

Н.В. Рылова, С.В. Горнов, В.С. Нопина

АЛИМЕНТАРНЫЕ ФАКТОРЫ ПРОФИЛАКТИКИ ОСТЕОАРТРИТА

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва

Контактное лицо: Рылова Наталья Викторовна: rilovanv@mail.ru

Резюме

Проведен анализ данных отечественной и зарубежной литературы, посвященный диетологическим аспектам профилактики остеоартрита. По данной тематике обобщен мировой опыт применения фармаконутриентов – коллагена, хондроитинсульфата как монотерапии и в комбинации с другими методами. Поиск проводился с использованием электронных баз данных Pubmed, MEDLINE, Embase, Scopus, eLIBRARY за период с 1999 г. по 2024 г. Для поиска мы использовали ключевые слова и их сочетания: «коллаген», «хондроитинсульфат», «лечение остеоартрита», «профилактика остеоартрита». По результатам исследования установлено, что фармаконутриенты, содержащие коллаген или хондроитинсульфат, положительно влияют на прогноз пациентов, страдающих остеоартритом, а также улучшают их качество их жизни.

Ключевые слова: *коллаген, хондроитинсульфат, лечение остеоартрита, профилактика остеоартрита*

Для цитирования: Рылова Н.В., Нопина В.С. Алиментарные факторы профилактики остеоартрита // Клинический вестник ФМБЦ им. А.И. Бурназяна 2025. №4. С. 05–09. DOI: 10.33266/2782-6430-2025-4-05-09

N.V. Rylova, S.V. Gornov., V.S. Nopina

Nutritional Factors of Osteoarthritis Prevention

International Office, State Research Center - Burnasyan Federal Medical Biophysical Center
of Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russia

Contact person: Rylova Natal'ya Victorovna: rilovanv@mail.ru

Abstract

The analysis of data from domestic and foreign literature devoted to the nutritional aspects of osteoarthritis prevention has been carried out. The world experience in the use of pharmacornutrients – collagen, chondroitin sulfate as monotherapy and in combination with other methods is summarized on this topic. The search was conducted using the electronic databases Pubmed, MEDLINE, Embase, Scopus, eLibrary for the period from 1999 to 2024. For the search, we used keywords and their combinations: "collagen", "chondroitin sulfate", "treatment of osteoarthritis", "prevention of osteoarthritis". According to the results of the study, pharmacornutrients containing collagen or chondroitin sulfate have a positive effect on the prognosis of patients suffering from osteoarthritis, as well as improve their quality of life.

Keywords: *collagen, chondroitin sulfate, osteoarthritis treatment, osteoarthritis preventions*

For citation: Rylova NV, Nopina VS. Nutritional Factors of Osteoarthritis Prevention. A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center Clinical Bulletin. 2025.4:05-09. (In Russian) DOI: 10.33266/2782-6430-2025-4-05-09

Введение

Остеоартрит – хроническое заболевание суставов, характеризующееся необратимыми изменениями опорно-двигательной системы. В первую очередь данная патология связана с поражением суставного хряща и субхондральной кости. У большинства пациентов наблюдается деструкция хрящевой ткани, ведущая к сужению суставной щели [1].

Поражения крупных суставов значительно ухудшают качество жизни за счет хронического болевого синдрома [1,2,3], который ассоциирован как с физической нагрузкой, так и с венозным стазом в ночное время. Также развитие болевого синдрома при остеоартрите связывают с неблагоприятными метеорологическими условиями, такими как высокое атмосферное давление, повышение влажности и другими факторами, воздействующими на внутри-

суставные рецепторы [4]. Необходимо учитывать, что прогredientный характер заболевания часто сопровождается последующим развитием и прогрессированием депрессии [5,6].

На современном этапе в терапевтических подходах при патологии суставов применяются различные методы. Препаратами выбора являются нестероидные противовоспалительные препараты (НПВП), опиоидные и топические анальгетики. Важно отметить, что прием НПВП часто приводит к развитию побочных эффектов со стороны желудочно-кишечного тракта – изъязвлению слизистой оболочки желудка в связи с нарушением баланса простагландинов, обладающих гастропротекторным действием. Кроме того, при лечении остеоартрита применяются внутрисуставные введения глюкокортикоидов при выраженных признаках воспаления,

внутрисуставные инъекции гиалуроновой кислоты, которая сходна по характеристикам вязкости и эластичности с синовиальной жидкостью [7].

