

УДК 616-08.616.31.619

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-КЛИНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА  
БИОИНТЕГРАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТИТАНОВЫХ  
ИМПЛАНТАТОВ**

**Наталья Вадимовна Гусынина**

аспирант

natalia.gusynina@yandex.ru

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

**Аннотация.** Клиническое исследование биоинтеграционных свойств титановых имплантатов осуществляли в опыте на кроликах породы «Серый великан». Отсутствие воспалительных реакций у животных экспериментальной группы в ранний послеоперационный период и микроскопические признаки выраженной остеорепарации в зоне импланта могут быть свидетельством биоинтеграции имплантатов, прошедших процедуру термооксидирования, модифицированных наноагрегатами флавоноидов.

**Ключевые слова:** имплантаты, кролики, биodeградируемые покрытия.

**Введение.** В последнее время в ветеринарной медицине отмечается тенденция к широкому использованию различных материалов для восстановления функциональности опорно-двигательного аппарата и постановки зубных протезов с погружением в костную ткань различных конструкций [2, 4, 6]. В этой связи, важно изучить реакцию организма на внедрение в него инородного материала, в том числе на морфологическом уровне [1, 5, 12].

Известно, что при имплантации в ткани организма любого чужеродного материала формируется капсула, изолирующая инородное тело. Однако это утверждение не относится к материалам, подвергающимся полной резорбции или быстрой биодеградации без формирования соединительнотканной капсулы [8, 9, 10].

Теория формирования полноценного костного регенерата при постепенной резорбции биодеградируемого материала способствовала возникновению интереса к разработке новых покрытий для имплантатов, которые в большой степени снижают отрицательное воздействие изделий изготовленных из различных материалов. В настоящее время активно применяют имплантаты, поверхности которых модифицированы, в частности, термооксидные покрытия с элементами лантана, меди, серебра, керамическими, многорядными биосовместимыми покрытиями, наномодифицированными. Однако в ходе исследований выяснились некоторые недостатки таких покрытий, например, их способность растворяться со временем в биологической среде организма. [3, 7, 11].

На сегодняшний день вопрос подбора материала и способов усиления репаративного остеогенеза является крайне актуальным, так как имеющиеся на рынке изделия, изготавливаемые промышленностью, наиболее адаптированы для использования в стоматологической практике медицинских учреждений, а их использование в ветеринарной практике и биодеградируемые свойства покрытий в костной ткани животных не изучены вообще.

Таким образом, принимая во внимание многообразие ответных реакций живого организма на внедрение в костную ткань имплантата, при его остеоинтеграции, необходимо соблюдать ряд условий:

- уменьшать альтеративные и экссудативные процессы;
- активировать пролиферативные процессы в сторону репарации;
- сокращать сроки остеоинтеграции;
- обеспечивать стабильность имплантата в долгосрочный период;
- обеспечивать анатомическую целостность костной ткани.

В этой связи, в соответствии со степенью остеоинтеграции нужно определить синхронность процессов биотрансформации пленки, покрывающей поверхность имплантата.

**Цель исследования.** Экспериментально-клиническое исследование биоинтеграционных свойств титановых имплантатов с термооксидированным покрытием, которое модифицировано наноагрегатами флавоноидов, в том числе с учетом гистологических трансформаций в зоне «кость-имплантат» для выявления «хирургических коридоров» имплантата.

**Материалы и методы.** Предметом исследований послужили биоинтеграционные свойства покрытий имплантатов из модифицированного гидрат-ионами галогенов и прополисом полиазолидинаммония.

Материалом для исследования явились имплантаты после индукционно-термической обработки на установке нагрева ТВЧ (токами высокой частоты), элементы костных тканей в зоне вблизи имплантата.

Биоинтеграцию экспериментальных имплантатов изучали в клиническом эксперименте, выполненном на кроликах породы «Серый великан», возраст которых составил 9 месяцев, а и живая масса была 4,0 - 4,2 кг. Кроликов разделили на 2 группы по 5 голов в каждой группе в соответствии с принципом аналогов.

