



УДК 615.849

КЛІНІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ЗМІН ІНТЕНСИВНОСТІ ВІДБИТОГО ВІД ШКІРИ
ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ММ-ДІАПАЗОНУ

Грубник Б.П.¹, Григорук В.І.², Понежа С.Г.³, Понежа Г.В.⁴, Івановська А.В.¹, Богдан Т.В.¹

¹ Національний медичний університет імені О.О. Богомольця; лабораторія квантової медицини «Відгук»

² Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

³ Укрметртестстандарт, Київ, Україна

⁴ Національна академія статистики, обліку та аудиту, Київ, Україна

e-mail: ponezha@mail.ru

Надійшла до редакції 09.10.2012

Експериментально досліджено зміни рівня відбитого від шкіри потоку електромагнітних хвиль мм-діапазону для умовно здорових та хворих на деякі захворювання людей. Встановлено залежність цих змін від віку, локалізації зони впливу, загального стану та особливостей перебігу захворювання. Вимірювання коефіцієнта стоячої хвилі у процесі лікування може використовуватись для моніторингу ефективності лікування з метою підбору найбільш прийнятних параметрів електромагнітного випромінювання у процесі лікування та об'єктивізації фізичних процесів в організмі людини.

Ключові слова: електромагнітне випромінювання, біологічно активні точки, коефіцієнт стоячої хвилі, відбитий сигнал, мікрохвильова резонансна терапія.

ВСТУП

При аналізі сучасного стану проблем впливу на біологічні об'єкти низькоінтенсивного електромагнітного випромінювання (ЕМВ) в області край високих частот, що на сьогоднішній день використовується у мікрохвильовій резонансній терапії (МРТ) [1-4], перш за все впадає у вічі, що більшість дослідників вивчають зміни біохімічних показників. Очевидною також є тенденція цих змін у бік нормалізації незалежно від їхніх вихідних значень, причому значення того чи іншого показника після лікування ніколи не виходили за межі фізіологічної норми.

Тому, жодним чином не ставлячи під сумнів актуальність таких досліджень, ми переконані, що для подальшого підвищення клінічної ефективності МРТ більш актуальним є пошук фізичних показників, які б уможливили моніторинг ефективності лікувального процесу з метою підбору найбільш прийнятних параметрів ЕМВ у процесі лікування.

Метою цієї роботи є вивчення змін коефіцієнта стоячої хвилі (КСХ) залежно від зони вимірювання та фізіологічного стану (умовна норма і патологія). Кінцевою метою досліджень є вивчення принципових можливостей створення апаратного комплексу, в основі якого була б система зворотного зв'язку між організмом людини та лікувальним приладом при електромагнітному опромінюванні.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

Враховуючи особливості МРТ, уявляється доцільним дослідити відбиття ЕМВ від різних ділянок шкіри, включаючи біологічно активні точки (БАТ). На практиці найпростіше це можна здійснити, вимірюючи КСХ за допомогою стандартної апаратури. Про можливість використання цього параметра для діагностики стану здоров'я людини зазначалося раніше в [5-9].

Як і в роботі [9] для вимірювань використовували хвилеводний панорамний вимірювач КСХ і ослаблені Р2-69 у складі свіп-генератора, індикаторного блока та двох напрямлених відгалужувачів з детекторними головками. Опромінювали БАТ через торець прямокутного хвилеводу перетином 3,6*1,8 мм. У процесі вимірювань КСХ для певної ділянки тіла людини відкритий торець хвилеводу перебував у безпосередньому контакті з цією ділянкою. Інтенсивність випромінювання становила ~10 мВт/см².

Панорамний вимірювач Р2-69 забезпечує вимірювання КСХ у межах 1,1 ÷ 5,0 з індикацією від 1 до ∞ у діапазоні частот 54 ÷ 78 ГГц. Для біологічних об'єктів експериментальні значення КСХ зазвичай перевищують 5,0. З метою розширення діапазону вимірювання КСХ у схему перед навантаженням вмикали прецизійний поляризаційний атенюатор ДЗ-38, який ослабляв як падаючу на навантаження, так і відбиту від навантаження хвилі. Це уможливило

зменшення КСХ в основному хвилеводі (між свіп-генератором та атенуатором) до значень, що відповідають динамічному діапазону вимірювання КСХ. Для зменшення невизначеності вимірювання КСХ ослаблення атенуатора щоразу встановлювали таким, щоб КСХ дорівнював фіксованому значенню $КСХ_e$ еталона, за допомогою якого градували вимірвач Р2-69. У цьому випадку вимірвач Р2-69 використовували фактично як нуль-індикатор для еталонного значення $КСХ_e$ [9].

