



## **СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ**

по материалам межрегиональной научно-практической конференции

**Современная артрология.  
Проблемы и перспективы.**



**Курск, КГМУ, 24 ноября 2023 г.**

**ФГБОУ ВО «КУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Минздрава России**

**КАФЕДРА ТРАВМАТОЛОГИИ И ОРТОПЕДИИ**



**СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ ПО МАТЕРИАЛАМ  
МЕЖРЕГИОНАЛЬНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
«СОВРЕМЕННАЯ АРТРОЛОГИЯ. ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ»**



**Курск – 2023**

**УДК 617-089(063)  
ББК 54.5я43**

**Печатается по решению  
редакционно-издательского  
совета ФГБОУ ВО КГМУ  
Минздрава России**

Современная артрология. Проблемы и перспективы: сборник научных трудов по материалам межрегиональной научно-практической конференции «Современная артрология. Проблемы и перспективы» (Курск, 24 ноября 2023 года) / Курский гос. мед. ун-т, сост.; отв. ред. В.А. Липатов. – Курск: КГМУ, 2023. – 1 CD-ROM. – Текст: электронный. – 99 с.

**Редакционная коллегия:**

проректор по научной работе  
и инновационному развитию **В.А. Липатов;**  
заведующий кафедрой травматологии и ортопедии,  
д.м.н., профессор **Г.М. Дубровин.**

Составитель: **Лебедев А.Ю.**

Компьютерная верстка: **Раджкумар Денсинг Самуэл Радж**

Рецензент: **Дубровин Г.М.**

В сборнике опубликованы материалы межрегиональной научно-практической конференции «Современная артрология. Проблемы и перспективы», проходившей в Курском государственном медицинском университете 24 ноября 2023 г.

**ISBN 978-5-7487-3137-9**

**ББК 54.5я43**

**DOI 10.21626/cb.23.artrologia**

**© ФГБОУ ВО КГМУ Минздрава России, 2023**

## Оглавление

### **ФАРМАКОТЕРАПИЯ КОКСАРТРОЗА И ГОНАРТРОЗА ХОНДРОИТИН СУЛЬФАТОМ И ГЛЮКОЗАМИН СУЛЬФАТОМ В СВЕТЕ ДОКАЗАТЕЛЬНОЙ МЕДИЦИНЫ И ЭКСПЕРТНЫХ КОНСЕНСУСОВ**

*Дубровин Г.М., Лебедев А.Ю., Тихоненков С.Н., Калинина Е.Ю.*..... 7

### **ПРЕПАРАТЫ ГИАЛУРОНОВОЙ КИСЛОТЫ В ЛЕЧЕНИИ ОСТЕОАРТРОЗА: ЭФФЕКТИВНОСТЬ И КРИТЕРИИ ВЫБОРА**

*Квашнина В.В., Раджжумар Д.С.Р.*..... 9

### **СИСТЕМНАЯ АУТОИММУННАЯ ПАТОЛОГИЯ – РЕВМАТОИДНЫЙ АРТРИТ**

*Лебедев А.Ю., Бородулин В.П., Бородулин Р.П.*.....11

### **ОБЗОР МЕТОДИК ПРИМЕНЕНИЯ ИМПЛАНТОВ ДЛЯ ХОНДРОРЕГЕНЕРАЦИИ**

*Переверзев И.А., Лебедев А.Ю.*.....14

### **ВОЗМОЖНОСТИ ДИАГНОСТИКИ ВНУТРИ- И ПАРААРТИКУЛЯРНОЙ ПАТОЛОГИИ ЗАБОЛЕВАНИЯ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА**

*Лебедев А.Ю., Чемисов И.А.*.....17

### **ЭВОЛЮЦИЯ ИМПЛАНТАТОВ ДЛЯ РЕГЕНЕРАЦИИ КОСТНОЙ ТКАНИ**

*Воротынцева С.А., Лебедев А.Ю.*.....20

### **ОБЗОР ТЕХНОЛОГИИ 3D-ПЕЧАТИ КАРКАСОВ ДЛЯ КОСТНЫХ ИМПЛАНТАТОВ**

*Воротынцева С.А., Лебедев А.Ю.*.....23

### **СОВРЕМЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ С ЗАБОЛЕВАНИЯМИ КРУПНЫХ СУСТАВОВ**

*Смирнова Н.А., Афанасьева Л.А., Раджжумар Д.С.Р., Коклина Н.Ю.*.....27

### **КОРРЕКЦИЯ ОСТЕОПОРОЗА И ОСТЕОПОРОТИЧЕСКИХ ПЕРЕЛОМОВ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ СИМВАСТАТИНОМ**

*Фейзиев Э.Э., Лебедев А.Ю., Белоус А.С., Трубникова Е.В.*.....30

### **НОВЫЕ МЕТОДЫ КОНСЕРВАТИВНОГО ЛЕЧЕНИЯ ЗАБОЛЕВАНИЙ СУСТАВОВ**

*Миненок В.А., Болдина Н.В.*.....33

### **СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О СОЗДАНИИ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ПЛАСТИКИ КОСТНОЙ ТКАНИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ОБЪЕМНОЙ 3D-ПЕЧАТИ**

*Комаров Д.А.*.....35

<b>ЛОКАЛЬНАЯ ИНЪЕКЦИОННАЯ ТЕРАПИЯ ВНУТРЕННИХ АНЗЕРИНОВЫХ ТЕНДИНИТОВ (ТЕНДИНОЗОВ) ПРИ ОА КОЛЕННЫХ СУСТАВОВ</b>	
<i>Гришин В.Н., Попельнюхов А.Н., Гришин С.В.</i> .....	37
<b>ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ И УДОБСТВА РАЗЛИЧНЫХ ПУТЕЙ ВВЕДЕНИЯ НПВС У ПАЦИЕНТОВ С ЗАБОЛЕВАНИЯМИ СУСТАВОВ</b>	
<i>Билан А.А.</i> .....	39
<b>ИНТЕГРАТИВНАЯ ОЦЕНКА КОЛИЧЕСТВА КЕТОН-ДИНИТРОФЕНИЛГИДРАЗОНОВ В СЫВОРОТКЕ КРОВИ ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ ОСТЕОПОРОЗЕ</b>	
<i>Чеботарев С.Н., Раджкumar Д.С.Р., Коклина Н.Ю., Файтельсон А.В.</i> .....	42
<b>КОМПАРАТИВНАЯ ОЦЕНКА ОСТЕОПРОТЕКТИВНЫХ СВОЙСТВ ОБЫЧНЫХ И НАНОКАПСУЛИРОВАННЫХ ФОРМ ГЛЮКОЗАМИНА СУЛЬФАТА В ЭКСПЕРИМЕНТЕ</b>	
<i>Файтельсон А.В., Раджкumar Д.С.Р., Чеботарев С.Н., Коклина Н.Ю.</i> .....	46
<b>СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЙ ГЛЮКОЗАМИНА СУЛЬФАТА НА МИНЕРАЛЬНУЮ ПЛОТНОСТЬ КОСТНОЙ ТКАНИ ПРИ ДЕНСИТОМЕТРИИ И БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЛЬЦИЯ И ЩЕЛОЧНОЙ ФОСФАТАЗЫ ПРИ МОДЕЛИРОВАННОМ ОСТЕОПОРОЗЕ</b>	
<i>Раджкumar Д.С.Р., Файтельсон А.В., Чеботарев С.Н., Коклина Н.Ю.</i> .....	50
<b>СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА КЕТОН-ДИНИТРОФЕНИЛГИДРАЗОНА КАК МАРКЕРА ОКСИДАТИВНОГО СТРЕССА ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ ОСТЕОПОРОЗЕ</b>	
<i>Раджкumar Д.С.Р., Файтельсон А.В., Чеботарев С.Н., Коклина Н.Ю.</i> .....	53
<b>ИЗУЧЕНИЕ ОСТЕОПРОТЕКТИВНЫХ СВОЙСТВ РАЗЛИЧНЫХ ПРЕПАРАТОВ СТРОНЦИЯ ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ ОСТЕОПОРОЗЕ</b>	
<i>Файтельсон А.В., Раджкumar Д.С.Р., Коклина Н.Ю., Чеботарев С.Н.</i> .....	56
<b>СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНЪЕКЦИЙ PRP И ГИАЛУРОНОВОЙ КИСЛОТЫ В ЛЕЧЕНИИ ОСТЕОАРТРОЗА КОЛЕННОГО СУСТАВА: АНАЛИЗ ДАННЫХ КЛИНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ</b>	
<i>Хабибулин Р.Р., Лебедев А.Ю.</i> .....	59
<b>ПРИМЕНЕНИЕ РАДИОЧАСТОТНОЙ АБЛЯЦИИ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ ЗАБОЛЕВАНИЙ КОЛЕННОГО СУСТАВА: СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ НА БУДУЩЕЕ</b>	
<i>Ашурков С.Н., Лебедев А.Ю.</i> .....	64

<b>ТАРГЕТНЫЙ ПОДХОД В ЛЕЧЕНИИ ОСТЕОАРТРИТА</b> <i>Гасымова М.Э., Раджкumar Д.С.Р.</i> .....	68
<b>ПРИНЦИПЫ КОНСЕРВАТИВНОЙ ТЕРАПИИ БОЛЬНЫХ С ДЕГЕНЕРАТИВНО-ДИСТРОФИЧЕСКИМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ СУСТАВОВ</b> <i>Крутых Е.Б.</i> .....	72
<b>ПРИМЕНЕНИЕ СКАФФОЛДОВ В ПРОЦЕССЕ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОВРЕЖДЕННЫХ СУСТАВНЫХ ХРЯЩЕЙ</b> <i>Кондакова П.Д.</i> .....	75
<b>ОСТЕОАРТРОЗ: АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДИАГНОСТИКИ</b> <i>Щербачева А.О., Коклина Н.Ю.</i> .....	77
<b>EFFECTIVENESS OF VISCOSUPPLEMENT IN PATIENTS WITH EARLY STAGE OF OSTEOARTHRITIS</b> <i>Al Mohanad Gulam Monir Mohammed, Rajkumar D.S.R.</i> .....	80
<b>CONSERVATIVE MANAGEMENT IN OSTEOARTHRITIS</b> <i>Nurul Hanis Ameera Binti Nurul Halizam, Rajkumar D.S.R.</i> .....	83
<b>THE ROLE OF GENETICS IN MUSCULOSKELETAL DEGENERATIVE-DYSTROPHIC DISEASES</b> <i>Korekar K.P., Rajkumar D.S.R.</i> .....	87
<b>ROLE OF AI IN RADIOLOGICAL DIAGNOSIS OF OSTEOARTHRITIS</b> <i>Shivani B., Rajkumar D.S.R.</i> .....	91
<b>IMPACT OF HIGH TIBIAL OSTEOTOMY FOR MEDIAL COMPARTMENT OSTEOARTHRITIS</b> <i>Abdullah M., Rajkumar D.S.R.</i> .....	93
<b>STATISTICAL ANALYSIS OF PLATELET RICH PLASMA (PRP) THERAPY IN OSTEOARTHRITIS PATIENTS</b> <i>Aminath S., Rajkumar D.S.R.</i> .....	96

**ФАРМАКОТЕРАПИЯ КОКСАРТРОЗА И ГОНАРТРОЗА ХОНДРОИТИН  
СУЛЬФАТОМ И ГЛЮКОЗАМИН СУЛЬФАТОМ В СВЕТЕ  
ДОКАЗАТЕЛЬНОЙ МЕДИЦИНЫ И ЭКСПЕРТНЫХ КОНСЕНСУСОВ**  
*Дубровин Г.М., Лебедев А.Ю., Тихоненков С.Н., Калинина Е.Ю.*

Курский государственный медицинский университет,  
Курск, Российская Федерация

10.10.2023 года были актуализированы и утверждены Минздравом РФ клинические рекомендации «Коксартроз» и «Гонартроз» в связи с окончанием действия предыдущих рекомендаций (2021 г. утверждения).

Целью работы является определение алгоритма фармакотерапии коксартроза и гонартроза на основе доказательной медицины и экспертных консенсусов в новых версиях клинических рекомендаций.

Основной целью медикаментозного лечения артрозов являются быстрое снижение болевого синдрома и воспалительных изменений в суставах и замедление деградации компонентов хряща и прогрессирования болезни. Тем не менее препаратами первого этапа терапии начальных стадий коксартроза и гонартроза при различной выраженности болевого синдрома рекомендуется применение симптоматических лекарственных средств замедленного действия (СЛСЗД). В Российских клинических рекомендациях к СЛСЗД с 2020 года относят хондроитин сульфат, глюкозамин сульфат, диацереин, неомыляемые соединения авокадо и сои (НСАС), гиалуроновую кислоту для внутрисуставного введения. Необходимо отметить, что эти препараты имеют различную доказательную базу по своей эффективности.

Наиболее сильную доказательную базу (1А) имеют препараты хондроитина сульфата, глюкозамина сульфата и их комбинации, они же являются и наиболее глубоко изученными по критериям эффективности и безопасности [1, 2, 3]. Хотя эти препараты по клинико-фармакологической группе относятся к веществам, регулирующим обмен веществ в хрящевой ткани и стимулирующим ее репарацию, выявленные анальгезирующее и противовоспалительное свойства позволили рекомендовать их как препараты первого этапа лечения. Уступая по скорости оказываемого анальгезирующего действия нестероидным противовоспалительным препаратам (НПВП), хондроитин и глюкозамин сульфат обладают существенным преимуществом в плане их безопасности. Обезболивающий же эффект этих препаратов оказывается сопоставим с ибупрофеном только со второй недели использования [4]. Ускорить анальгезирующее действие СЛСЗД позволяет их комбинация с НПВП (например, Терафлекс Адванс), но сильная рекомендация применения хондроитина сульфата и глюкозамина не распространяется на дженерики и тем более биологические добавки [5].

Однако биодоступность хондроитина сульфата и глюкозамина в среднем составляет от 10 до 25% [6], достигая максимальной концентрации в синовиальной жидкости спустя 4-5 часов после применения. Поэтому привлекательным является применение внутрисуставных форм СЛСЗД, таких как хондрогард, инъектран, хондроитин бенергия и др., которые демонстрируют превосходство в получении анальгезирующего и функционального эффекта по сравнению с энтеральным и внутримышечным введением [7].

Таким образом, эффективность применения хондроитина сульфата, глюкозамина и их комбинаций подтверждена значительным количеством клинических рандомизированных исследований. Эти препараты должны применяться на первом этапе фармакотерапии коксартроза и гонартроза и способны в большинстве случаев заменить более опасные НПВП. Внутрисуставные формы обладают более быстрым анальгезирующим и функциональным эффектом.

### Список литературы

1. Yang, W., Sun, C., He, S.Q. et al. The Efficacy and Safety of Disease-Modifying Osteoarthritis Drugs for Knee and Hip Osteoarthritis—a Systematic Review and Network MetaAnalysis. *J GEN INTERN MED* 36, 2085–2093 (2021).
2. Лиля А.М., Ткачева О.Н., Наумов А.В. и др. Место и роль парентеральной формы хондроитина сульфата в терапии остеоартрита: мультидисциплинарный консенсус. *РМЖ*. – 2021;6:68–74.
3. Reginster J.Y., Veronese N. Highly purified chondroitin sulphate: a literature review on clinical efficacy and pharmacoeconomic aspects in osteoarthritis treatment. *Aging Clin. Exp. Res.* – 2021;32(1):37–47
4. Bruyere O., Honvo G., Veronese N., Arden N.K., Branco J., Curtis E.M., Al-Daghri N.M., HerreroBeaumont G., Martel-Pelletier J., Pelletier J.P., Rannou F., Rizzoli R., Roth R., Uebelhart D., Cooper C., Reginster J.Y. An updated algorithm recommendation for the management of knee osteoarthritis from the European Society for Clinical and Economic Aspects of Osteoporosis, Osteoarthritis and Musculoskeletal Diseases (ESCEO). *Semin Arthritis Rheum.* – 2019 Apr 30.
5. Громова О.А., Торшин И.Ю., Зайчик Б.Ц., Ших Е.В., Ружицкий А.О., Галустян А.Н., Сардарян И.С., Сарвилина И.В. О различиях в стандартизации лекарственных препаратов на основе экстрактов хондроитина сульфата. *Фармакоэкономика. Современная фармакоэкономика и фармакоэпидемиология*. – 2021; 14 (1): 40–52.
6. Чичасова, Н.В. Хондроитин сульфат (Структум) в лечении остеоартроза: патогенетическое действие и клиническая эффективность. *РМЖ*. – 2009;3:170.
7. Алексеева Л.И., Шарапова Е.П., Кашеварова Н.Г. и др. Сравнительное исследование эффективности и безопасности препарата Хондрогард® при комбинированном (внутрисуставное и внутримышечное) и внутримышечном введении у пациентов с остеоартритом коленных суставов. *Современная ревматология*. – 2018;12(2):44–49.



# **ПРЕПАРАТЫ ГИАЛУРОНОВОЙ КИСЛОТЫ В ЛЕЧЕНИИ ОСТЕОАРТРОЗА: ЭФФЕКТИВНОСТЬ И КРИТЕРИИ ВЫБОРА**

*Квашнина В.В., Раджкumar Д.С.Р.*

Курский государственный медицинский университет,  
Курск, Российская Федерация

Аннотация. В данной работе оценивается эффективность применения препаратов гиалуроновой кислоты в комплексе с классическими хондропротекторами при лечении остеоартроза. Гиалуроновая кислота, являясь основным компонентом синовиальной жидкости, при внутрисуставном введении оказывает выраженное симптом-модифицирующее действие, причем длительность действия обусловлена выбранной молекулярной массой производного гиалуроновой кислоты.

Актуальность. Широкое распространение и прогрессирующий характер течения остеоартроза, приводящий к преждевременной утрате трудоспособности, определили необходимость в разработке новых консервативных способов лечения суставов без раннего оперативного вмешательства. На сегодняшний день широкое распространение получили «заместительные» внутрисуставные инъекции препаратов гиалуроновой кислоты.

Цель исследования – оценить эффективность лечения остеоартроза при внутрисуставном введении препаратов гиалуроновой кислоты и определить наиболее оптимальную молекулярную массу этих препаратов для улучшения качества жизни пациентов разных возрастных групп.

Методы исследования: проспективное наблюдение пациентов с установленным диагнозом остеоартроза, анализ данных клинического исследования.

Анализ проведенного клинического исследования, участие в котором принимали 64 пациентов с диагнозом остеоартроза, позволил установить, что эффективность лечения остеоартроза путем внутрисуставного введения препаратов гиалуроновой кислоты, как правило, зависит от стадии данного заболевания и возраста пациентов: высокая эффективность отмечена у молодых пациентов на I и II стадии патологического процесса, низкая – у пожилых пациентов с более запущенной стадией остеоартроза [2]. Препараты гиалуроновой кислоты различной молекулярной массы способствовали выраженному снижению болевого синдрома и нормализации функциональной активности суставов. На фоне проводимой терапии у пациентов наблюдались повышение уровня качества жизни, снижение потребности в приеме НПВС и во внутрисуставных инъекциях кортикостероидов [1].

Отмечено, что немаловажную роль при подборе терапии ГК играет молекулярная масса препарата, от которой зависит период полураспада

гиалуроновой кислоты: низкомолекулярные препараты ГК находятся в суставе в течение 2 ч., высокомолекулярные – до 3 дней (Синвиск) [3]. Таким образом, высокомолекулярные препараты ГК дают более длительный эффект, что крайне необходимо при лечении остеоартроза.

**Заключение.** Данное исследование подтверждает высокий уровень эффективности и безопасности внутрисуставного введения препаратов гиалуроновой кислоты, однако длительность действия данной терапии зависит от выбранной молекулярной массы препарата.

Необходимо отметить, что для достижения наиболее оптимальных результатов лечения препарат ГК должен подбираться специалистом строго индивидуально [4]. Выбор препарата будет зависеть от стадии остеоартроза, выраженности клинической картины у конкретного больного, его возраста, степени активности и других индивидуальных особенностей.

Для пациентов пожилого возраста, ведущих малоподвижный образ жизни, основной целью терапии станет купирование болевого синдрома при передвижении на небольшие расстояния и улучшение самообслуживания, поэтому им более целесообразно назначать препараты с низкой и средней концентрацией гиалуроновой кислоты, а трехкратное введение препарата пролонгирует терапевтический эффект [5].

Для пациентов молодого возраста и на начальных стадиях остеоартроза предпочтительнее применять препараты с высокой концентрацией гиалуроновой кислоты, что приведет к уменьшению кратности внутрисуставных инъекций [5].

### Список литературы

1. Алексеева, Л.И. Эффективность внутрисуставных инъекций высокомолекулярной гиалуроновой кислоты при остеоартрите коленных и тазобедренных суставов / Л.И. Алексеева, Н.Г. Кашеварова // Лечащий врач. – 2021. – № 7. – С. 39-44.

2. Беляева Е.А., Фатенко А.С., Авдеева О.С. Сравнительная эффективность внутрисуставного введения препаратов гиалуроновой кислоты с различными физико-химическими свойствами при остеоартрите коленного сустава // Современная ревматология. – 2021. – Т.15, № 6. – С. 48-54.

3. Ответчикова, Д.И. Критерии выбора препарата гиалуроновой кислоты для внутрисуставного введения пациентам разного возраста при остеоартрозе коленного сустава / Д.И. Ответчикова, Е.Н. Рябков // Лечащий врач. – 2022. – Т. 25, № 7-8. – С. 47-51.

4. Стребкова, Е.А. Эффективность внутрисуставной терапии препаратами гиалуроновой кислоты у больных остеоартритом / Е.А. Стребкова, Л.И. Алексеева // Современная ревматология. – 2019. – Т. 13, № 2. – С. 96-104.

5. Чичасова, Н.В. Препараты гиалуроновой кислоты в лечении остеоартроза. Синвиск® (гилан G-F 20): эффективность и безопасность / Н.В. Чичасова // Современная ревматология. – 2013. – Т. 7, № 4. – С. 85-91.

## **СИСТЕМНАЯ АУТОИММУННАЯ ПАТОЛОГИЯ – РЕВМАТОИДНЫЙ АРТРИТ**

***Лебедев А.Ю., Бородулин В.П., Бородулин Р.П.***

Курский государственный медицинский университет,  
Курск, Российская Федерация

Ревматоидный артрит – это многофакторное аутоиммунное заболевание неизвестной этиологии, поражающее в первую очередь суставы, затем могут возникать внесуставные проявления. Из-за своей сложности, которая основана на не полностью выясненном патофизиологическом механизме, хорошее лечение ревматоидного артрита требует многодисциплинарного подхода [1]. Клинический статус пациентов с ревматоидным артритом в последние годы улучшился благодаря медицинским достижениям в области диагностики и лечения, которые позволили снизить активность заболевания и предотвратить системные осложнения. Наиболее многообещающие результаты были получены при разработке модифицирующих болезнь противоревматических препаратов, класса, к которому относятся обычные синтетические, биологические и целевые синтетические препараты.

Ревматоидный артрит определяется как системная аутоиммунная патология, связанная с хроническим воспалительным процессом, который может повредить как суставы, так и внесуставные органы, включая сердце, почки, легкие, пищеварительную систему и многое другое.

В последние годы было идентифицировано множество биологических агентов, способных модулировать патологические процессы, связанные с хроническими заболеваниями суставов. Средства на основе как белков, так и нуклеиновых кислот использовались для блокирования воспаления, дегенерации хрящей и костей, а также фиброза; было обнаружено, что другие препараты способны ускорять заживление и репарацию тканей.

Показателем клинического потенциала, который может быть получен при использовании терапии на основе белка, являются различные ингибиторы фактора некроза опухоли при лечении ревматоидного артрита. Такие молекулы, как этанерцепт, модифицированный растворимый рецептор фактора некроза опухоли на клеточной поверхности, слитый с доменом иммуноглобулина, и адалимумаб и инфликсимаб, сконструированные антитела к фактору некроза опухоли, в настоящее время являются одними из наиболее эффективных лекарств от ревматоидного артрита [3]. Хотя эти рекомбинантные белки представляют собой значительный прогресс в медицине, у них есть существенные недостатки. Терапия на основе белков очень дорогостоящая, и поскольку белки обычно имеют ограниченный период полураспада *in vivo*, они требуют частого

введения, предположительно в течение всей жизни пациента. Хотя эти средства являются улучшением по сравнению с ранее существовавшими традиционными фармакологическими препаратами, они по-прежнему обеспечивают лишь частичное облегчение симптомов заболевания, и многие пациенты не реагируют на лечение. Кроме того, системный способ введения связан с побочными эффектами у некоторых пациентов, в частности, существует риск серьезной оппортунистической инфекции, связанной с генерализованным подавлением фактора некроза опухоли, основного медиатора воспаления.

Для лечения ревматоидного артрита, аутоиммунного заболевания, поражающего суставы и другие органы по всему телу, было исследовано несколько методов лечения на основе генов, которые аналогичным образом используют «системный» подход. Эти стратегии предназначены для генетической модификации клеток в тканях, таких как мышцы, печень или селезенка, которые затем высвобождают трансгенные продукты в кровоток, обеспечивая перспективу подавления заболеваний во многих суставах с помощью одной процедуры [4]. Типы трансгенов, отобранных для оценки, обычно делятся на две категории: те, которые содержат продукты, ингибирующие специфические воспалительные цитокины, в первую очередь фактор некроза опухоли и интерлейкин-1, и те, которые направлены на широкую иммуномодуляцию с целью снижения аутоиммунной реактивности.

Для системной доставки фактора некроза опухоли и ингибиторов интерлейкина-1 подход, основанный на генах, мог бы улучшить клиническое применение по сравнению с введением рекомбинантного белка. Обеспечивая устойчивый эндогенный синтез белка в качестве трансгенного продукта, это устранило бы необходимость в повторном введении, снизило бы стоимость, а также частоту побочных реакций в месте инъекции. Для проверки концепции на моделях грызунов было использовано несколько методов, включая внутривенную инъекцию рекомбинантного аденовируса, а также внутримышечную инъекцию нескольких вирусных и невирусных векторных систем. На животных моделях наблюдались противоартритные эффекты от системной доставки растворимых рецепторов фактора некроза опухоли I и II типов, а также антагониста рецептора интерлейкина-1, вспомогательного белка рецептора интерлейкина-1 и растворимого рецептора интерлейкина-1 II типа.

Именно в рамках этих системных подходов к лечению невирусная доставка генов показала наибольшие перспективы при хронических заболеваниях суставов. Хотя экспрессия трансгена на основе плазмид обычно носит временный характер в тканях суставов, в постмитотических мышечных клетках системы на основе плазмид значительно более стабильны. Кроме того, эффективность доставки

плазмид и экспрессии трансгена в мышцах может быть значительно повышена с помощью методов электропорации, так что сообщалось о достаточно стойких уровнях экспрессии трансгена, препятствующих развитию артрита [1].

Ревматоидный артрит является долгосрочным (хроническим) заболеванием, которое вызывает воспаление суставов. Ревматоидный артрит может также повлиять на многие несовместные области, такие как легкие, сердце, кожа, нервы, мышцы, кровеносные сосуды и почки.

