

М.М. Потяженко, А.В. Невойт

Украинская медицинская стоматологическая академия, Полтава

Энергетическая система человека как часть природного энергообмена: значение для фундаментальной науки и медицины (часть II)

Статья продолжает цикл публикаций авторов касательно вопроса организации энергетической системы человека. Приведен междисциплинарный обзор, цель которого — показать взаимосвязь и общность фундаментальных энергетических процессов в природе и организме человека. Обозначенное имеет существенное значение для понимания сути метаболизма в организме человека с позиций системной медицины и предлагаемой авторами новой магнитоэлектрохимической концепции обмена веществ. Часть II публикации посвящена электромагнитным проявлениям человеческого тела и механизмам его взаимодействия с природными (геокосмическими) электромагнитными полями.

Ключевые слова: энергетическая система, электромагнитное поле, метаболизм.

Все живые организмы — растения, грибы, одно- и многоклеточные животные, человек — наряду с геохимическими источниками являются генераторами электромагнитных полей (ЭМП) и имеют собственные электромагнитные частотные характеристики.

В ходе бесконтактных измерений электрической активности установлены факты наличия и изменения ЭМП у высших растений в ответ на их засветку после темновой адаптации, в моменты нанесения им повреждений (удары топора по стволу и т.п.). Это подтвердило, что растительные ЭМП несут физиологическую информацию о реакции растений на внешние воздействия. Диапазон проявления ритмов ЭМП у растений находится в пределах сотых и тысячных долей Гц, что долгое время ставило под сомнение существование биопотенциалов у них. Есть основания полагать, что изменяющиеся ЭМП, образующиеся при солнечном облучении растительных массивов, вносят вклад в ЭМП приземного слоя атмосферы. Установлено, что растительность является хорошим электростатическим экраном для ЭМП в диапазоне 0–10 Гц. Это обусловлено собственными электромагнитными характеристиками зеленой биомассы, возникающими в результате фотосинтеза, клеточного дыхания, витальной активности растительных клеток и индукции на поверхности листьев зарядов атмосферных ЭМП. Активное озеленение может быть способом борьбы с электромагнитным загрязнением окружающей среды (Новицкий Ю.И., 1973; Гуляев П.И. и соавт., 1975; Красногорская Н.В. (ред.), 1984; Александров В.В., 2006). Отмечена корреляция между активностью прорастания семян сои и интенсивностью эмиссии ними фотонов (Triglia A. et al., 1997). Накоплен значительный пласт исследований эндогенных ЭМП в животном мире. ЭМП насекомых имеют определенное информационное значение в процессе их кинетики и коммуникаций. ЭМП животных регистрируют в полосе оптического и микроволнового диапазона, захватывая инфракрасную, оранжево-красную, голубую и ультрафиолетовую области. Интенсивность эмиссии фотонов у живых организмов колеблется в пределах 10^{-19} – 10^{-16} Вт/см² (Гуляев С.А., Лиманский Ю.П., 2006). В бластопоре эмбриона африканской лягушки зарегистрировано наличие направленного внутрь положительного трансэпителиального тока через эктодерму — 100 мА/см², градиенты напряжения между ростральной и каудальной частями, проксимальной и дистальной областями эмбриона (Notary K.V., Robinson K.R., 1994). Минимально выявляемая плотность потока излучения фотонов в коре мозга интактной крысы — $9,9 \cdot 10^{-17}$ Вт·см⁻²·с⁻¹ со снижением интенсивности на 60% после остановки сердца; в области изолированного участка гиппокампа — 10^{-19} Вт/мм² (Kobayashi M. et al., 1999a; b) и т.д. Перспективный научный интерес в отношении влияния на организм человека представляет дальнейшее изучение роли «электромагнитного ландшафта» живой природы — лесов, полей и контактное взаимодействие с животным миром и т.п.

