



DOI: 10.20514/2226-6704-2025-15-2-117-123

УДК 616.728.3-002-085

EDN: GEHVML



О.А. Речкунова^{1,2}, Т.В. Чернышева¹, И.А. Кривотулова¹,
Н.В. Шарапова¹

¹ — ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, Оренбург, Россия

² — Государственное автономное учреждение здравоохранения «Областной центр
медицинской реабилитации», Оренбург, Россия

СРАВНИТЕЛЬНАЯ КЛИНИКО-ЛАБОРАТОРНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ ТЕРАПИИ У БОЛЬНЫХ ОСТЕОАРТРИТОМ КОЛЕННЫХ СУСТАВОВ

О.А. Rechkunova^{1,2}, Т.В. Chernysheva¹, I.A. Krivotulova¹,
N.V. Sharapova¹

¹ — Orenburg State Medical University, Orenburg, Russia

² — State Autonomous Healthcare Institution "Regional Medical Rehabilitation Center",
Orenburg, Russia

Comparative Clinical and Laboratory Assessment of the Effectiveness of Rehabilitation Therapy in Patients with Osteoarthritis of the Knee Joints

Резюме

Цель. Оценить эффективность курсового введения озono-кислородной смеси в периартикулярные ткани коленного сустава у пациентов с остеоартритом, перенесших тотальное эндопротезирование одного из суставов и изучить влияние этой методики на состояние перекисного окисления липидов и антиоксидантной системы защиты организма относительно традиционных методов восстановительного лечения. **Материалы и методы.** В исследование включено 120 больных, с двусторонним гонартрозом, после эндопротезирования одного из коленных суставов. Средний возраст пациентов составил 60 [46; 76] лет. В зависимости от способа реабилитационного лечения пациенты были разделены на 3 равные группы (n=40): 1-й группе была назначена периартикулярная подкожная озонотерапия в сочетании с лечебной физкультурой, 2-й группе — магнитотерапия и электрофорез на область коленного сустава в комбинации с лечебной физкультурой, и 3-й группе — только комплекс лечебной физкультуры. У всех больных перед реабилитационным лечением и после него (через 14 дней и через 3 месяца) была произведена оценка клинико-функционального состояния с помощью шкалы Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index и исследованы показатели интенсивности течения процессов свободнорадикального окисления и активности антиоксидантной защиты. **Результаты.** При детальном анализе клинико-функционального состояния среди больных 1-й группы относительно 2-й и 3-й был выявлен наилучший «отдаленный» результат: выраженное снижение уровня боли ($p < 0,05$, $p < 0,0001$), скованности ($p < 0,05$, $p < 0,0001$), ограничения физической активности ($p < 0,01$, $p < 0,0001$) — за счет улучшения на фоне проводимой терапии основных показателей антиоксидантной системы защиты: каталазы ($p < 0,01$) и супероксиддисмутазы ($p < 0,01$). **Заключение.** Применение периартикулярной озонотерапии позволяет добиться более стойкого положительного эффекта у больных после тотального эндопротезирования коленного сустава относительно традиционных методов восстановительного лечения, за счет выраженного антиоксидантного действия, направленного на стабилизацию процессов перекисного окисления липидов.

Ключевые слова: остеоартрит; реабилитационное лечение; периартикулярная озонотерапия

Конфликт интересов

Авторы заявляют, что данная работа, её тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов

Источники финансирования

Авторы заявляют об отсутствии финансирования при проведении исследования

Соответствие принципам этики

Исследование было одобрено локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО ОрГМУ Минздрава России (протокол № 235 от 27.09.2019 г).

Статья получена 11.12.2024 г.

Одобрена рецензентом 22.01.2025 г.

Принята к публикации 30.01.2025 г.

Для цитирования: Речкунова О.А., Чернышева Т.В., Кривотулова И.А. и др. СРАВНИТЕЛЬНАЯ КЛИНИКО-ЛАБОРАТОРНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ ТЕРАПИИ У БОЛЬНЫХ ОСТЕОАРТРИТОМ КОЛЕННЫХ СУСТАВОВ. Архивъ внутренней медицины. 2025; 15(2): 117-123. DOI: 10.20514/2226-6704-2025-15-2-117-123. EDN: GEHVML

