

С.С. Свістельник, аспір.

Житомирський інженерно-технологічний інститут

ВПЛИВ НИЗЬКОЧАСТОТНОГО ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ НА НЕРВОВУ СИСТЕМУ ЛЮДИНИ

(Представлено д.т.н., проф. Б.Б. Самотокіним)

Розглянуто вплив низькочастотного електромагнітного поля на нервову систему людини. Також наведені рекомендації щодо вибору параметрів електромагнітного поля для використання в магніто-терапії.

Електромагнітні поля (ЕМП) є фізичним чинником середовища, що істотно впливає на живі організми різного рівня організації. У біосфері постійно відбуваються різноманітні періодичні електромагнітні (ЕМ) процеси з частотами, розподіленими по всьому ЕМ-спектру. Природно припустити, що будь-яка ділянка цього природного ЕМ-спектра відігравала певну роль в еволюції живих організмів, що так чи інакше відбилося на процесі їхньої життєдіяльності. Довгий час вважалося, що будь-який вплив ЕМП на біологічні об'єкти може бути зумовлений, головним чином, енергетичними взаємодіями ЕМП з речовиною, тобто перетворенням ЕМ-енергії в інші форми, при яких ефект залежить від розміру енергії ЕМП, що впливає. Сучасні дані свідчать про те, що при впливанні ЕМП у біологічних процесах істотно (якщо не головну) роль відіграють інформаційні впливи [1]. Біологічні ефекти, викликані цими впливами, залежать вже не стільки від енергії поля, скільки від внесеної ним інформації. Електромагнітний сигнал, що несе інформацію, викликає перерозподіл енергії в біологічній системі, впливаючи на процеси, що відбуваються в ній. При високій чутливості приймаючих систем передача інформації здійснюється при дуже малій енергії сигналу. При цьому інформація може накопичуватися в системі (кумулятивний біологічний ефект) при багатократному повторенні слабких сигналів [2]. Для організму людини ЕМП є неспецифічним подразником як із погляду відсутності специфічного рецепторного апарату, так і через особливості його впливу як зовнішнього стимулу: характер виникаючих реакцій в значній мірі визначається біотропними параметрами поля (частотою, інтенсивністю, формою сигналу, експозицією, локалізацією, градієнтом тощо), коли зміна будь-якого з цих параметрів може докорінно змінити відповідну реакцію організму [1]. Навіть слабкі ЕМП через магнітні та спінові ефекти можуть впливати на кінетику (спрямованість і швидкість) хімічних реакцій. ЕМП викликають перебудову просторово-тимчасової організації церебральної діяльності, при цьому виникаючі зміни залежать від такого біотропного параметра, як частота поля. Довготривала експозиція ЕМП інфранизької частоти викликає перебудови коркової ритміки здорової людини, що свідчить про розвиток неспецифічної реакції активації, тобто підвищення тону кори головного мозку [1]. Біоритми є об'єднуючим поняттям, яке було введено у науку про хвилі і коливання в зв'язку з необхідністю упорядкування експериментальних даних та теоретичних уявлень про механізми, що забезпечують гомеостаз. Лише нещодавно з'ясувалося, що спектральний склад біоритмів та їхня динаміка в часі контролюють обмін інформацією в живому організмі, формують специфіку активності центральної нервової системи (ЦНС), забезпечують злагоджений характер функціонування ендокринної системи, регулюють процеси старіння. Важливо відзначити, що, з одного боку, біоритми далекі від ідеальних періодичних коливань, а з іншого – мають визначену регулярність і не є суто випадковими процесами. Порушення нормальних режимів підтримки та взаємодії коливальних процесів у живих організмах призводить в остаточному підсумку до порушення роботи ЦНС і дезорганізації гомеостазу, що виявляється спочатку у вигляді хворобливих симптомів, а потім – у формі серйозних захворювань [3]. Найхарактернішими короткоперіодними ритмами ЦНС здорової людини в стані спокою можна вважати коливальну активність електричних та магнітних полів головного мозку (2–30 Гц), частоту серцевих скорочень (1,0–1,2 Гц), частоту дихальних рухів (0,3 Гц), періодичність коливань артеріального тиску (0,1 Гц) і температури (0,05 Гц). Ріст емоційного або фізичного навантаження, як правило, призводить до компенсаційного підвищення частоти ритмів, у порівнянні зі станом спокою. В загальному випадку ЦНС з її швидкими ритмами є системою першого реагування на будь-який вплив ззовні. У реакції на зовнішнє інфранизькочастотне електромагнітне поле (ІНЧ ЕМП) насамперед буває задіяна ЦНС, потім, опосередковано, – серцево-судинна, дихальна, ендокринні, імунна системи та система травлення відповідно. Короткоперіодні ритми відповідають за збереження гомеостазу при швидких змінах зовнішніх умов, стрибках інтенсивності фізичного навантаження, порушеннях режиму прийому їжі або зміні годинних поясів. Визначальна роль біоритмів у розробці нових медичних технологій стає все більш зрозумілою по мірі вивчення зв'язку між динамікою базових ритмів і усталеністю процесів підтримки гомеостазу при впливі на організм штучно створених зовнішніх ІНЧ ЕМП з новими для ЦНС людини характеристиками. Порівняно недавно в експериментах з тваринами й у клінічних дослідженнях був встановлений збіг конкретних значень частот біоритмів і частот біологічно активних “вікон” (БАВ), де різко зростає ефективність впливу зовнішніх ІНЧ ЕМП на функціональний стан організму [4]. Група Смирнова [5] встановила для ЦНС людини дискретний ряд значень частот БАВ – 8, 20, 25 і 30 Гц. В свою чергу, група Холодова [6] в своїх дослідженнях відгуку ЦНС на вплив ЕМП різних частот виявила ефект БАВ в діапазоні 7–10 Гц і на частоті 1,32 Гц. Відхилення частоти ритмів від середніх значень, характерних для здорової людини, є ознакою відповідного стану перед хворобою або самого захворювання (епілепсія, заїкуватість, тахікардія, безсоння тощо). Лікувальний вплив зовнішніми чинниками, які змінюються з частотами, що відповідають ритмам здорової людини, порівняно швидко призводить до ослаблення або повного зникнення патології [3]. В різних формах резонансної взаємодії особливе місце займає ефект синхронізації (“затягування”) частоти біоритму частотою магнітного поля. В магнітотерапії цей ефект дає можливість корекції стану хроні-

