

БІОЛОГІЧНІ НАУКИ

Партем О.О.

аспірант,

Львівський національний університет імені Івана Франка

ВПЛИВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА ЖИВІ ОРГАНІЗМИ

Електромагнітні поля (ЕМП) впливають на біологічні об'єкти, зокрема на людину, протягом усього часу її існування. Джерелами постійних та магнітних полів є: електромагніти, соленойди, магнітопроводи в електричних машинах та апаратах, литі та металокерамічні магніти, використовувані в радіотехніці. Джерелами електричних полів є промислової частоти (50 Гц). В процесі еволюції, людина пристосувалася до впливу таких полів та виробила захисні механізми, які захищають від можливих пошкоджень за рахунок природних чинників, але окрім фонового випромінювання, спричиненого природою, в наслідок розвитку технічного прогресу до впливу на організм додалася ціла низка чинників, що підсилило фонове випромінювання. Через це ЕМП антропогенного походження почали значно перевищувати природний фон і до нашого часу перетворилися на небезпечний екологічний чинник. На сьогоднішній день однією з найвагоміших причин різних проблем людини та оточуючого середовища є електромагнітне випромінювання, яке існує майже всюди, рівень випромінювання є на багато вищий за норму. Тому необхідно постійно проводити контроль рівня електромагнітного забруднення території і розробляти ефективні природоохоронні заходи для зниження негативного впливу електромагнітного випромінювання на населення. Діапазон природних та штучних полів дуже широкий: починаючи від постійних магнітних та електростатичних полів і закінчуючи рентгенівським та гаммавипромінюванням частотою 310 Гц та вище. Кожний з діапазонів електромагнітних випромінювань по-різному впливає на розвиток живого організму. Вплив електромагнітних полів на організм людини залежить не тільки від рівня їхнього поля (частоти), а й від довжини хвилі та енергії.

Шкідливість мобільних телефонів хвилює всіх користувачів мобільного зв'язку (2% з них не чули про небезпеку, а 52% вважають використання телефонів небезпечним). Мозок людини – органічний комп'ютер, всередині якого є рухомі електричні заряди, на які діють електричні та магнітні поля. Більшість телефонів мають SAR від 0,5 до 1,0 Вт/кг, тобто немає достатньої потужності для перегріву мозку або хрусталика, що вказує на безпечність використання мобільних телефонів. Водночас з'ясовано, що мобільний телефон під час роботи генерує електромагнітне поле (ЕМП) не лише на основних (робочих) частотах. Крім основного сигналу (0,3-3 ГГц), мобільний телефон у режимі «дзвінок» і «розмова» генерує змінне електричне поле в діапазоні 5-2000 Гц і змінне магнітне поле в діапазоні 5-500 Гц. При використанні мобільного телефона розглядається теплова і нетеплова (специфічна) дії ЕМП, які залежать від потужності випромінювання, виду тканин, часу та частоти. Відомо, що електромагнітне випромінювання частотою $> 1\text{МГц}$ розігріває тканини організму. Перегрівання тканин призводить до руйнування білків у клітинах, що викликає відмирання клітин, виникнення пухлин тощо. Всі ці процеси носять ймовірнісний характер (потенціал терморегуляції захищає їх). В організмі існують тканини, які не омиваються кров'ю (наприклад, кристалик ока) і при значному нагріванні руйнуються. Нетермічний вплив ЕМП проявляється зміною біоелектричної активності головного мозку, порушеннями проникності клітинних мембран для іонів кальцію і т.п. Експерти радять дітям і підліткам обмежувати тривалість використання телефонів, так як мозок і нервова система у них знаходяться у процесі формування.

Вплив електромагнітного надвисокочастотного діапазону на живий організм викликає широкий спектр біологічних ефектів і залежить від певних характеристик випромінювання. За даними певних досліджень НВЧ діапазону викликає мікро- та ультраструктурні зміни в печінці та її лімфатичних вузлах, що виявляється в порушенні крово- та лімфообігу, руйнуванні мембран, розширенні каналів гранулярної ендоплазматичної сітки, появи дегенеративних форм мітохондрій, зникненні глікогену, що свідчить про розвиток тканинної гіпоксії. Деструктивні процеси викликають імунну відповідь організму і розвиток аутоімунних реакцій.

Надзвичайно низькочастотне електромагнітне поле (1-100 Гц) постійно впливає на людей, що знаходяться в робочих приміщеннях. Такі поля можуть впливати на мембрану клітини. Є відомості про вплив низькочастотних електромагнітних полів на поведінку, ендокринні та

нейрофізіологічні функції, на розвиток плоду у тварин. Переважна більшість досліджень у вивченні біологічної дії електростатичних полів проводиться на лабораторних тваринах (щурах, мінісвинях). В експерименті на тваринах встановлена висока чутливість гістохімічних показників та ультраструктури клітин різних утворень головного та спинного мозку, тканини серця, печінки, нирок після дії ЕМП. Крім неврологічних розладів для тих, хто працює з джерелами неіонізуючих випромінювань характерна патологія серцево-судинної системи, що проявляється ангіодистонічними, нейроциркуляторними розладами зі зміною частоти серцевих скорочень, показників артеріального тиску і тонуусу судинних стінок з порушеннями біоелектричної активності серцевого м'яза.

