



**НАУЧНЫЙ
ФОРУМ**
nauchforum.ru

ISSN 2541-8386



№7(44)

**НАУЧНЫЙ ФОРУМ:
МЕДИЦИНА, БИОЛОГИЯ
И ХИМИЯ**

МОСКВА, 2021



НАУЧНЫЙ ФОРУМ: МЕДИЦИНА, БИОЛОГИЯ И ХИМИЯ

*Сборник статей по материалам XLIV международной
научно-практической конференции*

№ 7(44)
Август 2021 г.

Издается с ноября 2016 года

Москва
2021

УДК 54/57+61+63

ББК 24/28+4+5

НЗ4

Председатель редколлегии:

Лебедева Надежда Анатольевна – доктор философии в области культурологии, профессор философии Международной кадровой академии, г. Киев, член Евразийской Академии Телевидения и Радио.

Редакционная коллегия:

Арестова Инесса Юрьевна – канд. биол. наук, доц. кафедры биозологии и химии факультета естественнонаучного образования ФГБОУ ВО «Чувашский государственный педагогический университет им. И.Я. Яковлева», Россия, г. Чебоксары;

Карабекова Джамиля Усенгазиевна – д-р биол. наук, гл. науч. сотр. Биолого-почвенного института Национальной Академии Наук Кыргызской Республики, Кыргызская Республика, г. Бишкек;

Сафонов Максим Анатольевич – д-р биол. наук, доц., зав. кафедрой общей биологии, экологии и методики обучения биологии ФГБОУ ВО "Оренбургский государственный педагогический университет", Россия, г. Оренбург.

НЗ4 Научный форум: Медицина, биология и химия: сб. ст. по материалам XLIV междунар. науч.-практ. конф. – № 7(44). – М.: Изд. «МЦНО», 2021. – 32 с.

ISSN 2541-8386

Статьи, принятые к публикации, размещаются на сайте научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU.

ISSN 2541-8386

ББК 24/28+4+5

© «МЦНО», 2021

Оглавление

Медицина и фармацевтика	4
Раздел 1. Клиническая медицина	4
1.1. Стоматология	4
БЕЗМЕТАЛЛОВЫЕ КОРОНКИ ПО CAD/CAM ТЕХНОЛОГИИ Ртвеладзе Текла	4
ПРОТЕЗИРОВАНИЕ НА ИМПЛАНТАТАХ Ртвеладзе Текла	8
Раздел 2. Медико-биологические науки	13
2.1. Восстановительная медицина, спортивная медицина, лечебная физкультура, курортология и физиотерапия	13
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ВЫСОКОИНТЕНСИВНОЙ ИМПУЛЬСНОЙ МАГНИТОТЕРАПИИ ПРИ ПАТОЛОГИИ КОЛЕННОГО СУСТАВА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ) Шван Лилия Александровна Мулдагалиева Диана Каримбаевна Шевелева Наиля Игоревна	13
Химия	25
Раздел 3. Химия	25
3.1. Коллоидная химия	25
ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ АКТИВНОЙ КИСЛОТНОСТИ СРЕДЫ НА СТАБИЛЬНОСТЬ НАНОЧАСТИЦ СЕЛЕНА Блинов Андрей Владимирович Маглакелидзе Давид Гураимиевич Ясная Мария Анатольевна Вишницкая Ольга Константиновна	25

МЕДИЦИНА И ФАРМАЦЕВТИКА

РАЗДЕЛ 1. КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

1.1. СТОМАТОЛОГИЯ

БЕЗМЕТАЛЛОВЫЕ КОРОНКИ ПО CAD/CAM ТЕХНОЛОГИИ

Ртвеладзе Текла

*ортопед-стоматолог,
докторант Нью Вижен Университета,
Грузия, г. Тбилиси*

METAL-FREE CROWNS BY USING CAD / CAM TECHNOLOGY

Tekla Rtveladze

*Prosthodontist, PhD student at New Vision University,
Georgia, Tbilisi*

Аннотация. На сегодняшний день значительно увеличился спектр материалов, используемых в реставрационной стоматологии. Непрерывное совершенствование химико-физических характеристик стоматологических материалов и методик реставрации облегчили работу врача-стоматолога и снизили до минимума процент неудач в лечении. Несмотря на достижения современной стоматологии, краевое прилегание пломбировочных материалов к тканям зуба остается актуальным вопросом. Тем не менее, пломбирование полостей II класса считается одной из наиболее сложных задач: именно при восстановлении контактных поверхностей зубов возникает наибольшее количество

затруднений. Современную клиническую практику уже невозможно представить без выполнения цельнокерамических реставраций. Наиболее активно применяются такие материалы, как оксид алюминия (Al_2O_3) и диоксид циркония (ZrO_2).

Abstract. Nowadays, the range of materials used in restorative dentistry has significantly increased. Continuous improvement of the chemical and physical characteristics of dental materials and restoration techniques facilitated the dentist's work and reduced the percentage of treatment failures to a minimum. Despite the achievements of modern dentistry, the marginal adherence of filling materials to the tooth tissues remains a topical issue. Nevertheless, the filling of class II cavities is considered one of the most difficult tasks: it is during the restoration of the contact surfaces of the teeth that the greatest number of difficulties arise. It is no longer possible to imagine modern clinical practice without the manufacture of all-ceramic restorations (metal-free crowns). The most widely used materials are aluminum oxide (Al_2O_3) and zirconium dioxide (ZrO_2).

Ключевые слова: Безметалловые коронки; CAD/CAM-технология; технология CEREC; интраоральное сканирование; реставрация.

Keywords: Metal-free crowns; CAD/CAM technology; CEREC technology; intraoral scanning; restoration.

Высокая склонность облицованных реставраций с каркасами оксида циркония к сколам побудили научные организации и промышленность разрабатывать новые концепции протезирования. Так, например, техника прессования поверх каркаса из диоксида циркония или спекания облицовочной структуры, изготовленной с помощью CAD/CAM-технологии, с каркасом (дентиновые коронки по Schweiger). Дентиновые коронки (или мостовидные протезы) представляют собой цельнокерамические реставрации без слоя эмали в области режущего края из полупрозрачного диоксида циркония (BeCe CAD Zircon HT+, Bego) для передних и жевательных зубов. Каркас изготавливается централизованно (Bego Medical) и индивидуально облицовывается массами для режущего края [1, с. 46-51].

Избежать возникновения краевых щелей достаточно сложно. Сравнительно низкий модуль упругости большинства композитных материалов не может полностью компенсировать потерю прочных проксимальных эмалевых гребней, особенно в случае обширных реставраций II класса. В таких ситуациях, особенно когда требуется воссоздание бугорковой структуры, лучшим методом лечения является изготовление непрямых керамических вкладок/накладок. Адекватная

жесткость керамики позволяет полностью восстановить прочность коронки. Имеющиеся на данный момент композиты страдают не только от низкого модуля упругости и ограниченной прочности, но и от высокого теплового расширения; в этом контексте их использование в качестве пломбировочного материала для значительных дефектов окклюзионных и несущих зон выглядит сомнительным.

Керамическая вкладка Cerec выполняется на основе современных компьютерных разработок и является одним из самых популярных у стоматологов и пациентов способов реставрации зубов. CEREC – это аппарат для эстетичной керамической реставрации (Chairside Economical Restorations of Esthetic Ceramic), что в переводе означает аппарат для экономической и эстетической реставрации. С помощью этого аппарата изготавливаются фарфоровые вкладки, коронки, мостовидные протезы и виниры. В зависимости от того, какой именно дефект коронки зуба необходимо устранить при помощи керамической вкладки, созданной по технологии Cerec, применяют разные виды вкладок. Керамическая вкладка Cerec изготавливается в одно посещение. Применение компьютерного моделирования позволяет идеально точно воссоздавать разрушенную коронковую часть зуба, которая не только органично вписывается в зубной ряд пациента, но и может принять на себя значительную жевательную нагрузку. Керамические вкладки по технологии Cerec могут быть изготовлены из любой безметалловой керамики.

