

DOI: <https://doi.org/10.17816/medjrf562715>

# Обоснование способа локальной глубокой гипотермии для купирования синовита коленного сустава у пациентов с остеоартритом

В.П. Терешенков<sup>1</sup>, О.А. Шевелев<sup>1, 2</sup>, Н.В. Загородний<sup>1, 3</sup>, Н.А. Ходорович<sup>1</sup>, А.А. Ахпашев<sup>1, 4</sup><sup>1</sup> Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, Москва, Российская Федерация<sup>2</sup> Федеральный научно-клинический центр реаниматологии и реабилитологии, Москва, Российская Федерация<sup>3</sup> Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Н.Н. Приорова, Москва, Российская Федерация<sup>4</sup> Академия постдипломного образования Федерального научно-клинического центра специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий, Москва, Российская Федерация

## АННОТАЦИЯ

**Обоснование.** У пациентов с остеоартритом длительное течение синовита меняет характер воспалительного процесса: он становится более стойким и резистентным к целому ряду лечебных методик. В арсенале практикующего врача пока нет надёжных и доступных лечебных методов, позволяющих купировать синовит в коленном суставе и объективно контролировать эффективность проводимой терапии. Среди многочисленных методов, применяемых в терапии заболеваний и травм опорно-двигательного аппарата, выделяются низкомолекулярные технологии, обладающие противовоспалительным и обезболивающим действием. Одним из этих методов является локальная глубокая гипотермия.

**Цель исследования** — обосновать применение разных низкотемпературных режимов локальной глубокой гипотермии у пациентов с остеоартритом коленных суставов, отягощённым синовитом, и изучить их клиническую эффективность и безопасность.

**Материалы и методы.** В исследование включено 90 пациентов с остеоартритом коленных суставов, отягощённым синовитом. Для определения терапевтических параметров локальной глубокой гипотермии все пациенты были разделены на три группы по 30 человек в каждой. Эффективность гипотермии оценивали по динамике альгофункционального индекса Лекена, интенсивности боли в суставе по 100-балльной визуально-аналоговой шкале (ВАШ) в миллиметрах и по снижению потребности в приёме нестероидных противовоспалительных препаратов (НПВП).

**Результаты.** После локальной глубокой гипотермии у пациентов всех групп отмечена существенная положительная динамика по шкале ВАШ и по альгофункциональному индексу Лекена, причём различие между исходным и конечным значением этих параметров было статистически значимым ( $p < 0,001$ ). Применение локальной глубокой гипотермии позволило значительной части пациентов отказаться от приёма НПВП или снизить дозу до 50 мг и принимать препараты эпизодически (по потребности). В нашем исследовании мы не фиксировали рецидива синовита во всех трёх группах в течение первых 3 мес (ремиссия — 100%). Через 12 мес показатель длительности ремиссии в I группе составил 10,0%, у пациентов II группы — 73,3% и у пациентов III группы — 86,6%.

**Заключение.** Локальная глубокая гипотермия способствует повышению эффективности терапии синовита и может быть рекомендована в качестве самостоятельного метода лечения пациентов с остеоартритом коленного сустава, отягощённым синовитом. Рекомендуемая экспозиция локальной глубокой гипотермии, которая позволяет добиться наиболее длительного периода ремиссии синовита в коленном суставе, составляет 90 мин.

**Ключевые слова:** остеоартрит; синовит; коленный сустав; локальная глубокая гипотермия; криотерапия.

## Как цитировать

Терешенков В.П., Шевелев О.А., Загородний Н.В., Ходорович Н.А., Ахпашев А.А. Обоснование способа локальной глубокой гипотермии для купирования синовита коленного сустава у пациентов с остеоартритом // Российский медицинский журнал. 2023. Т. 29, № 4. С. 300–310. DOI: <https://doi.org/10.17816/medjrf562715>

DOI: <https://doi.org/10.17816/medjrf562715>

# Substantiation of the method of local deep hypothermia for the relief of synovitis of the knee joint in patients with osteoarthritis

Vasily P. Tereshenkov<sup>1</sup>, Oleg A. Shevelev<sup>1, 2</sup>, Nikolay V. Zagorodniy<sup>1, 3</sup>, Nadezhda A. Khodorovich<sup>1</sup>, Alexander A. Akhpashev<sup>1, 4</sup>

<sup>1</sup> Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup> Federal Scientific and Clinical Center of Resuscitation and Rehabilitation, Moscow, Russian Federation

<sup>3</sup> National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics named after N.N. Priorov, Moscow, Russian Federation

<sup>4</sup> Academy of Postgraduate Education of the Federal Scientific and Clinical Center for Specialized Types of Medical Care and Medical Technologies, Moscow, Russian Federation

## ABSTRACT

**BACKGROUND:** In patients with osteoarthritis, the long course of synovitis changes the nature of the inflammatory process, it becomes more resistant and resistant to a number of therapeutic techniques. In the arsenal of a practicing doctor, there are no reliable and affordable therapeutic methods that reliably provide relief of synovitis in the knee joint and objectively monitor the effectiveness of the therapy. Among the numerous methods of application in the treatment of diseases and injuries of the musculoskeletal system, low-molecular technologies with anti-inflammatory and analgesic effects are distinguished. One of these methods is local deep hypothermia.

**AIM:** To substantiate the use of different low-temperature modes of local deep hypothermia in patients with knee osteoarthritis aggravated by synovitis, to study clinical efficacy and safety.

**MATERIALS AND METHODS:** The study included 90 patients with osteoarthritis of the knee joints, burdened with synovitis. To determine the therapeutic parameters of local deep hypothermia, all patients were divided into three groups of 30 people. The effectiveness of the performed local deep hypothermia was assessed by the dynamics of the algofunctional Leken index, the intensity of joint pain on a 100-point Visual Analogue Scale (VAS) in millimeters and a decrease in the need for nonsteroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs).

**RESULTS:** Technical and clinical parameters have been developed for carrying out the local deep hypothermia technique: area, cooling depth, rate of heat removal from the joint, duration of reproduction and number of procedures. Against the background of the performed local deep hypothermia, patients in three groups showed significant positive dynamics on the VAS and algofunctional Leken index, and in all three groups the difference between the initial and final values of these parameters was statistically significant ( $p < 0.001$ ). The use of local deep hypothermia allowed a significant part of patients to refuse to take NSAIDs, or to reduce the need to 50 mg and take episodically according to need. In our study, we did not record a recurrence of synovitis in all three groups during the first 3 months, which was 100%. After 12 months, the duration of remission in group I was 10.0%, in group II patients — 73.3% and in group III patients — 86.6%.

**CONCLUSION:** Local deep hypothermia improves the effectiveness of synovitis treatment and can be recommended as an independent method for the treatment of patients with osteoarthritis of the knee aggravated by synovitis. The recommended local deep hypothermia exposure is 90 min, which allows for the longest period of remission of synovitis in the knee joint.

