

С.О. Гуляр, Ю.П. Лиманський

Механізми первинної рецепції електромагнітних хвиль оптичного діапазону

Обосновано существование отдельной функциональной системы регуляции электромагнитного баланса организма и сформулирована рабочая концепция светотерапии. В основу положена возможность использования точек акупунктуры для ввода биологически необходимых электромагнитных волн в систему их проводников в организме, которая может рассматриваться как средство транспорта энергии поляризованных электромагнитных волн оптического диапазона. Зонами-реципиентами названы органы, испытывающие электромагнитный дисбаланс в связи с избытком биологически неадекватных излучений и являющиеся мишенью для перекисного окисления, в первую очередь, нейрогормональная и иммунная регуляторные системы организма. Электромагнитная стимуляция или модификация функций зон-реципиентов определяет получение лечебного и полезного эффекта, комбинация которых с местными репаративными процессами позволяет достичь клинической цели. Приведены собственные и литературные экспериментальные данные о развитии физиологических реакций (анальгезия) в ответ на действие БИОПТРОН-светом на точки акупунктуры. Приведены экспериментальные факты, подтверждающие предположение о том, что живой организм способен воспринимать действие электромагнитных полей оптического диапазона не только через зрительную систему, но также через вне-нервные рецепторы (специфические энергочувствительные протеины, детектирующие критические изменения уровня энергии в клетках и выполняющие функции "сенсорных" систем клеток) и через точки акупунктуры. Тем самым подтверждается важнейшая роль электромагнитных волн оптического диапазона в обеспечении нормальной жизнедеятельности живых организмов. Современный подход к БИОПТРОН-ПАЙЛЕР-светотерапии (поляризованным полихроматическим некогерентным низкоэнергетическим светом) заключается в комбинированном (местном и системном) воздействии электромагнитными волнами биологически необходимого диапазона.

ВСТУП

Вплив змінного магнітного поля на земні живі організми протягом мільйонів років викликав розвиток стійких фізіологічних механізмів адаптації до нього. Існує багато доведень фізіологічної доцільності існування механізмів утилізації електромагнітної енергії для забезпечення поточних метаболічних потреб живих організмів. Показано, що електромагнітне тло небаїдуже для функціональних систем організму, а його коли-

вання в діапазоні, що перевищує природні флуктуації, не можуть не відбиватися на його стані. Звідси випливає, що в патогенезі багатьох розладів помітну роль може грати електромагнітна дестабілізація функціональних систем організму. Біологічний аспект даної проблеми до теперішнього часу досить слабо вивчений, і в т.ч. через брак робочої концепції про взаємовідношення організму з електромагнітною компонентою довкілля. Тому порізненість фактичних даних і в багатьох роботах їх поверхневе вивчення

стримують розвиток указанного наукового напрямку. В зв'язку з розвитком нової галузі медицини – фізіотерапії поляризованими електромагнітними хвилями оптичного діапазону – виникає потреба досконалого вивчення взаємовідношень структур організму на клітинному та системному рівнях з електромагнітною складовою довкілля, взагалі, і конкретними фізичними параметрами лікувальної апаратури, зокрема [5,6]. Оскільки найбільш поширеним апаратом, що генерує широкий світловий діапазон низькоенергетичних поляризованих некогерентних (на відміну від лазера) хвиль (і вони є найближчими до природного сонячного випромінювання), вважається апарат БІОПТРОН [21], то його фізичні характеристики взяті до уваги під час розгляду порушених у статті питань.

Мета роботи – дати характеристику функціональної системи електромагнітної регуляції організму, навести дані про роль окремих її ланок і показати механізми дії поляризованого світла.

Функціональна система електромагнітної регуляції організму. З позиції необхідності зовнішнього електромагнітного забезпечення нормального функціонування фундаментальних біофізичних процесів доцільно простежити шлях електромагнітних сигналів в організмі. Еволюційно представляється логічним формування структур, що сприймають, транспортують і утилізують електромагнітну енергію, тобто регулюють її баланс у організмі. На разі сформульована гіпотеза [13] про те, що ідентифіковані в людини і ссавців точки акупунктури (ТА) можна розглядати як рецептори, що сприймають електромагнітні хвилі для подальшого транспорту до різних органів і тканин. Властивості ТА реагувати на механічні чи температурні стимули загальновідомі, а заснована на цьому ефективність голкотерапії нині не викликає сумнівів. Разом з тим добре відомо, що ТА здатні викликати лікувальний ефект при дії на них різноманітних

електромагнітних стимулів, і це використовується у сучасній рефлексології або голкотерапії у вигляді таких методик, як електропунктура (дія електричним током на зону ТА без пошкодження цілісності шкіри) і електроакупунктура (пропускання електричного струму через попередньо введену голку). Лікувальний ефект спостерігається при дії на ТА електромагнітних полів ультрафіолетового і інфрачервоного діапазонів, аплікації на ТА полів постійних магнітів, лазерних променів. До речі, температурні стимули у класичній акупунктурі – це припалення за допомогою тліючої цигарки з полину, під час якого на ТА впливає потік електромагнітних хвиль інфрачервоного (теплого) діапазону. Таким чином, можливість активації ТА за допомогою різноманітних видів електромагнітної енергії доведена і широко застосовується на практиці [15,17].