В процессе жизнедеятельности человек как сложная неравновесная энергетическая система, которую условно можно рассматривать как высшее звено энергетической природной цепи, приспособленное к усвоению многих видов внутренней и внешней энергий, характеризуется генерацией излучения в широком диапазоне частот, по всей видимости являющейся видовой для Homo sapiens. По данным публикации (Красногорская Н.В. (ред.), 1984; Гуляев С.А., Лиманский Ю.П., 2006; Mintser O.P. et al., 2019), организм человека имеет суммарное ЭМП с частотами 10^{-4} –10 Гц. В нем различают: низкочастотные, в том числе квазистатические поля; высокочастотные (радиочастотный, оптический, акустический, инфракрасный диапазоны электромагнитного спектра). В зависимости от источника ЭМП человека могут быть разделены на: ЭМП отдельных органов организма; ЭМП/электростатические поля, обусловленные поверхностным электрическим зарядом на теле; ЭМП, обусловленные динамикой электрофизических свойств тканей (электропроводность, диэлектрическая проницаемость).

Для организма человека установлены следующие полевые параметры: напряженность электростатического поля — до 80 В/м ($15 \pm 2,0$ В/м); поверхностная плотность электрических зарядов — 10^{-5} – 10^{-8} Кл/см²; потенциал электростатического поля относительно Земли на расстоянии 10 см от поверхности тела — от 2–3 до 300 мВ; трибоэлектрические заряды на поверхности тела — до 13 кВТ; постоянное и переменное магнитное поле (МП) — частота 0,1–400 Гц; ЭМП отдельных органов — амплитуда 1–5 мВ, частота 0,001–400 Гц; МП сердца — 0,05–0,07 мТл (10^{-6} Тл); МП головного мозга — 0,1–0,07 нТл (10^{-9} Тл); МП вблизи головы человека — порядка 0,01–0,1 пТл и идентифицируется как МП α -ритма; ЭМП потенциалов действия нервов — около 150 мкВ на расстоянии 12 мм от ствола; МП мышц — около 0,1 мТл; в ногах человека выявлены макроскопические петлевые ионные токи с амплитудой до 12 мкА, изменяющиеся соответственно мышечному тону; интенсивность фотонной эмиссии на поверхности тела — $< 10^{-16}$ Вт/см² с максимумом на лице, кистях и стопах, с наибольшей интенсивностью в голубой и красной части оптического диапазона, и участком интенсивности в ультрафиолетовой части спектра; в районе биологически активных точек имеет место резкое увеличение потенциала ЭМП.

Зарегистрирован факт статистически достоверного возрастания эмиссии фотонов ладоней при выполнении упражнений (дыхательная практика) — $8 \cdot 10^{-3}$ – $15 \cdot 10^{-3}$ Гс относительно состояния покоя — $1,3 \cdot 10^{-3}$ – $3 \cdot 10^{-3}$ Гс (Hisamitsu T. et al., 1996).

Механизмы генерации ЭМП организма человека продолжают изучаться. На микроуровне основными, универсальными, фундаментальными и принципиально общими для всех видов матери-

альной жизни механизмами генерации ЭМП сегодня принято считать электронные/фотонные эффекты и возникающие когерентные коллективные осцилляции биомолекул, образовавшихся кластеры со структурированной водой, что изложено в предыдущей публикации цикла (Потяженко М.М., Невоит А.В., 2019). На макроуровне установлено, что ЭМП организма человека является суммой двух составляющих: собственного ЭМП, создаваемого электрической активностью отдельных возбужденных органов (головной мозг, сердце и т.д.), и МП, наведенного движением токопроводящих жидкостей (электролитов), каковыми являются кровь и лимфа. Далее наведенные внешним МП токи порождают вторичное МП организма, воздействуя индуктивно на нервную систему и прямо — на функциональные системы. При рассмотрении механизмов образования ЭМП в зависимости от диапазона установлено, что причинами возникновения низкочастотных ЭМП, по всей видимости, являются:

- трансмембранная разность потенциалов, образующаяся за счет диффузии и активного транспорта молекул и ионов через мембраны, что приводит к накоплению и разделению ионов разных знаков на мембранах и создает в этой области квазистатическое поле;
- индукционные взаимодействия;
- электретные эффекты, обусловленные ориентацией полярных молекул и возникновением поля вследствие нескомпенсированности зарядов из-за пространственного распределения электродвижущих сил, связанных с клеточным и тканевым метаболизмом, что приводит в конечном итоге к возникновению сложной биоэлектретной структуры целостного организма;
- перераспределение заряженных элементов внутри организма с поляризацией их в электрическом поле, формированием двойных электрических слоев на клеточных и других неоднородностях, что приводит к образованию значительных объемных зарядов, пространственное перемещение которых обуславливает формирование внутри организма ЭМП с различными параметрами в зависимости от скоростей перемещения заряженных элементов, биоритмов, молекулярной организации и других процессов метаболизма.

Генерация высокочастотной составляющей организма человека чрезвычайно разнообразна. Причины возникновения ультрафиолетового излучения связывают с: рекомбинацией свободных радикалов, перекисным окислением липидов; разрушением биомолекул; внутримолекулярной перестройкой электронной структуры высокоэнергетических биомолекул; делением клеток.

Оптическое излучение (феномен сверхслабой эмиссии фотонов, люминесценция) связывают с: рекомбинацией свободных радикалов, перекисным окислением липидов; течением ферментных реакций.

Инфракрасное излучение считают сопряженным со всеми метаболическими процессами. Радиоволновое, в том числе акустическое, имеет место при явлениях электрогенеза при прохождении импульсов по нейронам, при движении клеток и ворсинок, сокращениях мышечных волокон, перистальтике кишечника, работе сердца и т.д.; при изменении электронной структуры макромолекул; в ходе биохимических, биофизических, иммунных реакций (Красногорская Н.В. (ред.), 1984; Гуляр С.А., Лиманский Ю.П., 2006).

Пьезобиосинтез — еще один важный источник образования эндогенного ЭМП. Механическая деформация жидкокристаллических биологических структур приводит к поляризации и возникновению пьезоэлектрического эффекта. Пьезоэлектрическими свойствами обладают коллагеновые волокна сухожилий, кости, фибробласты, поскольку белковые молекулы коллагена образуют длинные тонкие гибкие нити и организуются в параллельные структуры, обладающие жидкокристаллическими свойствами за счет того, что цепи молекул тропоколлагена объединяются с молекулами воды в кластерные системы. Поскольку соединительная ткань распределяется практически во всех органах, образуя гибкие структурные «каркасы» для них, то многие тканевые структуры проявляют пьезоэлектрические свойства. Установлено, что наиболее выраженным пьезоэлектрическим эффектом, то есть способностью преобразовывать механическую энергию сжатия-растяжения в электрическую, обладает мышечно-сухожильная,

а также периневральная, перилимфатическая, периваскулярная соединительные ткани (Гуляр С.А., Лиманский Ю.П., 2006; Бойко В.В. и соавт. (ред.), 2016). Таким образом движения мышц создают пьезоэлектрический эффект, трансформируя химическую энергию аденозинтрифосфата в механическую, а далее — в электрическую. Возникшие ЭМП/биофотоны распространяются по продольно ориентированным коллагеновым волокнам по ходу мышечных синкинезий и, как описано в предыдущих публикациях цикла (Потяженко М.М., Невоит А.В., 2019), по первичной сосудистой системе, являющейся энергетическим транспортным каналом организма и, по всей видимости, частью функциональной системы регуляции электромагнитного баланса. В местах входа в определенные органы ЭМП/биофотоны оказывают энергетическое влияние на динамику молекулярных и клеточных процессов, а также благодаря обратному пьезоэлектрическому эффекту могут трансформироваться в механическую и химическую энергии (Христинич Т.Н., Горбачевский А.В., 2009). Это объясняет один из важных путей передачи эндогенной электромагнитной энергии внутри организма и факт лучшего физического состояния, валеологического статуса у тренированных людей, систематически занимающихся спортом. Также это логично увязывается с вышеприведенными данными об увеличении эмиссии фотонов с ладоней при физических тренировках.

