

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ ПАТОЛОГІЇ, ОНКОЛОГІЇ І
РАДІОБІОЛОГІЇ ім. Р. С. КАВЕЦЬКОГО

На правах рукопису

Кадюк Ігор Миколайович



ЕЛЕКТРОМАГНІТНА МЕХАНОЕМІСІЯ
КОМПОНЕНТІВ КРОВІ ТВАРИН
ПІСЛЯ ВПЛИВУ ІОНІЗУЮЧОЇ РАДІАЦІЇ

03.00.08 - Радіобіологія

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата біологічних наук

Київ - 1997



Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Українському науково-дослідному інституті онкології та радіології МОЗ України

Науковий керівник: доктор біологічних наук, професор
В. Е. Орел

Офіційні опоненти: доктор біологічних наук, професор
В. М. Войцицький

доктор біологічних наук
М. О. Дружина

Провідна організація: Інститут експериментальної
радіології УНЦРМ АМН України

Захист відбудеться "19." червня 1997 р.
о 14⁰⁰ год на засіданні спеціалізованої вченої ради Д01.83.01
при Інституті експериментальної патології, онкології та радіобіології
ім. Р. Є. Кавецького НАН України (252022, м. Київ-22, вул.
Васильківська, 45).

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Інституту
експериментальної патології, онкології та радіобіології
ім. Р. Є. Кавецького НАН України.

Автореферат розіслано "17" травня 1997 року.

Вчений секретар спеціалізованої
вченої ради Д 01.83.01
кандидат біологічних наук

Г. Й. Лавренчук

АВ37.847

ЗАГАЛЬНА ХРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність роботи

Бурхливий розвиток технологій, що використовують джерела радіаційного випромінювання, з усією невідворотністю поставив перед суспільством проблему дослідження променевого навантаження на організм і захисту від шкідливої дії іонізуючої радіації. У зв'язку з цим виникає необхідність створення і подальшого розвитку сучасних методів біологічної індикації радіаційного впливу на організм, в тому числі і при використанні опромінення, як фактора терапії онкологічних хворих (Edwards F.M. and Handee W.R., 1996).

З іншого боку, наявність багаторівневих репараційно-компенсаторних механізмів та складної ієрархічної системи взаємодії клітин, тканин і органів у цілісному живому організмі значно ускладнює задачу оцінки величини променевих навантажень. Тому інтерес до процесів ініціації і розвитку в біомолекулярних структурах вільнорадикальних реакцій, внаслідок радіаційного впливу, цілком виправданий. Вирішальна роль цього явища в формуванні радіодетермінованих патологічних процесів на сьогодні вже не викликає сумніву і вивчення його є актуальною задачею (Кузин А. М. и др. 1986 ; Ярмоненко С. П., 1988 ; Барабой В.А. и др., 1989; Бурлакова Е. Б., 1989 ; Владимиров Ю.А., 1992).

В останні роки накопичуються дані, що механоактивовані вільнорадикальні процеси, які супроводжуються електромагнітним випромінюванням, або ж механоемісією (МЕ), відображають пострадіаційні зміни в крові тварин (Орел В.Э. и др., 1996).

Мета дослідження

Вивчити характеристики і закономірності електромагнітного випромінювання в радіочастотному і оптичному діапазоні під час механоактивації біологічних проб деяких клітин-компонентів крові для біологічної індикації радіаційного впливу на організм.

Основні задачі дослідження

1. Розробити медико-біологічну технологію реєстрації і аналізу сигналів механоемісії клітин крові в радіодіапазоні, створивши для цього апаратно-програмний комплекс.
2. Дослідити закономірності зміни параметрів МЕ деяких клітин крові тварин в оптичному та радіодіапазоні після їх опромінення *in vitro* різними поглинутими дозами іонізуючої радіації.
3. Вивчити особливості радіаційного впливу на біологічні

ЛНБ ім. В. Стефаніка
АН України

структури за допомогою реєстрації показників МЕ деяких клітин крові тварин в радіочастотному діапазоні, після їх тотального γ -опромінення в різних поглинутих дозах.

Наукова новизна роботи

Зареєстровано механоактивоване електромагнітне випромінювання в радіодіапазоні висушеної на паперовій основі біологічної проби клітин крові тварин після дії іонізуючої радіації. Досліджено основні характеристики випромінюваної в радіодіапазоні ($0 + 10^3$ Гц) МЕ клітин крові після радіаційного впливу на них; визначено оптимальні умови генерації МЕ біологічної проби на радіочастоті та її реєстрації апаратними засобами, що дозволяє досліджувати взаємозв'язок між параметрами променевого впливу і постпроменевими біологічними зрушеннями в організмі.

Показано, що параметри МЕ еритроцитів і тромбоцитів крові тварин в радіодіапазоні корелюють з кінетикою перебігу вільнорадикальних реакцій, обумовлених дією радіації на організм.

Встановлено кореляційний зв'язок між показниками радіочастотної складові МЕ компонентів крові тварин з дозою променевого впливу на них в діапазоні поглинутих доз $0.1 + 1.0$ Гр.

