

О.І. Райченко
В.С. Мосієнко
Ю.В. Яніш
О.В. Дерев'янко
О.В. Дерев'янко
Л.І. Черненко
О.В. Карнаушенко

Інститут проблем
матеріалознавства
ім. І.М. Францевича
НАН України

Інститут експериментальної
патології, онкології
і радіобіології ім. Р.Є. Кавецького
НАН України, Київ, Україна

Ключові слова: змінне магнітне
поле, акустичний вплив,
лімфолейкоз L1210, тривалість
життя.

ВСТУП

Відомо, що магнітні поля (МП), залежно від їх характеристик та способів застосування, можуть як затримувати, так і стимулювати ріст злоякісних пухлин [1, 2]. Слід зазначити, що жоден із фізичних методів, які використовують у медицині, не викликав стільки суперечок (від захоплення до негативного ставлення), як застосування МП. При використанні з метою лікування слабких постійних та змінних МП з різними характеристиками (від кількох мілітесла до 10 Тл) в експерименті та клініці були отримані позитивні результати [3, 4]. Сьогодні МП з різними характеристиками використовують у комплексному лікуванні низки захворювань у вигляді загальної або локальної магнітотерапії; вивчають біофізичні, фізіологічні механізми їх дії та лікувальну ефективність; випускається широкий спектр магнітотерапевтичних апаратів [4, 5]. Передбачається, що МП можуть діяти на субмолекулярному, молекулярному та надмолекулярному рівнях. Їх дія реалізується в реакціях клітинного, органного та системного рівнів організму. МП проникають практично безперешкодно через різні тканини на велику глибину з незначною втратою енергії та впливають майже на кожну клітину організму людини. МП, застосовані у лікувальних дозах, покращують мікроциркуляцію крові, ліквідують стаз еритроцитів у капілярах, підвищують утилізацію кисню в клітинах, активують натрієво-калієві канали у мембранах клітин, змінюють рН крові, нормалізують водно-електролітний баланс. Загальна магнітотерапія, паралельно з локальною, дозволяє за допомогою низькоінтенсивних МП синхронізувати захисні функціональні системи, підвищити адаптивно-компенсаторні механізми хворого організму.

Використання апарату «Магнітотурботрон-2М» в експериментальних дослідженнях в Онкологічному

ВПЛИВ ЗМІННИХ МАГНІТНИХ ПОЛІВ ТА АКУСТИЧНОЇ ВІБРАЦІЇ НА ПЕРЕБІГ МОДЕЛЬНОГО ПУХЛИННОГО ПРОЦЕСУ

Резюме. Досліджено сумісний вплив змінного магнітного поля (ЗМП) і акустичного сигналу різної інтенсивності та експозиції на перебіг перещепленого лімфолейкозу L1210 у мишей. Показано, що вплив ЗМП (0,4; 8,2; 15,0 та 35,0 мТл) при 1; 2 та 30 хв експозиції як окремо, так і разом з акустичним сигналом потужністю 40 Дб (тип сигналу — «білий шум») прискорювали розвиток процесу та скорочували середню тривалість життя тварин. Одержані результати доцільно враховувати при гігієнічному нормуванні досліджених чинників на виробництві та на транспорті, а також при лікуванні пацієнтів з пухлинною хворобою.

науковому центрі ім. М.М. Блохіна РАМН показало, що вплив МП значно затримував ріст перещеплених пухлин молочної залози Ca755, меланоми В-16 та метастазування останньої. При цьому дія на клітини досліджених модельних пухлин *in vitro* була набагато меншою, ніж ефект *in vivo*. Спостерігали також підвищення протипухлинного ефекту деяких хіміопрепаратів. У клініці були отримані позитивні результати при лікуванні хворих на рак молочної залози, матки, товстої кишки та інших локалізацій [6]. Існує думка, що для підвищення ефективності магнітотерапії її слід комбінувати з іншими фізичними та хімічними чинниками, поєднувати загальну та місцеву магнітотерапію, підсилюючи індукцію діючого поля в області патологічного осередку або хворого органа [5].

З іншого боку, необхідно звернути увагу на те, що все життя сучасної людини проходить в умовах посиленого впливу сукупності електромагнітних полів (ЕМП) у зв'язку із стрімким розширенням їх антропогенних джерел, збільшенням їх потужностей, які додаються до МП Землі, у сумі підвищують магнітне навантаження на живі істоти у декілька десятків разів. Дія ЕМП (особливо тривала) може призводити до необоротних змін в організмі людини. Найбільш чутливими є нервова, імунна та ендокринна системи. В умовах постійної багаторічної дії ЕМП розвиваються деструктивні процеси у центральній нервовій системі, зменшуються адаптивно-компенсаторні можливості організму, підвищується ризик захворювання лейкозами, пухлинами мозку, виникнення хвороб ендокринних залоз та інше. Особливо шкідлива дія ЕМП на дітей, підлітків, вагітних, людей похилого віку та осіб з ослабленим здоров'ям [2, 7, 8].

