

В.Г. Майданник, академик НАМН України, д.м.н., профессор, Национальный медицинский университет им. А.А. Богомольца, г. Киев

# Искусственные электромагнитные поля — благо цивилизации или вред для детского организма?

Технический прогресс привел к появлению новых факторов, способных в той или иной степени влиять на физиологические процессы в организме человека. Прежде всего, это радиационное излучение, электрические и магнитные поля (МП), химическое загрязнение.

К сожалению, в процессе эволюции у человека не появились дополнительные органы чувств или рецепторы для выявления зон техногенной активности с повышенной опасностью для здоровья. При этом наиболее чувствительными к их воздействию являются дети. В связи с этим на разных уровнях все чаще приходится слышать призывы ученых о необходимости изучения антропогенных факторов.

## Общая характеристика электромагнитных полей (ЭМП)

Одним из мощнейших физических факторов, способных влиять на организм человека, является ЭМП. Его эффект обусловлен действием двух составляющих — электрической и магнитной, но при использовании частот до 100 Гц основное действие оказывает МП. Электромагнитное излучение с длиной волны свыше 10 км и частотой менее 30 кГц относится к низкочастотным. В этом диапазоне МП проникает в организм человека без искажений.

Ткани организма диамагнитны, т.е. при воздействии МП не намагничиваются, однако их составным элементом могут сообщаться магнитные свойства. Условно выделяют физическую, физико-химическую и биологическую стадии влияния МП на живые объекты. При этом механизм действия МП с позиции теории функциональных систем рассматривается с учетом многоуровневой иерархической организации живого организма: ядерно-молекулярной, клеточной, тканевой, отдельных органов и систем и организма в целом. Основными биотропными параметрами МП являются его интенсивность, градиент, вектор, экспозиция, частота, форма импульса, локализация, характер контакта и площадь взаимодействия). Наиболее выраженным влиянием обладает импульсное МП (ИМП). Клиническими исследованиями установлено, что импульсное МП с величиной магнитной индукции до 0,3 Тл и частотой 50 Гц не вызывает субъективных ощущений в зонах, подвергнутых его воздействию, но реакции различных систем при этом достаточно четко выражены. По степени чувствительности к МП функциональные системы организма распределяются следующим образом: нервная > эндокринная > органы чувств > сердечно-сосудистая > кровь > мышечная > пищеварительная > выделительная > дыхательная > костная. Биологическое действие МП можно рассматривать с нескольких позиций: медицинские аспекты (положительное влияние), бытовые и промышленные (негативное влияние) (Демецкий А.М., Хулуп Г.Я., Цецохо А.В., 1999).

## Основные источники ЭМП

При оценивании потенциальной роли воздействия окружающей среды на детскую заболеваемость следует принимать во внимание, что влияние на детей может отличаться от воздействия

на взрослых, кроме того, отмечаются существенные различия в зависимости от возраста ребенка. Во время гестационного периода основное значение имеет подверженность влиянию ЭМП от различных источников (включая бытовые приборы и мобильные телефоны), которые используют родители и в первую очередь — беременные женщины. Новорожденные и дети младшего возраста, как правило, подвергаются воздействию от источников, расположенных в местах проживания или дошкольных учреждениях; на детей 6-12 лет — в школах. В подростковом периоде значительно возрастает роль мобильных телефонов как вредоносных источников (Kheifets L., 2005, Behari J., 2010).

Высоковольтные линии — это наиболее мощный источник воздействия на людей, которые живут возле них. Однако количество детей, проживающих в таких семьях, невелико — 1%. Для большинства детей влияние низкочастотных полей первичных или вторичных распределительных станций является постоянным; в то же время краткое и периодическое воздействие полей более высокой частоты происходит от бытовых приборов. ЭМП низкой частоты обнаруживаются также в школе, в транспорте и во время использования мобильного телефона. Типичный средний показатель МП в домашних условиях составляет около 0,05-0,1 мкТ. Следует отметить, что в разных странах уровень воздействия ЭМП может значительно отличаться. Напряжение, используемое в электрических сетях бытового назначения США (110 В), является приблизительно на половину меньшим, чем для Великобритании (220 В), что приводит к вдвое большему воздействию электрического тока и МП. Кроме того, в каждой стране существуют дома (1-2% жилищ в Великобритании и 10% — в США), в которых по разным причинам превышаются средние нормы ЭМП (>0,2 мкТ) (Kheifets L., 2005).

