

## Обоснование возможности применения магнитофореза при патологии суставов

Н.В. АЛЕКСЕЕВА<sup>1</sup>, И.П. ОСНОВИНА<sup>1\*</sup>, Е.Л. ВЛАДИМИРЦЕВА<sup>2</sup>, А.В. ИВАНОВ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Ивановская государственная медицинская академия» Минздрава России, Иваново, Россия; <sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Ивановский государственный химико-технологический университет», Иваново, Россия; <sup>3</sup>ОАО «Елатомский приборный завод», пгт Елатьма, Касимовский р-н, Рязанская область, Россия

Исследованы влияние магнитного поля на спектроскопические характеристики препаратов нимесулид и глюкозамина сульфат, а также клиническая эффективность сочетанного применения магнитотерапии и трансдермальных форм, содержащих нестероидный противовоспалительный препарат и хондропротектор, по методике магнитофореза. Проводили детектирование образцов, подвергшихся воздействию бегущего магнитного поля на инфракрасном спектрометре в целях выявления изменений оптических свойств препаратов. Проанализирована клиническая эффективность применения магнитофореза у 83 пациентов с остеоартрозом коленного сустава. Методом инфракрасной спектроскопии и с помощью Фурье-анализа визуализировали отсутствие грубых оптических дефектов и структурных изменений исследуемых образцов под воздействием физических факторов, что делает возможным их физиофоретическое введение. Проведение клинических исследований по сочетанному применению физикофармакологического лечения показало его высокую эффективность и целесообразность применения в терапии пациентов с заболеваниями суставов. Реабилитационные мероприятия инициировали более ранний и выраженный анальгетический эффект, а также восстановление функции суставов, снижали медикаментозную нагрузку и повышали качество жизни.

**Ключевые слова:** инфракрасная спектроскопия, нестероидные противовоспалительные препараты, нимесулид, хондропротекторы, глюкозамин, гонартроз, бегущее магнитное поле, магнитофорез.

## The rationale for the application of magnetophoresis for the treatment of intra-articular pathology

N.V. ALEKSEEVA<sup>1</sup>, I.P. OSNOVINA<sup>1\*</sup>, E.L. VLADIMIRTSEVA<sup>2</sup>, A.V. IVANOV<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ivanovo State Medical Academy, Ministry of Health of the Russian Federation, Ivanovo, Russia; <sup>2</sup>Ivanovo State Chemical Technological University, Ivanovo, Russia; <sup>3</sup>Elatomsky Instrumental Works, Elat'ma, Kasimov District, Ryazan' Region, Russia

The present study was designed to elucidate the influence of the magnetic field on the spectroscopic characteristics of nimesulide and glucosamine sulfate preparations. The secondary objective of the study was to evaluate the clinical effectiveness of the combined application of magnetotherapy and transdermal forms containing a non-steroidal anti-inflammatory preparation and a chondroprotector with the use of magnetophoresis. For this purpose, we analyzed the samples exposed to the running magnetic field in an infrared spectrometer to elucidate the changes in the optical characteristics of the preparations of interest. The clinical effectiveness of the combined application of magnetophoresis was estimated in 83 patients presenting with knee osteoarthritis. The use of the infrared spectroscopic technique in the combination with the Fourier analysis made it possible to visualize the absence of coarse optical defects and structural changes in the test samples under the influence of the physical factors which provides the basis for their physiophoretic administration. The clinical studies conducted with the application of the combined physio-pharmacological treatment have demonstrated the feasibility and high effectiveness of this approach for the management of the patients presenting with articular pathology. The rehabilitative measures accelerated the earlier appearance of the pronounced analgesic effect and promoted the restoration of the joint function. Moreover, they reduced the drug load and improved the quality of life of the patients.

**Keywords:** IR spectroscopy, nonsteroidal anti-inflammatory drugs, nimesulide, chondroprotectors, glucosamine, gonarthrosis, running magnetic field, magnetophoresis.

По данным медицинской статистики, остеоартрозом страдают от 10 до 16% населения земного шара. Остеоартроз — дегенеративная патология периферических суставов и суставов позвоночника, при которой поражается хрящевая ткань. Заболевание значительно ухудшает функциональные характеристики опорно-двигательного аппарата, влияя на качество жизни пациентов, часто становится

причиной потери трудоспособности и инвалидизации.

