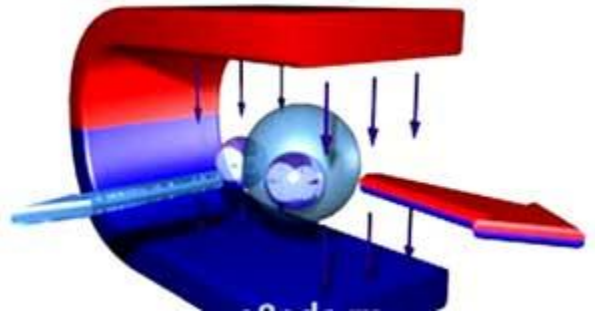


Магнітні властивості організму. Фізичні основи магнітобіології.

Розділ фізики, який вивчає вплив магнітного поля на живі організми, називається **магнітобіологією**. Дані про вплив штучних магнітних полів (МП) на організм людини з'явилися в глибокій давнині. Про лікувальні властивості магніту згадували Арістотель (4 ст. до н.е.) і Пліній (1 ст. н.е.), Парацельс (16 ст.) і англійський дослідник природи У. Гільберт (17 ст.). В давнину часто перебільшували лікувальні властивості магніту, вважаючи, що ним можна вилікувати будь-яку хворобу і навіть повернути молодість. Європейські медики 19 століття (серед них французький невропатолог Ж. М. Шарко і російський клініцист С. П. Боткін) вказували на заспокійливу дію магнітного поля на нервову систему. На початку 20 століття вживання магнітного поля у фізіотерапії було витіснене потужнішими засобами електротерапії (діатермія, поле УВЧ і т.п.).



Інтенсивний розвиток магнітобіології починається з 60-х років у зв'язку із зародженням космічної біології. Більшість робіт по магнітобіології присвячена вивченню біологічної дії посиленням (в порівнянні з геомагнітним полем) штучним магнітним полем. Напруженість цих магнітних полів становила від частин ерстеда до 140000 ерстед; найчастіше вивчали біологічну дію магнітного поля напруженістю декілька сотень ерстед. Такі поля викликають різноманітні ефекти у людини, тварин, рослин, мікроорганізмів, а також в ізольованих тканинах, клітинах і внутріклітинних органелах. У організмі ссавців на магнітні поля реагують всі системи, але найбільш реагуючими є ті, які виконують регуляторні функції (нервова, ендокринна і кровоносна). Особливо чутливі до магнітних полів ембріональні тканини і найбільш інтенсивно функціонуючі органи дорослих тварин.

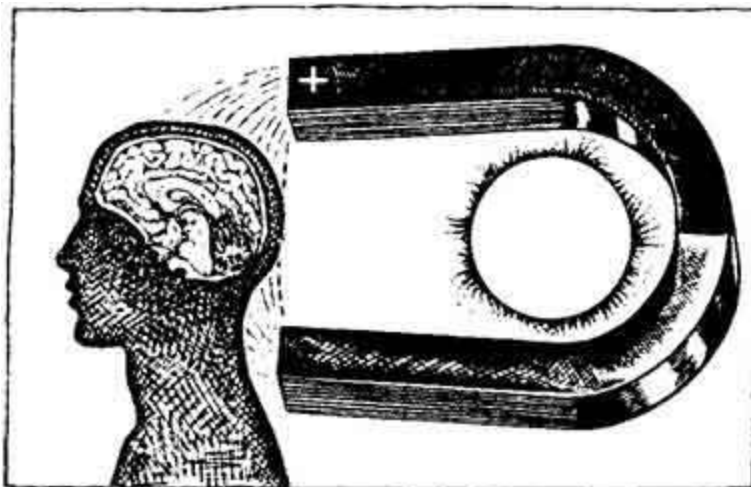


На сьогодні є чимало експериментальних фактів, які свідчать про вплив магнітних полів (сильних чи слабких) на біологічні об'єкти. Це стосується, наприклад, здатності багатьох тварин і рослин орієнтуватись у магнітних полях, впливу магнітних полів на властивості крові, впливу різких змін напруженості магнітного поля Землі (магнітні бурі) на самопочуття людей і поведінку тварин тощо. За допомогою магнітних полів вдається впливати на хід деяких біологічних процесів і хімічних реакцій, наприклад, на інтенсивність водного обміну, активність багатьох ферментів, швидкість проростання насіння.