**Keywords:** osteoarthritis; synovitis; knee joint; local deep hypothermia; cryotherapy.

## To cite this article

Tereshenkov VP, Shevelev OA, Zagorodniy NV, Khodorovich NA, Akhpashev AA. Substantiation of the method of local deep hypothermia for the relief of synovitis of the knee joint in patients with osteoarthritis. *Russian Medicine*. 2023;29(4):300–310. DOI: <https://doi.org/10.17816/medjrf562715>

Received: 19.06.2023

Accepted: 21.07.2023

Published: 30.08.2023

## ОБОСНОВАНИЕ

Остеоартрит — самое частое заболевание суставов, которым страдают более 10% населения земного шара. По своей распространённости он лидирует среди других заболеваний опорно-двигательного аппарата. Так, по данным Всемирной организации здравоохранения, число заболевших остеоартритом во всём мире увеличилось с 1990 по 2019 год на 48% [1, 2].

Коленный сустав является одним из крупных синовиальных суставов человека и наиболее часто вовлекается в патологический процесс с развитием остеоартрита и синовита [3, 4]. По данным разных авторов, частота синовита при остеоартрите составляет 20–80% [5, 6].

Воспаление синовиальной оболочки коленного сустава различной степени активности нередко служит главным доминирующим фактором развития основных клинических проявлений: боли, формирования воспалительного выпота, увеличения продолжительности утренней скованности, припухлости, отёка, уменьшения амплитуды движений в суставе и нарушения опороспособности конечности в целом [7, 8].

В настоящее время наличие синовиального воспаления рассматривается как мощный индуктор прогрессирования остеоартрита. Результаты современных исследований показывают, что воспалительный процесс играет важную роль в развитии остеоартрита и ему принадлежит иницирующая роль в дегенерации суставного хряща [9, 10].

Хроническое течение синовита меняет характер воспалительного процесса: он становится более стойким и резистентным к целому ряду лечебных методик [11]. Современная тактика лечения больных с остеоартритом, отягощённым синовиальным воспалением, зависит от этиологии основного заболевания, выраженности и длительности синовита, эффективности предшествующей терапии. Её разработка является приоритетной задачей. В клинической практике для купирования синовита используют нестероидные противовоспалительные препараты (НПВП) [12], интраартикулярные инъекции глюкокортикоидов [13] и медицинского озона [14], артроскопический лаваж [11]. В случае резистентности к медикаментозной терапии переходят к синовэктомии, в том числе радиосиновэктомии с применением радиофармпрепаратов [15].

В реальной клинической практике врачи первичного звена нередко сталкиваются со значительным усилением боли у пациентов на фоне неконтролируемого синовиального воспаления. Возникающие клинические трудности требуют от врача не только понимания вариантов развития воспаления и боли, но и выбора терапевтических методов, позволяющих назначить рациональную лечебную терапию. В арсенале практикующего врача пока нет надёжных и доступных лечебных методов, позволяющих купировать синовит в коленном суставе и объективно контролировать эффективность проводимой терапии. В связи с этим остаётся актуальным поиск новых методов лечения, обеспечивающих противовоспалительный и обезболивающий

эффект для успешного купирования синовита в коленном суставе у пациентов с остеоартритом.

Среди многочисленных методов, применяемых в терапии заболеваний и травм опорно-двигательного аппарата, выделяются низкомолекулярные технологии, обладающие противовоспалительным и обезболивающим действием.

Установлено, что для достижения терапевтического эффекта от криотерапии температурный показатель кожи должен снижаться до 12–17 °С, при снижении температуры кожи ниже 10 °С могут возникнуть необратимые процессы [16].

Длительность одного сеанса при использовании разных способов низкотемпературных воздействий в зависимости от тяжести заболевания, режимов охлаждения и технических характеристик аппаратов может варьировать от нескольких секунд до десятков минут.

Так, при воздействии экстремально низкими температурами от –60 до –170 °С длительность процедуры может составлять 10–180 с, а охлаждение тканей распространяется на глубину до 2–3 мм [17, 18], при локальном криовоздействии умеренно низкими температурами от +15 до –20 °С длительность процедуры составляет 10–20 мин [19, 20], а при более мягком гипотермическом воздействии с помощью пузыря со льдом или ледяной крошки процедура длится от 20 мин до 2–3 ч с перерывами на несколько минут [21, 22].

При таких режимах температура понижается только в поверхностных слоях кожи и в субдермальных тканях, формируя неоднородный уровень гипотермии в пределах охлаждаемых поверхностей, а степень понижения температуры тканей никаким образом не контролируется.

Маловероятно, что температура тканей сустава, вовлечённых в патологический процесс, понизится до уровня функционального их «выключения». Очевидно, что имеющиеся методики в определённой степени способны понизить температуру околоуставных тканей, но вряд ли значимо повлияют на температуру глубоких внутрисуставных тканей, так как не относятся к методикам индукции гипотермии. Тем не менее при использовании всех методик холодного воздействия получен позитивный результат, проявляющийся в уменьшении болевого синдрома, увеличении подвижности, снижении отёчности [23, 24].

Имеются также сообщения о неэффективности криотерапии при её краткосрочном применении (длительностью несколько минут). Как отмечают авторы работы [25], различий в облегчении боли и улучшении функции сустава и качества жизни у пациентов с остеоартритом коленного сустава между основной (исследуемые получали криотерапию в виде пакетов с измельчённым льдом) и контрольной группой (использовали пакеты с песком) не выявлено.

В зависимости от глубины гипотермии развивается в разной степени выраженное локальное состояние гипобioза, длительность которого оказывает принципиальное влияние на выраженность оперативных реакций местной терморегуляции. Локальное охлаждение вызывает

уменьшение чувствительности болевых рецепторов и активности воспалительных реакций за счёт снижения кровотока, замедления метаболизма клеток и изменения свойств тканевой жидкости [26, 27].

Терапевтические эффекты гипотермии поградиентно нарастают по мере снижения температуры клеток и тканей, тормозя метаболически обусловленные механизмы патогенеза повреждения. В частности, в соответствии с правилом Вант-Гоффа, изменение температуры в клетке на 10 °С способно изменить скорость ферментативных реакций почти в 4 раза [28]. Исходя из этого, можно предположить, что при температурном оптимуме для ферментативных реакций 37 °С снижение температуры на 20 °С (до 17 °С) позволяет понизить локальный уровень метаболизма в 6–8 раз, т.е. достичь состояния, максимально близкого к полной депрессии метаболизма.

Очевидно, чтобы сформировать пролонгированный противовоспалительный эффект в суставе, необходимо более длительное понижение температуры именно глубоких тканей сустава, а не кожи, причем до определённого, а не произвольно выбранного или случайно достигаемого уровня. Экстремально низкие значения температуры ограничивают длительность процедуры и мало влияют на температуру внутрисуставных тканей.

С учётом имеющейся клинической задачи по купированию синовита в коленном суставе у пациентов с остеоартритом на кафедре общей патологии и патологической физиологии имени В.А. Фролова и на кафедре травматологии и ортопедии Российского университета дружбы народов разработан способ терапии поражений коленных суставов путём индукции локальной глубокой гипотермии (ЛГГ) [29]. В качестве сустава-мишени был выбран коленный сустав, в котором наиболее часто развивается остеоартрит с синовитом [30].

Несмотря на неослабевающий научный интерес к низкотемпературным технологиям, существует недостаток информации об использовании их при патологии суставов, более того, мало ссылок на протоколы исследований, в которых изучалась бы эффективность и продолжительность терапевтических эффектов и их зависимость от продолжительности низкотемпературного воздействия.