Зважаючи на значний обсяг та час вимірювань, доводилося періодично контролювати калібрування вимірвача, щоразу поміщаючи замість вимірюваного об'єкту еталонне навантаження. Однак цьому удалося запобігти при використанні в якості еталонного навантаження відкритий торець хвилеводу. У цьому випадку калібрування вимірвача контролювали кожного разу практично миттєво під час зміни вимірюваного об'єкту (репрезентативних БАТ), що суттєво спростило процес вимірювання та поліпшило експресивність і точність методики. Суттєвим є також той факт, що мікрохвильовий коефіцієнт відбиття для відкритого торця прямокутного хвилеводу розраховано теоретично і виміряно експериментально [10,11]. Це важливо для метрологічного забезпечення вимірювань та відтворення результатів, отриманих у різний час чи в інших експериментальних умовах.

Для вимірювань КСХ ми брали по шість БАТ (MC_7 , C_7 , P_9 , TR_4 , IG_4 , GI_6), розташованих по три на тильному й лицьовому згині кисті в ділянці променево-зап'ястного суглоба на обох руках. Ці точки, зокрема, є репрезентативними у відомому методі Накатані, оскільки уможливають діагностику стану класичних меридіанів акупунктури в цілому [12,13].

Вимірювання проведені для 42 умовно здорових осіб (контрольна група) та для 40 хворих віком від 31 до 70 років. Серед них було 25 жінок та 15 чоловіків, які були представлені аналогічними віковими групами. Всі вони проходили курс МРТ з приводу дегенеративно-дистрофічних уражень суглобів та хребта – 19 осіб, запальних захворювань дихальної системи – 13 та системи травлення – 8. Вимірювання здійснювали до та після першого і наступних сеансів, відразу після закінчення курсу МРТ та протягом наступних двох тижнів. КСХ визначали на частоті 60 ГГц, на якій найчастіше нами спостерігалися сенсорні реакції. БАТ локалізували за анатомічними ознаками, підвищеною больовою чутливістю та за досягненням максимального КСХ для даної ділянки шкіри.

При вимірюваннях фіксували 4-5 значень КСХ для кожної репрезентативної БАТ, і результати усереднювали. Усереднені результати безпосередніх вимірювань для кожної репрезентативної БАТ усереднювали також по кожній з досліджуваних груп. Для порівняльної оцінки середніх величин користувалися t-критерієм Стьюдента з 5%-ним рівнем значущості (імовірністю помилкової оцінки $P=0,05$), який зазвичай вважають достатнім для біологічних досліджень [14].

Треба зазначити, що вимірювання проводилися лише для БАТ, що розташовані на руках. Це пов'язано з тим, що установка для вимірювання КСХ досить громіздка, система хвилеводів жорстка і нерухома, встановлена на лабораторному столі і зробити виміри на нижніх кінцівках, особливо у хворих людей, вкрай важко.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

На першому етапі роботи було виміряно КСХ для групи умовно здорових людей, яка і стала контрольною. В неї ввійшли дві вікові групи: 31–50 та 51–70 років. Вимірювали КСХ для шести репрезентативних БАТ (MC_7 , C_7 , P_9 , TR_4 , IG_4 , GI_6) на обох руках. Для вікової групи 51–70 років характерним виявилось суттєве зниження значень КСХ порівняно з молодшою віковою групою 30–50 років майже для всіх вимірюваних БАТ, особливо тих, що розташовані на каналах потрійного обігрівача, тонкої і товстої кишки та перикарду (рис. 1). Як відомо, більшість дослідників пов'язують ці канали з процесами обміну речовин та функціонуванням органів травлення.

