

УДК 621.396:615.47(075)

А.Ю. КЛАПОУЩАК, Д.М. БАРАНОВСЬКИЙ, В.С. ПАВЛОВ

Вінницький національний технічний університет

ОСОБЛИВОСТІ ВЗАЄМОДІЇ ЕМ-ВИПРОМІНЮВАННЯ З БІООБ'ЄКТАМИ

В роботі розглядаються особливості взаємодії ЕМ-випромінювання з біооб'єктами, наводяться результати експериментальних досліджень. Визначаються особливості низькоінтенсивної терапії та її переваги над іншими методами лікування. Зроблено висновки, що частотно-залежний відгук системи на опромінення характерний тільки для живих організмів. Наводяться можливості та переваги використання міліметрового випромінювання для діагностики і лікування.

Ключові слова: ЕМ-випромінювання, біооб'єкт, опромінення, міліметрове випромінювання, біологічний ефект.

A.U. KLAPOUSCHAK, D.M. BARANOVSKIY, V.S. PAVLOV

Vinnitsia National Technical University

FEATURES OF INTERACTION OF RADIATION WITH BIOLOGICAL OBJECTS EYF

In this article, features of the interaction EM radiation on biological objects, the results of experimental studies. Identify features low intensive therapy and its advantages over other methods of treatment. In assessing the effects of the interaction of electromagnetic radiation with various objects it is divided into ionizing and non-ionizing. To include an ionizing radiation quantum energy is so great that it leads to the breakdown of intermolecular bonds or ionization. Low level radiation in the millimetre range using physical therapy as a promising tool in the treatment of various diseases in gastroenterology, oncology, traumatology, orthopaedics, gynecology, neurology. Analysis of the results obtained by different researchers, we conclude that the frequency-dependent response system for radiation characteristic only of living organisms. The biological effect is some time after the beginning of exposure. Biological effect of millimetre radiation depends on the phase of the biological object and the initial state of the body. The ability to use millimetre radiation is the result of the said actions radiation depending on the cause and nature of the disease the greatest therapeutic effect was observed when exposed to different frequencies body millimetre. The difference between action millimetre radiation is that irradiation of relatively large organisms its performance can affect organs far away from the place of exposure.

Keywords: EM radiation, biological objects, exposure, millimetre radiation, biological effect.

При оцінюванні ефектів взаємодії електромагнітного випромінювання з різними об'єктами, його поділяють на іонізуюче і неіонізуюче. До іонізуючого відносять випромінювання, квант енергії якого настільки великий, що призводить до розриву міжмолекулярних зв'язків або іонізації атому. Випромінювання з більшою довжиною хвилі і малою величиною кванту енергії відносять до неіонізуючого випромінювання. Але неіонізуюче випромінювання може мати і енергетичну дію на організм, коли корисний ефект досягається при переході енергії електромагнітного випромінювання в тепло (гіпертермія). Але можлива також дія електромагнітного випромінювання на організм, при якій підвищення температури незначне (до 0,1 °С) і воно не є головним фактором для досягнення корисного лікувального ефекту. В таких випадках мова йде про керуючу або інформаційну дію електромагнітного випромінювання низької або нетеплової інтенсивності. Ця властивість проявляється в міліметровому, субміліметровому та в верхньому діапазоні сантиметрових хвиль при малих значеннях густини потоку потужності, яка складає долі чи одиниці міліват на 1 см² поверхні яка опромінюється [1].

На сьогоднішній день низькоінтенсивне випромінювання в міліметровому діапазоні використовується як перспективний фізіотерапевтичний засіб при лікуванні різних захворювань в гастроентерології, онкології, травматології, ортопедії, гінекології, неврології [2]. Для більш детального вивчення впливу низькоінтенсивного міліметрового випромінювання варто провести ряд досліджень і з'ясувати ознаки порушення нормальної життєдіяльності опромінюваних організмів, апертуру опромінювання та знайти можливість покращення стабільності джерела випромінювання.

