

УДК 537.8; 616.8

Оксана КРАЇЛО, студент,  
Анастасія ПРОЗОР, студент

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,  
м. Київ, Україна, e-mail: ksyuha120@gmail.com, prozzora@gmail.com

## ВПЛИВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛІВ НА НЕЙРОДЕГЕНЕРАТИВНІ ЗАХВОРЮВАННЯ

**Анотація:** нейродегенеративні захворювання – важлива проблема. Ці захворювання зустрічаються все частіше, на ранніх стадіях їх розпізнати дуже складно, повністю вони не лікуються. Саме тому дослідників цікавить що саме спричиняє захворювання та якими методами можна забезпечити їхню терапію. Дана робота має за мету ознайомитися з негативним впливом електромагнітних полів на нейродегенеративні захворювання. Надати коротку характеристику одним з найпоширеніших нейродегенеративних захворювань. Розглянути методи терапії нейродегенеративних захворювань з використанням ЕМ полів. Методологічну основу дослідження склали аналіз статей на відповідну тему, опрацювання досліджень виконаних авторами, структурування та узагальнення поданої інформації.

**Ключові слова:** нейродегенеративні захворювання, хвороба Альцгеймера, хвороба Паркінсона, електромагнітні поля, магнітотерапія, транскраніальна електромагнітна стимуляція.

В науковому суспільстві часто виникають дискусії щодо впливу електромагнітних полів на нервову систему та організм в цілому. Стверджують, що вони можуть мати негативний вплив, спричиняти порушення функцій нервової системи, навіть мають взаємозв'язок з виникненням нейродегенеративних захворювань. Також розглядають ЕМ поля як метод терапії цих захворювань. Тим не менш, необхідні подальші дослідження, щоб детально пояснити механізм дії ЕМ поля на центральну нервову систему та потенційний зв'язок з нейродегенеративними захворюваннями.

Нейродегенеративні захворювання – це група патологій, в основі яких лежить втрата функціональних властивостей нервової системи та загибель нейронів. Попри поширеність цих хвороб, ліків від абсолютної більшості досі не існує. Ці хвороби значно знижують загальну тривалість життя: наприклад, людина з хворобою Альцгеймера живе в середньому 9 років після поставлення діагнозу. Наявні лікарські засоби зазвичай полегшують симптоми, не лікуючи причину. Сьогоднішні терапії – це терапії паліативної медицини: вони не мають за мету лікування хворого, а лише уповільнюють розвиток хвороби.

Незважаючи на різні прояви, нейродегенеративні захворювання мають спільні механізми розвитку. Нейродегенерація – це старіння нервової системи. В її основі лежать епігенетичні зміни, мутації, втрата білкової стабільності, дисфункція імунної системи – все це призводить до старіння мозку та пов'язаних патологій [1, с. 180–186].

Розглянемо найпоширеніші нейродегенеративні захворювання такі, як хвороба Альцгеймера (ХА) та хвороба Паркінсона (ХП)

Хвороба Альцгеймера (ХА) – тяжке нейродегенеративне захворювання, яке призводить до втрати пам'яті, а згодом до неможливості психічної діяльності й повного знищення інтелекту. Серед можливих причин захворювання виділяють порушення синтезу нейромедіатора ацетилхоліну. Також виділяють теорію пов'язану з накопиченням фрагментів білка  $\beta$ -амілоїда. Деякі вчені вважають, що аномальний тау-протеїн призводить до розвитку захворювання, оскільки порушуються функції нейрофібрил в тілі нейрона. Також виникнення ХА, все частіше пов'язують з окислювальним стресом [2, с. 1– 6].

Хвороба Паркінсона (ХП) – це хронічне захворювання головного мозку, що повільно прогресує та супроводжується вегетативними та психічними розладами. При ХП виникає зниження рівня дофаміну, який посилає імпульси від головного мозку до кінцівок, контро-

люючи таким чином рух. Через деякий час, з прогресуванням захворювання, пацієнт з ХП втрачає здатність контролювати свої рухи [3, с. 7–11].