Ревматоидный артрит может вызвать деформации в суставах пальца, что затрудняет движение. Суставы, наиболее часто пораженные ревматоидным артритом, находятся в руках, запястьях, ногах, лодыжках, коленях, плечах и локтях. Симптомы могут включать боль в суставах, скованность и отек; уменьшенное и болезненное движение; шишки над небольшими суставами; усталость или лихорадку.

Ревматоидный артрит – хроническое заболевание, не поддающееся лечению. Он влияет на многие другие органы и лучше всего управляется с межпрофессиональной командой для обеспечения комплексного ухода. Ключевым моментом является обучение пациентов медицинскими сестрами, фармацевтами, ревматологами и поставщиками первичной медико-санитарной помощи. Медсестра должна информировать пациента о признаках и симптомах различных систем органов и когда обращаться за медицинской помощью. Пациент должен записаться на программу упражнений для восстановления функции сустава. Несмотря на то, что болезнь все еще неизлечима, качество жизни пациентов значительно улучшилось. Стратегии профилактики заболеваний, программы скрининга людей, подверженных риску развития ревматоидного артрита и комплексная информация о заболевании, предоставляемая населению, могут значительно улучшить эпидемиологические показатели. Консультация профессиональной терапии может помочь пациенту управлять повседневной жизнью. Фармацевт должен информировать пациента о типах препаратов, используемых для лечения ревматоидного артрита, и их потенциальных побочных эффектах, проверяя взаимодействия и сообщая о своих выводах команде для модификации терапии, если это необходимо.

### Список литературы

1. Александрова, Е.Н. Современные стандарты лабораторной диагностики ревматических заболеваний / Е.Н. Александрова, А.А. Новиков // Научно-практическая ревматология. – 2006. – Т. 44, № S2. – С. 47-56.
2. Насонова, Е.Л. Ревматология: Национальное руководство / Е.Л. Насонова, В.А. Насоновой; под ред. Е.Л. Насонова. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. – 720 с.
3. Клиническая ревматология (руководство для практических врачей) / В.И. Мазуров. – СПб.: ООО «Издательство Фолиант», 2001. – 416 с.
4. Шостак, Н.А. Ревматический кардит: клинико-морфологическая диагностика, лечение, профилактика / Н.А. Шостак // Врач. – 2004. № 4. – С. 5-9.

## **ОБЗОР МЕТОДИК ПРИМЕНЕНИЯ ИМПЛАНТОВ ДЛЯ ХОНДРОРЕГЕНЕРАЦИИ**

*Переверзев И.А., Лебедев А.Ю.*

Курский государственный медицинский университет,  
Курск, Российская Федерация

Актуальность. На сегодняшний день остеоартроз занимает лидирующие позиции среди всех патологий опорно-двигательного аппарата, что, в частности, объясняется увеличением доли пожилых людей среди населения. Остеоартроз – это хроническое заболевание суставов, характеризующееся разрушением и гибелью тканей и подлежащей кости, при котором компенсаторно начинает разрастаться жировая ткань, избыточно продуцироваться синовиальная жидкость, суставные края уплощаются и деформируются с образованием костных разрастаний (остеофитов) [1]. Все эти изменения приводят к ограничению движений, что, в свою очередь, обуславливает ухудшение кровоснабжения субхондральных участков костей, участвующих в образовании суставов. В эпоху научно-технического прогресса для выбора способа лечения врачу необходимо иметь представление о современных методиках хондрорегенерации.

Цель исследования – проанализировать методики применения современных имплантов для стимулирования хондрорегенерации и выявления преимуществ и недостатков каждого из них.

Материалы и методы. Проведен анализ научной литературы как отечественных, так и иностранных источников.

Результаты. С современных позиций доказательной медицины лечение остеоартрита должно быть ранним, обоснованным и поэтапным. Консервативная терапия показана при I и II стадиях, а оперативное вмешательство – при III и IV. В настоящее время, одним из наиболее распространенных способов лечения является методика аутологичного матрикс-индуцированного хондрогенеза, которая предполагает восстановление хрящевой ткани с помощью собственных мезенхимальных стволовых клеток. Основная идея методики – создать условия для стволовых клеток, чтобы они могли дифференцироваться до хондроцитов. В ходе операции создаются дефекты костной ткани, в которые вводятся мезенхимальные клетки и закрываются матрицей, обычно представляющей собой коллаген. Результаты от процедуры появляются спустя 1-2 года. Пациенты отмечают увеличение объема движений, возможность давать нагрузку на коленный сустав в течение первых двух лет после лечения. Также отмечалось уменьшение боли по визуальной аналоговой шкале [2, 3]. Следующим видом терапии является методика имплантации аутологичных хондроцитов. Она приводит к образованию «гиалиноподобного» хряща. Суть методики заключается в том, что у пациента производится забор фрагмента

хряща, культивируют его для увеличения количества хондроцитов в биореакторе, закрывают костный дефект коллагеновой мембраной, и под нее через отверстие вводятся хондроциты, затем отверстие герметизируется швом и фибриновым клеем. Субъективно более 75% пациентов остались полностью довольны или удовлетворены результатом, они отмечали снижение болевого синдрома и восстановление прежней подвижности [4]. Также довольно много работ посвящено методике мозаичной хондропластики. Заключается она в заборе костно-мозговых блоков с ненагружаемой стороны сустава и имплантацией их в зону дефекта. Главным недостатком является ограниченность аутотрансплантата и болезненность донорского участка. Трансплантация надкостницы на место повреждения хряща хорошо себя зарекомендовала и имеет биологическую оправданность, она обладает отличным потенциалом для остеогенеза и хондрогенеза. Результатом применяемого метода является образование фиброзного хряща, однако возможная кальцификация надкостничного трансплантата может послужить причиной возвращения болезненных ощущений в суставе у пациентов [5].

Заключение. Проблемой остеоартроза занимаются в течение многих лет, и накопилось большое количество способов лечения. Методики восстановления хряща претерпели множество изменений: от стимуляции костного мозга путем создания костных дефектов до использования современных клеточных технологий. На данный момент не существует «золотого стандарта» лечения, что говорит о необходимости дальнейших исследований. Основной задачей является решение проблемы с количеством хондроцитов и их способностью выживать в патологической среде и найти полностью биodeградируемый и биосовместимый матрикс для имплантации хондроцитов, который мог противостоять нагрузкам и обладать хондрогенным эффектом. Очевидно, что предстоит множество исследований для создания лучшего импланта для хондрорегенерации.

### Список литературы

1. Луи, С. Ортопедия и травматология по Эпли: в 3-х частях / С. Луи, У. Дэвид, Н. Селвадураи. – Москва: Издательство Панфилова. – 2019. – Ч. 1. – 392 с.
2. Treatment of isolated chondral and osteochondral defects in the knee by autologous matrix-induced chondrogenesis (AMIC) / T. Kusano, R.P. Jakob, E. Gautier [and etc.] // Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy: official journal of the ESSKA. – 2012. – Т. 20, N 10. – С. 2109-2115.
3. Modified autologous matrix-induced chondrogenesis (AMIC) for the treatment of a large osteochondral defect in a varus knee: a case report L.de Girolamo, A. Quaglia, C. Bait [and etc.] // Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. – 2012. – Т. 20, N 11. – С. 2287-2290.

4. Autologous Matrix-Induced Chondrogenesis: A Systematic Review of the Clinical Evidence / L. Gao, P. Orth, M. Cucchiari, H. Madry // Am J Sports Med. – 2019. – Т. 47, N 1. – С. 222-231.

5. Эффективность различных хирургических методик при лечении локальных повреждений хряща коленного сустава (обзор литературы) / Т.А. Куляба, С.А. Банцер, П.А. Трачук [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2020. – Т. 26, № 3. – С. 170-181.



# **ВОЗМОЖНОСТИ ДИАГНОСТИКИ ВНУТРИ- И ПАРААРТИКУЛЯРНОЙ ПАТОЛОГИИ ЗАБОЛЕВАНИЯ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА**

*Лебедев А.Ю., Чемисов И.А.*

Курский государственный медицинский университет,  
Курск, Российская Федерация

Актуальность. Одними из наиболее часто встречающихся заболеваний опорно-двигательного аппарата являются как поражения параартикулярных тканей суставов, например, при: теносиновиитах, бурситах, энтезопатиях, тендинитах и др., так и внутриартикулярных структур – при переломах, остеоартритах, остеоартрозах, капсулитах. Для определения конкретной патологии использование характерных признаков, таких как при повреждениях параартикулярных тканей: ограничение активных движений при сохранении в полном объёме пассивных, появление сильных болевых ощущений при определённых видах движения, близость анатомических структур и лёгкость пальпации, отсутствие отёчности в области сустава и т.д., зачастую бывает недостаточным. Для правильной постановки диагноза необходимо прибегнуть к более точным и достоверным методам диагностики.

Цель исследования – анализ современных диагностических методик при внутри- и параартикулярных патологиях опорно-двигательного аппарата.

Материалы и методы. Был проведён анализ научной литературы как отечественных, так и зарубежных авторов.

Результаты исследования. При обнаружении параартикулярной патологии ведущими методами выступают:

1) УЗИ – так, например, при теномиозите надостной мышцы при проведении данного исследования можно обнаружить зону с неравномерным гиперэхогенным утолщением мышечного волокна по сравнению с нормой. Также ультразвуковое исследование является одним из важнейших диагностических исследований при постановке такого диагноза, как киста Бейкера. Как правило, данная патология является вторичной, а её причинами являются остеоартроз, ревматоидный артрит, посттравматическое состояние коленного сустава и другие заболевания. Сложность диагностики заключается в том, что данную кисту достаточно сложно обнаружить из-за малых размеров в начале заболевания, а также отсутствия жалоб. Лишь на более поздних стадиях заболевания, когда киста разрастается до крупных размеров, мешающих сгибательным движениям в коленном суставе, можно визуально определить патологию. Однако к тому времени у пациента могут развиваться осложнения в виде тромбофлебита и тромбоза глубоких вен. Чтобы избежать данные неблагоприятные процессы, необходимо своевременное проведение УЗИ, в результате которого можно

обнаружить на эхограмме подколенной ямки кисту округлой формы с гипо- или гиперэхогенными зонами отложений фибрина или кристаллов; область канала, соединяющего кисту Бейкера с суставом. Вследствие чего будет назначена на ранних этапах заболевания адекватная терапия, направленная на выздоровление пациента [1, 2, 4].

2) Рентгенография – при рассмотрении энтезопатий на ранних стадиях изменения слабо выражены. Однако при прогрессировании заболевания отчётливо можно визуализировать локальное снижение костной ткани, оссификаты части энтеза (фиброзной), а также прерывистость кортикального слоя [2,4].

3) МРТ является очень эффективным методом при диагностике глубоко залегающих бурситов. Она позволяет определить отёки и воспаление тканей около суставов, а также даёт возможность определить точную локализацию очага воспаления, его размеры. Более того, данный метод позволяет диагностировать заболевания и самих суставов, ведущих к образованию бурситов, следовательно, при использовании такой незаменимой методики можно избежать будущих осложнений [1].

В свою очередь, при обнаружении внутриартикулярной патологии ведущими методами выступают:

1) КТ является «золотым стандартом» в диагностике внутрисуставных переломов. Одним из условий при проведении КТ является толщина среза, которая не должна превышать 1 миллиметр. Благодаря компьютерной томографии можно точно оценить степень повреждения структур кости, есть ли смещение отломков и насколько оно велико, вовлечена ли в патологический процесс капсула сустава [4].

2) Артроскопия – также один из информативных методов диагностики, позволяющий определить патологические процессы внутри сустава визуально, изучить поверхностные морфологические структуры хряща, выполнить прицельную биопсию для уточнения диагноза, а также проводить введение лекарственных препаратов внутрь суставной капсулы. Преимущества данного метода заключаются в малой травматичности, существенном лечебном эффекте, сокращении средних сроков как госпитализации, так и дней нетрудоспособности, в большинстве случаев проводится под местной анестезией, что способствует более лучшему восприятию со стороны пациентов, лучшему косметическому эффекту (остаются два небольших следа от артроскопов) [1].

3) Рентгенография – при тех же внутрисуставных переломах позволяет в нескольких проекциях оценить тяжесть повреждений, однако данный метод является наименее информативным, так как не даёт полной картины всех возможных повреждений [4].

4) Клинический анализ крови является одним из диагностических исследований внутриартикулярной патологии при остеоартритах. При

обострении хронической формы характерно увеличение СОЭ, при бактериальной инфекции – увеличение количества лейкоцитов, в случае подагрического артрита – увеличение мочевой кислоты [1].

5) МРТ – один из современных методов визуализационной методики. С помощью данного диагностического метода можно точно определить и оценить объём суставного хряща, обнаружить изменения в субхондральной кости, мышечных структурах, связочном аппарате, получить более точные данные при трабекулярном отёке и других патологиях, которые сложно или невозможно заметить при других инструментальных исследованиях [1, 4]

6) УЗИ – метод клинически важный, однако при внутрисуставных патологиях отмечается большое количество диагностических ошибок, связанных как с объективными факторами (ограниченной возможностью проникновения луча ультразвука, низкочастотными датчиками, анизотропией), так и субъективными – недостаточная квалификация специалиста [4].

Заключение. Внутри- и параартикулярные патологии заболевания опорно-двигательного аппарата остаются актуальными и по сей день. В одной и той же анатомической области различные заболевания могут давать сходную клиническую картину, вследствие чего инструментальные исследования будут иметь определяющий характер в постановке достоверного и правильного диагноза, влияющего на назначение дальнейших лечебных мероприятий, направленных на скорейшее выздоровление пациента без возникновения осложнений.

### Список литературы

1. Котельников, Г.П. Травматология: национальное руководство / под ред. Г.П. Котельникова, С.П. Миронова. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2022. – 784 с.

2. Периартикулярные поражения как актуальная проблема общей врачебной практики: современные возможности диагностики и повышения эффективности лечения / А.Р. Бабаева, А.А. Ансарова, Е.В. Калинина, И.В. Кострюкова // Медицинский алфавит. – 2021. – № 33. – С. 7-14.

3. Травматология и ортопедия: учебник / К.А. Егiazарян, И.В. Сиротин, А.П. Ратьев [и др.]. – М.: Издательская группа ГЭОТАР-Медиа. – 2019. – 576 с.

4. Черняев, В.С. Клинические аспекты современной лучевой диагностики в травматологии и ортопедии / В.С. Черняев, М.А. Фоменко, А.В. Цыганкова // Тенденции развития науки и образования. – 2021. – Т. 71, № 1. – С. 65-68.

# **ЭВОЛЮЦИЯ ИМПЛАНТАТОВ ДЛЯ РЕГЕНЕРАЦИИ КОСТНОЙ ТКАНИ**

***Воротынцева С.А., Лебедев А.Ю.***

Курский государственный медицинский университет,  
Курск, Российская Федерация

Актуальность. Разработка и использование костных имплантатов являются одним из самых перспективных направлений в современной травматологии и ортопедии, о чем свидетельствует большое количество процедур костной имплантации по всему миру, а также активная разработка новых образцов. Наиболее распространенным является использование аутотрансплантатов, что обусловлено отсутствием необходимости в тщательном подборе физико-механических и биохимических свойств. Однако их получение может привести к таким осложнениям, как болезненность, инфицирование, образование рубцов и кровопотеря на месте донорства. Альтернативой являются аллотрансплантаты, но они также имеют ряд недостатков, таких как риск инфицирования и иммунного отторжения. Еще одним подходом является разработка искусственных костных имплантатов, которые должны отвечать ряду требований, таких как биоинертность, износостойчивость, нетоксичность, неонкогенность и др. Именно поэтому создание конструкции из живых тканей, которая структурно, функционально и механически будет сопоставима с натуральной костью, остается сложной задачей. Поиск решения данной проблемы привел к постепенной разработке нескольких поколений костных имплантатов, каждое из которых имеет свои преимущества и недостатки.

Цель исследования – провести сравнительный анализ разных поколений костных имплантатов для выявления их сходств и различий, преимуществ и недостатков.

Материалы и методы. В качестве материалов использовались научные труды, а также монографические и диссертационные исследования по заявленной проблеме. Исследование проводилось на основе методов анализа и синтеза, а также структурно-функционального и формально-логического методов.

Результаты. Прогресс в разработке костных имплантатов привел к увеличению знаний о микросреде, в которой происходит замена, что обусловило изменение требований к свойствам используемых биоматериалов. Данный прогресс определен выделением трех различных поколений костных имплантатов по L. Hench и M. Navarro [1].

История создания костных имплантатов первого поколения берет свое начало с самых ранних цивилизаций. Так, М. Блэк описал использование металлических имплантатов в Древнем Египте для фиксации переломов и лечения других травм костной ткани, а И. Родригез отметил, что в Перу был найден череп, датированный 2000 г.

до н.э., в котором костный дефект был устранен с помощью тонкой золотой пластины. Активное развитие данной сферы регенеративной травматологии и ортопедии началось в XX веке, когда в оперативной хирургии стали использоваться наркоз и профилактика постоперационных осложнений антибиотиками [2].

Главным требованием к костным имплантатам первого поколения является соответствие материала физическим свойствам заменяемой ткани с сохранением биоинертности. К таким материалам относятся металлы, такие как нержавеющая сталь, титан и его сплавы; керамика – оксид алюминия и диоксид циркония; полимеры – силиконовый каучук, полипропилен и полиметакрилат. Основным недостатком костных имплантатов данного поколения является возникновение неспецифического иммунного ответа, так как используемый материал устойчив для фагоцитоза. Это приводит к сохранению воспалительной реакции до тех пор, пока инородное тело не будет инкапсулировано фиброзной соединительной тканью, защищающей его от иммунной системы и изолирующей от окружающих тканей. Осложнением описанного процесса является возникновение асептического разрыхления [3].

С целью минимизации риска возникновения неспецифического иммунного ответа было разработано второе поколение костных имплантатов, которое способно вызывать специфический биологический ответ, или остеокондукцию, чтобы избежать образования фиброзной соединительной ткани и улучшить процесс остеоинтеграции. Стратегия усовершенствования заключается в модификации биоматериалов первого поколения с помощью покрытий, которые являются биоактивными и биоразлагаемыми. Данное свойство обеспечивается химическим составом поверхности, которая покрыта биоактивной керамикой, такой как гидроксиапатит,  $\beta$ -трикальцийфосфат или биоактивным стеклом.

Второй тип костных имплантатов второго поколения обладает свойством биodeградации с обеспечением соответствия скорости разложения и скорости заживления поврежденной костной ткани. Материалом для изготовления образцов этого типа являются синтетические или природные полимеры, которые способны создать контролируемое химическое расщепление в физиологических условиях на биоинертные вещества. Например, из синтетических применяются полилактид, поли- $\epsilon$ -капроамид и полигликолид, а из природных – хитозан и гиалуроновая кислота [4].

Основной задачей в разработке третьего поколения костных имплантатов являлось стремление к созданию образцов, близких по своим свойствам к аутоотрансплантатам. Для достижения поставленной цели использовалась концепция, заключающаяся во включении клеток-предшественниц костной ткани и факторов роста в каркас,

изготовленный из различных натуральных и синтетических биоматериалов или их комбинаций. Это обеспечивает процесс остеокондукции, который состоит в том, что стимулирует дифференцировку мезенхимальных стволовых клеток в пре-остеобласты, что является этапом регенеративного остеосинтеза. Данный процесс похож на то, что происходит во время формирования новой кости, сразу после травмы костной системы или имплантации биоматериала [3].

Выводы. Несмотря на многолетнюю историю разработки и создания костных имплантатов вопрос об их совершенствовании остается открытым. Выделение трех поколений носит не столько хронологический характер, сколько технологический. Имплантаты первого поколения хоть и обладали необходимыми физическими свойствами и биоинертностью, но совсем не учитывали биохимическую и иммунологическую составляющие. Второе поколение костных имплантатов создавалось с целью устранить данный недостаток, то есть убрать неспецифический иммунный ответ, способный приводить к асептическому разрыхлению. Разработка третьего поколения происходит с учетом опыта предыдущих поколений, при этом ставит перед собой задачу максимально приблизить искусственный имплантат к костной ткани. Это и определяет, что на современном этапе регенеративной травматологии и ортопедии ученые сосредоточены на разработке таких имплантатов, которые бы точно имитировали саму кость и ее микроокружение, то есть на попытке дальнейшей модификации образцов третьего поколения. Преимуществом костных имплантатов данного поколения перед другими является более качественное восстановление и регенерация костной ткани, что связано с использованием подходящего каркаса и включением в него клеток-предшественниц кости и факторов роста.

#### Список литературы

1. Hench, L.L. Third-generation biomedical materials / L.L. Hench, J.M. Polak // *Science*. – 2002. – N 8. — С. 1014-7.
2. Narayan, R.J. The next generation of biomaterial development / R.J. Narayan // *Philosophical transactions of the royal society*. – 2010. – N 368. – С. 1831-1837.
3. Corrales, L.P. Scaffold design for bone regeneration / L.P. Corrales, M.L. Esteves, J.E. Ramirez-Vick // *J Nanosci Nanotechnol*. – 2014. – N 14(1). – С. 15-56.
4. Кузнецова, Д.С. Костные имплантаты на основе скаффолдов и клеточных систем в тканевой инженерии (обзор) / Д.С. Кузнецова, П.С. Тимашев, В.Н. Баграташвили, Е.В. Загайнова // *Современные технологии медицины*. – 2014. — № 4. – С. 201-212.

# ОБЗОР ТЕХНОЛОГИИ 3D-ПЕЧАТИ КАРКАСОВ ДЛЯ КОСТНЫХ ИМПЛАНТАТОВ

*Воротынцева С.А., Лебедев А.Ю.*

Курский государственный медицинский университет,  
Курск, Российская Федерация

Актуальность. Одной из актуальных проблем современной травматологии и ортопедии является разработка образцов, используемых в качестве имплантатов для замещения костных дефектов. Несмотря на ряд успехов в данной проблеме, множество сложных вопросов остаются все еще нерешенными. Это связано с тем, что остеointегративный материал должен отвечать ряду физиологических и биомеханических требований, таким как биоинертность, износоустойчивость, антикоррозийность, нетоксичность и неонкогенность. Кроме того, костные имплантаты не должны способствовать развитию инфекций, неконтролируемому росту клеток и не вызывать иммунологические реакции отторжения. Большинство современных исследований направлено на создание имплантатов с включением веществ, способствующих остеокондукции, а также на решение проблемы с возникновением неспецифической иммунной реакции. Однако не следует упускать аспект механической стабильности имплантата, который также является крайне важным требованием для остеointегративного материала.

Цель исследования – выполнить обзор технологии изготовления каркасов для костных имплантатов с использованием 3D-печати и проанализировать преимущества и недостатки данного метода.

Методы и материалы. В качестве материалов использовались научные труды, а также монографические и диссертационные исследования по заявленной проблеме. Исследование проводилось на основе методов анализа и синтеза, а также структурно-функционального и формально-логического методов.

Результаты. Тканеинженерные костные имплантаты направлены на создание механически прочного, биологически жизнеспособного и способного к биодеградации образца путем объединения трехмерного пористого каркаса с остеобластами или клетками-предшественниками. Каждый аспект создания такого имплантата, от выбора материала до технологии производства, будет влиять на характеристики конечного результата. Именно поэтому крайне важно обратить внимание на вопрос механической стабильности остеointегративного материала [1].

Так, предел прочности и модуль упругости при сжатии/растяжении являются жизненно важными факторами при проектировании костного имплантата. Технология заливки растворителем и выщелачивания твердых частиц в какой-то степени соответствует вышеописанным требованиям. Это простая операция, которая дает возможность

контролировать размер пор и пористость путем изменения соотношения соль/полимер и размера частиц добавляемой соли. Используя технологию вспенивания газом, можно изготавливать каркасы с высокой пористостью и размером пор, но низкой связностью. С помощью метода электроспиннинга можно изготавливать большие, пористые, соединенные между собой каркасы, но их толщина ограничена микронами [2].

Аддитивное производство (АП), или 3D-печать, позволяет создавать сложные, взаимосвязанные пористые структуры, имитирующие естественную архитектуру тканей. Для изготовления каркасов из биоактивной керамики использовались многочисленные методы АП, включая сплавление в лазерном порошковом слое (L-PBF), экструзию материала (ME), стереолитографию (SLA), нанесение направленной энергии (DED), струйное нанесение связующего (3DP) и полимеризацию в чане. L-PBF, также известный как лазерное аддитивное производство в порошковом слое или лазерное аддитивное производство (LAM), сочетает в себе две технологии – селективного лазерного спекания и селективного лазерного сплавления (SLS и SLM) и в совокупности называется PBSLP.

PBSLP – это крайне перспективный метод, используемый для функционализации биоматериалов, позволяющий разрабатывать персонализированное лечение и системы доставки лекарств. Одной из его уникальных возможностей является прямое включение чувствительных к температуре биомолекул, таких как лекарственные препараты, в слой порошка. Этого можно достичь либо во время изготовления каркасов, либо путем настройки параметров SLM или SLS. PBSLP обеспечивает гибкость печати биоматериалов с индивидуальными инженерными свойствами, включая немедленное высвобождение, контроль высвобождения лекарств, многослойные структуры и возможности печати для людей с ослабленным зрением. Эта технология обладает большим потенциалом для индивидуальной медицины, ориентируясь на конкретные группы пациентов [1].

Метод 3D-печати использует программное обеспечение для автоматизированного проектирования (CAD) для создания 3D-модели каркаса, а затем печатает его с использованием различных материалов, включая полимеры и керамику. Трехмерная печать выполняется путем наложения последовательных слоев материала до тех пор, пока не будет создан весь объект целиком. Существует несколько типов технологий 3D-печати, которые использовались для инженерии костной ткани, таких как моделирование методом плавного осаждения (FDM), два типа стереолитографии (SLA) (стереолитография на основе лазера и стереолитография на основе цифровой обработки света (DLP)), селективное лазерное спекание (SLS), струйная 3D-печать (3DP), лазерная биопечать (LAB) и 3D-биопечать. Преимущество технологий



FDM в том, что они экономичны и просты в использовании, но им не хватает точности в вертикальном направлении. С другой стороны, SLS и LAB имеют большое количество отходов производства, но имеют лучшее разрешение по вертикальной оси [3].

Другим методом является послойное нанесение суспензии, представляющее собой технологию 3D-печати, которая включает последовательное нанесение слоев суспензионного материала для создания трехмерных объектов. Этот метод так же известен, как послойная печать на суспензии, или 3D-печать на основе суспензии. При послойном нанесении суспензии суспензия обычно состоит из порошкообразного материала, суспендированного в жидком связующем. Порошкообразными материалами могут быть металлы, керамика, полимеры или композиты, в зависимости от желаемых свойств конечного изделия. Жидкое связующее действует как временный клей, удерживая частицы порошка вместе в процессе печати. Послойное нанесение суспензии дает ряд преимуществ по сравнению с другими методами 3D-печати. Это позволяет создавать сложные формы и замысловатые внутренние структуры, которые трудно или невозможно изготовить традиционными методами производства. Это также позволяет использовать широкий спектр материалов, в том числе обладающих такими специфическими свойствами, как высокая прочность, термостойкость или электропроводность. Однако стоит отметить, что послойное нанесение суспензии также имеет некоторые ограничения. Этот процесс может быть относительно медленным по сравнению с другими методами 3D-печати, поскольку каждый слой требует постобработки, прежде чем можно будет добавить следующий слой [4].