Из-за слабо выраженных прочностных свойств костей челюсти кроликов и трудности визуализации их ротовой полости, клиническое исследование биоинтеграции имплантатов проводили, размещая имплантаты в бедренные

кости животных. Кроликам контрольной группы были установлены имплантаты с покрытием из диоксида титана, а в опытной группе животных покрытие было представлено диоксидом титана с нанесенной на его поверхность полимерной плёнкой из полиазолидинаммония, которая была модифицирована наноагрегатами флавоноидов.

**Результаты исследований.** Клиническое исследование биointegrационных свойств имплантатов включало в себя термометрию животных, наблюдение за их поведением, включая опороспособность на задействованную в эксперименте конечность, реакцию кроликов на давление в область установки имплантатов, а также присутствие воспалительных проявлений (степень отечности и наличие экссудата).

В первую неделю после имплантации мы не отметили выраженных отличий в клиническом статусе животных контрольной и опытной групп. У пяти животных контрольной и трех кроликов опытной групп в течение первых суток наблюдали отказ от воды и корма. Повышение температуры тела не наблюдалось. Опора экспериментальных кроликов на оперированную конечность была отмечена уже на вторые сутки, в последствии опороспособность не нарушалась.

При местном обследовании всех животных регистрировали слабо выраженную картину воспаления в зоне «кость-имплантат» уже через сутки после имплантации. В это время отмечалась гиперемия и отечность мягких тканей вокруг зоны внедрения, слабо выраженная болезненность при пальпации.

К концу первой недели клиническая картина, характеризующая состояние кроликов опытной и контрольной групп, проявлялась отсутствием признаков воспаления мягких тканей, а пальпация была безболезненной. Кожа в области постоперационных швов не имела признаков инфильтрации, что свидетельствует о нормальной гемодинамике зоны контакта «кость-имплантат» за достоверно короткое время.

Однако на момент окончания опыта в процессе извлечения имплантатов из костной ткани животных опытной группы прилагалось более значительное усилие для их извлечения, по сравнению с животными контрольной группы.

Микроскопически у кроликов контрольной группы спустя месяц в пограничной с имплантатом зоне были обнаружены фрагменты вновь сформированной костной ткани, внутри которых присутствовали наполненные кровью сосуды. В костных балочках было выявлено истончение по типу резорбции остеокластами, а также кровоизлияния в периимплантантной зоне. У кроликов опытной группы в области периимплантации наряду с формированием губчатой и компактной костными фрагментами ткани шло образование костной мозоли. На участках данной области при образовании остеоида были заметны скопления многоклеточной остеогенной ткани.

В области установки имплантата, у кроликов контрольной группы, губчатая ткань кости имела регионы энхондрального окостенения, при этом было отмечено формирование элементов хрящевой ткани с явно развитым межклеточным веществом. В то время как у животных экспериментальной группы был сформирован зрелый остеоид, дифференцированный в губчатую костную ткань, имеющий выраженный эндост. Межбалочные пространства включали рыхлую фиброзную ткань с кровенаполненными тонкостенными сосудами.

Микроскопическая картина в зоне установки имплантатов у кроликов контрольной группы содержала в своем составе костный мозг, была полнокровна. Жировые элементы костного мозга данной области имели элементы пролифератов костного мозга с различной степенью зрелости. Компактная костная ткань имела сужения по периферии, местами визуализировались расширенные гаверсовы каналы, были области с хорошо выраженным эндостом. У животных опытной экспериментальной группы микроскопическая картина характеризовалась наличием полнокровного жирового костного мозга с остатками лизированных костных балочек, а также

отдельными скоплениями фрагментов красного костного мозга, находящихся на разной стадии дифференцировки.