У 1999 р. нами було експериментально виявлено зміни больової чутливості при дії БІОПТРОН-поляризованого світла на ТА [7]. На рис. 1 показано різницю в гострій больовій реакції у тварини у разі дифузійної та цільової (на точку E-36) аплікації поляризованого світла (апарат БІОПТРОН: поліхроматичне, некогерентне (ПАЙЛЕР) світло – довжини хвиль 480-3400 нм). Методика описана нами раніше [7,14]. Видно, що 10-хвилинна експозиція світла на точку акупунктури E-36 призводить до помітного знеболювального ефекту, тобто до розвитку системної реакції організму у відповідь на безконтактну дію поляризованих електромагнітних хвиль.

Є також відомості про дію неполяризованих електромагнітних хвиль зорового, інфрачервоного та мікрохвильового діапазонів на ТА та різні рівні центральної нервової системи. Зокрема встановлено, що при больовому синдромі ефект дії цих діапазонів найбільше чітко просліджується в змінах функцій ендогенних опіатних систем мозку [12].

В останні роки пропонується гіпотеза, яка базується на ще невеликій кількості експериментальних доказів, про напівпровідникові властивості колагену, об'єднаного з молекулами води в кластерні структури, що разом визначають рідкокристалічні властивості сполучної тканини [20,24]. Має значення особливість структури колагену, який складається з ланцюгів молекул тропоколагену, довжиною 280 нм, які орієнтовані поздовжньо-паралельно. Ці молекули взаємно не торкаються, між ними є щілина, а сусідні молекули трохи перебивають одна одну. Довжина молекули

більше її діаметра в 4,4 раза. Потрійна спіраль тропоколагену стабілізується водневими зв'язками між окремими ланцюгами [16]. Саме така структура є найбільш зручною для нерівномірного проходження електромагнітних сигналів, тобто більш полегшеного у поздовжньому напрямку. Сітка з колагенових та еластинових волокон, що існує у сполучній тканині, вірогідно, може здійснювати як поздовжній транспорт сигналів, наприклад уздовж кінцівок і всього тіла, так і іррадіацію частини їх у товщу тканини. Розташування сполучної тканини навколо нервових структур поліпшує трансляцію сигналів також у нервові волокна, що може сприяти наступному залученню нервової системи до генералізованої сіткової реакції. Згадана вище гіпотеза пояснює невідповідність між функціональною ефективністю й анатомічною невизначеністю поняття “меридіани” чи “канали” в аспекті східної медицини [26]. Відповідно до цього підходу система точок акупунктури, меридіани, а також постійні та змінні електромагнітні поля тіла людини і тварин належать цілісній системі рідкокристалічних волокон колагену, що є основою сполучної тканини.

Нині поширюється думка про те, що китайські меридіани розглядаються як складова частина “електромагнітного каркасу” організму, що створений сумарним електромагнітним полем його клітин [5]. Запропонована гіпотеза [18], що ґрунтується на біофізичній моделі, згідно якій меридіани є відображення траєкторій біжучих електромагнітних хвиль в організмі, що викликані когерентними мікрохвильовими полями, пов'язаними з мембранами клі-