**Цель исследования** — обосновать применение разных низкотемпературных режимов локальной глубокой гипотермии у пациентов с остеоартритом коленных суставов, отягощённым синовитом, и изучить их клиническую эффективность и безопасность.

## МЕТОДЫ

### Дизайн исследования

Проведено проспективное исследование на основе случайной выборки. До его начала все пациенты были ознакомлены с правилами проведения ЛГГ и подписали информированное согласие.

## Критерии соответствия

*Критерии включения пациентов в исследование:*

- 1) достоверный диагноз «остеоартрит коленных суставов», установленный в соответствии с критериями Американской коллегии ревматологов [31] (для определения рентгенологической стадии использовали классификацию по J.H. Kellgren и J.S. Lawrence [32];
- 2) мужской и женский пол, возраст >18 лет;
- 3) наличие острого или стойкого хронического рецидивирующего синовита;
- 4) ВАШ больше 50 мм;
- 5) наличие клинических признаков синовита: увеличение сустава в объёме, экссудативный выпот, изменение ритма болей, появление или нарастание утренней скованности, местное повышение температуры кожи над поражённым суставом;
- 6) наличие результатов УЗИ и МРТ, на которых установлены признаки синовита.

*Критерии исключения:*

- 1) аллергия на холод;
- 2) заболевания периферических сосудов (болезнь Рейно, варикозная болезнь, облитерирующий эндартериит);
- 3) серповидно-клеточная анемия;
- 4) заболевания, связанные с повышенной свёртываемостью крови;
- 5) тяжёлая коморбидная патология, препятствующая визитам пациента на сеансы ЛГГ.

## Условия проведения

Исследование выполнено в период с 2019 по 2021 год в Клинико-диагностическом центре Медицинского института Российского университета дружбы народов.

## Описание медицинского вмешательства

В исследование включено 90 пациентов, которых разделили на три группы по 30 человек в каждой в зависимости от длительности воздействия гипотермии. Женщин было большинство — 66 человек (73,3%), мужчин — 24 человека (26,7%), средний возраст пациентов составил  $61,8 \pm 2,3$  года. По результатам рентгенологического обследования степень изменений в суставах соответствовала II–III стадиям. Наличие синовита выявлено у всех пациентов, включённых в исследование, и подтверждено клинически и по результатам УЗИ и МРТ. Результаты клинических характеристик исследуемых групп приведены в табл. 1.

В нашем исследовании для ЛГГ мы использовали аппарат терапевтической гипотермии АТГ-01 («КриоТехноМед», Россия), генерирующий умеренно низкие температуры. Этот прибор относится к изделиям медицинской техники и включён в номенклатуру разрешённых для применения в медицинской практике. Принцип действия аппарата основан на управляемом и контролируемом охлаждении аппликатора, обеспечивающего контактное отведение тепла от тканей организма. Аппарат снабжён

**Таблица 1.** Клиническая характеристика исследуемых групп**Table 1.** Clinical characteristics of the studied groups

Показатели	I группа (n=30)	II группа (n=30)	III группа (n=30)
Пол:			
мужской (n=27)	8	9	7
женский (n=63)	22	21	23
Возраст, годы	61,3±3,1	62,1±2,1	62,2±1,9
Длительность остеоартрита, годы	7,0±1,2	6,9±1,8	7,1±1,1
Длительность синовита, мес	6,3±1,1	6,2±1,3	6,1±1,2
Рентгенологические стадии:			
I	0	0	0
II	14	15	14
III	16	15	16
IV	0	0	0

системой контроля температуры, имеющей опцию сигнала тревоги и отключения системы циркуляции при избыточном охлаждении.

Для определения оптимального времени экспозиции (индукции) ЛГГ выбраны три режима: 30, 60 и 90 мин. Минимальное время (30 мин) определяли с учётом технического обеспечения аппарата (которое позволяет снизить температуру в тканях сустава в пределах 1 °С в 1 мин в течение первых 15 мин с +32 до +14 °С) и терапевтической фазы гипотермии длительностью 15 мин. Основанием для выбора режимов 60 и 90 мин явилось формирование более длительного периода стабильной гипотермии и удержания его в течение 30–60 мин.

Для сравнения терапевтических эффектов от установленных режимов все пациенты были разделены на три группы. В I группе (n=30) длительность процедуры составила 30 мин, во II группе (n=30) — 60 мин, в III группе (n=30) — 90 мин. Каждому пациенту провели 10 сеансов ЛГГ. Процедуры выполняли 1 раз в день с возможным перерывом на выходные или праздники не более 2 дней.

Низкотемпературное воздействие должно быть максимально адресовано очагу воспаления. В нашем исследовании ЛГГ была адресована верхнему завороту коленного сустава. Для отведения тепла от тканей сустава использовали аппликатор-манжету с разветвлённой сетью каналов, по которым во время процедуры принудительно циркулирует хладоноситель с регулируемой температурой. Каналы равномерно распределяются по всему объёму аппликатора с таким расчётом, чтобы обеспечить максимальную площадь контакта с суставом.

Контроль эффективности терапии с применением ЛГГ оценивали по динамике альгофункционального индекса Лекена [33], а также по интенсивности боли в суставе по 100-балльной ВАШ в миллиметрах [34] и по снижению потребности в приеме НПВП. Все пациенты на момент включения в исследование и в период его проведения принимали НПВП в пересчёте на диклофенак 100 мг. Отказ пациентов от приёма или уменьшение потребности в НПВП свидетельствовали о снижении воспаления

и боли и рассматривались как положительный терапевтический эффект от ЛГГ.

При синовите формируется выпот в верхнем завороте коленного сустава. Для контроля регресса выпота в коленном суставе измеряли его окружность у верхнего края надколенника (в сантиметрах) до и после ЛГГ.

Для контроля глубины охлаждения тканей сустава использовали СВЧ-радиотермометрию (РТГ). Метод РТГ позволяет измерять температуру не только периартикулярных, но и интраартикулярных тканей коленного сустава с помощью контактного радиодатчика на глубине 3–5 см [35].

Безопасность и переносимость ЛГГ оценивали по частоте возникновения нежелательных реакций, которые могли развиваться в период и после проведения процедуры.

Пациенты всех трёх групп наблюдались в течение года после завершения курса ЛГГ. В этот период была проведена регистрация результатов продолжительности ремиссии. Полученные результаты исследования вносили в специализированную карту пациента и учитывали при статистическом анализе.

### Статистический анализ

Статистическую обработку осуществляли с помощью парного t-критерия Стьюдента и стандартной программы Statistica 8.0. Статистически значимыми считались результаты при  $p < 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Пациенты всех групп были полностью сопоставимы между собой по возрасту, полу, длительности остеоартрита и синовита. Технические параметры проведения ЛГГ были также сопоставимы во всех трёх группах по площади, глубине охлаждения и скорости отведения тепла от сустава. Группы различались между собой лишь по длительности ЛГГ.

До начала исследования показатели выраженности боли в покое, при движении и ночью по ВАШ и с помощью альгофункционального индекса Лекена

в группах статистически значимо не различались ( $p < 0,001$ ).