Abstract

Purpose. To evaluate the effectiveness of the course administration of an ozone-oxygen mixture into the periarticular tissues of the knee joint in patients with osteoarthritis who underwent total arthroplasty of one of the joints and to study the effect of this technique on the state of lipid peroxidation and the antioxidant defense system of the body relative to traditional methods of restorative treatment. **Materials and methods.** The study included 120 patients with bilateral gonarthrosis after endoprosthetics of one of the knee joints. The average age of the patients was 60 [46; 76] years. Depending on the method of rehabilitation treatment, the patients were divided into 3 equal groups (n=40): the 1st group was prescribed periarticular subcutaneous ozone therapy in combination with therapeutic exercise, the 2nd group — magnetotherapy and electrophoresis on the knee joint area in combination with therapeutic exercise, and 3rd group — only the complex of therapeutic exercise. In all patients, before and after rehabilitation treatment (after 14 days and 3 months), the clinico-functional status was assessed using the Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index scale and the indicators of the intensity of the free radical oxidation processes and the activity of antioxidant protection were studied. **Results.** A detailed analysis of the clinico-functional state among patients of group 1 relative to group 2 and 3 revealed the best "long-term" result: a marked decrease in pain ($p < 0.05$, $p < 0.0001$), stiffness ($p < 0.05$, $p < 0.0001$), limitations physical activity ($p < 0.01$, $p < 0.0001$) due to the improvement of the main indicators of the antioxidant protection system against the background of ongoing therapy: catalase ($p < 0.01$) and superoxide dismutase ($p < 0.01$). **Conclusion.** The use of periarticular ozone therapy makes it possible to achieve a more stable positive effect in patients after total knee arthroplasty relative to traditional methods of restorative treatment due to its pronounced antioxidant effect aimed at stabilizing the processes of lipid peroxidation.

Key words: osteoarthritis; rehabilitation treatment; periarticular ozone therapy

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests

Sources of funding

The authors declare no funding for this study

Conformity with the principles of ethics

The study was approved by the local ethics committee of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Orenburg State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (protocol No. 235 dated September 27, 2019).

Article received on 11.12.2024

Reviewer approved 22.01.2025

Accepted for publication on 30.01.2025

For citation: O.A. Rechkunova, T.V. Chernysheva, I.A. Krivotulova et al. Comparative Clinical and Laboratory Assessment of the Effectiveness of Rehabilitation Therapy in Patients with Osteoarthritis of the Knee Joints. The Russian Archives of Internal Medicine. 2025; 15(2): 117-123. DOI: 10.20514/2226-6704-2025-15-2-117-123. EDN: GEHVML

АСЗ — антиоксидантная система защиты, АФК — активные формы кислорода, ВАШ — визуально-аналоговая шкала, ДК — диеновые конъюгаты, ИМТ — индекс массы тела, КАТ — каталаза, КС — коленный сустав, ЛФК — лечебная физкультура, МДА — малоновый диальдегид, ОА — остеоартрит, ПОЛ — перекисное окисление липидов, РФ — ревматоидный фактор, СОД — супероксиддисмутаза, СРБ — С-реактивный белок, СРО — свободнорадикального окисления, ТЭП — тотальное эндопротезирование, NO — оксид азота, WOMAC — Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index

Введение

Пациентам, у которых консервативная терапия остеоартрита (ОА) не дала положительной динамики, показано тотальное эндопротезирование (ТЭП) сустава. Данный метод позволяет устранить болевой синдром и улучшить физическую функцию. Однако, положительный результат хирургического вмешательства у большинства пациентов может быть полностью нивелирован без проведения адекватных реабилитационных мероприятий в послеоперационном периоде [1].

На сегодняшний день широкое применение в практической медицине получает периартикулярная озонотерапия, основанная на использовании лечебных свойств озono-кислородной смеси (ОКС) в проекции прооперированных суставов. Биологическое действие озона связывают с резким краткосрочным повышением содержания активных форм кислорода (АФК) в зоне

введения, запускающим каскад последовательных реакций, направленных на индукцию экспрессии генов, кодирующих ферменты антиоксидантной системы защиты (АСЗ) [2-3].

Недостатком данной методики является отсутствие четко утвержденной схемы применения рассчитанных доз ОКС при параартикулярном введении для получения терапевтического эффекта, что определяет актуальность данного исследования.

Цель исследования — оценить эффективность курсового введения ОКС в периартикулярные ткани коленного сустава (КС) у пациентов с ОА, перенесших ТЭП одного из суставов и изучить влияние этой методики на состояние перекисного окисления липидов (ПОЛ) и АСЗ организма больных относительно традиционных методов восстановительного лечения.

