

УДК 636. 22/28; 612.014.462

Демчук М.В., доктор ветеринарних наук, професор, ЛНУВМтаБТ імені С.З.Гжицького;

Коняхін О.П., доктор ветеринарних наук, професор кафедри,

Решетник А.О., кандидат ветеринарних наук, доцент,

Памірський А.С., асистент,

Лайтер-Москалюк С.В., асистент ©

Подільський державний аграрно-технічний університет

РОЛЬ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ У ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТВАРИН (БІОЛОГІЧНІ, ВЕТЕРИНАРНО - МЕДИЧНІ, ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ)

У статті узагальнено літературні дані стосовно біологічної дії електромагнітного випромінювання на організм людини і тварин, який базується на значному фактичному матеріалі. Проаналізовано джерела магнітних полів в оточуючому середовищі, наведені основні механізми впливу даного чинника на організм тварин.

Ключові слова: електромагнітне поле, електромагнітне випромінювання, геомагнітне поле, гіпогеомагнітне поле

Біологічні об'єкти виникли і розвивались на поверхні Землі завдяки енергії Сонця за умов постійних геліофізичних впливів. Тому особливий інтерес для біології становлять ефекти електромагнітних випромінювань оптичних і прилеглих до нього неіонізуючих променів, у взаємодії з якими еволюціонувала жива природа. Відомо, що біосфера оповита електромагнітними полями земного та космічного походження широкого спектру - від гама випромінювань до інфранизькочастотних і захищена від них іоносферою [7].

Магнітне поле Землі значно більше, ніж у інших планет Сонячної системи. Під час геомагнітних збурень, розмах коливань на поверхні Землі може сягати 10^2 - 10^3 нТл. і більше. Варіації геомагнітного поля створюються струмами які протікають в іоносфері Землі і являють собою спектр шумів у діапазоні 10^{-4} - 10^{10} Гц мікропульсацій геомагнітного поля.

Розвиток науково-технічного прогресу за останні десятиліття сприяв інтенсифікації техногенного впливу на навколишнє середовище. Ріст споживання електроенергії у побуті та народному господарстві щорічно зростає, що сприяє формуванню нового значного фактору навколишнього середовища - електромагнітного поля (ЕМП) антропогенного походження. Його створюють в основному дві великі групи штучних джерел:

- обладнання призначене для випромінювання електромагнітної енергії: радіо й телевізійні станції, радіолокаційні установи, фізіотерапевтичні апарати, різноманітні системи радіозв'язку, технологічні установки у промисловості;

- вироби, які спеціально створені для випромінювання електромагнітної енергії у просторі, при роботі яких протікає електричний струм, який створює паразитарні випромінювання ЕМП. В основному це системи передачі й розповсюдження електроенергії лінії електропередачі (ЛЕП), трансформаторні підстанції і прилади її споживаючі (електроплити, електронагрівачі, освітлювальні прилади і т ін.).

Для всіх країн на сучасному етапі характерні виключно високі темпи розвитку, які стосуються як росту напруги, так і протяжності ліній. Довжина розподільних ліній у США приблизно дорівнює 32 млн. км. Згідно даних [8], 20% населення України проживає у зоні функціонування ліній електропередачі, які займають близько 2% території. Випромінювання цими пристроями ЕМП разом з природними полями Землі й Космосу створюють складну і не передбачувану обстановку. У результаті сумарна напруженість ЕМП у різних точках земної поверхні збільшилась порівняно з природним фоном у 100 - 10000 разів [11]. Дослідження вчених Українського наукового гігієнічного центру МОЗ України свідчать, що "електромагнітне забруднення" в Україні у сотні разів перевищує фон Землі, а в окремих випадках і санітарні норми для населення. Оскільки електромагнітні хвилі поширюються по всій земній кулі, висловлюється думка, що людство може скоро вступити в еру енергетичного забруднення довкілля, яке можна порівняти з хімічним забрудненням у наші дні [10].

Отже, електромагнітні поля антропогенного походження, є масовим й широко розповсюдженим фактором, який може істотно впливати на стан здоров'я людей і тварин, а також на якість продукції тваринництва. У межах еволюційного прогресу цей колосальний ріст напруженості ЕМП можна розглядати як одномоментний стрибок з погано передбачуваними біологічними наслідками.