В результате проведённого курса ЛГГ у пациентов всех групп отмечалось улучшение. Существенная положительная динамика наблюдалась по шкале ВАШ и альгофункциональному индексу Лекена, причём во всех трёх группах различие между исходным и конечным значением этих параметров было статистически значимым ( $p < 0,001$ ). Важным и значимым является снижение всех значений боли по ВАШ в покое, во время ходьбы, ночью. Так, в результате снижения ночной боли в всех группах в среднем на 25% пациенты стали намного реже отмечать эпизоды ночного пробуждения из-за боли. Результаты всех методов исследования, используемых до и после ЛГГ, отражены в табл. 2. Как видно из таблицы, исходно показатели околосуставной и внутрисуставной температуры у пациентов трёх групп значимо не различались. В результате проведения ЛГГ наибольшее снижение температуры отмечено в III группе: околосуставной — на 27% и внутрисуставной — на 40%.

### Потребность в приёме нестероидных противовоспалительных препаратов

Длительность приёма НПВП варьировала от 1 до 2 мес. Оценка динамики приёма показала снижение дозы

препарата уже после третьей процедуры во всех группах. В III группе к концу лечения только 16,7% пациентов принимали НПВП по потребности (эпизодически). ЛГГ позволила части пациентов отказаться от приёма НПВП или снизить их потребность до 50 мг и принимать эпизодически (по потребности). Результаты приёма НПВП у пациентов трёх групп отражены в табл. 2.

### Переносимость и нежелательные реакции

Пациенты трёх групп успешно завершили полный курс ЛГГ согласно протоколу. Случаев прерывания лечения или отклонения от протокола из-за неэффективности или непереносимости, а также «выпадения» из-под наблюдения не отмечено. Проведена детальная оценка динамики субъективных ощущений у всех пациентов во время ЛГГ. При наложении аппликатора после начала ЛГГ пациенты в первые 30–60 с отмечали под ним лёгкий холод, к которому быстро адаптировались, у части больных возникало ощущение мягкого покалывания, жжения или пощипывания. Через 3–5 минут появлялось приятное ощущение лёгкого тепла под аппликатором. После окончания процедуры ЛГГ большинство пациентов отмечали приятное тепло или прохладу, незначительное онемение в области контакта аппликатора с кожей коленного сустава. Ощущение лёгкого онемения после

**Таблица 2.** Результаты показателей боли по визуально-аналоговой шкале, альгофункциональному индексу Лекена, показателей окружности сустава, околосуставной и внутрисуставной температуры, потребности в нестероидных противовоспалительных препаратах

**Table 2.** Results of pain indicators on a visual-analog scale, the algofunctional Leken index, joint circumference indicators, periarticular and intraarticular temperature, the need for the need for nonsteroidal anti-inflammatory drugs

Показатели	I группа (n=30) t=30 мин			II группа (n=30) t=60 мин			III группа (n=30) t=90 мин		
	до ЛГГ	после ЛГГ	p	до ЛГГ	после ЛГГ	p	до ЛГГ	после ЛГГ	p
Боль в покое по ВАШ	65,4±2,1	22,5±1,4	<0,001	66,3±1,4	20,1±1,6	<0,001	65,6±2,4	18,2±1,5	<0,001
Боль при движении по ВАШ	87,5±2,2	24,3±1,5	<0,001	88,1±1,9	22,2±1,6	<0,001	88,2±2,7	20,1±1,2	<0,001
Боль ночная по ВАШ	68,7±1,8	18,2±1,9	<0,001	67,9±1,1	17,8±1,2	<0,001	68,8±2,2	16,8±1,5	<0,001
Альгофункциональный индекс Лекена	11,9±0,4	5,1±1,4	<0,001	11,2±0,6	3,8±1,9	<0,001	11,4±0,8	3,1±1,5	<0,001
Окружность сустава, см	44,3±1,8	42,4±1,3	<0,05	43,5±1,9	40,2±1,5	<0,05	45,1±1,2	40,1±1,3	<0,05
Околосуставная температура T °med	35,3±0,5	13,4±0,8	<0,001	35,1±0,9	11,8±0,6	<0,001	35,8±0,8	9,8±0,9	<0,001
Внутрисуставная температура T °med	32,3±0,8	17,6±1,2	<0,001	32,2±0,4	14,6±0,7	<0,001	32,4±0,5	12,8±0,6	<0,001
Потребность в НПВП, 100 мг в пересчёте на диклофенак, абс. число/%	90/100	16/53,3 — отказ; 14/46,7 — эпизодически		90/100	22/73,3 — отказ; 8/26,7 — эпизодически		90/100	25/83,3 — отказ; 5/16,7 — эпизодически	

**Примечание.** ЛГГ — локальная глубокая гипотермия, ВАШ — визуально-аналоговая шкала, НПВП — нестероидные противовоспалительные препараты.

**Note:** ЛГГ — local deep hypothermia, ВАШ — Visual Analogue Scale, НПВП — nonsteroidal anti-inflammatory drugs.

ЛГГ объясняется периартикулярным анестезирующим эффектом, который сохранялся в течение нескольких часов после процедуры. После процедуры в месте наложения аппликатора также возникала гиперемия, которая соответствовала форме и размеру аппликатора и сохранялась в течение 1–3 ч.

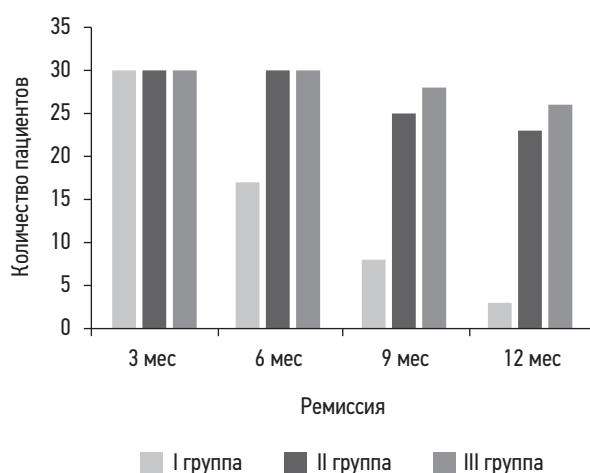
### Исследование длительности ремиссии

Эффективность проводимого лечения оценивали в динамике по длительности ремиссии в течение 12 мес. Не зафиксирован рецидив синовита во всех трёх группах в течение первых 3 мес у 100% пациентов. Рост рецидивов синовита отмечен через 3 мес в I группе, во II и III группах — через 6 мес. Через 12 мес показатель длительности ремиссии в I группе составил 10% (3 пациента), во II группе — 73,3% (23 пациента) в III группе — 86,6% (26 пациентов). Динамика роста количества рецидивов синовита в группах отражена на рис. 1. При этом необходимо отметить, что рецидив синовита после гипотермии протекал со значительно меньшими клиническими проявлениями.

