

Таблица 3 – Возрастная структура населения, проживающего в зоне возможного воздействия ЭП 50 Гц и МП 50 Гц

Год	Взрослое (≥ 18 лет) население							Детское (≤ 17 лет) население	
	18-30 лет, %	31-40 лет, %	41-50 лет, %	51-60 лет, %	61-70 лет, %	71-80 лет, %	≥ 81 лет, %	0-14 лет, %	15-17 лет, %
2010	25,55	16,44	19,66	15,78	7,10	10,72	4,74	81,60	18,40
2011	25,87	16,80	18,78	16,45	7,44	9,75	4,92	82,99	17,01
2012	25,87	16,82	17,79	17,58	7,63	8,95	5,35	84,72	15,28
2013	24,71	17,57	17,18	18,58	8,10	8,06	5,80	86,06	13,94
2014	23,79	18,21	16,21	19,57	8,93	7,43	5,86	88,54	11,46
2015	22,73	18,62	15,78	20,26	9,85	6,85	5,90	88,86	11,14
2016	21,18	19,64	15,12	20,24	11,13	6,43	6,26	91,49	8,51
2017	19,39	20,97	15,00	20,10	12,06	5,86	6,61	91,37	8,63
2018	18,52	21,58	14,94	19,63	12,97	5,76	6,60	93,24	6,76
2019	16,95	22,06	15,52	19,08	14,26	5,61	6,54	92,19	7,81

ЛИТЕРАТУРА

1. Исследование электромагнитных полей частотой 50 Гц на селитебных территориях и экспертная оценка состояния здоровья населения / В.Н. Никитина [и др.] // Гигиена и санитария. – 2019. – № 98(6). – С. 665–670.
2. Захаренко, Т.В. Исследование уровней низкочастотных электромагнитных полей на территориях жилой застройки, прилегающих к трансформаторным подстанциям / Т.В. Захаренко, Е.П. Сарапина // Сборник научных статей XII Республиканской научно-практической конференции с международным участием студентов и молодых ученых «Проблемы и перспективы развития современной медицины». // ГомГМУ. – Гомель, 2020. – Т. 3. – С. 12–14.
3. Захаренко, Т.В. Исследование заболеваемости населения, подвергающегося воздействию электрического и магнитного полей тока промышленной частоты 50 Гц / Т.В. Захаренко [и др.] // Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию Белорусского государственного медицинского университета. // БГМУ. – Минск, 2021. – С. 1708–1711.

НЕКОТОРЫЕ ЭФФЕКТЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОСТОЯННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ОРГАНИЗМ РАБОТАЮЩИХ SOME EFFECTS OF STATIC MAGNETIC FIELD ON THE BODY OF WORKERS

**И. В. Соловьева, А. В. Кравцов, И. В. Арбузов, А. Ю. Баслык, Т. В. Захаренко
I. Solowjova, A. Krautsou, I. Arbuzov, A. Baslyk, T. Zakharanka**

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

*Republican unitary enterprise “Scientific and practical centre of hygiene”,
Minsk, Republic of Belarus*

В статье представлены некоторые результаты исследований влияния постоянного магнитного поля на медицинский персонал, работающий в кабинетах магнитно-резонансной томографии. Проанализированы уровни воздействия магнитной индукции постоянного магнитного поля и время его негативного влияния. Выявлены неблагоприятные субъективные реакции медицинского персонала, подтвержденные выраженным изменением функционального состояния нервной системы и общего уровня работоспособности к концу рабочего дня у медицинского персонала кабинетов магнитно-резонансной томографии.

The article presents some results of studies of the effect of static magnetic field on medical personnel working in magnetic resonance imaging rooms. The levels of influence of magnetic induction of static magnetic field and the time of its negative influence are analyzed. Adverse subjective reactions of medical personnel were revealed, confirmed by a pronounced change in the functional state of the nervous system and the general level of efficiency by the end of the working day in the medical staff of magnetic resonance imaging offices.

Ключевые слова: постоянное магнитное поле, магнитная индукция, медицинский персонал, дозо-временные нагрузки, кабинеты магнитно-резонансной томографии.

Keywords: static magnetic field, magnetic induction, medical personnel, dose-time loads, magnetic resonance imaging rooms.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2022-2-84-87>

Здоровье населения – один из показателей, определяющих экономический, интеллектуальный и культурный потенциал страны. В соответствии с концепцией Всемирной организации здравоохранения «работа и здоровье, работа и болезни» находятся в сложных взаимосвязях и не всегда зависимость воздействия специфических причинных факторов может быть полностью установлена, а сами факторы могут быть идентифицированы, измерены, в конечном счете, взяты под контроль. Поэтому физические, а также вредные химические и биологические производственные факторы, если их воздействие превышает гигиенические нормативы, рассматривают как одну из причин снижения общего уровня работоспособности и риска развития профессионально обусловленной заболеваемости. Условия труда, его характерные особенности наряду с другими факторами риска могут способствовать развитию болезней [1].