За даними Е.А. Белова і Г.А. Петухової [7], біоритми у тварин можуть порушуватись внаслідок зниженої дії геомагнітного поля (магнітного поля Землі). Ефект дії гіпогеомагнітного поля на організм залежить не тільки від ступеня екранування фізичного фактору, але і від часу перебування у ньому біооб'єкту [2]. Так, гіпогеомагнітне поле, ослаблене у 172,5 рази викликає загальмованість тварин, фазно впливає на сперматогенез у щурів, достовірно зменшує кількість тромбоцитів, стимулює зростання мікроцитарної популяції еритроцитів і сповільнює згортання, крові [1].

Можливість негативного біологічного впливу гіпогеомагнітного поля на організм тварин може відбуватись при довготривалому перебуванні тварин у залізобетонних приміщеннях, при промислових способах виробництва продукції тваринництва. У результаті проведення комплексних досліджень [22] було виявлено низку змін, що виникають під дією гіпогеомагнітного поля на фізіологічному, морфологічному і біохімічному рівнях функціонування організму ссавців.

Оцінка небезпечності електромагнітного випромінювання (ЕМВ) пов'язана з розумінням можливих механізмів їх біологічної дії. При цьому

фахівці розрізняють фізико-хімічні й фізіологічні процеси, розділяючи останні на адаптивні та патологічні. За даними Е.А. Пряхіна зі співав.[15], від первинного фізико-хімічного ефекту ЕМП до біологічного феномену - велика дистанція, яка включає різноманітну кількість реакцій на атомно-молекулярному, субклітинному, клітинному та інших рівнях. Перехід до власне біологічних ефектів характеризується якісно новим типом реакцій, спрямованих на підтримку гомеостазу. З точки зору визначення прямого зв'язку між параметрами поля і реакціями живих систем є субклітинно - клітинний рівень [23].

Реакцію біологічного організму під час і після опромінення умовно поділяють на три основні стадії: фізичну, фізико-хімічну, біологічну. Під час фізичної стадії енергія чинника передається біосистемі, що супроводжується процесами відбиття, розсіювання і поглинання. Електромагнітна енергія, яка впливає на організм, поглинається тканинами. Електричне поле сильніше засвоюється тканинами з діелектричними властивостями (кістковою, жировою), а мікрохвилі - тканинами з великим вмістом води (кров'ю, лімфою).

Найкраще вивчені ефекти нагрівання тканин, зміни рН, концентрації й співвідношень іонів у клітинах і тканинах, зміни фізико-хімічних властивостей води й електричних властивостей клітин. За впливу змінних ЕМП іони починають коливатись, а дипольні молекули - обертатися з частотою поля. Перший ефект сприяє росту струмів провідності та втрат енергії, другий - струмів зміщення й діелектричних втрат [23].

В основі біохімічних механізмів дії - лежать порушення клітинного метаболізму [19] і мембранотропні ефекти, які виникають внаслідок зрушень процесів переносу іонів, поляризації мембран і макромолекул, конформаційних змін макромолекул, окисно - відновних процесів і конфігурації всієї системи фіксованих ферментних систем [16].

Загалом визначається три теорії первинного механізму біологічної дії неіонізуючої радіації: мембранна, іонна, дипольна. Їхня характеристика наведена у ряді монографій та оглядів [9,16]. Мембранна теорія пояснює багато реакцій пов'язаних з більш високими рівнями ієрархії, у тому числі з організмом. Іонна і дипольна віддзеркалюють високу чутливість до ЕМП тканин і органів з менш інтенсивним кровообігом і слабо вираженим механізмом терморегуляції (кришталік, мозок, сім'яники та ін.). Іонна теорія пояснює вплив ЕМП діапазону радіочастот на заряджені молекули, а дипольна на нейтральні [20].

Найпровіднішими ділянками організму для ЕМП є нервова система й кров, тому високочастотний потік енергії через них вважають максимальним [23]. Після надходження у живу систему енергія поля перетворюється в інші форми, здебільшого описані теплові ефекти [3], які підвищують загальну тепловіддачу у тканинах, якщо механізм терморегуляції здатний шляхом розсіювання зайвого тепла запобігти перегріванню, температура тіла залишається нормальною. В інших випадках можливе її підвищення, що негативно відбивається на стані організму. Органи, в яких механізми

терморегуляції слабо виражені (кришталік, головний мозок, сім'яники, нирки), проявляють велику чутливість до опромінення [19].