Одним из современных методов лечения остеоартрита коленного сустава является применение обогащенной тромбоцитарной плазмы (PRP-терапии). Терапевтический эффект PRP-терапии обусловлен биологически активными факторами роста, высвобождаемыми из гранул тромбоцитов. Данные факторы стимулируют пролиферацию хондроцитов, способствуют секреции хрящевого матрикса, уменьшают катаболические эффекты провоспалительных цитокинов. Было проведено исследование, которое доказало эффективность облегчения болевого синдрома и улучшения функций пораженных суставов у пациентов. Эффекты PRP были сопоставимы с применением глюкокортикостероидов. В сравнении с инъекционным применением гиалуроновой кислоты, обогащенная тромбоцитарная плазма показала превосходные результаты [8].

Интересным представляется оценить эффективность использования некоторых фармаконутриентов, таких как: хондроитинсульфат, коллаген, другие гликозаминогликаны [7].

Влияние приема коллагена на здоровье суставов

Коллаген – фибриллярная макромолекула, составляющая около 20 % объема хряща, он является каркасом ткани и обеспечивает ее прочность. При остеоартрите происходит разрушение коллагеновой сети [9], уменьшение толщины суставного хряща, что приводит к нарушению конгруэнтности и функциональности сустава.

Хондроциты при остеоартрите вместо коллагена 2 типа синтезируют коллаген 1 и 3 типа, увеличивается содержание неколлагеновых белков, что приводит к усилению активности коллагенолитических ферментов – матриксных металлопротеаз. Кроме того, при нарушении функций хондроцитов происходит увеличение синтеза провоспалительных цитокинов, что приводит к повреждению синовиальной оболочки сустава [9].

Коллаген содержится во многих продуктах питания – мясных волокнах, субпродуктах, но он плохо усваивается организмом человека из-за большого размера молекул. В процессе пищеварения в желудке под действием пепсина и соляной кислоты происходит разрушение пептидных связей молекул коллагена, далее происходит гидролиз в просвете тонкого кишечника под влияние протеолитических ферментов, выделяемых поджелудочной железой до пептидов коллагена. Затем осуществляется гидролиз кишечными ферментами до уровня аминокислот, всасывание и распространение веществ по всему организму через систему воротной вены [9].

Неденатурированный коллаген II типа предполагает 3 механизма действия. Во-первых, при поступлении *per os* эпитопы полипептидов НК-II воздействуют на органы периферической иммунной системы – на Т- и В-лимфоциты, рециркулирующих к пейеровым бляшкам тонкого кишечника, затем

сенсibilизированные эпитопы по лимфатическим сосудам мигрируют в общий кровоток и достигают пораженный сустав [10]. Деструкция поверхности хряща при остеоартрите характеризуется избыточным содержанием коллагена II типа, волокна которого выходят на поверхность. Сенсibilизированные лимфоциты начинают вырабатывать антитела, которые образуют защитный слой вокруг волокон коллагена, вследствие чего нарушается избыточная продукция провоспалительных цитокинов. Во-вторых, неденатурированный коллаген II типа гидролизуется под действием ферментов желудочно-кишечного тракта. Полученные при гидролизе полипептиды поступают в кровь и достигают сустава, что улучшает регенерацию хряща [11,12]. В третьих, полипептиды, полученные в результате гидролиза неденатурированного коллагена II типа могут блокировать аутоантитела, ускоряющие гибель хондроцитов, что способствует торможению деградации хряща [13, 14].

Важно отметить, что в суставах, костях и коже человека наблюдается собственный видоспецифический коллаген, а прием пептидов коллагена животного происхождения служит источником восполнения дефицита аминокислот, необходимых для синтеза собственного коллагена [9].

Ученые, изучая патогенез возрастных особенностей организма человека, который проявляется снижением синтеза протеогликанов и коллагена, потери гликозаминогликанов, отвечающих за целостность и здоровье кожи и хрящей, провели двойное слепое рандомизированное плацебо-контролируемое исследование, в котором испытуемые принимали биоактивные пептиды коллагена в сочетании L-карнитином, витаминами и минералами. Прием биологически активных веществ снизил на 43 % болевой синдром и улучшил подвижность суставов на 39 % [15].

