяет адаптационные перестройки организма в изменяющихся условиях внешней среды. Выяснено, что в макрофагах содержатся многочисленные гидролитические ферменты, в частности протеаза. Её динамика при различных воздействиях не изучена. Поэтому в настоящем эксперименте была предпринята попытка выяснения особенностей динамики этого фермента у животных находящихся в условиях гипокинезии (ГК), а также при воздействиях слабых переменных магнитных полей (ПеМП) сверхнизкой частоты (СНЧ), электромагнитного излучения (ЭМИ) крайне высокой частоты (КВЧ) и рентгеновского излучения (Р) и их комбинированного действия. В настоящее время изучению механизмов действия этих факторов посвящены многочисленные исследования.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для выявления роли макрофагов лёгкого в развитии неспецифических адаптационных реакций, развивающихся на действие факторов различной природы, были проведены эксперименты на белых беспородных крысах-самцах массой 200-250 г, полученных из питомника научно-исследовательского института биологии Харьковского университета им. Каразина. Для экспериментов отбирали особей со

средним уровнем двигательной активности и низкой эмоциональностью, определяемых в тесте «открытого поля», которые преобладают в популяции [5, 6]. Такой отбор позволил сформировать однородные группы животных, однотипно реагировавшие на воздействия.

Для решения поставленных задач было проведено три серии экспериментов.

Животные первой серии эксперимента были разделены на четыре равноценные группы по шесть особей в каждой. Крысы первой группы (контроль, К) находились в обычных условиях вивария. Во вторую группу (ЭМИ КВЧ) вошли животные, находившиеся в обычных условиях вивария и ежедневно в течение 30 минут подвергавшиеся воздействию ЭМИ КВЧ. Третью группу (ГК) составили крысы, находившиеся в виварии в условиях ограничения двигательной активности. Крысы четвёртой группы (ГК+КВЧ) содержали в условиях гипокинезии и подвергали воздействию ЭМИ КВЧ одновременно с животными второй группы (комбинированное воздействие).

Вторую серию экспериментов составили 24 особи, которые были разделены на четыре равноценные группы. Животных первой группы (контроль, К) содержали в обычных условиях вивария. Вторую группу (КВЧ) составили животные, которые ежедневно подвергались действию ЭМИ КВЧ в течение 30 минут. К третьей группе (Р) относились особи, подвергавшиеся воздействию ионизирующего излучения. В четвёртую группу (КВЧ+Р) вошли крысы, которые подвергались комбинированному воздействию ЭМИ КВЧ и ионизирующего излучения.

В третьей серии эксперимента, выделили четыре равноценные группы животных по десять особей в каждой. К первой группе (контроль, К) относились животные, находящиеся в обычных условиях вивария. Вторую группу (ГК) составили крысы, находившиеся в виварии в условиях ограничения двигательной активности. В третью группу (ПеМП) вошли животные, ежедневно подвергавшиеся трёхчасовому воздействию ПеМП. Крысы четвёртой группы (ПеМП+ГК) содержали в условиях гипокинезии и подвергали воздействию ПеМП одновременно с животными третьей группы (комбинированное воздействие).

Продолжительность каждой серии экспериментов – девять суток.

Для создания условий ограничения подвижности крысы помещались в специально сконструированные пеналы из оргстекла, конструкция которых описана ранее [7].

Воздействие ЭМИ КВЧ частотой 42,7 ГГц (длиной волны 7,1 мм), плотностью потока мощности 0,1 мВт/см<sup>2</sup>, было проведено терапевтическим генератором «Луч. РАМЕД - ЕКСПЕРТ - 01». Облучаемых животных фиксировали в прозрачной камере из оргстекла. Длину и ширину камеры регулировали в зависимости от размеров крысы. Точечный излучатель подводился к затылочно-воротниковой области воздействия через отверстие, соответствующее размеру «точки».

