

Особенности функционального состояния нервной системы у работников кабинетов магнитно-резонансной томографии

*Соловьева И. В., Кравцов А. В., Арбузов И. В., Баслык А. Ю.,
Захаренко Т. В., Саратина Е. П.*

*Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Реферат. В статье представлены результаты исследования изменений показателей функционального состояния нервной системы медицинских работников кабинетов магнитно-резонансной томографии, работающих в условиях воздействия постоянного магнитного поля. Результаты проведенных исследований свидетельствуют о выраженном снижении уровня функционального состояния нервной системы и общего уровня работоспособности к концу рабочего дня у медицинского персонала кабинетов магнитно-резонансной томографии.

Ключевые слова: показатели функционального состояния, постоянное магнитное поле, магнитно-резонансные томографы, нервная система.

Введение. В настоящее время магнитно-резонансная томография (МРТ) — популярный широко-доступный высокотехнологичный метод диагностики, применяемый для диагностики патологических состояний организма человека, который позволяет получать максимально точные и четкие изображения его внутренних органов. При всей очевидности преимущества метода магнитно-резонансной томографии медицинский персонал подвергается воздействию комплекса вредных и опасных факторов производственной среды и прежде всего — постоянного магнитного поля гигиенически значимых уровней, выносливости, внимания, использование большого объема оперативной и долговременной памяти [1, 2]. Уже несколько десятков лет проводятся научные исследования воздействия постоянных магнитных полей на живые организмы, в частности на человека, которые имеют противоречивый характер [3]. Исследования, выполненные белорусскими гигиенистами и



профпатологами, показали, что условия труда медработников, работающих в кабинетах МРТ, согласно гигиенической классификации, соответствуют классу «вредный» 1-й и 2-й степени по фактору воздействия постоянного магнитного поля. При этом установлено, что высокая нагрузка как по числу принятых пациентов, так и по количеству выполненных исследований увеличивает негативное влияние постоянного магнитного поля и других сопутствующих производственных факторов [4]. По результатам исследований с помощью методики «САН» (самочувствие, активность, настроение), метода «Критическая частота световых мельканий», методики «Красно-черные таблицы Шульце – Платонова», исследователями выявлено ухудшение показателей функционального состояния центральной нервной системы в динамике рабочей смены [5].

Целью дальнейших исследований является необходимость разработки метода оценки риска негативного воздействия, связанного с воздействием постоянного магнитного поля на медицинских работников, которую предписывают проводить действующие в настоящее время в Республике Беларусь Санитарные нормы и правила «Требования к условиям труда медицинских работников, занятых в кабинетах магнитно-резонансных томографов» [6].

В настоящей статье представлены результаты исследований изменений показателей функционального состояния нервной системы, наблюдающихся у работников кабинетов МРТ, выполненных специалистами нашего центра.

Цель работы — оценка изменений показателей функционального состояния нервной системы у медицинских работников кабинетов магнитно-резонансной томографии, работающих в условиях воздействия постоянного магнитного поля.

Материалы и методы. Изучение функционального состояния нервной системы организма человека в условиях влияния постоянного магнитного поля как фактора производственной среды, создаваемого магнитно-резонансными томографами с номинальным уровнем излучения 1,5 Тл, проводилось в 9 медицинских учреждениях г. Минска и Минского района. В обследовании, на основании информированного согласия, приняли участие 30 медицинских работников, средний возраст которых составил $40,2 \pm 7,2$ года. Обследование проводили стационарно в соответствии с учетом биоэтических требований, предъявляемых к такому роду исследований. Реактивность организма как совокупность физиологических эффектов в ответ на воздействие фактора производственной среды фиксировали в динамике смены (до и после) с помощью сертифицированного оборудования — аппаратно-программного комплекса «НС-Психотест». В исследованиях применялись методы оценки функционального состояния нервной системы, широко используемые при изучении влияния факторов на организм человека, а именно:

- экспресс-методика «Теппинг-тест», которая позволяет диагностировать силу нервных процессов путем измерения динамики темпа движений кисти. Сила нервных процессов отражает общую работоспособность человека: человек с сильной нервной системой способен выдерживать более интенсивную и длительную нагрузку, чем человек со слабой нервной системой. При слабой нервной системе утомление вследствие психического или физического напряжения у человека возникает быстрее, чем при сильной;

