**Шутова Н.А.**

кандидат медичних наук, доцент

доцент кафедри патофізіології ім. Д.О. Альперна

**Сулхдост І.О.**

кандидат медичних наук, доцент

доцент кафедри патофізіології ім. Д.О. Альперна

**Огнєва Л.Г.**

асистент кафедри патофізіології ім. Д.О. Альперна

Харківський національний медичний університет

**ВИЗНАЧЕННЯ ЗМІН АКТИВНОСТІ АНТИОКСИДАНТНОЇ СИСТЕМИ У ТКАНИНАХ НАДНИРНИКІВ ЩУРІВ ПІД ВПЛИВОМ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ**

В статті надано дані про зміни активності антиоксидантної системи наднирників щурів різного віку на тлі впливу патогенного екзогенного фактора - електромагнітного випромінювання діапазону мобільного зв’язку. Завдяки отриманим даним запропоновано опис можливої моделі патогенетичного механізму дії ЕМВ на біологічні об’єкти. З’ясовано, що він є опосередкованим і може мати прогностичне значення для оцінки розвитку ендотоксикозу в організмі.

*Ключові слова:**електромагнітне випромінювання, антиоксидантна система, ендогенна інтоксикація.*

В статье приведены данные об изменении активности антиоксидантной системы надпочечников крыс разного возраста на фоне воздействия патогенного экзогенного фактора - электромагнитного излучения диапазона мобильной связи. Благодаря полученным данным предложено описание возможной модели патогенетического механизма действия ЭМИ на биологические объекты. Выяснено, что он является опосредованным и может иметь прогностическое значение для оценки развития эндотоксикоза в организме.

*Ключевые слова:**электромагнитное излучение, антиоксидантная система, эндогенная интоксикация.*

The article contains data about changes in activity of antioxidant system of rat adrenal all ages on the background of impact of exogenous pathogenic factor - electromagnetic radiation (EMR) range of mobile communications. Thanks to the received data was proposed a description of a possible model of pathogenetic mechanism of action of electromagnetic radiation on biological objects. It was found that it is indirect and can have a prognostic value for the assessment of development of endotoxemia in the body.

*Keywords: electromagnetic radiation, antioxidant system, endogenous intoxication.*

Електромагнітне випромінювання (ЕМВ) – є одним із найменше досліджених видів патогенних екзогенних чинників, що впливає на життєдіяльність організму. Багато авторів переконані, що ЕМВ шкідливо впливає на функціонування нервової, серцево-судинної, ендокринної, імунної та ін. систем організму [1-2]. Однак, залишається багато відкритих питань про механізми впливу його на біологічні об’єкти. Встановлено, що фізично людина не відчуває вплив ЕМВ, однак наслідками впливу ЕМВ є розвиток патологічних процесів різного ступеню важкості. Аналіз даних літератури показує, що ЕМВ різної інтенсивності індукує достатньо широкий спектр біологічних ефектів: термічних, резонансних, генетичних. Поглинання ЕМВ тканинами організму завжди супроводжується підвищенням їх температури [3]. Одночасно із тепловим ефектом, ЕМВ оказує і резонансний, який проявляється зміною електронних структур, орієнтації і конформації біологічних макромолекул. В результаті в клітинах організму спостерігається зрушення молекул ДНК, АТФ, підвищення проникності клітинних мембран для K+ і Na+, підвищення концентрації вільних радикалів, що діють як агресивні окисники і провокують початок розвитку запальних процесів у всіх тканинах [4].

Інтенсивність утворення та накопичення вільних радикалів в організмі регулюється внутріклітинною антиоксидантною системою. Антиоксиданти захищають мембрани клітин від шкідливих ефектів і реакцій, які можуть викликати надлишкове окиснення в організмі, нейтралізують негативний вплив вільних радикалів, сприяють очищенню та оздоровленню організму, відновленню клітин, омолодженню шкіри. До списку найбільш інформативних показників антиоксидантного захисту організму, що відображають рівень ендотоксикозу, відносять активність каталази, супероксиддисмутази, глутатіонзалежні пероксидази і трансферази. Дуже важливим моментом ефективності ферментного ланцюга антиоксидантної системи є збалансованість активності СОД, каталази і пероксидази [5]. Пригнічення активності одного із ферментів антиоксидантної системи може привести до надлишку накопичення активних форм кисню і деструкції клітин. Порушення цього балансу нерідко приводить до дестабілізації біологічних мембран, активації процесів ліпопероксидації, активації калікреїнкінінової системи, системи компліменту, порушенню васкулярізації, оксигенаціі і трофіки тканин, потенціюванню специфічних цитопатогенних ефектів впливу бактеріальних токсинів. Тому, актуальним є з’ясування змін показників активності антиоксидантної системи наднирників на тлі впливу ЕМВ, які відіграють вирішальну роль саме у період росту та статевого дозрівання підлітків.