Основной недостаток CAD/CAM-технологии – полная виртуализация моделирования, что ограничивает трехмерное восприятие создаваемого зубного протеза плоскостью компьютерного монитора [3, с. 648].

Таким образом, несмотря на высокое развитие современных композитных материалов при пломбировании обширных дефектов II класса по Black врач-стоматолог сталкивается с рядом недостатков, прежде всего высокой полимеризационной усадкой (в пределах 0,5-5,68%) и высоким коэффициентом температурного расширения. Керамические вкладки обладают очень низкой теплопроводностью и поэтому более стабильны при резких температурных изменениях. Биоинертность керамики, меньшая пористость стеклокерамики (что препятствует скоплению и росту бактерий, в том числе и под реставрацией), а также большая прочность керамической вкладки при соблюдении адгезивных технологий фиксации дают ряд преимуществ при выборе между композитом и керамикой в сторону стеклокерамики для изготовления вкладки непрямым методом.

Клинический пример: Пациент В. О. имеются многочисленные некачественные пломбы в области зубов 14-16. После формирования

здорового фундамента начали финальную фазу лечения – протезирование. Определили цвет зубов, удалили старые реставрации и препарировали зубы под цельнокерамических реставрации: толщина стенок минимальная, наличие уступа, отсутствие острых кромок. Было сделано интраоральное оптическое сканирование верхнего и нижнего челюстей. При помощи CAD/CAM системы фрезеровали коронки, но потребовалась незначительная доработка. Коронки были индивидуально окрашены красителями, была проведена тонкая коррекция структуры жевательной поверхности. После примерки коронок в полости рта пациента выполнили следующие процедуры: подготовка и фиксация коронок с помощью самоадгезивного цемента (MaxCem Elite). Проводился контроль окклюзионных контактов. Проведенное лечение оказалось очень удачным и с эстетической, и с функциональной точки зрения.

Из вышеперечисленного можно сказать, что изготовление керамических вкладок пациентам позволяет снизить процент неудач лечения при обширных кариозных полостях, а использование технологии CEREC при протезировании дефектов твердых тканей зубов обеспечивает комфорт для пациентов, функциональность, длительный срок службы реставраций, сохранение зубов и эстетику. Прессованная керамика, несмотря на лучшие клинические показатели краевого прилегания и состояния десны, уступает керамическим коронкам на фрезерованных каркасах из оксидциркония и хромкобальта по прочности и частоте замены.

Список литературы:

1. Weifi M., Liibcke D. Потенциал: безметалловый «золотой стандарт» // Новое в стоматологии, 2014. N 7. С. 46–51.
2. Веуер F. Цельнокерамические коронки и мостовидные протезы // Новое в стоматологии, 2017. N 7. С. 22–25.
3. Ортопедическая стоматология: национальное руководство под ред. Лебедево И., Москва, 2016. 648 с.

ПРОТЕЗИРОВАНИЕ НА ИМПЛАНТАТАХ

Ртвеладзе Текла

ортопед-стоматолог,
докторант Нью Вижен Университета,
Грузия, г. Тбилиси

DENTAL IMPLANT PROSTHETICS

Rtveladze Tekla

Prosthodontist,
PhD student at New Vision University.
Georgia, Tbilisi

Аннотация. Дентальная имплантация – это способ реконструктивного восстановления дефектов зубных рядов, прикуса и жевательной функции. При помощи чего происходит вживление искусственного корня (имплантат) в верхнюю или нижнюю челюсть. Имплантаты используются в качестве опор, на которые фиксируются коронки (полноценно заменяющие утраченные зубы), или съемные зубные протезы (в этом случае имплантаты способствуют адекватной фиксации протеза в полости рта). При отсутствии одного или нескольких зубов, чаще вставляют зубные имплантаты. Со временем модернизируемые методики, использующие имплантаты, позволят решить огромное количество сложнейших вопросов в стоматологии.

Abstract. Dental implantation is a method of reconstructive restoration of defects in the dentition, occlusion and chewing function. With the help of which there is an implantation of an artificial root (implant) in the upper or lower jaw. Implants are used as supports on which crowns are fixed (fully replacing lost teeth), or removable dentures (in this case, implants contribute to adequate fixation of the prosthesis in the oral cavity). In the absence of one or more teeth, dental implants are more often placed. Over time, modernized techniques using implants can solve a huge number of complex issues that dentistry has to solve.

Ключевые слова: дентальная имплантация; имплантат; протезирование; пациент; CAD/CAM-технология.

Keywords: Dental implantation; implant; prosthetics; patient; CAD / CAM technology.

Прошло 50 лет с тех пор, как в Гетеборге изложили принципы современной дентальной имплантологии, однако до сегодняшнего дня продолжают экспериментальные и клинические исследования.

Воссоздание требуемой высоты нижнего отдела лица приводит к резкому увеличению в неальвеолярной части протеза. Следовательно, лучше изготовить съемную конструкцию, используя имплантаты лишь в качестве дополнительных опор, улучшающих фиксацию и устойчивость съемных протезов с разъемным соединительным элементом с винтовой или замковой фиксацией.

Для планирования ортопедического лечения с опорой на внутрикостные имплантаты сегодня все шире применяются компьютерные технологии: компьютерная рентгеновская томография с возможностью 3D-реконструкции; специальные программы для виртуального подбора протеза, опирающегося на внутрикостные имплантаты; специальные сопряженные с CAD-CAM-системы, которые позволяют изготавливать хирургические шаблоны с втулками оптимального направления и диаметра.

Основное отличие протезирования при двухэтапной имплантации заключается в том, что при изготовлении рабочей модели используют лабораторные аналоги имплантатов и специальные детали для переноса положения имплантата из полости рта на техническую модель – оттисковые трансферы (оттисковые головки).

Оттисковые трансферы бывают двух видов:

1. Для закрытой ложки используют стандартную или индивидуальную ложку. После выведения оттиска трансферы остаются прикрученными к имплантатам. Их снимают и устанавливают в оттиск.
2. Для открытой ложки используют индивидуальные ложки с отверстиями для специальных трансферов с винтовой фиксацией к имплантатам, либо эти отверстия изготавливают в стандартных ложках. Трансферы для этого метода имеют длинные фиксирующие винты, которые выходят через отверстия после наложения ложки. После отверждения оттискового материала фиксирующие винты выкручиваются, и оттиск выводится из полости рта, при этом трансферы остаются в оттиске.

Последовательность клинико-лабораторных этапов следующая:

1. Выбор метода получения оттиска: для 1-2 имплантатов (можно открытый или закрытый), более двух имплантатов предпочтительнее метод открытой ложки.
2. Примерка стандартной ложки или изготовление и припасовка индивидуальной ложки.
3. Фиксация трансферов к имплантатам.
4. Получение оттиска – монофазными или двухкомпонентными массами.
5. Прикручивание лабораторных аналогов имплантатов к

трансферам в оттиске. 6. Изготовление рабочей модели. 7. Выбор головки имплантата, препарирование. 8. Моделирование восковой композиции. Изготовление каркаса протеза (металлического или цельнокерамического).

Существуют следующие способы протезирования зубов на имплантатах: непосредственное, когда прямо на операционном столе производят фиксацию заранее изготовленного зубного протеза; отсроченное протезирование, которое осуществляют в ближайшие или отдаленные сроки.