- простая зрительно-моторная реакция (ПЗМР) — методика определения скрытого времени рефлекторной реакции на световой раздражитель, предназначенная для диагностики концентрации и устойчивости внимания, зависящих от свойств нервных процессов. Оценка результатов по указанной методике при наличии нормального распределения производится на основании среднего значения времени реакции стандартного отклонения. Среднее значение отражает среднюю скорость ПЗМР, характерную для данного индивида: чем меньше среднее значение времени реакции, тем выше скорость реагирования. Стандартное отклонение является показателем стабильности сенсомоторного реагирования: чем меньше стандартное отклонение, тем более стабильной является скорость сенсомоторной реакции;

- помехоустойчивость — характеристика внимания, отражающая способность человека сопротивляться воздействию фоновых признаков (помех) при восприятии какого-либо объекта. Помехи в данном контексте понимаются как различные зрительные стимулы, которые мешают выполнению заданной работы.

Определение помехоустойчивости производится на основании сравнения полученных результатов с результатами методики «Простая зрительно-моторная реакция». При среднем значении времени реакции на световые сигналы по той и другой методике равны либо различаются незначительно, то диагностируется высокая помехоустойчивость обследуемого. Если среднее время реакции на стимулы по методике «Помехоустойчивость» значительно превышает соответствующий показатель по методике «Простая зрительно-моторная реакция», то диагностируется низкий уровень помехоустой-

чивости обследуемого. Определение степени достоверности различий проводилось с помощью критерия Стьюдента;

- реакция на движущийся объект (РДО) представляет собой разновидность сложной сенсомоторной реакции, которая помимо сенсорного и моторного периодов включает период относительно сложной обработки сенсорного сигнала центральной нервной системой. Методика РДО предназначена для измерения уравновешенности нервных процессов, т. е. степени сбалансированности процессов возбуждения и торможения по силе. Обработка результатов производится путем сравнения количества опережающих и запаздывающих реакций. Если число опережений (преждевременных реакций) превышает число запаздываний, то диагностируется неуравновешенность нервных процессов с преобладанием силы возбуждения, если число запаздываний превышает число опережений — неуравновешенность с преобладанием торможения, если данные показатели равны либо различаются незначительно, то диагностируется уравновешенность нервных процессов.

Статистический анализ полученных данных проводился с помощью табличного процессора Excel пакета Microsoft Office 2010 и пакета программ Statistica 10.0. В таблицах значения представлены в виде Me (медиана), Q25 (25-й процентиль), Q75 (75-й процентиль). При сравнении использовался непараметрический метод статистической обработки двух связанных выборок — критерий Вилкоксона. Критический уровень значимости (p) при проверке статистических гипотез принимался 0,05.

Результаты и их обсуждение. Полученные результаты темпометрии по экспресс-методике «Теппинг-тест» изображены графически с целью дальнейшего определения по типу кривой психомоторных качеств испытуемых и силы нервных процессов в соответствии с классификацией И. П. Ильина (2001). Анализ полученных данных показал, что у исследуемых медицинских работников на протяжении рабочего дня общее число ударов колебалось в пределах от 182,5 (171,0–194,0) до 191,5 (162,0–207,0), при этом в конце смены наблюдались признаки ослабления подвижности нервных процессов, о чем свидетельствует тенденция к уменьшению на 16,6 % уровня лабильности после рабочего дня и тенденция к уменьшению на 14,3 % уровня выносливости (таблица 1).

Таблица 1 — Показатели Теппинг-теста медицинского персонала до и после рабочего дня

Показатель	Величина показателей Me (Q25–Q75)	
	до работы	после работы
Общее число ударов	191,5 (162,0–207,0)	182,5 (171,0–194,0)
Уровень лабильности	6,0 (5,0–6,0)	5,0 (3,0–6,0)*
Уровень выносливости	7,0 (5,0–9,0)	6,0 (5,0–7,0)

* Статистически значимые различия.

Графическое изображение результатов темпа движения кисти правой руки указанной группы работников за интервалы 5 с выявило в начале рабочего дня среднеслабую силу нервной системы (граница между слабой и средней), которая по окончании работы за счет усиления процессов торможения характеризует слабую силу нервных процессов. На рисунке 1 представлены показатели Теппинг-теста медицинского персонала до и после рабочего дня.