**Мета** **дослідження** – вивчення показників рівню каталази та супероксиддисмутази у гомогенаті наднирників щурів 3-х та 5-ти місячного віку, що знаходились 2 год/доб під впливом опромінення ЕМВ діапазону 895-905 МГц.

**Матеріали і методи.** Дослідження виконані на 24 щурах-самцях чистої лінії масою 100-140 г, віком 3-и та 5-ть місяців, по 6 тварин в кожній групі. Вік тварин підібрано відповідно таблиці періодизації віку тварин до віку людини і відповідає 14-15 и 19-21 рокам віку людини відповідно.

Модель впливу ЕМВ на організм відтворювали за допомогою апарату «ЕМІБІО-1.1» (Україна), на який отримано патент [6]. Діапазон ЕМВ в експерименті дорівнював 895-905 МГц.

Активність каталази і СОД в гомогенаті наднирників визначали колориметричним методом.

Статистичну обробку результатів дослідження проводили з використанням t-критерію Ст’юдента за допомогою методів варіаційної статистики (програми «БІОСТАТ»). Оцінювання вірогідності отриманих результатів здійснювали на рівні значимості не менше ніж 95% (р≤0,05) [7].

**Обговорення отриманих результатів.** В ході експерименту було встановлено, що на тлі дії ЕМВ вміст каталази в гомогенаті наднирників у щурів 3-х місячного віку підвищено в 2,8 рази, також, спостерігається підвищення вмісту каталази у більш дорослих тварин (щури 5-ти місяців) в 1,2 рази у порівнянні із контрольною групою. Підвищення має достовірність р<0,0001 і відповідає значенням 0,506±0,012 и 0,487±0,012. Такі показники можуть бути фактом стимуляції ферментативних систем клітин наднирників патогенним впливом ЕМВ у экспериментальных тварин (Таблиця 1).

Таблиця 1

**Активність каталазы в гомогенаті наднирників**

**щурів 3-х і 5-ти місяців на тлі впливу ЕМВ**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Каталаза 3 місяці | | | Каталаза 5 месяців | | | Порівняння  3 міс і 5 месяців | | |
| Ср. | ± | Р | Ср. | ± | Р | Ср. | ± | Р |
| контроль | 0,50 | 0,008 | 0,26 | 0,40 | 0,008 | 0,000 | 0,51 | 0,004 | 0,002 |
| опит | 0,51 | 0,004 | 0,49 | 0,005 | 0,49 | 0,005 |

Підвищеня активності каталази в обох експериментальних групах тварин можливо пояснюється опосередкованою дією ЕМВ на клітинні структури організму в цілому, і наднирників в тому числі. ЕМВ діє як екзогенний патогенний фактор, що провокує зрив одного з важливих механізмів знешкодження патогенних речовин і продуктів метаболізму – вільно-радикального окиснення, стимулює утворення вільних радикалів, які ініціюють дизрегуляційні явища у клітинах: розвиток окислювального стресу клітини, патогенний вплив на клітинні мембрани і внутріклітинні структури.

Вивчаючи активність іншого ферменту антиоксидантної системи наднирників – СОД – встановлено, що зміни його показники повторюють динаміку змін вмісту показників каталази. Після 2-х год/доб опромінення ЕМВ спостерігається підвищення кількісного вмісту цих антиоксидантних молекул в гомогенаті наднирників експериментальних тварин обох вікових груп. Підвищення має достовірність р<0,0001 і відповідає значенням 32,53±0,01 і 30,43±0,05 відповідно віку тварин (Таблиця 2).