**Заключение.** Отсутствие воспалительных явлений у кроликов экспериментальной группы в ранний послеоперационный период (3-и и 7-е сутки), а также применение значительных усилий при извлечении имплантатов по окончании опыта могут быть свидетельством присутствия биоинтеграции имплантатов, которые прошли термоокисидирование и модификацию наноагрегатами флавоноидов. Периимплантантная область при установке экспериментальных имплантатов в область диафиза была представлена вновь образованной компактной костной и губчатой тканями с регионами остеогенеза. Область метафиза в зоне периимплантации при установке экспериментальных образцов была представлена полноценным остеидом, дифференцирующимся в губчатую костную ткань с ярко выраженным эндостом.

#### **Список литературы:**

1. Анников В.В., Красников А.В., Платицына Е.С. Повышение эффективности дегельминтизации котят и щенков с помощью препарата гамавит // Российский паразитологический журнал. 2018. Т. 12. № 4. С. 90-93.

2. Красников А.В., Анников В.В. Причины потери зубов у собак и проблемы ветеринарной имплантологии // Вестник ветеринарии. 2011. № 4 (59). С. 97-98.

3. Микробный профиль десневой жидкости собак разных возрастных групп / А.В. Красников [и др.] // Аграрный научный журнал. 2019. № 8. С. 41-46.

4. Некоторые особенности гомеостаза организма собак мелких пород в период смены зубов / Д.Д. Морозова [и др.] // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2019. Т. 240. № 4. С. 114-119.

5. Обоснование применения имплантатов из наноструктурированного

диоксида титана, модифицированного наноагрегатами флавоноидов для протезирования зубов у собак / А.В. Красников [и др.] // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. 2013. № 8. С. 11-15.

6. Osteodensitometric indicators of the lower jaw of dogs during the change of teeth / D.D. Morozova [et al.] // Ветеринарный врач. 2019. № 2. С. 58-62.

7. Физико-механические свойства биосовместимых оксидно-керамических нанофазных покрытий, полученных на имплантируемых титановых металлоконструкциях / А.А. Фомин [и др.] // Наноинженерия. 2013. № 11 (29). С. 30-34.

8. Целесообразность применения гамавита при дегельминтизации щенков и котят / В.В. Анников [и др.] // Материалы Международной научно-практической конференции: Актуальные проблемы ветеринарной медицины, пищевых и биотехнологий. 2018. С. 30-33.

9. Dermal fibroblasts in morphologic monitoring of biodegradable materials: methodological basis of potential application evaluation in dog dentistry / A.V. Krasnikov [et al.] // Italian Journal of Anatomy and Embryology. 2018. Т. 123. № S1. С. 121.

10. Dermal fibroblasts in morphologic monitoring of biodegradable materials: methodological basis of potential application evaluation in dog dentistry / R. Kapustin [et al.] // Journal of Anatomy. 2018. Т. 232. № 2. С. 322.

11. Morphometric characteristics of the yorkshire terrier's teeth / A.V. Krasnikov [et al.] // Annals of Anatomy - Anatomischer Anzeiger. 2017. Т. 212. № S1. С. 87.

12. Osteodensimetric indicators of dogs' mandible during deciduous teeth change period / D.D. Morozova [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019. С. 42030.

**UDC 616-08.616.31.619**

**EXPERIMENTAL AND CLINICAL EVALUATION OF BIOINTEGRATION  
CHARACTERISTICS OF TITANIUM IMPLANTS**

**Natalia V. Gusynina**

postgraduate student

natalia.gusynina@yandex.ru

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

**Annotation.** Clinical evaluation of the biointegration characteristics of titanium implants was carried out in an experiment on rabbits of the Gray Giant breed. The absence of inflammatory complications in animals of the experimental group in the early postoperative period and microscopic signs of active osteoreparation in the implantation zone can serve as evidence of the presence of biointegration of implants that have undergone thermal oxidation and modified with flavonoids nanoaggregates.

**Key words:** implants, rabbits, biodegradable coatings.