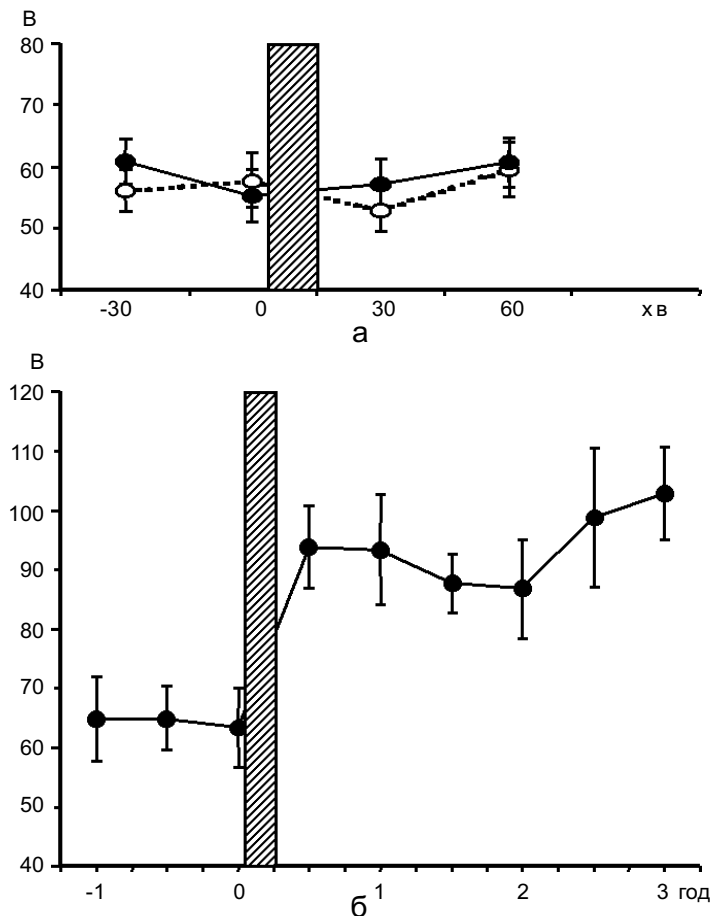


Рис.1. Вплив БІОПТРОН-світла на розвиток больової поведінкової реакції залежно від зони аплікації: а – вплив на тварину в цілому, б – на точку акупунктури Е-36. По вертикалі – больовий поріг (вокалізація) у вольтах, по горизонталі – тривалість спостереження. Заштрихована ділянка – аплікація поляризованого світла.

тин. Прямим вимірюванням у частотному діапазоні 53-78 ГГц із чутливістю $5 \cdot 10^{-23}$ Вт · Гц¹ · см⁻² авторами зареєстрована нерівноважна компонента випромінення людського тіла в міліметровому діапазоні.

Встановлено [20,21,25], що аплікація низькоінтенсивного світла на зони тіла, які не мають фоторецепторів, подібних до фоторецепторів сітківки ока, але містять важливі точки акупунктури, з великою вірогідністю ($P < 0,001$) викликає зміни фізіологічних і поведінкових показників у циркадних ритмах людини, а також у оксигенації мозку. З цієї позиції меридіани пропонують розглядати як орієнтовані в просторі волокна колагену, оточені шарами зв'язаної води, що забезпечують постійні провідні шляхи для швидкого взаємозв'язку всіх структур організму, забезпечуючи функціонування його як цілісної системи. Таке рідкокристалічне розгалуження сітки бере участь у швидких реакціях на коливання зовнішніх електромагнітних хвиль, у реагуванні на мікрокількості речовин, у формуванні підвищеної реактивності до алергенів, в екстрених реакціях на uszkodження і фактично забезпечує цілісність організму, зв'язуючи воедино соматичні, вісцеральні та нервові структури [24].

Ми вважаємо, що електромагнітні хвилі, змінюючи характеристики електромагнітного “каркасу” організму, викликають відповідні флуктуації електричних потенціалів у його молекулярних структурах, беруть участь у керуванні його функціями та забезпечують підтримку електромагнітного гомеостазу. Перевищення фізіологічно припустимих параметрів ендогенних електромагнітних полів (інтенсивності, форми, частоти і тощо), призводить до порушень координації між нервовою, гормональною й імунною системами.

Вищезгадане не визначає правомочність гіпотези про наявність функціональної системи електромагнітної регуляції організму, у складі якої можна виділити всі компоненти

класичної функціональної системи за Анохіним [1] (див. нижче). Відповідно до його позиції при системному підході йдеться про якусь анатомічну ознаку компонента, а про принцип організації багатьох компонентів різних анатомічних систем з неодмінним одержанням результату діяльності цієї розгалуженої системи. Гіпотеза про можливість існування системи “екоцептивної чутливості” була висунута Лиманським ще в 1990 р. [13]. Малася на увазі її здатність контролювати зміни факторів зовнішнього середовища (електричні, магнітні поля тощо). Принцип системності [1] і, зокрема, функціональної організації є загальноживим і використовується для опису систем дихання, кровообігу, терморегуляції тощо [2,10].

Структуру функціональної системи електромагнітної регуляції організму, виходячи з наведеного вище і наявного фактичного матеріалу [5,8,13,26], показано на рис. 2. На наш погляд функціонування такої системи залежить від властивостей зовнішнього електромагнітного потоку (біологічно адекватні хвильові діапазони, поляризованість) і наявності еволюційно вироблених механізмів його утилізації організмом.

Як видно з рис. 2, поляризовані електромагнітні хвилі (пусковий стимул) викликають активацію рецепторів електромагнітної чутливості (точки акупунктури) Трансляція електромагнітного сигналу здійснюється по шляхах їхньої найкращої провідності (сполучнотканинна строма). Крім цього, існують процеси молекулярної фоторецепції, опис яких наведено нижче. Нервові структури, що стимулюються електромагнітними сигналами, і електромагнітозалежні процеси сприяють “ухваленню рішення” і визначають акцептор результату дії (вісцеральні органи). Реципієнтами можуть вважатися органи, що мають електромагнітний дисбаланс у зв'язку з надлишком біологічно неадекватних випромінювань і страждають від перевантаження вільними радикалами (перекисне окиснення), у першу чергу, ней-

рогормональна й імунна регуляторні системи організму. Їхній функціональний стан після електромагнітного впливу визначає зміст зворотного (позитивного або негативного) зв'язку. Така саморегуляція (узгодження придбаного енергетичного тла органу з належним) поширюється на об'єм поглинання енергії, регульований активністю електромагнітної рецепції. Тобто цей процес з урахуванням електромагнітного балансу організму і впливу геомагнетизму є швидкістюлімітуючим. Важливо відмітити значення саме поляризованих електромагнітних хвиль, оскільки їх поляризація є основним чинником, що викликає стабільний біологічний ефект. Цільові дослідження авторів свідчать про наявність статистично достовірної різниці у прояві больових поведінкових реакцій у тварин, що отримували аплікацію ідентичними електромагнітними хвилями оптичного діапазону апарата

БІОПТРОН в поляризованому та неполяризованому варіантах.

