

Иванов А.А., Тарасик М.С., Стребков А.С.

**ИЗУЧЕНИЕ ЯВЛЕНИЯ ЯДЕРНОГО МАГНИТНОГО РЕЗОНАНСА (ЯМР)
В РАМКАХ ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ ПО ТЕМЕ
«МАГНИТОБИОЛОГИЯ. БИОМАГНЕТИЗМ» ПРИ ИЗУЧЕНИИ
ДИСЦИПЛИНЫ «ВВЕДЕНИЕ В МЕДИЦИНСКУЮ ФИЗИКУ» НА
ФАКУЛЬТЕТЕ ПРОФОРИЕНТАЦИИ И ДОВУЗОВСКОЙ ПОДГОТОВКИ
БГМУ**

*Белорусский государственный медицинский университет
Минск, Беларусь*

Аннотация. В статье показана необходимость, при проведении занятий по теме «Магнитобиология. Биомagnetизм», уделить большее внимание изучению явления ядерного магнитного резонанса, что позволит облегчить понимание сути диагностического метода магнитно-резонансной томографии на первом курсе медицинского университета.

Ключевые слова: ядерный магнитный резонанс, магнитно-резонансная томография, магнитный момент.

Ivanou A.A., Tarasik M.S., Strebkou A.S.

**STUDYING THE PHENOMENA OF NUCLEAR MAGNETIC RESONANCE
(NMR) WITHIN THE FRAMEWORK OF A PRACTICAL LESSON ON THE
TOPIC “MAGNETO BIOLOGY. BIOMAGNETISM” WHEN STUDYING
THE DISCIPLINE “INTRODUCTION TO MEDICAL PHYSICS” AT THE
FACULTY OF CAREER GUIDANCE AND PRE-UNIVERSITY TRAINING**

*Belarusian State Medical University
Minsk, Belarus*

Abstract. The article shows the necessity when conducting classes on the topic “Magnetobiology. Biomagnetism”, pay more attention to the study of the phenomena of nuclear magnetic resonance, which will facilitate understanding of the essence of the diagnostic method of magnetic resonance imaging in the first year of medical university.

Keywords: nuclear magnetic resonance, magnetic resonance imaging, magnetic moment.

Магнитобиология занимается изучением воздействия магнитного поля на биообъекты. Биомagnetизм занимается проблемами, которые связаны с магнитными свойствами и магнитными полями, создаваемыми биологическими объектами. Отметим, что сильные магнитные поля (1,5 — 4 Тесла и более) создаются в магнитно-резонансных томографах — устройствах для получения послойных и объемных изображений структур тела человека.

В рамках курса «Введение в медицинскую физику» обучающимся даются первоначальные сведения о явлении ядерного магнитного резонанса (ЯМР). Это явление лежит в основе метода медицинской визуализации, который называется

магнитно-резонансной томографией (МРТ). Метод МРТ в настоящее время используется для диагностики заболеваний практически во всех областях медицины и, по имеющимся сведениям, не создает каких-либо побочных, опасных для человека эффектов.

Явление ЯМР состоит в том, что некоторые атомные ядра, находящиеся в магнитном поле, способны поглощать энергию электромагнитной волны радиочастотного диапазона, переходя при этом в возбужденное состояние, и излучать энергию в виде радиочастотного сигнала при переходе в первоначальное состояние. Частота этой волны должна иметь определенную величину (так называемую частоту Лармора). Эта частота пропорциональна индукции магнитного поля и имеет разные значения для разных ядер. Явление ЯМР наблюдается у веществ, ядра атомов которых состоят из нечетного числа протонов и нейтронов.

Для понимания сути МРТ на занятиях подчеркивается, что особо важное значение имеют свойства атома водорода. Ядро каждого атома водорода содержит лишь один протон, но в нашем организме таких ядер много, т.к. мы на 80% состоим из воды, молекулы которой содержат два атома водорода, и жиров, также содержащих атомы водорода. Каждая элементарная частица находится в постоянном движении, в том числе и протон, который вращается вокруг своей оси и создает локальное магнитное поле. Наиболее важные магнитные величины (их размерность и определение), характеризующие воздействие магнитного поля на вещество, приведены в таблице 1. Эта таблица предоставляется обучающимся на практическом занятии [1].

Таблица 1

Основные магнитные величины

Величина	Название	Размерность в СИ	Обозначение	Определение
Магнитная индукция	Тесла	Тл	B	Векторная величина, характеризующая магнитное поле и определяющая силу, действующую на движущуюся заряженную частицу со стороны магнитного поля
Магнитный поток	Вебер	Вб (Тл·м ²)	Φ	Поток магнитной индукции (магнитный поток, проходящий через элемент поверхности)
Намагниченность	Ампер на метр	А/м	M	Векторная величина, характеризующая магнитное состояние вещества
Магнитная восприимчивость	—	Безразмерная	χ	Величина, характеризующая свойства вещества намагничиваться магнитным полем

Протон обладает магнитным моментом – векторной величиной, определяющей взаимодействие протона с внешним магнитным полем. Совокупность протонов, которые находятся в тканях человека, формирует своими магнитными моментами суммарный вектор намагниченности тканей. Ткани с большими суммарными векторами намагниченности индуцируют сильный радиочастотный сигнал и будут выглядеть на магниторезонансной томограмме яркими, а ткани с малыми суммарными векторами намагниченности индуцируют слабый сигнал и будут выглядеть темными. Величина суммарного вектора намагниченности определяется не только плотностью протонов, а главным образом, за счет разных времен релаксации T1 и T2 о которых пойдет речь на первом курсе университета.