Отдаленное протезирование через 4-6 месяца, что заключается в том, что репаративные процессы в первой фазе приживления имплантата протекают изолированно от среды полости рта.

Показания к одноэтапной дентальной имплантации: широкий альвеолярный гребень, плотная кость с выраженной кортикальной, большая зона прикрепления десны, хорошая гигиена полости рта, стабильный временный протез. Показания к двухэтапной дентальной имплантации: соматические заболевания, низкая плотность кости, вредные привычки (курение), плохой потенциал заживления, необходимость увеличения размеров альвеолярного отростка (аугментация), пародонтальные факторы риска.

Необходимо учитывать характер межальвеолярных взаимоотношений при конструировании зубных протезов с опорой на имплантаты. Нужно отметить, что для функционирования имплантата при большом пространственном расхождении вершин альвеолярных гребней возникают неблагоприятные биомеханические условия. В таком случае целесообразнее сделать выбор на съемном протезе.

Нужно отметить, что медленная нагрузка на имплантаты – один из протоколов лечения пациентов с частичным или полным отсутствием зубов стал наиболее востребованным у пациентов как метод, значительно сокращающий время протезирования и уменьшающий дискомфорт. Нашему пациенту М. 35 лет, было проведено немедленное интраоперационное протезирование с уставкой цилиндрического импланта. Для виртуального планирования мы использовали CAD/CAM технологии. В этом случае было осуществлено немедленное протезирование, с помощью чего произошло максимальное упрощение ортопедического протокола. Протез зафиксировали во время операции. Пациент явился на консультацию через 6 месяцев, затем через год. Костная интеграция произошла без осложнений.

На сегодняшний день, дентальная имплантация широко используется для пациентов у кого проведена резекции нижней челюсти. Клинический пример: Пациенту А., 18 лет, была проведена резекция

нижней челюсти и реконструкция с помощью свободного лоскута на сосудистой ножке из малоберцовой кости. Через 4 месяца, были установлены 5 имплантов. Протезирование было отягощено смещением сохранившегося участка кости и невозможностью широкого открытия рта. Для равномерного распределения жевательной нагрузки между всеми имплантатами, а также надежной фиксации съёмного протеза было принято решение использовать балочную конструкцию протеза с опорой на имплантах. Балка была изготовлена по CAD/CAM-технологии методом фрезерования. Центральное соотношение челюстей было определено анатомо-физиологическим способом.

После заливки модели в артикулятор, техник изготовил супраконструкции съёмного протеза в полости рта. Затем проверили конструкции съёмного протеза в полости рта. После проверки конструкции протеза в полости рта и представлении ее пациенту, техник изготовил протез. После чего была произведена винтовая фиксация балки и индивидуальных абатментов к имплантатам. Проведены припасовка и наложение самого съёмного протеза. Срок использования протеза составляет 12 месяцев.

В заключении, можно сказать, что при помощи дентальной имплантации можно восстановить дефекты прикуса, зубных рядов, жевательные дисфункции. Индивидуальный подход врача к каждому пациенту помогает решать ортопедические проблемы как практически здоровых пациентов, как выше было указано в клиническом примере, так и тех пациентов, у кого была проведена резекция челюсти.

Итак, ключевым фактором дентальной имплантации является необходимый опыт работы в планировании ортопедического лечения и владение CAD/CAM технологией. При помощи этого метода можно восстановить дефект зубных рядов без препарирования медиально и дистально расположенных зубов. Профилактика осложнений, возникающих при потере зубов является по-прежнему актуальным вопросом современной стоматологии. Наиболее физиологичным методом замещения дефектов считается дентальная имплантация.

На основании анализа примеров, приведенных выше, можно сказать, что диагностика, мониторинг, хорошая гигиена полости рта обеспечивают долговечность имплантата и продлевают срок службы конструкции.

Список литературы:

1. Ортопедическая стоматология: национальное руководство под ред. Лебедево И., Москва, 2016. – 268 с.

2. Лепилин А.В., Шалина М.Ю., Савельева С.С., Мухина Н.М., Ноздрачев В.Г. Прогнозирование возможности немедленной нагрузки на дентальные имплантаты с помощью частотно-резонансного анализа // Клиническая стоматология. – 2018. – №2(86). – С. 57.
3. Пожилова Е.В., Новиков В.Е., Ураков А.Л. Возможности фармакологической регуляции процессов адаптации к стоматологическим конструкциям // Обзоры по клинической фармакологии и лекарственной терапии, 2017. – № 2.

РАЗДЕЛ 2. МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

2.1. ВОССТАНОВИТЕЛЬНАЯ МЕДИЦИНА, СПОРТИВНАЯ МЕДИЦИНА, ЛЕЧЕБНАЯ ФИЗКУЛЬТУРА, КУРОРТОЛОГИЯ И ФИЗИОТЕРАПИЯ

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ВЫСОКОИНТЕНСИВНОЙ ИМПУЛЬСНОЙ МАГНИТОТЕРАПИИ ПРИ ПАТОЛОГИИ КОЛЕННОГО СУСТАВА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Шван Лилия Александровна

*резидент I курса
по специальности «Физическая медицина и реабилитация»,
НАО «Медицинский университет Караганды»,
Казахстан, г. Караганда*

Мулдагалиева Диана Каримбаевна

*резидент I курса
по специальности «Физическая медицина и реабилитация». НАО
«Медицинский университет Караганды»,
Казахстан, г. Караганда*

Шевелева Наиля Игоревна

*профессор кафедры неврологии, нейрохирургии,
психиатрии и реабилитации
НАО «Медицинский университет Караганды»,
Казахстан, г. Караганда*

EFFICIENCY OF HIGH-INTENSITY PULSED MAGNETOTHERAPY FOR KNEE JOINT PATHOLOGY (LITERATURE REVIEW)

Lilia Shvan

*1st year resident with a degree
in Physical Medicine and Rehabilitation,
Karaganda Medical University,
Kazakhstan, Karaganda*

Diana Muldagalieva

*1st year resident with a degree
in Physical Medicine and Rehabilitation,
Karaganda Medical University,
Kazakhstan, Karaganda*

Nailya Sheveleva

*Professor of the Department of Neurology,
Neurosurgery, Psychiatry and Rehabilitation,
Karaganda Medical University,
Kazakhstan, Karaganda*

Аннотация. Артроз коленного сустава является распространенным дегенеративным заболеванием, которое вызывает боль, ограничения в движении, приводит к инвалидизации. Лица с прогрессирующими симптомами и повреждениями структур коленного сустава являются кандидатами на полное эндопротезирование, потому терапия должна начинаться на ранней стадии, быть эффективной, доступной, безопасной, по возможности малоинвазивной. В данной статье представлен обзор научной литературы, отражающий опыт применения высокоинтенсивной импульсной магнитотерапии при гонартрозе.

Abstract. Knee arthrosis is a common degenerative disease that causes pain, movement restrictions, and disability. Individuals with progressive symptoms and damage to the structures of the knee joint are candidates for total arthroplasty, therefore therapy should be started at an early stage, be effective, affordable, safe, and minimally invasive as possible. This article presents a review of the scientific literature, reflecting the experience of using high-intensity pulsed magnetotherapy for gonarthrosis.

Ключевые слова: высокоинтенсивная импульсная магнитотерапия; остеоартроз; гонартроз; лечение; физиотерапия.

Keywords: high-intensity pulse magnetotherapy; osteoarthritis; gonarthrosis; treatment; physiotherapy.

Актуальность. Гонартроз – дегенеративно-дистрофическое заболевание, характеризующееся разрушением суставного хряща, субхондральной кости, периатикулярных тканей, деформацией костных и хрящевых образований, визуальным проявлением которого, является дефигурация сустава, клинически проявляется болевым и суставным синдромами. Этиология носит мультифакторный характер и до конца не изучена. Раннее остеоартроз рассматривался как процесс «износа» структур сустава.