Практична цінність роботи

Розроблена технологія дослідження клітин крові, що ґрунтується на реєстрації радіочастотної складові МЕ. Методика дозволяє із достатньою точністю на підставі аналізу інформації, отриманої при реєстрації МЕ, генерованої висушеною на паперовій основі біологічною пробєю, здійснювати оцінку змін в організмі під впливом іонізуючої радіації та інших зовнішніх чинників.

Параметри реєстрованої в радіодіапазоні МЕ крові та її компонентів, спектральні характеристики механоемісійного випромінювання цілком вірогідно відображають інформацію про радіаційний вплив на організм. З урахуванням простоти використання, високої інформативності і низької вартості технологія реєстрації МЕ біооб'єктів в радіодіапазоні з успіхом може застосовуватись у комплексній діагностиці для вирішення певних задач біологічної індикації променевого ураження.

Матеріали роботи апробовані і впроваджені в практику роботи Українського науково-дослідного інституту онкології і радіології (УНДІОР) МОЗ України.

Положення, що виносяться на захист

1. γ -опромінення кролів в інтервалі поглинутих доз 0.1+1.0 Гр викликає дозозалежні зміни показників МЕ їх еритроцитів і тромбоцитів, які особливо виразні на 24 год після впливу іонізуючої радіації.

2. Показники МЕ еритроцитів і тромбоцитів крові кролів, після їх тотального γ -опромінення в інтервалі поглинутих доз 0.1+1.0 Гр, корелюють з деякими біохімічними показниками вільнорадикального окислення (ВРО) в цих клітинах.

3. γ -опромінення лімфоцитів периферичної крові (ЛПК) щурів в інтервалі поглинутих доз 0.25+1.0 Гр викликає зміну спектру сигналів МЕ, зареєстрованих в радіодіапазоні.

4. За показниками МЕ ЛПК щурів, інкубованих за стадіями клітинного циклу, після γ -опромінення в інтервалі поглинутих доз 0.25+1.0 Гр, найбільш чутливі до іонізуючого випромінювання після 48 год інкубації.

Апробація роботи

Основні положення роботи викладені і обговорені на:

1) республіканській науково-технічній конференції "Применение достижений радиоэлектроники в медико-биологических исследованиях" (Україна, Запоріжжя, жовтень, 1991);

2) науковій конференції "Медицинская физика-93" (Росія, Москва, лютий, 1993);

3) II-му радіобіологічному з'їзді СНД (Україна, Київ, вересень, 1993);

4) 16-тій щорічній конференції Європейського біоелектромагнетичного товариства (Данія, Копенгаген, серпень, 1994).

Публікації

Матеріали дисертації викладені в 13 друкованих роботах, що опубліковані в 11 закордонних і 2 вітчизняних виданнях. Отримано 1 патент (Росія).

Структура і обсяг роботи

Дисертація викладена на 109 сторінках, містить 21 малюнок, 11 таблиць та додаток і складається з вступу, огляду літератури та 4-х розділів, один з яких присвячено методичним розробкам, у двох - подано експериментальні дослідження і один - присвячено обговоренню результатів досліджень, а також із висновків і списку літератури, що складається з 115 вітчизняних та російськомовних і 49 іноземних джерел.

Особистий внесок автора в одержанні результати роботи, що викладені в дисертації

Автору належать: розробка методу реєстрації механоемісії біопроб у радіочастотному діапазоні; визначення основних радіобіологічних характеристик генерування МЕ клітин крові в радіодіапазоні та кореляційного зв'язку показників МЕ в радіо- та оптичному діапазоні з дозою іонізуючої радіації. Автор виконав алгоритмізацію технологічного процесу реєстрації і аналізу МЕ біологічних проб для створення програмного продукту обробки результатів досліджень та провів статистично-математичний аналіз отриманих даних.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

Матеріал дослідження

Оснoву експериментальних досліджень склали 80 тварин. На першому етапі використовувались 30 кролів-самців породи шиншила віком 8+12 місяців і масою 2.5+3.0 кг, які були поділені на такі групи: 1) контрольні, інтактні; 2) опромінені різними дозами іонізуючого випромінювання; 3) тварини, піддані впливу випромінювання неіонізуючої природи. Для другого етапу використовували 50 нелінійних щурів-самців масою 150±20 г.

Кров для досліджень у тварин брали з яремної вени, а також із сонної артерії після швидкої декапітації. Використовувались еритроцити в концентрації 10^{12} клітин/мл, тромбоцити в концентрації 3×10^{11} клітин/мл, а також лімфоцити в концентрації 10^7 клітин/мл.

Методи променевого впливу та апаратурне забезпечення

Опромінення суспензій клітин *in vitro* та одноразове зовнішнє тотальне опромінення кролів у дослідях *in vivo* проводили на γ -терапевтичному апараті "Рокус-М" (Росія) із застосуванням джерела ^{60}Co в поглинутих дозах 0.1, 0.25, 1.0 Гр при потужності дози 0.75 Гр/хв. Вибір даного діапазону доз обумовлено, виходячи з огляду на роботи останнього часу (Севанькаєв А. В. и др., 1996; Edwards F. M. and Handee W. R., 1996).