Низькоінтенсивна терапія має ряд особливостей, які обумовлюють її перевагу над іншими методами лікування:

1. Неінвазивність.
2. Можливість використання в якості монотерапії.
3. Практично повна узгодженість з медикаментозними методами лікування.
4. Відсутність алергій, небажаних ефектів та віддалених наслідків.
5. Полілікувальні ефекти, підвищення імунного статусу організму, зниження наслідків стресових дій на організм.

Взаємодія випромінювання з біооб'єктами може мати сильний частотно-залежний характер і добре відтворюватись. Частотна залежність за формою нагадує резонансну характеристику коливального контура, що підтверджено експериментальними дослідженнями на бактеріальних культурах і тваринах, коли звичайно спостерігалось багато резонансів, віддалених один від одного на 120–200 МГц [3].

На рис. 1 показана дія міліметрового випромінювання на кишкову паличку. Досліджувався вплив міліметрового випромінювання на функціональну активність генетичних елементів бактеріальних клітин. В якості тест-об'єкту була вибрана індукція білка коліцину кишковою паличкою, яка приводить клітину до загибелі. Ефект оцінювався коефіцієнтом індукції K – відношенням процентного вмісту мікроорганізмів, які виділяють коліцин, в опромінєній та неопромінєній культурах [3].

Як видно, відносні смуги частот, в яких коефіцієнт індукції досягав 2-3, спостерігаються при довжинах хвиль 6,5, 6,53 та 6,55 мм. Густина потоку потужності складала біля 5 мкВт/см², а оптимальний час опромінення 2-3 год.

Досліди по впливу ЕМ-випромінювання на синхронізацію поділу дріжджових клітин показали, що при однаковій початковій фазі поділу дія ЕМ-випромінювання довжиною хвилі 6,5 мм і густині потоку потужності 0,25 мВт/см на протязі 1 год підвищує синхронність поділу без будь-яких ознак початку розходження [4].

Аналіз результатів, отриманих різними вченими, дозволяє зробити висновок, що частотно-залежний (резонансний) відгук системи на опромінення характерний тільки для живих організмів.

Біологічні ефекти мають пороговий характер, який оцінюється потужністю, коли її порогова густина змінюється приблизно від 50 мкВт/см² до 10 мВт/см², причому, при опроміненні мікроорганізмів потужність менша, а тварин – більша [5].

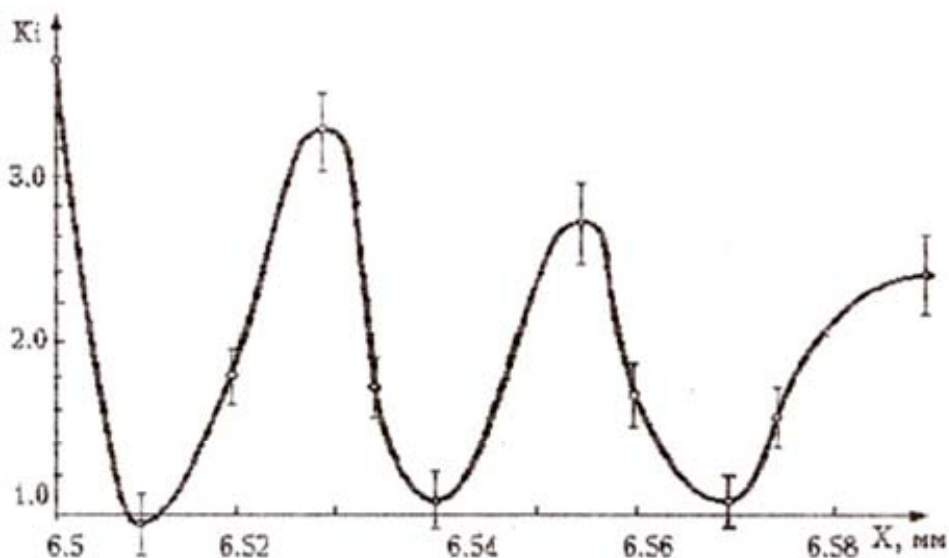


Рис. 1. Залежність коефіцієнта індукції K_i синтезу коліцину від довжини хвилі опромінення X [3]