### ОБСУЖДЕНИЕ

В настоящей работе нами проведено первичное исследование эффективности и безопасности ЛГГ у пациентов с остеоартритом коленных суставов, отягощённым синовитом. Максимальный терапевтический эффект во всех трёх группах мы наблюдали в первые три месяца после завершения курса ЛГГ: существенное снижение интенсивности боли при движении в покое и ночью и отсутствие симптомов синовита. В эти три месяца мы регистрировали 100% ремиссию в трёх группах, что сопоставимо с результатами использования внутрисуставных инъекций с глюкокортикоидами [36]. После трёх месяцев отмечается динамика роста синовита. Наименьший процент рецидивов синовита установлен у пациентов III группы, к концу наблюдения он составил 13% (4 пациента).

Одним из симптомов активности синовиального воспаления при остеоартрите является гипертермия в области сустава вследствие повышения температуры сустава. По данным термографии, при синовите у больных с остеоартритом околосуставная температура увеличивается более чем на 2 °C (T<sub>max</sub>) и составляет 35,8 °C и более [37, 38]. В нашем исследовании мы выявили зависимость развития терапевтических эффектов от длительности ЛГГ. Лучшие показатели снижения боли (по ВАШ) и улучшение функциональной активности (по альгофункциональному индексу Лекена) были получены при длительности ЛГГ 90 мин: за этот период происходило более значительное снижение внутрисуставной температуры — до 12,8±0,6, которое сохранялось до конца процедуры. Температурная зависимость коленного сустава у пациентов с остеоартритом от длительности криовоздействия была показана в исследовании F.G. Oosterveld и J.J. Rasker [39]. Авторы



**Рис. 1.** Динамика длительности ремиссии у пациентов с остеоартритом коленных суставов, осложнённым синовитом, после гипотермии.

**Fig. 1.** Dynamics of the duration of remission in patients with knee osteoarthritis complicated by synovitis after hypothermia.

сообщают, что при использовании пузыря с ледяной крошкой (температура около 0 °C) температура поверхности кожи снижается с 32,2 до 16,0 °C, а внутрисуставная температура через 3 ч охлаждения — с 35,5 до 29,1 °C. Экстремальная криотерапия за короткий период приводила к понижению температуры на поверхности кожи с 32,6 до 9,8 °C, а внутрисуставной температуры — с 35,8 всего лишь до 32,5 °C.

Необходимо отметить положительное влияние ЛГГ на применение НПВП. Полное прекращение или уменьшение суточной потребности до 50 мг и приём по потребности следует рассматривать как дополнительный позитивный момент применения ЛГГ, поскольку это снижает риск развития патологий сердечно-сосудистой системы и желудочно-кишечного тракта. В своём исследовании Т.А. Дашина и Л.Г. Агасаров [40] отмечают, что применение криотерапии у пациентов с остеоартритом коленных суставов не уступает по своей эффективности приёму НПВП.

Эффективность криотерапии изучалась при многих заболеваниях и патологических состояниях опорно-двигательного аппарата. Результаты нашего исследования согласуются с данными других исследований, в которых продемонстрированы высокая клиническая эффективность и безопасность разных методов криотерапии. Так, эффективность локальной криотерапии при остеоартрите коленных суставов подтверждена тремя клиническими исследованиями, результаты которых были обобщены в кокрановском обзоре [41].

Важным результатом настоящей работы стало подтверждение безопасности ЛГГ — участники исследования не отметили нежелательных реакций. Наши данные подтверждаются результатами других работ, анализирующих

использование криотерапии у больных с остеоартритом. Так, в своем исследовании В.Ю. Новиков и Г.Н. Пономаренко [42] применяли локальную воздушную криотерапию продолжительностью 12 мин с температурой минус 5 °С, в другом исследовании В.Д. Сидоров и С.Б. Першин [43] использовали способ гипербарической газовой криотерапии длительностью 20–40 с при температуре минус 78 °С. Авторы данных исследований наряду с хорошим терапевтическим эффектом отмечают хорошую переносимость этих способов пациентами.

Следует предположить, что развитие терапевтических эффектов от ЛГГ связано с более продолжительным низкотемпературным воздействием на синовиальное воспаление, которое позволяет временно прервать патогенетические реакции, протекающие непосредственно в полости сустава. Данное предположение требует дальнейшего изучения терапевтических механизмов ЛГГ.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты нашего исследования показали хорошую эффективность и безопасность локальной глубокой гипотермии у пациентов с остеоартритом коленных суставов, отягощённым синовитом. Рекомендуемая экспозиция процедуры, которая позволяет добиться наиболее длительного периода ремиссии синовита в коленном суставе, составляет 90 мин.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеева Л.И., Таскина Е.А., Кашеварова Н.Г. Остеоартрит: эпидемиология, классификация, факторы риска и прогрессирования, клиника, диагностика, лечение // Современная ревматология. 2019. Т. 13, № 2. С. 9–21. doi: 10.14412/1996-7012-2019-2-9-21
2. Hunter D.J., March L., Chew M. Osteoarthritis in 2020 and beyond: a Lancet Commission // Lancet. 2020. Vol. 396, N 10264. P. 1711–1712. doi: 10.1016/S0140-6736(20)32230-3
3. Зоря В.И., Лазишвили Г.Д., Шпаковский Д.Е. Деформирующий артроз коленного сустава: руководство. Москва : Литтерра, 2010. 320 с.
4. Cui A., Li H., Wang D., et al. Global, regional prevalence, incidence and risk factors of knee osteoarthritis in population-based studies // EclinicalMedicine. 2020. Vol. 29-30. P. 100587. doi: 10.1016/j.eclinm.2020.100587
5. Саймон Р.Р., Шерман С.С., Кенигснехт С.Д. Неотложная травматология и ортопедия. Верхние и нижние конечности. Санкт-Петербург : «БИНОМ», «Диалект», 2014. 576 с.
6. Труфанов Г.Е., Пчелин И.Г., Фокин В.А. Лучевая диагностика заболеваний коленного сустава. Конспект лучевого диагноза. Санкт-Петербург : «ЭЛБИ-СПб», 2014. 304 с.
7. Roemer F.W., Kassim Javid M., Guermazi A., et al. Anatomical distribution of synovitis in knee osteoarthritis and its association

## ДОПОЛНИТЕЛЬНО

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

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

**Вклад авторов:** В.П. Терешенков, О.А. Шевелев, Н.В. Загородный — поиск и обработка литературы, проведение исследования, обработка данных, написание рукописи; Н.А. Ходорович, А.А. Ахпашев — дизайн исследования, анализ данных, редактирование. Авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

## ADDITIONAL INFORMATION

**Funding source.** This study was not supported by any external sources of funding.

**Competing interests.** The authors declare that they have no competing interests.

**Authors' contribution:** V.P. Tereshenkov, O.A. Shevelev, N.V. Zagorodny — search and processing of literature, conducting research, data processing, writing the text of the article; N.A. Khodorovich, A.A. Akhpashev — formation of research design, data analysis, text correction. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

with joint effusion assessed on non-enhanced and contrast-enhanced MRI // Osteoarthritis Cartilage. 2010;18(10):1269–1274. doi: 10.1016/j.joca.2010.07.008

8. Туровская Е.Ф., Алексеева Л.И., Филатова Е.Г. Механизмы хронической боли при остеоартрозе коленного сустава // Научно-практическая ревматология. 2014. Т. 52, № 5. С. 526–529. doi: 10.14412/1995-4484-2014-526-529

9. Scanzello C.R., Goldring S.R. The role of synovitis in osteoarthritis pathogenesis // Bone. 2012. Vol. 51, N 2. P. 249–257. doi: 10.1016/j.bone.2012.02.012

10. Felson D.T., Niu J., Neogi T., et al. Synovitis and the risk of knee osteoarthritis: the MOST Study // Osteoarthritis Cartilage. 2016. Vol. 24, N 3. P. 458–464. doi: 10.1016/j.joca.2015.09.013

11. Долгова Л.Н., Красавина И.Г., Носкова А.С., Савинова Е.А. Длительная перфузия суставов как способ лечения хронических синовитов при остеоартрозе // Вестник новых медицинских технологий. 2007. Т. XIV, № 1. С. 107–109.