Загальною закономірністю при дії низькочастотних хвиль є розширення судин та посилення мікроциркуляції крові. Температура з початку підвищується, потім знижується [3]. Особливо важливе значення мають явища так званих "гарячих плям" [15]. Так, опромінення людини ЕМП з частотою 79 МГц і потужністю 19 мВт/см² підвищує температуру гіпоталамусу на 1°C, у середині стегна температура піднімається до 44° С за 3 год. [27]. Селективне нагрівання пояснюють діелектричною неоднорідністю біоматеріалу, утворенням на межі тканин резонансів - "стоячих хвиль" великої амплітуди [26]. Виникнення "гарячих плям" можливе в кістковому мозку, кришталіку, некротичних центрах пухлин, тобто якщо локальні контури тканин і їх здатність поглинати енергію створюють ефект лінз або дзеркал [27]. Однією з причин пошкодження тканин при дії електромагнітним полем є розвиток гіпоксії, з кожним градусом підвищення температури тіла основний обмін зростає на 5-14%, а потреба у кисні на 50-100%. Висока температура знижує здатність гемоглобіну зв'язувати кисень. Швидкість кровообігу підвищується, час насичення крові киснем у легенях знижується.

Емпіричний аналіз впливу неіонізуючої радіації, який неможливо пояснити лише наслідками енергетичної взаємодії з тканинами, є підставою для гіпотези про інформаційну роль. Вперше ця гіпотеза була висунута О.С. Пресманом в 1968р [18], згідно якої поряд з енергетичною взаємодією істотну роль відіграє інформаційна взаємодія ЕМП з біологічними організмами. Вона характеризується перетворенням інформації, її передачі, кодуванням і збереженням.

Терапевтичний ефект при зовнішньому впливі ЕМП полягає в активації біологічно – активних точок або рефлексогенних зон організму, сигнал від яких по головних каналах акупунктури передається у відповідні їм (згідно класичної теорії акупунктури) органи й системи й далі діє на клітинному й субклітинному рівнях. Цей напрямок називається інформаційно - хвильовою терапією, яка була уперше запропонована й розроблена в Україні у працях Н.Д.Колбуна [15].

Величина біоефекту електромагнітного випромінювання збільшується з тривалістю опромінення, досягаючи максимального при експозиції до однієї години, подальший вплив, як правило, призводить до стабілізації, а інколи до зменшення ефекту. У деяких випадках для отримання біоефекту ЕМВ потрібно декілька сеансів опромінення або циклів по декілька сеансів. Ці дані свідчать про кумулятивний характер ефекту ЕМВ на рівні цілого організму, пов'язаний з існуванням механізмів накопичення й збереження інформації про вплив [9].

Вивчення біологічного впливу гіпогеомагнітного поля свідчать про те, що даний фактор викликає цілу низку змін на фізіологічному, біохімічному і морфологічному рівнях функціонування організму. Що свідчить про негативний вплив гіпогеомагнітного поля на організм і має пряме відношення до проблеми "промислового екстриму", "магнітного голоду", або до "ситуаційного

промислового хронічного стресу", тобто саме пряме відношення до робіт, які проводяться у виробничих приміщеннях, що мають металевий екран [4].

Найбільш чутливим до даного фактору є організм, який розвивається, або органи (системи) дорослого організму, в якому відбуваються процеси інтенсивного клітинного диференціювання або обміну. Необхідно відзначити можливу роль зміни проникності біологічних мембран у механізмах впливу гіпогеомагнітного поля на організм, оскільки, проникність мембран пов'язана з порушенням водного обміну.

Особливий інтерес викликає ідея використання штучного магнітного поля, яке відповідає за своїми фізичними характеристиками геомагнітному полю для боротьби з негативними наслідками гіпогеомагнітного поля. Подальший розвиток цієї ідеї пов'язаний з застосуванням і підбором параметрів гіпо-, гіпер магнітних полів, які діють на організм з експериментальною патологією, тобто слід використовувати комбінацію двох видів магнітного поля для магнітотерапії модельних процесів у тварин. [5].

У наших дослідженнях [12-14] з вивчення біологічного впливу постійного і змінного імпульсного електромагнітного поля наднизької частоти на адаптаційні властивості сільськогосподарських тварин було встановлено, що слабоінтенсивні електромагнітні поля позитивно впливають на загальний ріст і розвиток тварин. Викликають адаптаційні реакції організму і підвищують захисну функцію імунної системи, що виражається у бугайців, при 7-годинному опроміненні постійним електромагнітним полем з напруженістю 146 А/м впродовж 485 діб, збільшенням: середньодобових приростів на 16-20 % ($p < 0,05$), живої передзабійної маси - 14,8 % ($p < 0,05$), маси парної туші - 20 кг. ($p < 0,05$). У курей при 3 - годинному опроміненні їх змінним імпульсним електромагнітним полем наднизької частоти впродовж 60-ти діб зростанням несучості на 20 % порівняно з контролем. Молодняк другого покоління, отриманий від батьків яких впродовж 395 діб опромінювали змінним імпульсним електромагнітним полем наднизької частоти, за середньодобовими приростами у перші 92 доби після народження переважав, контрольних тварин на 4,2 -20,2 % ($p < 0,05$).