В комплекс современной базисной терапии заболеваний суставов в обязательном порядке входят нестероидные противовоспалительные препараты (НПВП). С учетом имеющихся побочных эффектов пероральных средств интерес представляют гелевые и мазевые формы НПВП [1]. Согласно исследованиям, прогресс дегенерации хряща, воспалительные явления и связанные с ними патофизиологиче-

ские процессы, определяющие клинико-функциональные нарушения при остеоартрозе, могут корректироваться также назначением хондропротекторов. Среди них особого внимания заслуживает глюкозамина сульфат [2–5]. Лекарственный препарат в форме крема проникает через кожу; высокая биодоступность его действующего вещества сопоставима с инъекционным введением. Он является низкомолекулярной формой моносахаров с молекулярной массой 500Д. N-ацетилглюкозамин входит в состав гиалуроновой кислоты, обладающей исключительно высоким удельным гидродинамическим объемом: 1 молекула гиалуроновой кислоты удерживает 200–500 молекул воды, связывая интерстициальную воду, повышая упругость тканей [4]. Трансдермальный глюкозаминный комплекс имеет мицеллярную структуру с частицами размером 10–30 нм, состоящими из глюкозамина и липидной оболочки. Преодолев кожный барьер, мицеллы распадаются и глюкозамин высвобождается, попадая в сосуды микрокапиллярного русла и далее в синовиальную жидкость и к суставным хрящам, восполняя эндогенный дефицит протеогликанов и гиалуроновой кислоты [6]. Трансдермальному переносу также способствует входящий в состав препарата диметилсульфоксид, обладающий собственным противовоспалительным эффектом.

В настоящее время принято рассматривать вопросы лечения и реабилитации с учетом их междисциплинарного взаимодействия. В частности, это относится к процессу интерференции в медицине, проблемам комплексного взаимодействия, под которым понимают не только ведение пациента различными специалистами, но и применение различных способов доставки лекарственных препаратов, а также комбинации методов воздействия [4, 5, 7].

Принципиальные требования к физико-фармакологическому методу введения сформулированы В.С. Улащиком (1988) в следующих положениях:

- лекарственные препараты должны обладать хорошими трансдермальными транспортными свойствами;
- быть устойчивыми к действию сочетаемого с ними физического фактора, сохраняя свои специфические свойства;
- проявлять фармакотерапевтическое действие при низких концентрациях;
- быть максимально чистыми, содержать только подлежащие введению в организм препараты;
- процедуры должны проводиться в условиях и при терапевтических параметрах, обеспечивающих безопасность и максимальное поступление лекарственного препарата в организм;
- должен присутствовать синергизм действия применяемого фармпрепарата и физического фактора на патологический процесс и его патогенетические звенья [8].

В лечении заболеваний суставов традиционно важное место занимают методы физиотерапии, в частности низкочастотная магнитотерапия, являющаяся не только патогенетическим компонентом лечения, но и обладающая способностью усиливать активность действия ряда лекарственных препаратов и существенно повышать их способность к трансдермальному переносу в ткани. Интересен, с этой точки зрения, магнитофорез препаратов, так как он удовлетворяет всем вышеперечисленным требованиям.

Цель клинико-экспериментального исследования — определить влияние магнитного поля (МП) на спектроскопические характеристики нимесулида в виде геля и глюкозамина сульфата в виде крема и оценить эффективность сочетанного физико-фармакологического воздействия магнитофореза НПВП и хондропротектора при остеоартрозе.

## Материал и методы

При выборе метода исследования для оценки влияния МП на свойства глюкозамина мы исходили из данных о том, что валентные, деформационные, основные и другие типы колебаний макромолекул характеризуются низкой частотой, а также опыта проведения экспериментальной части исследований по оценке наличия изменений оптических свойств лекарственного препарата под воздействием физического фактора [1, 9]. Детектирование образцов проводили на инфракрасном Фурье-спектрометре Avatar 360 FT-IR ESP (США) в лаборатории РЦ СМА ИГХТУ. При исследовании образцов рассчитывали количество пиков пропускания с учетом волнового числа, кроме того, проводили компьютерный корреляционный анализ соединений, входящих в образец, а также сопоставление контрольного и исследуемого образцов методом наложения и вычитания спектров.

В качестве исследуемых веществ использовали нимесулид в форме геля и глюкозамина сульфат в форме крема для трансдермального введения при обработке их бегущим МП. Химическая формула нимесулида: 4ϕ-нитро-2ϕ-фенокси-метан сульфанилид. По своим химическим характеристикам глюкозамин (2-амино-2-дезоксид-β-D-глюкопираноза, или C<sub>6</sub>H<sub>13</sub>O<sub>5</sub>N) относится к группе гексозаминов, или аминсахаров.

Для магнитофореза применяли серийный аппарат низкочастотной импульсной магнитотерапии с параметрами индукции 20 мТл и частотой 6,25 Гц при экспозиции 10–15 мин на сустав. При проведении магнитофореза наносили гель (крем) на область сустава в разовой дозе 1 раз в сутки непосредственно перед процедурой магнитотерапии. Затем располагали магнитотерапевтический аппарат так, чтобы сустав с нанесенным на кожу препаратом находился в области действия индукторов.