В исследовании, проведенном в штате Флорида в 2019 году, испытуемые принимали коллагеновые пептиды в различных дозировках (10, 20 г/сутки) в течение 3 – 9 месяцев. Достоверно наблюдалось улучшение состояния мышц и суставов, уменьшение выраженности болевого синдрома и ментального состояния у активных людей среднего возраста [16]. Ежедневное применение коллагена 2 типа в более низкой дозировке (40 мг) также эффективно увеличивал диапазон движений коленного сустава у людей с остеоартритом и ревматоидным артритом. В исследовании отмечалось значительное улучшение сгибания коленного сустава при приеме добавки с коллагеном, которое наблюдалось уже спустя 8 недель после начала приема. Коллаген уменьшает воспаление суставов, воздействуя на ассоциированную с кишечником лимфоидную ткань, увеличивает выработку противовоспалительных цитокинов в суставах. Это помогает стимулировать восстановление хрящевой ткани [17].

Более масштабное исследование было проведено в нескольких клиниках и больницах для оценки эффективности бычьего коллагена типа J при лечении остеоартрита коленного сустава. Отбирались испытуемые с умеренно активным образом жизни и

подтвержденным диагнозом «остеоартрит» или наличием данного заболевания в анамнезе. Результаты исследования показали значительное снижение показателей по шкале боли, улучшением оценки качества жизни, во всех тестовых группах в сравнении с плацебо. Пероральный прием коллагеновых пептидов типа J уменьшает симптомы остеоартрита даже при низкой дозировке. Накопление коллагена помогает поддерживать структуру и функцию хряща и сохранять конгруэнтность суставов, уменьшать болевой синдром. Кроме того, при приеме данной биологической добавки наблюдалось снижение биомаркера разрушения хрящевой ткани - СТХ-II в плазме крови и мочи [18].

Научный интерес представляет изучение влияния применения коллагеновых пептидов у спортсменов. Так, было проведено сравнение монотерапии и комбинированной терапии с лечебной физической культурой и приемом коллагена при раннем артрите коленного сустава в условиях больницы Медицинского колледжа Кастурба, в котором приняли участие 48 спортсменов-любителей. Первая группа занималась лечебной физической культурой, вторая – принимала добавки с коллагеном, третья – получала комбинированное лечение. Было выявлено достоверное снижение уровня боли, улучшение функции коленного сустава во всех трех группах. При этом, комбинированное применение коллагена и лечебной физической культуры продемонстрировало большую эффективность в уменьшении боли, улучшение силы сгибателей и разгибателей колена – увеличением амплитуды движений в колене. Исходя из этого исследования, можно сделать вывод, что наиболее эффективной терапией при остеоартрите является использование нутрицевтиков совместно с ЛФК. Кроме того, комплексы упражнений можно применять в качестве самостоятельного метода лечения раннего артрита [19].

Влияние приема хондроитинсульфата на здоровье суставов

Хондроитинсульфат присутствует в экстрацеллюлярном матриксе соединительных тканей – включая кожу, кости, хрящи, связки, сухожилия. По химической структуре представляет собой сульфатированный гликозаминогликан. Хондроитинсульфат участвует в транспорте воды, аминокислот, липидов в аваскулярных участках хряща, что обеспечивает вязкоэластичные и механические свойства ткани [20].

Препараты, содержащие хондроитинсульфат, обладают выраженным действием на многие звенья патогенеза остеоартрита. Влияния, оказываемые на суставной хрящ – уменьшает апоптоз хондроцитов, индуцирует продукцию протеогликанов, уменьшает продукцию металлопротеаз, других протеаз – эластазы, катепсина; на кость - уменьшает резорбцию субхондральной кости [21].

Ученые выявили, что хондроитинсульфат обладает анаболическими свойствами [23] – он повышает синтез коллагена II типа, протеогликанов,

повышает синтез гиалуроновой кислоты клетками синовиальной оболочки суставов, что благоприятно сказывается на прочности, эластичности соединительной ткани, участвующей в образовании суставов и поражающейся при остеоартрите.