Вплив випромінювання неіонізуючої природи здійснювали за допомогою апарата "Магнитерм" (Україна) в УВЧ-діапазоні без гіпертермічного ефекту. Режим опромінення визначався такими параметрами - частота $f=27.12$ МГц,

потужність потоку $W=0.25$ мВт/см², напруженість електричного поля $E=300$ В/м, час опромінення - 1 год.

Реєстрацію МЕ в оптичному та радіодіапазоні здійснювали згідно розробленої методики на апаратно-програмному комплексі "Трибометр", спеціально створеному для цієї мети в фізико-технічній лабораторії УНДІОР МОЗ України.

Дозиметрію іонізуючого випромінювання проводили радіометричними приладами "VAJ-18", "Siemens" з набором іонізаційних камер.

Метод механоємисійного дослідження біопроб

Для реалізації медико-біологічних і фізико-технічних принципів реєстрації МЕ, генерованої біологічними пробами в радіо- і оптичному діапазоні, в фізико-технічній лабораторії УНДІОР був розроблений і виготовлений апаратно-програмний комплекс "Трибометр". Робота приладу ґрунтується на реєстрації механоактивованого електромагнітного випромінювання в області довжини хвилі $\lambda \geq 3 \times 10^4$ м - радіовипромінювання, і 280+650 нм - оптичне випромінювання за допомогою відповідних приймачів - антеною-електродом і фотометром. Зразок для досліджень являє собою пробу крові або її компонентів стандартизованим об'ємом 0.02 мл, нанесену на основу з хроматографічного паперу ("Filtrac", Німеччина), який встановлено в стандартну діапозитивну рамку. Підготовка проби полягає в висушуванні її при 37 °С і відносній вологості 40 % в атмосфері азоту, після чого пробу можна зберігати тривалий час (до 6 міс.). Дозована механоактивація здійснюється під час притискання зразка до електретного зонду, що обертається із сталюю частотою. Час механічного навантаження може встановлюватись в межах від 0.2 до 5 с, механічна напруга в зоні контакту становить 50 Па.

Реєстрація радіокомпоненти МЕ здійснювалась у діапазоні частот $0+10^4$ Гц, визначався показник інтегральної інтенсивності випромінювання (I , с⁻¹) за час реєстрації і значення автокореляційної функції (АКФ). Реєстрацію випромінювання оптичної компоненти МЕ лімфоцитів виконували в спектральному діапазоні 350+650 нм, для якого визначали параметр інтегрального випромінювання (ІВ, відн. од.). Під час вимірювання для стабілізації середовища в камері генерації МЕ подавався газоподібний азот і підтримувалась постійна температура 35 °С.

Механічна деформація мембранних та інших структур клітин після впливу радіації, що складають основу біологічної проби після її висушування і підготовки, викликає перехід від одного метастабільного стану до іншого (Сунгуров А.Ю., 1986; Поливода Б. И., Конев В. В., 1990). Процеси генералізованих перебудов, які відбуваються при цьому, можна характеризувати з позицій механохімічних вільнорадикальних реакцій, що супроводжуються електромагнітним випромінюванням у широкому діапазоні. Медико-біологічна технологія дослідження МЕ компонентів крові дозволила реєструвати його радіочастотну складову при одночасному запису інформації на ПЕОМ для подальшої обробки і аналізу.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

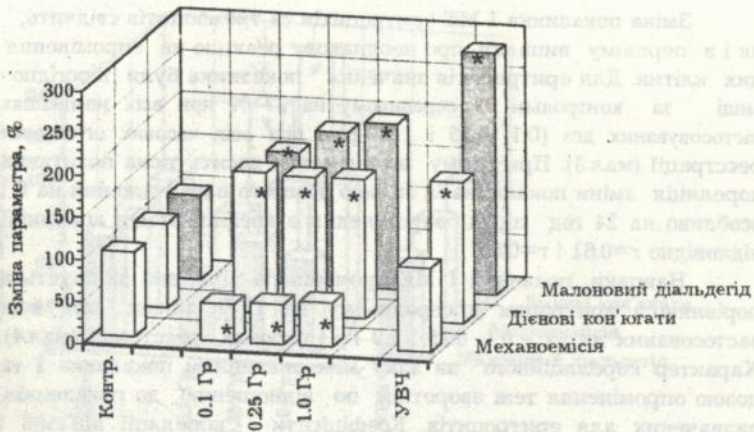
Зміни МЕ компонентів крові кролів у радіодіапазоні після дії іонізуючого та неіонізуючого опромінення

Досліди з γ -опромінення еритроцитів і тромбоцитів кролів *in vitro* у діапазоні поглинутих доз 0.1+1.0 Гр показали не врівноважену зміну показника I при реєстрації його через 24 год після променевого впливу на клітини.