Про вплив електромагнітного випромінювання на статеву функцію людини говорить певна статистика даних, а саме, що 13-19% подружніх пар фертильного віку страждають від відсутності дітей. У структурі неплідних шлюбів 25-54% становить чоловічий фактор. Останнім часом намітилася тенденція до зростання кількості безплідних шлюбів, які становлять відповідно даних соціологічних опитувань 8-20% від загальної кількості сімей у різних регіонах України. Серед обстежених неплідних чоловіків наявність професійних шкідливих чинників відмічалась у 31,5% пацієнтів, що підтверджує важливість впливу ЕМП на розвиток репродуктивних і сексуальних розладів. Під дією ЕМП виникають морфологічні зміни в сперматогенному епітелії. Одним із суттєвих показників біологічної дії електромагнітного поля є стан генетичного апарату і генеративної функції, тому що ефект тривалого діючого фактора може виявлятися тільки в наступних поколіннях. Тривала дія ЕМП при певних умовах може викликати порушення репродуктивної функції і генетичного апарату. На основі експериментальних даних було встановлено, що електричне поле напруженістю від 4 до 25 кВ/м викликає у щурів порушення репродуктивної здатності, надаючи несприятливий вплив на функції яєчок. При вивченні гонадотоксичної дії електричного поля було встановлено, що при інтенсивності 70 кВ/м виявляється несприятлива дія ЕМП на сперматогенез, зокрема, на структуру сперматид і сперматозоїдів. ЕМП напруженістю 15 і 30 кВ/м негативно впливають на кінцеву стадію утворення статевих клітин із сперматогенного епітелію.

Вплив електричних, магнітних та електромагнітних полів на циркадну систему: сучасний етап знань. Усі організми, включаючи людину, щодня

піддаються впливу різних типів цього поля, що характеризується різними фізичними параметрами. Тому важливо точно визначити вплив електромагнітного поля на фізіологічні та патологічні процеси, що відбуваються в клітинах, тканинах і органах. Відповідно до сучасного стану знань, деякі раніше запропоновані гіпотези, в тому числі щодо ключової ролі порушення секреції мелатоніну в патогенезі захворювань, викликаних електромагнітним полем, потребують перегляду. Розглянемо вплив електричних, магнітних та електромагнітних полів на ритми мелатоніну та кортизолу – два основних маркери циркадної системи, а також на сон. Мелатонін відіграє ключову роль у контролі багатьох фізіологічних процесів, що відбуваються в щоденних або сезонних ритмах, таких як сон, метаболізм і розмноження. Крім того, мелатонін також бере участь у регуляції імунної системи, серцево-судинної системи та розвитку раку. Секреція мелатоніну епіфізом, як правило, вважається особливо чутливою до впливу електричних, магнітних та електромагнітних полів. Вплив цих полів на активність епіфіза було проаналізовано в епідеміологічних дослідженнях та експериментальних дослідженнях, проведених з використанням різних моделей *in vivo* та *in vitro*. Кортизол є важливим стероїдним гормоном, який виробляється наднирковими залозами. Вплив електромагнітного поля на секрецію кортизолу у тварин дуже різноманітний. У морських свинок ELF-MF викликав зміни рівня кортизолу, які залежали від частоти та інтенсивності поля, у швейцарських мишей, які постійно піддавалися впливу поля низької частоти (50 Гц) протягом 350 днів, зниження рівня кортизолу спостерігалось на 190 день експерименту. Відсутність впливу електромагнітного поля на концентрацію кортикостерону, незалежно від характеристик впливу та періоду, також виявлено в експериментах на щурах. Збільшення кількості приладів, що випромінюють електромагнітне випромінювання (ЕМВ) у повсякденному житті людей, привернуло увагу дослідників через можливий негативний вплив цього фактора на живі організми. Одним із ефектів ЕМВ може бути перекисне окислення ліпідних мембран, що утворюються в результаті вільнорадикального процесу. Дослідження *in vitro*, спрямованих на виявлення зміни концентрації малонового діальдегіду (МДА) – маркера перекисного окислення ліпідів та антиоксидантної ролі вітаміну «А» під час впливу на тромбоцити електромагнітного випромінювання.

Список використаних джерел:

1. Bogdan Lewczuk, Grzegorz Redlarski, Arkadiusz Żak, Natalia Ziółkowska, Barbara, Przybylska-Gornowicz, and Marek Krawczuk ² Influence of Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields on the Circadian System: Current Stage of Knowledge (Вплив електричних, магнітних та електромагнітних полів на циркадну систему: сучасний етап знань). Варшава, 2011. 152 с.
2. Shiva Tafakori, Ashkan Farrokhi, Vahid Shalchyan, Mohammad Reza Daliri Investigating the impact of mobile range electromagnetic radiation on the medial prefrontal cortex of the rat during working memory (Дослідження впливу електромагнітного випромінювання мобільного діапазону на медіальну префронтальну кору щура під час робочої пам'яті). Лондон, 2018. 202 с.
3. Małgorzata Lewicka, Gabriela Henrykowska, Magdalena Zawadzka. Impact of electromagnetic radiation emitted by monitors on changes in the cellular membrane structure and protective antioxidant effect of vitamin A – In vitro study (Вплив електромагнітного випромінювання, що випромінюється моніторами, на зміни в структурі клітинної мембрани та захисний антиоксидантний ефект вітаміну А – Дослідження in vitro). Краков, 2021. 147 с.