Как упоминалось ранее, на данный момент при лечении остеоартрита применяются НПВС. Так как у НПВС имеются достаточно серьезные побочные эффекты, было проведено двойное слепое многоцентровое исследование остеоартрита во Франции, Германии, Польше, где оценивалось лечение препаратом, содержащим хондроитинсульфат в сочетании с гидрохлоридом глюкозамина в сравнении с лечением целекоксибом. Результаты исследования показали, что эффективность применения биологических добавок, содержащих 400 мг хондроитинсульфата и 500 мг гидрохлорида глюкозамина сопоставима с приемом целекоксиба в дозировке 200 мг – наблюдалось уменьшение болевого синдрома, скованности, функциональных ограничений, улучшение качества жизни после 6 месяцев лечения. Данные фармаконутриенты действуют медленно, но обеспечивают продолжительное облегчение боли и улучшение функций при остеоартрите. В данной комбинации хондроитинсульфат увеличивает синтез коллагена, а глюкозамин подавляет высвобождение простагландинов, что обеспечивает противовоспалительный эффект [23] и предотвращает дальнейшую дегенерацию сустава. Подтверждение этому факту было представлено на мировом конгрессе 2017 года по остеопорозу, остеоартриту и скелетно-мышечным болезням. Согласно результатам исследования 3 фазы клинического исследования хондроитинсульфат, по сравнению с плацебо, оказывает значительное влияние на уменьшение боли и улучшение функции у больных с остеоартритом коленного сустава [24].

В другом исследовании, где оценивали ширину суставной щели большеберцово-бедренного сустава спустя 2 года на фоне применения монотерапии хондроитинсульфата, глюкозаминогликана и комбинированной терапии наблюдалось снижение выраженности болевого синдрома. При комбинированной терапии наблюдалось также статистически значимое снижение ширины медиального пространства большеберцово-бедренного сустава на 0,1 мм в сравнении с плацебо [25].

В одном из исследований хондроитинсульфат применялся в комбинации с магнито-лазерной терапией. Применение такой терапии показало эффективность и безопасность, уже на первом этапе длительной терапии - отмечалось развитие мощного противовоспалительного эффекта (достоверное и выраженное уменьшение СОЭ). Последующая длительная терапия закрепила стойкий обезболивающий эффект, сохраняющийся в течение трех месяцев, что демонстрирует преимущество перед стандартной терапией [26]. Данный метод лечения эффективен не только для людей, имеющих в анамнезе только остеоартрит, но и для пациентов с хронической обструктивной болезнью легких с сопутствующим ОА [27].

Заключение

Прием коллагена увеличивает диапазон движений суставов, улучшает состояние опорно-двигательного аппарата, уменьшает дегенерацию хрящевой ткани. За счет снижения болевого синдрома положительно влияет на качество жизни пациентов. Его применение в комбинации с комплексом лечебной физкультуры также показывает эффективное улучшение состояния спортсменов. Это