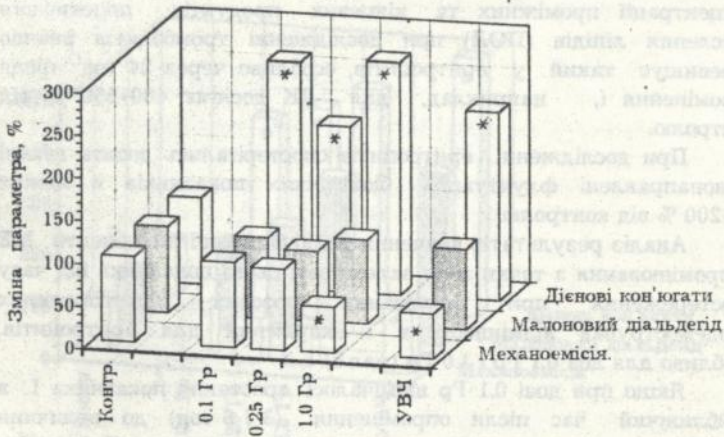
Спостерігалось значне, приблизно в 2 рази, зниження величини показника I для еритроцитів порівняно з контрольними неопроміненими пробами при дозі 10 сГр, а при подальшому збільшенні дози однонаправлене його зростання узгоджується з величиною дози опромінення. Характер цих змін також співпадає із зміною накопичення малонового діальдегіду (МДА) (мал.1). Натомість, дослідження тромбоцитів показало істотне зниження (≈ 50 %) показника I при дозі 1.0 Гр, а визначення біохімічних показників ВРО продемонструвало їх флуктуацію, особливо для показника концентрації дієнових кон'югатів (ДК) - ≈ 80 % (мал. 2).

Реакція цих клітин на УВЧ-опромінення за показником I МЕ, навпаки, зворотня, - для еритроцитів показник практично не відрізняється від контрольних значень, а для тромбоцитів він у 2 рази нижчий.

Реєстрація показників МЕ клітин крові при тотальному опроміненні піддослідних тварин γ - та УВЧ-випромінюванням виявила особливості адаптаційно-компенсаторної реакції цілісного організму на променевий вплив.



Мал. 1. Зміна показників через 24 год після γ - та УВЧ-опромінення еритроцитів кролів у дослідях *in vitro* (*-різниця вірогідна порівняно з неопроміненим контролем, $p < 0.05$).



Мал. 2. Зміна показників через 24 год після γ - та УВЧ-опромінення тромбоцитів кролів у дослідях *in vitro* (*-різниця вірогідна порівняно з неопроміненим контролем, $p < 0.05$).

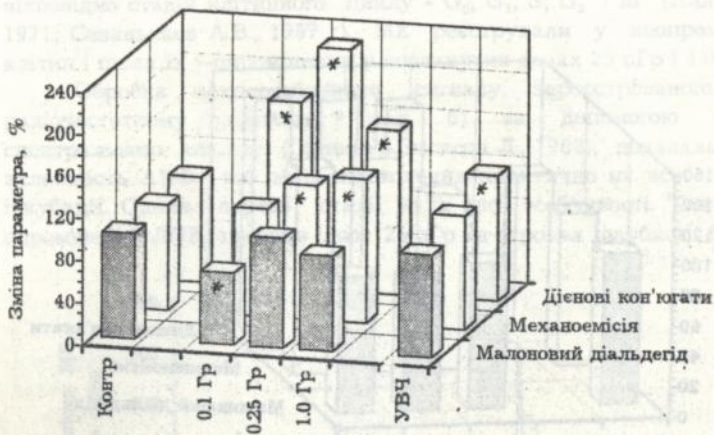
Зміна показника І МЕ еритроцитів та тромбоцитів свідчить, як і в першому випадку, про неоднакову реакцію на опромінення цих клітин. Для еритроцитів значення показника були вірогідно вищі за контрольні в середньому на 27 % при всіх номінаціях застосовуваних доз (0,1, 0,25 і 1,0 Гр) і при всіх часових інтервалах реєстрації (мал.3). При цьому виявляється досить тісна позитивна кореляція зміни показника із зміною дозового навантаження на 6 і особливо на 24 год після опромінення з коефіцієнтами кореляції відповідно $r=0.61$ і $r=0.85$.

Навпаки, показник І МЕ тромбоцитів вірогідно знижується порівняно з контролем в середньому на 13 % також при всіх застосованих дозах - 0,1, 0,25 і 1,0 Гр і строках реєстрації (мал.4). Характер кореляційного зв'язку між значенням показника І та дозою опромінення теж зворотній по відношенню до показників, визначених для еритроцитів. Коефіцієнти кореляції від'ємні і становлять $r=-0.28$, $r=-0.46$ і $r=-0.9$ відповідно на 3, 6 і 24 год після опромінення. Заслугує на увагу той факт, що найтісніший дрозалежний зв'язок за їх абсолютними значеннями як для еритроцитів, так і для тромбоцитів відмічено через 24 год після променевого впливу. Порівняння показників МЕ клітин крові з біохімічними показниками ВРО свідчить, що приріст концентрації проміжних та кінцевих продуктів перекисного окислення ліпідів (ПОЛ) при дослідженні тромбоцитів значно перевищує такий у еритроцитів, особливо через 24 год після опромінення і, наприклад, для ДК досягає $400+550$ % від контролю.