Проводили клиническое исследование эффективности комплексной терапии гонартроза с использованием различных методик лечения у 83 больных. Критерием включения в группу исследования был остеоартроз коленных суставов со II–III рентгенологической стадией при наличии болевого синдрома, требующего назначения медикаментозной терапии. Критерии исключения: прием препаратов хондропротекторного действия в течение 6 мес до исследования, коксартроз, высокие лабораторные показатели активности воспалительного процесса, не позволяющие исключить реактивный артрит. Для оценки клинической эффективности применения магнитофореза нимесулида исследовали группу из 30 пациентов: 1-я группа, кроме базисной терапии получала аппликации нимесулида ( $n=10$ ); 2-й группе базисную терапию дополняли процедурами магнитофореза нимесулида ( $n=10$ ); 3-я группа была пролечена методом магнитотерапии ( $n=10$ ).

Для оценки клинической эффективности магнитофореза хондропротекторов исследовали группу из 53 пациентов: 1-я группа получала медикаментозную терапию с применением анальгетиков, НПВП, а также 10 процедур магнитофореза с хондропротектором ( $n=20$ ); 2-я группа — только медикаментозную терапию ( $n=20$ ), в 3-й группе использовали медикаментозную терапию и аппликации глюкозамина на область коленных суставов, воздействие физическим фактором имитировалось применением аппарата для плацебо-воздействия ( $n=13$ ). Группы были сформированы на основе случайной

выборки, полностью сопоставимы между собой, не имели существенных различий по полу, возрасту, стадии и активности заболевания ( $p>0,05$ ). Клиническое обследование проводили до начала терапии и на 14–15-й день лечения.

Динамический контроль результатов терапии проводили с использованием визуальной аналоговой шкалы (ВАШ) по динамике интенсивности болевого синдрома, индекса Лекена и шкалы WOMAC для оценки функционального дефекта суставной патологии, оценивали также режим приема анальгетиков и НПВП перед началом курса лечения и в его конце.

### Результаты экспериментального исследования

В каждом экспериментальном блоке были проведены две серии проб, включающие анализ следующих образцов: №1 (А и Б) — после обработки препарата МП; №2 (А и Б) — контрольная, без воздействия физическим фактором. Серия А — с НПВП-гелем, серия Б — с хондропротектором.

Метод компьютерного наложения спектрограмм выявил изменение энтропии вещества под влиянием МП на фоне отсутствия существенных колебаний формы кривой, отражающей состояние многокомпонентной системы геля нимесулид. Кроме того, произошло существенное увеличение интенсивности пиков пропускания (до 90,9%) в образце №1 (рис. 1) по сравнению с исходными значениями. В образце №1Б, где проводилось воздействие

