

В ПОРЯДКЕ ДИСКУССИИ IN ORDER OF DISCUSSION

<https://doi.org/10.33266/2070-1004-2025-1-71-77>
УДК 617-089.844:611.728.3:356

Оригинальная статья
© ФМБЦ им.А.И.Бурназяна

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ГУМИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ У ПАЦИЕНТОВ С ВОСПАЛЕНИЕМ И БОЛЕВЫМ СИНДРОМОМ КОЛЕННОГО СУСТАВА В ПЕРИОДЕ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОЙ МЕДИЦИНСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ

А.С.Умников¹, А.С.Самойлов¹, М.Н.Величко¹, А.В.Штурмин¹,
О.Э.Апрышко¹, С.В.Краснобай¹, Д.А.Гречухин¹, А.А.Шурыгина¹

¹ ФГБУ «ГНЦ – Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И.Бурназяна» ФМБА России,
Москва, Россия

Резюме. Цель исследования – оценить эффективность применения препарата на основе экстракта гуминовых веществ (ГВ) для снижения воспалительного ответа и выраженности болевого синдрома, а также для ускорения функционального восстановления пациентов в периоде послеоперационной медицинской реабилитации после хирургического вмешательства на коленном суставе.

Материалы и методы исследования. В исследовании приняли участие 60 пациентов, распределенных на две группы – исследуемую и контрольную. Пациенты исследуемой группы дополнительно к стандартной терапии получали биологически активную добавку на основе гуминовых веществ.

Результаты исследования и их анализ. Анализ результатов исследования показал значительное снижение уровня провоспалительных биомаркеров (CRP, IL-6 и TNF- α), уменьшение отека и боли, а также увеличение амплитуды движений в коленном суставе у пациентов, получавших ГВ. Кроме того, субъективная оценка показала высокую удовлетворенность пациентов лечением и снижение их потребности в дополнительных анальгетиках. Противовоспалительная и анальгезирующая активность гуминовых веществ позволяет рекомендовать их в качестве эффективного средства для улучшения послеоперационного восстановления и повышения качества жизни пациентов после хирургического вмешательства на коленном суставе.

Ключевые слова: болевой синдром, воспаление, гуминовые вещества, коленный сустав, пациенты, послеоперационная медицинская реабилитация, хирургическое вмешательство

Конфликт интересов. Авторы статьи подтверждают отсутствие конфликта интересов

Для цитирования: Умников А.С., Самойлов А.С., Величко М.Н., Штурмин А.В., Апрышко О.Э., Краснобай С.В., Гречухин Д.А., Шурыгина А.А. Эффективность применения гуминовых веществ у пациентов с воспалением и болевым синдромом коленного сустава в периоде послеоперационной медицинской реабилитации // Медицина катастроф. 2025. №1. С. 71-77. <https://doi.org/10.33266/2070-1004-2025-1-71-77>

<https://doi.org/10.33266/2070-1004-2025-1-71-77>
UDC 617-089.844:611.728.3:356

Original article

© Burnasyan FMBC FMBA

EFFICIENCY OF HUMIC SUBSTANCES IN PATIENTS WITH INFLAMMATION AND PAIN SYNDROME OF THE KNEE JOINT DURING POSTOPERATIVE MEDICAL REHABILITATION

A.S.Umnikov¹, A.S.Samoylov¹, M.N.Velichko¹, A.V.Shturmin¹, O.E.Apryshko¹,
S.V.Krasnobay¹, D.A.Grechukhin¹, A.A.Shurygina¹

¹ State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency,
Moscow, Russian Federation

Summary. The aim of the study is to evaluate the effectiveness of using a drug based on an extract of humic substances to reduce the inflammatory response and the severity of pain syndrome, as well as to accelerate functional recovery in patients in the postoperative period after surgery on the knee joint.

Materials and methods of the study. The study involved 60 patients divided into study group and control groups. Patients in the study group received a drug based on humic substances in addition to standard therapy. The effect of humic substance extract on the inflammatory response, severity of pain syndrome and functional recovery of the joint in the postoperative period was studied.

Research results and their analysis. The analysis of the study results showed a significant decrease in the levels of pro-inflammatory biomarkers (CRP, IL-6 and TNF- α), a decrease in swelling and pain, and an increase in the range of motion in the knee joint in patients receiving humic substances. In addition, subjective assessment showed high patient satisfaction with this treatment and a decrease in the need for additional analgesics. The anti-inflammatory and analgesic activity of humic substances allows us to recommend them as an effective means of improving postoperative recovery and improving the quality of life of patients after knee surgery.