Выводы. Технология 3D-печати способна обеспечивать тщательный контроль над микроструктурой каркасов. В конечном счете, именно место повреждения будет диктовать характеристики для будущего имплантата. Трехмерная печать стала мощным инструментом в инженерии костной ткани, позволяющим создавать каркасы с точным дизайном и контролируемые механическими свойствами. Успех этих каркасов зависит от тщательного подбора материалов, параметров печати и конструкции каркасов. Использование биосовместимых материалов в сочетании с оптимальными параметрами печати и конструкциями, такими как высокопористые сотовые или решетчатые структуры, позволяет создавать каркасы с идеальными механическими свойствами для инженерии костной ткани. Поскольку эта технология продолжает развиваться, 3D-печать готова произвести революцию в области инженерии костной ткани, предлагая новые решения для восстановления и регенерации костей. На момент публикации необходимы дополнительные клинические исследования для

дальнейшей оценки потенциала полимерно-керамических моделей для создания жизнеспособных костных имплантатов.

### Список литературы

1. Chinnasami, H. Three-Dimensional Scaffolds for Bone Tissue Engineering / H. Chinnasami, M.K. Dey, R. Devireddy // Bioengineering (Basel). – 2023. – N 10(7). – С. 759.
2. Roberts, T.T. Bone grafts, bone substitutes and orthobiologics: The bridge between basic science and clinical advancements in fracture healing / T.T. Roberts, A.J. Rosenbaum // Organogenesis. – 2012. – N 8(4). – С. 114-124.
3. Ventura, R.D. An Overview of Laser-assisted Bioprinting (LAB) in Tissue Engineering Applications / R.D. Ventura // Med Lasers. – 2021. – N 10(2). – С. 76-81.
4. Chia, H.N. Recent advances in 3D printing of biomaterials / H.N. Chia, B.M. Wu // Journal of Biological Engineering. – 2015. – N 9(4). – С. 1-14.

## **СОВРЕМЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ С ЗАБОЛЕВАНИЯМИ КРУПНЫХ СУСТАВОВ**

*Смирнова Н.А., Афанасьева Л.А., Раджжумар Д.С.Р., Коклина Н.Ю.*

Курский государственный медицинский университет,  
Курск, Российская Федерация

**Актуальность.** В современных условиях медицинская наука стремительно развивается, появляются новые методы диагностики, совершенствуется специализированная и высокотехнологичная помощь. Несмотря на это в связи с ситуацией в мире и ростом заболеваний опорно-двигательного аппарата доля инвалидизации населения остается высокой. Следовательно, необходимо развивать систему медико-реабилитационной помощи, направленную на сокращение продолжительности нетрудоспособности, физической инвалидности и социальной дезадаптации.

**Цель исследования** – изучить современные методы и возможности реабилитации пациентов с заболеваниями крупных суставов.

**Материалы и методы.** Анализ и синтез информации в электронной библиотеке eLIBRARY.ru, поиск информации в научной электронной библиотеке cyberleninka.ru.

**Результаты.** Реабилитация представляет собой сложную задачу, которая объединяет медицинские, профессиональные и социально-экономические аспекты. Она требует комплексного подхода и учета всех этих составляющих, чтобы эффективно решить проблему. Важно понимать, что реабилитация – это не только процесс восстановления физического и психологического здоровья, но и возвращение человека в общество, его успешную интеграцию в рабочую среду и социальную среду. Поэтому основной фокус должен быть на объединении усилий специалистов в области медицины, психологии и социальной работы, чтобы справиться с этой сложной задачей. К средствам медицинской реабилитации относят лечебную физкультуру. ЛФК является методом естественного и биологического воздействия на организм, основанным на использовании одной из его основных биологических функций – движения. Использование ЛФК в постоперационном периоде позволяет избежать появления контрактур в суставах.

В мире существует несколько методик индивидуальной кинезотерапии, разработанных отдельными специалистами и ставших популярными. Один из наиболее известных методов — это метод проприоцептивного нейромышечного облегчения (PNF), основанный на использовании дозированного сопротивления движению для усиления проприоцепции [1]. Суть метода заключается в активации нервных связей на разных уровнях центральной нервной системы и активизации всех функциональных резервов сустава. Исследования показывают значительное улучшение подвижности конечности и снижение

инвалидности после вывихов и переломов конечностей, дисплазии, дисфункции плечевого сустава, операций на позвоночнике и суставах.

Другой распространенной методикой является Бобат-терапия, разработанная супругами Бобат в 50-х годах [2]. Она направлена на развитие целенаправленных движений и использует торможение синергий и патологических поз в сочетании со стимулированием нормальных автоматических двигательных реакций. Система Бобат нормализует общий тонус мышц и предупреждает развитие контрактур и деформаций. Также существует методика Войт-терапии [3], основанная на рефлекторных упражнениях и использующая онтогенетическую закономерность развития функциональной системы движения. Данная методика активно используется при врожденных дефектах бедра и тазобедренного сустава. Роботизированная механотерапия эффективно применяется в современной медицине и реабилитации, позволяя проводить вертикализацию пациентов в ранние сроки. Для этого используется комбинированный вертикализатор «Erigo», который также запускает роботизированный степпер и программируемую электромиостимуляцию мышц нижних конечностей. Проведение тренировок в роботизированном ортопедическом комплексе Locomat способствует восстановлению самостоятельной двигательной активности у пациентов. Такие тренировки обеспечивают безопасность, профилактику и лечение различных заболеваний мягких тканей и суставов, а также формируют правильный стереотип ходьбы. Важно отметить, что использование специализированных аппаратов не заменяет основные принципы физиотерапии движения, а дополняет их, расширяя возможности реабилитации. Современной инновацией в мире медицины является метод гипербарической газовой компьютерной томографии (ГГКТ) [4]. Этот метод заключается в быстром снижении температуры эпидермиса с 33°C до 2°C в течение 20-40 секунд. Для этого в кожу вводится сжиженный углекислый газ (CO<sub>2</sub>) при температуре -78°C и давлении 50 бар. ГГКТ вызывает тепловой шок, активизирует нейроэндокринную и иммунную системы пациента и вызывает местную сосудистую реакцию. Рефлекторно происходит максимальное расширение артериальной и капиллярной сети, ускоряются процессы венозного и лимфатического оттока. Все эти процессы влияют на улучшение питательного статуса тканей, снятие воспаления и болевого синдрома. Данный метод используется в комплексном восстановительном лечении больных с гонартрозом и коксартрозом.

Выводы. Таким образом, целью медицинской реабилитации, в частности при заболеваниях крупных суставов, является достижение следующих целей: восстановление общего состояния пострадавшего и укрепление его иммунитета, предотвращение осложнений, связанных с повреждением или неправильным лечением, поддержание оптимальных условий для лечения, предупреждение и лечение контрактур суставов,

коррекция деформаций, восстановление длины и прочности конечности, а также компенсация утраченных функций опорно-двигательного аппарата. Для достижения этих целей применяются различные методы медицинской реабилитации, включая традиционные консервативные подходы, лечебную физкультуру, протезирование, хирургические методы и другие.

### Список литературы

1. Бегидова, Т.П. ПНФ-терапия в комплексной реабилитации лиц с поражением опорно-двигательного аппарата / Т.П. Бегидова, Е.Ю. Мукина // Вестник Тамбовского университета. – 2014. – № 27(1). – С. 165-171.
2. Рейн, С. Бобат-концепция. Теория и клиническая практика в неврологической реабилитации / С. Рейн, М. Линч-Эллерингтон, Л. Медоуз. – Кириллица, 2013. – 320 с.
3. Войта, В. Принцип Войты. Игра мышц при рефлекторном поступательном движении и в двигательном онтогенезе / В. Войта, А. Петерс – 3-е изд. – Springer, 2016. – 171 с.
4. Сидоров, В.Д. Особенности реабилитации пациентов с коксартритом и гонартритом / В.Д. Сидоров, К.Н. Даринский // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2016. – № 15(3). – С. 130-136.

## **КОРРЕКЦИЯ ОСТЕОПОРОЗА И ОСТЕОПОРТИЧЕСКИХ ПЕРЕЛОМОВ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ СИМВАСТАТИНОМ**

***Фейзиев Э.Э., Лебедев А.Ю., Белоус А.С., Трубникова Е.В.***

Курский государственный медицинский университет,  
Курск, Российская Федерация

Актуальность. Проблема поиска новых эффективных путей коррекции нарушений костного ремоделирования и остеорепарации остается актуальной. Остеопороз вызывается дисрегулированностью основных процессов остеогенеза – резорбции и ремоделирования кости [1]. При нарушении кровоснабжения кости уменьшаются количество и активность остеобластов, в то время как остеокласты становятся активнее. Структура костных микрососудов отличается от сосудов других тканей, поскольку содержит только эндотелиальный слой, через который регулируются обменные процессы между остеокластами, остеобластами и кровью [2, 3]. Одной из основных причин ухудшения микроциркуляции является эндотелиальная дисфункция [4, 5], что приводит к нарушению остеогенеза и развитию остеопороза [6].

Ранее проведенные исследования показали положительные остеопротективные эффекты лекарственных веществ, таких как эналаприл, лозартан и ревератрол, которые оказывают воздействие на эндотелий. Статины, популярная группа лекарственных средств для лечения сосудистой патологии, также были исследованы экспериментально. Они способствуют транскрипции гена NO-синтазы в эндотелий человека, что улучшает экспрессию NO-синтазы и повышает секрецию оксида азота [7]. Кроме того, статины, включая симвастатин, улучшают эластичность сосудистых стенок, снижают эндотелиальную дисфункцию и повышают функциональную активность эндотелий. Исходя из этого, можно предположить, что симвастатин будет оказывать положительное влияние на процесс костного ремоделирования.

Цель исследования заключалась в изучении воздействия симвастатина на процесс костного ремоделирования и репаративной регенерации костной ткани при переломах на фоне моделирования экспериментального остеопороза у крыс.

Материалы и методы. Мы провели эксперименты на 120 самках крыс линии Wistar весом 200-240 г. Манипуляции проводились под наркозом, используя хлоралгидрат в дозе 300 мг/кг внутривентриально. Экспериментальные животные были разделены на 6 групп, по 20 крыс в каждой группе. Группа 1 – интактные крысы, прошедшие ложную операцию билатеральной овариэктомии. Группа 2 – контроль, где крысам была проведена билатеральная овариэктомия. В группе 3 после 8 недель после овариэктомии крысы получали ежедневную терапию симвастатином в дозе 0,86 мг/кг внутривентриально в течение 4 недель.

В группе 4 была проведена ложная операция билатеральной овариэктомии, а через 8 недель было моделирование перелома проксимального метафиза бедра. В группе 5 проводилась овариэктомия, а через 8 недель было моделирование перелома бедра. В группе 6 проводилась овариэктомия, а через 8 недель было моделирование перелома бедра, при этом крысы получали ежедневную терапию симвастатином в дозе 0,86 мг/кг внутривенно в течение 4 недель.

Мы использовали закрытый метод для моделирования перелома бедренной кости, а затем провели его интрамедуллярную фиксацию спицей Кишнера диаметром 1 мм. На 85-й день после овариэктомии мы измеряли уровень микроциркуляции в костной ткани проксимального метафиза бедра (в группах 1-3) и в ткани, формирующейся в результате моделирования экспериментального перелома (костной мозоли) (в группах 4-6). Мы использовали лазердоплеровский флоуметр Biopac systems MP150 с датчиком TSD144 для оценки параметров микроциркуляции. Запись и обработка данных проводились с помощью программы AcqKnowledge версии 4.2. Статистический анализ первичных данных выполнялся с использованием программы Microsoft Excel. Для групповых значений мы определили средние значения показателей (M) и стандартное отклонение ( $\sigma$ ). Оценка статистической значимости различий проводилась с использованием критерия Стьюдента. Различия считались статистически значимыми при значениях  $p < 0,05$ .

Результаты. После проведения исследования были получены следующие результаты: у интактных животных средний уровень микроциркуляции в проксимальном метафизе бедра составлял  $99,87 \pm 3,41$  перфузионных единиц (ПЕ), что оказалось статистически значимо выше, чем у группы с остеопорозом, где уровень составлял  $58,84 \pm 3,76$  ПЕ. После терапии симвастатином наблюдалось значительное увеличение уровня микроциркуляции до  $83,24 \pm 2,73$  ПЕ.

При моделировании экспериментальных переломов было обнаружено, что у крыс без остеопороза уровень микроциркуляции в костной мозоли составлял  $89,21 \pm 4,05$  ПЕ, в то время как у крыс с остеопорозом этот показатель был значительно ниже и составлял  $66,62 \pm 3,61$  ПЕ. Однако у крыс, получавших симвастатин, кровоснабжение костной мозоли было даже выше, чем у животных без остеопороза, составляя  $95,73 \pm 3,12$  ПЕ. Также было отмечено, что консолидация переломов наступала в разной степени: у крыс без остеопороза в 76% случаев, у крыс с остеопоротическими переломами – в 54% случаев, а при терапии симвастатином консолидация происходила у всех животных.

Выводы. Результаты проведенного исследования позволяют сделать вывод, что симвастатин улучшает региональную микроциркуляцию в костной ткани при терапии экспериментального остеопороза, а также в костной мозоли при экспериментальных

переломах бедра на фоне остеопороза. Это создает благоприятные условия для процессов костного ремоделирования и репаративной регенерации костной ткани при переломах.

### Список литературы

1. Беневоленская, Л.И. Проблема остеопороза в современной медицине / Л.И. Беневоленская // *Consilium Medicum*. – 2004. – № 6(2). – С. 8-11.
2. Брошусь, В.В. Оксид азота как регулятор защитных и гомеостатических реакций организма / В.В. Брошусь // *Украинский ревматологический журнал*. – 2003. – № 4. – С. 3-11.
3. Грибкова, И.В. NO активирует Ca<sup>2+</sup>-активируемый K<sup>+</sup> ток гладкомышечных клеток хвостовой артерии крысы через GMP-зависимый механизм / И.В. Грибкова, В.П. Серебряков // *Кардиология*. – 2002. – № 8. – С. 34-39.
4. Полянская, О.С. Коррекция L-NAME индуцированного гестоза в эксперименте с помощью ингибитора аргиназ L-норвалина и препаратов, входящих в стандартную схему лечения / О.С. Полянская, М.В. Покровский // *Кубанский научный медицинский вестник*. – 2014. – № 1(143). – С. 139-144.
5. Ходосовский, М.Н. К механизму протекторного влияния L-аргинина на печень при ишемии-реперфузии [Текст] / М.Н. Ходосовский // *Экспериментальная и клиническая фармакология*. – 2006. – № 69(3). – С. 40-42.
6. Luiking, Y.C. Regulation of nitric oxide production in health and disease / Y.C. Luiking, M.P.K.J. Engelen, N.E.P. Deutz // *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care*. – 2010. – N 13(1). – С. 97-104.
7. Puddu, P. Different effects of antihypertensive drugs on endothelial dysfunction / P. Puddu, G.M. Puddu, E. Cravero, A. Muscari // *Acta. Cardiol.* – 2004. – N 59(5). – С. 555-564.



## **НОВЫЕ МЕТОДЫ КОНСЕРВАТИВНОГО ЛЕЧЕНИЯ ЗАБОЛЕВАНИЙ СУСТАВОВ**

***Миненок В.А., Болдина Н.В.***

Курский государственный медицинский университет,  
Курск, Российская Федерация

Актуальность. Около 80% населения во всем мире страдают от заболеваний суставов. Почти для всех заболеваний данной группы характерно хроническое прогрессирующее течение, а также усугубление симптоматики с течением времени, что значительно снижает качество жизни пациентов. Тяжелое течение таких заболеваний ведет к полной утрате функции сустава, может стать причиной инвалидности.

На сегодняшний день современные методы в травматологии и ортопедии позволяют успешно проводить различные высокотехнологичные операции по эндопротезированию, однако приоритетным остается сохранение собственного сустава пациента, если есть такая возможность. Именно поэтому актуальным является поиск новых консервативных методов лечения заболеваний суставов, позволяющих остановить прогрессирование патологии.

Цель исследования – проанализировать новые методы консервативного лечения заболеваний суставов.

Материалы и методы. Нами был проведен анализ литературных источников по теме исследования. В работе использовались следующие методы: анализ, обобщение, синтез.

Результаты исследования. Российские ученые создали препарат для лечения остеоартрита, действующим веществом которого является молекула MT-SYK-03. Согласно заявленным данным это вещество способствует замедлению прогрессирования остеоартроза. Механизм действия препарата основан на селективном ингибировании ферментов SYK и cSrc. Существуют данные о том, что cSrc-киназа способствует ремоделированию костной и хрящевой ткани, а SYK-киназа ассоциирована с воспалением. Таким образом, применение данного препарата будет направлено сразу на два патогенетических звена [4, 5].

Результаты доклинических исследований молекулы MT-SYK-03 подтвердили, что применение данного препарата способствовало замедлению дегенерации костной и хрящевой ткани у грызунов. Первая фаза клинических испытаний подтвердила отсутствие побочных эффектов при применении препарата здоровыми людьми. В ближайшее время планируется проведение второй фазы клинических испытаний [4].

Одним из новых методов лечения заболеваний сустава является SVF-терапия (Stromal Vascular Fraction). Стромально-васкулярная фракция представляет собой клеточную фракцию, полученную из жировой ткани пациента. Следует отметить, что из 1 мл жира можно

получить до 1 миллиона стромальных клеток, которые являются предшественниками стволовых клеток и обладают высокой регенеративной способностью. Стромальные клетки обладают способностью дифференцироваться в клетки костной, жировой, хрящевой и мышечной ткани; выделять цитокины и факторы роста, что позволяет использовать их для восстановления суставов. Применение SVF-терапии целесообразно совместно с использованием плазмы, обогащенной тромбоцитами (PRP-platelet-rich plasm), поскольку такая плазма служит питательной средой для стромальных клеток [2, 3].

Еще одной отечественной разработкой, заслуживающей внимание, является применение препарата на основе радиоизотопа рения-188 ( $^{188}\text{Re}$ ) в лечении синовита. Применение данного препарата вполне можно соотнести с хирургическим вмешательством, однако такой метод лечения более выгодный и безопасный по сравнению с операцией [1].

Лечебный эффект препарата на основе рения-188 объясняется внутренним облучением тканей бета-частицами, содержащимися в препарате и способными подавлять клетки-агрессоры. Стоит подчеркнуть, что данный препарат является безопасным, поскольку доза радиоактивного вещества мала, а период полураспада составляет около 17 часов. Данный метод лечения уже был применен в Медицинском радиологическом научном центре имени А.Ф. Цыба для терапии пациентки, страдающей хроническим синовитом [1].

Выводы. Таким образом, на сегодняшний день изучаются возможности применения новых консервативных методов терапии заболеваний суставов, причем многие из них дают обнадеживающие результаты. Возможно, в скором времени мы сможем предотвратить прогрессирование заболеваний суставов, что приведет к улучшению качества жизни пациентов, а также к снижению случаев инвалидности.

#### Список литературы

1. Впервые в России радиофармпрепарат Росатома с рением-188 применен для лечения коленного сустава // Атомная энергия: [сайт]. – URL: <https://www.atomic-energy.ru/news/2022/03/18/122913> (дата обращения: 09.11.2023).
2. Журавлев, О.О. Современные методы лечения заболеваний опорно-двигательного аппарата. SVF-терапия суставов / О.О. Журавлев, А.А. Радыгина, Н.А. Терентьева // Молодой ученый. – 2022. – № 48 (443). – С. 552-554.
3. Опыт применения SVF-терапии в лечении заболеваний опорно-двигательного аппарата на базе ГАУЗ ООКБ / В.И. Студенов, А.А. Аверьянов, Т.В. Быков [и др.] // Оренбургский медицинский вестник. – 2022. – Т. 10, № 4(40). – С. 33-37.
4. Российские учёные создали первый в мире препарат от остеоартрита с новым механизмом действия // Здоровье: [сайт]. – URL: <https://www.gazetametro.ru/articles/rossijskie-uchenye-sozdali-pervyj-v-mire-preparat-ot-osteoartrita-19-01-2023> (дата обращения: 09.11.2023).
5. Inhibition of SYK and cSrc kinases can protect bone and cartilage in preclinical models of osteoarthritis and rheumatoid arthritis / F.N. Novikov, M.V. Panova, I.Y. [et al.] // Sci Rep. – 2021. – N 11(1). – p. 23120

# **СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О СОЗДАНИИ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ПЛАСТИКИ КОСТНОЙ ТКАНИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ОБЪЕМНОЙ 3D-ПЕЧАТИ**

***Комаров Д.А.***

Курский государственный медицинский университет,  
Курск, Российская Федерация

Актуальность. Во всем мире наблюдается увеличение количества оперативных вмешательств. Увеличивается и количество операций по эндопротезированию, ревизионным хирургическим вмешательствам. Последние могут быть связаны как с инфекционными осложнениями области оперативного вмешательства, так и с нестабильностью компонентов эндопротеза. Перед хирургами и возник вопрос о замещении костного дефекта для последующего реэндопротезирования. Именно поэтому и появились так называемые костные пластинки различных вариантов. Они могут быть различного материала, формы, размера. Подбор материала же основывается на множестве факторов: объем дефекта, состояние костной ткани, концентрация неорганических и органических соединений в них, остеопороз, сопутствующий хронической патологии других органов и систем, индивидуальные особенности пациента. На сегодняшний день их существует множество: в данном вопросе включают как органические, так и неорганические, а также комбинированные материалы. Для крупных дефектов же современная биоинженерия предлагает создание индивидуальной пластики подобной костной ткани с использованием технологии объемной 3D-печати. Таким образом, пациент получит индивидуальный имплант, способный заместить костный дефект [1, 2].

Цель исследования – проанализировать современные данные об использовании синтетических материалов для создания индивидуальной пластики подобной костной ткани с использованием технологии объемной 3D-печати, развитии в данной области и перспективах направления.

Материалы и методы исследования. Проведен анализ отечественных и зарубежных источников.

Результаты исследования. Данная технология проводится в несколько этапов. Первый заключается в проведении МСКТ. Полученный результат конвертируется в 3D-модель дефекта. На втором этапе предстоит сложный процесс моделирования и скульптинга костного дефекта. В результате чего получается прототип имплантата. На последнем, третьем этапе, модель сохраняется и передается для объемной 3D-печати [5].

Индивидуальный имплантат, подобранный конкретному пациенту, после создания будет формировать объемную губчатую или же волокнистую матрицу. Клеточная культура, в свою очередь, будет располагаться на этом каркасе [4].

Однако ключевым недостатком синтетических материалов является отсутствие у них свойств остеоиндукции. Они предназначены в качестве недорогой замены естественному гидроксиапатиту, и ученые всего мира предлагают различные способы стимуляции костного роста [3].

Выводы. Однако методика создания индивидуальных протезов только зарождается. В большинстве случаев травматология и ортопедия выбирает аутогенную остеопластику, которая не всегда возможна. К примеру, у пациента с выраженным остеопорозом или при необходимости замещения крупного дефекта костной ткани. Здесь же необходимо обратиться к созданию индивидуального протеза.

### Список литературы

1. Кириллова, И.А. Сравнительная характеристика материалов для костной пластики: состав и свойства / И.А. Кириллова, В.Т. Подорожная, М.А. Садовой // Хирургия позвоночника. – 2012. – № 3. – С. 72-83.
2. Применение индивидуальных вертлужных компонентов в эндопротезировании тазобедренного сустава при посттравматическом коксартрозе / Н.С. Николаев, Л.И. Малюченко, Е.В. Преображенская [и др.] // Гений ортопедии. – 2019. – Т. 25. – №. 2. – С. 207-213.
3. Опыт клинического применения тканеинженерных конструкций в лечении протяженных дефектов костной ткани / Е.В. Крюков, Л.К. Брижань, В.В. Хомянец [и др.] // Гений ортопедии. – 2019. – Т. 25. – №. 1. – С. 49-57.
4. Анализ экономической эффективности использования индивидуальных и серийных вертлужных конструкций при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава / Р.М. Тихилов, А.А. Джавадов, А.О. Денисов [и др.] // Гений ортопедии. – 2022. – Т. 28. – №. 2. – С. 234-240.
5. Preliminary results of a 3D-printed acetabular component in the management of extensive defects / M. Citak, L. Kochsiek, T. Gehrke [et al.] // Hip Int. – 2018. – N 28.3. – P. 266-271.

## ЛОКАЛЬНАЯ ИНЪЕКЦИОННАЯ ТЕРАПИЯ ВНУТРЕННИХ АНЗЕРИНОВЫХ ТЕНДИНИТОВ (ТЕНДИНОЗОВ) ПРИ ОА КОЛЕННЫХ СУСТАВОВ

*Гришин В.Н.<sup>1</sup>, Попельнюхов А.Н.<sup>1</sup>, Гришин С.В.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>МЦ «Ева», Старый Оскол, Российская Федерация

<sup>2</sup>МЦ «Медассист», Курск, Российская Федерация

Актуальность. Остеоартрит или остеоартроз (ОА) – хроническое дегенеративное заболевание суставов, которым страдает более 500 миллионов человек во всем мире [3]. В возрасте старше 65 лет у людей с повышенным весом ОА отмечается в 70-75% случаев. Они испытывают постоянные боли разной интенсивности, ограничения подвижности в пораженных суставах, снижение качества жизни [1, 5]. Почти получившее звание «золотого стандарта» ТЭП начинает подвергаться критике из-за роста количества осложнений, поэтому оправдано совершенствование существующих методов консервативного лечения и комплекса мероприятий раннего предупреждения ОА [2, 4].

Цель исследования – определить роль и место локальной инъекционной терапии при внутренних анзериновых тендинитах (тендинозах) у больных с ОА коленного сустава 2 и 3 ст.

Материалы и методы исследования. 27 больных с ОА 2 и 3 степени. Использовали клинический осмотр, рентгенографию коленного сустава, аподактильную и УЗИ локацию сухожилий ST., Gr. и их сухожильных сумок, МРТ коленного сустава. При достоверно установленной ведущей причине болей – тендинит (тендиноз) проводили местную локальную терапию в зоне прикрепления этих сухожилий и их сумок. Использовали дипроспан и его аналоги в дозе 1 мл с предварительной анестезией новокаином 0,5% 3-5 мл. При наличии конкурирующей внутрисуставной причине болей лечение пролонгировали внутрисуставной терапией, которая была проведена у трех пациентов.

Результаты исследования. Оценка результатов проводилась по 10-балльной шкале ВАШ в период от 7 до 14 дней и в три месяца. В результате примененной тактики лечения 27 пациентов отмечали снижение болевых ощущений до уровня 0-4 балла в указанном краткосрочном временном периоде, пяти пациентам в этот временной промежуток потребовались повторные локальные инъекции в зону анзеринового прикрепления сухожилий их сумок, а трем – дополнительно проведена внутрисуставная PRP терапия.