Механизмы генерации ЭМП различаются по электрофизиологическому, молекулярному обеспечению процессов, а также по иерархии и взаимосвязи различных этапов реализации. В XXI в. наука существенно продвинулась в аспекте понимания роли ЭМП в организме, хотя окончательная общепринятая концепция, как видно из данного цикла публикаций, продолжает свое формирование. Важным шагом на пути понимания сути электромагнитных взаимодействий внутри организма является поиск морфологического субстрата электромагниторецепторов человеческого тела. На сегодня эту функцию окончательно связывают с кристаллическими структурами биогенного магнетита (Fe_3O_4), который выявлен в клетках головного мозга и высокоиннервированной решетчатой кости черепа человека. За 45-летний период исследования этого факта по данным авторов (Агаджанян Н.А., Макарова И.И., 2005; Kirschvink J.L. et al., 1992a; b; 2010; Strbak O. et al., 2011; Ueno S., 2012; Gieré R., 2016; Maher B.A. et al., 2016; Jazirehpour M., Seyyed Ebrahimi S.A., 2016; Binhi V.N., Prato F.S., 2017; Miclaus S. et al., 2018) установлено: каждый грамм мозга человека содержит $5 \cdot 10^6$, минергальных оболочек — $100 \cdot 10^6$ кристаллов биомагнетита. Эти кристаллы имеют тонкодисперсную структуру, размер $0,01 - 0,1$ мкм, сопоставимый с молекулярным, типичное кристаллическое соединение в цепочке, и предположительно синтезируются в организме, поскольку в природе вне биологических систем подобная структура не выявлена. Их функция — биологический «датчик» квантового уровня. Их функция в клетках кристаллов биомагнетита максимизирует их магнитный момент и обеспечивает групповое системное действие. Предположительно благодаря этому они могут вносить достаточно механической энергии, чтобы активизировать трансмембранные ионные каналы определенных групп нейронов и других клеток. Анализ магнитных свойств тканей человека указывает на наличие магнитных эффектов взаимодействия групп кристаллов биомагнетита в аспекте усреднения эффектов слабых сверхмедленных МП в мембранах клеток. Считается, что биоминерализация магнетита является генетически управляемым биохимическим процессом. Фундаментализм открытия биомагнетитассоциированной магниторецепции и его роль как универсальной природной функции во взаимодействии с ЭМП прослеживается в таких фактах, как наличие аналогичных кристаллических структур биомагнетита у магниточувствительных бактерий, у насекомых, в мозгу рыб, птиц и млекопитающих, особенно миграционных животных. Вместе с тем установлено, что в живых тканях содержится гораздо большее количество биомагнетита, чем необходимо для биорецепции. Биологическая функция этого дополнительного материала пока не установлена. В то же время поведенческие эксперименты с пчелами и птицами с использованием коротких сильных магнитных импульсов показали, что биомагнетит участвует в сенсорной трансдукции/трансформации энергии геомагнитных полей в нервной системе. Ферромагнитный материал биологических систем может обеспечивать физические механизмы трансформации в другие виды энергий для сверхмед-

ленных МП, а также для энергии микроволн в диапазоне частот пика ферромагнитного резонанса — 0,5–10 ГГц (Kobayashi A.K. et al., 1995; Гулярь С.А., Лиманский Ю.П., 2006). На наш взгляд, это дает основание задуматься, не является ли эндогенный биоманетит частью системы «усвоения» организмом геомагнитного поля, без которого, как установлено, биологическая жизнь невозможна.