С 70-х годов 20 века, когда принципы ядерного магнитного резонанса (ЯМР) впервые стали использовать для исследования человеческого тела, и до сегодняшних дней этот метод медицинской визуализации продолжает развиваться. Совершенствуется техническое и программное обеспечение, развиваются методики получения изображений. Все это позволяет постоянно находить новые сферы применения МРТ. Если сначала ее использование ограничивалось исследованиями центральной нервной системы, то сейчас она с успехом применяется и в других областях медицины

На занятиях подчеркивается, что одним из преимуществ магниторезонансной томографии является высокий мягкотканый контраст, что видно на рисунке 1, где 1-правая доля печени, 2-ножка диафрагмы, 3-левая доля печени, 4-желудок, 5-ножка диафрагмы, 6-мышца-разгибатель спины, 7-нижняя полая вена, 8-брюшная аорта, 9-широчайшая мышца спины, 10- селезенка. Поэтому так важно понимание физических основ этого метода лучевой диагностики для будущего врача.

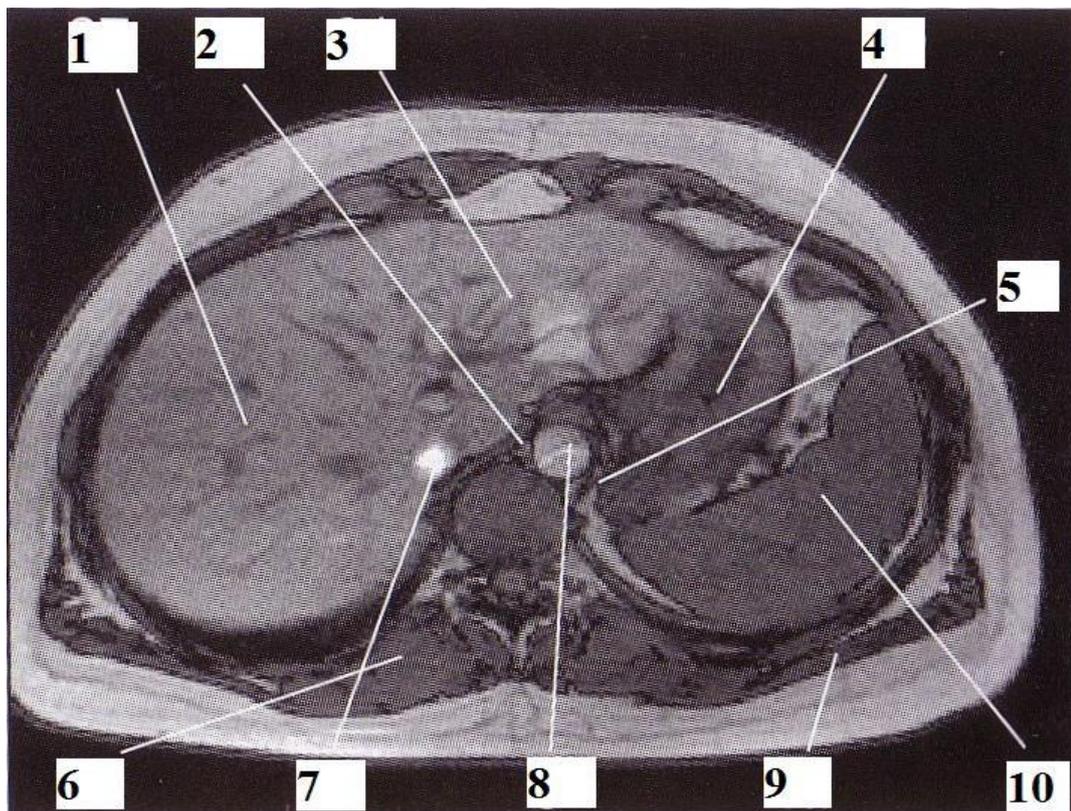


Рис.1. Магнитно-резонансная томограмма: поперечного среза брюшной полости

Литература

1. Ильясов, Л.В. Физические основы и технические средства медицинской визуализации / Л. В. Ильясов - Изд. 2-е. – СПб. : Лань, 2017. – 324 с.
2. Алешкевич, А.И. Лучевая диагностика и лучевая терапия / А.А. Алешкевич [и др.]. – Минск : Новое знание, 2017. – 382 с.