достигается многоступенчатым механизмом действия коллагена: иммунно-опосредованным, за счет активации работы Т и В-лимфоцитов, выработки антител, защищающих хрящ, уменьшения продукции цитокинов, блокированию выработки аутоантител, ускоряющих дегенерацию и анаболическим – полипептидные цепи, полученные при гидролизе коллагена, улучшают регенерацию хрящевой ткани.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Олюнин Ю.А., Никишина Н.Ю. Остеоартрит: ключевые звенья патогенеза и современные средства патогенетической терапии // Современная ревматология. 2017. Т.11. №3. С. 121-128. doi: 10.14412/1996-7012-2017-3-121-128.
2. Саварина В.А. Нейропатическая боль при остеоартрозе // Научные стремления. 2018. №23. С. 57-58. doi: 10.31882/2311-4711.2018.23.13.
3. Филатова Е.С., Лида А.М. Вклад нейрогенных механизмов в патогенез хронической суставной боли // Современная ревматология. 2021. №2. С. 43-49. doi: 10.14412/1996-7012-2021-2-43-49.
4. Хитров Н.А. Остеоартроз и остеоартрит – от новых взглядов на патогенез к новому названию // Медицинский совет. 2013. №4. С. 74-78. doi: 10.21518/2079-701X-2013-4-74-78.
5. Насонова В.А. Остеоартроз – проблема полиморбидности // Consilium Medicum. 2009. Т.11. №2. С. 5-8.
6. Коршунов Н.И., Речкина Е.В., Филатова Ю.С., Яльцева Н.В. Остеоартрит и депрессия // Научно-практическая ревматология. 2018. №1. С. 93-98. doi: 10.14412/1995-4484-2018-93-98.
7. Rehman Q., Lane N.E. Getting Control of Osteoarthritis Pain. An Update on Treatment Options // Postgrad Med. 1999 Oct 1. V.106. No.4. P. 127-34. doi: 10.3810/pgm.1999.10.1.707. PMID: 10533513.
8. Самойлов А.С., Рылова Н.В., Симонов Р.А. Применение PRP-терапии при остеоартрите коленного сустава в клинической и спортивной медицине: обзор литературы // Клинический вестник ФМБЦ им. А.И.Бурназяна 2023. №2. С. 5–12. doi: 10.33266/2782-6430-2023-2-05-12.
9. Яременко О.Б., Анохина Г.А., Бурьянов А.А. Сустав. Хрящ. Коллаген // Травма. 2020. Т.21. №4. С. 6-12.
10. Thomas D.T., Prabhakar A.J., Eapen C., et al. Comparison of Single and Combined Treatment with Exercise Therapy and Collagen Supplementation on Early Knee Arthritis among Athletes-A Quasi-Randomized Trial // Int J Environ Res Public Health. 2023 Nov 21. V.20. No.23. P. 7088. doi: 10.3390/ijerph20237088. PMID: 38063519. PMID: PMC10706409.
11. Carafoli F., Bihan D., Stathopoulos S., et al. Crystallographic Insight Into Collagen Recognition by Discoidin Domain Receptor 2 // Structure. 2009 Dec 9. V.17. No.12. P. 1573-81. doi: 10.1016/j.str.2009.10.012.
12. Vogel W.F., Abdulhussein R., Ford C.E. Sensing Extracellular Matrix: an Update on Discoidin Domain Receptor Function // Cell Signal. 2006 Aug. V.18. No.8. P. 1108-16. doi: 10.1016/j.cell-sig.2006.02.012. Epub 2006 Feb 28.
13. Raposo B., Dobritzsch D., Ge C., et al. Epi-Tope-Specific Antibody Response is Controlled by Immunoglobulin V(H) Polymorphisms // J. Exp. Med. 2014 Mar. 10. V.211. No.3. P. 405-11. doi: 10.1084/jem.20130968.
14. Громова О.А., Ториши И.Ю., Лида А.М., Шавловская О.А. О перспективах использования денатурированного коллагена II типа в терапии остеоартрита и других заболеваний суставов // Современная ревматология. 2022. Т.16. №4. С. 111-116.
15. Czajka A., Kania E., Genovese L., et al. Daily Oral Supplementation with Collagen Peptides Combined with Vitamins and other Bioactive Compounds Improves Skin Elasticity and has a Beneficial Effect on Joint and General Wellbeing // Nutrition Research. 2018. No. 57. P. 97-108. doi: 10.1016/j.nutres.2018.06.001.