Нині дослідники шукають зовнішні фактори, які є відповідальними за розвиток нейродегенеративних захворювань. Розглядають, що вплив електричного та магнітного полів можуть бути пов'язані з підвищеним ризиком нейродегенеративних захворювань. У роботі [4, с. 329–340] було розглянуто вплив магнітних полів надзвичайно низької частоти (ELF-MF), в діапазоні частот від 3 Гц до 300 Гц, на розвиток ХА та зазначено, що систематичний вплив ELF-MF може підвищувати ризик розвитку ХА. Гіпотеза полягає в тому, що вплив ELF-MF може сприяти запальним процесам і таким чином впливати на прогресування нейродегенеративних захворювань [5, с. 3–5]. Однак, результати слід тлумачити з обережністю. Необхідно більше досліджень для кращого розуміння впливу ELF-MF на ризик ХА. Зазначається, що серед людей, які постійно піддаються впливу електромагнітних полів (наприклад, оператори електростанцій), спостерігається вища смертність від нейродегенеративних захворювань ніж в інших професійних групах. Однак, виникнення Хвороби Альцгеймера сильніше пов'язане з електричним і магнітним полем, ніж хвороба Паркінсона. Зустрічається вищий рівень смертності від хвороби Альцгеймера у чоловіків, що піддаються впливу магнітного поля [6, с. 418–419]. У дослідженні [7, с. 539–543] у величезному аналізі на 30631 осіб не спостерігає кореляції між ХА та систематичним впливом електромагнітного поля. Кілька робіт, які спеціально досліджували нейродегенеративні захворювання, показують, що ефекти впливу або відсутні, або вказують на позитивний вплив на життєздатність і диференціацію нейронів [6, с. 415–419]. Хоча публікацій на тему взаємозв'язку ЕМ поля та нейродегенеративних захворювань досить багато, важливо зазначити, що всі вони є на підставі свідчення про смерть та медичної документації. Але ще багато зовнішніх факторів можуть мати важливе значення для визначення ризику нейродегенеративних захворювань в різних професійних групах, таких, як: тяжкість роботи, фізична або розумова робота, спосіб життя. В дослідженнях *in vivo* та *in vitro*, проведених в [5, с. 1] було показано, що ЕМ поля можуть викликати легкий окислювальний стрес (процес пошкодження і загибелі клітин тіла людини в результаті окислення) і беруть участь у процесах протизапальної дії (зниження рівня прозапальних цитокінів і збільшення протизапальних цитокінів). Запальні процеси можуть призвести до активації мікроглії та інтенсифікації окислювального стресу, викликаного вибухом електронів. Запалення центральної нервової системи часто виникає в разі ХА, ХП або у разі хронічних неврологічних розладів. Зростання запалення ініціюють мікроглія та астроцити центральної нервової системи.

Незважаючи на те, що зараз активно досліджується негативний вплив ЕМ полів, їхній позитивний вплив також помітний і використовується в терапії багатьох нейродегенеративних захворювань.

Магнітотерапія представляє собою сукупність методів лікування захворювань за допомогою магнітних полів. Даний напрямок у фізіотерапії засновано на впливі змінного (постійного) магнітного поля низької (високої) частоти на організм людини. Під впливом цього поля тканини людського організму не намагнічуються, але такі складові елементи біотканин, як вода і клітини крові, можуть змінювати магнітні властивості [8, с. 215–216]. Його дія на нервову систему полягає в покращенні обміну речовин нервових клітин, постачанні крові мозку, посиленні синаптичної перебудови процесів, зменшенні м'язового тремору, ністагму, болю, запаморочень та спостерігається кращий контроль сечовипускання. Також було доведено, що після магнітотерапії, функції пошкоджених черепно-мозкових нервів були відновлені. Але важливо відзначити, що проблемою є також вплив на людину електромагнітних полів поблизу різних магнітотерапевтичних приладів.

Дедалі більше доказів показують, що стимуляція електромагнітними полями надзвичайно низької частоти здатна надавати певну дію на аутоімунітет та імунні клітини. Доведено ефективність імпульсних ELF-EMF щодо полегшення симптомів і прогресування розсіяного склерозу, через їх дію на передачу нейронів та на аутоімунні механізми, відповідальні за демі-

елінізацію. Що стосується імунної системи, вплив ELF-EMF сприяє загальній активації макрофагів, що призводить до змін аутоімунітету та кількох імунологічних реакцій, таких, як: збільшення утворення активних форм кисню, посилення фагоцитарної активності та збільшення продукції хемокінів. Транскраніальна електромагнітна стимуляція мозку є новою неінвазивною технікою, яка використовується для лікування різних нейродегенеративних розладів, зокрема хвороби Альцгеймера [9, с. 1888–1895]. Біологічною основою терапевтичного ефекту ТЕС є продукування ендорфінів в головному мозку, а також підвищення їх концентрації в цереброспінальній рідині, головному мозку, крові. Курсова ТЕС-терапія сприяє активній продукції ендорфіну і не спричиняє звикання, досягається обезболюючий ефект, антидепресивний, антистресорний ефекти, підвищується працездатність пацієнта та нормалізується сон. ТЕС-терапія справляє вплив на імунітет, сприяє затриманню росту новоутворень, прискорює загоєвання тканин організму, регенерацію периферичних нервів [10, с. 22–26].