Слід зазначити, що наведена схема повинна розглядатися як робоча гіпотеза, оскільки окремі її ланки ще не мають повної фізіологічної характеристики. Проте доведена клінічна ефективність поліхроматичного поляризованого світла [4,7,9,11,28], і результати сучасних досліджень [5,6,12,20] все ж пропонують основу для її побудови, що важливо для визначення з подальшими напрямками поглибленого вивчення окремих її ланок. "Вузькими" місцями, що потребують нагального вирішення, на думку авторів, є вивчення особливостей транспорту електромагнітних сигналів у системі сполучної тканини та процесу їх трансляції на нервові структури. Важливо звернути увагу на фотозалежні процеси на рівні клітинних мембран та органел, що повинні мати особливості під впливом поляризованих елект-

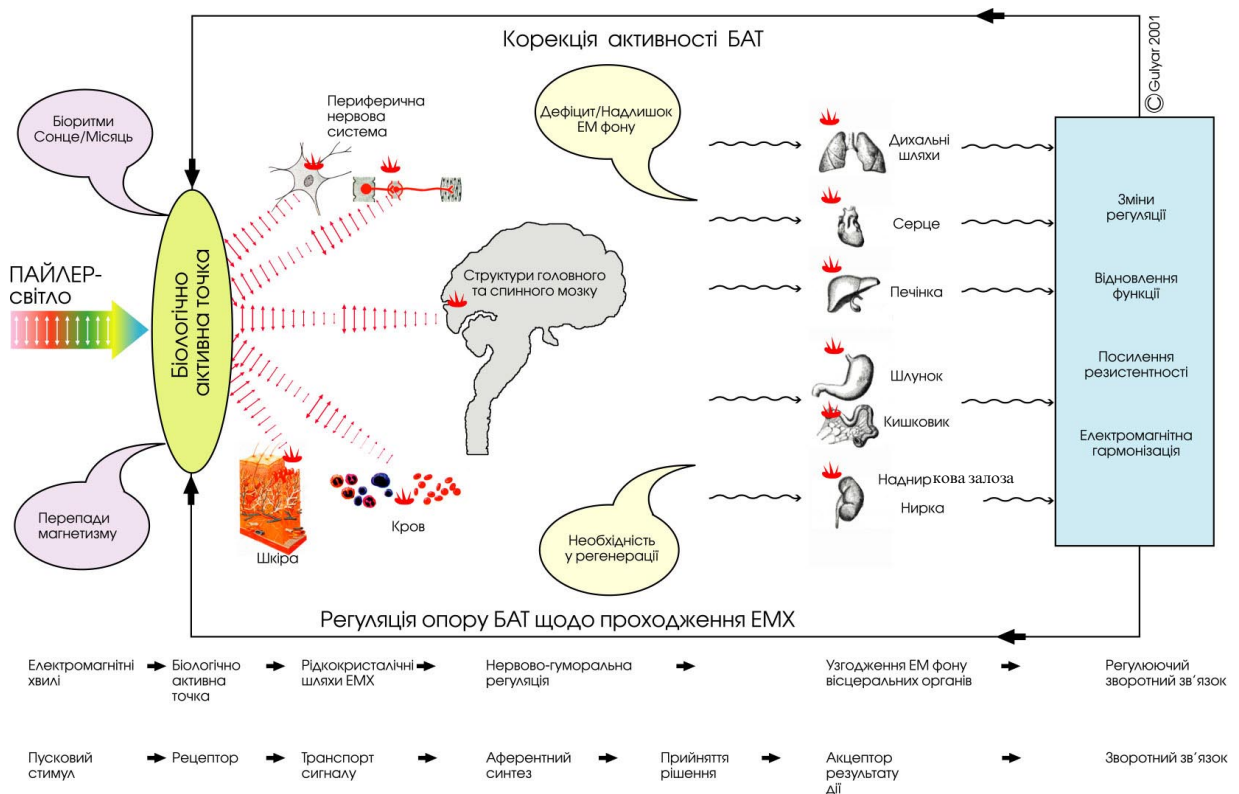


Рис. 2. Загальна схема функціональної системи електромагнітної регуляції організму.