Поля радиочастот производятся системами радио- и телевидения, мобильными телефонами, базовыми станциями и другими средствами коммуникации. Радио- и телевизионные сигналы передаются на большую территорию из относительно малого количества мест. Станции с базой для мобильных телефонов покрывают значительно меньшую территорию и производят более низкие излучения, но их намного больше, чем теле- и радиостанций (десятки тысяч).

Фон окружающей среды — главный источник воздействия радиочастот на маленького ребенка. Потенциальными источниками являются средства коммуникации, расположенные в доме (например, радионяня и видеонаблюдение, находящиеся в детских кроватках, беспроводные телефоны, Wi-Fi источники, мобильные телефоны).

Согласно данным ВОЗ в настоящее время мобильные телефоны являются неотъемлемой частью современных телекоммуникаций. Во многих странах более половины населения пользуются услугами мобильной связи. В конце 2009 года во всем мире было зарегистрировано 4,6 млрд пользователей и их число неуклонно растет с каждым годом. Воздействие приборов было оценено на уровне 30% от общего количества всех влияний. Мобильные телефоны представляют собой маломощные радиочастотные передатчики, действующие на частотах от 450 до 2700 МГц при пиковых значениях мощности в диапазоне от 0,1 до 2 Вт. Телефон передает мощность, только когда он включен. Связь по мобильным телефонам осуществляется с помощью радиоволн, распространяемых через сеть фиксированных антенн, называемых базовыми станциями. Радиочастотные волны являются ЭМП, которые в отличие от ионизирующего излучения, такого как рентгеновские лучи или гамма-лучи, не могут ни разрывать химические связи, ни вызывать ионизацию в организме человека, но, поскольку устройства мобильной связи используются в непосредственной близости от тела, они являются потенциально опасными источниками электромагнитного излучения. Антенны современных мобильных телефонов расположены близко к голове человека, а излучение базовых станций распределяется по всей области вокруг человека. Таким образом, мобильный телефон в настоящее время представляет собой один из главных факторов биологического



В.Г. Майданник

воздействия (Информационный бюллетень ВОЗ №193, июнь 2011 г.). Цифровые сотовые телефоны, использующие систему GSM, передают информацию сериями микроволн и по сути являются источниками импульсного МП. По электромагнитному спектру мобильные телефоны находятся между микроволновыми печами и телевизионными передатчиками. Такое влияние не является ионизирующим, но может оказывать биологически значимое воздействие (рис.).

## Оценка риска влияния ЭМП

Принцип регулирования воздействия ЭМП основывается на предупреждении возникновения рисков для здоровья, которые являются следствием взаимодействия искусственных полей и токов с чувствительными тканями и органами, в первую очередь ЦНС. Основным лимитирующим уровнем ЭМП в профессиональной деятельности, считается порог на уровне 10 мАхм<sup>2</sup>. Принцип регулирования воздействия в общественных местах включает дополнительный фактор безопасности, снижающий порог до 2 мАхм<sup>2</sup>. Основные ограничения связаны с силой внешнего поля посредством дозиметрического расчета, которое создано на основе реальных анатомических моделей человека и измерениях диэлектрических свойств тканей. Для общего воздействия на людей соответствующий контрольный уровень для частоты электрических и МП установлен на уровне 5 кВ/м и 100 мкТ соответственно (Kheifets L., 2005).