Больные со второй стадией ОА обращались с внезапно возникшей болью в суставе после перегрузок, и у них была выявлена ведущая причина болевого синдрома – тендинит ST. и Gr., который купирован проведением однократной локальной инъекционной терапией по указанной методике. Причины обращений больных с 3 ст. поражения

были более сложными: длительный болевой синдром, безуспешность ранее проводимого лечения, высокий ИМТ и задержки сроков эндопротезирования, относительные и абсолютные противопоказания к этой операции, а также отказ пациентов от оперативного лечения.

Выводы. Локальная инъекционная терапия у больных с ОА коленного сустава при доказанной клиническими данными причине болей внутреннего анзеринового тендинита (тендиноза) позволяет в краткосрочном периоде купировать болевой синдром или улучшить качество жизни у пациентов тяжелой степенью поражения суставов, в том числе у больных, ожидающих операцию ТЭП.

### Список литературы

1. Алексеева, Л.И. Остеоартрит: эпидемиология, классификация, факторы риска и прогрессирования, клиника диагностика и лечение / Л.И. Алексеева, А. Таскина. Н.Г. Кашеварова // Современная ревматология. – 2019. – № 13(2). – С. 9-21.
2. Зубавленко, Р.А. Патогенетические особенности посттравматического остеоартроза коленных суставов: анализ диагностических и терапевтических стратегий (обзор) / Р.А. Зубавленко, В.Ю. Ульянов, С.В. Белов // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2020. – № 16(1). – С. 5-54.
3. Новаков, В.Б. Полиогенные исследования остеоартроза коленного сустава: обзор литературы / В.Б. Новаков, О.Н. Новакова, М.И. Чурносова // Травматология и ортопедия России. – 2021. – № 27(4). – С. 131-144.
4. Харченко, Ю.А. Адекватная оценка боли – залог ее успешного лечения / Ю.А. Харченко // Universum: Медицина и фармакология: электрон. научн. Журнал. – 2014. – № 4(5). – С. 4.
5. Osteoarthritis: pathogenic signaling pathways and therapeutic targets / Q. Yao., X. Wu, C. Tao [et al.] // Signal Transduct Target Ther. – 2023. – N 8 (1). – P. 56.

# **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ И УДОБСТВА РАЗЛИЧНЫХ ПУТЕЙ ВВЕДЕНИЯ НПВС У ПАЦИЕНТОВ С ЗАБОЛЕВАНИЯМИ СУСТАВОВ**

**Билан А.А.**

Курский государственный медицинский университет,  
Курск, Российская Федерация

Актуальность. Хронические заболевания суставов – одна из ведущих проблем в современной травматологии. Пациенты, страдающие ими, регулярно получают курсы лечения лекарственными препаратами для купирования проявлений болезни, в первую очередь болевого синдрома. Одними из наиболее часто выбираемых и назначаемых врачами в такой ситуации лекарств являются нестероидные противовоспалительные препараты. Преимуществом этой группы лекарственных средств является многообразие форм введения: таблетированные формы для введения внутрь, инъекционные формы, формы для местного применения. В такой ситуации закономерно появляется вопрос о том, какие же из представленных форм являются наиболее эффективными в рамках лечения и наиболее удобными для самих пациентов, в первую очередь в процессе амбулаторного лечения болезни.

Исследования показывают, что эффективность воздействия НПВС в зависимости от метода их введения изменяется незначительно, показатель остается примерно на одном (заметим, достаточно высоком) уровне. Относительно же удобства введения различных лекарственных форм длительных исследований не проводилось, однако в источниках указывается, что наиболее удобным для пациента следует признать введение НПВС внутрь (таблетированные формы), на втором месте в этом отношении располагают местные, а на третьем – инъекционные формы введения.

Нами было принято решение самостоятельно изучить данную проблему, в первую очередь получив данные об эффективности и удобстве непосредственно от пациентов, из первых рук.

Цель исследования – оценить эффективность и удобство использования различных лекарственных форм НПВС на основании данных самонаблюдения пациентов.

Материалы и методы исследования. В исследовании приняли участие 20 пациентов с заболеваниями суставов, которым по показаниям была назначена курсовая терапия НПВС. При этом пациентами в течение разных курсов противовоспалительные препараты принимались в разных формах (преимущественно в силу предпочтений пациентов). По окончании курсов терапии нами произведен опрос пациентов и проанализированы дневники самонаблюдения (велись 12 пациентами), на основании чего отмечены наиболее эффективные и удобные лекарственные формы НПВС.

Результаты исследования. В рамках проведенного опроса установлено, что при ответе на вопрос об эффективности приема препаратов в зависимости от формы ЛС большинством пациентов (12 человек, 60%) отмечено, что препараты разных форм были одинаково эффективны и оказывали свое воздействие в рамках курса примерно через равные промежутки от начала приема. Еще 4 человека (20%) посчитали наиболее эффективной формой НПВС для себя инъекционные препараты. 2 человека из числа опрошенных (10%) отметили, что наилучший результат, по их мнению, наблюдался при использовании лекарственных форм для местного применения (мази, кремы, гели). Еще 2 пациента затруднились ответить при определении наиболее эффективной формы НПВС.

Относительно удобства для применения различных форм НПВС среди опрошенных нами получены следующие результаты: 14 человек (70%) считают наиболее удобным пероральный прием НПВС (таблетированные формы), еще 6 человек (30%) отметили, что наиболее удобно им было при использовании местных форм НПВС (мази и кремы). Инъекционные формы препаратов как наиболее удобные не отмечены ни одним из опрошенных пациентов.

Выводы. Таким образом, можно утверждать, что эффективность применения различных НПВС у пациентов с заболеваниями суставов в малой степени зависит от формы выпуска препаратов, большинство пациентов на основании собственного опыта применения считают различные лекарственные формы одинаково эффективными.

Наибольшим же удобством, по мнению пациентов, обладают лекарственные формы для приема внутрь, в меньшей степени удобными опрошенные назвали местные формы НПВС.

На основании вышеизложенного можно говорить о том, что перед современным врачом по-прежнему стоит непростая задача: найти оптимальное сочетание эффективности и удобства применения лекарственного препарата с учетом возможных побочных явлений.

#### Список литературы

1. Сушинская, О.А. Анализ наружных лекарственных форм с нестероидными противовоспалительными средствами / О.А. Сушинская, Н.С. Голяк // БГМУ в авангарде медицинской науки и практики: сборник научных трудов / Министерство здравоохранения Республики Беларусь, Белорусский государственный медицинский университет. – Т. 9. – Минск: Белорусский государственный медицинский университет, 2019. – С. 342-347.

2. Хаидбаев, И.М. Анализ спектра противопоказаний к использованию нестероидных противовоспалительных средств в виде лекарственных форм для энтерального введения, зарегистрированных в Российской Федерации / И.М. Хаидбаев, А.О. Костерин, О.О. Пасынкова // Современные проблемы естественных наук и медицины: Сборник статей Всероссийской научной конференции (Йошкар-Ола, 18–20 мая 2020 года). – Том 9. – Йошкар-Ола: Марийский государственный университет, 2020. – С. 514-517.



3. Камчатнов, П.Р. Локальное применение нестероидных противовоспалительных препаратов у пациентов с дорсопатией / П.Р. Камчатнов, А.В. Чугунов, С.Н. Шурыгин // Consilium Medicum. – 2019. – Т. 21, № 2. – С. 90-94.

4. Шарапова, Е.П. Локальные нестероидные противовоспалительные препараты в лечении остеоартрита / Е.П. Шарапова, Л.И. Алексеева // Терапия. – 2021. – Т. 7, № 3(45). – С. 80-86.

5. Гриднева, Г.И. Пациент-ориентированная терапия нимесулидом: безопасность и оптимальная лекарственная форма / Г.И. Гриднева // Эффективная фармакотерапия. – 2020. – Т. 16, № 13. – С. 30-34.

## **ИНТЕГРАТИВНАЯ ОЦЕНКА КОЛИЧЕСТВА КЕТОН-ДИНИТРОФЕНИЛГИДРАЗОНОВ В СЫВОРОТКЕ КРОВИ ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ ОСТЕОПОРОЗЕ**

***Чеботарев С.Н., Раджумар Д.С.Р., Коклина Н.Ю., Файтельсон А.В.***

Курский государственный медицинский университет,  
Курск, Российская Федерация

Установление значений количества окислительно-модифицированных белков – признанный в научном сообществе один из наиболее ранних способов установления признаков патологии человеческого организма, обусловленных воздействием свободных радикалов кислорода. Исследователями установлено, что под длительным влиянием активных форм кислорода в тканях происходит агрегация белка в рамках процесса окислительного стресса. Эти явления активируют в костных тканях организма резорбтивные процессы. Их маркерами в сыворотке крови выступают показатели содержания кетон-динитрофенилгидразонов (КДФГ). Исходя из определения их количества мы можем предсказать вероятность появления остеопоротических нарушений путем оценки степени формирования в организме окислительного стресса [3].

Целью настоящего исследования является повышение точности оценки содержания кетон-динитрофенилгидразонов в сыворотке крови при проведении спектрофотометрии в условиях экспериментального остеопороза за счет использования нового способа вычисления, в рамках которого представляется возможным оценить имеющиеся результаты с большей достоверностью.

Материалы и методы. Практическая часть исследования производилась на самках белых крыс линии Wistar. У исследуемых подопытных животных (общим числом 30) путем проведения двусторонней овариэктомии был вызван гипоэстроген-индуцированный остеопороз. В качестве контрольной группы использованы животные (в количестве 30), которым произведена ложная овариэктомия (оперативное вмешательство с лапаротомией без собственно удаления яичников). В процессе эксперимента оперативные вмешательства производились под внутрибрюшинным наркозом (хлоралгидрат в дозе 300 мг/кг).

Для обоснования номинированной гипотезы были применены следующие исследования:

- Цифровая рентгеновская денситометрия, подтверждающая через 8 недель после овариэктомии остеопоротические изменения в костной ткани проксимальных отделов бедренных и плечевых костей. Минеральная плотность костной ткани (МПКТ) рассчитывалась с использованием системы молекулярной визуализации. Использована мультифункциональная лабораторная рентгеновская установка In-Vivo

FX Pro (производство США, компания Bruker). Применено лицензированное программное обеспечение от производителя – Bone Density Software. Итоговые значения плотности костной ткани для исследуемых костей рассчитаны в граммах на сантиметры кубические ( $\text{г/см}^3$ ). Результаты, выделенные по каждому отдельному фрагменту, математически анализировались, по результатам чего вычислялось среднее значение МПКТ отдельно для плечевой и бедренной костей;

Для оценки степени тяжести окислительного стресса выполнялась оценка значений общих и нейтральных кетон-динитрофенилгидразонов в сыворотке крови для каждого подопытного животного. Точность вычисления количественных значений этих фракций ОМБ производилась при помощи разработанного и апробированного в НИИ экспериментальной медицины Курского государственного медицинского университета «способа комплексной оценки концентрации ОМБ в биологических жидкостях» (патент РФ № 2770562) [1].

Суть применяемой методики состоит в том, что образец материала (для настоящего исследования – сыворотка крови), прошедший специальную предварительную подготовку, размещается в кювете спектрофотометра. На приборе выставляется диапазон длин волн 230-550 нм, после чего производится сканирование оптической плотности представленного материала. Для контроля применяются образцы того же исходного материала. На основании полученных от прибора данных выполняют построение графика, отражающего зависимость оптической плотности исследуемых материалов от длины волны спектрофотометра. На следующем этапе полученный график разделяют на сегменты в зависимости от диапазонов длин волн поглощения по фракциям: кетон-динитрофенилгидразонов основного (КДНФГо) – 363-367 нм и нейтрального (КДНФГн) характера – 430-434 и 524-535 нм. Получаемый по итогу график оптической плотности образца не является прямолинейным, поэтому используется формула Симпсона [4] (метод численного интегрирования), что предоставляет возможность для более корректного вычисления площади прямоугольников, одна из сторон которых ограничена прямой линией. Данная формула выглядит следующим образом:

$$S = h/3[(y_0 + 4(y_1 + y_3 + \dots + y_{n-1}) + 2(y_2 + y_4 + \dots + y_{n-2}) + y_n)],$$

где: S – площадь оптической плотности одной из фракций образца ( $S_{\text{АДНФГн}}$ ,  $S_{\text{АДНФГо}}$ ,  $S_{\text{КДНФГн}}$ ,  $S_{\text{КДНФГо}}$ ); y – показатель оптической плотности; 0, 1, 2, 3, 4, n, n-1 – номер порции; h – шаг интервала оптической плотности. Общее количество ОМБ вычисляют путем суммации площадей имеющих фракций. Такой метод проведения вычислений формирует благоприятные условия для увеличения качества интегративной оценки концентрации МОД в рамках спектрофотометрического анализа разнообразных биологических жидкостей.

Результаты исследования. В результате проведения оперативного вмешательства – овариэктомии у участвовавших в эксперименте крыс формируются признаки генерализованного остеопороза, что подтверждается данными цифровой рентгеновской денситометрии. Так, нами установлено, что для проксимальных метафизов бедренных костей экспериментальных животных после проведения овариэктомии МПКТ в среднем составила  $2,332 \text{ г/см}^3$ , тогда как у ложно-оперированных животных данный показатель имел значение  $2,584 \text{ г/см}^3$  (разница составляет 10%). При исследовании проксимальных метафизов плечевых костей значение плотности костной ткани у крыс после проведенного удаления яичников составило  $2,007 \text{ г/см}^3$ , на 9,9% меньше по сравнению с животными, у которых такого удаления не производилось (у них соответствующий показатель составил  $2,208 \text{ г/см}^3$ ). Приводимые нами данные по обеим группам экспериментальных крыс имеют достоверные различия ( $p \leq 0,05$ ).

При выявлении степени тяжести окислительного стресса спектрофотометрией получены следующие значения оптической плотности: у ложно-оперированных крыс средний показатель КДФнГ составил 21,24 оптических единиц (ОЕ), а КДФнГн – 12,23 ОЕ, тогда как у животных с вызванным остеопорозом соответствующие значения составили 29,4 ОЕ и 30,64 ОЕ. Исходя из чего можно утверждать, что показатели общего кетон-динитрофенилгидразона у животных с индуцированным в эксперименте генерализованным остеопорозом практически на 28% выше, чем у животных без соответствующей патологии, а относительно нейтрального кетон-динитрофенилгидразона соответственно на 60%. Эти результаты эксперимента подтверждают гипотезу о том, что при гипоэстроген-индуцированном остеопорозе имеет место доминирование первичных маркеров окислительного стресса, что свидетельствует о том, что преобладающим выступает процесс агрегации молекул белка. Приводимое различие средних результатов по группам достоверно, коэффициент Стьюдента составил 4,10, что больше стандартного значения  $p=0,01$ . По данным вычисления коэффициента ранговой корреляции Спирмена [2], коэффициент корреляции между исследуемыми параметрами окислительного стресса и средней шириной костных трабекул исследуемых животных составил 0,429, что выше критического значения 0,36 ( $p=0,05$ ), а между значениями окислительного стресса и данными проведенной денситометрии этот коэффициент равен 0,37, что также выше критического значения. Такие результаты вычисления подтверждают наличие достоверной корреляции между рассматриваемыми параметрами.

Таким образом, на основании вышеизложенного можно сделать следующий вывод: при выполнении спектрофотометрии сыворотки крови в рамках определения количества фракций кетон-

динитрофенилгидразонов представляется целесообразным вычислять искомые показатели исходя из площади графика соответствующего диапазона оптического поглощения путем применения методики численного интегрирования с использованием формулы Симпсона. Такой подход ведет к сокращению времени проведения расчетов и повышению точности проводимого по предлагаемой методике исследования.

### Список литературы

1. Артюшкова Е.Б., Фурман Ю.В., Жеребилов Н.И., Крюков А.А., Щербаков А.М., Беляев А.Г., Чеботарев С.Н., Смахина А.М. Способ комплексной оценки количества окислительно-модифицированных белков в биологических жидкостях: Патент РФ № 2770562(73). Патентообладатель: ФГБОУ ВО «Курский государственный медицинский университет» Минздрава России (51) МПК G01N 33/52, G01N 33/68 G01N 21/27.: 2021117139/21; заявлено 11.06.2021; опубл. 18.04.2022; Бюл. № 11. – С. 5.
2. Гржибовский, А.М. Анализ номинальных данных (независимые наблюдения) / А.М. Гржибовский // Экология человека. – 2008. – № 6. – С. 58-68.
3. Захаров И.С., Колпински Г.И., Ушакова Г.А., Вавин Г.В. Роль оксидативного стресса в формировании постменопаузального остеопороза // Гинекология. – 2014. – Т. 16. – № 1. – С. 41-43.
4. Петров И.Б., Лобанов А.И. Лекции по вычислительной математике. – М.: Интуит, Бином, 2006. – 523 с.

# КОМПАРАТИВНАЯ ОЦЕНКА ОСТЕОПРОТЕКТИВНЫХ СВОЙСТВ ОБЫЧНЫХ И НАНОКАПСУЛИРОВАННЫХ ФОРМ ГЛЮКОЗАМИНА СУЛЬФАТА В ЭКСПЕРИМЕНТЕ

*Файтельсон А.В., Раджжумар Д.С.Р., Чеботарев С.Н., Коклина Н.Ю.*

Курский государственный медицинский университет,  
Курск, Российская Федерация

Введение. В настоящее время остеопороз стабильно занимает четвертое место в среде хронических неинфекционных заболеваний человека. Он уступает по распространенности лишь заболеваниям сердца и сосудов, онкопатологии и сахарному диабету. Всемирная организация здравоохранения указывает на высокое медико-социальное значение проблемы лечения остеопороза и связанных с ним нарушений, а также всерьез влияет и на экономический аспект, поскольку лечение связанных с остеопорозом переломов в совокупности с их последующей реабилитацией имеет достаточно высокую стоимость [4]. Однако сейчас наблюдается хорошо прослеживаемая тенденция, в рамках которой изменения, обусловленные остеопорозом и ведущие к развитию в таких костях переломов, встречаются все чаще. Исследователи предполагают, что в ближайшие 10 лет (до 2035 г.) число остеопоротических переломов вырастет с 600 до 735 тысяч случаев в год [3]. Подобные данные об изменениях частоты переломов в сочетании с усилением распространения традиционных форм остеопороза наглядно говорят о том, что по-прежнему нерешенным стоит перед нами вопрос о доступной и в достаточной степени эффективной лекарственной терапии для коррекции указанной патологии. Следовательно, среди ведущих задач травматологии и ортопедии на современном этапе представляется поиск новых фармакологических препаратов, их адекватных терапевтических доз и оптимальных методов введения, которые могли бы быть использованы в лечении как традиционных форм остеопороза, так и замедлений консолидации переломов и их незаращения на фоне остеопороза [2]. Известно, что некоторые хондропротекторы обладают не только хондропротективными свойствами, но и влияют на репаративную регенерацию костной ткани [1].

Цель исследования – в рамках эксперимента на крысах линии Wistar выполнить сравнительную оценку остеопротективных эффектов традиционных и нанокapsулированных форм глюкозамина сульфата, используя данные денситометрии и биохимических исследований.

Материалы и методы исследования. В эксперименте использовано 80 самок белых крыс линии Wistar, масса тела которых составила  $250 \pm 50$  г. Оперативные вмешательства на лабораторных животных проводились под общим наркозом. Гипоэстрогенный остеопороз индуцирован путем проведения овариэктомии. После вмешательства

подопытные крысы содержались в виварии в течение 8 недель и в течение содержания получали лечение изучаемыми препаратами в рамках проводимого эксперимента. Животные были нами разделены на четыре группы (в каждую включено по 20 крыс): I – контрольная группа, проведена лапаротомия без удаления яичников, ежедневно получали плацебо (1% крахмальный клейстер) внутривентрикулярно; II – после выполнения полноценной операции (двусторонняя овариэктомия) развился остеопороз, также ежедневно на протяжении эксперимента получали крахмальный клейстер; III – на фоне вызванного операцией остеопороза в течение 8 недель ежедневно получали 85,7 мг/кг глюкозамина сульфата на 1% крахмальном киселе однократно; IV – после двусторонней овариэктомии однократно в сутки получали внутривентрикулярно 17,1 мг/кг нанокапсулированного глюкозамина сульфата на 1% крахмальном киселе 1 раз в день.

По истечении 8 недель эксперимента (на 56-й день) на фоне индуцированного остеопороза из латеральной подкожной вены голени выполнялся забор крови, и в рамках биохимического анализа производилось вычисление уровней кальция и щелочной фосфатазы. Определения этих параметров выполнялись с помощью набора Vital и полуавтоматического анализатора Klima-МС 15. Также был проведен визуальный анализ цифровой рентгеновской денситометрии. Использованы система молекулярной визуализации in-vivo FX Pro (произведена американской компанией Bruker), программное обеспечение – лицензированное, программа Bone Density Software, после чего выполнен расчет МПКТ (минеральная плотность костной ткани).

Результаты исследования. По ходу цифровой рентгеновской денситометрии установлено, что средний показатель МПКТ в проксимальных метафизах плечевых костей крыс у животных первой группы составил  $2,208 \pm 0,025$  г/см<sup>3</sup> и в проксимальных отделах бедер  $2,584 \pm 0,021$  г/см<sup>3</sup>. У крыс второй группы после тотальной овариэктомии данные параметры составили  $2,007 \pm 0,03$  г/см<sup>3</sup> в плече, а в бедре –  $2,332 \pm 0,035$  г/см<sup>3</sup>. В третьей группе эти значения были равны в плече –  $2,136 \pm 0,03$  г/см<sup>3</sup>, а в бедре –  $2,513 \pm 0,032$  г/см<sup>3</sup>. У животных 4-й группы показатели плотности костной ткани составили  $2,124 \pm 0,25$  г/см<sup>3</sup> и  $2,359 \pm 0,015$  г/см<sup>3</sup>, соответственно.

Таким образом, средние значения МПКТ в проксимальных зонах плечевых и бедренных костей у животных с остеопорозом в среднем до 10% меньше соответствующего результата в контрольной группе. У крыс третьей группы, которым проводилась терапия обычной и нанокапсулированной формами глюкозамина сульфата, данные показатели в обеих локализациях на 7-8% выше, чем во второй группе, и только на 3-4% ниже, чем у крыс первой группы. Достоверно различие описанных значений для всех описанных групп ( $p \leq 0,05$ ).

Биохимические исследования уровней кальция в крови экспериментальных животных установили, что наибольшие значения наблюдались в I контроле ( $2,59 \pm 0,1$  ммоль/л), в то время, как в группе II этот показатель на 54% ниже ( $1,4 \pm 0,03$  ммоль/л). Средний уровень кальция в крови у животных III группы составил –  $2,45 \pm 0,22$  ммоль/л, а крыс IV группы –  $2,052 \pm 0,11$  ммоль/л. Следовательно, концентрация кальция в крови подопытных животных с моделью патологии без терапии на 46% меньше, чем у крыс без остеопороза. Использование в лечении традиционных форм (III группа) и нанокапсулированных форм (IV группы) глюкозамин сульфата предупреждает снижения параметров кальция в крови экспериментальных животных на 43% и 32%, соответственно, при этом полученные значения несколько ниже показателей у крыс без остеопороза. Полученные данные во всех группах имеют достоверные различия ( $p \leq 0,05$ ).

В рамках оценки значений щелочной фосфатазы крови экспериментальных крыс наиболее низкие значения зафиксированы в I группе экспериментальных крыс ( $388,9 \pm 13,9$  ммоль/л), тогда как во II исследуемой группе данные показатели были выше на 32% ( $572,75 \pm 34,71$  ммоль/л). При сравнении между группами экспериментальных животных, получавших терапию традиционными и нанокапсулированными формами глюкозамина сульфата, и контрольными группами I и II установлена достоверность разницы их показателей. Значения щелочной фосфатазы в группах крыс, получавших традиционные ( $420,3 \pm 20,69$  ммоль/л) и нанокапсулированные формы глюкозамина сульфата ( $472 \pm 23,564$  ммоль/л). Таким образом, среднее значение щелочной фосфатазы крови в группах III и IV было достоверно ниже, чем в группе II, и незначительно выше, чем в группе контрольных крыс с ложной овариэктомией. Различия по всем группам статистически достоверны ( $p \leq 0,05$ ).

Выводы. В результате проведенного эксперимента нами установлено, что при ежедневном введении в течение 56 суток подопытным крысам с искусственно индуцированным остеопорозом глюкозамина сульфата в обычных и нанокапсулированных формах улучшаются показатели минеральной плотности кости при денситометрическом контроле, а также предотвращается снижение уровней кальция и значительное повышение концентрации щелочной фосфатазы в крови при биохимическом анализе. При этом было отмечено, что нанокапсулированная форма лишь незначительно уступает обычной форме глюкозамина сульфата в своих остеопротективных и фармакотерапевтических свойствах, несмотря на то, что при исследовании проводилось пятикратное уменьшение доз.



## Список литературы

1. Громова, О.А. Молекулярные механизмы глюкозамина сульфата при лечении дегенеративно-дистрофических заболеваний суставов и позвоночника: результаты протеомного анализа / О.А. Громова, И.Ю. Торшин, А.М. Лиля, А.Н. Громов // Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика. – 2018. – 10(2). – С. 38-44.
2. Киндрас, М.Н. Остеопороз – мультидисциплинарная проблема врачей амбулаторного звена / М.Н. Киндрас, А.Е. Ермакова // Проблема реализации мультидисциплинарного подхода к пациенту в современном здравоохранении: материалы Междунар. научн. практ. конф. (г. Курск, 12 марта 2019 г.). – Курск: Изд-во КГМУ, 2019. – С. 51-62.
3. Положаева, И.В. Актуальность проблемы остеопороза в молодом возрасте и его ранней современной / И.В. Положаева, М.Т. Алиякпаров // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2018. – № 2. – С. 115-120.
4. Файтельсон, А.В. Перспективы фармакологической коррекции остеопоротических нарушений при переломах длинных трубчатых костей (экспериментальное исследование) / А.В. Файтельсон, Е.Б. Артюшкова, Ю.В. Фурман, А.В. Аниканов, Д.С.Р. Раджжумар – Курск: Закрытое акционерное общество «Университетская книга»; 2020. – 120 с.

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЙ ГЛЮКОЗАМИНА СУЛЬФАТА  
НА МИНЕРАЛЬНУЮ ПЛОТНОСТЬ КОСТНОЙ ТКАНИ  
ПРИ ДЕНСИТОМЕТРИИ И БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ  
КАЛЬЦИЯ И ЩЕЛОЧНОЙ ФОСФАТАЗЫ  
ПРИ МОДЕЛИРОВАННОМ ОСТЕОПОРОЗЕ**

*Раджкумар Д.С.Р., Файтельсон А.В., Чеботарев С.Н., Коклина Н.Ю.*

Курский государственный медицинский университет,  
Курск, Российская Федерация

Актуальность. Остеопороз представляет собой хроническое системное заболевание скелета. Он характеризуется снижением массы кости и снижением прочности костной ткани при сопутствующем повышении ее хрупкости. Это ведет к более частому возникновению переломов костей у больных остеопорозом, в том числе на фоне низкоэнергетической травмы [3]. Статистика свидетельствует, что в нашей стране остеопорозом страдают 14 миллионов человек, это 27% мужского и 34% женского населения России. Социальная значимость остеопороза обусловлена высоким риском переломов костей скелета при данном заболевании, что неизбежно ведет к снижению качества жизни, увеличению числа лиц-инвалидов и увеличению финансовых расходов в сфере здравоохранения на лечение таких больных [1, 2]. На этом фоне заставляют задуматься данные о том, что при переломах проксимальных отделов бедренной кости смертность в течение полугода после травмы остается значительной и составляет порядка 30%. Особенно волнует ситуация в данной области у пациентов пожилого и старческого возраста [4].