Результати досліджень природної резистентності організму показали, що через два місяці після опромінення кролів постійним магнітним полем в організмі зростає на 40,9 % ($p < 0,001$) бактерицидна активність сироватки крові, а превентивне опромінення курей перед введенням вакцини Ла - Сота змінним імпульсним електромагнітним полем наднизької частоти впродовж 9-ти діб призводить до зростання титру антитіл у крові після вакцинації на 92 % ($p < 0,05$).

Тривалий вплив неіонізуючої радіації викликає неспецифічну адаптивну реакцію, підтвердженням якої є зміни у крові, морфологічній будові залоз внутрішньої секреції, внутрішніх органів тварин.

Отже, підсумовуючи наведений аналіз літератури можна констатувати, що за впливу на організм ЕМВ виникає широкий спектр фізіологічних, біохімічних і біофізичних реакцій, спрямованих на відновлення і підтримання

гомеостазу. Особливої актуальності ця проблема набуває нині у зв'язку з різними змінами екологічного стану довкілля, зростанням кількості стресорів техногенного походження і їхнього впливу на суспільство, флору і фауну.

Висновки:

Наведений аналіз даних засвідчує надзвичайну складність взаємодії біологічних об'єктів і магнітного поля. Численні експериментальні дослідження показують, що при впливі на організм тварин магнітного поля виникає широкий спектр фізіологічних, біохімічних і біофізичних реакцій, спрямованих на відновлення і підтримання гомеостазу. Вони характеризуються як неспецифічні подразники, які викликають сукупність адаптаційних реакцій і підвищують загальну резистентність організму.

Література

1. Абрамова Ж. И. Человек и противокислительные вещества / Ж. И. Абрамова, Г. И. Оксенгендлер. – Ленинград: Наука, 1985. – 227 с.
2. Авцын А. П. Микроэлементозы человека / А. П. Авцын. – М.: Медицина, 1991. – 496 с.
3. Акоев И. Г. Влияние электромагнитного излучения на ферментативную систему дезаминирования моноаминов и интегративную деятельность мозга / И. Г. Акоев, Т. П.
4. Алякринский Б. С. Биологические ритмы и организация жизни человека в космосе / Б. С. Алякринский. – М.: Наука, 1983. – 246 с.
5. Бабаева А. Г. Единство и противоположность цито-генетической активности лимфоцитов и их антителообразующей функции при восстановительных процессах в органах / А. Г. Бабаева // Бюл. эксп. биол. и медицины. – 1999. – №11. – С.484 – 490.
6. Бабичев В. Н. Формирование центральных нейрон-докринных механизмов контроля репродуктивной функции / В. Н. Бабичев, И. В. Шишкина, Т. А. Перишкова // Возрастные особенности физиологических систем детей и подростков. – М., 1985. – С. 35 – 38.
7. Белов Е. А. Изучение влияния электромагнитных полей бытовых приборов на растительные и животные организмы / Е. А. Белов, Г. А. Петухова : матер. всерос. науч. конф “Адаптация биологических систем к естественным и экстремальным факторам среды”, Челябинск, 11 – 15 октября 2004 г. – Челябинск, 2004. – С.6 – 8.
8. Бецкий О. В. Биологические механизмы и феномены действия низкочастотных и статических электромагнитных полей на живые системы / О. В. Бецкий. – Томск, 1984. – С.116 – 117.
9. Будянская Э. Н. Основные вопросы гигиены труда при использовании информационных технологий, оборудование комплексной автоматизации и систем связи / Э. Н. Будянская. // Гигиена насел. мест : сб. науч. тр. – К., 2000. – Вып. 37. – С. 285 – 288.
10. Влияние низкоинтенсивного электромагнитного излучения крайне высоких частот на процессы воспаления / К. В. Лушников, Ю. В. Шумилина,

В.С. Якушина и др. // Бюлл. эксперимент биологии и медицины, 2004. – Т.137, № 4. – С.412 – 415. – Библиогр.: 13 назв.

11. Влияние низкочастотного магнитного поля на состояние перекисного окисления липидов в мозге крыс / В. В. Мороз, В. В. Иванов, Н. И. Колесова и др. // Механизмы биологического действия электромагнитных излучений. – Пушино, 1987. – С.30 – 31.