Пороговий ефект можна проілюструвати рис. 2 [4]. Як відомо при дії тільки рентгенівського променя кількість клітин кісткового мозку зменшується відносно норми (N/K). Вплив додаткового ЕМ-опромінювання, починаючи з деякого порогового рівня (10 мВт/см²), спричиняє захист клітин мозку від наступного впливу рентгенівського випромінювання. При перевищенні порогу, величина ефекту залишається незмінною [4].

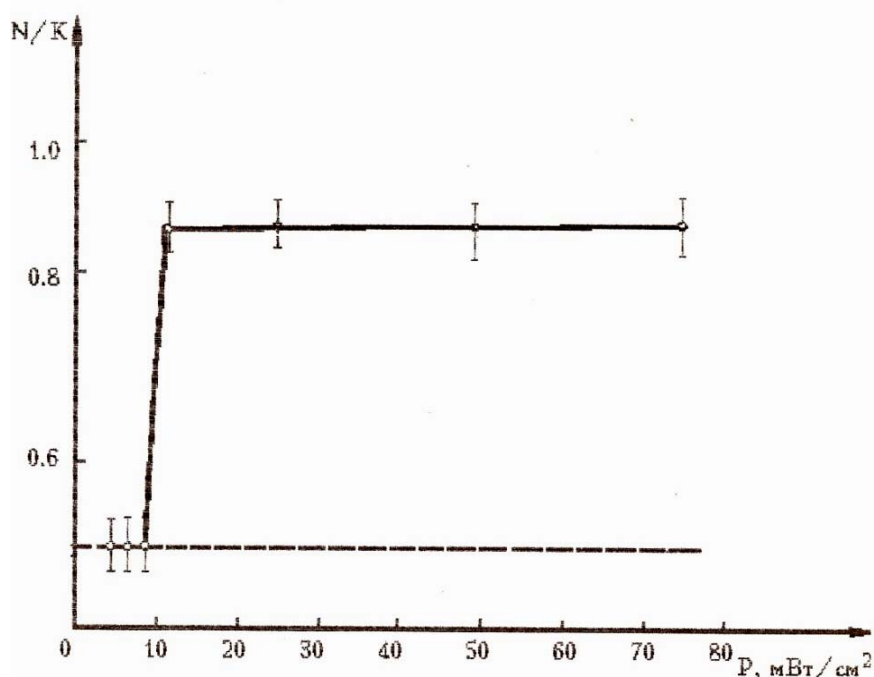


Рис. 2. Залежність зміни кількості клітин кісткового мозку при комбінованому впливі ЕМ та рентгенівського випромінювання [4]

Біологічний ефект проявляється через деякий час після початку опромінення. Оптимальний час опромінення – від 10–20 хвилин до 1–2 годин. Потім ефект, як правило, стабілізується.

При багаторазовому опроміненні через визначені проміжки часу (що для мікроорганізмів відповідає опроміненню багатьох поколінь) спостерігалась поява ознак опромінення через декілька сеансів [2]. Тобто, біологічний ефект носить кумулятивний характер. Інерційність відповіді на зовнішню дію взагалі, як правило, є типовою реакцією живого організму.

Біологічний ефект дії міліметрового випромінювання залежить від фази біологічного розвитку об'єкта і початкового стану організму. Якщо в початковому стані яка функція змінена відносно норми в декілька разів, то опромінюванням на відповідній частоті її можна підняти приблизно в ту ж кількість разів. На нормальне функціонування здорового організму опромінювання практично не впливає [2, 4, 6].