Существенное развитие в последние годы фармакологической и фармацевтической технологии тем не менее не повлияло на ситуацию, при которой сращение остеопоротических переломов остается весьма длительным процессом, во время которого больные по-прежнему нуждаются в непрерывном уходе со стороны близких в течение всей реабилитации. Такая ситуация вновь доказывает необходимость поиска в новых исследованиях более совершенных и современных методов профилактики и лечения остеопороза и его осложнений.

Цель исследования – интегративная оценка остеопротективных эффектов глюкозамина сульфата по результатам денситометрических и биохимических исследований при моделированном остеопорозе в эксперименте.

Материалы и методы исследования. Эксперимент выполнялся на 60 самках белых крыс линии Вистар массой  $250 \pm 50$  г. Для моделирования остеопороза костей скелета подопытным животным проводилось оперативное вмешательство – двусторонняя овариэктомия под внутрибрюшинным наркозом (хлоралгидрат 300 мг/кг). После проведения вмешательства все животные содержались в лабораторных условиях в течение 8 недель проведения эксперимента.

Участвовавшие в эксперименте крысы разделены в процессе эксперимента на 3 равные группы по 20 крыс в каждой: I группа – контроль (проведена ложная овариэктомия, лапаротомия, без удаления яичников), в течение эксперимента получали плацебо (1% крахмальный клейстер внутривенно); II группа – произведена двусторонняя овариэктомия, в течение эксперимента также получали плацебо в виде крахмального клейстера внутривенно; III группа – после проведения полноценного оперативного вмешательства экспериментальные животные получали 85,7 мг/кг глюкозамина сульфата на 1% крахмальном клейстере ежедневно.

На 56-й день исследования у экспериментальных животных произведен забор крови с последующим биохимическим анализом с определением уровней кальция и щелочной фосфатазы. Также произведено исследование минеральной плотности костной ткани (МПКТ) проксимальных метафизарных частей бедренных и плечевых костей экспериментальных крыс. Используются мультифакториальная лабораторная рентгеновская установка In-Vivo FX Pro (производитель – Bruker, США), а также лицензионное программное обеспечение Bone Density Software. Все получаемые значения исследуемого показателя приводились в граммах на кубические сантиметры ( $\text{г/см}^3$ ). По итогу расчетов и математического анализа для отдельных локализаций (бедренная кость, плечевая кость) устанавливался средний показатель МПКТ.

Результаты исследования. Средний показатель содержания кальция в крови экспериментальных крыс составил: в I группе (контроль) –  $2,59 \pm 0,14$  ммоль/л; во II группе (моделированный остеопороз без получения терапии) –  $1,4 \pm 0,03$  ммоль/л; в III группе (с применением глюкозамина сульфата) –  $2,45 \pm 0,22$  ммоль/л. В рамках анализа представленных данных установлено, что у крыс, получавших на фоне остеопороза терапию глюкозамина сульфатом, в сравнении с экспериментальными животными с индуцированным остеопорозом, получавшими плацебо, уровень кальция крови был достоверно выше ( $p \leq 0,05$ ).

Уровень щелочной фосфатазы у крыс в эксперименте составил: в I группе –  $388,9 \pm 13,9$  Ед/л; во II группе –  $572,8 \pm 34,71$  Ед/л; в III группе –  $420,3 \pm 20,7$  Ед/л. Таким образом, в III группе среднее значение щелочной фосфатазы значительно ниже, чем во II группе, и относительно выше в сравнении с соответствующим показателем у I группы. Согласно статистическому анализу результатов полученные различия являются достоверными ( $p \leq 0,05$ ).

В ходе выполнения цифровой рентгеновской денситометрии было обнаружено, что средний показатель МПКТ в проксимальных метафизах плечевых костей у животных первой группы равен  $2,208 \pm 0,025$   $\text{г/см}^3$ , а проксимальных метафизах бедренных костей  $2,584 \pm 0,021$   $\text{г/см}^3$ . У крыс

второй группы после билатеральной овариэктомии без лечения эти параметры составили  $2,007 \pm 0,03$  г/см<sup>3</sup> и  $2,332 \pm 0,035$  г/см<sup>3</sup> соответственно. В третьей группе полученные аналогичные значения были равны  $2,136 \pm 0,03$  г/см<sup>3</sup> и  $2,513 \pm 0,032$  г/см<sup>3</sup> соответственно. Таким образом, средние показатели МПКТ в проксимальных зонах плечевых и бедренных костей у животных с остеопорозом на 10% меньше соответствующего результата в контрольной группе. У крыс третьей группы, которым проводилась терапия глюкозамина сульфатом, данные показатели в обеих локализациях на 7-8% выше, чем во второй группе, и только на 3% ниже, чем у крыс первой группы. Представленные данные по всем группам имеют статистически достоверные различия ( $p \leq 0,05$ ).

Выводы. Полученные в результате экспериментального исследования результаты прямо свидетельствуют о том, что глюкозамина сульфату присущи выраженные остеопротективные свойства, препарат предотвращает снижение минеральной плотности костной ткани. При этом в рамках исследования отмечено благотворное влияние использованного препарата на средние показатели кальция и щелочной фосфатазы крови экспериментальных животных.

#### Список литературы

1. Аникин, С.Г. Хондроитина сульфат: механизмы действия, эффективность и безопасность при терапии остеоартроза / С.Г. Аникин, Л.И. Алексеева // Современная ревматология. Фармакотерапия. – № 3. – 2012. – С. 78-82.
2. Добровольская, О.В. Осложненный остеопороз: минеральная плотность костной ткани различных отделов скелета, качество жизни, приверженность терапии и затраты на лечение: дис. канд. мед. наук: 14.01.22 / О.В. Добровольская. – Москва, 2016 – 129 с.
3. Мельниченко Г.А., Белая Ж.Е., Рожинская Л.Я., [и др.]. Федеральные клинические рекомендации по диагностике, лечению и профилактике остеопороза / Г.А. Мельниченко, Ж.Е. Белая, Л.Я. Рожинская, [и др.]. Проблемы эндокринологии. 2018;63(6):392-426.
4. Файтельсон, А.В. Перспективы фармакологической коррекции остеопоротических нарушений при переломах длинных трубчатых костей (экспериментальное исследование) / А.В. Файтельсон, Е.Б. Артюшкова, Ю.В. Фурман, А.В. Анканов, Д.С.Р. Раджумар – Курск: Закрытое акционерное общество «Университетская книга»; 2020. – 120 с.

## **СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА КЕТОН-ДИНИТРОФЕНИЛГИДРАЗОНА КАК МАРКЕРА ОКСИДАТИВНОГО СТРЕССА ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ ОСТЕОПОРОЗЕ**

***Раджкумар Д.С.Р., Файтельсон А.В., Чеботарев С.Н., Коклина Н.Ю.***

Курский государственный медицинский университет,  
Курск, Российская Федерация

С ростом продолжительности жизни людей стабильно увеличивается частота характерных для остеопороза переломов проксимальных участков бедренных и плечевых костей [1]. Известно, что в рамках процессов окислительного стресса (называемого также оксидативным) повышается интенсивность резорбции костной ткани, что может быть выявлено путем оценки концентрации окислительно-модифицированных белковых молекул в крови. Причем некоторые из таких белков представляют собой достоверные маркеры развития остеопоротических процессов, обоснованные с точки зрения биохимии. В течение жизни человеческого организма имеет место повышение активности прооксидантных агентов в его составе. На фоне снижения собственных антиоксидантных ресурсов человека такой повышенный синтез оксидантных агентов ведет в итоге к развитию оксидативного или окислительного стресса. Для такого процесса характерны экспрессия свободных радикалов (СР) и активных форм кислорода (АФК), под влиянием которых в тканях организма происходит денатурация и фрагментация белковых молекул. Биохимическим признаком протекания таких процессов может служить кетон-динитрофенилгидразон (КДФНГ) [2]. Исходя из чего можно предполагать, что вычисление показателей содержания КДФНГ может служить способом для оценки интенсивности резорбции костных тканей.

Цель исследования – в рамках эксперимента оценить методику количественного определения содержания кетон-динитрофенилгидразона как маркера для определения оксидативного стресса в организме.

Материалы и методы. В качестве экспериментальных животных использовано 60 самок белых крыс линии Wistar. Моделирование остеопороза осуществлялось у 30 животных при помощи проведения оперативного вмешательства – двусторонняя овариэктомия. Еще 30 животным проведена ложная операция (контрольная группа) – лапаротомия без воздействия на яичники.

По истечении 8 недель от начала эксперимента подопытным животным выполнена цифровая рентгеновская денситометрия проксимальных участков плечевых и бедренных костей, произведено вычисление минеральной плотности костной ткани (МПКТ). Исследование и анализ результатов выполнены с использованием системы молекулярной визуализации в мультифункциональной лабораторной рентгеновской установке In-Vivo FX Pro (производство

США) и лицензированного программного обеспечения (BoneDensitySoftware). Показатели плотности костных тканей, рассчитанные в ходе эксперимента, указывались в граммах на кубические сантиметры ( $\text{г/см}^3$ ).

Также производились биохимические исследования: определение концентрации кальция в крови экспериментальных крыс (в ммоль/л) и определение уровня щелочной фосфатазы крови (в Ед/л). Оценка содержания общего и нейтрального кетон-динитрофенилгидразонов выполнялась спектрофотометрическим способом (в оптических единицах – ОЕ).

Для усовершенствования определения КДФГ в НИИ Экологической медицины Курского государственного медицинского университета произведены разработка и практическое внедрение методики оценки содержания окислительно-модифицированных белковых молекул в биологических жидкостях. Для этого исследуемый образец (кровь) помещается в пробирку центрифуги с предварительным окрашиванием 2,4-динитрофенил-гидрозином подвергшихся окислительной модификации белков. В течение 60 минут исследуемый образец выдерживается при температуре 18-20°C. Затем производят осаждение белков при помощи 20% трихлоруксусной к-ты с последующим растворением получаемого осадка в 2 мл 2% едкого натрия. Цифровые значения содержания окислительно-модифицированных белковых субстанций определяются методом спектрофотометрографии с длиной волн 230-530 нм [3].

Результаты исследования. По результатам цифровой рентгеновской денситометрии нами установлено, что средние значения МПКТ для проксимальных метафизов плечевых костей экспериментальных животных составили среди подвергшихся удалению яичников крыс  $2,007 \text{ г/см}^3$ , тогда как в группе с проведением ложных оперативных вмешательств этот показатель составил  $2,208 \text{ г/см}^3$ , т. е. значение для первой группы на 9,9% меньше соответствующего показателя для второй группы. Для проксимальных метафизов бедренных костей экспериментальных животных установлено, что МПКТ в группе с моделированным остеопорозом составила  $2,332 \text{ г/см}^3$ , что на 10% ниже соответствующего показателя контрольной группы ( $2,584 \text{ г/см}^3$ ). Представленные разности значений для групп статистически достоверны ( $p \leq 0,05$ ).

В рамках биохимического анализа крови экспериментальных крыс получены следующие результаты: у подвергшихся двусторонней овариэктомии крыс общий КДФГ (КДФГ<sub>о</sub>) – 29,4 оптических единиц (ОЕ); КДФГ нейтральный (КДФГ<sub>н</sub>) – 30,64 ОЕ. Среди животных с применением ложного оперативного вмешательства эти показатели составили 21,24 ОЕ и 12,23 ОЕ соответственно. Представленные данные, таким образом, свидетельствуют, что у животных с индуцированным остеопорозом значения общего КДФГ по сравнению с

животными без патологии практически на 28% выше. А при исследовании содержания нейтрального КДФГ значение в группе крыс с остеопорозом выше соответствующего показателя в контрольной группе на 60%.

По результатам биохимического исследования крови лабораторных животных содержание кальция крови у крыс с моделью остеопороза составило в среднем 1,40 ммоль/л, средний показатель содержания щелочной фосфатазы – 572,8 Ед/л. Для группы крыс без остеопороза аналогичные значения кальция и щелочной фосфатазы были равны 2,59 ммоль/л и 388,9 Ед/л соответственно. Таким образом, при экспериментальном остеопорозе отмечаются снижение количества кальция в крови подопытных животных на 85% и повышение концентрации щелочной фосфатазы на 47%.

**Выводы.** Проведенные экспериментальные исследования позволяют сделать вывод о том, что выполнение двусторонней овариэктомии у лабораторных крыс ведет к развитию выраженного остеопороза проксимальных метафизарных отделов плечевых и бедренных костей, что проявляется снижением МПКТ при денситометрии в указанных локализациях, снижением содержания кальция в крови таких животных и, напротив, ростом концентрации в ней щелочной фосфатазы.

При развитии гипоэстроген-индуцированного остеопороза отмечено повышение содержания в крови общего и нейтрального кетондинитрофенилгидразона, которые выступают в качестве маркеров происходящего в организме окислительного стресса.

Таким образом, дальнейшее научное изучение маркеров окислительного стресса как способов прогнозирования и выявления активности процессов резорбции в костной ткани является перспективным направлением экспериментальных лабораторных и клинических исследований в рамках актуальной проблемы ранней диагностики остеопороза.

#### Список литературы

1. Добровольская, О.В. Осложненный остеопороз: минеральная плотность костной ткани различных отделов скелета, качество жизни, приверженность терапии и затраты на лечение: автореферат дис. ... канд. мед. наук: 14.01.22 / О.В. Добровольская; «Научно-исследовательский институт им. В.А. Насоновой». – Москва, 2016. – 129 с.

2. Захаров И.С., Колпински Г.И., Ушакова Г.А., Вавин Г.В. Роль окислительного стресса в формировании постменопаузального остеопороза // Гинекология. – 2014. – Т. 16, № 1. – С. 41-43.

3. Патент № 2754434 Российская Федерация, МПК51 G01N 33/68, G01N 33/52. Способ определения окислительно-модифицированных белков в биологических жидкостях: N 2021104153/21: заявл. 18.02.2021: опубл. 10.09.2021 / Е.Б. Артюшкова, Ю.В. Фурман, Н.И. Жербилов, [и др.]; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Курский государственный медицинский университет» Минздрава России. – 6 с.

## **ИЗУЧЕНИЕ ОСТЕОПРОТЕКТИВНЫХ СВОЙСТВ РАЗЛИЧНЫХ ПРЕПАРАТОВ СТРОНЦИЯ ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ ОСТЕОПОРОЗЕ**

***Файтельсон А.В., Раджумар Д.С.Р., Коклина Н.Ю., Чеботарев С.Н.***

Курский государственный медицинский университет,  
Курск, Российская Федерация

Актуальность. Остеопороз – мультифакториальное заболевание, развивающееся в рамках нарушения метаболизма в организме человека. Оно характеризуется снижением массы костной ткани и нарушением микроархитектоники костей, что приводит в итоге к повышению риска развития переломов [1, 2]. Такие переломы, возникающие на фоне остеопоротических поражений, отличаются от остальных своим низкоэнергетическим потенциалом.

Среди причин развития данной патологии исследователями отмечены наследственная предрасположенность, наличие эндокринных нарушений, сопутствующих заболеваний, образ жизни больного и его физическая активность, а также прием некоторых лекарственных препаратов, имеющих среди своих побочных эффектов в том числе и усиление резорбции костной ткани. На данный момент возросла значимость остеопороза в его социальном аспекте, поскольку на фоне отмечающегося устойчивого роста средней продолжительности жизни населения возрастает и частота этой патологии в человеческой популяции, а вместе с этим растет и число остеопоротических переломов. Такие процессы ведут к повышению затрат в области охраны здоровья. Следовательно, мы убеждаемся в актуальности на сегодняшний день поиска и внедрения в практику новых современных способов лекарственной коррекции остеопороза, стабилизации состояния таких пациентов на длительные сроки [3, 7].

Цель исследования – в рамках проведения эксперимента произвести оценку остеопротективных эффектов препаратов стронция на основании данных денситометрических и биохимических исследований.

Материалы и методы. В качестве лабораторных животных для эксперимента использовано 100 самок белых крыс линии Wistar массой  $250 \pm 50$  г. У экспериментальных животных производилось моделирование гипоэстроген-индуцированного остеопороза путем выполнения оперативного вмешательства – лапаротомия, двусторонняя овариэктомия (внутрибрюшинный наркоз, хлоралгидрат 300 мг/кг). На протяжении 56 суток после начала эксперимента подопытным животным ежедневно внутривенно вводились различные препараты стронция.

Лабораторные крысы, принимавшие участие в эксперименте, были разделены на 5 равных групп: I группа – животные с ложной



овариэктомией, лапаротомия без удаления яичников (контроль); II группа – крысы с проведенной двусторонней оvariэктомией; III группа – после удаления яичников на протяжении 8 недель ежедневно получали 171,4 мг/кг хлорида стронция; IV – после удаления яичников в течение 8 недель получали 171,4 мг/кг стронция ренелата (препарат «Строметта»); V группа – после оперативного вмешательства ежедневно получали 34,3 мг/кг стронция хлорида в нанокапсулированной форме внутрижелудочно.

По истечении 56 суток от начала эксперимента лабораторным животным под наркозом проводилась цифровая рентгеновская денситометрия. Применялись система молекулярной визуализации In-Vivo FX Pro американского производства и лицензионное программное обеспечение – Bone Density Software. Фиксация животных не применялась. По результатам денситометрии выполнен расчет среднего суммарного значения минеральной плотности костной ткани (МПКТ) для проксимальных отделов плечевых и бедренных костей. В рамках эксперимента осуществлен также забор венозной крови у лабораторных животных с целью определения содержания в ней кальция и щелочной фосфатазы. В условиях лаборатории использованы полуавтоматический анализатор Klima-МС 15 и наборы Vital. Данные, полученные в результате исследования, проанализированы с использованием методов описательной статистики при помощи пакета анализа программы Microsoft Excel [3, 4, 6].

Результаты. Влияние изучаемых препаратов на показатель минеральной плотности костной ткани иллюстрирует следующие полученные при денситометрии данные: в I группе МПКТ составила  $2,971 \pm 0,11$  г/см<sup>3</sup>, во II группе этот же показатель составил  $2,665 \pm 0,15$  г/см<sup>3</sup>, в III группе –  $2,943 \pm 0,12$  г/см<sup>3</sup>, в IV и V группах МПКТ была  $2,936 \pm 0,18$  г/см<sup>3</sup> и  $2,930 \pm 0,31$  г/см<sup>3</sup> соответственно.

В результате определения при биохимическом анализе уровня щелочной фосфатазы крови установлено, что в контрольной группе он составлял  $388,90 \pm 13,9$  Ед/л (единиц на литр), в группе крыс с остеопорозом, не получавших препарат, –  $572,75 \pm 34,7$  Ед/л, в группе, ежедневно получавшей стронция хлорид, –  $278,750 \pm 9,1$  Ед/л, в группе лабораторных животных, получавших стронция ренелат, –  $428,150 \pm 27,0$  Ед/л, в группе крыс, получавших нанокапсулированный препарат стронция, –  $350,10 \pm 13,2$  Ед/л. При этом средние уровни кальция в крови экспериментальных животных составили; в I группе –  $2,59 \pm 0,14$  ммоль/л (миллимоль на литр); во II группе –  $1,4 \pm 0,03$  ммоль/л; в III группе –  $1,87 \pm 0,07$  ммоль/л; в IV группе –  $2,12 \pm 0,05$  ммоль/л, в V группе –  $2,18 \pm 0,06$  ммоль/л.

Уровни кальция в группах крыс, получавших терапию исследуемыми препаратами, значительно превышали ( $p \leq 0,05$ ) показатели в группе лабораторных крыс с индуцированным удалением яичников

остеопорозом, не получавших лечения, хотя наиболее благотворное влияние на данный параметр оказывали стронция ранелат и наноформа стронция хлорида.

Выводы. Подводя итог вышеизложенному, можно отметить, что положительное влияние и воздействие на процессы в организме, связанные с компенсацией остеопоротических изменений, отмечены в различной степени у всех исследованных в рамках эксперимента препаратов. Тем не менее четко сказать, какой из них является наиболее эффективным и предпочтительным, не представляется возможным на данном этапе, требуются дополнительные исследования.

### Список литературы

1. Аврунин, А.С. Формирование остеопоротических сдвигов в структуре костной ткани (Костные органы, структура костной ткани и ее ремоделирование, концепция патогенеза остеопороза, его диагностика и лечение). / А.С. Аврунин, Н.В. Корнилов, А.В. Суханов – СПб., 2012. – 68 с.

2. Беневоленская, Л.И. Проблема остеопороза в современной медицине / Л.И. Беневоленская // *Consilium Medicum*. – 2014. – Т. 6, № 2. – С. 8-11.

3. Клинические рекомендации. Остеопороз: диагностика, профилактика и лечение / Под ред. Л.И. Беневоленской, О.М. Лесняк. // М., 2015. – 171 с.

4. Логика повторных введений стронций хлорида при лечении костных метастазов / Н.В. Деньгина, В.В. Родионов, С.В. Панченко // *Экологическая физиология и медицина: наука, образование и здоровье населения*. – 2012. – С. 76-78.

5. Adachi, J.D. Impact of prevalent fractures on quality of life: baseline results from the global longitudinal study of osteoporosis in women / J.D. Adachi // *Mayo Clin. Proc.* – 2010. – Vol. 85, N 9. – P. 806-813.

6. Adhesion of hematopoietic progenitor cells to human bone marrow or umbilical vein derived endothelial cell lines: a comparison / P.M. Rood, W.R. Gerritsen, D. Kramer [et al.] // *Exp. Hematol.* – 2012. – Vol. 27. – P. 1306-1314.

7. Arnaud, C.D. Effect of parathyroid hormone (1-34) on fractures and bone mineral density in postmenopausal women with osteoporosis. / C.D. Arnaud, J.R. Zanchetta [et al]. // *New Eng. J. Med.* – 2011. – Vol. 344. – P. 1434–1441.

# **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНЪЕКЦИЙ PRP И ГИАЛУРОНОВОЙ КИСЛОТЫ В ЛЕЧЕНИИ ОСТЕОАРТРОЗА КОЛЕННОГО СУСТАВА:**

## **АНАЛИЗ ДАННЫХ КЛИНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

*Хабибулин Р.Р., Лебедев А.Ю.*

Курский государственный медицинский университет,

Курск, Российская Федерация

Актуальность. В современном контексте проблема остеоартроза представляет собой серьезный вызов для системы здравоохранения, поскольку эта патология суставов значительно уменьшает качество жизни человека в обществе. Несмотря на многочисленные исследования и разработки, текущие методы лечения не всегда обеспечивают достаточно эффективное и безопасное лечение данной патологии. В этом контексте применение PRP-терапии представляет собой одно из направлений исследований, демонстрирующее актуальность и повышенную заинтересованность в научной области.

Цель настоящего исследования заключается в оценке эффективности и раскрытии механизмов действия PRP-терапии в контексте лечения остеоартроза коленного сустава. Исследование направлено на расширение наших знаний в области применения тромбоцитарной плазмы для улучшения результатов терапии, а также на выяснение биологических процессов, лежащих в основе положительных изменений в состоянии суставов.

Материалы и методы. Проведен систематический обзор литературы в базах данных PubMed, Scopus и Web of Science. Включены только публикации на английском языке с датой публикации с 2010 года по настоящее время. В работу включались: исследования, оценивающие эффективность PRP-терапии в лечении остеоартроза коленного сустава, клинические исследования, мета-анализы и обзоры литературы. Из работы исключались статьи, не соответствующие указанным критериям, а также те, для которых не было доступа к полному тексту.

Результаты. Предполагается, что инъекция ГК в полость коленного сустава может физически смазать суставную поверхность, уменьшить износ и биологически питать суставной хрящ, и способствовать синтезу эндогенной ГК, тем самым задерживая дальнейшее заболевание суставов [9]. Опубликовано большое количество рандомизированных контролируемых исследований (РКИ) и систематических обзоров внутрисуставного введения PRP и гиалуроновой кислоты (ГК) при КОА, и в большинстве исследований сделан вывод о том, что внутрисуставная инъекция PRP по сравнению с ГК может облегчить боль в колене и улучшить функцию пациентов с КОА. Более того, исследования

показали, что совместное применение PRP и ГК может восстановить дегенерацию хряща и замедлить прогрессирование КОА

На основе исследований предклинического характера установлено, что PRP способствует улучшению состояния дегенерирующего хряща, активизируя процессы миграции, размножения и дифференцировки мезенхимальных стволовых клеток в хондроциты суставов. Воздействие PRP на прогрессирование остеоартрита (КОА) проявляется в подавлении воспалительных цитокинов и регулировании уровня ферментативной экспрессии, способствуя восстановлению хрящевой ткани [1]. Более того, результаты нескольких клинических исследований и систематических обзоров свидетельствуют о способности PRP восстанавливать проявления остеоартроза в течение года после инъекции, включая уменьшение боли, повышение подвижности и восстановление функциональности [2].

Гиалуроновая кислота является важнейшим компонентом суставной жидкости и отвечает за вязкоупругие и смазывающие свойства в суставах [3]. Она участвует в хондропротекции, синтезе протеогликана и гликозаминогликанов, а также в противовоспалительном действии. Кроме того, внутрисуставное введение ГК позволяет значительно снизить скорость апоптоза хондроцитов [4]. Множество исследований показало, что введение ГК у лиц с КОА имеет перспективы снижения боли в области коленного сустава, что, в свою очередь, улучшает его функцию и повышает уровень жизни [5].

Примечательно, что в небольшом количестве клинических исследований не было показано, что обогащенная тромбоцитами плазма (PRP) превосходит гиалуроновую кислоту. Обзор работы Филардо и его коллег [6] показывает, что пациенты, получившие инъекции PRP, не достигли лучших результатов, чем те, кто получал гиалуроновую кислоту. Пятилетнее исследование, проведенное Ди Мартино и его командой [7], показало, что инъекции PRP не привели к общему клиническому улучшению по сравнению с гиалуроновой кислотой, особенно с точки зрения функциональных аспектов на протяжении всего периода исследования. Интересно, что хотя инъекции богатой лейкоцитами и тромбоцитами плазмы (LP-PRP) показали более высокую клиническую эффективность по сравнению с гиалуроновой кислотой, они не влияли на рентгенологические и MPT результаты прогрессирования хряща после 52 недель наблюдения.

Также исследования показали, что гиалуроновая кислота неэффективна для пациентов с тяжелым течением КОА, а эффект ГК со временем уменьшается, особенно у пациентов пожилого возраста [10]. Гиалуроновая кислота в основном обеспечивает питание и защиту суставов и не может регенерировать поврежденный хрящ, в то время как PRP содержит большое количество факторов роста, которые могут

способствовать пролиферации хондроцитов и синтезу хрящевого матрикса [11]. Таким образом, комбинация PRP и ГК может иметь лучший эффект у пациентов пожилого возраста, пациентов с тяжелой формой КОКА или с плохим ответом на лечение только ГК или PRP.

