

ФІЗІОЛОГІЧНА ДІЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НАДТО ВИСОКОЇ ЧАСТОТИ

У статті розглядається вплив низькоінтенсивного електромагнітного випромінювання надто високої частоти на характер фізіологічних реакцій у людини

Проблема впливу електромагнітних випромінювань (ЕМВ) на біологічні об'єкти залишається однією з актуальних в біології і медицині, про що свідчить широке застосування в цих галузях нових екологічно чистих і економічних технологій з упровадженням фізичних факторів.

Особливо цікавим є вивчення фізіологічної дії низькоінтенсивного випромінювання надто високої частоти (НВЧ) або міліметрового (мм) діапазону через те, що цей діапазон відсутній у спектрі природних ЕМВ, і тому у людини і тварин не розвинулась адаптація до його дії [4]. При цьому висловлено припущення, що низькоінтенсивні ЕМВ НВЧ використовуються для передачі інформації між організмами і всередині організмів [Андрєєв Є.А. та ін., 1985; Дев'ятков М.Д. та ін., 1991; Бецький О.В., Лебедева Н.М., 2001; Киричук В.Ф. та ін., 2003].

Когерентні електромагнітні коливання міліметрового діапазону були освоєні порівняно недавно - в середині шістдесятих років двадцятого століття. Велика заслуга в цьому належить Росії. Практично освоєння цього діапазону почалося з робіт, виконаних в НДІ "Істок" (м. Фрязіно) під керівництвом акад. Н.Д. Девяткова та проф. М.Б.Голанта, коли була розроблена і запущена в серійне виробництво серія вакуумних ширококутових приладів -

ламп зворотної хвилі з поздовжнім магнітним полем (ЛОВ-О), в яких частота генерації перебудовується електричним способом шляхом зміни електричної напруги на одному з керуючих електродів. ММ-діапазон охоплює довжини хвиль (у повітряному просторі) $\lambda = 1 \dots 10$ мм, що відповідає частотам коливань відповідно $f = 300 \dots 30$ ГГц [2].

В даний час дія низкоінтенсивних ЕМВ НВЧ розглядається з позиції екології і можливості клінічного застосування [Герашенко С.І., 1997; Сітько С.П., 2001]. В екологічному аспекті досить актуальною стає проблема вивчення біологічних ефектів і наслідків впливу штучних джерел ЕМВ на населення, тому що державні стандарти, які регламентують припустимі рівні ЕМВ, здебільшого не мають фізіологічного обґрунтування [Гічев Ю.В., Гічев Ю.Ю., 1999]. Дотепер єдино стійко фіксуючою реакцією при опроміненні був тепловий ефект, і тому існуючі стандарти ґрунтуються на фізичних принципах без урахування тонких фізіологічних механізмів взаємодії ЕМВ з біологічними системами [1].

В основі лікувальної дії вкрай високочастотних випромінювань лежить індукована міліметровими хвилями конформаційна перебудова структурних елементів шкіри та активація нервових провідників шкіри, які володіють тонічною активністю. В результаті модуляції їх імпульсної активності, змінюється структура висхідного імпульсного потоку, що призводить до активації шкірно-вісцеральних рефлексів.

Під дією міліметрових хвиль на зони локальної хворобливості, рефлексогенні зони і біологічно активні точки відбувається зміна діяльності вегетативної нервової та ендокринної систем, що сприяє поліпшенню трофіки слизової гастродуодональної зони, залозистого апарату шкіри. Поряд з цим конформаційні зміни дермальних структур шкіри під дією міліметрових радіохвиль індукують імуногенез шкіри, і тим самим здатні корегувати

гуморальний і клітинний імунітет і реактивність організму. Реакції організму на міліметрові радіохвилі розвиваються в рамках загального адаптаційного синдрому і проявляються у збільшенні неспецифічної резистентності організму до факторів зовнішнього середовища. Виникаюча при міліметровихвильовому опроміненні нейрогуморальна активація антиоксидантної системи організму блокує процеси перекисного окислення ліпідів, що грає істотну роль в патогенезі ряду захворювань і їх загострень.

Завдяки ряду особливостей взаємодії ММ електромагнітних хвиль з біологічними об'єктами використання цих хвиль в медицині та біології є унікальним. Міліметрові хвилі відносяться до неіонізуючих випромінювань. Енергія кванта в міліметровому діапазоні (10^{-3} eV при $\lambda = 1$ мм). Енергія кванта в ММ-діапазоні менше навіть енергії теплового руху $h\nu < kT$ (при кімнатній температурі $kT \sim 2,5 \cdot 10^{-2}$ eV).

Одна з важливих особливостей ММ-хвиль полягає в тому, що вони сильно поглинаються водою і водними розчинами (як відомо, організм людини містить близько 70% води). Так, наприклад, шар води товщиною 1 мм послаблює ММ-хвилі в 10 000 разів при $\lambda = 2$ мм і в 100 разів при $\lambda = 8$ мм. Така властивість води пояснюється тим, що частоти обертальних рухів молекул води знаходяться в області ММ-і субмм-хвиль.

При всіх схемно-конструктивних варіаціях вже існуючої і нової лікувально-діагностичної НВЧ-апаратури контроль фізіологічного стану фактично здійснюється двома методами [3]. Один з них базується на дослідженні спектрів випромінювання живих клітин (зокрема, клітин крові) за фізичними ефектами взаємодії їх із зовнішньою електромагнітною хвилею НВЧ діапазона на незмінному наборі використовуваних (фіксованих) довжин хвиль: 4,9; 5,6 і 7,1 мм. Оцінка впливу здійснюється за одним чи

декількома функціональними параметрами клітинної суспензії. Для зразків крові це можуть бути її в'язкість, фібринолітична активність, механічна резистивність еритроцитів чи діелектрична проникність у НВЧ діапазоні. Другий метод оцінки фізіологічного стану організму базується на властивостях біологічно активних точок випромінювати свої власні ЕМХ у інфранизькому і високочастотному діапазонах. Відзначені вище точки, зони й області є нелінійною (в електричному розумінні) системою, тому при впливі ЕМХ на зазначені області відбувається взаємодія ЕМХ із власним випромінюванням організму в рефлексогенних зонах.

Таким чином, НВЧ-вплив стимулює в організмі неспецифічну адаптаційну резистентність, при цьому в організмі мобілізуються захисні і регуляторні функції.

Література

1. Адаповані методичні рекомендації по КВЧ-терапії. М., 1998.
2. Бецкий О.В., Девятков Н.Д., Лебедева М.М. Лікування електромагнітними полями. Частина 1,2,3// Біомедична радіоелектроніка, 2000, № 7 с. 3-9, № 10 с.8-21, № 12 с. 11-30.
3. Киричук В.Ф., Гончарова Л.Н. і ін. Актуальні проблеми застосування електромагнітних полів в медицині. Л., 1990.
4. Чужан О.М. Нейроімуноендокринні механізми адаптації до дії низькоінтенсивного електромагнітного випромінювання надто високої частоти. – Автореф. дисерт. на здобуття наук. ступеня докт. біол. наук. – Київ, 2004.