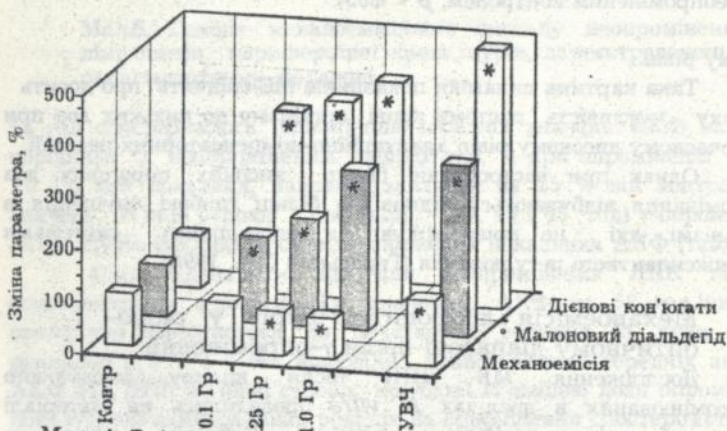
При дослідженні еритроцитів спостерігались досить значні різнонаправлені флуктуації біохімічних показників в межах $80+200$ % від контролю.

Аналіз результатів вивчення радіочастотної компоненти МЕ випромінювання з точки зору залежності цього показника від часу спостереження при фіксованих дозових навантаженнях продемонстрував відмінності в її характері для еритроцитів, особливо для доз 0,1 Гр і 1,0 Гр (мал.5).

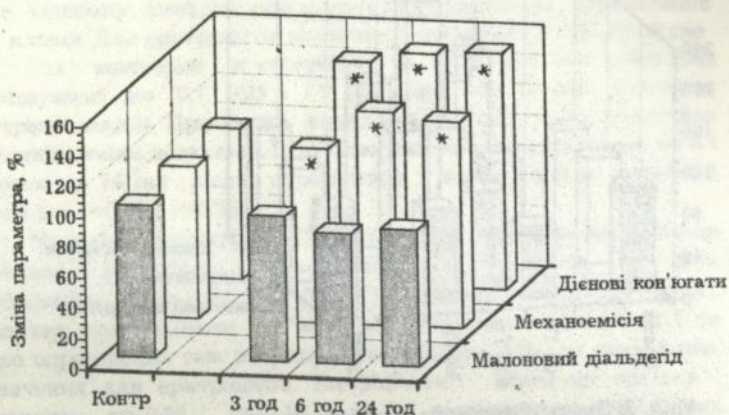
Якщо при дозі 0,1 Гр відмічалось зростання показника І в найближчий час після опромінення (3 і 6 год) до величини ≈ 130 % і зниження його до контрольного рівня через добу, то для дози 1,0 Гр характерною ознакою є зростання показника до 115 % на 3 год, надалі його підвищення до 140 % і утримання на



Мал. 3. Зміна показників в еритроцитах через 24 год після γ - та УВЧ-опромінення кролів у дослідях *in vivo* (*-різниця вірогідна порівняно з неопроміненим контролем, $p < 0.05$).



Мал. 4. Зміна показників у тромбоцитах через 24 год після γ - та УВЧ-опромінення кролів в дослідях *in vivo* (*-різниця вірогідна порівняно з неопроміненим контролем, $p < 0.05$).



Мал. 5. Зміна показників в еритроцитах після γ -опромінення кролів в дозі 1.0 Гр в динаміці спостереження в дослідях *in vivo* (* - різниця вірогідна порівняно з неопроміненим контролем, $p < 0.05$).

цьому рівні.

Така картина динаміки показників МЕ свідчить про досить високу чутливість системи крові організму до низьких доз при одночасному високому рівні адаптаційно-компенсаторних реакцій.

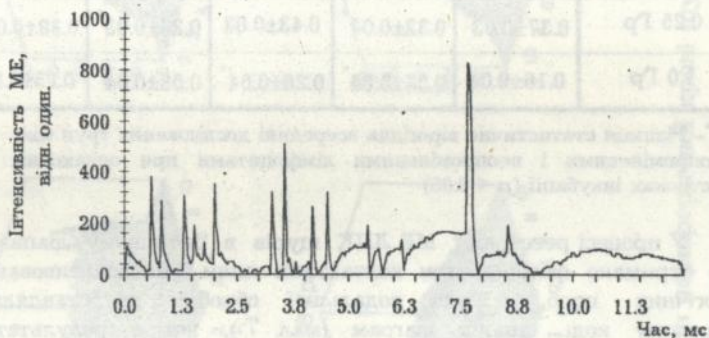
Однак при застосуванні більш високих, порогових доз опромінення відбуваються відповідно більш глибокі зрушення в організмі, які не врівноважуються внутрішніми системами антиоксидантного регулювання (Гераськин С.А., 1996).