12. Каратеев А.Е. Лечение остеоартроза с точки зрения безопасности фармакотерапии // Современная ревматология. 2009. Т. 3, № 1. С. 51–57.

13. Chevalier-Ruggeri P., Zufferey P. Rhumatologie. Infiltrations intra-articulaires en rhumatologie: mise au point // Rev Med Suisse. 2016. Vol. 12, N 500. P. 90–94.



14. Торгашин А.Н., Родионова С.С., Торгашина А.В. Озонотерапия — недооцененные возможности в лечении заболеваний крупных суставов // Современная ревматология. 2019. Т. 13, № 3. С. 126–129. doi: 10.14412/1996-7012-2019-3-126-129
15. Балабанова Р.М., Олюнин Ю.А., Лиля А.М. Радиосиноэктомия — альтернатива хирургической синоэктомии у ревматологических больных с рецидивирующими артритами // РМЖ. Медицинское обозрение. 2019. Т. 3, № 4. С. 17–19.
16. Разумов А.Н., Григорьева В.Д., Дашина Т.Г. Воздушная криотерапия в восстановительном лечении больных остеоартрозом и заболеваниями мягких тканей: пособие для врачей. 2010. С. 51–53.
17. Портнов В.В., Медалиева Р.Х. Общая и локальная воздушная криотерапия: сборник статей и пособий для врачей / под ред. В.В. Портнова. 2-е изд. Москва, 2016. С. 5–19.
18. Сидоров В.Д., Даринский К.Н. Особенности реабилитации пациентов с коксартритом и гонартритом // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. 2016. Т. 15, № 3. С. 130–136. doi: 10.18821/1681-3456-15-3-130-136
19. Орлова Е.В., Каратеев Д.Е., Амирджанова В.Н. Эффективность индивидуальной программы реабилитации больных ревматоидным артритом // Научно-практическая ревматология. 2012. Т. 50, № 1. С. 45–53.
20. Буренина И.А. Современные методики криотерапии в клинической практике // Вестник современной клинической медицины. 2014. Т. 7, приложение 1. С. 57–61.
21. Kanlayanaphotporn R., Janwantanakul P. Comparison of skin surface temperature during the application of various cryotherapy modalities // Arch Phys Med Rehabil. 2005. Vol. 86, N 7. P. 1411–1415. doi: 10.1016/j.apmr.2004.11.034
22. Korman P., Straburzyńska-Lupa A., Romanowski W. Temperature changes in rheumatoid hand treated with nitrogen vapors and cold air // Rheumatol Int. 2012. Vol. 32, N 10. P. 2987–2992. doi: 10.1007/s00296-011-2078-5
23. Дашина Т.А., Агасаров Л.Г. Сравнительная оценка действия однократной процедуры криотерапии различных температур и диклофенак терапии у больных остеоартрозом // Вестник новых медицинских технологий. 2022. Т. 29, № 2. С. 19–22. doi: 10.24412/1609-2163-2022-2-19-22
24. Rose C., Edwards K.M., Siegler J., et al. Whole-body cryotherapy as a recovery technique after exercise: a review of the literature // Int J Sports Med. 2017. Vol. 38, N 14. P. 1049–1060. doi: 10.1055/s-0043-114861
25. Dantas L.O., Breda C.C., da Silva Serrao P.R.M., et al. Short-term cryotherapy did not substantially reduce pain and had unclear effects on physical function and quality of life in people with knee osteoarthritis: a randomised trial // J Physiother. 2019. Vol. 65, N 4. P. 215–221. doi: 10.1016/j.jphys.2019.08.004
26. Шевелев О.А., Петрова М.В., Юрьев М.Ю., и др. Механизмы низкотемпературных реабилитационных технологий. Экстремальная аэрокриотерапия // Физическая и реабилитационная медицина, медицинская реабилитация. 2021. Т. 3, № 3. С. 291–300. doi: 10.36425/rehab80232
27. Bouzigon R., Grappe F., Ravier G., Dugue B. Whole- and partialbody cryostimulation/cryotherapy: current technologies and practical applications // J Therm Biol. 2016. Vol. 61. P. 67–81. doi: 10.1016/j.jtherbio.2016.08.009
28. Иванов К.И. Жизнь при минимальных расходах энергии // Успехи физиологических наук. 2008. Т. 39, № 1. С. 42–54.
29. Патент РФ на изобретения № 2674830/21.02.2018. 2018. Шевелев О.А., Загородний Н.В., Терешенков В.П. Способ терапии поражений коленных суставов путем индукции глубокой локальной гипотермии. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37364097>
30. Удовика М.И. Диацереин как препарат выбора в терапии остеоартроза коленных суставов с вторичным рецидивирующим синовитом // Научно-практическая ревматология. 2015. Т. 53, № 6. С. 614–618. doi: 10.14412/1995-4484-2015-614-618
31. Altman R. Criteria for classification of clinical osteoarthritis // J Rheumatol Suppl. 1991. Vol. 27. P. 10–12.
32. Kellgren J.H., Lawrence J.S. Radiographic assessment of osteoarthritis // Ann Rheum Dis. 1957. Vol. 16, N 4. P. 494–501. doi: 10.1136/ard.16.4.494
33. Lequesne M., Mery C., Samson M., Gerard P. Indexes of severity for osteoarthritis of the hip and knee. Validation-value in comparison with other assessment tests // Scand J Rheumatol Suppl. 1987. Vol. 65. P. 85–89. doi: 10.3109/03009748709102182
34. Башкова И.Б., Зинетуллиной И.Х., Симунов Ю.Л. Клинико-диагностические шкалы и индексы при ревматоидном артрите и остеоартрозе. Чебоксары, 2002. 27 с.
35. Tarakanov A.V., Ladanova E.S., Lebedenko A.A., et al. Passive microwave radiometry as a component of imaging diagnostics in juvenile idiopathic arthritis // Rheumatology. 2022. Vol. 2, N 3. P. 55–68. doi: 10.3390/rheumatology2030008
36. Каратеев А.Е., Нестеренко В.А., Бялик В.Е., и др. Оценка эффективности внутрисуставных инъекций глюкокортикоидов у пациентов с ревматическими заболеваниями в реальной клинической практике // Научно-практическая ревматология. 2022. Т. 60, № 1. С. 112–117. doi: 10.47360/1995-4484-2022-112-117
37. Эмильсон Л. Ранняя диагностика, профилактика и лечение синовита при гонартрозе: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Москва, 1994.
38. Горбунова Д.Ю. Клинико-функциональные особенности метаболического синдрома при сочетании с воспалительными и дегенеративно-дистрофическими заболеваниями коленных суставов: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Рязань, 2018.
39. Oosterveld F.G., Rasker J.J. Effects of local heat and cold treatment on surface and articular temperature of arthritic knees // Arthritis Rheum. 1994. Vol. 37, N 11. P. 1578–1582. doi: 10.1002/art.1780371
40. Дашина Т.А., Агасаров Л.Г. Эффективность разных методик криотерапии у пациентов с остеоартрозом // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2020. Т. 97, № 2. С. 20–28. doi: 10.17116/kurort20209702120
41. Brosseau L., Yonge K.A., Robinson V., et al. Thermotherapy for treatment of osteoarthritis // Cochrane Database Syst Rev. 2003. Vol. 2003, N 4. P. CD004522. doi: 10.1002/14651858.CD004522
42. Новиков В.Ю., Пономаренко Г.Н. Локальная воздушная криотерапия в санаторно-курортном лечении больных остеоартрозом // Травматология и ортопедия России. 2007. № 4. С. 4–8.
43. Сидоров В.Д., Першин С.Б. Реабилитация пациентов с остеоартрозом // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2015. Т. 92, № 5. С. 28–34.