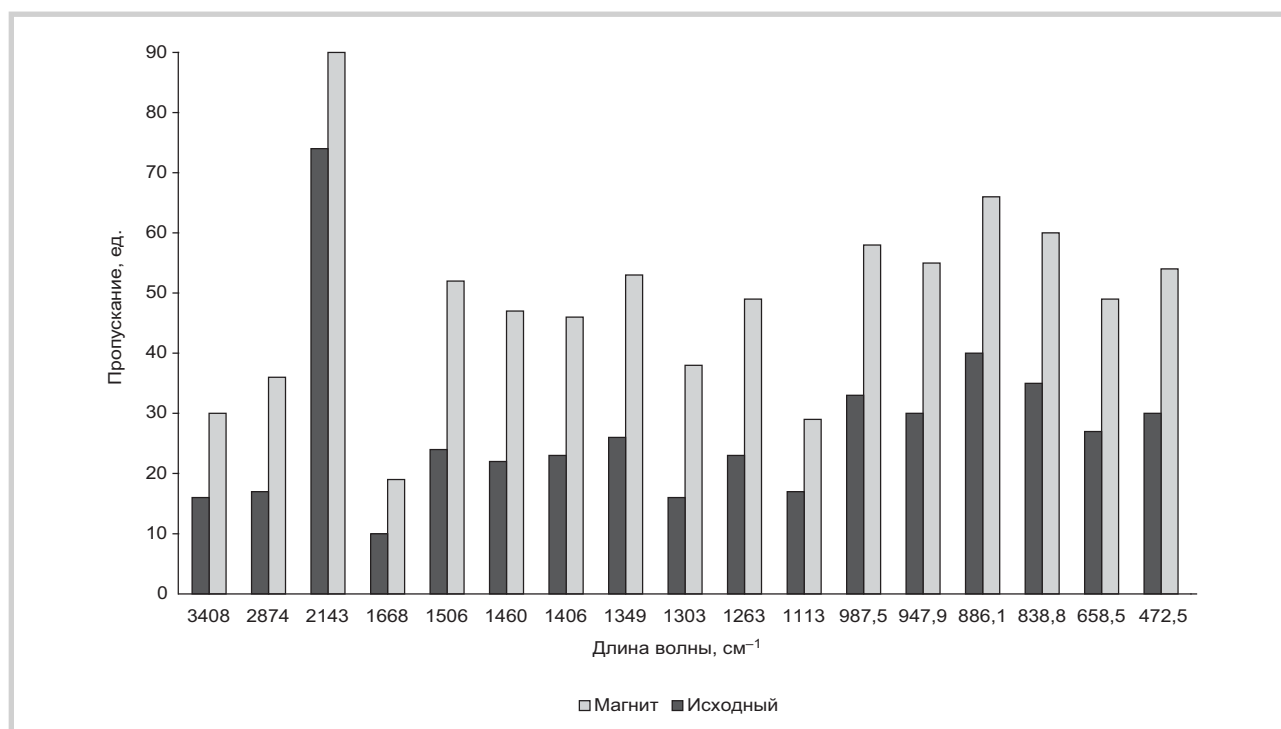


Рис. 1. Изменение интенсивности пиков пропускания спектрограммы при магнитном воздействии на образец НПВП в форме геля.

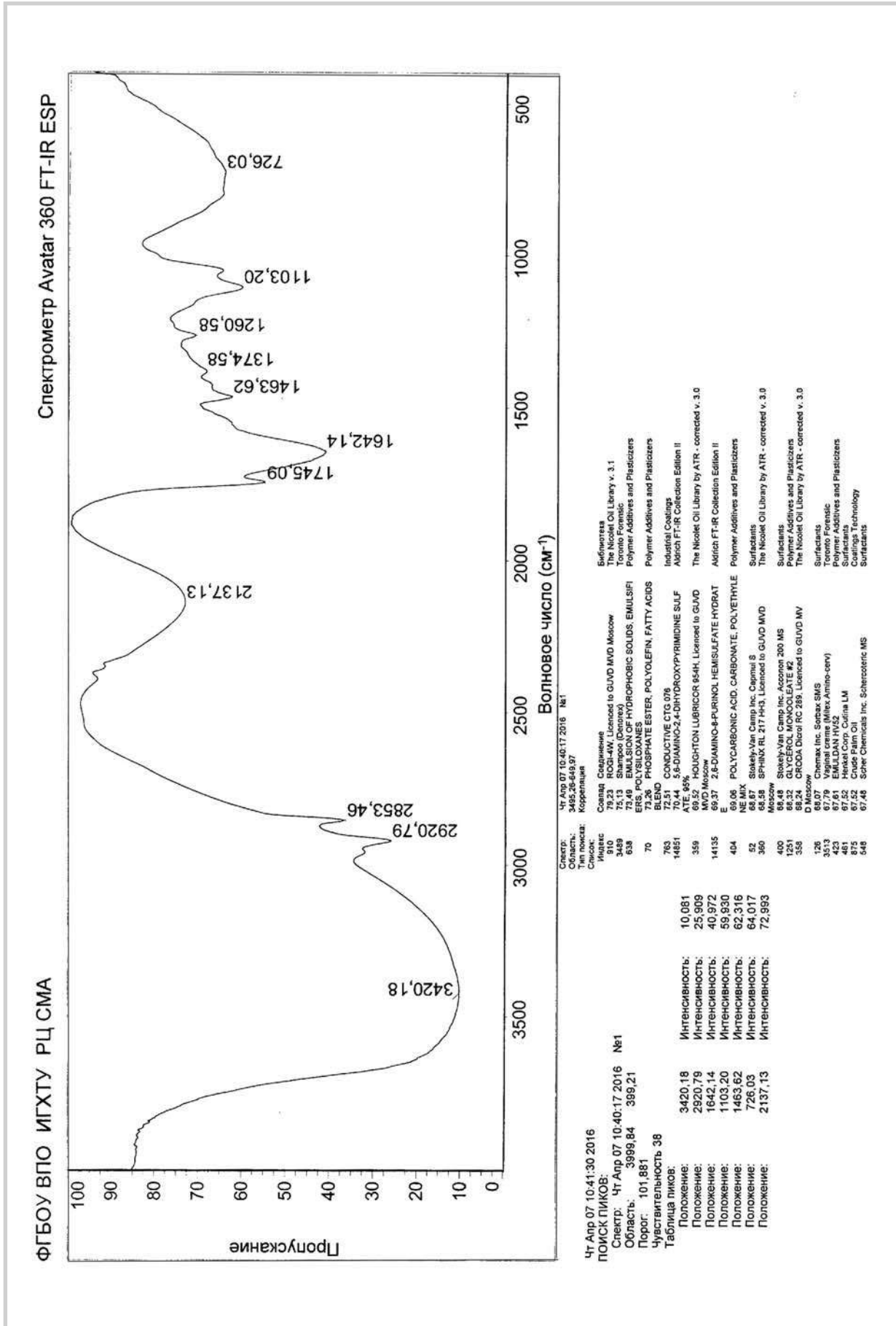


Рис. 2. Спектрограмма препарата глюкозамин сульфат после воздействия МП.

