

Шишкова Марина Владимировна

ВОЗДЕЙСТВИЕ ПЕРЕМЕННЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА ПАЦИЕНТОВ ПРИ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ

Статья посвящена исследованию физических факторов, действующих на пациента при магнитно-резонансной томографии (МРТ). Проанализировано воздействие на биологические объекты сильных статических и переменных (градиентных) магнитных полей, радиочастотного излучения. Определены доля пациентов, имеющих противопоказания к проведению МРТ, частота возникновения побочных эффектов при различных видах исследований.

Адрес статьи: www.gramota.net/materials/1/2014/2/51.html

Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по рассматриваемому вопросу.

Источник

Альманах современной науки и образования

Тамбов: Грамота, 2014. № 2 (81). С. 183-185. ISSN 1993-5552.

Адрес журнала: www.gramota.net/editions/1.html

Содержание данного номера журнала: www.gramota.net/materials/1/2014/2/

© Издательство "Грамота"

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: www.gramota.net
Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: almanac@gramota.net

6. Отработка механизма управления устойчивостью исследуемой экономической системы.

Необходимо констатировать, что любой субъект хозяйственной деятельности является достаточно сложной экономической системой с огромным количеством показателей, которые изменяются во времени. Очень часто одни параметры системы улучшаются, а другие ухудшаются, и это бывает достаточно сложно предвидеть.

Подводя итог, можно отметить следующее. Под влиянием глобализационных процессов проблема организации устойчивого развития производственных предприятий получает новое решение, а именно, возможность путем внешней гармонизации ресурсных составляющих получать экономическую устойчивость и рост. Критериями высокой степени гармоничности ресурсных составляющих производственного предприятия являются: высокая плотность связей между элементами; соответствие направлений их динамики; наличие положительного синергетического эффекта взаимодействия составляющих элементов и постоянное устойчивое повышение экономического потенциала предприятия [3]. Но при этом устойчивость экономических систем необходимо исследовать, прежде всего, в теоретическом аспекте для научного обоснования сущности и природы данной экономической категории. Это позволит в дальнейшем осуществлять объективную оценку устойчивости отдельных субъектов хозяйственной деятельности, отраслей и национальной экономики в целом, а также разрабатывать стратегию ее повышения с учетом их специфических особенностей.

Список литературы

1. **Аванесян М. Г.** Российская практика инновационной деятельности корпораций // Экономика и современный менеджмент: теория и практика. 2013. № 32. С. 107-113.
2. **Киндюкова С. С.** Зависимость диффузии инноваций от показателей качества нового изделия // Альманах современной науки и образования. Тамбов: Грамота, 2012. № 12 (67). Ч. 2. С. 58-60.
3. **Черкасов М. Н.** Затраты на реализацию инновационных проектов и их сокращение // Проблемы экономики. 2013. № 1. С. 52-57.

ECONOMIC SYSTEMS STABILITY AT PRESENT STAGE OF RUSSIAN ECONOMY DEVELOPMENT

Sharovатов Sergei Viktorovich

“MATI” – Russian State Technological University
s-shar@yandex.ru

The article considers the issues related to the necessity for the additional scientific research of such economic category as “stability of enterprise”. The importance of taking into account new global tendencies in the formation of actions aimed at improving the enterprise economic stability is pointed out. In case of threat to stability violation, modern managers have to know and be able to put into practice the whole range of measures to settle the situation.

Key words and phrases: stability; stable development; unstable development; globalization; economics.

УДК 614.875

Медицинские науки

Статья посвящена исследованию физических факторов, действующих на пациента при магнитно-резонансной томографии (МРТ). Проанализировано воздействие на биологические объекты сильных статических и переменных (градиентных) магнитных полей, радиочастотного излучения. Определены доля пациентов, имеющих противопоказания к проведению МРТ, частота возникновения побочных эффектов при различных видах исследований.

Ключевые слова и фразы: томография; безопасность; магнитное поле; градиент; радиочастотное воздействие; нагрев тканей; импланты.

Шишкова Марина Владимировна

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики
dolphin1010@mail.ru

ВОЗДЕЙСТВИЕ ПЕРЕМЕННЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА ПАЦИЕНТОВ ПРИ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ[©]

Магнитные поля, являясь основой практически всей электротехники, радиотехники и электроники, широко используются в научных и прикладных исследованиях. Использование мощных магнитов в медицине и развитие метода магнитно-резонансной (МР) томографии осуществлялись в направлении увеличения

индукции магнитного поля, создания быстрых и мощных градиентов, повышения эффективности радиочастотных (РЧ) катушек. Это обеспечило увеличение соотношения сигнал/шум, контрастности и пространственного и временного разрешения, необходимых для ряда приложений (неврология, нейрохирургия, функциональные и молекулярные исследования). Первые экспериментальные томографы с полем 3 Тл появились в 1988 г., однако только в 2002 г. FDA (Food and Drug Administration) разрешила их клиническое использование. Уже к 2003 г. аппараты с полем 3 Тл составили 8,5% высокопольных МР-сканеров. Однако расширение диагностических возможностей томографии сопровождалось появлением ряда ограничений [4; 7].