Пациенты и методы

На базе отделения медицинской реабилитации № 1 ГБУЗ «Областной центр медицинской реабилитации» провели обследование 120 (74 женщины и 46 мужчин) больных, в возрасте от 45 до 80 лет с двусторонним ОА КС (на основании классификационных критериев ОА АСР (Альтман и соавт., 1991) [4], после эндопротезирования одного из КС, направленных на третий этап реабилитации. Средний возраст пациентов составил 60 [46; 76] лет, индекса массы тела (ИМТ) [5] — 30,60 [27,00; 32,40] кг/м². Средняя клиническая длительность ОА КС составила 16 [2; 30] лет, первые жалобы появились примерно в возрасте 29 [25; 32] лет. Медианное значение послеоперационного периода составило 4 [3; 5] месяца.

Критерии включения для проведения восстановительного лечения: возраст от 45 до 80 лет, продолжительность послеоперационного периода от 3 до 6 месяцев.

Критерии исключения из исследования: другие ревматические заболевания с суставным синдромом, наличие острых или обострение хронических заболеваний на момент обследования, злокачественные новообразования, рецидивирующие тромбоемболические осложнения.

Исследование было одобрено локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО ОрГМУ Минздрава России (протокол № 235 от 27.09.2019 г.).

В соответствии с выбранной тактикой восстановительного лечения был применён рандомизированный отбор пациентов по трем равным группам (n=40) методом стратифицированного случайного выбора для предварительного определения тех качеств, которые могут повлиять на изменчивость эффективности восстановительного лечения (возраст, пол, ИМТ, длительность и дебют заболевания, рентгенологическая стадия и клинко-функциональные проявления ОА (боль, внесуставной и внутрисуставной отек, ограничение активных и пассивных движений в прооперированном КС), вызванные оперативным вмешательством). Таким образом, нами были учтены параметры, которые могли повлиять на эффективность восстановительной терапии. Всем пациентам был назначен комплекс лечебной физкультуры (ЛФК) для больных, перенесших ТЭП КС, в течение 10 дней. 1-й группе была назначена периартикулярная подкожная озонотерапия в сочетании с ЛФК, 2-й группе — комплекс физиотерапевтического лечения (магнитотерапия и электрофорез 3% йодистого калия и 2% новокаина на область КС) в комбинации с ЛФК, и 3-й группе — только комплекс ЛФК.

Магнитотерапия осуществлялась с использованием аппарата «Полюс-2м» (Россия) в течение 20 мин перед электрофорезом. Электрофорез 3% йодистого калия и 2% новокаина проводился от аппарата «Поток-1» (Россия), продолжительность процедуры — 20 минут. Курс физиотерапии составил 10 процедур ежедневно до комплекса ЛФК.

Введение озono-кислородной смеси, полученной с использованием аппарата «Медозон ВМ-03» (Россия),

с концентрацией озона (5000 мк/л), осуществлялось через день после проведения ЛФК периартикулярно в объёме 20 мл. Общий курс составил 7 процедур.

Клинко-функциональное состояние больных гонартрозом после ТЭП КС определялось с помощью шкалы WOMAC (Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index) (N. Bellamy et al., 1998) [6].

При лабораторном обследовании определяли в сыворотке крови уровни С-реактивного белка (СРБ) и ревматоидного фактора (РФ).

На базе межкафедральной биохимической лаборатории ФГБОУ ВО ОрГМУ Минздрава России у всех больных перед реабилитационным лечением и после него (через 14 дней и 3 месяца), были исследованы активность ферментов АСЗ: супероксиддисмутазы (СОД) и каталазы (КАТ) в гемолизате эритроцитов на спектрофотометре GENESYS 5; а также уровни продуктов ПОЛ: диеновых конъюгатов (ДК) и малонового диальдегида (МДА) в венозной крови на спектрофотометре «BeckmanCoulter DU 800» (Германия).

Для купирования болевого синдрома пациенты принимали нестероидные противовоспалительные препараты (НПВП) симптоматически.

Статистическая обработка данных проводилась в программе Statistica 10.0. Результат был представлен в виде медианы (Me) и инверквартильного размаха (25-й; 75-й центиль). Качественные переменные представлены в виде абсолютного значения и относительных величин. Для сравнения трех независимых групп по количественным признакам, уровень значимости p определялся с помощью критерия Краскела-Уолиса, при обнаружении достоверных различий ($p \leq 0,05$) или тенденции к этому был проведен дальнейший попарный анализ исследуемых групп с помощью непараметрического метода U -критерия Манна-Уитни. Корреляционный анализ проведен с помощью вычисления коэффициента корреляции Спирмена. Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты

Для оценки динамики клинко-функционального состояния до и после начала реабилитационного лечения (через 14 дней и 3 месяца после начала терапии) у пациентов с гонартрозом после ТЭП КС использовали шкалу WOMAC (таблица 1).