Позже было доказано, что механика движений, воспаление и иммунологические процессы, могут нарушать метаболические процессы в суставных тканях и нарушать устойчивое состояние хряща и кости, что в дальнейшем приводит к последовательным патологическим проявлениям, состоящим из гипертрофии и апоптоза суставных хондроцитов, разрушение хрящевого матрикса, ангиогенеза и кальцификации гиалинового хряща, образования остеофитов, дегенерации связок в коленном суставе, менисков, гипертрофия суставной капсулы и ремоделирование субхондральной кости [5; 19].

Утолщение кальцинированного хряща, истончение поверхностного гиалинового хряща и разрушение субхондральной кости указывают на то, что деструкция хряща может быть следствием эндохондрального окостенения, подобной эпифизарной пластинке, подверженной действием цитокинов в пораженном суставе. Цитокины, в свою очередь, способствуют медленному устойчивому разрушению и кальцификации, что может быть ключевыми особенностями в развитии остеоартроза [42; 6; 4].

В последнее десятилетие отмечается тенденция к увеличению числа гонартрозов у молодых людей трудоспособного возраста, занимающихся спортом и ведущих активный образ жизни. Основными факторами риска развития гонартроза остаются: возраст старше 50 лет, женский пол, ожирение, укорочение нижней конечности и серьезные травмы, например, разрыв передней крестообразной связки или разрыв мениска, а также эндокринные нарушения [20; 18].

Несмотря на то, что гонартроз – частое заболевание в практике ортопеда и проведено большое количество исследований в этой области, многие вопросы все еще остаются открытыми. До сих пор остаются предметом обсуждений и споров принципы лечения артрозов. Применение консервативных методов лечения не однозначно

расцениваются различными авторами и часто дают неудовлетворительные результаты [24].

Новым и перспективным методом физической реабилитации больных с гонартрозом является высокоинтенсивная импульсная магнитная терапия (ВИМТ) с величиной магнитной индукции до 1,5-3 Тл. Высокоинтенсивное импульсное магнитное поле (ВИМП) вызывает движение ионов внутри клетки, что приводит к гиперполяризации клеточной мембраны.

Это влияет на ускорение метаболизма, особенно стимулируя энергетические процессы и увеличивая использование кислорода клеткой. Такие изменения являются стимулятором процессов пролиферации или апоптоза [8; 46].

ВИМП оказывает благотворное влияние на регенеративные механизмы, происходящие в ткани, и стимулирует гуморальную и иммунную активность во всем организме. Они усиливают гормональные и ферментативные реакции. ВИМП также действует на костную и соединительную ткани [1; 2; 22; 44].

ВИМТ – это лечебное воздействие импульсного магнитного поля с частотой следования импульсов около 0,5 Гц, длительностью 110-180 мкс, амплитудой на рабочей поверхности индуктора 1000-1500 мТл. ВИМТ нашла свое применения в разных областях медицины, активно применяется при последствиях травм, энурезах, гипомоторных дисфункциях толстой кишки, желудка и желчного пузыря, невритах, тренировке нервно-мышечного аппарата у спортсменов, плоскостопии у детей [3].

ВИМТ оказывает миостимулирующее, гипогальгизирующее, трофостимулирующее, противовоспалительное действие на организм человека. Электрические токи большой плотности, индуцированные импульсным магнитным полем высокой интенсивности, вызывают сокращение скелетных мышц, гладких мышц внутренних органов и сосудов [16; 29]. Магнитное поле равномерно проникает в тело человека на расстояние до 5 – 10 см, таким образом, индуцированные токи оказывают воздействие на все нейроны ствола нерва.

Воздействуя на организм ВИМТ, происходит увеличение локального кровотока на месте воздействия, что способствует удалению продуктов аутолиза клеток из очага воспаления, в следствие чего, происходит уменьшение воспалительной реакции [37; 33]. Под воздействием ВИМП изменяются заряд клеток, дисперсность коллоидов и проницаемость клеточных мембран, что приводит к уменьшению или устранению отека тканей, также вызывает индуцирование биологических эффектов на клеточном и тканевом уровнях, усиление пролиферации

фибробластов и коллагена, стимуляцию ангиогенеза и образование/созревание коллагена, восстановление нормального кровотока, улучшение трофики и оксигенации тканей, стимулируют процессы восстановления поврежденных клеток, моделирование процессов связывания клеточных рецепторов [8; 48; 45].

Широкий спектр биотропных изменений, послужил основанием для включения ВИМТ в комплексное лечение дегенеративно-дистрофических и воспалительных заболеваний. Анализ научных публикаций показывает, что существует большое количество рандомизированных плацебо-контролируемых исследований, дающих доказательства уменьшения боли, улучшения функциональной активности суставов и качества жизни у пациентов с остеоартритом коленного сустава в магнитных полях с различной индукцией, частотой и воздействием [23; 14; 47].

Цель исследования: провести систематический обзор литературы для оценки определения клинической эффективности применения ВИМТ при лечении остеоартроза коленного сустава.

Материалы и методы: проведен поиск литературных источников в системе PubMed, Web of Science и Cochrane Library, посвященных ВИМТ у пациентов с гонартрозами.

При изучении влияния ВИМТ на хрящ и субхондральную трабекулярную кость крыс с индуцированным остеоартрозом коленного сустава, в динамике исследованы показатели МРТ, гистологические и биомаркерные анализы через 4, 8 и 12 недель применения импульсных магнитных полей. Результаты показали, что раннее применение ВИМТ сохраняет микроархитектуру субхондральной трабекулярной кости и предотвращает субхондральное разрушение, повышается активность остеобластов и остецитов костной ткани, улучшение экспрессии коллагена I типа и фибронектина у крыс с гонартрозом [7; 10; 31; 32; 36; 21].

Также исследования показывают, что ВИМП могут модулировать костный метаболизм *in vivo* и регулировать активность остеобластов и остеокластов *in vitro*. Остеоциты, составляющие 95% костных клеток, действуют как основные механосенсоры в кости для передачи внешних механических сигналов и продуцирования цитокинов для регуляции остеобластной и остеокластической активности.

Таргетирование остеоцитарных сигнальных путей становится новой терапевтической стратегией при заболеваниях костей. Остеоцитоподобные клетки MLO-Y4 подвергались воздействию ВИМП в течение 2 часов. В результате чего, было установлено, что формирование, созревание и костнорезорбционная способность остеокластов *in vitro* были значительно подавлены после воздействия ВИМП (5 Г) остеоцитов [40; 30; 28].

В данных исследованиях, оценивали воздействие ВИМП на мезенхимально-стволовые клетки и хондрогенез. В исследованиях показаны преимущества стимуляции ВИМП. Мезенхимально-стволовые клетки (МСК) на 2D- или 3D-платформах, демонстрировали отчетливую магнитную чувствительность, в результате чего МСК, выращенные на 2D-или 3D-платформах, наиболее благоприятно реагировали на воздействие ВИМП при амплитудах 2 мТл и 3 мТл соответственно.

Десяти минут воздействия ВИМП было достаточно, чтобы существенно увеличить хондрогенный потенциал МСК-производных костного мозга, генерируемых с обеих платформ. Кроме того, ВИМП-индуцированные клетки способны усиливать миграцию хондроцитов и МСК, а также уменьшать клеточное воспаление и апоптоз [39; 34].