Механоемісія лімфоцитів щурів у радіо- і оптичному діапазоні після γ -опромінення

Дослідження МЕ ЛПК після впливу іонізуючого випромінювання в дослідях *in vitro* проводились на матеріалі лабораторних нелінійних щурів. Клітини піддавали бласттрансформації фітогемаглютеніном і інкубували в поживному середовищі за 5 часовими інтервалами - 0, 24, 40, 48 і 52 год

відповідно стадій клітинного циклу - G_0 , G_1 , S , G_2 і M (Линг Н. Р., 1971; Севанькаєв А.В., 1987 г). МЕ реєстрували у неопромінених клітин і після їх γ -опромінення у поглинутих дозах 25 сГр і 1.0 Гр.

Обробка механоємійного сигналу, зареєстрованого в радіочастотному діапазоні (мал. 6) за допомогою методів спектрального аналізу (Отнес Р., Эноксон Л., 1982), показала стійку залежність АКФ від дози опромінення практично на всіх стадіях інкубації. Однак окремі стадії мали свої особливості. Так після опромінення ЛПК шурів в дозі 25 сГр на строках інкубації 0 год і



Мал.6. Графік механоємійного сигналу неопромінених лімфоцитів периферійної крові шурів, зареєстрованого в радіочастотному діапазоні

52 год спостерігалось підвищення середніх значень АКФ на 85 % порівняно з неопроміненим контролем, а при опроміненні в дозі 1.0 Гр цей показник, навпаки, знизився на 25 % від контрольних значень. В інші строки інкубації (24, 40 і 48 год) γ -опромінення ЛПК шурів викликало суттєве зниження показника АКФ (табл.1).

Слід відзначити, що для неопромінених ЛПК та при опроміненні їх в дозі 25 сГр, значення АКФ на 52 год інкубації практично повертається до початкових величин із дуже малою різницею - 5 % і 7 % відповідно. Співставлення середніх значень АКФ МЕ ЛПК в різні строки інкубації із зміною дози опромінення показує, що найвиразніша реакція на опромінення спостерігається на 48 год інкубації, де значення АКФ набуває мінімуму і становить 0.08, тобто зменшується порівняно з неопроміненим контролем більше ніж у 4.5 рази.

Таблиця 1
Середні значення коефіцієнта АКФ механоemisії ЛПК щурів в радіодіапазоні на різних стадіях мітотичного циклу після їх γ -опромінення, ($M \pm m$).

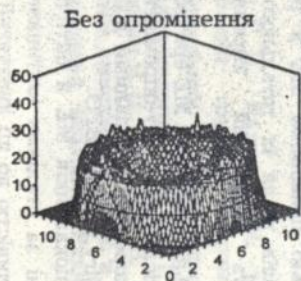
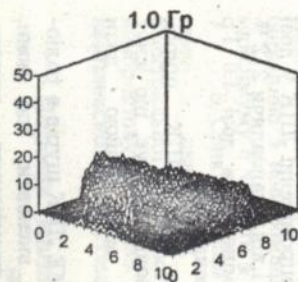
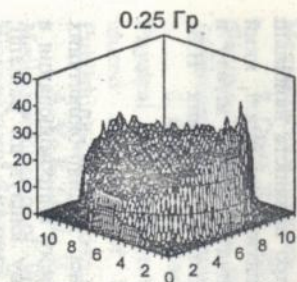
Опромінення	Час інкубації, год				
	0	24	40	48	52
Без опромінення	0.21±0.04	0.52±0.02	0.47±0.02	0.39±0.04	0.20±0.04
0.25 Гр	0.37±0.03*	0.32±0.04*	0.43±0.03	0.26±0.03*	0.39±0.03*
1.0 Гр	0.16±0.04	0.24±0.04*	0.26±0.04*	0.08±0.04*	0.15±0.04

* - Різниця статистично вірогідна всередині досліджених груп між опроміненними і неопроміненними лімфоцитами при однакових строках інкубації ($p < 0.05$)

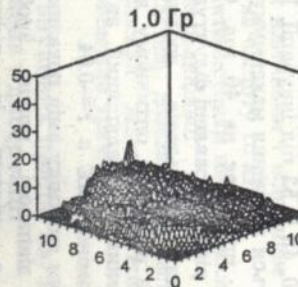
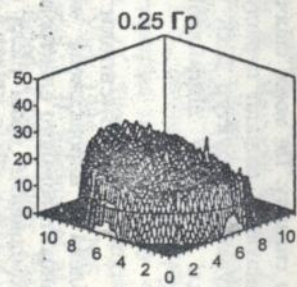
У процесі реєстрації МЕ ЛПК щурів в оптичному діапазоні було отримано фотовідбитки контактних плям механоактивованих біологічних проб, які для подальшої обробки представляли в цифровому коді. Аналіз діаграм (мал. 7), які є результатом трансформації первинного механоemisійного сигналу, показав, що існують істотні відмінності в динаміці змін показників МЕ залежно від стадії інкубації ЛПК і величини променевого впливу. З'ясовано, що максимальне значення середньої величини МЕ ЛПК для кожного строку інкубації за всіма номінаціями γ -опромінення дозозалежно зменшується, причому при дозі 0.25 Гр різниця з неопроміненним контролем незначна і становить мінус 5.5 %, а при дозі 1.0 Гр зростає і дорівнює мінус 50 %. Розгляд дисперсійних характеристик показників МЕ ЛПК в оптичному діапазоні показав, що існує суттєва різниця в цих параметрах. Так максимум показника ІВ становив 36.22 відн. од і припадав на 24 год інкубації неопроміненних ЛПК, а мінімум становив 3.78 відн. од. і спостерігався на 48 год. Відповідно, розкид між максимумом і мінімумом дорівнював 915 %, а дисперсія цих показників становила 0.015 відн. од. Досить характерною виявилась залежність динаміки зміни показника МЕ ЛПК щурів від стадії інкубації і дози γ -опромінення. Для неопроміненних ЛПК середнє значення МЕ на 24 год