Ранее проведенные исследования демонстрировали, что применение терапии плазмой, богатой тромбоцитами, в комбинации с ГК при ОКС может оказывать более выраженное снижение болевых реакций по шкале WOMAC в отличие от результатов исследований, где применялась терапия только плазмой, богатой тромбоцитами.

Еще одним фактором, влияющим на эффекты PRP, является концентрация лейкоцитов в составе PRP, которая может содержать больше провоспалительных цитокинов и быть вредной для восстановления хряща. Для выявления потенциальной гетерогенности результатов был использован анализ в подгруппах. В исследовании, проведенном Riboh et al. [8], сравнивали LP-PRP и LR-PRP при лечении КОА и обнаружили, что инъекции LP-PRP приводили к значительному улучшению показателей WOMAC по сравнению с ГК или плацебо.

Важно отметить, что существует достаточно большая потребность в установлении более стандартизированных процедур и выделении подгрупп пациентов, которые могут получить наибольшую выгоду от данного вида лечения. Отсутствие стандартизации представляет собой ограничение дальнейшего исследования, что отражено в данной работе. Более детальный анализ затруднен из-за нескольких факторов, включая отсутствие ключевых данных, разнообразные отчеты на основе имеющейся информации, а также недостаток высококачественных исследований, направленных на изучение конкретных аспектов в контексте составов и оптимальных целей терапии. Учет всех этих факторов необходим для предотвращения возможности искажения результатов.

Несмотря на положительные результаты в некоторых исследованиях, внимание к негативным аспектам PRP-терапии, таким как методологические ограничения, различия в протоколах, потенциальные риски и экономическая неопределенность, необходимо учитывать при рассмотрении этого метода лечения. Дальнейшие хорошо контролируемые исследования и стандартизация протоколов могут дополнительно разъяснить эффективность и безопасность PRP-терапии.

Выводы. Сравнение результатов в ранние периоды наблюдения вызывает более широкие дискуссии. В контексте данной клинической ситуации использование концентратов тромбоцитов следует рассматривать не как самостоятельный метод лечения, а скорее как дополнение к нему. Следует также отметить, что предоставленные данные, хотя и обладают статистической и клинической значимостью, демонстрируют лишь частичное улучшение, далекое от достижения

полных показателей. Однако следует подчеркнуть, что эффект, достигаемый с использованием концентратов тромбоцитов, превосходит простой плацебо-эффект, и инъекции PRP показывают более выдающиеся результаты по сравнению с альтернативными методами инъекций.

С другой стороны, хотя есть исследования, подчеркивающие превосходство PRP над ГК, также существуют и противоположные результаты, не позволяющие делать однозначные выводы относительно преимуществ одного метода перед другим. Некоторые исследования указывают на отсутствие существенного различия между PRP и ГК в клиническом улучшении, а также на отсутствие значимого влияния на структурные изменения суставов в долгосрочной перспективе.

Таким образом, несмотря на перспективы использования PRP и ГК в лечении остеоартроза коленного сустава требуются дополнительные исследования для более глубокого понимания механизмов действия и определения оптимальных показаний для каждого метода. Все это будет способствовать улучшению эффективности лечения и повышению качества жизни пациентов с остеоартрозом.

### Список литературы

1. Shen L., Yuan T., Chen S., Xie X., Zhang C. The temporal effect of platelet-rich plasma on pain and physical function in the treatment of knee osteoarthritis: systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J Orthop Surg Res.* 2017;12(1):16. Published 2017 Jan 23. doi:10.1186/s13018-017-0521-3.
2. Johal H., Khan M., Yung S.P. et al. Impact of Platelet-Rich Plasma Use on Pain in Orthopaedic Surgery: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Health.* 2019;11(4):355-366. doi:10.1177/1941738119834972.
3. Parisi S., Ditto M.C., Priora M. et al. Ultrasound-guided intra-articular injection: efficacy of hyaluronic acid compared to glucocorticoid in the treatment of knee osteoarthritis. *Minerva Med.* 2019;110(6):515-523. doi:10.23736/S0026-4806.19.06190-1.
4. Han Y., Huang H., Pan J. et al. Meta-analysis Comparing Platelet-Rich Plasma vs Hyaluronic Acid Injection in Patients with Knee Osteoarthritis. *Pain Med.* 2019;20(7):1418-1429. doi:10.1093/pm/pnz011.
5. Li Q., Qi X., Zhang Z. Intra-articular oxygen-ozone versus hyaluronic acid in knee osteoarthritis: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Int J Surg.* 2018;58:3-10. doi:10.1016/j.ijssu.2018.08.007.
6. Filardo G., Di Matteo B., Di Martino A. et al. Platelet-Rich Plasma Intra-articular Knee Injections Show No Superiority Versus Viscosupplementation: A Randomized Controlled Trial. *Am J Sports Med.* 2015;43(7):1575-1582. doi:10.1177/0363546515582027.
7. Di Martino A., Di Matteo B., Papio T. et al. Platelet-Rich Plasma Versus Hyaluronic Acid Injections for the Treatment of Knee Osteoarthritis: Results at 5 Years of a Double-Blind, Randomized Controlled Trial. *Am J Sports Med.* 2019;47(2):347-354. doi:10.1177/0363546518814532.
8. Riboh J.C., Saltzman B.M., Yanke A.B., Fortier L., Cole B.J. Effect of Leukocyte Concentration on the Efficacy of Platelet-Rich Plasma in the Treatment of Knee Osteoarthritis. *Am J Sports Med.* 2016;44(3):792-800. doi:10.1177/0363546515580787.

9. Duymus T.M., Mutlu S., Dernek B., Komur B., Aydogmus S., Kesiktas F.N. Choice of intra-articular injection in treatment of knee osteoarthritis: platelet-rich plasma, hyaluronic acid or ozone options. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017;25(2):485-492. doi:10.1007/s00167-016-4110-5.
10. Bannuru R.R., Natov N.S., Dasi U.R., Schmid C.H., McAlindon T.E. Therapeutic trajectory following intra-articular hyaluronic acid injection in knee osteoarthritis--meta-analysis. *Osteoarthritis Cartilage.* 2011;19(6):611-619. doi:10.1016/j.joca.2010.09.014.
11. Andia I., Abate M. Knee osteoarthritis: hyaluronic acid, platelet-rich plasma or both in association?. *Expert Opin Biol Ther.* 2014;14(5):635-649. doi:10.1517/14712598.2014.889677.

**ПРИМЕНЕНИЕ РАДИОЧАСТОТНОЙ АБЛЯЦИИ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ  
ЗАБОЛЕВАНИЙ КОЛЕННОГО СУСТАВА:  
СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ НА БУДУЩЕЕ  
*Ашурков С.Н., Лебедев А.Ю.***

Курский государственный медицинский университет,  
Курск, Российская Федерация

Актуальность. Радиочастотная абляция коленчатого нерва стала одним из вариантов лечения пациентов с болезненным остеоартритом коленного сустава, для которых консервативное лечение не дало желаемого результата или которые, возможно, не соответствуют требованиям или хотят избежать хирургической процедуры.

Цель. Настоящее исследование направлено на оценку эффективности и механизмов действия радиочастотной абляции для лечения коленного сустава. Оно проводится с целью расширения наших знаний в области применения этого метода для улучшения результатов терапии и выяснения биологических процессов, лежащих в основе положительных изменений в состоянии суставов. Исследование включает в себя оценку эффективности радиочастотной абляции коленчатого нерва под контролем ультразвука в облегчении боли, а также ее влияния на функциональные результаты, качество жизни и физическую работоспособность пациентов с остеоартрозом коленного сустава.

Материалы и методы. Проведен систематический обзор литературы с использованием баз данных PubMed, Cochrane Review, Sci-Hub. Были включены статьи с датой публикации с 2015 года и по настоящее время. В этом обзоре литературы были собраны и проанализированы данные исследований, процедурные детали, результаты после лечения, точки наблюдения и осложнения. Включенные исследования были проанализированы на предмет клинической значимости.

Общие сведения: радиочастотная абляция коленного сустава (GNRFA) является новым и инновационным методом лечения симптомов остеоартрита коленного сустава. Она может быть использована как альтернатива консервативному лечению или в случаях, когда пациенту не подходит оперативное лечение. В ходе процедуры радиочастотные волны передаются через кожу и ткани к нерву, вызывая его временное отключение. Это может привести к снижению боли и улучшению функций коленного сустава.[1] Было показано, что GNRFA обеспечивает кратковременное облегчение боли у большинства пациентов, а некоторые из них продолжают испытывать положительные эффекты даже после нескольких месяцев. Процедура безопасна и хорошо переносится пациентами.



Описание. Процедура GNRFA (лазерная абляция коленчатого нерва) проводится в два этапа. На первом этапе пациентам делают диагностический блок, который контролируется рентгеноскопией или ультразвуком. В этом блоке специалист вводит 1 мл лидокаина вокруг верхней латеральной, верхней медиальной и нижней медиальной ветвей коленчатого нерва с помощью спинномозговой иглы длиной 3,5 дюйма (8,9 см) и диаметром 20 калибра. Этот диагностический блок является внесуставным. Если пациент сообщает о снижении боли на 50% или больше в течение минимум 24 часов после инъекции, то он считается кандидатом на проведение коленчатой абляции. При этом процедура GNRFA не требует общей анестезии.

Альтернативы: консервативное лечение симптоматического ОА коленного сустава включает в себя снижение веса, физиотерапию, боковые клиновидные стельки, чрескожную стимуляцию нервов, нестероидные противовоспалительные препараты в комбинации с ингибиторами протонной помпы, а также инъекции кортизона и гиалуроновой кислоты. Хирургическое лечение симптоматического ОА коленного сустава включает артроскопию коленного сустава, высокую остеотомию большеберцовой кости, тотальное эндопротезирование коленного сустава и односоставное эндопротезирование коленного сустава у пациентов без заболевания боковых отделов.

Результаты. Процедура абляции проводится вне коленного сустава в отличие от альтернатив, таких как внутрисуставная терапия и хирургическое вмешательство. Эффективность нехирургических вмешательств при ОА коленного сустава в облегчении боли и улучшении функции сустава, как правило, недостаточна. Тем не менее GNRFA, по-видимому, является новой альтернативой для пациентов, у которых консервативное и хирургическое лечение оказалось безуспешным. В нашей клинической практике нередко пациенты достигают адекватного контроля боли после абляции на срок до 1 года. GNRFA обеспечивает временное облегчение при симптоматическом ОА коленного сустава, поскольку не исключает возможности возобновления роста и регенерации периферических нервов, и, следовательно, возвращения боли [2].

При анализе нескольких исследований были получены значения средних показателей VAS значительно ниже при оценке через 1, 3 и 6 месяцев по сравнению с предоперационными значениями ( $P < 0,001$ ). Также наблюдалось значительное снижение индекса WOMAC по сравнению с предоперационными значениями ( $P < 0,001$ ). В результате благоприятного исхода пациенты, которые принимали опиоиды, 66,7% отказались от препаратов, также после терапии 56,3% пациентов, принимавших НПВП, перестали принимать их в связи с улучшениями. Ни во время, ни после процедуры серьезных осложнений не возникло [3].

Уже существуют исследования на трупном материале, проводилось тщательное анатомическое вскрытие. В результате препарирования и анализа пришли к выводу, что после процедур РЧА обеспечивается полная сенсорная денервация, это, конечно, в перспективе улучшит клинические результаты. Потребуется дальнейшие широкие исследования, чтобы подтвердить гипотезу о том, что полученный вывод о повышении эффективности и безопасности РЧА имеет место в клинической практике [4].

По результатам исследования Медицинского колледжа Висконсина у пациентов прекращалась боль после процедуры и также при последующем наблюдении, а индекс остеоартрита Университетов Западного Онтарио и Макмастера коррелировал с парными различиями показателей боли до и после операции [5].

Выводы. Радиочастотная абляция коленчатых нервов может значительно облегчить боль и улучшить функциональные результаты у пациентов с остеоартрозом коленного сустава.

Исследования показали благоприятные результаты в лечении тяжелой хронической боли в колене с помощью радиочастотной абляции сроком до одного года с минимальными осложнениями. Однако многочисленные исследования вызывали опасения по поводу протоколов процедур, качества исследований и последующего наблюдения за пациентами. Радиочастотная абляция может принести существенную клиническую и функциональную пользу пациентам с хронической болью в колене из-за остеоартрита или после тотального эндопротезирования коленного сустава.

Хотя метод радиочастотной абляции представляется относительно безопасным на основании имеющихся данных, необходимы дополнительные крупномасштабные исследования для обеспечения большей уверенности.

### Список литературы

1. Anita Gupta, Daniel P. Huettner. Comparative Effectiveness Review of Cooled Versus Pulsed Radiofrequency Ablation for the Treatment of Knee Osteoarthritis: A Systematic Review. 2017 Mar;20(3):155-171.
2. Hua Zhang, Bo Wang. Efficacy and safety of radiofrequency ablation for treatment of knee osteoarthritis: a meta-analysis of randomized controlled trials. 2021 Apr;49(4) doi: 10.1177/03000605211006647
3. Zafer Yasin Konya, Suna Akin Takmaz. Results of genicular nerve ablation by radiofrequency in osteoarthritis-related chronic refractory knee pain. 2020 Feb 13;50(1):86-95. doi: 10.3906/sag-1906-91.
4. Aaron Conger, Daniel M Cushman, Kortnie Walker, Russell Petersen, David R Walega. A Novel Technical Protocol for Improved Capture of the Genicular Nerves by Radiofrequency Ablation. 2019 Nov 1;20(11):2208-2212. doi: 10.1093/pm/pnz124.
5. Brody Fitzpatrick; Matthew Cowling, DO; Michelle Poliak-Tunis. Effect of Genicular Nerve Radiofrequency Ablation for Knee Osteoarthritis: A Retrospective Chart Review. 2021 Jul;120(2):156-159.

6. Vwaire Orhurhu, Ivan Urits, Ravi Grandhi, Alaa Abd-Elsayed. Systematic Review of Radiofrequency Ablation for Management of Knee Pain 2019 Jul 8;23(8):55. doi: 10.1007/s11916-019-0792-y.
7. Jennifer L. Swanson. Genicular nerve radiofrequency ablation: An option for knee osteoarthritis pain. 2023 Mar 1;36(3):32-36. doi: 10.1097/01.JAA.0000911236.85923.d2.
8. Roberto Luigi Cazzato, Julien Garnon, Jean Caudrelier. Radiofrequency ablation for the treatment of knee osteoarthritis: present status and future perspectives. 2018 Dec;34(8):1270-1271. doi: 10.1080/02656736.2017.1413716.
9. Zachary L. McCormick, Steven P. Cohen. Technical considerations for genicular nerve radiofrequency ablation: optimizing outcomes. 2021 Jun;46(6):518-523. doi: 10.1136/rapm-2020-102117.
10. Luisa A. Burgos, Austin J. Greenwood, Sergey S. Tarima. Pain relief following genicular nerve radiofrequency ablation: does knee compartment matter. 2021 Nov;11(6):705-714. doi: 10.2217/pmt-2021-0019.

## ТАРГЕТНЫЙ ПОДХОД В ЛЕЧЕНИИ ОСТЕОАРТРИТА

*Гасимова М.Э., Раджжумар Д.С.Р.*

Курский государственный медицинский университет,  
Курск, Российская Федерация

Актуальность. Остеоартрит (ОА) является прогрессирующим дегенеративным заболеванием, которое становится все более актуальным для лиц различных возрастных категорий. На фоне растущего количества больных остеоартритом во всем мире его лечение остается важной клинической проблемой. Несмотря на многочисленные клинические отчеты и исследования на животных патогенез и прогрессирование течения ОА до сих пор полностью не изучены, что затрудняет подбор эффективной патогенетической терапии [4]. Помимо этого, используемые для лечения такие препараты, как нестероидные противовоспалительные средства (НПВС) и кортикостероиды, не подходят для длительного применения из-за частого возникновения побочных эффектов [2,4]. Совокупность этих факторов обуславливает необходимость создания эффективной системы доставки лекарств для терапии ОА.

Цель исследования – изучение современных методов и возможностей таргетной терапии для улучшения качества жизни пациентов с остеоартритом.

Материалы и методы исследования. Теоретический анализ и синтез научной литературы отечественных и зарубежных авторов.

Результаты исследования. Как правило, методы лечения остеоартрита можно разделить на три категории [1].

*Немедикаментозные методы лечения* включают обучение пациентов, рекомендованное Европейской лигой по борьбе с ревматизмом (EULAR); диету, воздействующую на такой важный фактор риска развития ОА, как ожирение; физические упражнения; различные методы физиотерапии (ультразвук, электростимуляция, фототерапия, гидротерапия, магнитотерапия, криотерапия и термотерапия), значительно устраняющие такие симптомы, как боль, отек и нарушение движений в суставах.

Что касается *фармакологических методов лечения*, то зачастую применяются селективные ингибиторы циклооксигеназы (ЦОГ)-2, нестероидные противовоспалительные препараты (НПВП), кортикостероиды и анальгетики. Однако пероральный прием НПВП может сопровождаться множеством побочных эффектов со стороны верхних отделов желудочно-кишечного тракта и сердечно-сосудистой системы. Все более актуальными в фармакотерапии ОА становятся хондроитин, глюкозамин, гиалуроновая кислота и картогенин, обладающие различными эффектами: способны индуцировать превращение мезенхимальных стволовых клеток в хондроциты,

оказывают хондропротекторное действие, поддерживают реологический гомеостаз синовиальной жидкости и т.д. Местное лечение с помощью внутрисуставных инъекций является подходящей стратегией, но проблема применения данного метода заключается в том, что терапевтические средства быстро выводятся из организма вследствие обмена синовиальной жидкости. Этот фактор обуславливает более частое применение внутрисуставных инъекций, что чревато морфологическими изменениями, повреждениями хряща, причинением большей боли пациентам и финансовыми затратами.

Среди *хирургических методов лечения ОА* можно выделить артроскопическую санацию, трансплантацию хряща, резекцию мениска и артропластику [1, 4].

Продолжается поиск более эффективных терапевтических методик – разрабатываются новые активные компоненты таргетной терапии. Рассмотрим некоторые биоматериалы, используемые в качестве составляющих систем доставки лекарственных средств.

*Хитозан*, производное хитина, является перспективным средством доставки лекарств благодаря своим биосовместимости, биоразлагаемости и нетоксичности. Использование наночастиц хитозан-трансплантат-полиэтиленimina, нагруженных ДНК, показало большой успех и высокую эффективность при трансфекции хондроцитов и синовиоцитов. В векторы можно добавлять и гиалуроновую кислоту, что значительно повышает эффективность трансфекции. Наночастицы хитозана, конъюгированные с картогенином, обладают хондрогенными и хондропротекторными свойствами [4, 7]. Отличный противовоспалительный эффект показала конъюгация хитозана с плюроник F-127, используемая для доставки картогенина и диклофенака в единой системе. Использование наночастиц хитозана в качестве носителей лекарств не только увеличивает время удерживания НПВС в хряще, но и облегчает течение остеоартрита, что открывает многообещающее направление для его лечения [6].

*Сополимер полимолочной и гликолевой кислот (PLGA)* подходит в качестве носителя доставки для широкого спектра биомолекул и обладает способностью контролировать процесс высвобождения веществ. Нано-каркасы PLGA, имитирующие матрицу для адгезивных пептидов, могут предложить новый взгляд на тканевую инженерию и, в свою очередь, на лечение ОА [3].

*Поли-N-изопропилакриламид (pNiPAM)* – термочувствительный полимер, обладающий широким спектром биологических применений. Он способен загружать гидрофильные агенты. Система доставки pNiPAM была также модифицирована с помощью полиэтиленгликоля (PEG), что позволило напрямую доставлять загруженные пептиды в целевые поврежденные участки для избирательного воздействия на

них. pNiPAM является многообещающей платформой для лечения ОА [4, 7].

Авидин является широко используемым катионным наноносителем веществ. Выявлено, что авидин обладает слабым и обратимым электростатическим взаимодействием с хрящом, приводящим к быстрому проникновению во все слои хряща и чрезвычайно длительному времени удержания лекарств в хряще [4]. Отмечено, что при использовании данного носителя с дексаметазоном высвобождение последнего продолжалось до 3 недель [5].

Некоторые биоматериалы могут функционировать не только как носители, но и как макромолекулярные препараты, например, хондроитинсульфат и гиалуроновая кислота (ГК). Рекомендованы и внутрисуставное применение ГК при ОА коленного сустава, и система доставки лекарств на основе ГК, продемонстрировавшие высокую эффективность [4, 7]. Синтетические биосовместимые полимеры также продемонстрировали хорошие свойства: повышение растворимости, замедленное высвобождение и длительное удерживание лекарственного средства.

По форме компоненты таргетной терапии представлены микрочастицами, наночастицами, гидрогелями, липосомами, мицеллами, дендримерами или их сочетаниями. Очевидно, что комбинация различных видов носителей могла бы усилить терапевтическую эффективность, что является темой для дальнейшего изучения и клинического применения [4].

Потенциально в терапии ОА могут быть использованы наноразмерные мицеллы, содержащие триамцинолон, и триамцинолон, конъюгированный с изготовленными из полиэтиленгликоля углеродными нанотрубками, которые в ходе исследований не только увеличивали внутриклеточное поглощение, но и подавляли воспалительные реакции и предотвращали возникновение системных побочных эффектов, характерных для кортикостероидов [4]. Удалось разработать нанолисты, которые могут эффективно контролировать высвобождение дексаметазона в полости сустава, что позволяет получать желаемые терапевтические эффекты [5]. Гели на основе липидных носителей с наноструктурой, обогащенной НПВС (например, ибупрофеном), обладали большим потенциалом проникновения в кожу и в конечном итоге увеличивали противовоспалительный эффект при хроническом ОА. Доказана роль наночастиц куркумина с PLGA, способствующих уменьшению прогрессирования ОА, облегчению болевого синдрома за счет воздействия на различные цитокины и экспрессии связанных с ними генов. Были разработаны различные методы доставки гиалуроновой кислоты: конъюгация ГК с самособирающимся нанополимером при температуре тела; наночастицы бычьего сывороточного альбумина, покрытые ГК; гидрогели ГК, которые

останавливают прогрессирование дегенеративных процессов, обеспечивая новую стратегию терапии ОА [4,7].

Выводы. Системы доставки лекарств для терапии ОА достигли значительного прогресса и демонстрируют большие перспективы: благодаря носителям замедляется высвобождение, и увеличивается время воздействия лекарственных средств в полости сустава; оказывается непосредственное целенаправленное воздействие как лекарственных препаратов (НПВС, кортикостероидов и т.д.), так и компонентов генной терапии (например, векторов с ДНК) на поврежденные участки сустава. Однако проблемой в лечении ОА остается отсутствие лекарств от остеоартрита, изменяющих заболевание (DMOAD).

### Список литературы

1. Духанин, А.С. Симптом-модифицирующие препараты замедленного действия в лечении остеоартрита: от молекулы к клиническому эффекту (взгляд фармаколога) / А.С. Духанин // Современная ревматология. – 2018. – № 12(2). – С. 79-87.
2. Панченко, А.Н. Использование полимеров в современной медицине / А.Н. Панченко // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2023. – Т. 2, № 2. – С. 135-137.
3. Сурья, Н. PLGA – перспективный полимер для доставки лекарственных средств / Н. Сурья, С. Бхаттачарья // Фармация и фармакология. – 2021. – Т. 9, № 5. – С. 334-345.
4. Biomaterial-engineered intra-articular drug delivery systems for osteoarthritis therapy / L. Kou, S. Xiao, R. Sun [и др.] // Drug Delivery. – 2019. – N 1. – С. 870-885.
5. Drug Delivery System Based on Near-Infrared Light-Responsive Molybdenum Disulfide Nanosheets Controls the High-Efficiency Release of Dexamethasone To Inhibit Inflammation and Treat Osteoarthritis / Y. Zhao, C. Wei, X. Chen [и др.] // ACS Appl Mater Interfaces. – 2019. – N 11(12). – С. 11587-11601.
6. Multifunctional Carrier Based on Halloysite/Laponite Hybrid Hydrogel for Kartogenin Delivery / M. Massaro, G. Buscemi, L. Arista [и др.] // ACS Med Chem Lett. – 2018. – N 10(4). – С. 419-424.
7. Targeted treatment for osteoarthritis: drugs and delivery system. / L. Mao, W. Wu, M. Wang [и др.] // Drug Delivery. – 2021. – N 1. – С. 1861-1876.

# **ПРИНЦИПЫ КОНСЕРВАТИВНОЙ ТЕРАПИИ БОЛЬНЫХ С ДЕГЕНЕРАТИВНО-ДИСТРОФИЧЕСКИМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ СУСТАВОВ**

*Крутых Е.Б.*

Курский государственный медицинский университет,  
Курск, Российская Федерация

Актуальность. На сегодняшний день деформирующий остеоартроз является наиболее распространенной формой поражения суставов. Данное заболевание чаще всего сопровождается длительной потерей трудоспособности, нарушением функции опорно-двигательного аппарата и в конечном итоге инвалидностью. Остеоартроз считается самым распространенным заболеванием опорно-двигательного аппарата (в России им страдает каждый десятый житель), с возрастом частота заболеваемости непременно увеличивается.

Данная проблема имеет непосредственно медико-социальное значение. Из-за снижения функциональных возможностей суставов появляется необходимость в иммобилизации больных, что в свою очередь приводит к утяжелению течения сопутствующих заболеваний, таких как: сахарный диабет 2 типа, сердечно-сосудистые заболевания, старческая астения.

Целью работы является исследование консервативного лечения дегенеративно-дистрофических заболеваний суставов.

Методом исследования является научно-теоретический анализ медицинской литературы, изучение медицинской документации, сравнение и обобщение сведений.

Результаты исследования. Лечение дегенеративно-дистрофических заболеваний суставов требует комплексного подхода, так как необходимо воздействовать на болевой синдром, он часто является основной жалобой пациента при обращении, а также необходимо уменьшить воспаление и улучшить функцию сустава.

Одной из основных групп препаратов для лечения являются нестероидные противовоспалительные средства, однако их использование связано с развитием НПВП-индуцированных гастропатий. Прием НПВП в четыре раза увеличивает риск возникновения желудочно-кишечных кровотечений и перфорации язвы. Кровотечения и перфорация случаются у одного из ста больных, регулярно принимающих НПВП. По данным рандомизированных клинических исследований, язвенные поражения ЖКТ выявляются в среднем у трети больных, регулярно принимающих неселективные НПВП более шести месяцев [2]. Поэтому обязательно оценивается степень риска желудочно-кишечных, кардиоваскулярных осложнений, а также кожные реакции на НПВП в анамнезе [3]. В терапии нестероидными противовоспалительными средствами предпочтение



отдается такому препарату, как «Мелоксикам» – умеренно селективный НПВП, так как данное заболевание характерно для возрастных людей, у которых часто в анамнезе имеются АГ, гастропатии, хронические заболевания поджелудочной железы. Препарат обладает хондронейтральным свойством, не снижает образование протеогликана и не увеличивает синтез ИЛ-1 в отличие от индометацина (неселективный НПВП) [6].