## REFERENCES

1. Alekseeva LI, Taskina EA, Kashevarova NG. Osteoarthritis: epidemiology, classification, risk factors, and progression, clinical presentation, diagnosis, and treatment. *Modern Rheumatology Journal*. 2019;13(2):9–21. (In Russ). doi: 10.14412/1996-7012-2019-2-9-21
2. Hunter DJ, March L, Chew M. Osteoarthritis in 2020 and beyond: a Lancet Commission. *Lancet*. 2020;396(10264):1711–1712. doi: 10.1016/S0140-6736(20)32230-3
3. Zorja VI, Lazishvili GD, Shpakovskij DE. *Deformirujushhij artroz kolennogo sustava: rukovodstvo*. Moscow: Litterra; 2010. 320 p. (In Russ).
4. Cui A, Li H, Wang D, et al. Global, regional prevalence, incidence and risk factors of knee osteoarthritis in population-based studies. *EClinicalMedicine*. 2020;29-30:100587. doi: 10.1016/j.eclinm.2020.100587
5. Sajmon RR, Sherman SS, Kenigsneht SD. *Neotlozhnaja travmatologija i ortopedija. Verhnie i nizhnie konechnosti*. Saint Petersburg: BINOM, Dialekt; 2014. 576 p. (In Russ).
6. Trufanov GE, Pchelina IG, Fokin VA. *Lučevaja diagnostika zboleevanij kolennogo sustava. Konspekt lučevogo diagnoza*. Saint Petersburg: JeLBI-SPb; 2014. 304 p. (In Russ).
7. Roemer FW, Kassim Javaid M, Guermazi A. Anatomical distribution of synovitis in knee osteoarthritis and its association with joint effusion assessed on non-enhanced and contrast-enhanced MRI. *Osteoarthritis Cartilage*. 2010;18(10):1269–1274. doi: 10.1016/j.joca.2010.07.008
8. Turovskaya EF, Alekseeva LI, Filatova EG. Mechanisms of chronic pain at osteoarthrosis of the knee. *Scientific and Practical Rheumatology*. 2014;52(5):526–529. (In Russ). doi: 10.14412/1995-4484-2014-526-529
9. Scanzello CR, Goldring SR. The role of synovitis in osteoarthritis pathogenesis. *Bone*. 2012;51(2):249–257. doi: 10.1016/j.bone.2012.02.012
10. Felson DT, Niu J, Neogi T, et al. Synovitis and the risk of knee osteoarthritis: the MOST Study. *Osteoarthritis Cartilage*. 2016;24(3):458–464. doi: 10.1016/j.joca.2015.09.013
11. Dolgova LN, Krasavina IG, Noskova AS, Savinova EA. Long joint perfusion as method of the treatment of chronic synovitis at osteoarthrosis. *Journal of New Medical Technologies*. 2007;14(1):107–109. (In Russ).
12. Karateev AE. Treating osteoarthrosis in terms of the safety of pharmacotherapy. *Modern Rheumatology Journal*. 2009;3(1):51–57. (In Russ).
13. Chevalier-Ruggeri P, Zufferey P. Intra-articular infiltrations in rheumatology: update. *Rev Med Suisse*. 2016;12(500):90–94. (In French).
14. Torgashin AN, Rodionova SS, Torgashina AV. Ozone therapy: underestimated opportunities in the treatment of large joint diseases. *Modern Rheumatology Journal*. 2019;13(3):126–129. (In Russ). doi: 10.14412/1996-7012-2019-3-126-129
15. Balabanova RM, Olyunin YuA, Lila AM. Radiosynovectomy an alternative to surgical synovectomy in rheumatological patients with recurrent arthritis. *RMJ. Medical Review*. 2019;4(1):17–19. (In Russ).
16. Razumov AN, Grigorieva VD, Dashina TG. Air cryotherapy in the restorative treatment of patients with osteoarthritis and soft tissue diseases: a guide for doctors. 2010. P. 51–53. (In Russ).
17. Portnov VV, Medalieva RH. *Obshhaja i lokal'naja vozdušhnaja krioterapija: sbornik statej i posobij dlja vrachej*. Portnov VV, editor. 2-e izd. Moscow; 2016. P. 5–19. (In Russ).
18. Sidorov VD, Darinsky KN. Peculiarities of rehabilitation of the patients presenting with coxosteoarthritis and gonosteoarthritis. *Russian Journal of the Physical Therapy, Balneotherapy and Rehabilitation*. 2016;15(3):130–136. (In Russ). doi: 10.18821/1681-3456-15-3-130-136
19. Orlova EV, Karateev DE, Amirdzhanova VN. The effectiveness of an individual rehabilitation program for patients with rheumatoid arthritis. *Scientific and Practical Rheumatology*. 2012;50(1):45–53. (In Russ).
20. Burenina IA. Modern methods of cryotherapy in clinical practice. *The Bulletin of Contemporary Clinical Medicine*. 2014;7(Suppl. 1):57–61. (In Russ).
21. Kanlayanaphotporn R, Janwantanakul P. Comparison of skin surface temperature during the application of various cryotherapy modalities. *Arch Phys Med Rehabil*. 2005;86(7):1411–1415. doi: 10.1016/j.apmr.2004.11.034
22. Korman P, Straburzyńska-Lupa A, Romanowski W. Temperature changes in rheumatoid hand treated with nitrogen vapors and cold air. *Rheumatol Int*. 2012;32(10):2987–2992. doi: 10.1007/s00296-011-2078-5.
23. Dashina TA, Agasarov LG. Comparative evaluation of the effects of a single cryotherapy procedure at different temperatures and diclofenac therapy in patients with osteoarthritis. *Journal of New Medical Technologies*. 2022;2:19–22. (In Russ). doi: 10.24412/1609-2163-2022-2-19-22
24. Rose C, Edwards KM, Siegler J, et al. Whole-body cryotherapy as a recovery technique after exercise: a review of the literature. *Int J Sports Med*. 2017;38(14):1049–1060. doi: 10.1055/s-0043-114861
25. Dantas LO, Breda CC, da Silva Serrao PRM, et al. Short-term cryotherapy did not substantially reduce pain and had unclear effects on physical function and quality of life in people with knee osteoarthritis: a randomised trial. *J Physiother*. 2019;65(4):215–221. doi: 10.1016/j.jphys.2019.08.004
26. Shevelev OA, Petrova MV, Yuriev MYu, et al. Mechanisms of low-temperature rehabilitation technologies. Extreme aerocryotherapy. *Physical and Rehabilitation Medicine, Medical Rehabilitation*. 2021;3(3):291–300. (In Russ). doi: 10.36425/rehab80232
27. Bouzigon R, Grappe F, Ravier G, Dugue B. Whole- and partialbody cryostimulation/cryotherapy: current technologies and practical applications. *J Therm Biol*. 2016;61:67–81. doi: 10.1016/j.jtherbio.2016.08.009
28. Ivanov KI. Zhizn' pri minimal'nyh rashodah jenerгии. *Progress in Physiological Science*. 2008;39(1):42–54. (In Russ).
29. Patent RUS N 2674830/21.02.2018. Shevelev OA, Zagorodny NV, Tereshenkov VP. *Sposob terapii porazhenij kolennyh sustavov putem indukcii glubokoj lokal'noj gipotermii*. Available from: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37364097> (In Russ).
30. Udovika MI. Diacerein as the drug of choice in the therapy of knee osteoarthritis with secondary recurrent synovitis. *Scientific and Practical Rheumatology*. 2015;53(6):614–618. (In Russ). doi: 10.14412/1995-4484-2015-614-618
31. Altman R. Criteria for classification of clinical osteoarthritis. *J Rheumatol Suppl*. 1991;27:10–12.
32. Kellgren JH, Lawrence JS. Radiographic assessment of osteoarthritis. *Ann Rheum Dis*. 1957;16(4):494–501. doi: 10.1136/ard.16.4.494