Как представлено в таблице 1, при сравнении показателей клинко-функциональных проявлений пациенты после ТЭП КС были сопоставимы по всем подшкалам опросника WOMAC до реабилитационной терапии. В ходе проведения попарного сравнения показателей шкалы WOMAC наилучший ближайший результат восстановительной терапии (через 14 дней) был отмечен среди больных, получавших комплексное лечение, включающее в себя физиотерапевтические процедуры и ЛФК ($p < 0,001$). Однако, наилучший отдаленный результат (через 3 месяца) относительно исходных данных был среди пациентов 1-й группы: наблюдалось выраженное уменьшение боли ($p < 0,001$), скованности ($p < 0,01$), ограничения физической активности ($p < 0,001$).

Таблица 1. Распределение значений индекса WOMAC до и после реабилитационного лечения
 Table 1. Distribution of the WOMAC index values before and after rehabilitation treatment in both groups

	Период терапии/ The period of therapy	1-я группа/ 1st group (n=40)	2-я группа/ 2nd group (n=40)	3-я группа/ 3rd group (n=40)	p
Боль/ Tenderness	До лечения/ Before treatment	13,00 [8,50; 14,00]	12,50 [9,50; 14,00]	12,70 [8,50; 13,50]	н.д./ n.r.
	Через 14 дней/ After 14 days	6,50 [3,50; 9,50]*	5,50 [4,50; 7,00]**	7,50 [5,50; 10,00]**	<0,05* <0,001** <0,0001***
	Через 3 месяца/ After 3 months	3,80 [2,50; 4,00]***	4,50 [3,00; 4,70]**	8,00 [5,50; 8,50]	<0,05* <0,01** <0,0001***
Скованность/ Swelling	До лечения/ Before treatment	6,00 [4,00; 6,00]	6,00 [4,50; 8,00]	6,00 [4,00; 6,00]	н.д./ n.r.
	Через 14 дней/ After 14 days	4,50 [4,00; 5,00]	4,00 [2,00; 5,00]**	5,00 [3,00; 5,00]	н.д./ n.r.
	Через 3 месяца/ After 3 months	2,50 [2,00; 3,50]**	3,50 [2,00; 4,00]**	5,00 [3,05; 5,50]	<0,05** <0,01***
Физическая функция/ Physical function	До лечения/ Before treatment	47,20 [45,00; 48,00]	48,00 [42,00; 50,00]	48,00 [42,00; 50,00]	н.д./ n.r.
	Через 14 дней/ After 14 days	34,00 [30,00; 37,00]	30,00 [19,00; 33,50]**	38,00 [33,50; 43,50]	<0,05**
	Через 3 месяца/ After 3 months	23,50 [18,50; 28,00]***	27,00 [18,50; 34,00]**	38,50 [33,00; 42,00]	<0,05* <0,001** <0,0001***
Итоговый балл/ Final score	До лечения/ Before treatment	64,50 [57,50; 71,50]	63,00 [53,00; 69,50]	64,50 [57,50; 71,00]	н.д./ n.r.
	Через 14 дней/ After 14 days	45,00 [34,00; 53,50]	37,50 [24,50; 46,50]**	52,50 [45,00; 59,50]	<0,001**
	Через 3 месяца/ After 3 months	29,00 [26,50; 35,00]***	34,00 [24,50; 37,50]**	53,00 [46,50; 59,50]	<0,01* <0,001** <0,0001***

Примечание. н.д. — недостоверно; достоверность по отношению к исходным данным (до лечения): ** — $p < 0,01$, *** — $p < 0,001$; * — сравнение больных 1-ой и 2-ой групп, ** — сравнение больных 2-ой и 3-ей групп, *** — сравнение больных 1-ой и 3-ей групп
Note. n.r. — not reliable; reliability in relation to the initial data (before treatment): ** — $p < 0,01$, *** — $p < 0,001$; * — comparison of patients of 1st and 2nd groups, ** — comparison of patients of 2nd and 3rd groups, *** — comparison of patients of 1st and 3rd groups

Кроме того, только среди пациентов 1-й группы определялось статистически значимое снижение вышеуказанных показателей шкалы WOMAC, полученных через 3 месяца относительно результатов первых 14 дней ($p < 0,01$), что говорит о более выраженной эффективности периартикулярной озонотерапии в сочетании с ЛФК, относительно отдельного применения ЛФК или в комплексе с физиотерапевтическим лечением.

При оценке лабораторных показателей было отмечено снижение уровней СРБ и РФ на фоне проводимой реабилитационной терапии, однако, статистически значимая разница между группами не была выявлена ($p = 0,08$).

В таблице 2 представлена динамика основных показателей АСЗ (активность ферментов СОД и КАТ), а также уровней продуктов ПОЛ (МДА и ДК).