Таблица 1. Изменение интенсивности пиков пропускания образца №1Б под воздействием МП

Волновое число, см <sup>-1</sup>	Пропускание		% к контролю
	контроль	после МП	
3420–3440	10,045	10,081	–0,36
2920	22,54	25,909	14,95
1642–1644	39,973	40,972	2,50
1103	54,643	59,93	9,68
726–802	64,231	64,017	–0,33

МП на хондропротектор, количество пиков пропускания выросло с 9 до 11, из них основных 7 при интенсивности от 10,081 до 72,993 ед. (рис. 2). Количество определенных соединений составило 20, при этом 10 из них соответствовали обнаруженным в контроле, остальные были зарегистрированы впервые. Полученные данные свидетельствуют о модификации связей и боковых цепей макромолекул под действием МП. Интенсивность пропускания при детектировании образца после воздействия МП изменилась незначительно — на 0,36–14,95% от исходной. Изменения интенсивности в большей степени зафиксированы в диапазоне длин волн 2920 см<sup>-1</sup>, что соответствует валентным колебаниям групп CH<sub>2</sub> и CH- и, наиболее вероятно, затрагивает группу Aliphatic Hydrocarbons (табл. 1).

При наложении спектров до и после воздействия МП профиль контуров совпал, отличаясь выраженностью пиков пропускания и их интенсивностью, что свидетельствует об отсутствии значительных изменений состава исследуемого вещества. Феномен «спектроскопической симметрии» характерен для процесса изменения энтропии вещества на фоне отсутствия существенных колебаний формы кривой и подтверждает сохранение состава препарата.

Таким образом, исследования показали, что под воздействием МП молекулы препарата переходят в возбужденное (триплетное) состояние, поскольку разрыв связей в данном случае маловероятен. В условиях дополнительного энергетического влияния МП (магнитно-электрический феномен Холла и магнитно-механический эффект Лоренца) изменяются геометрия и энергетика молекул препарата. Это неизбежно усиливает эффективность их воздействия на биологические ткани. Эффект усиления пропускания света под воздействием МП более заметен при инфракрасной спектроскопии у гелевой формы препарата.

#### Результаты клинической части работы

Проведенные экспериментальные исследования позволили перейти к клинической части работы. Результаты оценки динамики болевого синдрома в ходе лечения с применением МП и НПВП в форме геля оценивали с помощью шкалы ВАШ и индекса Лекена. Исходный суммарный показатель

боли (альгофункциональный индекс Лекена) составил в группах больных остеоартрозом коленных суставов 5,4–7,0 балла. После проведенного лечения наиболее существенные изменения произошли в группе пациентов, где применялся магнитофорез НПВП в форме геля: отмечалось достоверное снижение суммарного индекса с 5,67 до 2,67±0,157 балла ( $p<0,001$ ). В группе пациентов, получавших только базисную терапию, снижение индекса Лекена после завершения лечения не достигло достоверных значений — 3,8±0,389 балла ( $p>0,05$ ). Отмечен также достоверный позитивный результат в группе пациентов, получавших комплексную терапию с использованием МП — 4,5±0,167 балла ( $p<0,001$ ).

Анализ динамики жалоб больных, данных осмотра и используемых шкал показал, что в результате лечения в группе пациентов, которым проводили магнитофорез с глюкозамина сульфатом, был достигнут существенный прогресс в их состоянии. Прежде всего отмечен выраженный антальгический эффект. Интенсивность болевого синдрома, определяемая по шкале ВАШ, в 1-й группе пациентов, получавших магнитофорез, к 15-му дню лечения существенно снижалась (табл. 2) — в среднем на 52,4% к стартовому показателю: на 40% в покое ( $p<0,05$ ), на 52% при движении ( $p<0,001$ ), на 67,7% при пальпации ( $p<0,001$ ). При этом эффективность лечения была значительно и достоверно ( $p<0,001$ ) выше в группе больных, пролеченных методом магнитофореза, в сравнении с группами медикаментозной терапии и плацебо-магнитотерапии. Наличие болевого синдрома и длительное его течение существенно ограничивали функциональное состояние суставов и, как следствие, социальную активность и качество жизни пациентов.