Key words: humic substances, inflammation, knee joint, pain syndrome, patients, postoperative medical rehabilitation, surgical intervention

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest

For citation: Umnikov A.S., Samoylov A.S., Velichko M.N., Shturmin A.V., Apryshko O.E., Krasnobay S.V., Grechukhin D.A., Shurygina A.A. Efficiency of Humic Substances in Patients with Inflammation and Pain Syndrome of the Knee Joint during Postoperative Medical Rehabilitation. *Meditina Katastrof = Disaster Medicine*. 2025;1:71-77 (In Russ.).
<https://doi.org/10.33266/2070-1004-2025-1-71-77>

Контактная информация:

Апрышко Ольга Эдуардовна – научный сотрудник лаборатории больших данных и восстановительной медицины ФГБУ «ГНЦ – Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И.Бурназяна» ФМБА России
Адрес: Россия, 123098, Москва, ул. Маршала Новикова, д. 23

Тел.: +7 (909) 947-66-38

E-mail: olga_apryshko@mail.ru

Contact information:

Olga E. Apryshko – Researcher at the Laboratory of Big Data and Regenerative Medicine of State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency

Address: 23, Marshala Novikova str., Moscow, 123098, Russia

Phone: +7 (909) 947-66-38

E-mail: olga_apryshko@mail.ru

Введение

Послеоперационный воспалительный ответ – сложный биологический процесс, инициируемый повреждением тканей и направленный на восстановление структурной и функциональной целостности организма. В ортопедической практике, особенно при операциях на таких крупных суставах, как коленный, воспаление приобретает особую клиническую значимость. Оно приводит к отеку, боли и ограничению подвижности, что существенно влияет на скорость и качество восстановления пациента после вмешательства. Более того, неконтролируемое воспаление может стать причиной послеоперационных осложнений, в том числе образования спаек, нарушений трофики тканей и замедления заживления. Стандартные противовоспалительные средства, применяемые в послеоперационном периоде, часто обладают рядом побочных эффектов и не всегда обеспечивают необходимый уровень контроля воспалительного процесса, что стимулирует поиск альтернативных и более безопасных методов.

Гуминовые вещества (ГВ) – это природные полифункциональные соединения, образующиеся в результате биологического разложения органического материала в почвах, торфе, угле и водоемах. В состав ГВ входят гуминовые кислоты, фульвокислоты и гумины, обладающие уникальными биологическими свойствами, в том числе антиоксидантной, иммуномодулирующей и противовоспалительной активностью [1, 2]. Многочисленные доклинические и клинические исследования свидетельствуют о том, что гуминовые вещества способны снижать уровень провоспалительных цитокинов, модулировать активность макрофагов и лимфоцитов, а также предотвращать оксидативный стресс в тканях [3–5]. Все это делает ГВ перспективными для применения в медицине и, в частности, в терапии и профилактике воспалительных состояний различной этиологии.

В последние годы научный интерес к ГВ значительно вырос, особенно в контексте разработки средства для управления воспалением и профилактики осложнений в различных клинических сценариях [5–7]. Некоторые работы показали, что экстракты ГВ способны снижать активность таких воспалительных медиаторов, как фактор некроза опухоли альфа (TNF- α) и интерлейкин-6 (IL-6), что особенно важно в условиях послеоперационного воспаления [8]. При этом ГВ оказывают относительно мягкое воздействие на организм, не вызывая

системных побочных эффектов, характерных для синтетических противовоспалительных препаратов.

Настоящее исследование направлено на оценку эффективности экстракта ГВ в качестве противовоспалительного средства у пациентов, перенесших операцию на коленном суставе. Ожидается, что добавление ГВ к стандартной терапии позволит уменьшить воспаление, снизить отек и болевой синдром, что, в свою очередь, сократит период реабилитации и повысит качество жизни пациентов [9, 10]. Кроме того, исследование направлено на расширение научного и клинического понимания противовоспалительных свойств ГВ и их потенциала в качестве компонентов комплексной терапии послеоперационных воспалений в ортопедической практике.

Цель исследования – оценить эффективность применения экстракта гуминовых веществ для снижения воспалительного ответа и выраженности болевого синдрома, а также для ускорения функционального восстановления пациентов в послеоперационном периоде после хирургического вмешательства на коленном суставе.

Материалы и методы исследования

Пациенты

В исследование были включены 60 пациентов (n=60), перенесших артроскопию коленного сустава. Критерии включения в исследование: возраст от 18 до 65 лет; отсутствие тяжелых сопутствующих заболеваний, способных повлиять на результаты исследования; отсутствие индивидуальной непереносимости ГВ; наличие подписанных информированного согласия на участие в исследовании. Все пациенты получили стандартную противовоспалительную терапию в послеоперационном периоде. Дополнительно пациентам одной из групп (n=30) был назначен экстракт ГВ – Гуминовый комплекс VIMAVITA. Пациенты были случайным образом распределены на две группы по 30 чел.: на исследуемую группу, получавшую экстракт ГВ, и на контрольную группу, получавшую только стандартную терапию.

Характеристика гуминового вещества

Экстракт ГВ – Гуминовый комплекс VIMAVITA, использованный в исследовании – был получен из природного сырья с высоким содержанием гуминовых и фульвокислот. Экстракт ГВ был стандартизирован по содержанию активных компонентов и введен перорально пациентам исследуемой группы в дозировке, рекомендованной для использования в клинических условиях.

Лечение экстрактом ГВ проводилось ежедневно в течение первых 10 сут после операции.