а) в 0 год інкубації



б) через 48 год інкубації



Мал. 7. Механоемісія лімфоцитів периферичної крові щурів після γ -опромінення, зареєстрована в оптичному діапазоні. По вісі Z - механоемісія, відн. од., по вісі X і Y - координати, мм.

інкубації значно перевищує цей показник у початковий момент і становить 36.2 відн. од., тобто 221 %. Надалі ІВ МЕ однонаправлено зменшується і становить 198 %, 100 % і 50 % від початкової відповідно на 40, 48 і 52 год інкубації. При опроміненні ЛПК у дозі 25 сГр відбувається зміщення максимуму МЕ і він, становлячи 212 % від початкового, припадає на 40 год. Опромінення в дозі 1.0 Гр викликає значні різнонаправлені флуктуації показника.

Порівняння результатів досліджень МЕ ЛПК щурів, зареєстрованої в радіо- та оптичному діапазоні, показує, що існує тісний негативний кореляційний зв'язок між зміною дози γ -опромінення і зміною МЕ з $r = -0.64$.

Аналізуючи динаміку змін показників МЕ ЛПК щурів в радіо- та оптичному діапазоні, можна зробити висновки, що вони, узгоджуючись в цілому із зміною променевого впливу, характеризують високу чутливість цих клітин до зміни дози γ -опромінення на 40 і 48 год інкубації для обох режимів реєстрації механоемісійного сигналу. Це може свідчити про наявність найбільш чутливого до іонізуючої радіації періоду в клітинному циклі, який відповідає формуванню структур ДНК на початку стадії мітозу в загальному циклі розвитку лімфоїдної клітини (Лучник Н.В., Кондрашова Т.В., 1989).

Висновки

1. Розроблена і впроваджена методика медико-біологічних досліджень механоактивованого електромагнітного випромінювання в радіодіапазоні компонентів крові після впливу іонізуючої радіації; створено апаратно-програмний комплекс "Трибометр" вивчення МЕ біологічних проб для вирішення задач радіобіології, новизна якого захищена патентом.

2. Інтегральні показники МЕ в радіодіапазоні еритроцитів і тромбоцитів кролів після їх тотального γ -опромінення в діапазоні 0.1+1.0 Гр мають вірогідний кореляційний зв'язок з дозою опромінення

3. Інтегральні показники МЕ еритроцитів і тромбоцитів кролів в радіодіапазоні після впливу γ -опромінення в діапазоні поглинутих доз 0.1+1.0 Гр, корелюють з даними досліджень деяких біохімічних показників перебігу реакцій ВРО.

4. Згідно показників МЕ в оптичному і радіодіапазоні, ЛПК щурів, інкубовані за стадіями клітинного циклу, характеризуються підвищеною чутливістю до дії іонізуючої радіації на 48 год інкубації (стадія G_2).

5. γ -опромінення ЛПК шурів в дозі 0.25 і 1.0 Гр викликає суттєве зменшення (≈ 2.5 рази) максимуму амплітуди середньої спектральної щільності механоemisійного сигналу в радіодіапазоні порівняно з неопроміненими клітинами і відповідне зміщення цього максимуму з частоти 4 кГц на частоту 10 кГц.

6. Спектральним характеристикам механоemisійного сигналу, а саме - значенням автокореляційної функції та параметрів спектральної щільності, властиві дозозалежні зміни і їх можна використовувати для вирішення задач біологічної індикації в комплексній діагностиці променевого ураження.

Перелік основних наукових праць, що відображають положення дисертації

1. Орел В. Э., Кадюк И. Н., Мельник Ю. И., Дзятковская Н. Н. Физико-технические принципы механоэмиссии крови // Медицинская техника, №6, -1992, -С.43.

2. Орел В. Э., Кадюк И. Н., Мельник Ю. И., Дзятковская Н. Н. Физико-технические принципы исследования механоэмиссии крови // Медицинская техника, №6, 1994. -С.28-33.

3. Orel V. E., Kadyuk I. N., Mel'nik Yu. I., Dzyatkovskaya N. N., Physical and Engineering Principles in the Study of Mechanically-induced Emission of Blood. // Biomedical Engineering. Plenum Publishing Corporation. -New York, 1994. -Vol.28, №6, -P.335-341.

4. V. E. Orel, V. L. Ganul, I. N. Kadyuk et al. Electromagnetic Mechanoemission of Whole Blood From Cancer Patients// Доповіді Національної Академії Наук України. -1995. -№11.-С.134-136.