Одним из физических факторов, получившим широкое распространение в медицине, является постоянное магнитное поле. Его используют в магнитотерапии для ускорения процесса заживления ран [2], для благоприятного влияния на течение воспалительных процессов, для замедления роста опухолевых клеток и их ликвидации [3], а также в других направлениях лечения и реабилитации пациентов с различными заболеваниями. Главной областью применения магнитных полей в медицине является диагностика с использованием магнитно-резонансной томографии. Важнейшим преимуществом магнитно-резонансной томографии по сравнению с другими методами диагностики является отсутствие ионизирующего излучения и как следствие эффектов канцеро- и мутагенеза, с риском возникновения которых сопряжено (хотя и в очень незначительной степени) воздействие рентгеновского излучения. Однако работа магнитно-резонансного томографа сопровождается наличием комплекса вредных и опасных факторов, основным из которых является постоянное магнитное поле, что требует научного обоснования мер по обеспечению гигиенической безопасности медицинского персонала [1].

В рамках задания «Разработать методологию оценки риска здоровью работающих при различных дозо-временных нагрузках воздействия постоянного магнитного поля на рабочих местах» подпрограммы «Безопасность среды обитания человека» Государственной научно-технической программы «Научно-техническое обеспечение качества и доступности медицинских услуг» специалистами республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр гигиены» были выполнены комплексные гигиенические исследования, включающие:

- изучение фактических уровней воздействия постоянного магнитного поля на рабочих местах и определение зон пребывания работников;
- определение дозо-временных нагрузок постоянного магнитного поля на работников на основе инструментальных измерений уровней магнитной индукции в зонах возможного пребывания работников и времени нахождения их в этих зонах,
- изучение субъективной реакции работников и изменений функционального состояния нервной системы в условиях постоянного магнитного поля;
- оценку влияния постоянного магнитного поля на работников на основе физиолого-гигиенических исследований состояния нервной и сердечно-сосудистой систем.

Исследования проводились в 11 медицинских учреждениях г. Минска и Минской области, эксплуатирующих магнитно-резонансные томографы с номинальным уровнем магнитной индукции 1,5 Тл. В кабинетах магнитно-резонансной томографии на рабочих местах медицинского персонала на основании карт фотографий рабочего времени проведен хронометраж времени нахождения медицинского персонала в зонах с разными уровнями магнитной индукции постоянного магнитного поля и установлена продолжительность нахождения работников в зонах с низкой, умеренной и высокой нагрузкой. Измерения уровней магнитной индукции постоянного магнитного поля на рабочих местах персонала при локальном воздействии проводились в областях фаланг пальцев кистей, середины предплечья и середины плеча, при общем воздействии – на высоте от опорной поверхности $0,5 \pm 0,1$ м, $1 \pm 0,1$ м и $1,7 \pm 0,1$ м. Статистическая обработка результатов исследований проведена общепринятыми методами с использованием Microsoft Office Excel 2016 и StatSoft Statistica 10 (серийный номер лицензии BXXR207F383402FA-V).

В процессе трудовой деятельности медицинские работники кабинета магнитно-резонансной томографии выполняют исследования, которые по уровню воздействия постоянного магнитного поля можно разделить на три группы: исследования головного мозга и шейного отдела позвоночника, исследования грудного, поясничного отделов позвоночника и области таза, исследования нижних конечностей. По результатам выполненных исследований установлено, что медицинские работники в процессе выполнения профессиональных обязанностей подвергаются воздействию постоянного магнитного поля в течение $254,2 \pm 14,6$ минут рабочего времени, что составляет более 50 % от всей рабочей смены. В зоне с низкой дозо-временной нагрузкой, где магнитная индукция постоянного магнитного поля не превышает допустимых уровней, находятся рабочие места персонала при работе с ПЭВМ в пультовой, в диагностической в зоне склада принадлежностей и катушек.

Усредненное время нахождения медицинского персонала в этой зоне составляет 39,1 % от восьмичасовой рабочей смены.