Можливість використання міліметрового випромінювання є наслідком вказаної залежності дії випромінювання від причини та характеру захворювання найбільший терапевтичний ефект спостерігається при дії на організм різними частотами міліметрового діапазону. В результаті відбувається відновлення організму, нормалізація його функцій, але не вихід за межі норми, тобто спостерігається найбільш бажаний для лікування ефект впливу [5].

В більшості випадків терапевтичний ефект досягається тільки за рахунок впливу випромінюванням – медикаментозні засоби при цьому не використовуються. Енергетична дія на організм практично відсутня, а результат впливу випромінювання пов'язаний з мобілізацією власних сил організму для боротьби з хворобою.

Одна з цікавих відмінностей дії міліметрового випромінювання полягає в тому, що при опроміненні відносно великих організмів його дія може вплинути на органи, значно віддалені від місця опромінювання. Не всі ділянки поверхні тіла людини та тварин однаково чутливі до опромінення, але приблизно однаковий ефект можна отримати при опроміненні різних ділянок тіла [7, 8].

Висновки. По-перше, мають існувати ознаки порушення нормальної життєдіяльності опромінюваних організмів, а їх початкові стани в експерименті мають бути приблизно однаковими. Небажано використовувати потоки з потужностями, густина яких близька до порогового значення (орієнтовні данні можуть бути отримані з дослідів над аналогічними об'єктами), так як при зміні умов відбивання від поверхні, опромінювання стає неефективним.

По-друге, оскільки не всі точки поверхні тіла однаково чутливі до міліметрового випромінювання, бажано використовувати опромінювання з апертурою біля 2 см², для того, щоб мінімальна кількість чутливих до випромінювання точок, попала в зону опромінення, яка зберігається незмінною.

По-третє, модуляція частоти опромінення в невеликих межах (50 МГц) біля резонансних частот дозволяє знизити вимоги до стабільності частоти джерела випромінювання. Необхідно підтримувати однакову тривалість опромінення, яка виявляється значною – від декількох десятків хвилин до декількох годин. Саме при такій тривалості опромінювання організму в ньому формується та «запам'ятовується» ефект впливу.

Література

1. Доровских С. Н. Информационно-волновые методы коррекции нарушенных регуляторных функций в живых организмах / С. Н. Доровских, А. А. Разживин // Зарубежная радиоэлектроника. – 1996. – № 12. – 93 с.
2. Бецкий О. В. Миллиметровые волны в биологии и медицине / О. В. Бецкий, В. В. Кислов // Радиотехника и электроника. – 1993. – № 10. – 142 с.
3. Бецкий О. В. Миллиметровые волны в биологии / Бецкий О. В. – М. : Знание, 1988. – 64 с.
4. Бецкий О. В. Волны и клетки / О. В. Бецкий, В. В. Кислов – М. : Знание, 1990. – 64 с.
5. Бецкий О. В. КВЧ-терапия / О. В. Бецкий // Радио, 1993. – № 10. – С. 5–11.
6. Бецкий О. В. Миллиметровые волны низкой интенсивности в биологии и медицине / О. В. Бецкий, В. В. Кислов, Н. Д. Девятков // Зарубежная радиоэлектроника. – 1996. – № 12.
7. Воропаев С. Ф. Динамика спектральных параметров электрической активности рефлексогенных зон при терапии электромагнитным излучением крайневисоких частот / С. Ф. Воропаев // Вестник новых медицинских технологий. – 1996. – Т. 3, № 4. – С. 45, 46.
8. Грушевой А. Г. Зависимость лечебного эффекта микроволновой резонансной терапии от различных режимов работы аппаратов / А. Г. Грушевой, А. А. Резаев // Вестник новых медицинских технологий. – 1996. – Т. 3, № 4. – С. 46, 47.

Рецензія/Peer review : 22.11.2016 р.

Надрукована/Printed : 15.12.2016 р.
Рецензент: д.т.н., проф. Кичак В.М.