ромагнітних хвиль оптичного діапазону. Врахування впливу та внеску електромагнітного чинника можливо стане підґрунтям для уточнення біофізичних механізмів функціонування багатьох електрозалежних процесів у клітинах та їх системах.

Виходячи з вищесказаного, сучасна сутність ПАЙЛЕР-світлотерапії визначається в комбінованому застосуванні місцевого та системного впливу поляризованих електромагнітних хвиль біологічно необхідних діапазонів з використанням спеціалізованих (біологічно активних) вхідних воріт, рідкокристалічних провідників і всього сполучнотканинного каркасу для транспорту електромагнітної енергії в регуляторні системи чи зони, де є її дефіцит або дисбаланс. Для розуміння загальних принципів дії поляризованого світла апарата БІОПТРОН, що є джерелом ПАЙЛЕР-світла, важливим є знання механізмів первинної рецепції електромагнітних хвиль оптичного діапазону.

Клітинно-молекулярні механізми сприйняття електромагнітних хвиль. Екстраокулярний шлях поляризованого світла припускає його рецепцію через біологічно активні чи ТА, що підтверджено експериментально [14]. Прямо проникаючи в тканини поляризовані електромагнітні хвилі просторово перерозподіляються внаслідок розходження електромагнітних і, зокрема, оптичних властивостей окремих структур. Це зумовлено різною стереоізомерією молекул організму (протеїнів, цукрів, ліпідів, ферментів, гормонів, вітамінів, медіаторів), а також їх хіральністю. Хіральні молекули, що входять до складу живого організму, мають цілком визначений тип симетрії. Наприклад, молекули амінокислот можуть бути тільки лівими, а молекули цукрів - тільки правими. Принципово важливим є той факт, що хіральні молекули поляризують світло, а це, у свою чергу, призводить до того, що все поглинене організмом неполяризоване світло перетворюється в поляризоване. Це доз-

воляє нам розглядати фізіологічні ефекти електромагнітних хвиль оптичного діапазону як результат дії на організм поляризованого світла. Різниця між дією на організм поляризованого та неполяризованого світла може бути в останньому підсумку тільки кількісною, тому що перетворення неполяризованого світла в поляризоване супроводжується втратою енергії. Додаткова доставка поляризованого світла ззовні (ПАЙЛЕР-світло) істотно полегшує природний шлях внутрішньоклітинної поляризації.

Під дією світла чи електричних полів у великих молекулярних комплексах, наприклад протеїнах, виникає флуоресценція, тобто випромінювання плоского поляризованого світла. Фотони, що опромінені електронами збуджених молекул, творять вторинний потік електромагнітних полів, який розсіюється в усі сторони і збуджує інші молекули. Оскільки молекули в організмі різноманітні, то таке вторинне випромінювання є широкополосним і некогерентним. Проникненню електромагнітного потоку в живі тканини, можливо, сприяє перенесення збуджених молекул кров'ю та лімфою по організму, а також його поширення по сполучній тканині в рамках описаної вище функціональної системи електромагнітної регуляції організму.

Рідкі кристали – це специфічний агрегатний стан речовини, у якому воно одночасно виявляє властивості кристалів і рідини. Рідкі кристали мають двоякопереломні, тобто різні за ступенем переломлення світла залежно від поляризації. Деякі їхні види мають незвичайно високу здатність обертати площину поляризації світла, що через них проходить. У рідких кристалах зовсім незвичайна залежність від довжини хвилі світла. Для коротких довжин хвиль величина обертання площини поляризації, наприклад, може бути позитивною, а для більш довгохвильового світла – негативною. Ці властивості вважаються ідеальни-

ми для забезпечення швидкодіючої інтеркомунікації в живих організмах, що необхідно для функціонування організму як єдиного цілого [24].

Біологічна дія світла в основному визначається його поглинанням. Воно залежить від взаємодії зовнішніх фотонів з електронами молекул організму. Перенесення електронів, опосередковане протеїнами, є ключовим біологічним процесом. З його допомогою здійснюються різноманітні біохімічні перетворення, починаючи від фотосинтезу і закінчуючи аеробним подихом. Висунуто гіпотезу про те, що перенесення енергії всередині клітин здійснюється за допомогою різних структур цитоскелета [33].

До молекул, що мають чутливість до слабких електромагнітних полів різних діапазонів, відносяться електро-, фото- й інші типи рецепторів, структурні молекули, G-протеїни, ферменти (наприклад цАМФ-залежна протеїнкіназа, протеїнкіназа С, лізоцим, Na^+/K^+ -АТФази), хромосоми, протеїнові та ліпідні біополімери [19]. Більшість протеїнових молекул здатні зворотно змінювати свій конформаційний стан завдяки різним комбінаціям водневих зв'язків, дисульфідним місткам і гідрофобним силам. Протеїни є, таким чином, динамічними структурами, що генерують коливання. Компоненти протеїнів безупинно вібрують у масштабі часу від фемтосекунд (10^{-15} с) до декількох хвилин. Найбільш значні коливання в біологічних системах відбуваються в межах наносекунд (10^{-9} с) [23]. У разі екстраокулярного шляху дії світла відбувається порушення внутрішньоклітинних енергопереносників, що супроводжується поглинанням енергії світла, переміщенням електронів по ланцюгах окисно-відновних реакцій і включенням механізмів пристосування організму до змін зовнішнього середовища.