Суммарный альгофункциональный индекс Лекена убывал в среднем на 51,16%: с 5,63 до 2,35 балла ( $p<0,01$ ) (табл. 3). При этом 50% больных ( $n=10$ ), по данным анкетирования, сократили дозу приема рекомендованных врачом таблетированных лекарственных препаратов в 1,5–2 раза, а 45% — прекратили регулярный прием НПВП. Отсутствие динамики отмечено у 1 (5%) больного. Эффективность лечения составила 95%.

Балльная оценка степени функциональных нарушений суставов, проводимая по шкале WOMAC

Таблица 2. Изменение интенсивности боли по шкале ВАШ (баллы) при остеоартрозе после проведения магнитофореза глюкозамина

Показатель	Магнитофорез (n=20)	Медикаментозная терапия (n=20)	Плацебо (n=13)	p
Боль в покое:				
до лечения	25,2±2,1	28,4±2,2	26,5±3,0	p<0,05*
после лечения	18,8±1,3 p<0,05	23,8±2,0 p>0,05	22,2±2,3 p>0,05	p>0,05**
Боль в движении:				
до лечения	65,4±5,2	62,7±5,1	63,0±4,8	p<0,001*
после лечения	22,5±1,3 p<0,001	51,3±2,2 p>0,05	52,7±4,0 p>0,05	p<0,001**
Боль при пальпации:				
до лечения	42,1±3,6	40,9±4,1	43,2±3,9	p<0,001*
после лечения	13,8±1,1 p<0,001	32,6±2,8 p>0,05	28,4±1,9 p<0,01	p<0,001**
Суммарно:				
до лечения	126,7±8,8	132,0±9,5	132,7±11,9	p<0,001*
после лечения	55,1±4,7 p<0,001	97,2±8,1 p<0,05	103,3±9,3 p<0,05	p<0,001**

Примечание. \* — разница конечных показателей в группе магнитофореза и медикаментозной терапии; \*\* — разница конечных показателей в группе магнитофореза и плацебо-терапии.

Таблица 3. Динамика показателя индекса Лекена (баллы) после магнитофореза хондропротектора глюкозамина у пациентов с остеоартрозом

Показатель	Медикаментозная базисная терапия (n=20)	Базисная терапия + магнитофорез (n=20)	Базисная терапия + плацебо МП (n=13)
Боль в течение ночи:			
до лечения	1,3	1,33	1,4
после лечения	1,1	0,5*	1,1
Боль при ходьбе:			
до лечения	1,6	1,5	1,5
после лечения	1,4	1,0*	1,3
Боль в положении сидя:			
до лечения	0,65	0,7	0,7
после лечения	0,6	0,1*	0,6
Утренняя скованность:			
до лечения	1,1	1,25	1,2
после лечения	1,0	0,5*	0,95
Боль в положении стоя 30 мин:			
до лечения	0,8	0,8	0,8
после лечения	0,6	0,25*	0,5
Суммарный индекс:			
до лечения	5,45	5,63	5,6
после лечения	4,7*	2,35*	4,45*

Примечание. \* — динамика показателя в процессе лечения достоверна (p<0,05).

до и после курса магнитофореза, выявила уменьшение выраженности показателей на 46,13% (p<0,01). Подробный анализ динамики по шкале WOMAC показал, что после проведения магнитофореза с хондропротектором улучшение функции суставов наступило по всем 17 пунктам шкалы, при этом балльная оценка изменилась более чем в 2 раза по 7 пунктам, из которых показатели по пунктам 4 и 17 (функции «стоять» и «легкая работа по дому») улучшились в 2,5 раза (p<0,01).

После плацебо-физиофореза с хондропротектором улучшение функции сустава к концу курса лече-

ния отмечено у 53,85% больных в среднем по 9 пунктам из 17, причем изменение в 2 раза имело место лишь у 3 пациентов. Снижение дозы НПВП зарегистрировано у 5 больных. Полученные результаты оказались значительно и достоверно (p<0,001) ниже, чем в 1-й группе, получавшей магнитофорез препарата.