Однократное тотальное гамма-излучение проводили с использованием установки «АГАТ-Р-1» мощностью излучения 11,55 мЗв/с в дозе 6 Гр (LD50 для грызунов; используется для комплексного лечения больных с распространёнными формами злокачественных лимфом) в течение 580 секунд. Воздействию ионизирующего излучения у животных шестой группы предшествовало действие ЭМИ КВЧ.

Воздействие ПеМП на животных осуществляли в экранированной камере размером 4 x 4 x 2,5 м, изготовленной из четырехслойного железа «Динамо». ПеМП СНЧ внутри камеры создавали кольцами Гельмгольца с неравномерностью поля в зоне расположения животных менее 5%. Коэффициент передачи составлял 510 нТл/мА. Источником СНЧ-тока служил генератор НГПК-3М. Контроль за протеканием тока через кольца осуществляли с помощью миллиамперметра М 2020 и осциллографа Н-303. Оценка всех составляющих погрешностей аппаратуры позволила контролировать амплитуду и частоту ПеМП с точностью не ниже 3,5% от их номинального значения. Выбранная частота 8 Гц является фундаментальной частотой ионосферного волновода [8], а, кроме того, близка к частоте некоторых биоритмов [9].

Материалом исследования служили отпечатки трахеи крыс, взятые после моментальной декапитации животных.

Функциональное состояние макрофагов оценивалось по цитохимическому показателю содержания (ЦПС) протеазы (ПР), являющейся одной из гидролитических систем клетки. ПР активность макрофагов определяли по методу самопереваривания, предложенному Р. Лилли и J. Bartner [10] в модификации А.В. Михайлова [11], оценку реакции производили согласно L.S. Karlow (1955) [12]. Исследуемые фагоциты по степени самопереваривания цитоплазмы делили на 4 группы: 1 – неразрушенный фагоцит; 2 – фагоциты с частично переваренной цитоплазмой (в цитоплазме выявляются отдельные вакуоли); 3 – полное переваривание цитоплазмы (отчетливо видно только ядро); 4 – цитолиз и кариолиз (определяются только ядра в виде неоформленных глыбок).

Для изучения модифицирующих эффектов одних факторов на другие были вычислены коэффициенты модификации [13].

$$KM_P = ((KBЧ + P) - KBЧ) / KBЧ,$$

$$KM_{KBЧ} = ((KBЧ + P) - P) / P,$$

$$KM_{ГК} = ((ПеМП + ГК) - ПеМП) / ПеМП,$$

$$KM_{ПеМП} = ((ПеМП + ГК) - ГК) / ГК,$$

$$KM_{ГК} = ((KBЧ + ГК) - KBЧ) / KBЧ,$$

$$KM_{KBЧ} = ((KBЧ + ГК) - ГК) / ГК,$$

где ГК, P, ГК+P, KBЧ, KBЧ+P, KBЧ+ГК, ПеМП, ПеМП+ГК – значения ЦПС ПР при воздействиях ГК, P, ЭМИ KBЧ, ПеМП и их комбинации соответственно;  $KM_P$  – коэффициент модифицирующего влияния P на действие KBЧ;  $KM_{KBЧ(1)}$  – коэффициент модифицирующего влияния KBЧ на действие P;  $KM_{ГК(1)}$  – коэффициент модифицирующего влияния ГК на действие ПеМП;  $KM_{ПеМП}$  – коэффициент модифицирующего влияния ПеМП на действие ГК;  $KM_{ГК(2)}$  – коэффициент модифицирующего влияния ГК на действие KBЧ;  $KM_{KBЧ(2)}$  – коэффициент модифицирующего влияния KBЧ на действие ГК.

После проверки полученных данных на закон нормального распределения, оценку достоверности наблюдаемых изменений проводили с помощью t-критерия Стьюдента. За достоверную принималась разница средних при  $p < 0,05$ .