Окремо слід розглядати ефекти, що виникають у структурах (клітинах), роз-

ташованих безпосередньо у зоні прямого впливу поляризованого електромагнітного поля. Як показано Самойловою [28,29], у дослідях *in vitro* та *in vivo* доведена пряма фотомодифікуюча дія БІОПТРОН-світла на формені елементи крові, внаслідок якої за рахунок відновлення мембранних та репаративних функцій клітин нормалізуються показники імунітету, поліпшується фагоцитоз, підвищується резистентність еритроцитів тощо. Після відновлення функції 1-3 % об'єму крові виникав ефект генералізації біостимулювальної дії, що авторами розцінюється як тригерна дія поляризованого світла. Практичний бік цих досліджень полягає у можливості застосування БІОПТРОН-світла для корекції місцевого та системного імунітету і перекисного окиснення [4]. Зокрема, отримані дані про нормалізацію імунної системи організму хворих на бронхіальну астму (збільшення кількості Т-лімфоцитів, нормалізація співвідношення їх популяцій, зниження активності Th-2-складової імунної системи тощо) [11]. Дослідження Колпакова [9] довели, що крім поліпшення показників імунної системи у людей, котрі отримали радіаційне опромінення чорнобильського походження, курс лікування ПАЙЛЕР-світлом призводить до зниження інтенсивності вільнорадикальних процесів у сироватці крові, еритроцитах, конденсаті видихуваного повітря, підвищення бронхіальної прохідності та зменшення проявів гіперреактивності бронхіальних м'язів тощо.

Клітинні сенсори електромагнітних полів. Установлено, що у всіх живих систем – від найпростіших до людини – існують специфічні енергочутливі протеїни [21,30]. Ті зміни рівнів енергії в клітинках, що оцінюються живими організмами як стрес-фактори, негайно детектуються цими сенсорними протеїнами та перетворюються в сигнали, що викликають низку внутрішньоклітинних процесів і поведінкових відповідей, спрямованих на відновлення опти-

мальних енергетичних рівнів у структурах організму.

Електромагнітними сенсорами клітин є спеціалізовані протеїни, а “рефлекторні” відповіді реалізуються через механізм активації генів і інтенсифікацію експресії (процесу конвертування закодованої інформації генів у сполуки, що використовуються клітинкою) відповідних “захисних” протеїнів. Для таких “захисних рефлекторних” відповідей не потрібно участі нервової системи: цей процес відбувається на клітинному рівні, тобто там, де виникають первинні порушення гомеостазу.

Спеціалізовані протеїни контролюють частоти й амплітуди електромагнітних хвиль. Ці показники відбивають інтенсивність обміну речовин у мітохондріях. Їхня активація запускає в клітинках генетичні програми, що дозволяють стабілізувати функції організму. При цьому електромагнітна чутливість клітинок залежить від їхнього функціонального стану: вона більш висока в тканинах з визначеними патологічними змінами, ніж у здорових тканинах [21].

Серед таких “сенсорів” найбільш вивченими є протеїни теплового шоку (hsp-протеїни) і протеази - активатори плазміногена (PAS-протеїни). Існує інформація про тваринні фітохроми, екстраокулярні фоторецептори та магнітосенситивні з'єднання, що також є сенсорами. Дистантна комунікація між окремими клітинками чи між окремими організмами може супроводжуватися передачею та рецепцією електромагнітних сигналів через рецептори мембран і ферменти [32].

Поширюючись по організму, електромагнітні хвилі керують внутрішньоклітинними процесами і взаємно пов'язують їх. У генерації електромагнітних полів беруть участь мембрани клітинок, молекули протеїнів, механізми обміну речовин. Частоти генеруючих коливань визначаються резонансами в мембранах. Енергія підводиться до мембран протеїнами цито-

скелета, які знаходяться в цитоплазмі, та роблять коливання на тих самих резонансних частотах.

PAS-протеїни (протеази - активатори плазміногена) виявлені в епідермісі людини, де вони виробляються кератиноцитами, імунними клітинами та фібробластами і підтримують гомеостаз епітелію, а також беруть участь у процесі регенерації шкіри. Деякі автори вважають, що PAS-протеїни, завдяки своїй чутливості до електромагнітних полів і гіпоксії, є структурами “системи раннього оповіщення” про будь-яке зниження рівня енергії в клітині, наприклад при гіпоксії [31].