На 14-е сутки после начала реабилитационной терапии у больных гонартрозом после ТЭП КС наблюдалось снижение концентрации продуктов ПОЛ (ДК и МДА) во всех трех группах относительно исходных данных, однако значимое уменьшение уровня ДК на 25% было зафиксировано только у больных

2-й группы после применения комплекса ЛФК в сочетании с физиотерапией ($p < 0,05$). Содержание МДА недостоверно снижалось на 4% ($p > 0,05$) после проведения периартикулярной озонотерапии, в то же время, после комплекса ЛФК, как отдельно, так и в комбинации с физиотерапией отмечалось значимое понижение его концентрации на 14% ($p < 0,05$) и 16% ($p < 0,05$), соответственно. Через 3 месяца было зарегистрировано достоверное снижение значений ДК и МДА в 1-й группе на 41% ($p < 0,01$) и 43% ($p < 0,01$) от исходных данных, соответственно, и во 2-й группе — на 34% ($p < 0,05$) и 20% ($p < 0,05$). В 3-й группе достоверного снижения данных показателей в вышеуказанные сроки не отмечалось.

Нами было установлено, что применение комплекса ЛФК в сочетании с магнитотерапией приводит к выраженному повышению активности ферментов АСЗ в кратчайшие сроки (14 дней): показатель КАТ активности в плазме крови увеличился на 15% ($p < 0,01$), содержание СОД возросло на 25% ($p < 0,01$) относительно исходных данных. У пациентов данной группы сохранялось повышение активности ферментов АСЗ

Таблица 2. Динамика основных параметров антиоксидантной системы и продуктов ПОЛ до и после проводимой восстановительной терапии

Table 2. Dynamics of the main parameters of the APS and POL products before and after rehabilitation therapy

Группа/ Group	Период терапии/ The period of therapy	ДК, нмоль/мл/ CD, nmol/ml	МДА, мкмоль/л / MDA, mcmol/l	КАТ, мкмоль H ₂ O ₂ г ⁻¹ с ⁻¹ / CAT, mcmol H ₂ O ₂ г ⁻¹ с ⁻¹	СОД, ЕД/мл / SOD, U/ml
1-ая группа/ 1st group (n=40)	До лечения/ Before treatment	1,30 [0,80; 1,40]	5,60 [4,50; 8,80]	48,80 [34,20; 60,80]	98,10 [57,50; 126,90]
	Через 14 дней/ After 14 days	1,20 [0,90; 1,50]	5,40 [4,10; 8,30]	52,30 [33,90; 59,10]	104,00 [78,90; 144,90]
	Через 3 месяца/ After 3 months	0,70 [0,30; 0,90]**	3,60 [2,80; 8,20]**	66,50 [60,80; 71,70]** ^{II}	149,60 [126,10; 237,02]** ^{II}
2-ая группа/ 2nd group (n=40)	До лечения/ Before treatment	1,20 [0,75;1,40]	5,60 [4,10; 6,10]	49,50 [31,70; 56,90]	98,90 [77,60;139,70]
	Через 14 дней/ After 14 days	0,90 [0,80; 1,40]*	4,70 [3,50; 9,70] *	58,30 [33,90; 59,10] **	123,60 [83,40; 112,20]**
	Через 3 месяца/ After 3 months	0,80 [0,70; 1,20]*	4,40 [3,30; 9,10] *	61,20 [44,50; 63,40] **	126,00 [78,90; 144,90]**
3-ья группа/ 3rd group (n=40)	До лечения/ Before treatment	1,20 [0,70; 1,50]	5,50 [3,80; 7,00]	47,80 [39,30; 57,80]	97,70 [49,20; 84,90]
	Через 14 дней/ After 14 days	1,00 [0,60; 1,10]	4,70 [3,01;7,60] *	53,70 [36,40; 82,80]	110,60 [126,10; 237,02]*
	Через 3 месяца/ After 3 months	1,10 [0,80; 1,40]	5,00 [3,30; 9,10]	52,20 [33,90; 59,10]	105,30 [83,40; 112,20]

Примечание. Достоверность по отношению к исходным данным (до лечения): * — $p < 0,05$, ** — $p < 0,01$; достоверность по отношению к данным, полученным через 14 дней после лечения: ^{II} — $p < 0,01$

Note. Reliability in relation to the initial data (before treatment): * — $p < 0.05$, ** — $p < 0.01$; reliability in relation to data obtained 14 days after treatment: ^{II} — $p < 0.01$

через 3 месяца, однако, значимой разницы по сравнению с показателями, полученными в первые 14 дней после восстановительного лечения, отмечено не было. Через 3 месяца регистрировалось выраженное повышение КАТ активности и СОД в 1-й группе по сравнению с началом лечения ($p < 0,01$) и первыми двумя неделями после реабилитации ($p < 0,01$). Среди пациентов 3-й группы через 3 месяца после курса ЛФК отмечалось незначительное снижение ферментативной активности антиоксидантной системы ($p > 0,05$) относительной первых 14 суток.