У природних умовах всі процеси протікають в магнітному полі Землі, яке поблизу поверхні має на широті Києва горизонтальну складову $B_{\text{гор}} = 2 \cdot 10^{-5}$ Тл і вертикальну $B_{\text{верт}} = 5 \cdot 10^{-5}$ Тл складові. Тому в біологічних системах відбуваються зміни не лише за наявності додаткових магнітних полів, а і при

зміні магнітного поля Землі. Вважають, що універсальність дії магнітного поля на все живе обумовлена його впливом на властивості води.

Магнітні властивості біологічних тканин характеризуються досить низькою величиною магнітної проникності ($\mu=1$), оскільки основні хімічні компоненти біосередовищ (білки, вуглеводи, ліпіди, вода) належать до діамagnetиків. В невеликій кількості в живих організмах містяться парамагнітні частинки (вільні радикали, ферменти, іони). У надниркових залозах людини виявлені ферити – складні окисли, що містять залізо і яким притаманні феромагнітні



та напівпровідникові або діелектричні властивості; їх функції поки що повністю не встановлені. Подібні феромагнітні включення є у бджіл, метеликів, дельфінів. Вони забезпечують просторову орієнтацію цих тварин.

Магнітні властивості тіл характеризуються індуктивністю L , величина якої залежить не лише від магнітної проникності μ , а й від геометричної форми і розмірів. Навіть діамagnetики можуть мати значну індуктивність, якщо вони мають форму котушки і по них тече електричний струм. Тоді

$$L = \mu \mu_0 n^2 V,$$

де n - кількість витків, що припадають на одиницю довжини, V – об'єм котушки.

Коулом і Бейкером (1941р.) була визначена індуктивність плазматичної мембрани гігантського аксона кальмара. Виявилося, що 1 см^2 такої мембрани завтовшки $l=10 \text{ нм}$ має досить високу індуктивність $L=0,1 \text{ Гн}$.

Біоструми, що виникають в організмі, є джерелом слабких магнітних полів, які інколи можна зареєструвати.

В основі дії магнітного поля на біологічні об'єкти лежать первинні процеси. До яких, насамперед, слід віднести:

- зміну концентрації молекул в неоднорідному полі;
- дію сили Лоренца на іони, які рухаються разом з біологічною рідиною;
- ефект Холла, який виникає в магнітному полі під час поширення електричного імпульсу;
- різні кінетичні процеси.

При внесенні біологічних тканин в постійне магнітне поле відбувається орієнтаційне зміщення надмолекулярних рідкокристалічних структур. Що входить до їх складу. Внаслідок цього формується власне магнітне поле, яке відповідно до правила Ленца послаблює зовнішнє. Цей діамagnetний ефект найбільшою мірою проявляється в фосфоліпних компонентах біологічних мембран.

При розгляді взаємодії змінного магнітного поля з біологічними тканинами більшість авторів вважає основним діючим фактором вихрове електричне поле, що виникає внаслідок явища електромагнітної індукції. Напруженість індукovanого електричного поля при методиках, які



використовуються у фізіотерапії може сягати 50 В/м. Електричні поля такої напруженості суттєво впливають на поляризацію мембран, активуючи біофізичні та біохімічні процеси в різних тканинах організму. На результуючу картину індукovanого електричного поля впливають також потенціальні електричні поля, які виникають на межі середовищ з високою та низькою електропровідністю завдяки дії вихрового поля на заряджені частинки.

Вказані особливості приводять до змін рідкокристалічного стану фосфолідних компонентів біологічних мембран, зниження мембранних потенціалів. Таким чином, змінні магнітні поля здатні модулювати фізико-хімічні властивості, а також метаболічну та ферментативну активність клітин та тканин живих організмів. З підвищенням частоти магнітного поля вихрові струми ефективно поглинаються електропровідними тканинами і здатні викликати значний тепловий ефект.

Важливо зауважити, що магнітобіологія перебуває в стані свого становлення і фізична природа дії магнітного поля на біологічні об'єкти є ще не до кінця вивченою.