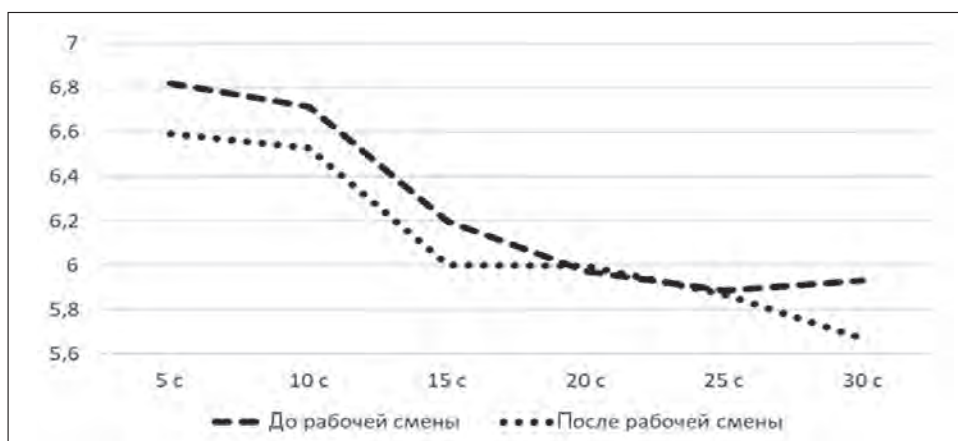


Рисунок 1 — Показатели темпометрии у медицинского персонала

Анализ результатов простой зрительно-моторной реакции показал, что среднее время латентного периода реакции у медицинского персонала после рабочей смены составило 210,5 мс (193,8–252,7 мс), что было выше этого показателя до начала рабочей смены — 205,9 мс (191,8–220,5 мс). Дополнительные показатели состояния нервной системы: функциональный уровень системы (ФУС), устойчивость реакции (УР) и уровень функциональных возможностей (УФВ), рассчитанные с помощью программного обеспечения, у работников исследуемой группы до и после рабочего дня существенно не отличались (таблица 2).

Таблица 2 — Показатели теста простой зрительно-моторной реакции медицинского персонала до и после рабочего дня

Показатель	Величина показателей Ме (Q25–Q75)	
	до работы	после работы
Среднее время латентного периода, мс	205,9 (191,8–220,5)	210,5 (193,8–252,7)*
ФУС, усл. ед.	4,6 (4,3–4,9)	4,6 (4,06–4,83)
УР, усл. ед.	2,1 (1,85–2,60)	2,1 (1,6–2,5)
УФВ, усл. ед.	3,7 (3,5–4,3)	3,7 (3,2–4,2)

* Статистически значимые различия.

При анализе полученных результатов изучения устойчивости к действию помех выявлено, что у медицинского персонала показатели УР и УФВ к помехам в конце рабочей смены не изменялись. При этом показатель ФУС снизился до 3,2 (3,1–3,5) ($p < 0,05$) по сравнению с исходным уровнем 3,3 (3,2–3,6) (таблица 3).

Таблица 3 — Показатели помехоустойчивости медицинского персонала до и после рабочего дня

Показатель	Величина показателей Ме (Q25–Q75)	
	до работы	после работы
Среднее значение времени реакции, мс	355,6 (337,3–397,2)	349,9 (332,1–372,6)
ФУС, усл. ед.	3,3 (3,2–3,6)	3,2 (3,1–3,5)*
УР, усл. ед.	0,8 (0,6–1,2)	0,8 (0,5–1,1)
УФВ, усл. ед.	1,9 (1,5–2,3)	1,9 (1,5–2,2)

* Статистически значимые различия.

Анализ показателей реакции на движущийся объект в исследуемой группе медицинского персонала, работающего в условиях воздействия постоянного магнитного поля, показал, что число точных реакций после рабочей смены снижалось до 19,0 (13,0–24,0) по сравнению с исходным показателем 26,0 (19,0–29,0), что составляет 26,9 % ($p < 0,05$). Число реакций опережения возрастало в конце рабочего дня на 44 % ($p < 0,05$) до 18,0 (9,0–23,0) при 12,5 (8,0–19,0) в начале дня с учетом отсутствия изменений числа запаздывающих реакций. При этом соотношение числа преждевременных и запаздывающих реакций составляло 1,6 после работы и достоверно отличалось при отсутствии различий до начала рабочего дня (таблица 4).