Эксперименты проводились с соблюдением принципов «Европейской конвенции о защите позвоночных животных, которые используются для

экспериментальных и других научных целей» (Страсбург, 1986) [14] и Постановления первого национального конгресса по биоэтике (Киев,

#### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

У интактных животных протеаза выявляется в 80-85% нейтрофилов. Места локализации протеазы обнаруживаются по светлым участкам лизированной цитоплазмы, количество и размеры которых соответствуют выраженности реакции. Показатель ЦПС ПР в контроле колеблется от 223 до 229 усл.ед. и в среднем равен  $226,83 \pm 0,98$  усл.ед. Анализ распределения исследуемых нейтрофилов по степени активности на 100 клеток показал, что наиболее часто в мазках крови встречаются клетки I и II степени активности, в то время как нейтрофилы III и IV степени обнаруживаются относительно редко.

Результаты проведенного исследования свидетельствуют о том, что ГК и рентгеновское излучение вызывают повышение ЦПС ПР. Так, у животных, чья двигательная активность ограничивалась в течение девяти дней, отмечалось возрастание этого показателя на 12% ( $p < 0,001$ ) (рис. 1). Воздействие рентгеновского излучения в дозе 6 Гр также вызвало рост этого показателя – на 30 % ( $p < 0,01$ ). Эти данные согласуются с результатами исследования гидролитических ферментов в нейтрофилах при ограничении подвижности [15]. Так на девятые сутки ГК ЦПС ПР в нейтрофилах возрастал на 15% ( $p < 0,001$ ). Анализ исследований сыворотки крови показал, что гамма-излучение в дозе 6 Гр также приводило к значительному повышению активации гидролитических ферментов в 2,5 раза относительно значений контрольной группы животных [16].

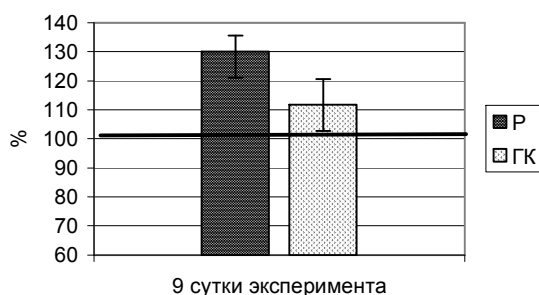


Рис. 1. Цитохимический показатель содержания протеазы в альвеолярных макрофагах крыс при воздействии рентгеновского облучения (Р) и гипокинезии (ГК) в процентах относительно значений контрольной группы.

Таким образом, ГК и особенно Р вызывают значительное возрастание гидролитического потенциала макрофагов, что служит риском для освобождения гидролаз из клеток и выход их в ткани, с последующим повреждением тканевых элементов.

Протеазная активность у животных, подвергавшихся изолированному воздействию ЭМИ КВЧ на девятые сутки эксперимента повышалась в среднем на

7% ( $p < 0,001$ ) относительно соответствующих значений в контроле, что согласуется с данными Н. П. Верко [17], которая описала такое же явление в нейтрофилах крови крыс. Как показали проведённые исследования, ежедневное воздействие на животных ПеМП СНЧ также приводило к изменениям ЦПС ПР в альвеолярных макрофагах крыс. Так, у крыс, подвергавшихся изолированному воздействию ПеМП, ЦПС ПР повысился на 2% ( $p < 0,001$ ) относительно соответствующих показателей в группе контрольных животных (рис. 2).

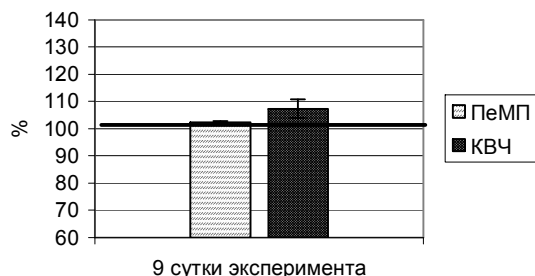


Рис. 2. Цитохимический показатель содержания протеазы в альвеолярных макрофагах крыс при воздействиях переменного магнитного поля сверхнизкой частоты (ПеМП) и электромагнитного излучения крайне высокой частоты (КВЧ) в процентах относительно значений контрольной группы.