Собственно, на современном научном этапе факт влияния природных ЭМП на биосистемы и организм человека является установленным, и научная мысль сконцентрирована на отработке гипотез механизмов магнитобиологических эффектов и их роли для живых биосистем. Также несомненным, логичным, очевидным фактом является наличие связи между ЭМП человека, уровнем его метаболической активности и функциональным состоянием. Однако сущность этих взаимосвязей требует дальнейшего изучения. Эндогенные ЭМП живых организмов и человека, как объективная реальность, как звенья единой природной энергетической цепи, представляют научный и практический интерес с целью дальнейшего понимания фундаментальных вопросов функционирования организма человека. Возрастающая актуальность изучения вопросов взаимодействия внешних ЭМП и человека продиктована не только необходимостью понимания биологических аспектов организации живых систем и возможностью использования экзогенных ЭМП в инструментальной диагностике, но и тем несомненным фактом, что появление техногенных ЭМП безусловно оказывает влияние на здоровье человека и патогенез его заболеваний. Этот вопрос сегодня является абсолютно неизученным и недиагностируемым в системе современного здравоохранения. С другой стороны, знание механизмов воздействия ЭМП на биологические системы может помочь разрешить назревающий кризис фармакотерапии и способствовать оптимизации лечения за счет внедрения принципиально иных способов воздействия на организм человека посредством частотно-волнового и других методов лечения. Таким образом, с учетом фундаментализма, универсальности и единства механизмов энергообмена в природной цепи и понимания неразрывной связи организма человека с ними современная медицинская наука не должна более оставлять эти вопросы без внимания.

Список использованной литературы

- Агаджанян Н.А., Макарова И.И. (2005) Магнитное поле Земли и организм человека. Экология человека, 9: 3–9.
- Александров В.В. (2006) Экологическая роль электромагнетизма. Санкт-Петербургский гос. политех. ун-т, Санкт-Петербург, 716 с.
- Бойко В.В., Сокол Е.И., Замятин П.Н. (ред.) (2016) Пьезобиосинтез: предпосылки, гипотезы, факты. Монография, в 4 т. Харьк. политех. ин-т.
- Гулярь П.И., Заботин В.И., Шлиппенбах Н.Я. (1975) Электромагнитные поля атмосферы, имеющие биологическое происхождение. Наука, Москва, 68–70 с.
- Гулярь С.А., Лиманский Ю.П. (2006) Постоянные магнитные поля и их применение в медицине. ИФБ НАН Украины, Киев, 320 с.
- Красногорская Н.В. (ред.) (1984) Электромагнитные поля в биосфере. Наука, Москва, 328 с.
- Новицкий Ю.И. (1973) Магнитное поле в жизни растений. Наука, Москва, 165–188 с.
- Потяженко М.М., Невойт А.В. (2019) Энергетическая система человека в свете современных физико-биологических знаний, концепций, гипотез. Укр. мед. часопис, 4(2) (132): 12–14.
- Христин Т.Н., Горбачевский А.В. (2009) Электромагнитные поля, биоритмы и адаптация в организме человека. Биология і фармація, 3: 67–71.
- Binhi V.N., Prato F.S. (2017) A physical mechanism of magnetoreception: extension and analysis. Bioelectromagnetics, 38: 41–52.
- Gieré R. (2016) Magnetite in the human body: biogenic vs. anthropogenic. PNAS, 113(43): 11986–11987.
- Hisamitsu T., Seto A., Nakazato S. et al. (1996) Emission of extremely strong magnetic fields from the head and whole body during oriental breathing exercises. Acupunct. Electrother. Res., 21(3–4): 219–227.
- Hotary K.B., Robinson K.R. (1994) Endogenous electrical currents and voltage gradients in *Xenopus* embryos and the consequences of their disruption. Dev. Biol., 166(2): 789–800.
- Jazirehpour M., Seyyed Ebrahimi S.A. (2016) Synthesis of magnetite nanostructures with complex morphologies and effect of these morphologies on magnetic and electromagnetic properties. Ceramics Int., 42: 16512–16520.
- Kirschvink J.L., Kobayashi-Kirschvink A., Diaz-Ricci J.C., Kirschvink S.J. (1992a) Magnetite in human tissues: a mechanism for the biological effects of weak ELF magnetic fields. Bioelectromagnetics, 1: 101–113.
- Kirschvink J.L., Kobayashi-Kirschvink A., Woodford B.J. (1992b) Magnetite biomineralization in the human brain. Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 89(16): 7683–7687.