Точки акупунктури розглядають як специфічні зони шкіри, що мають особливі рецепторні властивості. Вони здатні реагувати на дію механічних, температурних і електромагнітних стимулів. Така полімодальність зближує їх з електрорецепторами, які, як відомо [3], крім високої чутливості до електричних і магнітних полів, активуються також механічними і температурними стимулами. Це дає підставу вважати, що точки акупунктури є сенсорними закінченнями-електромагніторецепторами, для яких адекватними стимулами можуть бути зміни напруженості електромагнітних полів (певна довжина поляризованих електромагнітних хвиль, в нашому випадку – світловий діапазон).

Таким чином, існують факти, що вказують на здатність живого організму сприймати дію електромагнітних хвиль оптичного діапазону через спеціалізовані чутливі шляхи нервової системи (зір, терморецептори), через позанервові рецептори (“сенсорні” системи клітин) і через точки акупунктури. З огляду на те, що ПАЙЛЕР-світло відноситься до розглянутого діапазону електромагнітних хвиль, вищесказане пояснює деякі механізми його дії, визначаючи подальші напрямки теоретичних і практичних досліджень та клінічного застосування.

S.A. Gulyar, Yu.P. Limansky

FUNCTIONAL SYSTEM OF REGULATION OF ELECTROMAGNETIC BALANCE OF ORGANISM: MECHANISMS OF PRIMARY RECEPTION OF ELECTROMAGNETIC WAVES OF OPTICAL RANGE

An existence of separate functional system of regulation of electromagnetic balance of organism has been substantiated and a working conception of light therapy has been formulated. As a basis, there is a possibility to use the acupuncture points for input of biologically necessary electromagnetic waves into the system of their conductors in a body that might be considered as a transport facility for energy of the polarized electromagnetic waves. Zones-recipients are organs having an electromagnetic disbalance due to excess of biologically inadequate radiation and being the targets for peroxide oxidation. Foremost, a body has the neurohormonal and immune regulatory systems. Electromagnetic stimulation or modification of functions of the zones-recipients determines the achievement of therapeutic and useful effects, and their combination with local reparative processes allows to attain a clinical goal. We represent own and literary experimental data about the development of physiological responses (analgesia) to BIOPTRON-light exposure on the acupuncture points or biologically active zones. We show the experimental facts in support of a hypothesis that a living organism can perceive an action of the electromagnetic fields of optical range not only via the visual system, but also through the off-nerve receptors (specific energy-sensitive proteins detecting critical changes of energy in cells and functioning as the "sensory" cell systems), as well as via the acupuncture points. It confirms an important role of the electromagnetic waves of optical range in providing normal vital functions of living organisms. A current approach to BIOPTRON light therapy (by polarized polychromatic coherent low energy light) consists in combined (local and system) exposure of the electromagnetic waves within the biologically necessary range.

A.A. Bogomoletz Institute of Physiology National Academy of Sciences of Ukraine, Kiev,

ZEPTEP-Medical Sciences Information Center, Kiev

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Анохин П.К. Очерки по физиологии функциональных систем. – М.: Медицина, 1975. – 447 с.
2. Біофізика: Підручник / Костюк П.Г., Зима В.Л., Магура І.С., Мірошніченко М.С., Шуба М.Ф.; за ред. П.Г. Костюка. – К.: Обереги, 2001. – 544 с.
3. Браун Г.Р., Ильинский О.В. Физиология электро-рецепторов. – Л.: Наука, 1984. – 150 с.
4. Гуляр С.А. Новые технологии коррекции здоровья и поддержания работоспособности в экологически неблагоприятных условиях. – В кн.: Новые технологии – путь в будущее. Сб. Науч. тр. к 5-летию

основания Донец. регион. отд. АТН Украины. – Донецк. – 1999. – С. 189 – 202.