Оценка воспаления

Для оценки противовоспалительного эффекта экстракта ГВ использовался комплексный подход, включавший биохимические, клинические и субъективные показатели воспалительного процесса.

Биомаркеры воспаления

В качестве маркеров воспаления были выбраны С-реактивный белок (CRP), интерлейкин-6 (IL-6) и фактор некроза опухоли альфа (TNF- α). Уровни этих биомаркеров определялись в плазме крови пациентов на 1-е, 5-е и 10-е сутки послеоперационного периода. Сбор образцов крови проводился в утренние часы, натощак, перед приемом лекарственных средств. Концентрация CRP, IL-6 и TNF- α измерялась методом иммуноферментного анализа (ELISA) с использованием стандартных наборов для каждого биомаркера.

Клинические показатели

Объем отека

Измерение объема отека вокруг коленного сустава осуществлялось с помощью измерительной ленты в сантиметрах путем обмера окружности нижней трети бедра над верхним полюсом надколенника – проекция верхнего заворота коленного сустава.

Болевой синдром

Оценка выраженности боли проводилась по визуальной аналоговой шкале (ВАШ) от 0 (отсутствие боли) до 10 (максимальная боль). Пациенты заполняли шкалу самостоятельно на 1-е, 5-е и 10-е сутки после операции.

Объем движений в коленном суставе

Функциональная подвижность коленного сустава измерялась в градусах с помощью гoniометра для оценки амплитуды сгибания и разгибания.

Субъективная оценка

Пациенты обеих групп на 10-е сутки после операции прошли анкетирование: оценивали эффективность терапии – по шкале удовлетворенности лечением и уровень болевых ощущений – по шкале боли ВАШ. Анкета включала вопросы об общем уровне боли, удовлетворенности полученной терапией и намерении пациентов продолжать лечение при необходимости.

Дизайн исследования

Исследование проводилось в рандомизированном контролируемом формате с разделением пациентов на две группы. Исследуемая группа (n=30) получала стандартную противовоспалительную терапию в сочетании с экстрактом ГВ, тогда как контрольная группа (n=30) получала только стандартную терапию. Оценка всех воспалительных и клинических показателей осуществлялась на 1-е, 5-е и 10-е сутки после операции. Вся процедура исследования, включая сбор и анализ данных, была строго стандартизирована для обеспечения максимальной достоверности полученных результатов.

Статистический анализ

Для статистической обработки полученных данных и выявления различий между группами использовались критерий Стьюдента (для парных сравнений) и однократный дисперсионный анализ (ANOVA). Для уменьшения риска ошибок первого рода при множественных сравнениях использовалась поправка Бонферони. Данные биохимических и клинических показателей были представлены в виде среднего значения и стандартного отклонения, статистически значимыми считались различия при $p < 0,05$.

Результаты исследования и их анализ. Снижение воспалительных биомаркеров в исследуемой группе, получавшей экстракт ГВ, продемонстрировало статистически значимое снижение уровня С-реактивного белка (CRP), интерлейкина-6 (IL-6) и фактора некроза опухоли альфа (TNF- α) на 5-е и 10-е сутки послеоперационного периода по сравнению с контрольной группой, $p < 0,05$. Динамика этих биохимических показателей, играющих ключевую роль в развитии и поддержании воспалительного процесса, подтверждала выраженный противовоспалительный эффект ГВ. На 5-е сутки после операции уровень CRP, являющийся индикатором острого воспаления, у пациентов исследуемой группы был значительно ниже, чем у пациентов контрольной группы. Пониженные уровни CRP свидетельствовали о раннем купировании воспалительного ответа, что, вероятно, было обусловлено комплексным действием гуминовых кислот, снижающих продукцию провоспалительных медиаторов (рис. 1).

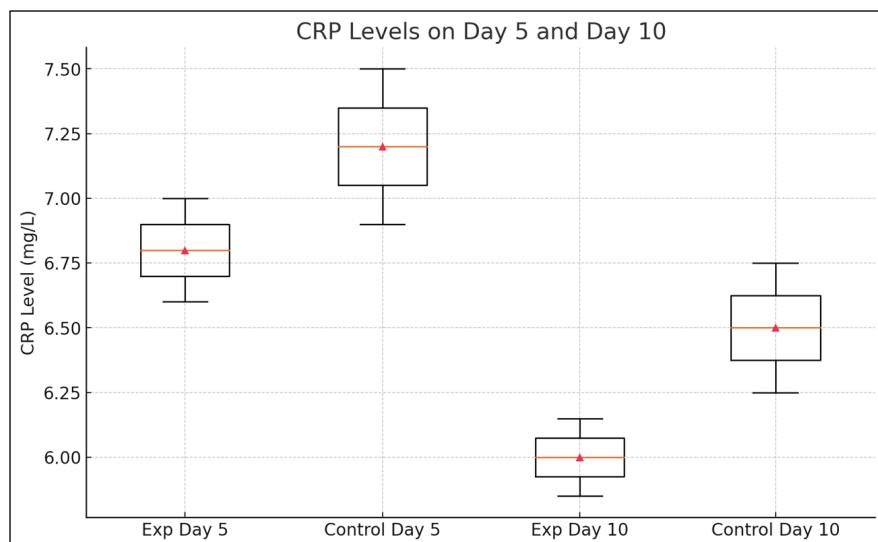


Рис. 1. Уровень С-реактивного белка (CRP) на 5-е и 10-е сутки у пациентов исследуемой и контрольной групп
Fig. 1. C-reactive protein (CRP) levels on days 5 and 10 in the study and control groups