Kirschvink J.L., Winklhofer M., Walker M.M. (2010) Biophysics of magnetic orientation: strengthening the interface between theory and experimental design. J. R. Soc. Interface., 7(2): S179–S191.

Kobayashi A.K., Kirschvink J.L., Nesson M.H. (1995) Ferromagnetism and EMFs. Nature, 374(6518): 123.

Kobayashi M., Takeda M., Ito K. et al. (1999a) Two-dimensional photon counting imaging and spatiotemporal characterization of ultraweak photon emission from a rat's brain *in vivo*. J. Neurosci. Methods, 93(2): 163–168.

Kobayashi M., Takeda M., Sato T. et al. (1999b) *In vivo* imaging of spontaneous ultraweak photon emission from a rat's brain correlated with cerebral energy metabolism and oxidative stress. Neurosci. Res., 34(2): 103–113.

Maher B.A., Ahmed I.A.M., Karloukovski V. et al. (2016) Magnetite pollution nanoparticles in the human brain. Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 113(39): 10797–10801.

Miclaus S., Iftode C., Miclaus A. (2018) Would the human brain be able to erect specific effects due to the magnetic field component of an UHF field via magnetite nanoparticles? PIERM, 69: 23–36.

Mintser O.P., Potiazhenko M.M., Nevoit G.V. (2019) Evaluation of the human bioelectromagnetic field in medicine: the development of methodology and prospects are at the present scientific stage. Wiadomości Lekarskie, 5(2): 1117–1121.

Strbak O., Kopcansky P., Frollo I. (2011) Biogenic magnetite in humans and new magnetic resonance hazard questions. Meas. Sci. Rev., 11(3): 85–91.

Triglia A., Musumeci F., Scordino A. (1997) The spontaneous ultraweak luminescence of living systems. Riv. Biol., 90(2): 267–280.

Ueno S. (2012) Studies on magnetism and bioelectromagnetics for 45 years: from magnetic analog memory to human brain stimulation and imaging. Bioelectromagnetics, 33: 3–22.

Енергетична система людини як частина природного енергообміну: значення для фундаментальної науки і медицини (частина II)

М.М. Потяженко, А.В. Невойт

Резюме. Стаття продовжує цикл публікацій авторів щодо питання організації енергетичної системи людини. Наведено міждисциплінарний огляд, мета якого — показати взаємозв'язок і спільність перебігу фундаментальних енергетичних процесів у природі й організмі людини. Зазначене має істотний смисл для розуміння сутності перебігу метаболізму в організмі людини з позиції системної медицини і пропонуваної авторами нової магнітоелектрохімічної концепції обміну речовин. Частина II присвячена електромагнітним проявам людського тіла і механізмам його взаємодії із природними (геокоsmічними) електромагнітними полями.

Ключові слова: енергетична система, електромагнітне поле, метаболізм.

Human energy system as a part of natural energy exchange: value for fundamental science and medicine (part II)

M.M. Potyazhenko, A.V. Nevoyt

Summary. The article continues the cycle of publications of the authors about the organization of the human energy system. The authors made an interdisciplinary review in order to show the relationship and commonality of the flow of fundamental energy processes in nature and the human body for the first time. This is essential for understanding the essence of the course of metabolism in the human body from the perspective of systemic medicine. It is also important for understanding the essence of phenomena from the standpoint of the new magnetoelectrochemical concept that the authors propose. The part II is devoted to the electromagnetic manifestations of the human body. The mechanisms of its interaction with natural (geocosmic) electromagnetic fields are described.

Key words: energy system, electromagnetic field, metabolism.

Адрес для переписки:

Потяженко Максим Макарович
36011, Полтава, ул. Шевченко, 23
Украинская медицинская стоматологическая академия,
кафедра внутренних болезней и медицины неотложных состояний
с кожными и венерическими болезнями
E-mail: umsainua@ukr.net

Получено 17.10.2019