Дозиметрические расчеты не проводились для детей и беременных женщин. Однако имеются результаты многочисленных эпидемиологических исследований относительно воздействия ЭМП во время беременности. Они включают испытания по использованию терминалов с видеоиграми, электрическими одеялами или подогреваемыми клубами, а также изучение влияния, вызванного профессиональной деятельностью

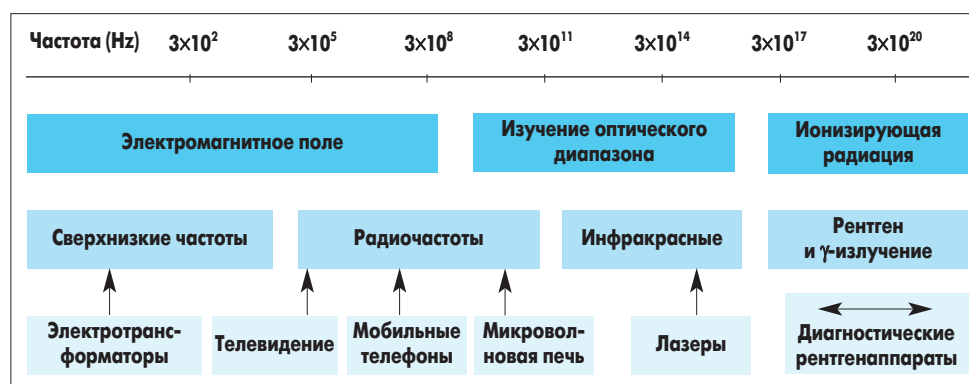


Рис. Сравнительная характеристика ЭМП различных источников



родителей. Большинство исследований не нашли никаких закономерностей, но они были ограничены по оценке воздействия. В двух исследованиях проводились персональные измерения воздействия ЭМП низкой частоты и сообщалось о случаях самопроизвольных аборт, ассоциировавшихся с максимально измеренными МП, но их результаты необходимо подтвердить дополнительным изучением, чтобы сделать окончательные выводы.

Потенциальные риски заболевания раком для детей из-за влияния ЭМП низкой частоты, которые были оценены с точки зрения территориальной приближенности к источникам электроэнергии и дозиметрией, были изучены с учетом продолжительности (внутриутробно и после рождения) и степени воздействия на родителей. Результаты не продемонстрировали четких связей для заболевания ЦНС, но в одном исследовании указывалось на повышенный риск для ребенка заболеть лейкемией, если во время беременности существовало сильное воздействие ЭМП на мать. Результаты 12 исследований и двух метаанализов показали удвоение риска для детей, подвергающихся воздействию МП мощностью >0,3-0,4 мТ в сравнении с детьми, на которых действуют МП <0,1 мТ (Kheifets L., 2005).

Таким образом, необходимо проводить дополнительные исследования для обнаружения более четких связей между воздействием МП и детской лейкемией, и с учетом существующей неопределенности ВОЗ рекомендует использовать профилактические меры по защите детей.

Из-за большого распространения мобильных телефонов среди детей и подростков, и, вероятно, высокого влияния на ЦНС исследования потенциального воздействия полей радиочастот на развитие опухолей мозга ребенка являются чрезвычайно важными. Несколько эпидемиологических и лабораторных исследований были направлены на изучение возможных эффектов от влияния радиочастот на детей. На важность такого воздействия в течение длительного периода жизни был сделан особый акцент в недавнем исследовании, в котором акустическая неврома имела место после 10-летнего использования мобильных телефонов. Однако различия в опциях мобильных телефонов, используемых детьми (например, отправка сообщений), потенциальной биологической уязвимости и длительности воздействия на протяжении жизни делают экстраполяцию от исследований взрослых к детям проблематичной (Kheifets L., 2005, Anders Ahlbom et al., 2009, Courtney Corle et al., 2010).

Большинство научных исследований являются спорными в некоторых отношениях, поскольку экспериментальные результаты, которыми располагают на сегодняшний день, рассматривают проблему с точки зрения теплового воздействия. Эффекты, связанные с нетепловым влиянием, носят противоречивый характер и не совсем понятны. Принятое существование нетепловых явлений в биологических системах трудно объяснить в рамках известных законов физики и

могут находиться за пределами, установленными химическими реакциями в биомолекулярных системах.

#### Заключение

В настоящее время технологические разработки приносят как социальную, так и экономическую выгоду, однако последствия для здоровья от этих достижений могут быть непредсказуемыми. И даже если эффекты будут малозначимы для одного случая, широкое их распространение может иметь большие последствия для здоровья общества в целом. Когда риски являются сложными, установленное соотношение «причина-результат» отсутствует, а научные открытия не поддаются количественному определению, поэтому внедрение профилактических мер должно проводиться на всех уровнях. Эти меры следует рассматривать как дополнительные шаги, которые могут варьировать в странах в зависимости от социальных и экономических взглядов.