Интерлейкин-6 (IL-6), играющий значимую роль в регуляции воспалительных процессов и иммунного ответа, также продемонстрировал уменьшение концентрации в крови пациентов исследуемой группы по сравнению с контрольной группой. Снижение уровня IL-6 на 5-е и 10-е сутки подтверждало, что экстракт ГВ оказывает воздействие на воспалительный каскад, модулируя как начальные этапы воспаления, так и его дальнейшее развитие (рис. 2). Эти данные могут быть связаны с известной способностью ГВ модулировать активность макрофагов и других клеток иммунной системы, участвующих в регуляции IL-6 и предотвращении хронизации воспалительного процесса.

Фактор некроза опухоли альфа (TNF- α) – один из ключевых провоспалительных цитокинов – также продемонстрировал значительное снижение уровня у пациентов, получавших ГВ. Понижение концентрации TNF- α , наблюдаемое на 5-е и 10-е сутки, свидетель-

ствовало о выраженному противовоспалительном эффекте экстракта ГВ и его способности уменьшать интенсивность воспалительной реакции, связанной с повреждением тканей после оперативного вмешательства (рис. 3). Уровень TNF- α – как основного инициатора воспалительного ответа – значительно коррелировал с субъективными показателями комфорта у пациентов, что подтверждает клиническую значимость ГВ в снижении воспаления и улучшении состояния пациентов в послеоперационном периоде.

Эти результаты подтверждают противовоспалительную активность ГВ, проявляющуюся в комплексном снижении провоспалительных биомаркеров. Пониженные уровни CRP, IL-6 и TNF- α свидетельствовали о модулирующем эффекте экстракта ГВ на воспалительный ответ организма, что может способствовать уменьшению послеоперационных осложнений и ускорению реабилитации пациентов.

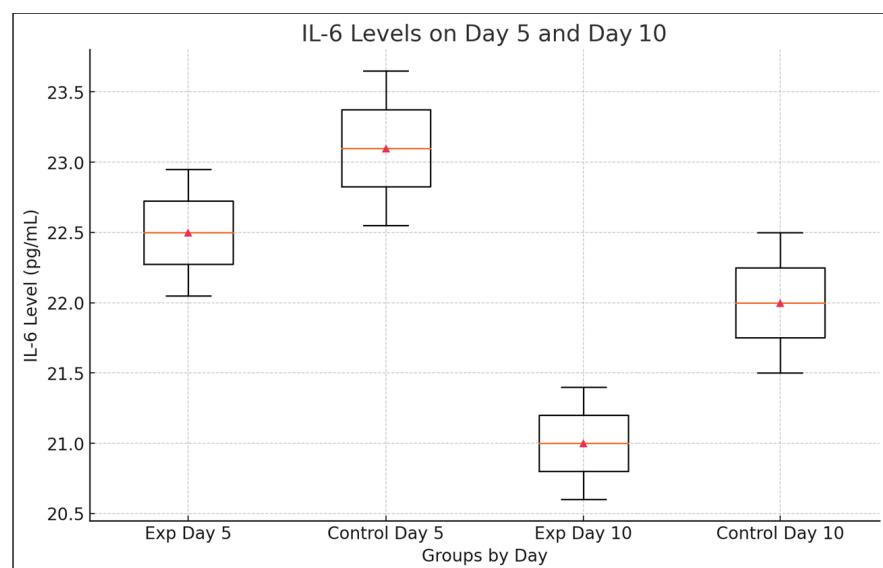


Рис. 2. Уровень интерлейкина-6 (IL-6) на 5-е и 10-е сутки у пациентов исследуемой и контрольной групп
Fig. 2. Interleukin (IL-6) level on days 5 and 10 in the study and control groups