Таблица 4 — Показатели реакции медицинского персонала на движущийся объект до и после рабочего дня

Показатель	Величина показателей Ме (Q25–Q75)	
	до работы	после работы
Число точных реакций	26,0 (19,0–29,0)	19,0 (13,0–24,0)*
Число опережений	12,5 (8,0–19,0)	18,0 (9,0–23,0)
Число запаздываний	11,5 (7,0–15,0)	11,5 (6,0–17,0)**

* Статистически значимые различия между показателями до и после рабочего дня.

** Статистически значимые различия между запаздывающими и опережающими реакциями.



Заключение. На основании проведенных исследований показателей функционального состояния нервной системы у медицинского персонала кабинетов МРТ, работающих в условиях воздействия постоянного магнитного поля, можно сделать следующие выводы:

- отмечается ослабление подвижности процессов возбуждения в нервной и мышечной ткани по показателям лабильности, выносливости и характеру изменения темпа выполняемых движений в конце рабочей смены;
- отмечаются изменения нейродинамических свойств нервной системы и снижение общего уровня работоспособности;
- определено снижение уровня функционального состояния нервной системы при воздействии динамических помех в конце рабочего дня, свидетельствующие о развитии утомления;
- результаты проведенного теста реакции на движущийся объект свидетельствуют о неуравновешенности нервных процессов и как следствие — уменьшение работоспособности.

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о выраженном снижении уровня функционального состояния нервной системы медицинского персонала кабинетов МРТ и снижении их общего уровня работоспособности к концу рабочего дня.

Литература

1. Дубель, Е. В. Оценка восприятия медицинскими работниками факторов риска здоровью / Е. В. Дубель, Т. Н. Унгурияну // Экология человека. — 2015. — № 2. — С. 32–41.
2. Воздействие внешних факторов на формирование адаптационных реакций организма человека / Н. А. Агаджанян [и др.] // Новые технологии. — 2010. — № 2. — С. 142–144.
3. Мокоян, Б. О. Профилактические мероприятия по снижению риска развития профессиональной патологии медицинского персонала, работающего с магнитно-резонансными томографами / Б. О. Мокоян // Гигиенические и медико-профилактические технологии управления рисками здоровья населения: материалы 2-й Всерос. науч.-практ. конф. с международным участием. — Пермь, 2011. — С. 241–243.
4. Казей, Э. К. Комплексная гигиеническая оценка условий труда медицинских работников, занятых в кабинетах магнитно-резонансной томографии / Э. К. Казей // Здоровье и окружающая среда: сб. науч. тр. / Респ. науч.-практ. центр гигиены; гл. ред. Г. Е. Косяченко. — Минск, 2013. — Вып. 23. — С. 29–33.
5. Казей, Э. К. Влияние постоянного магнитного поля на функциональное состояние нервной системы / Э. К. Казей // Здоровье и окружающая среда: сб. науч. тр. / М-во здравоохранения Респ. Беларусь, Науч.-практ. центр гигиены; гл. ред. С. И. Сычик. — Минск: РНМБ, 2015. — Т. 2, вып. 25. — С. 15–19.
6. Требования к условиям труда медицинских работников, занятых в кабинетах магнитно-резонансных томографов: санитар. нормы и правила: утв. постановлением М-ва здравоохр. Респ. Беларусь, 21 янв. 2013 г., № 7. — Минск: РЦГЭиОЗ, 2013. — 20 с.

Features of the functional state of the nervous system in employees of magnetic resonance imaging offices

*Solozjewa I. V., Krautsou A. V., Arbuzov I. V., Baslyk A. Y.,
Zakharanka T. V., Sarapina Y. P.*

*Republican Unitary Enterprise «Scientific practical centre of hygiene»,
Minsk, Republic of Belarus*

The article presents the results of a study of the indicators of the functional condition of the body of medical staff of magnetic resonance imaging offices working under the influence of a constant magnetic field. The results of the conducted studies indicate a marked decrease in the level of the functional condition of the nervous system and the overall level of efficiency by the end of the working day in the medical staff of magnetic resonance imaging offices.

Keywords: functional condition indicators, constant magnetic field, magnetic resonance imaging, nervous system.

Поступила 28.06.2021