## Обсуждение

Действие МП на организм в настоящее время связывают с развитием в тканях таких биофизических явлений, как эффект Холла (магнитно-элек-

трический) и эффект Лоренца (магнитно-механический). Эффект Лоренца объясняет полученные в экспериментальной части исследования результаты обработки МП образца хондропротектора глюкозамина. Компоненты препарата содержат биологически активные макромолекулы, обладающие компенсированным магнитным моментом. В результате внешнего магнитного воздействия в атомах, имеющих неспаренные валентные электроны, происходит сдвиг электронных облаков, что приводит к изменению конформации активного центра. На спектрограмме этот процесс отражается в виде изменения оптических свойств — интенсивности коэффициента пропускания в определенном диапазоне длин волн. На уровне ткани и органа данный процесс, кроме того, проявляется изменением специфической активности некоторых внутриклеточных ферментов и мембранных рецепторов, опосредующих действие гормонов и медиаторов. Изменяются чувствительность рецепторов к лигандам (гормоны, медиаторы) и характер взаимодействия фермента с субстратом, результатом чего становится ускорение или замедление внутриклеточных биохимических реакций.

Под действием МП с небольшой индукцией (до 100 мТл) в жидких средах организма наводятся токи малой силы (микротоки), которые не вызывают возбуждения нервных и мышечных клеток, но оказывают активирующее влияние на возбудимость и проводимость нервных волокон, чувствительность рецепторов, синаптическую передачу. В основе биологического и лечебного действия индукционных микротоков лежат вызываемые ими изменение состояния клеточных мембран и связанных с ними ферментативных и рецепторных молекул и повышение проницаемости плазмолеммы. В конечном итоге реализация биофизических процессов приводит к саногенетическим эффектам в зоне воздействия МП и организме в целом, что проявляется в уменьшении выраженности симптомов заболевания.

Проведенные клинические исследования показали, что применение магнитофореза нимесулида и глюкозамина на область суставов достоверно повышает эффективность базисной медикаментозной терапии остеоартроза. Благодаря синергическому влиянию на основные звенья патогенеза воспалительного процесса при суставном синдроме, НПВП, а также хондропротектор в комбинации с диметилсульфоксидом и физический фактор обладают однонаправленным действием: противовоспалительным, противоотечным, обезболивающим, гипокоагулирующим, микроциркуляторным, трофическим. Кроме того, МП усиливает абсорбцию и поступление препарата в ткани, повышает его активность и биодоступность, что существенно влияет на результат лечения.

Была отмечена хорошая переносимость физиопроцедур с применением МП, НПВП в форме геля и глюкозамина: не зарегистрировано ни одного случая раздражения кожи при местном аппликационном применении препаратов как во время их непосредственного использования, так и отсроченно. Не было обнаружено также изменения их органолептических свойств под влиянием физического фактора. Действие МП не вызывало неприятных ощущений у пациентов как во время и после 1-й процедуры, так и в течение всего периода проведения курсового магнитотерапевтического воздействия.

## Заключение

Методом инфракрасной спектроскопии и с помощью Фурье-анализа установлено влияние физического фактора поля на состав и энтропические свойства исследуемого препарата, затрагивающее оптические свойства, межмолекулярные связи и конформационное состояние вещества. Отсутствие выраженных изменений структуры и состава исследуемых препаратов — нимесулида и глюкозамина — под воздействием МП, а также заявленные их противовоспалительные и хондропротекторные свойства явились основанием для применения комплексной терапии: физико-фармакологического способа применения — магнитофореза НПВП в форме геля и глюкозамина сульфата при воспалительном и дегенеративно-дистрофическом процессах у пациентов с остеоартрозом коленных суставов.

Проведение клинико-экспериментальных исследований по сочетанному применению физико-фармакологического лечения с использованием нимесулида, а также хондропротектора глюкозамина и бегущего МП в виде курсового лечения показало высокую эффективность и целесообразность их применения в лечении пациентов с заболеваниями суставов. Внедрение данного метода в реабилитационную программу инициировало более раннее появление анальгетического эффекта и восстановление функций суставов, снижало медикаментозную нагрузку, что в совокупности повышало качество жизни пациентов.

## Дополнительная информация

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**Участие авторов:** концепция и дизайн, написание текста, редактирование — И.О.; сбор и обработка материала — И.О., Н.А., Е.В., А.И.; статистическая обработка данных — Н.А.