Исследование, отражающее опыт применения ВИМТ и медикаментозной терапии у пожилых пациентов, страдающих остеоартрозом коленного сустава, показало, что данный комплекс уменьшает боль, улучшает физическую функцию лучше, чем применение медикаментозной терапии. В выборку были включены пациенты имеющие гонартроз обоих коленных суставов. Исследуемые получали ВИМП на правой ноге, в общей сложности по три 30-минутных сеанса в неделю в течение 6 недель, в то время как левая нога не получала никакого лечения и служила контролем. Во время терапии ВИМП вводили внутривенно капельно кетопрофен, клондронат натрия, глюкозамин сульфат, кальцитонин и аскорбиновую кислоту общим объемом 500 мл. Для оценки боли в колене использовалась в динамике ВАШ, шкала WOMAC в исходном периоде и через 3 месяца после терапии. Т-критерий Стьюдента для двух выборок, сравнивающий изменение боли по шкале ВАШ в коленном суставе при лечении ВИМТ ($49,8 \pm 2,03$) против контрольной ноги ($11 \pm 1,1$). Т-критерий Стьюдента при сравнении двух выборок, показал изменение боли по шкале WOMAC, ригидности и физической функции коленного сустава, пролеченной ВИМТ ($8,5 \pm 0,4$, $3,5 \pm 0,2$, $38,5 \pm 2,08$, соответственно) против контрольной ноги ($2,6 \pm 0,2$; $1,6 \pm 0,1$; $4,5 \pm 0,5$ соответственно) [11; 35].

В рандомизированном двойном слепом исследовании, было показано, что при воздействии ВИМТ у пациентов с остеоартрозом коленного сустава отмечалось увеличение показателей теста шестиминутной ходьбы от 1,6 м/мин до 10,4 м/мин. Длина шага при быстрой ходьбе увеличилась в среднем значении на 6,9см [12].

Для пациентов с гонартрозами важным является сохранение пролонгированного обезболивающего действия. При динамическом наблюдении, через один месяц после курса процедур ВИМТ,

наблюдалось значительное снижение боли по ВАШ и баллов WOMAC по сравнению с группой плацебо.

Средний эффект лечения составил -0,73 (95% ДИ – 1,24 - 0,19) по шкале ВАШ, а по шкале WOMAC эффект составил -0,34 (95% ДИ – 0,85 - 0,17). Кроме того, 26% исследуемых в группе ВИМП прекратили прием нестероидных противовоспалительных препаратов и анальгетиков [17; 38; 41].

При анализе 5 метаанализов, описывающих нехирургические и немедикаментозные вмешательства, используемые у пациентов с остеоартрозом коленного сустава, получены следующие результаты: у пациентов получающих лечение ВИМТ, болевой синдром купировался быстрее и положительный эффект сохранялся дольше, чем при применении лазерной терапией, интерференц-терапией, грязелечением, нервно-мышечной электростимуляцией, ударно-волновой терапией. Таким образом, ВИМТ оказалась наиболее эффективной физиопроцедурой [25; 15; 27].

Следующее исследование включает обзор двенадцати исследований, из которых десять с гонартрозом коленного сустава. Группа, получающая ВИМТ, показала более значительное уменьшение боли, чем контрольная группа. Анализ чувствительности показал, что продолжительность воздействия менее 30 мин за сеанс показала лучшие эффекты по сравнению с продолжительностью воздействия более 30 мин за сеанс [13].

При оценке эффективности лечения ВИМТ при гонартрозе в отдаленном периоде, было выявлено, что ВИМТ более эффективна через 4 и 8 недель, чем плацебо процедуры.

При оценке эффективности ВИМП на функциональное состояние через 8 недель после начала лечения наблюдалось значительное улучшение, а именно сохранение анальгизирующего эффекта. Достоверной связи между применением ВИМП и возникновением нежелательных явлений обнаружено не было [9].

Рандомизированное плацебо-контролируемое клиническое исследование включало 262 пациента с остеоартрозом коленного сустава II-III степени по классификации Келлгрена-Лоуренса. В 1-ю группу вошли 56 пациентов, получавших местную магнитотерапию на колено с использованием ВИМП – 20 мТл, частота 6,25 Гц, время воздействия 20 мин. Во 2-ю группу вошли 99 пациентов, которые подвергались воздействию магнитного поля с использованием комбинации режимов: 5 дней – ВИМП с индукцией 2 мТл, частота 100 Гц, затем режим ВИМП – 20 мТл, частота 6,25 Гц, продолжительность 20 мин,

количество процедур – 12. В третью группу вошли 97 пациентов, получавших плацебо-магнитотерапию на область коленного сустава.

При анализе результатов использовали шкалы ВАШ и WOMAC. Установлено, что выраженное действие магнитотерапии (по ВАШ и WOMAC) в виде уменьшения выраженности болевого синдрома у больных гонартрозом, а также достоверное улучшение функциональных характеристик (WOMAC), лучших результатов добились у пациентов, получавших комбинированный режим воздействия магнитным полем.

Применение магнитотерапии с использованием различных режимов безопасно для пациентов и не вызывало побочных эффектов [26].

В долгосрочном исследовании, которое продолжалось на протяжении двух лет, было отмечено, что применение ВИМП у пациентов с симптоматическим ранним остеоартрозом коленного сустава привело к значительному уменьшению выраженности симптомов, улучшению функции коленного сустава и активности в течение первого года наблюдения. При 2-летнем наблюдении результаты ухудшились, но все еще превосходили уровни до лечения [43; 49].

Заключение. Перспективным направлением в лечении гонартрозов является ВИМТ. Преимуществом данного метода лечения являются возможность таргентного воздействия на нужные мышцы, широкое варьирование дозиметрических параметров, доступность воздействия на глубоко расположенные ткани, выраженная специфичность, физиологичность воздействия и пролонгированность воздействия определяют высокую востребованность метода в лечении опорно-двигательного аппарата.

Список литературы:

1. Магнитотерапия в лечебно-реабилитационных и профилактических программах : клинические рекомендации. – М., 2015. – 47 с.
2. Магнитотерапия: теоретические основы и практическое применение / В.С. Улащик, А.С. Плетнев, Н.В. Войченко. – Минск, 2015. – 379 с.
3. Практическая физиотерапия, руководство для врачей / А.А. Ушаков. – М.: МИА, 2015. – С. 133–147.
4. Sprouse Ryan, Harris George, Sprouse Gretchen. A practical approach to knee OA // Journal of family practice. – 2020. – № 69 (7). – P. 327–334.
5. Cartilage degradation in osteoarthritis: A process of osteochondral remodeling resembles the endochondral ossification in growth plate? / Xiao Zhi-feng, Su Guo-yi, Hou Yu, Chen Shudong [et al.] // Medical Hypotheses. – 2018. – № 121.