К зоне с умеренной нагрузкой, где уровни магнитной индукции постоянного магнитного поля выше предельно допустимых уровней для восьмичасового рабочего времени воздействия, но ниже предельно допустимых уровней для 10 минутного времени воздействия, относятся зона в центре стола укладки пациента на уровне установки катушки для исследования области таза человека и зона ножного края кушетки на уровне установки катушки для исследования области голеностопного сустава человека. Время воздействия на медицинский персонал магнитной индукции постоянного магнитного поля в зоне с умеренной дозо-временной нагрузкой составляет 15,3 % времени от восьмичасовой рабочей смены.

К зонам с повышенной дозой воздействия магнитной индукции постоянного магнитного поля относятся: зона на уровне панели управления столом для укладки пациента с непосредственным контактом с корпусом магнитно-резонансного томографа в области фаланг пальцев кистей с уровнями магнитной индукции постоянного магнитного поля $91,8 \pm 3,5$ мТл, в области середины предплечья – с уровнями $79,2 \pm 1,5$ мТл, в области середины плеча – с уровнями $74,9 \pm 0,4$ мТл; зона нахождения медицинского работника при центрировании пациента с уровнями магнитной индукции постоянного магнитного поля в области фаланг пальцев кистей $255,6 \pm 6,2$ мТл, в области середины предплечья – с уровнями $207,4 \pm 1,5$ мТл, в области середины плеча – с уровнями $74,4 \pm 5,6$ мТл. Время воздействия на медицинский персонал постоянного магнитного поля в зоне с повышенной нагрузкой составляет 5,8 % времени от восьмичасовой рабочей смены.

В таблице 1 представлены результаты хронометражных наблюдений рабочей смены медицинского персонала, работающего в кабинете магнитно-резонансной томографии с номинальным уровнем магнитной индукции постоянного магнитного поля в камере томографа 1,5 мТл.

Таблица 1 – Результаты хронометражных наблюдений рабочего дня медицинского персонала, работающего в кабинете магнитно-резонансной томографии с номинальным уровнем магнитной индукции постоянного магнитного поля томографа 1,5 мТл

№ п/п	Наименование операции трудового процесса	Время воздействия, %	
		от общего времени рабочей смены	от времени воздействия постоянного магнитного поля за смену
1.	Наличие воздействия постоянного магнитного поля в процессе трудовой деятельности медицинского персонала	53,0±2,8	–
1.1.	Нахождение в зоне с высокой дозо-временной нагрузкой (на уровне панели управления столом для укладки пациента при непосредственном контакте с корпусом магнитно-резонансного томографа, зона нахождения медицинского работника при центрировании пациента)	5,8±0,3	10,9±0,4
1.2.	Нахождение в зоне с умеренной дозо-временной нагрузкой (зона в центре стола укладки пациента на уровне установки катушки для исследования области таза человека и зона ножного края кушетки на уровне установки катушки для исследования области голеностопного сустава человека)	8,1±0,5	15,3±0,4
1.3.	Нахождения в зоне с низкой дозо-временной нагрузкой (работа с ПЭВМ в пультовой, в диагностической в зоне склада принадлежностей и катушек)	39,1±2,1	73,8±0,2
2.	Отсутствие воздействия постоянного магнитного поля в процессе трудовой деятельности медицинского персонала (прием смены и ознакомление с планом работ, подготовка пациента к процедуре, перемещение в пространстве обусловленным технологическим процессом)	47,0±2,8	–

Изучение субъективной реакции медицинского персонала, работающего в условиях воздействия постоянного магнитного поля, проводилось на основании анкеты, включающей вопросы, посвященные оценке психического самочувствия, а также возможных заболеваний, имеющиеся в анамнезе опрашиваемого, артериальном давлении, частоте сердечных сокращений, должности, возрасте, поле, весе и росте опрашиваемых.

По полученным результатам оценки субъективного состояния медицинского персонала, работающего в условиях воздействия постоянного магнитного поля, в 18 % случаев отмечены болезни нервной системы (судороги, проблемы с межпозвоночными дисками, в частности смещенный или поврежденный диск) и в 18 % случаев – болезни щитовидной железы, у 26 % опрошенных женщин отмечались нарушения менструального цикла. По основным гемодинамическим показателям, указанным респондентами, среднее систолическое артериальное давление опрошенных лиц составило $126,8 \pm 8,9$ мм. рт. ст., диастолическое – $81,4 \pm 5,1$ мм. рт. ст., частота сердечных сокращений – $71,51 \pm 8,2$ удара в минуту.