Щодо використання в онкології акустичних полів з різними параметрами, які діють на атомному, молекулярному, клітинному рівнях та на організм

КРАТКОЕ СООБЩЕНИЕ

у цілому, то вони як лікувальні засоби самостійно майже не застосовуються, оскільки вважаються шкідливими для фізіологічного та біохімічного гомеостазу організму [9, 10]. Накладання на МП вібраційних (акустичних) сигналів є доцільним підходом для вивчення їх комбінованого ефекту, оскільки поєднаний вплив цих чинників відбувається на кожному кроці нашого технізованого життя.

Метою роботи було дослідження впливу змінного МП (ЗМП) різної інтенсивності в комбінації з акустичною вібрацією (40 Дб — «білий шум») на ріст лімфолейкозних клітин L1210, перещеплених *in vivo*. Поєднана дія МП з використаними нами значеннями індукції та потужного «білого шуму» на даний момент є розповсюдженим фактором впливу зовнішнього середовища на людину в побуті та на виробництві, тому вивчення ефекту сполучення цих чинників може лягти в основу запобіжних рекомендацій гігієнічного плану.

ОБ'ЄКТ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Експерименти проведені на мишах F1, яким перещеплювали лімфолейкоз L1210 (500 000 клітин в 0,2 мл фізіологічного розчину хлориду натрію в черевну порожнину). Тварин було поділено на 5 груп (по 10 у кожній групі). 1-ша група — контроль (миші з перещепленою пухлиною без подальшого магнітоакустичного впливу); 2-га група — миші, на яких з 1-ї доби після перещеплення протягом 12 діб щодня впливали по 30 хв ЗМП з індукцією 0,4–8,2 мТл (оскільки темп росту маси тіла та середня тривалість життя (СТЖ) тварин при впливі вказаних індукцій практично не відрізнялися між собою, при статистичній обробці вони були об'єднані в спільну групу); 3-тя група — тварини, на яких впливали МП (індукція 35,0 мТл) і вібрацією потужністю 40 Дб («білим шумом») 1 хв щодня з 1-ї доби після перещеплення протягом 12 діб; 4-та група — вплив ЗМП (індукція 15,0 мТл) і «білим шумом» (40 Дб) 2 хв щодня з 1-ї доби після перещеплення протягом 12 діб. До 5-ї групи входили інтактні миші, яким пухлин не перещеплювали. Вплив досліджуваних фізичних чинників оцінювали за темпом збільшення пухлинного асцити (динаміки маси тіла тварин при зважуванні кожні 3 доби) та СТЖ мишей у різних групах.

ЗМП з різною індукцією (0,4; 8,2; 15,0 та 35,0 мТл) і частотою 50 Гц, а також акустичну дію забезпечували за допомогою створеного в ІПМ НАН України комплексного магнітоакустичного обладнання. Вузол, створений в ІПМ (рис. 1), містить у собі джерело МП (ДМП), що складається зі стабілізованого випрямляча електричного струму ТЕС-14 та лабораторного автотрансформатора ЛАТР-2,5, і віброакустичну систему. Остання встановлюється на горизонтальній поверхні (скляному столику) для фіксації досліджуваних об'єктів, що дозволяє одночасно впливати на об'єкт двома названими фізичними чинниками. При використанні в якості джерела постійного струму стабілізованого випрямляча ТЕС-14 (межі регулювання струму від 0,05 до 5 А) при живленні котушки від мережі про-

мислового струму через автотрансформатор ЛАТР-2,5 забезпечується змінна магнітна індукція до 35,0 мТл з частотою 50 Гц, яку визначали універсальним тесламетром 43205/1. Рівень індукції встановлювали, задаючи силу струму, який пропускали через котушку; кожний експеримент проводили при фіксованій індукції МП. У якості джерела акустичного сигналу було використано побутову віброакустичну систему «I-Jeggu», яка дозволяє відтворювати широкий спектр акустичних сигналів. В експерименті застосовували сигнал потужністю 40 Дб (тип сигналу — «білий шум»). Для фіксації тварин було використано спеціальні скляні негерметичні камери, які дозволяли розміщати по 2 миші на час експозиції діючих чинників.