Также профилактика может проводиться на индивидуальном уровне в зависимости от степени тревоги, которую испытывает человек. Давая совет своим пациентам, врачам следует, основываясь на научных данных, оценить риски, пользу от внедряемых технологий, вероятность снижения вредного воздействия, а также общего состояния здоровья пациента.

В случае ЭМП существует вероятность, что воздействие внешних МП связано с повышением риска заболевания детской лейкемией. Несмотря на то что это очень редкая патология (даже если риск удвоится, заболеваемость составит ~5-8 на 100 тыс. детей в год), вероятность того, что воздействие ЭМП низкой частоты повышает риск, не может игнорироваться.

Для супружеской пары, планирующей семью, беременной женщины, обеспокоенных вопросами влияния ЭМП, или для какого-либо человека, подвергающегося воздействию относительно высокого по результатам дозиметрии МП низкой частоты, стандартный совет невозможен. Вместо этого врачам необходимо информировать своих пациентов о возможной опасности и советовать им взвесить все преимущества и недостатки от возможных вариантов (среди которых есть снижение ЭМП). Снижение воздействия ЭМП достигается посредством минимизации использования определенных электрических приборов или изменением режима их работы, увеличением дистанции до источника воздействия. Относительно длительного влияния на здоровье человека мобильных телефонов, особенно детей, существуют немногочисленные данные, то есть уместны предупредительные малозатратные меры. Необходимо ограничивать длительность звонков или использовать специальную гарнитуру, позволяющую держать мобильные телефоны подальше от головы и всего тела. Уровни воздействия от станций с базой мобильных телефонов чрезвычайно низки, и, следовательно, не требуются дополнительные рекомендации для проведения специальных предупредительных мероприятий.

**Передплата з будь-якого місяця!  
У кожному відділенні «України»!  
За передплатними індексами:**

Здоров'я® України®

«МЕДИЧНА ГАЗЕТА  
«ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ – ХХІ СТОРІЧЧЯ»

**35272**

ТЕМАТИЧНИЙ НОМЕР  
«ПЕДІАТРІЯ»

**37638**

ТЕМАТИЧНИЙ НОМЕР  
«АКУШЕРСТВО, ГІНЕКОЛОГІЯ, РЕПРОДУКТОЛОГІЯ»

**89326**

ТЕМАТИЧНИЙ НОМЕР «ГАСТРОЕНТЕРОЛОГІЯ,  
ГЕПАТОЛОГІЯ, КОЛОПРОКТОЛОГІЯ»

**37635**

ТЕМАТИЧНИЙ НОМЕР  
«КАРДІОЛОГІЯ, РЕВМАТОЛОГІЯ, КАРДІОХІРУРГІЯ»

**37639**

ТЕМАТИЧНИЙ НОМЕР  
«ПУЛЬМОНОЛОГІЯ, АЛЕРГОЛОГІЯ, РИНОЛАРИНГОЛОГІЯ»

**37631**

ТЕМАТИЧНИЙ НОМЕР  
«ДІАБЕТОЛОГІЯ, ТИРЕОІДОЛОГІЯ, МЕТАБОЛІЧНІ РОЗЛАДИ»

**37632**

ТЕМАТИЧНИЙ НОМЕР  
«ОНКОЛОГІЯ, ГЕМАТОЛОГІЯ, ХІМІОТЕРАПІЯ»

**37634**

ТЕМАТИЧНИЙ НОМЕР  
«НЕВРОЛОГІЯ, ПСИХІАТРІЯ, ПСИХОТЕРАПІЯ»

**37633**

ТЕМАТИЧНИЙ НОМЕР  
«ХІРУРГІЯ, ОРТОПЕДІЯ, ТРАВМАТОЛОГІЯ»

**49561**

**НАШ САЙТ:**

**www.health-ua.com**

Архів номерів  
«Медичної газети  
«Здоров'я України»  
з 2003 року

У середньому  
понад 8000  
відвідувань  
на день