6. Funk Richard. Coupling of pulsed electromagnetic fields (PEMF) therapy to molecular grounds of the cell // American journal of translational research. – 2018. – № 10. – P. 1260–1272.
7. Osnovina I.P., Alekseeva N.V. Comparative evaluation of effectiveness of different magnetotherapy regimens in patients with osteoarthritis // Voprosy kurortologii, fizioterapii i lechebnoi fizicheskoi kul'tury. – 2020. – № 97. – P. 43.
8. Current evidence on risk factors for knee osteoarthritis in older adults: A systemic review and meta-analysis / V. Silverwood, M. Blagojevic-Bucknall, C. Jinks, J. Jordan [et al.] // Osteoarthritis and Cartilage. – 2014. – № 23.
9. Katz J.N., Arant K.R., Loeser R.F. Diagnosis and Treatment of Hip and Knee Osteoarthritis: A Review // JAMA. – 2021. – № 325 (6). – P. 568–578.
10. Differential skeletal response in adult and aged rats to independent and combinatorial stimulation with pulsed electromagnetic fields and mechanical vibration / J. Cai, X. Shao, Z. Yan, X. Liu [et al.] // FASEB J. – 2020. – № 34 (2). – P. 3037–3050.
11. Effectiveness of behaviour change techniques in physiotherapy interventions to promote physical activity adherence in lower limb osteoarthritis patients: A systematic review / M. Willett, J. Duda, S. Fenton, C. Gautrey [et al.] // PLoS One. – 2019. – № 14 (7).
12. Effects of pulsed electromagnetic field on knee osteoarthritis: a systematic review / We S. Ryang, Y.H. Koog, K.I. Jeong, H. Wi // Rheumatology (Oxford). – 2013. – № 52 (5). – P. 815–824.
13. Effects of pulsed electromagnetic field therapy at different frequencies and durations on rotator cuff tendon-to-bone healing in a rat model / J. Huegel, D. Choi, C. Nuss, M. Minnig [et al.] // Journal of Shoulder and Elbow Surgery. – 2017. – № 27.
14. Effects of pulsed electromagnetic field therapy on pain, stiffness and physical function in patients with knee osteoarthritis: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials / L. Chen, X. Duan, F. Xing, G. Liu [et al.] // J. Rehabil Med. – 2019. – № 51 (11). – P. 821–827.
15. Effects of Pulsed Electromagnetic Field Therapy on Pain, Stiffness, Physical Function, and Quality of Life in Patients With Osteoarthritis: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Placebo-Controlled Trials / X. Yang, H. He, W. Ye, T.A. Perry [et al.] // Phys Ther. – 2020. – № 100 (7). – P. 1118–1131.
16. Efficacy and safety of the pulsed electromagnetic field in osteoarthritis: a meta-analysis / Z. Wu, X. Ding, G. Lei, C. Zeng [et al.] // BMJ Open. – 2018. – № 8 (12).
17. Konchugova T.V., Kulchitskaya D.B., Ivanov A.V. Éffektivnost' metodov magnitoterapii v lechenii i reabilitatsii patsientov s zabolevaniiami sustavov s pozitsii dokazatel'noi meditsiny [Efficiency of magnetic therapy techniques in the treatment and rehabilitation of patients with joint diseases from the standpoint of evidence-based medicine] // Vopr Kurortol Fizioter Lech Fiz Kult. – 2019. – № 96 (4). – P. 63–68.

18. Electromagnetic Field Therapy: A Rehabilitative Perspective in the Management of Musculoskeletal Pain – A Systematic Review / T. Paolucci, L. Pezzi, A.M. Centra, N. Giannandrea [et al.] // J. Pain Res. – 2020. – № 13. – P. 1385–1400.
19. Hip and Knee Osteoarthritis Affects Younger People, Too / I.N. Ackerman, J.L. Kemp, K.M. Crossley, A.G. Culvenor [et al.] // J Orthop Sports Phys Ther. – 2017. – № 47 (2). – P. 67–79.
20. In vitro chondrogenic differentiation of human articular cartilage derived chondroprogenitors using pulsed electromagnetic field / E. Vinod, U. Kachroo, G. Rebekah, S. Thomas [et al.] // J Clin Orthop Trauma. – 2020. – № 14. – P. 22–28.
21. Knee Osteoarthritis: A Primer / M.J. Lespasio, N.S. Piuizzi, M.E. Husni, G.F. Muschler [et al.] // Perm J. – 2017. – № 21. – P. 16–183.
22. Baron R., Binder A., Wasner G. Neuropathic pain: diagnosis, pathophysiological mechanisms, and treatment // Lancet Neurol. – 2010. – № 9 (8). – P. 807–819.
23. Non-operative treatment options for knee osteoarthritis / M. DeRogatis, H.K. Anis, N. Sodhi, J.O. Ehiorobo [et al.] // Ann Transl Med. – 2019. – № 7 (Suppl 7). – S. 245.
24. Non-Pharmacological and Non-Surgical Interventions for Knee Osteoarthritis: A Systematic Review and Meta-Analysis / Ferreira Ricardo, Torres Rui, Duarte José, Gonçalves Rui // Acta reumatologica portuguesa. – 2019. – № 44. – P. 173–217.
25. Ferreira R.M., Duarte J.A., Gonçalves R.S. Non-pharmacological and non-surgical interventions to manage patients with knee osteoarthritis: An umbrella review // Acta Reumatol Port. – 2018. – № 43 (3). – P. 182–200.
26. Pain and Functional Scores in Patients Affected by Knee OA after Treatment with Pulsed Electromagnetic and Magnetic Fields: A Meta-Analysis / M. Viganò, C. Perucca Orfei, E. Ragni, A. Colombini [et al.] // Cartilage. – 2020.
27. Promising application of Pulsed Electromagnetic Fields (PEMFs) in musculoskeletal disorders / H. Hu, W. Yang, Q. Zeng, W. Chen [et al.] // Biomed Pharmacother. – 2020. – № 131.
28. Waldorff E.I., Zhang N., Ryaby J.T. Pulsed electromagnetic field applications: A corporate perspective // J Orthop Translat. – 2017. – № 9. – P. 60–68.
29. Pulsed electromagnetic fields and platelet rich plasma alone and combined for the treatment of wear-mediated periprosthetic osteolysis: An in vivo study / F. Veronesi, M. Fini, M. Sartori, A. Parrilli [et al.] // Acta Biomater. – 2018. – № 77. – P. 106–115.
30. Pulsed electromagnetic field at different stages of knee osteoarthritis in rats induced by low-dose monosodium iodoacetate: Effect on subchondral trabecular bone microarchitecture and cartilage degradation / X. Yang, H. He, Y. Zhou, Q. Gao [et al.] // Bioelectromagnetics. – 2017. – № 38 (3). – P. 227–238.

31. Hagen K.B., Grotle M. Pulsed electromagnetic fields can reduce pain in the short term in patients with knee osteoarthritis [synopsis] // *J Physiother.* – 2016. – № 62 (3). – P. 168.
32. Pulsed electromagnetic field improves subchondral bone microstructure in knee osteoarthritis rats through a Wnt/ β -catenin signaling-associated mechanism / X. Yang, H. He, Q. Gao, C. He // *Bioelectromagnetics.* – 2018. – № 39 (2). – P. 89–97.
33. Pulsed electromagnetic fields in knee osteoarthritis: a double blind, placebo-controlled, randomized clinical trial / G.L. Bagnato, G. Miceli, N. Marino, D. Sciortino [et al.] // *Rheumatology (Oxford).* – 2016. – № 55 (4). – P. 755–762.
34. Pulsed electromagnetic field may accelerate in vitro endochondral ossification / J. Wang, N. Tang, Q. Xiao, L. Zhang [et al.] // *Bioelectromagnetics.* – 2015. – № 36 (1). – P. 35–44.
35. Pulsed electromagnetic fields potentiate the paracrine function of mesenchymal stem cells for cartilage regeneration / Parate Dinesh, Kadir Nurul, Celik Cenk, Lee Eng [et al.] // *Stem Cell Research & Therapy.* – 2020. – № 11.
36. Pulsed Electromagnetic Field Stimulation in Osteogenesis and Chondrogenesis: Signaling Pathways and Therapeutic Implications / K. Varani, F. Vincenzi, S. Pasquini, I. Blo [et al.] // *Int J Mol Sci.* – 2021. – № 22 (2). – P. 809.
37. Pulsed electromagnetic field therapy for management of osteoarthritis-related pain, stiffness and physical function: clinical experience in the elderly / T. Iannitti, G. Fistetto, A. Esposito, V. Rottigni [et al.] // *Clin Interv Aging.* – 2013. – № 8. – P. 1289–1293.
38. Pulsed electromagnetic fields regulate osteocyte apoptosis, RANKL/OPG expression, and its control of osteoclastogenesis depending on the presence of primary cilia / P. Wang, C. Tang, J. Wu, Y. Yang [et al.] // *J Cell Physiol.* – 2019. – № 234 (7). – P. 10588–10601.
39. Pulsed electromagnetic field (PEMF) transiently stimulates the rate of mineralization in a 3-dimensional ring culture model of osteogenesis / P.D. Benya, A. Kavanaugh, M. Zakarian, P. Söderlind [et al.] // *PLoS One.* – 2021. – № 16 (2).
40. Pulsed Electromagnetic Field Versus Whole Body Vibration on Cartilage and Subchondral Trabecular Bone in Mice With Knee Osteoarthritis / W. Ye, H. Guo, X. Yang, L. Yang [et al.] // *Bioelectromagnetics.* – 2020. – № 41 (4). – P. 298–307.
41. Preliminary study on the electromagnetic field treatment of osteoporosis in rats / S. Liu, J. Bi, Y. Zhang, Q. Song [et al.] // *Technol Health Care.* – 2020. – № 28 (S1). – P. 47–55.
42. Kazalakova K. Repetitive Pulse Magnetic Stimulation as Pain Management Solution in Musculoskeletal and Neurological Disorders – A Pilot Study // *International Journal of Physiotherapy.* – 2016. – № 3(6).
43. Symptomatic Early Osteoarthritis of the Knee Treated With Pulsed Electromagnetic Fields: Two-Year Follow-up / A. Gobbi, D. Lad, M. Petrera, G. Karnatzikos // *Cartilage.* – 2014. – № 5 (2). – P. 78–85.