Целью данной работы является исследование воздействия магнитных полей и других влияющих факторов (РЧ-излучение, градиентные поля, психологическое воздействие) на пациентов при клинических исследованиях на МР-томографе с полем 3 Тл.

Основной областью использования высокопольных МР-сканеров является неврология, где они позволяют проводить функциональные и молекулярные исследования с высоким разрешением. Использование сильных магнитных полей, мощных градиентов и РЧ-излучения позволяет существенно увеличить диагностические возможности томографии, однако в то же время они служат источником ряда ограничений.

Имеющаяся в специальной литературе информация о кратковременном воздействии статических магнитных полей на биологические ткани достаточно обширна. Исследования различных авторов показывают, что магнитные поля вызывают изменения в морфологии клеток, структуре ДНК и экспрессии генов, в сердечно-сосудистой динамике и других биологических процессах. Однако в большинстве исследований был сделан вывод о том, что кратковременное пребывание в статических магнитных полях не оказывает какого-либо вредного биологического воздействия.

Положения о безопасности FDA (United States) утверждают, что поля менее 8 Тл имеют незначительный риск для пациентов, а магнитные поля, не превышающие 2 Тл, могут использоваться в обычном порядке. Большинство магнитных систем МРТ создают постоянное поле 0,2-3,0 Тл, которое может оказывать на пациента следующее воздействие:

- тошнота, головокружение, металлический привкус во рту;
- стимуляция зрительных нервов;
- головная боль, звон в ушах (единичные случаи);
- незначительные сенсорные эффекты (при полях свыше 1,5 Тл);
- незначительное усиление заболеваний;
- увеличение Т-зубца кардиограммы [1; 7].

Используемые для пространственного кодирования сигнала переменные (градиентные) магнитные поля могут стимулировать нервы или мышцы во время исследования, что вызвано превышением порога деполяризации нервов наводимыми токами. В поле мощностью более 3 Тл может происходить электростимуляция сетчатки. При мощных и/или быстрых градиентах теоретически возможна стимуляция сердца. Потенциал взаимодействия градиентных магнитных полей с биологическими тканями зависит от множества факторов, включая основную частоту поля, максимальную плотность потока, среднюю плотность потока, наличие гармонических частот, волновые характеристики сигнала, полярность сигнала, распределение токов в теле человека, электрические свойства и чувствительность конкретных клеточных мембран. Ограничения на переменные поля до 45 Тл/с снижают риск стимуляции нервов и мышц [7].

Известны следующие пороги стимуляции различных систем:

- 3600 Тл/с для кардио-стимуляции;
- 900 Тл/с для стимуляции дыхательной системы;
- 600 Тл/с – стимуляция периферических нервов;
- 90 Тл/с – появление болевых ощущений [Там же].

Существует ряд режимов, ограничивающих скорость изменения градиентных полей: клинический режим (0-20 Тл/с), используемый в стандартных МР-исследованиях, и контролируемые режимы первого или второго уровней (свыше 20 Тл/с).

Передаваемая объекту радиочастотная энергия может вызывать нагрев тканей тела. FDA рекомендует ограничение продолжительности и мощности РЧ-импульсов по коэффициенту поглощенного РЧ-излучения (specific absorption rate – SAR). Величина SAR для каждого исследования будет определяться основным полем, временем повторения импульсов TR, углом поворота, резонансной частотой, радиусом объемной РЧ-катушки, проводимостью тканей, анатомическими особенностями пациента. Утвержденные предельные значения SAR составляют: для всего тела – 0,4 Вт/кг, для головы – 3,2 Вт/кг, для суставов – 8 Вт/кг (усредненные значения за период 10 минут). Передаваемое РЧ-излучение для любой импульсной последовательности не должно вызывать нагрев тканей более чем на 1°C и не более чем 38°C для головы, 39°C для туловища и 40°C для конечностей. Для пациентов с диабетом, нарушением терморегуляции, сердечно-сосудистыми заболеваниями необходимы дополнительные меры безопасности [4; 7].

Некоторые поверхностные РЧ-катушки могут вызывать ожоги у пациента, например, в случае пересечения кабелей или неисправного состояния. Кроме того, причинами ожогов могут быть нагрев проводников, контакт пациента с кабелями, отсутствие изолирующих рукавов РЧ-катушек.

Медицинские и электрические импланты могут смещаться (ферромагнитные материалы) и разогреваться (неферромагнитные материалы) под действием РЧ-импульсов, что требует повышенного внимания персонала к таким пациентам. К подобным имплантам относятся:

- внутренний (встроенный) дефибриллятор;
- кохлеарный (ушной) имплант;
- крепления, используемые при мозговой аневризме;
- искусственные клапаны в сердце;
- имплантированное электронное устройство (в т.ч. кардиостимулятор);
- имплантированные симуляторы нерва;
- имплантированные порты для вливания препарата;
- металлические импланты, винты, пластины, хирургические крепления.