После проведения сравнительной оценки клинико-функциональных и лабораторных данных был выполнен корреляционный анализ для оценки взаимосвязей между количественными показателями, характеризующими состояние больных гонартрозом до и после проведения восстановительного лечения. Нами было установлено, что с возрастом у пациентов отмечается снижение содержания СОД в крови ($r = -0,45$, $p < 0,05$), в то же самое время влияние возраста на КАТ активность не было обнаружено ($r = -0,16$, $p > 0,05$). Независимо от метода реабилитационной терапии была выявлена положительная корреляция МДА с увеличением ИМТ ($r = 0,32$; $p < 0,05$). Далее были проанализированы взаимосвязи между клинико-функциональными параметрами шкалы WOMAC и состоянием показателей ПОЛ и АСЗ после лечения.

Через 14 дней от начала восстановительного лечения у больных 2-й группы было выявлено, что снижение уровня боли по шкале WOMAC и ограничения физической активности ассоциируется со снижением содержания МДА ($r = 0,32$, $p < 0,05$ и $r = 0,32$, $p < 0,05$,

соответственно) в плазме крови больных и повышением активности фермента СОД ($r = -0,32$, $p < 0,05$ и $r = -0,32$, $p < 0,05$, соответственно).

В отдаленные сроки (через 3 месяца) после реабилитации среди пациентов 1-й группы, прошедших курс периартикулярной озонотерапии, было отмечено, что низкие показатели индекса WOMAC ассоциированы со снижением интенсивности процессов ПОЛ (уровень МДА и ДК) и активацией антиоксидантной системы (содержание СОД и КАТ активность) (см. табл. 4).

Обсуждение

ТЭП КС — метод, позволяющий устранить болевой синдром и улучшить физическую функцию, наиболее эффективный на поздних стадиях ОА. Однако, положительный результат хирургического вмешательства у большинства пациентов может быть полностью нивелирован без проведения активных реабилитационных мероприятий в послеоперационном периоде [1], что согласуется с данными нашего исследования. Все пациенты, направленные нами на реабилитационное лечение, предъявляли жалобы на боль, утреннюю скованность до 30 мин и ограничение подвижности в прооперированном КС.

Учитывая вышеизложенное, адекватная реабилитация остается важным аспектом ведения больных после эндопротезирования. В настоящее время отмечено множество различных подходов к физиотерапевтическому лечению после ТЭП КС [7], направленных на укрепление мышц, снижение отёка, увеличение подвижности конечности и нормализацию ходьбы.

Таблица 4. Коэффициенты корреляций между клинико-функциональными показателями шкалы WOMAC и лабораторными параметрами через 3 месяца после лечения

Table 4. Correlation coefficients between the clinical and functional indicators of the WOMAC scale and laboratory parameters after 3 months of treatment

WOMAC	ДК, нмоль/мл / CD, nmol/ml	МДА, мкмоль/л / MDA, mcmol/l	КАТ, мкмоль H ₂ O ₂ г ⁻¹ с ⁻¹ / CAT, mcmol H ₂ O ₂ г ⁻¹ с ⁻¹	СОД, ЕД/мл / SOD, U/ml
Боль/ Tenderness	0,38*	0,53*	0,38	0,54**
Скованность/ Swelling	0,22	0,27	0,34	0,41*
Физическая функция/ Physical function	0,41*	0,57**	0,44*	0,62**
Итоговый балл/ Final score	0,42*	0,59**	0,42*	0,58**

Примечание. * — $p < 0,05$; ** — $p < 0,01$; **** — $p < 0,0001$
Note. * — $p < 0,05$; ** — $p < 0,01$; **** — $p < 0,0001$

Нашим пациентам ($n=40$) был назначен комплекс физиотерапевтического лечения (магнитотерапия и электрофорез на область КС) в течение 10 дней в сочетании с комплексом ЛФК. Известно, что магнитотерапия в комбинации с электрофорезом оказывает влияние на свободнорадикальные механизмы, существенно снижая интенсивность процессов ПОЛ за счет активации АСЗ [7]. Наши результаты подтвердили вышеизложенное: на фоне проводимой терапии в кратчайшие сроки (14 дней) было отмечено достоверное снижение уровней ДК на 25 % ($p < 0,05$) и МДА на 16 % ($p < 0,05$); а также выраженное повышение КАТ активности в плазме крови на 15 % ($p < 0,01$) и СОД на 25 % ($p < 0,01$) относительно исходных данных. При оценке клинико-функционального статуса больных 2-ой группы было выявлено значимое снижение показателей шкалы WOMAC (боль, скованность, ограничение физической активности) через 14 дней ($p < 0,001$), достигнутый положительный результат сохранялся через 3 месяца от начала терапии ($p < 0,001$).