44. Yuan J., Xin F., Jiang W. Underlying Signaling Pathways and Therapeutic Applications of Pulsed Electromagnetic Fields in Bone Repair // *Cell Physiol Biochem.* – 2018. – № 46 (4). – P. 1581–1594.
45. Ross C.L., Ang D.C., Almeida-Porada G. Targeting Mesenchymal Stromal Cells/Pericytes (MSCs) With Pulsed Electromagnetic Field (PEMF) Has the Potential to Treat Rheumatoid Arthritis // *Front Immunol.* – 2019. – № 10. – P. 266.
46. Treatment of Osteoarthritis of the Knee: An Update Review [Internet] / S.J. Newberry, J. FitzGerald, N.F. SooHoo, M. Booth [et al.] // Rockville (MD): Agency for Healthcare Research and Quality (US). – 2017, May.
47. The Effect of Pulsed Electromagnetic Fields on Angiogenesis / L. Peng, C. Fu, L. Wang, Q. Zhang [et al.] // *Bioelectromagnetics.* – 2021. – № 42 (3). – P. 250–258.
48. The role of physiological elements in future therapies of rheumatoid arthritis. III. The role of the electromagnetic field in regulation of redox potential and life cycle of inflammatory cells / M. Gajewski, P. Rzedkiewicz, S. Maśliński, E. Wojtecka-Lukasik // *Reumatologia.* – 2015. – № 53 (4). – P. 219–224.
49. Treatment of Knee Osteoarthritis Using the Electromagnetic Fields / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://clinicaltrials.gov/show/NCT03421249>.

ХИМИЯ

РАЗДЕЛ 3. ХИМИЯ

3.1. КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ АКТИВНОЙ КИСЛОТНОСТИ СРЕДЫ НА СТАБИЛЬНОСТЬ НАНОЧАСТИЦ СЕЛЕНА

Блинов Андрей Владимирович

канд. техн. наук, доцент,
Северо-Кавказский федеральный университет,
РФ, г. Ставрополь

Маглакелидзе Давид Гурабиевич

студент, лаборант,
Северо-Кавказский федеральный университет,
РФ, г. Ставрополь

Ясная Мария Анатольевна

канд. хим. наук, доцент,
Северо-Кавказский федеральный университет,
РФ, г. Ставрополь

Вишницкая Ольга Константиновна

студент,
Северо-Кавказский федеральный университет,
РФ, г. Ставрополь

STUDY OF THE EFFECT OF THE ACTIVE ACIDITY OF THE MEDIUM ON THE STABILITY OF SELENIUM NANOPARTICLES

Andrey Blinov

*Candidate of Technical Sciences, assistant professor,
North Caucasus Federal University,
Russia, Stavropol*

Maglakelidze David

*Student, laboratory assistant,
North Caucasus Federal University,
Russia, Stavropol*

Yasnaya Maria

*Candidate of Chemical Sciences,
Assistant professor,
North Caucasus Federal University,
Russia, Stavropol*

Olga Vishnitskaya

*Student,
North Caucasus Federal University,
Russia, Stavropol*

Аннотация. В работе исследовано влияния активной кислотности среды на наночастицы селена. Золи наночастиц селена проводили методом химического восстановления в водной среде. В результате исследований установлено, что в начальный момент времени pH среда незначительно влияет на радиус частиц. Также, установлено, что через неделю экспозиции в обоих образцах в диапазоне pH от 2 до 7 средний размер наночастиц изменяется не значительно. При увеличении значения pH от 8 в образцах наблюдается коагуляция частиц, приводящая к увеличению среднего гидродинамического радиуса.

Abstract. The work investigated the effect of the acidity of the medium on selenium nanoparticles. Sols of selenium nanoparticles by chemical reduction in an aqueous medium. As a result of the research, it was found that at the initial moment of time, pH insignificantly affects the radius of the particles. It was found that after a week of exposure in both samples in the pH range from 2 to 7, the average size also does not change significantly in the frequency of particles. With an increase in the pH value from 8, coagulation

of particles is observed in the samples, leading to an increase in the average hydrodynamic radius.

Ключевые слова: селен; наночастицы; активная кислотность среды.

Keywords: selenium; nanoparticles; active acidity of the medium.

В современном мире наночастицы селена находят применение благодаря своим антиоксидантным, противовоспалительным, противовирусным свойствам, а также обладает высокой биодоступностью и способностью приостанавливать развитие злокачественных опухолей [1, 2]. Ввиду перспективного использования данного материала, целью работы стало исследование влияния активной кислотности среды на наночастицы селена

Синтез золей наночастиц селена, проводили методом химического восстановления в водной среде [3, 4]. В качестве прекурсора использовали селенистую кислоту, в качестве стабилизатора выступал кокамидо-пропилбетаин, а в качестве восстановителя – аскорбиновая кислота. Для исследований получали образцы с положительно и отрицательно заряженными наночастицами селена. Положительный и отрицательный золи делили на 11 проб и в каждую добавляли 0,1 Н растворы HCl и NaOH для создания определенного значения активной кислотности среды от 2,21 до 11,98.

Определение среднего гидродинамического радиуса частиц проводилось методом динамического светорассеяния (ДРС) на приборе Photocor-Complex. Активную кислотность среды измеряли с помощью рН-метра-(иономера) «Эксперт-001» с использованием комбинированного рН-электрода ЭСК-10605/7 с термодатчиком.

На рисунке 1 представлена фотография положительного золя наночастиц селена с различными значениями активной кислотности среды.

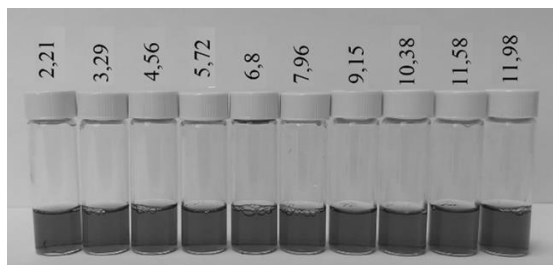


Рисунок 1. Фотография положительного золя наноселена с различными значениями активной кислотности среды

Как видно из рисунка 1 влияние активной кислотности среды на стабильность раствора визуальнo не определяется. Анализ результатов фотонно-корреляционной спектроскопии показал, что средний гидродинамический радиус наночастиц селена составляет 12 ± 3 нм. На рисунке 2 представлена фотография отрицательного зoля наночастиц селена с различными значениями активной кислотности среды.