5. Гуляр С.А. Электромагнитная экология и обоснование Биоптрон-светотерапии. // Цептер – Новости. – 2001. – № 12. – С. 14 – 18.
6. Гуляр С.А. БИОПТРОН: электромагнитная экология и организм // Рідна природа. – 2002. – № 4. – С. 37 – 41.
7. Гуляр С.А., Лиманский Ю.П., Тамарова З.А. Действие Биоптрон – поляризованного света на точки акупунктуры: ослабление экспериментально вызванной боли. – В кн.: Аппараты "Биоптрон", действие и лечебное применение: Сб. статей под ред. проф. В.С. Улащика. – Минск: Бизнесофсет, 2001. – С. 54 – 66.
8. Гуляр С.А., Лиманский Ю.П., Тамарова З.А. Проблема функціональної системи електромагнітної регуляції та невирішені питання її легалізації: Матеріали 26-го з'їзду Укр. фізіол. т-ва, Вінниця, 28 – 30 травня 2002 р // Фізіол. журн. – 2002. – 48, № 2. – С. 21 – 22.
9. Колпаков І.Є. Стан функціональної системи дихання у дітей, які зазнали радіаційного впливу внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС: Автореф. дис. ...д-ра мед. наук. – К., 2002. – 43 с.
10. Коробков А.В., Чеснокова С.А. Атлас по нормальной физиологии / Под ред. Н.А. Агаджаняна. – М.: Высш. шк., 1986. – 351 с.
11. Кравченко О.В. Вплив поляризованого світла на імунний і цитокіновий статус хворих на бронхіальну астму на фоні імунотерапії бронхомалом // Фізіол. журн. – 2002. – 48, № 3. – С. 87 – 94.
12. Кулікович Ю.М., Тамарова З.А. Роль опіятних рецепторів у анальгезії, викликаній дією на точку акупунктури низькоінтенсивних міліметрових хвиль // Мед. перспективи, 1999. – 4, № 3, ч. 1. – С. 9 – 14.
13. Лиманский Ю.П. Гипотеза о точках акупунктуры как полимодальных рецепторах системы эгоцептивной чувствительности // Физиол. журн., 1990. – 36, № 4. – С. 115 – 121.
14. Лиманський Ю.П., Гуляр С.А., Тамарова З.А. Дослідження анальгетичної дії поляризованого світла на точки акупунктури // Там само. – 2000. – 46, № 6. – С. 105 – 111.
15. Мачерет Е.Л., Самосюк И.З. Руководство по рефлексотерапии. – К.: Вища шк., 1982. – 304 с.
16. Мусил Я., Новакова О., Кунц К. Современная биохимия в схемах: Пер. с англ. – 2-е изд. – М.: Мир, 1984. – 216 с.
17. Ромоданов А.П., Богданов Г.Б., Ляшенко Д.С. Первичные механизмы действия иглоукальвания и прижигания. – К.: Вища шк., 1984. – 112 с.
18. Ситько С.П., Скрипник Ю.А., Яненко А.Ф. Аппаратурное обеспечение современных технологий квантовой медицины. – К.: ФАДА, 1999. – 199 с.

19. Blackshaw S., Snyder S.H. Encephalopsin: a novel mammalian extraretinal opsin discretely localized in the brain // *J. Neurosci.* – 1999. – **19**, № 10. – P. 3681 – 3690.
20. Campbell S.S., Murphy P.J. Extraocular circadian phototransduction in humans // *Science.* – 1998, Jan 16. – **279**, № 5349. – P. 396 – 399.
21. Campbell S.S., Murphy P.J., Suhner A.G. Extraocular phototransduction and circadian timing systems in vertebrates // *Chronobiol. Int.* – 2001, Mar. – **18**, №2. – P.137 – 72
22. Fenyö M. Theoretical and experimental basis of biostimulation // *Optics Laser Technol.* – 1984. – **16**. – P. 209 – 215.
23. Hameroff S.R. Coherence in the cytoskeleton: Implications for biological information processing // *Biological Coherence and Response to External Stimuli* / Ed. by H. Frohlich. –Berlin: Springer-Verlag, 1988. – P. 242.
24. Ho M-W., Knight D.P. The acupuncture system and the liquid crystalline collagen fibers of the connective tissues // *Amer. J. Chin. Med.* – 1998. – **26**, № 3–4. – P. 251 – 263.
25. Litscher G. Effects of popliteal illumination on cerebral near-infrared spectroscopy // *Neurol. Res.* – 2001, Dec. – **23**, №8. – P. 807 – 809.
26. Muchsam D.J., Pilla A.A. The sensitivity of cells and tissues to exogenous fields: effects of target system initial state // *Bioelectrochem. Bioenerg.* – 1999. – **48**, 1. – P. 35 – 42.
27. Pankratov S. Meridians conduct light // *Raum und Zeit.* – 1991. – **35**, № 88. – P. 16 – 18.
28. Samoilo K.A., Snopov S.A. A key role of whole circulating blood modification in therapeutic effects of ultraviolet and visible light. – In: 2nd Congress World Association for Laser Therapy, Missouri, Kansas City. – 1998. – P. 92 – 94.
29. Samoilo K.A. Trigger mechanisms of therapeutic effects of visible polarized light. – In: Abstracts book: 8th Congress of European Society for Photobiology. – Granada. – 1999. – S103. – P. 76.
30. Taylor B.L., Zhulin I.B. Insearch of higher energy: metabolism-dependent behaviour in bacteria // *Mol. Microbiol.* – 1998. – **8**, № 4. – P. 683 – 690.
31. Taylor B.L., Zhulin I.B. PAS domains: internal sensors of oxygen, redox potential, and light // *Microbiol. Mol. Biol. Rev.* – 1999. – **63**, № 2. – P. 479 – 506.
32. Tsong T.Y. Deciphering the language of cells // *Trends Biochem. Sci.* – 1989. – **14**, № 3. – P. 89 – 92.
33. Tuszynski J.A., Trpisova B. et al. Selected physical issues in the structure and function of microtubules // *J. Struct. Biol.* – 1997. – **118**, № 2. – P. 94 – 106.

*Ин-т фізіології ім. О.О.Богомольця НАН України,
Київ, ЦЕПТЕР-мед. наук.-інформ. центр, Київ*