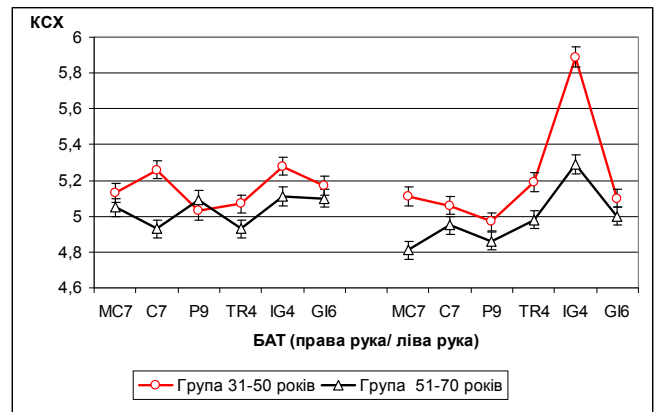


Рис. 1. Середні значення КСХ для двох вікових груп умовно здорових людей

З'ясувалося, що КСХ для БАТ був істотно більшим від його значень на ділянках шкіри поза межами активних зон. Це було характерно для обох вікових груп. Якщо у всіх обстежених значення КСХ для БАТ знаходилися в інтервалі від 3,7 до 6,0, то для інших ділянок шкіри його значення були суттєво нижчими і коливалися в межах $1,26^{+0,26} - 4,05^{+0,33}$.

Виявлено також щоденні коливання КСХ залежно від загального стану та самопочуття обстежених. Зокрема, щоденне його відхилення значень від початкових для певних БАТ змінювалося залежно від загального стану, який визначався людиною, виходячи із суб'єктивних оцінок (стан, самопочуття, втома, психоемоційні навантаження, тощо). При погіршенні самопочуття відхилення КСХ сягало 17–22%.

Ще однією особливістю була асиметрія значень КСХ для лівої та правої руки, яка досягала 20-30%. Ця асиметрія збільшувалась у періоди погіршення самопочуття та втоми.

Іншою метою роботи було дослідження КСХ у хворих під час МРТ. Протягом сеансу КСХ починає змінюватися через 20–25 хвилин після початку впливу і досягає сталих значень на 35–40-й хвилині. Через 30 хвилин після сеансу у деяких хворих значення КСХ залишалися такими як і наприкінці сеансу. В цьому випадку КСХ можна вважати інформативним щодо оцінки реакції організму на лікування протягом сеансу МРТ.

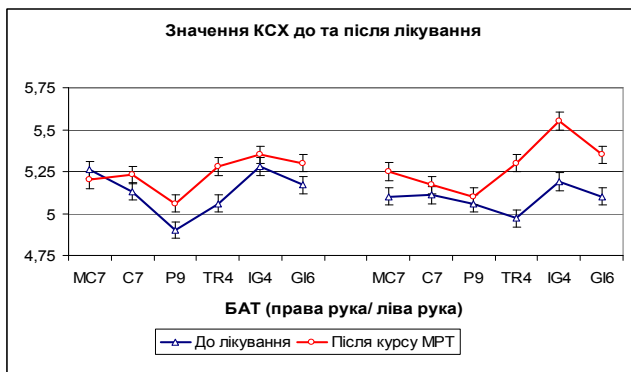
У хворих з тривалим перебігом захворювання (понад 5 років) КСХ починав змінюватися тільки через 30 хвилин після сеансу, стабілізувався протягом години і залишався практично без змін до наступного сеансу МРТ. У цій ситуації значення КСХ залежали від інтенсивності реакції на лікування, що в свою чергу може бути зумовлено точністю визначення параметрів ЕМВ.

Значення КСХ до сеансу та через 30 хвилин після нього відображають безпосередню ранню реакцію на

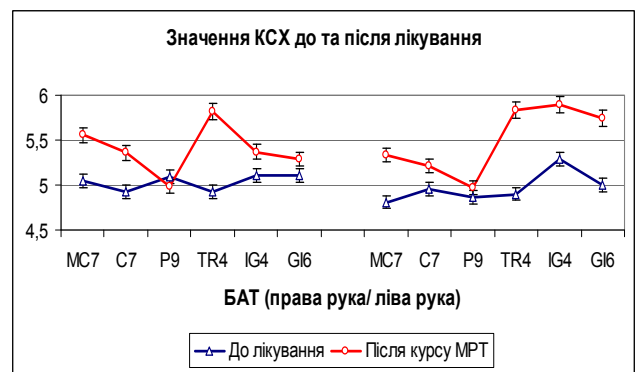
дію МРТ. Такі вимірювання мають більшу практичну цінність, ніж вимірювання протягом кожного щоденного сеансу. Результати є більш стабільними і можуть спостерігатися у пацієнта відносно тривалий час (до наступного сеансу, навіть протягом кількох днів, при стабільному стані). Але при цьому втрачається інформативна цінність цього дослідження як методу оперативного контролю саме у реальному масштабі часу.