Таблиця 2

**Активність СОД в гомогенаті наднирників**

**щурів 3-х і 5-ти місяців на тлі впливу ЕМВ**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | СОД 3 міс | | | СОД 5 міс | | | Порівняння  3 міс і 5 месяців | | |
| Ср. | ± | Р | Ср. | ± | Р | Ср. | ± | Р |
| контроль | 29,48 | 0,91 | 0,012 | 21,91 | 3,84 | 0,052 | 32,53 | 0,37 | 0,002 |
| опит | 32,53 | 0,38 | 30,42 | 0,43 | 30,32 | 0,37 |

Відомо, що рівень активності СОД, який є відображенням активності антиоксидантної системи наднирників, відрізняється в залежності від віку тварин. Надалі було простежено кореляційні відмінності зміни функціональної активності антиоксидантної системи наднирників на тлі дії ЕМВ у щурів обох груп. Відмічено, що на тлі дії ЕМВ спостерігається підвищення активності як каталази, так і СОД у порівнянні із контрольними показниками. Підвищення активності відмічено в обох вікових групах. Встановлено, що виразність показників підвищення активності антиоксидантної системи у гомогенаті наднирників спостерігається у групі тварин, які відносяться до молодшої групи по відношенню до групи більш дорослих тварин (рис 1).

**а** **б**

Рис. 1. Активність каталазы (а) та СОД (б) в гомогенаті наднирників

щурів 3-х і 5-ти місяців на тлі впливу ЕМВ

Так, при порівнянні показників активности каталази у гомогенаті наднирників 3-х місячних щурів із групою 5-ти місячних щурів встановлено, що активність каталази підвищена у 2 рази більше, ніж її активність у дорослих тварин. Активність СОД, також, більша по показникам на 34% при (р<0,001) у щурів молодшої групи: у щурів 3-х місячного віку експериментальні показники вмісту СОД перевищують контрольні в 2,6 рази, а в групі 5-ти місячних тварин в 1,8 рази. Це може свідчити про нестабільність захисних систем клітинних мембран організму і більшу вразливість до дії ЕМВ організму, який розвивається.

Дані експерименту підтверджують, що ЕМВ – є патогенним екзогенним чинником, який викликає появу вільних радикалів, які запускають ланцюг патогенних механізмів, і наприкінці призведе до розвитку ендогенної інтоксикації в тканинах наднирників. Біохімічні дослідження параметрів антиоксидантної системи, зокрема показники функціональної активності каталази, є прогностично значущими для оцінки ендотоксикозу. Підвищений рівень ферментів антиоксидантної системи наднирників може свідчити про розвиток ендотоксикозу в обох групах тварин.

**Висновки зроблені в результаті дослідження.** Відомо, що зрушення структурно-функціональної організації мембрани клітин визиває процеси вільно радикального окиснення і може відбуватися в результаті прямої або опосередкованої дії різних патогенних екзогенних факторів [8]. Більшість науковців, на сьогодні, єдині у тому, що дія ЕМВ на біологічні системи є опосередкованою. Це підтверджують і наші дослідження. Непряма пошкоджуюча дія ЕМВ на мембрану клітин наднирників відбувається через запуск механізмів порушення метаболічних процесів у нирках, яким належить роль підтримки сталості внутрішнього середовища організму. Взаємодія інтегрованих систем гіпоталамо-гіпофізарно-наднирникової у поєднанні із симпато-адреналовою та ренін-ангіотензиновою системами відіграють провідну роль у забезпеченні захисно-пристосувальних реакцій в умовах впливу несприятливих факторів [9]. Дизрегуляція кожної із інтегративних систем може виникнути, як при її безпосередньому пошкодженні, так і внаслідок патогенних впливів з боку порушеннях інших, інтегрованих із нею систем. Порушення функції хоча б в одній із інтегрованих між собою систем, призведе до зриву адаптаційно-пристосувальних реакцій спрямованих на збереження гомеостазу всього організму. Так, зниження секреції альдостерону, посилення екскреції Na+ і води, дегідратація тканин, гіповолемія можуть посилити процеси стійкого підвищення артеріального тиску, і в результаті розвиток гіпертензій, можливо навіть у підлітків. Концентрація К+ в периферичній крові при цьому, навпаки, может підвищуватися, що призведе до зрушень електричної стабільності серця і розвитку аритмій. Посредством механизмов обратной связи при гіпонатриемії або гіперкаліемії також може бути посилена продукція альдостерону [10].