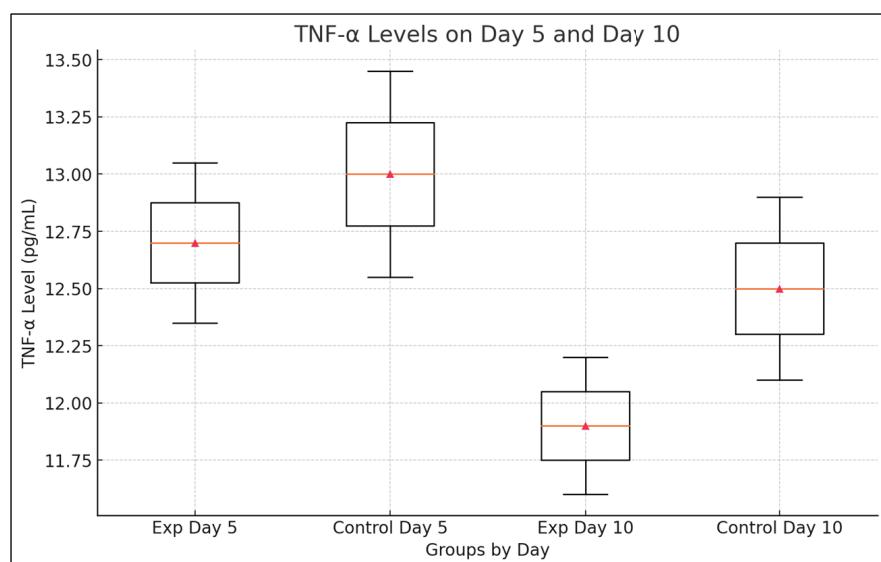


Рис. 3. Уровень фактора некроза опухоли альфа (TNF- α) на 5-е и 10-е сутки у пациентов исследуемой и контрольной групп
Fig. 3. Tumor necrosis factor alpha level (TNF- α) on days 5 and 10 in the study and control groups

Клинические показатели продемонстрировали значительное улучшение состояния пациентов, получавших экстракт ГВ. В исследуемой группе отмечалось более быстрое уменьшение объема отека в области коленного сустава по сравнению с контрольной группой. Снижение отека имело ключевое значение для функционального восстановления сустава, способствуя увеличению диапазона движений и снижению дискомфорта, связанного с послеоперационным воспалением. Раннее уменьшение отека не только облегчало состояние пациентов, но и ускоряло реабилитационный процесс, что важно для сокращения периода нетрудоспособности и повышения качества жизни после операции.

Предполагается, что снижение объема отека обусловлено антиоксидантной и противовоспалительной активностью ГВ. Механизмы действия данных веществ, по-видимому, включают снижение проницаемости сосудистой стенки, что препятствует избыточному выходу плазмы и образованию отечного компонента в периартикулярных тканях. Гуминовые вещества могут стабилизировать сосудистую стенку, уменьшая резкое повышение проницаемости капилляров, что предотвращает накопление жидкости и снижает риск развития гипертрофированного воспалительного ответа. Данная модуляция сосудистой проницаемости ГВ предполагает их потенциальную роль в контроле воспалительных реакций и поддержании гомеостаза тканей в послеоперационном периоде, что делает их перспективным компонентом комплексной терапии послеоперационного воспаления.

Болевой синдром у пациентов исследуемой группы, получавших экстракт ГВ, был выражен в меньшей степени, начиная с 5-х суток после операции (рис. 4). Согласно данным, полученным по шкале боли ВАШ, пациенты, получавшие ГВ, сообщали о значительно меньшем уровне боли по сравнению с пациентами контрольной группы, что подтверждалось статистической значимостью различий, $p<0,01$. Эти результаты указывают на возможное анальгезирующее и противовоспалительное действие ГВ, способствующее более комфортному течению послеоперационного периода.

Снижение болевых ощущений у пациентов исследуемой группы может быть связано с комплексным действием ГВ, обладающих способностью модулировать воспалительные процессы, что, в свою очередь, уменьшает интенсивность болевого синдрома, ассоциированного с послеоперационным воспалением. Таким образом, экстракт ГВ снижает потребность в дополнительных анальгетиках, что позволяет минимизировать потенциальные побочные эффекты, связанные с их применением, и способствует более быстрому восстановлению после оперативного вмешательства.

Объем движений в коленном суставе к 10-м суткам послеоперационного периода у пациентов исследуемой группы был значительно больше, чем у пациентов контрольной группы. Эти данные свидетельствовали о более быстром восстановлении функциональной активности сустава у пациентов, получавших экстракт ГВ, и о снижении ограничений движений, часто возникающих вследствие послеоперационного воспаления и отека. Повышенная амплитуда движений в исследуемой группе указывала на то, что применение ГВ способствовало ускоренной реабилитации, оптимизируя восстановительные процессы в периартикулярных тканях и улучшая подвижность сустава в раннем послеоперационном периоде.

Анкетирование пациентов показало, что большинство пациентов, принимавших экстракт ГВ, были в высокой степени удовлетворены результатами лечения (рис. 5). Они отметили более комфортное течение послеоперационного периода, характеризовавшегося уменьшением болевого синдрома, меньшей потребностью в дополнительных обезболивающих препаратах и снижением общего уровня дискомфорта. Высокий уровень удовлетворенности пациентов свидетельствовал о положительном влиянии ГВ на процесс реабилитации, делая его более легким и эффективным для пациентов.