Якщо ж використовувати КСХ як критерій оцінки результату лікування, то значення набуває різниці між вихідними та кінцевими результатами.

При тривалих хронічних захворюваннях початкові значення КСХ у більшості хворих були знижені. У цих хворих спостерігалися найбільші відхилення від початкових та середніх по групі значень для БАТ, які “репрезентують” хворий орган. У 78 % пацієнтів після курсу лікування спостерігалось суттєве підвищення значень КСХ (рис. 2).



а)



б)

Рис. 2. Зміни КСХ після курсу МРТ у хворих вікової групи 31–50 років (а) та 51–70 років (б)

У процесі досліджень стало очевидним, що значні розміри експериментальної установки та жорсткість конструкції хвилеводної системи обмежують доступ до певних зон вимірювання та потребують суттєвих затрат у часі. В той же час, саме в такому вигляді зворотного зв'язку “лікувальний прилад – пацієнт” на сучасних комплектуючих.

Як відомо, особливістю МРТ є різноспрямованість змін у результаті лікування вихідних значень як біохімічних, так і фізичних показників. Зокрема це стосується і КСХ. Таким чином можна використовувати КСХ для оцінки в реальному масштабі часу реакції організму людини на вплив ЕМВ та об'єктивного визначення і корекції параметрів ЕМВ, що використовується для лікування, а також для фізичної ілюстрації результату лікування.

Нами наведені узагальнені дані по всіх захворюваннях, оскільки не було зареєстровано суттєвої різниці показників залежно від патології. Таким чином, немає достатніх підстав вважати КСХ нозологічно специфічним показником.

Відбита електромагнітна хвиля є результатом інтерференції електромагнітних хвиль, частково відбитих від структурних об'єктів в неоднорідному середовищі організму на шляху поширення падаючої

хвилі. Оскільки КСХ характеризує інтенсивність відбитої хвилі, яка визначається амплітудою та фазою відбитих парціальних електромагнітних хвиль, то зміни КСХ свідчать про фізичні зміни в органах і тканинах організму.

На нинішньому етапі наших досліджень можна стверджувати, що КСХ є одним з інформаційних показників, чутливих до патологічних і відновлювальних процесів в організмі людини, з використанням якого принципово можливим і доцільним є створення системи зворотного зв'язку між організмом людини та лікувальним приладом при електромагнітному опроміненні.

ВИСНОВКИ

1. Встановлено, що різні ділянки шкіри мають різні відбиваючі та поглинаючі властивості щодо ЕМВ, яке падає на неї. Так, значення КСХ для БАТ відрізнялися від значень КСХ для прилеглих та інших ділянок за межами біологічно активних зон.
2. Фізичні властивості шкіри, що зумовлюють поглинання та відбивання ЕМВ для умовно здорових та хворих людей відрізняються, про що свідчать різні значення КСХ для цих груп людей.

- Значення КСХ відрізняються для різних БАТ і певною мірою відображають ступінь важкості перебігу захворювання.
- КСХ доцільно використовувати як інформаційний показник для оцінки результату лікування в реальному масштабі часу та створення зворотного зв'язку між організмом хворого та лікувальним приладом при електромагнітному опроміненні. Найбільш інформативними є значення КСХ до початку лікування, після сеансу, після 30 хвилинного перепочинку та наприкінці курсу МРТ.