Таким образом, при воздействии низкоинтенсивных ЭМИ КВЧ и ПеМП СНЧ наблюдается некоторое увеличение гидролитического потенциала. Это явление следует расценивать, как признак возрастания фагоцитарной активности альвеолярных макрофагов. Эти данные согласуются с исследованиями ПР в нейтрофилах крови крыс, подвергнутых действию изучаемых нами низкоинтенсивных электромагнитных факторов [17].

Комбинированное действие изучаемых факторов приводило к несколько иным эффектам (рис.3).

Так, при действии ЭМИ КВЧ на животных с ограниченной подвижностью наблюдали гораздо менее выраженное повышение ЦПС ПР относительно контрольного уровня, чем при изолированном действии каждого из этих факторов. В этом случае имеет место снижение функциональной активности клеток по сравнению как с гипокинезированными животными, так и с крысами, подвергнутыми действию ЭМИ КВЧ. Действительно, вычисленный нами КМ ГК эффекта воздействия ЭМИ КВЧ, как КМ ЭМИ КВЧ эффектов ограничения подвижности были отрицательными и небольшими по абсолютной величине (-0,04 и -0,08 соответственно, рис.4) то есть при комбинированных воздействиях наблюдалось снижение эффекта действия как ГК, так и ЭМИ КВЧ.

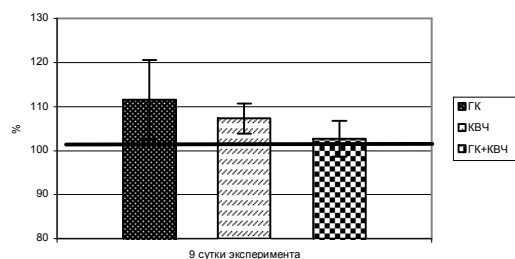


Рис. 3. Цитохимический показатель содержания протеазы в альвеолярных макрофагах крыс при воздействии гипокинезии (ГК), электромагнитного излучения крайневысокой частоты (КВЧ) и их комбинации (ГК+КВЧ) в процентах относительно контрольной группы



Рис. 4. Коэффициенты модификации (KM) (усл. ед.) цитохимического показателя содержания протеазы, где 1 – гипокинезии на действие ЭМИ КВЧ; 2 – ЭМИ КВЧ на действие гипокинезии.

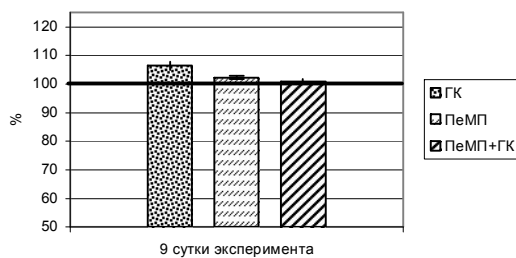


Рис. 5. Цитохимический показатель содержания протеазы в альвеолярных макрофагах крыс при воздействии гипокинезии (ГК), переменного магнитного поля сверхнизкой частоты (ПеМП) и их комбинации (ПеМП+ГК) в процентах относительно контрольной группы.

Аналогичные результаты получены при комбинированном действии ПеМП СНЧ и ГК. И в этом случае ПеМП СНЧ ограничивало рост ЦПС ПР, вызванного как ГК,

так и ПеМП. Так, при комбинированном действии ГК и ПеМП, как и в случае с ЭМИ КВЧ, имеет место ингибирование протеазной активности альвеолярных макрофагов. Этот вывод подтверждают отрицательные коэффициенты модификации (рис. 6).



Рис. 6. Коэффициенты модификации (КМ) (усл. ед.) цитохимического показателя содержания протеазы, где 1 – гипокинезии на действие ПеМП; 2 – ПеМП на действие гипокинезии.