Эффективное снижение воспалительных процессов в сочетании с обезболивающим действием ГВ позволяет пациентам быстрее восстановить свои функциональные возможности, что позитивно влияет на общее качество жизни и способствует сокращению периода временной

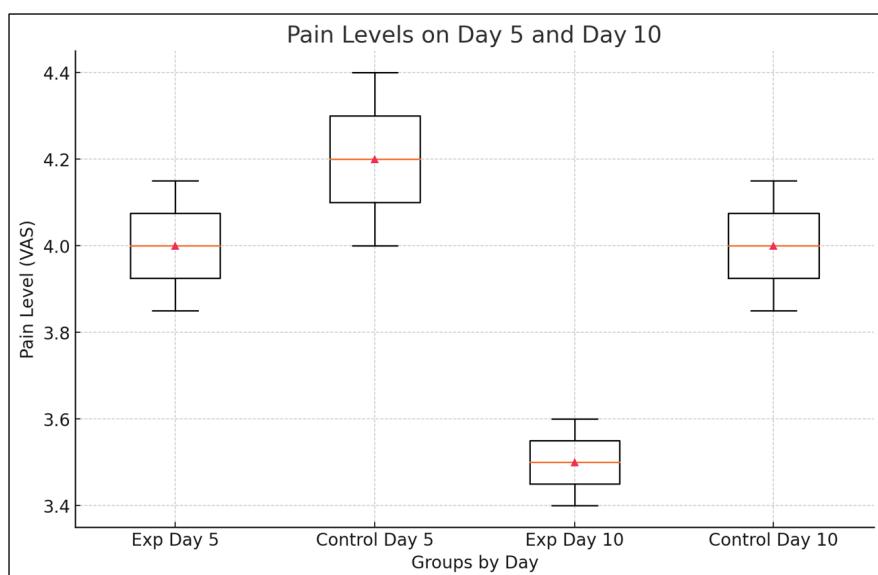


Рис. 4. Уровень болевого синдрома (по визуальной аналоговой шкале) на 5-е и 10-е сутки у пациентов исследуемой и контрольной групп
Fig. 4. Pain level (visual analogue scale) on days 5 and 10 in the study and control groups

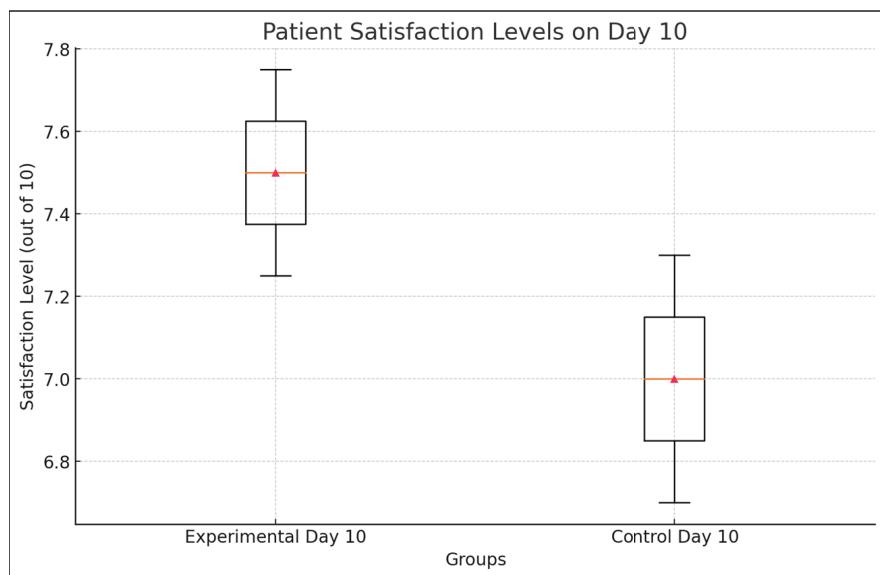


Рис. 5. Уровни удовлетворенности лечением у пациентов исследуемой и контрольной групп на 10-е сутки
Fig. 5. Patient satisfaction level with treatment on 10th day in the study and control groups

нетрудоспособности. Данное преимущество особенно важно для пациентов, чья профессиональная деятельность требует физической активности, поскольку оно позволяет им быстрее вернуться к трудовой деятельности.

Обсуждение результатов

Анализ результатов исследования показал, что применение экстракта ГВ оказывает значительное положительное влияние на восстановление пациентов после операции на коленном суставе. В частности, было зафиксировано уменьшение воспалительных биомаркеров CRP, IL-6 и TNF- α на 5-е и 10-е сутки послеоперационного периода у пациентов, получавших ГВ, по сравнению с пациентами контрольной группы. Эти данные согласуются с результатами предыдущих исследований, которые указывают на выраженное противовоспалительное действие гуминовых кислот и фульвокислот, обусловленное их способностью модулировать активность макрофагов и снижать продукцию провоспалительных цитокинов [11]. Также было отмечено, что у пациентов исследуемой группы наблюдалось более быстрое снижение отека вокруг коленного сустава и уменьшение выраженности болевого синдрома, что способствовало восстановлению функции сустава в более ранние сроки. Снижение отека может быть связано с антиоксидантными свойствами ГВ, которые способствуют уменьшению оксидативного стресса и стабилизации клеточных мембран, снижая проницаемость сосудистой стенки и предотвращая избыточное накопление жидкости в периартикулярных тканях.