На основании субъективной оценки показателей артериального давления и частоты сердечных сокращений медицинского персонала было определено пульсовое давление, которое составило $45,3 \pm 9,1$ мм. рт. ст. Также был рассчитан вегетативный индекс Кердо, определяющий вегетативный баланс нервной системы обследованных работников. Более чем в 70 % обследованных случаях индекс Кердо оказался

отрицательный, что свидетельствует о сдвиге регуляции систем организма медицинского персонала в сторону симпатикотонии, которая проявляется мобилизацией функциональных ресурсов систем организма человека, а также возможным беспокойством, перевозбуждением и раздражительностью обследованных, что вызывает дополнительные энергетические затраты и снижение работоспособности в динамике рабочего дня [4].

По результатам проведенных физиолого-гигиенических исследований состояния нервной системы тех же работников кабинетов магнитно-резонансной томографии, работающих в условиях воздействия постоянного магнитного поля установлено, что функциональное состояние их нервной системы снижается, что подтверждается ухудшением подвижности нервных процессов в конце рабочего дня, уменьшением лабильности на 16,7 % ($p < 0,05$) и снижением функционального уровня нервной системы при воздействии динамических помех до 3,2 (3,1–3,5) ($p < 0,05$) по сравнению с исходным уровнем 3,3 (3,2–3,6). Кроме того, у обследованных медицинских работников число точных реакций на движущийся объект после рабочего дня ниже на 26,9 % ($p < 0,05$) и составляет 26,0 (19,0–29,0) до рабочего дня и 19,0 (13,0–24,0) после. При этом число реакций опережения статистически значимо возрастает в конце рабочего дня на 44 % до 18,0 (9,0–23,0) при 12,5 (8,0–19,0) в начале дня, при отсутствии изменений числа запаздывающих реакций, что свидетельствует о неуравновешенности нервных процессов в сторону возбуждения и снижения уровня работоспособности [5].

Таким образом, работники кабинетов магнитно-резонансной томографии подвергаются негативному воздействию постоянного магнитного поля с уровнями магнитной индукции, превышающими предельно допустимые, что подтверждается снижением функционального состояния систем организма и ухудшением общей работоспособности к окончанию рабочего дня, а также может являться косвенной причиной субъективных жалоб, предъявляемых медицинским персоналом.

ЛИТЕРАТУРА

1. *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.*
2. Effect of static magnetic field on experimental dermal wound strength / Y. Ekici, [et al.] // *Indian J Plast Surg.* – 2012. – Vol. 45, iss. 2. – P. 215–219.
3. Static magnetic field action on some markers of inflammation in animal model system – in vivo / L. Traikov [et al.] // *Environmentalist.* – 2009. – Vol. 29, iss. 2. – P. 225–231.
4. *Зинчук В.В.* Нормальная физиология. Краткий курс : учеб. Пособие / В. В. Зинчук, О. А. Балбатун, Ю. М. Емильянчик; под ред. В. В. Зинчук. – 3-е изд., стер. – Минск : Вышэйшая школа, 2014. – 431 с. : ил.
5. *Соловьева, И. В.* Особенности функционального состояния нервной системы у работников кабинетов магнитно-резонансной томографии / И. В. Соловьева [и др.] // *БГМУ в авангарде медицинской науки и практики : рецензир. ежегод. сб. науч. тр. / М-во здравоохран. Респ. Беларусь, Бел. гос. мед. ун-т ; редкол.: С. П. Рубникович, В. А. Филонюк. – Минск : ИВЦ Минфина, 2021. – Вып. 11. – С. 333 - 337.*

ОЦЕНКА РЕАКТИВНОСТИ ОРГАНИЗМА В ХОДЕ КОМБИНИРОВАННОЙ ТЕРАПИИ У ПАЦИЕНТОВ С ТУБЕРКУЛЕЗОМ ПО КЛЕТОЧНЫМ И БИОХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ КРОВИ

EVALUATION OF THE REACTIVITY OF THE ORGANISM DURING COMBINED THERAPY IN PATIENTS WITH TUBERCULOSIS BY CELL PARAMETERS AND BIOCHEMICAL INDICATORS

А. А. Мазурова^{1,2}, Е. М. Шпадарук^{1,2}

A. Mazurova^{1,2}, K. Shpadaruk^{1,2}

¹Белорусский государственный университет, БГУ

²Учреждение образования «Международный государственный экологический институт имени А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ, г. Минск, Республика Беларусь

¹Belarusian State University, BSU, Minsk, Republic of Belarus

²International Sakharov Environmental Institute of Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus

katsiaryna.shpadaruk@iseu.by, mazurova-anastasiya7@bk.ru

В ходе исследования была проведена оценка реактивности организма пациентов, страдающих туберкулезом, по клеточным и биохимическим показателям периферической крови и интегральным индексам