16. Kviatkovsky S.A., Hickner R.C., Cabre H.E., et al. Collagen Peptides Supplementation Improves Function, Pain, and Physical and Mental Outcomes in Active Adults. // J Int Soc Sports Nutr. 2023 Dec. 20. No.1. P. 2243252. doi: 10.1080/15502783.2023.2243252. PMID: 37551682. PMID: PMC10411303.
17. Schön C., Knaub K., Alt W., et al. UC-II Undenatured Type II Collagen for Knee Joint Flexibility: a Multicenter, Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Clinical Study // J Integr Complement Med. 2022 Jun. V.28. No.6. P. 540-548. doi: 10.1089/jicm.2021.0365. Epub 2022 Apr 4. PMID: 35377244. PMID: PMC9232232.
18. Devasia S., Joseph J.T., Koizumi S., et al. Management and Amelioration of Knee Joint Osteoarthritis in Adults Using a Novel High-Functional Bovine Collagen Peptide as a Nutritional Therapy: A Double-Blind, Prospective, Multicentric, Randomized, Active and Placebo Controlled, Five-Arm, Clinical Study to Evaluate the Efficacy, Safety, and Tolerability // Cartilage. 2024 Dec. V.15. No.4. P. 363-374. doi: 10.1177/19476035231221211. Epub 2024 Jan 18. PMID: 38235711. PMID: PMC11520019.
19. Bagchi D., Misner B., Bagchi M., et al. Effects of Orally Administered Undenatured Type II Collagen against Arthritic Inflammatory Diseases: a Mechanistic Exploration // Int J Clin Pharmacol Res. 2002. V.22. No.3-4. P. 101-10.
20. Алексеева Л.И., Шаранова Е.П. Хондроитин сульфат в лечении остеоартроза // Русский медицинский журнал. 2009. Т.17. №21. С. 1448-1452.
21. Тончий Н.В. Артрадол (хондроитин сульфат) – новое средство в лечении остеоартроза // Русский медицинский журнал. 2013. Т.21. №6. С. 313-318.
22. Hochberg M., Chevalier X., Henrotin Y., et al. Symptom and Structure Modification in Osteoarthritis with Pharmaceutical-Grade Chondroitin Sulfate: What's the Evidence? // Curr Med Res Opin. 2013 Mar. V.29. No.3. P. 259-67. doi: 10.1185/03007995.2012.753430. Epub 2013 Jan 31. PMID: 23186102.
23. Hochberg M.C., Martel-Pelletier J., Monfort J., et al. MOVES Investigation Group. Combined Chondroitin Sulfate and Glucosamine for Painful Knee Osteoarthritis: a Multicentre, Randomised, Double-Blind, Non-Inferiority Trial Versus Celecoxib // Ann Rheum Dis. 2016 Jan. V.75. No.1. P. 37-44. doi: 10.1136/annrheumdis-2014-206792. Epub 2015 Jan 14. PMID: 25589511. PMID: PMC4717399.
24. Berrie C. Хондроитин сульфат подобен Целекоксибу в улучшении боли и функции при остеоартрите коленного сустава // Дневник казанской медицинской школы. 2017. №2. С. 148-149.
25. Fransen M., Agalotiis M., Nairn L., et al. LEGS Study Collaborative Group. Glucosamine and Chondroitin for Knee Osteoarthritis: a Double-Blind Randomised Placebo-Controlled Clinical Trial Evaluating Single and Combination Regimens // Ann Rheum Dis. 2015 May. V.74. No.5. P. 851-8. doi: 10.1136/annrheumdis-2013-203954. Epub 2014 Jan 6. PMID: 24395557.
26. Васильева Л.В. Длительная терапия хондроитинсульфатом больных остеоартритом с выраженным болевым синдромом // Ранняя диагностика и современные методы лечения на этапе первичного звена здравоохранения. 2017. С. 21-27.
27. Евстратова Е.Ф., Васильева Л.В., Никитин А.В. Комбинированное лечение раннего остеоартрита коленных суставов у больных с коморбидной патологией: Матер. 16 международной научно-практической конференции, Северный Карлстон (США) 9-10 июля, 2018 г. // Академическая наука, проблемы и достижения. 2018. Т.1. С. 9.