Также к симптоматическим средствам лечения дегенеративно-дистрофических заболеваний суставов относятся анальгетики (парацетамол, трамадол – доза подбирается в зависимости от степени интенсивности болей) и внутрисуставные глюкокортикостероиды (метилпреднизолон, триамцинолон, дипроспан) – не более 2-3 инъекций в год в один сустав [3, 4].

К симптоматическим препаратам медленного действия относятся хондропротекторы. Они подразделяются на монокомпонентные (препараты хондроитина сульфата или глюкозамина гидрохлорида), дикомпонентные (содержат два активных компонента) и многокомпонентные (Алфлутоп). В ходе проведения клинических исследований было доказано, что при применении Алфлутопа возможно уменьшение применяемых доз НПВП, что непосредственно связано с уменьшением рисков ЖКК. Хондропротекторы требуют применения от 4 до 6 месяцев и более, также рекомендуют вводить препарат курсами – по 2-3 курса в течение года. Наибольшую эффективность в ходе клинических испытаний показала комбинация хондроитин сульфата и глюкозамина [5].

Таким образом, можно сделать вывод, что терапия дегенеративно-дистрофических заболеваний суставов подбирается всегда индивидуально в зависимости от отдельного клинического случая. И чем раньше начало консервативной терапии, тем эффективнее результаты лечения.

#### Список литературы

1. Алфлутоп в локальной терапии периартритов плеча / С.М. Носков [и др.] // Терапевт. арх. – 2005. – № 8. – С. 57-60.
2. Насонов, Е.Л. Применение нестероидных противовоспалительных препаратов. Клинические рекомендации / Е.Л. Насонов, А.Е. Каратеев // Рус. мед. журн. – 2006. – Т. 14, № 25. – С. 1769-1778.
3. Применение нестероидных противовоспалительных препаратов / А.Е. Каратеев [и др.]. М.: ИМА-ПРЕСС, 2009. – 167 с.
4. Современный взгляд на внутрисуставное применение глюкокортикоидов в комплексной терапии ювенильных артритов // cyberleninka.ru: сайт. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennyy-vzglyad-na-vnutrisustavnoe-primenenie-glyukokortikoidov-v-kompleksnoy-terapii-yuvenilnyh-artritov>
5. Хондропротекторы // cyberleninka.ru: сайт. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/hondroprotektory/viewer>

6. Цветкова, Е.С. Современная фармакотерапия коленных суставов: особенности симптоматического и болезнь-модифицирующего действия. Особенности симптоматического действия современных препаратов при остеоартрозе коленных суставов / Е.С. Цветкова, Н.Г. Иониченок, Л.Н. Денисов // Научно-практическая ревматология. – 2014. – Т. 53, № 1. – С. 63-68. – ISSN 1995-4484.

7. Эффективность и безопасность трамадола при остеоартрите коленного или тазобедренного сустава: систематический обзор и сетевой мета-анализ рандомизированных контролируемых исследований // pubmed: сайт. – URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34251756/>.

# ПРИМЕНЕНИЕ СКАФФОЛДОВ В ПРОЦЕССЕ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОВРЕЖДЕННЫХ СУСТАВНЫХ ХРЯЩЕЙ

*Кондакова П.Д.*

Курский государственный медицинский университет,  
Курск, Российская Федерация

Высокая продолжительность жизни в ряде стран обуславливает многомиллионную распространенность патологии суставного хряща в настоящее время. Малоподвижный образ жизни, а также пожилой возраст являются одними из основных факторов риска повреждения хряща. Ограниченная способность к регенерации обусловлена аваскулярной природой хряща и лимитированной пролиферацией зрелых хондроцитов [1].

В решение одной из центральных проблем современных травматологии и ортопедии – восстановления поврежденных костей и суставов – значительный вклад внесли активно разрабатываемые технологии регенеративной медицины [3].

Динамически развивающиеся технологии восстановительной медицины включают в себя применение клеточных продуктов, в том числе на биodeградируемых носителях. Скаффолды подразделяются на две группы: не содержащие клеток и содержащие хондроциты или мультипотентные мезенхимальные стромальные клетки. Внеклеточный матрикс способствует пролиферации мультипотентных мезенхимальных стромальных клеток и дифференциации их в хондроциты [1, 2]. При этом использование скаффолдов устраняет вероятность миграции клеток из зоны применения, т.е. применение клеточной культуры без каркаса менее эффективно. Основными функциями скаффолдов являются фиксация клеток с целью создания соответствующего микроокружения, уровня гидратации, а также стимулирование пролиферации и метаболической активности содержащихся в нем клеток. Матрикс может быть произведен из материалов синтетического или биологического происхождения. К первым относятся полилактид, сополимер молочной и гликолевой кислот, полиэтиленгликоль. Биологическими материалами являются альгинат натрия, гидроксипатит, желатин, коллаген, серицин, фиброин, хитозан. При этом наиболее целесообразно использовать комбинации указанных материалов для обеспечения необходимой механической прочности, скорости биodeградации и стимуляции пролиферации клеток [3, 5].

При анализе современных исследований в области технологий восстановления поврежденной хрящевой ткани было установлено, что данная область регенеративной медицины является одной из наиболее актуальной и перспективной в настоящее время и включает не только изучение и производство новых материалов, но и проведение апробации в клинике. Наиболее активно работы по регенерации хрящевой ткани

проводятся авторскими коллективами таких азиатских стран, как Китай, Япония, Южная Корея, Сингапур. При этом участие в части данных разработок принимают ученые из России [3, 4].

### Список литературы

1. Актуальные направления применения клеточной терапии в регенеративной медицине / А.А. Чапленко, М.Д. Хорольский, Е.В. Мельникова, В.А. Меркулов // Биопрепараты. Профилактика, диагностика, лечение. – 2020. – Т. 20, № 2. – С. 82-88.

2. Walter S.G., Ossendorff R., Schildberg F.A. Articular cartilage regeneration and tissue engineering models: a systematic review. Arch Orthop Trauma Surg. 2019;139(3):305–16. <https://doi.org/10.1007/s00402-018-3057-z>.

3. Басок, Ю.Б. Технологии тканевой инженерии и регенеративной медицины в лечении дефектов хрящевой ткани суставов / Ю.Б. Басок, В.И. Севастьянов // Вестник трансплантологии и искусственных органов. – 2016. – Т. 18, № 4. – С. 102-122. – DOI 10.15825/1995-1191-2016-4-102-122.

4. Лечение дегенеративно-дистрофических заболеваний коленного сустава на основе использования мезенхимальных стволовых клеток синовиальной оболочки / Н.Д. Батпенов, Е.К. Раймагамбетов, Г.С. Корганбекова [и др.] // Травматология Және ортопедия. – 2020. – № 2(52). – С. 18-23.

5. Современные представления о применении скаффолдов в регенеративной медицине (обзор литературы) / А.Н. Митрошин, М.Г. Федорова, И.В. Латынова, А.А. Нефедов // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки. – 2019. – № 2(50). – С. 133-143.

## **ОСТЕОАРТРОЗ: АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДИАГНОСТИКИ**

*Щербачева А.О., Коклина Н.Ю.*

Курский государственный медицинский университет,  
Курск, Российская Федерация

Актуальность. Остеоартроз – это гетерогенная группа заболеваний, которые отличаются друг от друга этиологией, однако, имеют схожие морфологические и клинические проявления. Характеризуется первичной дегенерацией суставного хряща с последующим изменением субхондральной кости. Далее вышеперечисленные изменения приводят к развитию краевых остеофитов и появлению реактивного синовита. При данной патологии воспалительный процесс захватывает все структуры сустава: хрящ, субхондральная кость, суставная капсула, синовиальная оболочка, связки и периартикулярные мышцы [1].

Цель исследования – провести анализ современных методов диагностики при остеоартрозе суставов.

Методы и материалы. В данной работе были проанализированы источники литературы как зарубежных, так и отечественных авторов.

Результаты исследования. «Основные киты» в диагностике остеоартроза: рентгенография, магнитно-резонансная томография (МРТ), компьютерная томография (КТ) и ультразвуковое исследование (УЗИ). Наиболее популярным и значимым методом в диагностике остеоартроза является рентгенологическое исследование. Это связано с простотой, доступностью и информативностью данного способа. Рентгенография применяется для определения остеофитов, субхондрального остеосклероза, а также кистовидных изменений в суставе. Обязательными рентгенологическими симптомами остеоартроза являются: сужение суставной щели, остеофиты и субхондральный остеосклероз. К необязательным симптомам относят: субхондральные кисты, околосуставной краевой дефект костной ткани и т.д. Рентгенография применяется как стандарт для выявления и оценки стадии тяжести остеоартроза. При этом используются шкалы Келлгрена и Лоуренса, позволяющие определить стадию от 0 до IV [4].

Следующим по значимости методом диагностики является магнитно-резонансная томография (МРТ). Это высокоинформативный метод визуализации и оценки течения остеоартроза. В отличие от рентгенографии МРТ дает возможность лучше изучить сустав благодаря: контрастированию мягких тканей, выбору плоскости, трехмерному изображению, отсутствию лучевой нагрузки, высокому разрешению, а также потенциалу оценки не только костных структур, но и всего органа в целом. Обязательными критериями остеоартроза на МРТ являются: краевые остеофиты, сужение суставной щели, отек костного мозга, гипертрофия костной ткани, субхондральные кисты, повреждение хряща и т.д. МРТ позволяет точно оценить толщину,

объем суставного хряща и степень при остеоартрозе, тем самым ускорив начало терапии пациентов [2].

Еще одним методом диагностики является компьютерная томография (КТ). В отличие от рентгенологического исследования данный способ позволяет оценить не только костную, но и дифференцировать мягкие ткани. Однако достаточно уступает МРТ, ведь КТ не обеспечивает более высокий контраст мягких тканей. Но за счет сигнальных характеристик тканей МРТ не различает некоторые особенности при остеоартрозе: нормальная субхондральная кость и субхондральный склероз имеют одинаковые сигнальные характеристики, тем самым не выявляясь на МРТ граммах. А вот КТ более чувствительна к субхондральному склерозу, что доказывает необходимость использования данных методов диагностики в комплексе. Основными симптомами на КТ при остеоартрозе являются: истончение гиалинового хряща, сужение суставной щели, склероз, образование кист, остеофитов [3].

Наиболее молодым и перспективным методом диагностики остеоартроза в травматологии является ультразвуковое исследование (УЗИ). Этот способ позволяет оценить как патологию мягких тканей, так и выявить наличие синовита, а также используется для визуализации хряща, поверхности костных структур. Важным достоинством УЗИ является то, что помимо определения травматических повреждений, дегенеративно-дистрофических изменений данный метод «видит» воспаление. На сегодняшний день существует несколько режимов сканирования: цветовое и энергетическое доплеровское картирование (ЦДК, ЭДК); нативная гармоника; панорамное сканирование; трехмерные реконструкции и режим 3D (4DUЗИ) [5].

Вывод. В настоящее время все вышеописанные лучевые методы диагностики нашли широкое применение для подтверждения остеоартроза. Стандартом диагностики является рентгенография, наиболее простой и верный помощник для врача. МРТ стала незаменимым способом обследования, поскольку открывает возможности для изучения объема, толщины и качества суставного хряща, а также состояния мягких тканей. КТ позволяет получать трехмерное изображение, при этом визуализируя хрящ при помощи контрастных препаратов. УЗИ дает оценку не только изменению кости и хряща, но и изображение мягких тканей при помощи разных режимов сканирования.

#### Список литературы

1. Дубиков, А.И. Остеоартроз: старая болезнь, новые подходы // Современная ревматология. – 2013. – № 2. – С. 82-86.
2. Касимова, У.К. Компьютерная и магнитно-резонансная томография в диагностике остеоартроза коленного сустава / У.К. Касимова, Х.З. Гиясов // Новый день в медицине. – 2013. – № 4(4). – С. 34-36.

3. Островский, А.Б. Информативность инструментальных методов диагностики остеоартроза коленных суставов / А.Б. Островский, С.В. Норина // Здоровоохранение Дальнего Востока. – 2004. – № 1(9). – С. 8-11.

4. Hunter D.J. Insights from imaging on the epidemiology and pathophysiology of osteoarthritis // Radiol. Clin. North Am. – 2009. – Vol. 47. – P. 539-551.

5. Xu L., Hayashi D., Roemer F.W., Felson D.T., Guermazi A. Magnetic resonance imaging of subchondral bone marrow lesions in association with osteoarthritis // Semin Arthritis Rheum. – 2012. – Vol. 42 (2). – P. 105-118.

## **EFFECTIVENESS OF VISCOSUPPLEMENT IN PATIENTS WITH EARLY STAGE OF OSTEOARTHRISIS**

***Al Mohanad GulamMonir Mohammed, Rajkumar D.S.R.***

FSBEI HE KSMU Ministry of Health of Russia,  
Kursk, Russian Federation

Relevance. Osteoarthritis (OA) is a chronic disorder that causes deterioration of the synovial joints, thereby resulting in pain and limiting the function of the joint. Osteoarthritis is usually spotted in elderly patients, its common sites are the knee, hip, hands and the first metatarsophalangeal joint, however, it can also affect other uncommon sites like the ankle, wrist and shoulders [1, 2]. The treatment of OA evolves non-pharmacological therapy, pharmacological therapy, and joint replacement surgery that are performed when pharmacological therapy fails. The non-pharmacological therapy includes avoidance of activities that overloads the joint, weight reduction in obese patients. Pharmacological Therapy includes NSAID that are prescribed orally, topically, or by intra-articular injections [2]. Another form of therapy is the injection of viscosupplementations in the affected joints. Viscosupplementations such as Hyaluronic acid mimic the function of synovial fluid in the absence of inflammation, as well as reducing pro-inflammatory factors that break down the joint matrix [3].

Purpose of research. The purpose of the study is to evaluate the effectiveness of viscosupplement in patients with early stages of osteoarthritis.

Material and methods. Data was collected from studies conducted on participants with early stages of osteoarthritis. The study reports were reviewed from PubMed central and journal of orthopaedics and spine. Hyaluronic acid (HA) is a glycosaminoglycan polysaccharide, which is a major component of the extracellular matrix. Hyaluronic acid has high anionic properties which helps in attracting water to cause swelling and create volume and provide structural support [4]. Hyaluronic acid injections have different molecular weights (high molecular-weight, medium-molecular weight, and low molecular weight). Each molecular-weight injection has different viscosity, density, and surface tension, which help in different stages of osteoarthritis. For instance, high-molecular weight injections have high viscosity, density, and surface area which helps to lubricate the synovial joints in the severe stage of osteoarthritis, comparatively, low-weight molecular injections are better used in early stages of osteoarthritis due to their low properties [5].

Results. A study was performed on 20 patients with osteoarthritis of the knee who were treated with 2 consecutive injections of Hymovis®. The study was conducted from April 2017 to May 2018. All patients were evaluated and treated with the same medical operators, the injections were performed by the lateral retro-patellar approach. The patients' first clinical



evaluation was performed at the screening visit (V0), the inclusion visit was then scheduled 30 days after the first visit where the injections were performed, additional observations were performed after 7 days (V2) and the second injection was administered, V3 was after 45 days, and V4 was 180 days after V3. Patients were asked to perform 7T MRI before V1, at V3 and V4. WOMAC index was noted at V1 and V4, and VAS was performed from V0 to V4. Concomitant medications, side effects and drop-off were collected at V1 to V4, and the patient's clinical data was recorded in a case report form at each visit. The results of using 2 consecutive intra-articular injections of Hymovis® at one-week interval has shown to be effective in the patients with early stages of OA, as it reduces the symptoms and improves the quality of life, as well as having good effect on cartilaginous tissues of less involved compartment. no safety issues were found due to the experimental treatment, and the 7T MRI was shown to be useful tool to study the articular soft tissues and cartilages with a high resolution. Moreover, the MRI T2 mapping value has proven to be a useful imaging biomarker for osteoarthritis, this is due to the capability of T2 measurements to reflect precise changes in the water content and the collagen-fibre network in the joint which shows the cartilage defects. The patient's satisfaction was evaluated in V3 and V4, 47% and 68% of patient felt better at V3 and V4, 47% and 21% felt a little better at V3 and V4, 5% and 0% felt little lower at V3 and V4, and 0% and 11% felt no changes at V3 and V4, respectively [6].

Another study was conducted on 36 patients with knee OA, 14 cases with Grade I OA and 22 cases with Grade II OA, according to Kellegren-Lawrence grading system. 8 of the patients were males and the remaining 28 were females. The age of the patients ranged from 40-80 years, and had a history of failed conservative treatment for 3 months. Each patient has a single-shot prefilled 4ml of high-molecular weight HA, the injection was administered with the patient in the supine position and knee in slight flexion superolaterally. The patients had a follow-up in a 6-month period, and were assessed functionally and clinically using the visual analog score (VAS) and the Western Ontario and McMaster Universities OA Index (WOMAC) score at the 1st, 3rd and 6 months. The VAS score ranged from 0 to 10, the average VAS score before the injection was  $9.03 \pm 0.94$  and in the 1st month the mean VAS score was  $6.75 \pm 1.31$ . The values kept on progressively decreasing during the 3rd month with a mean VAS score of  $4.58 \pm 1.16$  and  $2.61 \pm 2.15$  in the 6th month. The VAS scores in the all patient with Grade I OA improved with a score lesser than 5 at the end of the 6th month, in comparison to the Grade II OA patients, which 1/3rd of them had a VAS score more than 5 at the end of the 6th month. On the other hand, The WOMAC score ranged from 0 to 96, which was evaluated at the first visit and during the 1st, 3rd, and 6th month after the injection. The median WOMAC score before the injection was  $81.13 \pm 6.43$ ,  $65.14 \pm 7.20$  at the first month after the injection, and  $50.19 \pm 10.5$  and  $35.80 \pm 13.44$  at the 3rd month and 6th

month, respectively. Thirteen of the Grade I OA patients had improved WOMAC score (30-60), and twenty-one of the Grade II OA patients had improved WOMAC scores (30-60) as well [7].

**Conclusion.** In conclusion, viscosupplementations show a good efficacy by providing lubrication and reducing knee complaints in patients with early stages of osteoarthritis, it reduces the inflammatory process that happen within the synovial capsule, as well as decreases the degree of pain and increases the viscoelasticity of the synovial fluid and membrane, thereby improving the quality of life in OA patients.

### List of references

1. Atkinson, M.H. Osteoarthritis / M.H. Atkinson. – Can Fam Physician, 1984. – N 30. – PP. 1503-1507.
2. Sen, R. Osteoarthritis / R. Sen, J.A. Hurley // StatPearls. Treasure Island. – StatPearls Publishing, 2023.
3. A Comprehensive Review of Viscosupplementation in Osteoarthritis of the Knee / J. Peck, A. Slovek, P. Miro [et al.] Orthop Rev (Pavia), 2021. – T. 10. – 13(2). – P. 25549.
4. Hyaluronic Acid / K. Walker, B.M. Basehore, A. Goyal [et al.] // StatPearls. – Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2023.
5. Hyaluronic Acid: The Influence of Molecular Weight on Structural, Physical, Physico-Chemical, and Degradable Properties of Biopolymer / P. Snetkov, K. Zakharova, S. Morozkina [et al.] // Polymers (Basel), 2020. – T. 11. – N 12(8). – P. 1800.
6. The effect of viscosupplementation on early-stage knee osteoarthritis: Clinical evaluation and assessment of cartilage in vivo with 7 T MRI / L. Andreani, M. Giuntoli, F. Addevico [et al.] // J Clin Orthop Trauma. – 2021. – N 19. – PP. 53-61.
7. Sivanandan, S. A study on the effectiveness of visco-supplementation in osteoarthritis knee / S. Sivanandan, H.S. Arun, H. Seenappa, J.S. Nagakumar // Journal of Orthopaedics and Spine. – N 8(2). – PP. 70-74.

**CONSERVATIVE MANAGEMENT IN OSTEOARTHRITIS**  
***Nurul Hanis Ameera Binti Nurul Halizam, Rajkumar D.S.R.***  
FSBEI HE KSMU Ministry of Health of Russia,  
Kursk, Russian Federation

Relevance. Osteoarthritis, an insidious and debilitating degenerative joint disease, stands as a burgeoning public health crisis, silently affecting millions of individuals across the globe. In the face of an aging population and ever-increasing life expectancies, the prevalence of osteoarthritis is spiraling upwards, presenting a pressing challenge. This escalating burden not only inflicts substantial healthcare costs but also casts a long, looming shadow over the quality of life for those it afflicts. Amidst this crisis, where surgical interventions have traditionally taken the center stage, there has been a notable and compelling shift towards the prominence of conservative management. This shift is rooted in the promise of not only alleviating symptoms but also potentially deferring the need for joint replacement surgeries, thereby significantly enhancing the well-being of osteoarthritis patients. In this comprehensive literature review, we embark on a journey to unveil the profound significance of conservative management in the complex tapestry of osteoarthritis. We explore its relevance against the backdrop of modern healthcare, emphasizing the dire need for a profound and holistic comprehension of non-surgical options that can potentially rewrite the narrative of osteoarthritis management.

Purpose of the study – The purpose of this study is to provide an in-depth analysis of conservative management strategies for osteoarthritis. We intend to critically evaluate the effectiveness and implications of these strategies, shedding light on their advantages, limitations, and overall impact on patients' lives. By synthesizing existing research, we aim to assist clinicians, researchers, and policymakers in making informed decisions regarding osteoarthritis management. Our focus is on non-surgical interventions, including lifestyle modifications, physical therapy, pharmacological approaches, and emerging trends in the field. This study aims to consolidate current knowledge and identify gaps in the literature that may guide future research and clinical practice.

Materials and research methods. The scholarly literature on conservative management in osteoarthritis was thoroughly reviewed for the purpose of this study. We conducted an extensive search across various research databases, including PubMed, Google Scholar, academic libraries, and reputable online sources, to ensure a comprehensive exploration of the topic. Utilizing search terms such as «osteoarthritis management» «non-surgical interventions» and «conservative treatment approaches» we identified pertinent publications and reports. To maintain consistency and accessibility within the research domain, this review was limited to studies written in English.

Research results. Conservative management strategies for osteoarthritis have shown remarkable potential in alleviating symptoms and improving the quality of life for affected individuals. A variety of approaches have been explored, and the results are summarized below.

**Lifestyle Modifications:** Lifestyle modifications are foundational in the management of osteoarthritis. Weight management, in particular, has garnered attention as a crucial component of conservative treatment. Research has consistently shown that weight loss in individuals who are overweight or obese can have a profound impact on osteoarthritis symptoms [1]. Excess body weight places additional stress on weight-bearing joints, such as the knees and hips, exacerbating pain and joint degeneration. Studies have revealed that modest weight reduction can lead to significant improvements in pain relief, joint function, and overall quality of life for osteoarthritis patients.

Exercise is another pivotal element in lifestyle modifications. Regular, low-impact exercise, such as swimming, cycling, and tai chi, has been associated with reduced pain, increased joint mobility, and enhanced muscle strength [2]. In a meta-analysis of clinical trials, exercise interventions for osteoarthritis patients were found to alleviate pain and improve physical function. These interventions not only reduce pain but also enhance the structural integrity of joints by promoting cartilage health.

Moreover, dietary adjustments, including the incorporation of anti-inflammatory foods and supplements, have been explored as a complementary approach. Nutrients like omega-3 fatty acids, found in fish and flaxseed, have demonstrated potential in reducing inflammation and slowing the progression of osteoarthritis [3].

**Physical Therapy:** Physical therapy is an integral part of conservative management for osteoarthritis, offering a range of techniques to improve joint function and alleviate pain. Manual therapy, which includes joint mobilization and soft tissue manipulation, has been found to reduce joint stiffness and improve range of motion. Exercise programs tailored to the specific needs of osteoarthritis patients have shown positive outcomes, enhancing muscle strength and joint stability. The use of assistive devices, such as braces and orthotics, can further support joint alignment and alleviate pain. Physical therapy not only addresses the immediate symptoms but also aims to prevent the progression of osteoarthritis through strengthening and rehabilitation.

**Pharmacological Approaches:** Pharmacological interventions continue to play a significant role in osteoarthritis management. Non-steroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs) and analgesics are commonly used to manage pain and inflammation. They can provide short-term relief, allowing patients to engage in rehabilitation and exercise programs more effectively. However, long-term use of these medications may lead to adverse effects, particularly in the gastrointestinal and cardiovascular systems. Careful monitoring and individualized treatment plans are essential to mitigate these risks [4].

Intra-articular corticosteroid injections have also been employed to provide localized relief from inflammation and pain. These injections can be particularly effective for patients with acute exacerbations of symptoms. However, their long-term efficacy remains a subject of debate, and potential side effects, such as joint damage, must be considered.

**Emerging Trends:** Emerging trends in osteoarthritis management include regenerative therapies, which hold the promise of promoting joint healing and regeneration. Platelet-rich plasma (PRP) injections, in particular, have gained attention. PRP is derived from the patient's blood and contains a concentrated dose of growth factors that stimulate tissue repair. Clinical studies have shown that PRP injections can reduce pain, improve function, and potentially slow the progression of osteoarthritis. This emerging treatment modality provides an exciting avenue for patients seeking alternatives to surgery [5].

Conservative management strategies for osteoarthritis offer a multifaceted approach to symptom relief and improved quality of life. Lifestyle modifications, physical therapy, and pharmacological interventions all have their respective strengths and limitations. Emerging trends in regenerative therapies, especially PRP injections, have the potential to further revolutionize non-surgical treatment options for osteoarthritis patients. Nevertheless, the choice of conservative management should be carefully tailored to the individual patient, taking into account their unique circumstances and preferences. These findings highlight the importance of personalized, multidisciplinary approaches to osteoarthritis management, underscoring the significance of ongoing research and clinical practice in this field.

**Conclusion.** In conclusion, conservative management in osteoarthritis holds substantial promise as a viable option for improving patient outcomes, reducing the burden on healthcare systems, and delaying or avoiding the need for surgical interventions. Lifestyle modifications, physical therapy, and pharmacological approaches have demonstrated their effectiveness in symptom management. Emerging trends, including regenerative therapies, offer exciting prospects for the future. However, the choice of conservative management should be individualized, taking into account the patient's unique circumstances and preferences.

#### List of references

1. King, L.K. Obesity & osteoarthritis / L.K. King, L. March, A. Anandacoomarasamy // The Indian journal of medical research. – 2013. – N 138(2). – C. 185-193.
2. Luan, X. Exercise as a prescription for patients with various diseases / X. Luan, X. Tian, , H. Zhang, R. Huang, N. Li, P. Chen, R. Wang // Journal of sport and health science. – 2019. – N 8(5). – C. 422-441.
3. Cordingley, D.M. Omega-3 Fatty Acids for the Management of Osteoarthritis: A Narrative Review. / D.M. Cordingley, S.M. Cornish // Nutrients. – 2022. – N 14(16). – C. 3362.

4. Maqbool, M. An up to date on clinical prospects and management of osteoarthritis / M. Maqbool, G. Fekadu, X. Jiang, F. Bekele, T. Tolossa, E. Turi, G. Fetensa, K. Fanta// Annals of medicine and surgery. – 2012. – N 72. – C. 103077.

5. Everts, P. Platelet-Rich Plasma: New Performance Understandings and Therapeutic Considerations in 2020/ P. Everts, K. Onishi, P. Jayaram, J.F. Lana, K. Mautner // International journal of molecular sciences. – 2020. – N 21(20). – C. 7794.