чних хворих, захворювання яких виражаються в засвоєнні довгочасною пам'яттю патології гомеостазу біоритмів як адаптованої "норми". Ефект затягування частоти біоритму дозволяє "перебудувати" процеси, що пов'язані з тим чи іншим ритмом, з патологічного в нормальний стан і підтримати цей стан на протязі часу, достатнього для відновлення в ЦНС патерна, характерного для здоров'я людини.

В обговорюваній проблемі достатньо несподіваною для медичної громадськості виявилася сильна відповідна реакція ЦНС на вплив змінних ІНЧ ЕМП малої, меншої за 0,1 мТл, амплітуди, оскільки до останнього часу вважалося, що в організмі людини відсутній біомагнетизм і спеціальні рецептори такого поля. Після створення вимірювача магнітного поля типу "SQUID" (надпровідний квантовий інтерфераційний датчик) з чутливістю порядку 10^{-15} Тл, було виявлене і детально досліджене явище біомагнетизму мозку, ока, серця і скелетних м'язів [5, 6]. Виявлені при цьому в діапазоні частот 1–30 Гц просторові дипольні структури, створені біострумами, що повільно осцилюють, можуть бути найбільш ймовірним елементом специфічного сенсорного комплексу, що забезпечує відповідь ЦНС людини на вплив зовнішніх електромагнітних полів. Для найбільш повної активізації процесу ІНЧ магнітної терапії спектральна щільність потужності коливань поля в робочій зоні індуктора магнітотерапевтичного апарата (МТА) повинна містити в собі набір робочих частот, який буде співпадати з основним діапазоном біоритмів людини (0,1–30 Гц). В арсеналі вітчизняних МТА [7], як правило, використовуються практично довільно вибрані електромагнітні поля зі значеннями робочих частот, які, в більшості своїй, перевищують 50 Гц, та індуктивностей в десятки мТл. В загальному випадку шкідливим потрібно вважати будь-яке помітне відхилення частотного спектра штучних полів від діапазону, який обумовлений спектром геомагнітного поля Землі. Найсильніші наслідки моночастотних техногенних шкідливих полів великої амплітуди повинні виявлятися в зонах базових біоритмів людини та їх цілих і дробових гармонік. У зв'язку з вираженим зниженням адаптивних можливостей кожного живого організму з віком (точніше – біологічним віком), норми безпеки повинні обов'язково враховувати цей фактор, що на даний час цілком ігнорується. Тому при проектуванні МТА слід враховувати біологічні особливості організму людини (біоритми). Тобто створювати МТА з можливістю регулювання частоти зміни електромагнітного поля в діапазоні, що відповідає біоритмам здорової людини. Індукція створеного поля не повинна перевищувати індукцію геомагнітного поля Землі ($B_0 = 0,05$ мТл) більш, ніж на один порядок.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Лебедева Н.Н. Реакции центральной нервной системы человека на электромагнитные поля с различными биотропными параметрами // Биомедицинская радиоэлектроника. – 1998. – № 1.
2. Пресман А.С. Электромагнитные поля и живая природа. – М.: Наука, 1968.
3. Дубовой Л.В. Хронобиология и кодовая магнитная терапия. – Санкт-Петербург: НИИ ПСЗ Медикана, 2000.
4. D. Carpenter, S. Ayrapetyan Biological Effects of Electric and Magnetic Fields. – San Diego: Academic Press, v. 1, v. 2.
5. Смирнов В.М. и др. Мозговые механизмы психофизиологических состояний. – Л.: Наука, 1989. – 148 с.
6. Холодов Ю.А., Козлов А.Н., Горбач А.М. Магнитные поля биологических объектов. – М.: Наука, 1987.
7. Соловьева Г.Р. Магнитотерапевтическая аппаратура. – М.: Медицина, 1991. – 174 с.

СВИСТЕЛЬНИК Сергій Сергійович – аспірант кафедри автоматизації та комп'ютеризованих технологій Житомирського інженерно-технологічного інституту.

Наукові інтереси:

– вивчення механізму впливу електромагнітних полів на організм людини.

Подано 10.09.2001

УДК 612.014.426

Влияние низкочастотного электромагнитного поля на нервную систему человека / С.С. Свистельник

Рассмотрено влияние низкочастотного электромагнитного поля на нервную систему человека. Также приведены рекомендации по выбору параметров электромагнитного поля для использования в магнитотерапии.

УДК 612.014.426

Influence of a low-frequency electromagnetic field on human neural system / S.S. Svistelnik

The influence of a low-frequency electromagnetic field on human neural system is considered. The recommendations at the choice of electromagnetic field parameters for use in magnetic therapy are given.

Свистельник С.С. Влияние низкочастотного электромагнитного поля на нервную систему человека

Svistelnik S.S. Influence of a low-frequency electromagnetic field on human neural system

Свистельник С.С. Вплив електромагнітного поля на нервову систему людини