При сравнении результатов исследования действия ПеМП СНЧ и ЭМИ КВЧ, следует отметить более выраженное модифицирующее действие ПеМП СНЧ, о чём свидетельствуют большие абсолютные значения КМ этими излучениями гипокинетических эффектов.

Полученные результаты подтверждают данные литературы о том, что как ПеМП СНЧ [11], так и ЭМИ КВЧ [18] могут быть использованы для коррекции гипокинетических расстройств.

При комбинированном действии рентгеновского излучения в дозе 6 Гр и низкоинтенсивного неионизирующего излучения КВЧ также наблюдались определённые отличия в изменении ЦПС ПР альвеолярных макрофагов, по сравнению с изолированным действием этих факторов. По сравнению с изолированным действием ионизирующего излучения в этой группе животных наблюдалось менее выраженное ( $\Delta 7\%$ ) возрастание ЦПС ПР. Однако, по сравнению с эффектами изолированного действия ЭМИ КВЧ при комбинированном действии этот показатель возрастал на 17% (рис.7).

Таким образом, при комбинированном действии ионизирующего излучения и ЭМИ КВЧ, эффект действия рентгеновского излучения на протеазную активность альвеолярных макрофагов снижался, а последствия его действия на животных, подвергавшихся воздействию ЭМИ КВЧ, усиливался. Этот вывод подтверждается при вычислении КМ. КМ ионизирующего излучения на эффект, вызванный эми квч был положительным с абсолютной величиной 0,15 усл.ед. В тоже время КМ ЭМИ КВЧ эффектов ионизирующего излучения был отрицательным, его абсолютная величина была меньше (рис.8).

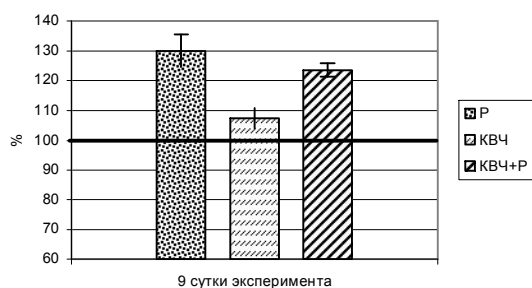


Рис. 7. Цитохимический показатель содержания протеазы в альвеолярных макрофагах крыс при воздействии рентгеновского излучения (P), электромагнитного излучения крайне высокой частоты (KVЧ) и их комбинации (KVЧ+P) в процентах относительно контрольной группы.

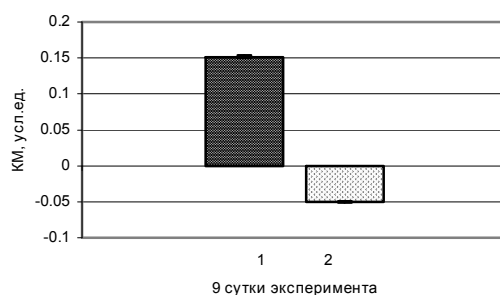


Рис. 8. Коэффициенты модификации (KM) (усл. ед.) цитохимического показателя содержания протеазы, где 1 – ионизирующего излучения на действие ЭМИ KVЧ; 2 – ЭМИ KVЧ на действие ионизирующего излучения.

То есть влияние ЭМИ KVЧ на эффект ионизирующего излучения выражен меньше, чем наоборот. Полученные нами данные согласуются с данными литературы. Так, Л.А. Севастьянова (1969) впервые обнаружила способность ЭМИ KVЧ ослаблять последствия рентгеновского облучения. Ею было обосновано применение ЭМИ KVЧ в клинической практике в качестве радиопротектора [19].

Таким образом, воздействие факторов высокой интенсивности (ГК и P) приводит к значительному увеличению гидролитической способности альвеолярных макрофагов. В свою очередь факторы низкой интенсивности (ПеМП СНЧ и ЭМИ KVЧ) способствуют повышению неспецифической резистентности организма.