Болевой синдром у пациентов исследуемой группы был значительно меньше, что подтверждает анальгезирующую действие ГВ. Этот эффект может быть обусловлен способностью ГВ модулировать сигнальные пути таких воспалительных цитокинов, как TNF- α и IL-6, которые играют важную роль в передаче болевых сигналов. Ранее было показано, что кислоты могут выступать в качестве ингибиторов провоспалительных молекул, что оказывает защитное действие на поврежденные ткани и снижает восприятие боли.

Кроме того, результаты оценки удовлетворенности пациентов лечением демонстрируют ее высокую степень у лиц, получавших ГВ. Уменьшение боли, более быстрое

восстановление подвижности сустава и уменьшение потребности в дополнительных анальгетиках создают благоприятные условия для более комфортного прохождения послеоперационного периода. Исследования показывают, что субъективное восприятие боли и дискомфорта существенно влияет на мотивацию пациентов к реабилитации и на последующее качество их жизни, что подчеркивает важность уменьшения болевого синдрома и улучшения общего самочувствия после операции.

Таким образом, данное исследование подтвердило перспективность использования ГВ в качестве дополнительной терапии для улучшения восстановления пациентов после хирургических вмешательств на суставах. Гуминовые вещества могут служить безопасной и эффективной альтернативой традиционным противовоспалительным и анальгезирующими препаратам, что делает их ценным компонентом в схемах комплексной послеоперационной реабилитации. Для более глубокого понимания механизмов действия и оптимизации применения ГВ требуется проведение дальнейших клинических исследований с расширенными выборками пациентов и более длительными периодами наблюдения [12].

Заключение

Проведенное исследование демонстрирует значительное положительное влияние экстракта ГВ на течение послеоперационного периода у пациентов, перенесших операцию на коленном суставе. Результаты показывают, что применение ГВ способствует значительному снижению уровней таких провоспалительных биомаркеров, как CRP, IL-6 и TNF- α , что указывает на выраженное противовоспалительное действие гуминовых веществ. Уменьшение воспалительных реакций в ранние сроки после операции сопровождается более быстрым снижением отека и болевого синдрома, что способствует восстановлению функциональной активности сустава и сокращению периода реабилитации.

Применение ГВ также приводит к повышению уровня субъективной удовлетворенности пациентов, что отражает их положительное восприятие проводимого лечения. Пациенты, получавшие экстракт ГВ, отмечали значительное улучшение самочувствия, уменьшение потребности в дополнительных анальгетиках и более

комфортное прохождение послеоперационного периода. Высокий уровень удовлетворенности пациентов лечением свидетельствует о потенциальной ценности ГВ как компонента комплексной реабилитации, направленного на улучшение качества жизни пациентов после хирургических вмешательств.

Таким образом, полученные данные позволяют рекомендовать ГВ в качестве эффективного средства для улучшения исходов послеоперационного восстановления у пациентов с ортопедической патологией. Дополнительные исследования, включая расширенные выборки и более продолжительные периоды наблюдения, необходимы для углубленного понимания механизмов действия ГВ и определения оптимальных дозировок и режимов их применения в клинической практике.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Stevenson F.J. *Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reactions*. New York: Wiley, 1994. 496 p.
2. Schnitzer M., Khan S.U. *Humic Substances in the Environment*. New York: Dekker, 1972. 327 p.
3. Riede U.N., Kopp J., Maier K.P. *Immunopharmacological and Therapeutic Aspects of Fulvic and Humic Acids in Inflammatory Diseases* // *Journal of Medicinal Chemistry*. 1984; V.27. No.3. P. 345–352.
4. Пустовойт В.И., Астrelina Т.А., Балакин Е.И., Кобзева И.В., Степанов А.А., Синицына А.А., Изотов А.А., Буткова Т.В., Белорусова А.Е., Самойлов А.С. Оценка цитотоксичности *in vitro* вещества ACVR-IN-01 на клеточной модели // *Инфекционные болезни*. 2022. Т.3. №20. С. 83–91.
5. Van Rensburg C.E.J., Dekker J. *Anti-Inflammatory and Antioxidant Properties of Humic Acid* // *Inflammation*. 2007. V.30. No.2. P. 132-138.
6. Belcaro G., Cesareone M.R., Dugall M. *Treatment of Joint Disorders with a Humic Acid-Based Compound: A Pilot Study* // *Clinical Interventions in Aging*. 2012. No.7. P.145-151.
7. Михеев С.Ю., Пустовойт В. И., Юрку К.А., Иванов М.В. Особенности медико-биологического сопровождения спортсменов с ампутациями конечностей // *Клинический вестник ФМБЦ им. А.И. Бурназяна*. 2024. №3. С. 38-42. doi: 10.33266/2782-6430-2024-3-38-42.
8. Kulikova N.A., Stepanova E.V., Perminova I.V. *Natural Humic Acids: Fundamental and Applied Aspects. A Review* // *Environmental Chemistry Letters*. 2005. No.3. P. 147-154.
9. Иванов М.В., Самойлов А.С., Пустовойт В.И. Эффективность применения различных методик ударно-волновой терапии в комплексном лечении спортсменов с латеральным эпикондилитом // *Спортивная медицина: наука и практика*. 2022. Т.12. №4. С. 5-10. doi.: 10.47529/2223-2524.2022.4.1
10. Mikheev S., Pustovoyt V., Yurku K. Dependence of Prolactin on The Level of Lower Limb Amputation in Paralympic Athletes // *Journal of Clinical Physiology and Pathology (JISCPP)*. 2024. V.3. No.1. P. 56-57. doi.: 10.59315/jiscpp.2024-3-1.56-57
11. Nava M.B., Tedesco D., Ventura C. *Humic Substances as a Modulator of Cytokine Release in Chronic Inflammatory Diseases* // *European Journal of Clinical Pharmacology*. 2001. V.56. No.8. P. 605–611.
12. Михеев С.Ю., Пустовойт В.И., Михеева В.М., Юрку К.А., Иванов М.В. Уровень ампутации и пролактин: особенности гормонального профиля спортсменов-паралимпийцев // *Клинический вестник ФМБЦ им. А.И. Бурназяна* 2024. №3. С. 34-37. doi: 10.33266/2782-6430-2024-3-34-37.