Допустимо использование медицинских имплантов определенных марок, имеющих сертификат МР-безопасности [1]. В таком случае нагрев имплантов и протезов незначителен, однако МР-исследование возможно не ранее чем через 4 недели после операции. Скобки или импланты в зубах обычно не влияют на магнитное поле, но могут исказить его однородность и снизить качество томограмм.

В работе выполнен анализ воздействия магнитных полей и РЧ-излучения, используемых при высокопольной МР-томографии. Исследование проводилось путем опроса пациентов отделения магнитно-резонансной томографии, оснащенного томографом с полем 3 Тл. Выборка составила 28 человек (в т.ч. 14 мужчин и 14 женщин), средний возраст составил $51,4 \pm 16,3$ лет. Всем пациентам выполнялись стандартные исследования головного мозга, позвоночника, суставов, органов брюшной полости и малого таза. Перед исследованием выполнялся опрос пациентов о наличии противопоказаний; 64,3% пациентов имели импланты, при этом все они были стоматологического типа. После исследования проводился опрос пациентов об испытываемых ощущениях. Около 50% испытывали во время исследования ощущение локального нагрева, головокружение – 39,3% (все пациенты данной группы были старше 50 лет); стимуляцию зрительных нервов – 3,57%, тошноту – 3,57%. Беспокойство от нахождения в ограниченном пространстве испытывали около 7,14% пациентов.

Несмотря на широкое применение МР-томографии, воздействие её на пациентов изучено не полностью. Большой интерес вызывает изучение корреляции между возникающими ощущениями, физиологическими особенностями пациентов (пол, возраст, вес) и выполняемым исследованием.

Список литературы

1. Бокерия О. Л., Ахобеков А. А. Безопасность проведения магнитно-резонансной томографии у пациентов с имплантированными электрокардиостимуляторами и кардиовертерами-дефибрилляторами // *Анналы аритмологии*. 2012. № 2. С. 32-39.
2. Забродская Ю. М., Медведев Ю. А., Сухацкая А. В. и др. Перифокальные изменения вещества головного мозга вокруг длительно стоящих шунтов // *Неврологический вестник: журнал им. В. М. Бехтерева*. 2007. Т. XXXIX. № 2. С. 80-85.
3. Зубрилкин А. И., Кириенко Д. А., Полякова К. В., Побаченко С. В. Определение пространственно-временных ограничений проявления эффекта увеличения амплитудных показателей ЭЭГ мозга человека при воздействии излучения МРТ // *Известия высших учебных заведений. Физика*. 2012. Т. 55. № 8-3. С. 165-166.
4. Казначеева А. О. Возможности и ограничения высокопольной магнитно-резонансной томографии (1,5 и 3 Тесла) // *Лучевая диагностика и терапия*. 2010. № 4. С. 83-87.
5. Казначеева А. О. Молекулярная визуализация в магнитно-резонансной томографии с помощью методики ЕР-отображения // *Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики*. 2009. № 1 (59). С. 56-61.
6. Казначеева А. О. Разработка методов и средств шумоподавления в томографии: автореф. дисс. ... к.т.н. СПб., 2006. 19 с.
7. Рогожин В. А. Биологическое воздействие магнитного резонанса и безопасность работы с пациентами // *Лучевая диагностика и терапия*. 2010. № 2. С. 84-92.
8. Трофимова Т. Н., Беляков Н. А., Ананьева Н. И. и др. Очаговые изменения головного мозга при дисциркуляторной энцефалопатии (МРТ – патоморфологические сопоставления) // *Медицинская визуализация*. 2007. № 1. С. 89-96.
9. Трофимова Т. Н., Медведев Ю. А., Ананьева Н. И. и др. Использование посмертной магнитно-резонансной томографии головного мозга при патолого-анатомическом исследовании // *Архив патологии*. 2008. Т. 70. № 3. С. 23-28.
10. Цветкова Е. А., Гольдаде В. А. Взаимодействие электромагнитных полей с биополем человека // *Проблемы физики, математики и техники*. 2012. № 1 (10). С. 51-58.

ALTERNATING MAGNETIC FIELDS INFLUENCE ON PATIENTS DURING MAGNETIC RESONANCE TOMOGRAPHY

Shishkova Marina Vladimirovna

*St. Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics
dolphin1010@mail.ru*

The article is devoted to researching physical factors that influence a patient during magnetic resonance tomography (MRT). Strong static and alternating (gradient) magnetic fields, radio-frequency radiation influence on biological objects is analyzed. The percentage of patients having contra-indications for MRT implementation and side effects occurrence frequency during different types of researches are determined.

Key words and phrases: tomography; safety; magnetic field; gradient; radio-frequency influence; tissues heating; implants.