ВЫВОДЫ

1. Факторы низкой интенсивности (ПеМП СНЧ и ЭМИ КВЧ) увеличивают ЦПС ПР в альвеолярных макрофагах на 2% и 7% соответственно, что является отражением повышения защитного потенциала макрофагов.
2. Факторы высокой интенсивности (ГК и Р) вызывают увеличение ЦПС ПР макрофагов лёгких на 12% и 30% соответственно, что служит риском для освобождения гидролаз из клеток и выход их в ткани, с последующим повреждением тканевых элементов.
3. При комбинированном воздействии факторов низкой и высокой интенсивности наблюдается снижение ЦПС ПР на 9-е сутки эксперимента. Установлено, что ЭМИ КВЧ ослабляет воздействие рентгеновского излучения и гипокинезии, а ПеМП – гипокинезии на протеазную активность альвеолярных макрофагов крыс, о чём говорят отрицательные коэффициенты модификации.
4. Превентивное действие ЭМИ КВЧ снижало повреждающее действие ионизирующего излучения в дозе 6 Гр, что подтверждается менее выраженными повышением ЦПС ПР альвеолярных макрофагов крыс. Коэффициент модификации ЭМИ КВЧ на действие ионизирующего излучения был равен – 0,05, а ионизирующего излучения на действие ЭМИ КВЧ 0,15 усл. ед. на 9 сутки эксперимента.

Список литературы

1. Казначеев В.П., Маянский Д.В. Современные представления о системе мононуклеарных фагоцитов // Усп. Современ. Биологии. – 1978. – Т.86, №3. – С. 415-431.
2. Учитель И.Я. Макрофаги в иммунитете. – М.: Медицина, 1978. – 200 с.
3. Diaz-Flores L. Caracteristicas ultraestructurales de los componentes del sistema de fagocitos mononucleares. // Peculiaridades topograficas. – Sangre, 1982. – Vol.27, № 4. – P. 770-773.
4. Корнева Е.А., Шекоян В.А. Регуляция защитных функций организма. – Л.: Наука, 1982. – 139 с.
5. Кулагин Д.А., Болондинский В.Е. Нейрохимические аспекты эмоциональной реактивности и двигательной активности крыс в новой обстановке // Успехи физиол. наук. – 1986. – Т. 17, № 1. – 92 с.
6. Сантана Вега Л. Роль индивидуальных особенностей двигательной активности в развитии гипокинетического стресса у крыс.: Автореф. дисс. ....канд. биол. наук. - Симферополь.-1991.- 21 с.
7. Темурьянц Н.А., Михайлов А.В. Влияние слабого переменного магнитного поля сверхнизкой частоты на развитие гиперкоагуляционного синдрома при ограничении подвижности крыс // Биофизика. – Т.XXX, вып. 6. – Москва, 1985. – С. 1046-1049.
8. Schumann W.O. Uber die Dämpfung der electromagnetischen Eigenwingungen des Systems Erde-Luft-Ionosphäre // Naturwissenschaft. – 1982. - 7 а. – P. 250-254.
9. Ашофф Ю. Биологические ритмы. М.: Мир, 1984. – Т.1 – 176 с.
10. Лилли Р. Патологическая техника и практика гистохимии. - М.: Мир, 1969. – 648 с.
11. Михайлов А.В. Функциональная морфология нейтрофилов крови крыс в процессе адаптации к гипокинезии: Автореф. дис. канд. мед. наук. – Симферополь, 1986. – 25 с.
12. Kaplow L.S. A Histochemical procedure for localizing and evaluation leukocyte alkaline phosphatase activity in smears of blood and marrow // Blood. - 1955. – No. 10. - P. 1023-1029.
13. Чуян Е.Н., Махонина М.М. Изменение функциональной активности лимфоцитов крови крыс как отражение модифицирующих эффектов низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ и гипокинетического стресса // Таврический медико-биологический вестник. – 2005. – Т. 8, № 3. – С. 142-145.