Результати дослідів обробляли статистично з використанням t-критерію Стюдента.

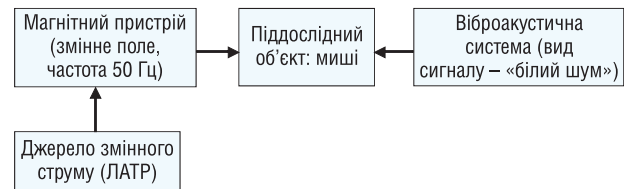


Рис. 1. Блок-схема вузла для сумісної вібромагнітної дії на дослідних тварин

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Як зазначено вище, біологічний ефект оцінювали, порівнюючи темпи збільшення маси тіла та СТЖ мишей різних груп. Темп росту середньої маси тіла тварин був найнижчим у 5-ї групі, де пухлина не перещеплювалася: 1-й тиждень — 0,8 г, 2-й — 1,2 г. У 1-й групі, в якій тваринам були перещеплені лімфолейкозні клітини без подальшого вібромагнітного впливу, приріст маси тіла за 1-й тиждень становив 2,2 г, за 2-й — 5,2 г. Найбільший приріст маси тіла тварин спостерігали у 2-й та 4-й групах (за 1-й тиждень — 2,4 і 2,6 г, за 2-й — 5,8 і 5,9 г відповідно) (рис. 2). Але статистично вірогідної різниці між показниками мишей 1–4-ї груп виявлено не було ($p > 0,05$ в усі терміни визначення).

Більш виразні результати одержано при визначенні СТЖ. Через 14 діб після перещеплення лімфолейкозу L1210 виживаність у контрольній групі становила 100%, у 2-й — 90%, у 3-й та 4-й (при сполученій дії МП і віброакустичного сигналу) — 50% (рис. 3). СТЖ мишей контрольної групи дорівнювала $16,8 \pm 0,3$ доби, 2-ї групи — $15,6 \pm 0,5$, 3-ї — $15,2 \pm 0,4$, 4-ї — $14,3 \pm 0,2$ доби (порівняно з контролем, $p < 0,05$ в усіх дослідних групах).

Таким чином, при дії *in vivo* МП з вищезазначеними характеристиками (як окремо, так і в комбінації з акустичною вібрацією інтенсивністю 40 Дб) спостерігали тенденцію до прискорення росту перещеплюваного асцитного лімфолейкозу L1210 і статистично значуще зменшення СТЖ мишей. Ці результати не збігаються з даними інших авторів, згідно з якими МП вказаної індукції може затримувати ріст модельних пухлин [4]. Отримані результати слід враховувати при тестуванні магнітоакустичних впливів на

виробництві, транспорті та при лікуванні різних захворювань (у тому числі пухлинної хвороби) як чинників, що можуть завдати шкоди людині.