**Выводы.**

1. ЕМВ діапазону мобільного зв’язку має опосередкований вплив на залози внутрішньої секреції щурів 3-х та 5-ти місяців. У щурів обох груп на тлі дії ЕМВ діапазону мобільного зв’язку спостерігається підвищення активності антиоксидантної системи у тканинах наднирників.

2. Встановлено, що активність антиоксидантної системи більше виразна у 3-х місячних щурів, що відповідає підлітковому віку людини. Найбільш чутливим до ЕМВ – є біологічний об’єкт, який знаходиться у стадії активного ділення та розвитку.

3. Предполагают, что ЕМВ діапазону мобільного зв’язку активує процеси дизрегуляції у наднирниках, що сприяє розвитку ендогенної інтоксикації наднирників.

**Литература**

1. Баранский П.И., Гайдар А.В., Чижевский А.Л. Проблемы взаимодействия магнитных полей с объектами живой природы // Вестн. Калуж. ун-та. – 2007. – № 3. – С. 37-41.

2. Бинги В.Н., Савин А.В. Физические проблемы действия слабых магнитных полей на биологические системы / В.Н. Бинги, А.В. Савин // УФН, 2003. – Т. 173. – № 3. – С. 265 - 300.

3. Blackman C.F Biological effects of electromagnetic waves / C.F. Blackman, M.C. Surles, S.C. Benane // J. Microw Power. – 1976. – V. 14(3). – Р. 275-280.

4. Н.П. Чеснокова, Е.В. Понукалина, М.Н. Бизенкова, Г.В. Афанасьева Молекулярно-клеточные механизмы индукции свободнорадикального окисления в условиях патологии / Чеснокова Н.П., Понукалина Е.В., Бизенкова М.Н., Афанасьева Г.В. // Современные проблемы науки и образования. – 2006. – № 6. – С. 21-26.

5. Рязанцева Л.Т. Ферменты-антиоксиданты: структурно-функциональные свойства и роль в регулировании метаболических процессов / Л.Т. Рязанцева // Вестн. Воронежского гос. техн. ун-та. – 2011. – Т. 7. – № 2. – С. 126-129.

6. Пат. № 110205 UA, А61В 5/04 (2006.01), G01N 33/48(2006.01), G01N 33/96(2006.01), G21K 5/00(2006.01) Пристрій для електромагнітного опромінювання дрібних лабораторних тварин / Ніколаєва О.В., Шутова Н.А., Сулхдост І.А. (UA); заявник Харківський національний медичний університет (UA). – № u 2016 04126, заявл. 15.04.2016; опубл. 26.09.2016. Бюл. № 18. – 5 с.

7. Чевари С., Чаба И., Секей Й. Роль супероксиддисмутазы в окислительных процессах клетки и метод определения ее в биологических материалах / С. Чевари , И. Чаба, Й. Секей / Лабораторное дело.–1985.– №11. – С. 678-681.

8. Медик В.А., Токмачев М.С., Фишман [Б.Б.](http://www.ozon.ru/context/detail/id/1015021/" \l "persons#persons" \o "В. А. Медик , М. С. Токмачев, Б. Б. Фишман) Статистика в медицине и биологии (руководство в 2-х томах) / В.А. Медик, М.С. Токмачев, Б.Б. Фишман – М.: [Медицина](http://www.ozon.ru/context/detail/id/856331/" \o "Издательство). – 2001. – 764с.

9. Balci M., Devrim E., Durak I. “Effects of Mobile Phones on Oxidant/Antioxidant Balance in Cornea and Lens of Rats” / M. Balci, E. Devrim, I. Durak // Current Eye Research. – 2007. – V. 32. – P. 21–25.

10. Головачева Т.В., Паршина С.С., Николенко В.Н., Черненков Ю.В., Афанасьева Т.Н Электромагнитные неионизирующие излучения малой мощности (ЭМИ ММ) в клинической практике / Т.В. Головачева, С.С. Паршина, В.Н. Николаенко и др. // Бюлл. медицинских Интернет‐конференций (ISSN 2224‐6150). – 2012. – Том 2. – № 6 – C. 329-334.