33. Lequesne M, Mery C, Samson M, Gerard P. Indexes of severity for osteoarthritis of the hip and knee. Validation-value in comparison with other assessment tests. *Scand J Rheumatol Suppl.* 1987;65: 85–89. doi: 10.3109/03009748709102182
34. Bashkova IB, Zinetullina IH, Simunov JuL. *Kliniko-diagnosticskie shkaly i indeksy pri revmatoidnom artrite i osteoartrioze.* Cheboksary; 2002. 27 p. (In Russ).
35. Tarakanov AV, Ladanova ES, Lebedenko AA, et al. Passive microwave radiometry as a component of imaging diagnostics in juvenile idiopathic arthritis. *Rheumato.* 2022;2(3):55–68. doi: 10.3390/rheumato2030008
36. Karateev AE, Nesterenko VA, Bialik VE, et al. Evaluation of the effectiveness of intra-articular injections of glucocorticoids in knee synovitis in patients with rheumatic diseases in real clinical practice. *Scientific and Practical Rheumatology.* 2022;60(1):112–117. (In Russ). doi: 10.47360/1995-4484-2022-112-117
37. Jemil'son L. *Rannjaja diagnostika, profilaktika i lechenie sinovita pri gonartroze* [dissertation]. Moscow; 1994. (In Russ).
38. Gorbunova DJu. *Kliniko-funkcional'nye osobennosti metabolicheskogo sindroma pri sochetanii s vospalitel'nymi i*

- degenerativno-distroficheskimi zabolevanijami kolennyh sustavov* [dissertation]. Rjazan'; 2018. (In Russ).
39. Oosterveld FG, Rasker JJ. Effects of local heat and cold treatment on surface and articular temperature of arthritic knees. *Arthritis Rheum.* 1994;37(11):1578–1582. doi: 10.1002/art.1780371
40. Dashina TA, Agasarov LG. Effectiveness of various methods of cryotherapy in patients with osteoarthritis. *Problems of balneology, physiotherapy, and exercise therapy.* 2020;97(2):20–28. (In Russ). doi: 10.17116/kurort20209702120
41. Brosseau L, Yonge KA, Robinson V, et al. Thermotherapy for treatment of osteoarthritis. *Cochrane Database Syst Rev.* 2003;2003(4):CD004522. doi: 10.1002/14651858.CD004522
42. Novikov VYu, Ponomarenko GN. Local aerocryotherapy in sanatorium-and-spa treatment in patients with osteoarthritis. *Traumatology and Orthopedics of Russia.* 2007;4:4–8. (In Russ).
43. Sidorov VD, Pershin SB. Rehabilitation of patients with osteoarthritis. *Problems of Balneology, Physiotherapy, and Exercise Therapy.* 2015;92(5):28–34. (In Russ). doi: 10.17116/kurort2015528-34

## ОБ АВТОРАХ

\* **Терешенков Василий Павлович**, к.м.н., доцент;  
адрес: Россия, 117196, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6;  
ORCID: 0000-0002-9502-4106;  
eLibrary SPIN: 6364-5445;  
e-mail: bizuy105@rambler.ru

**Шевелев Олег Алексеевич**, д.м.н., профессор;  
ORCID: 0000-0002-6204-1110;  
eLibrary SPIN: 9845-2960;  
e-mail: shevelev\_o@mail.ru

**Загородний Николай Васильевич**, д.м.н., профессор,  
член-корреспондент РАН;  
ORCID: 0000-0002-6736-9772;  
eLibrary SPIN: 6889-8166;  
e-mail: zagorodniy51@mail.ru

**Ходорович Надежда Анатольевна**, д.м.н., профессор;  
ORCID: 0000-0002-1289-4545;  
eLibrary SPIN: 6237-9153;  
e-mail: khodorovich\_na@rudn.university

**Ахпасhev Александр Анатольевич**, к.м.н., доцент;  
ORCID: 0000-0002-2938-5173;  
eLibrary SPIN: 9965-1828;  
e-mail: akhpashev@gmail.com

## AUTHORS' INFO

\* **Vasily P. Tereshenkov**, MD, Cand. Sci. (Med.), associate professor;  
address: 6 Miklukho-Maklaya street, Moscow 117196, Russia;  
ORCID: 0000-0002-9502-4106;  
eLibrary SPIN: 6364-5445;  
e-mail: bizuy105@rambler.ru

**Oleg A. Shevelev**, MD, Dr. Sci. (Med.), professor;  
ORCID: 0000-0002-6204-1110;  
eLibrary SPIN: 9845-2960;  
e-mail: shevelev\_o@mail.ru

**Nikolay V. Zagorodniy**, MD, Dr. Sci. (Med.), professor,  
associate member of Russian Academy of Sciences;  
ORCID: 0000-0002-6736-9772;  
eLibrary SPIN: 6889-8166;  
e-mail: zagorodniy51@mail.ru

**Nadezhda A. Khodorovich**, MD, Dr. Sci. (Med.), professor;  
ORCID: 0000-0002-1289-4545;  
eLibrary SPIN: 6237-9153;  
e-mail: khodorovich\_na@rudn.university

**Alexander A. Akhpashev**, MD, Cand. Sci. (Med.), associate professor;  
ORCID: 0000-0002-2938-5173;  
eLibrary SPIN: 9965-1828;  
e-mail: akhpashev@gmail.com

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author