Транскраніальна магнітна стимуляція застосовується під час лікування хвороби Паркінсона. Цей метод працює таким чином, що при ТМС в котушці стимулятора відбувається генерація електромагнітного імпульсу, внаслідок чого в близько розташованих нервових тканинах генерується змінне електричне поле, яке призводить до появи імпульсного струму. Під впливом сильного магнітного поля відбувається деполяризація мембрани нервових клітин кори головного мозку, яка призводить до появи і подальшого поширення потенціалу дії [11, с. 1–10]. З позицій сучасних уявлень про організацію рухових систем центральної нервової системи, ТМС здійснює нейротрансмітерну регуляцію, що зумовлює використання методів лікуванні рухових розладів центрального генезу. ТМС впливає і на ГАМК-ергічні системи головного мозку [12, с. 24].

**Висновки:** досі не можна повністю стверджувати, що електромагнітні поля спричиняють нейродегенеративні захворювання. У разі хвороби Паркінсона не вистачає досліджень, щоб стверджувати, що ЕМ поля впливають на це захворювання. Однак, деякі вчені вважають, що ЕМ поля сприяють утворенню окислювального стресу в організмі і, таким чином, призводять до виникнення захворювання. У випадку хвороби Альцгеймера є багато досліджень, які вказують на вплив ЕМ поля. Існує підвищений ризик розвитку ХА у чоловіків. Тому для пояснення статистики серед цієї групи осіб необхідно провести багато серйозних, об'єктивних і детальних подальших досліджень. Електромагнітні поля також широко застосовуються як терапевтичні методи різних захворювань центральної нервової системи, зокрема й нейродегенеративних.

## Література

1. Wyss-Coray T. Ageing, neurodegeneration and brain rejuvenation / Tony Wyss Coray. // Nature. – 2016. – №10. – С. 180–186.
2. Alzheimer's Disease Fact Sheet [Електронний ресурс] // National Institute on Aging. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.nia.nih.gov/health/alzheimers-disease-fact-sheet>.
3. Болезнь Паркинсона: книга для больных и их семей III / [П. Таба, Т. Асер, Ю. Крикманн та ін.], 2007. – 112 с.
4. Occupational Exposure to Extremely Low Frequency Magnetic Field and Risk of Alzheimer Disease: A systematic Review and Meta-analysis / H. Jalilian, S. Hosseini Teshnizi, M. Röösl, M. Neghab. // International Journal of Epidemiology. – 2008. – №2. – С. 329–340.
5. Mattsson M. Is there a relation between extremely low frequency magnetic field exposure, inflammation and neurodegenerative diseases? A review of in vivo and in vitro experimental evidence. / M. Mattsson, M. Simko. // Toxicology. – 2012. – №1. – С. 1–12.
6. Occupational Magnetic Field Exposure and Neurodegenerative Disease / M. Feychting, F. Jonsson, N. L. Pedersen, A. Anders. // Epidemiology. – 2003. – №4. – С. 413–419.
7. Johansen C. Exposure to Electromagnetic Fields and Risk of Central Nervous System Disease in Utility Workers / Christoffer Johansen. // Epidemiology. – 2000. – №3. – С. 539–543.
8. Остафійчук Д.І. Магнітне поле. Магнітобіологія. Магнітотерапія / Д.І. Остафійчук, В.В. Волощук, Ю.А. Білобрицький. // Буковинський медичний вісник. – 2016. – № 3. – С. 215–218.

9. Guerriero G. Extremely low frequency electromagnetic fields stimulation modulates autoimmunity and immune responses: a possible immuno-modulatory therapeutic effect in neurodegenerative diseases / G. Guerriero, R. Ricevuti. // *Neural Regeneration Reserch*. – 2016. – № 12. – С. 1888–1895.

10. Андреева И.Н., Акишина И. В. Транскраниальная электростимуляция // *Астраханский медицинский журнал*. 2012. –№ 1. –С. 22–27.

11. Кузнецов В.В. Неинвазивная стимуляция головного мозга: монография / В.В. Кузнецов, Н.А. Скачкова. – Киев: «Феникс», 2016. – 246 с.

12. Гапонов П. К. Можливості неінвазивної нейромодуляції в реабілітації / П.К. Гапонов. // *Український вісник психоневрології*. – 2021. – № 2. – С. 21–25.