14. «Европейские конвенции о защите позвоночных животных, которые используются для экспериментальных и других научных целей» / Страсбург, 18 марта 1986 г.: Сборник договоров Совета Европы: Украинская версия // Е.М.Вишневский (пер. та ред.) – К.: Парламентское издательство, 2000. – 654 с.
15. Чуян Е.Н., Темуриянц Н.А., Верко Н.П. Налоксон модулирует гидролитическую активность фагоцитов на действие гипокинезии и низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2005. – Т. 18 (57). – № 1. – С. 72-76.
16. Палёная Ю.В., Харченко Н.А., Темуриянц Н.А., Чуян Е.Н. ЭМИ КВЧ как способ коррекции нарушений в протеазо-антипротеазной системе при действии ионизирующего излучения // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 167-173
17. Верко Н.П. Функциональная активность нейтрофилов крови крыс при развитии адаптационных реакций различного типа Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – Симферополь, 2003. – 42 с.
18. Чуян Е.Н. Влияние миллиметровых волн нетепловой интенсивности на развитие гипокинетического стресса у крыс с различными индивидуальными особенностями: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук: 03.00.13 / Симферопольский гос. ун-т. – Симферополь, 1992. – 22 с.
19. Севастьянова Л.А., Потапов С.Л., Адаменко В.Г. и др. Комбинированное воздействие рентгеновского и сверхвысокочастотного излучения на костный мозг. – Научные доклады высшей школы, сер. Биологические науки, 1969. – 66 (6). – С. 46 – 48.

Ярмолук Н.С., Костюк О.С., Туманянц К.М., Михайлов О.В. Протеазна активність альвеолярних макрофагів при комбінованій дії чинників різної природи // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2008. – Т. 21 (60). – № 2. – С. 172-181.

Вивчені особливості протеазної активності альвеолярних макрофагів щурів при комбінованій дії чинників різної природи. Результати дослідження показали, що чинники високої інтенсивності (гіпокінезія і рентгеновське випромінювання) викликають значне підвищення активності протеази макрофагів, що може служити ризиком їх звільнення з кліток в тканини, з подальшим пошкодженням тканинних елементів. Чинники низької інтенсивності (слабкі змінне магнітне поле наднизької частоти і електромагнітне випромінювання у край високої частоти), збільшуючи цитохімічний показник вмісту протеази, сприяють підвищенню захисного потенціалу макрофагів. Ефект комбінованої дії вивчених чинників відрізняється від таких при їх ізольованій дії.

Ключові слова: гіпокінезія, іонізуюче випромінювання, макрофаги, змінне магнітне поле наднизької частоти, протеаза, електромагнітне випромінювання надвисокої частоти.

Yarmolyuk N.S., Kostyuk A.S., Tumanyants K.N., Mihajlov A.V. Gydrolitic activity of alveolar macrophages at the combined action of factors of the various nature // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2008. – V.21 (60). – № 2. – P. 172-181.

Features gydrolytic activity of alveolar macrophages of rats are studied at the combined action of factors of various intensity. Results of research have shown, that factors of high intensity (hypokinesia and x-ray radiation) cause substantial increase of activity gydrolytic macrophages that can serve as risk of their clearing from cells and an output in a fabric, with the subsequent damage of fabric elements. Factors of low intensity (weak a variable magnetic field of ultralow frequency and electromagnetic radiation of the highest frequency) favour to increase of protective potential of macrophages, increasing the gydrolytic phagocytes activity. The effect of the combined action of the studied factors differs from those at their isolated action.

Keywords: hypokinesia, an ionizing radiation, macrophages, a variable magnetic field of ultralow frequency, gydrolytic enzymes, electromagnetic radiation of the highest frequency.

Пост упила в редакцію 20.02.2008 г.