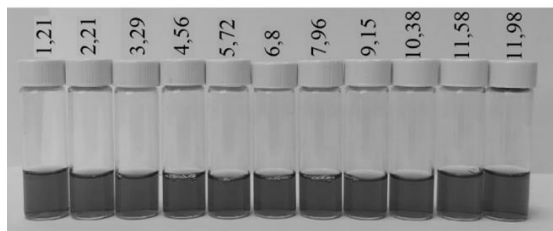


Рисунок 2. Фотография отрицательного зoля наноселена с различными активной кислотности среды

В результате анализа рисунка 2 установлено, что активная кислотность среды в диапазоне значений от 1,81 до 11,98 не оказывает влияния на стабильность образца наночастиц селена.

На рисунке 3 представлен график зависимости среднего гидродинамического радиуса наночастиц селена от активной кислотности среды через 1 неделю экспозиции для положительного зoля наноселена.

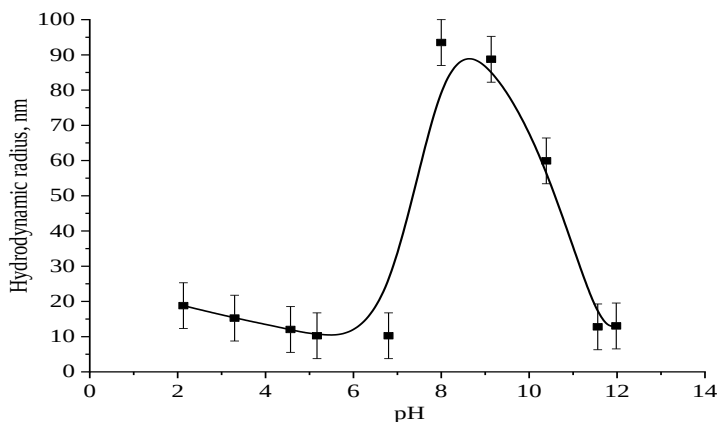


Рисунок 3. График зависимости среднего гидродинамического радиуса частиц положительного зoля наноселена от активной кислотности среды через неделю экспозиции

Анализ рисунка 3 показал, что при увеличении активной кислотности среды происходит увеличение радиуса наночастиц селена. В диапазоне pH от 2 до 7 средний размер наночастиц изменяется незначительно. В области значений pH выше 7 наблюдается коагуляция частиц. Максимальное значение гидродинамического радиуса наблюдается при $pH = 9$. Изменение размера и стабильности наночастиц селена при разных pH среды связано с тем, что в молекуле кокаמידопропилбетаина присутствуют амино- и карбоксильные группы, позволяющие ему проявлять амфифильные свойства. В кислой среде происходит активация аминогрупп, а в щелочной среде – активация карбоксильных групп.

На рисунке 4 представлен график зависимости среднего гидродинамического радиуса наночастиц селена от активной кислотности среды через 1 неделю экспозиции для отрицательного золь наноселена.

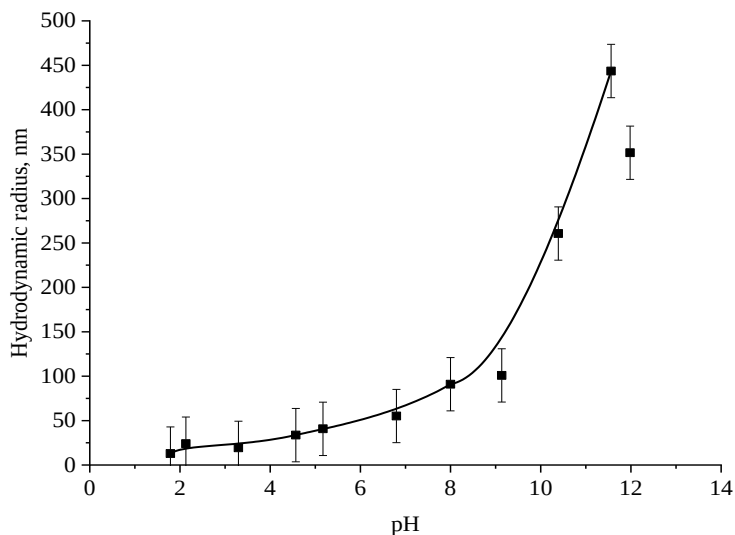


Рисунок 4. График зависимости среднего гидродинамического радиуса частиц отрицательного золь наноселена от активной кислотности среды через неделю экспозиции

В результате анализа рисунка 4 установлено, что в диапазоне pH от 2 до 9 изменение частиц незначительно. При значении pH выше 9 частицы начинают коагулировать. Молекулы кокаמידопропилбетаина находятся в слое противоионов и диффузионном слое. Заряд мицеллы

определяется ионами селенистой кислоты. Изменение pH среды изменяет заряд кокамидопропилбетаина с положительного в кислой среде на отрицательный в щелочной среде. Приобретая отрицательный заряд, молекулы начинают отталкиваться от отрицательно заряженных ионов селенистой кислоты и диффундируют с поверхности наночастиц. Селенистая кислота, адсорбированная на поверхности наночастиц селена, нейтрализуется в щелочной среде, что приводит к потере устойчивости всей системы.

Таким образом, в ходе работы изучено влияние активной кислотности среды на золи наночастиц селена в начальный момент времени и через неделю экспозиции. В начальный момент времени pH среда не оказала существенного влияния на средний гидродинамический радиус селена. Также, установлено, что через неделю экспозиции в обоих образцах в диапазоне pH от 2 до 7 средний размер наночастиц изменяется не значительно. При увеличении значения pH от 8 в образцах наблюдается коагуляция частиц, приводящая к увеличению среднего гидродинамического радиуса.

Список литературы:

1. Gao X. et al. Preparation, physicochemical characterization, and anti-proliferation of selenium nanoparticles stabilized by *Polyporus umbellatus* polysaccharide // International journal of biological macromolecules. – 2020. – Т. 152. – С. 605-615.
2. Юркова И.Н., Омельченко А.В. Влияние наночастиц селена и селенита натрия на рост и развитие растений пшеницы // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Биология. Химия. – 2015. – Т. 1. – №. 3 (67).
3. Ясная М.А. и др. Исследования влияния условий дисперсионной среды на стабильность коллоидных систем селена // Современная наука и инновации. – 2020. – С. 26.
4. Blinov A.V. et al. Study of stabilization of selenium nanoparticles by polysaccharides // Journal of Hygienic Engineering and Design. – 2021. – P. 209-216.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

НАУЧНЫЙ ФОРУМ: МЕДИЦИНА, БИОЛОГИЯ И ХИМИЯ

*Сборник статей по материалам XLIV международной
научно-практической конференции*

№ 7(44)
Август 2021 г.

В авторской редакции

Подписано в печать 19.08.21 Формат бумаги 60х84/16.
Бумага офсет №1. Гарнитура Times. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 2. Тираж 550 экз.

Издательство «МЦНО»
123098, г. Москва, ул. Маршала Василевского, дом 5, корпус 1, к. 74
E-mail: med@nauchforum.ru

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленного
оригинал-макета в типографии «Allprint»
630004, г. Новосибирск, Вокзальная магистраль, 3

16+



НАУЧНЫЙ
ФОРУМ
nauchforum.ru