Выводы

1. Применение гуминовых веществ в послеоперационном периоде у пациентов, перенесших операцию на коленном суставе, продемонстрировало значительное снижение воспалительных биомаркеров и болевого синдрома, что способствовало более быстрому восстановлению функции сустава.

2. Отмечена высокая степень удовлетворенности пациентов, получавших ГВ, что свидетельствует о комфортом течении реабилитационного периода.

3. Полученные результаты указывают на перспективность ГВ как эффективного средства для улучшения послеоперационного восстановления и повышения качества жизни пациентов.

REFERENCES

1. Stevenson F.J. *Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reactions*. New York: Wiley, 1994. 496 p.
2. Schnitzer M., Khan S.U. *Humic Substances in the Environment*. New York, Dekker, 1972. 327 p.
3. Riede U.N., Kopp J., Maier K.P. *Immunopharmacological and Therapeutic Aspects of Fulvic and Humic Acids in Inflammatory Diseases*. *Journal of Medicinal Chemistry*. 1984;27;3:345-352.
4. Pustovoyt V.I., Astrelina T.A., Balakin Ye.I., Kobzeva I.V., Stepanov A.A., Sinityna A.A., Izotov A.A., Butkova T.V., Belorusova A.Ye., Samoylov A.S. Evaluation of *in vitro* Cytotoxicity of ACVR-IN-01 Substance on a Cellular Model. *Infektsionnye Bolezni = Infectious Diseases*. 2022;3;20:83-91 (In Russ.).
5. Van Rensburg C.E.J., Dekker J. *Anti-Inflammatory and Antioxidant Properties of Humic Acid*. *Inflammation*. 2007. V.30. No.2. P. 132-138.
6. Belcaro G., Cesareone M.R., Dugall M. *Treatment of Joint Disorders with a Humic Acid-Based Compound: A Pilot Study*. *Clinical Interventions in Aging*. 2012;7:145-151.
7. Mikheyev S.Yu., Pustovoyt V. I., Yurku K.A., Ivanov M.V. *Features of Medical and Biological Support of Athletes with Limb Amputations*. *Klinicheskiy Vestnik FMBTS im. A.I. Burnazyana = Clinical Bulletin of the A.I. Burnazyan Federal Medical and Biological Center* 2024;3:38-42 (In Russ.). doi: 10.33266/2782-6430-2024-3-38-4.
8. Kulikova N.A., Stepanova E.V., Perminova I.V. *Natural Humic Acids: Fundamental and Applied Aspects. A Review*. *Environmental Chemistry Letters*. 2005;3:147-154.
9. Ivanov M.V., Samoylov A.S., Pustovoyt V.I. *Efficiency of Using Various Methods of Shock Wave Therapy in the Complex Treatment of Athletes with Lateral Epicondylitis*. *Sportivnaya Meditsina: Nauka i Praktika = Sports Medicine: Science and Practice*. 2022;12;4:5-10 (In Russ.). doi.: 10.47529/2223-2524.2022.4.1.
10. Mikheev S., Pustovoyt V., Yurku K. Dependence of Prolactin on The Level of Lower Limb Amputation in Paralympic Athletes. *Journal of Clinical Physiology and Pathology (JISCPP)*. 2024;3;1:56-57. doi.: 10.59315/jiscpp.2024-3-1.56-57.
11. Nava M.B., Tedesco D., Ventura C. *Humic Substances as a Modulator of Cytokine Release in Chronic Inflammatory Diseases*. *European Journal of Clinical Pharmacology*. 2001;56;8:605–611.
12. Mikheyev S.Yu., Pustovoyt V.I., Mikheyeva V.M., Yurku K.A., Ivanov M.V. *Amputation Level and Prolactin: Features of the Hormonal Profile of Paralympic Athletes*. *Klinicheskiy Vestnik FMBTS im. A.I. Burnazyana = Clinical Bulletin of the A.I. Burnazyan Federal Medical and Biological Center* 2024;3:34-37 (In Russ.). doi: 10.33266/2782-6430-2024-3-34-37.