В последнее десятилетие возрос интерес к применению инъекций озono-кислородной смеси в проекции пораженных суставов для лечения ОА. Положительный эффект от периартикулярной озонотерапии при лечении ОА уже продемонстрирован во многих клинических испытаниях и связан с резким и краткосрочным повышением свободных радикалов в зоне введения, запускающим каскад последовательных реакций, направленных на индукцию экспрессии генов, кодирующих ферменты АСЗ [2-3]. Среди больных 1-ой группы относительно 2-й и 3-й был выявлен наилучший «отдаленный» результат по всем параметрам шкалы WOMAC (выраженное снижение уровня боли, скованности, ограничения физической активности) и динамике основных показателей АСЗ, что говорит о более выраженной эффективности периартикулярной озонотерапии в сочетании с ЛФК, относительно отдельного применения ЛФК или в комплексе с физиотерапевтическим лечением.

Таким образом, введение озono-кислородной смеси в параартикулярные ткани базируется на выраженном противовоспалительном и анальгетическом действии за счет выраженного антиоксидантного эффекта.

Несмотря на то, что инъекции озono-кислородной смеси не дают столь быстрый положительный эффект относительно традиционного физиотерапевтического комплекса, применение озонотерапии позволяет добиться стойкого положительного эффекта в «отдаленном периоде» у больных гонартрозом после ТЭП КС.

Однако, настоящее исследование было ограничено временными рамками в 3 месяца, которые могли повлиять на полученные результаты исследования. Кроме того, отсутствует информация о фенотипировании ОА (возрастной, метаболический, посттравматический, биомеханический, смешанный) [8] и сопутствующих заболеваний, что потенциально могло оказать влияние на клинико-функциональные показатели эффективности восстановительной терапии и показатели интенсивности течения процессов свободнорадикального окисления и активности антиоксидантной защиты и ограничить наши выводы.

Заключение

Применение периартикулярной озонотерапии позволяет добиться более стойкого положительного результата относительно традиционных методов восстановительного лечения, который проявляется снижением уровня боли, скованности, ограничения физической активности согласно клинико-функциональной шкале WOMAC — путем существенного снижения интенсивности процессов ПОЛ за счет активации АСЗ. Таким образом, коррекция оксидативного стресса, присущего дегенеративно-дистрофическим заболеваниям суставов, является еще одним элементом патогенетического обоснования применения данного вида терапии в комплексной реабилитации больных гонартрозом после ТЭП КС.

Вклад авторов:

Все авторы внесли существенный вклад в подготовку работы, прочли и одобрили финальную версию статьи перед публикацией

Речкунова О.А.: концепция и дизайн исследования, получение данных, анализ и интерпретация данных, написание статьи, утверждение итогового варианта текста рукописи.

Чернышева Т.В.: концепция и дизайн исследования, получение данных, анализ и интерпретация данных, написание статьи, утверждение итогового варианта текста рукописи.

Кривотулова И.А.: концепция и дизайн исследования, получение данных, анализ и интерпретация данных, написание статьи, утверждение итогового варианта текста рукописи.

Шарапова Н.В.: концепция и дизайн исследования, получение данных, анализ и интерпретация данных, написание статьи, утверждение итогового варианта текста рукописи.

Author Contribution:

All the authors contributed significantly to the study and the article, read and approved the final version of the article before publication

Rechkunova O.A.: research concept and design, obtaining data, analyzing and interpreting data, writing articles, approving the final version of the publication.

Chernysheva T.V.: research concept and design, obtaining data, analyzing and interpreting data, writing articles, approving the final version of the publication.

Krivotulova I.A.: research concept and design, obtaining data, analyzing and interpreting data, writing articles, approving the final version of the publication.

Sharapova N.V.: research concept and design, obtaining data, analyzing and interpreting data, writing articles, approving the final version of the publication.