Література

- Фундаментальные и прикладные аспекты применения миллиметрового электромагнитного излучения в медицине/ Тезисы докладов I Всесоюзного симпозиума с международным участием. – Киев: Совет Министров УССР, временный научный коллектив “Отклик”, 1989. – 404 с.
- Ситко С.П., Мкртчян Л.Н. Введение в квантовую медицину. Киев: “Паттерн”, 1994. – 147 с.
- Теплов М.В. Многозональная КВЧ-терапия или КВЧ-пунктура. М.: “Колояро”, 1997. – 250 с.
- Миллиметровые волны в биологии и медицине (библиография). – М.: Научно-методический центр ЗАО “МТА-КВЧ”, 1996. – 39 с.
- Понежа Г.В., Понежа С.Г., Нижельская А.И. Физические аспекты измерений микроволнового электромагнитного излучения человека//Физика живого, 2001, т.9, №2. – С. 33–54.
- Григорук В.И., Понежа Г.В., Понежа С.Г., Нижельська А.И. Вимірювання коефіцієнта відбиття тіла людини в міліметровій області довжин хвиль//Вісник Київ. ун-ту.Серія: радіофізика та електроніка, Вип.5, 2003. – С. 21 – 22.
- Григорук В.И., Понежа Г.В., Понежа С.Г. Температурні ефекти коефіцієнта відбиття міліметрових електромагнітних хвиль від води та тіла людини//Фізика живого, 2007, т. 15, № 1. - С. 75 – 82.
- Григорук В.И., Понежа С.Г., Понежа Г.В. Міліметрова рефлектометрія тіла людини та води// Вісник Київ. ун-ту.Серія: фіз. – мат. науки. Київ: Вид-во Київ. нац. ун-ту. Вип. № 2, 2009. – С. 175 – 178.
- Понежа С.Г., Понежа Г.В., Григорук В.И. Медико-діагностичні застосування коефіцієнта відбиття міліметрового випромінювання від біологічно активних точок// Фізика живого. – 2009. – Т.17, N1. – С. 89 – 93.
- Бутакова С.В. Коэффициент отражения волны Н₁₀ от открытого конца прямоугольного волновода. – В кн.: 12-я Международная конференция “СВЧ техника и телекоммуникационные технологии”. Материалы конференции [Севастополь, 9–13 сентября 2002 г.] – Севастополь: Вебер, 2002. – С. 445 – 446.
- Бутакова С.В. Волновое сопротивление прямоугольного волновода. – В кн.: 13-я Международная конференция “СВЧ техника и телекоммуникационные технологии”. Материалы конференции [Севастополь, 8–12 сентября 2003 г.] – Севастополь: Вебер, 2003. – С. 734 – 736.
- Самосюк И.З., Лысенюк В.П., Лиманский Ю.П. и др. Нетрадиционные методы диагностики и терапии. К.: Здоров'я, 1994. – 240 с.
- Иванов В.Г., Панков Е.Я., Вязовский В.А., Иванов С.В.. Рефлексодиагностика и терапия (Накатани и Фоль). Харьков: Novasoft, 1994. – 159 с.
- Лакин Г.Ф. Биометрия. Учебное пособие для биол. спец. вузов, 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.

КЛИНИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ изменений интенсивности отраженного от КОЖИ ЭЛЕКТРОМАГНІТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ММ-ДИАПАЗОНА

Грубник Б.П., Григорук В.И., Понежа С.Г., Понежа Г.В., Ивановская А.В., Богдан Т.В.

Експериментально досліджено зміни рівня відбитого від шкіри потоку електромагнітних хвиль мм-діапазону для умовно здорових і хворих людей при деяких захворюваннях. Встановлено залежність цих змін від віку, локалізації зони впливу, загального стану і особливостей протікання захворювання. Вимірювання коефіцієнта стоячої хвилі в процесі лікування може використовуватися для моніторингу ефективності лікування з метою визначення найбільш підходящих параметрів електромагнітного випромінювання в процесі лікування і об'єктивізації фізичних процесів в організмі людини.

Ключевые слова: електромагнітне випромінювання, біологічно активні точки, коефіцієнт стоячої хвилі, відбитий сигнал, микроволнова резонансна терапія.

CLINICAL SIGNIFICANCE OF CHANGES IN ELECTROMAGNETIC RADIATION INTENSITY REFLECTED FROM HUMAN SKIN IN MM RANGE

Grubnik B.P., Grygoruk V.I., Ponezha S.G., Ponezha G.V., Ivanovovska A.V., Bogdan T.V.

Changes in the intensity of the flow of electromagnetic waves in mm-range reflected from the skin of healthy people and people with certain diseases were examined experimentally. The dependence of these changes on a human age, localization of an area of influence, general state of health, and specific properties of the disease following has been established. Measurement of the standing wave coefficient in the process of treatment can be used for monitoring of the treatment process, and objectification of physical processes in a human organism.

Key words: electromagnetic radiation, biologically active points, the standing wave, the reflected signal, microwave resonance therapy.