5. Орел В. Э., Дзятковская Н. Н., Кадюк И. Н., Мельник Ю. И. Изучение хаоса электромагнитной механоэмиссии крови онкологических больных // Медицинская физика, -1995, -№2. -С.114-115.

6. Орел В. Э., Плющ Г. И., Кадюк И. Н. и др. Хеми- и триболоминесценция эндотелия грудной аорты γ -облученных кроликов с экспериментальной гиперхолестеринемией // Радиационная биология. Радиозкология. Т.36, вып.1, -1996. -С.82-87.

7. Орел В. Э., Дзятковская Н. Н., Кадюк И. Н. и др. Влияние γ -облучения на механоэмиссию лимфоцитов крыс в разных стадиях клеточного цикла// Радиационная биология. Радиозкология. Т.36, вып. 6, -1996. -С.900-904.

8. Orel V. E., Kadyuk I. N., Dzyatkovskaya N. N. et al. Changes in mechanochemiission of lymphocytes from tumor-bearing animals after exposure to ionizing irradiation // *Experimental Oncology*. -1996. -V.18, N4. -P.345-348.

9. Orel V. E., Dzyatkovskaya N. N., Kadyuk I. N., Plushch G. I. Mechanoluminescence of Andothelium of the Thoracic Aorta in the Irradiated Rabbits with experimental hypercholesterinemia // *Physiological fluid dynamics*. Eds. Megha Singh V.P. Saxena, Naroca Publishing House. New Deihli, 1996. -P.121-122.

10. Орел В. Э., Дзятковская Н. Н., Кадюк И. Н., Мельник Ю. И. Физико-технические принципы исследования механоэмиссии крови// *Медицинская физика-93. Тез. докладов научной конференции*. -М., 23-26 февраля 1993 г. -С.115-117.

11. Orel V. E., Gavrilenko M. F., Kadyuk I. N. et al. Biochemical Aspects of Inductive VHF Hyperthermia// The 16th international symposium on clinical hyperthermia (16th ISCH). Program/Abstracts. June, 13th(Sun) - 16th (Wed), 1993. Kyoto Parc Hotel, Japan, B-9-91, -P.125.

12. Orel V. E., Dzyatkovskaya N. N., Kadyuk I. N., Mel'nik Yu. I. Electromagnetic Emission of Mechanical Activated Blood// *World Congress of Medical Phisics and Biological Engineering*. Rio de Janeiro. Brasil, Aug. 21-27, -1994. Abstract №.700.

13. Orel V. E., Dzyatkovskaya N. N., Kadyuk I. N., Mel'nik Yu. I. Light and Radioemission of Mechanical Activated Blood//16-th Annual Technical Meeting The Bioelectromagnetics Society. Copengagen. Abstract, -1994. P.34.

14. Патент Российской Федерации № 94040091 - Устройство для регистрации механоэмиссии (спивавт.-Орел В. Е., Мельник Ю. Г., Коростыль Ю. М.).

Кадюк И. Н. Электромагнитная механоэмиссия компонентов крови животных после воздействия ионизирующей радиации (рукопись).

Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.00.08 - радиобиология. Институт экспериментальной патологии, онкологии и радиобиологии им Р. Е. Кавецкого НАН Украины, Киев, Украина, 1997.

Защищается диссертационная работа, содержащая результаты исследований механоактивированной электромагнитной эмиссии компонентов крови экспериментальных животных после воздействия ионизирующей радиации. Разработана медико-биологическая технология регистрации и последующей обработки сигналов механоэмиссии, зарегистрированной в оптическом и радиодиапазоне. Исследованиями установлена тесная корреляционная связь между показателями механоэмиссии и изменением дозы ионизирующего излучения для отдельных клеток крови животных. На примере лимфоцитов периферической крови определена чувствительность клеток к радиационному воздействию в зависимости от стадии клеточного цикла. Теоретические и практические аспекты разработанной методики освещены в 13 научных работах и защищены патентом.

Kadyuk I. N. Electromagnetic mechanoemission of animals blood's components at action of a ionizing radiation (manuscript).

Dissertation for candidate's scientific degree of biological sciences on a speciality 03.00.08 - radiobiology. Institute of experimental pathology, oncology and radiobiology to them R. E. Kavetsky, National Academy of Sciences, Kyiv, Ukraine, 1997.

The dissertation, containing results of researches mechanically-induced electromagnetic emission, which were obtained from blood's components of experimental animals after ionizing radiation effect, is protected. Medics-biological technology of registration and subsequent processing of mechanoemission signals, registered in optical and radiofrequency ranges is developed. The experimental researches establish the close connection between mechanoemission's parameters and change of a doze of ionizing radiation for separate cells - components of animals blood. On a example of lymphocyte of periferal blood dependence of the sells sensitivity to radiating effect by connect on a stage of cells cycle is determined. The theoretical and practical aspects of a developed technique are covered in 21 scientific work and 3 copyright certificates and patents are protected.

Ключові слова: іонізуюча радіація, механоемісія, клітини крові, реєстрація сигналів.

КОС, 1996 р.

Замов.- 229 тир.- 100

436220

AB 37.847