REFERENCES

- Olyunin Yu.A., Nikishina N.Yu. Osteoarthritis: Key Links in Pathogenesis and Modern Means of Pathogenetic Therapy. *Sovremennaya Revmatologiya* = Modern Rheumatology Journal. 2017;11;3:121-128 (In Russ). doi: 10.14412/1996-7012-2017-3-121-128.
- Savarina V.A. Neuropathic Pain in Osteoarthritis. *Molodezhnyy Sbornik Nauchnykh Statey «Nauchnyye Stremeniya»* = Scientific Aspirations. 2018;23:57-58 (In Russ). doi: 10.31882/2311-4711.2018.23.13.
- Filatova Ye.S., Lila A.M. Contribution of Neurogenic Mechanisms to the Pathogenesis of Chronic Joint Pain. *Sovremennaya Revmatologiya* = Modern Rheumatology Journal. 2021;2:43-49 (In Russ.). doi: 10.14412/1996-7012-2021-2-43-49.
- Khitrov N.A. Osteoarthrosis and Osteoarthritis – from New Views on Pathogenesis to a New Name. *Meditsinskiy Sovet* = Medical Council. 2013;4:74-78 (In Russ.). doi: 10.21518/2079-701X-2013-4-74-78.
- Nasonova V.A. Osteoarthrosis – the Problem of Polymorbidity. *Consilium Medicum*. 2009;11;2: 5-8 (In Russ).
- Korshunov N.I., Rechkina Ye.V., Filatova Yu.S., Yal'tseva N.V. Osteoarthritis and Depression. *Nauchno-Prakticheskaya Revmatologiya* = Scientific and Practical Rheumatology. 2018;1:93-98 (In Russ.). doi: 10.14412/1995-4484-2018-93-98.
- Rehman Q., Lane N.E. Getting Control of Osteoarthritis Pain. An Update on Treatment Options. *Postgrad Med*. 1999 Oct 1;106;4:127-34. doi: 10.3810/pgm.1999.10.1.707. PMID: 10533513.
- Samoylov A.S., Rylva N.V., Simonov R.A. Use of PRP Therapy for Osteoarthritis of the Knee Joint in Clinical and Sports Medicine: a Literature Review. *Klinicheskiy Vestnik FMBTS im. A.I. Burnazyana* = Clinical Bulletin of the A.I. Burnazyana Federal Medical and Biophysical Center. 2023;2:5–12 (In Russ.). doi: 10.33266/2782-6430-2023-2-05-12.
- Yaremko O.B., Anokhina G.A., Bur'yanov A.A. Joint. Cartilage. Collagen. *Travma* = Trauma. 2020;21;4:6-12 (In Russ.).
- Thomas D.T., Prabhakar A.J., Eapen C., et al. Comparison of Single and Combined Treatment with Exercise Therapy and Collagen Supplementation on Early Knee Arthritis among Athletes-A Quasi-Randomized Trial. *Int J Environ Res Public Health*. 2023 Nov 21;20;23:7088. doi: 10.3390/ijerph20237088. PMID: 38063519. PMID: PMC10706409.
- Carafoli F., Bihan D., Stathopoulos S., et al. Crystallographic Insight into Collagen Recognition by Discoidin Domain Receptor 2. *Structure*. 2009 Dec 9;17;12:1573-81. doi: 10.1016/j.str.2009.10.012.
- Vogel W.F., Abdulhussein R., Ford C.E. Sensing Extracellular Matrix: an Update on Discoidin Domain Receptor Function. *Cell Signal*. 2006 Aug;18;8:1108-16. doi: 10.1016/j.cell-sig.2006.02.012. Epub 2006 Feb 28.
- Raposo B., Dobritzsch D., Ge C., et al. Epi-Tope-Specific Antibody Response is Controlled by Immunoglobulin V(H) Polymorphisms. *J. Exp. Med*. 2014 Mar. 10;211;3:405-11. doi: 10.1084/jem.20130968
- Gromova O.A., Torshin I.YU., Lila A.M., Shavlovskaya O.A. On the Prospects of Using Undenatured Type II Collagen in the Treatment of Osteoarthritis and Other Joint Diseases. *Sovremennaya Revmatologiya* = Modern Rheumatology Journal. 2022;16;4:111-116 (In Russ.).
- Czajka A., Kania E., Genovese L., et al. Daily Oral Supplementation with Collagen Peptides Combined with Vitamins and other Bioactive Compounds Improves Skin Elasticity and has a Beneficial Effect on Joint and General Wellbeing. *Nutrition Research*. 2018; 57:97-108. doi: 10.1016/j.nutres.2018.06.001.
- Kviatkovsky S.A., Hickner R.C., Cabre H.E., et al. Collagen Peptides Supplementation Improves Function, Pain, and Physical and Mental Outcomes in Active Adults. *J Int Soc Sports Nutr*. 2023 Dec. 20;1:2243252. doi: 10.1080/15502783.2023.2243252. PMID: 37551682. PMID: PMC10411303.