12. Коняхін О.П. Вплив змінного імпульсного низькочастотного електро-магнітного поля на імунологічні показники курей / О.П. Коняхін, С.В. Москалюк, А.С. Памірський // Науковий вісник Львівської національної академії ветеринарної медицини імені С.З. Гжицького. – Львів, 2004. – Т. 6, № 3, Ч. 6. – С. 43 – 45.

13. Коняхін О.П. Вплив постійного електромагнітного поля на інтенсивність росту і поведінку бичків / О.П. Коняхін // Науковий вісник Львівської національної академії ветеринарної медицини імені С.З. Гжицького. – Львів, 2006. – Т. 8, № 2. (29), Ч. 4. – С. 65 – 68.

14. Кравців Р.Й. Рекомендації щодо технології застосування у тваринництві та ветеринарній медицині змінних імпульсних електромагнітних полів наднизької частоти / Кравців Р.Й., Коняхін О.П., Власенко І.Г. Затверджені Науково – методичною радою Державного комітету ветеринарної медицини України протокол № 1 від 20 грудня 2007 року. – Київ, 2007. – С. 1 – 20.

15. Колбун Н. Д. Информационно-волновая терапия / Н. Д. Колбун, А. Е. Бессонов, Р. Е. Волянюк. – К.: Укр. енциклопедия, 1983. – С. 118 – 120.

16. Основные типы реакций периферической реограммы на электромагнитное воздействие / С. И. Щукин, Г. И. Семикин, П. В. Лужнов и др. // Технологии живых систем.. – 2005. – Т.2, № 6. – С.16 – 23. – Библиогр.: 12 назв.

17. Оценка влияния электромагнитных излучений радиочастотного диапазона на генетический аппарат лимфоцитов периферической крови / Е. А. Пряхин, Г. А. Тряпицына, И. А. Коломиец и др. // Экология и безопасность жизнедеятельности: сб. матер. IV Междунар. науч.- практ. конф., Пенза дек. 2004 г. – Пенза: РИО ПГСХА, 2004. – С.109 – 110. – Библиогр.:5 назв.

18. Пресман А. С. Электромагнитная сигнализация в живой природе: (факты, гипотезы, пути исследований) / А. С. Пресман – М.: Советское радио, 1974. – 63 с.

19. Рыбников В. И. К вопросу о влиянии микроволн на каталазную активность *Stafilococcus aureus* 209 P / В. И. Рибников // Материалы третьего Всесоюзного симпозиума “ Влияние магнитных полей на биологические объекты “. – Калининград, 1975. – 66 с.

20. Савченко О. Н. Значение гонадотропных гормонов в стимуляции функции яичников / О. Н. Савченко // Акушерство и гинекология. – 1973. – № 8. – С. 26 – 33.

21. Седашев В. Г. Динамика некоторых показателей резистентности организма на фоне предварительного воздействия электромагнитными полями /

В. Г. Седашев // Неионизирующие излучения во флебологической практике. – М., 1986. – С. 55 – 60.

22. Семенова, Л. П. Долгачева // Тезисы докладов 2-го съезда биофизиков России, Москва, 23-27 августа 1999 г. – М., 1999 – Т.3. – С. 749 – 750.

23. Сердюк А. М. Взаимодействие организма с электромагнитными полями как с фактором окружающей среды / А. М. Сердюк. – К.: Наук. думка, 1977. – 226 с.

24. Горопцев И. В. Влияние ПемП на некоторые биохимические и морфологические показатели функций надпочечников / И. В. Горопцев, В. В. Мороз, Т. Г. Камнева // Живые системы в ЭМП. – Томск, 1981.–Т.3 – С. 55 –57.

25. Узденский А. Б. О биологическом действии СНЧ МП. Резонансные механизмы и их локализация в клетках / Узденский А. Б. // Биофизика – 2000. – Т.54, №5. – С. 888 – 893.

26. Холодов Ю. А. Физиологические характеристики биологического действия магнитных полей / Ю. А. Холодов // Гигиеническая оценка магнитных полей. – М.: 1972. – С.30 – 34.

27. Hill C. Federat / C. Hill, G. Matrone // Prosed . – 1970. – V.29. – 1474 p.

Summary

The resulted analysis of the data of the literature shows extremely complex interaction of biological objects and a magnetic field. Numerous experimental researches show, that at influence on an organism of animals of a magnetic field there is a wide spectrum of the physiological, biochemical and biophysical reactions directed on maintenance of a homeostasis. They are characterized as nonspecific irritant which cause set of adaptable reactions which raise the general resistency.

Стаття надійшла до редакції 14.09.2010