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Основина И.П., Владимирцева Е.Л., Алексеева Н.В., Марьянова О.В. Междисциплинарный подход к внедрению методики магнитофореза найз-геля. *Вестник Ивановской медицинской академии*. 2009;14:57. [Osnovina IP, Vladimirtseva EL, Alekseeva NV, Mar'yanova OV. Interdisciplinary approach to the implementation of the methodology of the magnetophoresis of the nise-gel. *Vestnik Ivanovskoi meditsinskoi akademii*. 2009;14:57. (In Russ.)].
2. Blair Yasso, Yinghe Li, Asafov Alexander, Мельникова Н.Б., Мухина И.В. Относительная биодоступность глюкозамина после перорального, внутримышечного введения и трансдермального применения препарата Хондроксид Максимум в эксперименте. *Экспериментальная и клиническая фармакология*. 2014;77:12:38-44. [Blair Yasso, Yinghe Li, Asafov Alexander, Melnikova NB, Muchina IV. Relative bioavailability and penetration of glucosamine after topical treatment by Hondroxid Maximum transdermal glucosamine complex in comparison with oral, injectable routes in experiment on the rats. *Ekspierimental'naya i klinicheskaya farmakologiya*. 2014;77(12):38-44. (In Russ.)].
3. Барсук А.П. Современные аспекты фармакотерапии остеоартроза: хондропротекторы для местного и перорального применения. *Русский медицинский журнал*. 2013;6:346. [Barsuk AP. Modern aspects of pharmacotherapy of osteoarthritis: chondroprotectors for local and oral use. *Russkii meditsinskii zhurnal*. 2013;6:346. (In Russ.)].
4. Барсук А.П. Способы трансдермального переноса глюкозамина сульфата. *Consilium Medicum. Неврология*. 2013;2:15-19. [Barsuk AP. Methods of transdermal transfer of glucosamine sulfate. *Consilium Medicum. Nevrologiya*. 2013;2:15-19. (In Russ.)].
5. Беляева Е.А. Трансдермальный глюкозаминоновый комплекс Хондроксид Максимум при остеоартрозе коленных суставов. *Врач*. 2014;5:39-43. [Belyaeva EA. The transdermal glucosamine complex Chondroxide Maximum in knee osteoarthritis. *Vrach*. 2014;5:39-43. (In Russ.)].
6. Шеменкова В.С., Егорова В.А. Возможности оптимизации терапии остеоартроза с использованием трансдермальной формы глюкозамина сульфата (крем Хондроксид Максимум). Данные многоцентрового открытого рандомизированного клинического исследования. *Русский медицинский журнал. Ревматология*. 2015;6. [Shemenkova VS, Egorova VA. Opportunities for optimizing the therapy of osteoarthritis with the use of the transdermal form of glucosamine sulfate (Chondroxide Maximum cream). Data from a multicenter, open, randomized clinical trial V.S. Shemenkova. *Russkii meditsinskii zhurnal. Revmatologiya*. 2015;6. (In Russ.)].
7. Лапшина С.А. Сравнительная эффективность препарата Хондроксид Максимум, крем для наружного применения и инъекционной формы глюкозамина сульфата («Дона») у пациентов с гонартрозом. *Consilium medicum. Неврология*. 2014;2:120-124. [Lapshina SA. The comparative effectiveness of the drug Chondroxide Maximum, a cream for external use and injectable form of glucosamine sulfate («Don») in patients with gonarthrosis. *Consilium medicum. Nevrologiya*. 2014;2:120-124. (In Russ.)].
8. Улащик В.С. *Введение в теоретические основы физической терапии*. Минск: Наука и техника;. 1981. [Ulashchik VS. *Yvedenie v teoreticheskie osnovy fizicheskoi terapii*. Minsk: Nauka i tekhnika; 1981. (In Russ.)].
9. Герасименко М.Ю., Сквородько С.Н., Кондакова О.А. Бараева Л.С., Барыбин В.Ф., Менделеев В.Я. Реализация оптического активационного механизма при лазерно-медикаментозном воздействии. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2006;2:27. [Gerasimenko MYu, Skovorodko SN, Kondakova OA, Baraeva LS, Barybin VF, Mendeleev VYa. Realization of optic activatory mechanism in, laser-medication impact. *Problems of balneology, physiotherapy, and exercise therapy*. 2006;2:27. (In Russ.)].

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

\*Основина Ирина Павловна, к.м.н., доцент [Irina P. Osnovina, MD, PhD]; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4828-5645>;

e-mail: iosnovina@mail.ru

Алексеева Н.В. [N.V. Alexeeva]; ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8972-3376>

Владимирцева Е.Л. [E.L. Vladimirtseva]; ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2389-0192>

Иванов А.В. [A.V. Ivanov]; ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5961-892X>

## ИНФОРМАЦИЯ

Рукопись получена: 16.04.18. Одобрена к публикации: 23.04.18.

## КАК ЦИТИРОВАТЬ:

Алексеева Н.В., Основина И.П., Владимирцева Е.Л., Иванов А.В. Обоснование возможности применения магнитофореза при патологии суставов. // *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. — 2018. — Т.95. — №3. — С. 49-56.

doi: 10.17116/kurort201895349

## TO CITE THIS ARTICLE:

Alekseeva NV, Osnovina IP, Vladimirtseva EL, Ivanov AV. The rationale for the application of magnetophoresis for the treatment of intra-articular pathology. *Problems of balneology, physiotherapy, and exercise therapy*. 2018;95(3):49-56. doi: 10.17116/kurort201895349