- Schön C., Knaub K., Alt W., et al. UC-II Undenatured Type II Collagen for Knee Joint Flexibility: a Multicenter, Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Clinical Study. *J Integr Complement Med*. 2022 Jun;28;6:540-548. doi: 10.1089/jicm.2021.0365. Epub 2022 Apr 4. PMID: 35377244. PMID: PMC9232232.
- Devasia S., Joseph JT., Koizumi S., et al. Management and Amelioration of Knee Joint Osteoarthritis in Adults Using a Novel High-Functional Bovine Collagen Peptide as a Nutritional Therapy: A Double-Blind, Prospective, Multicentric, Randomized, Active and Placebo Controlled, Five-Arm, Clinical Study to Evaluate the Efficacy, Safety, and Tolerability. *Cartilage*. 2024 Dec;15;4:363-374. doi: 10.1177/19476035231221211. Epub 2024 Jan 18. PMID: 38235711. PMID: PMC11520019.
- Bagchi D., Misner B., Bagchi M., et al. Effects of Orally Administered Undenatured Type II Collagen against Arthritic Inflammatory Diseases: a Mechanistic Exploration. *Int J Clin Pharmacol Res*. 2002;22;3-4:101-10.
- Alekseyeva L.I., Sharapova Ye.P. Chondroitin Sulfate in the Treatment of Osteoarthritis. *Russkiy Meditsinskiy Zhurnal* = Russian Medical Journal. 2009;17;21:1448-1452 (In Russ.).
- Topchiiy N.V. Arthrodol (Chondroitin Sulfate) – a New Remedy in the Treatment of Osteoarthritis. *Russkiy Meditsinskiy Zhurnal* = Russian Medical Journal. 2013;21;6:313-318 (In Russ.).
- Hochberg M., Chevalier X., Henrotin Y., et al. Symptom and Structure Modification in Osteoarthritis with Pharmaceutical-Grade Chondroitin Sulfate: What's the Evidence? *Curr Med Res Opin*. 2013 Mar;29;3:259-67. doi: 10.1185/03007995.2012.753430. Epub 2013 Jan 31. PMID: 23186102.
- Hochberg MC., Martel-Pelletier J., Monfort J., et al. MOVES Investigation Group. Combined Chondroitin Sulfate and Glucosamine for Painful Knee Osteoarthritis: a Multicentre, Randomised, Double-Blind, Non-Inferiority Trial Versus Celecoxib. *Ann Rheum Dis*. 2016 Jan;75;1:37-44. doi: 10.1136/annrheumdis-2014-206792. Epub 2015 Jan 14. PMID: 25589511. PMID: PMC4717399.
- Berrie C. Chondroitin Sulfate is Similar to Celecoxib in Improving Pain and Function in Knee Osteoarthritis. *Dnevnik Kazanskoy Meditsinskoy Shkoly* = Diary of the Kazan Medical School. 2017;2:148-149 (In Russ.).
- Fransen M., Agaliotis M., Nairn L., et al. LEGS Study Collaborative Group. Glucosamine and Chondroitin for Knee Osteoarthritis: a Double-Blind Randomised Placebo-Controlled Clinical Trial Evaluating Single and Combination Regimens. *Ann Rheum Dis*. 2015 May;74;5:851-8. doi: 10.1136/annrheumdis-2013-203954. Epub 2014 Jan 6. PMID: 24395557.
- Vasil'yeva L.V. Long-Term Therapy with Chondroitin Sulfate in Patients with Osteoarthritis with Severe Pain Syndrome. *Rannyya Diagnostika i Sovremennyye Metody Lecheniya na Etape Pervichnogo Zvena Zdravookhraneniya* = Early Diagnostics and Modern Methods of Treatment at the Primary Health Care Stage. 2017:21-27 (In Russ.).
- Yevstratova Ye.F., Vasil'yeva L.V., Nikitin A.V. Combined Treatment of Early Osteoarthritis of the Knee Joints in Patients with Comorbid Pathology. Proceedings of the 16th International Scientific and Practical Conference. North Carleton (USA), July 9-10, 2018. *Akademicheskaya Nauka, Problemy i Dostizheniya* = Academic Science, Problems and Achievements. 2018;1:9 (In Russ.).

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.
Участие авторов. Статья подготовлена с равным участием авторов.
Поступила: 13.06.2025. Принята к публикации: 23.07.2025.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.
Financing. The study had no sponsorship.
Contribution. Article was prepared with equal participation of the authors.
Article received: 13.06.2025. Accepted for publication: 23.07.2025