# **THE ROLE OF GENETICS IN MUSCULOSKELETAL DEGENERATIVE-DYSTROPHIC DISEASES**

***Korekar K.P., Rajkumar D.S.R.***

FSBEI HE KSMU Ministry of Health of Russia,  
Kursk, Russian Federation

Relevance. Musculoskeletal degenerative-dystrophic diseases, which encompass a spectrum of conditions like osteoarthritis, rheumatoid arthritis, and ankylosing spondylitis, represent a formidable global health challenge. These diseases inflict considerable pain, chronic disability, and a substantial reduction in the quality of life for individuals affected. Rheumatoid arthritis, an autoimmune disorder, targets the synovial lining of joints, leading to joint inflammation, damage, and systemic symptoms, impacting millions worldwide. Ankylosing spondylitis, primarily affecting the spine and large joints, triggers inflammation and pain, and in severe cases, can lead to vertebral fusion, limiting mobility.

While the role of environmental factors and lifestyle choices in these diseases is acknowledged, genetics is increasingly recognized as a fundamental contributor to disease susceptibility and progression. Extensive research has unveiled the hereditary component in these conditions, with a higher risk observed in individuals with a family history of musculoskeletal degenerative-dystrophic diseases. Twin and familial studies have further emphasized the heritability of these conditions. Understanding the genetic underpinnings of these diseases has far-reaching implications for clinical practice and research. It enables early diagnosis by identifying genetic biomarkers and risk factors, allowing for more precise monitoring and intervention. This genetic knowledge paves the way for personalized treatment strategies, where medical interventions can be tailored to an individual's unique genetic profile, ultimately improving patient outcomes and reducing the burden of musculoskeletal degenerative-dystrophic diseases. Additionally, it opens new avenues for the development of targeted therapies, as researchers are exploring ways to modify or manipulate specific genetic factors to halt or slow disease progression, offering hope to those affected by these debilitating conditions.

Purpose of the study is to explore the intricate role of genetics in musculoskeletal degenerative-dystrophic diseases, providing an overview of the genetic factors contributing to disease susceptibility and progression. By summarizing key findings from the existing body of research, this study seeks to underscore the significance of genetics in these conditions and its implications for diagnosis and therapeutic interventions.

Materials and research methods. The scholarly literature on the role of genetics in musculoskeletal degenerative-dystrophic diseases was exhaustively reviewed for the purpose of this study. A thorough search was conducted across reputable research databases, including PubMed, Google

Scholar, academic libraries, and reliable online sources, to ensure a comprehensive exploration of this topic. Search terms such as genetics and musculoskeletal diseases, genetic markers in osteoarthritis, and influence of genetics on rheumatoid arthritis were employed to identify relevant publications and reports. To maintain uniformity and accessibility within the research domain, this review exclusively considered studies written in the English language.

**Research results. Genetic Factors Influencing Disease Susceptibility:** One of the central findings in the realm of musculoskeletal degenerative-dystrophic diseases is the significant influence of genetic factors on disease susceptibility. Numerous studies have identified specific genetic variations associated with an increased risk of developing conditions such as osteoarthritis, rheumatoid arthritis, and ankylosing spondylitis [1]. These genetic variants can affect various aspects of disease development, including the structure and function of joint tissues. For instance, variations in genes encoding for proteins involved in cartilage maintenance and repair have been associated with a higher risk of osteoarthritis [2]. Similarly, in the case of rheumatoid arthritis, specific genetic markers related to the immune system and inflammatory pathways have been pinpointed as contributing to disease susceptibility. These findings underscore the intricate interplay of multiple genes and pathways in determining an individual's risk for these diseases. Additionally, a family history of musculoskeletal degenerative-dystrophic diseases remains a strong predictor of susceptibility, further highlighting the hereditary aspect.

**Genetic Biomarkers for Diagnosis and Prognosis:** Genetic research has opened new avenues for the early diagnosis and prognosis of musculoskeletal degenerative-dystrophic diseases. Single nucleotide polymorphisms (SNPs) and other genetic markers have emerged as promising biomarkers for identifying individuals at risk and predicting disease progression. For example, specific SNPs associated with osteoarthritis have been linked to the severity and progression of the disease [3]. This genetic information can be utilized to stratify patients, enabling healthcare providers to implement timely interventions and personalize treatment strategies. In the case of rheumatoid arthritis, genetic markers provide insight into the likelihood of disease onset and its potential severity, assisting in more accurate prognostication [4]. This precision in diagnosis and prognosis contributes to a more effective allocation of healthcare resources and the development of tailored treatment plans for those at higher risk.

**Pharmacogenetics and Treatment Response:** Pharmacogenetics, the study of how genetic variations influence an individual's response to medications, has profound implications for the treatment of musculoskeletal degenerative-dystrophic diseases. By considering an individual's genetic makeup, healthcare providers can optimize treatment regimens and medication choices, thereby enhancing therapeutic outcomes [5]. For



example, certain genetic variants may influence a patient's response to non-steroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs) commonly used to manage pain and inflammation in these conditions. By tailoring medication choices based on a patient's genetic profile, physicians can minimize adverse effects and increase treatment efficacy. This approach not only improves patient well-being but also conserves healthcare resources by reducing the need for trial-and-error approaches in finding the most suitable medications.

**Polygenic Inheritance and Complex Genetics:** The genetic basis of musculoskeletal degenerative-dystrophic diseases is notably complex, often involving multiple genes and intricate genetic interactions. These conditions are described as polygenic, meaning they result from the combined effects of various genetic factors. This complexity extends to both the susceptibility and progression of these diseases. Researchers are discovering that different combinations of genetic variations can result in varying clinical presentations and disease courses [6]. For instance, in osteoarthritis, one individual may have a genetic profile that predisposes them to more rapid cartilage degradation, while another may have genetic factors that afford some degree of protection. This diversity underscores the necessity of considering the overall genetic landscape rather than focusing on a single causative gene. Understanding the complex genetics of these diseases is essential for developing comprehensive treatment approaches that account for the wide variability in patient experiences.

The research results reveal a deep and intricate relationship between genetics and musculoskeletal degenerative-dystrophic diseases. Genetic factors significantly influence susceptibility, diagnosis, and treatment response in these conditions. The findings highlight the complexity of the genetic underpinnings, emphasizing the need for a holistic understanding of polygenic inheritance and the unique genetic profiles of individual patients. This knowledge offers potential breakthroughs in personalized medicine, disease prediction, and the development of innovative therapeutic approaches, ultimately improving the quality of life for those affected by these debilitating diseases.

**Conclusion.** The intricate interplay between genetics and musculoskeletal degenerative-dystrophic diseases underscores the pivotal role of genetic factors in these conditions. Our extensive review has illuminated several key findings that hold the potential to revolutionize the comprehension and management of these debilitating diseases. First and foremost, it is abundantly clear that genetic elements are central in determining an individual's susceptibility to musculoskeletal degenerative-dystrophic diseases, including osteoarthritis, rheumatoid arthritis, and ankylosing spondylitis. Specific genetic variations have been robustly linked to an elevated risk of developing these conditions, influencing everything from the integrity of joint tissues to the modulation of immune responses. Moreover, the long-standing observation of a familial predisposition to these

diseases emphasizes the hereditary component, offering an avenue for early risk assessment within families at risk. The discovery of genetic biomarkers for early diagnosis and prognosis represents a significant stride forward. By identifying particular single nucleotide polymorphisms (SNPs) and genetic markers associated with musculoskeletal degenerative-dystrophic diseases, healthcare providers can offer more precise diagnostics. The ability to forecast disease progression and severity based on a patient's genetic profile not only enhances prognostic accuracy but also enables tailored treatment strategies. These genetic insights lead to more effective resource allocation within the healthcare system and help optimize patient care. Furthermore, the field of pharmacogenetics offers a promising pathway to personalized treatment. Genetic variations that influence treatment responses, encompassing drug efficacy and potential side effects, have a substantial impact on medication choices for musculoskeletal degenerative-dystrophic diseases. By harmonizing treatment regimens with an individual's genetic makeup, healthcare professionals can heighten therapeutic outcomes while minimizing adverse effects. This patient-centered approach is both fiscally prudent and compassionate, diminishing the burden of ineffective treatments and their associated expenses. In essence, the intricate connection between genetics and musculoskeletal degenerative-dystrophic diseases is a multifaceted and pivotal area of research. The insights derived from this relationship have the potential to usher in a future where individuals grappling with these conditions experience an improved quality of life, with pain and disability minimized, and healthcare needs better catered to. The profound impact of genetics on these diseases underscores the importance of ongoing research and clinical application in this field.

#### List of references

1. Hwang, M.C/ Ankylosing spondylitis risk factors: a systematic literature review / M.C. Hwang, L/ Ridley, J.D. Reveille // *Clinical rheumatology*/ – 2021/ – N 40(8) / – P. 3079-3093.
2. Reginato, A.M. The role of structural genes in the pathogenesis of osteoarthritic disorders / A.M. Reginato, B.R. Olsen // *Arthritis research* – 2002. – N 4(6). – p. 337-345.
3. Single Nucleotide Polymorphisms and Osteoarthritis: An Overview and a Meta-Analysis / T. Wang, Y. Liang, H. Li [et al.] // *Medicine*. – 2016. – N 95(7). – P. 2811.
4. Viatte, S. Genetics of rheumatoid arthritis susceptibility, severity, and treatment response / S. Viatte, A. Barton // *Seminars in immunopathology*. – 2017. – N 39(4). – P. 395-408.
5. Mathur, S. (2017). Personalized medicine could transform healthcare / S. Mathur, J. Sutton // *Biomedical reports*. – 2017. – N 7(1). – P. 3-5.
6. Genetics in osteoarthritis / M. Fernández-Moreno, I. Rego, V. Carreira-Garcia [et al.]. // *Current genomics*. – 2008. – N 9(8). – P. 542-547.

# **ROLE OF AI IN RADIOLOGICAL DIAGNOSIS OF OSTEOARTHRITIS**

***Shivani B., Rajkumar D.S.R.***

FSBEI HE KSMU Ministry of Health of Russia,  
Kursk, Russian Federation

Relevance. Knee osteoarthritis (OA) has a detrimental effect on the quality of life of people worldwide. It is characterized by progressive destruction of the articular cartilage and formation of osteophytes, subchondral cysts, and subchondral sclerosis of the synovial joints, which can ultimately lead to functional disability [2].

Knee and hip osteoarthritis (OA) are a leading cause of disability, with an increased incidence amongst the elderly. OA is associated with pain and a decrease in mobility, which leads to a significant socioeconomic burden [2]. OA prevalence is expected to increase in comparison to previous decades due to an ageing and increasingly obese population. Besides age and obesity, osteochondral lesions (OCLs) contribute to joint degeneration and OA. Early and accurate OA diagnosis is key to preventing disease progression and optimizing treatment regimes. Clinical assessment of OA is the primary diagnostic tool, whereas imaging may be overused [3].

Radio-graphic knee osteoarthritis (OA) severity and clinical severity are often dissociated. Artificial intelligence (AI) aid may be used as a strategic element to manage those limitations in radio-graphic OA diagnosis. AI, especially deep learning, has been shown to be efficient at recognizing patterns. Artificial intelligence (AI) aid was shown to increase inter-rater reliability in radiographic OA diagnosis. Thus, AI-aided radiographic diagnoses were compared against AI-unaided diagnoses with regard to their correlations with clinical severity [1].

Materials and Methods of research. This is a passive study which is based on the facts provided by various studies that have been done in recent previous years across various countries.

The study was performed on 2068 radiograph exams conducted at the Department of Orthopedic Surgery, Sir HN Reliance Hospital and Research Centre (Mumbai, India).

Out of the 2068 images, 70% were used initially to train the model, 10% were used subsequently to test the model, and 20% were used finally to determine the accuracy of and validate each model. The idea behind transfer learning for KOA grade image classification is that if the existing models are already trained on a large and general dataset, these models will effectively serve as generic models to fulfill the study's objectives. Finally, in order to benchmark the efficacy, the results of the models were also compared to a first-year orthopedic trainee who independently classified these models according to the KL scale [2].

Two models were developed: one distinguished normal (KL 0-I) from osteoarthritic knees (KL II-IV), and the other classified the severity as normal

(KL 0-I), non-severe (KL II), or severe (KL III-IV). The regions of interest were labeled under the supervision of experts. The artificial intelligence (AI) models were trained using the You Only Look Once version 3 (YOLOv3) detection algorithm [4].

**Inclusion criteria:** The following inclusion criteria were used: age above 18 years; recorded patient complaint of chronic knee pain (pain most of the time for more than 3 mo) and presentation to the orthopedic department or following radiologic investigation; and recorded patient unilateral knee complaints and knee grading according to KL system classification [6].

**Exclusion criteria:** The following exclusion criteria were used: patients who had undergone operation for total knee arthroplasty in either of the knees; patients who had undergone operation for unicompartmental knee arthroplasty; or patients who had recorded bilateral knee complaints [6].

**Results of research.** The first AI model using YOLOv3 tiny could detect and classify normal and osteoarthritic knees on plain knee joint radiographs with 85% accuracy and 81% mean average precision. The second AI model for classifying severity achieved a total accuracy of 86.7% and mean average precision of 70,6% [4, 6, 7].

**Conclusions.** The proposed deep learning models provided high accuracy and satisfactory precision for the detection and classification of early to severe knee osteoarthritis on anteroposterior radiographs. These models may be used as diagnostic aids by interpreting knee radiographs and guiding the treatment options via each osteoarthritic stage for related physicians and specialists [5, 7].

#### List of references

1. Automated classification of radiographic knee osteoarthritis severity using deep neural networks / K. Thomas, L. Kidzinski, E. Halilaj [et al.] // *Radiol Artif Intell.* – 2020. – N 2. – P. 190065.
2. Ten-year survivorship after knee arthroscopy in patients with Kellgren-Lawrence grade 3 and grade 4 osteoarthritis of the knee / J.R. Steadman, K.K. Briggs, L.M. Matheny [et al.] // *Arthroscopy.* – 2013. – N 29 – P. 220-225.
3. Hamet, P. Artificial intelligence in medicine / P. Hamet, J. Tremblay // *Metabolism.* – 2017. – N 69. – P. 36-40.
4. Artificial Intelligence and Machine Learning: A New Disruptive Force in Orthopaedics / M. Poduval, A. Ghose, S. Manchanda [et al.] // *Indian J Orthop.* – 2020. – N 54. – P. 109-122.
5. Risk factors and burden of osteoarthritis / C. Palazzo, C. Nguyen, M.-M. Lefevre-Colay [et al.] // *Ann. Phys. Rehabil. Med.* – 2016. – N 59. – P. 134-138.
6. Radiographic findings of osteoarthritis versus arthroscopic findings of articular cartilage degeneration in the tibiofemoral joint / R. Kijowski, D.G. Blankenbaker, P.T. Stanton [et al.] // *Radiology.* – 2006. – N 239. – P. 818-824.
7. Treatment modalities for hip and knee osteoarthritis: A systematic review of safety / O. Aweid, Z. Haider, A. Saed [et al.] // *J Orthop Surg (Hong Kong).* – 2018. – N 26. – P. 2309499018808669.

# **IMPACT OF HIGH TIBIAL OSTEOTOMY FOR MEDIAL COMPARTMENT OSTEOARTHRISIS**

***Abdullah M., Rajkumar D.S.R.***

FSBEI HE KSMU Ministry of Health of Russia,  
Kursk, Russian Federation

Relevance. Knee osteoarthritis is one of the most common joint disorders that occur in the population, where 10% of the affected are men and 13% of the affected are women over the age group of 60 years. Most of the patients with knee osteoarthritis present with a varus mal- alignment of the lower extremities, due to which the load is abnormally transmitted across the medial tibiofemoral compartment. As the load is abnormally transmitted there is an increase in stress on the articular cartilage, the subchondral bone, and the medial meniscus. Therefore, axial malalignment plays an important role in the development and progression of osteoarthritis. High tibial osteotomy (HTO) is a workhorse surgical procedure for treating medial knee OA. When performed precisely in the hands of an experienced surgeon, HTO can delay or avoid knee arthroplasty. Through this article, we will discuss the impact of HTO on medial compartment osteoarthritis.

Objective. To determine the impact of high tibial osteotomy (HTO) for patients with middle compartment osteoarthritis of the Knee.

Materials and methods. The study comprised of patients with medial compartment OA and genu varum The mean preoperative radiological angle of genu varum was 13.4° (range: 11°-15°). All adult patients with genu varum and painful OA were treated with an open-wedge osteotomy with the apex directed laterally. The criteria for preclusion were involvement of the lateral and the patellofemoral, severe osteoporosis (low bone mass density) and the presence of severe OA (Kellgren–Lawrence radiographic grading scale of 4), a genu varum of more than 15°, movement restriction in the knee less than 90° along with fixed flexion deformity of more than 10°.

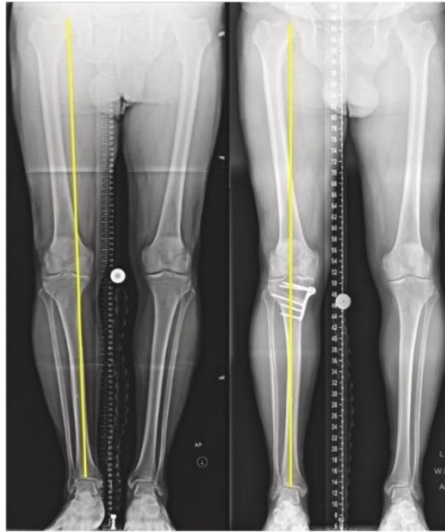


Figure 1. Pre-operative long left film (left) showing right knee varus OA with the mechanical axis passing through the medial compartment. Postoperative long leg film (right) showing correction of the mechanical axis following HTO.

**Results.** In patients with medial compartmental OA of the knee, HTO is a successful surgery for lowering pain and increasing knee function. The majority of research has concluded that HTO is an effective means of treating medial compartment osteoarthritis of the knee in its early stages. The Kaplan-Meier approach is used to evaluate the success and rate of the surgery using the Oxford knee score and analyzing the function of the knee. At a period of ten years, the success rate ranges from 51% to 74%.

**Conclusion.** Knee medial compartment osteoarthritis is a challenging problem. A customized strategy is required to tackle the several aspects of this intricate illness. Tibial osteotomy aims to correct the mal-alignment while maintaining the native articular architecture, which will relieve symptoms and enhance knee function. HTO was discovered to unload the medial compartment, resulting in the regeneration of the articular cartilage and a marked improvement in the patient's symptoms and quality of life by dramatically altering the knee biomechanics. Therefore, it is recommended in the treatment of individuals with knee osteoarthritis in the medial compartment.

#### List of references

1. Nikose S.S., Nikose D., Kekatpure A.L., Jain S., Saoji K., Reddy S.M. Impact of medial open-wedge high tibial osteotomy for medial compartment osteoarthritis of the knee. *World J Orthop.* 2020 Dec 18;11(12):606-614. doi: 10.5312/wjo.v11.i12.606. PMID: 33362996; PMCID: PMC7745488.
2. Khakha R.S., Bin Abd Razak H.R., Kley K., van Heerwaarden R., Wilson A.J. Role of high tibial osteotomy in medial compartment osteoarthritis of the knee: Indications, surgical technique and outcomes. *J Clin Orthop Trauma.* 2021 Oct 1;23:101618. doi: 10.1016/j.jcot.2021.101618. PMID: 35070682; PMCID: PMC8758909.

3. Raghbir S. Khakha, Hamid Rahmatullah Bin Abd Razak, Kristian Kley, Ronald van Heerwaarden, Adrian J. Wilson, Role of high tibial osteotomy in medial compartment osteoarthritis of the knee: Indications, surgical technique and outcomes, *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma*, Volume 23, 2021, 101618, ISSN 0976-5662, <https://doi.org/10.1016/j.jcot.2021.101618>.

4. Capella, M., Gennari, E., Dolfin, M., & Saccia, F. (2017). Indications and results of high tibial osteotomy. *Annals Of Joint*, 2(6). doi:10.21037/aoj.2017.06.06.

# **STATISTICAL ANALYSIS OF PLATELET RICH PLASMA (PRP) THERAPY IN OSTEOARTHRITIS PATIENTS**

***Aminath S., Rajkumar D.S.R.***

FSBEI HE KSMU Ministry of Health of Russia,  
Kursk, Russian Federation

Relevance. In regenerative medicine, platelet-rich plasma (PRP) is currently being employed as the principal source of autologous products. In conjunction with scaffolds and stem cells, it is a true precursor and helps to accelerate and strengthen the healing process. Research and clinical experience have confirmed the efficacy of PRP preparations in treating orthopedic disorders like joint, tendon, and muscle injuries, as well as the underlying scientific principles upon which these treatments are based. Due to its many advantages as a therapeutic option, including low cost, low invasiveness, and simplicity of administration, PRP has been studied as potential therapies for various diseases in recent years. Currently, PRP is receiving a lot of attention right now because of its potential to speed up the recovery time for bone grafts, a type of transplanted bone. However, clinical trials of these therapies continue, and further research into their efficacy and safety is being performed.

Purpose of research. The purpose of this study is to provide a comprehensive analysis of the existing literature and practical considerations of Platelet rich plasma (PRP) therapy in traumatology and orthopedics. This paper aims to evaluate the most current and relevant literature, study the basic science of platelet and PRP preparation, therapy of tendons, ligaments, muscles, menisci, cartilage, bone, and wound healing, as well as the advantages and disadvantages of PRP and the effectiveness of PRP therapy in trauma and orthopedic patients.

Materials and methods. The research paper uses data analyzed from various published articles, clinical guidelines, and books in order to compile the most comprehensive and up-to-date information on the use of PRP therapy in the treatment of trauma and orthopedic injuries and assessing the evidence on PRP therapy in trauma and orthopedic patients.

Using the data and information from well-established sources, the results of the study were evaluated, and conclusions were drawn regarding the effectiveness of PRP therapy in the treatment of trauma and orthopedic injuries. Most of the research found was focused on the use of PRP therapy in specific conditions, such as rotator cuff tears, lateral epicondylitis, and Achilles tendinopathy. However, there were also some studies that evaluated the use of PRP therapy in a more general population of trauma and orthopedic patients. These studies provided valuable information on the effectiveness of PRP therapy in a wide range of conditions and helped to support the conclusion that PRP therapy is effective in the treatment of trauma and orthopedic injuries [1].



Result of research. In a randomized controlled trial involving 128 patients diagnosed with knee joint arthrosis, a comprehensive analysis of treatment outcomes was conducted. The participants were divided into three groups, with two of the groups receiving conventional treatment [2]. The assessment of inflammatory response intensity was carried out through the measurement of superoxide dismutase content and erythrocyte catalase activity. The findings of the study revealed that the administration of platelet-rich plasma yielded significant clinical and laboratory improvements with minimal side effects and few contraindications. Notably, platelet-rich plasma injections demonstrated efficacy in blocking the inflammatory process within the joints, thereby inhibiting oxidative stress—a pathogenetically substantiated approach for treating osteoarthritis. [3] In conclusion, the study establishes that platelet-rich plasma injections exhibit pronounced anti-inflammatory and pain-relieving effects, while also exerting an inhibitory influence on destructive processes in the cartilaginous tissue. Consequently, these injections contribute to an enhanced quality of life for individuals suffering from osteoarthritis. [4]

The results of the randomized studies on the use of platelet-rich plasma (PRP) for the treatment of osteoarthritis (OA) are mixed. The first multi-center double blind randomized control study by Sanchez et al found higher short-term improvement in the PRP group compared to the hyaluronic acid (HA) group. Wang et al's prospective study found significant improvement in the PRP group at 6 months. Kon et al's prospective study found improvement in the PRP group at 12 months, but with a decline after that time. Filardo et al's randomized control trial found improvement in the PRP group at 6 months, while Patel et al's prospective double blind randomized study found pain relief in the PRP group at 2-3 weeks and superior clinical outcomes at 6 months compared to the normal saline group.

Nonetheless, Non-randomized studies on platelet-rich plasma (PRP) for the treatment of osteoarthritis (OA) have shown promising outcomes. Compared to hyaluronic acid, PRP showed greater short-term efficacy in the study by Sanchez et al. Significant improvement with PRP was shown after 6 months in the Wang et al. study and after 12 months in the Kon et al. study. At 6 months, PRP showed greater improvement than hyaluronic acid did in the study by Filardo et al. Finally, the PRP research by Patel et al. demonstrated greater clinical result at 6 months and pain alleviation within 2-3 weeks. Evidence from these research suggests that platelet-rich plasma (PRP) may help people with osteoarthritis in the short and long term. This study indicates the efficacy of PRP injections for relieving pain and enhancing function in patients with hip OA, and demonstrates its safety and tolerability.

Analyzing the data from meta-analyses by Dai et al (2017). and Shen et al. (2017) suggest that PRP may be a promising treatment option for a variety of conditions. These data suggest that platelet-rich plasma (PRP) is superior to hyaluronic acid (HA) or saline in improving functional outcomes at

12 months. In addition, the meta-analysis conducted by Chang et al. reveals that PRP may be more effective and have longer-lasting results than alternative treatments. These results imply that PRP treatment has potential as a means of enhancing functional outcomes for some patient populations

Conclusion. The idea that concentrating platelets at the wounded location could speed up and optimize the healing mechanisms provided the impetus for a plethora of studies to explore the therapeutic applications of PRP for a wide range of orthopaedic ailments. In overall, findings suggest that PRP may be a promising treatment option for individuals with OA, but more research is needed to fully understand the potential benefits and limitations of this treatment.

### List of references

1. Anitua, E., Prado, R., Nurden, A.T., & Nurden, P. (1970, January 1). Characterization of plasma rich in growth factors (PRGF): Components and formulations. SpringerLink. Retrieved December 14, 2022, from [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-63730-3\\_2](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-63730-3_2)
2. Zolotovskaya I.A., Davydkin I.L. Vitamin D – prognostic marker of the risk of exacerbation in patients older than 60 years with osteoarthritis of the knee (results of the observation program DIANA). *Ter Arkh* 2019; 91(5): 103- 110.Russian. <https://doi.org/10.26442/00403660.2019.05.000237>.
3. Razumov A.N., Puriga A.O., Yurova O.V. The results of the combined application of extracorporeal shock-wave therapy and radon baths during the rehabilitative treatment of the patients presenting with gonarthrosis. *Problems of Balneology, Physiotherapy and Exercise Therapy* 2015; 92(5): 35-39 <https://doi.org/10.17116/kurort2015535-39>.
4. Burkard T., Rauch M., Spöndlin J., Prieto-Alhambra D., Jick S.S., Meier C.R. et al. Risk of hand osteoarthritis in new users of hormone replacement therapy: A nested case-control analysis. *Maturitas* 2020; 132:17-23. <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2019.11.006>.





# КУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ул. К. Маркса, 3, г. Курск 305041 Тел.: (4712) 58-81-32; факс.: (4712) 56-73-99; 58-81-37  
Интернет-адрес: [www.kurskmed.com](http://www.kurskmed.com) Электронная почта [kurskmed@mail.ru](mailto:kurskmed@mail.ru)

# Медицина - дело на все времена!

*Hippocrates* *Avicenna*