Список литературы/ References:

- Canovas F., Dagneaux L. Quality of life after total knee arthroplasty. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2018; 104(1): 41-46. doi: 10.1016/j.otsr.2017.04.017.
- Fernandez-Cuadros M.E., Perez-Moro O.S., Miron-Canelo J.A. Could ozone be used as a feasible future treatment in osteoarthritis of the knee? *Diversity and Equality in Health and Care.* 2016; 13(3): 232-239. doi: 10.21767/2049-5471.100057.
- Wang X., Wang G., Liu C., et al. Effectiveness of intra-articular ozone injections on outcomes of post-arthroscopic surgery for knee osteoarthritis. *Exp Ther Med.* 2018; 15(6): 5323-5329. doi: 10.3892/etm.2018.6101.
- Насонов Е.Л. Ревматология: клинические рекомендации. Москва, ГЭОТАР-Медиа. 2020; 448 с. Nasonov E.L. *Rheumatology. Clinical guidelines.* Moscow, GEOTAR-Media. 2020; 448 p. [in Russian].
- Дедов И.И., Мельниченко Г.А., Шестакова М.В. и др. Национальные клинические рекомендации по лечению морбидного ожирения у взрослых. Пересмотр 3-й (Лечение морбидного ожирения у взрослых). *Ожирение и метаболизм.* 2018; 15(1): 53-70. doi: 10.14341/OMET2018153-70. Dedov I.I., Mel'nichenko G.A., Shestakova M.V. et al. Russian national clinical recommendations for morbid obesity treatment in adults. 3rd revision (Morbid obesity treatment in adults). *Obesity and Metabolism.* 2018; 15(1): 53-70. doi: 10.14341/OMET2018153-70 [in Russian].
- Walker L.C., Clement N.D., Bardgett M., et al. The WOMAC score can be reliably used to classify patient satisfaction after total knee arthroplasty. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2018; 26(11): 3333-3341. doi: 10.1007/s00167-018-4879-5.
- Колбахова С.Н., Конева Е.С., Хаптагаев Т.Б. и др. Применение немедикаментозных методов в программах реабилитации для улучшения качества жизни пациентов после эндопротезирования суставов нижней конечности. *Физиотерапия, бальнеология и реабилитация.* 2022; 21(5): 331-337. doi: http://doi.org/10.17816/rjpb116356. Kolbakhova S.N., Koneva E.S., Khaptaev T.B., et al. Application of non-drug methods in rehabilitation programs to improve the quality of life of patients after lower limb joint endoprosthetics. *Russian journal of the physial therapy, balneotherapy and rehabilitation.* 2022; 21(5): 331-337. doi: http://doi.org/10.17816/rjpb116356 [in Russian].
- Лиля А.М., Алексеева Л.И., Тельшев К.А. Современные подходы к фенотипированию остеоартрита. *Современная ревматология.* 2019; 13(2): 4-8. doi: 10.14412/1996-7012-2019-2-4-8. Lila A.M., Alekseeva L.I., Telyshev K.A. Current approaches to osteoarthritis phenotyping. *Modern Rheumatology Journal.* 2019; 13(2): 4-8. doi: 10.14412/1996-7012-2019-2-4-8 [in Russian].

Информация об авторах

Речкунова Ольга Александровна — старший преподаватель кафедры травматологии и ортопедии ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, травматолог-ортопед отделения медицинской реабилитации № 1 ГАУЗ «Областной центр медицинской реабилитации», Оренбург, e-mail: olreck84@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4714-7929>

Чернышева Татьяна Викторовна — д.м.н., профессор, заведующая кафедрой внутренних болезней ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Оренбург, e-mail: zaitv@yandex.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9645-5816>

Кривотулова Ирина Алексеевна — к.м.н., доцент кафедры внутренних болезней ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Оренбург, e-mail: irinka-1992@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1530-4205>

Шарапова Наталья Васильевна — к.биол.н., доцент кафедры химии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Оренбург, e-mail: Natalya.sharapova2010@yandex.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0000-8957-7284>

Author information

Olga A. Rechkunova — Senior Teacher of the Department of Traumatology and Orthopedics, Orenburg State Medical University, Orthopedic Traumatologist of the Department of Medical Rehabilitation № 1, State Autonomous Healthcare Institution "Regional Medical Rehabilitation Center", Orenburg, e-mail: olreck84@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4714-7929>

Tatiana V. Chernysheva — PhD, Professor, Head of the Department of Internal Diseases, Orenburg State Medical University, Orenburg, e-mail: zaitv@yandex.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9645-5816>

Irina A. Krivotulova — PhD, Associate Professor of the Department of Internal Diseases Orenburg State Medical University, Orenburg, e-mail: irinka-1992@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1530-4205>

Natalia V. Sharapova — PhD in Biology, Associate Professor of the Department of Chemistry, Orenburg State Medical University, Orenburg, e-mail: Natalya.sharapova2010@yandex.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0000-8957-7284>

 Автор, ответственный за переписку / Corresponding author