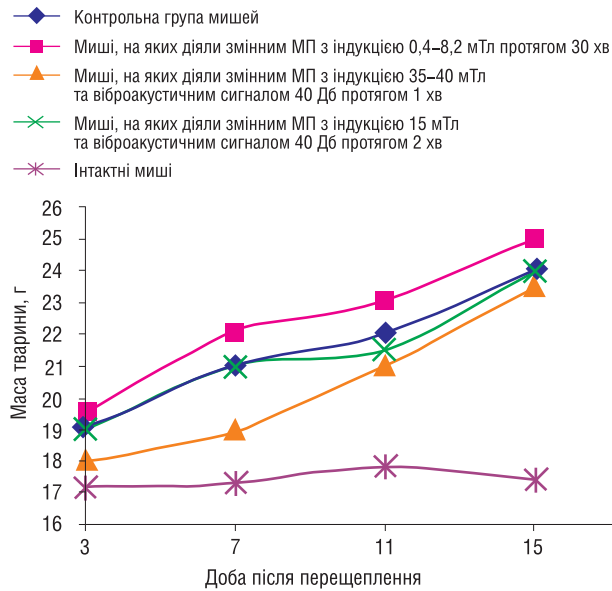


Рис. 2. Динаміка збільшення маси тіла мишей з асцитним лімфолейкозом L1210

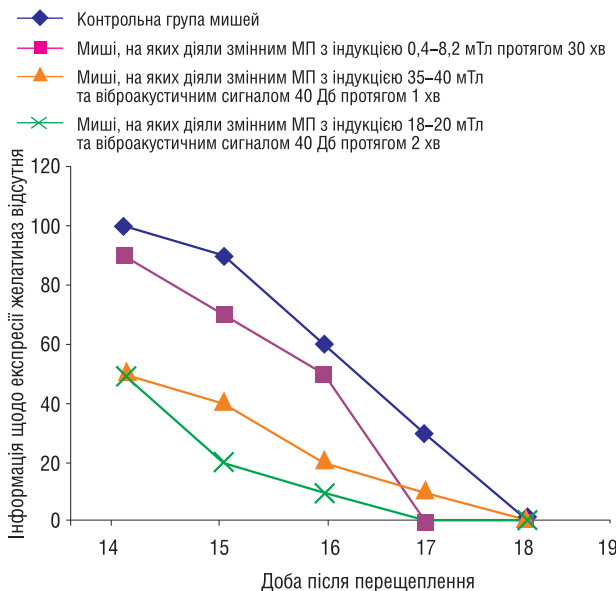


Рис. 3. Тривалість життя мишей з асцитним лімфолейкозом L1210

ВИСНОВОК

Результати експериментів дають підставу стверджувати, що при використанні ЗМП (0,4 і 8,2 мТл, експозиція 30 хв; 15,0 і 35,0 мТл, експозиція 1–2 хв), особливо у разі додавання акустичного впливу (40 Дб), виникає ймовірність отримати прискорення пухлинного росту.

Автори висловлюють подяку В.М. Суржину за сприяння у виконанні досліджень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Апшкальне ДА, Лиєпа МА, Кикут РП. Ефект постійного магнітного поля (ПМП) на синтез ДНК гліом чове-

ка *in vitro*. В: Всес симп «Биологическое действие электромагнитных полей». Пушино, 1982: 77–8.

2. Михайленко ПМ, Михайленко ВМ. Электромагнитные поля бытовых частот — повышение канцерогенной опасности или противоопухолевое действие. Онкология 2001; 3 (1): 4–10.

3. Шихлярова АИ, Шейко ЕА, Пиль ЭА. Оценка противоопухолевого эффекта и анализ активности дегидрогеназ лимфоцитов периферической крови крыс с опухолью С-45 при воздействии слабых инфранизкочастотных магнитных полей. Вопр онкол 1999; 45 (33): 290–1.

4. Балицкий КП, Гринчишин ВП. Применение магнитных полей в экспериментальной онкологии. Эксп онкол 1980; 2 (5): 3–11.

5. Системы комплексной электромагнитотерапии. /Под ред: АМ Беркутова / Москва: Бином, 2000. 388 с.

6. Дмитриев ЮД, Купицина ТА, Жандарова ЛД. Магнитотерапия в клинической онкологии. В: Всерос науч-пр конф онкологов «Нетрадиционные методы в онкологии». Ростовна-Дону, 1991: 20–1.

7. Горбачевский АВ. Электромагнитные поля и здоровье человека. В: «Природа та методи захисту»: Чернівці: Місто, 2010: 133–59.

8. Yakymenko I, Sidorik E, Kyrylenko S, et al. Long-term exposure to microwave radiation provokes cancer growth: evidences from radars and mobile communication systems. Exp Oncol 2011; 33 (2): 62–70.

9. Руководство по профессиональным заболеваниям / Под ред. НФ Измерова / Москва: Медицина, 1983: 113–63.

10. ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования.

INFLUENCE OF ALTERNATING MAGNETIC FIELD AND ACOUSTIC VIBRATION OF DIFFERENT INTENSITY IN MODEL TUMOR PROCESS

O.I. Raichenko, V.S. Mosienko, Y.V. Yanish, O.V. Derevianko, O.V. Derevianko, L.I. Chernenko, O.V. Karnauschenko

Summary. The combined action of a variable magnetic field (MF) and acoustic signal of various intensity and exposure time in overrunning of mice lymphatic leukemia L1210 is investigated. It is shown that in an outcome of influence of a MF with a various induction (0.4 mTl, 8.2 mTl, 15 mTl, and 35 mTl) during 1; 2 and 30 minutes exposition both separately and together with an acoustic signal by a potency of 40 Db (signal type — «the white noise») the process rate accelerated and the median life span of mice are reduced. These experimental data are necessary to take into account as the harmful factor in industry and on transport and in the treatment of tumor disease.

Key Words: variable magnetic fields, acoustic influence, lymphatic leukemia L1210, life span.

Адреса для листування:

Дерев'яно О.В.
03680, Київ, вул. Кржижановського, 3
ІПМ ім. І.М. Францевича НАН України
E-mail: lele@ukr-inter.net

Мосієнко В.С.
03022, Київ, вул. Васильківська, 45
ІЕПОР ім Р.Є. Кавецького НАН України